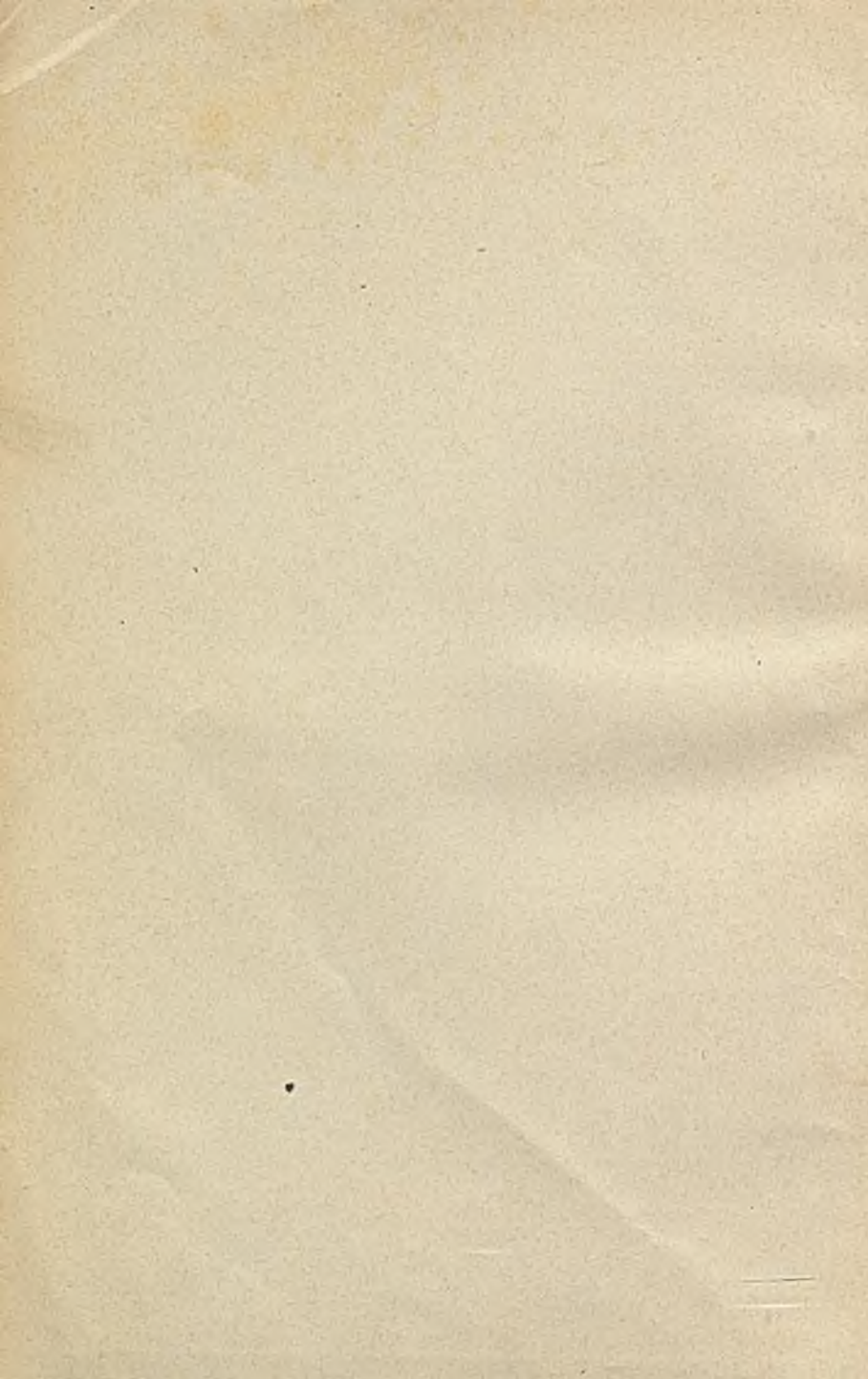


L. THOMAS.

Die denkwürdigsten  
Erfindungen





Thomas,

Denkwürdigste Erfindungen

I







Die  
**Denkwürdigsten Erfindungen**

bis zu Ende des  
**achtzehnten Jahrhunderts**

Für die reifere Jugend dargestellt

von

**Louis Thomas**

---

Erste Auflage

neu bearbeitet und erweitert von

**Max Eschner**

---

Mit 151 Illustrationen



Leipzig

Verlag von Otto Spamer

1900

Sämtliche Rechte,  
insbesondere das ausschließliche Recht zur Übertragung,  
vorbehalten.



137514

Spamer'sche Buchdruckerei in Leipzig.

D 1714/12

# Inhalt.

	Seite
<b>Einleitung.</b> Der Mensch, der Herr der Erde . . . . .	1—4
<b>Das schriftbare Wort.</b>	
Schrift, Schreibkunst und Schreibmaterial . . . . .	5—16
Papier und frühere Schreibmaterialien . . . . .	17—33
<b>Erfindung der Buchdruckerkunst.</b>	
Geschichtliches . . . . .	33—39
Die ersten Drücke. Johannes Gutenberg . . . . .	39—47
Schriftgießerei . . . . .	48—51
Herstellung des Satzes . . . . .	51—54
Bauart der Druckmaschinen . . . . .	54—61
<b>Schießpulver und Feuerwaffen.</b>	
Geschichtliches . . . . .	62—65
Erfindung und Bereitung des Schießpulvers . . . . .	65—71
Die alten Geschütze . . . . .	71—75
Die alten Handfeuerwaffen . . . . .	75—78
Neueste Handfeuerwaffen . . . . .	78—83
Die Geschütze der Neuzeit . . . . .	83—93
Panzerfahrzeuge, Panzertürme, Torpedos, Torpedoboote . . . . .	88—93
<b>Die Uhren.</b>	
Die ältesten Zeitmesser . . . . .	94—98
Die ersten Gewichtuhren . . . . .	99—100
Die Pendeluhren . . . . .	100—106
Die Taschenuhren . . . . .	107—112
Uhrenindustrie und Uhrenhandel . . . . .	113—114



**Erfindung des Luftballons.**

	Seite
Die ersten Flugmaschinen . . . . .	115—117
Die „Montgolfières“ und „Charlières“ . . . . .	118—121
Die ersten Luftfahrten . . . . .	122—128
Der Fallschirm . . . . .	129—130
Luftreisen zu wissenschaftlichen Zwecken . . . . .	131—134
Ballon- und Taubenposten des belagerten Paris . . . . .	134—138
Die Unglücksluftfahrt von Crocé-Spinelli, Sivel und Tissandier . . . . .	139—140
Neueste Versuche mit dem lenkbaren Luftschiffe von Renard und Krebs . . . . .	141—143

**Erfindung des Mikroskops und Teleskops.**

Das Mikroskop . . . . .	144—149
Das Fernrohr oder Teleskop . . . . .	149—153

**Erfindung der Spinnmaschine.**

Geschichtliches . . . . .	154—157
Spindel und Handspinnrad . . . . .	158—159
Das Tretpinnrad . . . . .	160—162
Hargreaves' Spinnmaschine . . . . .	163—164
Arkwrights Spinnmaschine . . . . .	165—169
Cromptons Mule-Jenny. Girards Flachspinnmaschine . . . . .	170—171

**Erfindung des mechanischen Webstuhls.**

Geschichtliches . . . . .	172—175
Der Handwebstuhl . . . . .	175—177
Wollweberei und Leinweberei . . . . .	177—179
Der Jacquardwebstuhl . . . . .	179—183
Der Kraftstuhl . . . . .	184—185

**Erfindung der Nähmaschine.**

Das Nähen. Herstellung der Nähadeln . . . . .	186—189
Madersperger. Thimonnier . . . . .	190—193
Elias Howe . . . . .	193—199
Singer. Wilson. Wickersham . . . . .	199—201
Herstellung und Verbreitung der Nähmaschine . . . . .	202—203

**Erfindung des Glases und des Porzellans.**

Die Löpferkunst im Altertum . . . . .	204—206
Die Löpferkunst im Mittelalter . . . . .	207—208
Bernhard Palissy. Josuah Wedgwood . . . . .	208—210
Das Glas und seine Geschichte . . . . .	211—215
Erfindung des Porzellans. Joh. Fr. Böttger . . . . .	216—222

# Einleitung.

## Der Mensch, der Herr der Erde.

Und Gott der Herr segnete die Menschen und sprach zu ihnen: „Füllet die Erde und machet sie euch unterthan, herrschet über die Fische im Meere und über die Vögel unter dem Himmel und über alles Getier, was auf Erden kriechet.“

(1. Buch Mos. 1. 28.)

Der Mensch, nach dem Zeugnisse der heiligen Urkunden aus der Hand seines Schöpfers am sechsten Tage hervorgegangen, war von dem Allmächtigen zum Herrn der Erde bestimmt: die Fische im Meere, die Vögel unter dem Himmel, alles Getier, ja selbst die ganze Erde sollten ihm unterthan sein. Und er ist ihr Herr geworden, so ohnmächtig er auch anfänglich der Mutter Erde nebst ihren tierischen Bewohnern und den in und auf ihr waltenden Naturkräften gegenüberstand. Die ganz ungeheure, einen gewaltigen Zeitraum umfassende und doch nur schrittweise erreichte Entwicklung des gesamten menschlichen Geschlechtes vom Anfange an bis zum heutigen Tage spiegelt sich wieder in der Entwicklung jedes einzelnen Menschen aus unserer Mitte. So wenig herrschend wie die Menschheit unmittelbar nach der Schöpfung auftreten konnte, ebenso ohnmächtig betritt der einzelne auch heute als neugeborenes Kindlein die Welt. Denn ohne den Schutz der Mutter, aus eigener Kraft vermöchte der Säugling nicht einmal sich zu erhalten, geschweige denn sich zu schützen: er wäre alsbald ein Raub des Todes, wenn die pflegende Hand von ihm abgezogen würde. Ebenso hilflos ist auch der Mensch in seinem Urzustande gewesen, aber ein höheres Wesen hat treu über ihm gewaltet und ihn groß gezogen. Wie dem Kinde die Nahrung, so hat es ihm das Denken, das Finden und Erfassen gegeben, ihn in seiner geistigen Entwicklung weitergeführt und führt ihn auch noch heute, wo er zum Manne erstarkt ist. Durch diese Erziehung ist der Mensch im Laufe der Jahrtausende in einem erstaunlich hohen Grade zum Herrn der Erde geworden und hat sich die Tiere und seine größeren Feinde, nämlich die Naturkräfte, unterthan gemacht, obwohl sie ihm einst an Stärke weit überlegen waren.

Denn leicht wird der Mensch von manchem Tiere an Schärfe der Sinne oder an Muskelkraft übertroffen, doch dafür versteht er durch seinen



Geist und mittels desselben durch Erfindungen aller Art solche Mängel vollständig auszugleichen und sein Übergewicht über alle anderen Geschöpfe der Erde und über die Naturkräfte zu behaupten. Der Walfisch, der Hai, der schnelle Delfin durchziehen den Ocean, aber schneller und weiter durchfährt ihn der Mensch in seinen Schiffen. Er eilt durch Meere und Gewässer, aus salzigem in süßes, aus süßem in salziges Wasser, aus den tropisch heißen Gegenden des Äquators nach den eisig kalten Zonen der Pole hin, alle jene Tiere des Meeres und der Flüsse hinter sich lassend. Die Wellen müssen ihm dienen, und Wind und Feuer sind ihm dabei gehorsame Sklaven; sie treiben sein Fahrzeug, indes er ruhig es bald hierhin, bald dorthin lenkt und ihre Kraft nach seinem Willen verwendet.

Wie der Fisch in die Tiefe taucht, so dringt auch der Mensch mit Hilfe der Taucherglocke oder des Taucheranzuges bis auf den Grund der See, und wie der Vogel sich in die Luft hebt, so wird der Mensch, dem die Flügel verjagt blieben, in seinem Luftballon zu Höhen getragen, in welche ihm kaum noch der Adler zu folgen vermag.

Wenig kraftvoll sind die Menschenmuskeln gegen die starken Glieder der großen Tiere, und wenig geschickt seine Organe, wenn wir sie mit den vielgestaltigen angeborenen Werkzeugen der Tierwelt vergleichen. Aber der Mensch erfindet sich Waffen, und die größten Tiere erliegen seiner Kunst, er fertigt sich Maschinen, viel hundertmal stärker als die Kraft des mächtigsten Elefanten, er baut sich Werkzeuge und schafft mit ihnen Gebilde, welche an Zweckmäßigkeit und Vielgestaltigkeit vieles übertreffen, was die Natur zu bieten vermag.

Des Menschen Auge hat bei aller Vollkommenheit nicht die Schärfe des Auges des Falken oder des Kondors, aber bewaffnet mit dem Teleskop erkennt er die fernsten Gegenstände; er dringt in die unermesslichen Fernen des Welt-raumes ein und blickt durch das Mikroskop in die Welt des Allerkleinsten.

Was ist des Menschen Stimme gegen das Brüllen des Wüstenkönigs und so vieler Waldtiere? Aber er weiß dieselbe durch das Sprachrohr zu verstärken, und ist auch dieses noch zu schwach, so läßt er den Ton der Glocken und auf viele Meilen weit den Donner der Geschütze für sich sprechen und um Hilfe rufen. Durch die Schrift redet er zu den Lesern der fernsten Gegenden und Zeiten, durch den Druck zu Millionen. Mittels des Telegraphen und des Telephons unterhält er sich mit meilenweit Entfernten. Langsamer läuft er als Roß und Strauß, Löwe, Tiger und Gazelle; doch die mit ihm dahinsausende Lokomotive überholt alle vierfüßigen Tiere. Und so vollbringt er mit kunstvoller Hand Großes und Kleines. Daß er bald auch der Herr der Erde ist, davon zeugt diese selbst. Ihre Tiefe durchwühlt er, ihre Oberfläche bepflanzt er, seine Kanäle, seine Eisenbahnen durchfurchen die Erde, mit seinem Pulver und Dynamit sprengt er Felsen und stürzt sie um; über die höchsten Berge baut er Straßen, Meere verbindet er und Einöden verwandelt er in städtereiche Staaten und in fruchtbares Ackerland. Der Sturm, der Regen, die Kälte können ihn nicht hin-



bern, der Raum kann ihn von seinem Ziele nicht mehr bleibend trennen, der Ocean nicht scheiden, selbst dem Blicke weist er den Weg, daß er machtlos an seiner Wohnung niedersfährt. Kein Tier vermag so wie er bald in der eisigen Kälte der Polarreise, bald im Blutstrahle der Aequatorialländer zu leben, kein Tier wie er die verschiedenartigsten Nahrungsmittel zu sich zu nehmen. Ja, der Mensch, der im Anfange so hilflose Säugling, wird zum Herrn der Erde, und sie ist ihm unterthan. Jeder seiner Sinne erhöht, jeder seiner Muskel erstarrt, jedes seiner Glieder vermehrt sich in seinen Erfindungen. Von einigen der wunderbarsten dieser Geistes-thaten der Menschheit sollen nun unsere Leser in dem Nachfolgenden vernehmen. Sind doch dieselben die unwiderlegbarsten Zeugnisse für das rastlose Streben der Menschen, seine Herrschaft über die Erde immer noch mehr zu erweitern, die geheimnisvollsten Kräfte der Natur in immer höherem Grade in seinen Dienst zu nehmen und so das Menschengeschlecht zu einer höheren Stufe der Vollkommenheit emporzuführen. Darum darf der strebende Mensch auch nicht achtlos an ihnen vorübergehen, denn sie sind Blätter aus der großen Geschichte der Menschheit, aus welcher wir den Ansporn zu eigenem Schaffen gewinnen sollen. Aber diese Geschichte muß man erst lesen lernen, sie thut uns ihren Inhalt nicht von selbst auf, sondern erst dann, wenn wir gelernt haben, auf sie zu achten.

Wir pflegen an den Gegenständen des alltäglichen Gebrauches mit Gleichgültigkeit vorüberzugehen. Wir sind sie gewohnt, und darum sagen sie uns nichts. Und doch, wer sich die Mühe nimmt, sie genauer zu betrachten und zu überlegen, wie sie geworden sind, wie sie sich zu den greifbaren Dingen, die vor uns stehen, entwickelt haben, der wird in eine unabhsehbare Reihe von Bildern eingeführt, welche uns zeigen, wie auch der kleinste Teil an ihnen erst allmählich durch die unablässige Gedankenarbeit vieler, vieler strebender Menschen hervorgebracht werden mußte, wie auch der einfachste Gegenstand eine große Geschichte hat, die an Reichtum wohl oft diejenige der größten Staaten übertrifft. Da steht vor mir ein schlichtes Schreibzeug, ein Stückchen gegossenes Eisen mit einem Tintenglase darin. Und doch sagt es mir so viel von dem Erfindungs- und Wissensdrange der Menschheit! Wie viele haben sich abgemüht, ehe es gelang, das Eisen aus dem Erze zu gewinnen; wie lange hat es gedauert, bis der Mensch dieses Eisen in Formen gießen konnte! Die wenigen Arabesken, mit denen es geziert ist, reden mir von einer langen Geschichte, in welcher sich die Kunst entwickelte, erzählen mir von den Urfanfängen, in denen der Mensch seine Geräte mit Kerbschnitten zu zieren bemüht war, von der Weiterentwicklung, in welcher er den ungefügten Strich allmählich in gefällige Formen fügte und endlich eine Fülle reizvoller Formen erfand und zu beherrschen lernte. Das Glas, wie vieles spricht es zu mir! Wie der Mensch erst begreifen lernte, was ein Gefäß sei, und wie er die Muschel oder einen ausgehöhlten Baumstumpf dazu benutzte, dann selbst lernte, solche Gefäße aus Holz, aus Thon, aus Metall zu formen, wie er weiter dann den Glas-

fluß fand und allmählich nach vielen mühseligen Versuchen dahin gelangte, ihn zu formen. Und nun erst die Tinte, was giebt sie mir zu denken! Wie der Mensch das Wort gestaltete, wie er es durch Bilder, durch Buchstaben bleibend darzustellen erfand, wie er das Schreibmaterial verbesserte, Feder und Schreibstift anwandte und dadurch die vorher ungelente Rede durch die Niederschrift immer reicher und ausdrucksvoller formte. Eine Welt von Vorstellungen thut sich uns auf, wenn wir über den schlichten Gegenstand nachdenken. Wir fühlen uns im Geiste mit den hunderttausend Ungenannten verbunden, welche an diesen und anderen Vervollkommnungen der unendlichen Kultur gearbeitet haben, und wir werden inne, daß alle diese Schätze, welche wir heute ahnungslos genießen, für uns in einer schier unermesslichen Geistesarbeit des Menschengeschlechtes gewonnen worden sind. Und dessen sollten wir allezeit eingedenk sein! Wir sollen nicht gedankenlos an den Dingen vorübergehen, sondern uns erinnern, daß sie in schwerer Arbeit für die Menschheit zum bleibenden Besitz erworben werden mußten; dann werden wir nicht den vorangegangenen Geschlechtern gerecht werden, sondern auch selbst lernen, wie man geistig schafft. Und in dieser Erinnerung werden wir erkennen, wie wenig die gesamte Lebensarbeit eines einzelnen Menschen bedeutet und daß auch der Größte unter den Menschen mit allen seinen Kräften nur einen winzigen Teil zum Bau der Menschheit beizutragen vermag, daß erst die vereinte Arbeit vieler Hunderttausende die Kultur um ein erkennbares Stück weiterrücken konnte und daß wir darum auf die Gemeinschaft angewiesen sind. Dann werden wir aus unseren Betrachtungen eine kostbare Frucht gewinnen: die Bescheidenheit, die wiederum die sichere Folge und das sichere Zeichen der geistigen Entwicklung eines Menschen ist. Der Gewinn dieser Bescheidenheit wird uns, wie er das Maß des eignen Könnens auf ein verschwindendes Teilchen herabsetzt, so auch dahin führen, daß uns alle Errungenschaften der Menschheit klein erscheinen gegen das unermessliche Gefühl, welches noch für die Eroberung durch den menschlichen Geist vor uns liegt, und indem wir weiter denken, werden auch diese Unermesslichkeiten zusammenschrumpfen, wenn wir uns vorhalten, daß außerhalb des menschlichen Geistes Gebiete liegen, die er nie erfassen wird, welche aber so groß sind, daß alles, was wir mit der größten Anstrengung unserer Seele ahnen, nur wie ein Pünktchen im Weltall erscheint. Dann wird unsere Bescheidenheit zur Demut werden, und in dieser Demut wird uns wie ein lichter Schein die Erkenntnis aufgehen, daß über diesen Unendlichkeiten ein Höherer waltet und daß wir ihm, so unendlich hoch er auch über uns steht, doch als seine Kinder nahen können, daß wir mit dem Herrn der Welten, mit Gott verbunden sind. Das ist die schönste und die edelste Frucht, die wir aus den Betrachtungen des ringenden Menschengeistes gewinnen können, und der Mensch, der ohne Vorurteil und Dünkel in das Getriebe des Denkens schaut, wird nie vergessen, ein Kind Gottes zu sein.



## Das sichtbare Wort.

### Schrift, Schreibkunst und Schreibmaterial.



Die Sprache ist das ausschließliche Eigentum des Menschen; sie ist der Ausfluß seines denkenden Geistes, und eben weil der Mensch denkt, muß er auch sprechen. Was die Tiere vernehmen lassen, sind nur Empfindungslaute, Warn- und Lockrufe u. dgl., die sich bei den einzelnen Arten durch alle Zeiten gleich bleiben, weil sie den Tieren angeboren sind. Dem Menschen aber

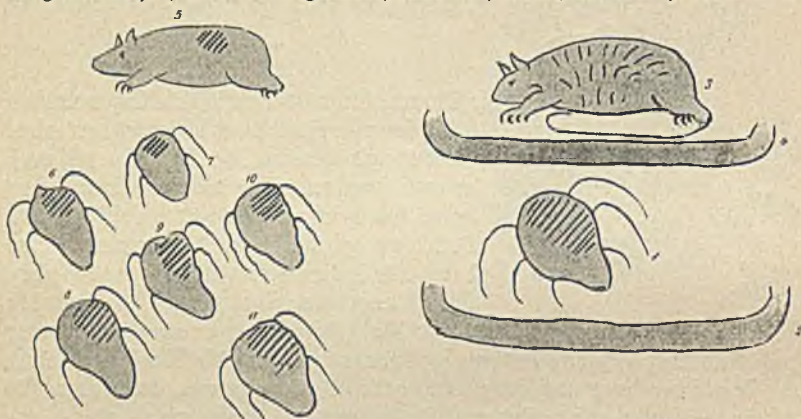
ist nicht die Sprache, sondern nur die Fähigkeit zu sprechen angeboren; das Kind muß erst von anderen sprechen lernen, und die Menschheit selbst, als sie auf der Erde noch jung war, hatte es noch schwerer, denn sie mußte sich die Sprache erst erfinden. Das kann nun wohl nicht anders zugegangen sein, als daß die Leute sich zuerst durch allerhand Gebärden und Zeichen miteinander zu verständigen suchten; sie machten sich z. B. auf diese Weise klar, der eine solle näher kommen, der andere solle sich entfernen, eine Speise schmecke angenehm, eine andere widerlich u. s. w. So kam man zu der ersten Art einer Sprache, zu der Gebärden- und Zeichensprache. Die meisten unkultivierten Völker zeigen noch heute im Verkehr mit Fremden oft erstaunlich viel Gewandtheit und Ausdruck in der Gebärdensprache. Man kann sich nun auch sehr wohl denken, daß die Leute, indem sie in den frühesten Zeiten dieselbe durch Glieder- und Mieneuspiel ausübten, bald auch die Stimme mit zu Hilfe nahmen, z. B. zur Nachahmung von Tierstimmen und anderer Naturlaute, oder um gewisse Gebärden durch gewisse Töne ausdrucksvoller zu machen, oder daß einer den anderen durch einen Zuruf erst darauf aufmerksam machen mußte, daß er ihm jetzt durch Zeichen etwas mitteilen wollte — oder daß sie für die ihnen nächsten und notwendigsten Dinge wörtliche Bezeichnungen fanden und so, mit einem ganz kleinen Wörternvorrat anfangend, den=



selben allmählich vermehrten, wie es sich aus dem Bedürfnis, welches hier wie in allem menschlichen Thun die Triebfeder bildete, jeweiligen ergab.

Solchergestalt entwickelte sich nach und neben jener Zeichensprache die Lautsprache und machte nach und nach die weniger bequeme Gebärdensprache entbehrlich, wenngleich wir uns heute im mündlichen Verkehr hier und da ihrer noch bedienen; doch sind wir nicht mehr auf sie angewiesen, wie es etwa mit dem Taubstummen der Fall ist. So erfindet auch heute noch das Kind eigene Namen für Dinge, deren Bezeichnung ihm noch unbekannt ist. Es nennt den Hund: wau-wau, die Gans: gak-gak (durch Nachahmung ihrer Naturlaute).

Wie dem aber auch sei: bis zum Sprechen haben es die Menschen durchweg gebracht; sprachlose Völker werden nicht einmal in den ältesten Sagen erwähnt, und die ungebildeten Volksstämme, die wir heute kennen,



2. Beispiel indischer Bilderschrift: eine Jägerinschrift in Baumrinne.

Australier, Feuerländer, Botokuden u. s. w., ermangeln doch nicht der Sprache. Allerdings sind die Sprachen immer in dem Verhältnis ärmer oder reicher, je kleiner oder größer der Gedankenkreis, je tiefer oder höher die Kulturstufe eines Volkes ist. In vielen tausend Sprachen und Mundarten erklingt die menschliche Rede auf dem Erdenrund, andere Tausende sind sicher ausgestorben, von deren einstiger Existenz wir gar nichts wissen, denn tote Sprachen können natürlich der Nachwelt nur insoweit zugänglich werden, als ihre Eigentümer sich auf eine Schrift verstanden und Reste davon bis auf unsere Zeit sich erhalten haben, wie z. B. von Latein oder Sanskrit.

Die Erfindung der Schrift, also die Sichtbarmachung und Festhaltung des flüchtigen Wortes durch irgendwelche übereinkommliche Zeichen war die zweite Stufe, die der Mensch auf seinem Bildungswege zu ersteigen hatte. Das Bedürfnis dieser Art von Mitteilung mußte sich stets einstellen, sobald ein Volk einen gewissen Kulturgrad erreicht hatte; die Schrift selbst, wenn sie erst vorhanden war, mußte dann das mächtige Werkzeug zu

weiteren Kulturfortschritten werden. Wie würde es um unsere ganze Civilisation und Wissenschaft aussehen, wenn wir nie das Schreiben, Lesen und Drucken geübt hätten!

Schon in sehr alten, vorgeschichtlichen Zeiten hat es in Asien kultivierte Völker gegeben, welche die Schreibkunst übten, und da die Menschen des hohen Altertums alle wohlthätigen Erfindungen gern auf die Götter bezogen, so konnte es nicht fehlen, daß sie auch das Schreiben als ein Göttergeschenk bezeichneten. Es ist aber ebenso gut ein Erzeugnis des menschlichen Geistes selbst wie die Sprache, es ist nur aus sehr einfachen Anfängen immer mehr fortgebildet und vervollkommenet worden. Die Zerlegung des Wortes in seine einzelnen Bestandteile, also die Feststellung eines Alphabetes, was uns so einfach und natürlich scheint, ist wohl niemals der erste Schritt zum Schreiben gewesen, sondern es sind andere, unvollkommenere Versuche zur Festhaltung des Gedankens vorhergegangen. Das Nächst-



3. Bilderschrift der Shippewagon an den Präsidenten der Union.

liegende war aber die Bilderschrift, die notdürftige Abbildung aller sichtbaren Dinge. So war es namentlich bei den Chaldäern und den Ägyptern, den Chinesen und den amerikanischen Völkern. Die alten Mexikaner, die Peruaner, auch die Bewohner von Yucatan hatten sehr reiche Bilderschriften, ja selbst bei den Jägervölkern Nordamerikas ist noch heute dieselbe Art der Mitteilung im Gebrauch, freilich in sehr einfacher Form und Ausführung. Die vorstehende Abb. 2 giebt hiervon eine Probe. Sie ist die Wiedergabe einer Inschrift, welche an einem Baume am Ufer des Namakagan, eines Zuflusses des St.-Croix, gefunden wurde. Fig. 3 rechts ist das Zeichen eines Jägers, der an der betreffenden Stelle gelagert hatte. Es stellt ein fabelhaftes Tier dar, den sogenannten copper-tailed bear. Die zwei Linien darunter bedeuten des Jägers Kanoe (Boot). Das nächste Zeichen, Fig. 1 rechts unten, ist die Bezeichnung seines Genossen, der cat-fish, die Linie darunter wiederum dessen Kanoe. Die Fig. links oben ist der gewöhnliche schwarze Bär, die sechs Zeichen darunter stellen sechs Fische von der Gattung der cat-fish dar. Das Ganze will besagen: Die



zwei Jäger, mit Namen copper-tailed bear und cat-fish, sind an der Stelle gelandet und haben da gelagert; sie haben einen Bären getödet und sechs Fische gefangen. Die Aufzeichnung war bestimmt, diese Kunde ihren Stammerwandten zu übermitteln, die diese Örtlichkeit passieren würden. — Ein anderes Beispiel stammt aus dem Jahre 1849. Da überreichten Tschippewayhäuptlinge dem Präsidenten der Union eine für 6 Indianerstämme gemeinsame Bittschrift. Sie ist in Abb. 3: Bittschrift der Tschippeways an den Präsidenten der Union, abgebildet und auf Birkenstreifen farbig geschrieben worden. Voran schreitet ein Vogel. Von dessen Auge und dessen Herzen laufen Linien in Augen und Herzen der sechs folgenden Wesen. Diese sind die Wahrzeichen der sechs Stämme. Die Deutung heißt: die sechs Stämme sind ein Herz und ein Auge, sie stimmen also mit der Absicht der Bittschrift vollständig überein. Der Inhalt der letzteren kommt durch die Zeichnungen unter den Tieren zum Ausdruck. Die lange Abb. ist der große Obere See, darunter liegen die vier kleineren Seen, ein Weg führt von jenem zu den unteren. Die Absicht der Stämme, die jetzt am „Oberen See“ wohnten, geht dahin, nach den vier Seen wandern zu dürfen. Dahin ist ihr Augenmerk gerichtet, wie die verbindende Linie vom Auge des Vogels bis zu den Seen andeutet, und in dieser Absicht (Auge) und in diesem Herzenswunsche (Herz) stimmen sie alle überein. Dies ist ein einfaches Beispiel von Bildschrift; bis zu welchem Grade der Vollendung sie aber selbst bei den Indianern gelangt ist, davon mag Abb. 4 ein Zeugnis ablegen, welche die Wiedergabe eines Gefanges in Bilderschrift darstellt.

Wie man sieht, sind solche Bildereien gar keine Schrift in unserem Sinne, denn sie wollen nicht eine bestimmte Sprache sichtbar machen, sondern die Dinge selbst vor Augen führen. Ebenso leicht begreift sich, daß man auf diese Art nicht weit kommt, denn es bleibt ja die große Mehrzahl der Worte einer Sprache unvertreten, welche nichts Sichtbares bedeuten, alle Zeit- und Eigenschaftswörter, Partikeln, übersinnliche Begriffe u. s. w. Da blieb nur der Ausweg, daß man gewissen Bildern eine symbolische Bedeutung beilegte, d. h. Begriffe mit ihnen verband, die in einiger Beziehung zu ihnen standen. Sehr weit hatten die alten Ägypter und ihnen ganz ähnlich die Chinesen diese Symbolik ausgebildet. Da bedeuteten z. B. Sonne und Mond zusammen: Licht, Wasserwellen (geschlängelte Linie) und Auge: Thränen, ein Mund in einer Thür: fragen, ein Ohr ebenso: hören, eine Herzfigur bedeutete: Gemüt, zwei Muschelschalen: Freude u. s. w. Für das Geschehende hatten die Ägypter das hübsch ersonnene Zeichen zweier schreitenden Beine und konnten somit manche Zeitwörter bequem ausdrücken, so Auge und Beine = sehen, Ohr und Beine = hören.

Bei diesen symbolischen Schriften blieben aber die Ägypter und Chinesen nicht stehen, sondern entwickelten sie weiter, und zwar jedes der beiden Völker in seiner besonderen Weise. Am besten läßt sich der Übergang bei der Schrift der alten Ägypter verfolgen. Dieselbe kann jetzt, dank den Bemühungen deutscher, französischer und englischer Gelehrten,










4. Indianische Bilderschrift: Wabeno-Gesänge.

schon ziemlich vollständig wieder gelesen werden, während noch im vorigen Jahrhundert die Gelehrten bekennen mußten, wie es auch andere Leute beim Anblicke von etwas Unleserlichem thun: Das sind Hieroglyphen! Wir wissen nun erstlich, daß die alten Sinnbilder von den Priestern zweimal vereinfacht und ihrer schwerfälligen Form entkleidet wurden, einmal für ihren eigenen Gebrauch, wo die Schrift die hieratische (Priesterschrift) heißt, und dann noch einfacher für die Öffentlichkeit als demotische (Volkschrift). In beiden letzteren treten keine Zeichnungen von wirklichen Gegenständen mehr auf, sondern die Bilder sind in Schriftzüge verwandelt.

Ferner ist die wichtige Thatsache gefunden worden, daß nicht wenige Zeichen außer ihrer eignen Bedeutung auch diejenige von Buchstaben annehmen können, und zwar treten diese Einzellaute um so häufiger auf, je jünger die Inschriften sind. Solche Buchstaben waren auch ganz notwendig, denn sonst hätte man ja in Aegypten nicht einmal einen Namen ausdrücken können. Die Eigennamen waren aber gerade dasjenige, an dessen Entzifferung sich die Gelehrten zuerst wagten. Die Möglichkeit, die Entzifferung in die Hand zu nehmen, bot eine Steinplatte aus dem Jahre 197 v. Chr., die 1799 in Unterägypten aufgefunden wurde und sich jetzt in London befindet. Sie enthält eine Lobsschrift auf einen wohlthätigen König, und zwar in drei Niederschriften, in alten Hieroglyphen, in demotischer Schrift und glücklicherweise auch in griechischer Übersetzung. An der Hand der letzteren ging man an die Entzifferung der beiden ersten, und so wurde die „Inschrift von Rosette“ zum Schlüssel für das jahrtausendlang verborgene Geheimnis der ägyptischen Schrift. Was aber die altägyptische Sprache selbst anlangt, so hat sich auch hierfür ein großes Hilfsmittel gefunden, seitdem sich ergeben hat, daß das Koptische die Tochter jener Sprache ist und von ihr nicht weiter abweicht wie etwa Italienisch von Lateinisch. Nun ist zwar das Koptische auch schon ausgestorben, denn alle heutigen Kopten sprechen arabisch, aber es sind noch Schriftwerke vorhanden, die studiert werden können.

Die Aegypter drückten bald Silben, bald einzelne Buchstaben durch ihre Bilder aus. Es konnte nämlich jedes Bild alle die Wörter bezeichnen, welche dieselben Konsonanten hatten wie der Name des Bildes. Die Vokale wurden überall vernachlässigt, wo kein Mißverständnis entstehen konnte.

So bedeutet z. B.:

- |  |   |
|--|---|
|  | Obelisk, Maein, auch den Gott Amun, weil ebenfalls darin m und n enthalten; |
|  | Berg, Ton, bedeutet auch to, voll;  |
|  | Buchrolle, Booue, bedeutet auch zom, mächtig;                               |
|  | Henkelkorb, Kot, bedeutet auch Kat, Klugheit;                               |
|  | Mund, Gro, kann auch heißen haro, zu; ehrai, gegen; here, ruhen.            |

Ob nun das Zeichen in ursprünglicher Bedeutung oder in einer abgeleiteten zu lesen sei, muß der Zusammenhang lehren. Einfacher wird es

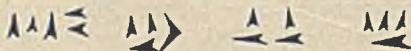


mit den Einzelbuchstaben gehalten; das Bild bedeutet den ersten Buchstaben seines Namens, z. B. die untenstehende von einem Ring umschlossene Gruppe ist der Name Ptolemäos; sie ist merkwürdig als erste Eroberung in unserer Kenntniß des ägyptischen Schriftwesens; der Franzose Champollion, der Begründer der Auslegekunst, lernte dieses Wort als sein erstes lesen. Es steht hier ein umgebogener Stab für P, das zweite, schwerer zu deutende Zeichen für T, das O als Vokal bleibt fort, der Löwe steht für L, E ist ausgelassen, das Zeichen unter dem Löwen ist M, das vorletzte Zeichen bedeutet E oder Ä, endlich das letzte Symbol S. Daß die Ägypter die alten Hieroglyphen nicht abschafften, sondern als Denkmalschrift fortbrauchten, mag an ihrem konservativen Sinne gelegen haben, und die alten Figuren mochten ihnen in ihrer Anwendung auf Denkmälern malerischer erscheinen.





Unser jetziges Alphabet stammt ebenfalls aus dem Morgenlande und wurde von da bei den Griechen und von diesen bei den Römern eingeführt. Wer die eigentlichen Urheber desselben waren, ist noch nicht festgestellt, vermittelt wurde es den Griechen zweifellos durch das Handelsvolk der Phönicier, denen vielleicht auch das Verdienst der Ausbildung einer wirklichen Buchstabenschrift zukommt.

Wie im Ägyptischen sind diese Zeichen in ihren ältesten Formen Bilder von Gegenständen, die mit demselben Buchstaben anfangen, den sie dann bedeuteten. Die griechischen Namen für a b g r (Alpha, Beta, Gamma, Rho) sind nur umgewandelte semitische: Aleph = Rind, Beth = Haus, Gimel = Kamel, Resch = Kopf u. s. w. Rindskopf, Haus, Kamelhalz und Menschenkopf in den einfachsten Andeutungen waren aber eben auch die alten Formen dieser vier Buchstaben. Diese ursprünglichen Formen der Schriftzeichen haben dann manche Umgestaltungen erfahren, und es wird uns ja auch erklärlich erscheinen, daß diese so bildsamen Zeichen im Laufe der Zeiten und bei den verschiedenen Völkern eine erstaunliche Mannigfaltigkeit gewonnen haben. Auch die so eigentümliche und andersartige Keilschrift der alten Babylonier, die man auf Tausenden alter Thontäfelchen im Schutte mesopotamischer Städte findet, die dann von ihnen auf die Assyrer und weiter auf die Armenier und Perser übergang, ist ursprünglich, wie



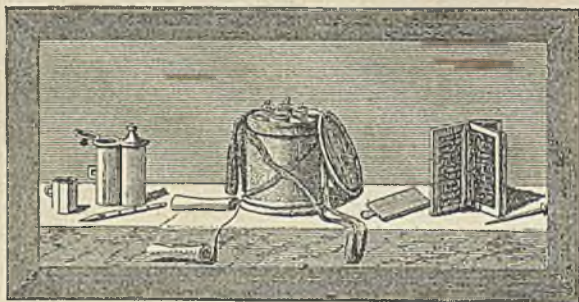
5. Keilschrift.

aus den ältesten, in den Ruinenstätten Babylons aufgefundenen Schriftresten hervorgeht, eine Bilderschrift; so bedeutete  gehen,  Schiff u. s. w. Erst allmählich lösten sich diese Bilder unter dem Einflusse des gebrauchten Materials — man schrieb auf Thontäfelchen — in einzelne Striche (Keile) auf, während die Wortzeichen zu Silben oder Lautzeichen wurden (s. Abb. 5). Es sei hier nur kurz bemerkt, daß auch die Keilschrift lange nicht gelesen



werden konnte. Ja, ihre Entzifferung, zu der der deutsche Gelehrte Grotefend 1827 den ersten Beitrag geleistet, gelang noch später als die der Hieroglyphen, und wegen der großen Schwierigkeit der Deutung der Zeichen sind sogar heute noch vielfache Irrtümer zumal bei Lesung von Namen u. dergl. nicht zu vermeiden.

Wie bereits bemerkt, sind die seefahrenden Phönicier, in der Bibel Kananiter genannt, die rühmlichsten Fabrikanten und Kaufleute ihrer Zeit, die früher in herkömmlicher Weise oft als die Erfinder des Alphabets bezeichnet wurden, während sie nur die Vermittler desselben für das Abendland waren. Wohl aber werden sie als praktische Geschäftsleute die von ihnen schon vorgefundenen Schriftzeichen vereinfacht und handlicher gestaltet



6. Alttrömische Bülcherrollen, Schrelbtasel, Tintenfaß und Feder.

haben. Der Sage nach gingen auf die Griechen von den Phöniciern folgende 16 Buchstaben über

A B Γ Δ E F I K Λ M N  
O Π P Σ T.

Die Griechen erfanden sich noch acht neue dazu, während sie das F bald wieder fallen ließen, das aber später die Römer für sich in Gebrauch nahmen. Die letzteren änderten allmählich, ebenso wie schon die Griechen gethan hatten, die Form einzelner Buchstaben, machten aus Γ G, aus Δ D, aus K C, aus Λ L.

Das lateinische oder römische Alphabet hat sich dann bekanntlich über das ganze Römerreich und weiter verbreitet. Immer gab es im Altertume aber nur einerlei Buchstaben, nämlich die, welche wir jetzt die großen nennen; die sogenannten kleinen, die vereinfachten, beim Schreiben rascher herzustellen Nachbilder der großen kamen erst später, in der Mitte des Mittelalters, in den damaligen Mönchsschriften auf, und von diesen letzteren stammt auch unsere deutsche Druckschrift her, welche die gerundeten Formen der Lateinschrift verlassen und gebrochene, edige Figuren dafür eingeführt, namentlich auch die großen Buchstaben eigentümlich verzogen hat. Der Drucker nennt diese deutsche Schrift mit den gebrochenen, scharfen Ecken: Fraktur, und jene lateinische: Antiqua.

In früher Zeit kam das lateinische oder vielleicht vorher schon das phöniciſch-griechiſche Alphabet zu den alten germaniſchen Stämmen der Scandinavier, Goten und Angeliſchen und findet ſich hier als Runenſchrift (Rune heißt Geheimniß) wieder, allerdings in manchen Zeichen verändert, doch ſo, daß ſich der Urſprung noch deutlich verrät. Man ſchnitt die Runen auf Stäbe und meiſſelte ſie in Stein, und dadurch verwandelten ſich die Zeichen, in denen Rundungen vorkommen, in edige. Die Runen beſtanden ſonach aus lauter geraden Strichen. Am deutlichſten treten dieſe Merkmale auf bei den alten, den ſogenannten römischen Ziffern: ein Einer wurde mit einem ſenkrechteten Arzthiebe bezeichnet |, ein Zehner mit zwei ſich kreuzenden X, ein Hunderter mit drei ſolchen (einem ſenkrechteten, daran oben und unten je ein wagerechter) L, ein Tauſender durch vier (zwei ſenkrechte, dazwiſchen zwei ſich kreuzende) XL. Aus der Hälfte der Zehn X entſtand die Fünf V, aus Hundert ebenſo Fünzig L, aus Tauſend in gleicher Weiſe Fünfhundert D. Daraus entſtanden die heutigen Zeichen I, X, C, M, V, L, D.



7. Der Goldring von Petrovaſſa (Banat), das älteſte Hauptſtück der Runendenkmäler.

Die Inſchrift,

welche in heutiger Schrift GUTANIO WI HAILAG lautet, wird gedeutet:  
 „Das gotiſche heilige (unverlethliche) Götterelgen (Tempelgut)“.

Dieſe früher excluſivlich verwendeten Ziffern wurden verdrängt von den zehn Ziffern 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, die Stellenwert beſißen und beliebig große Zahlen auszudrücken geſtatten. Sie ſtammen von den Indiern, bei denen ſie im 5. Jahrhundert n. Chr. Geb. auftreten, und wurden durch die Araber zur Kenntnis der abendländiſchen Völker gebracht. Darum heißen wir ſie die arabiſchen Ziffern.

Die Kenntnis der Runen war außer den Priestern nur wenigen eigen, und deſhalb betrachtete das Volk dieſe Zeichen als mit geheimen Kräften ausgeſtattet; ſie wurden, ſowie das Chriſtentum vorrückte, von den chriſtlichen Priestern als Zaubercharaktere verboten und die lateiniſche Schrift dafür eingeführt. Am längſten hielten ſich die Runen als Inſchriften auf Grabſteinen in Norwegen; nicht nur die Gräber der Häuptlinge, ſondern auch die der Bürgerleute trugen dergleichen Denkmäler, welche noch in Menge vorhanden ſind.

Das intereſſanteſte Denkmal von Runenſchrift und zugleich höchwichtig als älteſtes deutſches Schriftwerk iſt die Bibelüberſetzung des Ulfilas,



Bischof des deutschen Stammes der Westgoten, verfaßt in der zweiten Hälfte des vierten Jahrhunderts, als die Goten in Unterösterreich, südlich von der unteren Donau am Schwarzen Meere wohnten. Alfias gab verschiedenen alten Runenzeichen eine gefälligere, abgerundete Gestalt, nahm auch, weil das Alphabet nur 16 Buchstaben hatte, mehrere griechische Zeichen neu hinzu und gestaltete die Form seiner Buchstaben für das Schreiben mit Rohr und Tinte auf Papier und Pergament um, während das alte Alphabet mit seinen geraden Strichen nur für eingeschnittene oder eingeritzte Inschriften gebraucht wurde. Von Alfias' Bibel sind wenigstens einige Bruchstücke von Handschriften uns erhalten worden und befinden sich zu Mailand, Wolfenbüttel und Upsala.

Die lateinische Schrift wurde zwar allmählich im ganzen Abendlande eingeführt, konnte sich aber nicht lange in ihrer Einfachheit erhalten, sondern mußte sich von den schreibenden Mönchen zuzeiten die ärgsten Verzerrungen

Augustinus

8. Merovingische Schrift.

gefallen lassen. Die beistehende Probe aus dem sechsten Jahrhunderte (Abb. 8), der Zeit der fränkischen Könige aus dem Hause der Merowinger, zeigt, was der damalige Zeitgeschmack hervorbrachte; wer sollte es dem Worte gleich ansehen, daß es nichts anderes heißen soll als Augustinus? Im allgemeinen wurde der einfache, gerundete Charakter der Schrift noch am besten in Italien erhalten, während sich in Deutschland die eckige Schreibweise fortbildete, die wir gotische oder Mönchsschrift nennen, und von welcher die Kanzleischrift eine Weiterbildung ist. Aus diesen alten Schriften hat sich endlich, etwa seit Luthers Zeiten, die gewöhnliche deutsche Schreibschrift entwickelt, bei welcher es besonders auf ein leichteres und geläufigeres Schreiben abgesehen ist, und welche wohl die weiteste Abweichung von der lateinischen Grundlage bildet, die sich denken läßt. Auch in dieser Hinsicht ist es gut, daß endlich der Buchdruck erfunden wurde, der in das Schriftwesen mehr Halt und Bestand gebracht hat.

In dem großen Asien herrscht ein besonderer Reichtum alter und neuer Sprachen und Alphabete, der sich in einen so kurzen Überblick nicht hineinziehen läßt; doch wollen wir wenigstens diejenige orientalische Schriftform angeben, zu welcher man die meisten Schriftzeichen benutzte, die Hieroglyphen; sie beanspruchen nicht weniger als gegen tausend gegenüber den 25 Buchstaben unserer Schrift.

Was die slawischen Völkerschaften anlangt, so giebt es für die alten Sprachen (Kirchenslawisch), die nur noch in Kirchenbüchern vorkommen, zwei Alphabete, das cyrillische und das glagolitische, beide von ganz besonderem Aussehen, obwohl das Altgriechische zu Grunde liegen soll. Aus



diesen Alfchriften ist unter Hinzunahme einiger lateinischen und griechischen Buchstaben das jetzige, von Peter dem Großen eingeführte russische Alphabet hervorgegangen, das auch von den Serben und Bosniern benutzt wird.

Eine ganz eigentümliche Schrift endlich hat sich das merkwürdige alte Volk der Chinesen schon seit sehr langen Jahren geschaffen, eine Wortschrift nämlich, so daß für jedes Wort der Sprache ein besonderes Zeichen vorhanden sein muß. Wäre die Sache wegen der vielen zu merkenden Zeichen nicht so sehr schwer, so könnte die Schrift für die ganze Welt passen,

Sonne	Mond	Gebirge	Baum	Hund	
☉	☾	山	木	犬	ältere Form
日	月	山	木	犬	jüngere Form

9. Alte Chinesische Schrift.

da man ja nur die Bedeutung der Zeichen, nicht die chinesische Sprache zu lernen braucht. In der That bedienen sich einige andersredende Nachbarvölker der chinesischen Schrift. Man begreift leicht, daß die Erlernung einer solchen Schrift große Schwierigkeiten bietet, muß doch ein halbwegs gebildeter Chinese wenigstens 3—4000 Zeichen kennen und der Gelehrte noch viel mehr, denn das chinesische Staatswörterbuch umfaßt 42718 Zeichen. Da jedes dieser Wortbilder sich von allen anderen unterscheiden muß, so können sie in der Mehrzahl nicht einfach sein, sondern bilden meist ein wunderliches Gestrichel. — Die Nachbarn der Chinesen, die Japanesen, haben es einfacher, denn sie benutzen eine Silbenschrift. Wenn daher ein Schüler seine Tabelle mit ra re ri ro ru, la le li lo lu u. s. w. fest im Kopfe hat, so ist er fähig zu schreiben.

Die japanesischen Schriftstücke sehen den chinesischen sehr ähnlich, da sie ihre Zeichen der chinesischen Schrift, aber mit anderer Bedeutung, entlehnt haben. Doch besitzen die Japanesen nebenbei auch ein selbständiges Silbenalphabet.

Schon aus dem wenigen, das hier aus dem großen Kapitel der Schriftenkunde angeführt werden konnte, ist ersichtlich, auf wie mancherlei Weise die Menschen sich zu helfen gewußt haben, wenn sie einmal das Bedürfnis nach einem Mittel fühlten, durch welches sie zu Abwesenden und Späterkommenden reden könnten, nach einer Kunst, welche nun längst eines der wichtigsten Beförderungsmittel für den Fortschritt der Menschheit geworden ist.

Jetzt noch einige Worte über die Schreibkunst, welche seit Anfang des sechzehnten Jahrhunderts mehr und mehr Gemeingut aller Länder mit europäischer Kultur geworden ist. Von dem gewöhnlichen Schreiben unterscheidet sich die Schönschreibkunst oder Kalligraphie. Bei ihr kommt es nicht nur auf Deutlichkeit der Schrift, sondern auch auf Schönheit derselben an. Der Kalligraph muß es verstehen, in schön geschwungenen Linien zu schreiben, die Buchstaben ornamentartig zu verzieren u. s. w., kurz er

muß Schriftmaler sein. Diese Schriftmalerei, welche bereits einige Jahrtausende v. Chr. geübt und zu hoher Vollendung gebracht wurde, findet heute nicht mehr die Pflege, wie in früheren Zeiten, wo die Herstellung der Bücher durch die Handschrift zu einer sorgfältigen Herstellung des Geschriebenen Anlaß gab. Heute dagegen wird selten ein Schriftstück verfaßt, das durch seinen Charakter zu einer schmuckvollen Darstellung drängt, man findet es nur noch in Widmungen, Adressen, Diplomen u. ä. Da eben weniger geschrieben, sondern weitaus mehr gedruckt wird, so ist der Schriftmaler verdrängt worden vom Formenschneider, das ist der Mann, der das Muster zu einem metallenen Buchstabenzeichen aus Stahl ausschneidet.

Die eigentliche Schreib- oder Kurrentschrift („laufende Schrift“) zerfällt in zwei Arten: die lateinische und die deutsche Schrift. Zur ersten zählt auch die in neuester Zeit viel angewendete Rundschrift, die sich von gewöhnlicher lateinischer Schrift durch ihre meist runden und außergewöhnlich starken Büge unterscheidet. Durch entsprechend eingerichtete, breit abgesehne Stahlfedern wird ihre Ausübung wesentlich erleichtert.

Eine besondere Art der Schreibschrift ist die Kurz- oder Geschwind-schreibkunst oder die Stenographie. Kannten auch die Alten schon eine Art von Geschwindschrift, so ist dieselbe doch erst in neuerer Zeit vervollkommnet worden und hat im Laufe der Zeit immer ausgedehntere Verwendung gefunden. Die Verhandlungen der Parlamente, der Land- und Reichstage, die bei festlichen Gelegenheiten gehaltenen Reden u. s. w. werden mit Hilfe der Stenographie leicht und sicher zu Papier gebracht, und nur dieser Kunst verdanken wir es, daß wir wörtlich genau erfahren, was von jedem einzelnen Mitgliede des Land- und Reichstags u. s. w. bei dieser oder jener Gelegenheit gesprochen worden ist. Als beste Systeme der Stenographie gelten die von Gabelsberger, Stolze und Arends, von denen das erstere am meisten im Gebrauch sein dürfte. Die bei ihm an Stelle der gewöhnlichen Buchstaben angewandten Zeichen sind von einfacher Form, leicht und flüchtig hervorzubringen, bequem vor- und rückwärts mit anderen Buchstaben zu verbinden. Für die am häufigsten vorkommenden und wiederkehrenden Laute stehen auch die am flüchtigsten und schnellsten zu schreibenden Zeichen, weiche Laute werden durch sanfte gerundete oder geschlängelte Figuren, harte Laute durch gerade oder scharf ausbiegende Büge bezeichnet u. s. w. Wir können Raumes halber hier nicht näher auf die Sache eingehen.

Die Geheimschreibkunst (Kryptographie) bedient sich besonders verabredeter (geheimer) Zeichen (Chifferschrift) und ist heute noch im diplomatischen Verkehre zur Wahrung des Geheimnisses der Mitteilungen zwischen dem Minister und dem Gesandten im Gebrauch.

Nur der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß man heutzutage auch durch äußerst sinnvolle Schreibmaschinen die meist stenographischen Diktate in schneller und jedermann lesbarer Weise auf das Papier zu übertragen vermag.



## Papier und frühere Schreibmaterialien.

Eine Schrift kann nicht gedacht werden ohne eine Unterlage, auf der sie steht, und dazu können wohl vielerlei Dinge dienen. Die Menge der zur Verwendung gelangten Schreibstoffe ist thatsächlich unzählbar; Steinplatten, Schiefer, Holz- und Metalltafeln, Glas u. s. w., sie alle sind je an ihrem Orte im Gebrauch, aber zur Aufnahme von Geschriebenem und Gedrucktem kann nur ein dünnes, leicht biegsames Blatt dienen, also Papier, und darum ist dieses Erzeugnis von der allergrößten Bedeutung nicht nur für den geschäftlichen, sondern auch für den geistigen Verkehr, für das gesamte Leben und Streben in Wissenschaften, Künsten, Industrie, zur Belehrung und geistigen Erholung. Diese Bedeutung ist von Jahr zu Jahr, von Jahrhundert zu Jahrhundert mit dem geistigen Austausch gewachsen, und gewaltig sind die Massen von Papier, welche gegenwärtig nur in einem einzigen Jahre verbraucht werden, unübersehbar vielgestaltig ist die Anwendung desselben. Wenn man bedenkt, welche Papiermengen zur Herstellung der vorhandenen unzähligen größeren und kleineren Zeitungen, der Milliarden von Briefen, Zirkularen, Rechnungen u. s. w., welche jahraus, jahrein gedruckt und geschrieben werden, und zu der Legion von Büchern, welche alljährlich erscheinen, erforderlich sind, jener nicht zu vergessen, in welchen tagtäglich Millionen Schulkinder ihre Übungen anfertigen, so kann man sich eines gerechten Staunens nicht erwehren. Aber wieviel Papier wird auch zu anderen Zwecken als den des Beschreibens und Bedruckens noch gebraucht. Der Bandagist fertigt aus ihm künstliche Glieder, die Schuhmacher, Sattler, Hutmacher u. s. w. bedürfen es zu ihren Arbeiten; aus Papier werden Spielzeuge gemacht, aus Papiermasse Puppen, aus Papier kann man auch Fässer, Eisenbahnwagenräder und noch viele andere, die größte Festigkeit erfordernden Dinge herstellen. Papier braucht man zu künstlichen Blumen, zum Verpacken der Waren u. dergl.; mit Papier bekleiden wir unsere Wände, ja, uns selbst in Form von Papierkragen und Vorhemdchen. Das Papier hat heute für den gebildeten Menschen eine so hohe Bedeutung erhalten, daß man am Verbräuche der Papiermassen einen Maßstab anlegt für den Kulturgrad eines Volkes.

Das Papier ist durch nichts völlig zu ersetzen, weil es nicht nur der passendste, sondern auch der wohlfeilste Träger des Wortes ist. In den alten Zeiten, wo man wohl schon die Schrift, aber noch kein Papier hatte, behalf man sich in verschiedener Weise. Als die ältesten Beschreibstoffe hat man feste Gegenstände anzusehen. Man schrieb oder ritzte mit spitzen Griffeln auf Tafeln von Blei, Schiefer, gebranntem Thon, Baumrinde oder Holz. Aus der Bibel wissen wir, daß die Gesetzbücher Moses von Stein



waren, und daß Hiob seine Worte mit einem eisernen Griffel auf Blei geritzt zu sehen wünschte. Ein anderes Mittel, das die Römer für flüchtige Notizen noch brauchten, als sie schon ägyptisches Papier hatten, waren Tafeln mit Wachs überzogen, auf welchen man mit spitzem Griffel die Schrift einritzte; wurde sie nicht mehr gebraucht, so tilgte man sie durch Streichen mit dem breiten Ende des Griffels wieder aus und konnte nun die Tafel aufs neue beschreiben. Ferner benutzten die Römer dünne, mit einer weißen Farbe überzogene Holztafeln, welche sie mit Pinseln beschriebten und durch Fester am Rücken zu einem Bande vereinigten. Dies waren aber nur Bücher für besondere Zwecke, und man nannte ein solches einen



10. Tairutpalmenblatt.

Codez, Holzbuch. Die alten Deutschen sollen mit Vorliebe das Holz der Buche verwendet haben; daher mag unser Name „Buch“ seine Erklärung finden.

Nach den festen Beschreibstoffen treten Pflanzenblätter auf; in den heißen Ländern, wie Indien, boten die trockenen, holzartigen, großen Blätter von Palmen sehr brauchbare Tafeln zum Einritzen oder Auftragen mit fetter Farbe und werden zum Teil noch benutzt; die für diesen und die folgenden weichen Beschreibstoffe allgemein gebräuchliche Buchform war die Schriftrolle (Volumen). Beschriebene Blätter von ägyptischem Papier, von welchem gleich unten die Rede sein wird, waren an einem Rundstabe befestigt, um welchen die Blätter beim Nichtgebrauche gerollt wurden. Jede Rolle hatte noch ein Futteral, in welchem sie aufbewahrt wurde, und an diesem sowie an den Stabenden konnten reiche Leute Schmuck und Luxus aufwenden.

Der dritte im Altertume stark gebräuchliche Schreibstoff war das Pergament, das aber seines hohen Preises wegen nur zu wertvolleren Schriftwerken diente, denen man eine lange Dauer sichern wollte. Auch Leder hat zur Aufnahme von Schrift gedient; bei den Juden finden sich noch heute Gesetzesrollen von braunem Kalbleder, denen man ein Alter von mindestens tausend Jahren zuschreibt. Das Pergament soll der Sage nach vom Könige Eumenes II., der 197—158 v. Chr. über Pergamon regierte, erfunden worden sein. Zu dieser Erfindung habe ihn die Not gebrängt;



11. Papyrusstauoe.

die Ägypter (Ptolemäer) verboten nämlich die weitere Ausfuhr des in ihrem Lande gefertigten Papyrus, auf welches bisher geschrieben worden war, sie fürchteten, der König von Pergamon könnte eine Bibliothek schaffen (200000 Rollen zählte sie bereits), welche ihre berühmte zu Alexandrien mit ihren 400000 Rollen übertreffen würde. — Wahrscheinlicher ist, daß Eumenes die Herstellung des Pergamentes nur verbessert, nicht aber erfunden hat. Billig war der Schreibstoff nicht; ein Bogen hat zuweilen den Preis von 4 Mark nach heutigem Werte erreicht. Pergament konnte darum immer nur von bemittelten Leuten und von Behörden verwendet werden, und heute noch hat es sich einen gewissen Grad von Vornehmheit bewahrt.



Was nun das ägyptische Papier anlangt, das seinen Namen auf unser allbekanntes Schreibmaterial vererbt hat, so bestand es ebenso wie dieses aus Pflanzenfasern, war aber sonst in seiner Zubereitung wie Beschaffenheit von unserem Papier sehr abweichend. Die Papyrusstaude (s. Abb. 11), eine riesige, beschopfte Wasserbinse von etwa 5 m Höhe, lieferte dasselbe, ohne daß eine Papiermühle dazu nötig war. Das Gewächs, das jetzt nicht mehr in Ägypten, sondern nur in den südlicher gelegenen Ländern an den Zuflüssen des Nils vorkommt, wurde dort regelrecht angebaut, und alle Herrscher, die sich das Land unterwarfen, machten den Anbau und den Papierhandel zu ihrem Monopol, aus welchem sie jahrhundertlang große Einkünfte zogen; denn alle Völker um das Mittelmeer brauchten das ägyptische Papier. Die Zubereitung desselben war nach Plinius folgende: Man entfernte von den Stangen die äußere Rinde und traf dann mehrere dünnere Häute, die nach innen zu feiner wurden. Man zog sie in Streifen ab, klebte diese mit ihren langen Rändern aneinander, und wenn das Blatt seine Größe hatte, klebte man noch in derselben Art, aber quer über die ersten Streifen hinweg, eine zweite Schicht auf und trocknete, presste und glättete dann die Blätter. Aus dieser Behandlungsweise erklärt es sich, warum die Blätter, wie man sie noch in mancher Bibliothek und Schriftenammlung antreffen kann, gegen das Licht gehalten, wie ein Gewebe aussehen. In der Güte war dies Papier nicht besonders hervorragend, denn es war brüchig und durchschlagend, daher auch die Blätter immer nur auf einer Seite beschrieben sind.

Lange Zeit war die Papierstaude Alleinherrscherin auf dem Gebiete des Schrifttums. Die Römer nannten es Charta und die Griechen Byblos, woher unsere Namen Karte und Bibel entstanden. Die nur einseitig beschriebenen Streifen wurden zusammengerollt und nach Bedarf durch Ankleben neuer Streifen verlängert. So hat man ein Rundschreiben eines Mame-lucken-Sultans von 51 m Länge gefunden.

Das ägyptische Papiergeschäft, über dessen Anfangszeit man nichts Genaueres weiß, dauerte jedenfalls über 3000 Jahre, denn es kam erst im elften Jahrhundert in Verfall, weil ein neuer Schreibstoff aufgetreten war, das Baumwollpapier. Diese neue Papiermacherei, bei welcher die rohe Baumwolle durch Stampfen oder Schlagen und andere Arbeiten in Papierzeug verwandelt wurde, das man dann mit Sieben schöpfte, soll von China herkommen. Gewiß kam sie aus Asien, wurde im siebenten Jahrhundert zu Samarkand in der Bucharei in großem Maßstabe betrieben und später nach Damaskus verpflanzt. Araber brachten in der Folge die Industrie nach Spanien. Dort blühte im Mittelalter die arabische Kultur, und das maurische Spanien war zu jenen Zeiten die Pflanz- und Zufluchtsstätte der Wissenschaft. Wo Gelehrte sind, wird geschrieben, und so ist es erklärlich, daß dort der Handel und die Fabrikation des neuen, besseren Schreibstoffes erblühen konnten. Es soll nun Mitte des elften Jahrhunderts die Papiermühle in Toledo in die Hände der christlichen Spanier gekommen sein, welche das Verfahren der Papierfabrikation verbesserten. Spanische



und griechische Werkleute sorgten dann für weitere Ausbreitung. In Deutschland ist vor dem 12. Jahrhunderte wahrscheinlich noch kein Papier gefertigt worden. Die erste Papiermühle soll Holbein in Ravensburg im Jahre 1270 angelegt haben. Nachweislich aber bestanden 1320 eine zu Matuz, 1347 eine zu München und 1390 eine zu Nürnberg, denen rasch weitere folgten. In diesen beiden genannten ist bereits Linnenpapier hergestellt worden. Schon frühzeitig war man von der rohen Baumwolle abgegangen und hielt sich an baumwollene und leinene Lumpen, Stoffe, die fast nichts kosteten und sich sogar leichter verarbeiteten, und da man bald bemerkte, daß die leinenen Lumpen besseres Papier gaben, so verwandte man hauptsächlich diesen Rohstoff zur Herstellung von Papier. Zudem muß man bedenken, daß die Baumwolle erst weit hergeschafft werden mußte, was bei den damaligen Verkehrsverhältnissen gewiß großen Schwierigkeiten begegnete. So hat man in Deutschland wohl fast von allem Anfange an, da man überhaupt Papier selbst herstellte, Lumpen verwendet, ja vielleicht ist die Einführung der Papiermühle in Deutschland von der Kenntniss des Lumpenpapiers abhängig gewesen. Daher mag es gekommen sein, daß die Erfindung des Linnenpapiers als eine deutsche bezeichnet wird, die sie thatsächlich nicht ist. Vermuthlich sind jene Araber, die 851 n. Chr. Samarkand eroberten, die Erfinder desselben. Sie hatten die Chinesen besiegt und die chinesischen Gefangenen nach Samarkand gebracht. Unter ihnen befanden sich Papiermacher. Diese mußten im Dienste der Araber ihr Handwerk ausüben. Da aber die chinesische Baumwolle gänzlich fehlte, suchte man nach Ersatzstoffen und fand sie in Hanf und Flachs und allen Geweben. So sind die Erfinder des Faserpapiers die Chinesen, die des Hadernpapiers die Araber. Dieses neue Papier verdrängte Pergament und Papyrus äußerst schnell; es war billiger, geschmeidiger, handlicher und widerstand den Fälschungen in weit höherem Maße als die anderen Beschreibstoffe, die sich leicht abwaschen und austragen ließen, ohne Spuren zu hinterlassen.

Die Lumpen, oder in der Geschäftssprache Hader, sind jetzt ein stets gesuchter Großhandelsartikel. Da indes die Hader bei dem alljährlich größer werdenden Papierbedarf, der sich durch Erfindung der Buchdruckerkunst und seit Einführung der Volksschulen und der allgemeinen Schulpflicht ins ungeheuerliche ausgedehnt hat, nicht mehr hinreichen, so hat man in anderen Pflanzenstoffen Ersatz suchen müssen. So benützt man in England besonders das aus Spanien bezogene Spartogras. Bei uns sind Holz und Stroh am meisten in Gebrauch. Die Anfertigung von Strohpapier kam schon zu Anfang dieses Jahrhunderts und zwar zuerst in England auf. Ein Verfahren zur Anfertigung von Papierholzstoff oder Holzzeug erfand 1844 F. G. Keller aus Hainichen in Sachsen, worauf Heinrich Völter aus Heidenheim in Württemberg die Fabrikation dieses neuen Papierstoffs 1846 ins Werk setzte und allmählich das Verfahren zu großer Vollkommenheit brachte.

Die Erfindung Kellers ist von solch ungeheurer Bedeutung und von solch einschneidenden Folgen, daß er wohl verdient, etwas näher betrachtet zu werden. Hat er doch die Möglichkeit der weiteren Ausdehnung und Ausbreitung der Papierindustrie gegeben, hat er doch den Preis für das Papier um 50 und mehr Prozent ermäßigt, hat er doch dadurch auch dem ärmsten Manne das Halten einer Zeitung und den Ankauf eines belehrenden oder unterhaltenden Buches ermöglicht — man denke nur an den Spottpreis für unsere Klassiker, — ist er doch der Begründer eines neuen, großen Industriezweiges, der Holzschleiferei, die jährlich Tausenden von gerade den bedürftigsten Bewohnern waldiger und gebirgiger Gegenden ihr tägliches Brot giebt; — und ist er doch auch einer von den Erfindern, die ihr Leben, ihre beste Manneskraft dem einen Gedanken widmen, die Vergnügen und Ruhezeit opfern, die Tag und Nacht sinnen, die ihre geringe irdische Habe zusehen, um andere ernten und reich werden zu lassen und selbst in Armut zu sterben; den reichen Lohn seiner Erfindung heimsten andere ein, und an seiner Thür pochte noch in seinen letzten Lebensjahren die Not und Sorge.

Friedrich Gottlob Keller ist am 27. Juni 1816 in Hainichen in Sachsen als der Sohn eines einfachen Webermeisters geboren worden. Schon während der Schulzeit mußte er dem Vater bei seiner Arbeit helfen. In den freien Stunden aber ging er seiner Lieblingsbeschäftigung nach, Lineale, Dreiecke und andere Schulbedarfsartikel zu fertigen und an seine Mitschüler zu verkaufen. Sein sehnlichster Wunsch war, nach seiner Entlassung aus der Volksschule die Gewerbeschule besuchen zu können, um Mechaniker zu werden. Durch die bescheidenen Mittel seines Vaters blieb ihm die Erfüllung versagt; er mußte als Weber in seines Vaters Geschäft eintreten. Den geringen Verdienst verwendete er zum Ankauf von Büchern und Zeitschriften, in denen er während seiner arbeitsfreien Zeit fleißig las. 16 Jahre alt ging er nach schwerer Trennung von seinen Eltern, die ihre Erlaubnis lange nicht geben wollten, auf die Wanderschaft und durchzog, das Herz geschwellt von kühnen Hoffnungen und großen Erwartungen, einen großen Teil von Deutschland und Oesterreich. Doch nirgends fand er Arbeit, und nach einem halben Jahre kehrte er enttäuscht wieder heim und nahm seine alte Thätigkeit wieder auf. Von einem lebhaften, strebsamen Geiste getrieben, mußte er die Freizeit immer wieder der Erstrebung besonderer Ziele widmen, und jetzt verfiel er dem Plane, das Perpetuum mobile zu erfinden. Trotz aller Mißerfolge widmete er 8 Jahre diesem nutzlosen Streben, bis er einst las, daß ein 90jähriger Greis seinem Leben gewaltsam ein Ende bereitet hatte, nachdem er 70 Jahre lang sich mit derselben Idee beschäftigt und sie zuletzt doch noch als eine Unmöglichkeit kennen gelernt hatte. Eine in ähnlichem Sinne abgefaßte Abhandlung in einer Zeitschrift (Zeuch's polytechnisches Journal) bestärkte seinen Entschluß, diese Versuche aufzugeben, um so mehr, als dieselbe ihm zugleich ein neues Arbeitsgebiet zeigte, auf welchem er seinen Erfindungsgeist erproben konnte.



Sie schrieb nämlich, daß bei dem stetig wachsenden Papierverbrauche die jetzt bekannten Rohstoffe nicht mehr lange ausreichten und daß man andere suchen müsse, aus denen man Papier fertigen könne. Dieser Aufgabe widmete sich jetzt Keller mit großem Eifer, so schwierig sie für ihn auch war, da ihm die Papierfabrikation ein bisher gänzlich unbekanntes Gebiet war.

Seine Beobachtungen führten ihn eines Tages an ein Wespenest. Er sah, wie diese fleißigen Tierchen von einem nahen Schindelbache kleine Holzspäne herbeiholten und mit diesen ihr Nest bauten. Die aus den Spänchen ge-



12. Friedrich Gottlob Keller.

geformten Wände hatten ein dem Paptere ähnliches Aussehen, und sofort schloß er, daß das Holz der gesuchte Ersatzstoff zur Papierbereitung sein könne.

Nun stellte er Versuche an. Er zerkleinerte das Holz mit der Säge und nahm die Sägespäne und kochte sie, um den Zusammenhang der einzelnen Holzteilchen zu lösen. Doch brachte er kein Resultat zustande. — Da erinnerte er sich einer Spielerei aus seinen Kinderjahren. Da hatte er auch Holz zerkleinert, aber nicht durch Sägen, sondern durch Schleifen. Er hatte die Kirscherne mit Zuhilfenahme von Wasser auf einem Sandsteine abgeschliffen, um sie zu durchlochen und in einen Ring umzugestalten, aus denen er Ketten anfertigte. Dabei war das abgeschabte Holz zur Seite geschoben worden und hatte sich zusammengesetzt und ein papierähnliches Aussehen gehabt. Sofort schliff er auf einem gewöhnlichen Schleifsteine

Holzstückchen klar. Das Wasser im Schleiftroge wurde milchig. Am Boden setzte sich eine dicke Masse ab, die Keller nun kochte. Während des Kochens spritzte ein Teil auf das Tischtuch; das Wasser sickerte durch, und auf dem Tuche blieb eine Scheibe übrig von der Größe eines Bohnmarkstückes, aus dem Keller mit Freuden erkannte, daß er den gesuchten Stoff gefunden hatte. Das geschah im Jahre 1843, und jenes Scheibchen hob er unter Glas und Rahmen wie ein Heiligtum auf.

Nun galt es, den Holzstoff im großen zu erproben. Das war mit bedeutenden Schwierigkeiten verbunden. Die Papierfabrikation war ihm selbst fremd, über große Geldmittel verfügte er nicht, und einen Papiermacher wollte er nicht in das Geheimnis einweihen aus Furcht vor Verrat. So fertigte er sich nach den Angaben eines Buches die einfachsten Einrichtungen und arbeitete nun des Nachts, nachdem er am Tage dem täglichen Brote nachgegangen war, von seiner treuen Lebensgefährtin wacker unterstützt. Nachdem eine genügende Menge von Holzstoff geschliffen worden war, schickte er sie in die Papierfabrik zu Alchemuz, wo er mit Zusatz von Hädern zu Papier verarbeitet wurde. So wurde 1845 das erste Holzpapier hergestellt. Ein Teil desselben kam in die Druckerei des Frankenberger Kreisblattes, und das ist also die erste Zeitung, die auf Holzpapier gedruckt worden ist. Keller betrachtete seine Erfindung als Geheimnis und wollte sie selbst ausnützen. Darum pachtete er mit seinen geringen Mitteln eine Mühle in Kühnhaide bei Marienberg. Der Besitzer geriet jedoch bald danach in Zahlungsunfähigkeit, und Keller mußte die Mühle kaufen, was ihm nur durch Unterstützung guter Freunde möglich war. Als jedoch eine Hochflut ihm die Radstube zerstörte, sah er sich gezwungen, seine Mühle wieder zu verkaufen.

Zur Ausbentung seiner Erfindung und auch schon zur Patentierung derselben gehörte aber Geld, das Keller nun nicht besaß. Mit einem Gesuche an die sächsische Staatsregierung hatte er den Erfolg, sein Streben ein lobenswerthes genannt zu sehen, sonst aber weiter keinen. Da erkannte der damalige Direktor der Baugener Papierfabriken Heinrich Böcker aus Heidenheim in Württemberg die Bedeutung dieser Erfindung. Er erwarb das Patent von Keller, führte die Herstellung im großen aus und vervollkommnete sie allmählich zur heutigen Höhe. Es werden weiche helle Holzarten mittels großer Schleifsteine unter Wasserzufluß in einen feinfaserigen Brei verwandelt, der alsdann durch Pressen vom Wasser befreit und in Form runder Kuchen in den Handel gebracht wird. Der Holzstoff dient nur als Zusatz zu dem Papierzeug aus Hädern, und man kann ihn je nach der verlangten Güte des Papiers bis zur vollen Hälfte und selbst darüber verwenden. Da der geschliffene Holzstoff wegen seiner kurzen Fasern dem daraus gefertigten Papier nur geringe Haltbarkeit gewährt, so hat man versucht, die Holzfaser in anderer Weise zur Papierfabrikation vorzubereiten. Zu diesem Zwecke wird das in kurze, gleichgroße Stücke zerteilte Holz in einem Kessel bei hohem Dampfdruck mehrere Stunden lang



mit Sodablösung gekocht, wodurch nicht allein die harzigen Teile aus den Fasern entfernt, sondern dieselben in einen Brei verwandelt werden, der gut gewaschen und dann getrocknet wird.

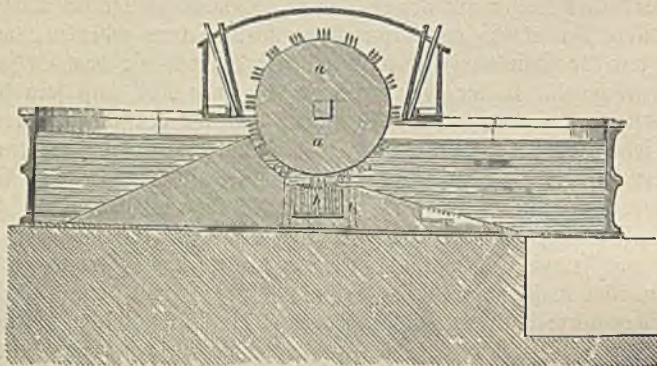
Seit der Übertragung seiner Erfindung an Bötter hört Kellers Wirksamkeit auf diesem Gebiete auf. Materiellen Gewinn hat er kaum genossen. Er blieb ein armer, in stiller Zurückgezogenheit lebender Mann, der in thätiger Arbeit Ersatz und Beruhigung für den entgangenen Gewinn suchte und fand. Im Jahre 1853 siedelte er nach Krippen bei Schandau über und begründete dort eine mechanische Werkstatt, in welcher er außer Maschinen der verschiedensten Art auch Meßkluppen verfertigte. Diese Beschäftigung sagte seinem hohen Geiste und seiner Neigung mehr zu als die Weberei. Während Bötter aber mit Kellers Erfindung Reichtümer sammelte, blieb Keller ein armer Mann. Obwohl Bötter bei Übernahme von Kellers Patente diesem versprach, er wolle seiner gedenken, wenn er Erfolg mit der Erfindung haben sollte, hat er doch nie dem Versprechen gemäß gehandelt. Keller aber geriet in so große Not, daß sein Grundstück versteigert werden sollte. Da nahmen sich die deutschen Papierfabrikanten seiner an. Auf Veranlassung des Direktoriums der Dresdener und des Verwaltungsrates der Hainberger Papiersfabrik wurde eine Sammlung veranstaltet, deren Ertrag Keller 1893 überreicht wurde. Er gestattete nicht nur, daß ihm sein Besitztum erhalten blieb, sondern er gestattete auch seinen Lebensabend zu einem sorgenfreien. Die letzten Jahre brachten ihm noch manche Anerkennung. Der Verein deutscher Papierfabrikanten überreichte dem Fürsten Bismarck ein Ehrendiplom, auf welchem auch Keller abgebildet ist, wie er als Zwerg die Wespen beim Baue ihres Nestes beobachtet. Der Gewerbeverein seiner Vaterstadt ernannte ihn 1887 zum Ehrenmitgliede, und seine Vaterstadt selbst erhob ihn 1893 zum Ehrenbürger. Er starb am 8. September 1895 zu Krippen. Am 7. Februar 1899 beschloß der Stadtrat zu Hainichen auf Anregung des dortigen Gewerbevereins, Keller in den städtischen Anlagen ein Denkmal zu errichten oder zu einem solchen beizusteuern.

Etwa um dieselbe Zeit der Kellerschen Erfindung gelangte man auch zur Kenntnis des Verfahrens, den Holzstoff auf chemischem Wege aus dem Holze zu gewinnen. Es geschieht dies mit Hilfe zersetzender Flüssigkeiten bei hohem Luftdrucke und hohen Wärmegraden. Diesen Rohstoff nennt man Cellulose oder Holzstoff, Zellstoff, den auf mechanischem Wege durch Schleifen gewonnenen: den Holzschliff. Das Stroh, und zwar nicht allein das Stroh von allen Getreidesorten, sondern auch von Erbsen, Linsen, Bohnen u. s. w., wird besonders zu Packpapier und Pappen verbraucht. Man kocht es in einem Dampfapparate mit Kalk, wodurch es zu einer flockigen Fasermasse aufgelöst wird. Außer diesen eben genannten werden gelegentlich noch manche andere pflanzliche Stoffe für die Herstellung von Papier benutzt. Am liebsten würde man die durch den steigenden Papierverbrauch immer teurer werdenden Lumpen durch eine billige Pflanzenfaser,

welche in unbeschränkten Mengen gebaut werden könnte, ersetzen, allein bis heute sind die Leinenlumpen in der Papierfabrikation nicht zu entbehren.

Bis die oft sehr schmutzigen Lumpen zu schön weißem Papier werden, ist natürlich mancherlei mit ihnen vorzunehmen. Das erste ist eine gründlichelese und Sortierung nach Maßgabe des Stoffs. Auf das Sortieren folgt das Schneiden der Lumpen, entweder mit Hilfe sensenartiger Messer, durch Handarbeit, oder mit Hilfe einer Maschine, des Lumpenschneiders.

Von höchster Wichtigkeit ist die gründliche Reinigung der Lumpen. Sie wird auf trockenem und nassem Wege vollzogen; auf ersterem mit Hilfe des Lumpenwolfs, einer sich drehenden Trommel mit Drahtgitterwänden, durch welche der Staub und Schmutz u. s. w. aus den in der Trommel herumgerüttelten Lumpen entweichen. Umständlicher ist die nasse Reinigung.



18. Durchschnitt eines Holländers.

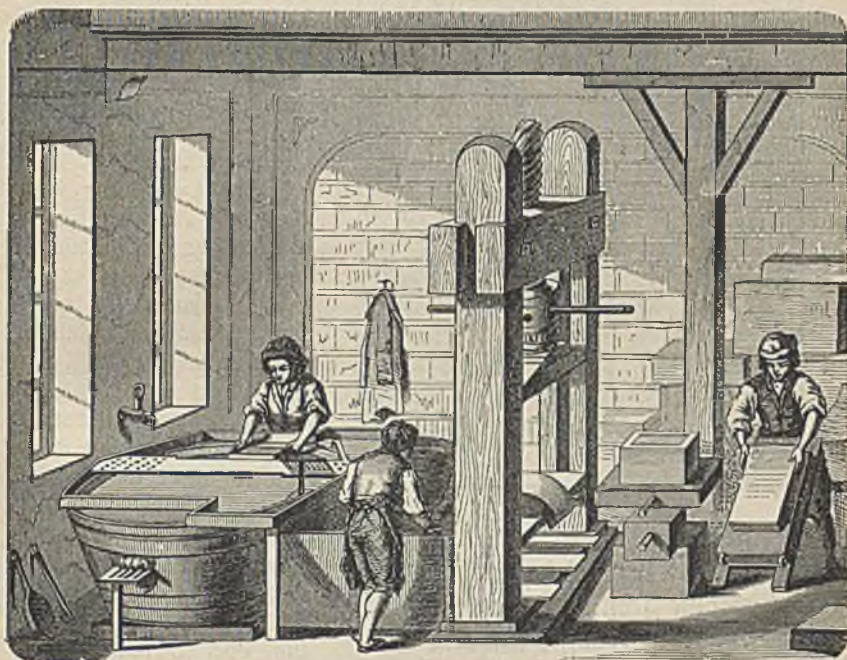
Saubere Hadern werden bloß in kaltem Wasser gewaschen, schmutzige aber kocht man in einer Lauge von Soda oder gebranntem Kalk; grobe Lumpen werden in reiner Kalkmilch gekocht. Das Kochen hat auch noch den Nutzen, daß durch dasselbe farbige Lumpen schon etwas gebleicht werden. Das Kochen vollzieht sich in eigenartig geformten, der Kugelgestalt ähnlichen Gefäßen, die den Namen Hadernkocher tragen.

Es giebt nun eine alte und eine neue Art des Papiermachens; die erstere liefert das Hand- und Büttenpapier, die letztere das Maschinenpapier, und diese letztere ist jetzt so allgemein geworden, daß man die alten kleinen Mühlen mit ihren hammerartig wirkenden Stampfen nur noch selten antrifft. Denn die sogenannten Hammergeschirre, mit denen die Rohstoffe zerkleinert werden sollen, arbeiteten sehr langsam, weshalb man dieselben durch eine mühlenartig wirkende, bereits um 1660 in Deutschland erfundene, zuerst aber in Holland angewendete und deshalb als „Holländer“ bezeichnete Maschine ersetzte.

Zum Holländer werden die Hadern zwischen scharfen Stahlklingen zersäfert, wie die nachstehende Durchschnittsansicht (Abb. 13) zeigt.



Durch den Umlauf der Walze wird Lumpenmasse unter die Messer gezogen und an der anderen Seite ausgestoßen, so daß der Brei von dem einen Ende des Kastens zum anderen gedrückt wird, hier dann die Öffnung zwischen Scheidewand und Kastenwand vorfindet und nun auf der anderen Seite der Scheidewand wieder der Ausgangsstelle zufließt. Auf diese Weise kommt bald der ganze Inhalt des Kastens in eine umlaufende Bewegung, kehrt durch die andere Hälfte des Kastens immerfort zurück und gelangt von neuem unter die Schneiden.



14. Arbeiten an der Schöpfblätte.

Es sind zwei Sorten von Holländern vorhanden; die ersten lassen die Hadermasse noch etwas grobfaserig, und sie heißt in diesem Zustande Halbzeug, welches unter Umständen einer Bleichung mit Chlor unterworfen wird; dann wird dasselbe den anderen Holländern übergeben, bei welchen der Zwischenraum zwischen den Messerschärfen enger ist, und diese machen daraus Ganzzeug, das zum Verarbeiten fertig ist und eine gleichmäßige, weiße Milch bildet, die aber beständig durch ein Rührzeug aufgerührt werden muß.

Mit der Herstellung des Ganzzeuges werden noch eine Anzahl wichtiger Arbeiten verbunden, nämlich das Mischen, Leimen, Bläuen und

Färben. Bei dem Mischen werden dem Ganzzzeuge die verschiedenen, nach Geschäftsrückichten gewählten Rohstoffe, wie Holzstoff, Strohstoff und die sogenannten Füllstoffe, wie Thonerde, Gips, Schwerspat u. s. w. beigefügt. Das Leimen, wenn solches im Holländer geschieht, erfolgt mit Harzseife, die aus Soda und Kolophonium mit Zusatz von Alaun hergestellt wird.



Das Bläuen, wozu verschiedene blaue Mineralfarbstoffe dienen, hat zum Zweck, den gelblichen Farbton des Papierzeuges verschwinden zu lassen. Zum Färben werden geeignete Farbstoffe benutzt.

Die Herstellung des Papiers aus dem mit Wasser sehr stark verdünnten Ganzzzeuge erfolgt in der Hauptsache durch zwei Arbeiten, nämlich 1) durch Ausbreiten des flüssigen Zuges zu einer dünnen, gleichförmigen Schicht und 2) durch Entfernung des Wassers, wobei zugleich die Verdichtung der zurückbleibenden Fasermasse stattfindet. Zur Vollendung des Papiers ist dann noch das Trocknen und die Zurichtung oder Appretur nötig.

Zu Anfang der Papierfabrikationen erfolgten die Arbeiten ausschließlich durch Handarbeit in der Herstellung des sogenannten Büttenpapiers, das jetzt nur noch ausnahmsweise erzeugt wird. Es wird

**Ich brauch Hadern zu meiner Müß  
Dran treibe mirs Rad des wassers viel/  
Dafß mir die zschneit Hadern nelt/  
Das zeug wirt in wasser einquelt/  
Drauß mach ich Pogn / auff dē filß bring/  
Durch presß das wasser darauß zwing.  
Denn henck ichs auff / laß drucken wern/  
Schneweiß vnd glatt / so hat mans gern.**

15. Deutsche Paplermacherwerkstätte des 16. Jahrh.  
Nach Jost Amman.

hierbei das Papierzeug aus einem größeren Vorratsbehälter mittels eines mit Holzrahmen umgebenen feinen Drahtgeflechtes, der sogenannten Form, geschöpft, wobei das Wasser durch das Drahtgeflecht abläuft. Die dadurch sich zusammensetzende und etwas verdichtete Masse wird durch Umkehrung



der Form auf Filz gelegt und mit Filz überdeckt, welche Arbeiten als das Schöpfen und das Rautschen bezeichnet und durch zwei sich einander unterstützende Arbeiter ausgeführt werden. Die Filzplatten mit den dazwischen liegenden noch lockeren und feuchten Papierbogen werden zu einem Stoße, sogenanntem Pauscht, übereinander gelegt und unter eine Presse gebracht, wodurch die Papiermasse noch mehr entwässert und dichter gemacht wird. Man nimmt die Papierbogen alsdann aus den Filzen, schichtet sie für sich, ohne Zwischenlagen, zu Stößen auf und preßt nun diese, trocknet das Papier im Trockensaal, der mit vielen Fenstern zum Bütten versehen ist und bei nasser Witterung mäßig geheizt wird, und preßt es wieder mehrmals, und zwar in der Regel unter jedesmaliger Umschichtung der Bogen. Zuletzt werden die Bogen einzeln durchgesehen, ausgepukt und schadhafte als Ausschub besonders gelegt. Wenn der Papierstoff vorher nicht im Holländer schon geleimt worden ist, so hat man nunmehr Druck- oder Fließpapier. Soll Schreibpapier gemacht werden, so zieht man, dem ältesten Verfahren gemäß, die Bogen nach dem ersten Trocknen durch Planierwasser, eine dünne Lösung von Leim und Alaun, und trocknet sie wieder. Jetzt leimt man das Zeug meist sogleich im Holländer. Schreibpapier wird zweimal planiert; Papier mit einfacher Planierung heißt halbleimt. Die Schöpfformen haben entweder dickere, längslaufende Drähte mit wenigen quer durchflochten, und diese geben geripptes Papier; oder der Drahtgrund ist ein sehr feines Drahtgewebe und hinterläßt keine sichtbaren Spuren am Papier oder doch nur sehr kleine, kornartige Hügelchen; darum heißt diese Art das geförnte oder Belinpapier.

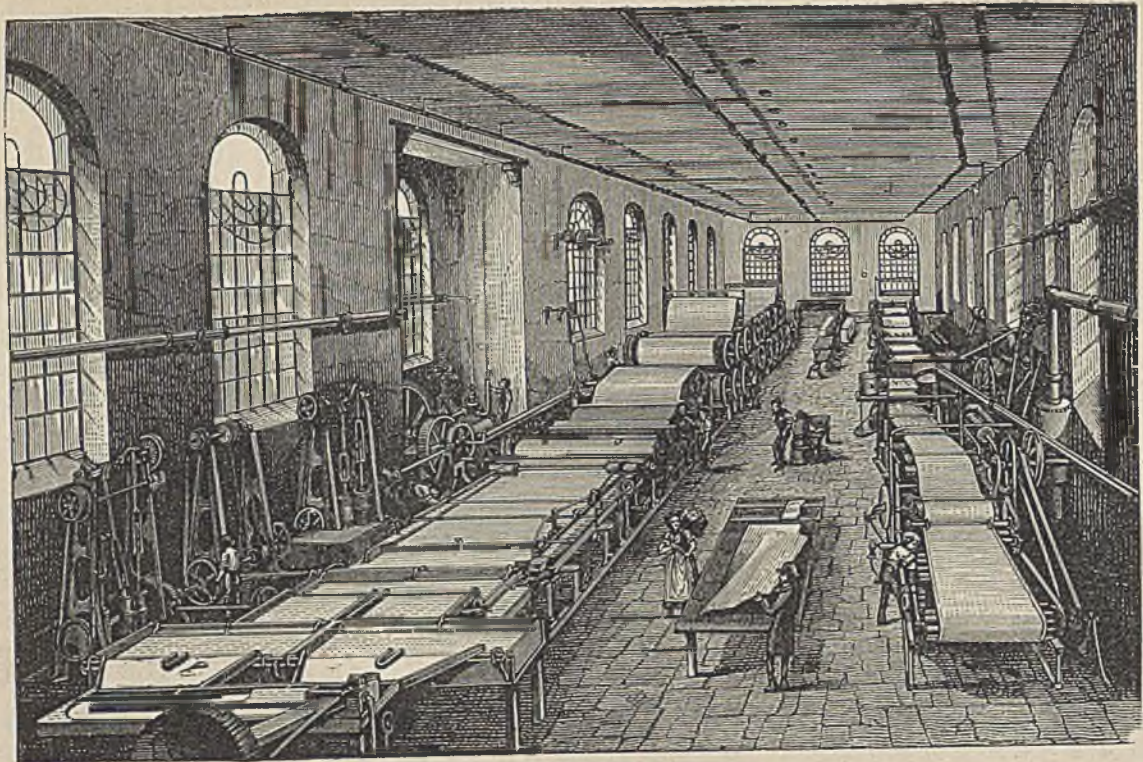
Die zur Verwendung kommende Schöpfform konnte verschiedene Größe haben; es entstanden demnach auch verschieden große Bogen, die man nach der Form mit dem Namen Formate unterschied. Man bestimmt sie theils mit Namen, wie Kanzleiformat, theils mit cm, z. B. Kanzleiformat = 33 cm zu 42 cm.

Schon gegen Ende des vorigen Jahrhunderts kam man auf den Gedanken, Papier in fortlaufender Länge mittels Maschinen herzustellen. Es kann dies nur dadurch geschehen, daß man das Papierzeug auf einem endlosen Drahtgewebe mit gleichmäßig zirkulirender Bewegung ausbreitet und möglichst entwässert und verdichtet, um ein abnehmbares breites Papierblatt von genügender Festigkeit zu erhalten. Die endlose Form des Drahtgewebes läßt sich aber in zweierlei Weise ausführen, nämlich als steifer, um seine Achse drehender Cylinder oder als biegsames, über mehrere Leitwalzen geführtes Tuch ohne Ende, von dem ein gewisser Teil zur Aufbringung des Zeugens die nötige wagerechte Fläche bildet. Hiernach kann man zwei Arten der gebräuchlichen Papiermaschinen unterscheiden, nämlich Cylindermaschinen und Schüttelmaschinen, die davon den Namen haben, daß das umlaufende Drahttuch zur Beförderung der Wasserabscheidung in der Querrichtung hin und her geschüttelt wird. Die Cylindermaschinen sind einfacher, aber dieselben eignen sich nur für

größere Papierforten und für Pappen. Die Schüttelmaschine, obwohl im Bau verwickelter als die Cylindermaschine, wurde noch früher als diese und zwar im Jahre 1796 von Louis Robert, Techniker in der Papierfabrik zu Essonne bei Paris, erfunden, während die erste Cylindermaschine von Bramah, dem Erfinder der hydraulischen Presse, 1805 in London gebaut wurde. In Deutschland baute zuerst Adolf Reserstein zu Weida im Großherzogtum Weimar 1816—19 eine Cylindermaschine nach eigenem Plane.

Unsere Abb. 16 zeigt den Papiermaschinenaal einer Papierfabrik mit einer Schüttelmaschine. Aus einer hochstehenden Zeugbütte, zu deren Speisung etwa acht Holländer in Betrieb sind, ergießt sich der Strom des Papierzeuges zuerst in einen Rührapparat und dann in einen Knotensänger, welcher nur die feinen Teile des Zeugens hindurchgehen läßt. Hierauf gelangt der Zeugstrom durch eine Art Rechen in breitem Flusse auf ein großes, laufendes Gewebe von feinem Messingdrahte, welches die Handform in einem vergrößerten Maßstabe vertritt. Das Gewebe ist endlos über zwei Walzen gespannt, schreitet oberhalb vorwärts und kehrt unterhalb zurück. Auf ihm breitet sich der Papierbrei wie ein großes Tuch aus; zwei mitlaufende Riemen bilden die seitliche Begrenzung und bestimmen die Breite des Papiers. Damit das Drahtgewebe eine möglichst genaue wagerechte Ebene bildet, wird es von einer größeren Anzahl dünner Metallwalzen gestützt, über die es hingeleitet. Neben der fortschreitenden Bewegung hat die Drahtform mit ihren Unterlagen noch eine andere; sie wird nämlich beständig nach beiden Seiten hin und her geschüttelt, und hierdurch wird die bessere Verteilung des Papierbreies bewirkt. Das Wasser aus diesem entweicht durch die Maschen des Gewebes; es tritt aber noch als ein besonderes Entwässerungsmittel die Wirkung des Luftdruckes hinzu. An einer Stelle gegen das Ende der Drahtform schleift diese nämlich über einen trogartigen Kasten hin und hält ihn dadurch beständig geschlossen. Eine Luftpumpe einfachster Art saugt nun die Luft aus dem Kasten; infolgedessen wird die Außenluft auf den Papierbrei drücken und somit das Wasser aus dem Papiere in den Luftkasten drängen. Die Wirkung dieses Entwässerungsverfahrens zeigt sich sofort dem Auge; die eben noch halbflüssige Masse gerinnt an dieser Stelle fast augenblicklich zu einer zusammenhängenden Schicht ohne freies Wasser, die man schon halbfertiges Papier nennen kann. Sie ist nun zähe genug, um den Druck der ersten Walzenpaare, der Maßpresse, erleiden zu können, zwischen welchen sie samt dem Drahtgewebe durchgeht. Im Inneren der Maßpresse trennen sich Drahtgewebe und Papier; ersteres macht unterhalb seine rückläufige Bewegung, während das letztere, unterstüzt von einem endlosen Filztuche, zwischen andere Walzen, die Trockenpresse, gelangt, die ihm Festigkeit und Glätte erteilen. Schließlich geht das Papier über einen großen oder auch einige kleine Metallcylinder, die von innen mit Dampf geheizt sind, verliert da den Rest seiner Feuchtigkeit und geht auf einen Haspel, der es sogleich aufwickelt. Der Weg, welchen der Papierstoff von der Bütte bis





16. Papiermaschinen.

zum Haspel zu durchlaufen hat, ist etwa 10 m, und der ganze Verwandlungsprozess des Ganzzeuges zu Papier dauert höchstens zwei bis drei Minuten.

Daß die einzelnen Teile der Maschine außerordentlich genau arbeiten und alle Bewegungen derselben in vollkommenstem Einklange stehen müssen, wenn der breite Papierstreifen ungerissen und untadelig aus der Maschine hervorgehen soll, ist leicht einzusehen. Die Bewegung aller Maschinenteile geschieht darum von einer Hauptwelle aus durch Räderwerk, bei einigen Teilen durch Treibriemen. Ganz besondere Berücksichtigung beanspruchte hierbei der Haspel, welcher das fertige Papier aufnimmt. Da der Umfang desselben mit jeder Umdrehung größer wird, so würde er, wenn er sich immer mit gleicher Geschwindigkeit drehte, mehr Papier aufnehmen wollen, als die Maschine zu liefern vermag. Seine Umdrehungsgeschwindigkeit muß also in demselben Grade abnehmen, als sein Umfang zunimmt. Zu diesem Behufe geht von irgend einer Welle eine endlose Schnur, durch eine Spannrolle straff gehalten, über eine stählerne Triebsscheibe, die auf der Achse des Haspels sitzt. Die Schnur liegt auf der Scheibe in einer Ausbuchtung, die gut poliert ist. Die Reibung ist also ganz schwach, genügt aber zur Umdrehung, solange Papier genug kommt; sobald dies nicht mehr der Fall ist, steht der Haspel, und die Schnur rutscht einstweilen auf die Scheibe.

Der Papierstreifen, den die Maschine fortwährend in einer Geschwindigkeit von etwa 5 m in der Minute ausgiebt, wird  $1\frac{1}{2}$ —2 m breit genommen. Gewöhnlich geht er vor dem Haspel über eine Walze, über welcher ein Stab mit ein paar schneidenden Scheiben sich dreht, die aus dem einen Streifen drei machen. Ist ein Haspel gefüllt, so wird angehalten und ein leerer eingehangen. Auf dem vollen Haspel wird das Papier mit einem durchgehenden Längsschnitt geöffnet und auf Beschneidemaschinen in die verlangte Bogengröße gebracht. Alle Abschnitgel kommen wieder mit in den Holländer zu neuer Verarbeitung. Das Maschinenpapier ist meistens halbgeleimt und zwar auf eine besondere Art, die man die vegetabilische Leimung nennt. Diese Erfindung der Harzleimung bedeutet neben der Kellerschen Erfindung des Holzpapiers einen ebenso großen Fortschritt der Papierfabrikation. Sie ist das Verdienst des Papierfabrikanten J. I. Lig zu Erbach im Odenwalde. Man kocht aus Harz und ätzender Lauge eine Harzseife, deren Lösung man in den Ganzzeug-Holländer giebt. Bald darauf setzt man eine passende Menge Alaunlösung zu; Seife und Alaun zersetzen sich, und es entsteht aus der Thonerde des Alauns und dem Harze eine neue gelbe Seife, die aber im Wasser unlöslich ist, sich daher auf die Zeugfaser niederschlägt und sehr fest an sie gebunden bleibt. Für feine Papiere nimmt man statt des Harzes weißes Wachs, das eine ganz weiße Seife giebt.

Bessere Schreib- und Briefpapiere erhalten ihre seidenartige Glätte dadurch, daß man Bogen um Bogen zwischen sehr glatte, harte und glänzende Pappen, die man Preßspäne nennt, oder auch zwischen polierte Zinkblechtafeln schiebt und alsdann das Ganze längere Zeit hindurch mit Hilfe einer Presse preßt. Bedeutend rascher noch geht das Glätten mit



dem Satinierwalzwerke. Dasselbe besteht aus drei gußeisernen, sehr glatten, in einem gußeisernen Gerüste übereinander liegenden Walzen. Zwischen diese hindurch zieht man die zwischen Preßspäne, Zint- oder Kupferplatten eingelegten Papierbogen. Es giebt noch eine größere Art ähnlich wirkender Maschinen, die mit einer höheren Anzahl Walzen arbeiten und Kalander heißen.

Außer dem Schreib- und Druckpapiere werden noch zahlreiche andere papierartige Stoffe in den geschilderten oder in verwandten Verfahren verfertigt. Unter anderem wird gegenwärtig aus Teilen von Flachsz, Malven, Hanf, Baumwolle, Seide, Haaren und fertigen Geweben, die, gut gemischt, im Holländer zu Papierbrei verarbeitet werden, das sogenannte gefilzte Papier bereitet, welches gewebten Stoffen ähnlich ist und große Festigkeit besitzt. Kreide- und Elfenbeinpapiere sind Papierforten, welche mit mineralischen weißen Deckfarben bestrichen und stark geglättet worden sind. Das zum Abschleifen der Tischler-, Bildschnitzer- u. a. Arbeiten dienende Glaspapier ist Papier, welches nach vorherigem Bestreichen mit Leim und Firnis, mit präpariertem Schmirgel oder Glaspulver bestreut worden ist. Pergamentpapier bereitet man aus starkem ungeleimten Papiere, indem man dasselbe in halbstarke Schwefelsäure eintaucht, wodurch die Papierfaser eine kleisterartige Beschaffenheit erhält und nach dem Trocknen einen zähen, durchscheinenden Stoff bildet. Wer kann aller der zahlreichen Papierforten gedenken, die heutzutage gefertigt werden, der prachtvollen Buntpapiere, der täuschendsten Nachahmungen von Leinwand, Seide, Elfenbein, Holz, Leder und Stein, des Gold-, Silber-, Geld-, Wert-, Urkunden-, Brief-, Kanzlei-, Konzept-, Lösch-, Pausz-, Zeichen-, Noten-, Druck-, Filtrier-, Glacé-, Wachs-, Fliegen-, Pack-, Tapetenpapieres und noch vieler anderen, der Verwendung zu Papierwäsche, Papiermaché u. s. w.

Die Papierfabrikation ist ein bedeutender Teil unserer Volkswirtschaft geworden, und zahlreiche unserer Mitmenschen verdanken ihr eine lohnende Beschäftigung. Nimmt doch Deutschland in der Anzahl der Papierfabriken (rund 1000) die erste Stelle unter allen Ländern der Erde ein, und hinsichtlich der Anzahl der Papiermaschinen (etwa 1000) und der jährlich erzeugten Papiermenge (730 Mill. kg) wird es nur von den Vereinigten Staaten Nordamerikas übertroffen (etwa 1500 Maschinen und 1900 Mill. kg).

Die weitaus größten Massen alles erzeugten Papiers bildet heutzutage das Druckpapier, und hiervon verbraucht wieder die Zeitungspreß den größten Teil. Die Papiermaschine würde sich also mit ihren großen Leistungen in sehr gedrückten Verhältnissen befunden haben, wenn sich ihr nicht nach wenigen Jahren eine Kollegin zugesellt hätte, die ebenso schnell das verbraucht, was jene liefert — die Druckmaschine oder Schnellpreß. Beide Maschinen gehören notwendig zusammen, wie ein Paar Hände, und die großartige Ausdehnung des Druckwesens, wie wir es heute erblicken, wäre ohne sie gar nicht möglich geworden.

## Erfindung der Buchdruckerkunst.

---

Eines der schönsten Werkzeuge, welches der Mensch erfunden hat, ist die Druckpresse, denn sie dient der geistigen Arbeit, dem Kulturfortschritt, der Gefittung und Aufklärung. Was der menschliche Geist Gutes, Schönes und Nützlichcs schafft, die Presse verkündet es vielen Millionen Menschen und macht es rasch zum Gemeingut aller. Ohne die Presse wären wir unzweifelhaft in allen Stücken, in Kunst und Wissenschaft, in den technischen Zweigen, in der allgemeinen Volksbildung noch weit zurück: sie erst hat den allgemeinen geistigen Verkehr möglich gemacht und immer mehr gehoben.

Solange die Menschen sich mit teureren, geschriebenen Büchern behelfen mußten, waren Wissenschaft und Bildung nur bei einzelnen Hochgestellten zu finden; die große Menge ging im Dunkeln. So war es bei uns in den Zeiten vor Erfindung des Buchdrucks, so auch im Altertum bei den Griechen und Römern. Die hohe Bildung, wodurch beide Völker und namentlich das erstere sich auszeichnete, hatte ihren Sitz doch zumeist nur in den Hauptstädten, wo sich die Philosophen, Dichter, Gelehrten und Redner zusammenfanden. Dort freilich, im alten Athen und Rom, gab es auch schon Buchhandlungen und professionsmäßige Bücherabschreiber. Wollte ein Buchhändler rasch eine größere Anzahl von Exemplaren einer Schrift herstellen, so bestellte er vielleicht 100 und mehr Schreiber und einen Vorsager, der allen zugleich Wort für Wort in die Rohrfeder diktirte. Das war das einzige Vervielfältigungsmittel, das man kannte; aber es wird auch für den damaligen Bedarf völlig ausgereicht haben. Immerhin darf man sich das Buchgewerbe des Altertums nicht als unbedeutend vorstellen, zählte doch die berühmte Alexandrinische Bibliothek gegen 400000 Bücher; denn es wurde damals viel gelesen und viele Bücher gekauft, waren doch auch die Preise der Bücher wegen der Verwendung der Sklavenarbeit nicht eben hoch. So kostete z. B. Martials erster Band seiner „Epigraunne“ gebunden etwa 1 Mark. Freilich beschwerte er sich darüber, daß ihm der Verleger Tryphon zu wenig Honorar gezahlt habe — vielleicht, weil das Buch nicht gut ging. Es ist aber schade, daß nicht schon die Griechen den Buchdruck kannten, denn sie hatten eine so reiche Litteratur, daß die bis auf uns gekommenen so wertvollen Reste nur einen sehr kleinen Teil davon bilden.



Wie unter solchen Umständen die Bibliotheken der damaligen Zeit beschaffen sein mußten, läßt sich denken. Eine Bücherammlung von 100 Bänden galt schon für etwas Außerordentliches; berühmte Gelehrte schätzten sich glücklich, 10—20 Bücher zu besitzen, und mußten sich öfter selbst zum Abschreiben bequemen. Eine Bibel wurde mit 1000 Goldgulden bezahlt.

Gegen Ende des elften Jahrhunderts n. Chr. hob sich das geistige Leben und entwickelte sich von da an immer mehr. Schulunterricht und höheres Studium lebten auf, und der Bedarf von Büchern wuchs mehr und mehr. Es konnte daher nicht ausbleiben, daß auch Laien sich zunehmend auf das Geschäft des Abschreibens und Buchhandels verlegten. An Hochschulen wie Paris, Bologna, Wien bildeten solche Geschäftsleute Vereinigungen, die unter Aufsicht der Universitätsbehörden standen. Aber wenn auch mehr und mehr Hände sich dieser Industrie widmeten, so mußten die geschriebenen Bücher doch viel teurer bleiben als unsere gedruckten.

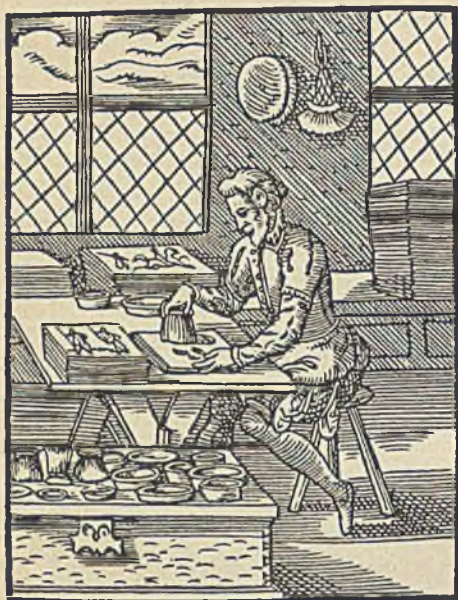
Da trat in der ersten Hälfte des fünfzehnten Jahrhunderts die Buchdruckerkunst als neue Errungenschaft des menschlichen Geistes auf und gab dem Stande der Dinge mit einem Male eine erfreuliche Wendung, wenn auch nicht gerade erfreulich für die Abschreiber, die sich indes häufig dadurch halfen, daß sie selbst Jünger der neuen Kunst wurden.

Deutschland hat die Ehre, daß diese große Erfindung auf seinem Boden gemacht wurde; der unvergeßliche Mainzer Bürger Johannes Gutenberg ist der Mann, dem wir sie verdanken.

Wie aber wohl selten eine Erfindung plötzlich und unvorbereitet ins Leben getreten ist, so hat auch der Buchdruck eine Vorgeschichte gehabt, in welcher die Erfindung vorbereitet worden ist, und vor allem haben wir der Holzschnidekunst zu gedenken, aus welcher der Buchdruck unmittelbar hervorgewachsen ist.

Als um die Mitte des vierzehnten Jahrhunderts durch gesteigerten Handelsverkehr sich die deutschen Städte zu größerer Blüte und zu Wohlstand erhoben, wurden die Bewohner derselben von selbst darauf geführt, ihr häusliches und gesellschaftliches Leben durch Erfindungen, welche auf allgemeine Unterhaltung berechnet waren, zu verschönern und ihm mehr Reiz und Abwechslung zu geben. Zu Vergnügungen dieser Art gehörte auch das Kartenspiel. Die Spielkarten wurden anfänglich gewalt, später jedoch auf mechanische Weise hergestellt. Man bediente sich hierzu der Holzplatten, auf welche man das Kartenbild in zarten Umrissen erhaben schnitt. Die hochliegende Zeichnung wurde mit Farbe bestrichen und die Holzplatte darauf mit Papier belegt, unter eine Presse gebracht und abgedruckt. Welches Volk diese Erfindung gemacht hat und wann sie gemacht wurde, ist unbekannt, allein sie erscheint naheliegend, wenn man die vielfach unbeabsichtigt entstehenden Abdrücke beobachtet. Verührt man z. B. mit der schmutzigen oder schweißigen Hand einen trockenen, helleren Gegenstand, etwa ein Blatt Papier, so entsteht ein mehr oder minder vollkommener Abdruck der Hautfläche mit ihren feinen Linien.

Weiter in der Kultur vorgeschrittene Völker bedienten sich bei Abdrücken wohl gar schon der festeren Metallplatten, gleichwie wir sie in unseren Stempeln und Petschaften noch im kleinen besitzen und anwenden. Unter unseren Vätern bildete sich dagegen die wichtige Holzschnidekunst aus.



**Ein Brieffmaler bin aber ich/  
Mit dem Pensel so nehr ich mich/  
Anstreich die bildwerck so da stehnd  
Auff Pappyr oder Pergament/  
Mit farben/vnd verhochs mit gold/  
Den Patronen bin ich nit hold/  
Darmit man schlechte arbeit macht/  
Darvon auch gringen lohn empfacht.**

17. Der Brieffmaler. Nach Jost Amman. (16. Jahrh.)

Nachdem man ursprünglich auf jene Holztafeln nur Kartenbilder geschnitten hatte, ließ man es hierbei bald nicht mehr bewenden; man wollte nun auch wirkliche Gegenstände darstellen. Da sollte das Bild irgend eine Person, einen Ritter, einen Heiligen vorstellen. Man schrieb die Namen derselben darunter, bemerkte aber bald, daß man sich die Mühe des Schreibens hätte ersparen können, wenn man die Namen gleich auf die Platte geschnitten und so mit abgedruckt hätte. Man that es nunmehr, und die Geistlichkeit begriff bald, daß man derartige Bilder zur Beförderung der Andacht benutzen könnte, wenn man die Abbildungen der Personen der heiligen Geschichte auf solche Weise drucke und unter die Armen verteile, denn eine abgeschriebene Bibel kostete damals, wie schon bemerkt, wenigstens 1000 Goldgulden. Und was half diese auch, da nur wenige lesen konnten! Eine bildliche Darstellung vermochte aber jeder zu begreifen, und so benutzte man diese zur Verbreitung der religiösen Lehren. Da diese Bilder

ungemein beliebt waren, so sorgten die frommen Priester für unentgeltliche Verteilung, auch stellte man allmählich statt einzelner Personen ganze Gruppen mit allerlei Unterschriften in Namen, Verschen und Sprüchen dar. So entstand die berühmte Armenbibel (Biblia pauperum), eine Sammlung



von 40 nach den Fenstergemälden des Klosters Hirschau gefertigten bildlichen Darstellungen aus der Geschichte des Alten und Neuen Testaments. Dieses älteste Druckwerk ist eine so große Seltenheit, daß unlängst in London bei einer Bücherversteigerung für ein vollständiges Exemplar derselben 210 Pfund Sterling (etwa 4200 Mark) bezahlt wurden. Manche der aus jener Zeit noch vorhandenen Denkmäler der Holzschnidekunst bekunden bei aller Mangelhaftigkeit in der Zeichnung schon deutlich die Fertigkeit der Künstler in derartiger Arbeit. Die Herstellung ganzer Holzschnittreihen, namentlich die der Armenbibel, führte endlich auch zu einem Schriftplatten-Druck; man ließ die Bilder ganz weg, schnitt ganze Seiten Schrift auf Holztafeln erhaben aus und ersparte dadurch die Mühe des Abschreibens. So mühsam das Ausschneiden einer ganzen Seite auch immerhin war, so war doch Vorteil dabei, wenn Aussicht auf Absatz von vielen Abdrücken vorhanden war, was zumal bei den Elementarbüchern für Schulen u. dergl. der Fall war. Von wem die ersten derartigen Platten geschnitten worden sind, läßt sich nicht mehr ermitteln, wahrscheinlich hat sich die ganze Sache allmählich so herangebildet: erst Bilder, dann Bilder mit Namen, dann mit Sprüchen und Versen, zuletzt Seiten ohne alle Bilder, nur Text. Die Verfertiger solcher Erzeugnisse hießen Briefmaler.

Aus dieser Kunst entwickelte sich nun der Buchdruck, welcher von Johannes Gutenberg erfunden worden ist. Wenngleich nun seine Erfindung, der Druck mit beweglichen Lettern, weit höher steht als jene alte Art, so ist der Buchdruck mit Holzplatten auch heute noch in voller Ausübung und zwar in China. Die Chinesen haben, wie wir gesehen, nicht Zeichen für die einzelnen Buchstaben, sondern für die einzelnen Wörter, und wenngleich auch die französische Staatsdruckerei versucht hat, chinesische Texte mit Lettern zu setzen, so verbietet doch schon die ungeheuere Menge der benötigten Lettern — in Paris hat man davon 43000 — die allgemeine Anwendung des Letterndruckes für die Erzeugnisse der chinesischen Literatur. Statt dessen wird dort der Text mit dem Pinsel auf eine Holzplatte gemalt, und die Schriftzeichen werden erhaben herausgeschnitten. Von dieser Holzschnitttafel zieht dann der Chineser seine Buchseiten ab. Nun sollte man meinen, derartige Bücher würden sehr teuer sein. Allein bei den niedrigen Arbeitslöhnen drüben sind die Buchpreise sehr geringe. Daher erklärt es sich denn auch, daß in keinem Lande soviel Bücher verkauft werden, wie in China. Wir dagegen können, dank der Zerlegung der Worte unserer abendländischen Sprachen in wenige Buchstaben, mit Leichtigkeit jeden Text aus Lettern zusammenstellen und erhalten auf diese Weise rascher eine leistungsfähigere Druckplatte, als wenn wir den Holzschnitt zu Hilfe nehmen.

Gutenberg war nun der erste, welcher mit beweglichen Buchstaben (Lettern) druckte, indem er ganze Tafeln in ihre einzelnen Buchstaben zersägte und letztere hierauf wieder nach Belieben zusammensetzte, auseinanderlegte und zur Bildung neuer Wörter benutzte. Auch erfand er

zum Abdruck die Presse und wandte zuerst die Ölfarbe zum Druck an. Neben den Deutschen schreiben sich auch die Holländer die Ehre zu, die Buchdruckerkunst erfunden zu haben, indem sie Laurenz Jansson Coster (d. h. einen Lorenz, Johann Sohn, den Küster oder Kirchenvorsteher) als den wirklichen Erfinder angeben. Sie haben diesem wenig bekannten Manne zu Haarlem auch ein Denkmal gesetzt und ein Coster-Museum mit alten Druckwerken angelegt. Die ganze Geschichte beruht aber auf einer nachträglich entstandenen Sage und ist mit nichts zu beweisen. Das haben den Holländern nicht nur viele Auswärtige, sondern zuletzt noch einer ihrer Landsleute, Dr. van der Linde, in seiner 1870 erschienenen Schrift: „Die Coster-Legende“, auseinandergesetzt. Andere bezeichnen Albrecht Pfister in Bamberg als den Erfinder, die Straßburger aber ihren Landsmann Mentelin. Doch beruhen alle diese Ansprüche Haarlems, Bambergs und Straßburgs auf so schwachen Beweisen, daß sie größere Anerkennung nicht finden können. Steht es nach vielfachem Streite nun auch fest, daß Gutenberg der Erfinder der Buchdruckerkunst ist, so sind gleichwohl Jahr und Ort der Erfindung noch unentschieden, indem Gutenberg sich erst in Straßburg, sodann in Mainz aufgehalten hat und seine Drucke anfangs nur Tafeldrucke waren. Denn so viel ist erwiesen, daß seine Erfindung nur ganz allmählich zustande kam, und daß er unermüdblich war, bald in der Form der Buchstaben und bald in der Letternmasse, bald in der Druckerschwärze und bald in der Presse neue Verbesserungen vorzunehmen. Diese Vervollkommnungen bilden den eigentlichen Kern der Erfindung, weit mehr als das Erfassen der Idee, an welcher mehr oder weniger Anteil schon andere Männer vor ihm gehabt haben werden. Um einigermaßen die Bedeutung dieser Teile der Erfindung zu verstehen, stelle man sich vor, daß einige hundert rechteckige Stäbchen in geraden Zeilen zu einer Platte zusammengestellt werden müssen. Sind diese Stäbchen nicht ganz genau gearbeitet, so fällt die Platte auseinander und statt gerader Zeilen erhält man ein unleserliches Durcheinander von Buchstaben, wenn überhaupt ein Abdruck zustande kommt. Eine einzige, dem Auge nicht wahrnehmbare Verschiedenheit der einzelnen Stäbchen genügt aber, um einen sauberen Druck unmöglich zu machen. Und nun hat Gutenberg mit den unzulänglichen Hilfsmitteln seiner Zeit doch einen auch heute noch mustergültigen Druck hervorgebracht. Bieviel Mühe muß sich also der Mann gegeben haben, die ungeheueren Schwierigkeiten, die sich der neuen Kunst entgegenstellten, zu überwinden!

Johann Gutenberg heißt eigentlich Johannes Gensfleisch zu Gutenberg; denn er stammte aus der angesehenen Mainzer Patrizierfamilie Gensfleisch, und seine Mutter war eine geborene Else von (zu) Gutenberg. Da es mehrere adlige Familien Gensfleisch gab, so legte sich die unserige den Beinamen „zu Gutenberg“ zu. Das Geburtsjahr des jungen Hans ist nicht mit Bestimmtheit ermittelt worden, vermutlich ist es das Jahr 1397. In den 20er Jahren des 14. Jahrhunderts tobte unter den Bewohnern der Stadt Mainz erbitterter Haß und Streit





18. Johannes Gutenberg.

zwischen den alten Patriziergeschlechtern einerseits und den Bürgern anderseits. Infolgedessen sahen sich viele der ersteren gezwungen, die Stadt zu verlassen. Auch Gutenbergs Familie siedelte in dieser Zeit (1421) nach Straßburg über. Hier mußte Gutenberg auf Gelderwerb bedacht sein, und er erjann mancherlei Künste. So trat er gegen entsprechende Entschädigung anderen die Kenntnis und Ausführung der Edelsteinschleiferet und des Spiegelbelegens ab. Zu gleicher Zeit hat er sich nachgewiesenermaßen auch mit dem Buchdrucke beschäftigt, Tafeldrucke hergestellt und Versuche unternommen, Drucke mit beweglichen Lettern herzustellen. Die ersten sind jedenfalls mit Holzlettern gefertigt worden, die allerdings leicht zersprangen; sie fallen wahrscheinlich in das Jahr 1440. Wie weit Gutenberg mit seiner Erfindung gekommen ist, solange er in Straßburg weilte, ist nicht sicher festzustellen. Drucke sind ihm wahrscheinlich dort

nicht gelungen. Im Jahre 1445 kehrte er nach Mainz zurück, wo er unermüdet seine Versuche fortsetzte und von Stufe zu Stufe verbesserte. Er schnitt Lettern aus Blei und aus Zinn; doch diese waren zu weich und nutzten sich zu schnell ab. Er nahm dann Eisen dazu; doch dieses Metall war zu hart, und seine scharfen Kanten zerschnitten das Papier.



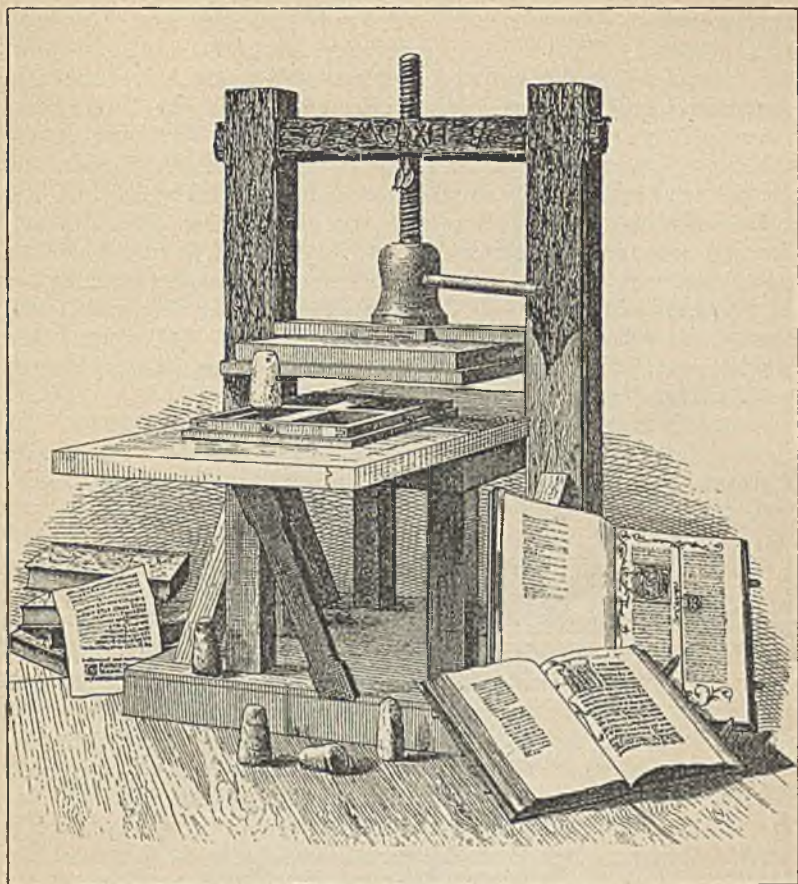
Ich bin geschicket mit der press  
 So ich aufftrag den Firniß reß/  
 So bald mein dienr den bengel zuckt/  
 So ist ein bogn pappyr gedruckte.  
 Da durch kombt manche Kunst an tag/  
 Die man leichtlich bekommen mag.  
 Vorzeiten hat man die bücher gschribn/  
 Zu Meins die Kunst ward erstlich triebn.

19. Der Buchdrucker. Nach Jost Amman. (16. Jahrh.)

boren worden. Er hatte in Paris studiert, konnte sehr schön schreiben, Handschriften abschreiben, Chorbücher anfertigen und war als Korrektor — der erste dieser unentbehrlichen Mitarbeiter im Drucksache — zu Gutenberg gekommen. Es muß ein pfliffiger Mann gewesen sein, denn er erfaßte rasch die neue Technik und schuf eine Anzahl neuer Verbesse-

Hierbei konnte es nun nicht fehlen, daß diese allmähliche Entwicklung weit größere Geldkräfte erforderte, als unserem Gutenberg zu Gebote standen, weshalb er sich 1450 mit Johann Fust, einem sehr reichen Bürger in Mainz, verband, um ihn für sein Unternehmen zu gewinnen, was auch gelang. Hieraus ergibt sich, daß Gutenberg schon damals mit seiner Erfindung ziemlich weit gediehen sein mußte, indem der schlaue Fust ihm die Summe von zweimal 800 Goldgulden nicht vorgeschossen haben würde, hätte er nicht die große Bedeutung der Erfindung erkannt. Gutenberg verpfändete ihm für diesen Vorschuß seine ganze Druckeinrichtung. Unter diesen waren wahrscheinlich auch die metallenen Buchstaben, von denen es nur streitig ist, ob sie geschnitten oder schon gegossen waren. Bei der weiteren Entwicklung leistete ihm sein Gehilfe Peter Schöffer, Fusts nachheriger Schwiegersohn, die besten Dienste. Schöffer war zu Gernsheim am Rhein ge-





20. Gutenbergs erste Druckpresse.

Aufgefunden im ehemaligen „Druckhaus“, dem „Hof zum Jungen“, zu Mainz im Jahre 1856.

rungen. So fand er für die Lettern eine angemessene Mischung mehrerer Metalle, daß sie nun weder zu weich noch zu hart waren; er verbesserte ferner die Art und Weise, die Lettern in Formen zu gießen, statt sie wie bisher zu schneiden, wodurch sie größere Gleichmäßigkeit erhielten und billiger wurden; und endlich erfand er auch eine bessere Druckerschwärze. Während Gutenberg nur Lampenruß verwendete, mischte er Kienruß mit Leinölfirnis. Zur Belohnung für seine Verdienste gab ihm Faust seine einzige Tochter zur Frau. Die Erfindung der Buchdruckerkunst hat er aber nie für sich oder seinen Schwiegervater in Anspruch genommen, und von besonderer Wichtigkeit ist, was der gelehrte Not

Trithemius zu Sponheim auf Grund der Mitteilungen seines Freundes Schöffer über die Erfindung der Buchdruckerkunst 1484 mitteilt:

„Um diese Zeit, nämlich zwischen 1440—1450, wurde die bewundernswerte, bisher noch unerhörte Kunst, Bücher durch einzelne Buchstaben zu drucken, von einem Bürger in Mainz, Johannes Gutenberg, erfunden und ausgedacht. Nachdem dieser fast sein ganzes Vermögen darauf verwendet und dennoch bald an diesem, bald an jenem Mangel litt, so daß er die Sache schon liegen lassen wollte, hat er durch den guten Rat und Vorschuß eines anderen Mainzer Bürgers, Johann Fust, sie endlich glücklich zustande gebracht. — — — — — Dieselben haben eine Zeitlang die Kunst geheim gehalten, bis sie durch die ihnen nötigen Diener erst nach Straßburg gebracht und dann zu allen Völkern. — Es wohnten aber hier die ersten Erfinder zu Mainz in einem Hause ‚zum Jungen‘ hernach das ‚Druckhaus‘ genannt.“

Das Druckhaus „zum Jungen“ ist gegenwärtig noch vorhanden. In einem verfallenen Kellergewölbe desselben machte man 1856 einen merkwürdigen Fund in der Auffindung des Querbalkens einer Druckerpresse, eines Holzstückes mit der eingeschnittenen Bezeichnung: „J. G. 1441.“, des letzten Überrestes der ersten Druckerpresse Johann Gutenbergs.

Die dritte Stufe in der Erfindung, durch welche sie sich ebenso schnell als sicher und gut anwenden ließ, war, wie bereits erwähnt, der Schriftguß. Mit dieser Verbesserung wurde die Erfindung der Buchdruckerkunst abgeschlossen, denn, abgesehen von der Kostenfrage, läßt sich mit geschnittenen Lettern kein sauberer Druck herstellen. Erst als es gelang, die Buchstaben zu gießen und dadurch die Lettern mit der erforderlichen Genauigkeit herzustellen, war das erreicht, was dem Buchdrucke seine ungeheuere Bedeutung gegeben hat, die Sauberkeit und die Billigkeit des Erzeugnisses. Man darf sogar sagen, daß der Letternguß den größten Teil der Erfindung ausmacht und auf ihm der Buchdruck beruht. Wenn daher manchmal diese Erfindung dem Peter Schöffer zugeschrieben wird, so nimmt man Gutenberg den besten Teil seiner herrlichen Schöpfung weg, denn er und kein anderer hat auch den Letternguß erfunden und damit seine Erfindung abgeschlossen und fertig der Welt übergeben. Schöffers Verdienste sind immer nur Verbesserungen der Gutenberg'schen Erfindungen gewesen. Gleichwohl hat Schöffer um die weitere Ausbildung des Gießens große Verdienste; es ist indessen möglich, daß auch Johann Fusts Bruder, Jakob Fust, dabei nicht ganz unbeteiligt blieb.

Nachdem man bewegliche Lettern aus Metall durch den Guß herstellen konnte, waren die größten Hindernisse beseitigt, und die ersten Buchdrucker der Erde konnten größere Unternehmungen beginnen. Ein einzelnes Alphabet sauber geschnittener Matrizen verschaffte, ganz nach Belieben, viele Tausende Lettern von gleicher Form und Größe. Gutenberg, der deutsche, rastlos sinnende Meister, welcher Vermögen, Zeit und Kraft der neuen Kunst gewidmet hatte, stand der Erreichung seines Zieles



nahe. Der wohlverdiente Lohn winkte ihm entgegen. Von der Bibel, welche das erste vollständige Werk der neuen Kunst sein sollte, waren zwölf Bogen vollendet, und Stoff zu größeren Werken war vorhanden. Bei dem hohen Preise der Bücher in jener Zeit konnte man durch Anwendung der neuen Erfindung verhältnismäßig sehr wohlfeile Bücher liefern und doch dabei beträchtliche Summen erwerben, so daß für die späteren Lebensstage des Erfinders keine Not zu erwarten war. Doch alles dieses sollte anders kommen. Fust, wohl merkend, welchen Nutzen er aus der neuen Erfindung ziehen könne, drängte, ehe noch der eigentliche Verkauf und Gewinn beginnen konnte, Gutenberg zur Wiedererstattung des ihm geliehenen Geldes, und als dieser nicht zahlen konnte und wollte, löste sich die 1450 geschlossene Verbindung schon im Jahre 1455 wieder auf, Gutenberg verlor den Anteil an dem Unternehmen und mußte seine Druckerei verlassen. In dem lang ersehnten Augenblicke also, da er die wohl verdienten Früchte seiner langjährigen Bestrebungen und der Arbeiten seines ganzen Lebens genießen sollte, da wurde er von seinen Mitarbeitern, denen er sein Vertrauen geschenkt hatte, derselben beraubt, schmähslich betrogen und von seinem eignen Unternehmen ausgeschlossen, von seines Geistes ureigenstem Rinde verdrängt.

Fust und Schöffer kannten nun Gutenbergs Geheimnis, bedurften seiner nicht mehr und druckten allein weiter; die Buchdruckerkunst trat von diesem Zeitpunkte an ins öffentliche Leben ein, und die vorerwähnte lateinische Bibel war das erste große Werk, welches im Jahre 1461 von dem Dasein und der Bedeutung der neuen Kunst der Welt Kunde brachte. Diese Bibel besteht aus zwei Bänden, davon der erste 427, der andere 317 Blätter stark ist. Die Blätter sind fast 30 cm breit, zweispaltig bedruckt, und die Anfangsbuchstaben (Initialen) in den Pergamentexemplaren mit Gold und verschiedenen Farben, in denen auf Papier mit Blau und Rot gemalt. Jede Seite, mit Ausnahme der ersten zehn Seiten, enthält 42 Zeilen, weshalb man diese Bibel die 42zeilige genannt hat. Nur 16 Exemplare derselben sind auf uns gekommen, und zwar 7 auf Pergament, 9 auf Papier. In Deutschland besitzen die Bibliotheken in Wien, München, Berlin, Leipzig, Frankfurt a. M., Dresden, Trier und Schaffenburg Exemplare dieser Bibel.

Fust und Schöffer verkauften die ersten Bibeln mit 60 Goldgulden das Stück, später mit 30. Schöffer reiste selbst nach Paris, um dort das Geschäft zu betreiben, und beide wurden sehr bald reiche Leute. Der Bibel folgten geringe Drucksachen, von denen einige noch das Ansehen haben, als seien sie mit hölzernen Typen gedruckt, doch konnten beim nunmehrigen Stande der Buchdruckerkunst jeden Augenblick größere Werke folgen.

Gutenberg aber, der an seinem Lebensabende um all seiner Mühen und Sorgen Lohn betrogen war, der mit dem 60. Jahre wieder so allein und mittellos dastand, wie in der ersten Zeit seiner Bestrebungen, blieb doch ungebrochener Mutes, und obwohl kein Jüngling mehr, begann er

von neuem zu arbeiten. Den Vor sprung seiner ungetreuen Mitarbeiter vermochte er natürlich nicht einzuholen. Doch hatte er bereits im Jahre 1456, durch Unterstützung des Mainzer Syndikus Dr. Humery, eine neue Druckerei, die zweite in Mainz, begründet, in welcher unter anderen Werken auch ein Psalterium oder Brevarium zum Chorgebrauch für Sonn- und Festtage am 14. Aug. 1457 — das erste Buch, das den Namen und Ort des Druckers und die Jahreszahl der Vollendung trägt — fertiggestellt wurde. Während Faust und Schöffer mit verdoppeltem Eifer zu wirken fortfuhren, entstand die dritte deutsche Druckerei, die von Albert Pfister in Bamberg. Wahrscheinlich war dieser ein Gehilfe in der Gutenberg-Fustschen Druckerei, trat aber frühzeitig, das ganze Geheimnis mit sich nehmend, aus derselben und gründete eine neue Werkstatt. Einige seiner Schriften gleichen den Gutenbergschen Urtypen vollkommen. Man hat sieben Druckwerke von Pfister, unter denen sich eine 36zeilige Bibel auf 881 großen Blättern befindet. —

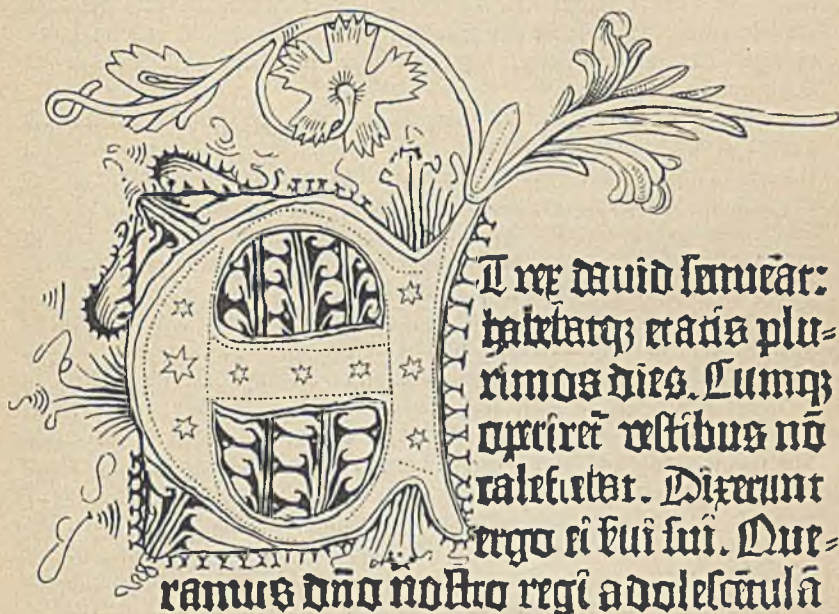
Alt und mittellos, erlahmte Gutenberg in seiner einst so schöpferischen Thatkraft, dem rührigen Schaffen seiner Gegner gegenüber. Das Jahr 1462 brachte schwere Tage über die unglückliche Stadt Mainz und ihre Bewohner. In einer Fehde zwischen dem Kurfürsten Diether von Mainz und dem Kurfürsten Adolf von Nassau überfielen die Leute des Nassauers in der Nacht vom 27. bis 28. Oktober die Stadt, plünderten sie, ermordeten und verjagten viele Bürger und zerstörten und verbrannten ihre Häuser. Fausts Druckerei verfiel dem gleichen Schicksale, denn er hatte eine Streitschrift wider Adolf gedruckt. Gutenberg aber genoss endlich einmal die lang verdiente und lang verjagte Anerkennung. Sein Landesherr, der Kurfürst Adolf von Nassau, ernannte ihn 1465 zum Lohn für „geleistete wichtige Dienste“ zum Hofkavalier und verlieh ihm einen Gnadengehalt. Gutenberg zog mit seiner Druckerei an den Hof Adolfs nach Eltville im Rheingau, verpachtete aber seine Druckerei bald darauf an Heinrich Bechtermünz, seinen Gehilfen und nahen Verwandten. Somit fand 1465 seine Wirksamkeit als Drucker ein Ziel. Die ihm wohl zu gönnende, weil wohlverdiente Ruhe und Sorglosigkeit seines Lebensabends konnte er aber nicht lange, nur kurze zwei Jahre, genießen. Im Jahre 1467 starb Gutenberg, kaum gekannt und schnell vergessen von seinen Zeitgenossen. Seine Familiengruft in der Minoritenkirche zu Mainz nahm den Leichnam auf, doch sind Grab und Begräbniskirche schon längst nicht mehr vorhanden.

Für die weitere Verbreitung der Buchdruckerkunst wirkte vor allem die Eroberung und Plünderung der Stadt Mainz durch den Kurfürsten und Erzbischof Adolf von Nassau im Oktober 1462, durch welche in gewaltthamer Weise der Schleier zerrissen wurde, welcher bis jetzt über dem Mainzer Geheimnisse ruhte. Hatten die sämtlichen Gehilfen bis jetzt Gutenberg oder Faust-Schöffer das eidliche Versprechen geben müssen, von der neuen Erfindung anderen keine Mitteilung zu machen, auch die Werkstatt nicht zu verlassen, so wurden sie durch die Greuel, welche über Mainz



kamen, zum Gegenteile gewaltsam genötigt. Sie wandten sich zumeist nach dem Süden, und hier findet man bald viele Pressen und Federn beschäftigt.

Von Deutschland aus verbreitete sich die Buchdruckerkunst nach Italien und Frankreich, nach der Schweiz und Holland, nach Ungarn, Spanien, England, Schweden, Portugal und Polen. Im besonderen Maße blühte die Buchdruckerkunst in Venedig auf, das am Ende des fünfzehnten Jahrhunderts in der Menge und Gediegenheit seiner Leistungen auf diesem Gebiete allen anderen Städten voranstand. Im Jahre 1500 gab es doch



21. Fassimile aus der ersten Gutenberg'schen 42zeiligen Bibel.

nicht weniger als 200 selbständige Buchdrucker, von denen einige eine geschichtliche Bedeutung erlangt haben. Schon im ersten Jahrhunderte nach der Erfindung finden wir in ganz Deutschland, namentlich im Süden, eine Menge Druckereien. Die in die erste Hälfte des sechzehnten Jahrhunderts fallende Reformation, sowie das allgemeine Aufblühen von Kunst und Wissenschaft, die Gründung von Volksschulen, die Einführung der allgemeinen Schulpflicht, die Verbreitung einer größeren Bildung, zunächst im deutschen Bürgerstande, beförderten das Entstehen zahlreicher neuer Druckwerkstätten.

An Arbeit fehlte es den Pressen nie. Neue Erfindungen und Entdeckungen — wir erwähnen nur das Auffinden der neuen Erdteile — große

Begebenheiten, große Männer unterstützten die Buchdruckerkunst in ihrer Thätigkeit und Entwicklung. Es gab schon in jener Zeit nichts im Reiche der Ereignisse, was nicht durch die Presse verhandelt wurde. Luthers Reformation und die Buchdruckerkunst leisteten sich gegenseitig mächtige Unterstützung. Dazu kam, daß die ersten Typographen Männer voller Geist und Liebe zu ihrem Geschäfte waren, welche es nicht verschmähten, sich mit den kleinen Einzelheiten ihrer Kunst bekannt zu machen, gleichzeitig aber durch ihre Bildung den Gelehrten nahe standen und darum Wissenschaft und Handwerk in glücklichster Weise zu verbinden wußten. In jenen Zeiten waren die Drucker immer noch die verlegenden Buchhändler; sie bestimmten ihre Unternehmungen selbst und führten sie auf eigene Gefahr aus, während es jetzt schon lange besondere Verleger gibt, für welche die Drucker um Lohn arbeiten.

In der ersten Zeit der Buchdruckerkunst galt nichts anderes als schöner Druck und schöner Stoff. Die Großartigkeit einiger gedruckten Unternehmungen jener Zeit ist wahrhaft erstaunenswert und noch jetzt der Gegenstand der Bewunderung von Kennern und Sammlern, welche die Werke der ersten Drucker mit ungeheueren Summen erkaufen. So ist z. B. ein Exemplar des in Gutenbergs Dffizin gedruckten „Donatus“ in England mit fast 21 000 Mark (1000 Pfd. St.) bezahlt worden, und ein Exemplar des früher erwähnten Psalteriums hat die neuere Liebhaberei durch Dibdin auf fast 210 000 Mark (10 000 Pfd. St.) geschätzt. Schon damals verfielen die Buchdrucker auf zierliche Nebensachen; sie druckten in allen Farben, sogar in Gold und Silber, ja in Frankreich zog man ganze Bücher auf Seide ab. Selbst das farbige Papier kam schon in Gebrauch, und im allgemeinen ward die höchste damals mögliche Stufe der Druckkunst erreicht. Heute sind wir freilich über jene Leistungen weit hinausgegangen, und wie würden jene alten, ehrenwerten Druckherren staunen, führten wir sie heute in einen unserer großen Maschinendrucksäle, und sähen sie die tausenden Rotationsmaschinen, welche in kurzer Zeit die Riesenauflagen unserer Tageszeitungen nicht allein drucken, sondern fix und fertig zusammengefaltet und abgezählt abliefern.

Die ersten Bücher wurden auf Pergament gedruckt, aber man fing sehr bald an, auch auf Papier zu drucken, und wir haben oben erzählt, daß ein Teil der Exemplare der 42zeiligen Bibel auf Papier gedruckt wurde. Der Gebrauch, die ersten Buchstaben der Abschnitte zwischen dem Druck zu setzen, fand nur noch einige Zeit hindurch Anwendung; bald aber setzte man zierliche Holzschnitte an ihre Stelle, welche in verschiedenen Farben eingedruckt wurden. Schöffer war in dieser Hinsicht ein fast unübertroffener Meister. Nach und nach schnitt man auch kleinere und niedrigere Lettern, und Neudörfer sowie ganz besonders Albrecht Dürer, welcher in einem seiner Werke — durch die bekannten „Dürerschen Alphabete“ — die Form der Buchstaben auf gewisse Gesetze zurückführte und bedeutend verbesserte, haben sich um die Buchdruckerkunst hochverdient gemacht. Die



Lettern der ersten Drucke waren ziemlich groß und der Form nach halbgotisch: erst Aldus Manutius in Venedig (1450—1515) beseitigte die sogenannte Mönchsschrift und führte die „Antiqua“ ein, welche ihren Namen von der nachgebildeten antiken römischen Schrift erhielt. Nach und nach fertigte man nicht nur größere, sondern vornehmlich auch viel kleinere Lettern; jetzt hat man mehr als 20 Schriftgrößen, welche noch durch die Art und Form der Schrift auf das außerordentlichste vermehrt werden, so daß eine bedeutende Buchdruckerei Hunderte verschiedener Schriftarten besitzt, für welche die Kunstsprache je nach Größe, Gattung und Schnitt besondere Namen hat.

Doch man begnügte sich nicht damit, nur Buchstaben zu drucken, sondern Ottavio Petrucci erfand zu Anfang des sechzehnten Jahrhunderts, also ungefähr hundert Jahre nach Gutenberg, die Kunst, Noten auf der Buchdruckpresse herzustellen, welche Erfindung der Franzose Jacques Salicque, Schriftgießer in Paris, um das Jahr 1610 sehr vervollkommnete, obschon auch er noch keineswegs alle bei den Noten vorkommenden Zeichen zu drucken vermochte. Das bei dem Notendrucke anzuwendende Verfahren ist ebenso schwierig als langwierig, indem nicht allein die Notenslinien, sondern sogar jede der einzelnen Noten aus einer Anzahl Stücke zusammengesetzt werden müssen. Aber auch diese Erfindung ist in neuester Zeit zu einer außerordentlichen Ausbildung gebracht worden.

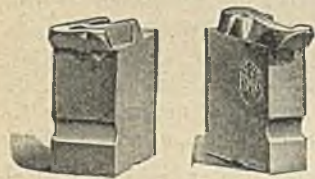
Die hohe Stufe von Vollendung, welche die Buchdruckerkunst im ersten Jahrhunderte ihres Wirkens erreicht hatte, beförderte nicht, wie man wohl annehmen könnte, den weiteren Fortschritt, wohl aber die Meinung der Buchdrucker von sich selbst. Der Buchdrucker betrachtete sich als geborenen Künstler und ward in seiner hohen Meinung durch Privilegien der Kaiser und Reichsfürsten bestärkt. Kaiser Friedrich III., der Zeitgenosse Gutenbergs, verlieh den Buchdruckern als Wappen einen schwarzen, einköpfigen, in den Krallen Tenakel und Winkelhaken (die Werkzeuge des Schriftsetzers) haltenden Adler im deutschen Felde. Aus dem offenen Helme wächst ein Greif, welcher zwei Druckerballen hält. In Universitätsstädten waren die Buchdrucker den akademischen Gerichten unterworfen und hatten außer anderen Rechten auch die Befugnis, Degen und besondere Kleider zu tragen.

Der Eifer und das Streben nach Fortschritt ließen dagegen allmählich nach, und die herrliche Kunst, welche in ihrem ersten Jahrhunderte so viel geleistet hatte, sank im nächsten schon tief, im darauf folgenden, bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts, bis zur Erbärmlichkeit herab. Schlechter Satz, schlechter Druck, schlechte, oft ganz abgenutzte und nach Schnitt und Form unscheinbar gewordene Lettern, zuletzt noch schlechtes Papier kennzeichnen die Erzeugnisse der Presse jener Zeit. Es kam so weit, daß man die Nützlichkeit der Buchdruckerkunst in Zweifel zog und befahl, nur in solchen Städten, wo die nötige Aufsicht über die Leistungen der Drucker geführt werden konnte, Buchdruckereien zu errichten.

Auf die Zeit der Erniedrigung folgte die der Erhebung, und wir können die Namen jener Männer nicht verschweigen, welche die Kunst Gutenbergs zuerst in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wieder zu Ehren gebracht haben; es sind die Deutschen Fleischmann in Harlem und Breitkopf in Leipzig, der Spanier Ibarra in Madrid und Bodani in Parma, Baskerville in London, Didot in Paris und Haas in Basel. Didot und Baskerville gaben den lateinischen Buchstaben schönere Formen und größere Regelmäßigkeit, jener nach französischem, dieser nach englischem Geschmack; der Buchdrucker und Verlagsbuchhändler Karl Tauchnitz in Leipzig führte die schöneren Schriften in Deutschland ein, und dank seiner und anderer Männer Bemühungen kann sich heute die deutsche Druckerei in allen Zweigen getrost mit jedem Nebenbuhler messen.

In unseren Tagen giebt es überall gut ausgerüstete und gute Arbeit liefernde Druckereien, und schon der Wettbewerb läßt es nicht zu, daß sie in Schlandrian verfallen. Eine gut eingerichtete Druckerei kostet aber viel Geld, denn es muß eine große Auswahl von Schriften vorrätig gehalten werden, weil außer den Werkschriften, auch Brotschriften genannt, noch eine Menge verzierter oder Luxuschriften da sein müssen, die sich in großen Druckereien bis zu Hunderten verschiedener Gattungen steigert. Neben den Druckmaschinen (Schnellpressen), die nicht wohlfeil sind, muß eine heutige gute Druckerei noch verschiedene Hilfsmaschinen besitzen, um gut arbeitsfähig zu sein. Mit den Pressen und Maschinen, welche immer mehr vervollkommenet sind, werden wir uns weiterhin mit einem kurzen Hinweise begnügen.

Die Buchstaben, Lettern oder Typen, aus denen der Schriftsetzer Worte, Zeilen und Seiten zu bilden hat, sind rechtwinkelige Metallstäbchen oder rechteckige Säulen. Das Bild des Schriftzeichens steht erhaben auf dem Metallstücke, aber verkehrt, so wie unsere Druckschrift im Spiegel erscheint. Je nach der Breite der Buchstaben ist die Stärke der Metallstäbchen verschieden, M m W w sind am stärksten, der Apostroph am schwächsten. In der Höhe sind jedoch alle Schriftzeichen



22 u. 23. Form der Schriftlettern.

gleich, damit beim Aneinanderreihen derselben eine ebene Druckform entsteht. Nahe am Fuße der vorderen Fläche der Type befinden sich ein oder mehrere eckige oder halbkreisförmige Einschnitte, die sogenannten Signaturen, welche den Setzer erkennen lassen, wie er den Buchstaben richtig erfaßt und in das Setzinstrument, den Winkelhafen, stellt, ohne das Bild anzusehen. Diese Signaturen sind immer auf der Seite des Metallstückes, auf welcher sich der Fuß des Schriftzeichens befindet, also unten, eingegossen oder eingehobelt worden.

Das Typenmaterial liefert dem Buchdrucker der Schriftgießer. Zum Gießen braucht der Schriftgießer eine Form. Die Herstellung dieser





Form (der Matrize) geschieht in der Weise, daß zunächst jeder Buchstabe vom Stempelschneider in Stahl geschnitten wird, der zu diesem Zwecke ausgeglüht ist. — Nachdem der Buchstabe erhaben auf das Stahlstäbchen geschnitten ist, härtet man den Stahl wieder und unterwirft den Stempel nochmals einer genauen Prüfung. Mittels einer für den Zweck gebauten Prägepresse wird der Stahlstempel in eine Kupferplatte gedrückt, in welcher sich nach Entfernung des Stempels das Buchstabenbild vertieft zeigt. Die auf diese Weise gewonnene Gießform bedarf nun noch einer sehr sorgfältigen Bearbeitung, damit sie so in das Gießinstrument paßt, daß nicht allein das Bild des Buchstabens genau mit den anderen Buchstaben Linie

Α	Β	Γ	Δ	Ε	Ζ	Θ	Η	Ι	Κ
Λ	Μ	Ν	Ο	Ρ	Σ	Τ	Υ	Φ	Χ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
—	*	ll	W	x	y	z			
Ä	Ö	Ü	„	ß	ğ	ä	st	ö	ü
							z	§	†
							]	?	'
<sup>1/2</sup> Gebierte.	ff	f	t	u	r	z	y	w	j
	fi	s				v		=	? ! )
								:	; :
<sup>1/2</sup> Gebierte.	f	h	m	i	n	o	q	.	<sup>1/4</sup> Geb.
<sup>1/2</sup> Gebierte.	cf	l		Spatta.			p	,	<sup>1/2</sup> Geb.
									<sup>1/4</sup> Geb.
<sup>1/2</sup> Gebierte.	c	ll	a	<sup>1/2</sup> Gebierte.	c	d	ff	fi	fl
	b						f	g	Quadraten.

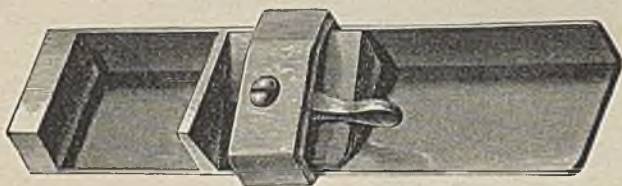
26. Einteilung eines Gießkastens für deutschen Satz.

hält, sondern daß dasselbe auch rechtwinkelig auf dem Typenstäbchen stehe. Man nennt diese Arbeit das Justiciren. —

Beim Arbeiten steht der Gießer vor einer Pfanne mit Schriftmetall, das durch ein kleines Feuer flüssig erhalten wird. Die Masse besteht aus etwa 70 Teilen Blei und 30 Teilen Antimon, da Blei allein zu weich sein würde. Der Gießer füllt mittels eines eisernen Löffelchens seine Form auf, giebt einen raschen Ruck nach oben, damit das Metall gehörig in die unten liegende Matrize dringt, öffnet mit einem Drucke sein Instrument und wirft den nun schon erstarrten Buchstaben heraus. Nach Umständen fertigt ein Arbeiter 3000 bis 5000 Stück den Tag. Der Schriftgießer fertigt nicht von jedem Buchstaben des Alphabets eine gleich große Anzahl Buchstaben an, da von einigen derselben z. B. e n weit mehr gebraucht werden als etwa r oder q. Ein Doppelzentner (100 Kilo) der Schrift,



aus welcher dieses Werk gesetzt ist, enthält annähernd 100 000 Buchstaben. In dieser Zahl befinden sich etwa 12 000 Stück e, 8000 Stück n, dagegen nur 150 Stück q. Auch von den großen Buchstaben gießt man nicht von allen die gleiche Anzahl, doch sind hier die Unterschiede nicht so groß. Damit immer das richtige Verhältnis in der Buchstabenanzahl getroffen wird, hat jede Gießerei sogenannte Gießzettel, nach welchen die Anzahl der Typen bestimmt wird. Nach dem Gusse werden die Lettern auf einem Steine an ihren Seiten glatt geschliffen und zuletzt behufs Hobeln der beiden Regelflächen, des Fußes und der Signatur auf den Westoftisch gebracht. Auch für dieses Geschäft sind Maschinen vorhanden, welche das Drei- oder Vierfache der Handarbeit leisten. Heutzutage wird nur noch ganz wenig Handguss hergestellt, und zwar fast ausnahmslos nur größere Schriftgrade. Für den Guss der Probschriften sind sehr sinnreiche Maschinen gebaut, die nur der Beaufsichtigung durch einen Gießer bedürfen, sonst aber die ganze Arbeit des Gießens, Schleifens, Hobelns, Abzählens u. s. w. selbstthätig besorgen und den Buchstaben fertig zum Gebrauche für den Buchdrucker liefern. Diese Maschinen heißen Kompletzgießmaschinen.



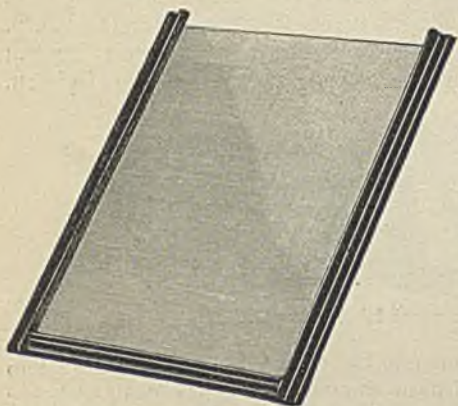
26. Der Winkelhaken des Schriftsetzers.

Machen wir nun einen Gang durch eine größere Druckerei und gestatten wir uns den unterhaltenden Anblick, wie emsige Regsamkeit der Menschen und das rasche Spiel künstlicher Maschinen zusammenwirken, um Leistungen hervorzubringen, die jeden Unkundigen in Erstaunen setzen.

Wir gelangen zuerst in den Setzsaal (Abb. 24), wo es ziemlich still zugeht. Hier sehen wir die Setzer vor ihren pulkartig schräg aufgestellten Schriftkasten stehen, die Lettern einzeln nacheinander aus denselben herausnehmen und in einem in der linken Hand gehaltenen Instrument, dem Winkelhaken (Abb. 26), aufstellen. Der Schriftkasten enthält eine große Anzahl größerer und kleinerer vertiefter Fächer, in denen die Lettern oder Buchstaben liegen, und zwar so, daß die zumeist erforderlichen am ersten zur Hand sind und die größten Fächer haben. Es sind dies die Buchstaben e und n, ferner i o u m t r d. Außer den Buchstaben befinden sich noch die Satzzeichen, Ziffern, sowie schmale Körperchen im Schriftkasten, welche der Setzer Spatien nennt, die zum Auseinanderhalten (Sperren) der einzelnen Buchstaben dienen, sowie auch die Gebierten, die Halbgebierten zur Trennung der Wörter und die Quadrate zum Ausfüllen größerer Räume. Zum Aufsammeln und Ordnen der Buchstaben in

Wörter nach dem vor ihm befindlichen Manuskripte bedient der Setzer sich, wie gesagt, des Winkelhakens, eines aus Metall hergestellten Werkzeuges, dessen Einrichtung aus der Zeichnung ersichtlich ist. Die Anleitung zum richtigen Erfassen giebt die Signatur, die also immer gut mit den Fingern zu fassen ist. Ist eine Zeile fertig gesetzt, so wird sie ausgeschloffen, d. h. entweder müssen die Zwischenräume zwischen den einzelnen Worten durch Einschieben von dünnen Ausschlußstücken, sogenannten Spatien, vergrößert werden, wenn das letzte Wort die Zeile nicht ganz füllt, oder man muß die Zwischenräume verkleinern, sobald einzelne Buchstaben des letzten Wortes nicht mehr in die Zeile hineingehen. Zum Setzen gehört auch ein Stückchen Messingblech, die Setzlinie, die zuerst in den Winkelhaken eingestellt und jeder fertig gewordenen Zeile wieder vorgelegt wird. Ist der Winkelhaken vollgesetzt, so wird der Satz mit

Hilfe der Setzlinie durch einen geschickten Handgriff ausgehoben und in das Schiff (Abb. 27) gestellt, ein Brett oder eine Zinkplatte mit Raudeinfassung auf drei Seiten, während die obere offen ist. Auf ihm werden die Zeilen angesammelt, bis sie hinreichen zur Bildung einer Seite. Alsdann wird der Satz mit Bindfaden ein paar mal fest umschlungen (ausgebunden) und kann nun von geübter Hand als ein Ganzes aufgehoben und auf eine wagerechte Ebene gestellt oder gehoben werden.



27. Das Schiff des Schriftsetzers.

Auf dem Bogen können, je nach dem gewählten Format, 4, 8, 16, 24 u. s. w. Seiten stehen. Das vierseitige Format heißt Folio, das achtseitige Quart, das sechzehnseitige Oktav. Hat nun der Setzer z. B. die 16 Seiten eines Oktavbogens fertig, so bildet er daraus eine Druckform und ordnet seine 16 Satzstücke auf dem Satzbreite derart, daß die einzelnen Seiten in dem gefalzten und aufgeschrittenen Bogen hintereinander fortlaufend stehen.

Wenn die Schriftstücke auf der Tafel in die gehörige Entfernung voneinander gerückt sind, wird um dieselben ein eiserner Rahmen gelegt. Die Zwischenräume zwischen den Seiten werden mit genau gearbeiteten Metallkörpern (Stegen) ausgefüllt. Dann verbindet man die Form durch Keile oder Schrauben zu einem Ganzen, das aufgehoben und fortgeschafft werden kann.

Um die Formen in den Rahmen festzuspannen, hat man eine ganze Reihe von Vorrichtungen erfunden, deren Aufzählung hier übergangen



werden kann. Dieselben beruhen alle mehr oder weniger auf dem Grundsatz, zwischen Rahmen und Form auf schief zu einander stehenden Flächen Reile oder Rollen einzutreiben.

Ehe die Formen zur Presse wandern können, muß erst die Korrektur des Satzes besorgt werden. Der Korrektor vergleicht einen Abdruck des Satzes sorgfältig mit dem Manuskripte und bezeichnet alle Abweichungen und Satzfehler, die sehr verschiedener Art sein können, am Rande des Abdruckes. Nach dieser Anweisung verbessert der Setzer seinen Satz, indem er mit einer Ahle die falschen Buchstaben oder Wörter heraushebt und die richtigen dafür einsetzt. Von dem berichtigten Satze wird ein neuer Abdruck gemacht und mit der ersten Korrektur an den Korrektor zurückgegeben, welcher nun vergleicht, ob alles Vorgeschiedene richtig ausgeführt worden ist, auch das Ganze zum zweitenmal lesen soll und alle sich noch zeigenden Fehler am Rande des neuen Abzugs, der sogenannten Revision, bemerkt, im Nothfalle auch noch eine zweite Revision bestellt. Nun will aber auch der Verfasser des Buches sehen, wie seine Arbeit ausfällt, und darum ist ihm vorher gleichfalls ein Probeabdruck zu übersenden. Nur gar zu häufig kommen aber solche Bogen zurück, bedeckt mit Änderungen und Zusätzen, die dem Verfasser nachträglich noch beigegeben sind, der in seiner Unkenntnis des Druckwesens gar nicht weiß, was er damit der Druckerei zumutet. Da geht denn das Ändern und Umbauen (Umbrechen) des Schriftsatzes von neuem an, so daß es oft lange dauert, bis ein ausgefertigter Bogen wirklich in die Presse gelangt. Auch von hier aus, wenn alles zum Drucke fertig ist, geht noch ein Probeabdruck, die Presserevision, an den Faktor.

Bei dieser wird aber nicht mehr auf den Inhalt, sondern nur auf das Äußere: gute Beschaffenheit aller Buchstaben, gerade Stellung der Zeilen, gleichmäßige Verteilung der Farbe u. s. w. gesehen. In dringlichen Fällen, also beim Zeitungsdrucke stets, doch auch bei anderen Druckjachen, an deren Herstellung mehrere Setzer helfen müssen, verlaufen die Dinge etwas anders. Da müssen die Manuskripte so verteilt werden, daß jeder nur ein Stück oder Stückchen davon bekommt; alle haben dann ihre Arbeiten nebst dem Manuskripte ausgegeben an einen einzelnen, den Formatbildner oder *motteur en pages* abzuliefern. Dieser formt nun erst die Schriftseiten daraus, versieht sie mit den nötigen Seitenzahlen, Überschriften u. s. w. und schließt sie dann in Formen. Im Zeitungsdrucke kann auch auf die Korrektur nicht so lange gewartet werden; man zieht sie, sobald ein Stück Satz fertig ist, in Streifen (Fahnen) ab.

Ist eine Form ausgedruckt, so wird sie mittels scharfer Lauge von der noch anhängenden Farbe befreit. Um nun den Schriftsatz in der Setzerei weiter zu gebrauchen, wird er wieder in die Schriftfächer des Setzkastens „abgelegt“, wie der Kunstausdruck dafür lautet, nur mit dem Unterschiede, daß die Berlegung rückwärts geht und das letzte Wort eines Satzes zuerst wieder in den Kasten kommt.

Das Schriftsetzen geht noch ganz in derselben Weise vor sich, wie es von alters her gewesen; Maschinen zum Setzen und Ablegen sind zwar von einer großen Anzahl von Erfindern gebaut worden, aber es ist bis jetzt nicht gelungen, etwas allgemein Brauchbares herzustellen.

Wenn früher bei einem Werke ein dauernder Absatz zu erwarten war, so ließ man den Schriftsatz aufheben, um ihn zu ferneren Auflagen immer wieder zu benutzen. Da aber dieser „stehende Satz“, wie der Fachausdruck dafür lautet, zu anderen Zwecken gar nicht weiter benutzt werden konnte, so lag ein bedeutendes Kapital tot da. Jetzt macht man nach dem Schriftsatz die viel weniger Schriftmasse erfordernden Stereotypplatten, druckt davon beliebige neue Auflagen und hat noch den Gewinn dabei, daß der Satz keiner Korrektur wieder bedarf. Sollten in der Platte Buchstaben u. s. w. ausbrechen, so können leicht andere eingelötet werden.

Das Stereotypieren geschah früher so, daß man von dem Schriftsatz einen Gipsabguß nahm, gut austrocknete und in eine Gußform legte, welche über einem Kessel mit flüssiger Schriftmasse aufgehangen und darin versenkt wurde. Von dem erkalteten Guß wurde dann das Gips abgebröckelt, so daß die Form verloren war. Diese Methode ist jetzt durch die Papierstereotypie so gut wie beseitigt. Man breitet einen starken Papierbogen aus, bestreicht ihn mit einer aus Stärke und Schlemmkreide bestehenden Masse und legt einen Bogen Seidenpapier darüber, der wieder bestrichen und mit Seidenpapier belegt wird. So bringt man 6—8 Bogen übereinander, kehrt dann die feuchte weiche Lage um und legt sie über die Schrift. Diese Papierlagen werden mit einer Bürste über die Form geschlagen, dann durch einen gelinden Druck in der Presse an die Schrift getrieben, so daß sie alle Eindrücke derselben annimmt. Das Ganze bleibt dann, mit einer heißen eisernen Platte bedeckt, in der Presse oder kommt in einen Trockenofen. In kaum einer Viertelstunde ist die Papiermatrize getrocknet, enthält die Schrift aufs schönste ausgedrückt und stellt eine dünne, biegsame Pappe dar, von welcher man in wenigen Minuten einen Abguß, dann wieder einen und so fort, nehmen kann, denn das ist das Schöne bei der Sache, daß eine solche Form wenigstens vier Abgüsse aushält, man also denselben Text gleichzeitig viermal drucken kann.

\* \* \*

Nur wenige unserer bedeutenderen Erfindungen haben sich so lange in ihrer ursprünglichen Form und in ihrer Arbeitsweise erhalten, wie gerade die Buchdruckpresse.

Blicken wir zurück auf den Anfang unseres Jahrhunderts, so sehen wir den Buchdrucker noch auf dieselbe Weise drucken, wie den Altmeister der Kunst: auf der Handpresse. Gutenberg erbaute seine Presse nach dem Vorbilde einer Weinkelter, und alle späteren Handpressen sind nach dem-



selben Grundgedanken gebaut worden: Zwischen zwei senkrecht stehenden, oben durch einen starken Querbalken verbundenen Säulen ist ein Tisch oder eine Platte angeordnet, die auf Säulen oder Füßen ruht. Auf diese Platte wird die Form gelegt. Über der Formplatte hängt an einer Schraube, die in einem (im Querbalken sitzenden) Gewinde geführt ist, eine andere Platte.



28. In einer Druckerei des sechzehnten Jahrhunderts.

Wird nun mittels eines Hebels die Schraube nach unten gedreht, so übt die von oben kommende Platte auf die Form einen Druck aus. Nach dem Zurückdrehen der Schraube wird die Form unter der Platte hervorgezogen, und das Papier ist auf einer Seite bedruckt.

In den ersten hundert Jahren wurde nichts an der einfachen, fast nur aus Holz bestehenden Vorrichtung geändert, bis ein gewisser Tanner in Nürnberg zuerst eine messingene Spindel oder Schraube anwendete.

Nach und nach hat man die Presse verbessert, namentlich die hölzernen oder steinernen Platten durch eiserne ersetzt, zur Erleichterung des Zuges beim Druck zwei Bengel oder Hebel angebracht u. s. w. Während des siebzehnten Jahrhunderts, der Zeit des Verfalles des Buchdruckes, blieb der Bau der Presse unbeachtet, man begnügte sich mit den von den Vätern überkommenen. Erst gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts ward sie wieder ein Pflegekind des Erfindungsgeistes. Nun folgten die Verbesserungen schnell aufeinander.

Man hante die Pressen ganz aus Eisen, verbesserte die Hebelverbindung, brachte Gegengewichte an, die den Tiegel (die an der Spindel hängende Platte) nach beendetem Drucke selbstthätig wieder in die Höhe hoben, u. s. w. Die eiserne Presse wurde sofort nach ihrem Auftreten von vielen Mechanikern in England, Amerika und Deutschland abgeändert und verbessert, so daß sich leicht über ein Duzend Bauarten aufzählen ließen. Meistens wurde die Schraube beseitigt und durch Zug- und Kniehebel ersetzt, welche den Tiegel mit weniger Kraftverlust niedertreiben als die Schraube.

Um die Druckerchwärze auf die Form aufzutragen, bediente man sich früher zweier Lederballen, die auf dem Farbetische mit Schwärze eingerieben wurden (siehe Abb. 28). Ein bedeutender Fortschritt war die Einführung der Walze für diesen Zweck, deren Stoff aus Leim, Sirup oder Glycerin bestand.

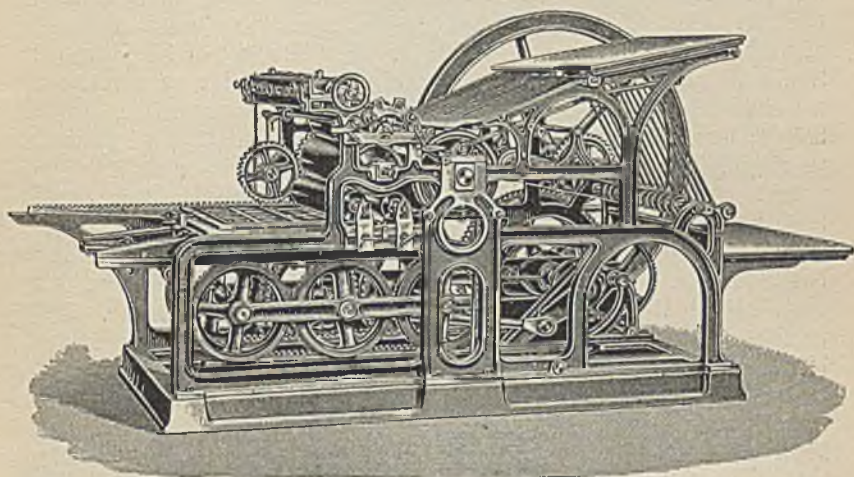
Die eisernen Pressen verzeichneten schon einen großen Fortschritt im Druckgewerbe, denn in Bezug auf die Güte des Druckes und die Leistungsfähigkeit waren sie den Holzpressen weit überlegen.

Die Arbeitsleistung eines Druckers an der Handpresse unter Beihilfe eines Jungen war ja immerhin schon eine bedeutende, lieferte derselbe doch bei ungestörter Arbeit, die glatt hintereinander gedruckt werden konnte, annähernd 1000 Drucke an einem Tage. Nie aber hätte das Druckwesen zu seiner heutigen Bedeutung gelangen können, wenn uns der Erfindungsgeist nicht die Schnellpresse brachte, welche die Menschenarbeit nicht allein ersetzt, sondern die Arbeit auch schneller und besser, namentlich gleichmäßiger liefert.

Die erste im Gegensatz zur Handpresse Schnellpresse genannte Druckmaschine ist von dem Deutschen Friedrich König durch Unterstützung der Engländer Bensley und Taylor erbaut, welche in London das Druckgewerbe ausübten. A. F. Bauer, ein Mechaniker, hat bei dem Bau der 1811 in Gebrauch genommenen Schnellpresse thätige Mithilfe geleistet; die Ehre der Erfindung gebührt also den deutschen Männern König und Bauer. In der Bauart lehnte sich diese erste Schnellpresse in vielen Teilen der Holzpresse an. Sie besorgte jedoch das Einschwärzen der Form anstatt mit den Ballen selbstthätig mit Walzen und war in der Schnelligkeit ihrer Leistungen jener um das Doppelte überlegen. König änderte jedoch diese erste Schnellpresse bald und ordnete anstatt des den Druck auf einmal



ausübenden ebenen Tiegels eine große, mit elastischem Stoffe, z. B. Filz, überzogene Walze an, unter welcher die Form hindurchgehen mußte. Beim Abrollen der Walze über die Form übte diese auf die Schrift einen Druck aus. Damit war die Frage der Schnellpresse gelöst, denn diese Presse befriedigte weit mehr als diejenige mit flacher Druckfläche und lieferte ungefähr 800 einseitig bedruckte Bogen in der Stunde. Unter dem 30. Oktober 1811 erhielt König ein Patent auf diese Presse, nach welcher der Besitzer der „Times“ (der größten englischen Zeitung) sofort zwei weitere Maschinen bestellte, als er dieselbe arbeiten sah. Am 29. November 1814 kündigte die „Times“ ihren Lesern an, daß die gegenwärtige Nummer nicht durch Menschenhände, sondern auf zwei mit Dampf betriebenen



29. Einfache Cylinder-Schnellpresse mit Eisenbahnbewegung und Selbstauflieger von König & Bauer.

Maschinen gedruckt sei. Das war für die ganze Welt ein staunenerregendes Ereignis, und man kann den 29. November 1814 als den eigentlichen Geburtstag der Cylinderschnellpresse bezeichnen.

Dem wahren Erfinder der Schnellpresse, König, machte man den Ruhm auf alle mögliche Weise streitig, und der fremden Eifersucht müde, kehrte er im Jahre 1817 in sein Vaterland zurück. Bauer folgte später. Im Jahre 1818 kauften beide die Gebäude des Klosters Oberzell bei Würzburg, gründeten daselbst eine Maschinenfabrik, die einen ungeahnten Aufschwung nahm und deren Erzeugnisse heute in der ganzen Welt verbreitet sind.

Die v. Deckersche Hofbuchdruckerei in Berlin und die Druckerei der Spenerschen Zeitung daselbst waren die ersten deutschen Druckereien (1822), die Schnellpressen aus der Fabrik von König & Bauer erhielten.

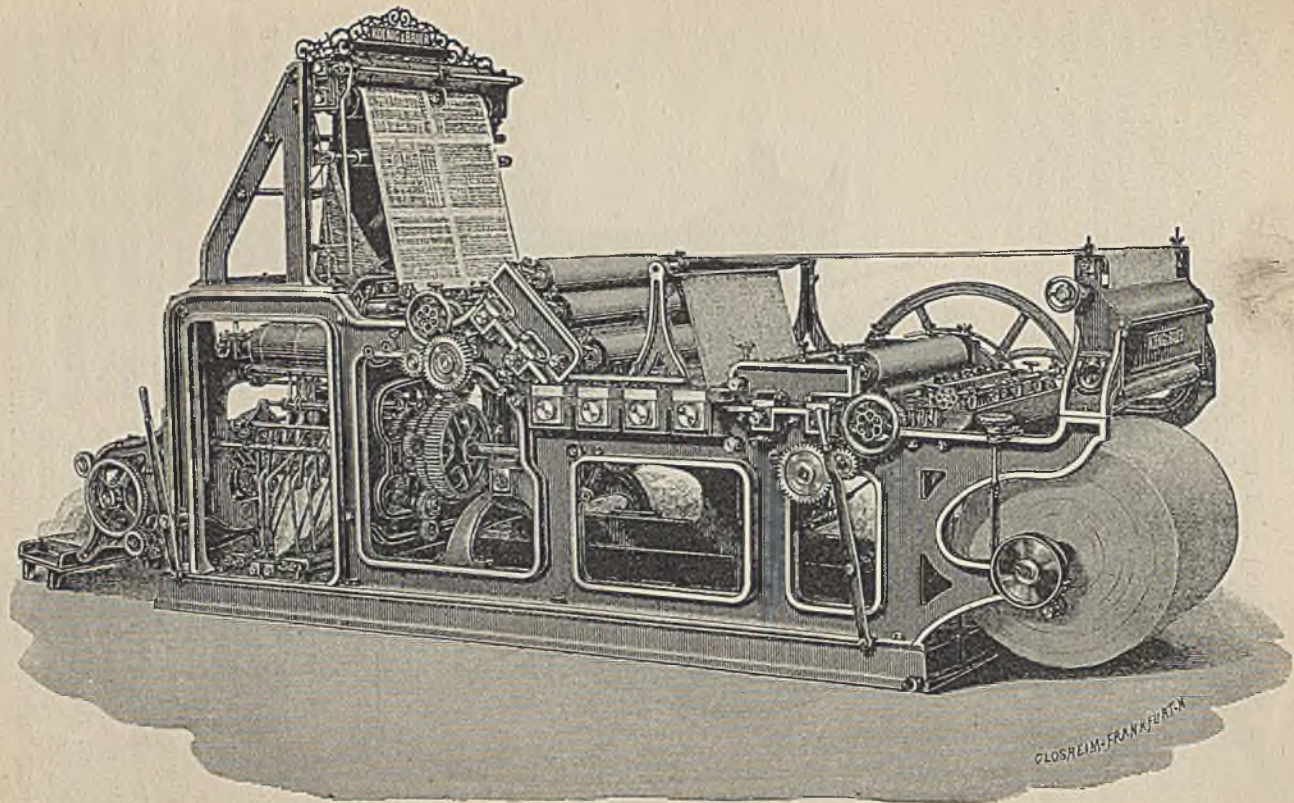
Bei den bisher gebauten Pressen konnte immer nur eine Farbe gedruckt werden. Königs erstem Sohn, Wilhelm, haben wir die Zweifarbenmaschine zu verdanken, auf welcher das Papier auf einer Seite gleichzeitig in zwei Farben bedruckt werden kann.

Die Haupttriebfeder zur Vervollkommnung und Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Pressen bildete der Zeitungsdruck. Große Zeitungen waren gezwungen, um ihre Leser schnell zu bedienen, für die großen Auflagen ihrer Blätter mehrere Maschinen zu benutzen und insolgedessen den Satz mehrmals herstellen zu lassen, da die Stereotypie noch nicht so entwickelt war, um von dem fertigen Satze Platten herstellen zu können. Mit der Vervollkommnung der Papierstereotypie nahm der Bau der Zeitungspressen eine ganz neue Richtung an. Durch die Papierstereotypie ist es möglich, von dem durch die Schriftsetzer hergestellten Typensätze Formen (Matern) abzunehmen; diese Matern lassen sich biegen, und nun war die schon von König als ausführbar gehaltene Idee, endloses Papier zu verdrucken, um einen bedeutenden Schritt ihrer Verwirklichung näher gerückt. Da es möglich war, die von dem Satz abgenommenen Formen (Matern) zu biegen, so ließen sich von diesen Formen auch gerundete Abgüsse herstellen. Man erhielt auf diese Weise runde Typenformen, welche auf Walzen befestigt werden, sich an elastischen Walzen (den Druckcylindern) abrollen und an das zwischendurch laufende Papier den Druck abgeben. Um das Papier auf beiden Seiten bedrucken zu können, ordnete man beim Bau der neuen Pressen zwei Typencylinder und zwei Druckcylinder an. Das endlose Papier wird auf großen Rollen von der Papierfabrik geliefert und direkt von der Rolle in die Maschine eingeführt; von dieser geseuchtet, es durchläuft die Walzenpaare in S-förmiger Weise, wird auf beiden Seiten bedruckt, geschnitten, abgezählt und auf Haufen gelegt. Der Hauptvorteil dieser Erfindung besteht darin, daß man diese sich immer in einer Richtung drehenden (rotierenden) Walzenpaare sehr schnell laufen lassen kann, wodurch die Leistungsfähigkeit ganz bedeutend gesteigert wurde. Zum Unterschiede von den Schnellpressen mit hin und her bewegter Druckform nennt man diese Pressen Rotationsmaschinen.

In den Jahren 1867—1872 wurde in der mechanischen Werkstätte der „Times“ in London für den Druck der genannten Zeitung eine solche Rotationsmaschine gebaut, welche nach dem Besitzer derselben „Walterpresse“ genannt wurde. Auf das Festland kamen die ersten Rotationsmaschinen im Jahre 1873 gelegentlich der Wiener Weltausstellung. Dieselben waren für die Druckerei der „Neuen Freien Presse“ bestimmt und wurden auf der Weltausstellung zum Drucke des Ausstellungskataloges benutzt.

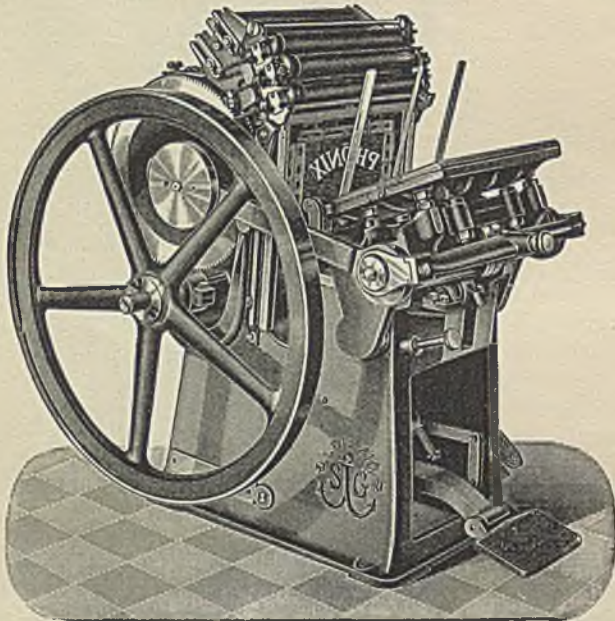
Die Maschinenfabrik „Augsburg“ war die erste deutsche Fabrik, welche die Herstellung derartiger Pressen aufnahm. Beim Baue ihrer Rotationsmaschinen haben die Walterpressen als Vorbild gedient. Selbstverständlich sind im Laufe der Jahre so viele und so schwerwiegende Verbesserungen vorgenommen worden, daß eine heutige Rotationsmaschine den Erstlings-





30. Rotationsdruckmaschine von König & Bauer.

findern ihrer Gattung nicht mehr ähnlich sieht. Jetzt baut eine ganze Anzahl deutscher Schnellpressenfabriken „Endlose“, und zwar nicht allein für Zeitungs-, sondern auch für Werk- und Bilderdruck. König & Bauer liefern Rotationsmaschinen (vgl. Abb. 30) für wechselnde Formate, für Zweifarben- und Illustrationsdruck und Vielfarbenrotationsmaschinen. Diese letzteren Maschinen drucken von gebogenen Platten gleichzeitig in drei oder fünf Farben und liefern je nach Größe und Farbenzahl 600—1000 Abdrücke in der Stunde. Das Format ist beliebig veränderlich. Die geschnittenen Bogen werden durch Menschenhand einzeln angelegt wie bei



31. Steinrotationspresse „Phönix“ von F. W. Schetter & Wiegand in Leipzig.

einfachen Maschinen. Die Zwillingrotationsmaschinen drucken gleichzeitig von zwei Papierrollen. Sie bestehen aus zwei Druckwerken und einem beiden gemeinsamen Falzapparate. Durch diese Verbindung wird die größte Leistungsfähigkeit erzielt.

Gleichwie die Rotationsmaschinen, die ja zum großen Teile dem Zeitungsdrucke dienen, immer mehr vervollkommenet sind, hat auch der Bau der anderen Schnellpressen eine hohe Stufe der Vollkommenheit erreicht. Fast jede neue Maschine weist gegen ihre Vorgängerin eine Abänderung auf, die eine Verbesserung bedeutet. Die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Schnellpressen wachsen auch mit jedem Tage, namentlich seitdem der Buntbilder- und Landkartendruck von erhabenen Platten den



Wettbewerb mit dem Steindrucke erfolgreich aufgenommen hat und schon auf einer hohen künstlerischen Stufe steht.

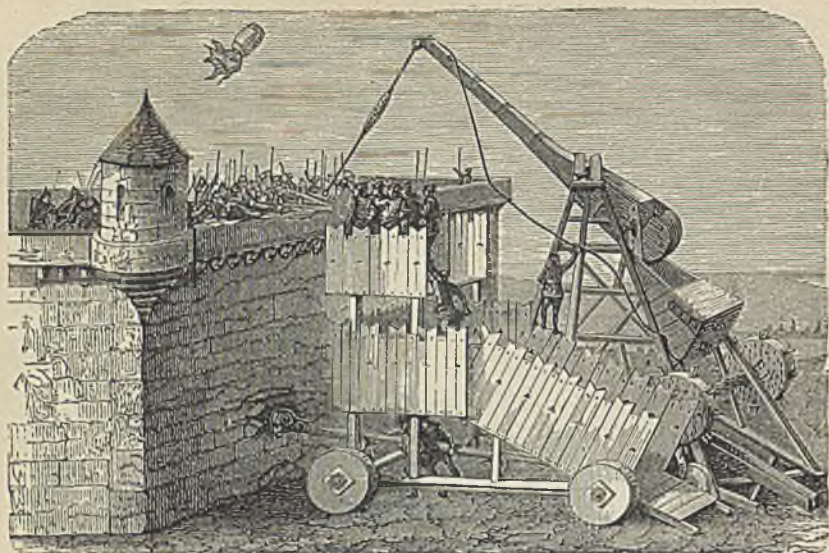
In den letzten zwanzig Jahren ist man mit Erfolg bestrebt gewesen, für kleine Arbeiten auch kleine Pressen zu schaffen, die dieselbe Leistungsfähigkeit wie die Schnellpressen haben, in ihrer Handhabung und Bedienung aber einfacher als jene sind. Das sind die Tiegeldruckpressen, bei denen der Druck dadurch erfolgt, daß eine ebene Platte, der Drucktiegel, auf welchem das Papier „angelegt“ wird, gegen die Schriftform gepreßt wird.

\* \* \*

Das Buchdruckgewerbe ist namentlich in den Großstädten Berlin, Leipzig und Stuttgart, welche von jeher für dasselbe eine Pflegestätte waren, ganz bedeutend entwickelt, und es finden in demselben und in seinen Nebenzweigen Tausende von Händen lohnende Beschäftigung.

Welchen Umfang die Buchdruckerkunst angenommen hat, erhellt am besten aus den nachstehenden Zahlen. Es bestanden im Jahre 1899 in Deutschland 5400 Buchdruckereien und 1600 Buchdruckereien in Verbindung mit Steindruckereien, also zusammen 7000 Druckereien. Beschäftigt wurden annähernd 130000 Personen.

Leipzigs Anteil am Buchgewerbe erkennt man an den Ergebnissen der Berufszählung von 1895; es besaß an diesem Tage 129 Schriftgießereien, 400 Buchdruckereien (darunter 10 mit mehr als 200 beschäftigten Personen) und zählte im ganzen über 11000 Arbeiter.



32. Wurfmaschine für gleiches Feuer.

## Schießpulver und Feuerwaffen.

Krieg haben die Menschen miteinander zu allen Zeiten geführt. Der ewige Frieden ist ein schöner Traum. Im Kriege entfalten sich der Menschheit edelste Tugenden: Mut und Aufopferung, treue Pflichterfüllung und Entsjagung. Der Soldat giebt sein Leben für sein Vaterland und dessen Fürsten dahin. Nationen kämpfen bis zum Tode für ihre Freiheit und die Wahrung ihrer Rechte gegen fremde Unterdrücker. Im Frieden und ungestörten Wohlleben geht die Kraft der Völker zu Grunde, und wollte man wirklich behaupten, daß der Krieg ein Übel sei, so muß man doch anerkennen, daß derselbe ein notwendiges Übel ist. Sollten einmal die ersehnten Zeiten des ewigen Friedens kommen, so müßten sich die Menschen, nicht bloß einzeln, sondern im großen ganzen, erst gewaltig ändern; sie müßten lernen, ihre Leidenschaften stets unter der Botmäßigkeit der Vernunft zu halten, also auch mehr Vernunft haben; sie müßten mehr Gerechtigkeit, Billigkeit und Menschenliebe sich aneignen.

Auf keiner Bildungsstufe sind die Menschen vom Kriege verschont gewesen. Bei Naturvölkern sind die Ursachen gewöhnlich Nahrungsfragen. Jäger- und Fischerstämme schlagen sich wegen Verletzung von Jagdgebieten,



Hirtenvölker wegen Viehdiebstahls. Manchmal, wie in den Zeiten der Völkerwanderung, hatten Nationen kein Land zum Wohnen oder wünschten sich ein besseres, fielen daher über fremde Länder her und besiegten deren Bewohner oder wurden selbst erschlagen. Auch die Europäer, indem sie sich große Länder in Amerika, Asien, Afrika, Australien unterwarfen, haben es keineswegs besser gemacht, und trotz unserer gerühmten Zivilisation haben wir in diesem Jahrhunderte in Europa eine Menge Kriege gehabt.

Längst ist das Kriegswesen Gegenstand einer besonderen Wissenschaft oder vielmehr einer Mehrheit von Wissenschaften, deren Früchte auch dem gewöhnlichen Leben zu gute kommen. Gewaltig sind die Fortschritte, welche die kriegerische Technik in der Beschaffung immer wirksamerer Mittel zu Angriff und Verteidigung zu Lande und zu Wasser in unseren Zeiten gemacht hat. Gewaltig und schrecklich war die Waffenprobe 1870, in welcher der Erbfeind so schmähtlich unterlag, weil er seine Waffen in gottlosem Frevel gegen uns erhob, während die unseren durch Vaterlandsliebe und das Gefühl des guten Rechtes geweiht waren.

Auf der niedrigsten Stufe der Bildung, welche man als rohe Urzeit und als das Steinalter bezeichnet, als noch die Verarbeitung der Metalle nicht bekannt war, boten die Faust, ein Knüttel, ein Kiesel, Hammer und die Art von Stein, sowie Wurfspeer, Pfeil und Bogen die üblichen Angriffswaffen; das Tierfell diente als Panzer, Helm und Schild. Sobald aber die Völker das Schmelzen der Erze erlernten, in der sogenannten Bronzezeit, da entstanden auch sofort eiserne Waffen, bis das Eisen und der Stahl die Bronze verdrängten und den allgemeinen Stoff für Kriegswaffen abgab.

Mann kämpfte gegen Mann; persönliche Tapferkeit, List und Übergewicht, seltener kunstgerechte Führung, entschieden das Schicksal der Schlachten.

Sollten feste Wohnplätze erobert werden, so erforderten die Vorbereitungen dazu lange Zeit. Gewährte die Lage der Stadt den Bedrohten eine Sicherheit, so wurde sie eingeschlossen und durch Hunger zur Übergabe gezwungen; im anderen Falle versuchte man dieselbe zu erstürmen. Da hatte man Mauerbrecher (Widder), im Mittelalter „Kagen“ oder „Zummler“ genannt, mit welchen man unter einem Schuttdache die feindlichen Mauern einzurennen suchte; zuweilen wurden höhere Türme auf Rädern an die Stadt geschoben, von welchen die stürmende Mannschaft eine Brücke auf die Mauer hinüberwarf. Vor allem dienten aber Wurfmaschinen (Katapulte, Ballisten), riesigen Schleudern oder auch Armbrüsten auf Lafetten vergleichbar, um Steine, Balken, Lanzen, selbst die Leichname der Gefallenen auf den Feind zu schleudern. So war es bei den Griechen und Römern und auch noch im Mittelalter, das seine Wurfmaschinen nach den Mustern der Alten baute. Eine zweite Art von Schleuderwaffe waren die „Bliden“, große Schleudern, welche das Geschöß wie später der Mörser im Bogen schleuderten, wie dies die Abbildung am Kopfe dieses Kapitels erkennen läßt.

Die Geschichte unseres Vaterlandes vor fünfhundert Jahren, in der zweiten Hälfte des Mittelalters, bietet ein nur wenig erfreuliches Bild dar. Die Ritter standen in ewigem Kampfe gegen die Reichsfürsten und diese gegen das Oberhaupt der Nation, den Kaiser, dessen Gewalt zu mindern ihr beständiges Bestreben war; der Kaiser wiederum sah sich in seinem Willen und Wirken sehr durch den Papst beengt, welcher noch die Macht besaß, Länder und Kronen zu verschenken. Kein Wunder daher, daß des Reiches Einheit und des Kaisers Ansehen schwanden, dagegen der Einfluß der Reichsfürsten, sowohl weltlicher wie geistlicher, stieg. Doch auch sie sollten die Frucht ihrer Bestrebungen nicht lange genießen; ihre eigenen Lehnsleute folgten dem Beispiele und wußten sich allmählich unabhängig zu machen.

Denn es war gerade kein leichtes Werk, einen widerspenstigen Burgherrn auf seiner Feste, die oft auf hohem Felsen erbaut, durch dicke Mauern geschützt und von tiefen Gräben umgeben war, zu bezwingen. Das war nun eine schreckliche Zeit: die Gesetze des Reiches und der Kirche, der Gottesfrieden, wurden mit Füßen getreten, nur ein Recht galt noch — das der Faust. Bürger und Bauern wurden schwer gedrückt; niemand war seiner Habe, seines Lebens mehr sicher, der Handel der Städte lag gelähmt danieder.

Auch in der Mark Brandenburg führte der Adel, vor allem die Brüder Dietrich und Hans von Quitow, Hans von Puttk, Wichart von Rochow, Achim von Bredow u. a., von ihren Burgen aus eine Schreckensherrschaft. Sie schalteten und walteten nach Gutdünken und frecher Willkür; sie nahmen, was ihnen beliebte, durch Gewalt und Raub. Sie sagten gleich ganzen Städten die Fehde an, trieben ihre Viehherden von der Weide und überfielen ihre Handelsleute. Sie nahmen die Bürger gefangen und warfen sie ohne Urteil in ihr finsternes Burgverließ; ja sie erstürmten Städte und Dörfer, plünderten sie und überlieferten sie den Flammen. Solchen Zuständen beschloß Kaiser Sigismund endlich ein Ende zu bereiten. Der Kaiser hatte 1415 dem Burggrafen von Nürnberg, Friedrich, aus dem Hause der Hohenzollern, das Land verliehen. Als er nun daselbst erschien, um sich von Adligen und Städten huldigen zu lassen, verweigerten die übermütigen Herren, auf ihre starken Festen trotzend, den Eid; ja sie verspotteten sogar des Kaisers Reichsacht und verhöhnzten Friedrich. Sie nannten ihn „Nürnberger Land“ und prahlten voller trotzigem Hochmuth: „Und wenn es ein ganzes Jahr lang Burggrafen regnete, so soll doch in der Mark keiner aufkommen!“ Da rückte dieser zuerst vor Friesack, den Sitz Dietrichs von Quitow. Die Belagerung begann. Dietrich lachte nur des Burggrafen. Hinter seinen Mauern von 4 m Dicke und seinen festen Thürmen und wohlversorgt mit reichlichen Lebensmitteln prahlte er, nicht allein dem Burggrafen, sondern der ganzen Welt zu trotzen. Plötzlich ertönte ein furchtbarer Donnerschlag, die Burg erzitterte, und die Steine lockerten sich in den Fugen. Nach einer Weile wiederholte sich das



Krach: Steine und Mauerteile stürzten unter die Belagerten. Schrecken erfaßte den Burgherrn mit seinen Knappen. Nicht lange, da sank die dicke Mauer in Trümmer. Auf Gnade und Ungnade mußte sich die Besatzung ergeben. Als sich dasselbe Schauspiel dann auch vor Plaue, der Burg Johannis, wiederholte, da dachte keiner der Rebellen mehr an Widerstand. —

Das war die Wirkung einer Kanone, denn nur eine einzige, „die saule Grete“, konnte Markgraf Friedrich verwenden, und diese war nicht einmal sein, sondern des Landgrafen von Thüringen Eigentum.

In einer neuen Erfindung war das Werkzeug geboren, welches den fehdelustigen und raubgierigen Adel hinter seinen dicken Mauern erzittern ließ. Das Schießpulver in Verbindung mit den Feuerwaffen ist diese Erfindung. Eine neue Macht tritt mit ihm in der Geschichte auf, sie hat das Kriegswesen gänzlich umgestaltet, und hieraus entsprang wiederum der Anfang einer neuen und besseren Gestaltung der Zustände überhaupt.

\* \* \*

Beschäftigen wir uns zunächst mit dem Schießpulver, so wird es sich um drei Fragen handeln: wer hat das Pulver erfunden? wie wird es dargestellt? und wie erklärt sich seine Kraft und Wirkung?

So gut sich nun aber die zwei letzten Fragen beantworten lassen, so wenig läßt sich etwas Zuverlässiges über die Erfindungsgeschichte angeben. Jedenfalls hat nicht ein einzelner den Fund gethan, vielmehr scheint das Pulver, wie wir es jetzt kennen, sich allmählich durch lange Zeitalter aus vielen Erfahrungen und Beobachtungen herausgebildet zu haben. Schon Marcus Graecus kennt, wie aus seinem Buche über die „Verbrennung der Feinde“ hervorgeht, zur Herstellung von Raketen und Petarden ein Gemisch von Salpeter, Kohle und Schwefel.

Das Pulver in seinen Hauptbestandteilen ist sicherlich schon in grauer Vorzeit bekannt gewesen. Chinesen und Indier benutzten ein solches Gemisch zu Feuerwerk, und später finden sich auch schon Anwendungen zu Kriegszwecken. Feuer speiende Rohre werden bei den Arabern ebenso erwähnt wie bei den Tataren, welche 1241 bis nach Schlesien vordrangen. Schon um 1200 ist davon die Rede, daß die Bergleute auf dem Harz das Gestein mit einer Bündwaffe sprengten, und Roger Bacon, ein gelehrter Mönch in England, erwähnt als Bestandteile eines Feuerwerksatzes Schwefel, Salpeter und Kohle um das Jahr 1250. Jedenfalls ist anzunehmen, daß die Kenntnis von der Zusammensetzung und von dem Gebrauche des Pulvers aus Asien zu uns gekommen ist, teils über Griechenland, welches dieselbe 400 Jahre als Geheimnis bewahren konnte, teils über Spanien, wo man sie von den Mauren erhielt, nachdem die Sarazenen die Zusammensetzung des griechischen Feuers durch Verrat erfahren hatten.

Dieses berühmte griechische Feuer finden wir bereits 670 bei der Verteidigung von Konstantinopel gegen die Sarazenen. Es bestand aus Ge-

mischen von Erdöl, Harzen, Fetten und ähnlichen brennbaren Stoffen mit Salpeter und brannte auch auf dem Wasser unauslöschlich fort. Die Griechen benutzten es hauptsächlich bei Seegefechten. Man schleuderte die brennende Masse in Töpfen auf die feindlichen Schiffe oder rüstete Branderschiffe damit aus, die man gegen die feindlichen Flotten losließ.

Durch die Eroberung von Konstantinopel kamen die Sarazenen in Besitz des Geheimnisses vom griechischen Feuer und machten nun ihrerseits einen viel ausgedehnteren Gebrauch davon, indem sie es zur See und zu Lande, bei Belagerungen und in offener Schlacht benutzten. Sie gebrauchten dazu mancherlei, zum Teil sehr sinnreiche Wurfmaschinen. Eine solche Vorrichtung, welche im wesentlichen einer großen Schleuder gleichkommt, ist zu Anfang unseres Kapitels abgebildet und einem lateinischen Manuskript aus dem vierzehnten Jahrhundert entnommen. Es ist anzunehmen, daß dieses griechische Feuer schon die wesentlichen Bestandteile des Pulvers enthielt und um das Jahr 1320 zu den Völkern des Mittelmeeres gekommen ist. Dreißig Jahre später waren die Pulvergeschosse schon in Deutschland bekannt und vielfach in Anwendung.

Der deutschen Sage nach hat der Mönch Berthold Schwarz, der jedoch mit seinem wirklichen Namen Konstantin Anklizen hieß und um 1300—1350 zu Freiburg im Breisgau lebte, das Pulver zufällig erfunden, als er sich mit chemischen Versuchen beschäftigte. Das müßte der Zeitrechnung zufolge um 1330 gewesen sein, denn gelebt hat um jene Zeit ein solcher Mann und hat auch eine Erfindung in Bezug auf das Kriegswesen gemacht, mit welcher er nach Venedig reiste, aber von dort nie zurückgekehrt ist. Die Freiburger haben ihm 1853 ein Denkmal gesetzt, ohne daß dadurch mehr Klarheit in die so dunkle Sache gekommen wäre. Über die Art und Weise der Erfindung durch den Franziskanermönch erzählt man sich folgendes: Berthold Schwarz war ein Freund der Alchemie, d. h. derjenigen Kunst, mittels welcher man aus allerhand unedlen Metallen durch bestimmte Mischungen Gold machen könne. So soll er eines Tages zu demselben Zwecke Schwefel, Kohle und Salpeter in einem Mörser zusammen gerieben haben, so wie er es mit anderen Stoffen auch schon versucht hatte. Er deckte die Mischung im Mörser mit einem Steine zu. In einer Pause schlug er an einem Feuersteine und Stahle Feuer, und versehentlich fiel ein Funken in den Mörser. Da gab es einen fürchterlichen Knall, der Stein flog mit großer Gewalt in die Luft — und der Mönch stand erschrocken da und staunte über das wunderbare Ereignis. Er wiederholte mit großer Vorsicht den Versuch, und der Erfolg war derselbe. Über seine Erfindung und ihre Verwendbarkeit nachdenkend, fand er bald heraus, daß mittels starker Röhren, auf deren Grunde Pulver lagerte und auf das man einen Stein oder eine Kugel legte, dieser Gegenstand weit geschleudert werden könnte, über Flüsse, Gräben, Mauern, auf Berge und Felsen, oder auch gegen Mauern, Türme, Häuser und Brücken, um diese zu zerstören. So sei er auch der Erfinder der Mörser und Kanonen,





33. Die ersten Belagerungsgeſchütze.

des groben Geschützes geworden. Der Freiburger Mönch scheint jedoch in Wahrheit nur die treibende Kraft des längst bekannten Gemenges als Zündmittel von neuem erkannt und dessen militärische Anwendung in den europäischen Staaten beschleunigt zu haben. Wenn nämlich auch die Mischung der drei Stoffe längst bekannt war, so blieb sie dennoch immer nur eine staubige Masse, und sie blieb jedenfalls durch lange Zeiten so. Mit Pulverstaub kann man aber wohl Feuerwerkssak machen, zur Not auch Felsen sprengen, jedoch ein Schießpulver ist es nicht, denn dazu verbrennt es zu langsam, so daß seine Triebkraft nicht zur Geltung gelangt. Hätte also Schwarz das Körnen der Pulvermasse erfunden, so wäre er immerhin ein achtenswerter Erfinder; er hätte dann den zweiten Teil eines Werkes geliefert, ohne den der erste nichts wert ist. Es ist aber auch die Behauptung aufgestellt worden, Schwarz habe gar nicht das Pulver verbessert, sondern den Venezianern nur das Rezept zu einem Kanonenmetalle verkauft und sei dann zur besseren Bewahrung des Geheimnisses ins Gefängnis geworfen worden.

Der bedeutende Unterschied in dem Abbrennen einer und derselben Masse, je nachdem sie als Staub oder in Form kleiner Kugeln entzündet wird, beruht einfach darin, daß beim Staube die Teilchen dicht bei einander liegen, während ein Haufen Kugeln überall Zwischenräume hat, durch welche hindurch die Flamme der zuerst entzündeten Körperchen sich rasch auf die ganze Masse fortpflanzen kann. Ein eigentlich augenblickliches Abbrennen entsteht in dieser Weise allerdings auch nicht und darf es auch nicht; das Richtige ist vielmehr, daß alles verbrennen und zu treibendem Gas werden soll in der Zeit, während die Kugel im Rohre bis an die Mündung vorrückt.

Manche unserer jungen Freunde werden nun fragen, wie es kommt, daß einer Mischung von so gewöhnlichen Stoffen solch furchtbare Kraft innewohnt. — Zeigt uns aber nicht auch das Wasser ganz Ähnliches? Dasselbe, welches bei gewöhnlicher Temperatur ausreichenden Raum in einem Gefäße hat, wirkt, sobald es erhitzt und in Wasserdampf verwandelt wird, den Verschuß ab und kann selbst die festen Wände des Dampfkessels sprengen. Das Wasser bedarf nämlich als Gas, d. h. wenn es durch Sieden luftförmig geworden, 1700mal so viel Raum, als es in seinem ursprünglichen tropfbaren Zustande eingenommen hat; dadurch wird es auch zur treibenden Kraft der Dampfmaschine. — Ähnliches findet nun beim Schießpulver ebenfalls statt, nur mit dem für uns unwesentlichen Unterschiede, daß der Wasserdampf durch Abkühlung wieder zu Wasser wird, die Pulvergase aber bleibende Gase sind. Das Pulver besteht aus Stoffen, welche sich beim Entzünden zum größten Teile in Gas verwandeln, und als solches würde es schon, ohne erhitzt zu sein, einen 300mal größeren Raum einnehmen als die Pulverkörner. Dazu kommt aber noch, daß die Wärme alle Körper, besonders die luftförmigen, ausdehnt. Bei dem Entzünden des Schießpulvers entsteht große Hitze; dadurch wird das Pulvergas, welches



schon 300mal mehr Raum bedurfte, wenigstens um das 10- bis 20fache ausgedehnt. Ist nun in einem Rohre das Pulver entzündet, so verwandeln sich die Körner sofort in Gas, welches nach allen Seiten hin drückt, um sich aus seiner engen Kammer zu befreien; da aber das Bündloch zu eng und die Wände des Rohres zu fest sind, so wird es die Kugel, die den geringsten Widerstand bietet, mit Gewalt fortschleudern.

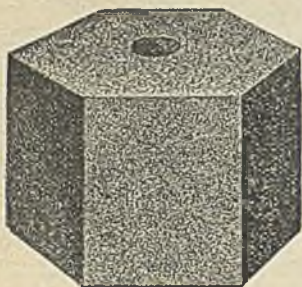
Die Gase, welche sich beim Abbrennen des Pulvers entwickeln und durch ihre Ausdehnung die Kraft verlieren, sind Kohlenensäure, Stickstoff und schweflige Säure. Der Salpeter, welcher salpetersaures Kali ist, liefert den zur Verbrennung der Kohle und des Schwefels nötigen Sauerstoff; es ist also nicht, wie bei gewöhnlichen Verbrennungen, die Luft mit ihrem Sauerstoff nötig, sondern das Pulver brennt auch ab, wenn es, wie beim Schießen, eingesperrt ist. Wenn die Verbrennung von Kohle und Schwefel vor sich geht und dadurch, wie gesagt, Kohlenensäure und schweflige Säure gebildet werden, wird auch der Stickstoff frei, welcher mit dem Sauerstoffe zusammen die Salpetersäure bildete, und nimmt seine gasförmige Gestalt wieder an, wie er sich als Bestandteil der gewöhnlichen Luft findet. Der nichtflüchtige Rückstand, welcher die Gewehre verschmiert, besteht aus nie fehlenden Unreinigkeiten des Pulvers, hauptsächlich aus Schwefelkalium (Schwefelleber).

Das Verhältnis, in welchem die drei Bestandteile zu Pulver zusammengearbeitet werden, ist im allgemeinen 6 Teile Salpeter, 1 Teil Kohle und 1 Teil Schwefel. Je nach der Bestimmung des Pulvers, ob Geschütz-, Jagd-, Sprengpulver u. s. w., werden diese Mengen etwas abgeändert; das Sprengpulver z. B., das am langsamsten von allen Sorten verbrennt, enthält den meisten Schwefel. Salpeter und Schwefel können jetzt die Pulverfabriken rein genug aus dem Handel nehmen, dagegen bleibt ihnen nach wie vor die Sorge für Herstellung guter Kohle, nämlich Holzkohle, von deren Beschaffenheit die Güte des Pulvers ganz wesentlich abhängt. Man kann nur die weichsten Hölzer gebrauchen, nimmt am liebsten Faulbaum, dann auch Linde, Pappel u. dergl. Die höchstens daumenstarken Holzstäbe werden im vollen Frühlingsafte geschlagen und entrindet, müssen erst jahrelang trocknen, oder man entzieht ihnen die Feuchtigkeit auf künstlichem Wege. Die Hölzer kommen dann in einzelne Cylinder, welche entweder von außen geheizt werden, oder durch welche man nach neuerer Methode überhitzten Dampf strömen läßt. Je nach dem eingehaltenen Hitzegrade erhält man entweder die sehr leicht entzündliche Rotkohle, die zu Jagdpulver dient, oder die zu Kriegspulver gebrauchte Schwarzkohle.

Die Arbeiten zum Verwandeln der Rohstoffe in Pulver bestehen im Zerkleinern, Mengen und Körnen. Die einzelnen Arbeiten geschehen nicht überall gleichmäßig. Nach der älteren, noch in Frankreich für Militärpulver gebräuchlichen Art wird die Masse allein auf der Stampfmühle, die einer Ölmühle ziemlich ähnlich ist, bis zum Körnen fertig gemacht. Man stampft erst die naßgemachte Kohle, giebt nach einiger Zeit die anderen

beiden Stoffe hinzu und fährt mit Stampfen fort, wobei die Masse einmal herausgenommen und in andere Stampflöcher gegeben wird. Nach mehreren Stunden hat sich dieselbe am Boden des Stampfloches zu runden Kuchen gestaltet, die herausgenommen und, weil sie sehr feucht sind, erst einige Tage getrocknet werden.

Nach der neueren Methode werden die drei Stoffe einzeln und trocken zerkleinert, und zwar in Lufttrommeln, welche zugleich eine Anzahl bronzenener Kugeln enthalten, zwischen denen die Stoffe zu Staub gerieben werden. Das Mischen geschieht sodann in ähnlichen Trommeln unter Mitwirkung hölzerner Kugeln. Die bisher trockene Staubmasse muß aber nun so weit genäßt werden, daß sie einen steifen Teig bildet. Dieser kommt auf ein laufendes, gespanntes Tuch, welches ihn zwischen zwei schweren Walzen durchführt. Auf der anderen Seite kommt die Masse in Platten heraus, die so hart wie Schiefer sind, auch so aussehen. Diese Platten sowie jene Kuchen werden nun auf die eine oder die andere Weise zerbröckelt, und zwar über einem mechanischen Siebwerke, bei welchem verschiedene übereinander stehende Siebe beständig in rüttelnder Bewegung sind. Was auf dem zweiten Siebe liegen bleibt, ist Kanonenpulver; das folgende Sieb hält das Gewehrpulver zurück und läßt nur den Staub durchfallen, der wieder mit verarbeitet wird. Ist das Körnerpulver einigermaßen trocken geworden, so kommt es wieder in Trommeln, die sich langsam umdrehen. Hierbei runden und glätten sich die einzelnen Körner durch gegenseitige Reibung. Das Pulver kommt nun in den Trockensaal, wo es bis zum völligen Trockenwerden auf ausgepannten Tüchern ausgebreitet liegt. Dampfrohren heizen diesen Saal, und Zuglöcher sorgen für Luftwechsel. Schließlich wird das Pulver noch gebeutelt, um alles Gestebe abzuscheiden, und dann in Fässer verpackt. Die ganze Fabrikation muß natürlich mit der allergrößten Vorsicht vollführt werden, und dennoch sind schon manche Pulvermühlen in die Luft geslogen. Die neuere Fabrikation, welche die Stampfwerke abgeschafft hat, gewährt eben dadurch eine größere Sicherheit.



84. Prismatisches Pulver: Ein Korn in natürlichster Größe.

Für die neuen großen Geschütze wird sogenanntes prismatisches, aus großen sechskantigen Stücken bestehendes Schießpulver benutzt, dessen Fabrikation sehr geheim gehalten wird. Besonders berühmt ist das deutsche Geschützpulver.

Eine wesentliche Verbesserung hat das Schießpulver erfahren, nachdem es fünf Jahrhunderte lang nach dem alten Verfahren bereitet worden war. Man hat nämlich gelernt, ein Pulver herzustellen, welches einen nur ganz schwachen Rauch giebt, auch vor dem alten Pulver eine erhöhte

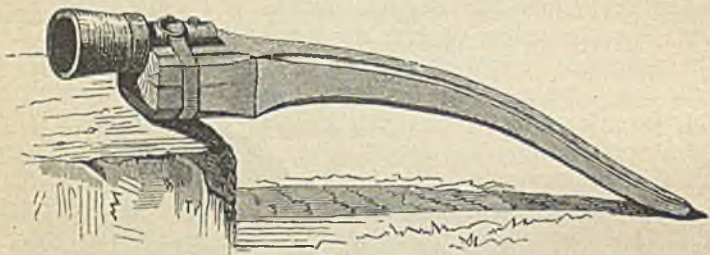


Treibkraft aufweist. Die Bedeutung der Erfindung für den Krieg ist leicht erkennbar. Bei der Anwendung des alten Pulvers verraten der Rauch und der Knall sofort den Standpunkt des Schützen, und der Feind wußte sofort, wohin er mit Gewehr und Kanone zu zielen hatte. Außerdem behinderte bei einem länger dauernden Feuergefechte die starke Rauchentwicklung nicht wenig den Ausschuß der Schützen. So kam man auf den Gedanken, ein Pulver herzustellen, das die lästige Eigenschaft der Rauchentwicklung nur in geringem Maße oder gar nicht besäße: ein rauchschwaches oder rauchloses Pulver. In der That ist es in der allerneuesten Zeit gelungen, diese Frage zu lösen, und die meisten europäischen Militärstaaten haben bereits ein rauchloses Pulver in Verwendung, dessen Zusammensetzung aber jeder ängstlich geheim zu halten bestrebt ist, freilich konnte dieses Geheimnis nicht immer bewahrt bleiben. Durch das rauchlose, richtiger rauchschwache Pulver werden die Feldschlachten ein ganz verändertes Bild zeigen. Der Soldat wird im Vormarsch plötzlich rechts und links die Kameraden niederstürzen sehen, ohne einen Feind oder ein Anzeichen des Feindes zu erblicken. Der Donner der Kanone wird erschallen, aber die weithin sichtbare Rauchwolke, die sonst dem Munde des verderbenspeienden Rohres entstieg, wird nicht sichtbar werden. Es wird wie ein Kampf gegen unsichtbare Mächte sein und um so schreckensvoller, als die so außerordentlich gesteigerte Leistung der neuzeitlichen Gewehre und Geschütze die Entfernung bedeutend vergrößert und die Verluste außerordentlich vermehren wird. Die heutige Wissenschaft hat an Stelle des Schießpulvers neue Sprengstoffe erfunden, die an Furchtbarkeit jenes bedeutend übertreffen. Einige derselben sind: die Schießbaumwolle, das Sprengöl oder Nitroglycerin, das Dynamit und die Sprenggelatine.

#### Die alten Geschütze.

Nachdem die treibende Kraft des Pulvers erst erkannt war, konnte es nicht fehlen, daß man dasselbe zu Kriegszwecken zu verwenden suchte. Leicht erklärlich begann man zunächst mit dem groben Geschütz. Die erste Anwendung des Pulvers im Kriegswesen in Mitteleuropa ist nach geschichtlichen Berichten im Jahre 1324 bei der Verteidigung von Metz gegen den Bischof von Trier, sowie im Jahre 1338 bei Belagerung der französischen Stadt Cambrai erfolgt. Die erste Anwendung im Felde machten die Engländer gegen die Franzosen in der Schlacht bei Crécy am 26. August 1346. Sie hatten drei Geschütze, und da ihr Sieg eben diesen neuen Mordwerkzeugen zugeschrieben wurde, so rüsteten sich bald alle europäischen Militärmächte mit Artillerie. Übrigens scheinen doch die Italiener am frühesten solche gehabt zu haben, denn in einem Dokument aus Florenz vom Jahre 1325 ist schon die Rede von der Anstellung zweier Offiziere zum Zwecke der Anfertigung von Kanonen und Eisenkugeln. Pulverfabriken gab es schon 1340 zu Augsburg, 1344 zu Spandau und 1348 zu Liegnitz.

Die ersten Geschütze waren gewissermaßen nur Gefäße, aus denen Eisen und Steine u. dergl. geschleudert wurden. Sie bestanden aus einem Rohre von Kupfer- oder Eisenblech, welches in einen durchbohrten Holzblock eingelassen war, der dann noch durch Eisenringe vor dem Zerbersten geschützt wurde. Sie führten in Deutschland den Namen Donnerbüchsen (Byssen), in Italien Bombarden und in Frankreich Kanonen. Da solche Stücke jedoch bald unbrauchbar wurden, so versuchten die Schmiede die Anfertigung aus Eisen; geschmiedete Eisenstäbe wurden zu einem Cylinder zusammengefügt und durch darum gelegte Ringe befestigt oder zusammengeschweißt; es wurde auch wohl ein langer Eisenstab in vielen Windungen um das Rohr gezogen. Bald darauf finden wir auch gegossene Eisenrohre. Da aber Gußeisen leicht springt, so mußten die Wände, um dem Druck widerstehen zu können, sehr stark gemacht werden. Durch dieses größere Gewicht wurde der Transport sehr schwierig, zumal in einer Zeit, in welcher gut gebahnte Wege gänzlich fehlten. Deswegen sahen sich die Geschützmeister nach einem besseren Metalle um; dieses fanden sie in der zähen



35. Alte Bombarde.

Bronze, einer Mischung aus 100 Teilen Kupfer und 8—14 Teilen Zinn, dem wohl auch etwas Zink oder Eisen zugefügt ist. — Die Kugeln bestanden aus Stein, Blei und Eisen; um sicherer zu treffen, wurden auch, wie das Schrot in der Flinte, viele kleine Kugeln zugleich oder gehacktes Blei als Ladung genommen.

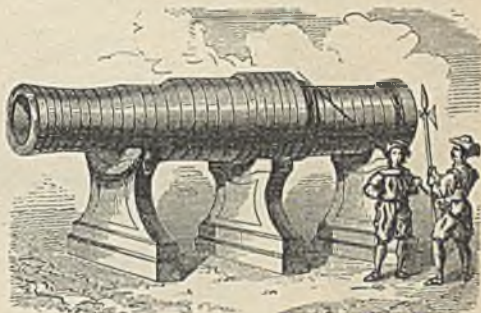
Wie es so leicht geschieht, daß eine neue Erfindung sich gewissermaßen selbst übertreffen möchte, so geschah es auch mit den Geschützen: der Nachfolger suchte den Vorgänger in der Größe und Schwere der Kugeln zu überbieten. Während die „faule Grete“ ein Geschloß von 120 kg schleuderte, sehen wir gleichzeitig bereits Geschütze für Kugeln von doppeltem und vierfachem Gewichte. Sultan Mohammed II. ließ eine Donnerbüchse gießen, welche eine 550 kg schwere Steinkugel (von 11 Spannen Umfang) schleuderte, und in den Niederlanden führten die Genter eine Kanone, die „tolle Grete“, zu deren Ladung jedesmal 70 kg Pulver erforderlich waren. Die Leistungen entsprachen den Erwartungen nicht; das Fortschaffen war äußerst beschwerlich, Sultan Mohammeds 1100-Pfünder bedurfte, um von Adrianopel nach Konstantinopel, 36 Stunden weit, gebracht zu werden,



zwei Monate; dann erforderte das Laden einer Kugel zwei Stunden, so daß es nur siebenmal täglich abgefeuert werden konnte. Dabei erwiesen sich diese riesigen, unbeholfenen Geschütze auch noch als für den Besitzer gefährlich, denn fast alle sind gesprungen. Die Genter mußten ihre „tolle Grete“ dem Feinde als Beute überlassen. Bemerkenswert ist auch die bedeutende Länge der Rohre in jener Zeit; man glaubte mit denselben einen sehr sicheren und weitreichenden Schuß zu erzielen. Auf Ehrenbreitstein lag ein Rohr von 6 m mit der Inschrift:

„Wenn man mir giebt Ladung satt,  
schieße ich bis Andernach.“

Andernach ist aber drei Stunden entfernt. — Die große Feldschlange Karls des Kühnen war  $7\frac{1}{3}$  m lang und mußte von 20 Pferden gezogen werden. Jetzt freilich hat man Geschütze, welche wirklich drei Stunden weit schießen und Geschosse von 900 kg werfen, wofür jedesmal eine Ladung von mehreren hundert Kilogramm Pulver erforderlich ist.



36. Die „tolle Grete“ in Gent.

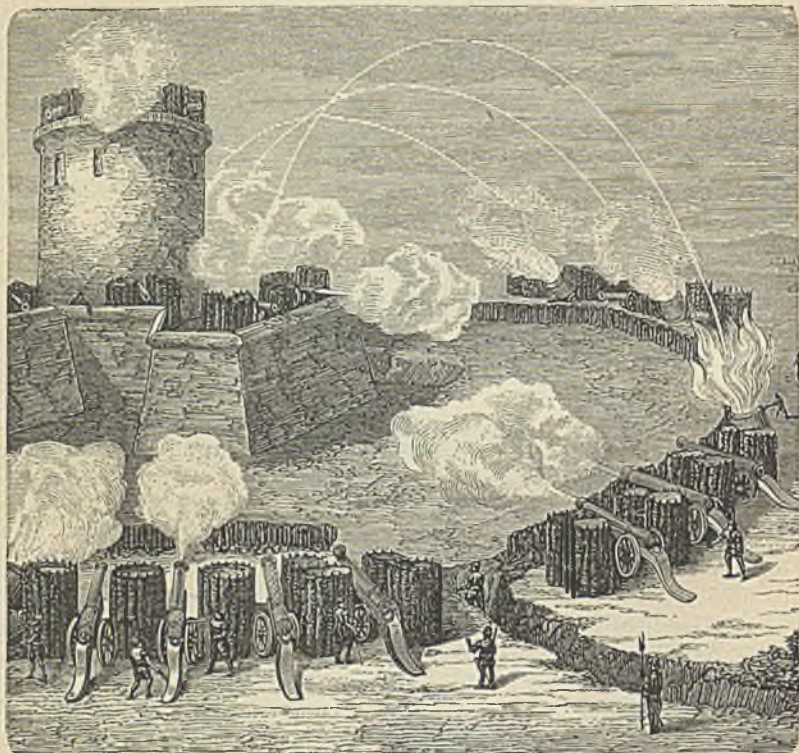
Die deutschen Reichsstädte, stets auf Sicherung ihres Handels bedacht, erkannten sofort, welsch treffliches Mittel ihnen die Geschütze in ihren Fehden gegen

die Störer des Landfriedens darboten. Die Rüsthäuser füllten sich bald mit großem und kleinem Geschütz. Lübeck bewaffnete sogar seine Schiffe mit Feuerwaffen und verschaffte dem deutschen Namen auch auf dem Meere Furcht und Achtung. Das Rittertum verfiel, als es der Macht der Städte nicht mehr zu widerstehen vermochte.

Die fortwährenden Kriege im Zeitalter der Reformation und die Furcht vor den Türken bewirkten, daß dem Geschützwesen eine noch größere Sorgfalt zugewendet wurde. Was die Städte begonnen hatten, setzten kriegslustige Fürsten fort. Bereits vorher unterhielten Karl der Kühne von Burgund sowie Karl VII. von Frankreich eine zahlreiche Artillerie. Auch Kaiser Maximilian richtete sein Augenmerk auf diesen Zweig des Kriegswesens, die „Arkeley“; seine Zeughäuser waren die besten und reichsten in Europa. Es soll ihm eine große Lust gewesen sein, seine gefürchteten Kanonen „Purlepauß“ und „Wedauf“ mit eigener Hand abzufeuern, als er die starke Festung Kufstein in Tirol belagerte.

Einzelne Kriegsherrn mochten natürlich in der Bervollkommnung der Geschütze ihrer Zeit weit vorausgeeilt sein; unter anderen soll Karl VIII.

von Frankreich das Geschützwesen zur großen Überraschung seiner Zeitgenossen außerordentlich verbessert haben. Seiner Armee, die im Jahre 1495 zur Eroberung Neapels auszog, folgte eine so feldtüchtige Artillerie, wie sie bis dahin nicht gekannt war. Die Kanonen wurden teils auf Blockwagen, teils auf zweiräderigen Karren fortgeschafft und hielten, was hoch gerühmt wird, fast gleichen Schritt mit der Armee. In anderer Richtung gingen die deutschen Hansestädte mit gutem Beispiele vor; sie führten nämlich



87. Beschießung einer Festung im sechzehnten Jahrhundert. Nach einem zeitgenössischen Bilde.

die Artillerie in das Schiffswesen ein. Als sie 1429 Kopenhagen bombardierten, benutzten sie schon eine Art schwimmender Batterien, nämlich festungsartig gebaute „Koggen“ mit leichtem und grobem Geschütz, aus welchem sie Stein- und Eisenkugeln schlenderten.

Einen weiteren Fortschritt machte die Artillerie im folgenden Jahrhundert, als der Schwedenkönig Gustav Adolf die Kanonen zur Hauptwaffe in den Feldschlachten dadurch zu erheben suchte, daß er eine große Menge leichter Geschütze dem Feinde gegenüberstellte.



Neben den Kugeln kamen auch Sprenggeschosse, Bomben und Granaten, auf; letztere wurden anfänglich von besonderen Truppen, den Grenadieren, in den Feind geworfen, nachher aber aus kurzen Kanonen, den Haubitzen, geschossen.

Die Erfindung der Bomben ist von einem Unglücke begleitet, welches ihre furchtbare Kraft überzeugend darthat. Ein Bürger der Stadt Venloo in den Niederlanden hatte sie 1581 erfunden. Bei einem Besuche des Herzogs von Kleve wollten die Väter der Stadt, stolz auf das Werk ihres Mitbürgers, vor ihrem Ehrengaste die erste Probe der neuen Erfindung anstellen. Der Mörser wurde abgefeuert, und die Bombe fiel in ein Haus, welches sofort in Brand geriet; die heftig wütenden Flammen legten zwei Drittel der Stadt in Asche: eine wirkliche Feuerprobe, welche dem glänzend bewährten Kunstwerk bald den Beifall aller Städtebestürmer erwarb.

Der Kriegsheld des achtzehnten Jahrhunderts, Friedrich der Große, verbesserte den Gebrauch der Feldgeschütze noch mehr, indem er die reitenden Batterien schuf. Die ganze Bedienungsmannschaft schwingt sich in die Sättel der Zugpferde, und in wenigen Minuten können die Geschütze an einem anderen Orte ihre Thätigkeit entfalten. Napoleon I. kannte und schätzte diese Waffe sehr; um die Entscheidung rasch herbeizuführen und zu sichern, ließ er oft sämtliches Geschütz auf einen Punkt auffahren und nun losdonnern. Dadurch sahen sich auch seine Gegner gezwungen, auf Vermehrung und kunstgerechte Handhabung ihrer Artillerie Bedacht zu nehmen. Die Artilleriekunst wurde dadurch zu einer Wissenschaft, welche durch eifriges Studium und viele mühevolle Versuche ausgebildet wurde. Insbesondere that sich Preußen in der Ausbildung der Schießkunst und durch die Einführung der Hinterladungsgeschütze hervor und entwickelte das Geschützwesen zu der heutigen Vollendung.

### Die alten Handfeuerwaffen.

Nach Erfindung des Pulvers ist die Armbrust, welcher die Kunst der Waffenschmiede einen hohen Grad der Vollendung gegeben hatte, noch eine geraume Zeit hindurch die Hauptwaffe des Krieges geblieben. Vermittelt der Spannkraft ihres kräftigen Stahlbügels schoß sie Pfeile, Bolzen und Kugeln in weite Entfernung, und es steht fest, daß die für die Städteverteidigung sehr wichtigen deutschen Armbrustschützen des elften und zwölften Jahrhunderts sehr wohl im Stande waren, schon auf eine Entfernung von 150—200 Schritte Schilde und Panzer der stürmenden Ungreifer zu durchbohren und manchen Feind so rasch wie durch die Wirkung einer Gewehrugel niederzustrecken. Auch Bogen und Pfeil sind als Waffen durchaus nicht zu mißachten, und unsere Krieger, die heute da unten in Afrika für die Unterwerfung der Negervölker unter die Herrschaft des Deutschen Reiches kämpfen, wissen sehr wohl, daß der pfeilbewaffnete Schwarze ein Gegner ist, vor dem man auf der Hut sein muß.

Wenn dies noch heute der Fall ist, wo die Feuerwaffen so außerordentlich verbessert worden sind, so darf es uns nicht wundern, wenn der Bogen noch lange nach der Erfindung der Feuerwaffen seine Bedeutung beibehielt und Karl V. seine Hakenschilden bei der Belagerung von Algier 1541 durch die türkischen Bogenschützen in die Flucht getrieben sah. Russische Hilfsvölker waren noch in der Völkerschlacht bei Leipzig 1813 mit Pfeil, Köcher und Bogen bewaffnet.



38. Kriegsarmbrustschützen aus dem sechzehnten Jahrhundert.

Die Armbrust wurde durch die Arkebusen, schwere Feuerrohre, verdrängt; während der Schütze mit der einen Hand das Richten besorgte, entzündete er mit der anderen durch eine Lunte das Pulver am Zündloch. Neben diesen Büchsen, welche ihrer Schwere wegen für den Felddienst nur wenig tauglich waren, gab es auch noch leichte Handrohre mit kürzeren Läusen für kleine Kugeln, die sogenannten Handbüchsen, welche von Fußvolk und Reiterei geführt wurden. Dies war jedoch eine sehr unvollkommene Waffe mit höchst unsicherem Schuß; — wie sollte der Soldat, zumal zu Roß, welcher die eine Hand zum Abbrengen des Pulvers bedarf, mit der anderen zielen und festhalten? — Bei der Reiterei kam ein kurzes Gewehr, dessen Lauf etwa  $\frac{1}{2}$  m lang war, in Gebrauch, der Karabiner.

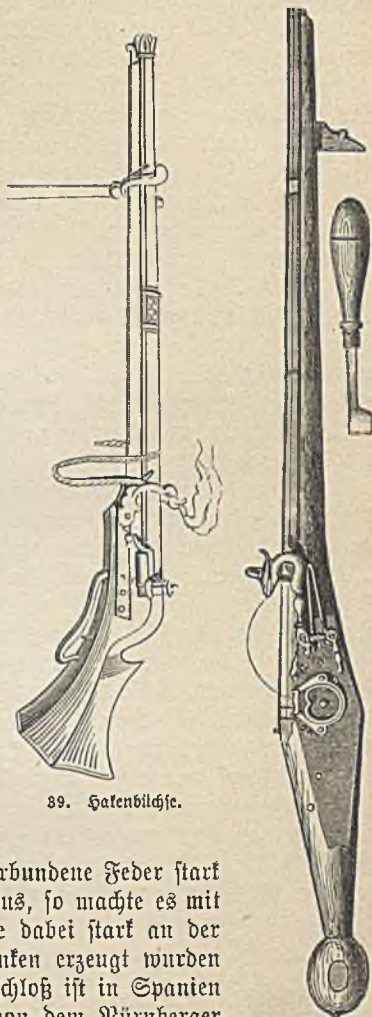
Die anfängliche Zündung mit der Hand wurde im Anfang des vierzehnten Jahrhunderts durch eine verbesserte ersetzt. Ein in der Nähe des Zündloches drehbares hakenförmiges Eisen, an dessen Spitze die Lunte befestigt war, konnte mit dem Druck eines Fingers so gesenkt werden, daß ihr glimmendes Ende das Pulver der Pfanne berührte; dadurch wurde es dem Soldaten möglich, auch die rechte Hand zum Halten des Gewehres zu benutzen. Man konnte demzufolge Zielen und Abfeuern sicherer miteinander vereinigen als früher. Solche Gewehre finden wir noch während des Dreißigjährigen Krieges überall im Gebrauch. Sie hießen nun wegen des Hakens, der die Lunte hielt, Hakenbüchsen oder kurz auch Haken.



Die Haken fanden in Deutschland rasch Verbreitung, und 1430 führte König Sigismund bereits 500 deutsche Hakenschilden mit nach Rom, wo sie von den Römern nicht wenig angestaunt wurden.

Durch die Spanier wurde die Hakenbüchse verbessert, und es entstand die Muskete, mit welcher Karl V. einen Teil seiner Truppen ausrüstete. Die Überlegenheit dieser Waffe erwies sich sehr bald in der Schlacht bei Pavia, wo 3000 spanische und 1500 deutsche Musketiere — so hieß man die mit diesem Gewehr bewaffneten Soldaten, und daher stammt dieser Name — gegen die Franzosen kämpften und zu der Niederlage derselben wesentlich mithalfen. Wir wollen hierbei erwähnen, daß die Feuergewehre in den ersten Jahrhunderten hauptsächlich in Spanien und Deutschland im Gebrauch waren und die meisten Verbesserungen an den Feuergewehren in diesen Zeiten durch Deutsche und Spanier gemacht wurden, wozu namentlich auch die hohe Entwicklung der deutschen Schlosserkunst beigetragen hat.

Die erste Vorrichtung, welche den zündenden Funken selbst erzeugte und unmittelbar auf die Pfanne warf, war das Radschloß, eine deutsche Erfindung, welche 1515 entstand; es bestand aus einem stählernen Rade und daneben einem Steinhalter. Das Rad wurde, wie bei einer Uhr, mit einem Schlüssel aufgezogen und dadurch eine damit verbundene Feder stark gespannt. Löste der Drücker das Rad aus, so machte es mit Heftigkeit einige Umgänge und streifte dabei stark an der Steintaute, so daß die zündenden Funken erzeugt wurden und auf das Pulver fielen. Das Radschloß ist in Spanien oder Holland erfunden, später aber von dem Nürnberger Rühfuß verbessert worden, und daher rührt die noch gebräuchliche scherzweise Benennung des Infanteriegewehres. Diese Erfindung ist um die Mitte des 16. Jahrhunderts entstanden. Anfänglich bediente man sich bei diesem Schnapphahn eines Stückchens Schwefelkieses als Funkengeber; später griff man zu dem sicherer wirkenden Feuerstein.



39. Hakenbüchse.

40. Radschloß.

Gustav Adolf schaffte bei seinen Truppen endlich auch die Gabel ab, indem er das Gewehr noch leichter machte. Eine neue Verbesserung desselben zu Kriegszwecken bestand darin, daß es durch Aufstecken einer besonderen Spitze sofort zum Speiß umgestaltet werden konnte. Dieser Teil, welcher aus Bayonne stammte, erhielt den Namen Bajonett. Fortan verschwanden die Pikenträger, Lanzenkuechte und Hellebardiere, aus welchen früher der größte Teil des Fußvolkes bestand. Zuerst bediente man sich der Gewehrläufe mit glatter Innenwand oder schlechtweg der glatten Läufe, dann aber kam man darauf, die Läufe innen der Länge nach mit schraubenartigen Riefen oder Zügen zu versehen, in welche sich das Bleigeschoß einklemmte und so beim Abschießen eine drehende Bewegung mitgeteilt erhielt, wodurch die Flugweite und Treffsicherheit verstärkt wurden. Die gezogenen Gewehrläufe sollen in Wien von Kaspar Zollner 1480 oder in Nürnberg von August Coller 1520 erfunden worden sein; jedoch ist deren Erfindung höchst wahrscheinlich noch älter. Eine umfangreiche Verwendung der gezogenen Gewehre oder Büchsen im Kriege trat aber erst im 17. Jahrhundert ein. Das Laden derselben war ziemlich zeitraubend, indem die mit einem gefetteten Stück Leinwand umwickelte Kugel im Laufe mittels eines Ladestockes und Hammers unter wiederholten Schlägen hinabgetrieben werden mußte.

Sehr verdient um die Ausbildung des Feuergewehrs zur brauchbaren Kriegswaffe hat sich der als preussischer Kriegsheld bekannte „alte Dessauer“ gemacht; insbesondere führte derselbe die eisernen Ladestöcke anstatt der bisher benutzten hölzernen ein, wodurch das Laden sehr erleichtert wurde. Großen Wert auf rasches, massenhaftes Feuern seiner Infanterie legte Friedrich der Große; er erreichte dies so weit als möglich durch Einführung der konischen Zündlöcher, aus welchen das Pulver beim Laden hervordrang und in die Pfanne der damaligen Steinschlösser gelangte, so daß ein besonderes Aufschütten von sogenanntem Zündkraut nicht mehr nötig war. Im übrigen hatten die Gewehre damals noch eine sehr unbequeme Form und sehr großes Gewicht. Preußen blieb es vorbehalten, in der Infanteriewaffe auch neuerdings eine große Umwälzung hervorzurufen, denn um Land und Krone zu wahren, mußte das tapferere Fürstengeschlecht dieses Landes das Heer möglichst kriegsbereit halten, und dies war ein Glück für ganz Deutschland.

### Neueste Handfeuerwaffen.

Nachdem wir zuerst die Feuerwaffen in ihrer Entwicklung bis vor etwa 50 Jahren betrachtet haben, wenden wir uns zu dem, was in der Gegenwart nach derselben Richtung hin geleistet worden ist. Die bedeutenden Fortschritte, welche in unseren Tagen in dem Bereiche der Naturwissenschaften und der Gewerbe gemacht wurden, haben auch auf das Kriegswesen nachhaltig eingewirkt.



Als Entzündungsmittel diente früher bei den Feuerwaffen die Lunte, später das Feuersteinschloß. Da aber letzteres ebenso wie die Lunte beim Regen seine Dienste versagte, wie wir aus der Geschichte der Befreiungskriege wissen, in denen unsere Landwehrmänner aus diesem Grunde gar oft gezwungen waren, mit dem Kolben dreinzuschlagen, so schien eine Verbesserung wünschenswert. Nun giebt es viele Stoffe, welche sich durch einen Schlag oder Stoß entzünden, weil Druck und Reibung Wärme erzeugen. Am besten aber hat sich noch Knallquecksilber bewährt. Jeder unserer Leser hat es schon in den Knallerbsen und in den Zündhütchen kennen gelernt.

Dieses 1818 in England erfundene kupferne Hütchen enthält auf dem Boden seines inneren Raumes eine kleine Füllung, welche aus Knallquecksilber und Pulver besteht. Für die Benutzung der Zündhütchen wurden ums Jahr 1840 zuerst die Militärgewehre anstatt der Steinschlosser mit sogenannten Perkussions- oder Pistolenschlossern versehen. Das Zündhütchen wird auf ein kurzes, fein durchbohrtes Röhrchen aufgesteckt, das beim Abfeuern vom sogenannten Hahn einen Schlag erhält und dadurch zur Zündung gebracht wird. Durch die Bohrung des Pistons dringt die Zündung bis zum Pulver der Ladung.

Doch auch Gewehre dieser Art sollten noch übertroffen werden. Bei dem Laden eines jeden Schusses muß die Waffe auf den Boden gesetzt, die Patrone in die Mündung gebracht und dann durch den Ladestock niedergestoßen werden; das ist aber sehr umständlich und zeitraubend, weshalb man auf die Herstellung von Hinterladungsgewehren kam.

Dem geistreichen Kunstschlosser und Gewehrfabrikanten zu Sömmerda in Thüringen, Nikolaus Dreyse, gestorben am 9. Dezember 1867, gelang es, eine Waffe mit solcher Einrichtung herzustellen. Es ist das bei der Infanterie des preussischen Heeres mehrere Jahre im Gebrauch gewesene Zündnadelgewehr. Die Zündnadelgewehre haben während der Kriege 1866 und 1870/71 vorzügliche Dienste geleistet, sind aber durch noch vollkommeneren Gewehre wieder verdrängt worden.

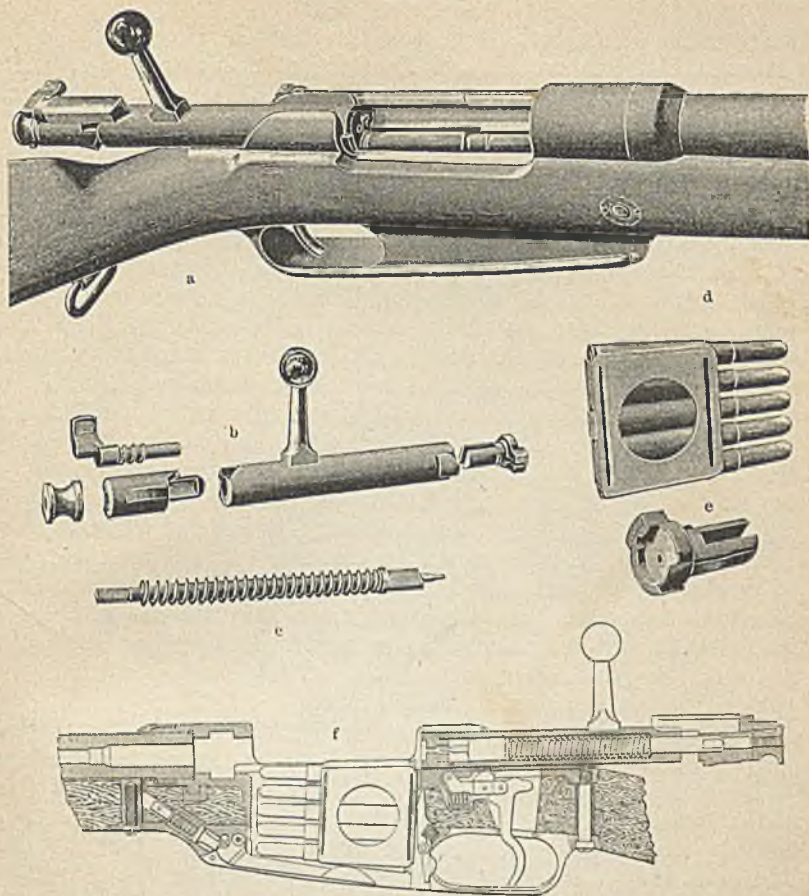
Dreyse erlangte, daß sein Gewehr in Berlin geprüft wurde. In der Hasenheide versammelte sich die Prüfungskommission, an ihrer Spitze der verstorbene Prinz August (1841). Dreyse hatte zur Probe 100 Patronen mitgebracht, die sämtlich mit einem und demselben Gewehre verschossen werden sollten. Er selbst giebt von dem Verlaufe der Probe folgende Schilderung: „Die Kommissare lächelten über diese Menge Patronen, da sie fest voraussetzten, daß beim zehnten Schusse die Patrone sich von selbst entzünden würde. Der Prinz Wilhelm (der nachmalige erste deutsche Kaiser), ein sehr wohlwollender Herr, mochte Mitleid mit mir haben, er sah mich an, als ob ich ihm leid thäte. Doch nun begann der dazu erwählte Schütze sein Schießen. Es dauerte lange, ehe die Herren von der Kommission ihre ruhigen Gesichter verloren, als aber Schuß auf Schuß fiel, als die Munition sich mehr und mehr verminderte, und als das

Gewehr durchaus nicht plazen wollte, da wurden die Gesichter länger und länger! Ich war ruhig und freute mich über die aufrichtige Befriedigung, die auf General Wiblebens Gesicht zu lesen war. Prinz August wurde sehr rot im Gesichte, er ritt im kurzen Trabe immer hin und her und warf ganz erstaunte Blicke auf den Haufen von Patronen, der immer kleiner wurde. Nach wenigstens 10 Minuten erklärte der Schütze nicht mehr schießen zu können, da ihm der Lauf die Finger verbrenne! Es waren gerade 50 Patronen verschossen! Sie können sich denken, wie diese Herren aussahen, zumal da ich ihnen den Lauf öffnen ließ und jener hintere Teil, wo die Haufen Zunder liegen sollten, so proper war wie ein gewöhnliches Gewehr, aus dem man ein paar Schüsse gethan! — Prinz August zeigte eine innere Bewegung, die wirklich staunenswert war. — „Weiter schießen!“ befahl er, als der Lauf etwas kalt geworden war, und 10 Minuten später war keine Munition mehr vorhanden. In weniger als einer halben Stunde hatte dasselbe Gewehr 100 Schüsse gethan, und keine der Prophezeiungen der Herren Kommissare hatte sich erfüllt!“

Nach dem Siege der Preußen über die Oesterreicher im Jahre 1866, den hauptsächlich das Büdnadelgewehr bewirkt haben sollte, hatten die Franzosen nichts Eiligeres zu thun, als ihre Armee ebenfalls mit Hintertadern zu versehen. Aus den vorgelegten Plänen wurde der des Kapitän's Chassepot gewählt, welcher im Grunde der Drehscheibe ist, mit einigen zweckmäßigen Abänderungen. Es wird beim Laden ein Handgriff weniger gebraucht, kann also etwas rascher geschossen werden, und da das Geschoss im Verhältnis zum Pulvermaß ziemlich leicht ist, so geht es in größere Ferne. Bei der großen Abrechnung zwischen Deutschen und Franzosen 1870 und 1871 haben sich beide Gewehre genugsam gegeneinander gemessen. Die Franzosen thaten mit ihrem ungezielten Schnellfeuer schon auf 310 m Schaden, wo das Büdnadelgewehr noch schweigen mußte. Unsere Soldaten mußten daher immer eilen, dem Feinde näher auf den Leib zu kommen, wo derselbe viel unsicherer schuß, bis er aus einer Entfernung von 160 m die schweren, wohlgezielten deutschen Geschosse empfing, denen er selten lange standhalten konnte.

Trotzdem aber waren Mängel des Büdnadelgewehres (geringe Anfangsgeschwindigkeit und Treffweite u. s. w.) erkannt worden, so daß man gleich nach Beendigung jenes Krieges sich nach einer besseren Waffe für das deutsche Heer umschaute. Die größte Beachtung fand sofort ein von dem Württemberger Gewehrfabrikanten Wilhelm Mauser zu Oberndorf vorgelegtes Modell, und bald überzeugte man sich, daß das Mausergewehr wegen seiner guten Bauart, wegen der Einfachheit der Ladeweise u. s. w. selbst dem verbesserten Chassepotgewehr noch vorzuziehen sei. Ganz besonders gab man jener Waffe noch deshalb den Vorzug, weil ihre Handhabung der des Büdnadelgewehres im ganzen sehr ähnlich ist und deshalb die Mannschaften leicht und in ganz kurzer Zeit damit vertraut gemacht werden konnten. So wurde denn im Jahre 1875 das ganze deutsche





41—46. Das deutsche Magazingewehr M. 88. (System Mannlicher.)  
Nach „Engineering“.

- a. Schloß.                      b. Schloßteile.              c. Schlagbolzen.  
d. Patronen in Kasse.      e. Verschlussstopf.        f. Durchschnitt durch das Schloß und Magazin.

Heer, mit Ausschluß der bayerischen Truppen, die das Werdergewehr hatten, mit dem Mausergewehr ausgerüstet. Später hat auch Bayern das Mausergewehr angenommen und mit dem Werdergewehr die Landwehr ausgerüstet. Bis zum Jahre 1889 war dieses Mausergewehr (M/71) die Kriegshandwaffe des gesamten deutschen Heeres.

Die Hinterlader bilden, was die Möglichkeit des Schnellfeuers betrifft, nicht mehr die äußerste Grenze. Die sogenannten Repetitions- oder Magazingewehre, eine amerikanische Erfindung, leisten darin weit mehr, und ein guter Schütze schießt auch sehr sicher damit. Das Eigentümliche

dieser Waffe besteht darin, daß man ihr gleich ein Duzend und mehr Patronen übergeben und diese in kürzester Zeit nacheinander verschießen kann. Zu diesem Zwecke hat das Gewehr ein „Magazin“, welches die Patronen aufnimmt und einzeln dem Laufe übergiebt.

Die europäischen Heere haben dem Magazingewehre eine Einrichtung gegeben, welche wir an dem deutschen Magazingewehre (Fig. 41—46) erläutern wollen. Dasselbe ist aus dem Mannlicher-Magazingewehre hervorgegangen und steht demselben in den wesentlichen Theilen sehr nahe.

Unter dem hinteren Ende des Laufes, unmittelbar vor dem Abzugsbügel, liegt das Magazin, welches fünf Patronen aufnehmen kann. Diese fünf Patronen liegen nun fertig verpackt in einer flachen Hülse aus Stahlblech, welche man mit wenigen Griffen in das Magazin einschiebt. Eine Feder am Boden des Magazins drückt die Patronen nach oben. Wird nun das Schloß geöffnet, so wird zunächst eine etwa noch in der Kammer liegende abgeschossene Patrone herausgeworfen, und an ihre Stelle tritt aus dem Magazin eine geladene, welche beim Schließen der Kammer in den Lauf geschoben wird. Der Soldat hat also nur nötig, das Schloß aufzureißen und zuzuschlagen, um aufs neue schußfertig zu sein, und kann demnach seine fünf Schüsse in weniger als einer halben Minute abgeben. Sind die fünf Patronen verschossen, so fällt die Blechbüchse aus dem Magazin, und eine neue wird eingesetzt, so daß also eine Compagnie Soldaten den herannahenden Feind in wenigen Minuten mit Tausenden von Geschossen überschütten kann, welche, wenn sie wohl gelenkt sind, ein ganzes Regiment kampfunfähig machen können.

Hier sei nun auch einer weiteren Verbesserung der neuzeitlichen Gewehre Erwähnung gethan: das kleine Kaliber, welches eine größere Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses, eine größere Tragweite und eine stärkere Durchschlagskraft bewirkt, wobei allerdings auch das neue rauchschwache Pulver mit seiner stärkeren Wirkung mithilft. Während vor 20 Jahren Kaliber mit 10, 11 und mehr mm Durchmesser benutzt wurden, ist man heute auf 8 und 7 mm herabgegangen und versucht es, noch kleinere Kaliber anzuwenden. Das deutsche Gewehr hat 7,9 mm; es trägt infolgedessen bis auf 3800 m, auf eine halbe Meile. Auf 300 m durchschlägt es 7 mm starke Eisenplatten und schlägt durch drei hintereinander stehende Menschen. Diese furchtbare Wirkung der neuen Gewehre hat aber auch ihr Gutes. Das dünne, rasch dahinfliegende Geschöß geht glatt durch den Körper und wühlt nicht wie die dicken, langsamer fliegenden Kugeln. Die Wunde, wenn sie nicht tödlich ist, wird sodann leichter sich schließen und heilen. Diese Annahme ist auch in dem ersten Kriege, in welchem die neuen Gewehre zur Anwendung gekommen sind, in dem Bürgerkriege in Chile 1891, bestätigt worden, und so dürfen wir für die künftigen Kriege hoffen, daß dieselben, wenn auch viel verlustreicher in den Massenkämpfen, doch ein vermindertes Nachsterben in den Lazaretten aufweisen werden.



Das Bestreben, eine möglichst leichte und für die Nähe taugliche Schußwaffe zu haben, welche man auf Reisen ohne Belästigung führen kann, um sich gegen räuberische Anfälle zu sichern, hat schon früher zur Anfertigung der Pistolen geführt. Sie sollen aus Italien stammen und ihren Namen von Pistoja, wo sie bereits 1364 gemacht wurden, erhalten haben. Ihre allmähliche Vervollkommnung hat gleichen Schritt mit der



47. Drehpistole (Revolver).

Verbesserung der Gewehre gehalten. Neben den ein- und doppelläufigen gab es längst schon solche mit vier, ja sechs und acht Läufen. Infolge ihres kurzen Rohres ist jedoch die Pistole eine unzuverlässige Waffe, welche nur beim Kampfe in der Nähe mit Erfolg zu gebrauchen ist. Deswegen wird sie im Kriegswesen auch nur von Reitern und bei der Marine von der Schiffsmannschaft geführt. In unserer Zeit hat sie eine neue Gestalt und größere Bedeutung gewonnen, indem sie zur Drehpistole (Revolver) verbessert worden ist

### Die Geschütze der Neuzeit.

In fast noch größerem Maße als bei den Handfeuerwaffen ist in unserem Jahrhundert, und namentlich in den letzten Jahren, das Streben nach Vervollkommnung bei dem Geschützwesen lebendig gewesen und hier zu ganz außerordentlichen Ergebnissen vorgeschritten. Denn je mehr die entscheidende Bedeutung der Artillerie für den sogenannten großen Krieg erkannt wurde, desto eifriger ließ man sich auch die Fortbildung dieser Waffengattung angelegen sein. Wenn sonst die groben Geschütze unbeholfen und gleichsam in künstlichen Hinterhalten auf dem Schlachtfelde lagen und gar oft, falls der Feind sich der gewählten Aufstellung nicht anbequeme, ins Blaue schossen, so tritt in neuerer Zeit dagegen die Artillerie zuerst im Kampfe auf, bereitet den anderen Waffen die Erfolge vor, hilft den Sieg ausbeuten und verschwindet bei einer Niederlage zuletzt von dem Kampfplatze, indem sie noch den Rückzug deckt. Die zahlreichen kleinen und verschiedenartigen Geschützstücke, wie sie z. B. die Preußen noch unter dem „großen König“ führten, sind heute ganz verschwunden; man hat jetzt gezogene Geschütze gleichmäßiger Art, wenn auch mehrfachen Kalibers, und das schwerste Geschütz wird heutzutage in so viel Minuten zum Schusse gebracht, wie ehemals in Stunden.

Seit Abschluß der Kriege mit dem ersten Napoleon trat nur selten eine Neuerung im Artilleriewesen auf. Allerdings hatte schon Napoleons Artilleriechef Marmont eine neue Feldartillerie, sechs- und zwölfpfündige Kanonen, vorzüglich die siebenpfündige Haubitze, zum Schießen mit Granaten eingeführt. Heutzutage sind die Granaten das Hauptgeschöß geworden, aber sie unterscheiden sich wesentlich von jenen alten Hohlkugeln (siehe S. 74). Der englische General Schrapnel († 1824) erfand ein Geschöß, das nach seinem Namen oder auch Kartätschgranate genannt wird und noch heute seine Anwendung findet, um in dichte Heeresmassen geworfen oder gegen einen Feind gebraucht zu werden, der unsichtbar hinter Mauern und Wällen steckt. Es waren ursprünglich dünnwandige Hohlkugeln, die mit Pulver und kleinen Kugeln locker gefüllt waren und im Bogen geworfen wurden. Während das Geschöß steigt, begeben sich die metallenen Kugeln infolge ihrer größeren Schwere alle nach vorn, und das Pulver bleibt zurück. Sobald die Höhe des Bogens überschritten ist und das Niedersteigen eben beginnt, muß das Geschöß plazen, und die Kugeln dringen wie ein Kartätschenschuß aus der Höhe in kegelförmiger Ausstreuung auf den Feind hernieder.

Mit der zunehmenden Vervollkommnung der Handfeuerwaffen wurde alsbald auch eine entsprechende Umgestaltung des Geschützwesens durch erhöhte Schuß- und Trefffähigkeit immer dringlicher. So entstanden die gezogenen und dann auch die Hinterladungskanonen. Die Einrichtung von Zügen in den Geschützläufen, um dadurch dem Geschosse die Drehung und einen sicheren Flug mitzuteilen, blieb unvollkommen, solange man noch das früher allgemein übliche Rohmaterial, eine Art Bronze, benutzte, welches vermöge seiner Weichheit nicht im stande ist, längere Zeit die Form der Züge unverändert zu bewahren.

Auch die Verwendung des Gußeisens, das fast noch leichter der Abnutzung und öfterem Springen unterworfen ist, konnte jenem Zwecke nicht genügen. Es kam also zunächst darauf an, ein geeignetes Material für die Herstellung der Kanonenläufe zu gewinnen.

In diesem Sinne leistet heutigestags der Gußstahl das möglichst Erreichbare, da derselbe dem Drucke der Pulvergase eine etwa achtmal größere Festigkeit als Gußeisen und viermal größere als Bronze entgegensetzt. Aber die allgemeine Anwendung jenes nur schwer zu gewinnenden Gußmetalles konnte erst von der Zeit an für das Artilleriewesen nutzbar gemacht werden, als man das wertvolle Material auch in großen, fehlerlosen Massen herstellen lernte.

Alfred Krupp war der Mann, welcher jene außerordentliche Aufgabe, den harten Stahl gefügig zu machen, gelöst hat. Seine mächtigen Gußstahlblöcke, die er in Massen von mehreren hundert Zentnern herzustellen versteht, zeigen das festeste und gleichmäßigste Gefüge. Zuerst zog der energische Mann die Aufmerksamkeit auf sich durch seine gewaltigen Stahlerzeugnisse während der Londoner Industrieausstellung im Jahre 1851;



er war damals der einzige, dem eine Auszeichnung im Gußstahlfache zu teil ward. Als er aber ein Jahrzehnt darauf bei der zweiten Londoner Ausstellung im Jahre 1862 wieder erschien, hatte er sich gegen früher um das Zehnfache übertroffen. Nachmachen konnte man es ihm weder in England noch anderswo, und so steht Deutschland in dieser hochwichtigen Industrierichtung bis jetzt einzig da.

Heute ist Krupp der Fürst aller deutschen Industriellen; sein weit-  
ausgedehntes Etablissement umfaßt die Gußstahlfabrik Essen, das Gruson-  
werk in Budau, die Germaniawerft in Kiel, den Schießplatz Meppen,  
mehrere Hüttenwerke, Kohlengruben, Erzbergwerke u. a.; es verbraucht in  
einem Jahre über 1 Mill. t Kohlen und beschäftigt ein Arbeiterpersonal  
von 42000 Menschen. In den großartigen Werkstätten arbeiten 458 riesige  
Dampfmaschinen, sowie 113 Dampfhammer, deren größter im Gewicht von  
2000 Zentnern eine gewaltige Arbeitsmaschine ist, unter deren wuchtigen  
Schlägen der Boden in der nächsten Umgegend wie bei einem Erdbeben  
erzittert, während man ebenso sicher die kleinste Nuß mit ihm aufbricht.  
Dieser Dampfhammer allein hat eine Million gekostet. Daneben befinden  
sich über 3000 andere Hilfsmaschinen, mächtige Schmiedepressen, Dreh-  
bänke, Bohr- und Hobelmaschinen u. a. in ununterbrochenem Gange.  
Die Gesamtlänge der Maschinenriemen beträgt über 60 km, die der elek-  
trischen Kabelleitungen gegen 120 km, von denen 720 Bogenlampen und  
5771 Glühlampen gespeist werden. Das eigene Telegraphennetz hat 80 km  
Leitung, das Fernsprechnetz 297 km u. s. w.

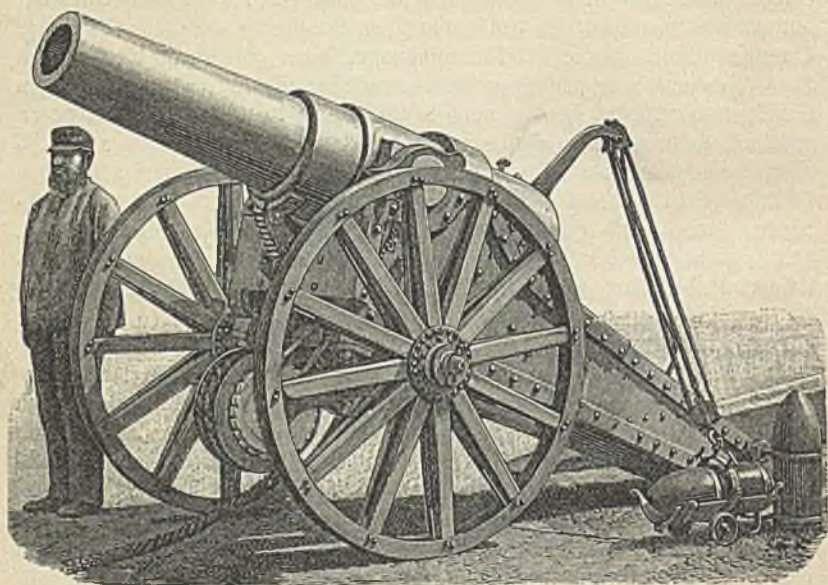
Die gußstählernen Kanonenrohre wurden natürlich vor ihrer Ein-  
führung den stärksten Proben ihrer Haltbarkeit und Dauer unterworfen  
und übertrafen in beiderlei Hinsicht alle Erwartungen. Ihre ersten  
praktischen Proben haben sie in dem Schleswigischen Feldzuge von 1864  
abgelegt. Die gezogenen preußischen Stahlgeschütze aus Krupps Fabrik  
hielten dort über 3000 Schüsse aus, ohne in ihrer Wirkung nachzulassen,  
während man bei gußeisernen und bei bronzenen glatten Rohren nur auf  
höchstens 1000 Schüsse bis zur Abnutzung rechnen kann.

Die Tragweite und Trefffähigkeit der preußischen Geschütze schien auf  
den höchsten Grad gebracht worden zu sein. Eine erfolgreiche Beschießung  
im Feldkriege war schon gegen die kleinsten Truppenabteilungen auf 2500  
bis 3000 Schritte möglich, gegen größere, und wäre es auch nur ein  
Bataillon gewesen, auf 4000, und gegen Ortschaften und andere große Ziel-  
objekte auf 5000. Die großen Belagerungsgeschütze vor Paris haben eine  
volle Meile weit getragen, öfter noch darüber. Trotz alledem wurden aber  
von unseren scharf kritisierenden Kriegsmachern weitere Verbesserungen an  
den Geschützen als nötig erkannt und ausgeführt.

Den heutigen Festungsbauten gegenüber spielen die kurzen Kanonen  
oder Haubitzen und die Mörser eine wichtige Rolle. Hat die Kanone die  
Bestimmung, im Flachschuß zu wirken, so dienen Haubitzen und Mörser  
für den Bogenschuß und ermöglichen es, das Geschloß von oben auf die

anzugreifende Stelle fallen zu lassen. Auf diese Weise wird der Schutz, welchen Mauern, Wälle und Panzer gewähren, zum Teil wieder aufgehoben, denn vor den geworfenen Geschossen kann man sich nicht hinter einer Decke, sondern nur unter einer solchen verstecken, und da es zumeist leichter ist, einen Schutzplatz durch eine Umfriedigung zu schützen, als durch eine über seine Oberfläche hingebreitete Decke, so findet das von oben herabfallende Geschöß zahlreiche verwundbare Stellen an dem angegriffenen Werke.

Außerdem läßt der Bogenschuß eine größere Schußweite zu als der Flachschuß, und so kann man die herannahenden Schiffe vom Ufer aus bereits auf 3 Meilen Entfernung bewerfen, während die Schiffskanonen



48. Krupp's 21 cm-Haubitze.

erst bei etwa 2 Meilen Entfernung auf die Uferwerke schießen können. Glückt es also, so vernichten die Mörser vom Ufer aus das herannahende Schiff, bevor es auf Schußweite heran ist; glückt es aber nicht, kommt das Schiff zum Schuß, so legt es mit seinen sicher treffenden Geschützen die Mörser bald lahm.

Auch auf diesem Gebiete hat Krupp große Erfolge erzielt. Wir geben mit Bezug hierauf die Abbildungen zweier Krupp'schen Geschütze: einer 21 cm-Haubitze und eines 24 cm-Mörfers, von denen der letztere zu den großartigen Beschießungen von Straßburg und Paris im großen Deutsch-französischen Kriege benutzt wurde. Diese beiden außerordentlich wirksamen Krupp'schen Geschütze sind von Stahl. Die Anwendung Krupp-



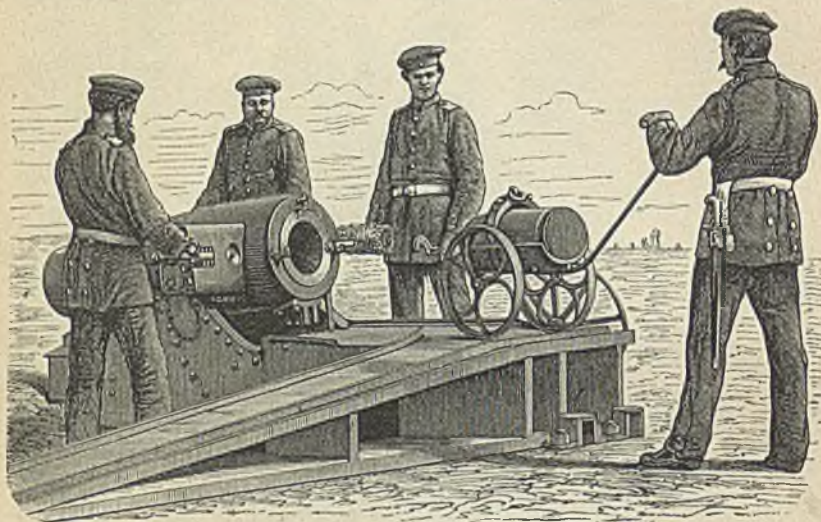


49. Preussischer 24-Pfünder vor Paris.

scher Geschütze bei der Belagerung von Paris in den Jahren 1870 und 1871 zeigt Abb. 49.

Da der Mensch auch auf dem Wasser nicht Frieden halten kann, so mußten die Fortschritte in der Kriegstechnik natürlich auch die Kriegsmarine berühren, und sie haben dies so stark gethan, daß gerade in diesem Fache das meiste gearbeitet und neu geschaffen worden ist und die Kriegsmittel zur See die vollständigste Umformung und eine Wirkungskraft erhalten haben, gegen welche die früheren Holzschiffe mit ihren simplen Geschützen, wenn sie sich noch auf dem Kriegspfade treffen ließen, als das zerbrechlichste Spielzeug erscheinen würden.

Man kann in der That behaupten, die Kriegskunst hat in den letzten 30 Jahren zu Wasser und zu Lande mehr Fortschritte gemacht als in den



50. Krupps 24 cm-Festungs- und Belagerungsmörser.

drei vorhergegangenen Jahrhunderten. Den Anlaß zur Umwälzung im Seekriegswesen gab der Krimkrieg.

Als dort die türkische Flotte durch die russische mittels Kanonen geradezu abgeschlachtet wurde, sah man ein, daß die Holzschiffe ferner unmöglich waren, und es wurden eiligst etliche gepanzerte schwimmende Batterien in Frankreich hergestellt, welche nun ihrerseits russische Festungswerke (Kinburn) mit Bequemlichkeit in Trümmer legen konnten.

Nunmehr waren Panzerschiffe die Lösung der Seemächte. Man belegte zunächst die vorhandenen Holzschiffe mit Eisenplatten, doch da sich dies nicht weit treiben ließ, so wurden von Grund aus neue Schiffe gebaut, welche eine viel größere Eisenlast, also stärkere Panzer, zu tragen vermochten.



Daß man aber die Panzer immer mehr zu verstärken suchte, dazu trieben die immer höher gesteigerten Leistungen der Geschütze; es war ein großer Wettkampf zwischen Angriff und Verteidigung, zwischen Eisen und Eisen, oder Eisen und Stahl, denn meistens hat man jetzt Stahlblöcke zur Zertrümmerung von Schiffswänden auserselien. Die Dicke der Eisenpanzer wurde in erstaunlicher Weise gesteigert.

In demselben Maße aber, wie die Panzerung verstärkt wurde, wurde auch die Leistungsfähigkeit der Geschütze erhöht. Zum Glück aber vollzog sich der Kampf zwischen Geschütz und Panzer im Frieden, auf den Schießplätzen der Arsenale. In England sind in mehreren Jahren Probefchießen der umfanglichsten Art abgehalten worden. In gleicher Weise haben die Preußen bei Tegel, die Oesterreicher bei Pola, die Franzosen zu Vincennes u. s. w. ihre Schießproben betrieben. Die Ziele, nach welchen geschossen wurde, waren hauptsächlich Nachbildungen von Schiffswänden in Balken und Eisenplatten verschiedener Stärke.



51. Schußkanal durch Panzer und Mauer. Nach „Englneering“.

Unsere beistehende Abbildung zeigt die gewaltige Wirkung eines solchen Riesengeschosses, welches sich durch einen 70 cm starken Panzer und dahinter liegendes Mauerwerk einen Schußkanal von 13 m Länge gebohrt hat. Freilich wiegt das Geschöß auch über 800 kg und erfordert 300 kg prismatisches Pulver. Die Kosten eines Schußes belaufen sich demnach allein für die Ladung auf rund 3500 Mark. Da nun aber weiter die großen Geschütze nur eine beschränkte Anzahl Schüsse aushalten, so ist auf jeden Schuß noch der entsprechende Teil der Kosten für die Herstellung des Geschüsses zu rechnen, und man sieht somit, daß das Schießen mit diesen großen Kanonen eine recht kostspielige Sache ist. Freilich vermögen auch einige wenige dieser teuren Schüsse, wenn sie die rechte Stelle treffen, ein Panzerschiff, das mehrere Millionen Mark gekostet hat, zu vernichten.

So schien denn der Sieg der Kanone über den Panzer entschieden zu sein, aber nunmehr ist es dem deutschen Erfindungsgeiste und seiner in vieler Beziehung unübertrefflichen Technik gelungen, Panzer herzustellen, die den stärksten Geschossen Troß bieten.

Als man ein sah, daß den schweren Geschützen der Kriegsschiffe gegenüber die Verteidigung der Küsten besonderer Hilfsmittel bedürfe, kam man auf den Gedanken, die Küstenbatterien durch Eisenpanzer zu schützen. In

England wurde kein Geld gespart, um mit derartiger Panzerung das mögliche zu leisten. Man wählte dazu ein besonders zähes, mit vieler Mühe hergestelltes Walzeisen, indem man mit diesem weichen Material das unberechenbare Entstehen von Rissen und Sprüngen verhüten und die verderbliche Geschützwirkung auf den Treffpunkt beschränken wollte. Man gestand damit zu, daß man sich nicht getraue, Panzer herzustellen, welche den stärksten Geschossen gegenüber überhaupt widerstandsfähig sind. Da man damals die zähen englischen Panzerplatten für unübertrefflich hielt, so war im Jahre 1881 das königlich preussische Kriegsministerium schon entschlossen, die Mittel zur Befestigung der deutschen Küsten aus England zu beziehen. Glücklicherweise gelang es aber noch rechtzeitig dem bereits durch seine unübertrefflichen Hartgußgeschosse berühmten Ingenieur H. Gruson in Bückau bei Magdeburg, eine allen Geschossen trotze Metallpanzerung herzustellen. Es sind dies die nunmehr berühmten Hartgußpanzer, mit welchen die neuen Panzertürme bewehrt sind.

Mit Panzertürmen hat die Küstenverteidigung den neuen Kriegsschiffen gegenüber ein wirksames Schutzmittel gefunden, aber man strebte auch danach, den schwimmenden furchtbaren Eisenschiffen gegenüber ein wirksames Angriffsmittel zu besitzen, und dies fand man in den Torpedos.

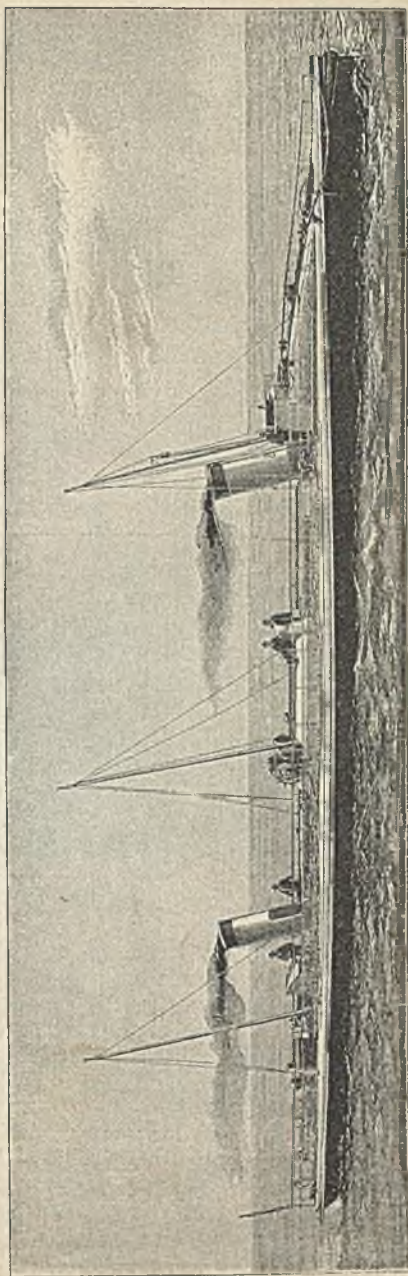
Die ersten Torpedos wurden bereits 1585 bei der Belagerung von Antwerpen in Anwendung gebracht, später, 1627 bei La Rochelle, sie erwiesen sich aber als ziemlich unpraktisch. Erst in neuerer Zeit wurden sie durch Kapitän Werner sehr verbessert. In Anwendung gebracht wurden sie zuerst in Deutschland und zwar durch unseren berühmten Werner von Siemens, welcher damals noch ein junger, unbekannter Artillerieleutnant war. Auf seinen Vorschlag wurden 1848 im Schleswig-holsteinischen Kriege derartige Seeminen, welche durch elektrische Zündung beliebig zur Zündung gebracht werden konnten, in den Hafen von Kiel versenkt und erregten so sehr den Schrecken des dänischen Feindes, daß er sich hütete, mit seinen Schiffen diesen Gewässern zu nahen. Dieser Erfolg der Seeminen veranlaßte, daß sie alsbald allgemein in Aufnahme kamen, und im Krimkriege sicherten die Russen ihre Häfen durch diese Verteidigungsmittel. Im Jahre 1866 wurde der Hafen von Triest, 1870 und 1871 die deutschen Küsten und Flußmündungen durch solche unterseeische Minen geschützt.

Wie gefährlich solche Torpedos den Schiffen werden können, geht daraus hervor, daß durch sie im amerikanischen Bürgerkriege fünf Panzerschiffe und zehn andere Schiffe, im letzten Russisch-türkischen Kriege vier türkische Panzerschiffe kampfunfähig gemacht wurden.

Um die volle Angriffskraft des Torpedos benützen zu können, läßt man ihn durch besondere, sehr flinke Schiffe, die Torpedoboote, schleudern, welche nur diesem Zwecke dienen und eigens für denselben eingerichtet sind. Demgemäß ist bei ihnen darauf Bedacht genommen, sie in ihrer Bewegung sehr rasch zu machen, damit sie sich in möglichst kurzer Zeit dem Feinde nähern und ihn überraschen können. Sie zeigen deswegen einen



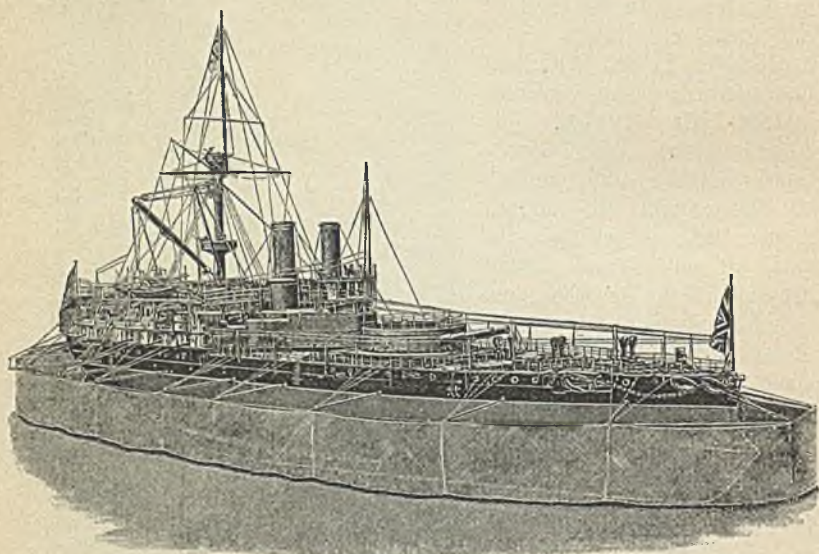
sehr schlanken Bau und sind möglichst leicht gemacht, haben aber ungewöhnlich kräftige Maschinen und vermögen mit Hilfe derselben eine Fahrgeschwindigkeit zu erreichen, welche derjenigen der Eisenbahnzüge nahe kommt. Man erkennt leicht, daß diese Torpedoboote, trotz ihrer Kleinheit, dennoch furchtbare Feinde der großen Panzerschiffe sind, denn ein einziger richtig angebrachter Torpedoschuß kann das ungeheuerere Panzergebäude in die Tiefe versenken. Zur Abwehr eines solchen schrecklichen Feindes sind deshalb die Panzerschiffe mit manchen Schutzmitteln ausgerüstet. Zunächst ist man darauf bedacht gewesen, den Torpedo vom Schiff abzuhalten, und umgiebt deswegen den Schiffskörper mit einem bis auf die Kieltiefe herabhängenden Netz aus Stahldraht, das etwa 10 m allseitig vom Schiffe absteht. Dieses Netz hält nun den Torpedo in seinem Laufe auf, und sollte er auch beim Anstoß an das Netz entzündet, so reicht doch die Gewalt des Stoßes nicht bis an die Schiffswand heran, wenigstens nicht in dem Maße, um noch die Wand zertümmern zu können. Unsere Abb. 53 zeigt ein solches Netz, wie es ein Panzerschiff umgiebt, wobei der Leser aber sich vorzustellen hat, daß das Schiff mit dem Netz aus dem Meere gehoben und auf eine ebene Fläche gestellt ist, um das Netz erkennen zu lassen. Dieses



52. Staltliches Torpedoot, erbaut auf der Werft von J. Schöppan in Eibing. Nach „Engineering“.

Schuzmittel hat aber den Nachteil, daß es die Bewegungs- und Manövrierfähigkeit des Schiffes stark behindert; man wird es darum nur im Notfall anwenden, im übrigen aber lieber darauf bedacht sein, das Torpedoboot zu vernichten, bevor es sein Todesgeschloß abschleudern kann.

Da nun die Torpedoboote mit Vorliebe die Nacht benutzen werden, um sich im Schutze der Dunkelheit bis auf Schußnähe an das feindliche Schiff zu schleichen, so gilt es für dieses, das Torpedoboot rechtzeitig zu entdecken, und hierfür dient das elektrische Licht, mit welchem die Wasserfläche beleuchtet wird. Die Erhellung einer großen Wasserfläche auf weite Strecken hinaus ist aber schwer zu bewerkstelligen, wäre auch nicht thunlich,



53. Panzerschiff mit Torpedoneh.

weil das Schiff dadurch selbst auf weite Entfernungen hin kenntlich wäre. Man zieht es daher vor, einen grellen Lichtstrahl auf das Wasser zu schicken und die Fläche Strecke um Strecke abzuleuchten. Hierfür dienen die Scheinwerfer. Es sind dies große elektrische Bogenlampen, deren Licht durch einen Hohlspiegel zu einem starken Strahl verdichtet wird. Durch eine besondere Vorrichtung kann das Licht abgeblendet, d. h. die Lampe versteckt werden, so daß man den Strahl nach Belieben aufleuchten oder verschwinden lassen kann. Mittels dieser Scheinwerfer kann man nun die einzelnen Gegenstände auf dem Wasser und an den Ufern beleuchten, und der Lichtstrahl ist so stark, daß er auf die Entfernung von 1 Meile und darüber den beleuchteten Gegenstand lichtstark genug erhellt, um ihn mit dem bewaffneten Auge deutlich erkennen zu lassen.



Neuerdings haben die deutschen Torpedos und Torpedoboote sowie überhaupt das gesamte deutsche Kriegsmaterial Weltruf erlangt, so daß viele fremde Nationen deutsches Kriegsmaterial beziehen, so selbst die Engländer, welche Bestellungen auf deutsches Pulver, deutsche Säbelklingen und deutsche Bajonette gemacht haben. Mit Kanonen versorgt Krupp alle Welt; das Grusonwerk liefert nach dem Auslande seine Hartgußgeschosse und Küstenbatteriepanzer; auf deutschen Werften werden für fremde Nationen Panzerschiffe und Torpedoboote gebaut, und so feiert die deutsche Industrie auch auf diesem Gebiete einen großen Triumph.

So sehen wir, wie die Kriegswerkzeuge sich seit 25 Jahren in unerhörter Weise verbessert haben. Wie sich ein Krieg mit ihnen gestalten wird, davon haben wohl nur wenige eine Ahnung, nur das wissen wir alle, daß ein kommender Krieg die kriegführenden Staaten bis in ihre Grundfesten erschüttern wird, daß seine Schlachten an Furchtbarkeit alles übertreffen werden, was die Weltgeschichte kennt, und darum, wehe dem Volke, das leichtsinnig die Entscheidung des Krieges anrufen wird; sein schweres Verbrechen wird es schwer büßen müssen.

---

## Die Uhren.

Unsere Welt ist gleichsam selbst ein Uhrwerk, und zwar ein solches, das nie aufgezogen zu werden braucht und doch so richtig geht, wie keine unserer besten Uhren. Wir brauchen zur Richtigestellung aller von Menschen gemachten Werke immer noch die Sonne, wie sie für Menschen in kulturlosen Zuständen von jeher der einzige Zeitweiser gewesen und noch ist. An sich betrachtet sind aber unsere heutigen Uhren der besten Art, wie sie der Astronom und die Schiffer brauchen, doch Maschinen von erstaunlicher Ausbildung und beinahe vollkommen zu nennen. Freilich hat es auch lange gedauert, bis der Uhrenbau von rohen Anfängen auf diese Stufe gelangte; Jahrhunderte haben an der Vervollkommnung der Uhren gearbeitet, viel Geist, Wissenschaft, Scharfsinn und Nachdenken ist darauf verwendet worden; die größten Gelehrten und Künstler aller Zeiten haben sich mit der Verbesserung der Uhren befaßt und ihren Ruhm dadurch erhöht. Alle Fortschritte, die in Mechanik, Physik, Mathematik, in der Verarbeitung der Rohstoffe, in Maschinen und Werkzeugen u. s. w. gemacht wurden, sind auch dem Uhrenfache zu gute gekommen, und so ist denn die Uhr in ihrer heutigen Vollkommenheit sicher eins der schönsten Ergebnisse menschlichen Strebens; ihr Zweck ist höchst bedeutsam und ihre Einrichtung höchst sinureich.

In früheren Zeiten konnte fast jede einzelne Uhr als ein eigenes Kunstwerk gelten, das von irgend einem Meister einzeln berechnet, in allen Theilen und Theilchen selbst zurecht geschnitten, gefeilt und zusammengesetzt war; unsere heutigen Uhren für das große Publikum dagegen werden nach der Schablone gemacht, d. h. nach gegebenen Mustern in großer Menge angefertigt, denn der fabrikmäßige Betrieb, welcher sich besonders durch Theilung der Arbeit und möglichste Benutzung von Hilfsmaschinen bemerkbar macht, besteht im Uhrenfache schon lange und eignet sich auch dafür.

Wo die Arbeitsteilung streng durchgeführt ist, wie bei der Fabrikation der Taschenuhren, fertigt ein Arbeiter immer ein und dasselbe Stück oder leistet dieselbe Arbeit jahraus, jahrein und erlangt dadurch natürlich ein besonderes Geschick, sowohl in schneller als vollkommener Ausführung.



Durch das Fabrikwesen ist die Uhr erst zum Gemeingut aller geworden. Was früher eine kostspielige Seltenheit war, die sich nur sehr wohlhabende Leute aneignen konnten, ist jetzt in jedermanns Bereich und Händen und muß es auch sein, unseren heutigen geschäftlichen Bedürfnissen entsprechend. Die allermeisten Menschen haben heutzutage die vollste Veranlassung, mit ihrer Zeit haushälterisch umzugehen: unser ganzes Leben dreht sich sozusagen in dem Kreise der zwölf Ziffern, und selbst ein pünktlicher Laufbursche kann ohne Taschenuhr nicht bestehen. Aber er kann sich dies notwendige Stück auch ohne große Schwierigkeit beschaffen und erhält für nur wenige Mark immer noch einen viel zuverlässigeren Zeitweiser als der Reiche von ehemals für mehrere Hundert.

Die Uhrenfabrikation Europas ist ein sehr bedeutender Industriezweig, welcher viele Tausende fleißiger und geschickter Menschen ernährt und jährlich für mehrere Millionen Mark Waren in allen Ländern der Welt absetzt; aber auch in Amerika fängt die Uhrenindustrie an, mehr und mehr an Bedeutung zu gewinnen. Da werden denn für jedes Land, die Türkei, Indien, China u. s. w., die Uhren eigens nach dem dort herrschenden Geschmade ausgestattet, und der beste Abnehmer ist der Chinese, denn er trägt seine Taschenuhren stets paarweise, nämlich zwei Stück von gleicher Art.

Fragen wir nun, wie es sich in alten Zeiten mit den Uhren verhalten habe, so findet sich, daß es seit dem frühesten bekannten Altertum bis in das erste Mittelalter hinein keine anderen Zeitweiser gab als Sonnen- und Wasseruhren. Die später in Gebrauch kommenden Sand- und Quecksilberuhren sind bloße Verbesserungen der letzteren Art; alle drei können als Rinnuhren bezeichnet werden. Über den Ursprung der Sonnen- und Wasseruhren fehlen geschichtliche Anhalte; die ersteren sollen von den alten Chaldäern oder Babyloniern nach Griechenland verpflanzt worden sein, und sie ergeben sich unter einem sonnenreichen Himmelsstriche ganz von selbst.

In den Gegenden, wie in Vorderasien und Ägypten, wo ein sonnenklarer Tag dem anderen folgt, ist die Benützung der Körperschaften zur Zeittheilung am besten möglich und mag da am frühesten in Gebrauch gekommen sein. Die Chaldäer waren übrigens auch die ersten Astronomen ihrer Zeit, und der berühmte Turm zu Babel war ihre Hauptsternwarte. Auch schreibt man ihnen die Einteilung des Tages und der Nacht in zwölf Stunden zu. Schon das Altertum machte aus den Sonnenuhren alles, was daraus zu machen ist, und eine Reihe von Männern aus Griechenland und Ägypten wird als Verbesserer derselben genannt. Die ursprünglichste Form scheinen hohe Säulen gewesen zu sein, wie wir sie in Ägypten als Obelisken noch heute stehen sehen. Sie erhielten aber mit der Zeit noch manche andere Formen, bald mit ebenen, mit erhabenen, bald hohlrunden Flächen, mit allerlei astronomischen Kreisen, Linien und Figuren versehen. Auch begriff man sehr wohl, daß diese Uhren für die verschiedenen Breiten=

grade besonders abgeändert werden müssen. Die sogenannten Sonnenringe, bei denen die Sonne durch ein kleines Löchlein scheint, hatte man ebenfalls schon in altgriechischer Zeit. In Deutschland waren die Sonnenuhren wenigstens schon im zehnten und zwölften Jahrhundert bekannt, und die Sonnenuhrkunst (Gnomonik) fand hier unter Astronomen und Mechanikern bis in das achtzehnte Jahrhundert hinein manchen eifrigen Liebhaber und Pfleger, und allerlei interessante und kuriose Werke wurden zu Tage gefördert.

Das Bedürfnis eines Tag und Nacht und auch im Inneren der Wohnungen brauchbaren Zeitweisers führte auf andere Mittel, und es entstanden Wasser- und Sonnenuhren, vielleicht nicht viel später als die Sonnenweiser und gleicher Herkunft mit diesen, denn sie erscheinen gleichfalls zuerst in Vorderasien und Aegypten, wandern dann zu den Griechen und, spät genug, zu den Römern. Die chinesische Geschichtslitteratur lehrt aber, daß man auch dort in den frühesten Zeiten schon Wasseruhren gebrauchte, und als Cäsar zuerst in Britannien als Eroberer austrat, wunderte er sich nicht wenig, bei den Inselbarbaren dieselben Wasseruhren zu finden, wie man sie in Rom hatte. Die jedermann wohlbekannte Figur der Sanduhr findet



54. Die Sanduhr.

sich schon auf uralten ägyptischen Bildwerken; sie ist heute sehr außer Gebrauch gekommen; den etwa heute noch verlangten kleinen Bedarf an Stundengläsern liefert Nürnberg. Im kleinsten Format aber, als Halbminutenglas, findet sich die Sanduhr noch heute auf jedem Schiffe, zum Behufe des Loggens, d. h. zur Bemessung der Schnelligkeit des Schiffslaufes, und als Dreiminutenuhr in den Vermittelungsämtern der deutschen Staats-telephonanlagen, wo man die Gesprächsdauer bei dem Verkehr mit anderen Städten durch diesen einfachsten Zeitmesser bemisst, und als Fünfminutenuhren in manchen Küchen beim Eierkochen.

Die Wasseruhren für den gewöhnlichen Bedarf waren nicht minder einfache Geräte: aus einem rohr- und trichterförmigen Gefäße fiel das Wasser durch ein feines Loch in ein anderes, und es konnte nun entweder am oberen eine Skala für den sinkenden oder am unteren eine solche für den steigenden Wasserpiegel angebracht sein. Der die Skala tragende Teil war entweder von Glas, Krystall oder dergl., oder man hatte in anderer Weise ohne durchsichtiges Material. Auf dem Wasserspiegel eines offenen Rohres, das in zwölf Stunden auströpfelte, stand z. B. ein leichter Cylinder, der mit dem Wasser niederging, und eine auf dem Cylinder stehende Figur zeigte mit einem Stäbchen auf die daneben angebrachte Zifferreihe; oder auch die Ziffern befanden sich auf dem Cylinder selbst und gingen an einem feststehenden Weiser vorbei. Um überhaupt eine Wasseruhr einigermaßen brauchbar zu machen, mußte man stets dem Umstande Rechnung tragen, daß das Sinken der Wassersäule vom höchsten Stande ab sich fort und fort verlangsamte; die Stundengrade durften also nicht einerlei Weite haben, sondern mußten abwärts zunehmend enger gestellt sein.



An der Sanduhr kann man nur sehen, daß eine Stunde verflossen ist; die Wasseruhren leisteten aber mehr, da sie den ganzen Tag gingen und die Stunden auch zeigten. Ferner konnten mit ihnen auch kleinere Zeitabschnitte gemessen werden, wobei man sogar vom Stundenmaß ganz absehen konnte. So wurden bei den römischen Gerichtsverhandlungen drei gleiche Mengen Wasser abgemessen und nacheinander laufen gelassen, eine für den Angeklagten, eine für den Kläger und eine für den Richter. Länger als der Durchlauf dauerte, durfte nicht gesprochen werden. Ein Wärter war bei der Uhr angestellt, der den Schluß ankündigte und bei Zwischenfällen, wie Zeugenausfagen, Verlesung von Dokumenten u. s. w., die Uhr einstweilen mit Wachs zu schließen hatte. In den späteren Zeiten des Verfalles der Römerwelt war es eine stehende Klage, daß die Uhrwächter bestochen würden und unehrlich bedienten. Auch die Philosophen und Rhetoren in Griechenland und später in Rom zügelten bei ihren Redebübungen ihre Redseligkeit dadurch, daß jeder nur die ihm bewilligte Menge Wasser abhaspeln durfte. Unser: Ich bitte ums Wort! lautete damals: Ich bitte um die Wasseruhr! (peto clepsydrum).

Schon frühzeitig beschäftigten sich die Menschen mit Erfindung weit künstlicherer Wasseruhren und Triebwerke, die natürlich berühmte Seltenheiten blieben. Die künstlichen Uhrwerke, wie sie von Plutarch, Vitruv und anderen Schriftstellern beschrieben werden, hatten von Wasser getriebene Räder, markierten und schlugen die Stunden und zeigten überdies die Tage, Monate, die Zeichen des Tierkreises u. s. w. Die Vorliebe für dergleichen Einrichtungen rettete sich selbst aus den Ruinen des Altertums in spätere Zeiten hinüber. Im Abendlande widmeten hauptsächlich die Mönche der Verbesserung der Uhren vielen Fleiß; im sechsten Jahrhundert war Boetius, im neunten Pacificus durch Erfindung neuer künstlicher Wasseruhren berühmt, während Damaskus, Alexandrien, Bagdad, Konstantinopel und andere Städte mit anderen Kunst- und Luxuswaren auch kostbare Uhren an die Abendländer lieferten. So schickte zu Anfang des neunten Jahrhunderts der berühmte Kalif Harun al Raschid an Kaiser Karl den Großen unter verschiedenen anderen Geschenken von hohem Werte auch eine Wasseruhr, welche als ein wahres Wunderwerk angestaunt und gepriesen wurde. Sie bestand aus Bronze mit Gold belegt, zeigte die Stunden auf einem Zifferblatt und schlug dieselben, indem sie jedesmal die entsprechende Anzahl kleiner Kugeln auf ein metallenes Becken fallen ließ. Nach jedem Stundenstrage öffneten sich zwölf Thüren, ebensoviele geharnischte Reiter kamen heraus, machten sodann einige Schwenkungen und verschwanden wieder. Ganz starr vor Verwunderung staunten die Franken dieses Wunderwerk an und waren geneigt, es als eine Zauberei anzusehen. Mit argwöhnischen Blicken betrachteten sie die Araber, bis endlich einer derselben die Einrichtung erklärte. Nach ihren Uhren gefragt, zeigten die Franken nach der Sonne. Und als der Araber weiter wissen wollte, wer ihnen die Zeit angiebt in der Nacht oder an regnerischen Tagen, holte ein Franke

eine Sanduhr. Neben ihr wurde ein Wächter aufgestellt, der sie nach jedem Ablaufe herum drehte. Ein anderer Franke brachte einen Kasten voller Steine und erklärte, in der Nacht müsse ein Junge die Steine einzeln und in gleicher Aufeinanderfolge aus einem Kasten in einen anderen werfen, dann wäre etwa eine Stunde um. Und auf die weitere Frage des Arabers, was denn geschähe, wenn der Junge einschlief, antwortete der Franke: „Dann bekommt er Prügel!“ „Und wer giebt dir die Zeit wieder, die du und er verschlafen?“ forschte der Araber nochmals. Darauf vermochte der Franke keine Antwort zu geben, für ihn hatte die Zeit noch keinen Wert. Nicht lange darauf wurde dieses Werk der Araber in Schatten gestellt durch ein von Pacificus, Erzbischof in Verona, gebautes, welches außer den Stunden auch das Monatsdatum, die Wochentage, Mondwechsel u. s. w. angab. So weit aber oder noch weiter war man um jene Zeit auch schon in China, denn die Annalen des himmlischen Reiches berichten von den Uhren ihres Astronomen Hing, der im achten Jahrhunderte unserer Zeitrechnung lebte, daß sie den Lauf der Sonne, des Mondes und der fünf Planeten darstellten, mit allen Konjunktionen, Oppositionen, Sonnen- und Mondfinsternissen, Planeten- und Sternverdunkelungen. Ein Zifferblatt mit zwei Zeigern gab die Stunden an (in China zwanzig für Tag und Nacht), und den Stundenschlag besorgten Figuren, welche, für jede Stunde eine andere, aus der Uhr kamen, eine Glocke mit einem Hammer schlugen und dann wieder verschwanden.

Wir sehen also, daß es auch vor tausend und mehr Jahren schon Leute gab, die etwas Ordentliches leisten konnten. Wir erkennen aber auch in den bisher betrachteten Wasseruhren unschwer zwei ganz verschiedene Systeme: während die gewöhnliche Uhr nur dadurch diente, daß das Wasser sich allmählich aus ihr „fortstahl“ (der Wortteil *cleps* hat diesen Sinn), haben wir in den künstlerischen Einrichtungen wirkliche vom Wasser getriebene Maschinen, was jene durchaus nicht sind: sie bedurften ein zufließendes Betriebswasser wie jede Mühle, mußten Zellräder zur Aufnahme der Wasserkraft und andere Räder- und Hebelwerke zur Verteilung der Kraft nach verschiedenen Punkten haben, und wer sie bauen konnte, mußte ein sehr tüchtiger Kleinmechaniker sein. Die Kraft des Wassers besteht aber lediglich in seiner Schwere; ob der schwere Körper ein flüssiger oder fester ist, bleibt sich sonach gleich. Es ist sogar recht wohl denkbar, daß bei jenen Kunstwerken schon wirklich Gewichte aushilfsweise mitgewirkt haben. Dies lag namentlich für die periodisch arbeitenden Schlagwerke nahe genug. Endlich wurde, wann, wo und durch wen ist nicht deutlich erkennbar, der vollständige Übergang vom Wasser zum trockenen Gewicht ins Werk gesetzt, aber die Gewichtuhren waren lange nicht dazu angehen, die durch so viele Zeitalter kultivierten Sand- und Wasseruhren auszustechen, vielmehr mußten Astronomen und andere Gelehrte, denen es auf möglichst genaue Zeitrechnung ankam, immer noch zu den letzteren ihre Zuflucht nehmen.



Die ersten Spuren unserer heutigen Uhrenmechanik finden sich im Jahre 990, wo der gelehrte Bischof Gerbert von Magdeburg, später unter dem Namen Silvester II. Papst, eine Uhr mit Räderwerk und Gewichten ausgeführt haben soll.

Nehmen wir den mutmaßlichen Fall an, daß die ersten Gewichtuhren noch kein Schlagwerk hatten, so muß sich dies doch bald hinzugefunden haben, denn im zwölften Jahrhundert waren schlagende Uhren schon in einer großen Anzahl Klöster im Gebrauch. Auch waren die Mönche damals die einzigen Uhrmacher, denn erst im vierzehnten Jahrhundert beginnt die Erwähnung von Uhrmachern aus dem Laienstande und von öffentlichen Stadtuhren. Italien, die Rheinlande, Flandern, selbst England hatten verhältnismäßig geschickte Fachkünstler weit früher als Frankreich. Die Turmuhren waren aber damals noch so kostspielig, daß selbst große und berühmte Städte mit der Anschaffung eines solchen Werkes lange zögerten. Im Jahre 1332 erhielt Dijon die erste Uhr, 1344 Padua, 1356 Bologna, 1364 Augsburg, 1368 Breslau, 1370 Straßburg und Paris. Die Pariser Uhr lieferte der berühmte deutsche Uhrmacher Heinrich von



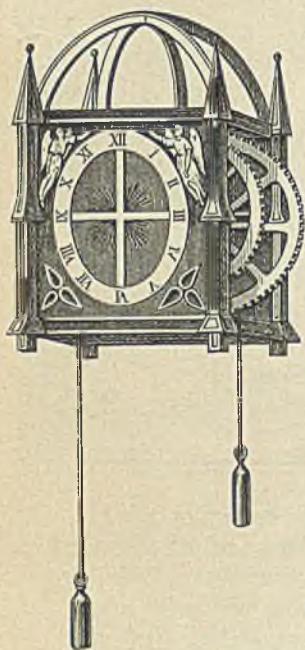
*Ich mache die rensenden Uhr/  
Gerecht vnd Glatt nach der Mensur/  
Von hellem glas vnd kleim Whrsant/  
Gut/das sie haben langen bestandt/  
Mach auch darzu Hülken Gheueß/  
Dareyn ich sie fleissig beschleuß/  
Ferb die gheuß Grün/Graw/rot vñ blau  
Drinn man die Stund vnd vierteil hab.*

55. Uhrmacher im 16. Jahrh. Nach Jost Amman.

Wit, den König Karl V. eigens zu diesem Zwecke nach Frankreich kommen ließ. Die Großuhren waren übrigens damals so ungeschlachte Werke, daß die treibenden Gewichte 500 und mehr kg wogen. Die Wische Uhr mit einem Gewichte von 250 kg und bedeutend vermindertem Lärm erscheint daher schon als eine Verfeinerung. Sie zeigte und schlug übrigens nur Stunden, erfüllte aber ihren Beruf durch fünf Jahrhunderte, bis in die Zeit des

Konsulats. Kleinere Werke zum Gebrauche in den Wohnungen wurden im vierzehnten Jahrhundert auch schon gebaut, bildeten aber nur Gegenstände eines außergewöhnlichen Luxus. So besaß König Philipp der Schöne ein Exemplar, wahrscheinlich das einzige, das in seinem Reiche zu finden war. Es war von Nürnberg bezogen, der Stadt, welche sich sehr frühzeitig zu einem Hauptplatze der Uhrmacherei erhob und es lange Zeit hindurch blieb.

Ein Uhrwerk besteht aus mehreren ineinander greifenden Rädern, die durch ein Gewicht oder eine gespannte Feder in Umlauf gesetzt werden. Dieses Um- und Ablaufen würde aber noch rascher erfolgen, wie wir es



56. Alte Gewichtuhr.

beim Schlagwerk der Uhr hören, wenn nicht Vorsehrung getroffen wäre, daß der Gang gezügelt und geregelt wird, so daß er immer nur in kleinen Schritten, mit kleinen Stillständen abwechselnd, erfolgen kann. Dieses unentbehrliche Stück in der Uhr heißt die Hemmung; mit ihr hängt bei den Pendeluhren das Pendel (Perpendikel), bei den Taschenuhren die sogenannte Urruhe zusammen. Sieht man dem Gange einer Wand- oder Standuhr zu, so erscheint das Pendel für den Dienst der Hemmung so angemessen und gleichsam selbstverständlich, daß man meinen sollte, die Sache müsse immer so gewesen sein. Dies verhält sich gleichwohl anders: Uhr und Pendel fanden sich vielmehr so spät zusammen, daß z. B. Wits Uhr in Paris drei volle Jahrhunderte zu laufen hatte, bevor sie des neuen Schrittreglers theilhaftig werden konnte. Die erste und so lange die einzige Hemmung an Uhren war ein Spindelgang (s. die untenstehende Abbildung). Ein senkrechter, in Zapfen drehbarer Stab (Spindel) hat seitlich zwei Lappen, in welchen die abgeschrägten Zähne des

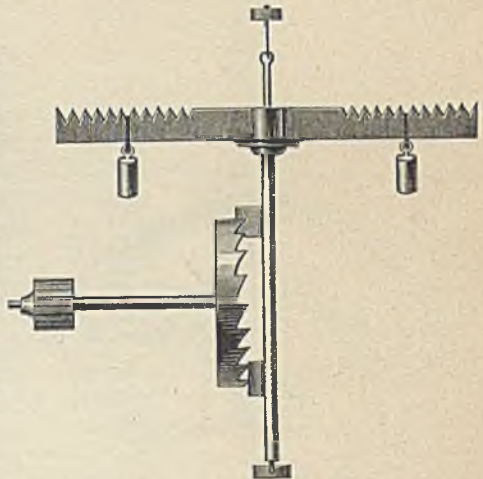
obersten Rades des Räderfahes, welches das Steigrad heißt, abwechselnd einspielen.

Wie man sieht, ist diese Hemmung im wesentlichen dieselbe, die in den Spindeluhren sich bis auf unsere Zeit erhalten hat, nur daß inzwischen der einfache Querbalken durch einen vollen Ring ersetzt worden ist. Jetzt aber, wo auch die Spindeluhren am Ende ihrer Tage stehen, bleibt für den alten fleißigen Spindelgang kaum noch ein anderes Geschäft als das des Lärmmachens in Weckerwerken.

Die alte Geschichte der Uhren fand ihren Abschluß mit der Erfindung des Pendels. Bis dahin waren die Uhren, so kunstvolle Werke es auch



in nebensächlichen Dingen geben mochte, doch nur sehr nothdürftige Zeitweiser. Die beiden Stücke des Spindelganges klemmen und balgen sich viel zu sehr, als daß der Gang genau sein könnte; das Pendel dagegen ist ein Ding, dessen Bewegungen nach festen Naturgesetzen vor sich gehen, nämlich nach den Gesetzen des Fallens der Körper, im freien Zustande wie aufgehoben. Diese Gesetze waren aber erst zu entdecken, und das geschah durch den berühmten italienischen Gelehrten Galilei. Es war, wie eine bekannte Überlieferung lautet, etwa im Jahre 1583, als der junge Student Galilei im Dome zu Pisa seine ganze Aufmerksamkeit einem scheinbar recht gleichgültigen Gegenstande zuwandte. Ohne die heiligen Handlungen und Melodien, den Kerzenglanz und die wogende Menge der Andächtigen irgendwie zu beachten, verfolgten seine Blicke unausgesetzt die langsame Bewegung eines irgendetwas in Schwung gekommenen Hängeleuchters; er erkannte, wie jeder Hin- und jeder Hergang das Abbild des vorigen war an Gleichdauer wie an zu- und abnehmender Geschwindigkeit, er ahnte, daß sich hier ein Naturgesetz offenbare, dessen Klarlegung er sich fortan zu einer Hauptaufgabe machte. Er hat sie schön und vollständig gelöst. Das baumelnde Ding, so nichts sagend für den gewöhnlichen Geist, wurde für das Genie zum Wegweiser für ein noch unentdecktes Gebiet der herrlichen Naturwissenschaft.



57. Älteste Uhrhemmung.

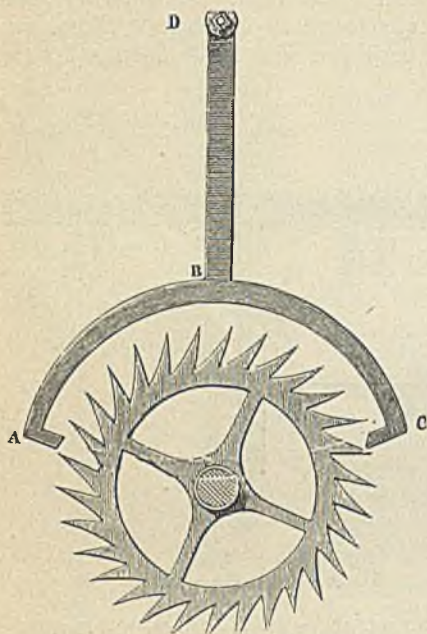
Was das Pendel so brauchbar für die Uhr macht, ist die Gleichdauer seiner Schwingungen, wenn dieselben nicht zu groß sind. Wird ein Pendel, Bleilot oder ähnliche Einrichtung mit einem einzelnen Anstoß in Bewegung gesetzt, so erfolgt, bis wieder Ruhe eintritt, eine Anzahl Schwingungen, die immer kürzer werden, aber nur dem Raume nach; die Zeiten bleiben sich gleich; denn je kürzer die Wege werden, desto mehr läßt das Pendel auch in der Geschwindigkeit nach. Mit der Uhr verbunden erhält dasselbe nun immerfort Anstöße, bleibt daher im Gange und wirkt wieder regelnd auf den Gang der Uhr zurück. Es ist nämlich nicht zu erwarten, daß das Werk immer gleich starke Anstöße an das Pendel abgeben werde, und so sind auch die Pendelgänge nicht gleich lang, aber sie erfolgen doch in gleichen Zeiten, und darauf kommt es eben an. Je länger die Stange des Pendels, desto größere Bogen beschreibt es, und

desto länger bleibt es unterwegs. Die meisten Menschen wissen auch, daß man die Pendeluhr zu langsamerem Gehen bringt, wenn man die Scheibe tiefer, und zu schnellerem, wenn man sie höher schraubt.

Galilei benutzte sein Pendel ohne Triebwerk zur Bemessung von Sekunden und kleinen Zeiträumen; die Verbindung desselben mit der Räderuhr ist das Verdienst des berühmten holländischen Mathematikers Huyghens.

Von da an war die Gewichtuhr in ihren Hauptorganen fertig, und die nachfolgenden Verbesserungen konnten nur solche zweiten Ranges sein.

So machte man anfänglich die Pendeluhren noch immer mit Spindelgang, als der einzigen bekannten Hemmung. Die geradlinige Form der beiden Lappen erforderte aber einen zu großen Schwingungsbogen des Pendels, und dieser Umstand führte zur Erfindung des Ankers durch den Engländer Hooke etwa um 1650. Nun lag die Möglichkeit vor, ein langes schweres Pendel mit kleinem Schwingungsbogen anzuwenden. Gegen Ende des siebzehnten Jahrhunderts wurde der Anker durch Graham noch weiter verbessert, und der Grahamsche Anker ist im wesentlichen noch heute der gebräuchlichste. Will man sich in beigefügter Abbildung den Gang der Sache näher ansehen, so ist zu bemerken, daß das Steigrad von links nach rechts, wie die Uhrzeiger gehend, zu denken ist. Solange das erstere

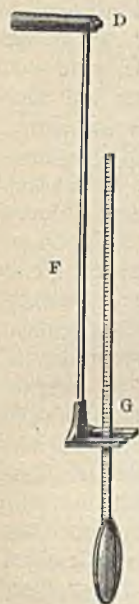


58. Grahamsche Ankerhemmung.

steht, also das Pendel gerade herabhängt, bieten die Ankerhaken den Zähnen ein Hindernis, das die Triebkraft für sich allein nicht überwinden kann. Wird dagegen das Pendel nach einer oder der anderen Seite angestoßen, so kommt die Sache in Gang. Die sich wechselseitig hebenden und senkenden Ankerlappen lassen immer einerseits einen Zahn durch, während andererseits ein solcher durch den einfallenden Haken aufgehalten wird. In dem Augenblicke aber, wo ein Haken sich zu heben beginnt, um einen Zahn durchzulassen, gleitet letzterer auf einer der schiefen Flächen der Ankerarme links aufwärts und rechts abwärts und übt dadurch einen nach außen gerichteten Druck auf den Haken aus. Diese abwechselnden, nach links und rechts



gerichteten Nachschübe bewirken, daß das Pendel im fortgesetzten Gange erhalten wird. Es ist nicht vorteilhaft, die Pendelstange mit der Welle D so in direkte Verbindung zu bringen, als wenn man sich in Abb. 59 die Linse gleich an der Stange F befestigt dächte. Es ist vielmehr das Pendel für sich gesondert aufgehängt (Abb. 59), und das Zwischenstück F umfaßt dessen Stange mit der sogenannten Gabel G, die dem Pendel die von dem Werke ausgehenden Anstöße übermittelt. Diese Berührungen der Gabel mit der Pendelstange bilden die einzige Verbindung zwischen Uhrwerk und Pendel.



59. Verbindung  
des Pendels mit  
der Uhr.

Uhrwerke, bei denen es auf eine größere Genauigkeit ankommt als bei unseren Hausuhren, erfordern noch ein Ausgleichmittel gegen die Veränderungen, welche Temperaturwechsel in der Länge der Pendelstange bewirken. Alle Körper, und am meisten die Metalle, dehnen sich bekanntlich unter dem Einflusse von Wärme aus und verkürzen sich in der Kälte. Daher muß eine und dieselbe Uhr im Sommer oder im geheizten Raume langsamer gehen, weil sie unter diesen Umständen ein längeres Pendel hat als unter den entgegengesetzten, und der Unterschied würde für feinere Zeitmessung merklich genug sein. Bei Turmuhren macht man daher die Pendelstange immer von Holz, weil dieses in geringerem Maße der Verkürzung und Verlängerung unterliegt; dagegen ist aber das Holz wieder dem Quellen und Schwinden in feuchter und trockener Luft ausgesetzt. Um nun dasselbe hierfür weniger empfänglich zu machen, wählt man ein recht harziges junges Tannenholz oder siedet das Holz in Öl oder Firniß. Durch dieses Auskunftsmittel wird aber der Fehler der



60. Rostpendel.

Verlängerung oder Verkürzung nicht völlig gehoben, sondern nur abgemindert. Viel wirksamer sind deswegen die sogenannten Rostpendel, deren Wirksamkeit sich auf die ungleiche Ausdehnung verschiedener Metalle gründet. Die vorstehende Abbildung zeigt die Einrichtung desselben. Durch e sollen Eisen- oder Stahlstangen, durch z Zinkstangen bezeichnet werden, die durch Querstücke rahmenförmig verbunden sind. Von dem oberen Querstück der Zinkstangen geht die mittlere eiserne Pendelstange locker durch ein Loch der unteren Querstange, damit die Verschiebung sich frei äußern kann.

Diese einfachen Mittel, ein guter Ankergang und ein gutes Rostpendel, ordnen sich bei genauer Ausführung zu einem so vollkommenen Ganzen zusammen, daß selbst für die höchsten Ansprüche kaum etwas zu

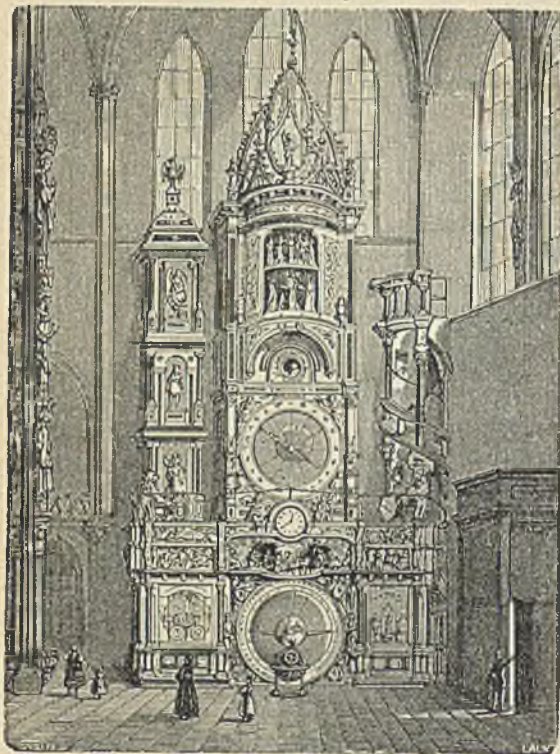
wünschen bleibt. Die Pendeluhr ist fertig und nicht erst seit gestern. So verfertigte z. B. Breguet eine Uhr für die Altonaer Sternwarte, die in fünf Jahren nur eine Abweichung von einer Sekunde im täglichen Gange ergab.

Eine gute Räderuhr herzustellen, war also keineswegs dasjenige, was den Erfindern und Gelehrten das meiste Kopfzerbrechen verursacht hat; die größten Schwierigkeiten fanden sich vielmehr, als es sich darum handelte, tragbare Uhren zu schaffen.

Aber trotz der großen Summe von Scharfsinn und Geschick, die seit länger als drei Jahrhunderten von den besten Köpfen und Händen an diese Aufgabe gesetzt wurden, ist es doch erst in seltenen Fällen gelungen, einen Chronometer herzustellen, der sich im Gange einigermaßen wie eine Pendeluhr bester Bauart verhalten hätte.

Doch bevor wir zu diesen kleineren Werken übergehen, verweilen wir noch etwas bei den größeren Formaten, den Turm- und Stuhenuhren.

Der Mechanismus beider Arten ist fast



61. Uhr des Straßburger Münstert.

derselbe, da ja beide, und überhaupt alle Uhren, die nämliche einfache Hauptaufgabe haben, einer gewissen Welle des Werkes genau in einer Stunde eine volle Umdrehung zu geben.

Auch die Großuhrmacherei hat sich zuweilen bis zur Hervorbringung von bedeutenden Kunstwerken erhoben. Ein solches erster Klasse ist die vor Jahren erneuerte Münsteruhr zu Straßburg, von der wir hier eine Abbildung geben.

Schon im Jahre 1352 hatte man für dies großartige Bauwerk eine für damalige Zeiten höchst künstliche Uhr begonnen, nach zwei Jahren unter



dem Bischof Johann von Falkenberg vollendet und in dem südlichen Kreuzarme aufgestellt, die indessen nach 200 Jahren durch eine neue, noch bei weitem kunstvollere ersetzt wurde. Diese damalige neue Uhr, 1547 begonnen und 1574 in Gang gesetzt, hörte im Jahre 1789 auf zu gehen. Sie galt für jene Zeiten als ein Wunder der Mechanik und ihre Wiederherstellung für unmöglich. Der berühmte Uhrmacher Joh. Bapt. Schwilgüé aber hat vom 24. Januar 1838 bis 2. Oktober 1842 ein Kunstwerk geschaffen, welches das alte, das man noch im Frauenhause zu Straßburg sehen kann, weit übertrifft und ein Bild von dem hohen Stande der Uhrmacherkunst giebt, den dieselbe in unserer Zeit einnimmt.

Die neue Uhr, die übrigens in Form und Größe die alte genau wiedergiebt, hat, wie die alte, im Vordergrunde eine Himmelskugel, welche die Sternzeit, d. h. die tägliche Bewegung der Sterne angiebt. Auf derselben befinden sich mehr als 5000 Sterne, von der ersten bis zur sechsten Größe in ihren Gruppen richtig zusammengestellt, und der Globus vollbringt seinen Kreislauf in einem Sternentage, der um 3 Minuten 56 Sekunden kürzer ist als der Sonnentag, so daß man jeden Augenblick sehen kann, welche Sterne sich über dem Horizonte von Straßburg und wo sie sich befinden.

Außer dieser täglichen Bewegung vollbringt die Himmelskugel noch eine zweite, nämlich die Darstellung des Vorrückens der Tag- und Nachtgleichen. Hinter der Kugel ist ein Kalender angebracht, d. h. eine Scheibe mit allen Angaben des ewigen Kalenders und den beweglichen Festen, die ihren Umlauf in 365 oder 366 Tagen so macht, daß eine Statue des Apollo, die der Diana gegenübersteht, jeden Tag mit einem Pfeil anzeigt. Nicht allein aber, daß die Uhr im Schaltjahre ihren Gang verändert, sondern sie bewirkt auch durch einen eigenen Mechanismus die als Säkularschaltjahr bekannte Unregelmäßigkeit, wonach in 400 Jahren drei Tage ausgelassen werden. Zwischen dem 31. Dezember und dem 1. Januar stehen die Worte: „Anfang des gemeinen Jahres“; beginnt aber ein Schaltjahr, so verschwindet das Wort „gemein“, und es tritt zwischen dem 28. Februar und dem 1. März der Schalttag ein. Zur Mitternachtsstunde des 31. Dezember stellen sich die beweglichen Feste des Jahres auf die Tage ein, auf die sie in dem Jahre treffen, und bleiben daselbst das Jahr über stehen.

Der mittlere Raum des Kalenders ist für die Angabe der scheinbaren Zeit bestimmt, die bekanntlich von der wahren stets abweicht. Das Zifferblatt ist ein gewöhnlicher Stundenring, doch werden darauf angegeben: der Auf- und Niedergang der Sonne, die wahre Sonnenzeit, der tägliche Lauf des Mondes, die Mondesviertel und die Sonnen- und Mondfinsternisse. Außerdem zeigt die Uhr noch alle Angaben, welche zur Anfertigung eines Kalenders nötig sind, d. h. die Jahreszahl, den Sonnenzyklus, die goldene Zahl, die Römerzinszahl, die Sonntagsbuchstaben, die Epakten und das Osterfest. Die Ringe, welche jene Bestimmungen tragen,

müssen ihre Umläufe in sehr verschiedenen Zeiten machen, z. B. der für den Sonnentag in 28 Jahren, der für den Mondtag in 19 Jahren, beide aber mit gewissen Unregelmäßigkeiten, die in der Uhr vollkommen berücksichtigt sind. Es würde zu weit führen, hier in die feinen Verbindungen einzugehen, die zur Herstellung aller dieser Angaben nötig waren, doch wird es nicht ohne Interesse sein, den Mechanismus der Zahrezahl kennen zu lernen. Dieser besteht aus vier Ziffern, deren jede auf einem besonderen Ringe steht, welcher die zehn Zahlzeichen trägt. Der Ring der Einheiten braucht also zehn Jahre zu einem Umlauf, der der Zehner wird 100 Jahre brauchen, und der der Hunderte wird in 1000 Jahren einmal umlaufen; der letzte endlich, nämlich der Tausendring, erreicht sein Ziel in 10 000 Jahren. Und auf solche Zeitperioden ist das Werk berechnet; ob sie dieselben aber auch durchleben wird?

Außer vielen anderen astronomischen Angaben, welche die Uhr mechanisch macht, erscheinen an derselben auch die sieben Sinnbilder der Wochentage. Das Zentralräderwerk, das nur alle acht Tage aufgezogen wird, teilt seine Bewegungen den Zeigern der mittleren Zeit mit; alle anderen Angaben werden durch besondere Räderwerke geregelt, die ihre Grundbewegungen vom Zentralwerk erhalten. Auf einer Seitengalerie befindet sich ein Genius, der in der einen Hand ein Zepter und in der anderen ein Glöckchen hält, auf dem er die Viertelstunden schlägt, die dann von den Lebensaltern wiederholt werden. Ein anderer Genius dreht eine Sanduhr.

Neben der Galerie sieht man die Planeten regelmäßig ihren Lauf um die Sonne machen; darüber stellen sich die Mondphasen dar, und über diesen erscheinen die schon früher erwähnten vier Lebensalter, den Viertelstunden nach, doch nur bei Tage — bei Nacht ruhen sie; der Tod aber schlägt mit einem Knochen die Stunde und wacht Tag und Nacht. In dem obersten Raume thront Christus. Täglich mit dem letzten Schlage der Mittagsstunde erscheinen die zwölf Apostel und ziehen in einer Reihe bei dem Erlöser vorbei, wo dann jeder einzeln stehen bleibt, ihn mit Neigung des Kopfes grüßt und dafür den Segen empfängt. Während dessen schwingt ein Hahn auf dem Nebentürmchen die Flügel, hebt sich, bläst sich auf und kräht laut. Die ganze Uhr ist etwa 20 m hoch und teilt ihre Bewegungen noch einem besonderen Zifferblatte im Freien mit. Sie ist leider 1870 erheblich beschädigt worden, und es scheint noch unbestimmt, ob sie hierbei ihr Ende erreicht hat, oder ob ein befähigter Künstler ihr wieder aufhelfen wird.

Die Stubenuhr führen wir Abb. 62 in einer Seitenansicht bildlich vor. A = Gewicht, B = Trommel, C = Rad, E = Rad, F = Getriebe, G = Rad, H = Getriebe, K = Rad, L = Getriebe, a a Achse des Stundenzeigers, M = Steigrad, N = Anker, O = Ankerwelle; S, T, X, U, V = Pendelteile; b, c, d, e, f und g Werk des Minutenzeigers.

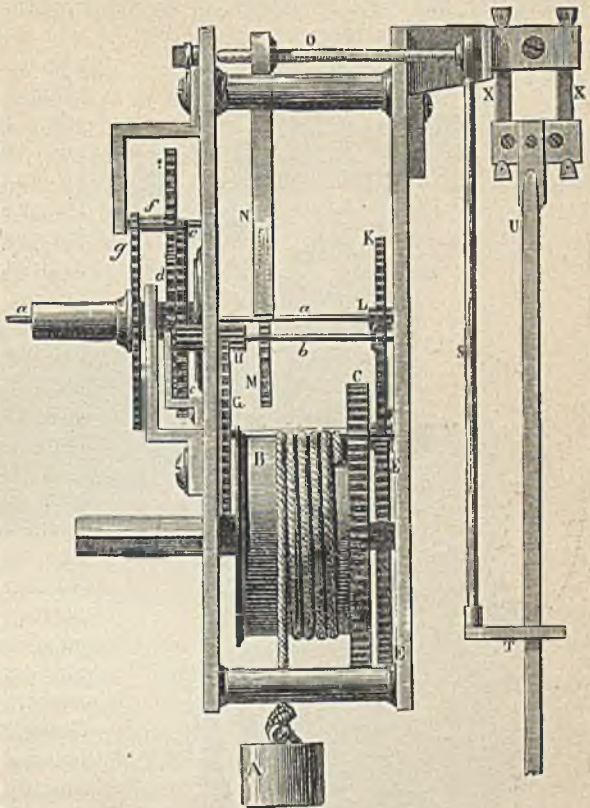
Die nachstehende Abbildung 63 zeigt das Schlagwerk, wie es an Gewichtuhren eingerichtet ist. Dieser Mechanismus bildet eine besondere



Abteilung des Uhrwerkes, die ihr eigenes Gewicht hat und von dem Gehwerke aus zu bestimmten Zeiten in Gang gesetzt wird.

Wenden wir uns nun zu den Taschenuhr- oder, wie sie früher hießen, Sackuhren. Sie sind eine deutsche Erfindung, und Peter Henlein (Hele) in Nürnberg war es, der um 1500 unternahm, das damals bekannte Uhrwerk verkleinert in eine Kapsel zusammenzudrängen und durch eine aufgewundene Feder treiben zu lassen. Seine Uhren waren länglichrund und erhielten daher den Namen Nürnberger Eier. Sie waren mit Ausnahme des Federtriebs, welcher damals mit dem Räderwerk statt der Kette durch eine Darmsaite verbunden war, wie gesagt, verkleinerte Nachbildungen der damaligen Gewichtuhren und hatten denselben ungschwindelgang der Erfinder schon einen Schritt weiter, indem er seinen Schwingel an ein paar aufrechte Schweinsborsten anspielen ließ und somit ein neues Element, die Elastizität, wenigstens in einer rohen Weise, in sein Werk aufnahm. Meister Peter verkaufte seine Uhren, die er nach Verlangen auch schon mit Schlagwerk versah, sehr teuer, fand deshalb auch bald Nachfolger, zunächst in Nürnberg selbst, und so entwickelte sich der neue Industriezweig fort und fort zu höherer Ausbildung und Bedeutung.

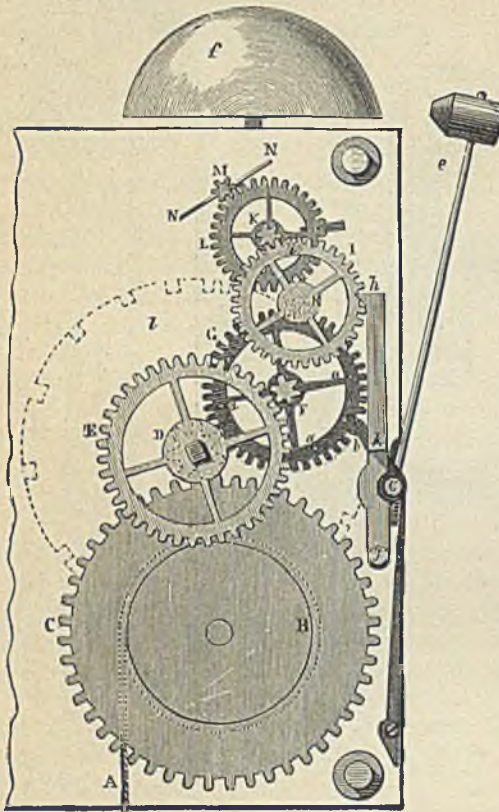
Waren aber die Uhren von Haus aus Luxusartikel, so suchte man sie auch demgemäß auszugieren und gab ihnen allerhand schöne oder sonder-



62. Wanduhr, Seitenansicht des Werkes.



bare Formen. Schon die nächsten Nachfolger Heles versuchten sich in Miniaturarbeit und setzten z. B. ganz kleine Werke in die damals gebräuchlichen „Bisamknöpfe“, eine Art Riechbüchsen. Auch sonst finden sich unter den noch in Sammlungen vorhandenen Nürnberger Eiern ganz interessante und zierliche Stücke, z. B. solche, deren Mechanismus in Krystall oder einen edlen Stein eingelegt und so von außen sichtbar ist,



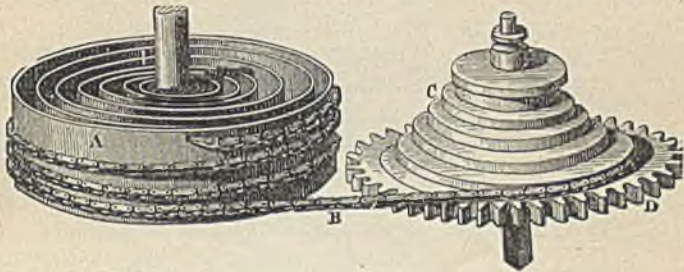
63. Schlagwerk.

andere, bei denen außer dem Stundenweiser ein Datumzeiger ist u. s. w. Eine der alten Nürnberger Uhren hat die Gestalt einer Eichel und ist mit einer niedlichen Rad-schloßpistole versehen, die wahrscheinlich als Wecker gedient hat. Blumen und Früchte erscheinen überhaupt als die ersten Modeformen im Uhrenfach; bald stellte das Gehäuse eine Birne, einen Apfel, eine Melone oder sonst ein Naturprodukt vor. Das Tierreich lieferte dann auch seine Vertreter, und eine der beliebtesten Formen waren die Enten-uhren, die sowohl als Auhängsel getragen, als auch auf den Nipptisch gestellt werden konnten. Selbst der Totenkopf fand seine Liebhaber, und verschiedene künstliche Totenkopfuhrer, mit angemessen schauerlichen Sprüchen versehen, haben sich bis auf unsere Zeit in Sammlungen erhalten.

Fromme Leute, wie z. B. Klosterfrauen, liebten es, ihre Uhren in Kreuzform auf der Brust zu tragen, oder es stellten dieselben in ihrem Äußeren kleine Gebetbüchlein vor, mit dem Zifferblatt auf der Oberseite. Bei der Herrenwelt waren zu einer Zeit Spazierstöcke, in deren Knopf eine kleine Uhr eingeschlossen war, sehr beliebt; häufiger noch waren die in Fingerringe eingesetzten Uhren, ein schon frühzeitig aufgekommenes Mittel, sich interessant zu machen. Müßten wir aber auch unseren Vorgängern von beiläufig 200 Jahren für ihre Künste der Kleinmechanik alle Anerkennung



zollen, so hat es doch die neuere Zeit mit ihren verfeinerten Kunstmitteln hierin noch weiter gebracht, und man kann nur staunen, einen so verwickelten Mechanismus in so kleinem Raume untergebracht zu sehen. Auf der ersten Londoner Weltausstellung sah man z. B. eine Schweizer Uhr von nur 3 mm Durchmesser, die in einem Bleistifthalter eingelassen war. Sie zeigte die Stunden, Minuten, Sekunden und den Monatsstag. Der berühmte Londoner Uhrmacher Arnold fertigte seiner Zeit für König Georg III. von England eine Ringuhr, die ungefähr die Größe eines halben Silbergroschens hatte. Sie bestand aus 128 verschiedenen Teilen, die zusammen kaum so schwer waren wie ein Zweigroschenstück. Zur Herstellung dieses winzigen Kunstwerks hatte sich der Künstler erst besondere Werkzeuge machen müssen. Der König war über die Uhr so entzückt, daß er Arnold dafür 500 Guineen auszahlen ließ. Als der Kaiser von Rußland davon hörte, bot er dem Künstler 1000 Guineen für ein äh-



64. Feder (A), Kette (B) und Schnecke (C) der Taschenuhren.

liches Werk; Arnold schlug indes das Anerbieten aus, weil sein König der einzige sein sollte, der sich eines solchen Kleinods rühmen dürfe.

Die Federuhr hatte, wie wir sahen, ihren Geburtstag zu Anfang des 16. Jahrhunderts. Indes sollte wenigstens das 16. Jahrhundert nicht ablaufen, ohne daß dem Heleschen Werke doch die notwendigsten Nachhilfen gegeben wurden. Diese Verbesserungen, über deren verschiedene Urheber man nichts Sicheres weiß, waren zunächst die feingliederige Stahlkette an Stelle der Darmsaite, dann die Schnecke oder Spindel und endlich die Spiralfeder an der Unruhe. Die Schnecke ist eine sehr sinnreiche Erfindung und eine große Verbesserung der Uhr.

Bis dahin hatte man die ausgezogene Feder sich selbst überlassen und den anfangs übereilten, schließlich zu langsamem Gang der Uhren, der aus der beständigen Abnahme der Federkraft entspringt, hingegenommen, nicht, weil man den Zustand übersehen hätte, sondern weil das rechte Aus Hilfsmittel noch fehlte.

Die Wirkungsweise der Schnecke beruht auf dem Grundsatz, daß ein an einer Rolle wirkender Zug um so kräftiger wirkt, je größer der Durchmesser ist. An der Schnecke steigt nun dieser Durchmesser stetig an, indem

an Stelle der einfachen Rolle ein Schneckengang mit wachsendem Durchmesser gesetzt ist. In vorstehender Abbildung sehen wir die Feder bald abgelauften, also die Schnecke von der Kette ziemlich frei; wird der Aufziehf Stift gedreht, so dreht sich die auf ihm festliegende Schnecke mit und zieht die Kette herüber, wobei sich natürlich das Federhaus ebenfalls drehen muß und die Feder angespannt wird. Das Bodenrad D beteiligt sich bei dieser Drehung nicht, da es lose auf dem Stifte sitzt und mit seinen Zähnen in das übrige Räderwerk eingreift. Ist das Aufziehen geschehen und die Schnecke bis oben mit der Kette umlegt, so führt nun die Feder ihren Gegenzug aus und zieht in ihrer Vollkraft am kürzesten, zuletzt am längsten Durchmesser mit gleichem Erfolge, als wenn eine gleichbleibende Kraft an einer Rolle von gleichbleibendem Durchmesser gezogen hätte. In dieser dem Aufzuge entgegengesetzten Richtung muß sich nun auch das Bodenrad und durch dieses das ganze Werk drehen, weil ein sogenanntes Gesperre vorhanden ist, welches das Rad auf dem Stifte feststellt und mitnimmt, beim Aufziehen dagegen unwirksam bleibt.

Die letzte jener drei Verbesserungen endlich ist die haardünne Spiralfeder der Unruhe. Dieser Fortschritt ist ebenfalls dem geistreichen Huyghens zu danken; es ist festgestellt, daß nach seinen Angaben die erste Uhr mit Spirale im Jahre 1674 von einem französischen Uhrmacher gebaut wurde. Huyghens wußte sehr wohl und hat es bestimmt ausgesprochen, was er mit dieser Neuerung bezweckte. Er wollte der Federuhr eine Hilfe



66. Unruhe mit Spirale.

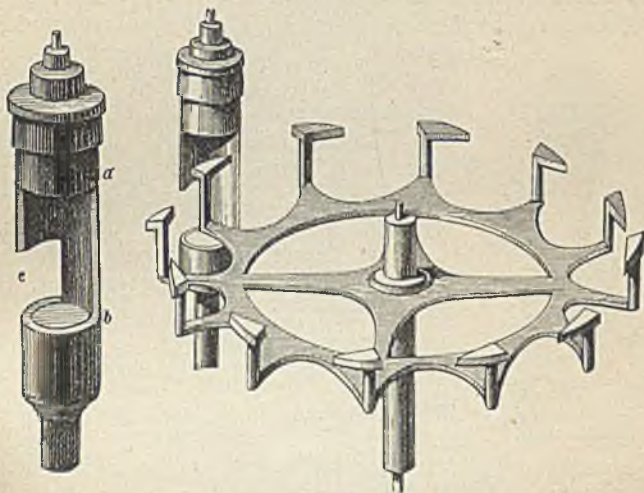
geben, welche Ähnliches bewirken sollte, wie das Pendel an der Gewichtuhr. Die an dieser wirkende Schwerkraft sollte durch eine Federkraft ersetzt werden. In der That hat die Unruhe durch die Verbindung mit einer elastischen Feder eine gewisse Selbständigkeit, gleichsam eine Seele bekommen; bis dahin als ein totes Stück hin und hergestoßen, kehrt das Schwungrädchen durch die Wirkung der Feder ebenso freiwillig um wie das Pendel; aber die Ähnlichkeit geht noch weiter, denn auch die Unruheschwingungen erfolgen, wenn die Spirale gut ist, in gleichen Zeiten, wenn auch die einzelnen Antriebe verschieden stark ausfallen, also die einzelnen Schwingungen bald in engerem, bald in weiterem Spielraume erfolgen.

Die Spiralfeder trug zum besseren Gange der Spindeluhr das Ihrige bei, aber erst bei den nachfolgenden besseren Hemmungen konnten ihre Vorteile völlig zur Geltung kommen. Sie macht da so große Schwingungen, daß sie fast einen ganzen Umlauf betragen, und das wirkt sehr gut auf den gleichmäßigen Gang. Verbesserte Hemmungen zu erfinden, haben sich verschiedene Künstler bemüht; indes haben von allen solchen Einrichtungen sich doch nur zwei im gewöhnlichen Leben eingebürgert, die Cylinder- und die Ankerhemmung, beide schon im vorigen Jahrhundert erfunden



und lange unbenuzt geblieben. Wir geben zunächst die Cylinderhemmung in vergrößertem Maßstabe.

Da sehen wir das liegende Hemmrad mit seinen eigentümlich gestalteten Zähnen, die auf ihrem Rundgang immer an zwei Punkten mit der Welle des Schwungrädchens in Berührung kommen. Diese Welle heißt der Cylinder, weil sie einen solchen, und zwar einen hohlen, darstellt, an welchem aber ein gewisses größeres Stück ausgeschnitten ist. Die halbrunde Partie, die gleich über dem Ausschnitte *c* liegt und an welche die Zähne anspielen, ist hier der wesentliche Teil. Wir sehen im Bilde, wie eben ein Zahn auf der Innenseite des Halbrunds zum Aufstoßen gekommen ist; der nächste Moment ist nun, daß infolge Rückschlages der Unruhe diese Seite weggedreht wird und dafür der linke Lappen in den Weg der Zähne



66. Cylinderhemmung.

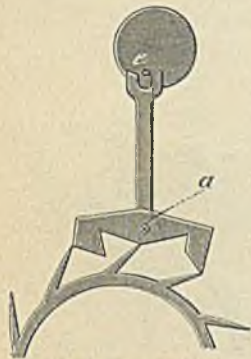
tritt; während also der erste Zahn so weit Raum bekommt, daß er an der ihn jetzt aufhaltenden Kante vorbeigleiten kann, kommt alsbald der folgende an der Außenseite des linken Lappens zum Aufstoßen, um beim nächsten Schwunge eben da nochmals angehalten zu werden, wo jetzt der erste steht, u. s. w. Dadurch aber, daß die Zähne im Augenblicke ihres Freiwerdens jedesmal, entweder einer- oder anderseits, mit ihren schrägen Außenflächen an den Kanten des Halbrunds hinstreifen müssen, bekommt die Unruhe die Antriebe, die zu ihrem ununterbrochenen Fortgange nötig sind.

Die Cylinderuhren gehen genauer als die Spindeluhren, werden aber noch von den Ankeruhren übertroffen, wenn diese gut gearbeitet sind.

Die Ankerhemmung gehört zu denjenigen, welche man als freie bezeichnet. Das will sagen, daß hier zwischen Hemmrad und Unruhe gar

keine Schleifung stattfindet, sondern nur augenblickliche Anstöße erfolgen, während übrigens die Unruhe ganz frei schwingt.

Zu beistehendem Bilde ist zu bemerken, daß das Scheibchen als auf der Achse der nicht mit gezeichneten Unruhe festsetzend gedacht werden muß. Der Anker ähnelt in der Form und hinsichtlich seines Einspielens in die Zähne des Hemmrades der schon vorgeführten Einrichtung an Gewichtuhren, aber der Schwingzapfen desselben liegt nicht wie dort am oberen Ende des aufrechten Stückes, sondern in der Mitte a des Querstückes, so daß die Bewegung des Ganzen den Schwingungen eines Wagebalkens mit seiner Zunge ähnlich ist. Das Langstück ist an seinem oberen Ende gabelförmig gestaltet, und in diese Gabel spielt das Zäpfchen ein, das neben e auf der Scheibe steht. Die kurzen Berührungen des Zäpfchens, abwechselnd mit dem einen und dem anderen Teil der Gabel, bilden die einzige Verbindung des Werkes mit der Unruhe, die außerdem völlig frei schwingt. Während das Gabelstück vom Rade nach der einen Seite bewegt wird, erhält das Schwungrad einen Antrieb; es kehrt dann um, das Zäpfchen drückt auf die andere Seite der Gabel und bewirkt so viel Hebung des Ankers, daß der folgende Zahn durchgehen und die Gabel wieder in die erste Stellung drücken kann.



67. Ankerhemmung.

Eine andere Art der freien Hemmung ist die sogenannte Chronometerhemmung, weil sie schon länger für Seeuhren gebraucht wird, von deren unveränderlichem Gange bekanntlich nicht selten das Wohl und Wehe eines ganzen Schiffes abhängt.

Wie bei den Pendeluhren der Gang geändert werden kann durch Verschiebung der Linse auf der Pendelstange, so hat man bei den Federuhren für diesen Zweck die Stellscheibe mit ihrem Mechanismus (Sperre), und die Verschiebung findet an der Spiralfeder statt. Wird diese verlängert, so biegt sie sich williger, wirkt also schlaffer und macht langsamere Schwingungen, und die Uhr geht dann etwas langsamer; das Gegenteil erfolgt, wenn die Spirale eingekürzt wird. Diese Verlängerungen aber werden folgendermaßen bewerkstelligt. An dem Klößchen C der Abb. 68 hat der Uhrmacher das äußere Ende der Spirale bereits dergestalt festgefeilt, daß die richtige Länge und der richtige Gang ungefähr getroffen sind; die feinere Einstellung geschieht an der Stellscheibe. Bei dieser wirkt ein kleineres Getriebe auf ein größeres Rad, das aber nur teilweise gezahnt ist, weil ein größeres Stück nicht gebraucht wird. Vom Kranze dieses Rades tritt eine halbe Speiche, die Stütze, nach innen; sie hat bei B einen schmalen Einschnitt, in welchem die Spirale gerade einpassend liegt.



Hiernach ist es vollkommen ersichtlich, daß das Stück Spirale von B bis C, ihrem eigentlichen Befestigungspunkte, abgefondert ist und an den Schwingungen gar nicht mit theilnimmt, diese vielmehr erst bei B ihren Anfang nehmen. Soll die Uhr schneller gehen, so wird dann der Zeiger der Stellscheibe, neben dem sich ein A und ein R befinden (Avance und Retard), ein wenig nach dem ersten Buchstaben, im Falle des Zurückgehens aber nach dem anderen hingeschoben.

Die Pendel- und die Federuhren für das große Publikum werden bekanntlich immer fabrikmäßig, mit geteilter Arbeit, hergestellt, so daß namentlich bei den Taschenuhren ein Arbeiter vielleicht sein lebenslang immer nur ein einzelnes Stück oder Teilchen zum Ganzen liefert.

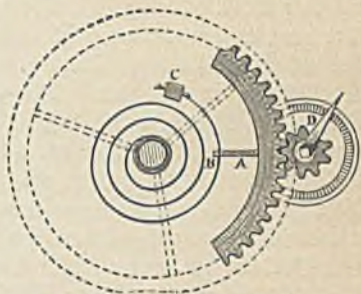
Daß die Wanduhren sich bis in die geringsten Wohnungen und ferusten Erdwinkel verbreiten konnten, ist den betriebsamen Bewohnern des Schwarzwaldes zu danken. Die Versendung sehr wohlfeiler hölzerner Uhren von dort begann etwa um 1700. Anfangs wurden selbst die Räderwerke von Holz gemacht, statt dessen dient schon seit längerer Zeit Messing.

Überhaupt ist das anstellige Volk des Schwarzwaldes (badischen und württembergischen Anteils) in seinem Fache stets rüstig fortgeschritten und bringt auf den Ausstellungen immer eine reiche Auswahl von Wand-, Stand-, Gewicht- und Federuhren zur Anschauung, vermehrt noch durch allerlei

Spieluhren und Musikwerke. Die Uhrmacherei ist dort noch größtenteils reine Hausindustrie, von Familien in den kleinen Städten und Dörfern betrieben. Meister, Gesellen, selbst Frauenzimmer arbeiten jedes in einem speziellen Fache. Der eine schnitzt Gehäuse, der andere macht Räder, der dritte Zifferblätter, wieder ein anderer setzt die Werke zusammen u. s. w. Triburg, Lenzkirch und Furtwangen bilden die Mittelpunkte der Industrie und des Handels.

Alljährlich gehen an 200 000 Stück Uhren aller Art vom Schwarzwalde in alle Teile der Welt hinaus, teils auf dem Wege des Großhandels, teils wie von jeher durch die bekannten hausierenden Uhrenmänner. Die Schwarzwälder Waren sind kaum einem Wettbewerb ausgesetzt, da sie erstaunlich wohlfeil sind. Man kauft schon für 3 Mark eine kleine brauchbare Wanduhr, für 18 bis 21 Mark eine vortreffliche, acht Tage gehende Standuhr.

Die größte Menge der Uhren und den Hauptgegenstand des Handels bilden die Taschenuhren. An der Herstellung dieses wichtigen Artikels beteiligen sich hauptsächlich die Schweiz, Frankreich und England, jedes in seiner besonderen Art. Die englischen Uhren sind zwar sehr gut und äußerst genau im Gange, aber im Verhältnis ziemlich teuer und wenig im Handel des Festlandes anzutreffen; die französischen sind viel leichter gebaut



68. Die Sperre und Stellscheibe.

und wollen hauptsächlich durch Geschmack und Zierlichkeit bestechen, während die Schweizer, sonst den Franzosen ebenbürtig, doch mehr die Rücksicht auf Wohlfeilheit vorherrschen lassen, die ihnen den großen Markt sichert, und sich bemühen, für jedes Land den besondern Geschmack der Abnehmer zu treffen.

Die Sitze der Schweizer Fabrikation sind in den Kantonen Neuenburg und Genf. Die Orte Genf, La-Chaux-de-Fonds, Locle, St. Imier kann man fast nicht nennen, ohne an Uhren zu denken. In Genf erkennt man sogleich an der durchgängigen Verglasung vieler Häuser in den obersten Stockwerken, daß dort in dem vollen Lichte Uhrmacherarbeiten betrieben werden. Der erste Schweizer Uhrmacher, ein junger erfinderischer Mann, Richard, wurde es aus sich selbst, nachdem ihm um 1679 als damals viel bewunderte Neuigkeit eine Nürnberger Uhr zu Gesicht gekommen war. Seine Werkstätte wurde die Mutter aller übrigen.

Man unterscheidet in der Schweizer Fabrikation nicht weniger als 54 einzelne Arbeitszweige, die alle zusammengewirkt haben müssen, ehe eine Uhr zum Versenden fertig ist. Wegen der getheilten Arbeit wandern daher die unfertigen Werke beständig in Pappschachteln zwischen den einzelnen Werkstätten hin und her. Die große Ausdehnung und Wichtigkeit der Schweizer Uhrenindustrie läßt sich daran bemessen, daß daselbst schon im Jahre 1856 nicht weniger als 1100000 Stück Uhren fertig wurden und die Zahl der darin Beschäftigten sich auf etwa 40000 belief. Die französische Fabrikation ist weniger umfangreich: der Hauptfabrikort für Taschenuhren ist Besançon, während sich Paris hauptsächlich auf die Herstellung von Pendeluhrn verlegt. In England hat die Uhrmacherei ihre Sitze in London, Birmingham und Chester. Als ein Ableger der Schweizer Industrie ist die Fabrikation zu Glashütte bei Dresden zu betrachten. Es werden daselbst nur Uhren bester Güte, die deshalb auch einen angemessenen hohen Preis haben, angefertigt. Von großer Bedeutung für die Entwicklung der Uhrmacherei an den bezeichneten Hauptorten sind die daselbst eingerichteten Uhrmacherschulen gewesen. Die sich bereits in der zweiten Hälfte des siebzehnten Jahrhunderts entwickelnde Schwarzwälder Uhrenindustrie, welche unter ungünstigen Zeitverhältnissen fast ganz verschwunden war, wurde in der ersten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts durch den Drechsler Franz Ketterer wieder neubelebt und zwar besonders durch die von dessen Sohn Anton Ketterer 1730 aus der Fremde mitgebrachte klassische Ruckuhr. Im Jahre 1867 zählte man im Schwarzwalde 1167 Uhrmacher mit 1935 Gehilfen, 16 Spieluhrmacher mit 42 und 385 Verfertiger von Uhrbestandteilen mit 589 Gehilfen, zusammen 4134 Personen, ohne die Frauen und Kinder, welche teilweise ebenfalls mit arbeiten. Um das seit 1830 allmählich zurückgehende Uhrmacher-gewerbe des Schwarzwaldes wieder zu heben, wurde 1850 zu Furtwangen eine vom Staate gegründete Uhrmacherschule eröffnet, welche viel Nutzen gestiftet hat. Auch die schon vor Jahren errichtete Uhrmacherschule in Glashütte erfreut sich des besten Rufes.



## Erfindung des Luftballons.

Auf hölzernen und eisernen Schiffen durchfurcht der Mensch das weite Meer, mit den Flügeln des Dampfes rollt er auf Eisenbahnen wind-schnell dahin, und selbst hoch über die Erde, in die blauen Lüfte erhebt er sich, getragen von einer gasgefüllten Kugel aus dünner Seide.

Das letztere ist viel, aber auch wenig. Wer sich auf ein Schiff oder in einen Dampfwagen setzt, weiß, wohin er will, und erreicht auch in den meisten Fällen sein Ziel. Nicht so ein Luftschiffer. Er steigt auf, das Gas hebt, die Windströmungen führen ihn, und er ist zufrieden, wenn er wohlbehalten den festen Erdboden wieder betreten kann. Sein Unternehmen war im eigentlichen Sinne des Wortes ein Ausflug, der Zweck desselben — wissenschaftliche und militärische abgerechnet — Belustigung, Schauspiel. Und so ist es, nachdem die Erfindung ihren hundertsten Geburtstag erlebt hat, auch heute noch. Die Lust ist frei, die Lust, sich nach Belieben darin fortzubewegen, ist groß, aber es fehlt uns das lenkbare Fahrzeug, welches der Ballon schwerlich werden kann. Die Erfindung ist jedenfalls eine interessante; sie hat viel Aregendes für Gemüt und Phantasie und wurde bei ihrem Auftreten mit einer Begeisterung aufgenommen, die wir uns kaum noch vorstellen können. Da wir aber zu sehen gewohnt sind, daß jede Erfindung auch ihre Früchte trägt, so dürfen wir auch nach dem Nutzen des Luftballons fragen, und da müssen wir uns gestehen, daß derselbe nur ein beschränkter ist.

Man hat neuerdings angefangen, mehr den gefesselten Ballon (Ballon captif) in Gebrauch zu ziehen, der durch ein Tau mit der Erde verbunden bleibt, uns auch wohl tausend Meter emporheben kann und bei welchem die Gefahren und Abenteuer der freien Fahrt wegfallen, während gleichwohl mit dem stehenden Ballon so ziemlich dasselbe erreicht wird wie mit dem freien; denn er gewährt das Vergnügen einer Selbstauffahrt und weiten Umschau, man kann mit demselben feindliche Armeen und Festungen auskundschaften, und der im Ballon fahrende Physiker kann mit seinen Beobachtungsinstrumenten vollkommen bequem arbeiten.

Das Fliegen hat dem Menschen von jeher im Sinne gelegen; glauben wir doch im Traume wirklich zu fliegen und sehen wir ja täglich Vögel

und anderes Getier die Lüfte durchschneiden, zum Theil mit einer Kraft und Ausdauer, die wunderbar scheint. Bevor man also darauf kam, der leichten Luft etwas noch Leichteres entgegenzusetzen, war der nächstliegende Gedanke immer der, sich ein paar tüchtige Flügel anzuschaffen und sich mit eigener Kraft in die Lüfte zu erheben. Schon die altgriechische Fabellehre erzählt von Dädalos und seinem Sohne Ikaros, die sich aus der Gefangenschaft zu Kreta durch künstliche Flügel befreiten, welche sie mit Wachs zusammengeklebt hatten. Ikaros flog so nahe an die Sonne, daß das Wachs schmolz und er hinabstürzend im Meere ertrank. Diese Geschichte hätte Münchhausen auch erfinden können.

Zweifellos muß es aber erscheinen, daß die Menschen oft und an vielen Orten versucht haben, den anscheinend so einfachen Flugapparat der Vögel nachzuahmen und mit Hilfe künstlicher Flügel zu fliegen, bis sie einsehen lernten, daß auch die beste Flugvorrichtung nicht den Hauptmangel beseitigen kann. Von vielen derartigen mißlungenen Flugversuchen sei hier nur ein einziger erwähnt.

In den Jahren 1808—1809 machte der Wiener Uhrmacher Jakob Degen viel von sich reden; doch steht von seinen Leistungen nur so viel fest, daß er mit seiner Maschine in einer Reitbahn herumflog und nicht einmal ganz frei, sondern im Zusammenhange mit einer Leitung von Stangen, die im Raume hin- und hergeführt war. Als er seine Kunst in Paris auf öffentlichem Platze zeigen wollte, mißglückte ihm das Fliegen gänzlich, und der Arme mußte hohobeladen abziehen. Dort erschien er übrigens, Pariser Abbildungen zufolge, mit seiner Maschine an einem Ballon hängend, der ihn tragen sollte, während er mit den Flügeln nur die Leitung zu übernehmen gedachte.

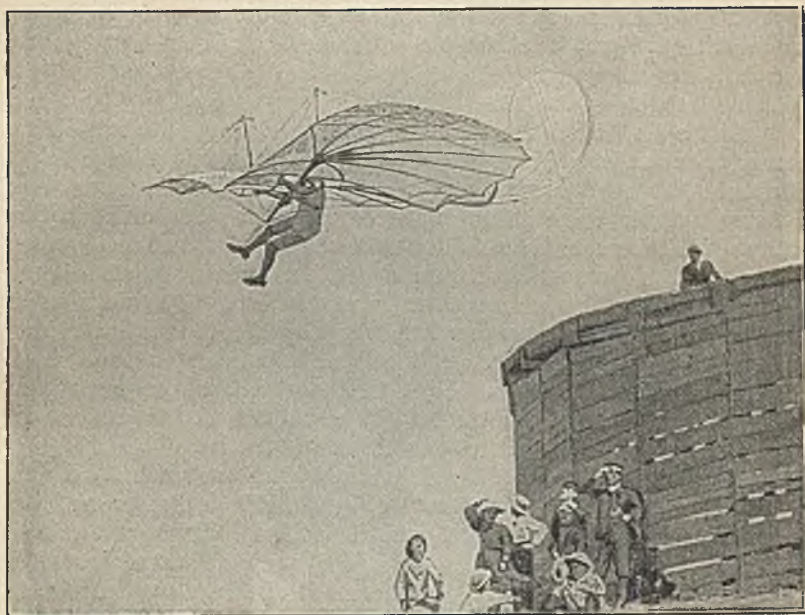
Heute wissen wenigstens alle besser unterrichteten Leute, daß der Mensch mit seiner eigenen Kraft nicht von der Erde abkommen kann, möge er sich Maschinen ersinnen, wie er immer wolle. Was fliegen soll, hat die Natur dem ganzen Körperbau nach darauf eingerichtet, und alle fliegenden Geschöpfe haben im Verhältnis eine weit größere Muskelkraft als der Mensch. Hätte dieser von Natur Flügel, so müßten die Muskeln desselben vielleicht 50mal stärker sein als seine jetzigen Arme, und die Arme und geschickten Hände fehlten ihm dann gänzlich; er müßte froh sein, wenn er zu den Flügeln auch einen Schnabel hätte. Trotz alledem gab es stets beschränkte Leute und giebt es vielleicht noch, welche über Flugmaschinen grübeln und sich wundern, wenn ihre Nebenmenschen sie mit ihren Plänen auslachen. Merkwürdigerweise waren solche Grübler häufig Schneider.

Es bleibt aber noch eine andere Möglichkeit für das Fliegen, nämlich die Benützung der Windkraft, wie sie z. B. beim Steigen eines Drachens in Anwendung kommt. Die größeren Vögel benutzen die Flugart, welche ihre Muskelkraft nicht in Anspruch nimmt und sie doch zu großen Höhen führt. Diese Art Flug ist nun neuerdings von dem Berliner Ingenieur Lilienthal mit Erfolg versucht worden, und er hat mit Hilfe seiner



Flügel sich 30 m hoch in die Luft erheben und mehrere hundert Meter weit fortfliegen können. Doch hat er bei einem Flugversuche in der Nähe von Berlin am 10. August 1896 seinen Tod gefunden.

Wenngleich es nun auch nicht ausgeschlossen erscheint, daß wir in der Zukunft Betriebsmaschinen besitzen werden, welche eine genügende Leistung mit geringem Gewicht verbinden und es ermöglichen, daß wir uns durch Flugapparate in die Höhe und in derselben fliegend weiter bewegen, so müssen wir doch bei dem heutigen Stande der Wissenschaft und Technik



69. Ostenthal mit seinem Apparat durch die Luft schwebend.  
Nach Photographie von Ditomar Kuschky.

davon absehen, uns durch den Flügelschlag in die Luft zu erheben, und uns auf das andere Hilfsmittel beschränken, bei welchem wir uns durch einen Ballon, welcher leichter ist als die von ihm verdrängte Luftmasse, in die Höhe tragen lassen. Ein solcher Ballon steigt in die Luft wie ein Kork oder eine Luftblase im Wasser. Er muß also, damit er leichter wird, als die von ihm verdrängte Luftmasse, eine Luft- und Gasfüllung erhalten, welche leichter ist als die gleiche Menge der Luft, in welcher er schwimmt.

Dies läßt sich nun auf zwei Wegen erreichen, und demgemäß haben wir zweierlei Ballons, nämlich solche, die mit erwärmter und dadurch erleichteter Luft, und solche, die mit einer leichteren Gasart gefüllt werden.

Die ersteren sind die älteren. Daß die erwärmte Luft in die Höhe steigt, also leichter geworden ist, zeigt jedes Feuer, welches Rauch ausgiebt.

Die beiden Brüder Montgolfier, Söhne eines Papierfabrikanten zu Annonay in Frankreich, waren die ersten, die darauf kamen, warme Luft in einen Sack zu fassen, in der Erwartung, daß er steigen werde. Sie waren aber dabei selbst noch so im unklaren, daß sie anfangs feuchtes Stroh und wollene Lumpen zusammen verbrannten, in der Meinung, damit einen elektrischen Rauch zu erzeugen, und dieser Elektrizität schrieben sie die Triebkraft zu, bis Pariser Gelehrte sie aufklärten.

Die Genannten fertigten bereits im November 1782 einen Luftballon in Gestalt eines großen Sackes von etwa 1 cbm Inhalt und verdünnten die Luft durch brennendes Papier. Der Versuch gelang vollkommen, der Ballon erhob sich zu Avignon bis zur Decke des Zimmers.

Einige im Freien angestellte Proben ermutigten die beiden Brüder immer mehr zur Ausführung größerer Ballons, und endlich wagten sie am 4. Juni 1783 zu Annonay mit einem kugelförmigen Ballon von 34 m Umfang vor die Öffentlichkeit zu treten. Der Stoff der großen Kugel bestand aus Leinwand, die innen mit Papier besetzt war, und die einzelnen Teile waren zusammengeknöpft. Die eingelassene Feuerluft dehnte bald den unscheinbaren Sack zu einer vollen Kugel von etwa 10 m Durchmesser aus, welche acht Mann kaum vom Emporstiegen zurückhalten konnten. Losgelassen stieg dieselbe auf etwa 300 m Höhe empor und senkte sich dann langsam wieder bei dem allmählichen Erkalten der darin eingeschlossenen erhitzten Luft. Natürlich wurde der Fall noch durch das Entweichen der warmen Luft infolge der vielen Knopflöcher beschleunigt.

Nach zehn Minuten fiel der Ballon in 400 m Entfernung vom Auffahrtsorte nieder. Die Begeisterung war groß, selbst die Pariser Akademie der Wissenschaft nahm sich der Sache an. Alle Welt wollte nun Luftballons anfertigen und steigen lassen. Ein Pariser Professor Namens Faujas de St. Fond veranstaltete eine öffentliche Geldsammlung zur Ausführung eines Versuches, und bald war eine Summe von einigen tausend Frank beisammen. Die Anfertigung des Ballons wurde den Gebrüdern Robert, zwei geschickten Mechanikern, und dem Professor Charles übergeben, der als tüchtiger Physiker die Sache sehr vernünftig ins Werk setzte. Derselbe wählte als Stoff leichte Seide, die er durch einen Firnisanstrich dichtete, und anstatt der heißen Luft, mit welcher die Füllung des Feuers wegen für den leicht brennbaren Ballon gefährlich ist, nahm er als Füllung das leichte Wasserstoffgas, welches er aus Eisenfeilspänen mit verdünnter Schwefelsäure in Fässern erzeugte und in den Ballon, der 4 m Durchmesser hatte, einführte, wie die Abb. 74 zeigt. Die Füllung fand in der Nacht vom 26. zum 27. August auf dem Marsfelde zu Paris statt, wo sich eine große Zuschauermenge schon in frühester Morgenstunde versammelt hatte. Um 5 Uhr gab ein Kanonenschuß das Zeichen, und der Ballon erhob sich in einigen Minuten bis in die Wolken, worin er verschwand. Da derselbe



zu stark mit Gas gefüllt war, so wurde er vom Gase zersprengt und fiel nach dreiviertelstündigem Schweben etwa 5 Wegstunden entfernt vom Marsfeld in der Nähe eines Dorfes nieder, wo ihm die abergläubigen Bauern, die das noch nie zuvor gesehene Wunderding für ein Teufelswerk hielten, mit Heugabeln und Dreschlegeln den Garaus machten. Um ein derartiges Uergerniß für die Zukunft zu vermeiden, erließ die Regierung eine öffentliche Erklärung, worin den Leuten die unschuldige Natur und der Zweck der Luftballons auseinandergesetzt wurde. Charles' wichtige Neuerung und Verbesserung des Luftballons, wodurch derselbe der sogenannten Montgolfière die viel leistungsfähigere Charlière gegenüberstellte, fand damals kein Verständnis, vielmehr hielt man sein sinnreiches Werk für eine



70. Montgolfière mit Feuerbecken. 71. Montgolfiers Ballon v. 31. Nov. 1783.

72. Ballon von Charles.

bloße Nachahmung der Montgolfierschen Erfindung, so daß dadurch nur dessen Ruhm vergrößert wurde.

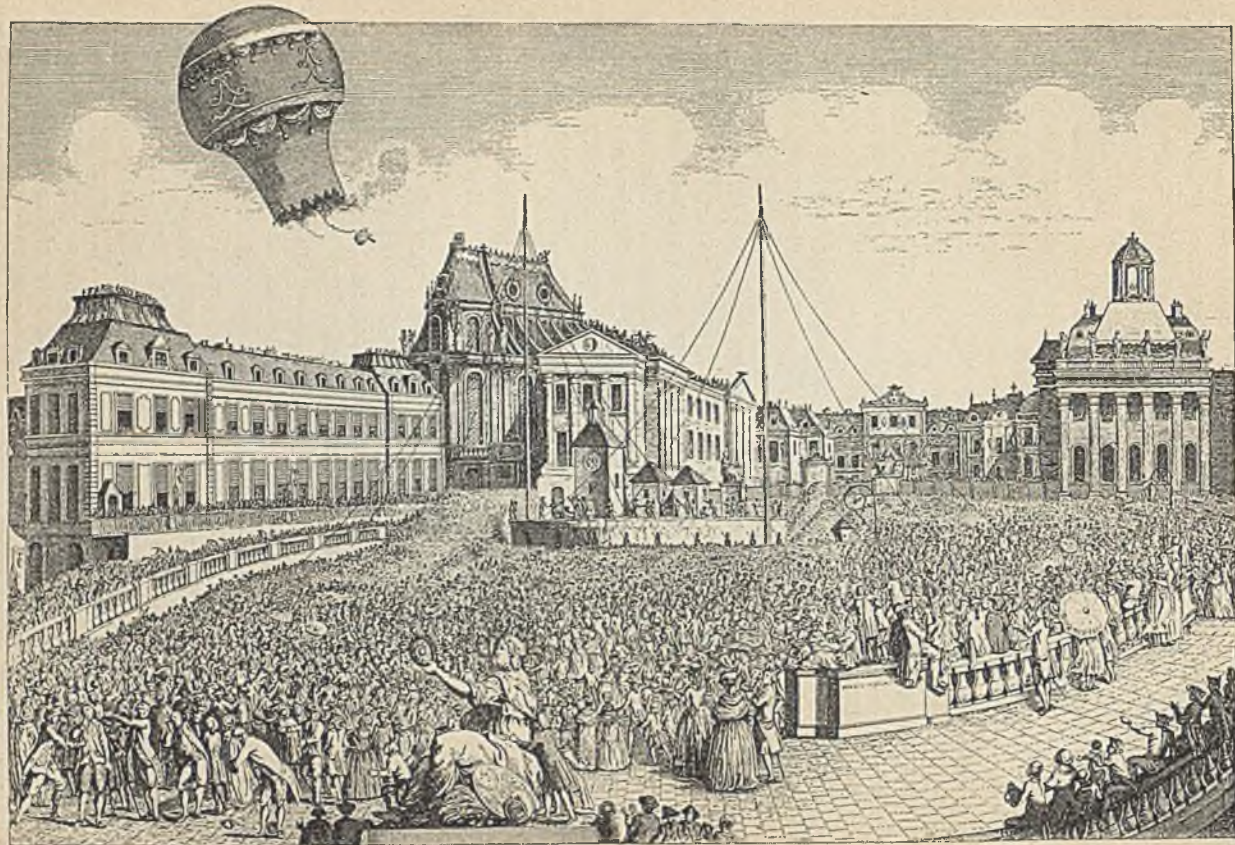
So veranlaßte die Akademie der Wissenschaften Montgolfier zu weiteren Versuchen in größerem Maßstabe. Derselbe haute nunmehr einen großen Ballon wieder aus zusammengeknöpfter, innen mit Papier beklebter Leinwand von cylindrischer, oben und unten in abgestuzte Regel verlaufender Form von 13 m Durchmesser und 23 m Höhe. Da aber am Tage der Auffahrt, es war am 12. September 1783, heftiger Regen kam, so zerweichte alles, und der wunderbare, sehr schlecht zusammengefügte Ballon zerfiel rasch in Stücke, was um so unangenehmer für die Unternehmer war, als dieselben bereits die königliche Familie zu einer für den 19. September anberaumten feierlichen Auffahrt eingeladen hatten.

Es mußte demnach rasch ein anderer Ballon angefertigt werden. Gewizigt durch die üble Erfahrung nahm nunmehr Montgolfier bessere

Leinwand und ging zu der einfachen Kugelform zurück. Der neue Ballon hatte etwa 19 m Höhe und 13,5 m Durchmesser; sein Inhalt betrug etwa 1480 cbm, und auf seiner Oberfläche war derselbe schön verziert. Am Abend des 18. September wurde er probiert; alles ging gut, und am 19. früh morgens wurde der Ballon im großen Hofe des Versailler Königsschlosses auf einer Schaubühne aufgestellt, an deren beiden Seiten sich hohe, oben mit Rollen versehene Mastbäume befanden, über welche die zum Halten des Ballons dienenden Seile geführt waren. In der Mitte des Gerüsts befand sich die Gutzpflanze von etwa 1 m Durchmesser. Um den Ballon vor dem Verbrennen zu schützen, war derselbe unten an der Öffnung mit einem kurzen weiten Schlauch aus grober Leinwand versehen, die mit Alaunlösung getränkt und dadurch feuerfest gemacht worden war. Um 1 Uhr wurde das Feuer entzündet, und als die heiße Luft den Ballon aufgebläht hatte, wurde unten an denselben ein großer verdeckter Korb aus Weidenrutengeflecht angehängt, worin sich ein Hammel und ein Hahn befanden. Ein zweiter und dritter Kanonenschuß ertönte, und der Ballon stieg mit seiner lebenden Last langsam empor, um nach acht Minuten in einer halben Meile Entfernung wieder herabzukommen. An dem raschen Sinken war ein im oberen Teil eingetretener Riß schuld, den der Ballon wahrscheinlich durch Austreten an die Masten erhalten hatte. Im übrigen war der Ballon noch in gutem Zustande, und die Zusassen des Korbes waren frisch und munter. Montgolfier war nun der Held des Tages, und man erging sich bezüglich der Zukunft der Luftschiffahrt in den überschwenglichsten Hoffnungen.

Angefeuert durch seine Erfolge ging nun Montgolfier an den Bau eines größeren Ballons, mit welchem Menschen in die Luft emporfahren sollten. Der Ballon wurde in Citronenform von 26 m Höhe und 15 m Durchmesser hergestellt und prachtvoll im Geschmacke der Zeit mit Sonnenbildern, dem Tierkreis und anderen Ornamenten sowie mit Draperien geschmückt. Am unteren Teile befanden sich die Bilder von vier Adlern mit ausgebreiteten Flügeln, welche die für die Passagiere bestimmte, aus Weidengeflecht hergestellte Galerie zu tragen schienen; dieselbe war mit vielen Seilen am Ballon befestigt und mit bunten Tüchern geschmückt. Inmitten dieser Galerie befand sich die Gutzpflanze an eisernen Ketten aufgehängt, so daß das Feuer von der Galerie aus besorgt werden konnte. Ganz Paris nahm an dem Unternehmen den regsten Anteil, und der Platz, wo der Ballon angefertigt wurde und emporsteigen sollte, war stets von Neugierigen umringt. Am 10. Oktober war der Ballon fertig. Zur Unternehmung der Luftfahrt hatte sich ein kühner Edelmann, Pilâtre de Rozier, gemeldet. Am 15. Oktober ließ man den Ballon zuerst an Seilen bis auf 25 m Höhe steigen; sechs Minuten verweilte Rozier oben, dann schwächte er das Feuer ab und sank wieder. Am 17. Oktober wurde der Versuch wiederholt, aber ein starker Wind ließ den Ballon nicht emporkommen. Am 19. Oktober, es war Sonntag und ruhiges schönes Wetter,





73. Montgolfiers Ballonfahrt zu Versailles am 19. September 1783.

erhob sich Rozier im gefesselten Ballon bis auf 79 m Höhe und verweilte gegen sechs Minuten oben, worauf er langsam wieder fiel. Durch Verstärkung des Feuers stieg dann Rozier abermals und zwar diesmal auf 80 m Höhe, hier wurde aber der Ballon plötzlich vom Winde ergriffen und gegen die benachbarten Bäume gejagt; durch weitere Verstärkung des Feuers stieg aber der entschlossene Luftschiffer abermals zum allgemeinen Jubel empor.

So lernte man mit Hilfe der Verstärkung oder Schwächung des Feuers den Ballon bezüglich des Steigens und Fallens regieren und in der Gewalt haben. Hierdurch wuchs die Zuversicht, so daß nunmehr noch ein anderer Edelmann Namens Girond de Bilette sich entschloß, an der dritten Auf- fahrt teilzunehmen, wobei in 15 Minuten eine Höhe von 100 m erreicht wurde. An einer weiteren Auffahrt nahm ein Major der Infanterie, der Marquis d'Arlandes, teil. — Montgolfier scheint sich aber nie seinen Luft- fahrtsapparaten anvertraut zu haben.

Nach diesen Proben faßte man den Mut, die freie Auffahrt mit dem Ballon zu versuchen, und zwar entschlossen sich Rozier und Marquis d'Arlandes zu diesem Wagestück; anfangs wollte jedoch der König dasselbe nicht er- lauben, und dann gab er dazu seine Einwilligung unter der Bedingung, daß zwei Verbrecher die Luftreise unternehmen sollten, um sich dadurch ihre Freiheit zu verschaffen. Schließlich gab er aber doch nach, und so konnten die Genannten am 21. November 1783 um 1 Uhr 54 Minuten nach- mittags von den Gärten zu la Muette aus die erste Luftreise antreten. Die kühnen Luftschiffer schwebten in dem bezeichneten schön verzierten Ballon über einen Teil von Paris hinweg, wobei sie sehr von der Hitze der Glut- spanne litten und durch das öftere Feuerfangen des die Galerie tragenden Seilwerkes in Schrecken gesetzt wurden. Bei der nach 25 Minuten bewerk- stelligten Landung auf freiem Felde fiel sofort der Ballon zusammen, und Pilâtre de Rozier mußte mühsam unter den Falten des auf ihm lastenden Stoffes hervorkriechen. Der Ballon fing Feuer, und nur mit vieler Mühe und unter dem Beistande herbeigeeilter Leute gelang es, das Verbrennen des ganzen Apparates zu verhüten. Die kühnen Luftschiffer wurden natürlich hoch gefeiert, aber man lernte doch allmählich begreifen, daß der Charles'sche Gasballon vor Montgolfiers Feuerballon den Vorzug verdiene.

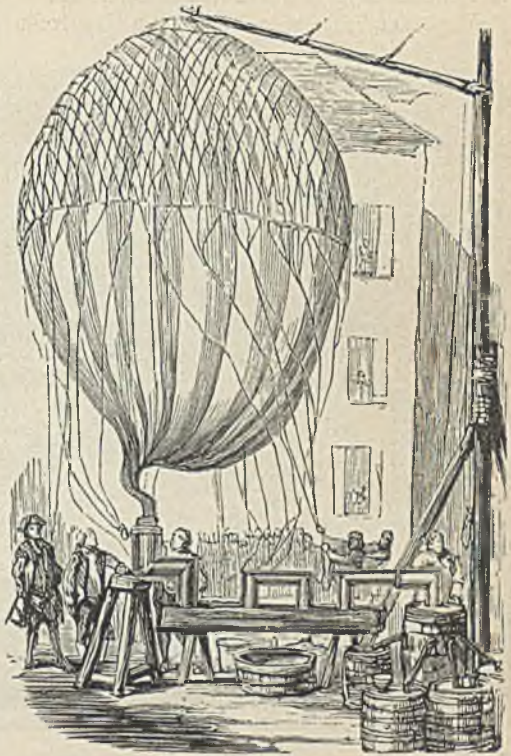
Diese Änderung der öffentlichen Meinung wurde von Professor Char- les und Gebrüder Robert, den Unternehmern des ersten Gasballons, be- nutzt, um zur Herstellung eines großen Ballons ihres Systems das nötige Geld durch Beiträge aufzutreiben, und bald waren dazu 11000 Frank beisammen. Der Ballon wurde aus Seidenzeug in Kugelform von 9 m Durchmesser ausgeführt, die obere Hälfte mit einem Netzwerk aus festen Hanfschnuren eingehüllt und daran der gondelartige Behälter zur Aufnahme der Luftschiffer gehängt. Nach Überwindung mancher Hindernisse stieg Charles am Morgen des 1. Dezember in Paris in diesem Ballon vor etwa 300000 Zuschauern in Begleitung eines der Brüder Robert empor, wobei eine Höhe von nahezu 600 m erreicht wurde. Die Fahrt ging über



einen Teil von Paris und über die Seine hinweg, und erst in 9 Meilen Entfernung von Paris und nach Verlauf von  $3\frac{3}{4}$  Stunden kam der Ballon glücklich herab. Eine Anzahl Kavaliere waren den Luftschiffern gefolgt, und in ihrer Gegenwart wurde eine Urkunde über die Fahrt aufgesetzt. Nachdem Robert den Ballon verlassen hatte, stieg Charles nochmals empor, erreichte nunmehr die Höhe von etwa 3400 m, so daß er die Kälte und die Abnahme des Luftdruckes in der oberen Region deutlich wahrnehmen konnte. Nach 35 Minuten landete er auf einem Brachfelde und wurde hier von Robert und den Kavaliern mit Begeisterung empfangen. Die in der Höhe beobachtete Temperatur betrug  $6,3^{\circ}$  C und der Luftdruck 497 mm Quecksilbersäule. Somit hatte die Charlière nunmehr den Sieg über die Montgolfière davongetragen, und in der That ist die letztere für hohe Steigung, wie sie für die Ausführung wissenschaftlicher Untersuchungen in den oberen Luftschichten notwendig ist, ganz unzureichend.

Von nun an wiederholten sich die Luftreisen schnell hintereinander, und es sollten nun auch bald die ersten Opfer fallen, denen im Laufe der Zeit noch manche andere nachgefolgt sind. Es versuchte nämlich Pilâtre de Rozier

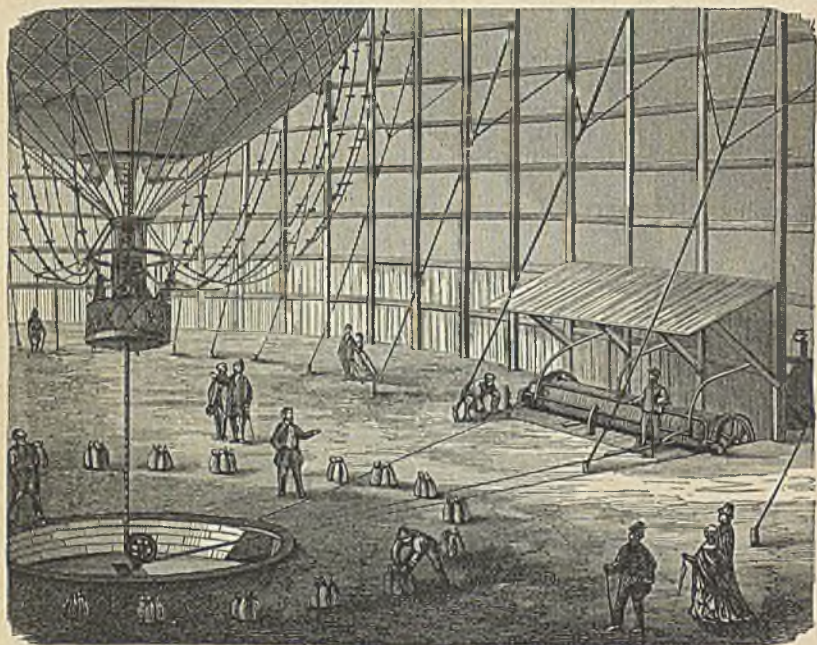
am 15. Juni 1785 mit dem Parlamentsadvokaten Romain von Calais aus nach England zu fahren. Der Ballon erhob sich, schwebte bald über dem Meere, aber ein Windstoß trieb ihn nach der Küste zurück, und der Luftschiffer, der bei so stürmischem Wetter die Reise nicht fortsetzen zu wollen schien, bereitete sich schon zum Herabgehen, indem er die unvollkommen eingerichtete Klappe zog. Das Gas strömte aus, die Klappe schloß sich nicht wieder, und mit furchtbarer Schnelligkeit stürzte der Ballon zur Erde. Pilâtre de Rozier ward im Auffallen getödet, sein unglücklicher



74. Apparat zur Füllung von Charles' Ballon.

Begleiter lebte noch, endete aber zehn Minuten später gleichfalls. Dies waren die ersten Opfer, welche die Luftschiffahrt forderte.

Dieselbe Reise über den Kanal, welche dem kühnen Blâtre de Rozier das Leben gekostet, war schon sechs Monate früher von Blanchard unternommen und glücklich zurückgelegt worden. Das Meer trennt bekanntlich England von Frankreich in einer Breite von 35 km. Calais in Frankreich und Dover in England sind die beiden nächsten Punkte. Von letztgenanntem Orte aus versuchte Blanchard in Begleitung des Amerikaners Jefferys am 7. Januar 1785 nach Frankreich zu reisen, und sein Unter-



75. Giffards Ballon captif für die Weltausstellung zu Paris 1878.

nehmen gelang ihm vollkommen, denn nach einer Zeit von 2 Stunden 32 Minuten langte er glücklich, wiewohl auch nicht ohne vorher bestandene Fährlichkeiten, eine französische Meile von Calais wieder auf dem Boden an.

Die Reise ist seit jener Zeit noch gar manchmal, theils von England, theils von Frankreich aus, gemacht worden, doch ist die des berühmten Luftschiffers Green wohl die merkwürdigste und längste von allen. Derselbe stieg mit noch zwei Gefährten am 7. November 1836 in London auf. Sein großer Ballon war statt mit theurem Wasserstoffgas mit dem viel wohlfeileren, aber nicht so leichten Kohlengas (Leuchtgas) gefüllt. Die Reisenden hatten noch englischen Boden unter sich, da brach schon der



Abend an, doch bewegte sich der Ballon unzweifelhaft nach der französischen Küste zu. Es ward Nacht, die Schiffer hatten die stürmische Nordsee unter sich und erkannten sie am Gebrause der Wellen, während der Ballon sich rastlos in den oberen Regionen fortbewegte. Da erblickten sie in der Ferne ein Lichtmeer; es ist die Hafenstadt Calais, aber der Ballon steigt nicht fern von ihr hoch in den Lüften weiter. Mitternacht ist gekommen; man gewahrt in der Ferne außer vielen anderen bisher ununterbrochen aufeinander folgenden Orten einen neuen von ganz besonderem Umfange. Man zieht über dem von Gasflammen erleuchteten Lüttich dahin, aber auch diese Lichter erlöschen, und die Luftschiffer sind die einzigen Wesen, die, in die Dunkelheit der Nacht gehüllt, den etwas leuchtenden Ballon über sich, den Lustraum durchsegeln.

Die Reise geht über Belgien und die preussischen Rheinlande hinweg; schon sehen sie in den Morgenstunden wieder überall aufflammende Lichter, bis der Tag sie endlich begrüßt und die Sonne sich über die Erde erhebt. Ein schönes Hügel-land liegt unter ihnen, die Morgennebel weichen, und nunmehr gedenken sie sich niederzulassen. Der Anker fällt, bereits sind Land-

leute auf dem Felde, man hat sie bemerkt, und so bestreulich auch immer ihr Erscheinen ist, so leistet man gern thätige Hilfe. Als die Ankömmlinge ausgestiegen sind, erfahren sie zu ihrem Erstaunen, daß sie in der Gegend des Mittelrheins, bei Weilburg im Nassauischen, angelangt sind und über 600 km in 19 Stunden zurückgelegt haben.

Die Ausführung der Charlièren, insbesondere die zu deren Füllung dienende Zubereitung des Wasserstoffgases wurde mehr und mehr aus-



76. Green's Luftballon.

gebildet. Man fertigte immer größere Ballons an, die eine Anzahl Personen (bis 150) tragen konnten.

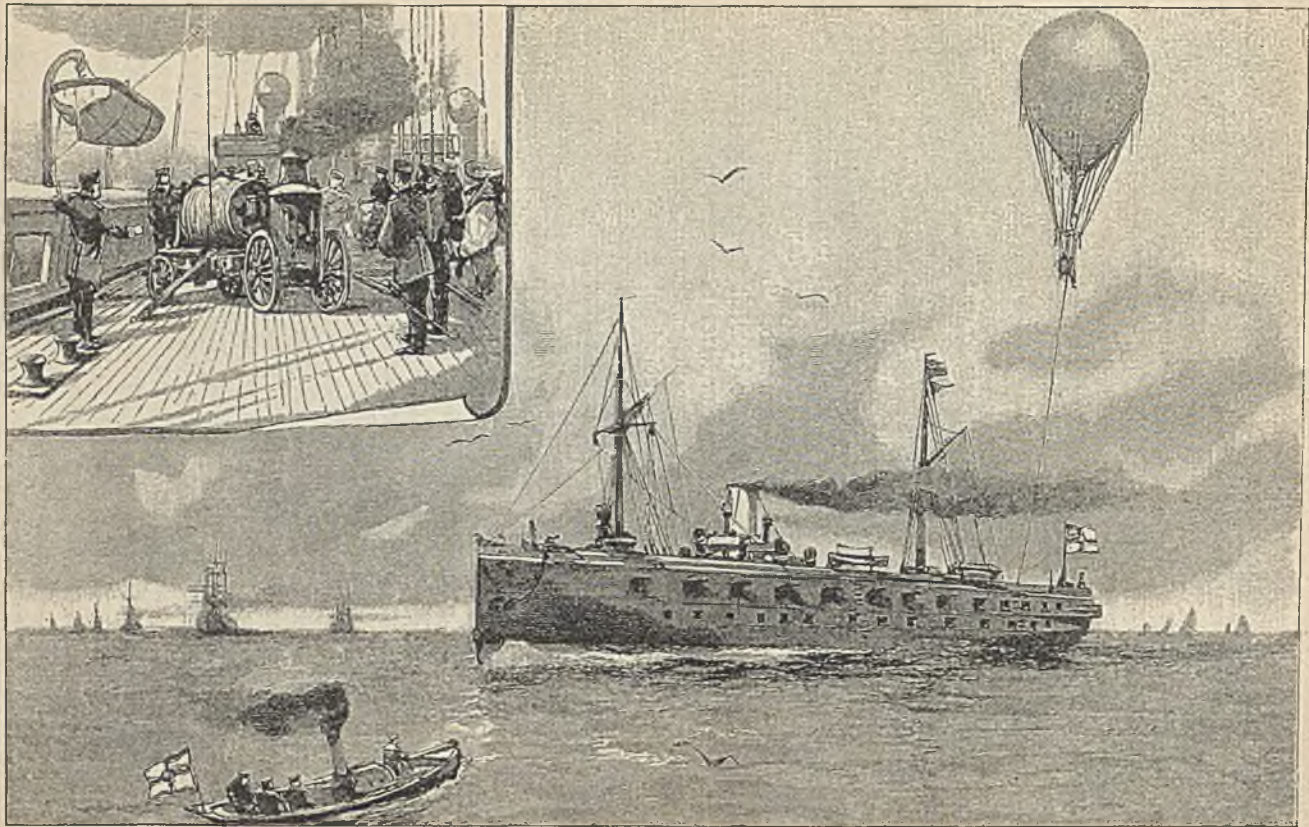
Zu Kriegszwecken wurden die Ballons frühzeitig benutzt. Die Franzosen gebrauchten sie in den Kriegen während der Revolution zur Erforschung der feindlichen Stellungen, wie dies namentlich zur Aufschaffung des österreichischen Lagers am Tage der Schlacht von Fleurus, den 26. Juni 1794, durch französische Offiziere geschah. Jener Ballon war von elliptischer Form, hatte 20 m im Umfange und wurde bei widrigem Winde von 30—40 Pferden gehalten, während die Luftschiffer ihre gemachten Beobachtungen auf Zetteln mit Blei beschwert an einer Schnur herabließen. Überhaupt wurden zu jener Zeit die Ballons zu ähnlichen Zwecken oft angewandt, und man berichtet von 34 Fällen, unter anderen auch bei Mauerbeuge, vor Charleroi (1794) und bei der Belagerung von Mainz (1795).

Ferner leistete in dem französisch-österreichischen Kriege von 1859 der Luftschiffer Godard der französischen Armee wesentliche Dienste und konnte sie von allen Bewegungen der Österreicher, namentlich der Stärke der Stellungen, besser als Spione unterrichten und so wesentlich zu den erfochtenen Siegen beitragen. Auch im nordamerikanischen Bürgerkriege wirkten Seilballons mit. Zur Einsichtnahme in belagerte Festungen wäre das Mittel auch ganz vorzuziehen; nur schießen die Kanoniere heutzutage so unangenehm weit, und aus einer Meile Entfernung ist doch auch nicht viel zu sehen. Bei der Belagerung von Venedig 1859 versuchten die Österreicher eine neue kriegerische Anwendung des Ballons, aber nur einmal, da die Sache schlecht ablief. Es wurden nämlich 200 Stück 25—30pfündige Bomben gefertigt, welche von je einem Ballon über die Stadt getragen werden und dort plätzen sollten. Als man aber solche Friedensstauben bei einem günstigen Winde mit brennender Lunte auschwärmen ließ, gerieten sie oben in einen gegenläufigen Luftstrom, der sie den Österreichern wieder über die Köpfe zurückführte.

Die weitgehende Benutzung des Luftballons im großen deutsch-französischen Kriege von 1870—71 ist bekannt. So gelang es insbesondere Jules Gambetta aus dem belagerten Paris nach Südfrankreich zu entkommen, um dort die Organisation der Volksarmeen zu betreiben. In der Zeit vom 23. September 1870 bis zum 28. Januar 1871 gingen von Paris 64 Ballons in vorschriftsmäßiger Ausführung, d. h. von 2000 cbm Inhalt und 500 kg Tragkraft mit zusammen 155 Personen ab. Sechs solche Ballons mit 15 Insassen wurden von den Deutschen abgefangen, und zwei sind gänzlich verschollen.

Einen gleichfalls sehr wichtigen Dienst haben die Luftschiffer der Wissenschaft bei Erforschung des Zustandes und der Eigenschaften der oberen Luftschichten geleistet, und die Untersuchungen eines Gay-Lussac und Biot, sowie eines Barral und Bixio haben Resultate geliefert, welche auf keine andere Weise zu erlangen gewesen wären, zumal da mittels des Luftballons der Mensch in weit höhere Regionen als durch Bergbesteigen auf





77. Versuche mit dem Fesselballon zur See (1890 vom Schulschiff „Mars“ in Wilhelmshaven gemacht).

die schnellste, bequemste und trotz aller Gefahr dennoch ungefährlichste Weise zu gelangen vermag. Des hohen Interesses wegen werden wir daher später einiges aus den Luftreisen der Genannten mittheilen.

Gehe wir noch weiter zur Schilderung einiger Luftfahrten schreiten, wollen wir erst vorher noch einiges nachholen. — Wenn heute eine Maschine erfunden wird, so ist dieselbe in zehn Jahren gewiß um vieles verbessert. Vom Luftballon kann man das nicht sagen; an seiner ursprünglichen Einrichtung hat niemand eine Verbesserung anzubringen gewußt. Alle Segel, Ruder, Schaufelräder, Luftschrauben u. dergl., die man zuerst anbrachte, um eine Wirkung auf den Gang zu gewinnen, haben so gut wie nichts genützt, weil man keine geeignete Kraftmaschine zu deren Betrieb hatte. Mehr noch: selbst die hoffnungreichsten Leute haben gleich von vornherein zugegeben, daß ihre geplanten Lenkungsmittel nur bei Windstille wirksam sein würden. Wann und wo giebt es aber eine solche in dem ewig beweglichen Luftmeer? Der Ballon geht mit dem Winde, d. h. er steht in der sich im Ganzen fortschiebenden Luft ruhig, und wenn der Schiffer über Wolken die Erde nicht mehr sehen kann, so weiß er gar nicht, ob und wie rasch er fortgetrieben wird. Das Steigen und Sinken kann er am Barometer abnehmen, oder er wirft Papierschnitzel u. dergl. aus und sieht, ob sie sich nach unten zu verlieren oder mehr in seiner Nähe oder über ihm bleiben. Will er höher steigen, so wirft er Ballast aus, indem er einen der mitgenommenen Sandsäcke über Bord entleert. Das Niedergehen wird bewirkt durch Auslassen einer angemessenen Menge Gas. Zuoberst im Ballon befindet sich eine nach einwärts schlagende Klappe, von welcher ein Strick bis zur Gondel herabgeht. Solange an dem Strick gezogen wird, strömt oben Gas aus; beim Nachlassen schlägt die Klappe durch den Gasdruck wieder zu. Nun sind zwar, wie wir später sehen werden, einige Erfolge in der Lenkung und freien Fortbewegung des Ballons erreicht worden, und es ist möglich, daß wir noch ein wenig weiter kommen und mit Hilfe elektrischer Motoren bei weiterer Verbesserung der Aufspeicherung der elektrischen Kraft eine gewisse Freiheit in der Fortbewegung des Ballons gewinnen. Dieselbe wird aber immerhin eng begrenzt bleiben, solange wir für das Schwimmen in der Luft die Steigkraft der leichteren Gase und somit den unförmlichen Ballon benutzen müssen. Anders liegt die Sache, wenn wir dahin gelangen, uns ohne einen Ballon in die Lüfte zu erheben, wie der Vogel durch den Flügelschlag. Dazu fehlen uns zur Zeit die Hilfsmittel, d. h. sehr leichte und sehr leistungsfähige Kraftmaschinen. So war es von Anfang und ist es noch. Nur in dem Stoffe und der dauerhaften Bauart des Ballons sind Fortschritte gemacht worden, und alles scheint so sicher, daß die wenigsten Menschen sich vor dem Mitfahren scheuen würden, wenn es nicht ein gut Stück Geld kostete.

Die ungünstigen Ausgänge mancher Luftfahrten führten zu Vorschlägen, durch deren Ausführung man im schlimmsten Falle eines unvorhergesehenen Niedergehens die Gewalt des Sturzes unschädlich zu machen



hoffte. Sehr bald nach der Erfindung des Luftballons kam man daher auf die Anwendung einer Vorrichtung, welche den letzteren Zweck erreicht scheinen ließ. Dies war der Fallschirm, eine Einrichtung, ähnlich einem Regenschirm. Es ist nämlich weiter nichts als ein zusammengefalteter, aus starkem Taffet hergestellter Schirm, dessen oberer Teil sich beim Herabgehen ausbreitet und die Luft fängt; er hat einen bedeutenden Durchmesser, 6 oder 7 m, und trägt eine herabhängende Gondel, welche den gefährdeten Luftschiffer aufnimmt und, indem sie den Schwerpunkt tief nach unten hält, einem Umschlagen vorbeugt.

Der Luftschiffer Blanchard fing damit an, lebende Tiere aus der Höhe im Fallschirme herabzulassen; mit seiner eigenen Person mochte er den Versuch nicht wagen. Dies that später sein Rival Garnerin, der, in den Revolutionskriegen von den Österreichern gefangen und in Ofen festgehalten, schon hier einen Schirm heimlich anfertigte, um damit aus der Festung zu flüchten, aber abgefaßt wurde. Gleich nach seiner Freilassung ging er daran, sein Fallschirmunternehmen von einem Ballon herunter auszuführen in Paris den 22. Oktober 1797. Er kam ziemlich unsanft herab, denn sein Schirm machte sehr bedenkliche und heftige Schwankungen. Man erkannte nun, daß ein Fallschirm, um stetig zu sinken, oben ein kleines Loch oder Abzugsrohr haben muß, was von da ab keinem solchen Instrumente mehr fehlte. Garnerins Beispiel wurde oft nachgeahmt, so daß man sagen kann, es sei bei gehöriger Einrichtung des Fallschirmes keine besondere Gefahr damit verbunden; aber gerettet hat sich merkwürdigerweise nie ein in Bedrängnis geratener Luftschiffer damit. Die waghalsige Frau Garnerin schloß oft ihre Luftfahrten damit, daß sie den Ballon verließ und mit dem Fallschirm herabkam.

Augenzeugen versichern, es habe sie wie ein Bliß durchzuckt, wenn die Frau mit dem noch zugeklappten Schirme einem Pfeile gleich aus den Lüften herabschoß; aber immer öffnete sich der Schirm noch zeitig genug, um sie sanft auf die Erde abzusetzen. Sie hat das Stück auch in Dresden öfter ausgeführt, und da auf den Ballon ein guter Preis gesetzt war, so erhielt sie diesen auch immer wieder.

Teils durch die Verwegenheit der Luftschiffer, teils durch die Naturereignisse und unverschuldete unglückliche Zufälle ist manches Unglück herbeigeführt worden. Einige darauf bezügliche Mitteilungen mögen hier Platz finden. Durch große Verwegenheit in dem Unternehmen absonderlicher Luftfahrten zeichnete sich besonders Blanchards Frau aus, welche nach dem Tode ihres Mannes das einträgliche Geschäft forsetzte. Dieselbe stieg mehrfach gegen Abend auf und brachte die Nacht in der Gondel ihres Ballons in den höheren Luftregionen zu, um erst am anderen Morgen auf die Erde herabzusteigen. Schon 1817 wäre sie bei einer zu Nantes veranstalteten Lustreise beinahe verunglückt, indem sie in einen Morast stürzte, wobei jedoch der Ballon noch in den Ästen eines Baumes hängen blieb, so daß sie sich so lange in der Höhe erhalten konnte, bis man ihr zu Hilfe

kam. Unglücklicher war sie zwei Jahre später. Am 6. Juli 1819 stieg sie im Tivoligarten zu Paris auf und gedachte, den Zuschauern das prachtvolle Schauspiel eines Luftfeuerwerkes zu geben. Als sie eine beträchtliche Höhe erreicht hatte, versuchte sie eine an einem Fallschirme befestigte Flamme von bengalischem Feuer anzuzünden, wobei sie sich einer Lunte bediente. Allein durch eine unglückliche Wendung des Ballons geriet die Lunte in die Nähe der unteren Ballonöffnung, und das im Ballon befindliche Leuchtgas entzündete sich. Man bemerkte deutlich, wie die mutige Luftschifferin bemüht war, durch Zusammendrücken des Ballonschlauches das Feuer zu ersticken, dann aber, als sie die Vergeblichkeit ihrer Bemühungen erkannte, sich in die Gondel setzte und den Ausgang erwartete. Gleich einem Meteor leuchtete das verbrennende Gas, der Ballon sank ziemlich langsam, und wäre die Luft ruhig geblieben, so wäre Madame Blanchard vielleicht noch glücklich auf dem Erdboden angekommen. Allein plötzlich erhob sich ein etwas stärkerer Luftzug und trieb den Ballon nach Paris zu. Er stürzte auf ein Dach, die Gondel glitt am Abhänge desselben herunter, Madame Blanchard stürzte heraus, und der Ruf „Hilfe!“ war das letzte Wort, das man von ihr vernahm. Man hob sie mit zertrümmertem Schädel von dem Straßenpflaster zu Paris auf. Der Ballon war leer und beinahe unbeschädigt, das darin enthaltene Leuchtgas fast gänzlich verzehrt. So beklagenswert Madame Blanchard immerhin sein mag, ihr Unglück ist nur einer maßlosen Berwegenheit zuzuschreiben.

#### Einige Luftreisen zu wissenschaftlichen Zwecken.

Die günstige Gelegenheit, sich ohne alle Anstrengung mittels des Ballons in kurzer Zeit hoch in die Lüfte versetzen zu können, wurde von strebsamen Gelehrten benützt, die physischen Eigenschaften dieser höheren Regionen zu untersuchen. Wohl waren derartige Untersuchungen bereits auf hohen Bergen angestellt worden, allein dieselben ließen noch manche Frage offen und unerledigt, da man bei ihnen allezeit mit der festen Erdrinde in unmittelbarer Verbindung blieb. Ganz anders konnten sich die Verhältnisse gestalten, sobald man sich mehrere tausend Meter über die Erdoberfläche erhoben hatte und von hier aus Untersuchungen anstellte, wie sie bisher in der Ebene und auf Bergen vorgenommen worden waren. Es handelt sich hierbei besonders um die Eigentümlichkeit des Magnetismus, der Luftpolarität, des Luftdruckes und der Wärme, sowie endlich um das Befinden von Menschen und Tieren in den höchsten erreichbaren Regionen. Alle diese Fragen sind sehr genügend beantwortet worden, wobei diese Reisen zugleich die Eigentümlichkeit vor allen anderen Luftfahrten besitzen, daß durch sie die höchsten Regionen erreicht worden sind, Regionen, welche nie ein Bergsteiger betrat. Hören wir den berühmten Biot selbst: „Unser Ausflug ging am 24. August 1804 um 10 Uhr morgens im Garten des





78. Gay-Lussac und Blot beobachtet im Luftballon.

Konservatoriums der Künste zu Paris in Gegenwart einer kleinen Anzahl von Freunden vor sich. Wir gestehen es gern, im ersten Augenblicke, als wir uns erhoben, dachten wir nicht an Beobachtungen und Versuche, sondern konnten nur die Schönheit des Schauspiels bewundern, das uns umgab. Unser langsames und abgemessenes Aufsteigen flößte uns die Überzeugung völliger Sicherheit ein. Wir kamen bald in die Wolken. Sie waren wie leichte Nebel und erregten nur ein schwaches Gefühl von Feuchtigkeit. Da unser Ballon ganz angeschwollen war, öffneten wir die Klappe, um Gas ausströmen zu lassen, zugleich warfen wir aber auch Ballast aus, um

höher zu steigen. Wir waren sofort über den Wolken und kamen nicht eher wieder in sie als beim Herabsteigen. Von oben herab gesehen, schienen uns diese Wolken weißlich zu sein, gerade so, wie sie von der Erde aus gesehen sich zeigen. Alle befanden sich genau in gleicher Höhe, und ihre obere Fläche, so zitzen- und wellenförmig sie auch war, glich völlig einer beschneiten Ebene.“

„Wir befanden uns in einer Höhe von über 2000 m und bemerkten, daß unser Luftschiff eine sehr langsam drehende Bewegung habe. Die Tiere — Biene, Grünling, Frosch und Taube —, welche wir mitgenommen hatten, schienen noch immer nichts von der verdünnten Luft zu leiden, obschon wir 2622 m erreicht hatten. Die Biene flog, als wir sie in Freiheit setzten, sehr schnell und mit Summen davon. Unser Puls war sehr beschleunigt, statt 62 hatte Herr Gay-Lussac jetzt 80 Pulsschläge in der Minute, während mein Puls, welcher gewöhnlich 97 mal schlägt, jetzt 111 mal schlug. Die elektrischen und magnetischen Versuche, welche angestellt wurden, ergaben dieselben Resultate, als ob man sie an der Oberfläche der Erde angestellt hätte. Das Athemholen war indes keineswegs erschwert, wir empfanden kein Übelbefinden, vielmehr dünkte uns unsere Lage außerordentlich behaglich. Unsere Tiere litten in allen beobachteten Höhen nicht, wie wir auf uns ebenfalls nicht die geringste Einwirkung der verdünnten Luft wahrnahmen, die eben erwähnte Beschleunigung des Pulses etwa ausgenommen.“

„In einer Höhe von 3400 m setzten wir den Grünling, einen kleinen Vogel, in Freiheit. Er flog sogleich fort, kehrte aber im Augenblicke wieder zurück, um sich auf unser Tauwerk zu setzen. Hierauf setzte er sich wieder in Flug und stürzte sich in einer gewundenen Linie, die nur wenig von der senkrechten abwich, zur Erde hinab. Wir verfolgten ihn mit unseren Blicken bis in die Wolken, wo wir ihn aus den Augen verloren. Eine Taube, die wir in derselben Höhe in Freiheit setzten, gab uns ein weit unterhaltenderes Schauspiel. Sie blieb einige Augenblicke auf dem Rande der Gondel sitzen, gleichsam als wenn sie den Raum messen wolle, den sie zurückzulegen habe, dann schoß sie in ungleichem Fluge fort, wobei sie die Wirkung ihrer Flügel zu versuchen schien. Doch schon nach einigen Flügelschlägen begnügte sie sich, die Flügel auszubreiten und so sich hingebend in großen Kreisen, nach Art der Raubvögel, zu den Wolken hinabzusinken; sie sank schnell, aber auf eine angemessene Weise hinab. — Zur Beobachtung der Lufterlektrizität ließen wir einen 80 m langen Draht isoliert aus der Gondel herab. Er zeigte in seinem oberen Ende negative Elektrizität. Wir wiederholten diesen Versuch sogleich noch zweimal: das erste Mal so, daß die durch den Elektrophor erhaltene positive Elektrizität die im Drahte befindliche Lufterlektrizität zerstörte, das zweite Mal so, daß jene Elektrizität durch die negative Elektrizität des Drahtes aufgehoben wurde. Hierdurch versicherten wir uns, daß die Lufterlektrizität im Drahte wirklich negativ war. Dieser Versuch zeigte zugleich, daß die Elektrizität der Atmosphäre



mit der Höhe zunimmt. Die Thermometerbeobachtungen bewiesen, wie zu erwarten stand, daß mit der großen Höhe die Wärme abnimmt; doch war an diesem Tage der Unterschied nicht bedeutend, denn bei einer Höhe von ungefähr 4000 m zeigte das Thermometer noch  $+ 8,4^{\circ}$  R., während man zu derselben Zeit auf der Pariser Sternwarte  $14^{\circ}$  R. beobachtete.“ — Luftproben, welche man aus den höchsten erreichten Höhen mit herabbrachte, zeigten dieselbe Zusammensetzung wie an der Oberfläche der Erde. Die Reisenden ließen sich hinab, durchschnitt in einer Höhe von 1223 m die erwähnte Wolkenschicht und gelangten  $1\frac{1}{2}$  Uhr nachmittags 18 französische Meilen von Paris entfernt beim Dorfe Meriville, Departement des Voiret, glücklich zur Erde. — Noch höher stiegen die Naturforscher Barraal und Bizio — nachdem sie auf einer kurz vorher unternommenen Luftreise fast verunglückt wären — am 17. Juli 1850 nachmittags 4 Uhr 3 Minuten.

Der Himmel war vollständig mit Wolken bedeckt, und die Reisenden befanden sich bald in einem leichten Nebel. Zu den interessantesten Erscheinungen dieser Reise gehörte die furchtbare Kälte, welcher die Luftschiffer ausgesetzt waren, sowie ihre von Minute zu Minute erfolgende Steigerung. Bei der Abfahrt hatte man  $16^{\circ}$  C. Wärme gehabt. Wir wollen sie nach den im Ballon gemachten Aufzeichnungen selbst sprechen lassen: „4 Uhr 25 Minuten. Neues Auswerfen von Ballast ruft ein Steigen des Ballons hervor, der dann, wie die Schwankungen des Barometers anzeigen, von neuem zum Stillstehen kommt. Wir sind mit kleinen Eismassen in Form äußerst feiner Nadeln, die sich in den Falten unserer Kleider anhäufen, bedeckt. Wir sehen deutlich die Sonnenscheibe durch den gefrorenen Nebel; gleichzeitig erblicken wir in derselben Vertikalebene ein zweites Sonnenbild, fast ebenso stark als das erste. Beide Bilder scheinen in einem Winkel von  $30^{\circ}$  gleichmäßig über und unter der Horizontalebene der Gondel zu liegen. Die Temperatur sinkt schnell, das Thermometer zeigt —  $23^{\circ}$ . — 4 Uhr 50 Min. Die höchste Höhe, welche wir erreicht haben, beträgt 7049 m, die Temperatur —  $39^{\circ}$ . Es ist unnütz, mit den von jetzt an stumm gewordenen Instrumenten noch höher steigen zu wollen; das Quecksilber gefriert. Die Kälte lähmt alle unsere Anstrengungen, die Beobachtungen sind unmöglich geworden, unsere Finger sind zu jeder Berührung untauglich. Wir lassen uns nieder.“

Die auffallende Beobachtung, daß nach einer Höhe von über 6000 m die Luftschiffer in eine etwa 600 m dicke Luftschicht geraten, in welcher das Thermometer bis  $39\frac{2}{3}^{\circ}$  sinkt, ist eine Thatsache, welche für die Witterungskunde von höchster Wichtigkeit ist.

Unter den neueren wissenschaftlichen Ausflügen zeichnen sich besonders die des Engländers Glaisher 1862 und 1863 in Coxwells Ballon sowohl durch die Anzahl als durch kühnes Vorgehen aus. Dieser Luftschiffer hat auch, wenn er sich nicht geirrt hat, die kaum glaubliche Höhe von sieben englischen Meilen oder 11675 m erstiegen. Er wurde dort, heißt es, besinnungslos, und seinem Begleiter Coxwell ging es nicht viel besser. In

neuester Zeit hat die Aeronautische Gesellschaft einen Ballon, den „Phönix“, eigens zu dem Zwecke bauen lassen, damit Luftschiffahrten zur Erforschung der physikalischen Zustände der Atmosphäre in den höheren Luftschichten zu machen. Der Ballon hat schon zahlreiche Reisen gemacht, und wertvolle Ergebnisse sind dabei für die Wissenschaft gewonnen worden.

Heute vollzieht man wissenschaftliche Beobachtungen in den höchsten Luftschichten durch sogenannte Registrierballons. Sie sind Ballons, die mit selbstthätigen und schreibenden (registrierenden) Instrumenten ausgerüstet sind und ohne menschliche Insassen allein aufgelassen werden, um nach kurzer Zeit allein wieder zu fallen.

### Die Ballon- und Taubenposten des belagerten Paris.

Die Belagerung und Bezwingung der ungeheueren französischen Hauptstadt durch die Deutschen war ein Stück Weltgeschichte, wie es in ähnlicher Art noch nicht dagewesen war. Die unabänderliche, lange und bange Monate dauernde Einsperrung von mehr als zwei Millionen Menschen brachte Nothstände der verschiedensten Art über sie, worunter die völlige unerbittliche Abtrennung von der Außenwelt nicht die kleinste war. Paris, nach seiner Ansicht das Centrum und Herz der Welt, war in der peinlichen und absonderlichen Lage, daß es gar nichts von der Welt erfahren, ebensowenig von sich selbst eine Kunde nach außen gelangen lassen konnte, denn selbst die unterirdischen Telegraphenleitungen hatten die Feinde entdeckt und abgeschnitten.

Am 19. September war dieser Zustand zur Gewißheit geworden, denn da trieben die Belagerer zum erstenmal die Pariser Post wieder nach der Stadt zurück. Nunmehr galt es, Abhilfsmittel für den unerträglichsten Zustand zu finden; eine Menge Pläne, zum Teil abenteuerlichster Art, wurden entworfen, um den Feind zu täuschen oder seine Linien zu durchbrechen. Verkleidete Schleichboten, abgerichtete Hunde sollten einen Briefverkehr unterhalten; durch die schauerlichen Katastrophen wurden Schlupfwege gesucht; zu Wasser versuchte man es mit schwimmenden Hohlkugeln und Taucherbooten — aber alles scheiterte an der Wachsamkeit der Belagerer.

So blieb nun nichts übrig als der Weg durch die Luft; der Ballon, als geborener Franzose, mußte Hilfe bringen, und er hat es gethan, so gut er es vermochte. Manches gelang, manches ging schief, wie es eben mit einem Nothbehelf zu gehen pflegt. Es wurde sogar eine Gelehrtenkommission ernannt, die das Fahrzeug in der Eile verbessern, womöglich lenkbar machen sollte; aber sie fand auch diesmal den Knoten unlösbar und hat gar nichts verbessert. Stehende, d. h. an Seilen gehaltene Ballons hatten die Pariser gleich in Gebrauch genommen; über dem Montmartre schwebten Nadarsche Ballons zur Beobachtung der deutschen Stellungen, und als Paris so





79. Ballonstation am Montmartre.

sehnlich von der Loire her Entsatz erwartete, war auf der Südseite eine förmliche Beobachtungslinie stationiert, die auch bei Nacht in Thätigkeit blieb und mit elektrischem Lichte Signale gab. Für den Postdienst wurde schnell einer der Nadarschen Ballons hergerichtet und konnte schon am 23. September mit 103 kg Briefen abgelassen werden.

Es wurden nun Veranstaltungen getroffen zur Herstellung einer gehörigen Anzahl Ballons, und man brachte täglich etwa einen fertig; auch wurde eine Luftschifferschule ins Leben gerufen.

Die meisten Ballons waren von Luftschiffern begleitet und hießen dann Ballons montés, besetzte Ballons; außerdem wurden kleinere von geöltem Papier, 4—7 m im Durchmesser verwendet, die sogenannten freien Ballons (Ballons libres), welche nach kurzem Fluge niederfielen und mit Korrespondenzkarten beladen waren.

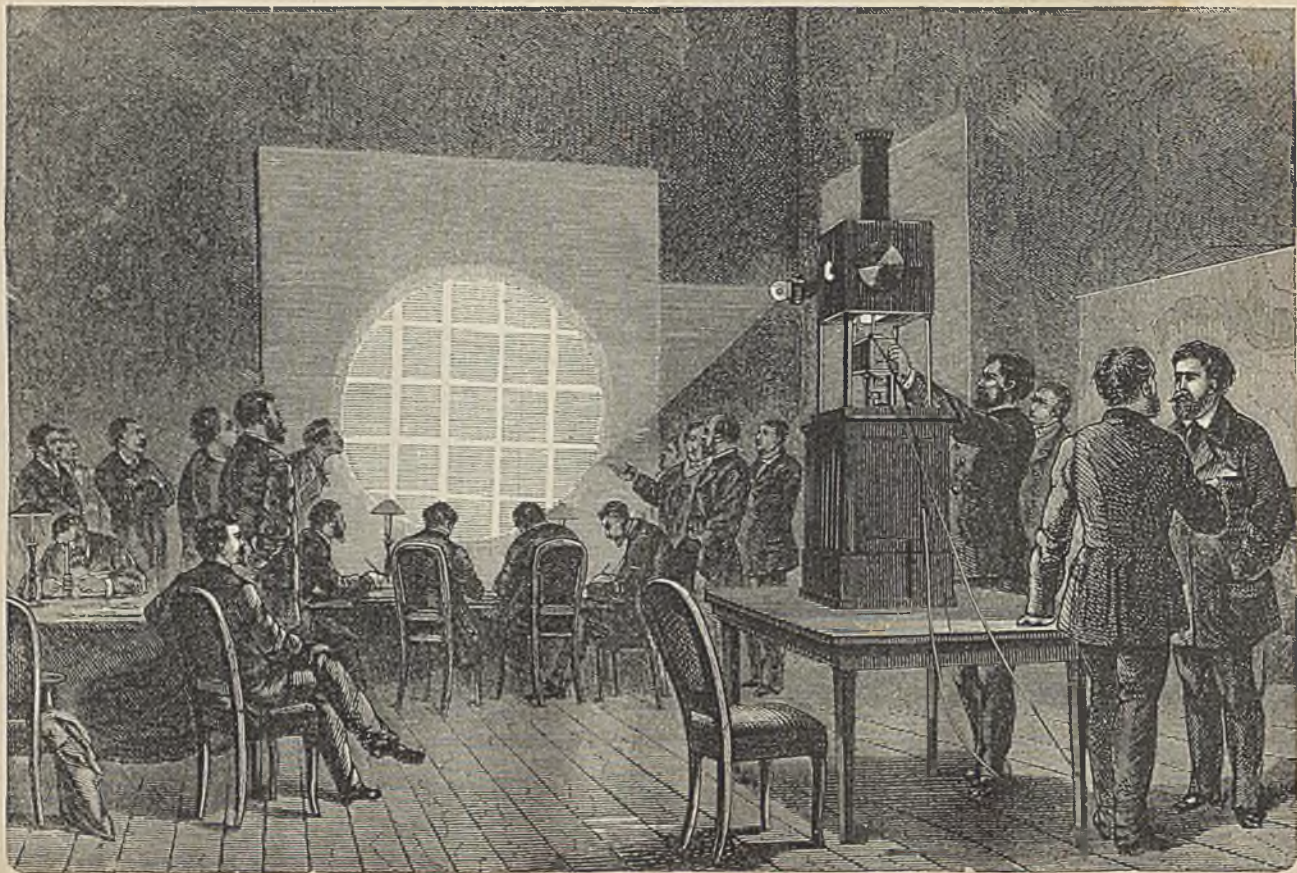
Außer Luftschiffern fuhren zuweilen auch andere Personen aus Paris mit fort, wie Gambetta, Keratry und einige Regierungssekretäre. Jede Fahrt, die überhaupt nur in Frankreich endete, mußte als gelungen angesehen werden, sollte der Wind auch den Ballon gerade in der entgegengesetzten Richtung fortgetragen haben und dann noch eine lange Landreise auf Umwegen nötig werden.

In der Zeit vom 23. September 1870 bis 28. Januar 1871, wo dann die Übergabe von Paris der Sperre ein Ende machte, sind im ganzen 65 Ballons mit etwa  $2\frac{1}{2}$  Millionen Briefen im Gewicht von etwa 10 000 kg abgelassen worden. Zuletzt erfolgten die Auffahrten meist bei Nacht, um den Verfolgungen der Belagerer zu entgehen, denn nach jedem Ballon wurden Hunderte, ja Tausende von Geschossen abgeschickt, und die Jagd auf solche Vögel bildete eine besondere Aufgabe und ein besonderes Vergnügen der deutschen leichten Reitertruppen. Hatte doch Krupp in Essen eine eigens zum Schießen auf Ballons eingerichtete Feldschlange, gleichsam ein artilleristisches Fernrohr, geliefert, doch war nun das Wild schon zu scheu geworden.

Die meisten Ballons sind doch auf französischem Boden niedergegangen, einige derselben freilich nur, um in deutsche Hände zu fallen. Zwei oder drei haben abenteuerliche Fahrten gemacht, der eine nach Deutschland bis Rothenburg, einer nach Holland, einer sogar nach Norwegen. Einige sind nach dem Eingeständnis des französischen offiziellen „*Journal*“ gänzlich verschollen.

In Verbindung mit den Ballonposten stand die Benutzung von Brieftauben; sie sollten, in dem Ballon mit hinausgenommen, die Antworten zurückbringen. Das Höchstmaß für jede der Taubenpost anzuvertrauende Depesche war auf 20 Worte festgesetzt. Natürlich mußten die Depeschen von den einzelnen Post- und Telegraphenämtern erst in bestimmten Zentralorten, z. B. Tours, gesammelt werden. Man nahm an, daß eine Brieftaube 70 000 Worte, demnach also 3500 Depeschen von je 20 Worten befördern könne, und da jedes Wort 50 Centimes kostete,





80. Vergrößerung photographischer Depeschen während der Belagerung von Paris.

so könnte eine solche Botin einen Tagwert von 35000 Frank auf einmal bewältigen.

Dieses etwas fabelhaft klingende Ereignis konnte in der That durch ein einfaches und sinnreiches Mittel erlangt werden. Man schrieb nämlich die Depeschen dicht hintereinander auf ein großes Blatt Papier oder druckte sie, wie in Tours und London, gleich in Form einer Zeitung.

Von diesem Originalblatt wurde eine photographische Kopie auf dünnes Seidenpapier abgenommen und dieses Blättchen um den Kiel der mittleren Schwanzfeder der Taube gewickelt und befestigt.

Ungefähre Größe und Anordnung solcher Depesche zeigt die nachstehende Skizze. Die so sehr verkleinerte Schrift der Depesche war nur durch eine starke Lupe zu lesen; sie wurde aber auf der Pariser Empfangsstation gleich einer größeren Anzahl von Korrespondenten und Abschreibern lesbar gemacht mit Hilfe einer Laterna magica, welche ein größeres Bild derselben auf eine weiße Wand warf (siehe das Bild auf S. 137). Am 14. November erschien in Tours die erste Nummer dieser originellen Art eines telegraphisch-photographischen Journals. Bei dem großen Verleger Mame wurden die Volkstaschen zu Bogen formiert und die Verkleinerung durch Photographie

Service de dépêches par pigeon- voyageur Steenackers & Merchandier 103 rue de Grenelle.											
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

beverfistelligt. Durch Brieftauben, die mittels der Ballonpost nach Tours gekommen waren, erhielt Paris am 25. November 4 Uhr die Nachricht von der Wiedereinnahme von Orléans, zusammen 226 Depeschen. In vier Stunden waren sie vergrößert und umgekehrt und um 11 Uhr abends am Bestimmungsorte abgegeben.

Auch diese Taubenposten versagten meist, und der gesante Erfolg war für die Pariser ein sehr dürftiger. Zwar hatte der Präsekt von Lille kurz vor der Einschließung noch 300 Brieftauben nach Paris geschafft; andere wurden in großer Zahl von den Ballons selbst mitgenommen. Allein viele dieser flamländischen Tauben flogen nicht nach der Hauptstadt zurück, sondern suchten ihre alten Schläge in Roubaix und Tourcoing wieder auf, während die guten Pariser vergeblich auf die ihnen mitgegebenen Depeschen harrten. Von 200 Tauben sind überhaupt nur 73 nach Paris zurückgekehrt, und auch diese nicht sämtlich mit Depeschen, denn fünf kamen ganz leer, zehn meldeten nur die Landung ihrer betreffenden Ballons, und drei waren in die Hände der Preußen gefallen und brachten untergeschobene Depeschen mit, wie sie der Soldatenhumor eben eingiebt. Die Übergabe von Paris machte endlich diesen immerhin beachtenswerten Versuchen ein Ende.



## Die Unglücks-Luftfahrt vom Jahre 1875.

Die Wissenschaft hat schon viele Opfer gefordert, und Mißgeschick ist häufig die Ernte mühseliger Untersuchungen. Davon zeugt die zu erwähnende Luftfahrt.

Dieselbe hat eine traurige Berühmtheit erlangt, indem bei ihr zwei Personen den Tod erlitten; es waren Crocé-Spinelli und Sivel, von denen der letztere als Führer zahlreicher Luftfahrten auch in Deutschland bekannt ist. — Die Zwecke der Fahrt waren wissenschaftliche Untersuchungen.

Die Luftfahrt geschah am 15. April 1875 mittags 12 Uhr 25 Minuten von der Pariser Gasanstalt La Bilette aus. Gegen 1 Uhr hatte der „Zenith“ — Sivels Ballon — bereits die Höhe von 5000 m erreicht, und die Luftschiffer begannen ihre physikalischen Arbeiten. Die Temperatur im Inneren des Ballons betrug 20°, die äußere Luft dagegen hatte nur — 5°. Crocé-Spinelli war mit spektroskopischen Untersuchungen beschäftigt, Sivel leitete die Fahrt, alle waren heiter. Es wurde Ballast ausgeworfen, und der Ballon stieg immer höher; hier schon konnte man den günstigen Einfluß bemerken, welchen das Einatmen des mitgenommenen Sauerstoffgases hervorbrachte. Um 1 Uhr 25 Minuten befand man sich in einer Höhe von 7000 m, die äußere Temperatur betrug — 10°. Von hier ab folgen wir der Schilderung, wie sie der überlebende dritte Begleiter Gaston Tissandier in einem Briefe an den Präsidenten der französischen Gesellschaft für Luftschiffer giebt.

„Sivel und Crocé sehen sehr blaß aus“, schreibt er, seine Aufzeichnungen während der Fahrt anführend, „und ich fühle mich schwach. Ich atme Sauerstoff ein, was mich etwas belebt. Wir steigen immer höher. Sivel wendet sich zu mir und sagt mir: „Wir haben noch viel Ballast — soll ich auswerfen?“ Ich antwortete ihm: „Wie Sie wollen.“ Er macht dieselbe Frage an Crocé, der durch Nicken mit dem Kopfe seine Zustimmung giebt. Sivel zieht sein Messer und durchschneidet die Befestigung dreier Säcke — ihr Inhalt fließt aus, und wir steigen plötzlich mit rapider Schnelligkeit in die Höhe.“

„Ich fühle mich sofort so schwach, daß ich nicht den Kopf wenden kann, um nach meinen Gefährten zu sehen. Ich will die Röhre nehmen, um Sauerstoff einzuzatmen, allein es ist mir unmöglich, den Arm zu erheben. Mein Kopf war noch klar, ich hatte die Augen auf das Barometer gerichtet und sehe die Nadel weichen von der Ziffer 290 auf 280. Ich will schreien: „Wir sind 8000 m“, aber meine Zunge ist wie gelähmt, gleichzeitig fallen mir die Augen zu, ich falle in Ohnmacht und verliere das Bewußtsein . . .“

„Es war ungefähr 1 Uhr 38 Minuten. 2 Uhr 8 Minuten erwache ich für einen Moment. Der Ballon fällt mit großer Geschwindigkeit; ich

hatte vermocht, einen Sack Ballast zu öffnen, um die Geschwindigkeit zu mäßigen, und schrieb in mein Register folgende Zeilen: „Wir gehen hinab; Temperatur — 8°; ich werfe Ballast; Sivel und Crocé noch bewußtlos auf dem Boden der Gondel. Wir fahren sehr rasch.“

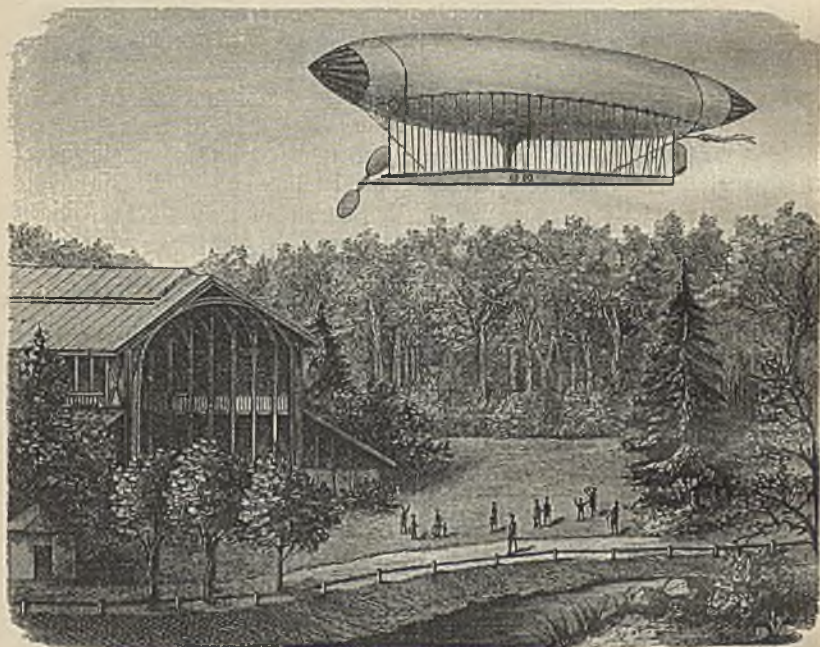
„Raum hatte ich dies niedergeschrieben, als ein eigentümliches Zittern mich überkam und ich wieder in Ohnmacht sank. Ich fühlte einen starken Luftzug, der das schnelle Fallen anzeigte. Einige Augenblicke darauf wurde ich am Arme geschüttelt, und ich erkannte Crocé, welcher wieder zu sich gekommen war. „Werfen Sie Ballast aus!“ rief er mir zu, „wir fallen.“ Aber kaum vermochte ich die Augen zu öffnen, und ich habe nicht gesehen, ob Sivel erwacht war. Ich erinnere mich, daß Crocé den Apmungsapparat, Ballast, Decken u. dergl. über Bord warf. —“

„Um 3 Uhr 15 Minuten schlug ich die Augen wieder auf, ich fühlte mich wie zerschlagen, aber mein Geist erholte sich wieder. Der Ballon ging mit einer schreckenerregenden Schnelligkeit hinab, die Gondel schwankte gewaltig. Ich werfe mich jetzt auf die Kniee und rüttle Sivel und Crocé an den Armen. „Sivel, Crocé“, rufe ich, „wachen Sie auf!“ Aber meine beiden Gefährten lagen zusammengekauert in der Gondel. Ich nehme meine Kräfte zusammen und versuche sie zu erheben. Sivel war schwarz im Gesicht, die Augen erloschen, der Mund offen und voller Blut; Crocé-Spinelli hatte ebenfalls Blut im Munde. — Ich fühlte wieder den fürchterlichen Luftstrom von unten nach oben, wir waren noch in einer Höhe von 6000 m; zwei Säcke Ballast, die sich noch in der Gondel befanden, warf ich aus — die Erde kommt uns sichtlich entgegen; ich will mein Messer ziehen, um den Anker los zu machen — ich kann es nicht finden, wie wahnsinnig werdend, rufe ich fortwährend: „Sivel, Sivel!“ da finde ich zum Glück ein Messer und kann im letzten Augenblick den Anker lösen. Der Anprall auf die Erde war fürchterlich, der Ballon schien sich förmlich breit zu drücken, und ich glaubte, er würde auf dem Platze bleiben. Aber der Wind ist heftig und führt ihn mit fort. Der Anker faßt nicht, die Gondel wird über die Felder geschleift und ich fürchte schon, die Leichen meiner unglücklichen Freunde herausfallen zu sehen. Indessen gelingt es mir, das Ventil zu öffnen. Der Ballon entleert sich, als er von einem Baume zerrissen wird. Es war 4 Uhr.“ Soweit die unmittelbare Schilderung Tissandiers. — Die beiden Verunglückten wurden am 20. April unter allseitiger Teilnahme auf der protestantischen Abteilung des Père Lachaise beerdigt.



## Versuche mit dem lenkbaren Luftschiffe von Renard und Krebs.

Wie schon aus den früheren Mittheilungen über die Benützung des Luftballons für Friedens- und Kriegszwecke hervorgeht, ist kein Volk in der Entwicklung und Benützung der Luftschiffahrt thätiger gewesen wie die Franzosen, und so ist es denn gekommen, daß in keinem anderen Lande die Luftschiffahrt so vervollkommenet worden ist, wie in Frankreich.



81. Krebs' lenkbare Luftschiff.

Daselbst ist seit 1872 eine militärische Ballonwerkstätte zu Meudon bei Paris und in Paris selbst eine Luftschiffahrtsschule eingerichtet worden, in welcher junge Leute für das Fach ausgebildet werden. Aus der genannten Werkstätte ging 1884 ein von den Genieoffizieren Renard und Krebs gebautes lenkbare Luftschiff hervor, welches einen bisher noch nicht erreichten Erfolg erzielte und viel von sich reden gemacht hat.

Dieses Luftschiff hat eine längliche Form; seine Länge beträgt 50,4 m und sein stärkster Durchmesser 8,4 m. Durch die eigentümliche Form soll der Widerstand der Luft an dem wagrecht dahinfahrenden Ballon möglichst vermindert werden. Die etwa 4 m unterhalb des Ballons hängende Gondel ist 33 m lang, 1,5 m breit und in der Mitte 2 m hoch;

sie hat die Form eines schmalen Bootes und ist aus Bambusrohrgeflecht hergestellt, das unten mit Leinwand überzogen ist. Der Betrieb erfolgt durch eine Grammesche Dynamomaschine, welche durch eine galvanische Batterie von 32 Elementen gespeist wird und welche die Betriebschraube in Umdrehung versetzt. Der Ballon hat 1864 cbm Inhalt und ungefähr 2000 kg Steigkraft. Die mittlere Fahrgeschwindigkeit in ruhiger Luft betrug 6 m in der Sekunde, wobei derselbe dem Steuer leicht gehorchte.

Bei 3600 Umdrehungen entwickelte die Dynamomaschine neun Pferdestärken. Das Luftschiff fuhr bei den Versuchen bei allerdings nicht besonders ungünstigem Winde nach seinem Abgangsorte in langgestreckter wagerechter Ringbahn zurück, so daß mit diesen Versuchen die Möglichkeit einer willkürlichen Richtungsänderung und selbst des Fahrens gegen einen mäßig starken Wind bewiesen worden ist. Will man aber eine größere Fahrgeschwindigkeit, etwa 10 m in der Sekunde erreichen, um im allgemeinen die gewöhnlichen Luftströmungen überwinden zu können, so müßte man das Renard-Krebs'sche Luftschiff wenigstens mit einer 30 pferdigen Maschine versehen, die alsdann aber viel zu schwer für die diesem Luftschiffe eigene Steigkraft ausfällt.

Neuestens hat Kapitän Renard einen noch größeren lenkbaren Ballon gebaut, welcher rund 70 m lang ist und eine Betriebsmaschine von 45 Pferdestärken führt; dieselbe treibt eine Schraube von 10 m Durchmesser und vermag den Ballon etwa 40 km in der Stunde fortzutreiben.

Ob die deutsche Heeresverwaltung Versuche mit lenkbaren Luftschiffen anstellt, weiß man nicht, und gerade deshalb munkelt man, sie sei auf diesem Gebiete weiter gekommen als die Franzosen. Vielleicht daß sie an einer abgelegenen Stelle des Reiches im Dunkel der Nacht ihre Versuche macht, und vielleicht hängt damit eine Erscheinung zusammen, über welche sich die Russen vor einigen Jahren sehr aufgeregt haben.

Es soll sich nämlich mehrfach über Warschau in der Nacht ein geheimnisvolles Licht, anscheinend von einem Scheinwerfer herrührend, gezeigt haben, und die Russen haben geschworen, künftighin mit Kanonen nach diesem bedenklichen Meteor zu schießen.

Mit allen diesen Anfängen sind wir nun freilich noch nicht so weit gekommen, daß wir so sicher durch die Luft fahren können, wie über das Meer.

Zunmerhin hat aber die Luftschiffahrt für praktische Zwecke, besonders für den Krieg, eine nicht zu unterschätzende Bedeutung erlangt, welche auch von der deutschen Kriegsleitung anerkannt worden ist. Seit dem Juni 1884 ist vom preussischen Kriegsministerium eine Ballonabteilung bei der Armee gebildet worden; dieselbe besteht aus einem Oberleutnant, zwei Unterleutnants, vier Unteroffizieren und 29 Mann. Die Versuche, welche hier angestellt werden, sind natürlich ein Geheimnis. Vor dieser Abteilung durfte am 3. November 1897 der Österreicher Schwarz, oder besser gesagt, da er kurz vorher starb, im Auftrage seiner Witwe ein junger Tech-



niger eine Probefahrt unternehmen mit einem Ballon aus Aluminiumblech. Er steuerte gegen den Wind, und wenn der Versuch auch nicht in allen Stücken glückte, so waren seine Erfolge derartig, daß sie zu neuen Versuchen anregen müssen.

Nicht nur die Heeresverwaltungen befassen sich mit der Ausbildung der Luftschiffahrtstechnik, sondern auch in nichtmilitärischen Kreisen wird dieselbe ernsthaft und eifrig gepflegt; ja erst durch diese Bestrebungen sind die Armeebehörden veranlaßt und auch in den Stand gesetzt worden, sich dem Ballonwesen zu widmen.

So hat sich auch in Berlin ein Verein für Luftschiffahrt gebildet, der ein eigenes Fachblatt herausgibt, und so verfolgt man auch in unserem Vaterlande mit praktischem Sinne und in wissenschaftlichem Geiste die Verbollkommnung, bis zu welcher die Luftschiffahrt zum allgemeinen Frommen wohl getrieben zu werden vermag. In Bezug darauf versichert aber ein deutscher Techniker in einer Abhandlung über die Luftschiffahrt der Neuzeit in „Unsere Zeit“ (1885) mit großer Zuversicht: „Wenn nicht alle Zeichen der Wissenschaft und Praxis trügen, werden wir einst nicht nur mit lenkbaren Aerostaten, sondern ohne Ballons bloß mittels dynamischer Flugmaschinen die Lüfte durchschiffen. Dafür werden die wackeren, unermüdlischen Aeronautiker, ohne Unterschied ihrer verschiedenen Richtungen, mit vereintem Streben und durch zusammenwirkende Arbeit sorgen.“

In dieser Beziehung wollen wir aber mit unseren Hoffnungen noch etwas vorsichtig sein. Es scheint nämlich fast, als ob unsere heutigen technischen Mittel noch nicht genügen, den erstrebten Zweck zu erreichen. Erst wenn die Kraftaufspeicherung auf eine höhere Stufe gekommen sein wird, werden wir erreichen können, was der Vogel schon lange vermag — wirklich zu fliegen.

## Erfindung des Mikroskops und Teleskops.

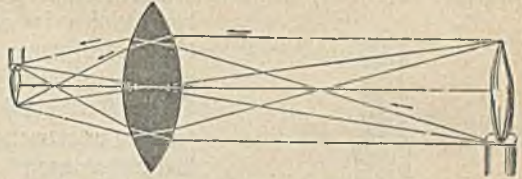
---

Das menschliche Auge ist eine höchst wunderbare Einrichtung und den praktischen Zwecken des Lebens in geschicktester Weise angepaßt. Durch seine willkürliche Beweglichkeit, durch sein rasch wirkendes Anpassungsvermögen für die Nähe und Ferne, durch das Zusammenwirken beider Augen bei der zur Geltung kommenden Tiefenwahrnehmung ist das Gesichtszorgan in unübertrefflicher Weise dazu geeignet, uns einen raschen Überblick über die räumlichen Verhältnisse der uns umgebenden Außenwelt zu ermöglichen. Aber hinsichtlich der Schärfe des Bildes, der Vermeidung von Farberzerstreuung, der Feinheit der Einstellung ist das Auge doch nur als ein Werkzeug von mäßiger Güte zu betrachten, das zu genauen räumlichen Messungen schon deshalb ungeeignet ist, weil es meistens nicht gestattet, die zu messenden Gegenstände unmittelbar miteinander in Vergleich zu stellen, so daß man nur auf Grund der aufeinander folgenden Wahrnehmungen deren Abschätzung vornehmen muß. Mit Rücksicht darauf ist der nach genauerer Naturbeobachtung strebende Mensch zur Erfindung künstlicher Werkzeuge angetrieben worden, und so ist man insbesondere auf die Herstellung des Mikroskops und des Fernrohrs oder Teleskops gekommen.

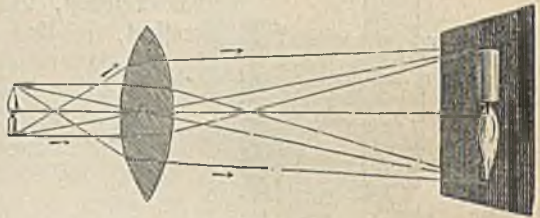
Die Kenntniß der Wirkungen gewölbter und hohler Linsengläser und das an deren Benutzung sich anschließende Studium der Gesetze der Lichtbrechung führten so unmittelbar zu der Einrichtung des Mikroskops und Fernrohrs, daß diese Instrumente fast gleichzeitig und, wie es scheint, unabhängig an mehreren Orten erfunden wurden, so daß über deren Urheber ein gewisses Dunkel schwebt. Der zu Grunde liegende Gedanke ist bei beiden Instrumenten der nämliche. Wie schon ein einfaches konvexes, d. h. ein gewölbtes Brillenglas das Auge befähigt, entfernte Gegenstände vergrößert und daher wie in größere Nähe gebracht erscheinen zu lassen, so daß dieselben deutlicher erkannt werden können, so will man mit dem optischen Instrumente erreichen, daß man das Bild der Gegenstände in möglichst großer Nähe betrachten kann. Beiden Instrumenten gemeinsam sind diejenigen Vorrichtungen, welche die Schärfe der entworfenen Bilder



zu erhöhen bestreben. Da sich aber die durch die unzureichende Sammlung der Lichtstrahlen entstehenden Übelstände wegen der starken Krümmung der Linsen bei dem Mikroskop in viel empfindlicherer Weise geltend machen als bei dem Teleskop, so ist die umfangliche wissenschaftliche Anwendung des Mikroskops auch erst nach den neuesten Fortschritten der Optik ermöglicht worden, während das Fernrohr sofort nach seiner Erfindung für den Astronomen das mächtigste Werkzeug abgab, indem mit demselben die wichtigsten Beweismittel für das Kopernikanische System, die Jupitermonde und die Lichtgestalten der gleich unserem Monde zu- und abnehmenden Venus, beobachtet werden konnten.



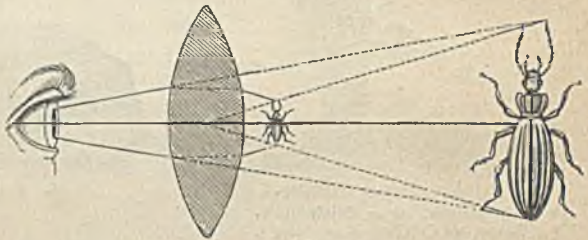
82. Wirkliches verkleinertes Bild der doppeltgewölbten Linse.



83. Wirkliches vergrößertes Bild der doppeltgewölbten Linse.

Die optischen Linsen sind regelmäßig geschliffene Glaskörper von scheibenartiger, kreisrunder Form, deren Oberfläche mindestens auf einer Seite gekrümmt ist. Die Krümmung geschieht entweder nach außen zu oder nach innen; jene heißt man: erhaben, gewölbt oder konvex; diese hohl oder konkav.

Beiderseitig gekrümmte Linsen sind demnach doppeltgewölbt oder doppelt-hohl oder gewölbt-hohl. Nach ihrer Eigentümlichkeit, in welcher Richtung sie



84. Scheinbares Bild der doppeltgewölbten Linsenvirkung der Lupe.

die Lichtstrahlen brechen, bezeichnet man die gewölbten Linsen als Sammellinsen und die hohlen als Zerstreuungslinsen.

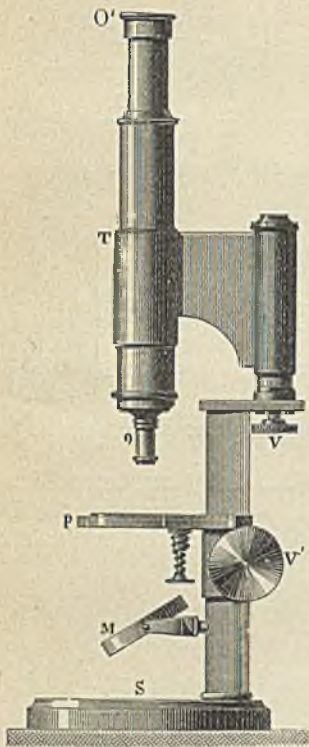
Die Wirkungsweise der Sammellinsen mit Bezug auf die Darstellung des verkleinerten und vergrößerten Bildes ist in den beistehenden Abbildungen dargestellt. (Abb. 82—84.)

Gewölbte Gläser von 7, 5 bis zu 4 cm Brennweite nennt man, wenn sie zum Handgebrauch mit einer Einfassung versehen sind, Lupen;

wird eine Lupe in einem Ständer (Stativ) angebracht, welcher unterhalb einen Träger für den zu beschauenden Gegenstand und noch tiefer einen drehbaren Spiegel zur Beleuchtung des zu betrachtenden Gegenstandes hat, so heißt diese Einrichtung ein einfaches Mikroskop.

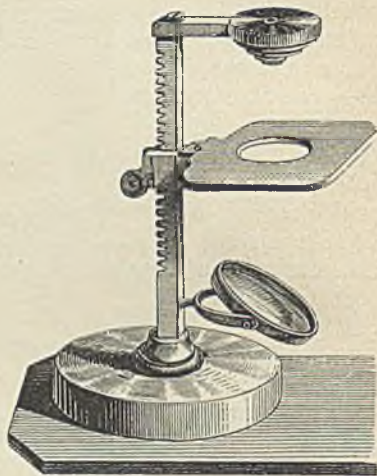
Von größerer Wirkung als diese einfachen Hilfsmittel sind die zusammengesetzten, d. h. mit mehreren Linsen versehenen Mikroskope. Da diese Linsen so zusammenwirken, daß jede die Vergrößerung der vorhergehenden nochmals vergrößert, so lassen sich, wenn die Linsen stark gewölbt und in richtiger Entfernung zusammengestellt sind, 2—3000fache Vergrößerungen hervorbringen.

Gleichwie der Bruder des Mikroskops, das Teleskop, uns eine Welt im großen eröffnet, so thut dies das Mikroskop im



85. Zusammengesetztes Mikroskop.

O' = Okularlinse. O = Objektivlinse.  
P = Träger des Objectes. M = Spiegel.  
T = Röhre. V = Schrauben.



86. Einfaches Mikroskop.

kleinen. Wir führen in Abb. 87 den Kopf einer alten Bekannten, der Stubenfliege, vergrößert vor. Wie vieles Neue zeigt sich da: erstlich die eigentümliche, merkwürdige Beschaffenheit der Augen. Ein jedes Fliegenauge ist aus 7000 sechseckigen Facetten mosaikartig zusammengesetzt, welche ebensoviel Einzelaugen bilden. Das Tier hat ein weites Gesichtsfeld, auch ohne daß es die Augen drehen kann. Einen unerwarteten Anblick gewährt ferner der Rüssel der Fliege, wie er bei 250maliger Vergrößerung erscheint. Er ist hier von der unteren Seite genommen, und die dreieckige untere



Endpartie besteht aus den wulstigen Lippen, die der Fliege ein kräftiges Saugen ermöglichen.

Frisches Brunnen- und Quellwasser beherbergt keine Infusorien, denn wie sollten sie da hinein kommen und davon leben? Schöpft man aber aus stehenden, von der Sonne durchwärmten Graben- oder Sumpfwässern, in welchen Pflanzenreste faulen, oder versucht man Wasser, das im Sommer in Sturmfässern oder in Regentonnen länger gestanden hat, so kann ein Tropfen unter dem Mikroskope einen Anblick bieten, wie ihn Abb. 88 zeigt. Pflanzen und Tiere findet man hier in einem Tropfen vereinigt.

Endlich möge auch von demjenigen Gegenstande, dessen mikroskopisches Studium allein schon die Lebenszeit eines Gelehrten ausfüllen kann, von dem Körper des Menschen selbst, etwas vorgeführt werden. Abb. 89 stellt nichts anderes vor als einen stark vergrößerten Durchschnitt der menschlichen Haut. Wir unterscheiden daran von oben angefangen a die aus flachen hornigen Zellen zusammengesetzte Oberhaut, die sich beständig erneuert, indem von unten immer neue Zellen anwachsen, während die obersten vertrocknen und abfallen. Unmittelbar darunter liegt eine feinfaserige weiche Schicht b, die Schleimschicht, aus welcher sich die neuen Oberhautzellen bilden, und dann kommt die dickste, aus lauter feinen Fasern bestehende Schicht c, die Lederhaut, so genannt, weil diese Partie bei der tierischen Haut nur allein das Leder giebt, indes das Obere und Untere weggeschabt wird. Zu unterst der Lederhaut liegen die Schweißdrüsen e und schicken feine Röhrchen bis durch die Oberhaut, wo die offenen Enden derselben die Schweißporen bilden; ferner die traubenförmigen Talgdrüsen f, welche das Fett bereiten, das zur Geschmeidigkeit der Haut dient. g sind Nervenverzweigungen: sie gehen nach oben in die fingerförmigen Tastkörperchen, wo sie mehrfache Umwindungen bilden und dann wahrscheinlich wieder zurückkehren. Auf diesen Gebilden beruht das Gefühl der Haut, und wo wir am feinsten fühlen, wie in den Fingerspitzen, sind sie auch in der größten Anzahl zu finden.

Wie von jeher dient das Teleskop namentlich dem Astronomen, dem Schiffer, dem Kriegsmann, dem Reisenden, besonders dem Vergnügungsreisenden. Das Mikroskop dagegen, sonst hauptsächlich bei naturwissenschaftlichen Forschungen, zu Zwecken der Mineralogie, Botanik, Chemie, Anatomie und Physiologie gebraucht, gelangt in unserer Zeit in immer mehr Hände,



87. Fliegentopf.

nicht sowohl von Liebhabern als vielmehr von jenen Leuten, die das Instrument in ihrem Berufe notwendig brauchen. Niemand kann heutzutage

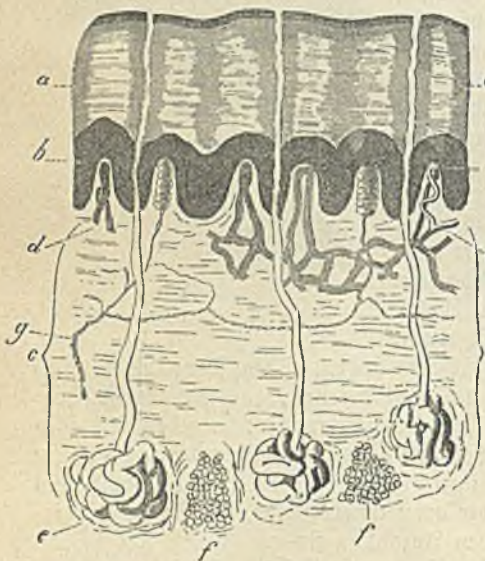
ein guter Warentenner sein, wenn er nicht das Mikroskop zu brauchen versteht, denn die Verfälschungen und Unterschiebungen werden jetzt in manchen Geschäftszweigen sehr ins Weite getrieben.

Am verächtlichsten ist der Betrug, wenn er an Genussmitteln ausgeübt wird, und das geschieht gar nicht selten. Milch, Butter, Mehl, Thee, Schokolade, Kaffee, Zucker und alle Gewürze, wenn sie gestoßen und gemahlen verkauft werden, sind der Fälschung ausgesetzt, und das beste Entdeckungsmittel bleibt immer das Mikroskop. Von zunehmender Wichtigkeit ist das Instrument im Dienste der Heilkunde, nachdem die verschärfte Naturforschung der Neuzeit gefunden hat, welchen Anteil Schmarotzergewächse und kleine Tiere oft an äußeren und inneren Krankheitszuständen haben. So sind z. B. die Rinderschwämmchen wuchernde kleine Pilze; der Kopfgrind und der Weichselzopf werden durch andere Pilzarten verursacht.

Diphtheritis, Pocken, Scharlach, Hospitalbrand, Rinderpest, Milzbrand, Cholera — sie alle sind Krankheiten, die durch die kleinsten aller lebenden Tierchen, die



88. Darstellung eines Wassertropfens.



89. Menschenhaut.

sogenannten Vibrionen, die Bakterien und Mikrokokken erzeugt werden, und die Kenntnis auch dieser winzigen Geschöpfe, von denen manche  $\frac{1}{500}$  mm lang und  $\frac{1}{1000}$  mm dick sind und von denen 636 Milliarden



erst ein Gramm wiegen würden, verdankt man den ausgezeichneten Mikroskopen unserer Zeit.

Endlich hat das Mikroskop auch in der Rechtspflege eine hohe Bedeutung erlangt; denn es kann unter Umständen über Schuld und Unschuld, Leben und Tod die Entscheidung zu geben haben. Ist eine blutige Mordthat begangen worden, so sucht das Gericht natürlich bei etwa Verdächtigen nach Blutspuren. Dieselben können aber auch von Tierblut herrühren, oder ein wirklich Schuldiger wird es wenigstens so darzustellen suchen.

Das Mikroskop in seiner gegenwärtigen Ausbildung ist ein Erzeugnis der neueren, ja der neuesten Zeit. Die Alten kannten es nicht.

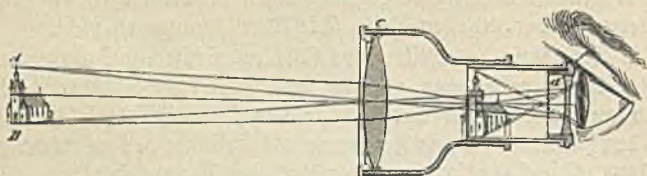
Die Erfindung des Mikroskops fällt ins siebzehnte Jahrhundert und wird mehreren zugeschrieben. Einige bezeichnen die Holländer Zacharias Jansen aus Middelburg und Cornelius Drebbel (geb. zu Alkmaar), andere den Italiener Franz Fontana als Erfinder des zusammengesetzten Mikroskops. Die Naturforscher jener Zeit, wie Leeuwenhoek, bedienten sich zu ihren Untersuchungen meist nur der konvexen einfachen Linsen. Erst die Neuzeit hat auch hier Außerordentliches geleistet, nachdem der berühmte Fraunhofer in München 1816 das erste Mikroskop geliefert, in welchem die bedeutendsten Hindernisse, welche sich der Anfertigung guter Mikroskope bisher entgegenstellten, besiegt waren. Seitdem haben eine Reihe von Künstlern ersten Ranges das Instrument zu einem bewundernswürdigen Grade der Vollkommenheit gebracht.

### Das Fernrohr oder Teleskop.

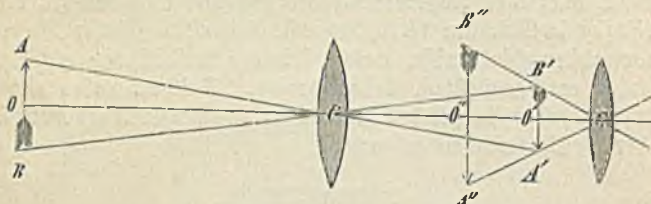
Die ersten künstlichen Werkzeuge zur Verstärkung der Sehkraft waren Lupen und Brillen, und als die letzteren gegen Ende des dreizehnten Jahrhunderts in Italien erfunden worden waren, wurden sie als eine segensreiche Wohlthat für alte Leute überall willkommen geheißen, und die neue Profession der Glaschleifer und Brillenmacher breitete sich rasch in den übrigen Ländern aus. Es scheint jedoch nicht unwahrscheinlich, daß auch schon im Altertum gelegentlich Augengläser gebraucht wurden; wenigstens wird erzählt, daß Nero sich eines geschliffenen Edelsteines bedient habe, um die Kampfspiele besser zu sehen. Unmöglich wäre dies ja nicht, da Kurz- und Weitsichtigkeit auch schon in alten Zeiten vorgekommen sind, und es wäre möglich, daß ein zufällig passend geschliffenes Stück Bergkrytall oder dergleichen für wirksam befunden wurde, die Behinderung des Sehens zu beseitigen.

Fernrohr und Mikroskop scheinen ziemlich gleichzeitig aufgetreten zu sein. Ob aber Zacharias Jansen zu Middelburg, dem man auch die Erfindung des Mikroskops zuschreibt, oder Lippershay das erstere erfand, ist nicht hinreichend ermittelt. Die Sage läßt spielende Kinder eines Brillenmachers zu Middelburg die Veranlassung zur Erfindung des Fern-

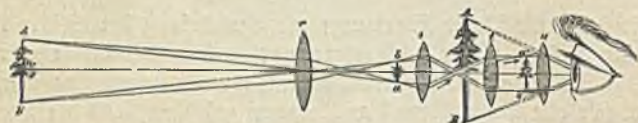
rohre geben. Sie erzählt: Die Kinder spielten mit Glaslinsen, deren der Vater eine ziemliche Menge vorrätig hatte. Plötzlich nahm eins derselben zwei Linsen, hielt sie in einiger Entfernung voneinander in gerader Linie und schaute nach dem Knopfe eines entfernten Turmes. Derselbe stand sofort viel näher und deutlicher vor den Augen des Kindes. Erstaunt darüber, theilte es seine Freude den Gespielen mit, man wiederholte den Versuch, der Vater hörte alles mit an, und — das Teleskop, sowie das mit ihm auf gleichen Grundfäßen beruhende Mikroskop waren erfunden.



90. Holländisches Fernrohr.



91. Prinzip des Keplerschen Fernrohrs.

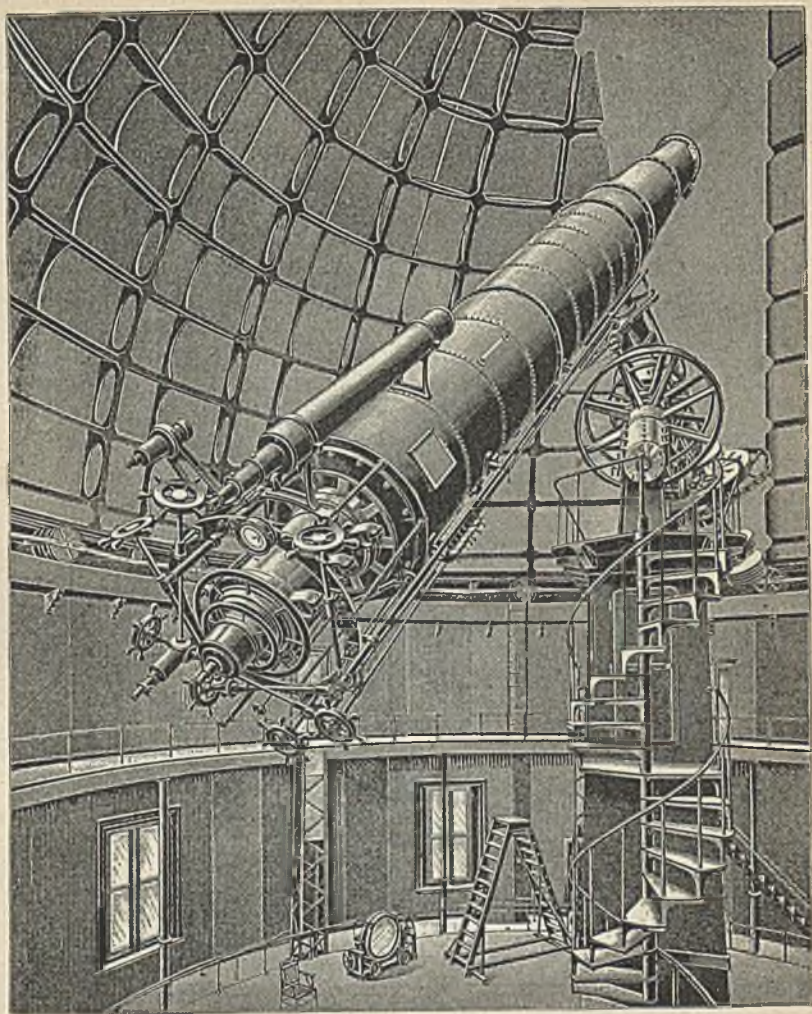


92. Erd-Fernrohr, welches das umgekehrte Bild des Keplerschen Rohres wieder aufrichtet.

Wie weit jene Geschichte begründet ist, läßt sich nicht mehr ermitteln, da die Erfindung anfangs als Geheimniß betrachtet und das Fernrohr für kriegerische Zwecke auszubenten versucht ward. Bei den Feldherren des Dreißigjährigen Krieges finden wir es allgemein im Gebrauche. Wurden aber die ersten Fernröhre nur für die Erde angewendet, so fingen strebende Geister schon zeitig an, sie zu Beobachtungen des Himmels zu benutzen.

Der berühmte Italiener Galileo Galilei (geb. 1564, gest. 1642) hatte, wie man erzählt, kaum eine dunkle Nachricht von der Erfindung der Kinder Jansens erhalten, als er die Zusammensetzung des Teleskops erriet und mit dem ersten von ihm gefertigten schon im Jahre 1610 die Thäler und Berge des Mondes, die Begleiter des Jupiter, die sonderbare Gestalt des Saturn, dessen Ring er jedoch noch nicht zu erkennen vermochte, die





93. Himmelsfernrohr der Lick-Sternwarte (Kalifornien). Nach „Engineering“.

Sonnensflecken und ihre Bewegungen, sowie viele bisher noch nicht gesehene Fixsterne erblickte. Die Nachrichten von seinen Entdeckungen erregten das allgemeinste Aufsehen; von allen Seiten strömte man herbei, den berühmten Mann zu sehen und ihn über das zu befragen, was er mit seinen Instrumenten, die er nach und nach bedeutend verbesserte, am Himmel wahrgenommen hatte. Fast dreißig Jahre genoß er großen Ruhm, er hatte die Freude, die Grenzen der Wissenschaft und der Kenntnis des Sternenhimmels

zu erweitern und der Gegenstand der Achtung und Verehrung aller Gebildeten Europas zu sein, bis er endlich, drei Jahre vor seinem Tode, in die Hände unwissender und schamloser Verfolger fiel, unter deren unwürdiger Bedrückung er, ein blinder Greis, den Rest seiner Tage vertrauerte.

Das holländische Fernrohr. Die ersten Fernrohre, also die holländischen, hatten das Eigentümliche, daß das oberste Glas, das Okular  $d$  (Abb. 90) nicht linsenförmig gewölbt, sondern beiderseits vertieft (bikonkav) war, wie die Brillengläser für Kurzsichtige. Gläser dieser Art sammeln nicht die Lichtstrahlen in einem Punkte, sondern zerstreuen sie vielmehr, d. h. lassen sie hinter sich nach allen Seiten auseinander fahren. Die ver-



94. Die Einrichtung des Newtonschen Spiegelteleskops.

größere Kraft dieser Rohre ist gering, aber da sie sehr kurz sein dürfen, so findet man sie noch allgemeiner als Taschenspektive und Operngucker, die eine zwei- bis dreifache Vergrößerung haben. Das vergrößerte Bild steht aufrecht.

Das astronomische oder Keplersche Fernrohr. Der berühmte Kepler erfand in Folge seiner Untersuchungen das nach ihm benannte Instrument, welches sich von dem holländischen insofern unterscheidet, als bei ihm die durch doppelt gewölbte Linse  $C$  einfallenden Strahlen sich zu einem wirklichen Bilde  $A'B'$  vereinigen, welches durch das vergrößerende Okular  $C'$  betrachtet wird und dadurch als das vergrößerte Bild  $A''B''$  erscheint.



95. Die Einrichtung des Herschellschen Spiegelfernrohres.

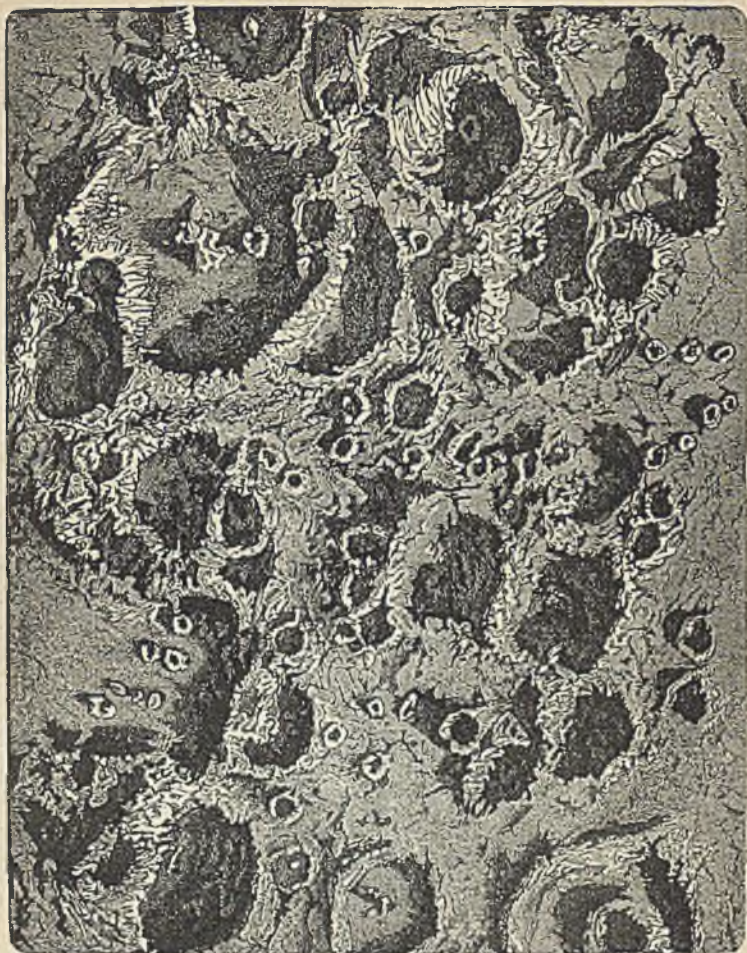
Die großen Fernrohre der Sternwarten pflegt man Refraktoren zu nennen. Ihre Wirksamkeit ist um so größer, je größer ihre Objektivgläser sind. Diese in der erforderlichen Reinheit durch Gießen und Schleifen herzustellen, ist

sehr schwer. Man versteht sie aber doch bis zu einer Größe von 90 cm und mehr Durchmesser herzustellen, während früher schon die Hälfte als Großes galt.

Das größte deutsche Fernrohr ist auf der Potsdamer Sternwarte; dessen Linse mißt 1 m, und sein Rohr ist 10 m lang.

Anderer Art, aber von gleicher Wirkung sind die Spiegelteleskope oder Reflektoren. Sie wurden im Anfange des siebzehnten Jahrhunderts vom Pater Guichini erfunden. Ein Reflektor oder Spiegelteleskop hat kein Objektivglas, sondern nur ein Okularglas, aber statt des ersteren einen großen gekrümmten Metallspiegel. Ein solcher Hohlspiegel wirft ganz wie eine doppelt erhabene Linse das auffallende Licht in einen Strahlenkegel vereinigt zurück, nur geschieht dies natürlich nach vorn zu, während die Linse den Kegel hinter sich bildet. Der Reflektor ist also ein weites, vorn





96. Eine Kraterlandschaft des Mondes bei untergehender Sonne, durch ein Himmelsfernrohr gesehen.

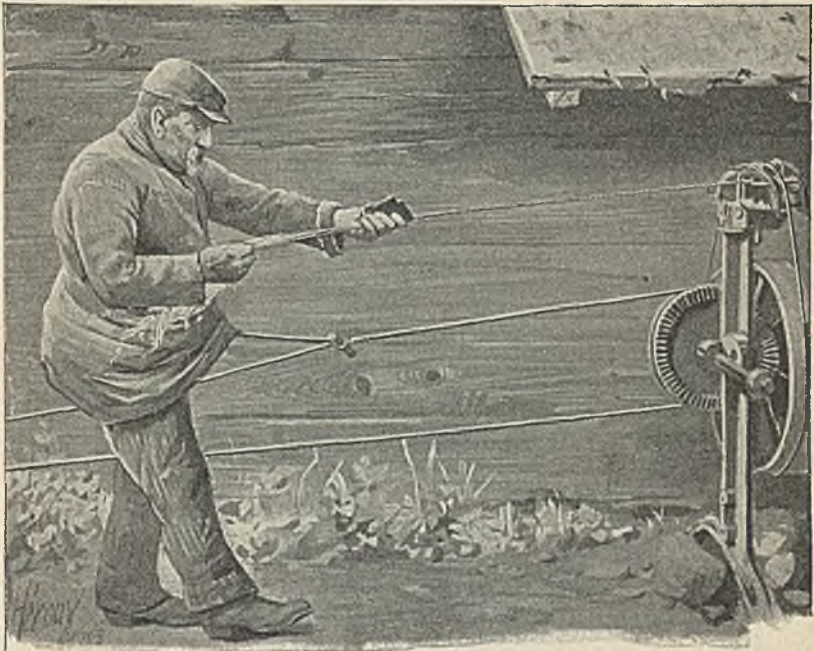
offenes Rohr, an dessen hinterem Boden ein Metallspiegel steht. Der Unterschied zwischen Refraktor und Reflektor ist in ihrem Namen ausgedrückt; in ersterem liegt das Wort: brechen, in letzterem: zurückwerfen; in jenem werden die Strahlen also nur gebrochen, er enthält nur Linsen; in diesem werden sie auch zurückgeworfen, er enthält außer der Linse auch einen Spiegel. Die Spiegelteleskope sind verschieden eingerichtet (Abb. 94 und 95) und erfuhren sehr wesentliche Verbesserungen, doch sind sie vor den jetzt so sehr vervollkommenen Refraktoren auf den Sternwarten ziemlich verschwunden.

## Erfindung der Spinnmaschine.

Die große Lehrmeisterin, die dem Menschen das Spinnen zeigte, ist wohl niemand anderes gewesen als jene kleine, häßliche Spinne, die da hinten in ihrem Spinnweben sitzt und gleich einem Jäger auf das Wild lauert, das sich in ihrem Gespinnste fängt. Von ihr haben wir das Spinnen gelernt, wenn wir es auch etwas anders ausführen als sie. Wenn wir spinnen, so drehen wir eine Anzahl Fasern zusammen und bilden aus ihnen einen Faden, den Garnfaden. Die Fasern sind in der Regel entweder tierischen Ursprunges, wie die Wolle und Seide, oder sie stammen von Pflanzen, wie Baumwolle, Flachs, Hanf, Jute und andere. Der aus den Fasern gesponnene Faden trägt zumeist den Namen Garn. Eine Art grober Spinnerei können wir heute noch bei dem Seiler beobachten. Die Fasern, er nennt sie das Berg, trägt er in seiner heraufgeschlagenen Schürze. Mit seiner rechten Hand zieht er sie heraus und ordnet sie. Zu diesem Herausziehen der Fasern besteht die erste Arbeit des Spinnens. Die zweite ist das Zusammendrehen der einzelnen Fasern zu einem Faden, dem Garnfaden. Zu diesem Zwecke hängt er den Anfang des Fadens, den er zu einer kleinen Schlinge umgebogen hat, in ein Häkchen des Seilerrades oder der Spinnmaschine, deren Umdrehung er selbst bei seinem Rückwärtsschreiten mit einem langen, an seinem Gürtel befestigten Seile bewirkt. Das große Schwungrad dreht mittels einer Schnure die kleine Spindel, deren Achse vorn durch die Wand ragt und hier zu dem Haken umgebogen ist. Dieser dreht die in ihm eingehängten Fasern fest zusammen. Die Drehung der Fasern setzt sich fort bis an die Stelle, wo der Seiler mit der linken Hand den Spinnlappen fest an den Faden drückt und somit eine Drehung der noch zu ordnenden Fasern verhindert. Nach dieser zweiten Arbeit des Zusammendrehens erfolgt drittens noch das Aufwickeln des Fadens auf einen Anaul, Haspel, eine Spule, Spindel oder anderes. So erkennen wir an der Arbeit des Seilers auf seiner Spinnbahn deutlich die drei Teile der Spinnerei, das Ausziehen, Drehen und Aufwickeln, sowie wir uns heute das Spinnen vorstellen.



Ganz so alt wie die Menschheit ist die Kenntnis des Spinnens und Webens wohl nicht, denn die ersten Mittel zur Bekleidung fand man in großen Baumblättern und in Tierfellen. Wir stellen uns ja die alten germanischen Krieger nicht anders vor als bekleidet mit mächtigen Büffelfellen, denen sie zur Erhöhung eines furchtbaren Aussehens die Hörner aufstehen ließen. Und die Bewohner der Polarländer nehmen auch heute noch die Seehundsfell zu ihrer Kleidung. Man verwendete früher aber sehr gern auch das Schaffell, und da sich die von diesem abgetrennten



97. Seiler auf der Spinnbahn.

Wollflocken sehr leicht miteinander verfilzen, mögen die Menschen auf diese aufmerksam gemacht worden und auf den Gedanken gekommen sein, aus den wolligen Fasern einen Stoff zur Bekleidung ihrer Körper herzustellen. Um diesen Gedanken zur Ausführung zu bringen, mußte man die Art und Weise erforschen, wie man aus den Fasern den Faden und aus diesem das Gewebe bilden konnte. Man mußte also das Spinnen und Weben erfinden, und thatjächlich ist diese Erfindung schon sehr frühzeitig erfolgt. Man vermag keine Zeit und keine Person, auch nicht einmal ein bestimmtes Volk zu bezeichnen; denn die Kunst des Spinnens und Webens wurde von den alten Kulturvölkern unabhängig voneinander ausgeübt, gleich-

wie auch heute noch unkultivierte Volksstämme sie ausüben, die räumlich von anderen abgeschlossen leben. Gibt die alte griechische Sage doch schon der Königstochter Ariadne einen Knäuel in die Hand, den sie dem geliebten Theseus überreicht, damit sich dieser mit dem vom Eingange her abgewickelten Faden aus dem Labyrinth wieder herausfinden möge, nachdem er den Minotaurus erschlagen hat. Und der starke Herkules findet sein Ende durch ein ihm von seiner Gemahlin Dejanira übersandtes Gewand, das ihr der rachsüchtige Centaur Nessus in seiner Todesstunde als Mittel zur Befestigung der Gattentreue gab. Die treue Penelope harret am Web-



98. Spinnende und webende Afrianti.

stuhle der Heimkehr des irrefahrenden Odysseus und tröstet die Freier bis zur Vollendung des Schleiers. Jakob schenkte seinem Lieblinge Joseph einen bunten Rock. Die Mumien der alten Ägypter findet man in lange gewebte Bänder eingewickelt, und die Steinbilder auf den Denkmälern zeigen alle Handhabungen vom Spinnen und Weben dargestellt. Erkennen wir aus diesen wenigen Hinweisen das hohe Altertum der Kenntnis zu spinnen und weben, so verdient unter den verarbeiteten Fasern die Wolle die Bezeichnung der ältesten; und man wendete besondere Sorge den wolletragenden Schafen und Ziegen zu. Der Wolle folgte der Flachs. Man hat in den Pfahlbauten auch vorgeschichtliche Zeugnisse von ihm gefunden. Im Altertume war er in Vorderasien bekannt und wurde in



den Flußthälern und im Nildelta angebaut. Bei den Griechen galt die vom Orient eingeführte Leinwandkleidung als eine üppige, der Prunksucht frörende. Ebenso war sie bei den Römern als eine Luxusstracht angesehen. Alexander der Große brachte nach Eroberung des persischen Reiches die Baumwolle nach dem Mittelmeere und die Seide vermutlich auch, die, weil anfänglich zu teuer, erst später, trotz mancher Verbote, besonders in Rom große Verbreitung fand. Den hohen Preis erkennt man aus der Erzählung, daß der römische Kaiser Aurelian seiner Gemahlin, der Kaiserin, die Bitte nach einem seidenen Kleide abschlug, weil ihm dasselbe zu teuer war. Und von einem schottischen Könige weiß man zu berichten, daß er sich zu einer Feierlichkeit ein Paar seidene Strümpfe leihweise beschaffte, weil ihr hoher Preis ihm nicht gestattete, sich dieselben aus eigenen Mitteln zu kaufen. Daß das Spinnen und Weben früher immer nur Hausarbeit war, ist bekannt. Und im Hause waren es in der Regel die Frauen, die dieser Beschäftigung oblagen. In der Bauernhütte wie im Ritter- schlosse betrachteten es ohne Unterschied Herrin wie Dienerin, Fürstin wie Sklavin als höchsten Stolz, die feinsten Garne spinnen und die weichsten Stoffe weben zu können. Karl der Große ließ seinen Töchtern besondere Lehrer zur Unterweisung dieser Arbeit kommen, trug selbst mit Vorliebe die von ihnen gefertigten Kleider und legte auf seinen Meierhöfen besondere Weiberhäuser an, in denen die Mägde unter Aufsicht der Schaffnerin Garn spannen, Tücher webten und Gewänder anfertigten. Erst in der Zeit der Städtegründung treten diese Arbeiten aus dem Rahmen des Hauses und dienen zur Begründung eines Gewerbes, der Weber. Das Spinnen erhielt sich länger im Hause. Die Weberzunft wurde schnell eine verbreitete, zahlreiche und angesehene. Viele Städte weisen als Erinnerung an ihre Herrlichkeit heute noch eine Webergasse auf. In Süd- deutschland war sie besonders stark vertreten, dort erwachsen ihr auch reiche Herren, wie die Fugger in Augsburg. Und man darf dabei nicht übersehen, daß ihre Arbeitswerkzeuge und Einrichtungen die denkbar ein- fachsten waren. Diese Wahrnehmung muß uns zu um so größerer Hoch- achtung vor der Kunstfertigkeit unserer Altvordern zwingen, da sie trotz ihrer äußerst einfachen Hilfsmittel doch Erzeugnisse von hoher Schönheit aufzuweisen haben.

Wenden wir unsere Aufmerksamkeit diesen Geräten zu, die zum Spinnen benutzt werden. Sie sind im großen und ganzen bei allen Völkern dieselben gewesen und waren in der ältesten Zeit nicht anders wie in der neuen Zeit; ja sie finden zum Teil noch in unseren Tagen in derselben Einfachheit Anwendung und bestehen aus zwei Stücken: erstlich aus dem Rocken oder Wocken oder dem Kunkel und zweitens aus der Spindel. Der Rocken ist ein einfacher hölzerner Stab, um welchen man die Fasern legte. Man wand ein Band darum, mittels dessen sie sauft zusammen gehalten wurden. Den Rocken hielt man früher in der einen Hand. Da man diese aber zum Spinnen benötigte, so hing oder steckte

man ihn in den Gürtel, oder man befestigte ihn an einem Fußbrette oder einem Dreifuße und stellte ihn aufrecht auf den Boden. In diesem Falle mußte der Rockenstab natürlich eine größere Länge aufweisen. Das andere Gerät zum Handspinnen war die Spindel oder Spille. Sie ist ein 20—30 cm langes hölzernes Stäbchen, das in der Mitte etwas dicker und nach den Enden zugespitzt ist. An dem einen Ende trägt sie eine knopfartige Rolle, den Wirtel, und an diesem ist ein kleines Häkchen befestigt. Mit diesen beiden einfachen Geräten vollzog sich das Handspinnen in folgender Weise. Mit der einen, z. B. der linken Hand zog man die Fasern aus dem Rocken, ordnete sie, bildete eine Schlinge und hing diese in das Häkchen an der Spindel. Diese hielt man mit der rechten Hand an dem Wirtel und versetzte sie mit den Fingern in eine schnell drehende Bewegung. Bei dem Drehen hängt die Spindel frei am



99. Bauersleute Flach und Wolle spinnend. Nach Sebastian Münster (1544).

Faden und dreht diesen mit, während die rechte Hand diese Umdrehung dann und wann wieder erneuert und in frischen Schwung versetzt. Unterdessen hat die linke Hand immer mehr Fasern ausgezogen, und der Faden ist länger geworden. Hat er eine solche Länge erreicht, daß man mit der rechten Hand nicht mehr den Wirtel erfassen kann, oder daß die an ihm hängende Spindel den Boden berührt und sich nun nicht mehr drehen kann, so wird der so weit fertig gesponnene Faden vom Häkchen abgehängt und auf die Spindel gewickelt. Am Ende des fertig gesponnenen Fadens, wo die Fasern einsehen, heftet man ihn von neuem am Häkchen an, und das Spinnen geht in derselben Weise weiter. So kommt jedesmal ein Faden von etwa  $1\frac{1}{2}$  m Länge zum Aufwickeln. Deutlich treten uns bei diesem Handspinnen die drei Teilarbeiten der Spinnerei wieder vor Augen: das Ausziehen der Fasern, das Zusammendrehen derselben zum Faden und das Aufwickeln des Fadens auf die Spindel. Wird nun die Spindel voll,



so wickelt man den Faden wieder ab und überträgt ihn auf den Haspel, auf welchem man den Faden so viele Ummwindungen machen läßt, bis eine Strähne von genügender Stärke entstanden ist. Im wesentlichen stimmten diese Geräte und der Gebrauch derselben überall überein, nur in nebensächlichen Einzelheiten mögen hier und da Abweichungen anzutreffen gewesen sein.

Diese Art des Handspinnens ist ziemlich mühsam und schreitet nur langsam vorwärts. Es war daher sehr naheliegend, daß man darüber nachsann, eine Einrichtung zu erfinden, welche das Spinnen leichter und rascher gestaltete. Diese Bestrebungen erhielten eine mächtige Triebkraft durch den immer mehr wachsenden Bedarf an Garnfäden zur Herstellung bekleidender Stoffe, Tischwäsche, Vorhänge und anderer Mitläufer fortschreitender Gefittung. So machte man schon frühzeitig die Erfindung des Handspinnrades, von welcher man weder Zeit, noch Ort und Person anzugeben weiß. Es besteht aus einem Schwungrade, das man mit der

rechten Hand dreht. Zu diesem Zwecke befindet sich an einer Kurbelstange ein Kurbelgriff. Von dem Schwungrade läuft eine Schnur ohne Ende über eine kleine Scheibe, mit welcher eine wagerechte, feste Achse verbunden ist. Auf diese dünne Achse schiebt man die Spindel. Sie hat also eine wagerechte Richtung und steht mit ihrem vorderen Ende frei in der Luft. Mit der Drehung



100. Handspinnrad.

des Schwungrades versetzt man die Spindel in rasche, gleichmäßige Umdrehungen. Die linke Hand zieht die Fasern aus dem Rocken und läßt sie von der Spindel nach Belieben drehen oder aufwickeln. Um entweder das eine oder das andere zu erzielen, muß die linke Hand den Faden in zweierlei verschiedener Richtung zur Spindel halten. Gibt man dem Faden eine solche Richtung, daß er so ungefähr mit der gedachten Verlängerung der Spindelachse gleichlaufend ist, so wird er zusammengedreht. Hält man den Faden derart, daß er etwa senkrecht zur Spindel läuft, so wickelt man ihn auf.

Dieses Handradspinnen bedeutete immerhin schon einen erheblichen Fortschritt gegenüber dem früheren Handspinnen. War doch die Drehung eine gleichmäßigere und schnellere, sowie sich auch das Aufwickeln rascher vollzog; ferner fiel auch die zeitraubende Unterbrechung des Spinnens weg, wenn man den Faden aufwickeln mußte. Aber eine gleichmäßig fortschreitende Arbeit in einem Flusse war doch noch nicht erreicht worden. Wollte man aufwickeln, so mußte das Ausziehen und Drehen so lange unterbrochen werden. Man sann daher weiter nach, um diese Erfindung

zu verbessern. Stückweise gelang es auch bald in dem einen und bald im anderen Teile, bis im Jahre 1530 der Steinmetz und Bildschnitzer Johann Fürgen, im Dorfe Watenbüttel bei Braunschweig lebend, eine dienliche und wesentliche Verbesserung erfand. Er schuf aus dem Handrade ein Tretrad, das anstatt mit der Hand mit dem Fuße in Bewegung gesetzt wurde, und er erdachte eine sinnreiche Einrichtung, mittels der das Drehen



101. Tretpinnrad in Thätigkeit.

oder Zwirnen und das Aufwickeln des Fadens zu gleicher Zeit bewerkstelligt werden kann, so daß die eine oder die andere Arbeit keine Unterbrechung zu erleiden hat. Der Grundgedanke seiner Erfindung findet auch bei den neueren Tretpinnrädern in unveränderter Weise Anwendung, wenn auch die äußere Ausstattung und der Bau derselben infolge unserer bedeutend besseren Werkzeuge und Maschinen eine andere, geschmackvollere geworden ist.

Von den drei Teilarbeiten des Spinnens verbleibt der Spinnerin jetzt beim Gebrauche des Tretrades nur noch das Ausziehen und Ordnen der Fasern. Und da diese Arbeit nun mit beiden Händen vollzogen werden

kann, so geht sie rascher und gleichmäßiger von statten, als da man sie nur mit der linken ausführen konnte. Die Fasern sind immer noch auf dem Rocken lose befestigt worden, der entweder auf einem Fußgestelle gesondert steht oder gleich auf dem Gestelle des Spinnrades angebracht ist. Die beiden anderen Arbeiten des Drehens und Aufwickelns vollzieht das Fürgensche Spinnrad selbst.

Die Drehung der Spindel wird mit dem Fuße bewerkstelligt, so wie man etwa die bekannte Nähmaschine gleichfalls mittels eines Fußtrittes in Bewegung setzt. An dem Trittbrette, das im physikalischen Sinne gleich einem einarmigen Hebel wirkt, ist die Kurbelstange oder Schubstange be-



festigt, welche die Thätigkeit desselben vermittelt einer Kurbel dem Schwungrade oder der Trift überträgt. Vom Schwungrade laufen zwei Schnuren ohne Ende oben über Spindel und Spule. Diese werden nämlich jede von einer Schnure besonders getrieben, es giebt also eine Spindelschnure und eine Spulenschnure. Zu diesem Zwecke hat sowohl Spindel wie Spule jede eine eigene Rolle oder einen Wirtel, über den die Schnure gelegt ist. Die beiden Rollen befinden sich dicht nebeneinander, die Spindelrolle ist mit der Spindel fest verbunden und die Spulenrolle mit der Spule. Die Spindel dient nur dem Zusammendrehen des Fadens und die Spule nur dem Aufwickeln desselben.

Sehen wir uns nun die Spindel zunächst einmal genauer an. Sie ist wesentlich verschieden von der bisher gebräuchlichen und hat mit dieser nur den Namen und den Zweck gemein. Sie ist ein langer Stab von gleichmäßiger Stärke und ruht mit beiden Enden in entsprechenden Lagern. An dem einen Ende ist sie hohl; sie enthält also einen Kanal in der Richtung ihrer Achse, der am Kopfende hineingeht und nach kurzem Laufe an der Seite wieder heraustritt. Er dient zur Aufnahme des Fadens, der durch den Kanal geführt und gezogen wird. An derselben Stelle, an welcher dieser Kanal seitlich ausmündet, trägt die Spindel zwei entsprechend große, hufeisenförmig gebogene Flügel, die sich mit der Spindel herumdrehen müssen. An den Flügeln sind in einer fortlaufenden Reihe kleine Häkchen befestigt worden, in die man den Faden legt, nachdem er aus dem Kanale kommt. Endlich trägt die Spindel nahe an ihrem anderen Ende die schon erwähnte feste Rolle, über die man die Schnur vom Schwungrade her leitet und mittels der die Spindel samt Kanal und Flügel in Drehung versetzt wird. Die Spule ist hohl, so daß man sie über oder auf die Spindel schieben kann; es dient sonach die Spindel als die Achse der Spule. Sie besitzt an dem einen Ende ebenfalls eine bereits erwähnte feste Rolle zur Aufnahme der Schnure. Sie steckt derartig auf der Spindel, daß sie gerade innerhalb, also unter oder zwischen die Flügel zu liegen kommt. Es darf nicht vergessen werden, daß die Spule nur lose auf der Spindel steckt, damit ihre Drehung unabhängig ist von derjenigen der Spindel; denn die Spule muß sich schneller drehen. Das bewirkt man ganz einfach dadurch, daß ihre Rolle einen kleineren Umfang hat als die etwas größere Spindelrolle. — Der Faden durchläuft nun folgenden Weg: er tritt in den Kanal der Spindel, durchzieht denselben, kommt am seitlichen Loche wieder heraus, geht über das vorderste Häkchen eines Flügels und von diesem auf die Spule, von der er aufgewickelt wird. Ist die Spule an dieser einen Stelle voll, so nimmt man den Faden aus dem vordersten Häkchen heraus und legt ihn in das nächstfolgende. Später leitet man ihn durch das dritte, vierte u. s. w., bis die ganze Spule voll gewickelt ist. Die Häkchen haben also nur die Aufgabe zu erfüllen, ein regelmäßiges Bewickeln der Spule zu ermöglichen. Daß durch die Drehung der Spindel mit ihren Flügeln der durch ihren Achsenkanal geführte Faden selbst gedreht oder gezwirnt werden muß, ist

wohl leicht ersichtlich. Würde sich nun die Spule mit genau derselben Geschwindigkeit drehen wie die Spindel, so wäre ein Aufwickeln des Fadens vollständig ausgeschlossen. Da sich aber nun die Spule rascher dreht, so muß sich der Faden um sie wickeln, wodurch er aus dem Kocken her stetig nachgezogen wird. So viel nun die Umdrehungen der Spule diejenigen der Spindel übertreffen, um so viel seiner Länge wird der Faden aufgewickelt werden. Andere Einrichtungen lassen die Spule langsamer drehen als die Spindel, indem man ihr die größere Rolle giebt. In diesem Falle bleibt die Spule zurück, und sie wird den Faden in umgekehrter Richtung aufwickeln, also beispielsweise jetzt links gegen vorhin rechts herum. Noch andere Bauarten des Tretpinnrades geben ihm nur eine Schnure statt der beschriebenen zwei. Die von ihr gedrehte Rolle treibt nur die Spule, während die Drehung der Spindel von dem durch deren Flügel gezogenen, etwas elastischen Faden besorgt werden muß. Diese Bauart erfordert eine bedeutend größere Geschicklichkeit des Spinners und ist darum weniger beliebt als das zuerst beschriebene Spinnrad mit doppelter Schnure.

War unstreitig mit dieser Erfindung des Spinnrades zum Treten, das sich in der häuslichen Beschäftigung mancher bäuerlicher und gebirgiger, flachsbauender Gegenden noch bis heute erhalten hat, ein großer Fortschritt erzielt worden, so war der ewig strebsame Mensch mit ihr doch nicht auf die Dauer zufrieden. Er sann, weitere Verbesserungen zu erfinden; denn offenkundig hafteten auch dem Spinnrade noch Mängel an. Die Arbeit des Ausziehens verblieb bis jetzt noch immer der menschlichen Hand, wenn auch das Drehen und Aufwickeln das Rad übernommen hatte. Es war ferner die Arbeit stets nur auf die Erzeugung eines einzigen Fadens beschränkt geblieben, ein Umstand, der durch den gesteigerten Bedarf an Garnen und durch das erhöhte Angebot vieler Fasern, besonders der wohlfeilen Baumwolle aus dem erschlossenen Amerika, besonders unangenehm empfunden wurde. Zwar suchte man diesem Übelstande wenigstens in etwas dadurch zu begegnen, daß man zweispulige Spinnräder baute. Doch ermöglichte die vermehrte Aufmerksamkeit selten ein gleichmäßiges Garn, und nur die geschicktesten der Spinnerinnen vermochten mit ihm eine erhöhte Leistung zu erzielen. So sann man auf andere Mittel und Wege, und viele Versuche wurden unternommen, verworfen oder teilweise weiter verwendet. Wir erkennen in dieser Geschichte wieder einmal den alten Erfahrungssatz, daß eine bedeutsame Erfindung nicht plötzlich, unerwartet und unvorbereitet auftritt, sondern eine allmähliche Entwicklung durchmacht, die durch ein größeres oder kleineres Bedürfnis entsprechend gefördert wird. So hat auch die Erfindung der mechanischen Spinnmaschine ihre Vorläufer aufzuweisen, und als deren erster muß wohl genannt werden: Louis Paul, ein Deutscher von Geburt.

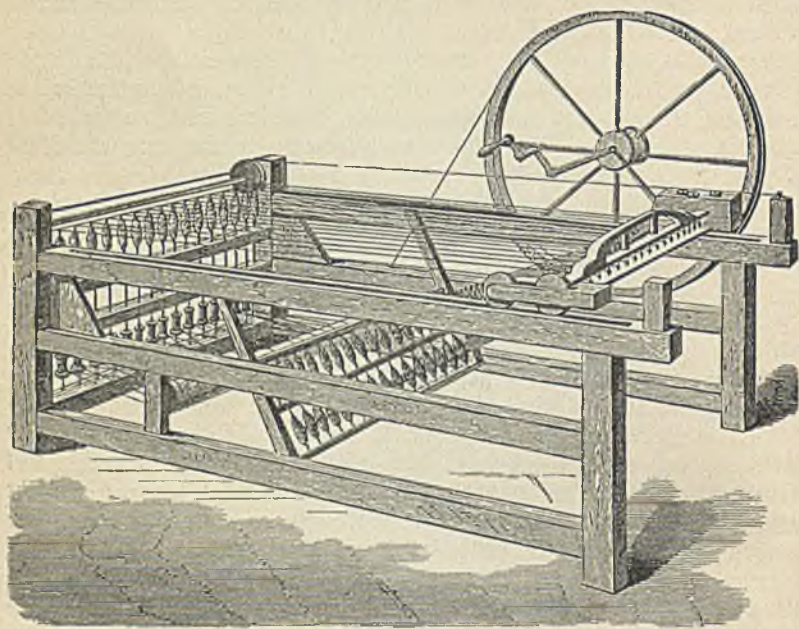
Louis Paul hatte in seinem Vaterlande eine Art Spinnmaschine kennen gelernt, die von Italien her gekommen war. Dort wandte man sie schon zu Ende des fünfzehnten Jahrhunderts an. Sichere Nachrichten



liegen über diese Spinnmaschine nicht vor. Nach ihrem Vorbilde unternahm in den Jahren 1730—43 Whatt Spinnversuche, und nach demselben Muster baute Paul in England im Jahre 1738 eine verbesserte Spinnmaschine. Das Ausziehen der Fasern ließ er durch eine Reihe von Walzenpaaren vollführen. Sie lagen hintereinander, und jedes folgende drehte sich geschwinder als das vorhergehende. Zwischen den Walzen lief nun das durch Kragen oder Krempeln schon bearbeitete und zu einer Art langem, lockerem Bande umgestaltete Faserzeug durch und wurde von den schnelleren Walzenpaaren immer mehr in die Länge gezogen, wofür es an Dicke abnehmen mußte. Diese Arbeit nennt man das Strecken, und derartige Walzen heißen die Streckwalzen. Das in diesen Walzen lang und dünn ausgezogene Faserband wurde nun von der geflügelten Spindel gedreht und von der Spule aufgewickelt. Paul vollendete 1741 die erste derartige Spinnmaschine; 1742 setzte er in Birmingham die zweite in Betrieb, welche bereits 250 Spindeln zählte. Sie wurde von zwei Eseln getrieben, und zehn Mädchen waren zu ihrer Bedienung notwendig. Doch kann sich diese Einrichtung nicht bewährt haben. Die Versuche nahmen keinen gedeihlichen Fortgang, und die Spinnmühle wurde 1743 bereits wieder geschlossen; auch später erbaute und nach dieser Art eingerichtete Spinnereien konnten nicht fortbestehen.

Da lenkte im Jahre 1769 ein armer und wenig gebildeter Weber zu Standhill bei Blackburn mit einer neuen Erfindung die Aufmerksamkeit auf sich. James Hargreaves ist sein Name, und seine Spinnmaschine nannte er seiner Tochter Hanchen = Jenny zu Ehren die Spinning-Jenny. Er kam mit seiner Erfindung auf das alte deutsche Handspinnrad mit seiner freistehenden Spindel zurück. Vorausgeschickt werden muß der Umstand, daß er nicht das rohe, noch gänzlich ungeordnete Fasernbündel verarbeitete, so wie man es etwa auf den Rocken bindet, sondern eine Art grobes Garn, welches mit Hilfe von Kragen oder Krempeln aus der großen Faser Masse — es handelt sich um Baumwolle — bereits vorbereitet worden war zu langen Bändern, den Krempelbändern. Diese Krempelbänder, auch Vorspunst genannt, wickelte er auf Spulen und stellte deren zunächst sechs auf der einen Seite des Gestelles auf. An der anderen Seite standen dementsprechend sechs Spindeln, die von einem Schwungrad her mit einer endlosen Schnure gedreht wurden. Die Spindeln besorgten das Drehen und Aufwickeln. Das Ausziehen bewirkten sechs Klemmen oder Pressen, die auf einem Wagen hin und her bewegt werden konnten. Der Faden lief von der Spule zur Spindel. Dabei mußte er durch die Klemmen gehen. Die geöffneten Klemmen bewegten sich einmal nach den Spulen zu und ließen einen Teil Vorspunst durchlaufen. Nun schlossen sie sich und faßten die Vorspunst. Wurden sie nun rückwärts nach den Spindeln zu bewegt, so zog die Klemme das Band an der einen Seite aus, während sie auf der anderen Seite der Spindel gestattete, den von ihr zusammengedrehten Faden aufzuwickeln. Dann rückte die Klemme wieder gegen die Spulen, zog neue Fasern aus, und so ging es fort. Die

von Hargreaves erfundene Jenny löste das Rätsel der mechanischen Spinnmaschine, und ihr Grundgedanke lebt heute noch in all den vielen, wenn gleich auch sehr verbesserten Nachahmungen. Hargreaves selbst arbeitete unablässig an Verbesserungen seiner Erfindung. Er vermehrte die Anzahl der Spindeln nach und nach auf 80 und sogar auf 120, und nur ein einziges Mädchen war zu ihrer Bedienung erforderlich. Doch fand er den Lohn und die Anerkennung nicht, die er verdiente. Ihm, dessen Erfindung seinem Vaterlande unschätzbare Vorteile brachte, führte sie statt des wohlverdienten Segens den Fluch der Armut zu. Sein Schicksal ist ein tief



102. Hargreaves' Mule-Jenny-Spinnmaschine.

trauriges. Die Arbeiter und der Pöbel von Standhill, die da meinten, um ihr Brot zu kommen, da die Maschine schneller und billiger arbeitete, stürmten voller Wut sein Haus und zerstörten alle seine Maschinen und Gerätschaften. Auch andere Jennys, die Hargreaves für einige Freunde erbaut hatte, verfelen dem gleichen Schicksale. Hargreaves fühlte sich selbst nicht mehr sicher und floh nach Nottingham. Das geschah im Jahre 1778. Hier vervollkommnete er seine Erfindung und baute neue Maschinen. Doch auch hier entstanden Volksaufläufe. Er wurde verfolgt und verwundet. Arm, elend und verlassen fand er Aufnahme im Arbeitshause zu Nottingham, wo er zur selben Zeit einen bedauernswerten Tod fand, als schon andere Leute mit der von ihm erfundenen Spinnmaschine irdische Reichtümer sammelten.

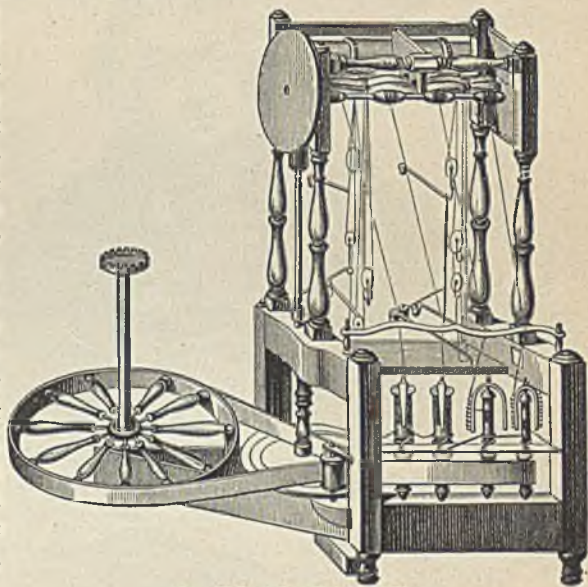


Noch bei Lebzeiten Hargreaves' tauchte der Name eines neuen Erfinders auf, der berufen war, die bisher gebauten Spinnmaschinen an Leistungsfähigkeit und Vollkommenheit zu übertreffen, und den man allgemein als den Erfinder der mechanischen Spinnmaschine bezeichnet. Er heißt Richard Arkwright. Seine Maschine ist im allgemeinen ähnlich derjenigen von Louis Paul eingerichtet. Drei Walzenpaare strecken die Vorspinnst und besorgen also das Ausziehen, und das Drehen und Aufwickeln verrichten geflügelte Spindeln mit Spulen, die dem Fürgenschen Spinnrade nachgebildet waren. Das Verteilen des Fadens auf die Spule wird aber nicht mit Hilfe der Häkchen an den Flügeln bewerkstelligt, sondern dadurch, daß die Spulen nach Bedarf gehoben und gesenkt werden konnten. Im Jahre 1769 erhielt Arkwright sein erstes Patent auf diese Spinnmaschine, und seine erste ließ er durch Pferde treiben. Zu ihrem großen Vortheile verbesserte er die folgende und alle weiteren insofern, als er sie durch Wasserkraft in Betrieb setzen ließ. Gab er seiner ersten Maschine den Namen Throstle- oder, wie wir Deutschen sagen,

Drosselspinnstuhl, so bezeichnet

man die folgenden ihrer Betriebskraft wegen als Water-frame = Wassermaschine und das auf ihr gesponnene Garn als Water-twist = Wassergarn. Arkwrights Erfindung, die im gleichen Jahre der Öffentlichkeit übergeben wurde wie die Wattsche Erfindung der Dampfmaschine (1769), ist von so ungeheurer Bedeutung für die Menschheit und von solch folgenreicher Tragweite gewesen, daß es angebracht erscheint, diesen Mann und seinen Lebenslauf, sowie die Art und Weise, auf welche er den Gedanken seiner Erfindung fand und ausführte, näher kennen zu lernen.

Richard Arkwright ist am 23. Dezember 1732 zu Preston geboren worden. Er war der jüngste von dreizehn Geschwistern. Seine Eltern waren sehr arm und besaßen kaum so viel, um ihre zahlreichen Kinder taufen zu lassen. Aus gleichem Grunde genoß er auch keinen Schulunter-



103. Arkwrights Spinnmaschine.

richt und wurde nie konfirmiert. Aus eigenem Antriebe begann er in seinem elften Jahre Schreibübungen zu machen. Die Wörter schrieb er ganz so nieder, wie er sie hörte. Seine Erfolge sind unter solchen Umständen natürlich nicht groß gewesen, und sein schriftlicher Gedankenausdruck blieb daher für immer etwas schwerfällig. Leichter fand er sich mit dem Rechnen ab, und mit Zahlen und Ziffern wußte er vortrefflich umzugehen. Zur Erwerbung seines Lebensunterhaltes erlernte er das Barbieren, und in einem feuchten Keller zu Bolton richtete er sich eine Barbierstube



104. Richard Arkwright.

ein. Die Kundschaft lockte er mit folgender Aufschrift: „Zimmer heran zu dem unterirdischen Barbier! Er schabt für einen Penny!“ Dieser billige Preis führte ihm viele Kunden zu; und als seine Kollegen mit ihren Preisen ebensoweit herunter gingen, setzte er den seinen noch um die Hälfte niedriger. Er wollte in Bolton als der billigste Barbier gelten und erregte thätlich als solcher auch Aufsehen. Und diesem Umstande schreibt Arkwright ziemlich großen Einfluß auf sein weiteres Fortkommen zu. Er sagte später selbst: „Hätte ich nicht für den billigsten Barbier gegolten, ich säße noch immer im Keller zu Bolton, unbeachtet und ausichtslos.“ Das



Barbiergeschäft betrieb er bis zum Jahre 1767. Da wurde er von einem seiner Kunden auf den damals gut lohnenden Handel mit Haaren aufmerksam gemacht. Er griff zu diesem und verdiente auf Reisen und Messen ziemliches Geld, zumal er auch ein vortreffliches Verfahren erfunden hatte, die Haare dauerhaft zu färben. Da kauften ihm die Perückenmacher gern ab. Von jeher hatte er aber eine große Neigung zu mechanischen Arbeiten gehabt, und es bedurfte nur eines geringen Anlasses, daß er sich diesen widmete. Den Anstoß dazu gab ihm der befreundete Uhrmacher Kay. Kay hatte nämlich schon lange daran gearbeitet, die Spinnmaschine von Hargreaves zu verbessern. Es wollte ihm aber durchaus nicht gelingen, und so zog er den ehemaligen Barbier in sein Vertrauen, damit ihn dieser in seinem Vorhaben unterstützte. Arkwright fand großes Wohlgefallen an diesen mechanischen Versuchen, und einmal begonnen mit ihnen, hat er sich nie wieder von ihnen getrennt. Freilich führte ihn diese Neigung anfänglich auch auf Abwege, indem er seine Kraft und Zeit der Erfindung des Perpetuum mobile opferte. Dabei vernachlässigte er sein Geschäft ganz und gar, er sah sich gezwungen, seine geringen Ersparnisse anzugreifen und aufzuzehren. Die Not und die Armut zogen bei ihm ein; seine Kleidung wurde derartig abgetragen, daß er nur noch im Schutze der abendlichen Dunkelheit sein Heim verlassen konnte. Frau und Kind waren den größten Entbehrungen ausgesetzt, und seine junge, sonst liebenswürdige Lebensgefährtin zertrümmerte sogar in einem Anfälle der Verzweiflung das Maschinenmodell, an welchem er unablässig arbeitete, probierte und tüftelte. Als Arkwright einst von einem Ausgange heimkehrte, fand er die „Sorgenmaschine“, wie seine Frau die vermeintliche Urheberin aller ihrer Not und Sorge bezeichnete, vollständig zerstört vor. Er empfand es bitter, von seiner Lebensgefährtin auch nicht ein wenig verstanden zu sein und statt liebevoller Unterstützung offenkundigen Widerstand zu finden; die häusliche Eintracht und Zufriedenheit war dahin, und schließlich trennte er sich gänzlich von seiner Frau. Der Gedanke an seine Erfindung forderte von ihm also hohe Einsätze; Beruf und Ersparnisse, Frau und Kind, Glück und Zufriedenheit hatte er ihm bereits opfern müssen. Und immer noch ging es weiter abwärts. Er mußte sich nach Geldmitteln umsehen und wandte sich an einen vermögenden Geschäftsmann in Liverpool mit Namen Peter Atherton. Dieser hatte jedoch zu dem heruntergekommenen Arkwright mit seinem zerlumpten Äußeren kein Vertrauen und schlug die Bitte um Geld ab; dafür stellte er ihm einen geschickten Mechaniker und einen tüchtigen Schlosser zur Verfügung, die ihm bei der Herstellung der Maschinenteile behilflich sein sollten. Kay half fleißig mit, fertigte die feineren Theilchen und überwachte den Fortgang der Arbeit, während Arkwright immer weiter tüftelte, grübelte und besserte. So wurde endlich im Jahre 1768 die mechanische Baumwollspinnmaschine fertig, und 1769 erhielt er das erste Patent darauf, das fünf Jahre, also bis 1774, bestand und dann auf weitere zehn Jahre verlängert wurde. —

Wenn man erwartet, daß sich das Loß Arkwrights mit Vollendung seiner Erfindung zum Besseren wandte, dann irrt man sich. Arkwright war zunächst nicht besser daran, wie vorher, er hungerte und darbtete weiter. Ja, er wurde sogar von demselben Schicksale bedroht, das dem armen Hargreaves den Tod bereitete. Die in ihrem Erwerbe sich geschmälert sehenden Handspinner nahmen eine unheilverkündende Haltung ein, bedrohten sein Werk und sein Leben; ihnen gesellten sich drängende Gläubiger zu, und Arkwright floh und fand Schutz in demselben Nottingham, in das auch Hargreaves geflüchtet war. Hier suchte er Freunde für seine Erfindung zu gewinnen, und nach vielen Mühen gelang ihm dies auch. Der vortreffliche Bankier Strutt, der später unter der Firma Strutt & Need die berühmt gewordenen und noch heute bestehenden Spinnereien zu Derbyshire gegründet hatte, wußte die Bedeutung der Erfindung zu würdigen und streckte die erforderlichen Geldmittel vor. Nun konnte Arkwright zunächst eine kleine mit Pferden getriebene Spinnmühle anlegen, der schon im Jahre 1771 zu Cromford eine größere folgte, die durch ein Wasserrad ihre Bewegung erhielt. Bald konnte er auch Spinnmaschinen für andere bauen, er richtete bald hier und bald dort eine Spinnerei ein, und für jede in Gang gesetzte Spindel ließ er sich jährlich eine bestimmte Abgabe zahlen. Nun darf man nicht etwa glauben, daß Arkwright sein Ziel für erreicht hielt und in seinem Streben und Arbeiten nachließ oder einhielt. Im Gegenteil trachtete er fort und fort nur nach Vervollkommnung seiner Erfindung, und jede neue Maschine wies gegenüber ihrer Vorgängerin stets wieder Verbesserungen und Fortschritte auf, so daß sich Arkwright selbst rühmen durfte: „Ich habe nicht nur eine, ich habe Hunderte von Spinnmaschinen erfinden müssen, bevor die letzte dem praktischen Bedürfnisse völlig entsprochen hat.“ Und dieses Urteil bestätigte der würdige Peel, einer der größten und angesehensten Baumwollspinner, indem er sagte: „Arkwright hat recht! Jede neue Maschine ist 60% mehr wert als die letztgelieferte, denn sie erspart 50% Arbeitskraft bei tüchtigeren Leistungen!“ Diesen fortwährenden Verbesserungen hatte es Arkwright auch zu verdanken, daß trotz vieler Nachahmungen niemand wagte, einen anderen Mechaniker mit dem Bau von Spinnmaschinen zu beauftragen und mit der Einrichtung neuer Spinnereien zu betrauen als nur Arkwright. So gelangte er zu ungeheurem Ansehen und zu bedeutendem Reichtum. Weltweit hielt er nicht ab, immer weiter fleißig zu sein, zu arbeiten, zu denken und zu verbessern. Er war früh morgens schon um 4 Uhr auf dem Arbeitsplatz und verließ ihn nicht bis abends um 10 Uhr; den Tag hindurch immer befriedigte den Ruh- und Rastlosen seine Erfindung nie. In jahrelangen unermüdeten Arbeiten konnte er aber doch nicht aufhören auszusprechen: „Diese Maschine ist lebendig geworden, sie hat Bestand erhalten. Sie wird ihre Arbeit besser zu vollführen als ich, der ich drohe.“ Sein Verdienst um die ganze Menschheit und insbesondere kam auch dadurch zum Ausdruck.



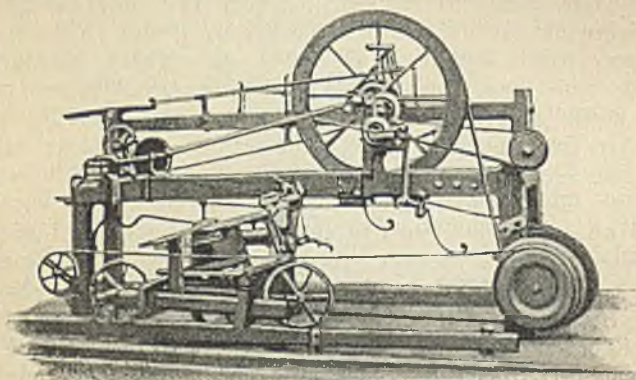
1876 die Baronetwürde verliehen erhielt. Wie selten ein Erfinder und Mann der Arbeit, genoß er die Früchte seiner Erfindung im vollsten Maße. Hoch angesehen starb Arkwright inmitten seiner großartigen Besitzungen zu Cromford am 3. August 1792. Hatte er in den ersten fünf Jahren seiner Versuche über 400 000 Mark natürlich zumeist geliehener Gelder verausgabt, so hinterließ er seinem Sohne ein Vermögen von über 10 Mill. Mark.

Arkwrights Erfindung ist zu einem Segen vieler Menschen geworden, Millionen haben durch sie eine Beschäftigung gefunden. Unmöglich wäre es, mit den vor ihm gebräuchlichen, einfachen Hilfsmitteln den ungeheueren Bedarf an Garn zum Weben von Kleidungsstoffen zu decken, und ebenso hilflos stände man dem schier ins Ungemeffene gestiegenen Angebote von Fasern zum Spinnen gegenüber. Wird doch heute allein in der Grafschaft Lancafter eine größere Menge Baumwolle zu Kaliko, also nur zu einem untergeordneten Buchbinderbedarfstoffe, verarbeitet, als 20 Millionen Spinnerinnen auf ihren Spindeln fertig bringen können. Seinen raschen Aufschwung, seinen blühenden Wohlstand und großen Reichtum und demgemäß seine angesehene, achtungsgebietende Machtstellung anderen Ländern gegenüber verdankt England neben den unerschöpflichen Kohlenlagern, der Erfindung und Anwendung der Dampfmaschine und des mechanischen Webstuhles zum großen Teile auch dieser Erfindung des mechanischen Spinnstuhles durch Richard Arkwright. Und durch ihre Verbreitung und Einführung zu anderen Völkern wurden ihre segensreichen Wirkungen auch weiteren Mitmenschen zum Heile. In Deutschland wurden die ersten mechanischen Spinnmaschinen in den Jahren 1784—1794 eingeführt, und zwar kamen die ersten nach den Rheinlanden. Ihre Verbreitung in den übrigen deutschen Landen und in den benachbarten Staaten des Festlandes erhielt eine wesentliche Steigerung durch die von Napoleon I. über englische Waren und Erzeugnisse verhängte Kontinentalsperre, und heute hat sich die Spinnerei in Deutschland zu einem bedeutenden Industriezweige entwickelt, dessen Nebenbuhlerschaft das Ausgangsland dieser Erfindung recht fühlbar empfindet und mehr noch für die Zukunft fürchtet.

Selbstverständlich ist der rege menschliche Geist, nachdem er erst einmal auf dieses Gebiet aufmerksam geworden war und auf ihm auch große Erfolge erzielt hatte, bei der Arkwright'schen Erfindung nicht stehen geblieben. Wie der Finder von selbst immer mehr zu verbessern bestrebt war und jede neue Maschine vollkommener aus seiner Werkstatt entließ, also haben auch andere Erfinder noch zu seinen Lebzeiten und auch ferner nach seinem Tode Verbesserungen gemacht oder durch Erfindungen vorarbeitender Hilfsmittel Segen zu stiften getrachtet. Von erfundenen Maschinen hier nur einige der be-

re 1765  
 1 erf  
 Englische Fabrikbesitzer Robert Peel  
 Bisher in der Nähe von Bolton Namens

Samuel Crompton eine neue mechanische Spinnmaschine, die eine glückliche Vereinigung der Vorzüge der Maschinen von Hargreaves und von Arkwright war. Von jener übernahm er den fahrbaren Wagen, in welchem die Spindeln befestigt waren, und von dieser benutzte er die Streckwalzen und die geflügelten Spindeln. Die neue Maschine ermöglichte die Herstellung auch des feinsten Garnes und erhielt den Namen Mule-Jenny oder Mulemaschine. Die Bezeichnung Mule = Maulthier soll darauf hinweisen, daß diese Bauart ein Bastard aus zwei anderen Maschinen ist. — Im Jahre 1830 erfand Jenks in Amerika die Ringspindelmaschine. — Bezogen sich alle diese Maschinen zumeist nur auf die Verarbeitung der baumwollenen Fasern, so versuchte man natürlich auch bald die Vorteile dieser Erfindungen dem Ver-spinnen der Flach-, Hanf- und Wollfasern zu gute kommen zu lassen und strebte nach entsprechenden Maschinen auch für



106. Cromptons Mule-Jenny.

diese Gebiete. Gefördert durch einen von Napoleon I. gestifteten Preis, der das europäische Festland immer mehr von England unabhängig machen wollte, erfand Girard in Paris 1810 eine Flachseinspinnmaschine, auf welcher also die Fasern des Hanfes und Flachses versponnen werden konnten. Girard (spr. Schirar), geb. 1. Februar 1775, hatte als Mechaniker gelernt, war aber in verschiedenen Berufszweigen thätig gewesen. Während der französischen Revolution floh er aus Frankreich. Als Napoleon I. für Erfindung einer Flachsspinnmaschine einen Preis von 1 Million Frank auswarf, unterzog er sich dieser Aufgabe und erfand diese Maschine 1810. Den Preis hat er aber nie erhalten. Er leitete 1815—1825 eine Spinnerei zu Hirtenberg bei Wien, stand dann dem Bergwesen in Polen vor und starb am 26. August 1845 in Paris. — Und für die wollene Fasern war die Erfindung einer Kämmmaschine von hoher Bedeutung. In Köpfen eines Opelt in Hartau und in Schlem wurde von verschiedenen Männern w



worfen, am einschneidendsten im Jahre 1851 von den beiden Elffässern Heilemann und Schlumberger in Mülhausen.

So erscheint uns nun zuletzt die heutige mechanische Spinnmaschine, wie sie in ihrer geradezu wunderbaren Einrichtung, die dem Nichtfachmanne kaum verständlich zu machen sein dürfte, vor unsere erstaunten Augen tritt, als das wenigstens vorläufige Schlußergebnis einer langen Reihe einzelner Erfindungen, in deren Mitte als wichtigster, entscheidender Schritt die Spinnmaschine Arkwrights den hervorragendsten Platz einnimmt, während die einen ihr vorbereitend vorausgingen und die anderen auf ihr weiter bauend, sie ergänzend und verbessernd ihr nachfolgten; ein würdiges Denkmal menschlicher Überlegenheit und Herrschaft über Erzeugnisse und Kräfte der Erde; ein Schritt vorwärts auf dem von Gott vorgezeichneten Wege: „Machet sie euch unterthan!“

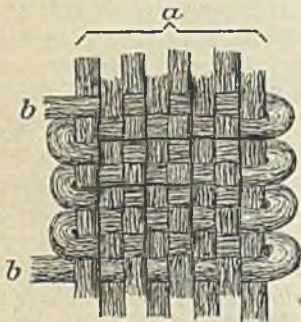
Um die Bedeutung und Ausdehnung der heutigen Spinnerei etwas zu veranschaulichen, seien noch einige Zahlen beigefügt. Es werden jährlich rund 530 Millionen kg Flachsbau, davon in Rußland 345, in Deutschland 45, in Oesterreich 38 Millionen; dieselben verarbeitet man auf rund 3 700 000 Spindeln, von denen der größte Teil in Europa anzutreffen ist, nämlich 3 500 000, und zwar in Großbritannien 1 500 000, in Frankreich 720 000, in Oesterreich und Deutschland je 340 000, in Belgien 320 000 Spindeln. — Wolle erzeugt man jährlich 1100 Mill. kg: Europa ist dabei beteiligt mit 422, Amerika mit 318, Australien mit 210, Asien mit 110 und Afrika mit 50 Mill. kg; in Europa nimmt Rußland die erste Stelle ein mit 180, dann folgen Großbritannien mit 65, Frankreich mit 45 und Deutschland mit 22 Mill. kg. Sie wird versponnen in Großbritannien mit 6 700 000 Spindeln, in Deutschland und den Vereinigten Staaten mit je 3 600 000 Spindeln, in Frankreich mit 340 000, Belgien mit 1 600 000 und Oesterreich mit 800 000 Spindeln. — Baumwolle werden jährlich etwa 3000 Mill. kg erzeugt, nämlich in den Vereinigten Staaten 2000, in Ostindien 400, in Mittel- und Ostasien 300, in Aegypten 200 und in Europa 77 Mill. kg; sie verspinnt man auf rund 103 Mill. Spindeln, wovon in Großbritannien allein 45, in den Vereinigten Staaten 15, in Deutschland 8 und in Frankreich 5 Millionen in Betrieb sind. Der Jute mit rund 800 Mill. kg Erzeugnis und anderer Gespinnstfasern sei in dieser Ausführlichkeit gar nicht gedacht, man wird auch ohne sie ein Staunen über die ungeheuerere Entwicklung der Spinnerei nicht unterdrücken können.

Zum Schluß sei noch auf die Thatsache hingewiesen, daß man aus 1 kg Baumwolle einen Faden von 140 km Länge zu spinnen vermag, der also von Mainz bis Köln reichen würde.

## Erfindung des mechanischen Webstuhles.

Durch die Erfindung der mechanischen Spinnmaschine ist es möglich geworden, heutzutage eine unglaublich große Menge von Gespinnstfasern zu Garn zu verspinnen. Die Masse der verschiedenartigen Garne findet verschiedene Verwendung. Einen Teil des Garnes fädeln wir als Zwirn in die Nadel und nähen mit der Hand oder der Nähmaschine unsere Kleidung und Wäsche. Mit anderen Garnen stricken wir wärmende Unterkleider, häkeln wir zierliche Spiizen und sticken wir buntfarbige Muster. Den weitaus allergrößten Teil der Garne aber erhält der Weber, welcher aus ihnen wollene, leinene, baumwollene und seidene oder aus Mischungen zweier Garne halbwollene, halbleinene und halbseidene Stoffe webt.

Um die Arbeit des Webers kennen zu lernen, brauchen wir uns nur einmal die Flechtarbeiten anzusehen, welche die kleinen Mädchen schon in der Spielschule und im Kindergarten anfertigen. Diese kleine unterhaltende Spielerei ist nichts anderes als ein grobes Weben, und unsere geflochtenen Rohrstuhlstütze und -lehnen, sowie unsere Körbe lassen dasselbe erkennen. Wie das Kind zweierlei Papierstreifen und der Vorbmacher zweierlei Ruten haben muß, so verarbeitet der Weber zweierlei Garnfäden. Die einen laufen der Länge des Stoffes nach und die anderen nach der Quere.



106. Fadenverflechtung eines Gewebes.  
a = Längsfäden. b = Quersfäden.

Darum heißen jene die Längsfäden und diese die Quersfäden. Beide treffen sich in senkrechter Richtung. Die Längsfäden sind in größerer Anzahl vorhanden. Sie laufen alle in gleicher Richtung nebeneinander, gehen einmal über und dann unter dem Quersfaden weg und sind so lang wie das ganze gewebte Stück. Dagegen ist nur ein einziger Quersfaden verwendet worden. Er läuft quer durch die Längsfäden durch, wendet sich am Rande um und läuft wieder zurück und so immer hin und her durch das ganze Stück hindurch. Infolge dieser Kreuz-



zung der Fäden miteinander entsteht eine feste, dauerhafte Verbindung derselben zu einem Gewebe, dessen Haltbarkeit durch einige Hilfsmittel, die wir später noch kennen lernen, erhöht wird.

Die Kunst zu weben ist wie die Kenntnis vom Spinnen jedenfalls uralte. Die Bekleidung mit Tierfellen genügte den Menschen auf die Dauer



107. Webstuhl der Neger. Nach Blittkofer.

nicht, und die leicht filzenden Wollhaare des Schaffelles wiesen deutlich genug auf einen passenden Stoff zur Kleidung hin. Die Wollfaser ist höchst wahrscheinlich die erste gewesen, welche versponnen und verwebt worden ist. Doch sind auch die Fasern des Flachses und der Baumwolle schon von uralter her bekannt und wurden in den fruchtbaren Flußthälern Ostindiens und Vorderasiens angebaut, bis sie weiter nach

Westen zu in das Mittelalta eindringen. Von hier fanden sie die Verbreitung in die nahen Halbinseln Europas. Und auch die Seide soll schon vor 4000 Jahren vor Christi Geburt in China bekannt gewesen sein. Die Chinesen erzielten durch den Verkauf der seidenen Gewebe reiche Einnahmen und hüteten ihre Seidenraupen mit peinlichster Sorgfalt. Ihre Ausfuhr verboten sie bei Todesstrafe. Erst 555 nach Christi Geburt gelang es einigen persischen Mönchen, mehrere Eier in ihren ausgehöhlten Wanderstäben nach Konstantinopel zu bringen. Das war zur Zeit des Kaisers Justinian. Nun verbreitete sich die Seidenzucht auch in Südeuropa. Daß die seidenen Stoffe sehr teuer gewesen sind, leuchtet uns ein; denn sie sind heute noch die höchsten im Preise. In Rom wurde ihres hohen Wertes wegen die Seide wiederholt verboten, gelangte trotzdem aber zu verschwun-



108. Penelope am Webstuhle.

derischem Gebrauch. Doch auch leinene Kleider galten den einfachen Sitten des alten Rom und der alten Griechen als übertriebene Prunksucht, die aus östlichen Ländern ihnen zugeführt wurde. Selbst ein baumwollenes Kleid stand früher in hohem Ansehen, und König Pharao von Agypten konnte Joseph durch Schmückung mit einem baumwollenen Gewande eine hohe Auszeichnung zu teil werden lassen.

Von gewebten Stoffen giebt uns die Sage und Geschichte viel Nachricht, und die Funde und Ausgrabungen in Pfahlbauten, Trümmerstätten und ägyptischen Königsgräbern bestätigen ihre Angaben. Es sei nur auf den bereits im Eingange zum Spinnen erwähnten Centaur Nessus erinnert, der der Dejanira ein Hemd schenkte, durch welches Herkules seinen Tod fand; ferner an die treue Penelope, welche die Rückkehr des Odysseus webend ersehnte; eine Abbildung der Penelope und ihres Sohnes Telemach



mit ihrem Webstuhl findet sich auf einer altgriechischen Vase (Abb. 108). Wie Joseph von seinem Vater einen bunten Rock erhielt, so zeichnete ihn später Pharaon durch ein baumwollenes Gewand aus, und Joseph selbst schenkte jedem seiner Brüder ein Feierkleid, dem Benjamin aber fünf Feierkleider. Auf den ägyptischen Steinbildern ist das Weben abgebildet, in alten Papyrusrollen wird seiner erwähnt, und die Mumien sind mit gewebten Bändern fest eingeschnürt und umwickelt worden, die vor dem zerstörenden Einflusse von Luft und Licht geschützt waren und sich bis in unsere Tage erhalten haben.

Soviel Nachrichten man aber auch über das Weben aus dem grauen Altertume erhält, so wenig erfährt man über die dabei gebräuchlichen Werkzeuge: das Wenige aber, was man in Pfahlbauten und Ausgrabungen gefunden hat, wie Webergewichte, Schiffchen u. a., lassen vermuten, daß es der noch heute gebrauchte **H a n d w e b s t u h l** war, der in seiner einfachsten Form bereits von den ältesten Völkern gekannt und angewendet worden ist. Unentschieden scheint aber noch die Frage zu sein, ob die Längsfäden früher auch schon wagerecht ausgespannt worden sind, wie es heute geschieht, oder ob sie senkrecht hingen. Auf dem Bilde mit der Penelope hängen die Längsfäden, die man auch Kettenfäden oder kurzweg Kette nennt, senkrecht, und jeder Faden ist mit einem kleinen Gewichtchen



*Ich bin ein Weber zu Leinen Wat/  
Kan wircken Barchent vnd Sponat/  
Tischthücher/Handzwehl/Facilet/  
Vnd wer lust zu Bettziechen hett/  
Gewürffelt oder Kamaca/  
Allerley gmödelte Thücher da/  
Auch Flechsen vnd wircken Hausstuch/  
Die Kunst ich bey Uragnes such.*

109. Bämlischer Weber im 16. Jahrh. Nach Jost Amman.

beschwert und wird durch dieses straff gezogen. Ob Penelope den Quersfaden, auch Schußfaden oder kurz Einschuß genannt, mit einem Schiffchen oder mit einer Spule oder mit einer Nadel einführt, ist nicht erkenntlich. Auch bei den alten Römern fand sich eine senkrechte Kette; sie verwendeten aber zum Einschließen des Quersfadens ein Schiffchen. Doch auch die wagerechte Kette hat man schon frühzeitig gekannt, und das Bild Ammanns (Abb. 109) zeigt uns einen

derartig eingerichteten einfachen Webstuhl: die Kettenfäden sind wagerecht ausgespannt. In der rechten Hand hält der Weber das Schiffchen, in dem eine Spule mit dem Quersfaden liegt, der sich beim Durchschließen abwickelt. Die linke Hand hat die Lade erfaßt. Die Lade ist ein rechteckiger Rahmen mit zahlreichen senkrechten Stäbchen. Sie hängt an einem drehbaren Balken oben auf dem Webstuhle. Mit der Lade schlägt der Weber gegen den zuletzt eingeschossenen Quersfaden und schiebt oder preßt ihn fest an den vorhergehenden an, so daß das Gewebe dicht wird. Die Füße des Webers ruhen auf zwei Tritten, die mittels starker Schnuren mit dem Geschirr in Verbindung stehen. Das Bild läßt annehmen, daß man auch schon den sogenannten Kontermarsch, d. h. Gegenmarsch gekannt hat. Darunter versteht man folgende Einrichtung: Wenn der Weber mit dem rechten Fuße nach unten tritt, so zieht er den hinteren Geschirrrahmen mit abwärts. Da von diesem aber eine oder zwei Schnuren über einen Balken weg zum vorderen Rahmen gehen, so wird dieser jetzt zugleich in die Höhe gezogen. Die beiden Rahmen marschieren also insolge eines rechten Fußtrittes in entgegengesetzter Richtung, der hintere abwärts und der vordere aufwärts. Und bei dem linken Fußtritte wiederholt sich dann der Gegenmarsch in entgegengesetzter Richtung, also der vordere abwärts und der hintere aufwärts. Diese Bewegung der Rahmen soll die Zahl der Kettenfäden in zwei Lagen trennen, von denen eine oben hin und die andere unten hin gelangt. Zwischen beiden bleibt ein



110. Altörtlisches Weberschiffchen.

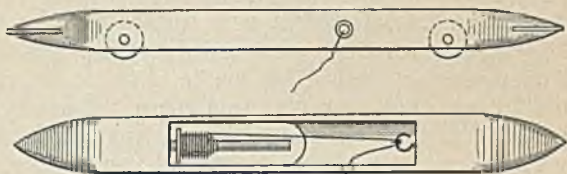
Zwischenraum, das Fach, durch das man das Schiffchen wirft. Jeder der beiden Rahmen besitzt zwischen zwei wagerechten Stangen eine große Zahl senkrecht ausgespannter Schnuren, und jede trägt in der Mitte eine Öse oder einen Ring oder eine Lige. Durch jede Öse geht ein Kettenfaden. Die Kettenfäden sind auf beide Rahmen derartig verteilt, daß der 1., 3., 5., 7. u. s. w., also jeder ungerade, durch die Ösen des hintersten Rahmens geht und jeder gerade, also der 2., 4., 6., 8. u. s. w. durch den vordersten. So heben oder senken sich mit dem betreffenden Rahmen bei jedem Tritte einmal die ungeraden und das andere Mal die geraden Kettenfäden. — Das Bild Unmans verrät uns ferner noch, daß man auch bereits die Schlichte gekannt hat. Wir sehen eine Schüssel mit einem breiten Pinsel (eine Bürste könnte es auch verrichten). In der Schüssel befindet sich eine Art Mehlkleister, den der Weber eben die Schlichte nennt. Mit ihr bestreicht er seine Garnfäden und sucht dadurch zweierlei zu erreichen: erstlich macht er die Fäden schlüpfrig, sie gleiten rascher und leichter über die Hölzer, reiben weniger und zerreißen nicht so schnell; zweitens werden die gewebten Fäden miteinander zusammen kleben, und das Gewebe muß fester und dauerhafter werden.

Der Weber wirft das Schiffchen mit der rechten Hand durch das Fach. Er hat dann schnell mit der linken Hand zuzugreifen und das Schiffchen



aufzufangen. Danach kann er (nach erfolgtem Trittwechsel) das Schiffchen wieder zurückschießen. Diese Art Schiffchen nennt man den Handschützen. Wollte man nun mit der Lade den Einschuß fest schlagen, so müßte das Schiffchen solange ruhen. Das empfand man bald als einen Übelstand, dem man abhelfen mußte. Und so erfand man an Stelle des Handschützen den Schnellschützen (Abb. 111). Den schießt man infolge einer einfachen Einrichtung nur mit der rechten Hand sowohl hin als auch wieder zurück, und die linke Hand kann nun dauernd auf der Lade liegen bleiben. Dadurch erfolgt das Weben bedeutend rascher.

Wie wir oben schon hörten, stammen unsere Gespinnstfasern alle aus östlichen Ländern, meist aus Vorderasien. Demgemäß hat sich auch in jenen Gegenden die Kunst des Webens zuerst entwickelt, und von dort ist sie erst im Laufe der Zeit nach dem Westen, nach Europa vorgebrungen. Im 12. Jahrhundert nach Christi Geburt begann die europäische Weberei mit der asiatischen in erfolgreichen Wettbewerb zu treten. Vorher war sie wohl schon auch als Beschäftigung der Hausbewohner zur Befriedigung des häuslichen Bedarfs ausgeübt worden. Wir weisen hierbei nur auf das bereits beim Spinnen erwähnte Beispiel Kaiser Karls des Großen hin, der mit Vorliebe sich nur



111. Schnellschützen.

mit den von seinen Töchtern gefertigten, d. h. gesponnenen, gewebten und genähten Gewändern kleidete. Bei den Germanen waren es die Frauen, die die Kleidungsstoffe webten, wie wir das Gleiche auch schon bei den alten Griechen beobachtet haben (Penelope!). Im Mittelalter, zur Zeit der Städtegründung, entwickelte sich das Weben aber auch bald und verhältnismäßig rasch zu einem selbständigen Gewerbe, und manche Stadt hat durch eine „Webergasse“ noch eine deutliche Erinnerung an die frühere Bedeutung der ehrenwerten Weberzunft. Leinweberei und Wollweberei waren die beiden Arten des Handwerkes, und während sich naturgemäß jene im Süden Deutschlands ausbreitete, gelangte diese im Norden zu größerer Bedeutung.

Richten wir unsere Aufmerksamkeit zuerst auf die Wollweber oder die Tuchmacher. Solche findet man bereits im 8. Jahrhundert und zwar zuerst in den von dem Volkstamme der Friesen bewohnten nordischen Küstenländern. Das rauhere Klima der Nordseeländer drängte zu einem warmen Kleidungsstoffe, und die fruchtbaren Marschländer mit ihren saftigen Wiesen gestatteten ebenso leicht eine lohnende Schafzucht wie die weiten Heide Strecken z. B. der Lüneburger Heide und anderer nordischer Provinzen.

So wurden jene Gegenden der Ausgangspunkt der deutschen Wollweberei. Der Name Fries für Tuch ist thätlich entstanden von dem Namen Friesen. Und Karl der Große hat bereits alljährlich jedem seiner Hofbedienten einen „Friesmantel“ geschenkt. Durch politische und religiöse Unruhen sahen sich viele Bewohner jener gewerbesleißigen Städte gezwungen, auszuwandern. Die Auswanderer fanden in vielen Ländern Deutschlands willige Aufnahme, z. B. in Brandenburg und Sachsen, und so verbreitete sich die Tuchmacherei über weitere Gegenden.

In Süddeutschland gelangte insbesondere die Leinweberei zu raschem Aufblühen. Ulm und Augsburg waren die bedeutendsten Städte. In Augsburg waren um die Mitte des 15. Jahrhunderts allein 700 zünftige Weber. Unter ihnen ist der Name Fugger allen wohl bekannt, von dieser Familie soll etwas ausführlicher gesprochen werden.

Der Stammvater der Familie Fugger, der heute Grafen und Fürsten angehört und die in Bayern und Württemberg große Besitzungen ihr eigen nennt, war Johannes Fugger. Er war ein armer, aber thätiger Webergeselle und wanderte im Jahre 1365 aus seinem Heimatdörfchen Graben bei Schwabmünchen nach Augsburg. Hier erwarb er sich durch Verheiratung mit einer augsburgischen Bürgerstochter das Bürgerrecht. Nach abgelegtem Meisterstücke wurde er in die Weberzunft aufgenommen, genoß durch seinen ehrbaren, untadeligen Lebenswandel und durch Fleiß und Geschicklichkeit die größte Achtung und Zuneigung seiner Mitbürger, so daß er als Vertreter der Weberzunft zum Mitgliede des Großen Rates von Augsburg gewählt wurde. Und das wollte viel bedeuten. Denn die Weberzunft war die angesehenste von allen, an Mitgliedern reich und mit besonderen Vorrechten ausgezeichnet. Sie hatte in der Schlacht auf dem Lechfelde gegen die Ungarn große Tapferkeit entwickelt und einem mächtigen Heerführer derselben einen Schild abgenommen. Darum verlieh ihr Kaiser Otto I. diesen Schild als ihr Wappen. Hans Fugger starb 1409 und hinterließ ein Vermögen von 3000 Goldgulden. Seine Nachkommen setzten des Vaters Geschäft mit großem Geschick und viel Erfolg fort. Ihr Reichthum wuchs. Sie betrieben selbständig Handel, rüsteten eigene Schiffe aus, legten Bergwerke an u. s. w. Ihr Reichthum gestattete ihnen, die Kaiser öfters in Geldnöthen zu unterstützen, so daß sie in den Adelsstand erhoben und mit großen Vorrechten ausgestattet wurden. Doch auch der Wohlthätigkeit widmeten sie ihren Überfluß, und die Fuggerei in Augsburg, 106 Häuschen mit billigen Wohnungen für arme Augsburgische Bürger, legt Zeugnis davon ab. Ihr Reichthum ward sprichwörtlich, und die Redensart: „Er ist reich wie ein Fugger“ war sogar in Spanien gebräuchlich. Als dem Kaiser Karl V. der Schatz in Paris gezeigt wurde, sagte er: „Ich habe in Augsburg einen Leinwebler, der dies alles mit Gold bezahlen kann.“ Und als derselbe Kaiser 1530 einmal in Augsburg Fuggers Gast war und über die kalte Witterung klagte, legte Fugger einige Bündel Zimtrinde in den Kamin und zündete sie mit einer Schuldverschreibung des



Kaisers an. Die Schuldverschreibung mag wohl 300 000 Gulden betragen haben, die Fugger zur Bestreitung der Kaiserkrönung vorgeschossen hatte, und 1 Unze (2 Lot) Zimt kosteten damals 2 Dukaten (ca. 20 Mark).

Die Webkunst hatte sich schon im frühen Alterthume hoch entwickelt und war nicht etwa bei der Herstellung glatter Stoffe stehen geblieben. Von jeher verstand man auch Muster zu weben und sie farbig zu gestalten. „Mit der Nadel malen“ nannte man dieses Herstellen farbigiger Muster, und das Weben und das Sticken scheinen Hand in Hand gegangen zu sein. Die von den rührigen phöniciischen Handelsleuten zum Verkauf gebrachten Teppiche der alten Babylonier waren hoch berühmt. Auch bei den alten Griechen war die Bildweberei als hohe Kunst in großem Ansehen und wetteiferte mit der Malerei. Und ebenso sind uns von den Agyptern und Römern farbige Stoffmuster in den Geweben überliefert worden. Die europäische Musterweberei ahmte anfänglich die Muster der östlichen Völker nach, bis sie später solche nach eigenem Geschmacke abbildete. Alle diese Muster wurden auch nur mit dem einfachen Webstuhl hergestellt, sie erforderten große Aufmerksamkeit und bedeutende Geschicklichkeit, bald mußten diese, bald jene Kettenfäden gehoben werden; oft auch arbeitete der Weber mit mehreren Schützen zugleich und wechselte mit ihnen, wie es das Muster erforderte. Heute noch bewundern wir die schönen Muster unseres Tischtuches oder des Bettüberzuges, der Handtücher und Taschentücher und staunen die farbigen Bilder der Kleider- und Möbelstoffe an, unter denen die seidenen Stoffe für Frauenkleider ganz besonders hervorzuheben sind. Mögen eine Anzahl dieser gemusterten Webstoffe wohl auch heute noch auf Handstühlen hergestellt worden sein, so hat man doch den weitaus größten Theil auf einer besonderen Musterwebmaschine gefertigt. Sie ist eine der größten Erfindungen im Gebiete der Weberei gewesen, und dabei war der Erfinder nicht einmal ein gelernter Weber. Er heißt Jacquard und der von ihm erfundene Webstuhl zur Herstellung gemusterter Stoffe: Jacquardmaschine.

Charles Marie Jacquard ist am 7. Juli 1752 in der Stadt Lyon geboren worden. Seine Eltern waren beide in der dortigen Seidenweberei beschäftigt, und die Kinder mußten ebenfalls fleißig mit zugreifen. Der Knabe wollte gern die Schule besuchen. Trotz aller inständigen Bitten gab ihm sein Vater die Erlaubnis nicht hierzu, denn eine Schulbildung hielt er für diese Beschäftigung nicht für erforderlich. Aus diesem Verjagen seines Lieblingswunsches entsprang eine große Abneigung gegen die Weberei. Nachdem er im zehnten Jahre seine Mutter verloren hatte, kam er zu Verwandten, und er erlernte das Buchbinderhandwerk. Schon in dieser Zeit beschäftigten sich seine Gedanken unablässig mit dem traurigen Lose der Seidenweber, und er dachte darüber nach, Mittel zu ersinnen, mit denen er den unglücklichen Arbeitern helfen könne. Als er zwanzig Jahre alt war, starb sein Vater. Er hinterließ dem Sohne als einziges Erbtheil einen Webstuhl. Sollte er ihn verkaufen, um sich mit dem Erlöse eine Buchbinderei einzurichten, oder sollte er sich der Weberei zuwenden?

Diese Frage beschäftigte ihn lange. Um aber seinen Vorsatz, den Webern zu helfen, ausführen zu können, wurde er Weber. Er sann und probierte allerlei Neuerungen. Dadurch ging aber sein Verdienst zurück. Er geriet in drückende Lage und große Armut und sah sich endlich gezwungen, seine Vaterstadt, Frau und Kind zu verlassen, um in einem Gipssteinbruche seinen Unterhalt zu verdienen.

Da brach die französische Revolution aus. Voll lebhafter Freude trat er freiwillig in die Reihen der Vaterlandsverteidiger. Als aber sein 14 jähriger Sohn in einem Treffen bei Hagenuau an seiner Seite von einer



112. Charles Marie Jacquard.

feindlichen Kugel niedergestreckt wurde, nahm er seine Entlassung und kehrte tief traurig nach Lyon zurück. Hier setzte er seine Versuche, einen Webstuhl für Musterweberei zu erfinden, wieder fort. Nachdem ihn einige einsichtsvolle Gönner mit Geld unterstützt hatten, brachte er im Jahre 1799 die erste Maschine fertig. Er erhielt für dieselbe auf der Pariser Industrieausstellung 1801 eine bronzene Medaille. Diese Erfindung genügte ihm aber selbst noch nicht, und er suchte sie zu verbessern. Doch hatte er

schon so weit die Aufmerksamkeit der Behörden auf sich gelenkt, daß man ihm ein Arbeitslokal im Palast der schönen Künste zur Verfügung stellte. Dafür mußte er jungen Webern im Gebrauche seiner neuen Maschine unentgeltlich Unterweisung geben.

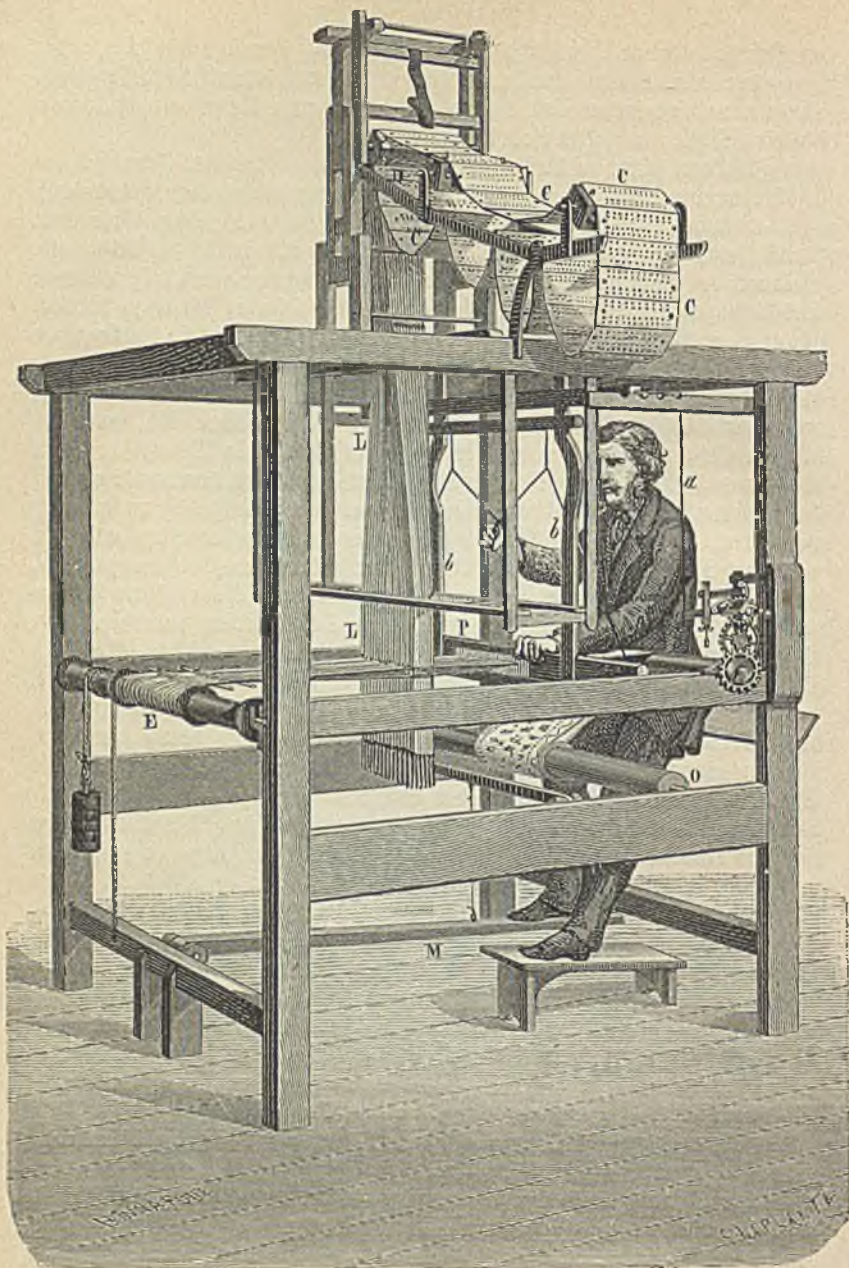
Bald darauf erhielt er einen Ruf nach Paris. Es war nämlich zu gleicher Zeit sowohl von England aus als auch von Frankreich aus je ein Preis ausgeworfen worden für die Erfindung einer Maschine zum Herstellen von Fischnecken. Jacquard löste die Aufgabe und erhielt den Preis. General Bonaparte wünschte ihm Glück. Jacquard erhielt die große goldene Medaille, eine Vergütung von 3000 Frank und eine Anstellung



im Conservatorium der Künste und Gewerbe. Damit war sein Ruhm begründet. Er konnte nun recht seiner Neigung leben, Verbesserungen ersinnen und versuchen und erfand auch eine ganze Reihe von Maschinen für die Weberei und Bandfabrikation.

In Lyon sollte zu dieser Zeit die Fabrikation wollener Teppiche eingeführt werden, und Jacquard war dazu ersehen worden, diese Einführung zu überwachen und zu leiten. Darum kehrte er nach seiner Vaterstadt zurück, setzte hier seine Versuche fort und überraschte im Jahre 1805 alle Welt mit der nach ihm benannten Jacquardmaschine für Musterweberei. Ein Befehl Kaiser Napoleons, gegeben am 27. Oktober 1806 zu Berlin, schrieb dem Magistrate von Lyon vor, an Jacquard eine lebenslängliche Rente von 3000 Frank zu zahlen, wofür er seine Erfindung der Stadt als Eigentum zu übergeben hatte. Von jeder gefertigten Maschine sollte er ferner 50 Frank Vergütung erhalten. Doch blieben ihm auch die bitteren Erfahrungen eines Erfinders nicht erspart. Die Weber, für deren Wohl und Besserung die Maschine bestimmt war, glaubten im Gegenteil ihr Handwerk und ihr Einkommen bedroht und geschmälert. Sie rotteten sich zusammen, schleppten die Maschine auf einen öffentlichen Platz und zerkümmerten sie unter großem Beifall einer zahlreichen Volksmenge. Ja, der Erfinder selbst wurde in seinem Leben bedroht. Man führte Klagen gegen ihn, und die Werkmeister verlangten Schadenersatz von ihm. Der Stadtrat entzog ihm seine Rente, und er wurde vor das Gericht gestellt. Seine einzige Verteidigung bestand darin, daß er um die Erlaubnis bat, den Richtern auf seiner Maschine ein Mustergewebe herzustellen. Die Erlaubnis erhielt er, staunend folgten die neugierigen Zuschauer den Fortschritten seiner Arbeit, und es erfolgte eine glänzende Freisprechung. Die Stadt zahlte ihm seine Rente wieder aus, und sein Sieg über die Undankbarkeit und Eifersucht der Weber war ein vollständiger. Die Stadt Lyon ließ von einem bedeutenden Künstler ein Bildnis von Jacquard anfertigen und hing es im dortigen Museum auf, und im Jahre 1819 erhielt er nach der Industrieausstellung in Paris das Kreuz der Ehrenlegion.

War durch die oben erwähnten Anfeindungen die Einführung der Maschine auch verzögert worden, so ließ sich dieselbe mit der Zeit doch auf die Dauer nicht aufhalten. Dazu waren ihre Leistungen zu hervorragende: Ausländer erkannten sie alsbald als ein Meisterstück an, und sogar in Lyon und Umgebung waren bereits im Jahre 1825 über 10 000 im Betriebe. — Seine letzten Lebensjahre verlebte Jacquard in einem kleinen Landhause mit einem freundlichen Gärtchen, das in dem Dorfe Dullins nahe bei Lyon lag. Seine mäßige Pension reichte vollkommen zu seiner bescheidenen Lebensweise, und in Gemeinschaft mit seiner Frau blieb er ohne Bitterkeit und ohne Groll dem Geräusche der Welt abhold, das bis in seine Zurückgezogenheit nicht zu dringen vermochte. Er starb am 7. August 1834. Ein hölzernes Kreuz bezeichnet seine Grabstätte auf dem Kirchhofe des Dorfes, und seit 1840 ist ihm in der Stadt Lyon ein Denkmal gesetzt worden.



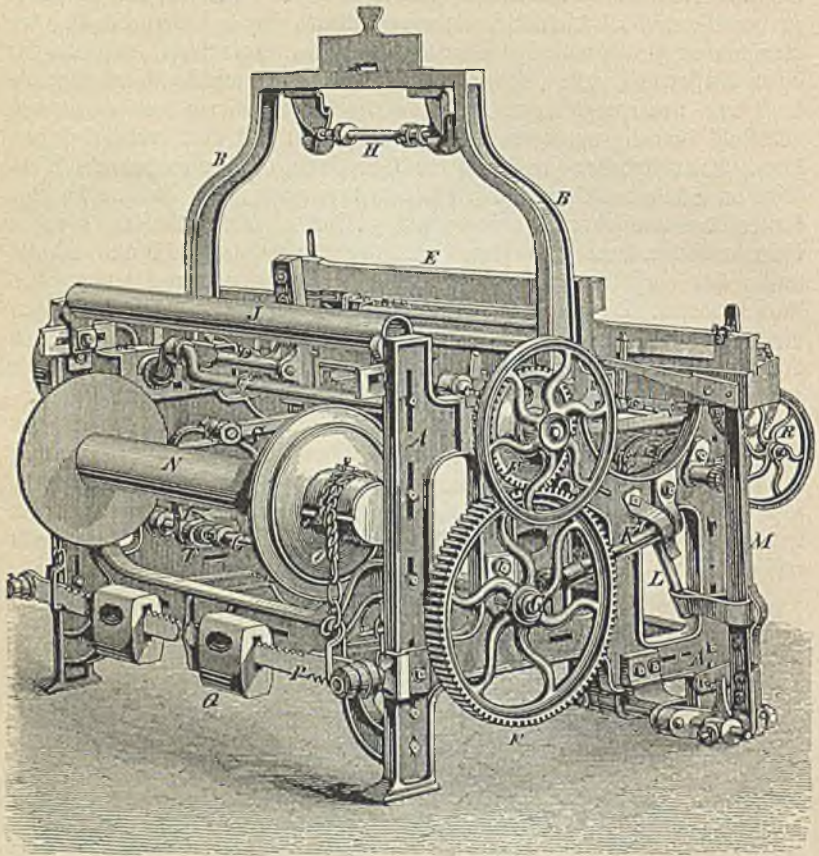
113. Jacquardwebstuhl.



Durch die Erfindung der Jacquardmaschine ist die Einrichtung des Webstuhles in Bezug auf die Herstellung von Mustergeweben zu einer solchen Stufe der Vollkommenheit gebracht worden, daß wir nach unseren heutigen Anschauungen nicht mehr erreichen können. Aber auch nach einer anderen Seite hin ist der Mensch unablässig bestrebt gewesen, den Webstuhl zu verbessern. Und diese Bestrebungen richteten sich auf Verdrängung der menschlichen Kraft und ihren Ersatz durch eine Naturkraft, ursprünglich durch Wasserkraft, später, nach Erfindung der Dampfmaschine, durch Dampfkraft und neuerdings durch elektrische Kraft. Schwierig war es ja, den Webstuhl derartig umzugestalten, daß der denkende Weber entbehrlich sein kann. Vier Arbeiten sind es in der Hauptsache, die der mechanische Webstuhl an Stelle des Menschen selbstthätig verrichten muß. Erstens sind die Kettenfäden wechselweise zu heben und zu senken, damit das Fach zwischen ihnen entstehen kann. Zweitens wird der Schütze (das Schiffchen) einmal von rechts nach links und dann wieder von links nach rechts durch das Fach geworfen. Drittens hat die Lade nach jedem Einschuß den Quersfaden an das fertige Gewebe dicht zu schlagen. Und viertens sind die beiden Walzen zu drehen, von der ersten werden die Kettenfäden ab- und auf die zweite wird das fertige Gewebe aufgewickelt. Die Walze, auf der die Kettenfäden waren, heißt der Garn- oder Kettenbaum; die andere, welche das gewebte Stück aufnimmt, nennt man den Warenbaum. In dem gleichen Maße, in welchem die Quersfäden eingeschossen werden und das Gewebe also fortschreitet, in demselben Maße müssen die Kettenfäden vom Garnbaum hergezogen und dementsprechend das gewebte Stück auf den Warenbaum aufgewickelt werden. Außer diesen vier Hauptarbeiten hat der mechanische Webstuhl noch einige kleinere Bewegungen auszuführen, z. B. das Heraus-springen des Schützens zu verhindern, das Zerreißen der Fäden zu verhüten und noch einige andere Schutzvorrichtungen zu bedienen.

Schon im 15. Jahrhundert sind nachweisbar Versuche unternommen worden, den Webstuhl derartig selbstthätig oder, wie man auch sagt, mechanisch zu betreiben; und als erster wird Leonardo da Vinci genannt. Er ist bekannt als ein berühmter italienischer Maler und lebte von 1452 bis 1519. Er hat eine Beschreibung seiner Erfindung geliefert und diese durch beigefügte Zeichnungen erklärt; doch scheint sie nie in Wirklichkeit erprobt worden zu sein. Dasselbe ist zu sagen von den Webmaschinen, mit denen sich de Gennes im Jahre 1687 und Baukanson im Jahre 1747 beschäftigten. Baukanson (spr. wofangss'ong) lebte von 1709—1782. Er war zu Grenoble in Frankreich geboren und lernte als Mechaniker. In Paris wurde er Inspektor der Seidenmanufakturen, baute eine Anzahl von Maschinentriebwerken und erfand dabei auch eine Webmaschine. Seine Sammlungen von Maschinen und Webstühlen stellte er öffentlich aus, und sie bildeten den Anfang zu dem Pariser Konservatorium der Künste und Handwerke, an welchem später der Erfinder Jacquard eine Anstellung erhielt. Jacquard fand hier die Webmaschine von Baukanson, erprobte sie

und fand allerdings ihre vollständige Unzweckmäßigkeit. Doch gab diese ihm mancherlei Anregungen und Fingerzeige, und er benutzte sogar einige Hauptteile derselben bei seiner 1805 erfundenen, unübertroffenen Musterwebmaschine, der Jacquardmaschine.



114. Einfacher mechanischer Webstuhl.

Als im Jahre 1769 sowohl Arkwright durch die Erfindung seiner Spinnmaschine als auch Watt durch die der Dampfmaschine die Welt überraschten, da strebte man auch mit um so größerem Eifer nach der Erfindung des mechanischen Webstuhls. Nach mehrjähriger Arbeit stellte im Jahre 1787 ein Chemiker mit Namen Dr. Edmund Cartwright einen mechanischen Webstuhl auf, und fast zu gleicher Zeit hatte auch ein Dr. Jeffray in Schottland einen vollendet; doch waren beide noch sehr un-



vollkommen. Besonders nachtheilig war der Umstand, daß viele Fäden zer-  
rissen. Beide Erfinder hatten mit ihren Erfindungen kein Glück; sie hatten  
ihr Vermögen geopfert und zogen sich doch nur den Haß und die Wut der  
aufgeregten Arbeiter zu, die ihre Maschinen und Fabriken in toller Verblen-  
dung zerstörten. Ihre traurigen Schicksale hinderten andere nicht, den  
einmal beschrittenen Weg weiter zu wandeln und die Webmaschinen jener  
zu vervollkommen. Horrocks in Stockport verbesserte sie 1813 so weit,  
daß man begann, sie in der Baumwollenweberei zu verwenden, und 1822  
brachte sie Roberts in Manchester zu so vorzüglicher Einrichtung, daß sie  
nun ernstlich dem Handwebstuhle das Leben schwer machte. Während man  
auf dem mechanischen Webstuhle anfänglich nur glatte Stoffe fertigen  
konnte, verband schon Jacquard seine Musterwebemaschine mit ihm, so daß  
der mechanische Webstuhl heute ebenso zur Herstellung gemusterter Gewebe  
Verwendung findet. Der also vollendete Kraftstuhl vermag 2—3 mal  
soviel zu leisten als ein Handstuhl; und dabei bedarf nicht jeder Kraftstuhl  
eines besonderen Mannes zur Bedienung, es kann vielmehr eine Person  
mehrere Kraftstühle zugleich überwachen. Ganz und gar ist der Handstuhl  
noch nicht verdrängt worden, und bei Herstellung besonders schwieriger  
Muster, oder wenn das Garn sehr geschont werden muß, bedient man sich  
heute noch seiner. Aber dichte Gewebe liefert der Kraftstuhl besser; seine  
Ware ist von höherer Gleichmäßigkeit und bedeutend billiger. Aus dem  
letzten Grunde insbesondere sehen sich die Handweber gezwungen, ihren  
heutzutage so schlecht lohnenden Handwebstuhl stehen zu lassen, und so ge-  
winnt die mechanische Weberei immer mehr Boden.

Heute mögen allein in der Baumwollenweberei gegen  $1\frac{1}{2}$  Mill.  
mechanische Webstühle im Betriebe sein, davon in Großbritannien 627 000,  
in den Vereinigten Staaten 260 000, in Deutschland 245 000, in Frank-  
reich 73 000 u. s. w. Für die Herstellung der Leinwand sind etwa ins-  
gesamt 105 000 Kraftstühle thätig, in Großbritannien 52 000, in Frank-  
reich 19 000, in Deutschland 14 000, in Rußland 12 000 u. s. w.; außerdem  
beschäftigt Deutschland noch etwa 250 000 Handstühle in der Leinenweberei.  
In der Wollweberei zählt man bald  $\frac{1}{2}$  Million Kraftstühle, nämlich in  
Großbritannien 140 000, in Deutschland 80 000, in den Vereinigten  
Staaten 75 000, in Frankreich 72 000, in Oesterreich 45 000, in Belgien  
31 000 u. s. w. Für Seidenwaren arbeiten in Großbritannien etwa  
12 000 Kraftstühle, in der Schweiz 5000, in Frankreich 14 000 neben  
63 000 Handstühlen, in Deutschland etwa 2000 neben 37 000 Handstühlen.  
Zutewaren fertigen in Deutschland allein gegen 4000 mechanische Web-  
stühle, und die übrigen Gespinnstfasern beanspruchen ebenfalls noch eine  
erflechtliche Zahl.

## Erfindung der Nähmaschine.

---

Das Nähen ist eigentlich nichts weiter als der letzte Schritt in der Nugbarmachung und Umgestaltung der rohen Gespinnstfasern tierischen oder pflanzlichen Ursprunges in unsere Bekleidung. Erst werden die Fasern zu Garn gesponnen, dann webt man aus dem Garne den Stoff, und zuletzt schneidet man diesen zurecht und näht ihn zum Kleidungsstücke zusammen. Der Landmann und Pflanzler übergiebt die leinenen, hanfenen und baumwollenen, der Tierzüchter die wollenen und seidenen Fasern dem Spinner, dieser reicht das Garn dem Weber, und letzterer verkauft den Stoff dem Schneider, der Weißnäherin u. a. So war es schon von alters her, und so ist es heute noch. Der Unterschied zwischen früher und jetzt besteht nur darin, daß unsere Vorfahren diese sämtlichen Arbeiten in der Regel selbst im Hause oder durch Hausbewohner verrichten ließen; sie bauten den Flachs auf dem Felde, den die Frauen verspannen, verwebten und vernähten. Es sei nur an die Vorschriften Karls des Großen für seine Meierhöfe aus dem Jahre 812 erinnert, der von jedem Amtmann fordert, daß er jährlich zu Weihnachten über den Ertrag von Wolle, Flachs, Hanf u. a. berichtet und allen nötigen Stoff zur Arbeit, nämlich „Wolle, Flachs, Waid, Scharlach, Krapp, Wollkämme, Kardendisteln, Seife, Gefäße und anderes der Art, was hier notwendig ist“, den Weberhäusern geben soll, in denen die Mägde unter Aufsicht der Schaffnerin spannen, webten, färbten, nähten, wuschen u. a. m. Heute sind aus diesen einzelnen Vorrichtungen selbständige Berufe geworden, von denen aber das Nähen noch zu einem großen Teile eine häusliche Beschäftigung geblieben ist. Manche junge Frau kann mit Stolz erzählen, ihre Ausstattung als Braut selbst genäht zu haben, und gar viele Hausfrauen schneiden sich ihre Kleider selbst, zum mindesten fertigen sie aber die Wäsche und Kleidchen ihrer Kleinen; und die meisten unserer jungen Mädchen lernen nach ihrer Entlassung aus der Schule das „Schneidern“. Und der Besitz einer Nähmaschine ist heute zu einem so selbstverständlichen Bestandteile der Wohnungsausstattung geworden, daß ihr Fehlen wohl eher auffallen würde als ihr Vorhandensein. Darin unterscheidet sich endlich auch das Nähen von heute von dem früheren; mußte man in alten Zeiten und noch bis zu Großmutter's Zeit



herein die Nadel mit dem verbindenden Faden Stich für Stich mit der Hand führen, so hat man heute diese Arbeit der sinnreichen Nähmaschine übertragen, die viel rascher, gleichmäßiger und sauberer die Ausführung übernimmt. Fertigen die besten ihrer Art doch Tausende von Stichen in einer Minute. Welch große Ersparnis an Zeit bringt also die Nähmaschine uns als höchst willkommenes Geschenk dar. Welche massenhafte Erzeugung menschlicher Bedarfsartikel hat sie hervorgerufen; wie leicht erschwingbar auch für den armen Mann hat sie den Preis für dieselben herabzusetzen ermöglicht; wie vielen Arbeitern und Arbeiterinnen gestattet sie sicheren Verdienst durch Begründung der umfangreichen Konfektionsbranche, Wäschefabrikation, mechanischen Schuhfabrikation und anderer Betriebe. Und doch feiert diese Erfindung, die so schnelle Verbreitung gefunden hat und so weittragende Umwälzungen im Gefolge hatte, jetzt erst ihr 50 jähriges Bestehen. Aber auch sie ist, wie jede bedeutungsvolle Erfindung, nicht unerwartet zustande gekommen, sondern hat sich aus dem Bedürfnis der Zeit heraus stufenweise entwickelt. Wollen wir nun im folgenden die Erfindung der Nähmaschine kennen lernen, so müssen wir auch die Geschichte ihrer Entwicklung verfolgen. Dabei wollen wir das Handwerksgerät zum Nähen rückwärts in der Zeitenfolge aufsuchen bis ins graue Altertum hinein, so daß unsere eigentliche Betrachtung demnach eingeleitet wird mit der Geschichte der Nähnadel.

Die Kenntnis der Nadeln ist uralte. Die allerersten sind den Menschen wahrscheinlich in der Natur gewachsen, und die hier gefundenen und zuerst verwendeten Dornen sind für alle Zeit vorbildlich gewesen für die Form der Nadeln. Noch heute benutzen Völker der Südsee spitze Dornen zum Vorstechen von Löchern, durch welche sie den Faden nachziehen. Als Ersatz für die Dornennadeln dienten aber bald Fischgräten und Knochen, die entweder der Nadelform schon entsprachen, oder denen man durch Bearbeitung, vielleicht durch eine nur geringe Nachhilfe, diese Form verlieh. Diesen Nadeln gesellten sich später noch solche aus Hirschgeweih und Metallen wie Gold, Eisen, Bronze und Kupfer hinzu. Die Verwendung der ältesten Nadeln war dieselbe mannigfaltige, die sie auch heute noch ist. Sie dienten sowohl zum Zusammenhalten der Gewänder wie unsere Stechnadeln, als auch zum Nähen gleich unseren Nähnadeln; man stach die Löcher vor für den Faden und verwendete sie also ähnlich den Pfriemen und Örttern und gebrauchte sie auch zum Schmuck für Haare und Gewänder. Unsere Aufmerksamkeit beansprucht am meisten die zum Nähen verwendete. Die älteste dieser Art war gewiß ohne Ohr; doch scheint man schon sehr frühzeitig das Ohr gekannt und angewendet zu haben. In den aufgefundenen Überresten alter



115. Nadel der Bewohner von Tahiti (Eildlee).

babylonischer, griechischer, römischer und keltischer Kultur findet man metallene Nadeln, die zum Teil ein Öhr in der Mitte, zum Teil an einem Ende aufweisen. Auch das von Jesus gebrauchte Bild vom Kamel und Nadelöhr setzt doch die Kenntniss und das Vorhandensein des Öhres voraus. Und wenn aus der Zeit der Römer gemeldet wird, daß man

„mit der Nadel malen“ konnte, so ist damit doch nur gemeint, daß man bereits buntfarbig zu sticken verstand.

Die Herstellung der Nähnadel war in früheren Zeiten sehr einfach. Man nahm einen spitzen Metallstift und bog dessen stumpfes Ende zu einem Öhre um. Den Stift formte man durch Hämmern. Diese Darstellungsweise ging natürlich verhältnismäßig langsam vor sich. Eine ganz bedeutende Erleichterung und großartige Förderung erhielt sie durch die Erfindung des Drahtziehens. Ein Nürnberger, Rudolf mit Namen, soll im 14. Jahrhundert die Ziehbank erfunden haben, mittels welcher man den Draht durch Ziehen fertigte an Stelle des bisherigen Hämmerns. Es entstanden in Augsburg und Nürnberg die Gewerbe der Drahtzieher und die Drahtmühlen oder Drahtzüge, und im Anschluß hieran erlangte die im Jahre 1370 erwähnte Nadelerkunst größere Bedeutung. Nun fertigte man die Nähnadeln aus dem Eisen-



Ich mach Nadel auß Eysendrat  
Schneid die leng jeder gattung glatt/  
Darnach ichs feyl / mach öhr vnd spitz/  
Alsdann hert ichs ins Feuer hinhin/  
Darnach sind sie feil / zu verkauffn/  
Die Krämer holen sie mit hauffn/  
Auch grobe Nadel nemen hin/  
Die Ballenbinder vnd Beurwin.

116. Nädler im 16. Jahrb. Nach Jost Amman.

drahte. Das eine Ende spitzte man zu, und das andere Ende schlug man breit. Dann spaltete man das breite Ende, bog die gespaltenen Flügel erst auseinander, ihre Enden aber zusammen, dann klopfte man dieselben fest aufeinander und hatte somit das Öhr gebildet. Bald führte man aber auch das Öhr durch Lochen oder Bohren des breitgeschlagenen Endes aus. Diese Herstellungsweise behielt man bis in unser Jahrhundert, in welchem



sie durch Anwendung zahlreicher Maschinen eine wesentlich andere Gestalt annahm.

Bei der heutigen Fabrikation verwendet man nur besten Stahl Draht, den man in einem Drahtzuge bis zu dem gewünschten Durchmesser dünn gezogen hat. Der Draht ist auf einem großen Haspel von etwa 6 m Umfang aufgewickelt. Man schneidet ihn, und zwar in Bündeln von je 100 Drähten, in kurze Stückchen, die man Schäfte nennt. Jeder Schaft hat die Länge von zwei Nadeln, denn aus ihm werden durch Zerschneiden zwei Nadeln gefertigt. Vor der Hand schleift man die Schäfte auf einem Schleifstein an beiden Enden spitz, dann preßt man sie in der Mitte ein wenig breit und bezeichnet dabei zugleich die Stellen für die Öhre durch zwei kleine Vertiefungen. Diese so vor-



117. Vorrichtung zum Geraderichten der Nadeln.

gezeichneten Orter stanzt man mit einer anderen Maschine durch und erhält somit die Öhre. Nunmehr bricht man den Schaft mitten zwischen den zwei Öhren durch und bekommt aus ihm zwei Nähadeln. Dieselben bedürfen noch einer sorgfältigen Nachbearbeitung; die Bruchflächen werden abgeschliffen und die Kanten des Öhres abgefeilt, damit sie den Faden nicht etwa zerreißen. Dann poliert man die Oberfläche der ganzen Nadel glatt und härtet den Stahl.

Letzteres geschieht, indem man die Nadeln erst in Glühöfen bis zur Rothglühung glüht und dann durch schnelles Eintauchen in Öl plötzlich abkühlt. Nun erfolgt noch ein sauberes Abscheuern und Abwaschen, ein sorgfältiges Auslesen der guten und schlechten, ein Abzählen oder Abwiegen und zuletzt ein Verpacken



118. Doppelnadel nach dem Einschlagen.



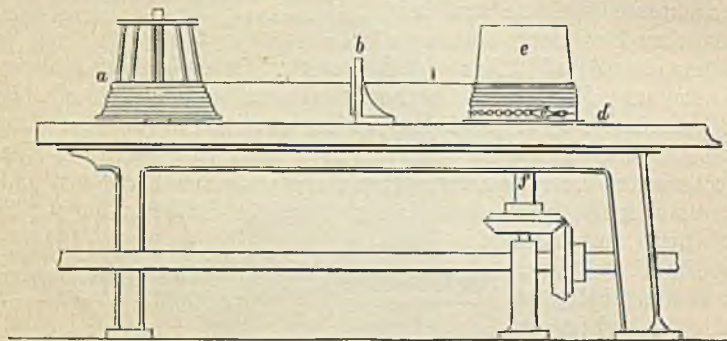
119. Doppelnadel nach dem Durchstechen.

in die uns bekannten Briefe. Selten ist in einem anderen Gewerbe die Arbeitsteilung soweit durchgeführt wie in der Nadel fabrication. Die Nadel muß vielleicht durch 80 und mehr Hände gehen, ehe sie vollendet ist. Infolgedessen arbeiten die Leute mit der Zeit mit ungeheurer Geschwindigkeit und Geschwindigkeit, und, unterstützt von zahlreichen Hilfsmaschinen, stellen einige Fabriken täglich mehr als 1 Million Nadeln fertig.

Nachdem man wiederholt im Laufe der Zeit, besonders des 18. Jahrhunderts, durch Erfindungen zweckdienlicher Einrichtungen bestimmte Arbeiten der Hand entzogen und der Maschine übertragen hatte und zwar mit recht auffälligen günstigen Erfolgen, lag es nahe, daß man auch Versuche anstellte, um der Hand das Nähen abzunehmen. Man strebte nach der Erfindung einer Nähmaschine, die an Stelle der Hand die Nadel durch den

Stoff führen sollte, um dabei den Faden nachzuziehen und eine dauerhafte Naht herzustellen. Diesem Ziele glaubte man einen Schritt näher zu kommen durch die Nadel selbst, welcher man eine andere Form gab. Der Deutsche Karl Weisenthal soll schon im Jahre 1755 die Nadel zweispitzig gestaltet haben, deren Ohr in der Mitte lag. Diese Nadel wurde durch mechanische Einrichtung abwechselnd einmal von oben und das andere Mal von unten durch den Stoff geführt. Der Erfolg dieser Weisenthalschen Maschine ist nicht bekannt, ebensowenig weiß man von denen der zweiten Nähmaschine, die nun folgt.

Den zweiten Versuch unternahm der Engländer Thomas Saint in Middlesex, welcher sich seine Nähmaschine im Jahre 1790 patentieren ließ. Von ihr ist eine Zeichnung überliefert worden, welche verrät, daß er die Naht mit einem Faden nach Art unseres Kettenstiches herstellen ließ. Die Maschine wurde mit einer Handkurbel getrieben. Ein Priemen stach das Loch



120. Drahtziehbank (Drehleier). a Gaspel, b Stahplatte, c Bange, d Anfang des Drahtes, e Regel, f Getriebe.

vor, und die Nadel stach nach und führte den Faden zu. Dann wurde die Nadel wieder zurückgezogen und der Stoff um Stichweite vorgeschoben. Diese Maschine sollte zur Herstellung von Schuhen und Stiefeln Verwendung finden, und tatsächlich befolgt man noch heute beim Ledernähen diesen von Saint angeregten Grundgedanken. Saint gebührt das Verdienst, das Maschinennähen nicht zu einer bloßen Nachahmung des Handnäehens gestalten zu wollen, welchem Fehler viele seiner Nachfolger verfielen. Aus diesem Grunde, und so lange sie dieser falschen Ansicht huldigten, blieben deren Versuche vergeblich. Trotz dieser gesunden Auffassung blieb aber auch Saints Erfindung zunächst ohne großen Erfolg.

Von mehreren Seiten wurde der nun einmal auf die Tagesordnung gekommene Gedanke einer brauchbaren Nähmaschine in die Wirklichkeit zu übertragen versucht. Der dritte in der Reihe dieser Erfinder, der einen wesentlichen Schritt vorwärts kam, war ein Tiroler von Geburt mit Namen Joseph Madersperger, der als ehrfamer Schneidermeister in



der Kaiserstadt Wien sein Brot verdiente. Er beschäftigte sich vom Jahre 1807 an mit dem Bau der Nähmaschine. Da er anfänglich auch dem falschen Bestreben nachging, das Handnähen nachzuahmen, blieben seine Versuche erfolglos. Als er diesen Wahn aufgab, vermochte er auch 1814 eine Nähmaschine in Gang zu bringen, an deren Verbesserung er bis zum Jahre 1839 unablässig arbeitete. Er kam bei der Ausführung auf den Gedanken Weisenthals zurück und verwendete dessen zweispitzige, mittelohrige Nadel. Er konnte jedoch nur einen Faden von 45 cm Länge auf einmal vernähen. Dann mußte er die Maschine anhalten und einen neuen Faden einziehen. Da dieser Faden zu nur 130 Stichen ausreichte, bot seine Erfindung so geringen Vorsprung dem Handnähen gegenüber, daß der erwartete Erfolg seiner Erfindung vollständig ausblieb.

In den dreißiger und vierziger Jahren unseres Jahrhunderts wurden in England, Amerika und Frankreich wohl 30 Nähmaschinen zur Patentierung angemeldet. Von allen diesen verdient nur diejenige besondere Erwähnung, die ein armer Schneider Namens Barthélemy Thimonnier zu St. Etienne in Frank-

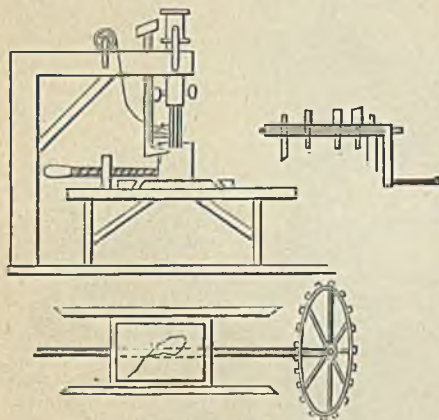


121. Durchstoßen der Nadeln.

reich im Jahre 1830 gefertigt hatte. Seine erste Maschine baute er aus Holz. Die Nadel besaß an ihrer Spitze einen Haken, mit welchem sie den Faden, der unter dem Stoffe lag, heraufzog und zwar in Gestalt einer Schlinge. Während nun der Stoff vorrückte, stach die Nadel wieder von oben durch. Unten wurde ihr abermals der Faden zugeführt, der in Schlingenform heraufgezogen und durch die vorherige Schlinge geführt wurde. Diese einfädige Naht entsprach also ganz unserem Kettenstiche (Abb. 123 u. 124). Der dauernde Erfolg blieb aber auch bei ihm aus, und nur vorübergehend erlebte er freudige Stunden

mit seiner Erfindung. Seine Schicksale waren so wechselvoll und traurig, daß man mit tiefem Mitgeföhle seinen Lebenslauf verfolgt. Er sei hier kurz erzählt, zumal die französischen Schriftsteller diesen ihren Landsmann als den Erfinder der Nähmaschine preisen, obwohl nachgewiesenermaßen Howe keine Kenntnis von ihm besaß.

Thimonnier war 1793 geboren worden und lebte als armer Schneidermeister in St. Etienne. Seinem Geschäfte stand er nicht mit besonderem Fleiße vor. Durch ein aufbrausendes Wesen verdarb er sich die Kundschaft. Er verfiel in große Armut. Manche hielten ihn für übergeschnappt, weil er, statt ehrsam zu arbeiten, einer fixen Idee nachging. Und diese bestand in dem Gedanken an die Erfindung der Nähmaschine. Er war ihm gekommen durch den Gebrauch der großen Schneidermeister, ihre Näharbeiten den Landbewohnern mit ins Haus zu geben. Vier Jahre arbeitete er an



122. Nähmaschine von Thomas Satnt (1790).

seinem ersten Modelle, und endlich im Jahre 1830 war die erste Nähmaschine, ganz aus Holz gebaut, fertig. Durch das Bestreben, seine Erfindung bekannt zu machen, bekam sie auch ein Regierungsbeamter zu Gesicht. Der erkannte ihren Wert und bewog Thimonnier, mit ihm nach Paris überzusiedeln, damit sie dort in Gemeinschaft die Erfindung ausbeuten. Im Jahre 1831 schon betrieben sie in einem Hause 80 solcher hölzerner Nähmaschinen, auf denen Kleidungsstücke für das Militär angefertigt wurden. Doch noch in demselben Jahre

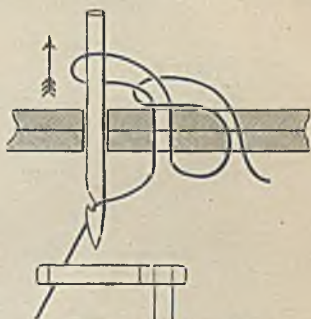
fand ihr Geschäft ein schreckliches Ende. Die Pariser Schneidergesellen glaubten sich in ihrem Erwerbe bedroht, und noch aufgeregert von dem revolutionären Geiste jener Jahre, rotteten sie sich zusammen, erstürmten das Haus, zerstörten sämtliche Maschinen und bedrohten sogar Thimonnier. Dieser seines Lebens nicht mehr sicher, floh und war wieder arm wie zuvor. Im Jahre 1834 kehrte er mit einer verbesserten Maschine wieder nach Paris zurück, um von neuem ein Geschäft zu gründen. Doch getraute sich kein einziger, sich mit ihm zu verbinden, sein früherer Geschäftsfreund aber war gestorben, und so verließ er Paris ärmer wie zuvor; denn die Bekehrkosten seiner Heimreise erwarb er sich unterwegs dadurch, daß er das Modell seiner Nähmaschine gegen Geld sehen ließ. Doch alle diese schlimmen Erfahrungen konnten ihn nicht mehr entmutigen; er baute und besserte weiter, verkaufte auch einige Maschinen und fand endlich im Jahre 1845 einen Mann Namens Magnin, der ihm



Geld vorstreckte zur Errichtung einer Maschinenbauanstalt. Im Jahre 1848 wurden die verbesserten Maschinen fertig; sie waren aus Eisen, kosteten nur 50 Frank das Stück und nähten 300 Stiche in der Minute. Doch wiederum brachen politische Stürme über Frankreichs Hauptstadt herein, die 48er Februarrevolution zertrümmerte alle ihre Hoffnungen und machte beide wieder bettelarm. Thimonnier sah sich gezwungen, sein Patent für eine Kleinigkeit an eine englische Gesellschaft in Manchester zu verkaufen. Er sandte ein Modell auch in die Weltausstellung zu London 1851. Es kam jedoch zu spät an; die Preisrichter hatten die Auszeichnungen bereits verteilt. Der einzige Trost seines freudlosen Alters war die Auszeichnung mit einer Medaille erster Klasse, die er auf der Pariser Weltausstellung 1855 erhielt. Doch konnte sie ihm irdischen Nutzen nicht mehr bringen, da inzwischen die amerikanische Erfindung der Nähmaschine die feinige überholt hatte. Die Arbeit und Mühe, alle Sorgen und Entbehrungen seines ganzen Lebens waren vergebens gewesen; ohne irgend welche Erfolge zu ernten, zog er sich in seine Heimat zurück, gebrochen und arm. Er starb im Jahre 1857 im Alter von 64 Jahren im Armenhause.

Unangenehm gestaltete sich das Schicksal desjenigen, der mit seiner Erfindung Thimonnier um den wohlverdienten finanziellen Erfolg brachte; dessen Nähmaschine jedoch unabhängig von dem Modelle Thimonniers gebaut wurde; der den Grundgedanken einer brauchbaren und sich bewährenden Maschine richtig erfaßte und ausführte; der bahnbrechend allen weiteren Verbesserungen voranging und von uns als der Erfinder der Nähmaschine gepriesen wird. Es war ein junger Amerikaner, Elias Howe junior. Obwohl anfänglich auch viele Jahre hindurch mit Widerwärtigkeiten kämpfend, sorgend und hungernd, so lachte ihm doch zuguterletzt ein sonniger Lebensabend, und eine Betrachtung seiner Lebensschicksale und seiner Erfindung vermag man erfreulicherweise mit dem Gefühle der Befriedigung abzuschließen, daß in diesem Falle doch endlich einmal ein verdienstvoller Erfinder den Lohn und die Anerkennung gefunden hat, die ihm gebühren. Und dieses angenehme Gefühl wird sich noch steigern bei der Wahrnehmung, daß die Pläne habgieriger Menschen, ihn seiner Erfolge zu berauben, durch selbstlose Unterstützung treuer Freunde, wenn auch nach vielen Mühen, vereitelt wurden.

Elias Howe wurde am 10. Juli 1819 zu Spencer in Massachusetts geboren. Sein Vater war ein Farmer und ein Müller, der nicht auf



123. Bildung des Kettenstiches.



124. Der Kettenstich.

einen Überfluß von irdischen Reichtümern blicken konnte. Er zwang seine Kinder schon sehr frühzeitig, ihn bei seiner Arbeit hilfreich zu unterstützen. Elias mußte bereits vom sechsten Lebensjahre an kräftig mit zugreifen. Die Schule konnte er nur zur Winterzeit besuchen. So wuchs er unter drückenden Verhältnissen auf. In seinem 17. Lebensjahre beschloß er, einen Beruf zu erlernen. Er wurde Mechaniker und Maschinenbauer und trat in der Stadt Lowell in die Lehre, die damals den Ruf einer durch ihre Maschinenbauanstalten rasch aufblühenden Stadt genoß. Er half haupt-

sächlich beim Bane von Spinnmaschinen und Webstühlen. Nach zwei Jahren wurde er wegen Arbeitsmangel entlassen, und er wandte sich nach Cambridge. Hier blieb er nur kurze Zeit, um in die Lehre zu dem sehr geschickten Mechaniker Ary Davis in Boston zu treten. Bei diesem Manne hörte er eines Tages ein Gespräch an, welches entscheidend war für seine Zukunft.

Die Veranlassung zu diesem Gespräch wird in verschiedenen Schreibarten erzählt. Bald heißt es, Davis habe sich mit der



125. Elias Howe.

Anfertigung einer Strickmaschine zur Herstellung von Fischerneßen abgequält. Bald soll er sie im Auftrage eines reichen Mannes zu bauen gehabt haben. Kurzum, die Strickmaschine wollte ihm nicht gelingen, und ärgerlich rief er aus: „Ach was, ich werde mich nicht länger mit dem albernem Dinge abmartern. Da will ich doch lieber eine Nähmaschine bauen!“ Darauf erwiderte der Freund: „Eine Nähmaschine, wenn du die erfinden könntest, so bürgere ich dir dafür, daß du in kurzer Zeit ein reicher Mann sein wirst.“ Dieses Gespräch hat Davis gewiß bald vergessen gehabt und seinen Inhalt wohl nie ernstlich aufgefaßt. Einen um so

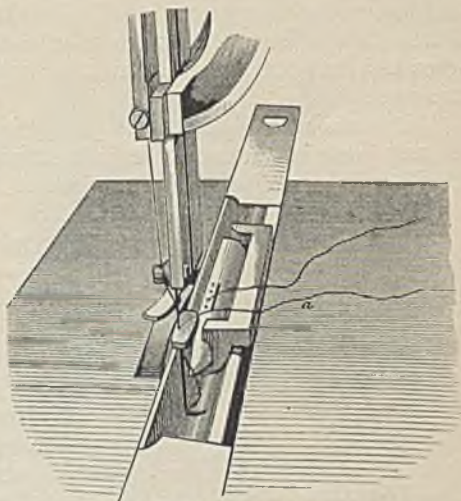


tieferen Eindruck hatte es aber in dem scheinbar achtlos beiseite stehenden Howe hervorgerufen. Der Entschluß, sich mit Leib und Seele dieser Erfindung zu widmen, stand von diesem Augenblicke an unumstößlich fest, und er hat nicht geruht noch gerasstet, bis sie ihm gelungen war.

Als Howe im Jahre 1840 mündig geworden war, verheiratete er sich. Er verdiente 9 Dollar in der Woche. Trotzdem er nun für seine Familie zu sorgen hatte, verwendete er jeden Groschen, den er nur erübrigen konnte, an die Ausführung seines Planes. Frau und Kind mußten darunter leiden, Armut und Hunger hielten ihren Einzug. Und immer sann und tüftelte er weiter, probierte und versuchte er es auf eine andere Art. Daß er mehrere Jahre ganz vergeblich arbeitete, lag an der verkehrten Ansicht, die Nähmaschine müsse das Nähen mit der Hand getreulich nachahmen. Darum gelang ihm nichts. Seine Freunde verspotteten ihn, die Kollegen verhöhnten ihn, die Frau überhäufte ihn mit Vorwürfen und grämte sich, weil sie glaubte, er würde irrsinnig werden oder müßte es schon sein. Sie vergoß manche Thräne in dem engen, kleinen Dachstübchen.

Einst beobachtete Howe sehr aufmerksam einen Weber bei der Arbeit. Da stieg in ihm der Gedanke auf, ob es denn durchaus notwendig sei, das Nähen genau in derselben Weise auszuführen wie mit der Hand; ob man nicht auch eine Naht herstellen könne mit zwei Fäden, die durch eine ähnliche Einrichtung wie das Weberschiffchen miteinander verbunden werden können? Dieser Gedanke leuchtete ihm ein, und er brachte die

Lösung der schwierigen Frage. Für seine letzten Groschen kaufte er sich die notwendigen Materialien, und emsig begann er zu arbeiten und zu wirken, bis eine Maschine dieser Bauart fertig war. Sie bestand aus Holz. Er führte die erste Naht mit ihr aus. Wangen Herzens prüfte er sie, und siehe da, sie war fest und untadelig. Da herrschte eitel Freude im Dachstübchen.



126. Schiffchenmaschine.

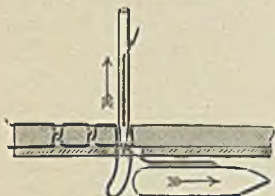


127. Das Schiffchen.

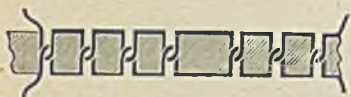
Die Erfindung einer brauchbaren Nähmaschine war vollbracht. Das war im Jahre 1844. Das Ende der Not brachte sie aber nicht mit, wie wir bald hören werden.

Manche Meider sagen zwar, die Howesche Nähmaschine sei nur eine Nachahmung einer bereits früher von Walter Hunt gebauten gewesen, der sie 1834 patentieren ließ und die auch mit einem Weberschiffchen arbeitete und den Doppelsteppstich ausführte (Abb. 129). Dem ist entgegenzuhalten, daß die Huntsche Maschine jedenfalls noch unvollkommen war, daß ihr der eigene Erfinder keinen Wert beimaß und sie achtlos in einer Ecke seiner Werkstatt stehen ließ, und daß Howe gar nicht in die Lage gekommen ist, sie kennen zu lernen.

Der erlösende Grundgedanke der Howeschen Nähmaschine ist derselbe, der noch heute in den meisten unserer Nähmaschinen wieder zu finden ist. Sie ist erstlich eine Zweifadenmaschine. Der obere Faden wird durch



128. Bildung des Doppelsteppstiches.



129. Der Doppelsteppstich.

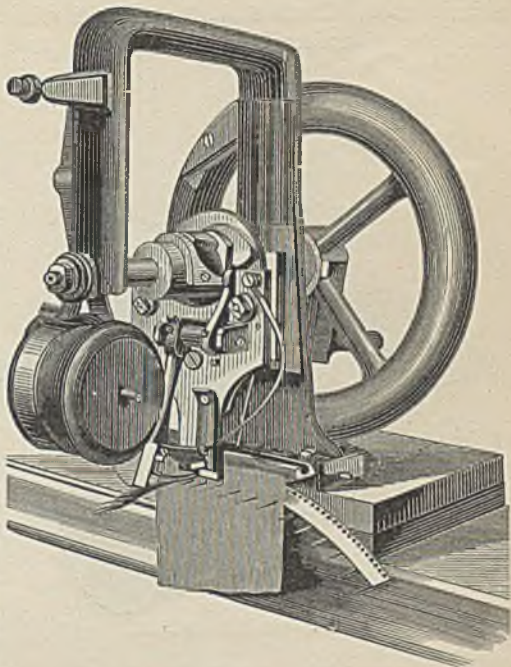
die Nadel zugeführt und der untere mittels des Schiffchens. Die Nadel hat das Ohr vorn an der Spitze. Sie sticht durch den Stoff weit durch und führt den Faden mit nach unten, ein Stück unter den Stoff. Wenn nun die Nadel zurückgeht, legt sich der aus dem Stoffe nach unten hervorragende Faden zunächst um und bildet eine Schlinge. Kaum hat sich die Schlinge gebildet, so fährt das Schiffchen durch dieselbe (Abb. 128). Im Schiffchen liegt eine Spule mit aufgewickeltem Faden (Abb. 127), der sich beim Durchfahren der Schlinge abwickelt und also in der Schlinge liegen bleibt. Hebt sich nun die Nadel noch weiter aufwärts, so zieht sie auch den oberen Faden nach oben, die Schlinge unter dem Stoffe verschwindet. Läge nun der untere Faden aus dem Schiffchen nicht in der Schlinge, so würde der obere Faden vollständig wieder nach oben aus dem Stoffe herausgezogen, und eine Naht könnte nie entstehen. So aber hält der untere Faden den oberen fest, und es ist an dieser Stelle eine dauernde Verbindung entstanden. Während die Nadel nun in ihrer obersten Stellung einen Augenblick ruht, schiebt eine besondere Vorrichtung den Stoff um eine Stichlänge vorwärts, und das Schiffchen kehrt in seine ursprüngliche Lage wieder zurück, den Faden zum Teil mitziehend. Nun erfolgt der zweite Stich der Nadel, die zweite Schlinge wird gebildet, das Schiffchen fährt abermals durch u. s. w. Auf diese Weise entsteht eine feste Naht, die uns unter dem Namen Doppelsteppstich bekannt ist (Abb. 129).

Das erste Modell dieser Maschine hatte Howe also 1844 aus Holz gefertigt. Nun galt es, einige andere aus dem dauerhafteren Eisen zu



erbauen und für ihr Bekanntwerden zu sorgen. Dazu gehörte aber Geld. Und das besaß Howe nicht. Er fand aber einen alten Schulfreund, den Holz- und Kohlenhändler George Fischer, der Howe in sein Haus aufnahm und ihn mit Geld unterstützte. Jetzt baute er eine eiserne Maschine, die 300 Stiche in der Minute fertigte. Sie wollte er nun von einem Schneidermeister probieren und empfehlen lassen. Doch der erste schalt ihn einen Thoren, der zweite lachte ihn aus, der dritte verhöhnzte ihn, der vierte schimpfte ihn einen frechen Neuerer, der fünfte gab ihm den gutgemeinten Rat, von seiner Erfindung keinen Gebrauch zu machen, damit die Tausende braver, tüchtiger Schneider nicht brotlos würden; der sechste drohte mit einem Aufstande der Schneidergesellen, und so ging es fort. Dann bat er den Inhaber eines Konfektionsgeschäftes, seine Maschine in dessen Schaufenster ausstellen zu dürfen. Er veranstaltete ein Wettnähen, und seine Maschine siegte glänzend über fünf der geübtesten Näherinnen. Aber niemand wollte sie kaufen. Allen war der geforderte Preis von 300 Dollar zu hoch. Er nahm ein Patent auf seine Erfindung und bot es zum Verkaufe aus. Niemand wollte es erwerben. Zu allen diesen Mißerfolgen mußte nun auch noch Fischer erklären, daß er außer den bisher geopfertem 5000 Dollar nichts mehr geben könne, wolle er sich nicht selbst ruinieren und an den Bettelstab bringen. Mißmutig und verzweifelt verließ er dessen Haus und suchte mit Weib und Kind Zuflucht bei seinem alten Vater, der in der Nähe von Boston wohnte.

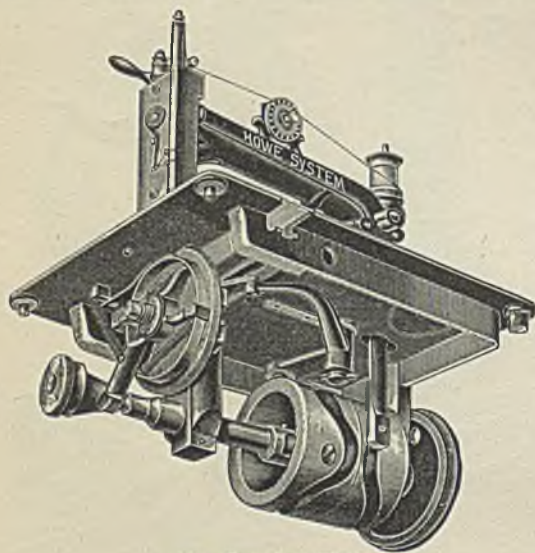
Hier war es sein jüngerer Bruder Amasa, der dem entmutigten Erfinder Trost zusprach und neue Hoffnungen weckte. Er wies ihn darauf hin, daß außer Amerika doch noch andere Länder da seien, in denen er sein Glück versuchen könne, und erbot sich schließlich, selbst nach England zu reisen, um dort die Maschine zu verwerten. Im Oktober des Jahres



130. Elias Howes Nähmaschine (1846).

1846 führte Amasa auch die Reise aus. Er bot die Erfindung in England aus, doch kaufte sie ihm niemand ab. Seine geringe Barschaft war bald aufgezehrt, und die Not zog bei ihm ein. Sie zwang ihn auch, ein ungünstiges Kaufgebot anzunehmen. Ein Fabrikant in Cheapside Namens William Thomas zahlte 250 Pfund Sterling und erwarb dadurch die Maschine für ganz England. Mündlich versprach er zwar noch, für jede verkaufte Maschine 3 Pfund Sterling an Howe zu entrichten. Doch hat er diese Zusage nie eingehalten, obgleich er selbst in Folge des von ihm erworbenen Patentes für jede in England erbaute Maschine 2 Pfund Sterling Prämie erhob. Thomas wurde bald ein reicher Mann, Howe aber blieb arm. Der Charakter des Thomas wird durch die Behandlung, die er

Howe persönlich zufügte, in das rechte Licht gerückt. Thomas wollte die Maschine nämlich für die Korsettfabrikation umgeändert wissen. Er bewog daher Howe, nach England zu kommen, um diese Änderung durchzuführen. Howe reiste samt seiner Familie und erhielt einen Wochenlohn von 3 Pfund Sterling. Nachdem die Arbeit gelungen war, bedurfte Thomas des Erfinders nicht mehr. Bei der ersten besten Gelegenheit entließ er ihn, und



131. Neue Howe-Maschine.

Howe geriet in die bitterste Not. Nur um die Kosten für die Heimreise zu erschwingen, versetzte er in England sein amerikanisches Patent. Müde und gebrochen langte er in seiner Heimat an; er mußte sein dürftiges Brot in einer Maschinenbauanstalt als gewöhnlicher Arbeiter verdienen. Sein geplagtes Weib aber konnte weitere Entbehrungen nicht länger ertragen, sie unterlag den Sorgen und kummervollen Stunden und starb 1849 an Muzzebrung.

Während der Zeit, da Howe in England weilte, war er in Amerika vergessen worden, doch nicht seine Erfindung. Sie hatte im Gegenteile große Anerkennung und Verbreitung gefunden, nur Howe wußte nichts davon. Ein schlauer Kopf und rühriger Mann, Isaaq Merit Singer, früher Direktor einer herumziehenden Schauspieltruppe, hatte die Bedeu-



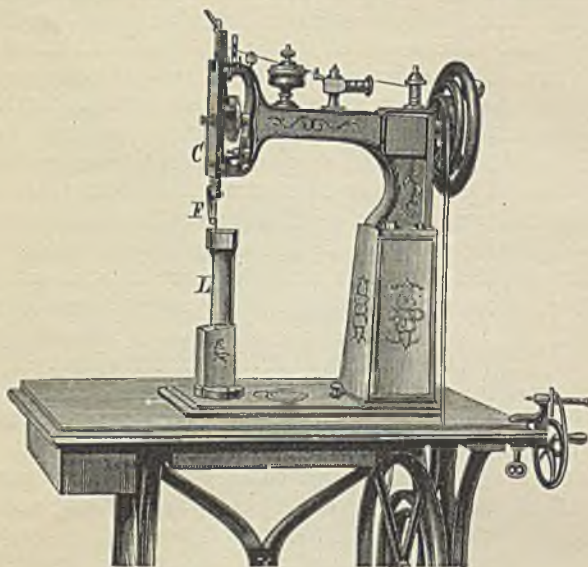
tung der Erfindung erfaßt, ihre Einrichtung studiert, einige unwesentliche Änderungen angebracht und nun eine Fabrik gegründet, in der zahlreiche Nähmaschinen hergestellt wurden. Er sorgte dafür, daß Zeitungen und Zeitschriften die Erfindung bekannt machten, und in Folge dieser großen Reklame kamen bald zahlreiche Käufer herbeigeeilt. Singer war auf dem Wege, mühelos die Millionen in kürzester Zeit zu ernten, von denen Howe in seiner Jugend geträumt hatte.

Durch einige Freunde wurde Howe auf diesen veränderten Stand der Dinge aufmerksam gemacht. Er gewann das Vertrauen eines reichen Mannes Namens Bliß. Derselbe streckte ihm alle nötigen Gelder vor, mit denen Howe erstlich seine Schulden an Fischer abzahlte, ferner sein Patent in England einlöste und endlich gegen Singer und alle Nachahmer seiner Erfindung einen großartigen Rechtsstreit eröffnete. Lange schwankte die Entscheidung hin und her. Ungeheueres Aufsehen erregten die beiderseitigen Anstrengungen. Endlich entschied das Recht für Howe; ihm wurde die Ehre der Erfindung öffentlich zugesprochen. Nun hatte die bittere Not ihr Ende erreicht, und das frische Morgenrot einer besseren Zeit brach an. Howe erhielt für jede in Amerika gefertigte und noch zu fertigende Maschine eine bestimmte Abgabe, und selbst für jede von auswärts eingeführte wurden ihm 5 Dollar entrichtet. Er wurde nun schnell ein reicher Mann. Schon im Jahre 1860 verzichtete er auf die Abgabe, da er ein hinreichendes Vermögen besaß. Im Jahre 1862 gründete er eine großartige Nähmaschinenfabrik, in welcher er selbst noch immer unablässig an Verbesserungen arbeitete. Nicht lange war es ihm vergönnt, die Früchte seiner Erfindung zu genießen. Schon 1867 starb er, am 8. Oktober, in Spencer, ein Vermögen von mehreren Millionen hinterlassend. Kurz vor seinem Tode konnte er sich noch der seltenen Auszeichnung erfreuen, daß ihm anlässlich der Pariser Weltausstellung vom Jahre 1867 das Großkreuz der Ehrenlegion zuerkannt worden war.

Dem bereits erwähnten J. M. Singer darf aber doch das Verdienst nicht abgesprochen werden, daß er für die Verbreitung der Nähmaschine und auch für wesentliche Verbesserungen nicht Unbedeutendes geleistet hat. Ihm haben sich hinsichtlich der Vervollkommnung noch zahlreiche andere Fabrikanten angeschlossen, deren Verdienste und Namen hier nicht alle aufgeführt werden können. Man vergegenwärtige sich nur die Einrichtung der Howeschen Maschine und vergleiche sie mit der heute vor uns stehenden, um wahrzunehmen, welchen großen Veränderungen jene unterworfen worden ist. Freilich, in einem Punkte sind sie alle der Howeschen Maschine gleich geblieben, nämlich in der Art und Weise der Stichbildung. Sie bildete den Grundgedanken, auf dem alle weiteren Erfindungen aufgebaut wurden, und daß Howe diese Schwierigkeit löste, dadurch wurde seine Erfindung bahnbrechend, darum gebührt ihm hohe Anerkennung, darum nennen wir ihn den Erfinder der Nähmaschine.

An Howes Maschine stach die Nadel in wagerechter Richtung; eine Platte, auf welcher der Stoff ruhte und von welcher er fortgeschoben werden

konnte, war nicht vorhanden. Der Stoff wurde von einem Zahnrade erfaßt und vermittelst Drehung durch eine gezahnte Stange vorwärts geschoben. War diese Zahnstange ihrer Länge nach abgelaufen, so mußte die Maschine in Stillstand versetzt werden, bis man diese Zahnstange erst wieder zurückgedreht hatte; dann konnte man weiter nähen, nachdem man den Stoff von neuem daran befestigt hatte. Doch war man nur imstande, gerade Nähte zu vollziehen, Krümmungen und Bogen waren unmöglich. Singer ersetzte die Zahnstange zuerst durch ein gezahntes Schubrad, das von unten her den Stoff erfaßte und durch eine kurze, stückweise Drehung den Stoff um Stichlänge forttrug. Wilson verwarf auch dieses Schubrad

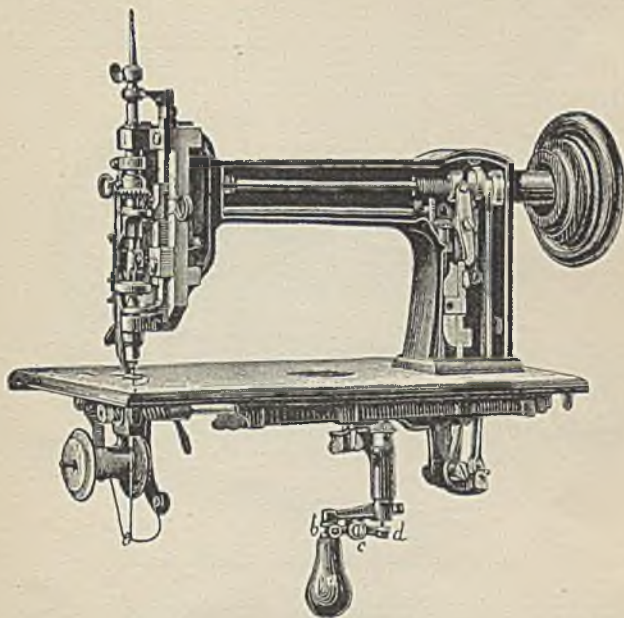


132. Säulennähmaschine für Schuhmacherel.

und führte eine kleine, gezähnte, rechteckige Platte ein, den Stoffchieber. Er war in der Bodensfläche der Nähmaschine versenkt, hob sich nach dem Stiche heraus, hob den Stoff mit, schob ihn um Stichlänge vorwärts, worauf er wieder in seiner Versenkung verschwand, um das Spiel von neuem zu beginnen. Wickersham erfand den Preßfuß, den man um die Nadelachse drehen kann, so daß man den Stoff nach jeder beliebigen Richtung hinschieben lassen kann. Wilson fügte seinen Maschinen dann die Greifer hinzu, und so reihte sich Verbesserung an Verbesserung und Erfindung an Erfindung. So wie man in der eben geschilderten Weise die Frage der Erfassung, Festhaltung und Fortschiebung des Stoffes zu lösen bestrebt war, so versuchte man mit gleichem Eifer andere Teile der Nähmaschine zu verbessern. Der Nähnaedel selbst hat man die verschiedensten



Formen, Spitzen, Öhre, Stärken u. a. gegeben; das Schiffchen hat mannigfache Umänderungen durchmachen müssen (z. B. das Ringschiffchen); den Antrieb durch die Hand gestaltete man um und schuf Maschinen mit Fußbetrieb, ja auch solche, die durch Dampfkraft oder durch elektrischen Strom in Bewegung gesetzt werden. Unsere hochentwickelte Bekleidungsindustrie stellt heute noch tagtäglich gesteigere Ansprüche an die Leistungsfähigkeit der Nähmaschine. Man verwendet immer mehr solche Maschinen, die möglichst schnell nähen und in kurzer Zeit viel Arbeit verrichten. Begnügte man sich früher mit einer Leistung von 300—400 Stichen in einer Minute,

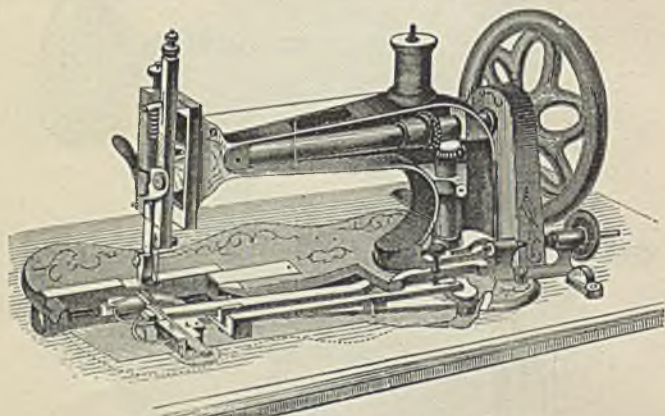


133. Kurbelstichmaschine.

ja staunte man diese Leistungsfähigkeit sogar als etwas Unerhörtes an, so verlangt man heute mindestens 800—1000 Stiche in 1 Minute, und bei Dampfbetrieb muß dieses Ergebnis bis zu 2000 Stichen in 1 Minute erhöht werden.

Die Umgestaltung neuerer Nähmaschinen hat sich ferner auch darauf gerichtet, ihre Verwendbarkeit auf immer größere Wirkungskreise auszudehnen. Hatte schon Howe im Auftrage von Thomas seine Maschine dahin geändert, daß sie auch zur Korsettfabrikation benutzt werden konnte, so trachteten die anderen Fabrikanten ebenfalls danach, der Nähmaschine neue Gebiete zu erobern. Und weil dieses Streben in einem hohen Maße von Erfolg begleitet gewesen ist, darum ist die Maschine in verhältnismäßig kurzer Zeit zu so

hoher Beliebtheit und großer Verbreitung gelangt. Noch hat ihre Erfindung erst vor wenig Jahren das Jubiläum des 50 jährigen Bestehens feiern können, und doch schätzt man die Anzahl der heute im Betriebe befindlichen Maschinen auf mehr als 20 Millionen. Und wie reichhaltig ist auch ihre Verwendbarkeit geworden. Wir begegnen heute Nähmaschinen, die für die vielen verschiedensten Stichtarten eingerichtet sind, z. B. für Reihstich, Kettenstich, Schnurstich, Doppelsteppstich, Zickzackstich, Kagenstich, Kreuzstich, Grätenstich, Bogenstich, Quadratstich, Hohlraumstich und andere Abarten; es giebt Einfaden-, Zweifaden- und Mehrfadenmaschinen; solche für handwerksmäßigen Betrieb und sogenannte Familienmaschinen; die verschiedenen Arten können Säumen, Klappen, Schnuraufnähen, Schnureinnähen, Kräufeln, Bandaufnähen, Bändeinsassen, Plissieren, Bierstichnähen, Sticken, Knopflöchernähen, Knopfnähen und noch vieles andere; sie finden



134. Stüternähmaschine für den Familiengebrauch.

auch Verwendung bei der Herstellung von Strohhüten, Handschuhen, Schuhen, Leder- und Sattlerarbeiten, in den Werkstätten des Kürschners, Trikotarbeiters, Hut- und Mützenmachers, Portefeulliers und anderer. Wer vermöchte sie alle zu nennen, denen der Segen dieser Erfindung zu gute kommt?

Wie groß ist außerdem noch die Zahl derjenigen Menschen, die durch das Bauen der Nähmaschine selbst zu einer lohnenden Beschäftigung gekommen sind? Ein ganz neuer Fabrikationszweig ist von Howe gegründet worden, der sich zunächst im Vaterlande des Erfinders, in den Vereinigten Staaten Nordamerikas, ausbreitete. Dort entstanden in rascher Aufeinanderfolge Nähmaschinenfabriken von ganz bedeutender Ausdehnung, und heute noch sind die größten derartigen Unternehmungen in Amerika anzutreffen. Allen voran steht die Fabrik von Singer u. Co., die jährlich allein etwa 600 000 Maschinen verfertigt. Die Verbreitung und Herstellung der



Nähmaschinen blieb selbstverständlich nicht auf Amerika beschränkt. Hatte Howe selbst schon seine erste Maschine in England eingeführt, so eroberte sie sich auch bald das europäische Festland. Langsam zwar war anfänglich ihr Eindringen in die Alte Welt; viele und hartnäckige Vorurteile und kurzfristige Anfeindungen hatte sie in Menge zu bekämpfen; am meisten Widerstand bereiteten ihr die Schneidergesellen. Doch unaufhaltsam drang sie weiter vor; ein Beweis dafür, daß sie einem längst empfundenen Bedürfnisse entsprach. Bald entstanden in Deutschland auch Nähmaschinenfabriken, die ersten in Leipzig und Hamburg. Heute bestehen in Deutschland gegen 60 derartige Anstalten, in denen über 16 000 Arbeiter beschäftigt werden. Deutschland hat sich in der Nähmaschinenfabrikation eine derartige Stellung erobert, daß es gleich hinter Nordamerika eingereicht werden muß. Außer diesen in der Fabrikation beschäftigten Leuten haben sich noch zahlreiche andere einen sicheren Erwerbzweig durch einen lohnenden und sehr in Schwung gekommenen Handel mit Nähmaschinen aller Bauarten geschaffen.

So hat Howe mit seiner Erfindung zahlreiche Erwerbzweige neu begründet; alte, schon bestehende, insbesondere die Bekleidungsindustrie in einen großartigen Aufschwung versetzt; lohnende häusliche Beschäftigung wieder erweitert; zur Verbilligung zahlreicher, ja fast aller Bekleidungsmitel beigetragen und überhaupt die Volkswohlifahrt nicht unwesentlich gefördert. Sein Name sei darum in dankbarer Erinnerung nie vergessen.

## Erfindung des Glases und des Porzellans.

---

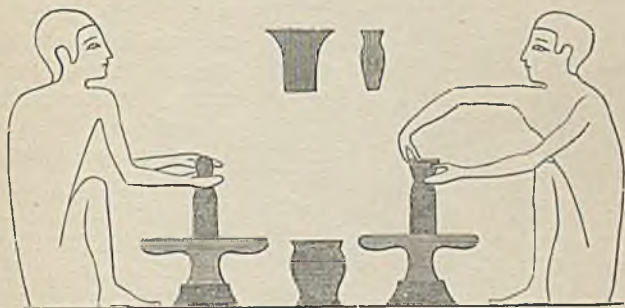
Wenn man einmal durch schlammiges Erdreich geht, so kann man beobachten, daß die Fußspuren in dem Schlamm zu sehen sind. Diese Abdrücke bleiben auch dann noch bestehen, wenn der Schlamm trocknet. Während aber im trockenen Zustande der eine Abdruck zerfällt, hält sich der andere lange Zeit. Das hängt von der Beschaffenheit des schlammigen Erdreiches ab. Je fetter es ist, desto besser hält sich die Form, und als eine derartig fette Erde ist uns der Thon bekannt. Der Thon läßt sich also in feuchtem Zustande beliebig formen, und diese Form behält er bei, wenn er trocken wird. So gut, wie wir diese Beobachtung heute noch machen können, ebensogut ist sie von den allerersten Menschen wahrgenommen worden. Darum haben wir das Alter der Töpferei wohl so hoch zu schätzen wie das Alter der Menschheit selbst. Das Herstellen von thönernen Gefäßen ist jedenfalls eine der ersten Beschäftigungen der Menschen gewesen. Thatsächlich hat man tief im Schlamm des Niles Scherben von Thongefäßen gefunden, deren Alter die Gelehrten auf 13000 Jahre berechnen. Und ein Bedürfnis nach Gefäßen war ja auch von jeher vorhanden. Bei den alten Griechen entdeckte man Gefäße, die zur Aufbewahrung von Vorräten dienten; andere, in denen man etwas mischte; andere, mit denen man schöpfte; eine vierte Art zum Trinken und eine fünfte zur Benutzung beim Essen. Der Gebrauch vieler Völker, ihre Toten zu verbrennen und die Asche in Urnen aufzubewahren, war ebenfalls eine Anregung zur Anfertigung thönerner Gefäße.

Weiß man nun zwar, daß die Töpferei sehr frühzeitig bekannt ist, so vermag man doch keine Auskunft darüber zu geben, von welchem Volke sie erfunden worden ist. Die griechische Sage bezeichnet zwar einen Töpfer Butades zu Korinth als den Erfinder. Doch mißt dieser Sage niemand Bedeutung bei. Die altjüdische Darstellung der Schöpfung der Welt läßt den ersten Menschen aus einem Erdenklöße geformt erschaffen werden. Jesus Sirach schreibt (39, 32): „Also ein Töpfer, der muß bei seiner Arbeit sein und die Scheibe mit seinen Füßen umtreiben . . . Er muß mit seinen Armen aus dem Thon sein Gefäß formieren . . . Er muß denken, wie er es sein glasiere, und früh und spät den Ofen fegen.“



Aus diesen Worten ist zu ersehen, daß die Kunst des Töpfers bei den Israeliten zu ziemlich hoher Stufe entwickelt war. Dieses Buch ist etwa 130 v. Chr. geschrieben worden. Vermutlich haben die Juden diese Kunst von den nahen Ägyptern kennen gelernt, mit denen sie ja in regem Verkehr standen. Auf alten ägyptischen Abbildungen sind Töpfer zu sehen, die mit freier Hand oder auf der Drehscheibe Waren verfertigen (Abb. 135) und im Ofen brennen. Und in den Grabkammern der Pyramiden hat man kleine Mumienbilder gefunden, die mit einer blaugrünlischen Glasur überzogen sind. Demnach haben die Ägypter auch bereits das Glasieren gekannt.

Die allerersten Thontwaren hat man vermutlich nicht gebrannt, sondern nur an der Luft getrocknet. Das Brennen in einem besonderen Ofen ist aber jedenfalls sehr bald angewendet worden, wie aus dem oben Gesagten von den Ägyptern und Juden zu ersehen ist. Man hat also schon in frühesten Zeiten dieselben Handgriffe und Arbeiten ausgeführt und dieselben Werkzeuge und Einrichtungen benutzt, wie wir sie im all-



135. Altägyptische Töpfer.

gemeinen auch bei dem heutigen Töpfer beobachten können. In der langen Zeit, die von jenen bekannten Anfängen der Töpferei bis in unsere Tage verfloßen ist, hat also im wesentlichen das Aussehen der Töpferwerkstatt sich wenig geändert, wie auch aus nachstehendem Bilde Jost Ammans zu ersehen ist, das aus dem sechzehnten Jahrhundert stammt (Abb. 136). Auf dem Felde wird der Töpferthon gegraben. In einer Grube, dem sogenannten Sumpfe, weicht man ihn ein, knetet ihn mit den Füßen durch und läßt alle Steinchen, Wurzeln u. a. heraus. Dann formt man den Thon. Dazu benutzt man vielfach die Töpferscheibe. Sie steht senkrecht, hat oben einen runden Tisch und unten die runde Trittscheibe. Auf Letztere stößt der Töpfer mit dem Fuße und setzt sie dadurch in schnelle Drehungen. Der Tisch und der auf ihm liegende Thonklumpen drehen sich mit, wobei der Töpfer mit seinen beiden Händen dem Thone eine bestimmte Gestalt giebt. Zu schwierigen Formen benutzt er eine Schablone. — Es werden nicht alle Gegenstände auf der Töpferscheibe gedreht, z. B. die nicht kreisrund sind. Sie preßt man in Formen und verleiht ihnen auf diese Art ihre

Gestalt. Die geformten Gegenstände trocknet man an der Luft, nicht aber an der Sonne, weil ein schnelles Trocknen sie rissig machen würde. Dann setzt man sie in den Brennofen, in dem sie bei hoher Hitze hart wie Stein gebrannt werden. Manche Waren überzieht man mit einem glasartigen Überzuge. Zu diesem Zwecke taucht man sie in eine dünnflüssige



Mischung verschiedener Erden und Steine, die vorher klar gemahlen waren, und brennt sie nochmals in hoher Glut. Dabei schmilzt die Masse, und die Wände und alle Oberflächen der Ware sind mit einer dünnen Glasschicht überzogen, die man die Glasur nennt. Diese Arbeit bezeichnet man als das Glasieren, das, wie erwähnt, auch schon den ältesten Töpfern der Babylonier, Ägypter und Juden bekannt war.

Von den Ägyptern kam die Töpferkunst zu den Griechen, bei denen sie zu hoher Blüte gedieh. Auf der Insel Samos waren berühmte Töpfereien, und der Dichter Homer besingt eine solche in einem seiner Gesänge und beschreibt sie auf eine Art und Weise, daß man glauben könnte, er verherrlichte eine heutige Töpferei, so sehr stimmte jene alte mit einer der neuesten überein. Von Griechenland verbreitete sie sich nach Italien, und die Römer gründeten solche nicht nur in ihrem Vaterlande, sondern auch in

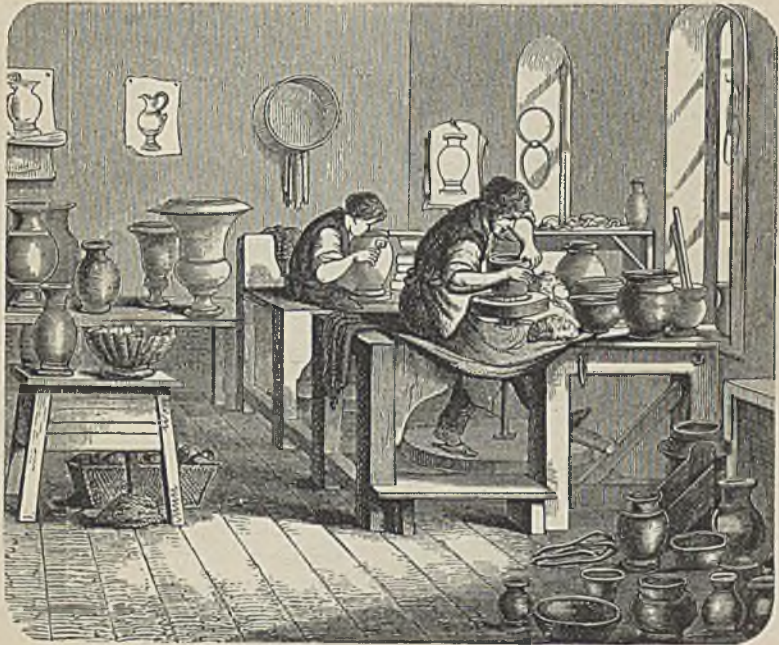
Den Leymen tritt ich mit meinem Fuß  
Mit Har gemischt, darnach ich muß  
Ein Klumpen werffen auff die Scheiben  
Die muß ich mit den Füßen treiben/  
Nach Krüg/ Häffen/ Rachel vñ Scherbe  
Thu sie denn glassurn vnd serben/  
Darnach brenn ich sie in dem Feuer/  
Corebus gab die Kunst zu Feuer.

186. Der Hafner (Töpfer) von Jost Amman.

ihren zahlreichen Ansiedelungen fremder Länder. So kam diese Kunst zu immer größerer Verbreitung im Abendlande. Doch war sie in etwas einfacherer Form auch hier schon vor der Römerzeit bekannt und ausgeübt. In den Gräbern der alten Germanen und Slawen finden sich zahlreiche Erzeugnisse der Töpferkunst: Gefäße, Urnen, Vasen, Lampen, Aschenkrüge, Henkelkrüge, Thränennäpfschen und andere eigentümliche Formen.



Die gewaltsamen Stürme der Völkerwanderung unterbrachen aber die ruhige Entwicklung der Töpferkunst. Die besseren Erzeugnisse und Werkstätten verfielen der Zerstörung, und man beschränkte sich nur auf die Herstellung der alltäglichen Gebrauchsgegenstände in einfachster Form. Zum zweitenmal mußte die Töpferkunst von den östlichen Ländern in Europa eingeführt werden. Dort hatte sie sich in ungestörter Weise erhalten und weiter entwickelt, und die Araber waren es, die sie durch Eroberung der pyrenäischen Halbinsel von dieser Seite her nach Europa brachten. Die Araber oder die Mauren errichteten in Spanien und



187. Arbeiten an der Töpferscheibe.

insbesondere auf der Hauptinsel der Balearen Mallorca oder Majorika berühmte Töpfereien, deren Erzeugnisse nach dieser Insel den Namen Majolika erhielten. Die Majolika war farbig bemalt und mit einer Zinnglasur überzogen. Nach dem Verfall der maurischen Kunst blühte sie in Italien auf, wo sich die Produkte der Stadt Faenza großes Ansehen erwarben. Dort erlernten die Franzosen die Töpferkunst, und nach jener italienischen Stadt erhielten diese Nachahmungen den Namen Fayence (spr. Fajangs). In Deutschland bildeten zuerst die Nürnberger die Majolika nach. Die erste derartige Töpferei gehörte der Familie Weit Hirschvogel. Weit Hirschvogel lebte von 1461—1525 in Nürnberg.

Er war besonders ein Glaser und fertigte vier Fenster an der Sebalduskirche zu Nürnberg. Er hatte zwei Söhne. Der jüngere wurde auch Glaser und Glasmaler, während Augustin später in Venedig die Töpferkunst erlernt hatte und nun in Nürnberg eine berühmte Töpferei gründete. Er starb 1560 in Wien. Die Hirschvogelkrüge waren der italienischen Majolika nachgeahmt, besaßen schöne Glasur, waren bunt bemalt und mit erhabenen Zierstücken belegt. Nun verbreitete sich die Töpferkunst auch in den benachbarten Staaten, z. B. in England und anderen, und überall versuchte man durch Anwendung neuer Rohstoffmischungen, durch andere



138. Die Formerei.

Verzierungen, Farben, Muster und Glasuren die Thonwaren vollkommener zu gestalten.

In Frankreich hat sich besonders ein Mann um die Herstellung guter Thonwaren große Verdienste erworben. Er heißt Bernhard Palissy. Er ist etwa 1510 in Frankreich geboren worden zu Chapelle-Viron im Departement Lot-et-Garonne. Dem Vater, einem armen Handarbeiter, fehlte es an den Mitteln, ihn eine Schule besuchen zu lassen. Aber aus eigenem Antrieb erwarb er sich ohne Lehrer die notwendigsten Kenntnisse. Nachdem er die Glasmalerei gelernt hatte, ging er auf die Wanderschaft und zog zehn Jahre kreuz und quer durch die Länder. Dann ließ er sich



in Saintes nieder, heiratete und trieb Glasmalerei. In seinem dreißigsten Jahre sah er eine schön glasierte Majolika, die vermutlich von Hirschvogel in Nürnberg stammte. Sofort faßte er den Entschluß, das Geheimnis der Glasur zu erforschen und ähnliche Thonwaren nachzumachen. Er kaufte irdene Töpfe, zerschlug sie, mischte ihre Erden und brannte sie in einem selbst errichteten Ofen. Er suchte Scherben bei Bekannten und Freunden, als ihm das Geld ausging, solche zu kaufen. Bald hatte er auch kein Feuerholz mehr; er ging in eine Ziegelei und ließ seine Töpfe dort mit brennen. Alles war umsonst, kein Topf zeigte die Glasur. Immer wieder machte er neue Mischungen und brannte sie in einem neuen Ofen. Er verbrannte dabei den Gartenzaun, Tische, Stühle, Bettgestelle, Thüren und Fenster seiner Wohnung. Tag und Nacht wich er nicht von seinem Ofen, und seine unermüdbliche Ausdauer wurde endlich von bestem Erfolge gekrönt: alle Gefäße waren mit seiner Glasur überzogen. Ein befreundeter Gastwirt gab ihm nun auf einige Zeit Kost und Wohnung und auch Geld, sich einen größeren Brennofen zu bauen. Doch derselbe hielt nicht aus, abermals wurde er enttäuscht. Doch rastlos strebte er weiter. Zehn Jahre hatte er gebraucht, den Schmelz zu erfinden, und schwer genug machte ihm die ungeduldige Frau sein Dasein. Sechs



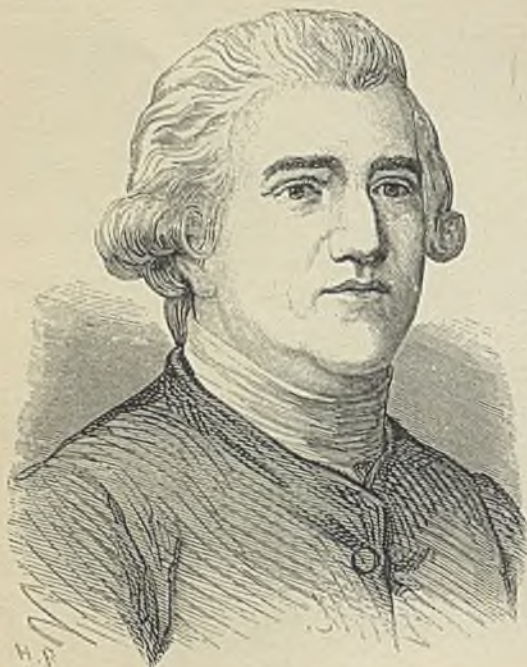
189. Bernhard Palissy.

weitere Jahre verwendete er auf Verbesserungen, bis er endlich eine Ware fertig brachte, so schön und gut, daß sie ihm selbst gefiel. Nun blieb auch der äußere Erfolg nicht aus. Er wurde schnell wohlhabend und berühmt. Doch gestaltete sich sein Lebensabend sehr traurig. Als in Frankreich die Protestanten in blutigster Weise verfolgt wurden, drangen auch bei ihm als einem Kezer Häsher ein und warfen ihn 1587 ins Gefängnis. Zugleich wurden seine Töpferei und alle vorhandenen Thonwaren von aufgeregten Volksmassen zerstört. Da er den Fußboden eines Königsschlosses mit guten glasierten Fliesen belegen sollte, wurde er zwar begnadigt, doch bald nach Vollendung der Arbeit abermals eingekerkert. Das Verlangen, seinem Glauben zu entsagen, wies er mit

größter Entschiedenheit zurück. Er blieb im Kerker, in dem er nach kurzer Zeit im Jahre 1690 in einem Alter von 80 Jahren seinen Tod fand. Sein Geheimniß nahm er mit ins Grab. Heute werden echte Palissywaren sehr gesucht, und ein Engländer zahlte für eine Schüssel 3200 Mark.

Wie in Frankreich, so war es auch in England besonders ein Mann, der der Töpferei zu hohem Ansehen verhalf und sie zu höchster Vollendung führte. Er heißt Josuah Wedgwood (spr. uebdschwudd). Ihn bezeichnet man als den Schöpfer der englischen Thonwarenindustrie. Geboren war

er am 12. Juli 1730 in Staffordshire als Sohn eines Töpfers. Er bildete sich bei seinem Vater als Töpfer aus und bemühte sich eifrig um Verbesserungen in seinem Handwerke. Seine Bestrebungen waren von guten Erfolgen begleitet; er schuf vortreffliche Thonwaren, ward angesehen und reich und dehnte seine Töpferei immer mehr aus. Er begründete eine eigene kleine Ansiedelung für seine Arbeiter und nannte sie Etruria. Hier starb er am 3. Januar 1792 und hinterließ seine berühmten Töpferwerkstätten und Steingutfabriken, in denen eine Bevölkerung von über 160 000 Menschen ihr tägliches Brot findet.



140. Josuah Wedgwood.

Einen ganz besonderen Ansporn erhielten diese Bestrebungen durch das Bekanntwerden des teuren chinesischen Porzellans, das seit Entdeckung des Seeweges nach Ostindien in Europa eingeführt worden war. Man suchte dieses Porzellan nachzumachen und gelangte durch dieses eifrige Streben zu einer ganzen Reihe verbesserter Thonwaren, in denen man dem Porzellan wohl immer näher kam, ohne es jedoch zu erreichen. Einige dieser besseren und besten Erzeugnisse der Töpferkunst sind das Steinzeug und das Frittenporzellan oder das weiche Porzellan. Beide unterscheiden sich besonders in einem wesentlichen Punkte vom gewöhnlichen Töpfergeschirr und stimmen darin mit dem echten Porzellan überein. Das

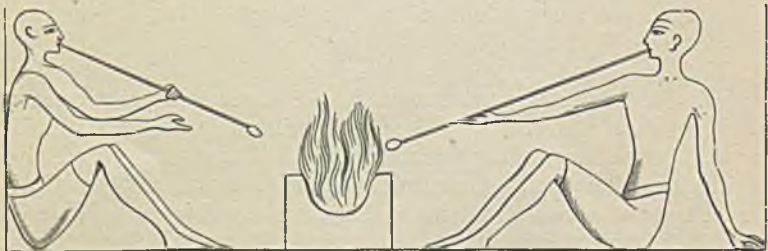
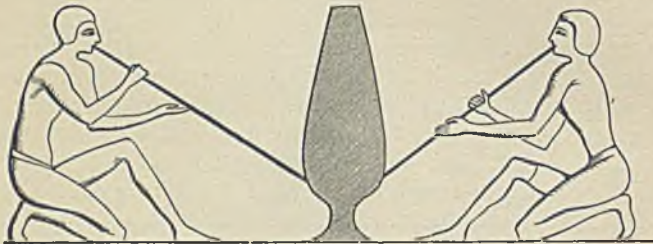


Töpfergeschirr ist nämlich auch nach dem Brennen noch immer für Flüssigkeiten wie Wasser durchlässig. Wir können es am gewöhnlichen Blumenasche beobachten. Es eignet sich in diesem Zustande also nicht zur Aufnahme und Aufbewahrung von Flüssigkeiten. Um diesen Mangel zu beseitigen, überzog man eben das Geschirr mit der Glasur. Diese Glasurmasse dringt in die feinen Löcher ein, verstopft sie und verschließt ihre Ausgänge. Dadurch wird das Geschirr undurchlässig. Bei Porzellan, Frittenporzellan und Steinzeug ist es aber anders. Diese sind auch ohne Glasur bereits undurchlässig. Sie bedürfen also eigentlich derselben gar nicht. Man giebt sie ihnen aber doch, um ihr schönes Aussehen zu erhöhen und ihre Reinigung zu erleichtern. Thatsächlich hat man aber auch unglasiertes Porzellan; man nennt es Biskuit. Auch unter dem gewöhnlichen Töpfergeschirr giebt es eine unglasierte Fayence, die natürlich kein Gefäß für Flüssigkeiten sein darf und unter dem Namen Terracotta, d. h. gebrannte Erde, bekannt ist.

Bevor wir nun weiter auf die Einführung und Erfindung des Porzellans näher eingehen, wollen wir erst eines Vaters der Thonwaren gedenken, dessen Erfindung in der zeitlichen Reihenfolge zwischen das Töpfergeschirr und das Porzellan fällt. Er wird gleich diesen beiden ebenfalls aus Steinen und Erden hergestellt und hat mit beiden in östlichen Ländern seine Wiege; in seiner einfachsten Form umhüllt er sogar diese beiden und verleiht ihnen Undurchlässigkeit, schönes Aussehen und Sauberkeit. In dieser Gestalt ist er uns bekannt unter dem Namen Glasur, in seiner vollkommeneren heißt er das Glas.

Auch das Glas ist jedenfalls schon sehr früh im Altertum bekannt gewesen. Zu welcher Zeit und von welchem Volke es erfunden worden ist, darüber ist man sich noch nicht klar. Es bestehen mehrere Erzählungen über diese Erfindung. Am bekanntesten ist diejenige, die der römische Schriftsteller Plinius aufgezeichnet hat. (Plinius wurde zur Zeit Christi geboren und fand seinen Tod durch den Ausbruch des Vesuvus im Jahre 79.) Er berichtet: Einst fuhren phöniciſche Handelsleute mit ihren Schiffen an der syrischen Küste entlang. Bei der Mündung des Flusses Belus, nahe am Vorgebirge Karmel, stiegen sie an das Land, um sich dort ihr Mittagsbrot zu bereiten. An der sandreichen Flußmündung fanden sie jedoch keine Steine zur Errichtung eines einfachen Herdes. Sie holten daher Stücke von Soda, mit der sie ihre Schiffe beladen hatten. Nach dem Essen entdeckten sie zu ihrem größten Erstaunen in der Asche einen durchsichtigen Körper, das Glas. Die Hitze des Feuers hatte Sand und Soda zusammengeschmolzen und die Glasmasse gebildet. — Thatsächlich galt der Sand des Flusses Belus lange Zeit als zur Glasbereitung ganz besonders geeignet und war sehr gesucht. Doch weniger glaubhaft ist der Umstand, daß in so großer Nähe des Berges Karmel keine Steine gefunden werden sollten und daß die Hitze des kleinen Kochfeuers hinreichend gewesen wäre, den Sand und die Soda zu schmelzen. Plinius selbst zweifelt die Wahrheit dieser Erzählung an.

Eine andere Lesart schreibt die Erfindung des Glases den Juden zu. Bei ihnen hatte einst ein großer Waldbrand stattgefunden. Nach Erlöschen des Feuers suchten sie die Brandstätte ab. Dabei stießen sie auf glasige Massen, die durch das Zusammenschmelzen der Asche und des Sandes gebildet worden waren. Sie suchten derartige Glaskörper künstlich nachzubilden und sollen auf diesem Wege das Glas erfunden haben. Thatsächlich waren die Juden zu gewissen Zeiten als geschickte Glasbläser bekannt. Doch ist es auch möglich, daß sie diese Fertigkeit von den nahen Phöniciern oder Ägyptern erlernt haben. Und diesem letztgenannten Volke wird die Erfindung in einer dritten Schreibart zugesprochen. Obgleich man bei ihnen auf keine bestimmte Begebenheit hinweisen kann, durch



141 u. 142. Abbildungen von Glasbläsern auf altägyptischen Baudekmätern.

welche die Erfindung des Glases angeregt oder vorbereitet oder vollzogen worden wäre, so hat diese Auffassung die größere Wahrscheinlichkeit für sich. Insbesondere weist man auf die Priester des „Vulkan“ zu Theben und Memphis hin und nennt sie die Erfinder des Glases und die ersten Glasbläser. Unterstützt wird diese Auffassung von den zahlreichen Steinbildern der alten Ägypter, auf denen auch Glasbläser zur Darstellung gelangt sind (Abb. 141 u. 142). Es ist nachgewiesen worden, daß einige dieser Abbildungen auf den Königsgräbern unter Herrschern gefertigt worden sind, die 1600 und 1800 Jahre v. Chr. Geb. gelebt haben, also auch noch vor dem Auszuge der Israeliten unter Moses' Führung aus der Ägypter Land, der um 1500 v. Chr. Geb. stattgefunden hat. So werden wir wohl die Ägypter als die Erfinder des Glases bezeichnen müssen, und in Ägypten



gab es seit alters zahlreiche Glashütten, in denen in der Hauptsache nur gläserne Schmuck- und Biergegenstände gefertigt wurden. Es wird auch berichtet, daß sie Säulen und Statuen aus Glas fertigten, sowie daß sie ihre Toten mit gläsernen Schränken umgeben haben. Alexandria wurde der Haupthafen für die Ausfuhr. Wer weiß, ob jene phöniciſchen Handelsleute ihre Kenntniſſe nicht erſt den Aegyptern abgelauscht hatten. Aegyptiſches Glas war von allen im Altertume bekannten Gläſern unbeſtritten das berühmteſte und beſte, und unter Kaiſer Aurelian (270—275 n. Chr.) waren die Aegyptier verpflichtet, Tribut in Glas zu zahlen. Aegyptiſche Glasbläſer galten lange Zeit als die geſchickteſten, ſie fertigten kunſtvolle Vaſen und Trinkgeſchirre; und die Glashütten zu Alexandria mußten

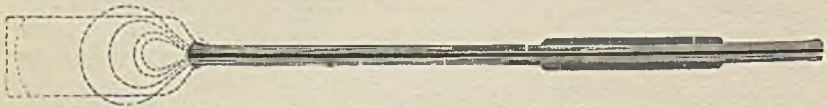


143. Glasbläſer.

ihre Arbeiter und Künſtler nach Rom ſchicken, damit ſie den Römern als Lehrer dienen.

Außer den Aegyptern und den nahen Juden und Phöniciern haben aber auch andere Völker des Altertums die Glasmacherkunſt gekannt und ausgeübt. Bei den Ausgrabungen zu Ninive wurden Glasbecher zu Tage gefördert, deren Entſtehung in das 8. Jahrhundert vor Chriſti Geburt fällt. Auch die Chineſen fertigten Glas. Ob ſie es früher als die Aegyptier gekannt haben, wiſſen wir nicht: nachweisbar iſt es erſt wenige Jahrhunderte vor Chriſti Geburt. Von den aſiatiſchen Völkern hatten die Römer durch ihre Eroberungen die Glasmacherkunſt erlernt. In Unteritalien und Strurien entwickelte ſie ſich ſchnell und auch zu hoher Blüte. Die Ausgrabungen von Pompeji haben ergeben, daß man ſogar Fenſterſcheiben aus Glas zu fertigen verſtand. In Rom ſelbſt wurde zur Zeit

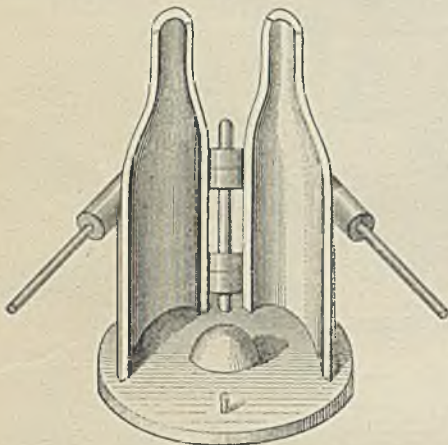
Kaiser Nero (54—68) die erste Glashütte erbaut. Und im Jahre 210 n. Chr. Geb. gab es bereits so viel Glasmacher, daß man ihnen einen besonderen Stadtteil anwies. Durch ihre Eroberungen und Ansiedelungen brachten die Römer die Glasmacherkunst auch zu den übrigen europäischen Völkern. Wohl findet man auch in alten slavischen und germanischen Gräbern Glasperlen. Doch scheinen diese von römischen Händlern ein-



144. Die Glasbläserpfife.

getauscht worden zu sein. Die Entwicklung abendländischer Glasmacherkunst wurde aber ebenso gestört und gehemmt durch die Stürme der Völkerwanderung wie die der Töpferkunst. Die Glasmacherkunst erhielt sich in den ruhigeren östlichen Ländern und blühte nach Untergang des weströmischen Reiches besonders in Byzanz (Konstantinopel). Die Bedrängnis und schließliche Eroberung Konstantinopels durch die Mohammedaner ließ

viele der Bewohner fliehen. Sie wandten sich nach Italien, und die Glasmacher ließen sich meist in Venedig nieder und gründeten hier Glashütten. Das venezianische Glas wurde sehr gesucht und war weit und breit hoch geschätzt. Es entstanden immer mehr Glashütten, die schließlich sämtlich nach der Insel Murano verlegt wurden. Man fertigte dort Gläser von seltener Schönheit, Leuchter, Trinkbecher, künstliche Edelsteine, Perlen, gefärbte und gemalte Gläser u. s. w.



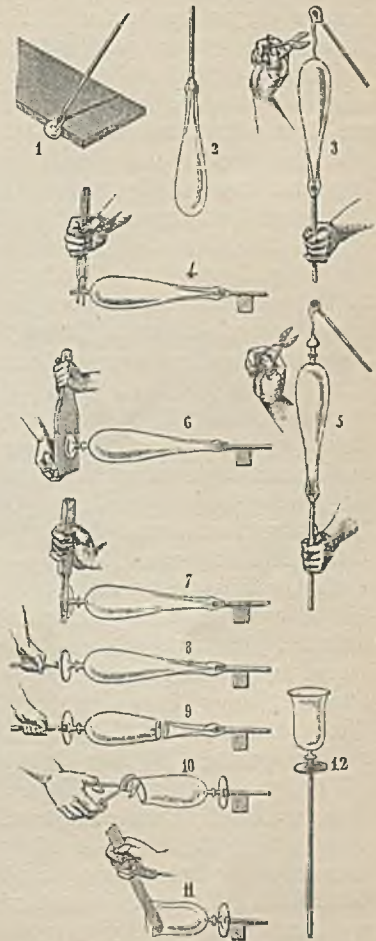
145. Flaschenform zum vollständigen Ausblasen.

Es liegt auf der Hand, daß andere Länder den Venezianern diesen Ruhm und diese Einnahmen nicht gönnten und ihr Geheimnis zu ergründen suchten. Durch venezianische Auswanderer gelangten endlich auch andere Völker zur Kenntnis der Glasmacherkunst, und besonders in Böhmen breitete sie sich aus. Böhmisches Glas verdrängte bald das venezianische, und in dem Maße, wie jenes zu immer größerer Blüte gelangte, verfiel dieses. Murano hatte zur Blütezeit 30 000 Einwohner und heute nur 5000. Von Böhmen verbreiteten sich die Glashütten rasch im deutschen Lande und in anderen Nachbarstaaten. Das deutsche Glas



zeichnete sich durch größere Härte und Widerstandsfähigkeit aus. Doch wurden meist nur Trinkgefäße und Schmucksachen hergestellt. Tafelglas blieb lange Zeit unbekannt. Und obwohl die Klosterkirche zu Tegernsee schon im 10. Jahrhunderte Glasfenster gehabt haben soll, waren noch zur Zeit der Reformation die Glasfenster nicht allgemein verbreitet. Man füllte die Fensteröffnungen mit ausgedehnten Tierblasen, dünnem Gewebe, Hornplatten, dünnen Scheiben von Marienglas u. a. In England ließ ein reicher Herzog noch im Jahre 1573 aus seinem Schlosse jedesmal die Glasfenster aushängen und vor dem Wetter wohl verwahren, sobald er verreiste.

Die Verwendung der Glasscheiben zu Spiegeln ist ziemlich spät gebräuchlich geworden. Im Altertume benutzte man glatt polierte Metallscheiben zu Spiegeln. Erst im 13. Jahrhundert kennt man Glasspiegel. Ihre Erfindung ist jedenfalls in Deutschland gemacht worden. Man belegt die Glasscheibe mit Stanniol, das mit dem flüssigen Quecksilber fest angeheftet wird. Die Venezianer suchten mit Eifer hinter dies Geheimnis zu kommen. Sie stellten in Murano einen deutschen Meister an, um ihm diese Kunst abzulauschen. Doch derselbe entfloh, ohne etwas verraten zu haben. Heute hat sich die Spiegel-fabrikation natürlich ebenso ziemlich allgemein verbreitet wie die Glas-macherkunst überhaupt. Den obersten Rang nimmt Frankreich ein, nach ihm kommt an zweiter Stelle Deutschland, das etwa 1400 Glashütten zählt und im Jahre 1897 für rund 50 Millionen Mark Glaswaren an das Ausland verkaufte. Die Glas-macherkunst hat heute eine große Vervollkommnung erlangt; man versteht nach Belieben die verschiedensten Glasarten herzustellen, harte und weiche, farblose und in jeder gewünschten Farbe prangende, Gläser und



146. Die verschiedenen Entwicklungsstufen eines Trinkglases bei seiner Herstellung.

Flaschen, Lupen und Brillengläser, Rinsen aller Arten, bemalte und geschliffene, polierte und graphierte, Gebrauchsgegenstände von großer Haltbarkeit und erstaunlicher Billigkeit, wie Schmuck- und Bierstücke u. s. w.

Nachdem wir nun die Erfindung des Glases kennen gelernt haben, wenden wir uns zur dritten Erfindung auf dem Gebiete, Steine und Erden in bestimmte Formen zu gestalten, die ebenfalls zuerst in östlichen Ländern auftritt, in zeitlicher Reihenfolge an letzter Stelle kommt, in Bezug auf Kunst aber der edelste Erwerbszweig von diesen Beschäftigungen zu nennen ist. Wir meinen das Porzellan. Es wurde von den Chinesen erfunden. Als Zeit der Erfindung muß ungefähr das Jahr 600 n. Chr. Geburt bezeichnet werden. Es wurde dort in einer kaiserlichen Fabrik hergestellt, die vielen Unternehmern als Muster diente. Von China aus verbreitete sich das Porzellan nach Japan, und Chinesen und Japanesen versorgten die Häfen Ostasiens und Ostindiens mit Porzellanwaren. Die erste Kunde vom Porzellan brachte ein venezianischer Reisender Namens Marco Polo nach Europa, als er im Jahre 1295 nach 20 jähriger Abwesenheit aus Asien auf dem Landwege wieder zurückkehrte. Das erste Porzellan selbst aber führten uns die Portugiesen 200 Jahre später zu, nachdem ihr großer Seefahrer Vasco de Gama im Jahre 1498 den Seeweg nach Ostindien gefunden hatte. Das eingeführte Porzellan fand in Europa so großen und allgemeinen Beifall, daß die Portugiesen immer größere Massen auf ihren Schiffen verladen. Die Portugiesen gaben dieser edelsten der Thonwaren auch den Namen: Porzellan. Sie haben eine Schnecke, die ihrer Form halber den Namen porcella (Schweinch) trägt. Und da die chinesische Ware einen ebensolchen eigentümlichen Glanz aufwies wie die Schale dieser Schnecke, so übertrug man den Namen der Porzellanschnecke auf diese Thonware und nannte sie Porzellan. Das chinesische Porzellan wurde in Europa teuer bezahlt, ja sogar mit Gold aufgewogen. Und der Kurfürst August II. von Sachsen (August der Starke) gab dem Könige von Preußen für 48 chinesische Gefäße ein ganzes Dragonerregiment. In Holland gründete sich eine Indische Handelsgesellschaft, die besonders im 17. Jahrhunderte große Mengen ostasiatischen Porzellans nach Europa brachte. Wohl kannte man nun hier das Porzellan selbst zur Genüge, aber seine Herstellung war allen unbekannt. Da es aber so sehr beliebt und ebensosehr kostbar war, bemühte man sich, in Europa dieses Porzellan herzustellen. Es gelang jedoch nicht. Man erzielte mit diesem Versuche wohl ansehnliche Verbesserungen der Majolikawaren und Fayence, fand auch etliche dem Porzellan sehr nahe kommende Thonwaren, wie das Frittenporzellan; aber das echte Porzellan war es doch nicht. Dessen Herstellung mußte von neuem erfunden werden, und diese Erfindung gelang dem ehemaligen Apothekerlehrlinge Johann Friedrich Böttger im Jahre 1709. Auf das Leben dieses Erfinders und die Art und Weise, wie er zu seiner Erfindung gelangte, soll im folgenden näher eingegangen werden.



Im japanischen Palais zu Dresden befindet sich eine Büste Böttgers, auf welcher angegeben ist, daß Böttger am 4. Februar 1682 geboren war. Seine Geburtsstadt war das reußische Städtchen Schleiz, wo sein Vater Münzkassierer war. Seine Vornamen waren Johann Friedrich. Der Vater starb schon frühzeitig, und die Mutter zog nach Magdeburg, wo sie sich wieder verheiratete. Der Knabe bewies große Neigung zur Chemie. Darum sollte er als Apotheker lernen und kam zu dem Apotheker Born nach Berlin in die Lehre. Hier zeichnete er sich durch große Wißbegierde, Talent und Fleiß aus. In seinen freien Stunden beschäftigte er sich viel mit den Versuchen, Gold zu machen. Ein Italiener hatte Böttger etwas Goldpulver gegeben mit der Weisung, erst nach seiner Abreise und nicht früher Gebrauch davon zu machen. Mit diesem goldhaltigen Pulver konnte Böttger leichtgläubigen Leuten wertlose Knöpfe vergolden und sie als echt golden bezeichnen. So kam er plötzlich in den Ruf, ein Goldmacher zu sein. Er bezeichnete sich selbst als den Erfinder und erregte



147. Johann Friedrich Böttger.

großes Aufsehen. Der preussische König Friedrich I. wollte sich seiner Person versichern, doch Böttger entzog sich seiner Verhaftung durch eilige Flucht nach Wittenberg, das damals zu Sachsen gehörte. Möglicherweise nötigten Böttger auch seine zahlreichen Schulden und drängenden Gläubiger zur Flucht, denn er hatte ein lockeres Leben geführt. Preußen forderte mit Ungestüm die Anslieferung Böttgers. Doch der schlaue Kommandant von Wittenberg meinte, einen Goldmacher könne man in Sachsen auch recht gut gebrauchen, wo der glanzvolle Hofhalt des prunkliebenden Kurfürsten und nachmaligen Königs von Polen August des Starken Unsummen von Geld verschlang. Trotzdem Preußen für die Wiedererlangung Böttgers eine Be-

Iohnung von 1000 Thalern aussetzte, kam er nach Dresden, wo er hochwillkommen aufgenommen wurde. Er versprach hier, sein Geheimnis zu offenbaren. Doch traute man ihm nicht recht; denn er wurde unter steter Beaufsichtigung gehalten. Er genoß sonst die beste Pflege, durfte jedoch nicht ausgehen. Was er zu seinen Versuchen nötig zu haben glaubte, wurde ihm zur Verfügung gestellt, und Unsummen Geldes hat er dadurch vergeudet. Da er durchaus keine Erfolge aufweisen konnte, doch stets nach solchen gedrängt und geschmeichelt wurde, sowie die stete Beaufsichtigung machten ihm den Aufenthalt in Sachsen ungemütlich, und er wollte nach Wien entfliehen, von wo ihm vorteilhafte Auerbietungen gemacht worden waren. Der Fluchtversuch mißlang jedoch, und die Bewachung Böttgers war nun eine um so ängstlichere.

Zur besonderen Beaufsichtigung der Arbeiten war der kurfürstliche Rat Walter von Tschirnhausen beauftragt worden. Dieser Mann besaß bedeutende naturwissenschaftliche Kenntnisse und war ein praktisch denkender Mann. Er hatte wohl bald die ganze Goldmacherei Böttgers als großen Unsinn erkannt, und doch lernte er auch die Fähigkeiten Böttgers schätzen. Möglicherweise hat er sie auf ein fruchtbareres Gebiet gelenkt und Böttger veranlaßt, seine nutzlosen Versuche des Goldmachens aufzugeben und lieber den damaligen Bestrebungen nach Erfindung des Porzellans nachzugehen. Tschirnhausen hatte die erste Glashütte in Sachsen angelegt und ist somit der Begründer der sächsischen Glasindustrie. Er hatte auch bereits selbst schon Versuche angestellt, das Porzellan zu erfinden. Veranlassung zu diesem Streben bot ihm außer den allgemeinen, weit verbreiteten Versuchen, das teurere chinesische Porzellan nachzuahmen, insbesondere die große Vorliebe seines prachtliebenden Fürsten August des Starken. Seine Bestrebungen sind auch nicht ganz ohne Erfolg gewesen, und im Jahre 1701 hat er einem Herrn Homberg in Paris Mitteilungen über die Porzellanbereitung gemacht, die dieser während der Lebenszeit Tschirnhausens als tiefstes Geheimnis bewahren sollte. Wenn er wohl auch das echte Porzellan nicht erfunden hatte, so mußte er doch namhafte Erfolge gehabt haben. Und er lenkte nun Böttgers Fähigkeiten diesem Gebiete zu. Böttger weilte nach seinem im Jahre 1703 unternommenen Fluchtversuche auf der Albrechtsburg in Meissen. Und hier gelang ihm im Jahre 1705 auch der erste Erfolg. Und das ging so zu:

Böttger wollte sich einen neuen Schmelztiegel anfertigen. Er verwendete roten Thon, den man bei dem Dorfe Daxilla bei Meissen erhielt. Und als er den Tiegel gebrannt hatte, da zeigte er alle Eigenschaften des echten Porzellans. Nur in der Farbe wich er ab. Er sah nicht weiß aus, sondern rotbraun. Also hatte Böttger im Jahre 1705 das rotbraune Porzellan erfunden, das auch heute noch hergestellt und mit dem Namen Böttgerporzellan bezeichnet wird. Das rote Porzellan fand gute Aufnahme; auswärtige Höfe, denen man einzelne Stücke verehrte, spendeten reichlichen Beifall, und auf der Leipziger Messe wurde es gut verkauft.



So berechtigte dieser erste Erfolg zu den schönsten Hoffnungen und spornte zu weiteren Versuchen an.

Als während des nordischen Krieges der Schwedenkönig Karl XII. aus Polen und Schlesien über Meissen nach Leipzig zog, brachte man 1706 Böttger mit drei Gehilfen auf den Königstein in Sicherheit. Nach dem Friedensschlusse zu Alttranstädt kam er 1707 nach Dresden. Im Jahre 1708 begründete man dort eine Werkstatt zur Herstellung von Porzellan, die Böttger zu leiten hatte. Und hier gelang es ihm auch im folgenden Jahre, also 1709, das erste weiße Porzellan zu erfinden. Wiederum hatte der Zufall ihm hilfsreiche Hand gereicht.

Der Hammer-  
schmied Johann  
Schnorr zu Aue  
im sächsischen Erz-  
gebirge hatte einst  
seine Zugpferde zu  
beaufsichtigen. Sie  
waren sehr un-  
ruhig und scharr-  
ten ungeduldig mit  
den Hufen auf der



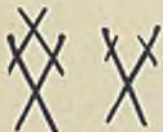
148. Die Albrechtsburg in Meissen, die erste europäische Porzellanmanufaktur.

eine schöne weiße

Masse zum Vorscheine, die Schnorr aufmerksam betrachtete. Wie sich später herausstellte, war es die reinste Porzellanerde, die Schnorr entdeckt hatte. Davon hatte er natürlich keine Ahnung. Aber er glaubte, diese weiße Erde zu einem anderen Zwecke nutzbringend verwenden zu können. In jener Zeit war es nämlich allgemein Sitte, die Haare weiß zu pudern. Dazu verbrauchte man große Mengen Haarpuders, den man aus teurem Weizenmehle verfertigte. Der schlaue Schnorr nahm nun seine

weiße Erde, schlämmte sie, verpackte sie in kleine Packetchen und verkaufte sie an Stelle des teuren Haarpuders aus Weizenmehl. Ein deraartiges Paket Schnorr'scher Pudererde kam auch Böttger in die Hände, und er unternahm den Versuch, dieses Pulver zu Porzellan zu verarbeiten. Und siehe da, der Versuch gelang glänzend; denn dieses Puderpulver war ja nichts anderes, als die reinste Porzellanerde, wie schon erwähnt wurde. Die Freude über Böttgers Erfindung war groß. Hatte er auch das Gold nicht erfunden, so war die Erfindung des Porzellans bei den hohen Preisen, die für echtes Porzellan bezahlt wurden, jener im Werte gleich. Böttger wurde reichlich belohnt und in den Freiherrnstand erhoben. Eschirnhäuser aber war im Jahre vorher gestorben. Die Beaufsichtigung Böttgers hörte aber nun auch noch nicht auf, da man befürchtete, er könne in das Ausland entfliehen und sein Geheimnis dort zu verwerten suchen.

Nun schritt man zur Nachahmung chinesischer Porzellanmuster im großen. August der Starke begründete aus Staatsmitteln eine Porzellanfabrik. Auf dringendes Bitten des Stadtrates zu Meissen wurde die Albrechtsburg zu Meissen zu ihrem Sitze erwählt. Ihre feierliche Eröffnung fand am 6. Juni 1710 statt, und Böttger wurde zum Leiter derselben ernannt. Unter Böttgers Leitung wollte die Fabrik aber durchaus nicht in die Höhe kommen. Böttger schien für diesen Posten gänzlich ungeeignet zu sein. Vielleicht hat er auch aus selbstfüchtigen Gründen das Aufblühen des Unternehmens hintertrieben, denn er trat 1716 mit Personen in Berlin wegen Verkaufes seines Geheimnisses in Unterhandlung. Sie wurde 1719 ent-



149. Meißener Porzellanmarke.

deckt und hatte zur Folge, daß Böttger in das Gefängnis wandern mußte. Von diesem befreite ihn jedoch bald der Tod; denn er starb am 13. März 1719 zu Dresden in größter Armut, da er stets sehr verschwenderisch gewirtschaftet und leicht gelebt hatte.

Böttger hinterließ die Porzellanfabrik in einem Zustande völliger Verwahrlosung und Unordnung. Eine Kommission hatte die Gründe des Niederganges zu untersuchen und fand sie „in dem unartigen, veränderlichen Sinne, der üblen Wirtschaft und dem übermäßigen Trinken Böttgers“. Vom Jahre 1720 an übernahm der Maler Herold die Leitung der Porzellanfabrik, und unter ihm nahm sie, unterstützt von dem Bildhauer Kändler, einen raschen Aufschwung und erlangte bald hohes Ansehen in ganz Europa. Die Zahl der Arbeiter stieg von den anfänglichen 29 Mann schnell auf 300, und heute sind etwa 700 dort beschäftigt. Verkaufte man im Jahre 1710 auf der Leipziger Ostermesse für 3357 Thaler meist rotes Porzellan, so stieg die Einnahme 1720 auf 9664 Thaler und 1752 auf 222580 Thaler, und heute beläuft sich der Umsatz auf über 1½ Mill. Mark. Die Meißener Porzellanfabrik ist übrigens heute nicht mehr in der Albrechtsburg zu Meissen. Ihre Räume erwiesen sich für die immer steigenden Bedürfnisse als unzureichend, und so erhielt die Porzellanfabrik



im Jahre 1863 im Triebischtale bei Meissen ein neues, geräumiges und zweckmäßig angelegtes Heim. Meissener Porzellan aber gilt heute noch als das beste, trotz zahlreicher, mächtiger und auch vorzüglicher neuer Fabriken, die anderwärts errichtet worden sind. Das Kennzeichen des Meissener Porzellans sind zwei sich kreuzende Kürschwerver, die auf dem Boden des Gegenstandes eingebrannt werden (Abb. 149).

Es ist ganz selbstverständlich, daß man in Sachsen die Erfindung Böttgers als tiefstes Geheimnis streng zu wahren suchte. Darum wurde die Beaufsichtigung Böttgers fortgesetzt, darum wurde er kurz vor seinem Tode gefänglich eingezogen, darum wurde jeder Arbeiter zu ängstlicher Geheimhaltung verpflichtet. Trotzdem gelangte aber die Kenntnis der Porzellanbereitung schon sehr bald in andere Länder. Ein in das Geheimnis eingeweihter Arbeiter entfloh nach Wien, und dort wurde schon im Jahre 1720 eine Porzellanfabrik gegründet. Die Wiener Porzellanfabrik ist also die zweite in Europa gewesen. In der Wiener Fabrik war ein Angestellter Namens Riegler, der das Geheimnis kannte. Er verließ Wien und Österreich und gründete in Gemeinschaft mit einem anderen im Jahre 1740 die Porzellanfabrik zu Höchst am Rhein. Aus diesen Fabriken gelangte die Kenntnis der Porzellanbereitung in immer weitere Kreise, und es entstand eine Porzellanfabrik nach der anderen, die teilweise wieder eingingen, zum anderen Teile aber auch zu großem Ansehen gelangten. Die Gründungen erfolgten 1750 zu Berlin, zu Fürstenberg, 1754 zu Frankenthal, 1758 zu Nymphenburg bei München u. s. w. Auch in das Ausland wurde die Por-



150. Vase aus der Königl. Porzellanmanufaktur zu Meissen.

zellanmacherkunst verbreitet; es entstand schon 1750 eine Fabrik zu Kopenhagen. 1765 entdeckte man in Frankreich das erste Lager der echten Porzellanerde, und es erfolgte darauf die Gründung der berühmten Porzellanfabrik zu Sevres. Die Entdeckung des Lagers erfolgte durch die Frau eines armen Barbiers, die Thon suchte, um ihre Wäsche schön weiß zu waschen. Sie fand auf einem Berggrüden einen weißen, speckartigen Stein, der ihr passend erschien. Ihr Mann aber vermutete in dem Steine etwas Besseres als einfachen Thon und zeigte ihn einem Apotheker in

Bordeaux. Dieser fandte eine Probe an einen Chemiker, welcher sie als echte, gute Porzellanerde bezeichnete. Man fand auf dem betreffenden Bergrücken bei Limoges ein reichhaltiges Lager und kam dadurch in die angenehme Lage, im Lande der Franzosen nun auch eine Porzellanfabrik errichten zu können. Ohne diese Entdeckung hätte Frankreich immer nur von anderen Ländern kaufen müssen, denn die Ausfuhr der Porzellanerde war verboten. Und heute gibt die Porzellanfabrikation zu Sevres als eine der größten und bedeutendsten der ganzen Welt. Heute hat fast jedes Land seine eigenen Porzellanfabriken, so Rußland, England, Holland, Spanien u. s. w. Die größte Porzellanfabrik im Deutschen Reiche ist augenblicklich die zu Kahl in Thüringen, die z. B. etwa 2000 Arbeiter beschäftigt.



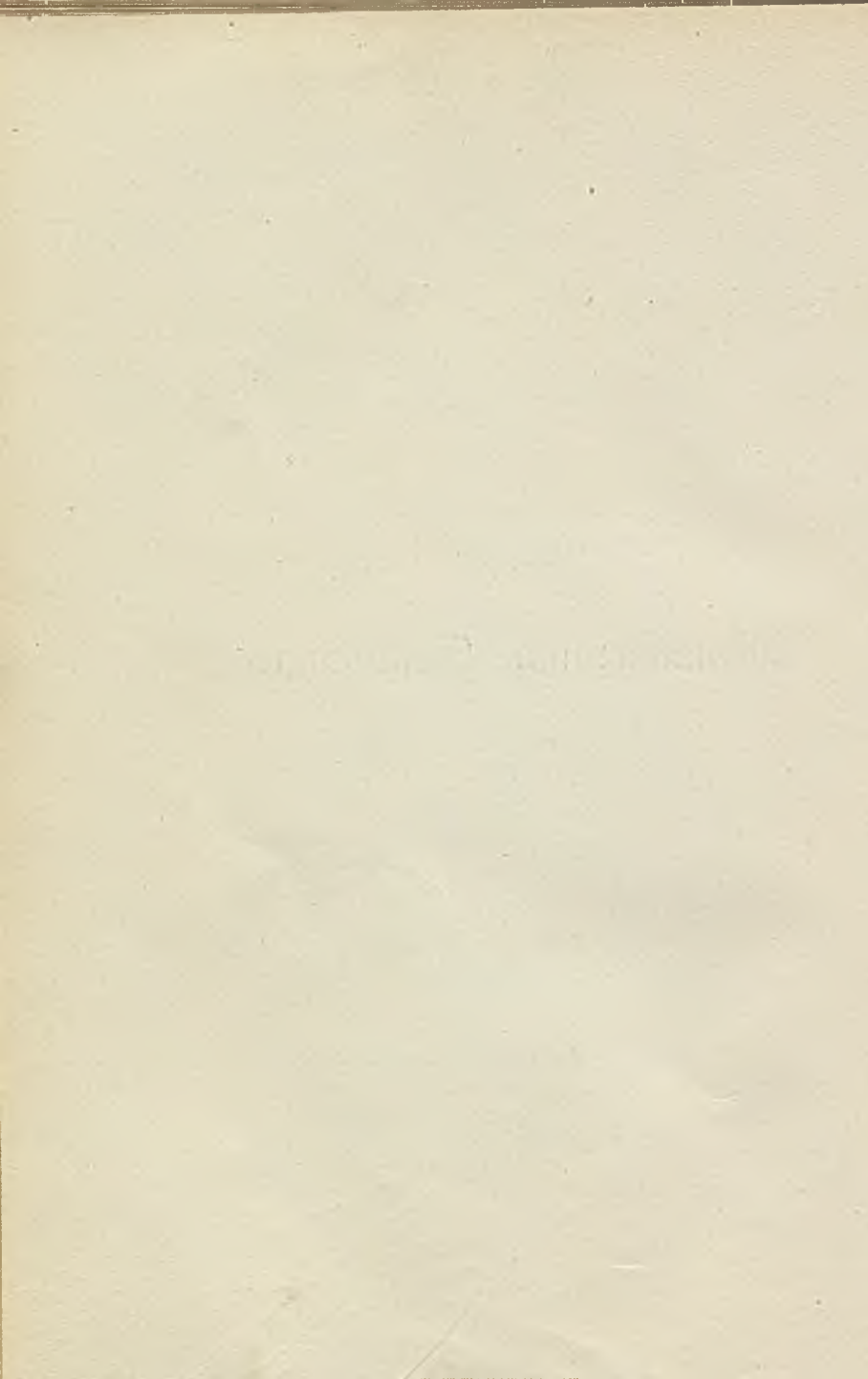
161. Melkener Teller mit sogenanntem Bolebelmuster.



Thomas,

Denkmürdigste Erfindungen

II





Die  
**Denkwürdigsten Erfindungen**  
in  
neunzehnten Jahrhundert

Für die reifere Jugend dargestellt  
von  
**Louis Thomas**

---

Elfte Auflage  
neu bearbeitet und erweitert von  
**Max Eschner**

---

Mit 147 Illustrationen



Leipzig  
Verlag von Otto Spamer  
1901

Sämmtliche Rechte,  
insbesondere das ausschließliche Recht zur Uebersetzung,  
vorbehalten.



# Inhalt.

## Dampf, Dampfmaschinen, Eisenbahnen und Dampfschiffe.

I. Erfindung der Dampfmaschine.	Seite
Dampf und Dampfkraft . . . . .	1—5
Heron'sball . . . . .	5—6
Die ältesten ersten Dampfmaschinen (Dampfmaschine von Garat, de Caus, Huyghens, Papin, Savery, Hall, Newcomen) . . . . .	6—11
Watts Dampfmaschinen (einfach wirkende und doppelt wirkende) . . . . .	11—19
Compound- oder Verbundmaschine; Dampfkessel und Zubehör . . . . .	19—26
Dampftramme, Dampfhammer . . . . .	26—27
Lokomobile, Straßendampfwagen, Dampfspielzug . . . . .	27—30
Heißluft- und Gasmaschinen . . . . .	30—34
Leistungsfähigkeit und Herstellung der Dampfmaschine . . . . .	34—35
II. Eisenbahnen und Lokomotiven.	
Die alten Verkehrsstraßen . . . . .	36—37
Die ersten Schienenwege . . . . .	37—38
Die ersten Lokomotiven (Lokomotive von Trevithick und Rivian, Evans) . . . . .	39—40
Stephenson's erste Lokomotive . . . . .	41—45
Bau der Eisenbahnen . . . . .	46—48
Betrieb der Eisenbahnen . . . . .	49—51
Der Dampfwagen (Lokomotive) . . . . .	51—56
Rückblick . . . . .	57—58
Gebirgs- und Tunnelbahnen . . . . .	59—64
Die Pacificbahn . . . . .	64—65
St. Gotthardbahn und -Tunnel . . . . .	66—68
Eisenbahnbrücken . . . . .	68—70
Elektrische Eisenbahn . . . . .	70—74
Dampfkutsche, Fahrsteig, Aufzug . . . . .	75—76

III. Das Dampfschiff.	Seite
Erfindung des Dampfschiffes und die ersten Dampfer . . . . .	77—79
Die neueren Dampfer (Rad- und Schraubendampfer) . . . . .	80—85
Kriegsschiffe . . . . .	85—90
Das Dampfschiff im Weltverkehr . . . . .	90—94
Trockendocks, hydraulische Schlenzen . . . . .	94—95

### Die denkwürdigsten Erfindungen in der Herstellung und Bearbeitung des Eisens.

Umgang und Wichtigkeit der Eisengewerbe . . . . .	96—97
Deutschlands Eisengewerbe . . . . .	97
Die Eisengewinnung in früheren Zeiten . . . . .	97—99
Hochöfen . . . . .	99—104
Guß Eisen, schmiedbares Eisen . . . . .	104—109
Henry Bessemer . . . . .	110—112
Thomasverfahren . . . . .	112—113
Alfred Krupp . . . . .	113—117

### Die Elektrizität und ihre Anwendung.

#### Die Reibungselektrizität.

Harz- und Glaselektrizität . . . . .	118—122
Verteilung der Elektrizität . . . . .	122—123
Die Elektrifiziermaschine . . . . .	124—126
Arnstrongs Dampf-Elektrifiziermaschine . . . . .	127—128
Die elektrische Batterie; Leidener oder Kleistsche Flasche; der Elektrophor	128—131
Mechanische Wirkungen der Elektrizität . . . . .	131—133

#### Der Blitzableiter.

Benjamin Franklins Versuch mit dem Drachen . . . . .	133—136
Untersuchung des Blitzes und seiner Wirkungen . . . . .	136—139
Der Blitzableiter und seine Anlage . . . . .	140—141
Schutz vor dem Gewitter . . . . .	142

#### Galvanische Elektrizität und ihre Anwendung.

Entdeckung der galvanischen Elektrizität. Galvani und Volta . . . . .	143—146
Galvanisches Element und Voltasche Säule . . . . .	147—149
Verschiedene andere galvanische Elemente . . . . .	150—151

#### Wärme und chemische Wirkungen des elektrischen Stromes im Stromkreise.

Elektrische Lichterzeugung . . . . .	151—152
Elektrolyse (Zersetzung flüssiger Leiter) . . . . .	153—154
Die Galvanoplastik . . . . .	154—155
Der Akkumulator . . . . .	156



## Elektromagnetismus und Induktion.

	Seite
Erzeugung von Magnetismus durch den elektrischen Strom . . .	157—160
Elektromagnetische Maschinen . . . . .	160
Dynamoelektrische Maschinen. Elektromotor . . . . .	161—163

## Der Telegraph.

Die ersten Versuche . . . . .	164—166
Wheatstones Nadel- und Zeigertelegraph . . . . .	167—171
Morsets Schreib- oder Drucktelegraph . . . . .	171—175
Typendrucktelegraph von Hughes und der Kopiertelegraph . . . . .	175—176
Anlage der Telegraphenleitungen . . . . .	176—177
Bedeutung des Telegraphen für den Verkehr . . . . .	177—178

## Das Telephon.

Telephon von Reis, Bell und Siemens . . . . .	178—181
Das Mikrophon . . . . .	181—182
Der Phonograph . . . . .	183

## Die Untersee-telegraphie.

Die ersten unterseeischen Kabel . . . . .	184—187
Legung des ersten transatlantischen Kabels (1857/58) . . . . .	187—188
Mißerfolg und Ursachen desselben . . . . .	188—191
Legung eines neuen transatlantischen Kabels (1865) und Verlust desselben . . . . .	191—194
Glückliche Legung des Kabels von 1866 . . . . .	196—197
Auffindung des Kabels von 1865 und vollständige Legung desselben. — Legung des französisch-amerikanischen Kabels (1870) . . . . .	197—198
Weiterer Ausbau des telegraphischen Weltnetzes und seine Bedeutung im Weltverkehr . . . . .	198—201

## Die Erfindung des Streichhölzchens.

Alte Arten der Feuerentzündung . . . . .	202—203
Schlag-, Stiesel-, Döbereiners und andere Feuerzeuge . . . . .	203—205
Tunkhölzchen . . . . .	205
Kammerers Reibzündhölzer . . . . .	205—207
Böttgers „schwedische“ Hölzer . . . . .	207—209

## Die Erfindung der Stahlfeder.

Alte Schreibmittel auf harte und weiche Stoffe . . . . .	210—213
Schreibrohr und Gänsefeder . . . . .	214—215
Metallfedern . . . . .	215—217
Bürgers Stahlfeder . . . . .	217—220





# Dampf, Dampfmaschinen, Eisenbahnen und Dampfschiffe.

## I.

### Die Erfindung der Dampfmachine.



Der Dampf, der gewaltige Sohn des Wassers und des Feuers, ist lange im Verborgenen geblieben und hat seine Kräfte versteckt gehalten. Die Eltern dagegen, Feuer und Wasser, haben sich die Menschen längst unterthan gemacht; freilich, die gezähmten Riesen haben sich oft genug gegen ihren Herrn erhoben. So hat seit Jahrtausenden das Feuer den Menschen erwärmt, ihm seine Speisen gekocht und seine Metalle geschmolzen, aber auch ab und zu seine Habe verzehrt. Das Wasser lieh dem Menschen seinen Rücken, um seine Lasten zu tragen, drehte seine Räder, die ihm die Felder bewässern und sein Korn in Mehl verwandeln sollten, begrub aber auch unter Umständen Räder, Felder, Häuser und Menschen in seinen Fluten. Aber den Dampf kannte der Mensch lange Zeit nur als eine nebensächliche, ganz unnützbare Erscheinung, und das Wasser war die vorzugweise bewegende Kraft, die Quelle mechanischer Arbeit, welche außerdem durch Muskelkraft hätte beschafft werden müssen, und ist es auch bis vor nicht langer Zeit geblieben. Denn obwohl die Menschen schon früh dunkle Ahnungen und Begriffe davon hatten, daß auch im Feuer gewaltige Kräfte schlummern möchten, so gelang es doch nur sehr allmählich, die Kraft des Feuers zu entschleiern, zu bändigen und nutzbar zu machen. Wir sagen Kraft des Feuers, denn wer sieht nicht, daß bei der Dampfmachine nicht das Wasser, sondern das Feuer, also die Wärme das eigentlich Wirksame ist? Das Wasser ist der Leidende Teil, das Zwischenmittel; es dehnt sich nicht von selbst zu Dampf aus, sondern wird von der Wärme ausgedehnt wie jeder andere Körper, nur in einem besonderen Maße, wie es seiner Natur entspricht. Gar nicht mit Unrecht wurden daher die Vorläufer der

Dampfmaschine Feuermaschinen genannt; indes da es einmal in der Natur des Menschen liegt, daß er sich in seinen Ausdrücken gern an das Nächstliegende hält, so haben wir nun Dampfmaschinen, Dampfwagen und Dampfkraft und reden von der Einführung des Dampfes als von einem weltgeschichtlichen Ereignis. Und ein solches ist sie in der That. Keine Macht der Erde hat in wenigen Menschenaltern solche Umwälzungen hervorgerufen wie der Dampf. Dieser Riese reicht mit Eisenarmen in die Eingeweide der Erde, er fördert ihre Schätze in Tausenden von Zentnern an das Tageslicht herauf und formt das heiße Metall zum gewichtigen Barren oder zur feinsten Nadel; er reckt es zum Blech, aus welchem seine eigene Geburtsstätte, der Dampfkessel, geschaffen wird, sturmeste und von ihm besflügelte Schiffe, kühn gespannte Brücken und vieles andere gebaut werden.

Der Dampf drückt unsere Bücher, er mahlt das Mehl, er spinnt Fäden und verwebt sie zu Stoff; er zieht die Lasten der Eisenbahnwagen mit fliegender Eile durch die Lande, er pumpt, hämmert, zieht, feilt, bohrt und verrichtet tausenderlei Arbeiten als gefügiger Knecht der Menschheit.

Kein Wunder, wenn wir ihn daher in wachsendem Maße in Anspruch genommen sehen und er in den letzten Jahrzehnten eine geradezu staunenswerte Verbreitung gefunden hat. Denn vier Fünftel der zur Zeit auf der Welt arbeitenden Dampfmaschinen sind in den letzten 25 Jahren gebaut worden. Deutschland besitzt nach abgerundeter Schätzung 60 000 Dampfkessel, 10 000 Lokomotiven und 2 000 Schiffskessel. Die den arbeitenden Dampfmaschinen gleichwertige Kraft stellt sich in den Vereinigten Staaten Nordamerikas auf 7 500 000, in England auf 7 000 000, in Deutschland auf 4 500 000, in Frankreich auf 3 000 000 und in Oesterreich-Ungarn auf 1 500 000 Pferdekraften. Die Zahl der in der ganzen Welt vorhandenen Lokomotiven beträgt rund 105 000 mit einer Gesamtkraft von 3 000 000 Pferden, und im ganzen kann man rechnen, daß auf der Erde 2 000 000 Dampfmaschinen aller Art mit 60 000 000 Dampfpferdekraften in Arbeit stehen. Eine Dampfpferdekraft ist aber so groß wie die Kraft von drei wirklichen Pferden (die Ablösung eingerechnet), und ein lebendes Pferd ist in dieser Beziehung sieben Menschen gleich zu rechnen. Die Dampfmaschinen der ganzen Welt leisten folglich annähernd die Arbeit von 1300 Millionen Menschen oder mehr als das Doppelte der auf der ganzen Erde vorhandenen arbeitsfähigen Bevölkerung, welche gegenwärtig auf 1540 Millionen Köpfe abgeschätzt ist. Der Dampf hat also die menschliche Arbeitskraft mindestens verdreifacht; er hat den Menschen in den Stand gesetzt, mit seiner körperlichen Kraft zu sparen und sich mehr und mehr mit seiner geistigen Entwicklung zu befassen.

Nun dürfte wohl die nächste Frage sein: was ist Dampf? Wenn man Wasser in einem gläsernen Gefäße der Hitze aussetzt und seine Temperatur einen gewissen Grad der Höhe erreicht hat, so bemerkt man, daß eine Menge von Bläschen sich an dem Boden des Gefäßes, da dieser der Flamme am nächsten ist, und demnächst auch an den Seitenwänden desselben ansetzt. Diese Bläschen lösen sich nach und nach ab, steigen im Wasser in die Höhe



und zerplagen an der Oberfläche. Bei weiterer Zuführung von Wärme tritt endlich das völlige Sieden des Wassers ein. Von diesem Punkte ab wird die siedende Flüssigkeit nicht heißer, man mag die Feuerung noch so sehr verstärken; nur die Dampfbildung wird lebhafter, weil nun alle zugeführte Hitze auf die Bildung von Dampf verwendet wird. Der entwickelte Dampf hat, um hervorzutreten zu können, einen gewissen Widerstand überwinden müssen, den ihm die zu durchbrechenden Wasserschichten und die auf diese drückende äußere Luft entgegensetzen. Diese Widerstände bezeichnet man als den Druck einer Atmosphäre, und die Spannkraft des Dampfes muß diesen Widerständen gleich sein. Somit erhält man in einem offenen Gefäß nur Dampf von der Kraft einer Atmosphäre und nicht mehr. Auch ist derselbe in keinem Falle heißer als das Wasser, aus dem er ausgetreten. Wir sehen ohne weiteres, daß der Dampf ein viel weniger dichter Stoff als Wasser ist und daß er eine gewaltige Ausdehnungskraft besitzt, die vorher im Wasser nicht vorhanden war; vielmehr hat das Wasser eine gewisse Zusammenhaltungskraft, denn nur durch stärkere Gewalt kann es fein zerstäubt werden, sonst bildet es Strahlen und Tropfen. Bei der Dampfbildung muß diese Zusammenhaltungskraft oder Kohäsion des Wassers durch eine Gegenkraft aufgehoben werden, und als diese Gegenkraft tritt die Wärme auf. Indem aber die Wärme solche Arbeitskraft entfaltet, hört sie auf, fühlbare und durch das Thermometer meßbare Wärme zu sein.

Durch genaue Messungen der Dampfmenge, die beim gewöhnlichen Luftdrucke aus einer gewissen Wassermenge — sagen wir aus 1 l, d. i. 1 cdm — gebildet wird, hat man gefunden, daß diese Dampfmenge etwa 1700 mal so groß ist, als die ursprüngliche Wassermenge, so daß demnach aus 1 cdm Wasser ziemlich genau 1,7 cbm Dampf von 1 Atmosphäre Spannung gebildet werden kann. Bei 2 Atmosphären Druck ist aber der Raum dieser Dampfmenge schon fast um die Hälfte kleiner, und je höher der Druck, um so mehr wird ganz folgerichtig der Raum zusammenschrumpfen.

Der Siedepunkt einer Flüssigkeit richtet sich, wie schon angedeutet, nicht allein nach der Natur derselben, sondern auch nach dem Widerstande, den die gebildeten Dämpfe zu überwinden haben, um frei zu werden. Daher siedet Wasser auf hohen Bergen bei einem geringeren Hitzegrade, weil dort der Luftdruck geringer ist, und unter der Luftpumpe kann man schon mäßig warmes Wasser zum Sieden bringen. Daraus folgt, daß, wenn die Widerstände nicht verringert, sondern vermehrt werden, auch eine stärkere als die gewöhnliche Erhitzung nötig sein wird, wenn man das Sieden hervorbringen, also Dampf erzeugen will. Es befindet sich demnach in einem Dampfkessel, aus welchem der Dampf gar nicht oder nur allmählich entweichen kann, Wasser und Dampf von 1 Atmosphäre Spannung; beide haben, wie wir wissen, dieselbe Wärme, die gewöhnliche Siedehitze, 100° des hunderttheiligen Thermometers. Der Dampfraum hat so viel Dampf gefaßt, als er überhaupt bei 100° aufnehmen kann; er ist, wie man sagt, gefüllt; auch der Dampf kann den sich etwa noch entwickelnden neuen Dampfteilchen keinen Raum mehr abtreten, demnach ist er gesättigt. Geht unter

diesen Umständen die Heizung fort, so kann dieser Zustand nicht andauern. Es muß nun zunächst das Wasser heißer als  $100^{\circ}$  werden, um noch mehr Dampf entwickeln zu können; das heißere Wasser giebt aber auch stärker gespannte Dämpfe aus, denn diese könnten ja gar nicht auftreten, wenn sie nicht den schon vorhandenen Druck überwinden könnten; der schon vorhandene Dampf muß nun bei dieser höheren Wärme doch nachgeben und den Raum mit dem neuen teilen, bis wieder Sättigung eintritt. Die größere Dampfmenge bei gleichbleibendem Raume ist natürlich mehr zusammengepreßt und preßt also insolge ihrer Spannkraft mit derselben größeren Gewalt wieder nach außen; die Dampfspannung ist eine größere geworden. Diese Steigerung tritt sehr rasch ein: sie ist, wie gesagt, bei einer Wasserhize von  $100^{\circ}$  1 Atmosphäre, bei  $120^{\circ}$  schon 2, bei  $145^{\circ}$  4, bei  $200^{\circ}$  15 Atmosphären. Erinnern wir uns, daß der Druck von 1 Atmosphäre Druck auf jeden qcm seiner Umgebung mit einer Kraft von 1 kg drückt, und nehmen wir diesen Druck 4-, 8-, 16fach, so wird es begreiflich, welcher ungeheuren Kraftäußerung der eingesperrte Dampf fähig ist. Wir wollen dies durch ein Beispiel zu erläutern suchen. Nehmen wir an, dieser Dampf werde mit 1 Atmosphäre Überdruck erzeugt, so drückt derselbe auf jedes qcm des ihn einschließenden Dampfkessels mit 2 kg Druck, da aber der äußere Luftdruck dem Dampfdrucke mit 1 kg auf jedes qcm der Kesseloberfläche entgegenwirkt, so bleibt nur 1 kg wirksamer Dampfdruck auf jedes qcm der inneren Kesselfläche unter diesen Umständen übrig. Dieser Dampfdruck sucht den Kessel auszudehnen und zu zersprengen.

Fragen wir nun weiter, wer die Dampfmaschine, dieses gewaltige Rüstzeug des hentigen Menschen, geschaffen, erdacht oder erfunden hat, so kann man wohl sagen, diese Erfindung sei für einen Menschen zu groß gewesen; wir haben keinen eigentlichen Erfinder, sondern immer nur Verbesserer, die das, was sie bereits vorfanden, um einen Schritt weiterführten. Die Idee zur Dampfmaschine ist wie eine edle Frucht nach und nach herangereift; die praktisch nughbare Dampfmaschine ist aber ein Kind des forschenden, rührigen, erwerbslustigen Geistes der Neuzeit.

Es beschreibt uns schon Heron von Alexandrien, ein griechischer Philosoph, der 150 Jahre v. Chr. lebte, in einem seiner auf uns gekommenen Werke unter anderen Apparaten auch eine Dampfkuugel, die gewöhnlich als Dampftrad in erster Stelle aufgeführt wird, wenn von der Geschichte der Dampfmaschinen die Rede ist. Wir haben sie, diesem Gebrauche folgend, auf Seite 5 ebenfalls abbilden lassen. Eine hohle Metallkuugel ist oben und unten durch Zapfen gestützt und hat auf ihrem Umfange eine beliebige Anzahl Röhren, die vorn verschlossen sind, aber nach der Seite zu, und zwar alle nach derselben, eine Öffnung haben. Befindet sich nun in der Kuugel etwas Wasser, das durch Feuer in Dampf verwandelt wird, oder leitet man aus einem anderen Gefäße Dampf von unten in die Kuugel, so wird er endlich aus den Seitenlöchern der Röhren herausfahren, und die Kuugel wird nach der entgegengesetzten Seite hin in rasche Umdrehung kommen. Die Vorrichtung wird demnach wie ein Feuerwerksrad, nämlich durch Rück-



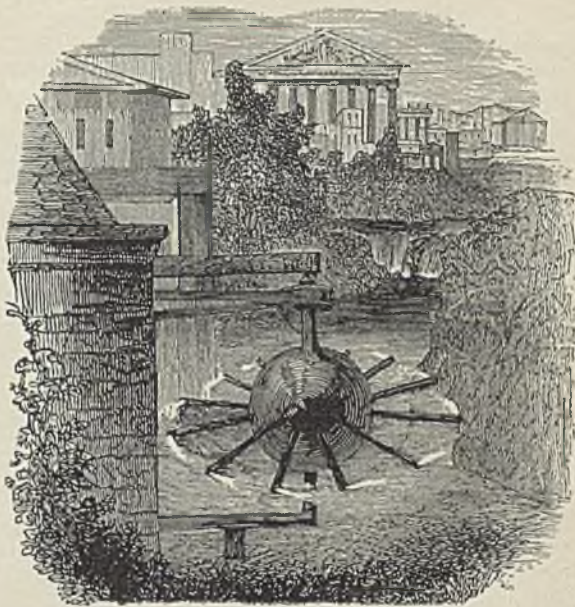
stoß, getrieben und würde sich ebenso gut gedreht haben, wenn man Luft oder Wasser hindurchgepumpt hätte. Auch soll derselbe Heron den nach ihm benannten Apparat „Heron'sball“ erfunden haben, der aus einem geschlossenen Gefäße besteht, in welches ein Rohr von oben einmündet, das bis nahe auf den Gefäßboden reicht, und aus welchem mittels zusammengepreßter Luft oder gespannten Dampfes das im Gefäße enthaltene Wasser als ein emporspringender Strahl ausgetrieben werden kann.

Im siebzehnten Jahrhunderte gaben sich viele Leute damit ab, die Idee des Heron'sballes in neuen Formen zur Anwendung (sei es zu praktischen Zwecken oder zu bloßen Spielereien) bringen zu wollen.

Mit dem ausblasenden Dampf ist nur wenig zu machen, immerhin kann man aber auch solche Dampfstrahlen zur Verrichtung gewisser leichter Arbeit zwingen, wenn man die bezüglichen Apparate angemessen einrichtet.

Doch von solchen Spielwerken bis zur wirklichen mechanischen Benutzung des Dampfes war noch ein weiterer Schritt, und manches Jahrhundert

mußte noch vergehen, ehe es gelang. Die erste Spur von einem hierauf bezüglichen Versuche findet sich in Spanien vor. Der Seekapitän Blaslo de Garay trat mit einer Maschine auf, durch welche er Schiffe ohne Ruder und Segel treiben wollte. Auf Befehl Karls V. wurde im Jahre 1545 im Hafen von Barcelona ein Versuch damit gemacht. Garay verbarg die Beschaffenheit seiner Maschine, und man sah nur, daß sie aus einem großen Wasserfessel bestand, und daß sich Räder auf beiden Seiten des Schiffes befanden. Das Schiff von 200 Tonnen Last legte angeblich in zwei Stunden drei Seemeilen zurück. Der Erfinder wurde belohnt, aber seine Erfindung blieb liegen, entweder weil die Sache nach Angabe eines Zeugen verwickelt, kostspielig und gefährlich war, oder wegen anderer Hemmnisse. Über das Wesen von Garay's Maschine wissen wir nichts; ebensowenig können wir uns Rechenschaft darüber geben, was gemeint ist,



2. Die Dampfugel Herons von Alexandrien.

wenn der Prediger Johann Matthesius zu Joachimsthal in Böhmen, ein vertrauter Freund Luthers, in seiner 1562 in Nürnberg erschienenen Sarepta oder Bergpostille von einem Manne erzählt, der jetzt anfiuge, „Berg (Stein und Erz) und Wasser mit Feuer zu heben“.

Unter den Männern, welche noch mit unklaren Ideen an der Maschine arbeiteten, ist auch Salomon de Caus zu nennen, der in Deutschland geborene Sohn französischer Eltern. Derselbe hatte 1615 zu Paris eine kleine Schrift, „Raison des forces mouvantes“ (Lehre von den bewegenden Kräften), herausgegeben und sie einige Jahre später, als er in Heidelberg lebte, noch einmal deutsch in Frankfurt erscheinen lassen mit der Bemerkung: „Zuerst in französischer, nunmehr aber in unserer teutschen Muttersprache herausgegeben von Salomon von Caus, Ingenieur und Architect seiner Churpfälzischen Eminenz.“ Das genannte Buch beschäftigt sich hauptsächlich mit Springbrunnen und anderen Wasserkünsten und enthält u. a. eine Angabe, wie man Wasser mit Hilfe des Feuers über seinen natürlichen Stand steigen lassen kann. Dieser Caus'sche Apparat ist nichts als eine Art Heronsball. Was sonst von den Schicksalen des de Caus erzählt wird, ist eine Sage, wie sie nur in Frankreich entstehen konnte. Man läßt ihn im Pariser Irrenhause enden, wohin ihn der Cardinal Richelieu sperren ließ, weil er ihn mit seiner „Erfindung“ zu stark überlaufen habe. Nach verbürgten Nachrichten ist jedoch Salomon de Caus im hohen Alter als freier Mann in Paris gestorben.

Der Marquis von Worcester in England ist auf Grund eines 1663 von ihm herausgegebenen Buches „A century of inventions“ (Ein Jahrhundert der Erfindungen) als ein Erfinder der Dampfmaschine bezeichnet worden. Als Grundlage zu der von demselben sehr dunkel und unverständlich beschriebenen angeblichen Dampfmaschine diente der Versuch, ein mit Wasser gefülltes, dann verstopftes und erhitztes Kanonenrohr zu zersprengen. Alle zur Zeit bekannt gewordenen Mittheilungen sprechen dafür, daß diese sogenannte Dampfmaschine nur ein unklares Phantasiegebilde des genannten Marquis war und derselbe nur die Rolle eines nach Verühmtheit und Verdienst strebenden Pläneschmiedes spielte.

Die Geschichte der Erfindungen führt uns aber nunmehr auf einen anderen, nach seinem Wissen und praktischen Sinn gediegeneren Mann, der zum erstenmal den richtigen Weg zur Herstellung einer Dampfmaschine einschlug, eine solche auch wirklich herstellte, mißlicher Umstände halber aber nicht dazu kam, die Früchte seines Erfindertalents zu genießen.

Es war im Jahre 1666, als unter der für Frankreich glorreichen Regierung König Ludwigs XIV. in Paris eine Akademie der Wissenschaften gegründet wurde, zu deren Mitgliedern man auch den berühmten holländischen Physiker und Astronomen Christian Huyghens berief. Dieser nahm 1672 den damals zur Würde eines Doktors der Medizin gelangten jungen Denis Papin als Gehilfen an, indem er neben seinen wissenschaftlichen Arbeiten auch damit beschäftigt war, für die berühmten Versailler Gärten ein Wasserhebwerk herzustellen, zu dessen Betriebe derselbe eine sogenannte Pulver-



maschine anfertigen sollte. Diese nach Huyghens Idee gebaute Maschine sollte aus einem oben offenen, unten geschlossenen Metallcylinder bestehen, in welchem durch Entzündung von Schießpulver ein Kolben in die Höhe getrieben wurde, um unter dem Kolben einen luftverdünnten Raum zu schaffen und dadurch den äußeren Luftdruck zum Niedertrieb des Kolbens und somit die zum Betrieb eines Pumptwerkes nötige Arbeitskraft zu ge-



3. Denis Papin wird bei seinem Versuche, die Weser mit Hilfe des Dampfes zu befahren, durch Schiffer bedroht.

winnen. Die Versuche mit dieser von Papin ausgeführten Maschine gelangen ganz gut, jedoch fand man deren Betrieb denn doch etwas zu unsicher und gefährlich, so daß man schließlich die Pumpen lieber durch gewöhnliche, in die Seine eingehängte Wasserräder betrieb. Als Hugenott wurde Papin durch die 1684 von neuem eintretende Verfolgung der Protestanten aus Frankreich vertrieben und fand Anstellung durch den Landgrafen Karl von Hessen, der ihm eine Professur an seiner Universität zu Marburg gab, später aber nach Kassel berief, wo ihm abermals die Aufgabe des Baues

einer Wasserhebemaschine gestellt wurde, um die von der Fulda überschwemmten Niederungen zu entwässern. Papin baute eine Kreiselpumpe und wollte erst zu deren Betriebe die Huyghens'sche Pulvermaschine benutzen, kam dann aber auf den Gedanken der Anwendung der Dampfkraft und stellte auch zuerst eine Art Dampfmaschine her, bei welcher der Kolben im Cylinder durch Dampf gehoben und nach dessen durch Abkühlung bewirkter Verdichtung durch den äußeren Luftdruck ähnlich wie bei der Pulvermaschine wieder niedergedrückt wurde. Daraufhin erhielt er von dem Landgrafen den Auftrag, das Wasser der Fulda nach seinem auf einer Anhöhe gelegenen Schlosse zu heben. Papin ging auch daran, eine dazu geeignete Dampfmaschine zu bauen, aber noch ehe dieselbe vollendet war, wurde sie durch den im November des Jahres 1698 unerwartet eintretenden starken Eisgang der Fulda zerstört. Die Sache blieb nun trotz der weiteren Bemühungen Papins liegen, und erst als die Kunde von der unterdessen von Savery in England gebauten Dampfmaschine dem Landgrafen zukam, erhielt Papin die nötigen Mittel zum Bau einer neuen Dampfmaschine, die aber keineswegs als eine Nachahmung der Savery'schen Maschine anzusehen ist. Bei dieser kommt der heiße Dampf mit dem kalten Wasser in Berührung, wodurch viel Wärme verloren geht. Diesen Übelstand hatte Papin vermieden.

Es ist durch vorhandene Briefe, welche Papin mit dem berühmten Leibniz, seinem Freunde, wechselte, nachgewiesen, daß Papin seine Maschine ganz selbständig erfunden hat und dieselbe wirklich in Antrieb setzte, indem er damit Wasser in einem weiten Steigrohre, das 600 Pfund Wasser faßte, trieb. Durch Gegner wurden jedoch seinen weiteren Arbeiten zur Verbesserung seiner Dampfmaschine und besonders zur Herstellung eines kleinen Dampfschiffs viele Schwierigkeiten in den Weg gelegt, so daß er sich zuletzt entschloß, nach England überzusiedeln, hoffend, dort bessere Gelegenheit zur Ausführung seiner Pläne zu finden. Mancherlei vorbereitende Arbeiten zur Herstellung des Dampfschiffs, insbesondere die Anbringung von Ruder-rädern an dem Fahrzeug, hatte er schon ausgeführt und gelungene Proben in Gegenwart des Landgrafen und seines Freundes Leibniz damit angestellt.

Er wollte nun dies Schiff mit nach England nehmen, um dort dessen Dampfmaschine passend einzurichten, und fuhr damit die Fulda hinab, um die Weser und von dort die See zu erreichen. In Münden wurde ihm auf Grund des Stapelrechts die Durchfahrt verwehrt, und die Schiffer nahmen ihn gefangen und hielten sein Boot nach Zerstörung der Maschine zurück. In England fand er auch nicht die gehoffte Unterstützung und ist daselbst 1712, erkrankt vom Kummer, gestorben.

Die von Papin in Kassel hinterlassenen Apparate sind leider in der Zeit der dortigen Franzosenwirtschaft verloren gegangen, nur im Kensington-Museum zu London ist noch ein großer gußeiserner Cylinder mit der Bezeichnung „Papins Dampfzylinder“ aufbewahrt. Allen Anschein nach hat derselbe einer wirklich in Betrieb gestandenen Dampfmaschine angehört. In Kassel selbst ist die Stelle, wo Papins erste Dampfmaschine gestanden hat, neuerdings durch eine Gedenktafel bezeichnet worden.



Der Engländer Savery kam dadurch auf die seiner Dampfmaschine zu Grunde liegende Idee, daß er zufällig eine auf dem Ofen stehende Glasflasche, in welcher der darin verbliebene Flüssigkeitsrest sich in Dampf verwandelt hatte, mit der offenen Mündung in ein Gefäß mit Wasser steckte und bemerkte, daß das Wasser kräftig in die Flasche hineingetrieben wurde. Daraufhin verband Savery einen Kessel mit einem aufrecht stehenden cylindrischen Gefäß, in welches von oben der Dampf eingeführt wurde. Sobald dies geschehen, wurde das Dampfrohr geschlossen, worauf durch Abkühlung der Dampf sich im Gefäß verdichtete und dadurch ein luftverdünnter Raum gebildet wurde. Infolgedessen drückte alsbald die äußere Luft durch ein Rohr Wasser in das Gefäß hinein, indem die das Rohr vom Gefäß abschließende Klappe durch das Wasser emporgeschlagen wurde. Wenn alsdann das Gefäß mit Wasser gefüllt war, wurde abermals der Dampfahh geöffnet, und nun drückte der Dampf von oben auf das im Gefäß enthaltene Wasser. Durch diesen Druck wurde die Klappe des Saugrohrs geschlossen und dafür eine nach einem Steigrohr führende Klappe geöffnet, in welchem Rohre nunmehr der Dampf das im Gefäß enthaltene Wasser emportrieb. Der Übelstand dieses in der That auch nur als Heronsball, keineswegs aber als wirkliche Dampfmaschine arbeitenden Apparates bestand darin, daß der heiße Druckdampf unmittelbar mit dem kalten Wasser in Berührung kam und so massenhaft ganz unnützerweise zu Wasser verdichtet und für die Arbeitsleistung unbrauchbar gemacht wurde.

Wir kommen nun auf den Nachfolger Saverys, dessen Landsmann Jsaak Newcomen, zu sprechen.

Newcomen, seines Handwerks nach ein Schlosser und jedenfalls ein findiger Kopf, hatte Gelegenheit gehabt, Saverys Maschine in Thätigkeit zu sehen und dabei deren Mängel erkannt. Er machte sich also daran, Besseres zu schaffen. Seine Maschine kam 1705 zustande. Sie ist der Papinschen Maschine durchaus ähnlich. Ob Newcomen die Erfindung Papins nachgeahmt hat oder von selbst auf die gleiche Idee gekommen ist, läßt sich nicht ergründen.

In Newcomens Maschine bildet der Dampfzylinder *c* den Hauptteil. Derselbe ist unten geschlossen, oben aber offen, und es kann sich in ihm ein massiver Kolben *h* luftdicht auf und ab bewegen, der eine kurze Kolbenstange über sich hat, welche mittels einer Kette an das Ende eines Wagebalkens *i* befestigt ist, der seinen Unterstützungspunkt in seiner Mitte auf einer Wand oder einem Pfeiler findet und so einen doppelarmigen Hebel bildet. An dem anderen Arme dieses Wagebalkens (Balancier) hängt, ebenfalls an einer Kette, die Kolbenstange *m* einer Pumpe, welche dazu bestimmt ist, das Wasser aus der Tiefe an die Oberfläche der Erde zu bringen. An beiden Enden des Wagebalkens sind übrigens Bogen in Form von Kreisstücken angebracht, um dadurch die stets senkrechte Richtung der beiden Ketten zu erhalten. Der Boden des Cylinders *c* hat drei Öffnungen, *d*, *e* und *f*, welche durch Ventilhähne geschlossen werden können. Unter der mittleren Öffnung *e* ist das Dampfrohr, welches den Dampf aus dem unter-

halb des Cylinders stehenden Dampfessel a unter den Kolben h führt, so daß, wenn das Ventil bei k geöffnet ist, der eintretende Dampf den Kolben in dem Cylinder c in die Höhe treibt. Dadurch und durch das Hilsgewicht l wird die Pumpenstange m in den Brunnen gesenkt, und das Wasser desselben tritt durch das Ventil über den Pumpenkolben. Hat nun der Dampfkolben h seinen höchsten Stand erreicht, so ist der Cylinder vollständig mit Wasserdampf gefüllt. Dann wird der Hahn n geöffnet, welcher ein Rohr geschlossen hielt, das mit dem Wasserbehälter g einerseits und mit dem inneren Raume des Cylinders c andererseits durch die Öffnung d in Verbindung steht. Durch Öffnung des Hahnes tritt nun ein Strom kalten



4. Newcomens Dampfmaschine.

Wassers unter den Kolben h und verdichtet den dort befindlichen Dampf. Das dadurch gebildete Wasser fließt, zugleich mit dem bei d eingetretenen, durch die Öffnung l in das Rohr o ab. Sowie die Leere unter dem Kolben erzeugt ist, drückt die atmosphärische Luft mit einem Gewicht von 1 kg auf 1 qem auf dessen Oberfläche. Er muß sich also in dem Cylinder abwärts bewegen und dadurch die Kolbenstange m und das über dem Kolben

derselben stehende Wasser nach oben ziehen. Die Kraft, welche die Maschine entwickeln kann, hängt sonach ganz von der Größe des Kolbens, also vom Durchmesser des Cylinders ab. Newcomen übergoß anfänglich seinen Cylinder äußerlich mit Wasser, um den Dampf im Inneren zu verdichten. Nun begab es sich, daß einmal eine Maschine von selbst ungewöhnlich rasch zu arbeiten anfing; man forschte nach und fand, daß der Kolben undicht geworden war und von dem zum besseren Luftdichten Verschuß auf ihm stehenden Wasser etwas ins Innere abfließen ließ. Dieser glückliche Zufall führte denn natürlich sogleich auf das Einspritzen von Wasser in den Cylinder selbst. An dem Kessel a befindet sich übrigens noch ein Sicherheitsventil b, welches sich öffnet, sobald der Druck des Dampfes im Kessel mehr als  $1\frac{1}{2}$  kg auf 1 qem beträgt.



Aus obigem ersehen wir, daß in den Cylinder abwechselnd Dampf und kaltes Wasser einzulassen waren. Die dazu nötigen Öffnungen und Schließungen wurden anfänglich mit der Hand ausgeführt, und es mußte dies mit viel Aufmerksamkeit und Pünktlichkeit geschehen, wenn anders die Maschine einen gleichförmigen Gang haben sollte. Die Maschinen machten etwa zehn Hube in der Minute, was also 20 Handgriffe des Öffnens und Schließens erforderlich machte. So wichtig diese Beschäftigung war, so langweilig war sie aber auch, und es ist nicht zu verwundern, wenn die Knaben, denen man diese Arbeit übertrug, dieselbe nicht eben angenehm fanden. So ging es auch Henry Potter, einem der Knaben, die bei der Maschine in Cornwallis die Hähne drehen mußten. Lebhaft und aufgeweckt, wie er war, kam er auf die Idee, ob sich nicht die Sache so einrichten ließe, daß sie sich ohne sein Zutun von selbst mache. Er sah, daß der Dampfahh stets geöffnet werden mußte, wenn der Balancier an der tiefsten Stelle angelangt war, der Kaltwasserhahn dagegen, wenn jener oben war. Er nahm nun zwei Bindfäden, knüpfte sie mit dem einen Ende an den Balancier, mit dem anderen an die Hebel der Hähne, und bemaß und ordnete alles so gut, daß er in der That seine Erwartungen erfüllt sah. Die Mechaniker hatten in der Folge nichts weiter zu thun, als die Bindfäden durch eiserne Stäbe zu ersetzen. Diese Erfindung eines Knaben, die sogenannte Steuerung der Maschine, war von einer unberechenbaren Wichtigkeit, indem sie die Maschine unabhängig von der oft sehr unzuverlässigen Aufmerksamkeit der Aufseher machte, mit einem Worte, sie erst als eine selbstthätig wirkende Maschine darstellte, während sie bis dahin eigentlich nur ein Apparat gewesen war, der keine selbstständige Wirkung besaß, sondern der Beihilfe der Menschenhand bedurfte.

Die Newcomensche Maschine ist ihrer Zeit in den englischen Kohlenwerken zur Entwässerung viel gebraucht worden. Da man aber mit einem Saugrohr nicht weit in die Tiefe gehen kann, so müssen Pumpensäße angewandt worden sein, d. h. übereinander stehende Pumpen, die alle von einem auf- und niedergehenden Balken getrieben werden, und wo jede ihr Wasser in einen Kasten ergießt, aus dem es von der darüberstehenden wieder aufgefangt und je etwa 10 m höher geschoben wird. Eine vollständige Umwandlung der Dampfmaschine aber fand durch James Watt statt, welcher den bisher noch ziemlich unzulänglichen Mechanismus im höchsten Grade vervollkommnete und damit zu allgemeiner Anwendung in allen Fällen, wo bewegende Kraft gebraucht wird, befähigte.

James Watt ward geboren am 19. Januar 1736 zu Greenock in Schottland. Sein Vater war ein Bauunternehmer und Kaufmann zugleich. Er besaß nur zwei Söhne. James, der ältere von beiden, war von Jugend auf sehr schwächlich; man schonte ihn deshalb und überließ ihn den Vergnügungen und Beschäftigungen, zu welchen ihn eben seine Laune und seine Neigung hinzogen. Diese aber führten ihn auf die mechanischen und mathematischen Studien, und als einst ein Freund von Watts Vater diesen zu besuchen kam, fand er den Knaben auf der Erde liegend und mit Kreide

Linien in die Kreuz und Quere ziehend. „Wie“, rief er aus, „ein so großer Junge treibt solche Spielereien? Fort, in die Schule mit ihm!“ — „Gemach“, antwortete James' Vater, „ehe du den Knaben verdammt, sieh erst zu, was er beginnt!“ Und siehe da, der sechszehnjährige Knabe löste auf der Erde schwere geometrische Aufgaben. — Unter anderem hatte auch der Vater, des Sohnes Hinnegung zu mechanischen Beschäftigungen erkennend, demselben eine kleine Sammlung von Werkzeugen angeschafft. Mit diesen begann er zu arbeiten und zerlegte alles Spielzeug, dessen er habhaft werden konnte, setzte es wieder zusammen und gelangte bald dahin, auch neues machen zu können. Ja zuletzt gelang es ihm sogar, eine Elektrifiziermaschine zu bauen, deren Funken und sonstige Wirkungen dem armen schwächlichen Knaben und seinen Gespielen die Quelle mannigfacher Unterhaltung wurden.

Der Knabe wurde von seinen Angehörigen für träge und stumpfsinnig gehalten, weil er in sich gefehrt und sinniger war, als Knaben seines Alters zu sein pflegen. So soll er eines Tages von seiner Mutter gescholten worden sein, weil er, tief in Gedanken versunken, den über dem Feuer sprudelnden Theekessel beobachtete und darauf achtete, wie dessen Deckel von Zeit zu Zeit vom Dampfdrucke gelüftet wurde. Niemand ahnte damals, daß vielleicht jener Augenblick für den künftigen Lebensgang des jungen Menschen entscheidend war. — Watt selbst, in späteren Jahren befragt, wie er zu seinen Erfindungen gekommen, gab zur Antwort: „Durch unablässiges Nachdenken!“

Mit seinem 19. Jahre trat Watt bei dem Mechaniker Morgan in London in die Lehre. Er brauchte zur Reise dahin zwölf Tage und ahnte damals schwerlich, daß man sie dereinst, dank seinen Erfindungen, in zwölf Stunden werde zurücklegen können. In London blieb er nur ein Jahr, worauf er nach Glasgow zurückging und später als Mechaniker bei der Universität beschäftigt wurde.

Wie es scheint, begann Watt sich in den Jahren 1762 und 1763, in denen er mehrere Versuche mit dem Papin'schen Topfe machte, mit dem Wesen und der Verwendbarkeit des Dampfes anhaltender zu beschäftigen; aber erst das folgende Jahr war dazu bestimmt, ihn auf die Bahn seines Ruhmes zu führen. In der Sammlung der Universität befand sich ein Modell einer Dampfmaschine von Newcomen, dessen man sich zur Erläuterung bei den Vorlesungen bediente. Dies Modell war außer Gang gekommen, oder richtiger, es war nie im Gange gewesen, und man trug Watt auf, dasselbe in Ordnung zu bringen. Er löste seine Aufgabe zu vollkommener Zufriedenheit; sein Fleiß blieb aber nicht dabei stehen. Sein Scharfblick hatte bald erkannt, worin die Mangelhaftigkeit der Wirkung der Maschine Newcomens ihren Grund hatte. Die Maschine verlangte Wasser von sehr niedriger Temperatur, um unter dem Kolben den Dampf zu verdichten und einen möglichst leeren Raum herzustellen; dieses aber konnte durch die einfache Einspritzung von Wasser in den Cylinder nicht erreicht werden, außerdem entstand noch der Nachteil, daß der Dampf, wenn er mit den soeben durch das Wasser abgekühlten Seitenwänden und der Kolbenfläche in



Berührung trat, abgekühlt und teilweise bereits zu Wasser wurde, ehe er noch seine Wirkung geäußert hatte, was einen beträchtlichen Kraftverlust nach sich zog.

Dies führte Watt auf die Idee eines besonderen Niederschlagungsapparates, des Kondensators, in welchem die Dämpfe, nachdem sie in dem Cylinder ihre Kraft geäußert, abgeführt und außerhalb des Cylinders in einem geschlossenen Raume durch Kaltwasserbrause niedergeschlagen wurden. Mit dieser wichtigen Erfindung trat er bereits um die Mitte des Jahres 1765 hervor, wodurch er, indem er den Dampf besser benutzte, eine so große



5. James Watt.

Ersparnis an Brennmaterial erzielte, daß man nun mit einem Scheffel Kohlen so weit reichte als früher mit vier Scheffeln. Eine zweite Verbesserung führte Watt ein, indem er den Kolben des Dampfcylinders nicht mehr durch die atmosphärische Luft, sondern durch Dampf niedertreiben ließ. Dies bewirkte er, indem er den Dampf abwechselnd unter und über dem Kolben einführte. So entstand die doppelwirkende Dampfmaschine, wobei der Luftdruck ganz aus dem Spiele bleibt und die Dampfkraft auf mehrere Atmosphären Druck erhöht werden kann. Drei Jahre hatte Watt diese bedeutende Erfindung bereits vollendet, ehe es ihm endlich gelang, die Mittel zu erhalten, um dieselbe in einem so großen Maßstabe auszuführen, daß man sich durch den Augenschein von deren Nutzen überzeugen

konnte. Erst nachdem Watt mit dem Dr. Roebuck eine Verbindung eingegangen war, infolge deren der letztere stets zwei Dritteile des reinen Gewinnes erhalten sollte, wurden unserem Watt die Mittel gegeben, eine Versuchsmaschine in großem Maßstabe zu bauen, deren Resultat dann aber auch, einige noch zu überwindende technische Schwierigkeiten abgerechnet, vollkommen genügend war.

Die Verbindung mit Roebuck dauerte indessen nicht lange, denn schon nach wenigen Jahren zeigten sich Roebucks Verhältnisse auf das höchste zerrüttet. Eine schwere Prüfungszeit begann für den mittellosen Watt, bis er endlich 1775 mit Matthias Boulton in Soho, nahe bei Birmingham, in Verbindung trat, indem er in dessen höchst ausgedehntem industriellen Etablissement sowohl die Kräfte, als die Geldmittel fand, deren er bedurfte. Die ersten Maschinen wurden in den Bergwerken zu Cornwall zur Hebung in Gebrauch genommen, und hier erwiesen sie sich als höchst brauchbar.

Watts Patent wurde noch auf die Dauer von 17 Jahren verlängert, und er widmete sich jetzt ausschließlich der Vervollkommnung seiner Maschine. Das Resultat seiner Bemühungen war zuerst die sogenannte einfach wirkende Dampfmaschine, bei welcher der Dampf den Kolben in einer Richtung bewegt, während der Druck der Atmosphäre die Rückbewegung hervorbringen muß.

Dabei war die sehr unvollkommene Bauart Newcomens bedeutend verbessert worden, und zwar beruht der Unterschied in den folgenden Punkten:

Der Dampf wurde oberhalb des Kolbens eingeführt und so der Druck des Dampfes zum Heben der Lasten benutzt, was für den Betrieb von Bergwerkspumpen, deren Kolben an langen schwerfälligen Gestängen hängen, höchst zweckmäßig ist; die Mitwirkung des atmosphärischen Druckes war gänzlich ausgeschlossen, indem der Kolben durch die Last der wieder niedersinkenden Pumpengestänge gehoben wurde. Ferner erfolgte der Niederschlag des Dampfes nicht mehr im Cylinder selbst, sondern in einem besonderen Behälter, dem erwähnten Kondensator.

Watt erdachte außerdem noch zahlreiche Verbesserungen und brachte sie zur Ausführung.

Durch diese zahlreichen und wichtigen Neuerungen wurde nicht nur der Brennstoffbedarf der Dampfmaschinen außerordentlich vermindert, sondern auch die Möglichkeit herbeigeführt, dieselben zum Betriebe von Fabrikmaschinen aller Art anzuwenden, wie denn die Maschinenbauanstalt von Watt & Boulton schon in den Jahren 1780—92 die ersten Dampfmaschinen für Baumwollspinnereien, Bierbrauereien, Mehlmühlen, Eisenwalzwerke und für viele andere Zwecke lieferte. Watts strebsamer Geist hat auch auf anderen Gebieten namhafte Erfindungen gemacht, insbesondere hat er auch das Dampfschiff, das nach seiner Erfindung der Amerikaner Fulton erbaute, wesentlichen Verbesserungen unterworfen. Er fuhr auf einem von ihm verbesserten Schiffe von England nach Holland hinauf bis Köln und wieder nach der Themse zurück.

Watts Leben war reich an glücklichen Erfolgen. In der Familie verfolgte ihn freilich mehrfach tiefes Unglück. Er verlor seine Frau und einen





Eintritt des Dampfrohres in den Schieberkasten des Cylinders ist dasselbe mit einer inneren Klappe, ähnlich den Klappen in Ofenröhren, versehen; diese sogenannte Drosselklappe C steht durch zwei Winkelhebel a a und die verschiebbare Hülse b im Zusammenhange mit dem Centrifugal- oder Schwungkugelregulator D und wird von diesem je nach der Geschwindigkeit der Maschine von der Hauptwelle aus durch das Getriebe c, welches auf ein ähnliches Getriebe der Regulatorspindel d wirkt und diese in Umdrehung versetzt, mehr geöffnet oder geschlossen. Dies hat zur Folge, daß bei zu groß werdender Geschwindigkeit der Maschine weniger Dampf in den Cylinder eintreten kann, während bei zu langsam werdendem Gange der Maschine mehr Dampf in den Cylinder gelangt. Hierdurch wird eine Regulierung des Ganges und zugleich auch eine ziemlich gleichbleibende Umdrehungsgeschwindigkeit der Maschine erreicht.

Der Dampf tritt zunächst in den an der einen Seite des Cylinders befindlichen Schieberkasten E, worin sich der durch die Stange G bewegte Steuerschieber oder Dampfverteilungsschieber G befindet, der den Dampf abwechselnd bald über, bald unter den Kolben treten läßt und dem vorher benutzten, auf der Gegenseite des Kolbens befindlichen Dampfe den Abgang gestattet. Der Cylinder ist natürlich oben und unten dampfdicht geschlossen, und die Kolbenstange R geht luftdicht durch die Stopfbüchse X. Tritt nun z. B. Dampf oberhalb des Kolbens in den Cylinder, so kann der unter dem Kolben befindliche Dampf frei durch das Auspuffrohr K in den Kondensator austreten, und umgekehrt, denn mit jedem Eintrittswege auf der einen Kolbenstange wird dem Dampfe auch ein Austrittsweg auf der Gegenseite des Kolbens geöffnet. Der austretende oder auspuffende Dampf gelangt, wie schon bemerkt wurde, in das nach dem Kondensator führende Rohr K, in welches durch ein dünnes, vielfach durchlöcherteres Rohr kaltes Wasser eingespritzt wird, das dem Dampfe rasch seine Wärme entzieht und daher denselben veranlaßt, sich zu Wasser zu verdichten. Das so gebildete Kondensationswasser gelangt in den Kondensator I', in welchem sich die Luftpumpe I befindet, welche Luft und Wasser fort und fort aus dem Kondensator entfernt und so den luftverdünnten Raum, das sogenannte Vakuum, stets auf dem gewünschten Grade des Gegendruckes erhält.

Eine andere Pumpe M wird die Speisepumpe genannt, weil sie den Zweck hat, dem Dampfkessel stets das zur Verdampfung nötige Wasser zuzuführen und somit den Wasserstand in demselben stets in gleicher Höhe zu erhalten, was für die Sicherheit des Kessels sehr wesentlich ist. Das zur Abkühlung nötige kalte Wasser wird durch den äußeren Luftdruck dem luftverdünnten Raume des Kondensators mittels des Saugrohres zugeführt, welches mit dem schon erwähnten Einspritzrohr verbunden ist.

Der Kolben ist durch seine Stange vermittelt eines Gelenkstücles mit dem Balancier O S verbunden und erteilt diesem durch seinen Auf- und Abgang eine Bewegung, welche durch die Pleuellstange P auf die Kurbel Q übertragen wird und mittels dieser die Welle der Maschine umtreibt. Auf



dieser Welle sitzt auch das große Schwungrad V. Die Geradführung der Kolbenstange erfolgt durch das Parallelogramm STUW, und an diesem Parallelogramm hängt auch die Kolbenstange L der Luftpumpe.

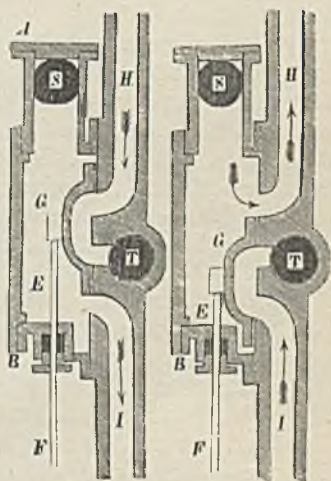
Wegenwärtig, wo man erkannt hat, daß die Erzeugung von hochgespanntem Dampfe mit Bezug auf Brennmaterialverbrauch viel sparsamer ist als die Erzeugung von Niederdruckdampf, sind die Watt'schen Niederdruckmaschinen ganz außer Gebrauch gekommen, und man kennt nur Hochdruckmaschinen, die je nach Umständen mit oder ohne Kondensation arbeiten und die man daher als Auspuffmaschinen und Kondensationsmaschinen unterscheidet. Auch der Balancier als Zwischenorgan zwischen Kolben und Kurbel ist nicht mehr sehr beliebt, weil derselbe zu schwerfällig ist; nur ganz ausnahmsweise wendet man denselben hier und da an.

Weiter geben wir zum besseren Verständnis dessen, was in dem schon erwähnten Schieberkasten zum Zweck der Dampfverteilung vorgeht, eine zweimalige Durchschnittsansicht desselben, um die beiden Stellungen zu zeigen, welche der Schieber abwechselnd einnimmt und dadurch den Dampf einmal unter und einmal über den Kolben leitet.

S ist die Mündung des Rohres, welches den Dampf aus dem Kessel herüberleitet, T diejenige des Abzugsrohres, das den verbrauchten Dampf in den Kondensator oder ins Freie führt. F ist die Schieberstange, die durch eine Stopfbüchse ins Innere geht. An ihr sitzt ein in der Mitte gewölbter Riegel, welcher durch seinen Hin- und Hergang die beiden Dampfwege abwechselnd öffnet und ebenso wieder schließt.

In der ersten Abbildung ist ersichtlich, welche Lage der Schieber einnimmt, wenn der Kolben im Cylinder seinen Tiefstand hat, also Dampf unter ihn treten muß. Hierzu steht jetzt dem Dampf der Kanal I offen, in dem er herab und in den Cylinder dringt. Gleichzeitig ist auch der Kanal H frei, und der über dem Kolben befindliche Dampf, der schon gearbeitet hat, geht in denselben, sowie der Kolben sich wieder hebt, abwärts in den Ausflußkanal T. In der zweiten Abbildung sind durch die veränderte Stellung des Schiebers alle Richtungen umgekehrt: der neue Dampf geht nach oben und drückt den Kolben wieder herunter, indes der verbrauchte von unten her in den Ausfluß gelangt.

Mit Bezug auf die beweglichen Teile der Dampfmaschine ist im allgemeinen noch auf folgendes aufmerksam zu machen. Diese beweglichen Teile sind ihrem Zwecke nach entweder Kraftübertragungssteile oder



7. Steuerchieber.

Steuerungsteile. Die Steuerungsteile oder kurz Steuerung bewirkt das rechtzeitige Zu- und Ablassen des Dampfes und hat außerdem noch dafür zu sorgen, daß derselbe seine Spannkraft gehörig an den Kolben abgibt. Durch diese Thätigkeit der Steuerung wird nicht nur ein stoßfreier und gleichförmiger Gang der Maschine herbeigeführt, sondern auch wesentlich mit die sparsame Ausnutzung des Dampfes gewährleistet. Der Teil der Steuerung, welcher direkt das Öffnen und Schließen der Cylinderkanäle und somit die Dampfverteilung im Cylinder besorgt, heißt Dampfverteilungsorgan. Man hat Dampfmaschinen mit einem einzigen, oder auch mit zwei, oder auch mit vier Dampfverteilungsorganen. Das älteste Dampfverteilungsorgan ist aber der von Newcomen zuerst angewandte hahnartige Drehschieber; später trat an dessen Stelle der von Watt erfundene Gleitschieber und noch etwas später das von dessen Landsmann Hornblower erfundene Doppelschiebventil.

Auffehererregend war die vom Amerikaner Corliß zu Anfang der fünfziger Jahre des vorigen Jahrhunderts erfundene, nach ihm benannte Steuerung, bei welcher gewissermaßen auf den Newcomenschen Hahn- oder Drehschieber zurückgegriffen wird, jedoch in Verbindung mit einer höchst sinnreichen Einrichtung. Durch diese Corlißsteuerung kam neues Leben in den Dampfmaschinenbau, und die Erfindungen einer großen Zahl mehr oder minder ähnlicher Steuerungen folgten darauf, welche dann sämtlich in neuerer Zeit unter der allgemeinen Bezeichnung Präcisionssteuerungen zusammengefaßt werden.

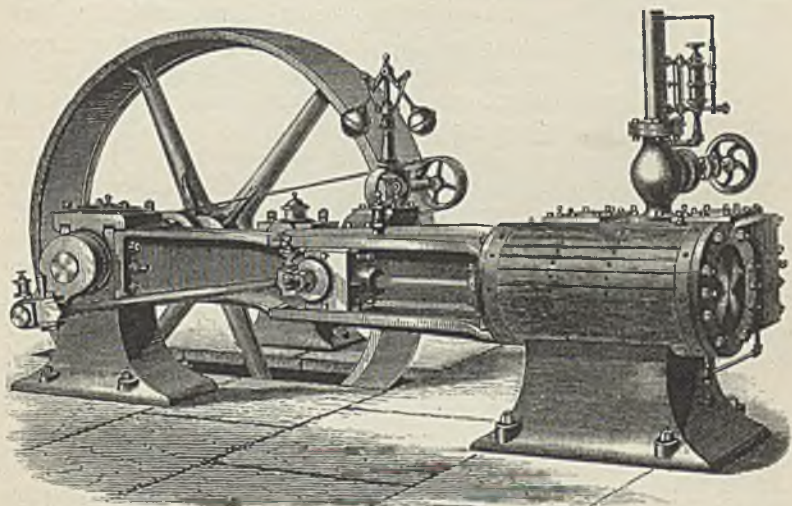
Allen diesen Präcisionssteuerungen kommt die Eigenschaft zu, daß sie die Dampfeinlaßkanäle am Cylinder nur allmählich öffnen, dann aber, wenn die Spannkraft beginnen soll, sehr rasch (präcis) schließen, und daß die Änderung des Füllungsgrades selbstthätig vom Regulator besorgt wird. Mit diesem Füllungsgrade hat es folgende Bewandnis:

Watt sah nämlich bald ein, daß, wenn Hochdruckdampf mit voller Spannung einen Kolben bis an das Ende seines Laufes treibt, im Verhältnis zur geleisteten Arbeit sehr viel Dampf verbraucht wird, indem der Dampf mit seiner vollen Spannung aus dem Cylinder entweicht. Daher kam der große Erfinder auf den Gedanken, den Dampfzufluß nach dem Cylinder schon zu unterbrechen, wenn der Kolben erst einen Teil seines Weges zurückgelegt hatte. Der in dem Cylinder somit abgesperrte Dampf wirkte nun mit allmählich schwächer werdendem Drucke durch seine weitere Ausdehnung, wodurch die Arbeitskraft seiner Wärme teilweise zur Geltung gebracht und folglich an Dampf und also auch an Brennmaterial gespart wird. Freilich muß aber dann der nicht mehr auf seinem ganzen Wege mit vollem Kesseldrucke getriebene Kolben eine entsprechend vergrößerte Fläche erhalten, wenn er dieselbe Arbeitskraft wie bei Volldruck entwickeln soll. Der mit Volldruck- oder Kesseldampf gefüllte Teil des Cylinders bestimmt den Füllungsgrad, und man spricht daher von Halb-, Drittel-, Viertelfüllung und entsprechend von zweifacher, dreifacher, vierfacher



Spannung. Unter Umständen kann diese Spannung noch viel weiter, etwa bis auf das Zehnfache, getrieben werden.

In der Erkenntnis, daß durch starke Spannung des Dampfes der Dampfverbrauch zur Leistung einer gewissen Arbeitsgröße sich bedeutend vermindern läßt, hat man sich die Aufgabe gestellt, die Spannung möglichst weit zu treiben. Man fand jedoch, daß bei großer Spannung in einem einzigen Cylinder auch eine verhältnismäßig starke Abkühlung der Cylinderwand am auspuffenden Ende eintritt, wodurch alsdann eine entsprechende Abkühlung des frisch eintretenden Dampfes im Cylinder erfolgt. Außerdem tritt auch bei den Dampfmaschinen, in deren Cylinder der Dampf mit großer Spannung arbeitet, des bedeutenden Druckwechsels wegen ein sehr



8. Liegende Dampfmaschine.

bemerklich unregelmäßiger Gang ein, welchem nur durch sehr schwere Schwungräder, die viel Kraft beanspruchen und teuer sind, entgegengewirkt werden kann. Allen diesen Übelständen, welche bei hoher Spannung in der Einzylindermaschine eintreten, half man dadurch ab, daß man zweicylindrige Maschinen baute, und zwar in der Weise, daß der Kesseldampf zuerst mit vollem Drucke und mit folgender teilweiser Spannung in einem Cylinder von kleinem Durchmesser nur einen Teil seiner verfügbaren Arbeit abgibt und alsdann, weiter drückend, in einem Cylinder von größerem Durchmesser mit dem übrigen ihm entziehbaren Teile seiner Spannkraft zur Wirkung gebracht wird.

Die erste brauchbare Maschine dieser Art, eine sogenannte Compound- oder Verbundmaschine, neuerdings auch Zweifach-Expansionsmaschine genannt, wurde vom Engländer Woolf 1804 gebaut, und es ist dieses

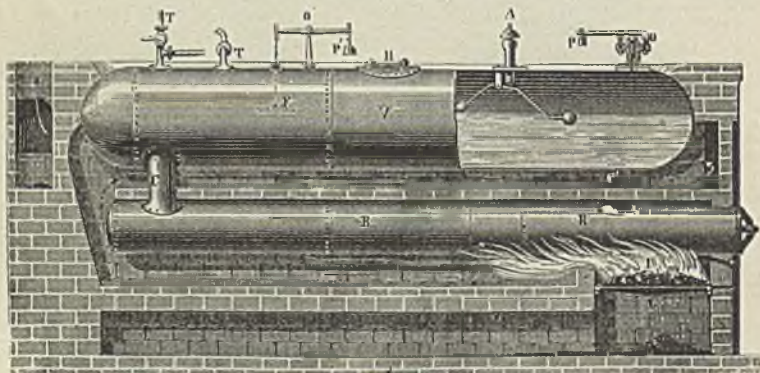
System noch heutzutage unter der Bezeichnung Woolfmaschine wegen ihres sparsamen Dampfverbrauchs beliebt.

In der Woolfmaschine bewegen sich die beiden Kolben so, daß dieselben gleichzeitig ihren Schub vollenden, indem die Pleuelstangen, an denen die Kolbenstangen mittels der Pleuelstangen angreifen, gleich oder entgegengesetzt gerichtet sind. Eine derartig eingerichtete Maschine arbeitet wie die Zylindermaschine mit toten Punkten und kann nicht in jeder Kolbenstellung sofort angelassen, d. h. in Umdrehung versetzt werden, was besonders bei Schiffsmaschinen höchst nötig ist. Um diesem Uebelstande abzuwehren, baute man Verbundmaschinen, deren Pleuelstangen rechtwinklig gegeneinander stehen, wodurch man die toten Punkte in der Maschine beseitigt und außerdem noch einen gleichmäßigeren Gang als in der Woolfmaschine erhält.



9. Durchschnitt eines Dampfessels mit zwei Siederöhren.

Bei derartig angeordneten Maschinen befindet sich der eine Kolben in der Mitte seines Weges, wenn der andere Kolben schon am Ende angelangt ist. Hierdurch wird bewirkt, daß der Dampf während der ersten Hälfte des Kolbenweges im kleinen Cylinder nicht in den großen Cylinder hinüber gelangen kann, sondern von demselben abgesperrt erhalten werden muß. Damit aber der während dieser Periode aus dem kleinen Cylinder entweichende Dampf einstweilen,



10. Dampfessel mit zwei Siederöhren.

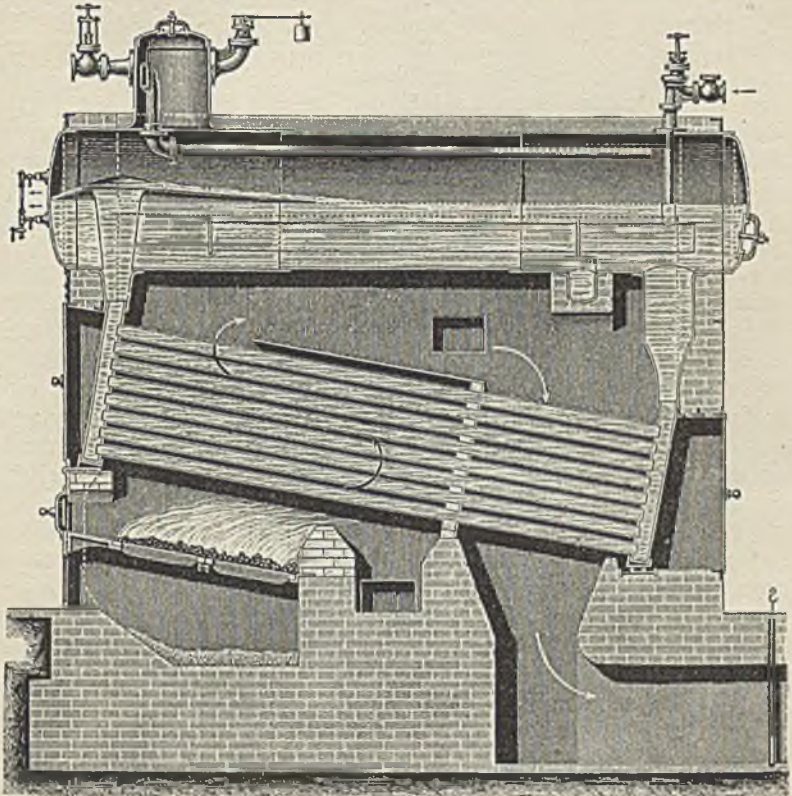
d. h. bis zur Eröffnung des Eintrittskanals am großen Cylinder, Unterfunst finde, ist zwischen den beiden Cylindern eine Dampfchamber angebracht.

Besonders bei den Kriegsschiffen finden wir solche Verbundmaschinen von 12000 und mehr Pferdestärken, bei welchen die beiden Cylinder hintereinander liegen und auf eine Pleuelstange wirken. Man nennt



diese Maschinen „Tandem-Maschinen“, ein Ausdruck, der aus dem Sport entnommen ist; bekanntlich bezeichnet man ein Gefährt, vor welchem zwei Pferde hintereinander eingespannt sind, als ein Tandem.

Um die im Dampfe angesammelte Wärme noch besser auszunutzen, baut man seit einiger Zeit auch Dreifach- und sogar Vierfach-Expansionsmaschinen, in deren Betrieb man selbstverständlich auch entsprechend hochgespannten und dadurch entsprechend kräftigen Dampf verwenden muß.



11. Wasserröhrentessel.

Die gegenwärtig beliebteste Anordnung der Dampfmaschinen ist die wagerechte, wie in Fig. 8 dargestellt ist. Der Cylinder ist mit der Geradföhrung direkt verbunden, welche hier einen hohlen, freiliegenden Balken (den Bajonettbalken) bildet. Der seitlich am Cylinder befindliche Steuerschieber wird von der Schwungradwelle aus durch eine excentrische Scheibe mittels einer langen Stange und eines kurzen Hebels betrieben. Für große Maschinen ist die hier dargestellte Bauweise weniger gut, weil der frei-

liegende Balken sich unter dem starken Drucke der Pleuelstange leicht durchbiegt und dadurch ein unruhiger, schlagender Gang entsteht. Man versteht solche Maschinen lieber mit einer fest auf dem Fundamente aufliegenden Grund- oder Bettplatte.

Ein sehr wichtiger Bestandteil der Dampfmaschine ist der Dampfkessel. Derselbe besteht stets aus gewalztem starken Eisenblech, seltener aus Stahlblech. Die Dicke der Kesselwandungen richtet sich natürlich nach den Umständen und muß um so größer sein, je größer der Durchmesser des Kessels und je höher die Dampfspannung in demselben ist. Die Zusammensetzung des Kessels geschieht durch Nieten.

Um die nötige Widerstandsfähigkeit des Kessels gegen den starken Dampfdruck zu erhalten, muß derselbe eine allseitig gewölbte Form erhalten. Man wähle also Cylinder, welche der Anforderung an große Widerstandsfähigkeit ganz gut entsprachen; für höhere Dampfspannungen von acht bis zehn und zwölf Atmosphären werden jedoch die aus vielen engen Röhren gebildeten Wasserrohrkessel vorgezogen. Auf die Größe der Heizfläche, d. h. auf diejenigen Stellen am Kessel, wo sich innen Wasser, außen Feuer befindet, kommt aber viel an, weil davon die Menge des entstehenden Dampfes abhängt. Um die Fläche zu vergrößern, brachte man daher Siederöhren an, d. h. man brachte unterhalb des Kessels ein paar dünnere Cylinder an, die durch aufrechte kurze Röhrenstücke mit dem Hauptkörper verbunden sind. Da diese Teile nun ganz im Feuer liegen, das übrigens auch die untere Partie des großen Kessels bestreicht, so ist für Dampfentwicklung das Mögliche geschehen. Eine andere Kesselform ist die, wo ein weites offenes Rohr durch die Länge des Kessels selbst gezogen ist, das als Feuerkanal dient. Andere Kessel haben zwei solche nebeneinander liegende Flammrohre, und wieder anderen giebt man viele enge solcher vom Feuer durchzogenen Rohre, wodurch man eine Heizfläche im engen Raum erhält. Solche Kessel, welche bei verhältnismäßig geringer Größe reichlich Dampf geben, benutzt man ausschließlich für Lokomotiven und Schiffe, sie heißen deswegen auch Lokomotivkessel.

Für stehende Anlagen benutzt man jetzt mit Vorliebe die vorhin erwähnten Wasserrohrkessel, welche sich bei geringem Raume durch verhältnismäßig große Leistungen auszeichnen und deshalb jetzt in fast allen Elektrizitätswerken benutzt werden. Unser Bild Fig. 11 zeigt einen derartigen Kessel geöffnet, und wir erkennen leicht die zahlreichen Rohre, in denen das Wasser in Dampf verwandelt wird. Man hat für dieselben aber eine weitere wichtige Neuerung in Anwendung gebracht. Die Kessel der Weltausstellung in Chicago wurden nämlich nicht durch Kohlenfeuerung, sondern durch Petroleum geheizt. Dasselbe wird durch einen Luftstrahl unter die Kessel geblasen und dabei vollständig zerstäubt. Dieser mit Luft aufs innigste gemischte Ölstaub läßt sich nun leicht entzünden und verbrennt mit einer sehr heißen Flamme. Der Vorteil einer solchen Heizart ist leicht ersichtlich, denn die Bedienung der Heizung beschränkt sich darauf,



die Luft- und Petroleumhähne richtig zu stellen und entsprechend dem Verbräuche zu regeln. Das Petroleum wird durch Röhren mittels Pumpen in große Sammelbehälter geleitet und fließt von selbst den Kesseln zu; es kommt somit das lästige Heranschaffen und Einwerfen der Kohlen in Fortfall, und dabei ist die Heizung viel gleichmäßiger als bei der Kohlenfeuerung, abgesehen davon, daß ein Heizer eine ganze Reihe Kessel bedienen kann, während bei der älteren Feuerungsart auf ein bis zwei Kessel ein Heizer gebraucht wurde.

Im Kessel muß das Wasser auf einer gewissen Höhe, über halbvoll, erhalten werden; im oberen Raume sammeln und drängen sich dann die Dämpfe zusammen. Den Wiedererfaß des verdampften Wassers besorgt in den meisten Fällen eine von der Maschine getriebene kleine Druckpumpe; außerdem verwendet man aber auch, und zwar besonders bei Lokomotiven, zur Speisung des Kessels den Injektor, auch Dampfstrahlpumpe genannt, weil in demselben der aus dem Kessel entnommene Dampf in einem Strahle durch den kleinen rohrförmigen Apparat fährt, dabei Wasser ansaugt und in den Kessel hineintreibt. — Um jederzeit zu wissen, wie hoch das Wasser im Kessel steht, gebraucht man die Wasserstandszeiger. Die älteste Vorrichtung dazu sind zwei an der Vorderseite des Kessels übereinander angebrachte Proberhähne. Öffnet man sie einen Augenblick, und es fährt aus dem unteren Wasser, aus dem oberen Dampf heraus, so ist die Sache in Ordnung. Wenn es aber im Kessel stark wallt, so werden diese Anzeichen unsicher; man zieht daher eine andere Einrichtung vor, nämlich zwei kurze Röhren, die an den nämlichen Punkten stehen, wo die Hähne hin gehören würden, und vorn durch ein dickes Glasrohr verbunden sind. In diesem Rohre nimmt das Wasser denselben Stand ein wie im Inneren.

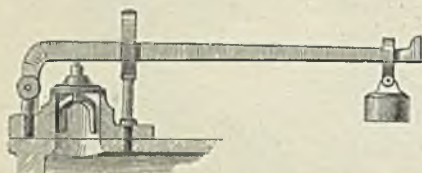
Wie stark die Spannung im Kessel ist, muß man natürlich auch jederzeit ersehen können. Hierzu dienen Manometer (Druckmesser), welche sehr verschiedene Einrichtung gefunden haben können. Es giebt Quecksilber- und Federmanometer. Die ersteren wirken wie Barometer und sind auch so geformt. Der kurze Schenkel mündet in den Dampfraum, der andere, viel längere, steht empor und ist oben offen. Ist der Dampfdruck im Kessel eine Atmosphäre, so steht das Quecksilber in beiden Schenkeln gleich; beträgt er zwei Atmosphären, so ist der Stand des Quecksilbers im langen Rohre schon um 70 cm höher, und es würden daher Kessel für höheren Druck erheblich lange Quecksilberrohren erfordern, weshalb man bei diesen von



12. Manometer.

den Quecksilbermanometern Abstand nimmt und statt dessen Metallmanometer benutzt. Dieselben sind von Bourdon erfunden und beruhen darauf, daß ein elastisches, gekrümmtes und verschlossenes Rohr sich zu strecken sucht, wenn der Druck der Luft oder des Dampfes in seinem Inneren zunimmt. In dem in Fig. 12 abgebildeten Manometer sehen wir ein kreisförmiges Röhrchen aus dünnem Metall mit dem einen Ende auf der Rückwand befestigt; dasselbe ist in Verbindung mit einem Zuleitungsrohr, durch welches der Dampf aus dem Kessel in das Röhrchen eindringt. Das zweite, verschlossene Ende des Röhrchens kann sich frei bewegen und wirkt auf den Zeigerhebel, welcher die Bewegung des Röhrchens vergrößert auf einer Skala anzeigt.

Jeder Dampfkessel hat endlich ein Sicherheitsventil, denn es kann ja kommen, daß das Nachsehen am Manometer einmal versäumt wird. Steigert sich also der Druck im Kessel höher, als es sein soll, so drängt der Dampf das Ventil selbst auf, und der Kessel bläst ab. Dieses Ventil hat



13. Sicherheitsventil.

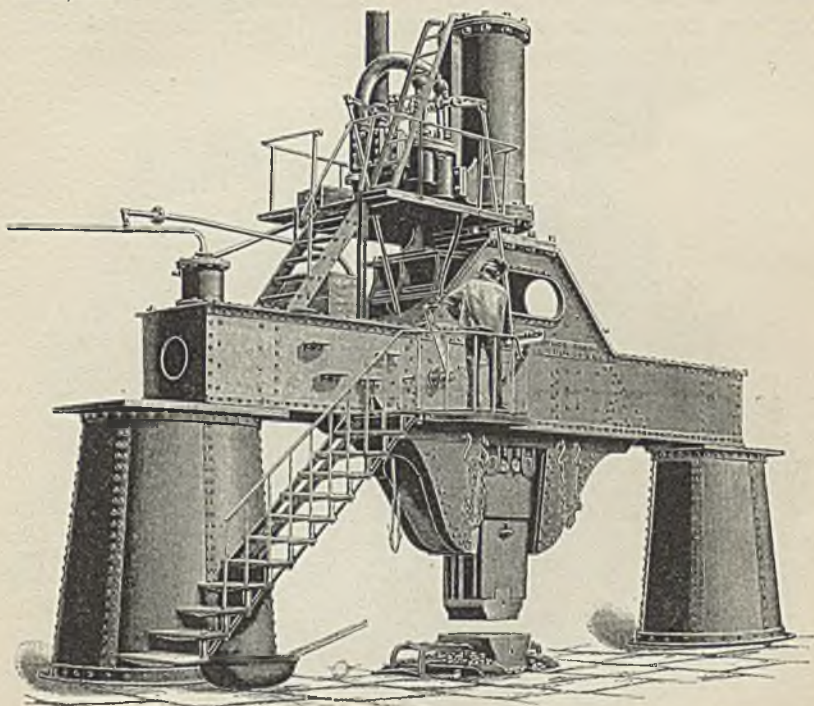
gewöhnlich die in Fig. 13 dargestellte Einrichtung. An dem in einem Gelenke gehenden Hebel sitzt eine schlichte Deckplatte. Diese schließt die Mündung des Ventils wie ein gewöhnlicher Deckel. Damit dies erfolge, müssen die beiderseitigen Teile sehr fein abgeschliffen sein. Am anderen Arme

des Hebels zieht ein verschiebbares Gewicht; je weiter es nach dem Ende gerückt wird, desto schwerer wird das Ventil belastet, und desto höher kann die Dampfspannung steigen. Auf den Lokomotiven würde ein solches Gewichtsventil wegen der Stöße und Schwankungen der Lokomotive unsicher sein; man bewirkt daher den Druck auf den Hebel durch eine Feder, die man nach Belieben stärker oder schwächer anspannen kann.

Das Sicherheitsventil schützt nicht unbedingt gegen die Gefahr der Explosion des Kessels. In der Hauptsache dient es mehr als ein Warnungszeichen und vielleicht so weit zur Sicherung, als es einen mäßigen oder langsam sich entwickelnden Überdruck beseitigen kann. Entwickelt sich aber der Überdruck durch Unachtsamkeit des Wärters in schnellem Maße oder hat der Kessel eine schwache Stelle erhalten, so schützt das Sicherheitsventil nicht gegen das Zerspringen des Kessels. Solche Kesselexplosionen sind nun zwar, dank der guten Überwachung der Kessel, seltener und auch minder gefährlich geworden als früher, aber es ereignen sich doch alle Jahre größere oder kleinere Unfälle dieser Art, und bei manchen gehen auch heute noch Menschenleben verloren. Manchmal geht es glückliche dabei ab; der Kessel bekommt einen Riß, der Dampf entweicht mit betäubendem Geräusch und erfüllt das Maschinenhaus mit dichten Wolken. Das sieht dann gefährlicher aus, als es ist. Schlimmer aber ist es, wenn der siedende Dampf und das



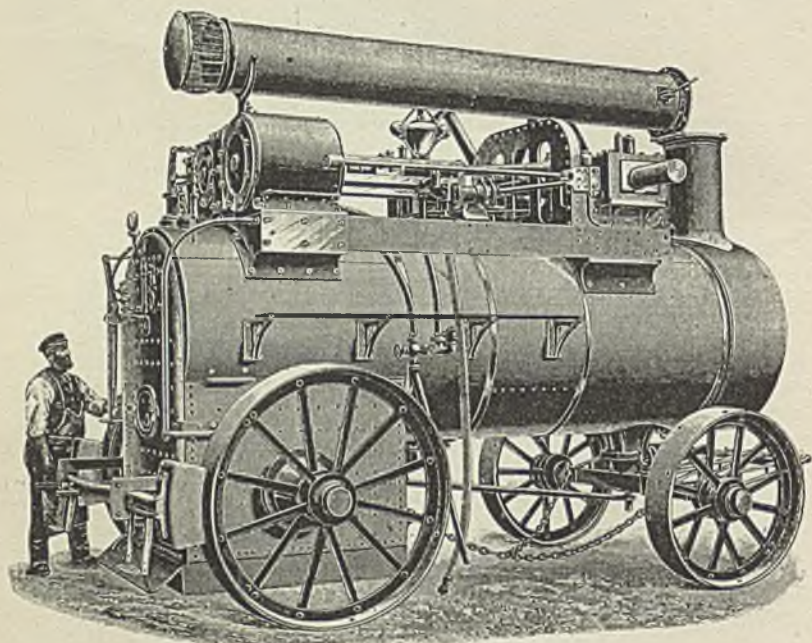
heiße Wasser sich auf die Menschen stürzen und sie verbrühen. Das Schlimmste aber ist die plötzliche Explosion, bei welcher sich die ganze Kraftmasse, die der Kessel einschließt, mit furchtbarem Knall entladet und die zersprungenen Stücke durch Wände und Dach schlagen, wobei zuweilen zentnerschwere Teile Hunderte von Metern weit geschleudert werden. Solche gräßliche Unfälle weiß ja leider die Geschichte der Dampftechnik mehr als genug zu berichten.



14. Dampfhammer auf den Werken von Schulz, Knaut & Co. in Essen.

Nach dieser Besprechung des Kessels nehmen wir unsere Betrachtung der Maschinen wieder auf. Wenn die Maschinen ohne Balancier die geradlinige Kolbenbewegung in eine rundlaufende verwandeln sollen, wie es doch meist der Fall ist, so ist eine besondere Vorrichtung hierzu nötig. Es wird dann der Kolbenstange eine Verlängerung gegeben (die Lenkstange), welche an dem Kopfe der ersteren mit einem Gelenke hängt, mit ihrem anderen Ende aber den Kurbelzapfen umfaßt, der bei Lokomotiven gewöhnlich gleich an eine Radspeiche gesetzt ist. Der Kopf der eigentlichen Kolbenstange gleitet dabei, damit ihr Gang durch die Lenkstange nicht beunruhigt wird, in einer besonderen Führung. Es giebt indes doch eine Maschine, bei der die

Kolbenstange direkt an einem Balancier hängt. Würde man sich bei der Watt'schen Maschine das Parallelogramm weg und die Stange an den Balancier gehangen denken, so leuchtet ein, daß jene beim ersten Hube abgebrochen würde. Könnte aber der Cylinder nachgeben, so ginge die Sache wohl. Dies thut nun der schaukelnde Cylinder; er hängt in zwei in seiner Mitte angebrachten Zapfen, welche hohl sind und zugleich die Dampfwege bilden, und neigt sich hin und her, der Stange folgend. Solche Maschinen sind auf Dampfschiffen in Anwendung, weil sie wenig Raum einnehmen.



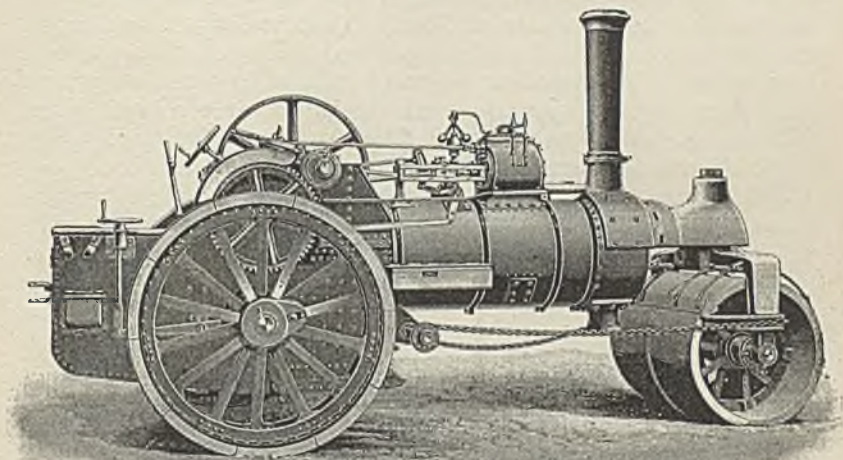
15. Große Lokomotive.

In gewissen Fällen benutzt man unmittelbar die hin und her gehende Bewegung, und dann wird die Maschine so einfach, daß sie nur aus Kessel und Cylinder besteht. Dies ist der Fall bei den Dampfhammern, wo die Maschine in den Lüften auf einem Baugerüst steht. Der Dampf hebt den Kolben und mit ihm den daran hängenden Rammblock. Ein Druck macht den Dampf frei, und der Block stürzt herab. Ebenso wirkt der Dampfhammer, die Erfindung des Engländers Nasmyth. Bei dieser Vorrichtung wird der viele Zentner schwere Hammer durch Dampfdruck emporgehoben und fällt dann herab, wobei der von oben nachdrückende Dampf zuweilen noch die Wucht verstärken hilft.



So ungefüge diese Vorrichtung auf den ersten Blick erscheinen mag, so sehen wir doch, wenn sie arbeitet, mit Überraschung, wie abwechselnd sie ihre Schläge auszuführen vermag, bald ganz sanft, bald mit zermalmendem Sturz auf das Eisen schlagend, und fast scherzhaft erscheint uns das Ungetüm, das eben noch eine armdicke Eisenstange wie weiches Wachs formte, wenn es mit größter Schonung eine Ruß aufknackt, ohne den Kern auch nur im geringsten zu beschädigen.

Des großen Dampfhammers von Friedrich Krupp haben wir schon im ersten Bande gedacht. Wir wollen für den Leser einen anderen abbilden, der zwar jenem Riesen an Größe nachsteht, aber immerhin noch ein recht ansehnliches Werkzeug ist. Derselbe steht ebenfalls in Eisen und zwar bei



16. Straßenlokomotive und Dampfwalze.

Schulz, Knaut & Co., sein Fallkloß hat ein Gewicht von 5000 kg, und damit kann er schon recht ansehnliche Eisenstücke zurechthämmern.

In vielen Fällen ist es notwendig, die Dampfmaschine rasch an dem Ort ihres Gebrauches aufstellen und diesen Ort leicht verändern zu können. Ein naheliegendes Beispiel dieser Art bieten uns die Dampfdreschmaschinen, welche zur Erntezeit von Flur zu Flur ziehen und das Getreide auf dem Felde selbst ausdreschen. Für diese Zwecke hat man nun zahlreiche Bauarten beweglicher Dampfmaschinen von größerer und geringerer Beweglichkeit geschaffen, von denen die bekanntesten die Lokomobilen sind. Dieselben bestehen im wesentlichen aus einem Lokomotivkessel, welcher auf ein Wagen-gerüst gesetzt ist und auf diese Weise durch Pferde von einer Stelle zur anderen gebracht werden kann. Die eigentliche Dampfmaschine ist auf den

Rücken des Kessels gesetzt, wie dies unser Bild erkennen läßt. Wir wollen bemerken, daß diese Lokomobilen in neuerer Zeit sehr vervollkommnet sind und sich in ihren Leistungen, was Sparsamkeit und Sicherheit angeht, sehr wohl mit den stehenden Dampfmaschinen messen können.

In einzelnen Fällen hat man diese Maschine auch soweit selbständig gemacht, daß der Dampf selbst die hinteren Fahrräder dreht und also die Maschine aus eigener Kraft mit der gehörigen Langsamkeit dahin gehen kann, wo sie gebraucht wird. Sie macht so den Übergang zu noch schwereren und kräftigeren Maschinen, den Straßendampfwagen, welche mit ihren ungemein breiten Rädern gewaltige Zugtiere vorstellen. Diese Klasse ist die jüngste und noch nicht zahlreich vertreten, am meisten in England und auch in Amerika. Ihre Geschwindigkeit übertrifft nicht die des Pferdebetriebes, weil die Maschinen auf Chausseen und in Straßen eine Menge Hindernisse finden, die nur im langsamen Gange überwunden werden können. Von diesen Maschinen hat eine — von Fowler in England — auch bei der Belagerung von Paris mitgewirkt und im Dienste der Deutschen die schweren Belagerungsgeschütze nebst Munition mit großer Kraft herzugehleppt, aber dabei auch die Chausseen gründlich ruiniert.

Die Bauart der Straßendampfwagen hat schon vieles Kopfzerbrechen gemacht, und so leicht man sich die Sache anfangs vorstellte, so viele Schwierigkeiten fanden sich, als man an die praktische Ausführung ging. Es haben deshalb dieselben auch nur eine sehr beschränkte Verwendung gefunden.

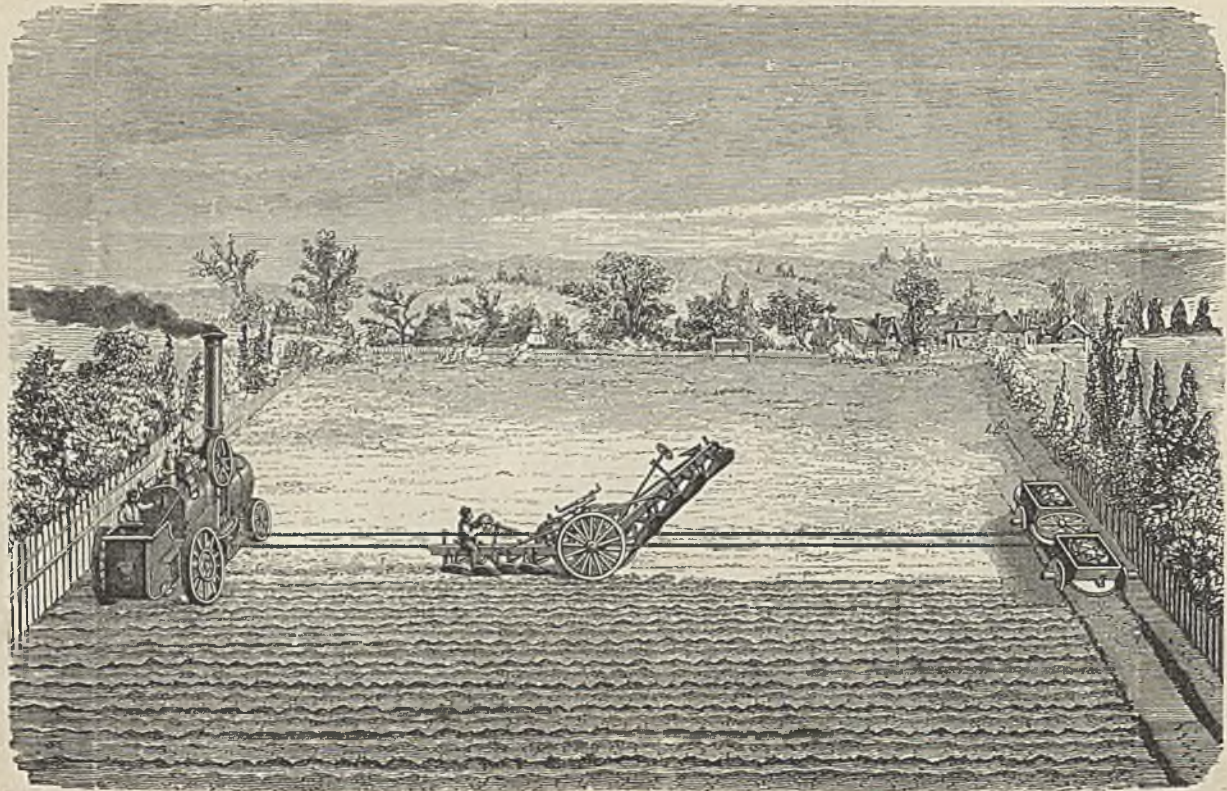
Die Fahrgeschwindigkeit beträgt für gewöhnlich eine deutsche Meile in der Stunde, wobei so ein Wagen, je nach der Beschaffenheit des Weges, etwa 1000—2000 Zentner und darüber zu ziehen vermag.

Eine andere Art Dampfwagen für Chausseen sind die Dampfwalzen, bei denen die leistungsfähigere Dampfkraft an Stelle der Pferde benutzt wird, um die wuchtige Walze über die aufgeschütteten Steine hin zu bewegen und diese glatt zu drücken. In unserem Bilde auf Seite 27 geben wir ein Mittelding zwischen Straßenlokomotive und Dampfwalze wieder. Die Vorrichtung kann als Schlepper für Lastwagen dienen, sie kann aber auch wegen ihrer breiten Räder und ihres großen Gewichtes für leichtere Walzarbeiten benutzt werden.

Endlich ist der Dampf auch als Feldarbeiter in Dienst genommen worden und dient zum Umpflügen des Feldes. Man läßt entweder durch eine Zugmaschine eine Reihe von Pflügen, die durch einen Balken verbunden sind, direkt über das Feld hinwegziehen, oder man verfährt noch in der Art, welche zuerst aufkam, mit Benutzung einer Lokomobile und eines Seilzuges, wie es die nebenstehende Abbildung zeigt.

Die Lokomobile hat ihren ersten Standort zur Seite des Feldes und an dessen Anfang; ihr gegenüber an der anderen Feldseite steht eine Art Karren, welcher eine Seiltrommel trägt. Eine zweite Trommel ist an der Maschine und wird von ihr gedreht. Das Seil ist ein endloses, läuft also



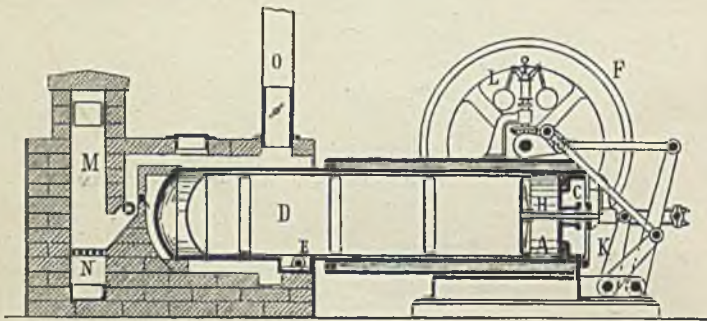


17. Pflügen mit Dampf.

von einer Trommel zur anderen und auf der anderen Seite wieder zurück. An ihm ist ein doppelter Satz von Pflügen angehängen, die unter einem Winkel dergestalt zusammengestellt sind, daß, während die eine Hälfte arbeitet, die andere schräg emporragt. Haben die Pflüge ihren ersten Gang über das Feld gemacht, so werden Lokomobile und Karren um die Breite des gepflügten Streifens weitergerückt, die Maschine umgesteuert und die Pflüge gekippt. Die bis jetzt müßigen liegen nun zur Arbeit bereit. Infolge der umgekehrten Wirkung der Maschine kehrt dann das zusammengesetzte Werkzeug zu dieser zurück, und so geht die Arbeit abwechselnd fort.

### Die Heißluft- und Gasmaschinen.

Die Benutzung von heißer Luft oder heißen Gasen für den Maschinenbetrieb bietet im Vergleich zum Wasserdampf den großen Vorteil, daß man nicht erst eine Flüssigkeit in Dampf umzuwandeln hat und daher den Aufwand an Wärme erspart.

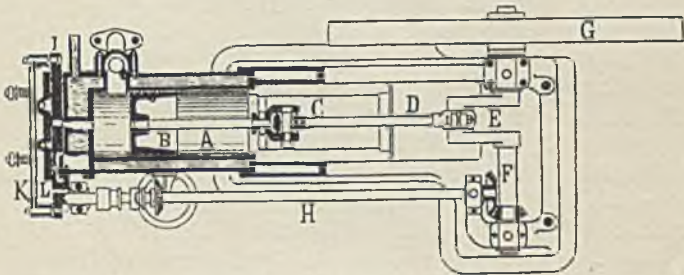


18. Lehmann's Heißluftmaschine.

Da außerdem auch noch Wärmeverluste vorkommen, so werden in der besten Dampfmaschine höchstens 12 Prozent der unter dem Kessel erzeugten Wärme zur Arbeit nutzbar gemacht. Mit Rücksicht hierauf versuchte zuerst Niepce in Paris 1806 eine Heißluftmaschine zu bauen. Andere Erfinder folgten in dem gleichen Bestreben, unter denen besonders der schwedische Ingenieur Ericsson seit 1833 sich einen Namen gemacht hat, ohne jedoch rechten Erfolg zu erfreuen, denn die hierbei in den Weg tretenden Schwierigkeiten waren unerwartet sehr große. Besonders liegen dieselben in den Umständen, daß die Luft nur schwer Wärme aufnimmt, und daß dieselbe, um eine genügend starke Spannung zu erreichen, sehr stark erhitzt werden muß. Die Heißluftmaschinen haben aber durch die trockene Hitze stark zu leiden. Das gußeiserne Gefäß, worin die Luft erhitzt wird, der Feuertopf, verbrennt sehr rasch, und Kolben nebst Cylinder nutzen sich



durch große Reibung rasch ab. Überhaupt hat man die Betriebskraft einer Heißluftmaschine durchaus nicht so in der Gewalt, wie bei einer Dampfmaschine, vielmehr sind die Heißluftmaschinen träge und schwerfällig, so daß dieselben sehr bald wieder abgeschafft wurden. Eine der bestwirkenden ist die Lehmannsche Heißluftmaschine, doch machten auch bei ihr die gerügten Fehler sich geltend. Dieselbe ist wagerecht angeordnet und besteht in ihren Hauptteilen, wie die vorstehende Abbildung im senkrechten Längsdurchschnitte zeigt, aus dem vom Kühlwasser umspülten Arbeitscylinder, dessen Verlängerung, der sogenannte Feuertopf, in dem aus Ziegelsteinen aufgebauten Ofen mit Schüttfeuerung MN hineinragt, dem laufenden Hebelzuge K mit Arbeits- und Verdrängerkolben C und D, Schwungrad F und Schwungradbez. Kurbelwelle; Ventile sind nicht vorhanden, was als ein Vorteil zu betrachten ist. In der vorderen Hälfte des Arbeitscylinders bewegt sich der Arbeitskolben C, der mit einem Lederstulp A abgedichtet ist; in dem durch den Arbeitscylinder und Feuertopf gebildeten Raume befindet sich der Ver-



19. Otto's Gasmotor.

drängerkolben D, der etwa  $\frac{1}{5}$  der freien Länge jenes Raumes einnimmt und aus einem geschlossenen Cylinder aus Blech mit gewelltem Boden besteht. Seine Stange H geht durch die Mitte des Arbeitskolbens C hindurch und ist mit dem Hebel K verbunden. Dieser Verdränger läuft auf einer Rolle E und läßt um sich herum im Cylinder einen schmalen Raum frei. Die Aufgabe des Verdrängers ist, die im Arbeitscylinder befindliche Luft bald in den Feuertopf hinein, bald gegen den Arbeitskolben zu drängen. Ist der Arbeitskolben in seiner hintersten Stellung, also am weitesten in den Cylinder hineingeschoben, so drängt der Verdränger die im Feuertopf enthaltene heiße, spannkraftige Luft hinter den Arbeitskolben, welcher von der Spannkraft nunmehr wieder vorwärts geschoben wird. Hat somit die Luft durch ihre Spannkraft den Arbeitskolben in seine vorderste Stellung gedrängt und ihre Spannkraft abgegeben, so rückt der Verdränger wiederum rasch vor und zwingt die Luft durch den engen Raum an der mit kaltem Wasser umgebenen Cylinderwand hindurch, wo dieselbe sich abkühlt, ihren Raum verkleinert und somit den Arbeitskolben, der nunmehr ebenfalls

zurückgeht, vom Gegendrucke befreit und den Weg freigiebt. Die abgekühlte Luft gelangt wieder auf die Seite des Feuertopfes und wird vom zurückkehrenden Verdränger in letzteren hineingepreßt, erhitzt sich, geht am heißen Teile des Cylinderumfangs zurück nach dem Arbeitskolben und schiebt diesen wieder vor, und so geht die Sache weiter.

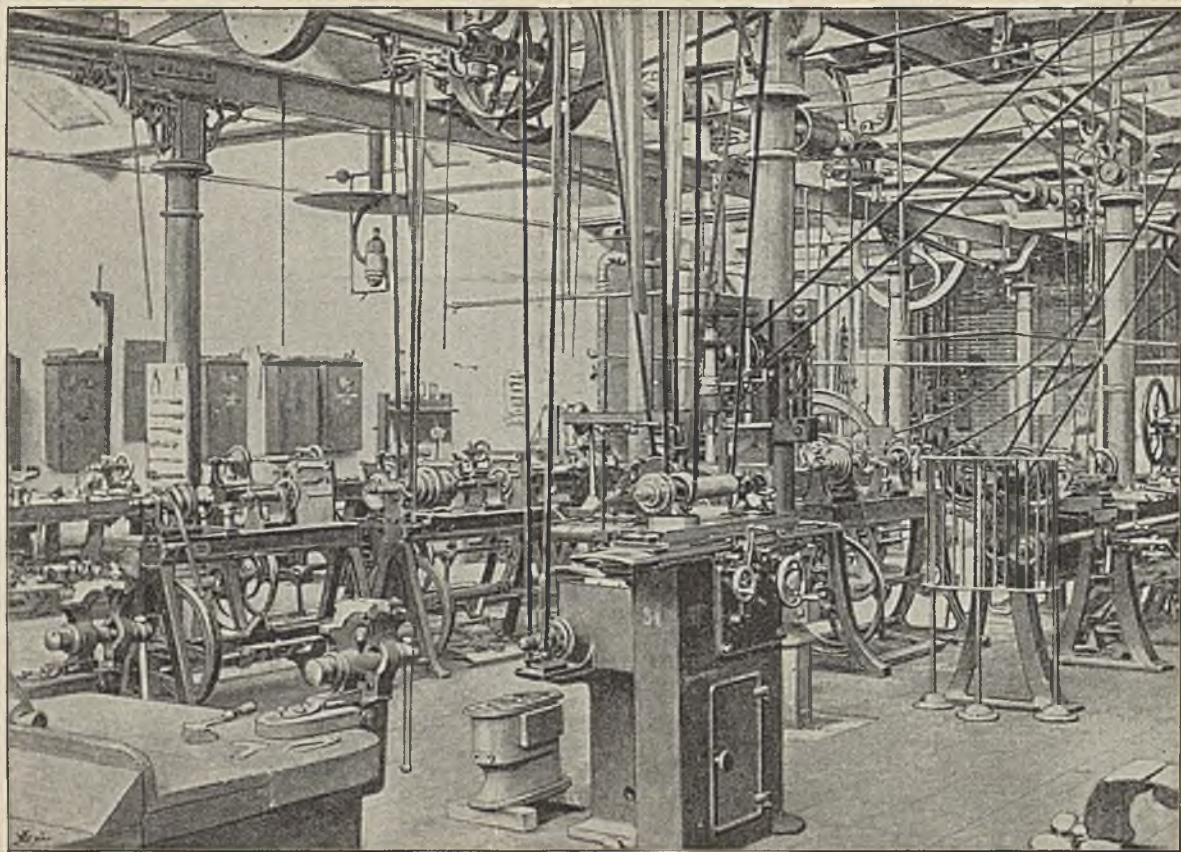
Einen viel besseren Erfolg als die Heißluftmaschinen erreichten die Gasmaschinen. Eine gangbare Gasmaschine wurde zuerst 1860 von Lenoir in Paris hergestellt und dann von Hugon in Paris, in Deutschland aber von Otto und Langen verbessert. Sie ist eigentlich auch eine Luftmaschine, aber die Luft wird in Vermischung von etwa 5 Prozent Leuchtgas eingeführt und dieses Gemisch entzündet. Das Leuchtgas heizt sonach die Luft, die Füllung dehnt sich durch rasche Verpuffung aus und schiebt den Kolben fort. Dasselbe Spiel bringt ihn dann auf der anderen Seite wieder zurück. Damit der Cylinder sich nicht nachtheilig erhitze, muß er eine äußere Kaltwasserföhlung erhalten. Bei Lenoirs Maschine geschieht die Entzündung durch einen elektrischen Funken; es ist also eine funkengebende galvanische Batterie erforderlich, deren Stromkreis die Maschine selbst schließt und unterbricht.

Bei Hugons und Ottos Maschinen ist dieses Beiwerk beseitigt, und die Entzündung geschieht mittels Gas durch ein Zündloch.

Die vorstehende Abbildung zeigt Ottos Gasmotor im Grundriß mit durchschnittenem Cylinder. Das Äußere dieses Motors ist einer liegenden Dampfmaschine ähnlich, im einzelnen jedoch weicht er etwas ab. Von der Kurbelwelle aus wird durch konische Räder F eine schwache Welle H in Umdrehung versetzt, welche sich zur Seite des Cylinders befindet. Diese Welle hat die Steuerung zu betreiben, d. h. für die richtige Einstellung des Verteilungsschiebers, für die Geschwindigkeitsübertragung auf den Regulator und damit zugleich für LI die genaue Schließung bez. des Gaszuströmungsventils, wie auch schließlich noch des Ausblaseventils zu sorgen. A ist der Arbeitscylinder, B der Arbeitskolben, CD die Pleuelstange, E die Kurbel, G das Schwungrad. Bei dem ersten Kolbenschube, der durch Umdrehung des Schwungrades mit der Hand erfolgt, wird ein Gemisch aus Luft und Gas eingezogen und bei dem Rückgang in dem frei bleibenden Cylinder-raume zusammengepreßt. Bei dem zweiten Kolbenschube erfolgt alsdann die erste Explosion. Überhaupt braucht diese Maschine stets eine volle Umdrehung zur Herbeischaffung ihres Brennmaterials und dasselbe richtig zu mischen, und erst bei der zweiten Umdrehung erfolgt durch Verbrennung die Kraftwirkung.

In der That findet in dieser Maschine nur eine rasche Verbrennung, nicht aber eine wirkliche Explosion, wie in den früheren Gasmaschinen, statt, indem in dem hinter dem Kolben frei bleibenden Raume ein Teil der Verbrennungsprodukte der vorhergegangenen Arbeitsperioden zurückbleibt, wodurch eine allmähliche Entzündung des neu eingetretenen brennbaren Gemisches aus Leuchtgas und Luft bewirkt wird. Eine solche Gasmaschine braucht für eine Pferdekraft und Stunde 1 cbm Gas.





20. Metalldreherei in der Fachschule zu Remscheid.

Nach den Erfolgen, welche man mit der Benutzung des Gases für den Maschinenbetrieb erzielt hatte, war man eifrig bemüht, auch das Petroleum hierfür zu verwenden, was aber lange nicht gelingen wollte. Man gelangte zwar dazu, die flüchtigeren Arten des Petroleums, die Benzine, für den Betrieb von Gasmaschinen zu benutzen, indem man das Öl in Dampf und Staub verwandelte und diese gasförmigen Erzeugnisse in den Cylinder der Gasmaschine einführte, wo sie dann ähnlich wie das Leuchtgas wirkten. Aber erst in neuester Zeit ist es gelungen, auch das käufliche Lampenpetroleum für den Maschinenbetrieb anzuwenden.

Mit Bezug auf die Leistungsfähigkeit der Dampfmaschinen dürfte wohl die Bekanntschaft mit dem dafür eingeführten Maße Interesse haben.

Die Leistung eines lebenden Pferdes, welches mit  $0,9$  m Geschwindigkeit in der Sekunde am Göpel geht und dabei eine mittlere Zugkraft von  $45$  kg ausübt, beträgt demnach in der Sekunde  $0,9 \times 45 = 40,5$  Meterkilogramm. Dagegen ist die Kraftleistung eines Dampfpferdes auf  $75$  Meterkilogramm in der Sekunde festgestellt. Bei Angaben über Dampfmaschinenleistungen werden aber zweierlei Maßgrößen benutzt: ursprüngliche Pferdekraft und wirkliche Pferdekraft. Mit ursprünglichen Pferdekraften bezeichnet man die vom Dampf auf den Dampfmaschinenkolben übertragene Arbeit, welche mittels eines besonderen Instrumentes, Indikator genannt, gemessen wird. Mit wirklichen Pferdekraften bezeichnet man die Nutzleistung der Maschine, welche von deren Welle mittels Riemen oder Zahnrädern abgenommen werden kann und welche demnach um die durch die Reibung der einzelnen Maschinenteile verloren gehende Arbeit kleiner ist als die ursprüngliche Arbeit.

Nicht weniger interessant als die Maschine selbst ist auch ihr Werden, ihre Herstellung; denn es hat auch hier eine gewaltige Heißarbeit, viel Geduld, viel Zeit, viel Geld aufgewendet werden müssen, bis es gelang, die heutige Maschine in ihrer Vollendung herzustellen. Zu den Zeiten Watts hatte man kaum ein anderes Werkzeug, um das Metall zu bearbeiten, als die Feile, den Meißel, den Bohrer, den Hammer und eine noch recht unvollkommene Drehbank. Durch das Bedürfnis nach besserer und schnellerer Arbeit getrieben, erfand der Maschinentechniker im Laufe eines Jahrhunderts zahlreiche Maschinen, welche die Handarbeit zu ersetzen bestimmt sind und rascher und besser arbeiten als der geschickteste Maschinenschlosser. So entstanden die heutigen vervollkommeneten Drehbänke, die Bohr-, Hobel- und Fräsmaschinen und zahlreiche andere Erfindungen, welche der alte Maschinenbauer nicht kannte, ohne die aber eine heutige Maschinenwerkstatt nicht arbeiten kann. Mit ihrer Hilfe entstehen jene fein gearbeiteten Maschinen, deren Teile in der genauen Arbeit mit einem Uhrwerk wetteifern können. Die Handarbeit ist aber darum nicht entbehrlich, auch nicht schlechter geworden, im Gegenteil werden heute an den Maschinenschlosser sehr hohe Anforderungen gestellt, und vor allem verlangt man von ihm eine äußerst genaue Arbeit, welche nur durch viel Übung und große Gewissenhaftigkeit



erreicht werden kann. Sieht der Ucingeweihte den Maschinenbauer so beim Schaffen, so wird er denken, das sei gar nicht so schwer, und wenn wir ihm vollends sagen, daß es eine große Leistung ist und den geübten Arbeiter verrät, wenn er eine gerade Kante, ein Lineal oder, was schwerer, einen rechten Winkel feilen kann, so wird er meinen, das sei keine große Kunst — bis er es selbst versucht. Denn die Maschinenschlosserei verlangt nicht nur, daß man bohren, feilen, schaben u. s. w. kann, sondern daß man genau bohrt, feilt u. s. w., und das versteht nur der Geübte. Zum „Genau“ gehört auch noch, daß es richtig nach Maß ist, und hierfür ist erforderlich, daß der Arbeiter messen kann. „Messen! nun das kann ich auch!“ denkt vielleicht der Leser. Ja, aber zwischen Messen und Messen ist ein großer Unterschied, und es kommt darauf an, wie genau gemessen werden muß. Beim Maschinenbau muß aber auf ein Tausendstel und noch feiner gemessen werden. Denn wenn die einzelnen Stücke später zusammengesetzt werden, muß alles gut passen, oder die Arbeit war unnütz, weil eine schlecht gearbeitete Maschine niemals gut arbeiten wird.

Die Maschinentechnik verlangt darum eine gute Stellung des Arbeiters, und man ist darum bemüht gewesen, Schulen zu schaffen, in denen der Maschinenschlosser durch regelrechten Unterricht ausgebildet wird. Auch Deutschland hat mehrere solche Metallarbeiterschulen, von denen wir die in Remscheid erwähnen wollen. In unserer Abb. 20 geben wir eine Ansicht der Metaldreherei dieser Schule.

## II.

### Eisenbahnen und Lokomotiven.

Haben wir bisher die Dampfmaschine hauptsächlich als feststehende Kraftquelle, gleichsam in ihrer Häuslichkeit betrachtet, so bleibt uns jetzt noch übrig, ihr Reiseleben zu schildern und zugleich auf die außerordentlichen Umwandlungen hinzuweisen, welche ihre Anwendung als Zugkraft im gesamten Verkehrsleben der Völker in Rücksicht ihres Wohlstandes und ihrer Gesittung hervorgebracht hat.

Wie erstaunt würden unsere Vorfahren sein, wenn sie die Veränderungen sehen könnten, welche die letzten fünfzig Jahre in unserem Reisewesen bewirkt haben, oder die reisenden Kaufherren im Mittelalter, wenn sie sich zur Leipziger Messe begaben, ihr Fuhrwesen mit einem heutigen Eilzuge vergleichen könnten, der mit feuchender Eile den Käufer aus dem Osten zu dem Verkäufer aus dem Westen führt! Das Märchen der Siebenmeilenstiefel steht an der Schwelle der Verwirklichung. Wie würden sich Martin Behaim und Marco Polo, die berühmtesten Reisenden des Mittelalters, wundern, wenn sie jetzt einen langen Eisenbahnzug sehen könnten, wie er im vollen Laufe, zischend, pfeifend und brüllend wie der fabelhafte Lindwurm, sich durch die Ebene und zwischen Berg und Thal dahinwindet, ja unter hohen Bergen hindurch und über Alpenketten hinweg seinen Feuerlauf nimmt, und wenn man ihnen sagte, daß das unheimliche, Feuer und Dampf speiende Vorgespann dieses Völkerfahrzeuges sein scheinbares Leben nur dem Gegeneinanderwirken von Feuer und Wasser oder im letzten Grunde nur der ausdehnenden Kraft der Wärme verdanke.

Alle früheren Verbesserungen des Fuhrwesens und der Reagemittel sinken in nichts zurück vor der Erfindung der Eisenbahnen und Lokomotiven, die den menschlichen Verkehr in Krieg und Frieden aufs erstaunlichste umgestaltet und ihm ein ganz neues Gepräge gegeben haben. Die Eisenbahn befördert die Reisenden in Massen, zu Hunderten und Tausenden auf einmal, und die schnellsten Tagereisen der alten Posten werden fast in ebensoviel Stunden abgemacht. Haben wir doch 1870 in Sturmeselle dem feindseligen Nachbar eine Million Streiter ins Land geworfen und dagegen dessen ganze entwaffnete Feldarmee nach Deutschland versetzt! Aber selbst diese erstaunliche Massenbewegung würde doch nur eine kleine Minderheit



bilden im Vergleiche zu den Menschenmengen, welche sich im gewöhnlichen täglichen und nächtlichen Verkehre nur im Laufe eines Jahres auf allen Bahnen Deutschlands bewegen. Um eine oberflächliche Idee davon zu bekommen, darf man nur die soviel verzweigte deutsche Eisenbahnkarte betrachten und sich sagen, daß es keine Station giebt, die nicht täglich von mehr oder weniger Zügen befahren wird. Und wie rasch hat sich das alles gestaltet! Im Jahre 1825 wurde die erste Eisenbahn zwischen zwei Städten, Stockton und Darlington gebaut, aber sie hatte vorerst noch Pferdebetrieb welchen Stephenson in Dampfbetrieb umwandelte. Zehn Jahre später sehen wir die erste Bahn auf dem Festlande zwischen Brüssel und Mecheln und wenige Monate nachher die Bahn zwischen Nürnberg und Fürth in Betrieb kommen. Im Jahre 1837 wurde die Leipzig-Dresdener Bahn eröffnet; 1869 hatte Deutschland außer Oesterreich schon 17 500 km Schienenwege, während gegenwärtig rund 48 000 km Eisenbahn im Deutschen Reiche in Betrieb sind. 1898 betrug die Länge des Eisenbahnnetzes der Erde 732 250 km, und in den letzten Jahren sind jedes Jahr wenigstens 20 000 km Bahnlänge dazu gekommen. Mit der Gesamtlänge dieses Bahnnetzes könnte man also die Erde reichlich achtzehnmal umspannen. Das gesamte Betriebsmaterial besteht gegenwärtig aus etwa 133 000 Lokomotiven, 220 000 Personenwagen und 4 000 000 Lastwagen. Die Herstellungskosten betragen über 150 Milliarden Mark. Befördert werden ca. 10 000 000 Personen und 6 000 000 t Güter täglich. So ziemlich die teuerste aller Bahnen ist die Berliner Stadtbahn gewesen, welche bei  $11\frac{1}{4}$  km Länge rund 68 Millionen Mark gekostet hat, also das Millimeter rund 6 Mark; eine Rolle goldener Fünfmärkstücker, welche so lang wie die Bahn ist, würde sie demnach nicht bezahlen; vier Thalerrollen von dieser Länge würden so ungefähr hierzu ausreichen.

Fahrgeleise herzustellen, welche, völlig eben, den Rädern möglichst geringe oder gar keine Hindernisse entgegenstellen, ist eine so uralte Erfindung, daß wir uns in der That wundern müssen, daß man nicht schon lange darauf kam, diese Einrichtung auf den gewöhnlichen Fahrstraßen anzuwenden. Schon den Völkern des grauen Altertums, den Agyptern, Indern und Perjern, waren solche Geleise längst bekannt, und wir können es nur dem Zeitalter der Barbarei zuschreiben, welches zwischen der Blüte jener damals schon hochgebildeten Völker und der neueren Zeit liegt, wenn, mit vielleicht mancher anderen, auch diese Erfindung im Strome der Vergessenheit begraben wurde. Die Inder und Agypter legten, um die ungeheuren Steinmassen, deren sie sich zu ihren gewaltigen Bauten bedienten, aus den Steinbrüchen zur Baustelle zu bewegen, große behauene Quadersteine dicht aneinander und bildeten so eine Steinbahn, in welcher die Räder der Blockwagen nach und nach die Geleise selbst einschnitten, und in den Ruinen von Baalbeck und Palmyra finden wir noch die Spuren dieser Steinbahnen, die, den alten Schriftstellern zufolge, selbst durch die Wüste fortgeführt wurden. Auch die Römer hatten ähnliche Steinbahnen, welche sie bei ihren Haupt-

straßen anwendeten. Da es sich indessen zeigte, daß durch die unmittelbare Einwirkung der Wagen auf den Stein endlich sogar die Granitquadern, aus denen man diese Bahnen zusammensetzte, brachen, so kamen diese Wege nicht weiter besonders in Aufnahme, und selbst die großen derartigen Römerstraßen verfielen mit dem Falle des Römerreichs. Dem deutschen Bergbau war es indessen vorbehalten, ein neues Straßenbausystem zu begründen. Der Transport der Erze und Steine in den Bergwerken des Harzes wurde nämlich auf Holzbahnen bewirkt, welche aus zwei auf hölzerne Unterlagen gestreckten Balkenreihen bestanden, die, genau gleichmäßig und nach einem regelmäßigen Falle gelegt, den Wagen eine sehr ebene Bahn gaben und dadurch gestatteten, daß ein Pferd eine vierfach größere Last bewältigen konnte als auf den gewöhnlichen Wegen. Die Königin Elisabeth, welche vor 300 Jahren über England herrschte, ließ deutsche Bergleute aus dem Harze nach England kommen, um dort die Stein- und Eisengruben, namentlich aber die daselbst immer mehr in Aufnahme kommenden Steinkohlenwerke zu bearbeiten, und mit diesen Bergleuten kamen auch die Holzbahnen nach England, wo die erste Grubenbahn im Jahre 1650 errichtet wurde, und wir schon im Jahre 1676 in Newcastle eine Anzahl Linien in vollem Gebrauche finden. Der große Bedarf an Holz für diese Bahnen aber und deren verhältnismäßig kurze Dauer — da sie durchschnittlich nicht länger als sechs Jahre aushalten — ließ ihre Verbesserung wünschenswert erscheinen; namentlich war dies der Fall in dem Bergwerke von South-Petton, wo die Bahnen einen so bedeutenden Fall hatten, daß man die Wagen ohne Pferde die Bahn abwärts laufen ließ und den beladenen Wagen in einem Zuge leerer Wagen ein Gleichgewicht gab, indem man an den beladenen Zug ein Seil befestigte, dasselbe auf der Höhe des Berges um eine Rolle legte, es auf einer zweiten Bahn abwärts zu den entleerten Wagen zog und an diese befestigte. Da nun Eisen damals zu teuer war, benagelte man die Holzschienen an denjenigen Stellen, wo der Verschleiß am stärksten war, mit Eisenplatten.

Im Jahre 1776 wurden infolge der niedrigen Eisenpreise zum erstenmal Schienen, welche ganz aus Eisen, und zwar aus Gußeisen bestanden, auf der Grubenbahn der Kohlenbergwerke in Sheffield eingeführt.

Aus demselben Grunde begann man auch damals schon den Bau großer Eisenbrücken, der sich später, in dem Bestreben, die Eisenbahnen über breite Flüsse und Meeresarme zu führen, so wunderbar vervollkommen hat, wie wir später sehen werden.

Um das Abgleiten des Wagens von den Schienen zu verhindern, wurden bei den ersten Schienenwegen die Geleise in denselben vertieft, eine Einrichtung, welche aber nach einigen Jahren durch die in den Steinkohlenwerken in der Nähe von Sheffield angewendeten Radschienen verdrängt wurde. Die Schienen dieser Art waren ziemlich dünn, flach und hatten an der äußeren Seite einen aufrecht stehenden Rand, um das Ausweichen der Räder vom Geleise zu verhindern. Von dieser Sheffielder Bahn stammt



auch die jetzige in allen Ländern außer Rußland eingeführte Spurweite von  $1,435 \text{ m} = 4' 8\frac{1}{2}''$  engl. her. Man hatte nämlich die Weite vom Rand der einen Schiene bis zu demjenigen der anderen mit 5 Fuß engl. bemessen und behielt diese Spurweite, welche einer Schienenweite von  $1,435 \text{ m}$  gleichkommt, später bei.

Wenn Rußland — das sei nebenbei bemerkt — eine unbedeutend größere Spurweite für seine Bahnen angenommen hat, so ist das aus militärischen Gründen geschehen, um nämlich dadurch zu verhüten, daß die feindlichen Lokomotiven und Wagen für den Fall eines Einfalles in Rußland die russischen Schienenwege befahren können. Es ist unnötig, zu sagen, daß unsere Eisenbahnruppen darauf eingedrillt sind, die Schienen in schnellster Weise umzunageln und dadurch den russischen Lokomotiven das Befahren der Bahn unmöglich zu machen.

Wald fand man es für besser, die Schienen ganz flach zu machen und statt dessen den inneren Ranten der Räder einen Vorsprung zu geben, mit dem sie sich in vorkommenden Fällen gegen die Schienen legen konnten, um stets das Geleise zu halten. Aus den Flachschienen aber wurden nach und nach die Hochschienen, wie wir sie jetzt auf allen unseren Eisenbahnen sehen, und welche den Erfolg hatten, daß ein Pferd bequem die Last ziehen konnte, zu deren Fortschaffung man sonst auf gewöhnlichen Wegen wohl bis zehn Pferde gebraucht hatte, und daß dennoch die Bewegung selber schneller von statten ging. Endlich verließ man das Gußeisen, weil die Schienen oft sprangen und, wenn einmal die äußere harte Oberfläche abgenutzt war und der innere weiche Kern des Gußeisens frei lag, schnell unbrauchbar wurden, und wendete nur Schmiedeeisen an. So weit waren die Eisenbahnen gediehen, aber sie waren noch immer Eigentum der Bergwerke und allenfalls der Fabrikanten. Es wurde zwar durch ihre Anwendung an Zugkraft bedeutend erspart, aber an Schnelligkeit verhältnismäßig nur wenig gewonnen. Dies konnte auch nicht anders sein, solange man noch die Pferdekraft zur Bewegung der Wagen auf den Eisenbahnen anwendete. Man dachte also darauf, die Bewegung mechanisch zu machen. Da man sich nun längere Zeit der Pferde bedient hatte, die aber eben keine schnellere Beförderung gestatten, so hoffte man nun den Dampf anwenden zu können, indem damals die Dampfmaschine schon bedeutend ausgebildet und man namentlich durch Erfindung der Hochdruckdampfmaschine im Stande war, mit verhältnismäßig sehr kleinen Maschinen eine sehr bedeutende Wirkung hervorzubringen. Watt hatte schon 1784 ein Patent auf einen Dampfwagen erhalten, ohne daß dasselbe jedoch zu einer praktischen Bedeutung gelangt wäre. Kapitän Trevithick, ein geistreicher Ingenieur, der sich in den Bergwerken von Cornwallis ausgebildet hatte, war der erste, welcher den Versuch machte, den Dampf zu Zwecken der Weiterbeförderung zu benutzen, und im Jahre 1802 nahm er in Verbindung mit Vivian das erste Patent auf eine Hochdruckdampfmaschine in Gestalt eines Wagens, deren er auch mehrere baute und von denen eine im Jahre 1805 in den Werken von Merthyr-

Lydvil im Gebrauche war, welche, einen Lastzug von 200 Zentnern Eisen und außerdem mehrere Personen von der Stelle bewegend, die zwei deutsche Meilen betragende Entfernung in  $1\frac{3}{4}$  Stunden zurücklegte.

Gleichzeitig baute auch Oliver Evans in Nordamerika eine Lokomotive; aber erst dem Engländer George Stephenson war es beschieden, dem Dampfwagen diejenige Einrichtung zu geben, die ihn zum wirklichen mechanischen Last- und Rennpferde macht.

Aber auch die Franzosen suchten die Ehre der Erfindung des Dampfwagens für einen der ihrigen in Anspruch zu nehmen, obschon in ungerech-



21. Französischer Dampfwagen, versucht im Jahre 1770.

fertigter Weise. Ihr Anspruch gründet sich auf eine abenteuerliche Maschine, die 1770 ein gewisser Cugnot im Arsenalhofs zu Paris probierte, und die wir der Kuriosität halber hier abbilden. — Das Original soll sich noch heute in einem Schuppen des Arsena's vorfinden. Alle diese Vorläufer der Lokomotive hatten aber keine praktische Bedeutung, obwohl die von Trevithik und Vivian bereits alle wesentlichen Teile der heutigen Lokomotive aufwies. Man glaubte nämlich, daß eine Maschine mit glatten Rädern sich nicht vorwärts bewegen könne und gab ihnen deshalb Zahnräder. Erst als Stephenson 1814 seinen Dampfwagen mit glatten Rädern gebaut und ihre praktische Brauchbarkeit erwiesen hatte, begann die Entwicklung unseres heutigen Eisenbahnwesens. Der Ruhm, die



hentliche Lokomotive erschaffen zu haben, verbleibt also George Stephenson, und mit seiner Person und seinen Leistungen wollen wir uns nun näher beschäftigen. Er giebt ein glänzendes Beispiel dafür, wie ein junger Mann auch unter ärmlichen Verhältnissen und unter erschwerenden Umständen durch beharrliche Ausdauer und unermüdblichen Fleiß Großes zu erreichen vermag.

Als Kind eines Maschinenheizers wurde George am 3. Juni 1781 in dem Kohlenarbeiterdörfchen Wylam bei Newcastle geboren. Seine Kinderjahre verlebte der aufgeweckte Junge unter Mangel und Entbehrungen. Seine Lieblingsbeschäftigung war, kleine Wasserräder, Windmühlen u. dgl. zu schnitzen und die Maschinen, die er in den Bergwerken sah, in Lehm nachzubilden. Frühzeitig mußte er sich nach kleinen Verdiensten umsehen, und so fungierte er der Reihe nach als Hirtenjunge, Feldarbeiter und Hilfsbursche in den Kohlentwerken. In seinem 17. Jahre wurde er Wärter einer Dampfmaschine an einem Kohenschacht, und diese Beförderung dünkte ihm nichts Geringses, zumal da hiermit sein Lieblingswunsch, sich ganz dem Maschinenwesen widmen zu können, in Erfüllung zu gehen anfing. Unablässig studierte er nun seine Maschine, zerlegte, reinigte sie und setzte sie wieder zusammen, so oft es sich thun ließ. In seinem Streben nach Weiterbildung fühlte er immer drückender, wie hemmend es war, daß er weder lesen, noch schreiben und rechnen konnte, und so ging er als neunzehnjähriger Bursche getrost dreimal wöchentlich zu einem Abendschulhalter, wo er bei eisernem Fleiße, trotz der Mangelhaftigkeit des Unterrichts, reißende Fortschritte machte. Jede freie Stunde und viele Nachtstunden verwandte er auf seine Fortbildung und nicht minder auf unmittelbar lohnende Arbeit. Er war neben seinem Amte Schuhmacher, Leistenschneider und bald auch ein gesuchter Uhrendoktor. Im Jahre 1802 hatte er so viel zusammengesparrt, daß er sich häuslich einrichten und heiraten konnte. Da saß er denn die Abende an der Seite seiner jungen Frau, baute Modelle, machte Schuhe, reparierte Uhren und mühte sich gleich den meisten sich selbst bildenden Mechanikern mit der Erfindung eines Perpetuum mobile ab. Schon nach drei Jahren verlor er sein geliebtes Weib, aber es blieb ihm sein Söhnchen Robert, und die Sorge um seine Erziehung war ihm ein neuer Sporn zu fernern rastlosen Schaffen, Versuchen und Sparen. Denn sein Sohn sollte von Jugend auf den Unterricht erhalten, dessen Mangel er selbst so drückend gefühlt hatte.

Ein Wendepunkt in Stephensons bescheidenem Lebenslaufe trat ein, als es ihm gelungen war, auf einem Kohlenwerke eine große ungangbar gewordene Wasserhebemaschine wiederherzustellen; er wurde nun vielfach als Ingenieur und Maschinenmeister gesucht und bekam bald alle Hände voll zu thun. So erhielt er auch einen Ruf nach Schottland, wo eine neue Maschine geleitet werden sollte. Sein Söhnchen der Obhut braver Nachbarkinder übergebend, trat er mit dem Ränzchen auf dem Rücken die Reise zu Fuß an. Als er nach einem Jahre zurückkehrte, brachte er eine Ersparnis

von 600 Mark mit, für die er sofort Verwendung fand. Mit einem Theile half er seinem verarmten und verunglückten Vater aus drückenden Schulden und wies seinen Eltern ein behagliches Unterkommen in seiner Nähe an; und mit dem anderen Theile kaufte er sich einen Stellvertreter, damit er nicht Soldat zu werden brauchte. Immer mehr erwies er sich als ein kenntnis- und erfindungsreicher, strebsamer Mann. Sein Häuschen enthielt ein wahres Museum von allerhand Modellen und Apparaten. Den Sohn schickte der Vater frühzeitig auf die Akademie nach Newcastle und fühlte sich glücklich, wenn derselbe ihn Sonntags besuchte und Bücher und Zeitschriften mitbrachte, aus denen sich etwas Neues lernen ließ. Da wurde eifrig verhandelt, gezeichnet und modelliert; es war ein förmlicher wechselseitiger Unterricht.

Der Vater erwartete von seinem Sohne viel und hat sich nicht getäuscht. Robert Stephenson wurde der berühmteste Ingenieur seiner Zeit, der auch zur weiteren Ausbildung der Lokomotive nicht wenig beitrug. Vor der Hand aber war diese erst in ihren Vorläufern vorhanden, einigen mißlungenen Versuchen, die von diesem oder jenem Ingenieur gemacht worden waren. Stephenson verschaffte sich Kenntniß von der Lage der Dinge, und es wurde ihm klar, daß sich etwas Besseres herstellen lasse. Er stand also nun vor seiner großen Lebensaufgabe und ließ nicht mehr ab, bis er die Lösung gefunden.

Er war inzwischen Direktor der großen Kohlenwerke des Lords Ravensworth geworden und spannte auf den dort bereits vorhandenen Schienenwegen 1814 die erste Lokomotive vor die Kohlenzüge. Aber nicht so rasch stieg das neue Zugmittel aus seinem bergigen Geburtslande für den allgemeinen Gebrauch in die Ebene herab. Im Jahre 1825 legte er eine größere Kohlenbahn zwischen den Städten Stockton und Darlington an und lieferte dazu fünf Dampfwagen aus seiner inzwischen zu Newcastle errichteten Maschinenfabrik. Mit dieser Bahn schließt der erste Abschnitt in der Entstehungsgeschichte der Lokomotive ab; die damaligen Dampfrösse waren noch sehr schwächlich und langsam und gingen kaum rascher als ein wirklicher Gaul im Zuge. Der Kessel hatte damals zwei aufrecht stehende Cylinder, für jedes Räderpaar einen; jede Kolbenstange hatte auf dem Kopfe ein Querstück, und von den vier Enden derselben ging je eine Lenkstange hinunter nach einem Rade, um dasselbe mittels Kurbelzapfens zu drehen. Der einfache Kessel konnte eben nicht Dampf genug entwickeln, um größere Geschwindigkeiten zu erzielen. Stephenson trieb aber seine Erfindung weiter und gab ihr die Vollendung, die sie zur Lokomotive im heutigen Sinne machte. Dies geschah vornehmlich durch Anwendung des jetzt gebräuchlichen Kessels mit einer Menge dünner Siederöhren und durch die Leitung des abgehenden Dampfes in den Schornstein. So wurde einerseits die Dampsentwicklung, andererseits der Zug des Feuers wesentlich gesteigert.

Stephensons Name wurde zuerst allgemeiner bekannt, seitdem derselbe zwischen der Hafenstadt Liverpool und der berühmten Fabrikstadt Manchester



eine etwa 7 englische Meilen (= 11,263 km) lange Eisenbahn hergestellt hatte. Dort hatte der ungeheure Verkehr mit Waren und Rohstoffen ein Transportbedürfnis geschaffen, das mit den alten Mitteln nicht mehr befriedigt werden konnte. Ein Bahnbau wurde beschlossen und durch Stephenson ausgeführt, noch ehe man einig war, welches Transportsystem, ob Pferdebahn, Seilzug mit stehenden Maschinen oder Lokomotiven, zur Anwendung kommen sollte. Stephenson verwendete sich stark für den Lokomotivbetrieb. Es wurde eine Preisbewerbung für diesen ausgeschrieben und für diejenige Lokomotive eine Prämie ausgesetzt, welche bei einer



22. George Stephenson.

bestimmten Belastung einen bestimmten Grad von Geschwindigkeit entwickeln würde.

Damals ließ der Vorsitzende des dafür eingesetzten Unterhaus-Ausschusses George Stephenson rufen und wollte, wie man sagt, den Mund recht voll nehmen, indem er fragte, ob man wohl eine Lokomotive bauen könne, die vier (englische) Meilen in der Stunde durchliefe. Der Ingenieur bejahte. Da that der Frager die verwegene Frage, ob man es vielleicht bis zu acht Meilen per Stunde bringen könne. Stephenson bejahte abermals, aber in einem Tone, welche jede weitere Frage abschneidet. Am 6. Oktober 1829 fand der Wettkampf zwischen sechs verschiedenen Lokomotiven statt. Vor Tausenden von Zuschauern bestand Stephenson's Maschine, die

„Rakete“, einen glänzenden Sieg über die übrigen. Sie lief dreimal schneller, als man verlangt hatte, und ließ die Nebenbuhlerinnen weit zurück. Acht englische Meilen in der Stunde schien damals das Höchste; jetzt fährt man mit den geschwindesten Schnellzügen eine englische Meile in der Minute, d. i. 95 km in der Stunde. Diese große Geschwindigkeit ist jedoch nur eine ausnahmsweise vorkommende. In Deutschland beträgt die Geschwindigkeit der Schnellzüge durchschnittlich 60—70 km in der Stunde, doch finden zeitweise auch größere Geschwindigkeiten statt. Gewöhnliche Personenzüge fahren 40—45 km und Güterzüge 20—25 km in der Stunde. Je mehr die Lokomotive an Schnelligkeit gewann, desto mehr Menschen drängten sich zur Benutzung dieser zeitsparenden Einrichtung, und desto stärker wurde das Verhältnis des Personenverkehrs zum Güterverkehr auf den Eisenbahnen. Fast lächerlich erscheint es uns jetzt, wenn wir in alten Zeitungen lesen, mit welchen Bedenklichkeiten man an den Bau der ersten Eisenbahnen ging. So berechnete man z. B. vor der Eröffnung der Eisenbahn zwischen Leipzig und Dresden ängstlich, wieviel Dresdener Leipzig und wieviel Leipziger Dresden jährlich mit Benutzung dieser Bahn besuchen würden. Selbst die für das neue Verkehrsmittel begeistertsten Köpfe dachten nicht daran, daß nach fünfzig Jahren diese Bahn viele Hunderttausende von Menschen aus allen Ländern jährlich befördern und nebenbei sich ein riesiger Gütertransport entwickeln werde.

Von dem Tage an, da Stephenson's Maschine den Sieg errungen hatte über alle anderen Lokomotiven, war der Name des Erbauers überall verbreitet und sein Ruf fest gegründet. Man überschüttete ihn mit Lob und Beweisen der allgemeinen Achtung, und man zog ihn überall zu Rate, wo man Eisenbahnen bauen wollte. Er wurde nach Belgien, Holland, Frankreich, Deutschland, Italien und Spanien berufen. Dabei suchte er unablässig seine Erfindung zu verbessern. Mitten in seinem thätigen Leben traf ihn am 12. August 1848 ein Lungenschlag und bereitete ihm ein rasches Ende. Er starb auf seinem Landhause zu Taptonhouse bei Chesterfield im Alter von 67 Jahren. Er hinterließ bedeutenden Reichtum. Auf der Stephensonbrücke in Newcastle steht sein Denkmal.

Die größte Schwierigkeit, welche die Anwendung des Dampfes in der Lokomotive auf den Eisenbahnen vor ihrer allgemeinen Aufnahme zu überwinden hatte, war ein ebenso allgemeines als verzeihliches Vorurteil. Man glaubte nämlich, daß es allerdings nicht schwer sei, durch eine Dampfmaschine die Räder eines Wagens zu bewegen, war aber im voraus überzeugt, daß diese Räder sich dann stets auf einer Stelle drehen und den Wagen auf den Schienen nicht vorwärts bringen würden, oder daß doch, im Falle dies wirklich gelänge, die geringste Steigung der Bahn diese Bewegung sogleich aufheben müsse. Daher war auch der erste der vor Stephenson aufgetretenen Dampfwagen zwar mit glatten Rädern versehen, er hatte aber noch ein besonderes Zahnrad, welches in eine Zahnstange auf der Bahn griff und so die Bewegung des Wagens bewirken sollte. Jetzt



ist man längst über diesen Irrtum hinaus, und es sind verhältnismäßig sehr bedeutende Steigungen, welche durch die Lokomotiven mit glatten Rädern überstiegen werden, indem die Anhaftung der Räder auf den Schienen, sobald man nur den Lokomotiven das gehörige Gewicht giebt, völlig hinreicht, um einen dazu im richtigen Verhältnisse stehenden Zug fortzubewegen. Hat Regen oder Glätte die Schienen so schlüpfrig gemacht, daß die Anhaftung nicht gehörig wirken kann, so befindet sich auf den Lokomotiven ein Kasten, der die Schienen vor den Triebrädern mit Sand bestreut und so die nötige Anhaftung wieder bewerkstelligt.

Am bequemsten und wohlfeilsten lassen sich natürlich Bahnen anlegen in ganz ebenem Flachlande; indes sind doch die Fälle selten, wo auf lange Strecken gar nichts abzugraben oder aufzuschütten wäre, vielmehr hat auch



23. Vog' Tunnel auf der London-Birminghamer Bahn in England.

eine anscheinend flache Gegend ihre Senkungen und Steigungen. Betragen diese im Flachland auf 64 m eine Steigung von  $\frac{1}{3}$  m, oder im Hügelland auf 32 m  $\frac{1}{3}$  m, so läßt man es dabei bewenden und fährt darüber hin. Die meisten Bahnen zeigen daher auch eine Abwechslung von geraden und geneigten Ebenen, wie die Zeichenpfähle längs derselben ersehen lassen. In wirklichen Gebirgsbahnen kommen dagegen noch viel stärkere Steigungen vor neben den mannigfachsten Hin- und Herwindungen, durch welche die Bahnen um so viel verlängert werden, daß es möglich wird, die gesamte zu überwindende Steigung darauf zu verteilen.

Als Mittel zur Bewältigung starker Steigungen dienen erstlich große, also kräftige und schwere Lokomotiven, und dann die Verkuppelung der Räder. Das Gewicht solcher Lokomotiven beträgt 40—50 Tonnen; ja die schwersten wiegen sogar 60 Tonnen oder 1200 Zentner! Je mehr Kraft eine Lokomotive entwickelt und je schwerer sie ist, desto besser eignet sie sich zum Besteigen schiefer Ebenen; darum werden auch die größten

Dampfwagen auf Gebirgsbahnen gefunden. Die Verkuppelung der Räder durch Verbindungsstangen findet sich jetzt an den meisten Lokomotiven, so daß zwei Räderpaare unter sich durch Schubstangen und auch mit den Dampfzylinderkolben verkuppelt sind, daß sie als Triebräder wirken. Mitunter sind aber auch mehr Räderpaare in solcher Weise zu Triebrädern gemacht, um die Zugkraft der Lokomotive besser zu verteilen und zu verstärken. Die einfache Maschine geht also auf zwei, die gekuppelte auf vier oder sechs Triebrädern, hat also den doppelten oder dreifachen Halt an den Schienen. Auf den Alpenbahnen sind öfter auch noch die Tenderräder mit Lokomotivrädern verkuppelt, um die Zugkraft durch das Tendergewicht zu verstärken.

Bei der Anlage der Liverpool-Manchesterbahn hatten die Ingenieure mit den größten Schwierigkeiten zu kämpfen, die dadurch noch vergrößert wurden, daß man mit der ganzen Arbeit noch nicht vertraut genug war, und daß etwas ganz Neues, Unerhörtes geschaffen werden sollte, an dessen möglicher Vollbringung alle Welt zweifelte. Hier waren Berge zu übersteigen und Thäler zu durchschneiden, aber viel größere Schwierigkeiten bot der Morastboden dar, der sich im nördlichen Teile von England so häufig findet, und der dennoch so fest gemacht werden mußte wie der gewöhnliche Erdboden, wenn er imstande sein sollte, die Lasten zu tragen, welche auf ihm bewegt werden sollten. Hier wurden Reisigbündel in ungeheurer Zahl in den Morast versenkt und so nach und nach eine Art schwimmendes Fundament mit sehr breiter Grundlage gebildet, auf das man immer höher und höher baute, je tiefer dasselbe, seine weiche Unterlage teils zusammendrückend, teils zur Seite drängend, einsank, bis man endlich dahin gelangte, den Sand und Kies für die Unterlagen der Schienen aufzubringen und so auf dem trügerischen Boden eine feste und dauerhafte Landstraße zu bilden. In der Bahnlinie lag auch ein schmales, von einem Flusse durchzogenes Thal, das Sankeythal, von zwei Bergabhängen begrenzt, auf welchem herab und hinauf man die Bahn nicht süglich führen konnte. Hier beschloß man, die Bahn in der Höhe der beiden Bergabhänge quer über das Thal zu führen — einen Viadukt anzulegen. Endlich mußte dicht vor Liverpool noch ein ganz gehöriger Tunnel durch einen Felsrücken gesprengt werden. Wird die Eisenbahnlinie durch Hügel oder Höhen unterbrochen, welche nicht allzu hoch sind, so durchschneidet man dieselben mit der Bahn. Solche Einschnitte sind oft sehr tief und erfordern viel Arbeit. Später hat man freilich viel größere Schwierigkeiten überwinden gelernt, indem man die Eisenbahnen über die schwindelnde Höhe der Gebirge geführt und Alpenketten meilenweit durchtunnelt hat. Die Bahnen erklimmen Höhen z. B. im Erzgebirge Sachsens von 900 m, im St. Gotthard 1154 m, im Gaisberg 1200 m, im Mont Cenis 1338 m, auf dem Brennerpaß 1367 m, auf dem Rigi 1750 m, die Pacificbahn in den Vereinigten Staaten 2513 m, die Jungfrauabahn 4166 m, in den Anden in Peru 4780 m. Die Arbeit wird um so schwieriger und kostspieliger, wenn kein Felsgrund vor-



handen ist, weil man dem Einschnitte nach beiden Seiten hin eine bedeutende Abdachung geben, also viel mehr Erde abgraben muß, als eigentlich die Bahn erfordert. Wird jedoch die Bahulinie durch Felsen oder Berge unterbrochen, wo ein Einschnitt nicht ausführbar ist, so muß man, wenn eine Verlegung der Bahnlinie unthunlich wird, den Felsen oder Berg durchbrechen, d. h. einen unterirdischen Weg, Tunnel, anlegen. Diese Anlagen werden auf bergmännische Weise betrieben, indem man einen Stollen durch den Berg treibt und ihn entweder im natürlichen Gestein stehen läßt, sofern dies haltbar ist, oder durch eine Grubenmauerung stützt. In diesem Stollen oder Tunnel wird dann die Eisenbahn fortgeführt; wenn aber derselbe sehr lang ist, so muß man ihm durch senkrecht abgetaufte Schächte von obenher Luft zuführen. In Deutschland haben wir eine große Anzahl Tunnel. Der längste ist der Brandleitertunnel bei Oberhof mit 3030 m Länge. Noch viel großartiger ist freilich der seit 1882 dem Verkehr übergebene Sankt Gotthardtunnel, welcher die Alpenkette in einer Länge von 14,14 km durchseht und so direkt Deutschland mit Italien verbindet, eigentlich aber einen großartigen Verkehrsweg zwischen Mittel- und Südeuropa herstellt. Vorher und nachher sind noch mehrere derartige große Tunnel gebaut worden. Der Arlbergtunnel ist 10 270 m lang, der künftige Tunnel der Jungfrauabahn 10 545 m, der Mont Cenis-tunnel ist 12 300 m lang und der geplante Tunnel der Simplonbahn soll 19 730 m betragen.

Wenn endlich die oben erwähnten Aushilfen alle nicht anwendbar sind, so muß man zu den stehenden Dampfmaschinen und schiefen Ebenen, wie eine solche auf der Düsseldorf-Elberfelder Bahn besteht, seine Zuflucht nehmen. Dabei bringt man auf der Höhe des Berges eine große Dampfmaschine an, welche ein Zugseil zieht. Kommt nun der Zug am Fuße des Berges an, so wird das Göpeltau an die Lokomotive befestigt und diese mit dem daranhängenden Zuge von der obenstehenden Dampfmaschine die schiefe Ebene hinaufgezogen. Ebenso muß dann auch der thalwärts gehende Zug am Tau wie ein Kind am Gängelbände wieder hinabgelassen werden, wenn ein sicheres Hinabgehen sich nicht durch bloßes Bremsen erreichen läßt.

Neuerdings hat man auch hier und da Einrichtungen, welche den Eisenbahnzügen gestatten, zu Wasser zu gehen, d. h. man nimmt sie, wenn die Bahn durch einen See oder breiten Strom unterbrochen wird, im ganzen oder in einige Teile getrennt, in besonders dazu eingerichtete Dampffähren auf, setzt sie über und läßt sie jenseits weitergehen. Eine der größten und interessantesten Anstalten dieser Art befindet sich auf dem Bodensee und verknüpft die Bahnen, die in Lindau und Norschach ausmünden.

Einen wichtigen und kostspieligen Bestandteil der Eisenbahn bilden die Schienen. Sie werden größtenteils noch aus Schmiedeeisen auf Walzwerken hergestellt, doch beginnt jetzt allmählich der viel dauerhaftere Stahl sich an die Stelle des Eisens zu setzen, so daß wir voraussichtlich in Zukunft gar keine Eisenbahnen, sondern Stahlbahnen haben werden. Schon lange hat man an Stellen, die sehr stark befahren werden, verstärkte

Schienen, d. h. es ist ihnen beim Walzen eine Stahlplatte oben aufgelegt, und jetzt werden auch ganz stählerne, aus Bessemer Stahl, fabriziert.

Als Bettung der Schienen dienen allgemein hölzerne Querschwellen, und kein anderes System hat sich noch dagegen geltend machen können, auch nicht die so viel empfohlene Stein- und Eisenbettung. Was nun Form und Befestigungsart der Schienen anlangt, so giebt es darin eine nicht geringe Mannigfaltigkeit vom Schlichten bis zum sehr Schwierigen; wir wollen hier (Abb. 24) nur eine Art abbilden, welche bei uns vorwiegend angewendet wird, die Befestigung mit Hafennägeln.



24. Schienenbefestigung.

Während wir im Freien an der Eisenbahn gewöhnlich zwei Schienenwege finden (eingeleisige Bahnen sind nur Nebenbahnen), bemerken wir auf größeren Bahnhöfen und in deren Nähe ein ganzes Labyrinth von durcheinander laufenden Geleisen, um den Zügen und mehr noch den Lokomotiven jede nötige Richtung geben zu können. Auf Hauptstationen findet sich diese Vervielfachung der Geleise selbst auf größere Strecken nach außen, denn da giebt es beständig ganze Güterzüge zu zerlegen und andere zusammenzuordnen, die man also ausfahren und nach der verschiedenen Ortsbestimmung der einzelnen Teile absondern muß, während man die übrigen sogenannten Trennstücke auf anderen Strängen zurückgehen lassen muß.

Zwei Schienenwege können sich sowohl im rechten als unter ziemlich spitzen Winkeln kreuzen; soll aber ein Übergang von dem einen auf den anderen stattfinden können, so sind dazu besondere Vorrichtungen nötig, nämlich entweder Weichen oder Drehscheiben. Die Weichen verbinden ein Geleise mit anderen Schienen, die in sehr spitzem Winkel von demselben aus oder auf dasselbe zulaufen. Die beiden Schienen



25. Drehscheibe.

des einen Stranges ragen ein Stück zwischen die anderen hinein und sind so weit frei, daß sie sich vermöge ihrer Biegsamkeit durch einen Zughebel verschieben und beliebig an ein oder das andere Schienenpaar anlegen lassen und so den Zug auf den richtigen Weg leiten. Die hier angestellten Leute heißen bekanntlich Weichensteller, und ihr Dienst erfordert oft große Aufmerksamkeit, so daß man gesucht hat, durch mechanische Vorrichtungen die richtige Weichenstellung zu sichern.

Die Drehscheiben gestatten noch mehr Freiheit des Wechsels. Es sind größere oder kleinere starke Plattformen, die sich in ihrer Lagerung drehen lassen, da sie entweder auf niederen Rädern oder gegossenen Kugeln ruhen, die in einer Rinne laufen. Solche Scheiben dienen zum Wenden der Loko-



motiven oder einzelner Wagen; die auf ihnen befestigten Schienenstücke bilden die Ergänzung der äußeren Wege, und es ist leicht begreiflich, daß ein darauf gefahrener Wagen durch richtige Drehung auf alle hier zusammenstoßenden Wege übergesetzt werden, bei halber Kreisdrehung auch umgewendet auf dem Wege zurückgehen kann, auf dem er gekommen.

Der Betrieb der Eisenbahnen ist bekanntlich ein sehr verantwortlicher für alle dabei Beteiligten und erfordert die angestrengteste Aufmerksamkeit bei Tage und noch mehr bei Nacht.

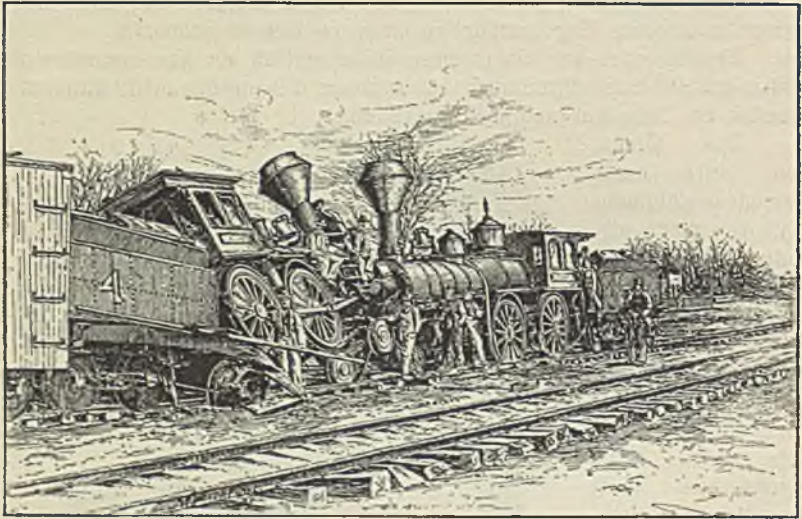
Der Mann, von dessen angestrengtester Aufmerksamkeit das meiste abhängt, ist der Lokomotivführer. Zur Sicherung des Betriebes hat man eine große Zahl von Einrichtungen, durch die man sich benachrichtigt, warnt, Notzeichen giebt, Halt zuruft u. s. w. und die entweder an das Gesicht oder Gehör gerichtet sind. Die Elektrizität dient bei den Betriebs-telegraphen und außerdem zum Inangsetzen der elektrischen Glocken an den Stationen sowie der sogenannten Block-





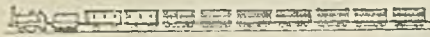
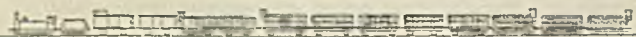
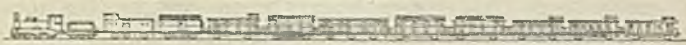

26 u. 27. Signallaternen, offen und hinter farbigem Glas.

apparate, welche durch das Zeichen einer kleinen weißen oder roten Scheibe an der Öffnung des Apparatkastens zeigen, ob der Bahnwärter einen Zug in die vorliegende Bahnstrecke hineinfahren lassen darf oder nicht, denn die weiße Scheibe bedeutet „Bahn frei“, die rote „Bahn besetzt“. Dadurch, daß ein Ersetzen der roten Scheibe durch Vordrehen der weißen unmöglich ist, bevor ein auf der Strecke befindlicher Zug dieselbe verlassen hat, soll verhütet werden, daß der Bahnwärter einen zweiten Zug hinter dem schon auf der Strecke befindlichen einfahren läßt und so die Gefahr herbeiführt, daß der hintere Zug gegen den vorderen anrennt. Der Lokomotivführer hat seine Dampfpeife, mit der er Achtung, Bremsen u. s. w. befiehlt. Die Signale lassen sich einteilen in durchgehende und

Lokalsignale, anderseits in Tag- und Nachtsignale. Zu ersteren gebraucht man Telegraphen der verschiedensten Gestalt, mit Armen oder Flügeln, Scheiben, Fahnen in verschiedenen Farben u. s. w. Bei Nacht werden ent-



28. Zusammenstoß zweier Lokomotiven. Zeichnung nach einer Photographie.

	1840
	1850
	1860
	1870
	1880
	1890

29. Vergleichende Darstellung der Zuglängen von 1840 bis 1890. Nach „Engineering“.

weder dieselben Gegenstände erleuchtet, oder es treten an die Stelle Lichter: weiß, grün, rot, blau, feststehende oder bewegliche.

Alle Vorsichtsmaßregeln werden nun zwar nicht unbedingt Eisenbahn-unglücke verhüten, denn kein technischer Betrieb und noch dazu ein so ge-



waltiger wie der des Eisenbahnverkehrs ist frei von Unfällen. Aber diese schlimmen Unvermeidlichkeiten nehmen verhältnismäßig, dank den Sicherheitseinrichtungen, mehr und mehr ab, und es steht ganz außer Frage, daß man in einem Eisenbahnzuge sicherer sitzt als in einer Droschke, und daß man eine viel größere Wahrscheinlichkeit hat, auf der Straße von einem Unfall betroffen zu werden, als auf der Fahrt mit dem Dampfwagen. Ein einziger Umschlag der Witterung von warm auf kalt tötet mehr Menschen als alle Eisenbahnunglücke eines Jahres zusammengenommen, und es ist weit gefährlicher, im Frühjahr zu zeitig den schützenden Überrock abzulegen, als mit einem Sitzzuge den ganzen Tag zu fahren. Das Eisenbahnungsglück erscheint uns nur viel furchtbarer, weil es sich mit elementarer Kraft vollzieht, und unser Bild (S. 50), welches zwei zusammengeraunte Lokomotiven zeigt, giebt uns einen Begriff, mit welcher furchtbaren Kraft die viele Hundert Zentner schweren Maschinen bei einem Zusammenprall herumgeworfen werden.

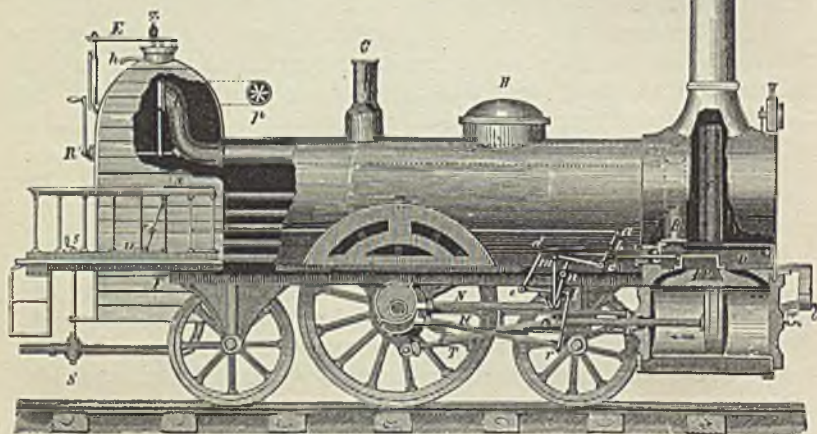
Mit der wachsenden Sicherheit des Betriebes und der Leistungen der Lokomotive und der Bahnbeamten wuchs der Verkehr und mit ihm auch die Zuglänge. Es wird in dieser Beziehung unterhaltend sein, wenn wir ein kleines Bildchen hierher setzen, welches die Zuglängen der einzelnen Jahrzehnte veranschaulicht.

#### Der Dampfwagen (Lokomotive).

Das Dampfroß ist im Grunde weiter nichts als eine auf Räder gesetzte, sehr kräftig wirkende und auf den engsten Raum zusammengebrängte Hochdruck-Dampfmaschine, in welcher alle bewegenden Teile so geordnet sind, daß sie dem Punkte, wo sie wirken sollen, möglichst nahe liegen, und welche zugleich ihren Dampferzeuger mit sich führt. Eine solche Lokomotive besteht zunächst aus dem Untergestell und dem Wagen, der einen sehr starken Rahmen bildet, auf und an welchem sich alle Maschinenteile befinden. Dieser Wagen hat entweder vier oder sechs Räder, von denen das eine Paar die eigentlichen Triebräder sind, während die anderen nur Laufräder zur Unterstützung der Last bilden, sofern sie nicht in schon erwähnter Weise mit den Triebrädern gekuppelt und dadurch ebenfalls zu Triebrädern gemacht sind. Die Triebräder sind darum größer, weil von ihrem Durchmesser die Schnelligkeit der Bewegung zum Teil abhängt.

Hat nun ein solches Rad 4 m im Umfange, so wird diese Lokomotive bei einem Kolbenspiele 4 m fortschreiten; beträgt aber der Umfang 6 m, so wird auch die Fortschreitung 6 m betragen, mithin bei gleich raschem Kolbengange die Bewegung der zweiten Lokomotive um ein Drittel schneller sein als die der ersteren. Alle Räder sind an den Achsen fest, die Achsen aber bewegen sich in besonderen Lagern. Außerdem ist das Gestell durch Verbindungen, Bolzen und eiserne Beschlüge unverrückbar fest gemacht.

Auf diesem Gestelle hängt in Federn der Kesselbehälter oder der eigentliche Körper der Maschine. Derselbe besteht, wie die Figur S. 52 zeigt, aus drei vollkommen fest miteinander verbundenen Theilen, dem Feuerraum, dem Kessel und dem Rauchkasten mit dem Schornsteine. Alle bewegenden Theile der Maschine liegen theils unter, theils neben dem Maschinenkörper und dem Rahmen. Den Feuerraum bildet ein viereckiger Kasten mit doppelten Wänden, deren Zwischenraum mit Sand oder Asche (schlechten Wärmeleitern) ausgefüllt ist, und der unten einen Kofst, vorn aber die nötigen, mit Thüren verschlossenen Zug- und Schürflöcher hat. Unterhalb des Kofstes befindet sich der Aschenkasten, der nach der vorderen Seite offen ist, um während der Bewegung der Lokomotive die Luft aufzufangen und in einem starken Zuge durch das Feuer zu leiten. Das Feuer selbst befindet sich also bei der Lokomotive nicht unter dem Kessel, sondern hinter dem-

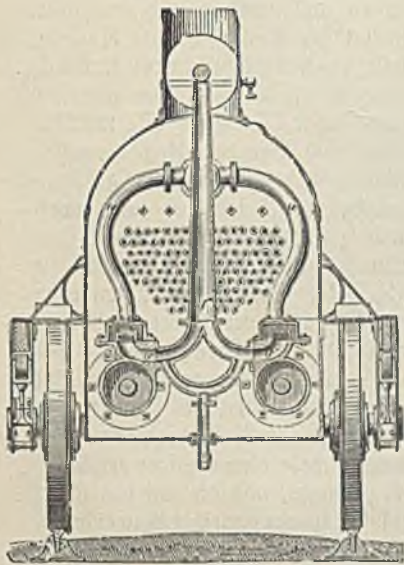


30. Seitenansicht einer Lokomotive zur Erläuterung der Hauptbestandtheile.

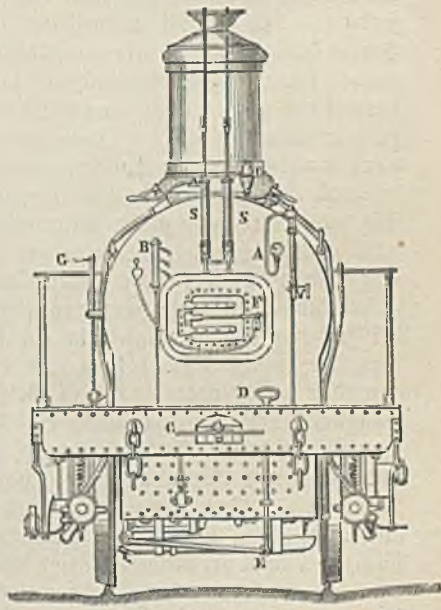
selben und wird durch den Kessel und das darin befindliche Wasser mittels Röhren geleitet. Der Kessel selbst nämlich bildet einen hohlen Cylinder von Eisenblech, der die ganze Länge zwischen dem Feuerungsraume und dem Rauchkasten ausfüllt. Die beiden Eisenplatten, welche den Kessel vorn und hinten verschließen, sind aber dergestalt durchbohrt, daß die 3—8 cm im Durchmesser haltenden Löcher einander genau gegenüberstehen, und allemal ist zwischen zwei solchen Löchern eine wenig umfangreiche, aber starkwandige Messing- oder Kupferröhre durch die ganze Länge des Kessels gezogen und in den Löchern dampfdicht festgenietet. Der mit Wasser gefüllte Kessel wird von 100—200 solcher Röhren durchzogen, durch welche die glühenden Heizgase aus dem Verbrennungsraume nach dem Schornstein ziehen und dabei die Rohrwände erhitzen. Bei der großen Anzahl



der Rohre entsteht somit eine große Heizfläche, von welcher die Wärme an das Wasser im Kessel rasch abgegeben wird. Haben das Feuer und der Rauch aus dem verbrannten Heizmaterial den Weg durch den Kessel gemacht, so gelangen dieselben in die Rauchkammer, von wo aus der Rauch durch den Schornstein geleitet wird. Um in das Innere des Kessels gelangen zu können, befindet sich oben das sogenannte Mannloch H, welches für gewöhnlich dampfdicht geschlossen ist und nur beim Reinigen des Kessels geöffnet wird. Damit indessen die Kraft der Dämpfe im Kessel nie zu groß werden und denselben etwa sprengen könne, befindet sich auf der



31. Vorderseite einer Lokomotive.



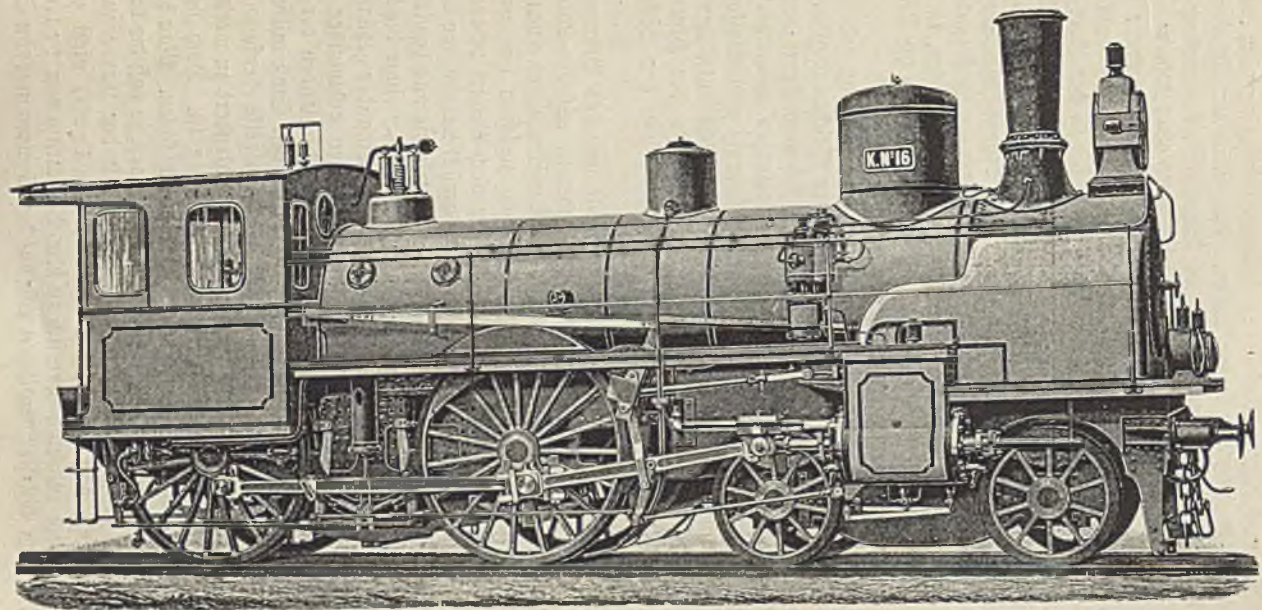
32. Hinterseite einer Lokomotive.

oberen Seite des Kessels, dicht am Fahrloche, ein Sicherheitsventil G, welches so beschaffen ist, daß, wenn die Kraft der Dämpfe einen gewissen Grad erreicht hat, dieselben das Ventil öffnen und durch dasselbe in die Luft entweichen können. Dies Ventil ist von außen durchaus unzugänglich, ein zweites Ventil Z steht unter mittlerer Belastung, kann aber durch den Maschinenwärter geöffnet und geschlossen oder durch einen mittels eines Hebels K zu bewirkenden Druck mehr (nie aber stärker als das Ventil G) belastet werden, je nachdem es die Umstände erfordern, um entweder den überflüssigen Dampf entweichen zu lassen oder dem Dampfe für schnelleres oder ansteigendes Fahren eine möglichst hohe Spannung zu geben, wodurch er kräftiger wirkend wird.

Die aus dem siedenden, die Röhren umgebenden Wasser sich bildenden Dämpfe sammeln sich im oberen Raume des Kessels und treten von dort in den hinteren, am Stande des Maschinisten angebrachten Dampfdom, welcher, um die Abkühlung zu verhindern, mit einer doppelten Wand, deren Zwischenraum mit Sand oder Asche gefüllt wird, umgeben ist. Der Raum bildet gleichsam eine Vorratskammer für den erzeugten Dampf, und es hat auch seinen guten Grund, daß dieselbe so in der Höhe angelegt ist und der Dampf nicht auf kürzerem Wege in die Cylinder geleitet wird. Es würde sonst zu viel Wasser mit übergerissen werden, wogegen der nach oben steigende Dampf sich schon mehr entwässert. In dem Dampfdom befindet sich das Ventil, welches die Röhre A verschließt und mittels eines Hebels R von dem Stande des Maschinisten aus geöffnet und geschlossen werden kann. Ist dasselbe offen, so strömt der Dampf in das Rohr A, welches sich dann vorn in zwei Arme B teilt, die den Dampf in den Kästen D zu dem Steuerchieber O führen, von wo er in die Treibcylinder tritt und dann, nachdem er ausgenutzt ist, in das Blaserohr C gelangt, aus welchem er durch den Schornstein ausgeblasen wird und hier den Zug vermehrt. Die aus dem Schornsteine tretenden Wolken bestehen demnach größtentheils aus Wasserdampf. Bei jedem Umlange der Triebräder wird zweimal Dampf aus jedem der beiden Cylinder gestoßen. Beim Anfange der Fahrt kann man diese einzelnen Puffe noch deutlich unterscheiden, bis sie bei größerer Geschwindigkeit in ein fortgesetztes Geräusch verschwimmen. Der überflüssige Dampf kann nun durch Öffnung verschiedener Ventile entweder bei Z oder aus dem Blaserohre C ausgelassen werden. Gewöhnlich leitet man ihn durch ein Rohr nach dem Tender. Hier läßt man ihn in den Wasserkästen fahren, wo er ein eigentümliches schnarrendes und polterndes Geräusch erzeugt, sich aber bald zur Ruhe begiebt und zu Wasser wird. Der Wasservorrat wird dadurch mehr oder weniger erwärmt, also nicht völlig kalt in den Dampfessel gepumpt, und die auf den überflüssigen Dampf verwendete Wärme findet somit immer noch ihre Anwendung.

Die wirkenden Teile an der Lokomotive sind die nämlichen wie an jeder Hochdruckmaschine, und es ist darüber schon alles Nötige gesagt worden. Aber hier hat der Dampfessel zwei Cylinder zu speisen, weil es um des gleichförmigen Ganges willen nötig ist, daß die Triebräder von zwei Kurbeln gedreht werden. Eine Kurbel hat auf ihrem Gange zwei tote Punkte, wo sie gar keine Bewegung überträgt, und deshalb eben ist bei stehenden Maschinen das Schwungrad da. Zwei Kurbeln aber können einander über die toten Punkte hinweghelfen, wenn sie unter einem rechten Winkel zu einander gestellt sind. Die toten Punkte sind die Augenblicke, wo Kolben- und Lenkstange in einer geraden Linie liegen; in demselben Augenblicke befindet sich aber der Kurbelzapfen des anderen Rades gerade zu unterst oder zu oberst im Kreise, wo die Kraftübertragung am stärksten ist. Jetzt liegen die Arbeitscylinder zu beiden Seiten, so daß die Treibstangen die Räder direkt an dem daran sitzenden Kurbelzapfen angreifen können.





33. Eine heutige Sitzugs-Lokomotive (Zwei-Cylinder-Verbundmaschine der Petersburg-Warichauer Eisenbahn).  
Nach „Engineering“.

Der Lokomotivführer kann seine Maschine beliebig schneller oder langsamer, vor- oder rückwärts gehen lassen. Der Grad der Geschwindigkeit hängt von der Menge Dampf ab, die in den Cylinder eingelassen wird, und diese Menge läßt sich bestimmen durch engere oder weitere Öffnung des Ventils oder der Klappe im Dampfdom. Das Eintrittsrohr für den Dampf ist hier nämlich durch eine runde Platte *p* geschlossen, welche in der abgebildeten Lokomotive auf S. 52 gesondert für sich in der Vorderansicht zu sehen ist; diese ist mit keilförmigen Ausschnitten durchbrochen. An dieser Platte steht dicht anliegend eine zweite ganz ähnlich geformte Scheibe, die um einen Mittelstift drehbar ist und durch eine Stange vom Stande des Führers aus regiert werden kann. Diese Vorrichtung wird Regulator genannt. Wenn sich die Ausschnitte beider Platten völlig decken, so hat der Dampf den freiesten Eintritt; beim Umdrehen verengern sich die Öffnungen mehr und mehr und schließen sich endlich ganz.

Dann hört die Maschine zu arbeiten auf, aber der Zug geht noch ein gutes Stück weiter, vermöge der einmal erlangten Geschwindigkeit.

Außer diesen Hauptbewegungsteilen finden sich noch Vorrichtungen an der Lokomotive, um den Kessel mit Wasser zu versorgen, wenn derselbe zu leer ist, (was man auf S. 53 an besonderen Dampf- und Wasserstandszeigern *A* und *B* sieht. Auch eine Signalpfeife *C*, welche durch den Dampf angeblasen wird, befindet sich an der Lokomotive. In der Hinteransicht der Lokomotive sind *S S* die beiden Belastungsfedern der Sicherheitsventile.

Das Wasser zur Speisung des Dampfkessels und das Brennmaterial zur Heizung desselben werden auf einem besonderen, mit der Lokomotive verbundenen Wagen, dem Tender mitgeführt. Derselbe bildet einen hohlen Blechkasten, der mit Wasser gefüllt ist, und von welchem aus unterhalb Röhren zu den Pumpen führen, die das Wasser nach Bedarf in den Kessel treiben, sobald sie von dem Lokomotivführer eingerückt werden, wo dann die Bewegung der Kolben dieser Pumpen von der Mittelachse aus bewirkt wird.

Unmittelbar hinter dem Tender folgen nun in dem Zuge die Wagen, welche durch eiserne Haken mit etwas Spielraum aneinander gehängt (vercuppelt) sind. Damit beim Anhalten, wo die Wagen aneinander stoßen, diese Stöße nicht zu heftig werden, befinden sich an den Enden der Wagen die Puffer, welche auf starke Federn wirken und so den Stoß mildern.

Starke Krümmungen der Bahn sind begreiflicherweise ebenso wie starke Steigungen unerwünscht, da die Gefahr, herausgeschleudert zu werden, um so größer, je kleiner der Halbmesser der Krümmung ist. Doch hat man auch hierin vieles ermöglicht, was früher unthunlich schien. Man hilft sich hierbei durch Höherlegen des äußeren Schienensstranges, so daß die durch die Kurve fahrenden Wagen sich dem Krümmungspunkt der Kurve zuneigen.

Anfangs fand man Steigungen von mehr als 1:200 nicht zulässig, und nur allmählich entschloß man sich zu dem Verhältnis von 1:100, wogegen wir jetzt im Württembergischen und auf der Semmeringbahn Strecken



besitzen, auf denen eine Steigung von 1:40 überwunden wird. Die Jungfraubahn wird eine größte Steigung von 25:100 haben.

Gegenwärtig liefern zahlreiche deutsche Lokomotivbauanstalten dergleichen Maschinen bis ins fernste Ausland, und deutsche Maschinenbauer haben wesentlich zur Vervollkommnung dieser kunstvollen Maschine beigetragen.

Zum Schluß unserer Betrachtung der Eisenbahnen möge noch die Erinnerung an eine Episode aus der Vergangenheit hier Platz finden. Ein solcher Rückblick ist nicht nur im Allgemeinen interessant, sondern er mag auch dazu dienen, das gute Andenken an jene Männer zu wahren, welche zur damaligen Zeit ihre volle Kraft nebst Hab' und Gut daran setzten, um die Einführung der Eisenbahnen in Deutschland zu bewirken. 1825 ging die erste Bahn zwischen Stockton und Darlington in England; 1826 wurden Kohlenbahnen im Ruhr- und Saargebiete gebaut; 1830 eröffnete man die Bahnstrecke Prag-Lana; 1835 Mecheln-Brüssel; 1835 Nürnberg-Fürth; 1837 Leipzig-Dresden; 1838 Braunschweig-Wolfenbüttel und Berlin-Potsdam.

Es war am 21. September 1838, als die feierliche Eröffnung der ersten Eisenbahn in Preußen stattfand, indem die Teilstrecke „Potsdam-Zehlendorf“ dem Verkehr übergeben wurde. Es war dies ein Ereignis, welches damals große Aufmerksamkeit erregte. Anfangs gingen täglich nur zwei Züge, aber schon einige Wochen darauf mußte man die Zahl der Züge verdoppeln. Am 28. Oktober fand die Probefahrt auf der Strecke Berlin-Potsdam und am 29. Oktober die feierliche Eröffnung dieser Bahn statt, an welcher sich alle in Berlin anwesenden königlichen Prinzen, die Staatsminister und höheren Beamten, außerdem aber noch 230 Personen beteiligten. Auch hier fuhrten ansfangs täglich nur zwei Züge, und der Fahrplan, sowie der Fahrkartenpreis wurden nach Bedürfnis geändert. Um größeren Andrang zu den Fahrkartenschaltern zu verhüten, fand der Vorverkauf der Fahrkarten statt. Eine darauf bezügliche Bekanntmachung des Direktoriums lautete: „Sollten zu den einzelnen Fahrten schon alle Billets verkauft sein, so wird dies durch Anschlag am Tage der betreffenden Fahrten schon frühmorgens am Potsdamer Plage und in der Verkaufsbude bekannt gemacht.“

Ein eigenartiges Gefühl beschleicht uns wohl, wenn wir daran denken, daß die Zeit, wo die Abfahrt eines Eisenbahnzuges ein besonders wichtiges Ereignis war, erst fünfzig Jahre hinter uns liegt.

Die größten Verdienste für die Einführung der Eisenbahnen in Deutschland hatte Friedrich List, ein Württemberger, Professor der Staatswirtschaft an der Universität zu Tübingen, welcher 1825 nach Pennsylvanien übersiedelte und 1832 als Konsul der Vereinigten Staaten in Leipzig seinen Wohnsitz nahm. Er hatte klar erkannt, daß nur durch ein Eisenbahnsystem die Handelsvereinigung der deutschen Staaten in Wirksamkeit und sich daraus auch in späterer Zeit die politische Einheit seines Vaterlandes entwickeln könne. Er fühlte die Lebenskraft eines über ganz Deutschland ausgebreiteten Eisenbahnbetriebes voraus, er sah im Geiste die mächtigen Wirkungen desselben sowohl auf die dereinstige Einigung des damals noch in 36 Staaten

und Stätchen zerrissenen Vaterlandes, als auch auf die Stärkung der Nationalverteidigung und Beförderung aller Kultur und Gesittung. Aber man verstand ihn nicht und verspottete ihn als einen Träumer oder hielt ihn wohl gar für einen eigennützigen Pläncschmied und Schwindler. Da fast überall nur Enttäuschungen ihm zu teil wurden, ergriff ihn Tiefinn, und so endete er am 30. November 1846 sein Leben.

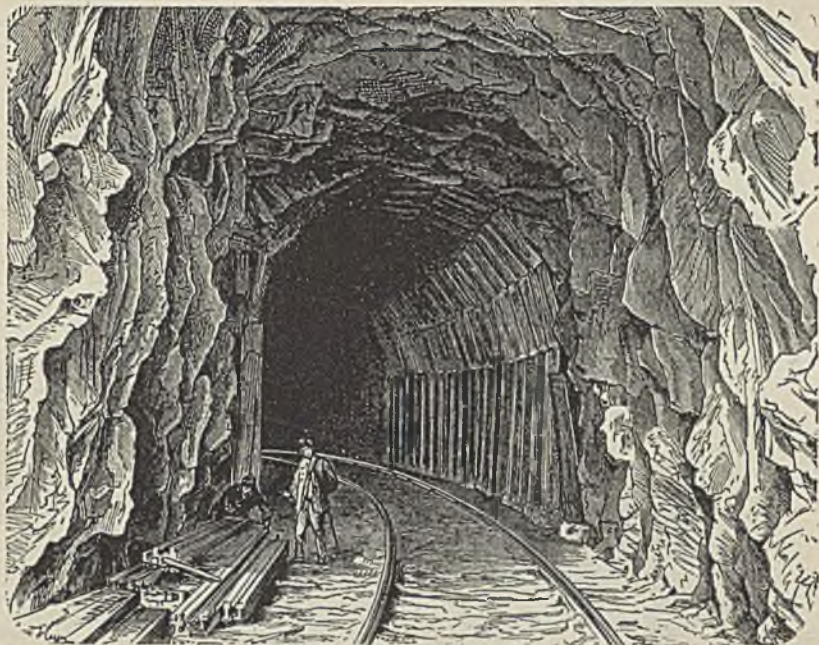
Wie klar und selbstverständlich ist heutzutage die hochwichtige Bedeutung der Eisenbahnen jedermann, und wie weit entfernt war man noch vor fünfzig Jahren von diesem Verständnis.

Selbst die Regierungen standen damals dem Eisenbahnbau keineswegs wohlwollend gegenüber. Friedrich Wilhelm III. meinte mit Bezug auf die Berlin-Potsdamer Bahn: „Kann mir keine große Glückseligkeit dabei vorstellen, ob man einige Stunden in Potsdam früher ankommt oder nicht.“ Und der damalige preußische Generalpostmeister v. Nagler rief ärgerlich aus: „Dummes Zeug! Ich lasse täglich mehrere sechsstufige Postwagen nach Potsdam fahren, und es sitzt niemand drinnen; nun wollen die Leute gar eine Eisenbahn dahin bauen. Wenn sie ihr Geld absolut los sein wollen, so sollen sie es doch lieber zum Fenster hinauszwerfen, ehe sie es zu einem solchen unsinnigen Unternehmen hergeben.“

Nach alledem ist es wohl begreiflich, daß es in der ersten Zeit mit dem Eisenbahnbau im lieben Vaterlande nur langsam vorwärts gehen konnte. Wir haben es aber gut nachgeholt, und jetzt ist das deutsche Eisenbahnnetz eines der am besten entwickelten, sowohl für die Zwecke des friedlichen wie für die des kriegerischen Verkehrs. Denn auch als Waffe zur Bekämpfung und Abwehr des Feindes spielen die Eisenbahnen eine große Rolle im Leben der Völker, und das hat unser großer Moltke auch schon eingesehen, als die meisten anderen Leute noch wie der Generalpostmeister v. Nagler dachten: er hat sich schon in dem Anfang der vierziger Jahre, und zum Glück mit Erfolg, für den Ausbau des preußischen Eisenbahnnetzes bemüht.

Aus der amtlichen Zusammenstellung der deutschen Eisenbahnen über das Betriebsjahr 1897/98 entnehmen wir, daß die Länge der Eisenbahnen Deutschlands im genannten Jahre 46 118 km betrug, das ist 7049 km mehr als der Erddumfang; die Länge aller vollspurigen Geseise mißt 86 270 km. Es kamen auf 100 qkm 8,9 km, und auf 10 000 Einwohner 9,2 km Bahnlänge. Die Zahl der Stationen ist auf 9225 angewachsen (auf 5,11 km je eine), darunter sind 4144 Bahnhöfe, 3208 Haltestellen und 1873 Haltepunkte. Die Einnahmen betragen 1675 Millionen Mark, darunter aus dem Personenverkehre 473 Millionen, aus dem Güterverkehre 1124 Millionen Mark. Das macht auf 1 km = 35 775 Mark (bz. 11 296 Mark und 24 067 Mark). Die Ausgaben erreichen die Höhe von 934 Millionen Mark (15 838 Mark auf 1 km). Sämtliche Bahnen haben rund 12 Milliarden Mark gekostet, und diese stattliche Summe verzinst sich dennach recht gut mit reichlich  $6\frac{1}{3}\%$  (genau  $6,35\%$ ).





34. Tunnel auf der Central Pacific-Eisenbahn.

### Die Gebirgs- und Tunnel-Eisenbahnen.

In den großartigen Eisenbahnbauten hat die Ingenieurkunst Werke ausgeführt, die sich mit den Riesenbauten der Vorzeit wohl messen können, jedoch ist dabei in Betracht zu ziehen, daß der Neuzeit Hilfsmittel zu Gebote stehen, wie sie die Vorzeit nicht besaß; die Zeitperioden, in denen solche Bauten heutzutage vollendet werden, sind daher viel kürzere geworden, und die Menschenkraft wird darum nach Möglichkeit geschont, während das Altertum seine in ihrer Großartigkeit noch immer bewundernswerten Werke nur in Menschenaltern und mit einer schrecklichen Verwüstung von Menschenleben zu schaffen vermochte. Wie rasch und sparsam arbeitet dagegen die Ingenieurkunst unserer Zeit! Wie bringt sie immer neue Hilfsmittel hervor, um das unmöglich Scheinende möglich zu machen! Wie schont sie die Menschenkraft und macht dafür die Kraft der Elemente sich dienstbar! Mit welcher Fürsorge weiß sie alles abzuwägen, alle Hindernisse zu beseitigen und alle Schwierigkeiten, welche hemmend ihr in den Weg treten, zu überwinden!

Von den bemerkenswerten und zum Teil wunderbar großartigen Bauwerken, welche zur Förderung des Eisenbahnverkehrs unternommen und siegreich ausgeführt wurden, wollen wir hier nur nennen die Semmering-

bahn, die Rigibahn, die Pilatusbahn, die Mont Cenisbahn und den Mont Cenis-tunnel, die Brennerbahn, die Pacificbahn, den St. Gotthardtunnel und die geplante Jungfraubahn.

Die kleine Rigibahn ist gegenüber den 'anderen genannten großen Werken des Eisenbahnbaues freilich nur unbedeutend, immerhin hat sie aber den Charakter einer kühn angelegten Gebirgsbahn und ist daher in der Aufzählung mit aufzuführen. Die Höhe des steil sich erhebenden Rigi ist mit



35. Arlbergbahn: Tunnelingang bei St. Anton.

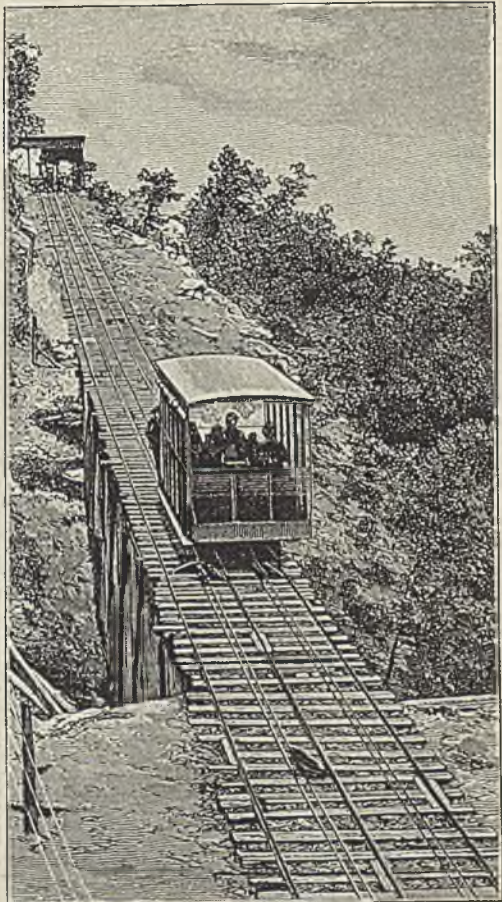
ihren 1800 m nicht gering und der Aufstieg mit einer Lokomotive keine Kleinigkeit.

Um die steile Höhe zu erklimmen, deren Neigung stellenweise volle  $25^{\circ}$ , also 1:4 beträgt, wurde zwischen den beiden gewöhnlichen Eisenbahnschienen eine dritte, gezahnte Schiene angebracht, wie unser späteres Bild der Pilatusbahn zeigt. Die kleine Lokomotive fördert auf einmal nur höchstens zwei Personenwagen, und zwar geht die Maschine beim Auf- und Abgange vorweg und fährt so langsam, daß sie jeden Augenblick anhalten kann. Die Abfahrts- und oberste Station haben einen Höhen-



unterschied von 1110 m, und die Bahn geht mit nur geringem Umschweif auf ihr Ziel los, denn die ganze Bahnlänge beträgt nur 5240 m. Eine ähnliche Bahn, welche in der Kühnheit der Anlage der Rigibahn nicht nachsteht und durch Neuerungen in der Bauart noch besonderes Interesse bietet, ist die auf den am Bierwaldstätter See bei Luzern gelegenen Pilatusberg aufsteigende Bahn, deren Lokomotive mit Personwagen wir in Abb. 37 dargestellt sehen. Diese Bahn beginnt bei Alpnach unmittelbar am Seeufer und hat eine Länge von nahezu 4,5 km, welche in 1 1/2 Stunden durchfahren werden. Die erstiegene Höhe beträgt 1634 m. Die mittlere Steigung beträgt 42 : 100 und die höchste Steigung sogar 48 : 100. In der Mitte der Schienen ist eine beiderseitsgezahnte Schiene oder Zahnstange angelegt, in welche zwei unterhalb der Lokomotive angebrachte gegenüberstehende Zahnräder eingreifen. Der höchste Punkt der Bahn liegt 2076 m über dem Meeresspiegel.

Für die Erstiegung geringerer Höhen benutzt man vielfach Seilbahnen, wie sie unser Bild (Abb. 36) zeigt. Bei diesen werden

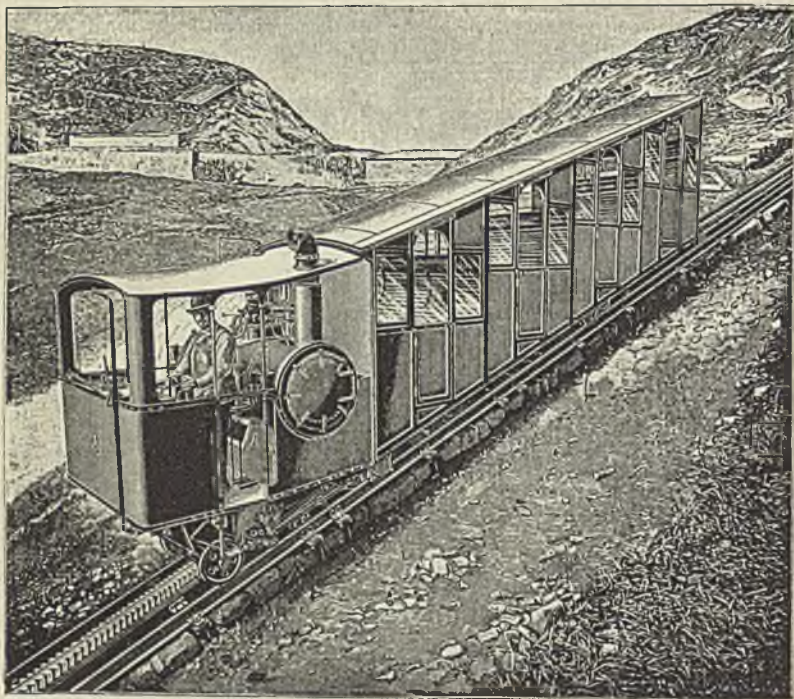


36. Bergbahn mit Seilbetrieb auf den Look-out Mountain (Tennessee, V. St.). Nach „Engineering“.

die Wagen durch ein starkes Drahtseil, das durch eine stehende Dampfmaschine aufgewunden wird, auf die Höhe gezogen. Eine derartige Bahn ist u. a. auch auf den Neroberg bei Wiesbaden und eine andere auf den Schloßberg bei Heidelberg geführt. In Amerika sind häufig einzelne Strecken der Pferdewagenbahn für den Seilbetrieb eingerichtet, bei denen die Pferde auf einem angehängten Karren mitgenommen werden, um nach

Übersteigung des Hindernisses die Beförderung des Wagens wieder zu übernehmen.

Ein umfassenderes und mit mehr Umständen verknüpftes Unternehmen war der viel ältere Bau der großen Alpenbahn in Osterreich, welche als Semmeringbahn unseren Lesern so wohl bekannt ist, daß wir von einem Eingehen auf eine Beschreibung des Baues und Charakters derselben hier absehen.



37. Lokomotive und Wagen der Pilatusbahn. Nach „Engineering“.

Auffehererregend für den modernen Eisenbahnbau war die Herstellung des Mont Genis tunnels, denn hier galt es, eine Felswand von fast zwei deutschen Meilen Dicke zu durchbohren. Das Gelingen des kühnen, großartigen Werkes war ein neuer Sieg des Menschen über die Naturgewalten und ein Sporn zu weiteren Unternehmungen in der Förderung des internationalen Verkehrs.

Wiewohl die große Eisenstraße durch den Mont Genis mit Recht als bewundernswertestes Werk des Menschenfleißes in neuester Zeit gepriesen wird, so interessiert uns doch kaum minder die seit Jahren schon in Gang befindliche neue Schienenstraße über jenen 2000 m hohen Gebirgsrücken





38. Eisenbahnbrücke über den Mont Cenis.

der Tiroler Alpen zwischen Innsbruck und Sterzing, den Brenner, auf der Scheide zwischen Nord- und Südtirol gelegen, jedenfalls nächst der viel besprochenen und beschriebenen Semmeringbahn die interessanteste Gebirgs-eisenbahn, welche Mitteleuropa mit Italien verbindet. Dieselbe zieht sich in einem mehrere Stunden langen Thaleinschnitte hin und erreicht ihre höchste Meereshöhe mit 1300 m. Neben ihr geht die nach dem Paß genannte Brennerstraße, die niedrigste aller großen Alpenstraßen.

Sie wird nach ihrer südlichen Seite zu von der starken Franzensfeste beherrscht. Wenn man vom Brenner spricht, so meint man diesen Paß, den ältesten Verbindungsweg zwischen Italien und Deutschland. Schon die alten Römer hatten über den Brenner eine große Straße von Verona nach Augsburg angelegt. Im Mittelalter hieß dieser Hauptübergang zwischen Süd und Nord die Kaiserstraße und war die nächste Verkehrslinie zwischen der mächtigen Handelsstadt Venedig und den großen deutschen Reichsstädten. Es war auch damals die gewöhnliche Heerstraße nach Italien, und noch gemahnen allenthalben malerische Burgruinen auf den Felshöhen an die frühere Bedeutung.

Und jetzt hat der Brenner wiederum seine alte Bedeutung nicht nur gewonnen, sondern noch vermehrt. Der über ihn führende vollendete zweite Schienenweg über die Alpen, am 18. August 1867 eröffnet, bildet eine der großen Weltstraßen, wenngleich sie nur 120 km lang ist. Sie vermittelt zunächst den Verkehr zwischen Süddeutschland und Italien, hauptsächlich aber den Welthandel zwischen Europa und dem Orient.

In der That bildet die Brennerbahn eines der Riesenerke der Gegenwart. Bei Innsbruck beginnend, zieht sie sich dem Fließchen Sill entlang an steilen Felswänden bis auf die Höhe des Brennerpasses, geht dann ins Thal des Eisack über und verfolgt es, unter den Kanonen der Franzensfeste vorbei, bis Bozen. Durch die Felsen sind 23 Tunnel gehohlet, darunter einer von 600 m, ein anderer von 780 m Länge. Es ist eine romantische Fahrt: bald durch dunkle riesige Felsenthore, dann wieder über hohe Dämme und im ehemaligen Bette der Sill selbst hin, die daraus vertrieben worden ist und sich tosend durch eine enge Felschlucht winden muß. Bald gleitet die Bahn an steilen Felswänden hin, wo der finstere Abgrund gähnt, und über gewaltige Erddämme und Böschungen. Prachtige Wasserfälle sieht man, den fischreichen Brennersee und die Quellen der Sill und des Eisack — ringsum himmelhohe Berge. Aber endlich wird die Luft milder, die Pflanzenwelt üppiger, und jetzt lacht uns das herrliche Kesselthal von Bozen entgegen. Alles verkündet schon die Nähe Italiens. Die weißschimmernden Häuser der reichen Stadt mit der schönen gotischen Pfarrkirche breiten sich aus in einem ungeheuren Garten von Weingebilden, Kastanienwäldern, Schlössern, Landhäusern und Kirchen an den Berggeländen.

Zahlreiche Eisenbahnen verbinden die aufblühenden Staaten von Nordamerika; das großartigste Unternehmen aber bildet die den Westteil von einem Meere zum anderen durchschneidende Pacificbahn (Bahn zum Stillen Meere), sowohl als Bauwerk wie hinsichtlich der raschen Ausführung. In jenem weiten Gebiete, wenigstens in dem erst schwach besiedelten Westen desselben, spielen die Eisenbahnen eine ganz andere Rolle als bei uns; denn während wir solche nur als letztes und vorzüglichstes Verkehrsmittel durch schon volkreiche Gegenden führen, wo Passagier- und Warenzüge sicher zu erwarten sind, dringt dort umgekehrt der Schienenweg





39. Viadukt zwischen Lima und Droha in Peru.

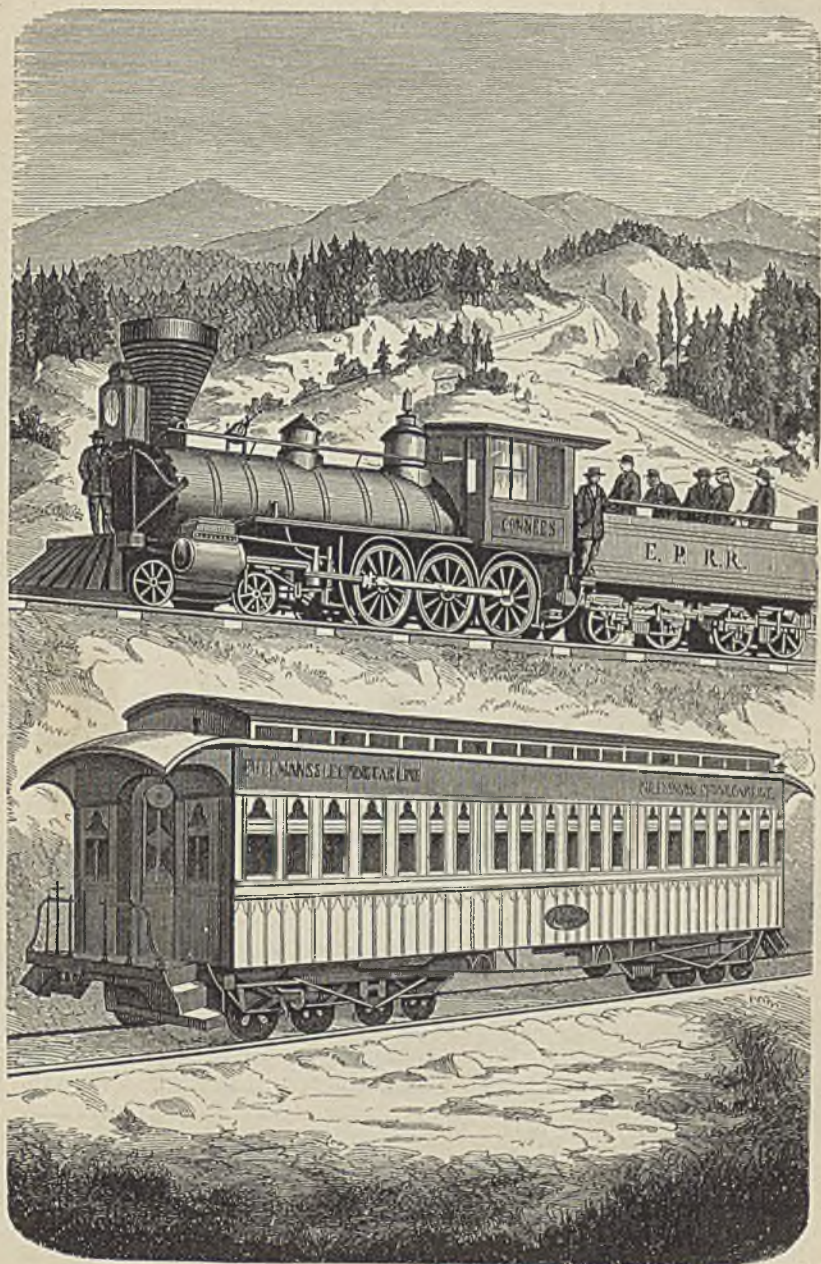
als vorderster Pionier in die von wilden Menschen und Tieren spärlich bewohnte Einöde vorwärts, und die Kultur folgt unmittelbar hinterdrein. Die Lokomotive schleppt alle Mittel zum Bahnbau und zur Kolonisation herbei; sie hinterläßt Stationen, die sich meist bald zu Dörfern, Städten oder selbst großen Bevölkerungsmittelpunkten erweitern. Handel, Verkehr und A nbau leben auf, und die Tummelplätze wilder Büffelherden verwandeln sich wie durch Zauber in ein fruchtbares Kulturland.

Durch das rasche Aufblühen Kaliforniens infolge der Einwanderungsströme, welche anfangs das dort entdeckte Gold, dann auch die übrigen Vorteile des schönen fruchtbaren Landes herbeigezogen, war am Stillen Meer ein wichtiger Zuwachs der Vereinigten Staaten entstanden, dessen direkte Verbindung mit den Oststaaten hergestellt werden mußte, trotz der zwischenliegenden Strecken noch unbesiedelten, nur von Horden feindlicher Eingeborenen durchzogenen Landes. Und in wenigen Jahren war mit einer unerhörten Raschheit das Unternehmen ausgeführt, so daß schon im Mai 1869 die Bahn eröffnet werden konnte und man seitdem die ganze Breite des Weltteils, von New York oder Boston bis San Francisco, in einer ununterbrochenen Fahrt binnen sieben Tagen oder noch etwas kürzerer Zeit durchfliegen kann. Diese Strecke ist etwa 5400 km lang, und man nennt sie im weiteren Sinne wohl die Pacificbahn, während die eigentlich so heiße neue Weststraße erst tief im Inneren, bei der Stadt Omaha jenseit des Missouriflusses, beginnt, einem Punkte, welcher in verschiedenen Richtungen auf älteren östlichen Bahnen erreicht werden kann und schon gegen 2300 km von der Ostküste entfernt liegt.

Es ist aber bei der einen Bahn nach Kalifornien nicht geblieben, denn weiter südlich ist eine andere, die Kansas-Pacificbahn, bereits fertig und ebenso eine mehr nördlich verlaufende Linie.

Eines der zuletzt vollendeten großen Eisenbahnwerke ist der 15000 m lange St. Gotthardtunnel; derselbe schneidet den 2114 m hohen Gebirgssattel, über welchen die altberühmte St. Gotthardstraße führt. Der Eingangspunkt des Tunnels liegt auf der schweizerischen Seite bei dem kleinen Orte Göschenen, der aber seitdem sich beträchtlich vergrößert und besonders durch die Bahnstationsbauten ein wichtigeres Aussehen gewonnen hat. Man sieht es der hier gewaltig emporsteigenden Gebirgswand wohl an, welche Schwierigkeiten schon allein die notwendige genaue Richtungsbestimmung des Tunnels, viel mehr aber noch die Durchbrechung des großen Bohrloches selbst machen mußte. Die Einleitungen zum Bau begannen im Jahre 1870, und die Bohrarbeiten wurden zu Göschenen am 4. Juni 1871, zu Airolo auf italienischer Seite am 1. Juli desselben Jahres in Angriff genommen. Die Vollendung erfolgte im März 1880. Das Nordthor des Tunnels liegt 1109 m hoch über dem Meeresspiegel, und der Tunnel selbst steigt auf einer Länge von 7800 m mit 5,87 m pro 1000, geht dann 319 m wagerecht und fällt dann allmählich immer weniger steil nach Airolo auf der italienischen Seite ab, wo das Thor 1185 m über





40. Lokomotive für die Pacificbahn und Bullmannscher Reise Schlafwagen.

dem Meeresspiegel liegt. In der Mitte des Tunnels liegt der Tunnel-scheitel 1154 m, und der höchste Punkt des an dieser Stelle überlagernden Gebirges 2861 m über dem Meere. Es liegen also noch 1707 m Gebirge über dem Tunnelscheitel. Die Höhe des Tunnels beträgt 6 m, die Weite 8 m. Der mittlere Fortschritt betrug  $3,5$  m in 24 Stunden, derselbe schwankte aber in den verschiedenen Jahren zwischen  $1,5$  m und 7 m. Die ganze Gotthardbahn zählt 53 Tunnel.

Am Bau des Tunnels waren durchschnittlich jeden Tag 3412 Arbeiter beschäftigt. Er kostete rund 50 Millionen Mark. Der ganze Tunnel ist ausgemauert, und es bot der starke Gebirgsdruck große Schwierigkeiten, da es sich oft darum handelte, dem Einsturz des Tunnelgewölbes entgegenzukämpfen. Die Wärme im Tunnel beträgt etwas über  $30^{\circ}$  Celsius. Nach solch großartigen Erfolgen ist die Ausführung anderer Alpentunnel, wie durch den Montblanc, Simplon u. s. w. nur eine Frage der Zeit. Noch großartiger wird jedenfalls die im Bau begriffene Jungfrauabahn werden; größere Schwierigkeiten wird der beabsichtigte Tunnel bieten, der Frankreich



41. Die geplante Hubsonbrücke. Nach „Engineering“.

und England unter dem Meere hin verbinden soll, und die längste Eisenbahn wird die sich ihrer Vollendung nahende sibirische mit rund 10000 km Länge sein. Sie dürfte eine ebenbürtige Linie zur Seite bekommen durch die geplante Kap-Kairo-Bahn in Afrika, die auch über 9000 km lang sein wird.

Gewaltige Werke sind auch viele der unentbehrlichen Eisenbahnbrücken, welche für größere Ströme jetzt ausschließlich aus Eisen hergestellt werden.

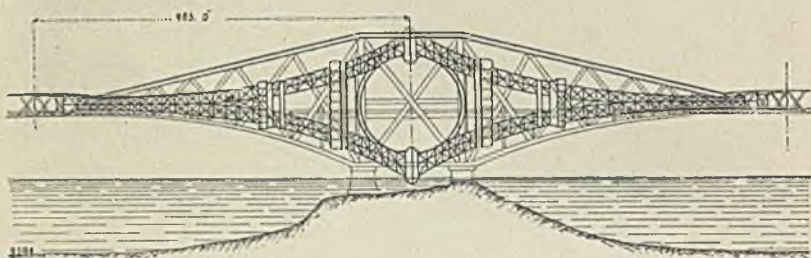
Die erste eiserne und zwar gußeiserne Brücke wurde in den Jahren 1773 bis 1779 über den Severn gebaut. Später griff man dann zum Schmiedeeisen und in neuerer Zeit zum Stahl. Diese Eisenbauten der Neuzeit verdienen besonders dadurch unsere Beachtung, daß sie einen Triumph der Wissenschaft, der deutschen Wissenschaft, dürfen wir sagen, darstellen. Denn erst, nachdem durch deutsche Forscher die Berechnung dieser Brücken gefunden war, wurde es möglich, diese kühnen Gebilde mit Sicherheit auszuführen, und es ist kein Zufall, daß die berühmtesten amerikanischen Brücken von deutschen Technikern ausgeführt worden sind, voran mit einer Spannweite von 486 m die berühmte und malerische Hängebrücke über den East River, welche die beiden Schwesterstädte New York und Brooklyn verbindet. Ein





42. Die Forthbrücke. Nach einer Originalphotographie.

noch kühneres Werk, welches gleichzeitig ein Bild der Konstruktion der eben genannten Brücke giebt, soll zur Verbindung zwischen New York mit dem rechten Ufer des Hudson gewagt werden, welches sich in einer Länge von 2870 m über den Fluß spannen soll. Zwei Türme, jeder 150 m hoch, sollen an den Ufern des Flusses errichtet werden, welche die Drahtseile tragen. An diesen hängt dann die Brücke in einer Höhe von 45 m über dem höchsten Wasserspiegel, so daß die Schiffe mit ihren Masten darunter hinwegfahren können.



43. Der Eifelturm in der Forthbrücke.  
(Zur Veranschaulichung der Größenverhältnisse dieser.)

Ein anderer Riesenbau aus Eisen ist die Forthbrücke in der Nähe von Edinburg, welche 1750 m lang ist und, auf drei gewaltigen Pfeilern ruhend, den breiten Wasserarm überspannt. Unser kleines Bild wird keinen rechten Begriff von den Eisenmassen geben können, und deshalb sehen wir noch ein zweites dazu, welches den berühmten 300 m hohen Eifelturm zweimal in einem Teil der Brücke hineingelegt zeigt. Man sieht, wie dieses angestaunte Wunderwerk in der Forthbrücke geradezu verschwindet.

Eine andere Hochbrücke plant die dänische Regierung über den kleinen Belt zwischen Fütland und Fünen.

### Die elektrische Eisenbahn.

Ein nicht unwichtiger Fortschritt in den Verkehrsmitteln ist die elektrische Eisenbahn, welche zum erstenmal in praktischer Ausführung auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879 zu sehen war. Wohl hat man schon vor mehr als 30 Jahren versucht, die Elektrizität zur Bewegung von Fuhrwerken und speciell zum Eisenbahnbetriebe zu benutzen, jedoch schlug man dabei einen falschen Weg ein, der nicht zum Ziele führen konnte; erst der Neuzeit ist es vorbehalten geblieben, auch hier die Elektrizität zu einer praktischen Verwendung zu bringen. Der Ruhm, die elektrische Bahn erfunden zu haben, gebührt Werner von Siemens, welcher durch seine vielen großen Erfindungen auf dem Gebiete der Elektrotechnik seinen Namen weltberühmt gemacht hat.



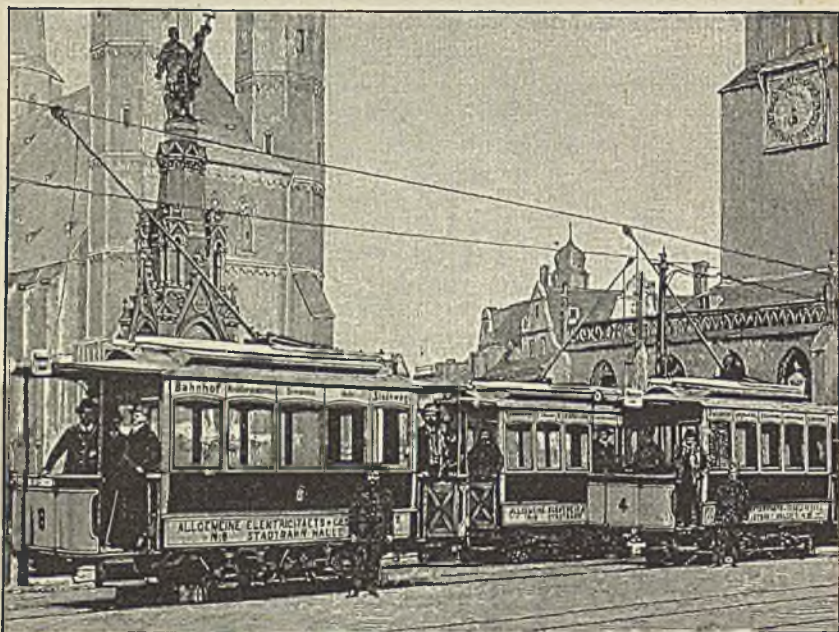
Die erwähnte erste elektrische Eisenbahn war ursprünglich zu einem bestimmten industriellen Zwecke, nämlich zur Beförderung der Kohlen aus dem Kohlenbergwerke bei Spremberg in der Niederlausitz gebaut worden. In der Berliner Gewerbeausstellung diente sie als Ausstellungsobjekt und zum Vergnügen der Besucher; ein etwa 300 m langer, in sich zurücklaufender Schienenweg war auf einem innerhalb der Ausstellungshöfe befindlichen, durchaus ebenen Boden gelegt worden und diente zu einer kleinen Rundreise auf den Flügeln der Elektrizität.

Der Hauptteil des elektrischen Wagens besteht aus einem elektrischen Motor, welcher durch den Strom angetrieben wird und seinerseits die Räder der Lokomotive antreibt. Der dazu nötige elektrische Strom, der hier anstatt des Dampfes in der gewöhnlichen Lokomotive als Kräfteerzeugungsmittel dient, wird von einer dynamoelektrischen Maschine, die ganz ähnlich wie der elektrische Motor gebaut ist, erzeugt. Diese zweite Maschine ist an einem passenden Orte in der Nähe der Bahn aufzustellen und mit einer Dampfmaschine zu verbinden. Eine genauere Beschreibung von der Art und Weise, wie dies geschieht, und von den dabei zum Ausdruck gebrachten Naturgesetzen können wir erst bei der Besprechung der elektrischen Erscheinungen geben. Hier genüge einstweilen der Hinweis auf die Thatsache, daß man etwa 80—90 Prozent der Leistung einer Dampfmaschine in elektrische Kraft umwandeln kann, welche sich durch einen Draht oder auch durch die Schienen einer Eisenbahn bis auf eine große Entfernung fortführen läßt, und daß diese Elektrizität sich unterwegs wiederum durch eine geeignet gebaute Maschinerie in bewegende Kraft umwandeln und zur Umdrehung der Lokomotivräder verwenden läßt, sobald man den elektrischen Strom in die Maschinerie des Wagens hineinleitet; dieses erfolgt dadurch, daß der von der feststehenden dynamoelektrischen Maschine erzeugte elektrische Strom in einen starken Kupferdraht geführt wird, der in entsprechender Höhe über der Straße die Schienenwege begleitet. Vom Wagen reicht eine Stange bis an diesen Draht, die mittels einer Rolle an ihm hinläuft. So gelangt der Strom auf dem Drahte in die Stange und in den Wagen und treibt dessen Maschine. Die Rückleitung erfolgt durch die Schienen.

Die elektrische Lokomotive kann mit großer oder geringer Geschwindigkeit, ganz ähnlich wie eine Eisenbahnlokomotive, in Betrieb gesetzt werden.

Nachdem der Bau einer elektrischen Eisenbahn durch Berlin wegen gewisser Bedenklichkeiten abgelehnt worden war, kam eine Versuchsstrecke zur Ausführung. Diese Strecke wurde am 12. Mai 1881 feierlich eröffnet und am 16. Mai dem allgemeinen Verkehr übergeben. Die Bahn befindet sich in dem Dorfe Lichterfelde, etwa 10 km von Berlin, und schließt sich direkt an die hier befindliche Haltestelle der Berlin-Anhaltischen Eisenbahn auf dem Bahnhof selbst an. Sie verbindet den Bahnhof mit der Hauptkadettenanstalt, einem unweit des Dorfes liegenden umfangreichen Gebäudekomplex, welcher einen sehr regen Verkehr mit Berlin aufweist, und ist jetzt zum zweiten Bahnhof verlängert worden.

Werner von Siemens setzte große Hoffnungen auf die elektrischen Bahnen und entwarf ein großartiges Projekt einer Straßenbahn für Berlin, das aber damals nicht zur Ausführung kam, weil die Behörden die Erlaubnis versagten, und das erst jetzt nach anderthalb Jahrzehnten in veränderter Gestalt verwirklicht wird. Dagegen entstanden einige andere Straßen- und Grubenbahnen in Deutschland, Osterreich und England, doch entwickelte sich die Anwendung dieser neuen Erfindung in Europa nur schleppend, und schwerlich hätte sie in der Jetztzeit bereits die große Bedeutung erlangt, wenn



44. Wagen der 'elektrischen Bahn' in Halle a. d. S.

sich nicht die energischen Amerikaner des etwas vernachlässigten Kindes angenommen und dasselbe durch eine tüchtige Erziehung ausgebildet hätten.

Die Amerikaner wendeten auch zuerst die oben beschriebene oberirdische Zuleitung an an Stelle der anfänglich gebräuchlichen unterirdischen. Da die hoch gelegene Zuleitung den Verkehr auf der Straße nicht hindert, da sie ferner verhältnismäßig billig anzulegen ist, so waren mit ihrer Einführung alle Hindernisse beseitigt, welche bisher der Verwendung der elektrischen Bahn im Wege standen. Es kam hinzu, daß die Amerikaner auch noch die verschiedenen anderen Teile der elektrischen Bahn zweckmäßig verbesserten, und so war der Anwendung dieses praktischen Straßenbahnbetriebes Bahn gebrochen. Die Amerikaner zögerten auch nicht, denselben



in umfangreicher Weise in Benutzung zu nehmen, und so sehen wir drüben seit Mitte der achtziger Jahre die elektrischen Bahnen zu Hunderten entstehen. Heute mögen dort bereits über 1000 Linien in Betrieb sein, und die größere Zahl der bestehenden Straßenbahnen hat bereits den Pferde- und Maultierbetrieb zu gunsten des elektrischen aufgegeben.

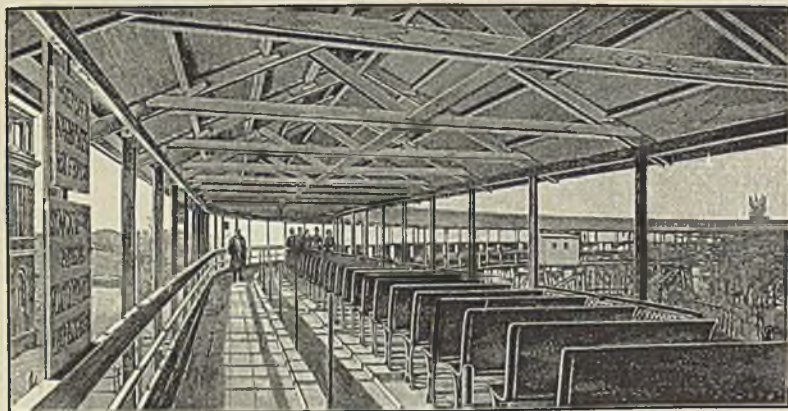
Diese staunenswerten Erfolge der Amerikaner rüttelten endlich auch die Deutschen auf, und indem sie die praktischen Einrichtungen der Amerikaner annahmen und weiter ausbildeten, gelang es ihnen, den elektrischen



45. Dampfputzche von Serpolet. Nach „Engineering“.

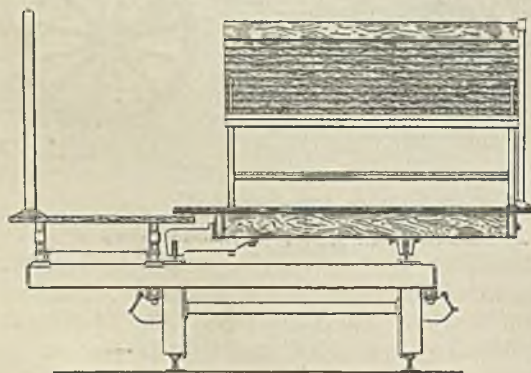
Betrieb auch bei uns einzuführen. Heute haben eine ganze Reihe deutscher Städte, sei es innerhalb, sei es außerhalb ihrer Stadtmauern, Straßenbahnlinien mit elektrischem Betrieb. Im Jahre 1898 hatte Deutschland bereits etwa 1200 km Bahnlänge und 2500 elektrische Wagen; da ist mehr als die Hälfte sämtlicher europäischer elektrischer Bahnen, mit 2300 km Länge und 4500 Wagen. Bis Ende 1898 stieg die Länge der Geleises in 77 deutschen Städten auf 1940 km, und in 28 Städten waren Erweiterungen geplant von etwa 1400 km, so daß die Länge der deutschen elektrischen Bahnen im Jahre 1899 auf 3300 km gestiegen sein dürfte. Ende 1898 waren in Deutschland 3190 Motorwagen und 2128 Anhängewagen in Benutzung.

Neben diesen elektrischen Bahnen, bei denen der elektrische Strom zu-geleitet wird, sind auch andere in Verwendung gekommen, welche die elektrische Betriebskraft mit sich führen, nämlich in Akkumulatoren, die man unter den Sitzbänken aufgestellt hat. Es mag ja nun recht verlockend er-



46. Fahrsteig in Chicago. Nach „Engineering“.

scheinen, den elektrischen Betrieb in dieser Weise von jeder Zuleitung un-abhängig machen zu können; denn mit Hilfe dieser Einrichtung kann jede



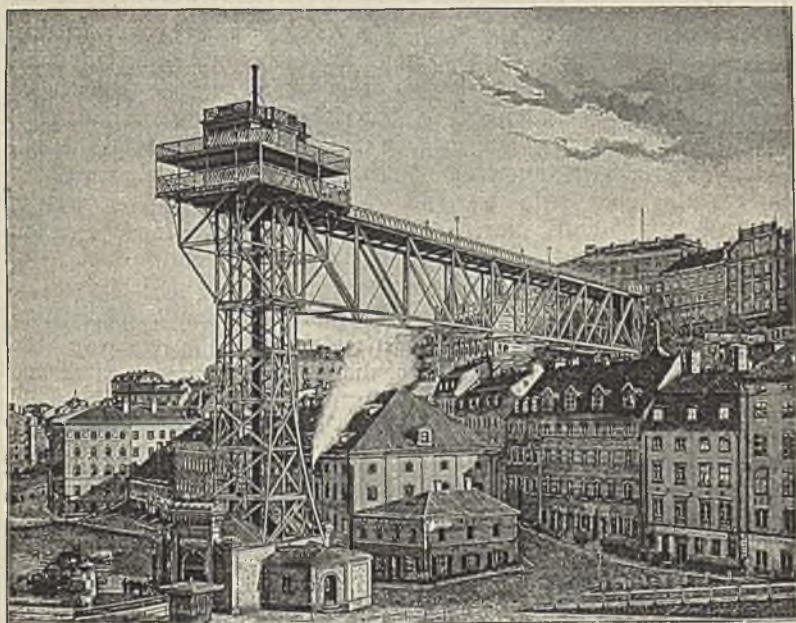
47. Fahrsteig.

Pferdebahn sofort in eine elektrische umge-wandelt werden, indem statt des Pferdes die Akkumulatorenbatterie eingespannt wird. Allein bis jetzt hat sich diese Betriebsart, welche unter anderem in Ham-burg, Berlin, Brüssel, London versucht worden ist, noch nicht derart be-währt, um neben der ver-langten Kostenersparnis auch die genügende Ein-fachheit und Sicherheit

des Betriebes zu gewähren. Möglich, daß die fortschreitende Entwicklung der Elektrotechnik dereinst die Mittel gewährt, Wagen durch aufgespeicherte Elektrizität in zweckentsprechender Weise treiben zu können, heute aber darf man die Zweckmäßigkeit dieses Betriebes noch in Zweifel ziehen.



In Amerika sind auch vielfach Kabelbahnen im Betriebe. Bei denselben läuft ein endloses Drahtseil, das von einer starken stehenden Dampfmaschine bewegt wird, auf Rollen in Kanälen, welche in das Straßenpflaster gelegt sind. Die Kanäle haben oben einen Schlig, und durch diesen tritt vom Wagen aus der Greifer in den Kanal. Derselbe ist so gebaut, daß er auf einen Druck des Wagenführers das laufende Drahtseil fest umklammert, so daß Seil und Wagen fest miteinander verbunden sind, der letztere also von dem unaufhörlich laufenden Seile mitgezogen wird. Soll der



48. Personenaufzug in Stockholm. Nach „Engineering“.

Wagen halten, so entkuppelt der Wagenführer den Greifer von dem Seil und bremst den Wagen.

Vielfach hat man auch den Dampf unmittelbar für den Betrieb von Straßenwagen benutzen wollen und in England dazu Straßenlokomotiven, welche Omnibusse zogen, benutzt. Man ist aber noch weiter gegangen und hat Dampfmaschinen und Wagen unmittelbar verbunden und Dampfkutschen gebaut, von denen unser Bild eine neuere von Serpollet zeigt. Brauchbare Erfolge haben diese Bestrebungen noch nicht gezeitigt, weil der Dampfbetrieb manche Übelstände im Gefolge hat, welche einer allgemeinen Verbreitung solcher Fahrzeuge im Wege stehen. Bessere Ergebnisse hat Benz mit seinen Benzinwagen erzielt, und seine Droschken kann man jetzt vielfach

in deutschen Städten auf den Straßen laufen sehen. Bei diesen Rutschen ist hinten am Wagen ein kleiner Benzinmotor angebracht, welcher die Hinterräder des Wagens antreibt.

Wir wollen noch kurz einige andere Verkehrsmittel erwähnen, welche die Dampfkraft benutzen. Zunächst nennen wir den fahrenden Steig, den zuerst der Deutsche Rettig in Vorschlag gebracht hat und welcher auf der Chicagoer Ausstellung im Betriebe gewesen ist. Der Erfinder hatte sich vorgezsetzt, den Bürgersteig beweglich zu machen, so daß man über denselben nicht mehr zu gehen hat, sondern ruhig an der Stelle verweilend, durch den fortgleitenden Steig mitgenommen wird. Da nun aber die Fortbewegung eine angemessen rasche sein muß, es aber doch recht mißlich wäre, von dem festen Boden auf einen rasch dahin fahrenden Steig zu treten, so ordnete der Erfinder mehrere Steige nebeneinander an, von denen der erste, dem festen Boden nächste, langsam, der zweite mit erhöhter, der dritte mit voller Geschwindigkeit fortgleitet. Nun kann man leicht vom festen Boden auf den langsamen Steig treten und ebenso von diesem auf den zweiten, vom zweiten auf den dritten, da die Bewegung jedes Steiges gegen den nächstliegenden eine vergleichsweise langsame ist.

Bei dem Fahrsteige in Chicago hat man sich mit zwei Steigen begnügt und den eigentlichen Fahrsteig mit Sitzen versehen. Selbstverständlich wird man, wenn die Sache als Verkehrseinrichtung ausgeführt werden soll, davon absehen müssen, den gewöhnlichen Bürgersteig zu benutzen und die Fahreinrichtung auf besondere Hochbahnen bringen.

Die bisher beschriebenen Fahreinrichtungen dienen zur Fortbewegung in der Ebene. In vielen Fällen wird aber auch ein Verkehr von unten nach oben und umgekehrt, eine senkrechte Beförderung verlangt, und diesem Bedürfnis dienen die Aufzüge, die namentlich in Amerika mit seinen turmhohen Häusern — man baut sie dort zwanzig und mehr Stockwerke hoch — eine erstaunliche Verbreitung gefunden haben.

Neben dem Kleinverkehr in den Häusern werden sie aber auch gelegentlich für den Straßenverkehr angewendet, und als einen bekannten Fall dieser Art wollen wir den großen Aufzug in Stockholm nennen und abbilden, welcher zwei Stadtteile miteinander verbindet und das anstrengende Emporsteigen in eine bequeme Fahrt verwandelt. Ähnlich ist der Aufzug auf Helgoland, der die Leute vom Unterlande in das Oberland befördert.



### III.

## Das Dampfschiff.

Was die Lokomotive auf dem Lande, das ist das Dampfschiff auf dem Wasser, oder sollte es wenigstens der ersten Idee des Erfinders zufolge sein. Denn das erste Patent, welches auf ein Dampfschiff genommen wurde, das von Jonathan Hull, lautete auf ein Schiff, das, durch eine Dampfmaschine bewegt, im Stande sein sollte, andere Fahrzeuge gegen Wind und Strömung fortzuziehen.

Diesen Dienst besorgt jetzt bekanntlich der Schlepddampfer; aber er macht doch nur einen bescheidenen Teil aus von den Gesamtleistungen der Dampf Fahrzeuge. Das Dampfschiff hat in allen Stücken das von den launischen Winden abhängige Segelschiff sehr wesentlich beschränkt oder ganz verdrängt, auf den großen Weltmeeren wie auf Seen und Strömen, zu Friedens- und Kriegszwecken, und gerade in letzter Hinsicht am entschiedensten, denn hölzerne Segelschiffe heute noch in den Krieg schicken zu wollen, würde ein sehr gefährliches Wagnis sein und niemand einfallen.

Die Dampfkraft zum Forttreiben von Booten und Schiffen zu benutzen, war ein sehr naheliegender Gedanke, und viele suchten ihn ins Werk zu setzen, zunächst mit geringen Erfolgen, bis 1784 Watts doppelwirkende Maschine bekannt wurde, deren größere Kraft auch größere Wirkungen ermöglichte. Bekanntlich beschäftigte sich schon im Jahre 1707 der Marburger Professor Denis Papin mit der Herstellung eines Dampfschiffs, und nur widrige Umstände waren schuld, daß jener Erfinder nicht über den Versuch hinauskam. Er war bereits von Fulda bis Münden auf der Fulda gefahren. Hier aber ward er von der Fischerzunft wegen Eingriffe in ihre Rechte gefangen genommen, und die Fischer überfielen sein Schiff und zerstörten dasselbe. Die Erfindung Papins aber wurde vergessen. Auch die Bestrebungen anderer im vorigen Jahrhundert in Europa auftretender Erfinder führten zu keinem bedeutenden Erfolge. Das erste wirklich durch längere Fahrten auf seine Brauchbarkeit erprobte Dampfschiff wurde 1806 von Robert Fulton, einem Pennsylvanier, gebaut und auf dem Hudsonstrome benutzt. Robert Fulton ist im Jahre 1767 zu Little Britain in Pennsylvanien geboren worden. Seine Eltern waren arme Leute, zudem verlor er schon im 3. Jahre seinen Vater. In bitterer Not wuchs er auf, ein Schulbesuch mußte unterbleiben. Bald kam er zu einem Goldschmied

in die Lehre. Fulton war sehr fleißig und suchte in den freien Stunden die Lücken seiner Bildung nach Kräften auszufüllen. Da sein Meister dabei auch gute Anlagen zum Zeichnen und Malen entdeckte, so riet er ihm, diese auszubilden. Also ward er ein Maler. Als Goldschmied aber hatte er in der Mechanik immerhin so viel gelernt, daß er seinen Neigungen nachgehen und allerhand Versuche anstellen konnte. Besondere Aufmerksamkeit widmete er Watts Dampfmaschine, die er für verbesserungsbedürftig fand, und die er zur Fortbewegung von Schiffen anzuwenden strebte. Diesen Plänen besser nachgehen zu können, reiste er nach England, dem Vaterlande der



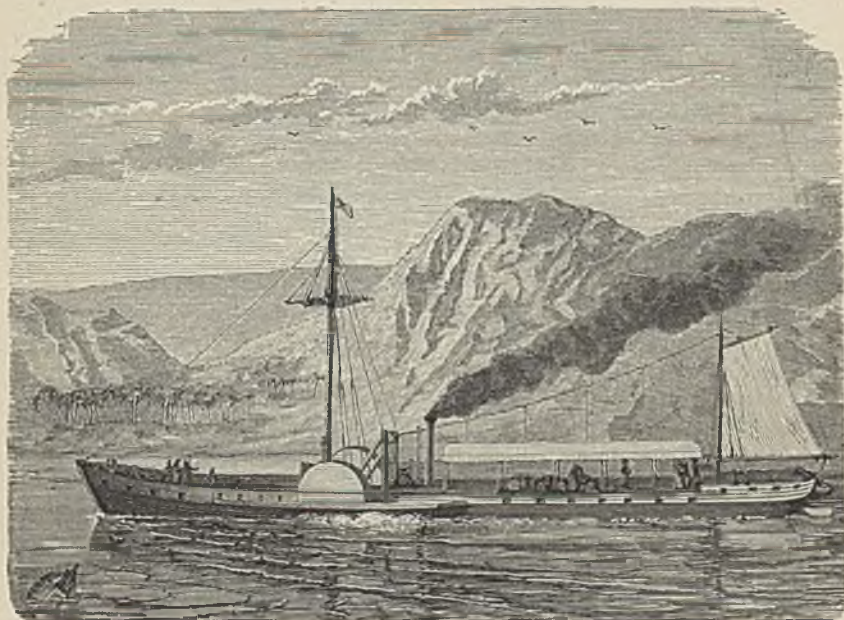
49. Robert Fulton.

Dampfmaschine. In London malte er, des Brotes wegen; daneben studierte er fleißig und probierte emsig an Modellen. Darüber ließ er das Malen ganz sein, und er geriet in große Not. Darum verließ er London und ging nach Paris, wo es ihm schließlich auch nicht anders erging. Wohl erfand er ein unterseeisches Boot, wohl fuhr er mit einem kleinen Dampfschiffe auf der Seine. Doch fand seine Erfindung keinen Anklang. Mißmutig kehrte er nach Nordamerika zurück und baute dort im Jahre 1806 sein erstes großes Schiff mit Dampfbetrieb. „Fultons Thorheit“ nannte es die spottlustige Menge; doch schnell wandelte sich Spott und Hohn in Lob und Preis um, als man sah, wie das Schiff schnell durch die Wogen fuhr, unbekümmert um Wind und Strömung. Anerkennung, Ruhm und Ehre fehlten nun nicht, doch an irdischen Gütern blieb der Erfolg aus.



Schlaue, habfüchtige Menschen lockten voller Begierde dem armen Fulton, der aus Geldverlegenheiten nicht herauskam, ein Vorrecht nach dem anderen ab. Sie nutzten es aus und wurden reich. Fulton aber blieb arm und hinterließ bei seinem Tode, der am 24. Februar 1815 erfolgte, eine Schuldenlast von hunderttausend Dollar. Doch hatte seine Familie fürderhin wenigstens nicht mehr Mangel zu leiden, und der Name Robert Fulton ist reich an Ruhm und Ehren geworden.

In den Jahren nach 1806 baute Fulton etwa noch 15 amerikanische Flußdampfer. Das erste in Europa zu dauernder Anwendung gekommene

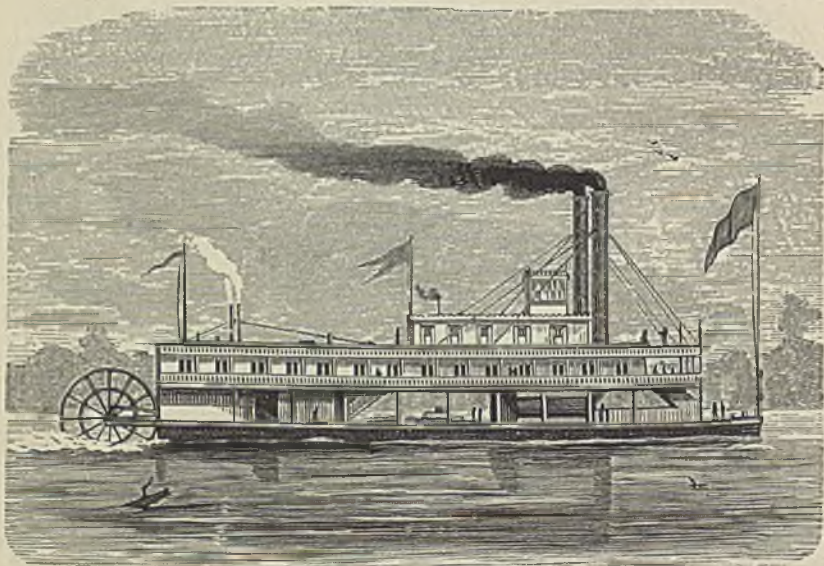


50. Fultons erstes Dampfschiff, der „Clermont“.

Dampfschiff wurde 1812 von Henry Bell zur Fahrt auf dem Clydeflusse in Schottland hergestellt. Im Jahre 1817 fuhr zum erstenmal ein Dampfer auf dem Rhein, 1818 der erste auf der Donau, 1819 das erste Seedampfboot zwischen Triest und Venedig, und in demselben Jahre wurde zum erstenmal mit einem verhältnismäßig sehr kleinen Dampfer die Fahrt über den Ozean von New York bis Liverpool gewagt. Heute beträgt die Zahl der großen Seedampfer nahezu 12 000 mit rund 15 000 000 Tonnen Tragkraft gegen 29 000 Segelschiffe mit nur 10 000 000 Tonnen, welche die gesamte Handelsflotte ausmachen.

Die ersten Dampfer waren selbstverständlich sehr unvollkommen; ihre Maschinen waren schwerfällig, der Kohlenverbrauch zur entwickelten Dampf-

kraft etwa viermal so groß im Vergleich zu den heutigen Schiffsmaschinen und die Geschwindigkeit eine verhältnismäßig geringe. Bis vor etwa dreißig Jahren arbeiteten die Schiffsmaschinen noch mit Dampf von einer bis höchstens zwei Atmosphären Überdruck, und selbst die besseren Dampfer hatten nur eine Geschwindigkeit von 11—12 Knoten, d. h. sie legten in der Stunde 11—12 Seemeilen zurück (1 Seemeile = 1,853 km). Für einen Schraubendampfer galt damals eine Geschwindigkeit von 14 Knoten schon für eine vorzügliche Leistung, und die Räderdampfer waren hinsichtlich der Geschwindigkeit den Schraubendampfern überlegen.



51. Stählerner Dampfer auf dem Magdaleneuströme.

Unter solchen Umständen mußte vor dreißig Jahren ein Dampfer von etwa 1000 Pferdekraften für eine Reisedauer von nur 20 Tagen in seinen Kohlenkammern (Bunkern) einen Kohlenvorrat von 1300—1400 Tonnen mitnehmen, wovon 100—200 Tonnen als sogenannter eiserner Bestand gerechnet wurden. Die weitere Ausbreitung der Dampfschiffahrt war dadurch sehr behindert. Gegenwärtig reicht ein solcher Dampfer für dieselbe Reise mit 430—450 Tonnen Kohlen aus.

Die Vervollkommnung der Dampfer beruht auf der Anwendung höherer, bis auf etwa acht Atmosphären Überdruck gesteigerter Dampfspannung und größerer Ausnutzung derselben, wobei der Dampf nacheinander durch drei Cylinder hindurchgeht, die durch ihren aufeinander folgenden größeren Rauminhalt dem Dampfe immer weitere Wirkung ge-



statten. Um die Wärme des Stoffes in dieser Weise am vorteilhaftesten auszunutzen, bedurfte es an Kesseln und Maschinen mancherlei Verbesserungen.

Anstatt der alten Watt'schen Kofferkessel, welche nur für Niederdruckdampf widerstandskräftig genug waren, kamen Lokomotivkessel zur Verwendung, und neuerdings hat man auf den kleineren Schnell dampfern, insbesondere auf den Torpedobooten, die Anwendung von Wasserrohrkesseln versucht, welche in Folge der Verteilung des Wassers in vielen engen Röhren ein sehr rasches Anheizen und eine äußerst kräftige Verdampfung gestatten. Die schon erwähnten neueren Maschinen beanspruchen im Vergleich zu den früheren schwerfälligen Maschinen einen viel geringeren Raum bei verstärkter Kraftleistung, und entsprechend geringer ist auch ihr Gewicht. Um den Dampf möglichst warm zu erhalten, sind die Cylinder mit Dampfmänteln umgeben, d. h. in ihren hohlen Wänden circuliert fortwährend frischer Kesseldampf. Um ein möglichst kräftiges Feuer unter dem Kessel zu haben, wird mittels Gebläse Luft durch den Rost zugeführt, und die Kessel sind an beiden Enden mit einer Feuerung versehen.

In Folge der auf solche Weise erheblich verminderten Betriebskosten, welche jetzt im Vergleich zu den vor 30 Jahren betriebenen Dampfmaschinen etwa nur noch den dritten Teil betragen, können nunmehr die Dampfmaschinen auch für solche Reisen verwendet und mit solchen Gütern beladen werden, welche früher nur für die Segelschiffe sicheren Verdienst in Aussicht stellten.

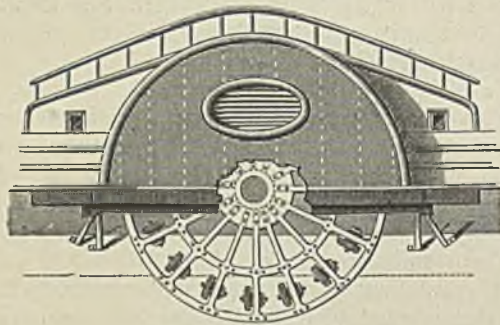
Die Neuzeit hat sich mit Vorliebe dem Bau von Eisenschiffen zugewendet, und es sind damit erstaunliche Resultate gewonnen worden. Eisen läßt sich stets nach Bedarf beschaffen; durch Schmieden, Walzen und Schneiden kann man demselben jede beliebige Form geben; seine Zähigkeit und Festigkeit sichert den Verband aller Teile des Schiffskörpers; die Vernietung ersetzt jede andere Verbindungsart, die beim Holze angewendet werden muß.

Durch Anbringung vernieteter wasserdichter Scheidewände wird das Eindringen des Wassers im Falle eines Lecks oder das Umsichgreifen des Feuers im Falle eines Brandes vollkommen verhindert, und überhaupt werden durch die Verdoppelung einzelner wichtiger Schiffsteile Schiffe hergestellt, die Sturm und Wogen auch in argen Fällen Troß zu bieten vermögen. Besonders aber ist der Eisenbau auch für die Kriegsschiffe geeignet. Um die Geschwindigkeit zu steigern, mußte man die Betriebskraft für die großen Schiffe vermehren und bis auf 5000, 8000 und 10 000 und mehr Pferdekraften steigern.

Die Räder der Dampfmaschinen, soweit solche noch benutzt werden, sind aus Eisen gebaut und mit angeschraubten Schaufeln von hartem Holze versehen. Diese sind in solcher Anzahl auf dem Umfange verteilt, daß ihrer immer drei im Wasser gehen. Sie sollen auch nicht tiefer in dasselbe tauchen, als sie selbst hoch sind. Beides aber kann begreiflich nur vorkommen bei ebenem Wasserspiegel; geht die See mit Sturm und hohen Wogen, so daß das Schiff wie eine Wiege schwankt, so hat der Raddampfer

seine Räder abwechselnd unter Wasser und in der Luft, und das giebt natürlich ein sehr schlechtes Fortkommen. Darum hat man auch die Raderschiffe auf der See immer mehr durch Schraubenschiffe ersetzt. Die Gebiete aber, aus welchen die Räderdampfer nicht zu vertreiben sind, sind flache Flüsse, Seen und Küstengewässer, weil sie sehr flach im Wasser gehen, wogegen die Schraube viel tieferes Wasser verlangt.

In der Regel werden zwei Schaufelräder zu beiden Seiten des Schiffes und etwa in der Mitte seiner Länge angebracht, wie dies die Abb. 50 zeigt. Doch wendet man zuweilen auch nur ein Rad an, welches hinten am Schiff angebracht wird, wie dies unsere Fig. 51 erkennen läßt. Insbesondere benutzt man diese Anordnung bei den Schiffen, welche auf den tropischen Flüssen fahren. Der Vorteil dieser Anordnung liegt darin, daß das Hinterrad die Breite des Schiffes nicht vergrößert, während die beiden



51. Rad eines Dampfers.

Seitenräder das Schiff ganz erheblich verbreitern, also auch eine breitere Fahrinne gebrauchen. Da nun die tropischen Flüsse wegen der zahlreichen Sandbänke und Baumstämme an vielen Stellen nur ein sehr schmales Fahrwasser haben, so liegt die Notwendigkeit, das Rad hinten anzubringen, auf der Hand.

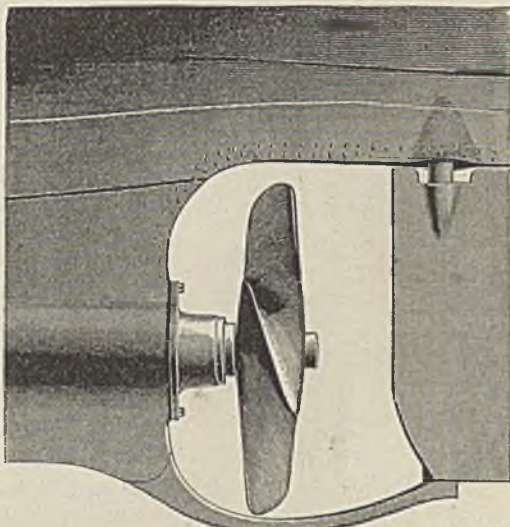
Die archimedische Schraube oder der Schraubenpropeller war schon bei den allerersten Versuchen im Dampfschiffbau mit in Betracht gezogen, aber bald wieder aufgegeben worden zu gunsten der Schaufelräder, weil man an den Modellen nur winzig kleine Wirkungen von ihr erhalten konnte. Erst nach und nach lernte man einsehen, daß durch große Geschwindigkeit der Umdrehungen doch mehr zu erreichen sei. Die Schraube windet sich im Wasser fort, wie der Nagelbohrer im Holz; nur besteht dabei der große Unterschied, daß Wasser kein Holz ist, sondern als beweglicher Körper dem Drucke ausweicht, also bei einmaligem Umgange der Schraube lange nicht so viel Fortrückung erreicht wird, als die Höhe der Schraube d. h. der Abstand von einem Gewinde zum anderen austrägt. Etwas Fortgang wird indes doch erreicht, und das ungewöhnlich rasche Umlaufen der Schraube hat dann zur Folge, daß aus den vielen kleinen Wirkungen doch eine ansehnliche Gesamtwirkung heranwächst. Es drehen sich daher die Schiffschrauben nach Umständen 100-, 150- bis 180 mal in der Minute. An der Form der Schraube ist sehr viel geändert und gebessert worden, und es giebt ihrer eine große Auswahl. Wir wollen hiervon nur eine bildlich vorführen. Daß mit der Anzahl der Gänge an



der Schraube die Wirkung sich nicht steigern läßt, wurde sehr bald eingesehen. Die Schraube kann sich nur mit ihrer hintersten Fläche, welche am freien Wasser steht, von diesem abstoßen, und deshalb gab man ihr auch nur einen ganz kurzen Bau, in welchem nicht viel mehr als ein voller Gang nachzuweisen ist. Überhaupt ist die reine Schraubenform Neben- sache, denn es kommt nur darauf an, daß sie mit schiefen Flächen gegen das Wasser arbeitet. Dagegen steigert sich die Kraft, wie mit der Umlauf- geschwindigkeit, so auch mit der Größe der schiefen Flächen; je größer das Schiff, desto größer der Durchmesser der Schraube,  $1\frac{2}{3}$ , 3, 5 m und mehr.

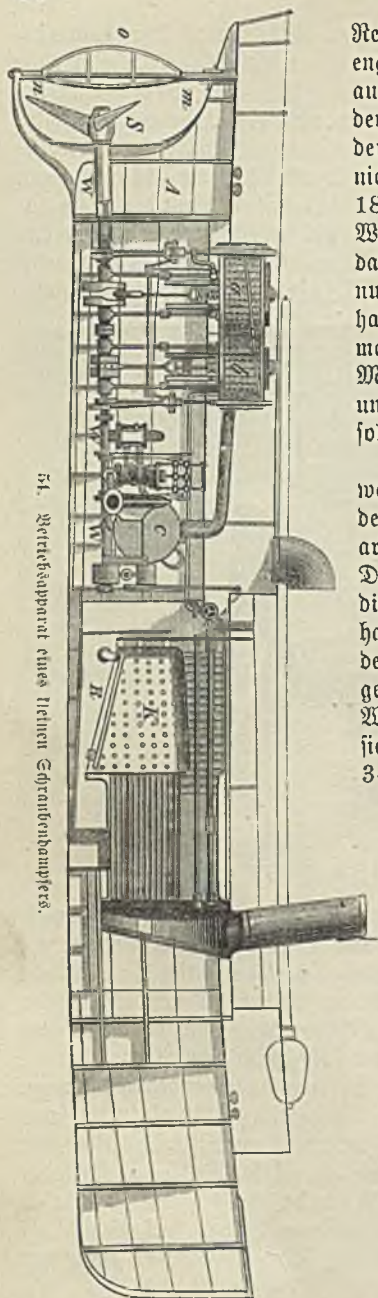
Der Erfinder der Schiffschrauben ist Joseph Kessel, ein Deutscher

von Geburt. Seine Eltern waren 1791 aus Sachsen nach Böhmen eingewandert, und hier wurde 1793 zu Chrudin Joseph Kessel geboren. Er besuchte die Volksschule seines Heimatortes, dann das Gymnasium zu Linz, eine höhere Schule zu Budweis und studierte zuletzt Chemie, Physik und Mathematik auf der Universität zu Wien. Da seine Eltern verarmten, mußte er das Studium aufgeben, und er fand nach längeren Mühen Aufnahme in der Forst- anstalt zu Mariabrunn. 1817 erhielt er eine



53. Schiffschraube.

Försterstelle in Platerjach in Krain, und 1821 wurde er Waldmeister in Triest. Hier kam er an das Meer, und hier konnte er alte Versuche aufnehmen, die er schon 1812 auf der Universität begonnen hatte, nämlich die Schraube zum Fortbewegen des Schiffes an Stelle der Räder zu verwenden. Er baute ein Schiff und versah es mit einer Schraube. Auch er mußte erst bitteren Spott der Menge ertragen, der aber bald der größten Verwunderung wich. Da aber ein schlecht gelötetes Dampfrohr auseinander geschmolzen war, untersagte die Polizei die weitere Verwertung. Kessel suchte seine Erfindung in Frankreich zu verwerten. Er reiste nach Paris, zeigte sie, und — die Franzosen bauten sie ihm nach, ohne seine Rechte als Erfinder zu achten. Ohne Geld vermochte er die Rückreise nur dadurch zu ermöglichen, daß er eine andere Erfindung der Farben Darstellung verkaufte. Auch nach England kam durch ungetreue Freunde seine Erfindung, ohne daß



51. Betriebsapparat eines Schraubendampfers.

Nessel Nutzen davon ziehen konnte. Die englische Regierung setzte 1852 einen Preis aus von 400 000 Mark für denjenigen, der nachweisen konnte, daß er der Erfinder der Schiffschraube sei. Nessel erhielt ihn nicht. Voller Gram starb er am 9. Oktober 1857 während einer Dienstreise in Laibach. Was dem Lebendigen aber nicht gelang, das vollbrachte der Tote: nämlich Anerkennung seiner Erfindung durchzusetzen. Kaum hatte er die Augen geschlossen, so begann man den Erfinder zu ehren. Man sammelte Mittel zur Errichtung eines Standbildes, und seit dem 18. Januar 1863 steht ein solches in der Kaiserstadt an der Donau.

Im Schraubenschiffe liegt die Betriebswelle der Schraube tief unten im Schiffe der Länge nach, und die Dampfmaschinen arbeiten von oben nach unten auf dieselbe. Das hintere Ende der Welle geht wasserdicht durch die Schiffswand und trägt außerhalb die Schraube. Mehr nach hinten von der Schraube ist dann das Steuerruder angelegt. Die Schraube kann, wie gesagt, die Wirkung der Räder nur ersetzen, wenn sie sich rasch dreht, und ihre Welle muß sich 3—5 mal öfter drehen als die eines gleichkräftigen Raddampfers, und dem entsprechend müssen auch die Maschinen eingerichtet sein, also ein rasches Kolbenpiel mit sehr kurzem Gange haben. Die Schiffsdampfmaschinen werden in verschiedenartigen Anordnungen gebaut, bald mit senkrechten, bald mit schräg liegenden Cylindern, jedoch kommt diese letztere Anordnung nur bei kleineren Fahrzeugen vor. Viel häufiger als die schräg liegenden Dampfmaschinen cylinder kommen im Schiffsbetrieb die senkrechten vor, welche alsdann mit ihren Kolbenstangen nach unten auf die rechtwinkelig zu einander gestellten Kurbeln der Schraubenwelle arbeiten, so daß demnach keine toten Punkte vorkommen



und die Kraft sich gleichmäßig bei jeder Umdrehung verteilt. Ein Schwungrad wird demnach unnötig.

Im allgemeinen ist der Bau der Schiffsmaschinen keine leichte Aufgabe, indem dieselben gewaltigen Anstrengungen ausgesetzt sind. Das Räder Schiff kann wegen der sonst eintretenden Schwankungen keine gehörig hohen Masten führen und also auch von Segeln keinen wirksamen Gebrauch machen, wenn auch bei der Fahrt meist einige Segel aufgespannt werden. Das Schraubenschiff, das vermöge seiner tiefliegenden Maschinerie sicherer und standhafter im Wasser geht, kann dagegen volle Bemastung und Befakelung tragen und also von günstigen Winden, unter Ersparung von Kohlen, bestens Gebrauch machen. Es hat also zwei Triebkräfte zur Verfügung.

Schiffe, die darauf eingerichtet sind, heißen gemischte; sie gebrauchen häufig die Schraube nur bei Windstille und Gegenwind und lassen sie bei günstigem Winde ruhen. Da aber das bewegungslose Stück beim Schleppen im Wasser den Lauf des Schiffes selbst wieder erschweren würde, so hebt man es bei solchen Gelegenheiten über die Wasseroberfläche empor. Das Abb. 54 gegebene Durchschnittsbild eines Schraubendampfers zeigt dessen innere Einrichtung. A ist das Hinterschiff, S die vierflügelige Schraube (Propeller), welche auf der Welle W sitzt; m n ist die Achse des Steuerruders o; a und b sind die Dampfmaschinenzylinder; C ist der Kondensator, K der Dampfkessel und R der Kofel.

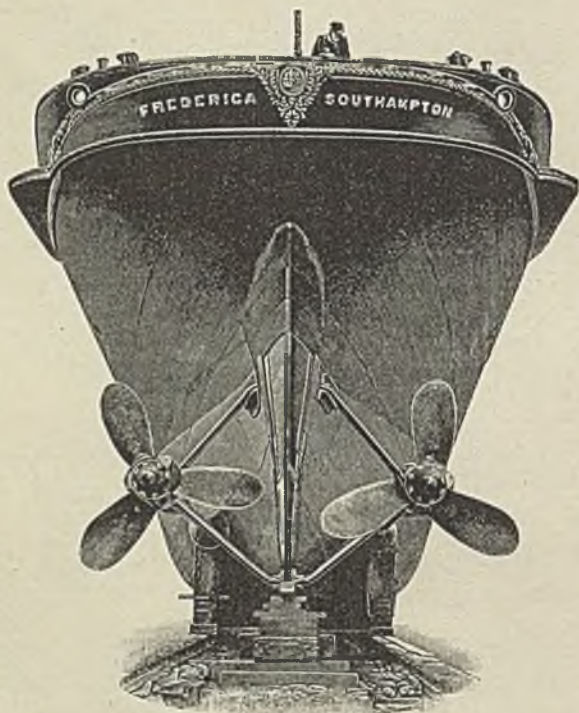
Gegenwärtig wird zum Schiffsbetrieb Dampf von 6—8 Atmosphären Spannung verwendet. Eine Hauptbedingung ist bei den Schiffsmaschinen die Möglichkeit der Umsteuerung, damit das Schiff auch rückwärts laufen kann, jedoch kommt dieser Rücklauf meist nur in den Häfen zur Geltung.

Die großen neueren Schiffe werden mit zwei Schrauben und demgemäß auch mit zwei Dampfmaschinen ausgerüstet, was ihnen neben einer größeren Kraftwirkung auch die Möglichkeit verleiht, noch ihre Bewegung fortzusetzen, wenn eine Maschine oder Schraube durch einen Unfall unbrauchbar geworden ist. Außerdem kann aber auch durch den einseitigen Gebrauch nur einer Schraube das Schiff gesteuert werden, und es wird darum in seinen Bewegungen behender. Die Anordnung zweier solcher Schrauben zeigt unser Bild Abb. 55. Man ist auf diesem Wege weiter fortgeschritten und hat bereits Dreischraubendampfer gebaut, deren dritte dann in der Mitte zwischen den beiden anderen, also an der Stelle, wo heute die Schraube der Einschraubendampfer liegt, angebracht ist.

Bei den Kriegsschiffen war die Schraube hoch willkommen und fand die rascheste Aufnahme, denn ein Raddampfer als Kriegsschiff war erstlich ein sehr hilfloses Ding, da die Räder immer zu allererst durch feindliche Kugeln der Zerstörung ausgesetzt waren, und zweitens nahmen die Räder die besten Plätze weg, wo Kanonen stehen mußten. Überdies wurde es bald notwendig, den Kriegsschiffen eiserne Panzerung zu geben, und die Räderkasten genugsam zu panzern, würde ein aussichtsloses Unter-

nehmen gewesen sein. Die Schraube dagegen ist schon durch ihre Lage 2—3 m unter Wasser fast gänzlich vor Geschossen sicher; freilich hat sie andere unscheinbare Feinde, die ihr aber gleichwohl den Untergang zu bringen vermögen, nämlich Seegewächse, mit denen sie sich umstrickt und die sie zum Stillstand und Bruch bringen können.

Das gepanzerte Schraubenschiff ist das Wasserflachtroß, mit welchem die Seekämpfe ausgefochten werden sollen. Große Anstrengungen sind ge-

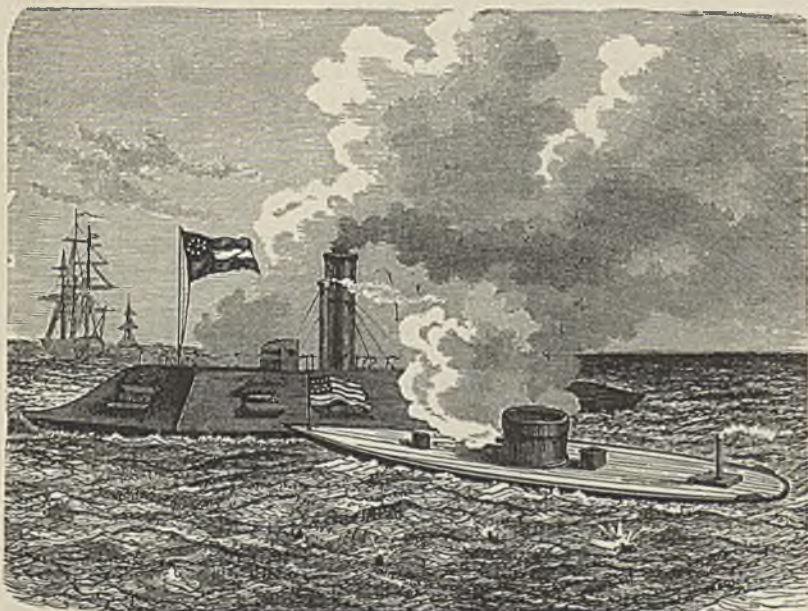


55. Achterteil eines Doppelschraubendampfers.

macht worden, diese Kolosse angriffs- und widerstandsfähiger zu machen, die Kraft ihrer Maschinen zu verstärken, ihre Geschütze und Geschosse schwerer, ihre Panzer dicker zu machen u. s. w. Die äußere Gestalt der heutigen Kriegsschiffe sticht meist eben so sehr von den alten hölzernen Kriegsschiffen ab, wie die innere Einrichtung. Die Fregatten, Korvetten u. a. sind gewöhnlich niedrig und schlank und führen nur eine Geschüßreihe; höher aufragende Panzerschiffe mit zwei Geschüßreihen übereinander baute man anfangs wohl auch, jedoch ist man davon wieder abgekommen, weil dieselben zu schwerfällig werden. Nebenbei sind diese schweren Panzer-



Schiffe auch noch mit einer Rammborrichtung versehen, um den Gegner womöglich im raschen Anlauf in den Grund zu rennen. Dieses Aufrennen gegeneinander war schon im Altertum ein beliebtes Manöver, als die Flotten des Mittelmeeres noch hölzerne, von Menschenarmen geruderte Galeeren waren. Jetzt soll Eisen gesprengt werden, und hierzu macht man die Stoßwaffe von Stahl oder Bronze. Ein solcher moderner Koloss, der mit voller Dampfkraft gegen das feindliche Eisenschiff rennt, verwundet es unfehlbar auf den Tod, wobei freilich auch der Sieger oft in Mitleidenschaft gezogen wird. Wie wirksam diese Kampfart ist, hat sich im ameri-



50. „Monitor“ und „Merrimac“ im Kampfe.

kanischen Kriege bewiesen, wo das hölzerne Admiralschiff der Nordstaaten im Anrennen ein Panzerschiff der Südstaaten zum Sinken brachte, und die Seeschlacht bei Vissa hat einen weiteren Beweis der Furchtbarkeit des Sporns der Schlachtschiffe gebracht.

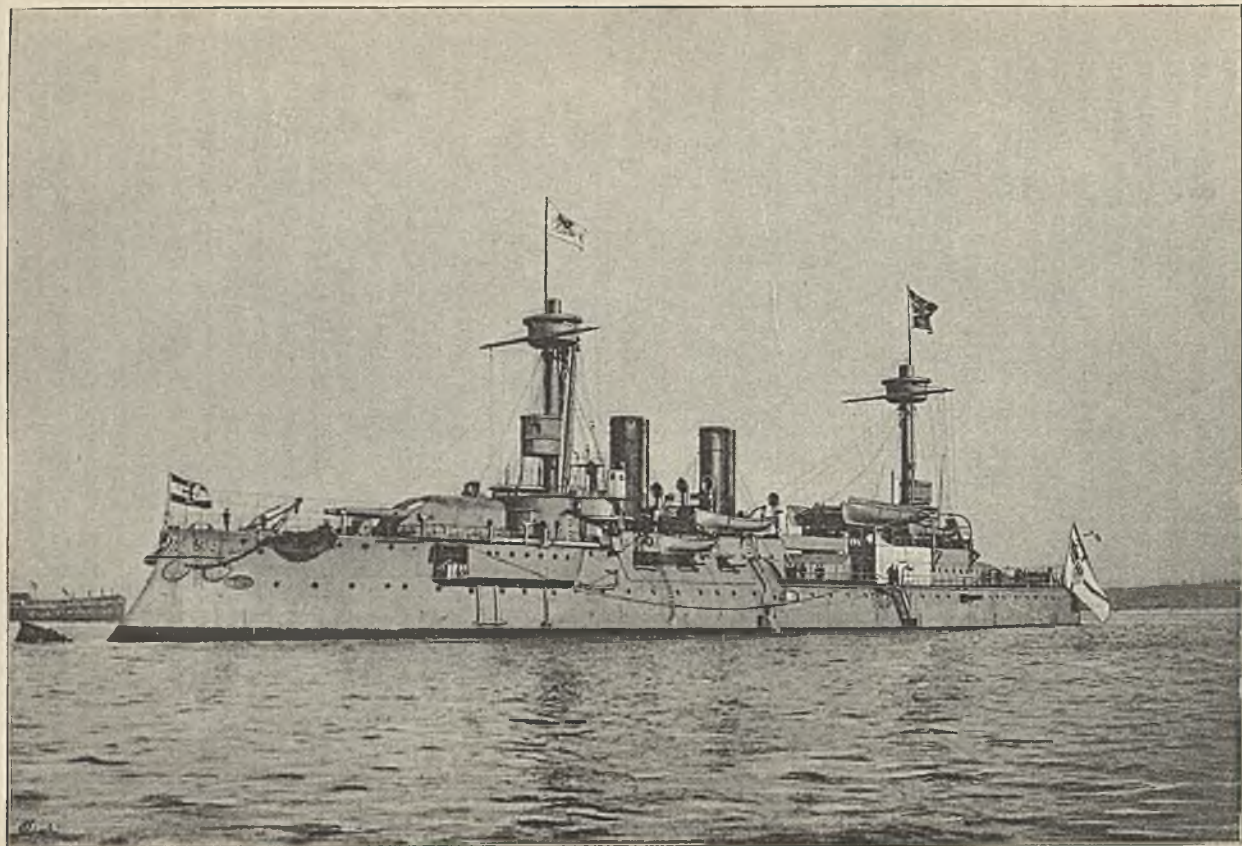
Von Bedeutung für die Entwicklung des Seekriegswesens war, wie schon erwähnt wurde, seiner Zeit der große Bürgerkrieg zwischen den Nord- und Südstaaten der amerikanischen Union im Jahre 1861. Zum erstenmal trat hier das gepanzerte Turmschiff oder der Monitor auf, das nach der Idee des auch durch andere Leistungen bekannten schwedischen Technikers Ericsson gebaut war. Diese Art Kriegsschiffe haben einen oder auch zwei eiserne drehbare Türme, in welchen sich nur wenige, aber um so

stärkere Geschütze befinden. Der Unterbau ist sehr niedrig, alles natürlich dicht gepanzert. Das erste von Ericsson gelieferte Turmschiff trat unter den folgenden Umständen zum erstenmal in Thätigkeit und bewies damit glänzend seine Überlegenheit: Zwei Fregatten, drei Dampfer und einige kleinere Fahrzeuge der Nordstaaten befanden sich zum Schutze von Monroe unfern dieser Bundesfestung auf der Reede vor den Hampton-Roads. Plötzlich ertönt der Alarmschuß von der Wache, und vom Deck des „Cumberland“ sah man eine Flottille der Rebellen nahen, in ihrer Mitte ein seltsames Fahrzeug mit schrägem Dach und langem stählernen Widder. Der „Cumberland“ feuerte, doch die dunkle Eisenmasse regte sich nicht. Alle Kugeln prallten von ihr ab; — plötzlich aber donnerte ein Schuß und segte sechs Leute vom Deck des „Cumberland“, dann steuerte der „Merrimac“ — so hieß das Widderschiff — gegen die übermächtig erscheinende Fregatte und brachte ihr einen erschütternden Stoß bei. Hierauf wich das Ungetüm von Eisen langsam zurück, ging dann wieder vor und stieß von neuem zu. Jedesmal trug der „Cumberland“ ein Loch davon. Der „Merrimac“ fuhr fort zu feuern. Schrecklich zeigte sich die Wirkung für das arme Holzschiff. Die Unionsfregatte sank. Jetzt steuerte der „Merrimac“ gegen den „Kongreß“ los und zwang ihn, sich zu ergeben; auch die Fregatte „Minnesota“ erhielt den Todesstoß. Dann erst zog sich das Eisenschiff zurück.

Gleiches Schicksal bedrohte den Rest der Flotte am anderen Tage. Da nahte in dunkler Nacht der Erretter vom Untergang. Bei den Nordstaaten war von New York gleichfalls ein eigentümliches Schiff eingetroffen. Es erschien wie ein eisernes Floß und glich einem kolossalen breitrempigen Hüte. Auf dem Fahrzeuge war nichts bemerkbar als der bewegliche, sich um sich selbst drehende Turm mit nur zwei Geschützen, die jedoch 184 pfündige Geschosse abfeuerten. Beim Flammenschein des brennenden „Kongreß“ legte der „Monitor“ sich vor Anker. Der „Merrimac“ bemerkte anfänglich den neuen Gegner nicht. Als er sich jedoch aufmachte, der „Minnesota“, die gestrandet, den Rest zu geben, gelang es dem unscheinbaren Floß, in seinen Rücken zu kommen.

Der „Merrimac“ beachtete es nicht, bis ein Geschos im Gewichte von beinahe zwei Zentnern seinen Bau bis zum untersten Kiel erschütterte. Entschlossen legten sich nun die zwei eisernen Ungetüme einander gegenüber, aber sie schienen beide unverwundbar. Der „Merrimac“ wollte noch einmal gegen die „Minnesota“ anlaufen, doch der „Monitor“ versperrte ihm den Weg. Letzterer empfing von seinem Gegner mehrere harte Stöße, der Widder glitt indessen an den glatten Wänden des „Monitor“ ab; der „Merrimac“ erhielt, nachdem er sich vergeblich bemüht, den Gegner zu entern, eine schwere Verletzung unter der Wasserlinie, und er floh, nachdem der Kampf fünf Stunden gedauert hatte. Nach dieser Probe gelangten die Turmschiffe überall zu Ansehen und vermehrten sich rasch, neuerdings sieht man jedoch ein, daß es wenigstens für den Angriff noch überlegene Schiffsbauarten giebt.





57. Das deutsche Panzerschiff „Brandenburg“. Nach einer Photographie.

Nach der Einführung der Panzerschiffe lagen bis jetzt Panzer und Kanonen miteinander im Wettkampfe. Man baute Schiffe mit etwa 25 cm starkem und noch stärkerem Panzer aus bestem gewalzten Eisen, das auf ebenso starken oder noch stärkeren Holzhinterlagen ruht. Dagegen schuf man Kanonen, die Panzerung und Holzhinterlagen glatt durchschlagen. Fast könnte man annehmen, daß es in dieser Beziehung keine Grenzen geben wird; macht man die Panzer noch so stark, die Kanonen bleiben nimmer zurück, und darum ist es noch am wahrscheinlichsten, daß sie zuletzt den Sieg davontragen werden. Von welcher gewaltiger Wirkung sind die Kruppschen Stahlkanonen! Sie durchschlagen den stärksten Panzer glatt, und trotzdem kann ihre Kraftäußerung jedenfalls immer noch mehr gesteigert werden. Trotzdem ist man neuerdings zu der Überzeugung gelangt, daß weniger starke oder auch gar nicht gepanzerte, aber flinke Fahrzeuge mit starken Kanonen im flotten Angriffe leicht das Übergewicht über die schwerfälligen Panzerkolosse gewinnen können.

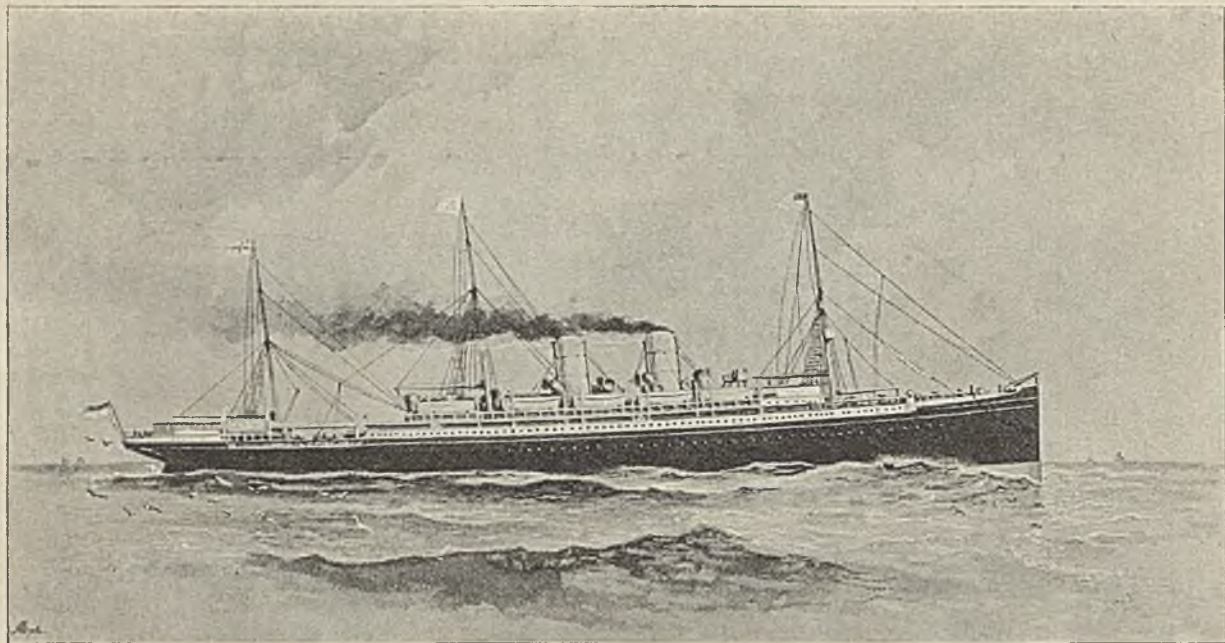
Besonders sind die kleinen, flinken Torpedoboote mit ihrem furchtbar wirkenden Geschöß ein gefährlicher Gegner der Panzerschiffe, weshalb man neuerdings in Vorschlag gebracht hat, diese letzteren von einigen kleinen, schnellfahrenden und mit wirksamen Geschützen versehenen Fahrzeugen, den sogenannten Torpedojägern, begleiten zu lassen.

Mit Stolz und Genugthuung hat jeder echte Deutsche seit der Entstehung des Reichs das Erstarken seiner Flotte wahrgenommen. Noch vor 20 Jahren galt Deutschland für unfähig, auf der See einem Feinde mit Erfolg entgegenzutreten, heute steht es mit in der ersten Reihe der Seemächte, wenn auch nicht an Zahl, so doch an Tüchtigkeit seiner Flotte.

Was die Tüchtigkeit angeht, so nimmt es der deutsche Seemann mit jedem fremden auf, und wenn erst einige Jahrzehnte vergangen sein werden, wird auch die deutsche Flotte dem deutschen Heere an Kraft und Größe gleichkommen. Also auch für unsere Küsten gilt der Trost: „Lieb Vaterland, kannst ruhig sein!“

Doch ziehen wir nun das Dampfschiff als Mittel des friedlichen Weltverkehrs in Betracht. Durch die Dampfschiffahrt werden die Länder der Erde einander gleichsam näher gerückt; die sie trennenden ungeheuren Wasserwüsten mit ihren Stürmen, widrigen Winden und Windstillen werden jetzt mit einer Raschheit und Sicherheit überschritten, wie es noch vor hundert Jahren kein Mensch für möglich gehalten hätte. Die Dampfkraft führt uns jetzt rings um die Erde, und eine Reise um die Welt ist nur noch ein Ausflug. Weil das Dampfschiff an der amerikanischen Küste nicht weiter kann, trägt uns die Lokomotive an die andere Seeseite, rechts auf der großen Pacificbahn oder links über die schmale Landenge von Panama, und dann kann es zu Wasser wieder weiter gehen nach Japan, China, Indien, durch das Rote und Mittelmeer u. s. w. Am großartigsten entwickelt ist der Dampferverkehr natürlich zwischen uns und Amerika. Kein Tag vergeht, an dem nicht Schiffe aus jenem Weltteil in europäische Häfen





58. Schnelldampfer des Norddeutschen Lloyd „Spre“.

einliefern und in jenseitigen Häfen dergleichen von unserer Seite anlangten. Nach Nordamerika kann man jetzt in  $7\frac{1}{2}$ , wenn es lange dauert in  $9\frac{1}{2}$  Tagen gelangen. Viele regelmäßige Dampferlinien bestehen jetzt zwischen Europa und Nordamerika, viele andere zwischen hier, Mittel- sowie Südamerika. Dabei ist Deutschland durch die schönen Schiffe der Hamburg-Amerikanischen Dampfschiffahrtsgesellschaft und des Norddeutschen Lloyd in Bremen würdig vertreten, und auch Stettin hat sich mit einer neuen Linie an der Überbrückung des Ozeans beteiligt.

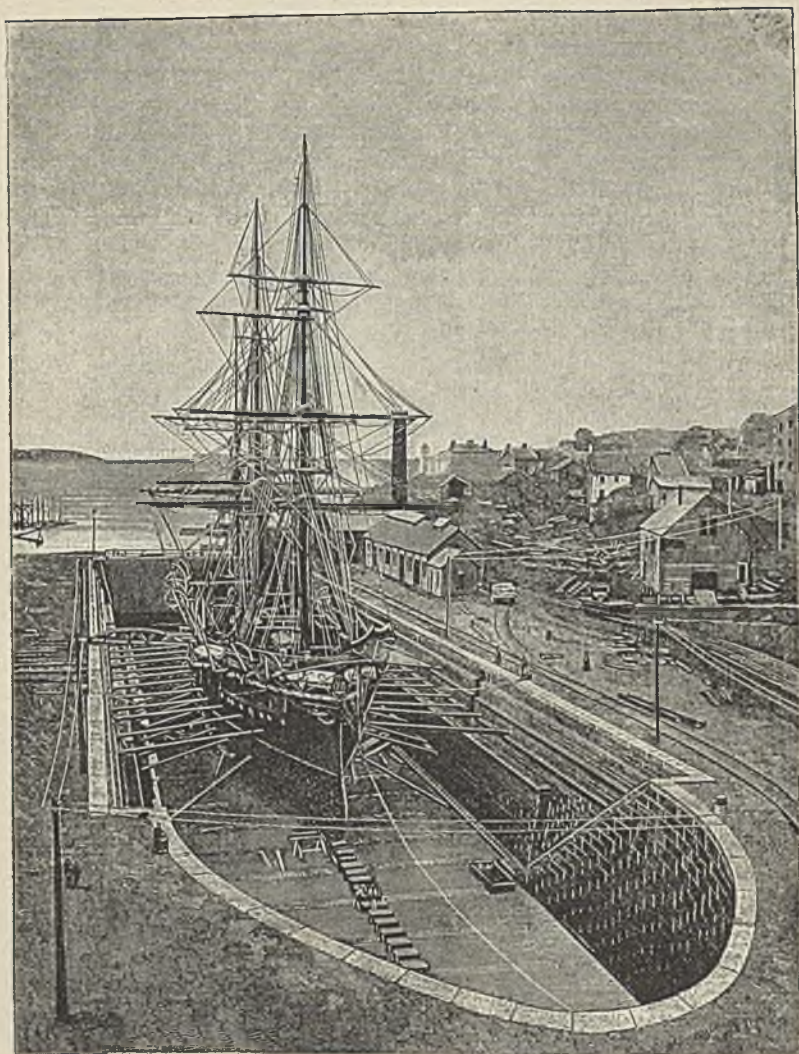
Früher noch hatten die großen Dampfschiffahrtsgesellschaften Englands das Vorrecht auf den Meeren, seitdem aber das Deutsche Reich Reichspostlinien Unterstützung gewährt, hat sich die deutsche Ozeanschiffahrt mächtig gehoben und für sich das Vorrecht erkämpft. Die bisherigen für Deutschland benutzbaren schnellen und regelmäßigen Dampferverbindungen konnten den sich fortwährend steigenden Ansprüchen des Verkehrs nicht mehr genügen. Die früheren deutschen Dampferlinien nach Ostasien und Australien dienten lediglich einem langsamen Frachtverkehr und mußten, um diesen aufzusuchen, zahlreiche, auch ausländische Häfen anlaufen, sie konnten, weil nur rein kaufmännisch betrieben, keine regelmäßigen, schnellen Fahrten ausführen, weil dabei der Kostenaufwand sich weit über den zu erhoffenden Gewinn steigerte. Derartige Verbindungen sind nur mit staatlicher Unterstützung möglich; dies hatten besonders England und Frankreich längst erkannt und große Summen jährlich dafür bewilligt. Deutschland hatte schon seit Anfang der achtziger Jahre den verhältnismäßig stärksten internationalen Postverkehr, und somit entsprach es der Stellung und Bedeutung unseres Vaterlandes im Weltpostvereine in keiner Weise, daß es alle seine nach Asien und Australien bestimmten Sendungen ausländischen Dampferlinien übertragen mußte.

Auch mit Rücksicht auf die deutsche Kriegsflotte war die Errichtung subventionierter Dampferlinien eine Notwendigkeit, weil dadurch die deutsche seemannische Bevölkerung mehr als bisher dem vaterländischen Seedienste erhalten und für die eigene Kriegsmarine erzogen wurde. Endlich konnten nur durch die Herstellung guter Verkehrsbeziehungen mit großen deutschen Dampfern viel engere Anknüpfungspunkte zwischen den im Auslande lebenden Deutschen mit dem Vaterlande unterhalten werden, denn ein deutsches Schiff ist als ein Stück deutschen Bodens zu betrachten.

Der Norddeutsche Lloyd suchte im eigenen Interesse mit seinen Dampfern diejenigen aller anderen Linien bezüglich Geschwindigkeit der Fahrt sowie in der Bequemlichkeit für die Passagiere zu übertreffen. In der That ist es jetzt aller Welt bekannt, daß auf den ostasiatischen und australischen Routen Schiffe wie die deutschen Reichspostdampfer „Preußen“, „Bayern“ und „Sachsen“ vorher noch niemals vorhanden gewesen sind.

Die Flotte des Norddeutschen Lloyd zählt 95 Ozeandampfer und 141 Flußfahrzeuge, eine Zahl, die von keiner anderen Gesellschaft erreicht wird, darunter 46 mit mehr als 1000 Pferdekraften, 13 mit mehr als





50. Trockendock. Nach „Engineering“.

5000 Pferdekraften. Voran stehen die beiden Riesendampfer „Spree“ und „Havel“ von denen jeder eine Maschine von 12 500 Pferdekraften und rund 7000 Registertons hat. Beide überragt der stolze „Kaiser Wilhelm der Große“. Das ist eine Flotte, die sich mit der des Deutschen Reiches fast messen kann. Ebenbürtig steht ihr die Schwestergesellschaft „Hamburg-Amerika-Linie“ zur Seite.

Da der Lloyd auf seinen Schiffen nur deutsche Kohlen verbraucht, so wird dadurch auch der deutsche Kohlenbergbau bedeutend gefördert. Die Fahrgewindigkeit dieser Riesendampfer beträgt 14—15 Seemeilen in der Stunde und übertrifft damit die Geschwindigkeit der meisten der fremdländischen Dampfer. Die Schiffe sind auf das bequemste und in ihren Salons prachtvoll eingerichtet. Viele elektrische Glühlampen erhellen die betreffenden Räume, und während der Tropenfahrt werden die Salons und Kabinen mittels eines Kaltluftventilators angenehm gekühlt. Für alles ist in umsichtigster Weise gesorgt, und besonders auch die Beköstigung läßt nichts zu wünschen übrig. Ein Fahrchein, eingeschlossen volle Beköstigung, kostet von Bremen aus:

	Erste Kajüte	Zweite Kajüte	Zwischendeck
nach Sydney	Mark 1350	800	280
„ Hongkong	„ 1470	850	390
„ Yokohama	„ 1570	1030	440

Diese Preise sind verhältnismäßig billiger als diejenigen der anderen dahin fahrenden Schiffe, und so kann, alles in allem betrachtet, der deutschen Schiffahrt der Sieg nicht fehlen, und die deutsche Flagge weht mit Ehren auf allen Meeren. Die deutsche Handelsflotte bestand im Jahre 1898 aus 3693 Schiffen, darunter 2522 Segelschiffe und 1171 Dampfschiffe. Von letzteren besaßen nur 50 Räder, die übrigen 1121 aber Schrauben. Ist die Zahl der Segelschiffe auch größer als die der Dampfschiffe, so ist ihre Tragfähigkeit doch bedeutend kleiner. Sämtliche Segelschiffe enthalten 623660 Registertons Rauminhalt, die Dampfschiffe aber 1565848. Der Doppelschraubenschnelldampfer des Norddeutschen Lloyd in Bremen, „Kaiser Wilhelm der Große“ ist mit einem Rauminhalte von 14349 Registertons gegenwärtig das größte in Fahrt befindliche Dampfschiff.

Wie die Schiffe selbst, so haben sich auch die Einrichtungen für deren Bau, für das Anlegen und Ausladen derselben, die Hafeneinrichtungen, die Schleusen und so manches, was hierher gehört, in den letzten Jahrzehnten ganz außerordentlich vervollkommenet. Freilich müssen wir es uns versagen, auf dieses Gebiet näher einzugehen, aber zweier neuer Einrichtungen wollen wir doch gedenken.

Die Ausbesserung eines beschädigten Schiffes bot früher große Unstände, weil man den schweren Schiffskörper nicht auf das Land ziehen kann und die Arbeit an den im Wasser liegenden Wänden sehr erschwert war. Jetzt ist dies durch eine einfache Einrichtung sehr erleichtert worden. Man hat hierfür in den Häfen große Bassins angebracht, welche durch Schleusenthore gegen das Außenwasser vollständig abgesperrt werden können. In ein solches Bassin wird das auszubessernde Schiff gebracht, und die Schleusenthore werden dann geschlossen. Durch Maschinenpumpen wird das Wasser aus dem Bassin gepumpt, und das Schiff steht dann im Trocknen, wobei es freilich durch Stützen gegen Umfallen gesichert werden muß. Diese Ein-



richtungen bezeichnet man als Trockendock (s. Abb. 59). Soll das Schiff wieder herausgelassen werden, so füllt man das Bassin wieder, öffnet die Schleusenthore, und das Schiff verläßt die Krankenstube, um mit neuer Gesundheit und Kraft seine weiten Bahnen zu ziehen.

Eine weitere Verbesserung hat man bei den Schleusen angebracht. Wie bekannt, dienen diese Einrichtungen dazu, ein Schiff von einem höheren auf einen niedriger liegenden Wasserspiegel oder umgekehrt zu bringen, und sie bestehen in ihrer älteren Gestalt aus einem Bassin mit zwei Eingängen, die durch Schleusenthore geschlossen werden können. Der eine Eingang mündet auf den höher, der andere auf den niedriger gelegenen Wasserspiegel. Das Schiff, welches auf- oder absteigen soll, fährt nun in das Bassin ein, dessen Wasserspiegel auf die Höhe des Gewässers gebracht ist, aus welchem das Schiff kommt. Dann werden die Thore geschlossen und man läßt nun, wenn das Schiff steigen soll, Wasser aus dem höher gelegenen Wasser in das Bassin, bis dessen Wasserspiegel in gleicher Höhe mit dem höher gelegenen Wasser steht. Das Schiff, das mit dem Steigen des Wassers im Bassin ebenfalls gestiegen ist, fährt in die neue Wasserbahn ein. Soll es umgekehrt niederwärts steigen, so verläuft natürlich der Vorgang in umgekehrter Reihenfolge.

Diese alten Schleusen hatten nun den Mangel, viel Wasser zu verbrauchen, was z. B. bei Kanälen nicht immer thunlich ist; außerdem dauert der Auf- oder Abstieg ziemlich lange. Man hat deshalb mehrfach ein anderes Verfahren angewendet. Man macht das Bassin beweglich und setzt es auf eine riesenhafte hydraulische Hebemachine, welche es in kurzer Zeit auf ziemlich beträchtliche Höhen von einer ganzen Anzahl Meter heben kann. Nun ist die Sache sehr einfach. Das Schiff fährt unten in das Bassin, das an beiden Seiten wasserdichte Thore hat, ein, nachdem man das Thor an der betreffenden Seite geöffnet hat. Darauf werden die Thore geschlossen, und der gewaltige Kasten mit Wasser und Schiff wird auf die verlangte Höhe gehoben. Dort schließt sich das Bassin an einen durch Thore verschlossenen Kanal an. Nachdem es bis auf die Höhe dieses Kanales gekommen ist, öffnet man die Thore des Kanales und die entsprechenden des Bassins, das Schiff fährt in den Kanal ein und setzt seine Fahrt auf dem höheren Wasser fort.

## Die denkwürdigsten Erfindungen in der Herstellung und Bearbeitung des Eisens.

Wir haben den Engländer James Watt als den Erfinder der Dampfmaschine gepriesen. Diese Erfindung hat ungeheuer große Umwälzungen auf allen Gebieten des Erwerbes und des Verkehrs nach sich gezogen. Früher waren wir bei allen unseren Verrichtungen auf die Kraft unserer Arme und Beine angewiesen. In einzelnen Fällen konnten wir die Kraft gut gezogener Tiere in Anspruch nehmen. In besonders günstigen Verhältnissen benutzte man auch die Kraft des Wassers und des Windes. Wenn aber einmal Windstille herrschte, wenn Wasserstot drohte durch Überschwemmung oder durch Dürre, wenn sich das Tier störrisch zeigte — dann stand der Mensch hilflos da. Wie anders ist es jetzt, nachdem wir die Benutzung des Dampfes kennen gelernt haben. Zu jeder Stunde, an jedem Orte und in beliebiger Größe bedienen wir uns seiner Kraft und lassen Maschinen für uns arbeiten, die berühmte Männer erfanden. Leicht, schnell und mühelos erreichen wir heute, was früher große Schwierigkeiten bereitete oder schier unmöglich war. Auf allen Gebieten bis hinab zu den kleinsten Werkstätten treffen wir einfache und kunstvolle Maschinen, und ihre Zahl ist kaum zu zählen. Wie groß ist die Zahl der Anlagen, in denen alle diese Maschinen, große und kleine erbaut wurden? Welche großen Massen von Eisen verbrauchen diese Anstalten zur Herstellung dieser Maschinen! So hat Watt mit der Erfindung der Dampfmaschine den Anstoß gegeben zu einem ungeahnten Aufschwunge des gesamten Eisengewerbes. Im Laufe des 19. Jahrhunderts hat sich die Erzeugung von Eisen auf das Vierzigfache gehoben.

Um uns die hohe Bedeutung der Eisengewerbe vor Augen zu führen, brauchen wir nur in unserem Vaterlande eine flüchtige Umschau zu halten. Große Erzbergwerke treffen wir im Westerwalde und im Taunus, an der Mosel, im Fichtelgebirge, Thüringer Walde, Erzgebirge und Oberschlesien; und Steinkohlenwerke finden wir in Oberschlesien, Niederschlesien, im westfälisch-rheinischen Becken, bei Aachen, an der Saar, bei Zwickau in Sachsen und im Plauenschen Grunde bei Dresden. Beide Rohstoffe ermöglichen die Gründung großer Anlagen, in denen das Eisen gewonnen wird. Diese Eisenwerke liegen in Rheinland und Westfalen,



im Saargebiet, in Schlesien, bei Zwickau und Unterwellenborn in Thüringen zahlreich sind die Fabriken, in denen das gewonnene Eisen nun weiter bearbeitet und geformt wird. Die genannten Eisenwerke liefern Eisenbahnschienen und andere Formen. Im Harze, Berlin, München und Nürnberg fertigt man prachtvolle eiserne Gußwaren. Solinger Messer sind die berühmtesten. Ihnen schließen sich an die eisernen Geräte, Werkzeuge und Messer von Remscheid, Hagen, Aitena, Iserlohn, Heilbronn, Stuttgart und vielen anderen Orten. Aitena ist Hauptsitz der Drahtfabrikation. In Suhl, Schmalkalden und Spandau sind berühmte Gewehrfabriken. Nachen, Iserlohn, Schwabach und andere fertigen Millionen von Nadeln aller Art, in Berlin, Reichenbrand, Leipzig und anderwärts entstehen ebenso Millionen von Schreibfedern. Sensen liefert in bester Güte der Schwarzwald, und Blechwaren beziehen wir aus Aue, Schwarzenberg, Ludwigsburg, Eßlingen, Geißlingen und Göppingen. Großartige Maschinenfabriken bestehen in Chemnitz, Leipzig, Berlin, Magdeburg, Mülhausen und zahlreichen anderen Städten. Und wer kann sie alle zählen, die Schmiede, Schlosser und Klempner, die alle das Eisen verarbeiten. Ein Mann aber muß besonders genannt werden, der Deutschlands Ruhm auf dem Gebiete des Eisens zu dem größten der Welt erhoben hat, der Englands alten berühmten Werkstätten den Rang streitig machte und deren Erzeugnisse übertraf: Das ist Alfred Krupp, der Kanonenkönig in Essen a./Ruhr. Friedrich Alfred Krupp stieß England vom Throne des eisernen Gewerbes und hob Deutschland auf diesen Ehrenplatz. Dieser Bedeutung entspricht auch die Ausdehnung seiner Werkstätten. Für seinen Bedarf arbeiteten elf Hochofen, 21 Walzenstraßen, 1542 andere Öfen, 483 Dampfkessel, 507 Dampfmaschinen, 1724 Werkzeugmaschinen, 558 Krähne und nahe an 47000 Personen. Er schuf eine besondere Stadt für sich, durch welche die Einwohnerzahl von Essen von 4000 auf über 100000 stieg. Bei seinem Tode, der am 14. Juli 1887 erfolgte, vermachte er zum Wohle seiner Arbeiter die Summe von 1 Million Mark, und was ererbte er 60 Jahre früher von seinem Vater Friedrich, als der am 8. Oktober 1826 starb: ein einstöckiges, ärmliches Wohnhaus, zwei Fenster in der Front enthaltend, und eine unansehnliche, verfallene Schmiedehütte. Und innerhalb eines Menschenalters war diese große Umwälzung geschehen auf Grund einer Erfindung, die der Vater gemacht hatte und die er seinem Sohne auf dem Sterbebette noch mittheilte: das Geheimnis der Gußstahlbereitung. Wohl kannten es die Engländer schon früher. Aber ängstlich hüteten sie dasselbe und vermochten daher ohne Schwierigkeit mit ihren Stahlwaren alle Märkte der Welt zu versorgen. Nachdem es Krupp gelungen war, dieses Geheimnis von neuem zu ergründen, war es möglich, erfolgreich mit England in den Wettbewerb zu treten, der Deutschland so hohen Ruhm einbringt. Er hat Deutschland diejenige erste Stelle wiedergegeben, die es im Eisengebiete zu früheren Zeiten bis zum Dreißigjährigen Kriege bereits inne gehabt hatte. Erst nach diesem Kriege wurde es von England verdrängt.

Die Kenntniss des Eisens reicht weit ins graue Altertum zurück. Seine Entdeckung und die Erfindung seiner Gewinnungsweise ist weder einem bestimmten Manne noch einem einzelnen Volke zuzuschreiben. Man fand es bei Volksstämmen verschiedener Zeiten und Erdteile. Eisen verwendeten die Alten ursprünglich nur zu Ackergeräthen und zu Werkzeugen zur Bearbeitung des Steines und des Holzes. Erst die Römer benutzten es auch zur Herstellung von Waffen und Rüstungen. Mit zunehmendem Gewerbefleiß und fortschreitender Gesittung wuchs auch der Verbrauch an Eisen.

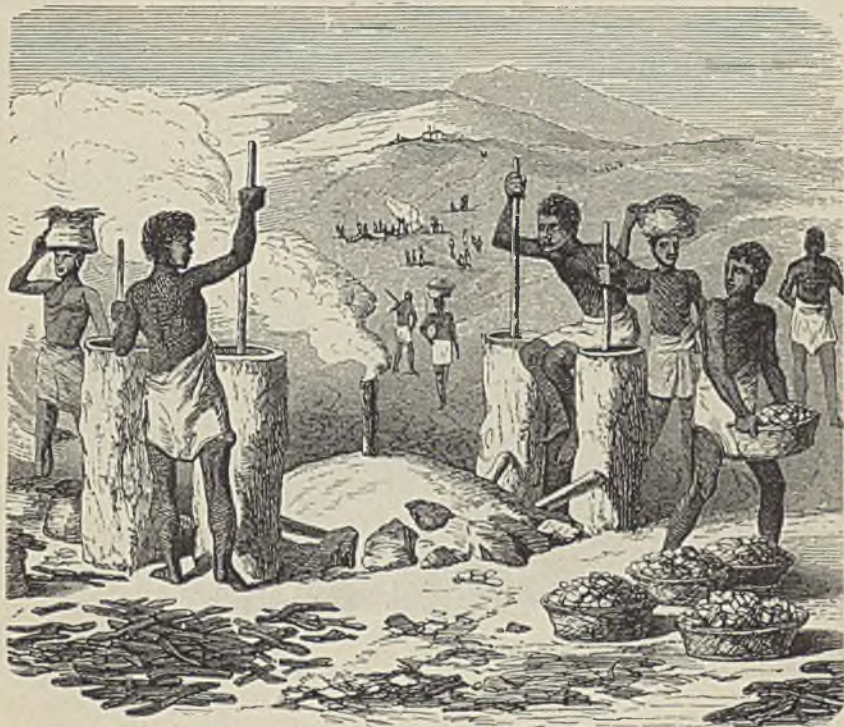
Die Gewinnung des Eisens war eine sehr einfache und wird mit derjenigen übereingestimmt haben, die man heute noch bei afrikanischen Negerstämmen vorfindet. Sie füllen eine kleine Lehmhütte mit Erzen und Brennstoffen, entzünden sie und führen dem Feuer möglichst viel Luft zu. Zu diesem Zwecke haben sie sich aus hohlen Baumstämmen eine Art Luftpumpe oder Blasebalg angefertigt. Sie wissen so gut wie wir, daß ein lebhaftes Feuer nur dann erhalten werden kann, wenn die genügende Luftmenge Zutritt findet. Darum muß unser Ofen im Zimmer einen guten Zug besitzen, und wenn der Ruß die Luftkanäle versperrt, dann muß der Ofenlehrer ihn reinigen.

Ursprünglich benutzte man die Kraft des Windes zum Einblasen der Luft. Man legte eine Feuerstätte auf dem Berge an und öffnete das Zugloch gegen den Wind, dieser fuhr durch die Öffnung in das Feuer und entflamte dieses. Die ältesten Schmelzhütten findet man darum immer auf Anhöhen oder an deren Abhängen. Die Feuerstätte bestand nur aus einem einfachen, offenen Herde, und nur kleine Mengen von Erzen konnten auf einmal geschmolzen werden. Später nahm man auch den Zug mit in Anspruch, der durch die Wärme des Ofens selbst entsteht. Darum baute man den Herd hoch. Aus dem Herdfeuer wurde eine Art Ofen, den man Stückofen nannte. Doch konnte man über eine mäßige Höhe nicht hinausgehen, solange man nicht Hilfsmittel besaß, den Luftzug zu verstärken. Wie nun die Wilden Afrikas ihre eigene Luftpumpe erfanden, so kam bei anderen Völkern und bei uns der einfache Blasebalg zur Anwendung. Doch die Kraft des Menschen ist eine geringe, und auch mit diesem Gebläse konnte man nur niedrige Öfen und einfache Herdfeuer anblasen. Mit ihnen schmolz man immer nur wenige Kilogramm Eisen. Dieser weiche Eisenklumpen wurde sogleich vom Schmiede mit seinen Zangen erfaßt und durch Hämmern auf dem Amboss zum Gebrauchsgegenstande geformt.

So blieb es bis gegen Ende des Mittelalters. Da lernte man die Wasserkraft anwenden, damit sie große Blasebälge in Betrieb setzte. Man erreichte mit der Kraft des Wassers, die zunächst ein Mühlenrad treiben mußte, ein großes Gebläse. Die erste Folge dieser Erfindung war, daß die Schmelzhütten von den Bergen verschwanden. Man errichtete neue am Laufe der Gewässer. Diese örtliche Verschiebung brachte freilich auch manche Nachteile mit sich. Früher schmolz man die Erze sofort an der



Stelle oder in deren Nähe, wo man die Eisenerze gefunden hatte. Das Brennmaterial lieferte der in früherer Zeit sehr ausgebreitete Wald. Jetzt mußte man die Erze an den Lauf der Flüsse fahren, eine Arbeit, die bei den damaligen Verkehrsmitteln ohne Eisenbahnen und ordentliche Landstraßen gewiß große Schwierigkeiten und Kosten verursachte. Diese Nachteile wurden aber übertroffen von weit größeren Vorteilen. Da man mit kräftigen Maschinen bedeutende Mengen von Luft zapressen konnte, so war



60. Eisenschmelze in Afrika.

man nun auch in den Stand gesetzt, die Öfen viel höher zu bauen. Es entstanden sogenannte hohe Öfen, die man kurzweg auch Hohöfen oder Hochöfen nennt. In ihnen vermochte man eine bedeutend größere Menge von Erzen zu schmelzen. Man erreichte eine viel höhere Wärme, und das Eisen gewann man nicht wie bei dem Herdfeuer in einem weichen, schwammigen, teigigen Klumpen, sondern in flüssigem Zustande. Das flüssige Eisen war dem Ofen auch leichter zu entnehmen, als der Eisenklumpen. Früher mußte das Feuer auseinandergerstört werden, damit der Schmied das Eisen finden und erfassen konnte. Jetzt öffnet man ganz einfach ein Loch nahe am Boden

des Ofens, und das flüssige Eisen fließt heraus. Man braucht das Feuer nicht zu stören und nicht zu unterbrechen. Es kann fortwährend von oben herein der Ofen mit neuen Erzen und Holzstücken gefüllt werden. Diese Hochofen brennen ununterbrochen Tag und Nacht weiter.

Aber noch eine weitere Folge war mit der Anwendung der Wasserkraft verknüpft. Die jetzt erreichte hohe Wärme machte, wie schon erwähnt, das Eisen flüssig. Das flüssige Eisen entnahm man dem Ofen, indem man es durch ein Loch abfließen ließ. Man mußte dem glühenden Ströme seinen Weg zeigen und vorbereiten und auch das Bett anweisen, das er



61. Brennender Kohlenmeiler.

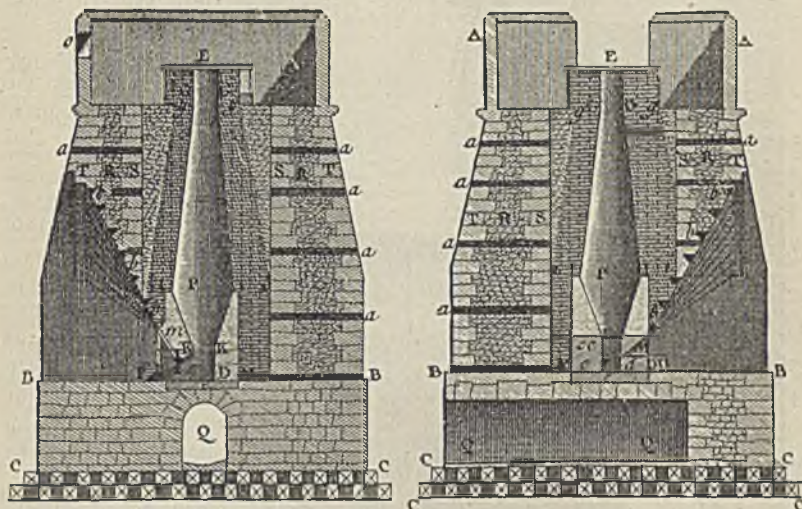
ausfüllen soll. So kam man bald darauf, das flüssige Eisen durch bestimmte Formen, die man von ihm ausfüllen ließ, gleich eine fertige Gebrauchsform annehmen zu lassen. Man bedurfte nicht mehr des Schmiedes mit Hammer und Amboss, sondern man goß das Eisen in Formen. Man gewann also nicht mehr Schmiedeeisen, sondern Gußeisen.

Bisher heizte man den Ofen immer noch mit Holz oder Holzkohle, die der Köhler des Waldes in seinem Meiler brannte. Der große Holzverbrauch führte aber zu einer raschen Abnahme der Wälder. Da suchte man nach anderen Heizstoffen, und man fand diese in der Steinkohle. Eine bedeutend größere Hitze erzielte man, wenn man die Steinkohlen vorher ausglühte und zu Koks umwandelte. Heute bilden diese Stein-



kohlen-Rohs nahezu den alleinigen Heizstoff aller Hochofen. Eine neue Erfindung führte seit Anfang des 19. Jahrhunderts eine große Ersparnis in den Heizstoffen herbei. Man baute nämlich neben dem Hochofen einen besonderen Ofen, in welchem man die Luft oder den Gebläsewind zu mehreren Hundert Grad erhitzte, ehe man ihn in den Hochofen blies. Diesen Ofen nennt man den Wind=Erhitzer. Durch ihn braucht man nur noch einen Teil der Heizstoffe, die man früher verbrennen mußte.

Eine weitere, große Umwälzung brachte die Erfindung der Dampfmaschine im ganzen Gebiete des Eisenhüttenwesens mit sich. Zuerst wendete man die Dampfmaschine zum Einblasen des Windes an. Jetzt war die Wasserkraft entbehrlich. Vor allen Dingen war man von der



62. Holzkohlenhochofen aus dem 17. Jahrhundert.

lästigen Fessel befreit, die Hochofen an den Lauf der Gewässer zu legen. Das Herbeischaffen der Erze und Kohlen bereitete doch zu viel Schwierigkeiten und Kosten. Sofort verließ man also diesen unangenehmen Platz und errichtete die Hochofen dort, wo man Erze und Kohlen fand. So brachte die Erfindung der Dampfmaschine eine neue, völlige Verschiebung der Hochofenanlagen mit sich. Nicht immer liegen die Schätze der Erde so günstig, daß man Erze und Kohlen zugleich in kleinem Umkreise findet. Dann errichtet man die Hochofen meist im Kohlengebiete und braucht demnach nur den einen Rohstoff, die Erze, zu befördern. Wo aber Erze und Kohlen in hinreichender Menge und vorzüglicher Güte nahe bei einander liegen, da arbeiten die Hochofen unter den denkbar günstigsten Verhältnissen, erzeugen große Mengen von Roheisen und können billige Preise dafür berechnen. Zudem sind die Hochofen seit Erfindung der Dampfmaschine

in ihren räumlichen Ausdehnungen ganz bedeutend gewachsen. War früher ihre Größe abhängig von der Größe der zur Verfügung stehenden Wasserkraft, so war man auch dieser Fessel jetzt frei und ledig. Man baut heute Öfen von 30 und mehr m Höhe. Während noch zu Anfang des 19. Jahrhunderts ein Hochofen höchstens 10 cbm Inhalt faßte, so erzielt man heute



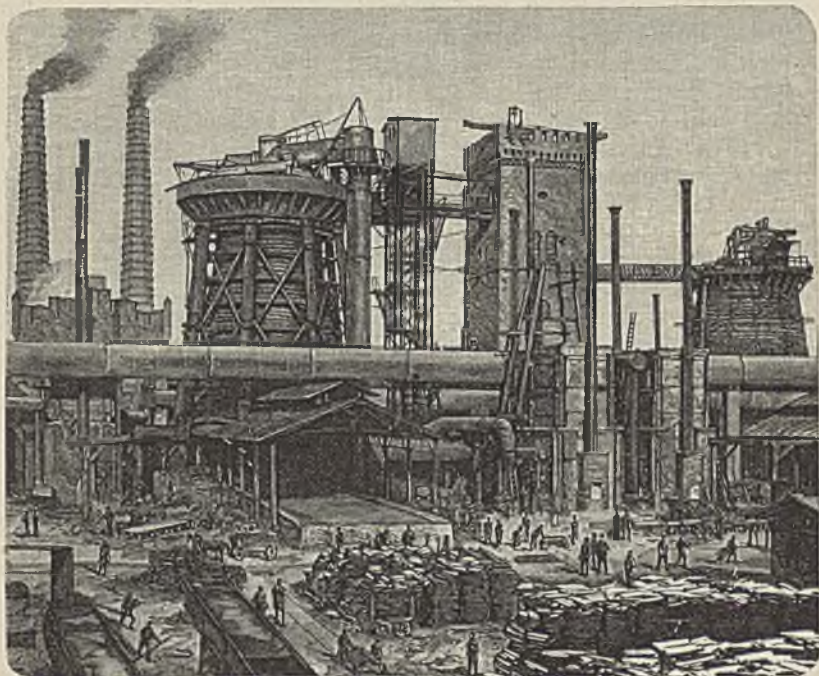
63. Bescheiden mit Erz und Kohle.

mit einem der neuesten Hochofen täglich rund 100 000 kg Roheisen. Durch die Anwendung der Dampfmaschinen war es auch möglich, einen besseren Baustoff für Hochofen herzustellen. Früher behalf man sich mit Steinen, die man in Ermangelung der großen Widerstandskraft gegenüber der bedeutenden Hitzegrade in sehr dicken Mauern auf einander baute. Heute verwendet man eiserne Platten und Säulen, eiserne Reifen und Röhren, und zum Ausfüttern belegt man die Innenseite des Ofens mit feuerfesten Thonsteinen. So erzielt man heute mit geringeren Schwierigkeiten größere Mengen von Eisen, und die Anwendung der Dampfmaschine in Werkstätten und Verkehrsstraßen, das unge-

gehendere Netz der Eisenbahnschienen läßt den Bedarf auch heute noch stetig wachsen. Ist er doch seit Anfang des 19. Jahrhunderts bis heute auf das Bierzigfache gestiegen. Deutschlands Herstellung von Roheisen mag heute die stattliche Summe von 8 000 000 Tonnen überstiegen haben. Es wird nur von Großbritannien und den Vereinigten Staaten Nordamerikas übertroffen. Deutschland führte 1898 an Eisen und Eisenwaren gegen 6 000 000 Doppel-



zentner ein und über 16 000 000 Doppelzentner aus. Der Wert der Einfuhr betrug über 60 Millionen Mark, der der Ausfuhr dagegen etwa 350 Millionen Mark. Das Gewicht des jährlich erzeugten Eisens übertrifft dasjenige aller übrigen Metalle zusammengenommen um reichlich das Zwanzigfache. Es beträgt rund 30 000 000 Tonnen, davon entfallen auf die Vereinigten Staaten rund 14, auf England 9, Deutschland 8, Frankreich 2 Millionen Tonnen. Hieran schließen sich mit kleineren Mengen Österreich, Belgien, Rußland, Schweden u. s. w., so daß auf ganz Europa



61. Hochofenanlage.

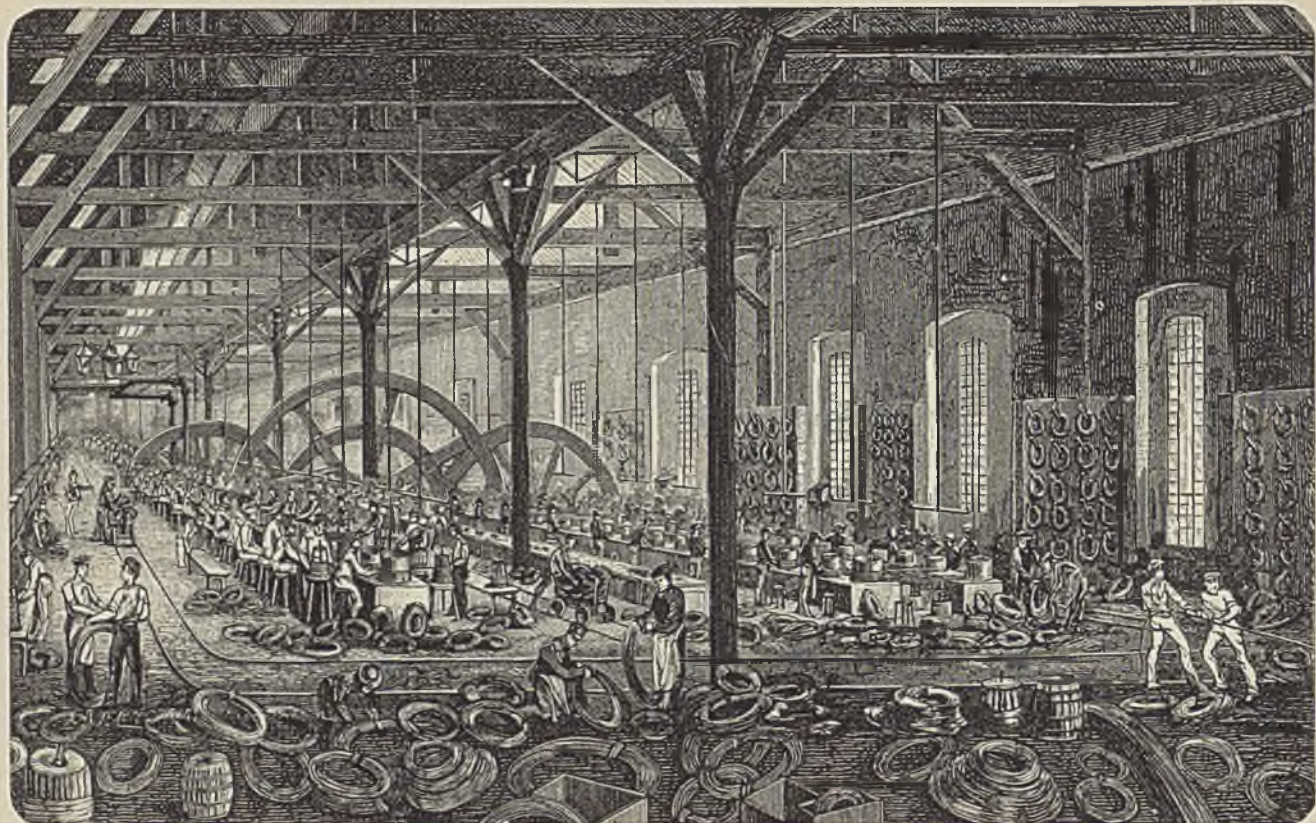
etwa 20 000 000 Tonnen jährlich Roheisen kommen. Die Zahl der Hochofen beträgt in Großbritannien etwa 800, in den Vereinigten Staaten 600 und in Deutschland rund 400. Trotzdem das Eisen das billigste aller Metalle ist, übersteigt doch sein Geldwert den aller übrigen Metalle zusammen, einschließlich des Goldes und Silbers, immer noch um das Einundeinhalbfache. Diese ungeheure Steigerung der Herstellung und die großartige Verbilligung des Eisens wären aber nicht möglich geworden ohne die Erfindungen zweier Männer, der Engländer Bessemer und Thomas. Die Erfindung jenes gestattete eine Massenerzeugung von gutem Stahl, und dieser ermöglichte die Verwertung auch unserer deutschen Erze mit

Bessermers billigem Verfahren. Auf die Erfindungen dieser beiden Männer soll etwas näher eingegangen werden. Zum leichteren Verständnisse sei aber noch mehreres vorausgeschickt.

Solange in den kleinen Herdfeuern das Eisen in kleinen Mengen gewonnen wurde, konnte es der Schmied mit Hammer und Amboss hämmern und schmieden, ihm eine lange oder breite, runde oder eckige, gerade oder krumme, dicke oder dünne Form geben. Vielerlei Arten von Schmieden gab es darum in den alten und mittelalterlichen Gewerben: den Hammer-schmied, den Nagelschmied, den Blechschmied, den Messerschmied, den Huf-schmied, den Sensenschmied, den Kesselschmied und noch viele andere. Das Eisen, das sie aus der Schmelzhütte erhielten und bearbeiteten, konnten sie aber im Feuer erweichen. Es war dehnbar, zähe, mit einem Worte: es war schmiedbar. Und diese Art Eisen nennt man auch: schmiedbares Eisen. Weil man dieses gewann, so konnte schon in der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts ein Nürnberger Schmied mit Namen Rudolf das Drahtziehen erfinden. Er hämmerte das Eisen erst möglichst lang und dünn und zog es dann durch die Löcher einer harten Eisenplatte. Diese Drahtziehbänke oder Drahtleiern sind noch im Gebrauche, nur daß man sie heute mit Dampfkraft treibt, während Rudolf die Kraft seiner Hände anwenden mußte. Durch seine Erfindung des Drahtzuges legte Rudolf den Grundstock zur massenhaften Herstellung und Verbilligung der Nadeln verschiedenster Arten, sowie einer Art Nägel, der sogenannten Drahtnägeln und Drahtstifte.

Mit Einführung der hohen Schachtöfen gewann man ein flüssiges Eisen, welches man sofort in Formen fließen ließ oder auch gießen konnte. Dieses Eisen ist das Gußeisen. Es besitzt wesentlich andere Eigenschaften als jenes schmiedbare Eisen. Wir erfahren das zu unserem Leidwesen oft genug zu Hause. Wenn wir einmal einen gußeisernen Gegenstand, wie die Ofenthür, eine Ofenplatte oder einen Ofenring, zur Erde fallen lassen, so springt er erstlich sehr leicht. Dieses Eisen ist also spröde. Die gesprungenen Stücke können wir aber nicht etwa zum Schmied tragen, damit er sie wieder zusammenschweißt. Dieses Eisen ist nicht schmiedbar. Wollte der Schmied mit dem Hammer darauf schlagen, so würde es springen. Es biegt sich nicht, wie es etwa der Draht oder die Haarnadel thut. Versuchte er es durch Erhitzen weich zu machen, so würde ihm das nie gelingen. Es bleibt hart, bis es plötzlich, ohne vorher weich zu werden, in flüssigen Zustand übergeht. Es schmilzt also ganz plötzlich. Dieses Gußeisen weist also ganz andere Eigenschaften auf als das schmiedbare Eisen. Heutzutage gewinnen wir aus den Eisenerzen in Folge der hohen Schachtöfen nur derartiges Gußeisen. Man nennt es besser: Roheisen, denn aus ihm fertigt man alle anderen Eisensorten. Jenes alte Verfahren, ein schmiedbares Eisen sofort aus den Erzen zu erhalten, ist nicht mehr gebräuchlich. Man nennt es: Rengen. Alles schmiedbare Eisen stellt man sich heute aus dem Roheisen her, und diese Arbeit nennt man das Frischen. Durch





65. Arbeitsaal einer Drahtzieherei.

das Frische wird also das Roheisen in schmiedbares Eisen umgewandelt. Es muß also eine Aenderung im Eisen bewirkt werden. Welcher Art mag diese sein?

Um darauf eine Antwort geben zu können, müssen wir uns zuerst einmal die Rohstoffe ansehen, aus denen man das Eisen gewinnt. Eisen giebt es ja sehr viel in der Welt. Wie es das billigste Metall ist, so ist es auch das verbreitetste. Es findet sich in kleinen Mengen in der Ackererde. Es quillt im Wasser zur Oberfläche. Nüchlichst bekannt sind zahlreiche Eisen- und Stahlquellen. Es färbt unser Blut rot und die Blätter der Pflanzen grün und bildet einen großen Teil unserer Erdrinde. Doch finden wir es außer in den Meteorsteinen nirgends rein oder gediegen. Vielmehr ist es zahlreiche Verbindungen eingegangen. Die häufigste derselben nehmen wir voller Verdruß oft genug an unseren sonst blanken Eisenwaren wahr. Wie schnell rostet das Messer. Diese Rostflecken bekunden uns, daß das Eisen mit dem Sauerstoffe der Luft oder des Wassers sich verbunden hat. Und daß diese Verbindung leicht und häufig erfolgt, erleben wir ja oft genug. So ist es auch draußen in der Natur. Am meisten hat sich das Eisen verbunden mit Sauerstoff; dann ist es aber auch noch Verbindungen eingegangen mit anderen Stoffen wie Schwefel, Phosphor, Kalk, Thon, Mangan u. a., und derartige Verbindungen nennen wir Erze. Es giebt eine große Anzahl von Eisenerzen. Zur Eisengewinnung wählt man aber immer nur die eisenreichen. Solche sind: Roteisenstein, Magnet-eisenstein, Brauneisenstein, Spateisenstein, Thoneisenstein u. a. m.

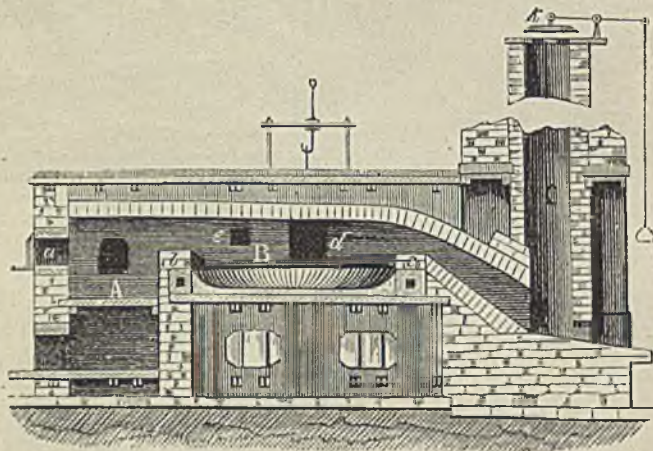
Die Aufgabe der Hüttenleute ist es nun, das Eisen von allen diesen Verbindungen frei zu machen. Dazu dient ihnen der Hochofen. Zur leichteren Erreichung der Zerlegung unterwirft man die Erze verschiedenen Bearbeitungen, man zerkleinert sie in Pochwerken, Stampfwerken oder Quetschen; man röstet sie u. s. w. Dann schüttet man sie abwechselnd mit Kohlen durch die obere Mündung in den Hochofen. Sie heißt die Gicht. Im Hochofen findet nun der Sauerstoff einen anderen Stoff vor, mit dem er sich lieber verbindet als mit dem Eisen. Das ist der Kohlenstoff der Steinkohlen. Er läßt also das Eisen los und geht zum Kohlenstoffe, sich mit diesem zu Kohlen säure verbindend. Also ist jetzt das Eisen frei geworden. Es wird infolge der hohen Hitze flüssig, tropft durch den Ofen hindurch und sammelt sich auf dessen Boden, dem Herde. Von hier läuft es von Zeit zu Zeit, wenn das Loch geöffnet wird, hinaus. Vom Sauerstoffe wurde auf diese Weise das Eisen wohl befreit. Aber einen neuen aufdringlichen Freund mußte es für ihn eintauschen, das ist der Kohlenstoff. Bei den alten Rennfeuern mit dem kleinen Feuerherde und der geringeren Wärme war die Berührung des Eisens mit dem Kohlenstoffe keine so innige wie jetzt im Hochofen. Darum nahm früher das Eisen weniger Kohlenstoff auf als heute. Und mit dieser Wahrnehmung finden wir die Ursache, warum jenes frühere, also das schmiedbare Eisen andere Eigenschaften besitzt als das Roheisen: jenes ist kohlenstoffarm, dieses ist kohlenstoffreich.





66. Gießhalle einer Eisengießerei.

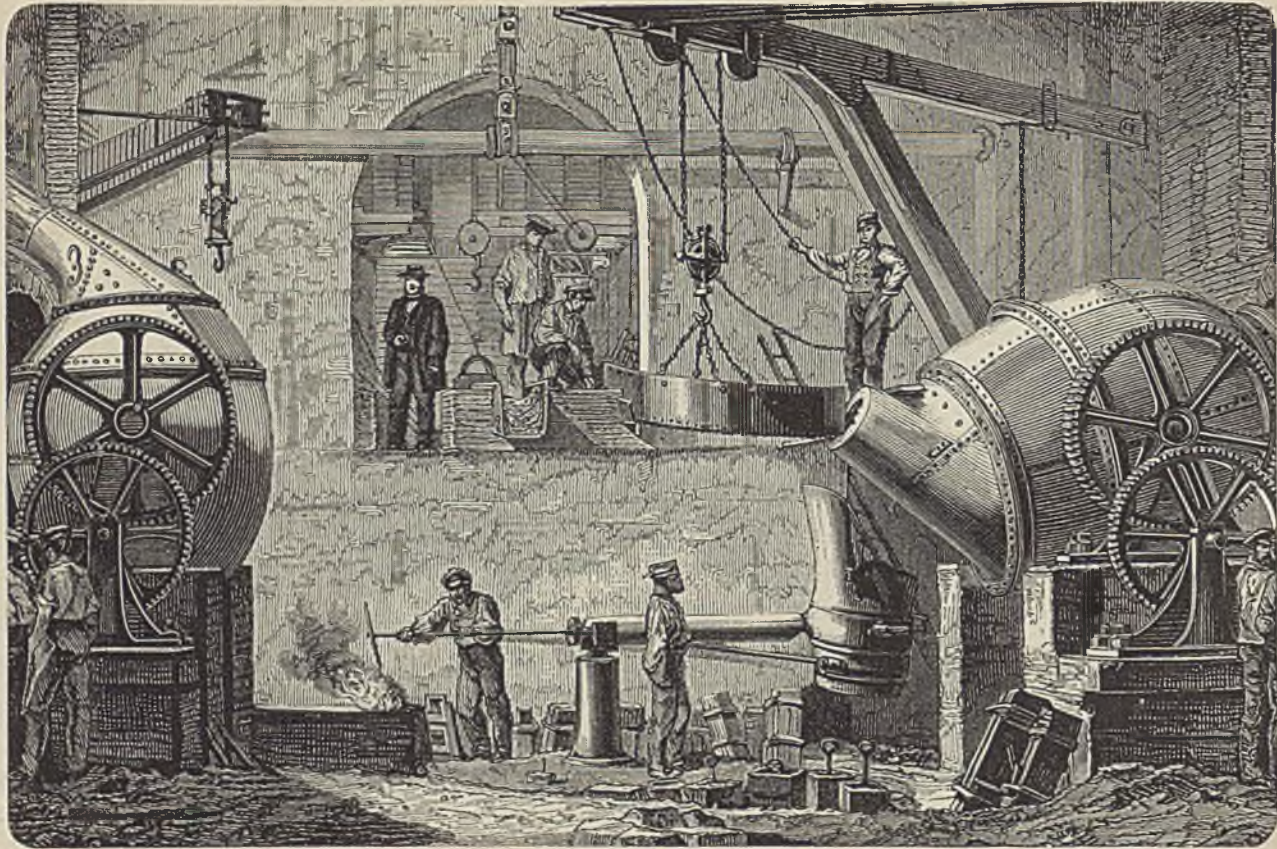
Genes enthält weniger als 2,3 Teile Kohlenstoff unter 100 Teilen Eisen, dieses enthält mehr, nämlich in der Regel 5 und 6 Teile. Der Gehalt an Kohlenstoff verleiht jedem Eisen seine eigentümlichen Eigenschaften. Das kohlenstoffarme schmiedbare Eisen ist dehnbar, schweiß- und schmiedbar, das kohlenstoffreiche Eisen ist spröde, nicht schmiedbar und schmilzt plötzlich. Will man nun das Roheisen zu schmiedbarem umwandeln, so muß man es seines Kohlenstoffes zum großen Teile berauben, man muß es entkohlen. Den Vorgang des Entkohlens nennt man das Frischen. Der Frischverfahren giebt es mehrere. In der großen Hauptsache sind es zwei: das Buddeln und das Bessejern.



67. Buddelofen.

Buddeln heißt rühren. Das Eisen wird im Buddelofen umgerührt. Der Buddelofen ist ein sogenannter Flammofen. Die Flammen schlagen über das Eisen weg und schmelzen es. Die Oberfläche des flüssigen Eisens wird von der Luft berührt, und der Sauerstoff derselben verbrennt den Kohlenstoff des Eisens. Also wird dieser an seiner Oberfläche entkohlt. Damit das übrige Eisen ebenfalls seinen Kohlenstoff los wird, rührt man eben dasselbe immer um. Je mehr Kohlenstoff dieses Eisen verliert, desto dickflüssiger und zäher wird es. Zuletzt läßt es sich gar nicht mehr umrühren. Dann trennt man einen Klumpen ab, führt diese Luppe unter den Dampfhammer und hämmert den lockeren, etwas schwammigen Block zusammen: man dichtet ihn. Das jetzt gewonnene, kohlenstoffarme Eisen ist schmiedbar, man nennt es Schweißisen. Die Erlangung des schmiedbaren Schweißeisens durch den Buddelofen ist umständlich und geht langsam vor sich. In einem Tage kann man durchschnittlich 3000 kg Roheisen in schmiedbares Eisen umwandeln, in einer Woche etwa 12—16 000 kg. Das ist wenig im Vergleich zum Verbrauch an Eisen, und der große Be-





68. Bessemer Stahlbereitung mittels des Birnapparats.

darf an schmiedbarem Eisen würde überhaupt auf diese Weise gar nicht gedeckt werden können. Da hat der Engländer Bessmer ein Frischverfahren erfunden, mittels dessen man 5000 kg in 20 Minuten entkohlt. Dadurch ist die große Massenerzeugung von schmiedbarem Eisen, nämlich Stahl- und Schmiedeeisen, überhaupt erst möglich geworden. Das Verfahren heißt nach seinem Erfinder das Bessmern, und da man mit diesem Frischen das schmiedbare Eisen in flüssigem Zustande erhält, heißt das mit ihm gewonnene schmiedbare Eisen: Flußeisen (im Gegensatz zu dem im Puddelofen erhaltenen Schweiß Eisen).

Henry Bessmer wurde im Jahre 1813 als der jüngste Sohn eines englischen Landadelmannes mit Namen Anton Bessmer in England geboren. Mit seinem 18. Lebensjahre zogen seine Eltern nach London, wo sich der Sohn als Techniker ausbildete. Zuerst arbeitete er als Zeichner und modellirte in Thon. Er besaß aber große Neigung und Begabung zum Maschinensach und ersand bald eine Maschine zur Herstellung von Utrechtter Samt, dann eine zur Anfertigung eines neuen Stempels. Die letztere Erfindung hätte ihm beinahe eine staatliche Beamtenstelle mit 10—12 000 Mark Besoldung eingebracht. Allein die Sache zerschlug sich. Auch eine Segmaschine erfand er. Die erste größere Erfindung führte ihm die Bitte seiner Schwester zu, ihr etwas Bronzepulver mit nach Hause zu bringen. Bessmer kaufte es und staunte sehr, daß dieses Pulver über 200 Mark à kg kostete, während die Bronze selbst höchstens mit 2 Mark bezahlt wurde. Er fand, daß die Herstellung des Pulvers durch Hämmern so zeitraubend und kostspielig war. Er sann und erfand eine Maschine, die mit geringen Kosten diese Arbeit besser besorgte. Er hütete sie als Geheimniß und bediente sie mit seiner Frau selbst und verdiente damit viel Geld (800 000 Mark). Das durch diese Erfindung verdiente Geld verwandte er wieder zu neuen Versuchen. Die fünfziger Jahre waren für England kriegerische. Alle Aufmerksamkeit war auf Kriegsrüstung gerichtet. So fand sich auch bald Bessmer auf diesem Gebiet ein und erfand zuerst ein neues Geschöß. Die bisherige Kugelgestalt änderte er in eine cylindrische und deren rollende Bewegung in eine spiralförmige. Da die englische Regierung von dieser Änderung nichts wissen wollte, wandte er sich an Kaiser Napoleon III. Dieser ließ Bessmer nach Paris kommen und versuchte das Geschöß und fand es vortrefflich. Nun bedurfte man aber stärkerer Geschößwände. Und so kam Bessmer zu den Versuchen, die Stahlerzeugung zu verbessern. Er legte in London ein Eisenwerk an und opferte seinen Versuchen nahezu das ganze bisher erworbene Vermögen. Endlich sah er Erfolge, und so kündigte er im Jahre 1856 ein neues Verfahren an, das Roheisen schnell, billig und in großen Mengen zu frischen. Er benutzte dazu ein eigentümliches Gefäß, das der Gestalt einer Birne ähnelt. Dasselbe füllt er mit flüssigem Roheisen an. Hierauf bläst er durch Maschinenkraft Luft durch das Eisen. Die Luft tritt aus dem Boden in die Birne. Sie durchstreicht in vielen dünnen Strahlen das Eisen. Dieses



wallt und wogt, und so gelangen alle seine Teile mit der durchströmenden Luft in Berührung. Der Sauerstoff der Luft verbrennt den Kohlenstoff des Eisens in kürzester Zeit, und nach 20 Minuten ist das Eisen entkohlt. Man dreht nun die Birne langsam um und gießt ihren Inhalt in bereit stehende Formen. Die rasche Verbrennung des Kohlenstoffes (sowie auch des enthaltenen Schwefels) erzeugt eine hohe Hitze, so daß alles Eisen flüssig bleibt, und nicht, wie im Puddelofen, teigig wird. So entkohlt Bessmer in 20 Minuten etwa 15 t Eisen. Als Bessmer sein Verfahren



69. Guß von Langgeschossen.

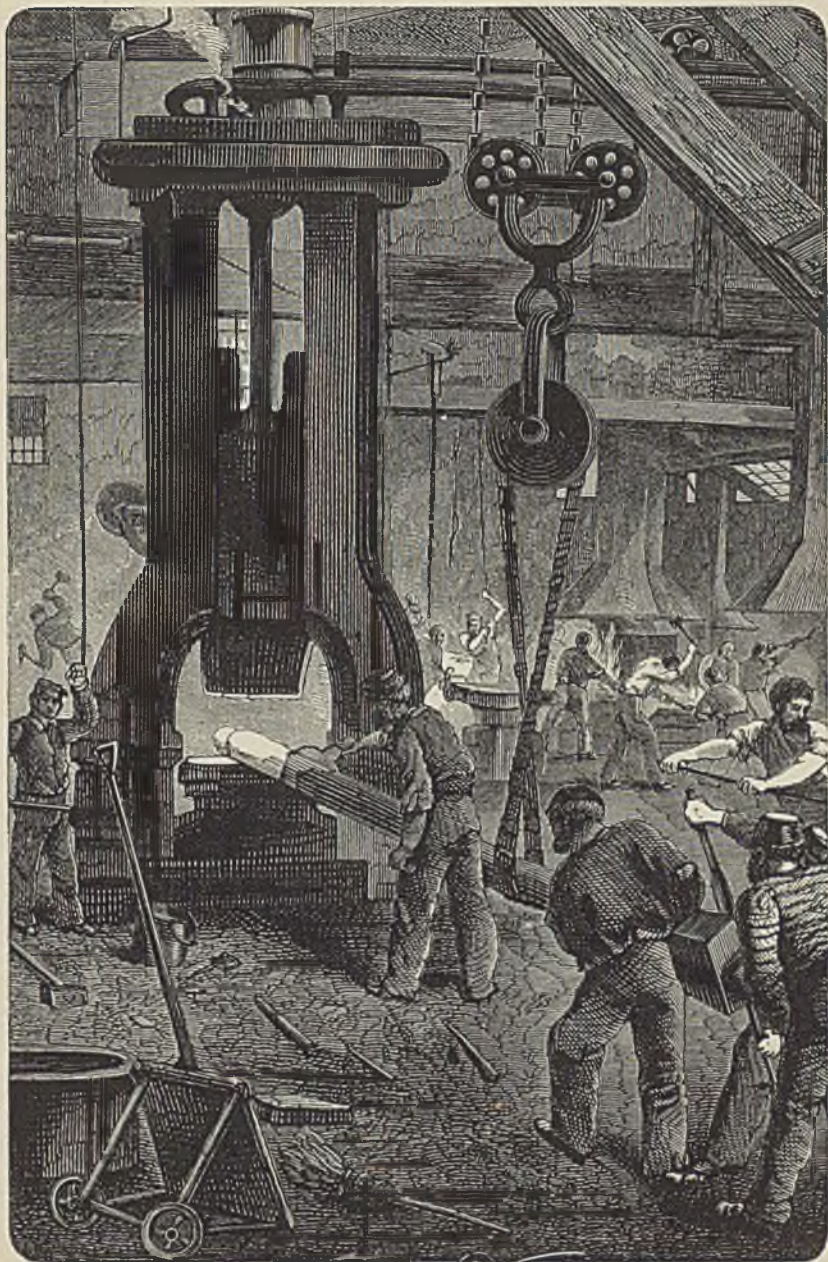
bekannt gab, kam es vielen lächerlich vor. Es währte mehrere Jahre lang, ehe er alle Schwierigkeiten und Bedenken überwand. In den sechziger Jahren fand das Bessmern in England und 1862 durch Alfred Krupp in Deutschland Eingang. Heute hat der Bessmerstahl seinen Siegeszug über die ganze Erde vollendet. Der Erfinder genöß reiche Ehren. London ernannte ihn zum Ehrenbürger. Die englische Regierung verlieh ihm die Ritterwürde. Napoleon III ließ für ihn eine große goldene Medaille prägen. Der österreichische Kaiser und der niederländische König zeichneten ihn durch Großkreuze aus. In den Vereinigten Staaten nahmen ein halbes Duzend Städte seinen Namen an. Bessmer genöß aber das höchste Glück

im Kreise seiner Familie. Es war ihm vergönnt, die silberne, goldene und diamantene Hochzeit zu feiern. Zahlreiche Enkel und Urenkel erfreuten ihn, großer Reichtum strömte ihm zu. Nach 64 jähriger glücklicher Ehe entriß ihm der Tod seine treue Gattin, und im Alter von 86 Jahren schied er aus dieser Welt.

Ursprünglich glaubte man, alles Roheisen könne man durch das Bessmerverfahren zu gutem schmiedbaren Eisen umwandeln. Bald aber erkannte man diese Annahme als Irrtum, und gerade Deutschland mußte diesen Irrtum am meisten entgelten. Roheisen, das Phosphor enthielt, war in der Bessmerbirne nicht zu frischen. Man konnte nur phosphorreine Eisensorten verwenden. Phosphorfreie Erze sind jedoch in England und Spanien zu finden, während Deutschland arm an solchen ist. Die deutschen Eisenerze sind alle mehr oder weniger phosphorhaltig. Demnach konnte Deutschland seinen großen Erzreichtum nicht verwerten, es mußte vielmehr phosphorfreie Erze für schweres Geld in England und Spanien kaufen. Da erfand ein anderer Engländer mit Namen Thomas eine Verbesserung der Bessmerbirne, durch welche es möglich ist, nun auch phosphorhaltiges Roheisen mit ihr zu frischen. Thomas war 1850 in oder bei London geboren worden. Er hatte sich ebenfalls als Techniker ausgebildet. Er bemühte sich schon seit dem Jahre 1870, die Hindernisse zu beseitigen, die das phosphorhaltige Eisen in der Bessmerbirne nicht verwerten ließen. 1876 verband er sich mit seinem Vetter Gilchrist, der in einem Eisenwerke die Stelle eines Chemikers bekleidete. Sie unternahmen beide gemeinschaftlich größere Versuche. Und im Jahre 1877 hatten sie das gewünschte Ziel erreicht. Thomas belegte die Innenseite der Bessmerbirne mit einem Stoffe (einem Gemenge von Kalk und anderem). Dieses Futter der Birne entzog dem Eisen den Phosphor und verband sich selbst mit ihm, nahm ihn in sich auf. So wurde das Eisen neben der Entkohlung auch phosphorfrei gemacht. Da Deutschland reich an phosphorhaltigen Eisenerzen ist, so war die Erfindung des Thomas gerade für unser Vaterland von größter Bedeutung. Hier wurde dieses Thomasverfahren rasch eingeführt und vervollkommnet, und von allem auf der ganzen Erde gewonnenen Thomaseisen erzeugt Deutschland zwei Drittel. Zudem bietet das Thomasverfahren auch noch den Vorteil, daß das Birnenfutter viel Phosphor enthält. Man entfernt es, um es durch neues zu ersetzen. Die herausgenommene Schlacke ergibt aber infolge ihres hohen Gehaltes an Phosphor ein vorzügliches Düngemittel für die Landwirtschaft. Dadurch bleiben viele Millionen Mark dem Lande erhalten, die früher für Ankauf künstlicher Düngemittel an das Ausland gezahlt werden mußten. Thomas aber starb schon in jungen Jahren zu Paris. Sein Todestag ist der 1. Februar 1885.

Durch das Bessmern und Thomasverfahren erhält man ein flüssiges, schmiedbares Eisen. Man nennt es kurz Flußeisen. Andere Männer haben diese Erfindungen auf weitere Gebiete übertragen. So erhält Martin





70. Dampfhammer.

ein schmiedbares Eisen durch Zusammenschmelzen von kohlenstoffreichem Roheisen und kohlenstoffarmem Schmiedeeisen. Siemens schuf eine ausgiebige Heizungsrichtung für diesen Vorgang u. s. w.

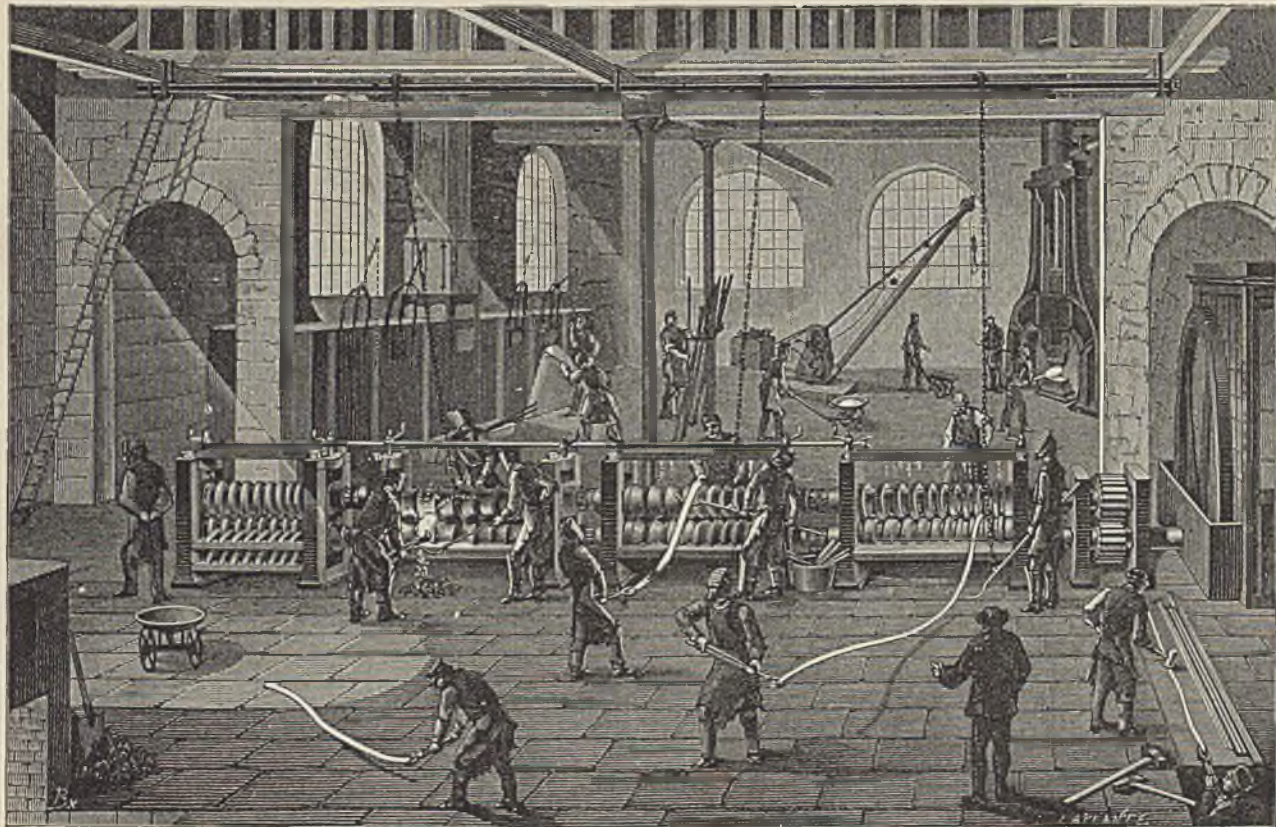
Nun besitzt man das harte und spröde Roheisen, sowie das biegsame Schmiedeeisen. Zwischen beiden liegt aber noch eine Eisensorte, die die Härte des ersteren und die Schmiedbarkeit des letzteren enthält. Diese Eisensorte ist der Stahl. Stahl ist hart und elastisch und schmiedbar. Infolge der letzteren Eigenschaft gehört der Stahl also zur Gruppe der



71. Alfred Krupp.

schmiedbaren Eisen. Sie umfaßt demnach Stahl und Schmiedeeisen im engeren Sinne. Stahl läßt sich beliebig härten. Seinen Härtegrad erkennt man an seinen Anlaufarben. Stahl dient zur Herstellung fast aller unserer schneidenden, stechenden und bohrenden Werkzeuge, die der Schmied mit dem Hammer formt. Die Ursache seiner Eigenschaften beruht zum großen Teile wiederum in seinem Gehalte an Kohlenstoff. Er hat weniger Kohlenstoff als Roheisen und mehr als Schmiedeeisen. (Schmiedeeisen hat unter  $0,15\%$ , Stahl  $0,15-2,13\%$  und Roheisen über  $2,13\%$  Kohlenstoff.) Wenn man Roheisen entkohlt, so ist es schwer, den Augenblick genau zu bestimmen, in welchem Stahl entsteht. Darum entkohlt man in der





Regel das Roheisen fast vollständig und erzeugt zunächst Schmiedeeisen. In kleinen Tiegeln schmilzt man dieses wieder von neuem und setzt eine gewisse Menge von Roheisen hinzu. Auf diese Weise kann man genau bestimmen, welchen Kohlenstoffgehalt das neue Gemenge enthalten soll, d. h. wie hart der Stahl ausfallen soll. Auf diesem Wege vermochte man aber immer nur geringe Mengen von Stahl auf einmal zu gewinnen, und stählerne Gießformen durften nur bescheidene Ausdehnungen aufweisen. Der strebsame Mann aber, dem es zuerst gelang, große Stahlblöcke von ungeheurem Gewichte, bester Güte und staunenswerten Ausdehnungen zu gießen, war unser Landsmann Alfred Krupp. Wohl hatte er das Geheimnis der Gußstahlbereitung von seinem verstorbenen Vater Friedrich Krupp geerbt. Aber die Ausführung desselben im großen blieb sein Verdienst. Im Jahre 1851 überraschte er alle Welt, am meisten aber die englischen Stahlfabriken mit einem gewaltigen Stahlblocke, der 45 Zentner schwer war. Krupp stellte ihn auf der Londoner Weltausstellung aus. Neben dem Stahlblocke lag ein Kanonenrohr, welches aus einem ebensogroßen Stück durch Abdrehen und Herausbohren herausgearbeitet worden war. Beides erschien den Engländern unerhört. Sie vermochten nicht einmal Stahlblöcke von halber Größe herzustellen, und außerdem besaß ihr Stahl eine solche Sprödigkeit, daß er beim ersten Hammerschlag zersprang. Krupp dagegen schnitt vor ihren Augen ein Stück vom Stahlblocke herunter, erglühte es in einer bereitstehenden Feldschmiede und hämmerte es lang und breit, wie das beste Schmiedeeisen. Dafür erhielt Krupp am Schluß der Ausstellung aber auch den ersten Preis einstimmig zugesprochen. Und auf der zweiten Londoner Ausstellung zeigte Krupp bereits einen Gußstahlblock von 500 Zentner Gewicht, und die Pariser Weltausstellung vom Jahre 1867 beschiede er mit einem solchen von 800 Zentner Schwere.

Zur Bearbeitung dieser Riesen gehören natürlich auch große Werkzeuge. Die kleineren Mengen der alten Schmelzhütten konnten mit kleineren und größeren Hämmern auf dem Ambosse geschmiedet werden. Zu dieser Arbeit genügte die menschliche Kraft. Als die Schachtöfen, besonders die an den Flußläufen zur Einführung gelangten, bedurfte man schon größerer Hammerwerke. Sie können nicht von Menschenhand bedient werden. Man verwendete die ungestüme Kraft des jungen Waldbaches dazu. Und so finden wir stellenweise wohl heute noch im Gebirgsthale ein Hammerwerk. Das Wasser dreht das Mühlrad, und von demselben wird der schwere Hammer gehoben, daß er mit großer Kraft auf den Amboß niedersaust. Der weiteren Ausdehnung der Eisenwerke seit Anwendung der Dampfmaschinen entsprach gar bald auch dieser Hammer nicht mehr. Man errichtete sich solche von größerer Wirkung, die von Dampfkraft gehoben und, außer von ihrer eigenen Schwere, auch wieder von Dampfkraft zum Niederstürzen oder Fallen gebracht werden. Krupp besitzt in seinen Werkstätten allein 132 Dampfhämmer von verschiedener Schwere. Unter diesen befindet sich der größte der ganzen Welt, der nach dem Namen seines einzigen Sohnes und heutigen



Besitzer „Fritz“ genannt ist. Dieser Riesenhammer besitzt ein Gewicht von 1000 Zentnern und fällt aus einer Höhe von 3 m herab. Ein dumpfdröhnendes Donnern kündigt weit und breit seine Thätigkeit. Und doch erscheint dieser Riese wie ein Spielzeug in der Hand des ihn bedienenden Maschinisten. Er vermag die Bewegung des Ungetüms nach Belieben in jedem Augenblicke zu unterbrechen und kann Schläge ansteilen von ungeheurer Wirkung und von kaum fühlbarem leichten Drucke. Beide Beweise lieferte der Hammer kurz nacheinander am 2. September 1877, als Kaiser Wilhelm der Große die Werkstätten zu Essen besuchte. Da wurde mit mächtigen Kränen zuerst ein eben gegossener, glühender Gußstahlblock auf den Amboss gelegt. Er hatte das Gewicht von 750 Zentnern und wurde nun vom „Fritz“ Schlag auf Schlag geschmiedet und gedichtet. Danach löste der Kaiser auf Anregung des Besitzers seine goldene Uhr und legte sie auf den Amboss. Auf das Glas der Uhr klebte der Maschinist ein Stückchen Wachs und stellte auf dieses ein Petschaft. Mit gewaltiger Wucht saust jetzt der Hammer nieder. Jedermann sieht im Geiste schon die Uhr zu Staub zermalmt. Aber siehe da! Um keines Fingers Breite über der Uhr kommt der Hammer zum Stehen, und sanft wie mit Kinderhand drückt er auf das Petschaft und prägt den Namenszug in Wachs ab. Mit freundlichen Worten überreichte hierauf der gütige Monarch die Uhr dem geschickten Arbeiter zum Andenken als Geschenk und fügte als Lohn für diese Meisterleistung noch eine Gabe von tausend Mark zu.

Zur weiteren Bearbeitung dieser Riesenblöcke gehören aber auch noch mächtige Drehbänke und ungeheure Hobelmaschinen und noch vielerlei Werkzeugmaschinen. Vor allem bilden mächtige Walzwerke noch einen Hauptbestandteil großer Eisenwerke. Zwischen den meterstarken, gußstählernen Walzen wird das glühende Eisen hindurchgezogen und in beliebige Formen gepreßt. Krupp besitzt 21 solcher Walzenstraßen. Die Walzen formen das Eisen zu dicken Panzerplatten und zu dünnstem Bleche, zu Eisenbahnschienen, Trägern, Fenstereisen, Wagenachsen, Schwellen, Zugstangen, Stäben und feinem Drahte, zu Stab-, Quadrat-, Sechseck-, Achteck-, Rund-, Flach-, Band-, Reif- und Winkelseisen. Die Walzen liefern entweder sofort fertige Verbrauchsgegenstände wie die Eisenbahnschienen und Träger, oder sie versorgen andere Werkstätten mit den im groben vorgearbeiteten Rohstoffen zur weiteren Bearbeitung: so die des Klempners oder Flaschners, des Schlossers und der vielerlei Schmieden, des Radlers, des Naglers, der Gewehrfabriken und der Maschinenfabriken.

# Die Elektricität und ihre Anwendung.

## Die Reibungselektricität.

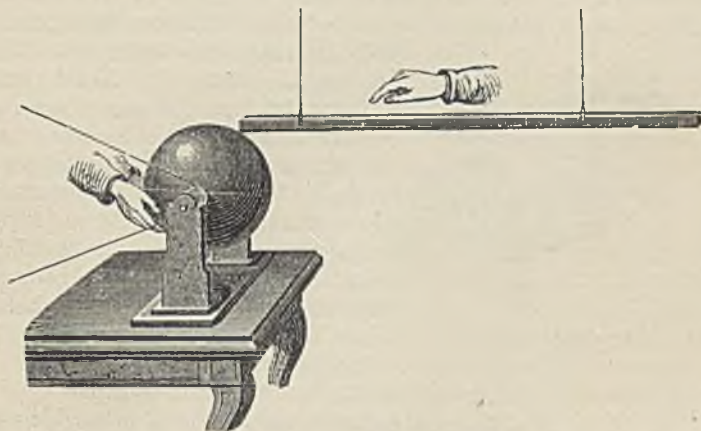
Phöniciſche Kaufleute gelangten auf ihren kühnen Seefahrten an den Küſten Europas entlang bis in die Oſtſee und fanden hier den uns bekannten Bernſtein. Sie nahmen ihn mit und verhandelten ihn an ſüdliche Völker. Die Griechen lernten ihn auf dieſem Wege auch kennen und nannten ihn Elektron. Sie fanden auch bald die Eigenschaft dieſes fremden Stoffes, andere Gegenſtände anzuziehen und abzuſtoßen, wenn man ihn eifrig rieb. Weiter forſchten ſie aber der Urſache dieſer Erſcheinung nicht nach. Wir haben aber von dem griechiſchen Namen Elektron dieſer Kraft ihren Namen Elektricität gegeben. Der Engländer Gilbert wandte ihn zuerſt an, und er bedeutet alſo nichts weiter als Bernſteineigenschaft oder Bernſteinkraft. Da dieſe Elektricität aber nur dann ſich zeigt, nachdem man den Bernſtein gerieben hat, nennt man ſie zum Unterſchiede von anderen Arten die Reibungselektricität.

Das Altertum hat uns an phyſikaliſchen Kenntniſſen ſoviel wie nichts hinterlaſſen, und alles hierin Erworbene nebst den vielfach wichtigen Anwendungen für die Praxis gehört der neueren Zeit etwa ſeit 1600 an. Tausende von Gelehrten und Technikern des Abendlandes haben durch unermüdlche Forſchungen und Verſuche zu der Vermehrung des Schazes von Wiſſen und Können beigetragen, und die des neunzehnten Jahrhunderts nicht am wenigſten, denn ihnen blieb gerade das Schwierigſte zur Bearbeitung vorbehalten. Licht, Wärme, Elektricität, Magnetismus wurden noch im 18. Jahrhundert als ſelbſtändige Stoffe oder Elemente betrachtet, die aber den anderen gegenüber die Eigenheit hatten, ſich nicht wägen zu laſſen; man nannte ſie daher gewichtloſe Stoffe. Jener Anſchauung entſtammen auch die noch gebrauchten Ausdrücke elektriſcher oder galvanischer Strom u. ſ. w. Die eigentliche Natur oder Urſache der Elektricität ſowie des damit verwandten Magnetismus iſt freilich noch nicht ergründet.

Anfangs kannte man bloß die durch Reiben entwickelte Elektricität, jezt wiſſen wir, daß dieſelbe noch in mancher anderen Weiſe: durch Er-



wärmung, durch chemische Thätigkeit, magnetischen Einfluß, durch bloße Berührung verschiedenartiger Körper, durch Verdunstung, sowie durch Verdichtung von Dünsten, durch Zerreißen und Zerbrechen von Körpern hervorgerufen wird. Überhaupt läßt sich behaupten, daß jede Änderung oder Störung, welche ein Körper in der Anordnung seiner kleinsten Teile erleidet, sei die Veranlassung Hitze, mechanische Kraft, chemische Wirkung oder irgend eine andere, stets das Auftreten von Elektricität zur Folge hat. Im Tier- und Pflanzenleben spielt dieselbe wahrscheinlich eine wichtige Rolle, über die wir aber noch ganz im unklaren sind. Bei jeder Muskelanspannung, die wir vornehmen, wird Elektricität rege, wie sich durch geeignete Instrumente deutlich nachweisen läßt. Von den elektrischen Vorgängen im Luftkreise, welche nie ganz fehlen und im Gewitter ihren stärksten Ausdruck finden, wird später noch die Rede sein.



73. Guericke's Elektrifiziermaschine.

Erst gegen Anfang des siebzehnten Jahrhunderts begann man sich mit Untersuchungen über die Bernsteinkraft zu beschäftigen. Der englische Arzt Gilbert entdeckte, daß außer dem Bernstein auch noch andere Körper durch Reiben mit Seide, Wolle u. dergl. in den Zustand versetzt werden können, daß sie leichte Körper anziehen und nach einer Weile wieder von sich stoßen. Als solche erwiesen sich zunächst Bergkry stall, Glas, Schwefel, Siegellack u. s. w. Gilbert gab aber schon ein viel längeres Verzeichnis.

Im Jahre 1680 baute der Magdeburger Bürgermeister Otto von Guericke, derselbe, der die Luftpumpe erfand, die erste sehr einfache Elektrifiziermaschine; es war eine Schwefelkugel, auf eine Welle gesteckt und durch eine Lauffchnur gedreht, indes die trockenen Hände als Reiber gegen die Kugel gedrückt wurden. Eine an Seidenfäden aufgehängene Metallstange nahm die entwickelte Elektricität auf.

In der Folge ersetzte man die Schwefelkugel durch einen Glascyliner oder eine Glascheibe, was eine stärkere Entwicklung von Electricität ermöglichte, und durch weitere Verbesserungen gewann die Elektrifiziermaschine schrittweise ihre heutige Gestalt. Der elektrische Grundversuch ist leicht anzustellen und millionenmal selbst von Kindern angestellt worden; aber er hätte auch ein Kinderspiel bleiben müssen, wenn die Forschungen nicht weiter fortgeschritten wären. Reibt man eine Stange Siegellack oder Glas etwas anhaltend mit einem Stück Wollen- oder Seidenzeug und hält sie dann über kleine Papierchnigel, Spreu, Korfkügelchen oder dergl., so werden letztere mit Lebhaftigkeit aufspringen und sich an die Stange anhängen. Nach einiger Zeit jedoch trennen sie sich wieder davon oder werden geradezu forgestoßen. Wie sich dieser Vorgang vollzieht, das wurde erst später erkannt. Zu der heutigen Lehre von der Electricität wurde eigentlich erst vom Engländer Gray im Jahre 1727 der Grund gelegt. Bis dahin hatte man die Stoffe in zwei Gruppen geteilt, solche,



74. Anziehende Kraft der Electricität.

die sich elektrisieren ließen, und solche, bei denen es trotz alles Reibens nicht gelingen wollte. Zu den letzteren gehörten namentlich die Metalle, denn in der That wird eine Metallstange, wenn sie in der Hand gehalten wird, durch Reiben niemals elektrisch. Als aber Gray einmal einen Metallstab rieb, den er mittels eines hölzernen Griffes festhielt, gelang das Elektrisieren ganz leicht. Hiermit war der Anstoß gegeben, die Versuche von einem

neuen Gesichtspunkte aus zu wiederholen und weiter zu führen.

Man erfuhr nun, daß zwar alle Körper elektrifiziert werden können, aber daß die Metalle dabei doch ein anderes Verhalten zeigen; wenn man Körpern aus diesen Stoffen Electricität an einem Punkte zuführt, so verbreitet sich dieselbe rasch über die ganze Oberfläche hin, und ebenso kann sie dem Körper von einem Punkte aus entzogen werden. Die Electricität findet also in den Metallen einen leichten Durchgang. Ein Metalldraht mag noch so lang sein, er wird, wenn ihm an einem Ende Electricität mitgeteilt wird, im Nu bis ans andere elektrisch erregt. Durch solche Erscheinungen kam man darauf, sich die Electricität als ein feines, gasähnliches Wesen zu denken, welches die Körper durchströme. Die Stoffe, in denen die Electricität sich leicht verbreitet und bewegt, hat man Leiter genannt; es sind dies die Metalle, Kohle, Wasser und alle von Feuchtigkeit durchdrungenen Körper, also auch lebende Geschöpfe und Pflanzen, sowie der Erdboden. Ihnen gegenüber stehen die Nichtleiter oder Isolatoren: Glas, harzige Körper, Schwefel, Seide, Wolle, trockene Pflanzenstoffe, trockene Luft u. s. w. Sie lassen sich nicht von einem Berührungspunkte



aus elektrifizieren, halten dagegen aber die ihnen durch Reibung ertelkte Elektricität in der Art fest, daß sie diese immer nur an der Stelle verlieren, welche man unmittelbar berührt. Mit einer Glas- oder Harzstange lassen sich daher, bis sie erschöpft ist, mehrere kleine Körper elektrifizieren, indem man sie mit verschiedenen Stellen der elektrifizierten Stange berührt.

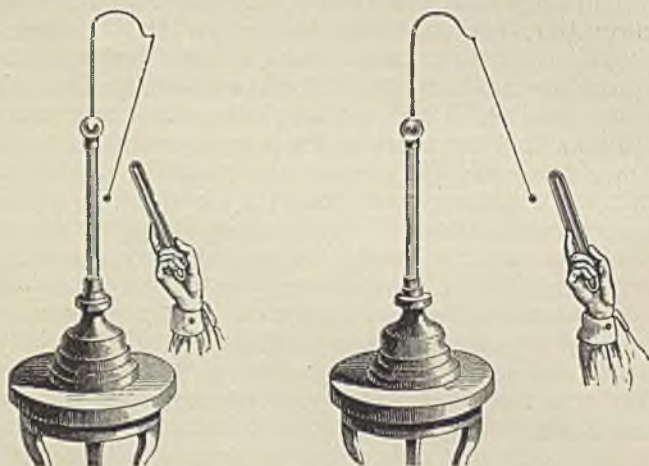
Aus diesem verschiedenen Verhalten der Leiter und Nichtleiter erklärt sich leicht, warum wohl eine Harz- oder Glasstange, nicht aber eine Metallstange, die man in der bloßen Hand hält, durch Reiben elektrisch wird. Die letztere als guter Leiter giebt die Elektricität sofort an den menschlichen Körper, einen anderen guten Leiter, ab, welcher die Verbindung mit der Erde herstellt. — Um in einem guten Leiter die Elektricität dauernd zu erhalten, dient das naheliegende Mittel, daß man ihn außer Berührung mit Leitern hält, also durch Nichtleiter tragen läßt. Er heißt dann isoliert. Man setzt ihn zu diesem Zwecke auf Glas- oder Porzellanfüße oder legt ihn auf eine Glas-, Harz- oder Gummiplatte oder hängt ihn an seidenen Schnüren auf. Die Isolierung erfolgt aber nur, wenn keine Feuchtigkeit ins Spiel kommt, also auch die umgebende Luft recht trocken ist.

Wenige Jahre nach Gray entdeckte der französische Physiker Dufay neue elektrische Erscheinungen; er fand, daß die Elektricität sich in ihren Wirkungen verschieden verhalte, je nachdem sie an Glas oder Harz erzeugt wurde, und benutzte zur Nachweisung dessen das elektrische Pendel.

Dieses Pendel ist ein Kügelchen von Holundermark, an einem seidenen Faden aufgehängt, der von einem gläsernen Ständer herabhängt. Wird eine geriebene Siegellackstange dem Kügelchen genähert, so wird es angezogen und nach einer Weile, wenn es sich mit der Harzelektricität gesättigt hat, wieder abgestoßen. Fernere Berührungen mit dem Siegellack sind nun nicht mehr thunlich, das Kügelchen weicht immer aus; dagegen wird es nun um so heftiger von einer geriebenen Glasstange angezogen. Dieselben Erscheinungen treten auf, wenn erst das Glas und dann das Siegellack ins Spiel gebracht wird. Harz- und Glaselektricität sind also in ihren Ausßerungen entgegengesetzt; sie bilden gleichsam die Hälften eines Wanzens, und man unterscheidet sie am gewöhnlichsten durch die Bezeichnung positive und negative Elektricität, jene in unserem Versuche vom Glase, diese vom Harze stammend. Es werden aber diese beiden Elektricitäten unter allen Umständen zugleich erzeugt. Bei der Reibungselektricität also werden nicht nur die Stäbe, sondern auch die Reibklappen elektrisch, und zwar positiv oder negativ, je nachdem der geriebene Körper negative oder positive Elektricität angenommen hat. Um dies nachweisen zu können, muß aber auch der reibende Stoff an einem isolierenden Griffe befestigt sein.

Zwischen einem positiv und einem negativ elektrischen Körper besteht daher immer Anziehung, d. h. Streben nach Ausgleichung. Haben dagegen zwei Körper einerlei freie Elektricität, so findet statt der Anziehung eine Abstoßung statt; daher denn der Satz: ungleichnamige Elektricitäten ziehen sich an, gleichnamige stoßen sich ab. Eine wirkliche sichtbare Anziehung

und Abstoßung kann natürlich nur stattfinden, wenn sehr leichte und leicht bewegliche Körper ins Spiel kommen, Papierschnitzel, Fasern, Holundermark und dergl. Solche Dinge folgen dann den Bewegungen der elektrischen Kräfte ebenso, als wenn die gewöhnliche Luft mit ihnen spielte. Berühren wir zwei isoliert nebeneinander aufgehängene Holunderkugeln mit einem und demselben geriebenen Harz- oder Glasstab, elektrifizieren sie also gleichnamig, so geben sie ihren gespannten Zustand sogleich dadurch zu erkennen, daß sie voneinander abweichen, also gespreizt hängen. Berührt man gleichzeitig jedes Kugeln mit einem Finger, so stellen sie sich alsbald wieder gerade und sind unelektrisch, da die Elektricität durch einen guten Leiter entwichen ist. Solche kleine (metallene) Doppelpendel dienen dazu,



75 u. 76. Elektrisches Pendel.

das Vorhandensein von Elektricität in einem Leiter, an welchem sie hängen, anzuzeigen. Die Anziehung oder Spannung der gleichnamigen Elektricität wird nach einem bestimmten Gesetz mit der Annäherung der elektrifizierten Körper stärker, mit der Entfernung schwächer; ebenso wächst die Anziehung mit der größeren Menge der Elektricität.

Das Reiben ist, wie wir schon wissen, nicht die einzige Art der Elektricitäts-erregung; es können auch durch bloße Berührung und selbst durch Annäherung die beiden Elektricitäten getrennt werden. Diese Trennung wird durchweg Verteilung genannt, und das Reiben ist nur eines der Mittel zur Verteilung. Alles jetzt zu Sagende bezieht sich nur auf Körper, die gute Leiter sind. Denken wir uns einen solchen isoliert, also z. B. einen der hohlen walzenförmigen Blechkörper auf Glasfüßen, wie sie an der Elektrifiziermaschine vorkommen, oder die bei Guericques Maschine an Seidenfäden aufgehängene Metallbarre, und nähern dem einen Ende einen elek-



trischen Körper, so werden alsbald die Electricitäten in demselben rege und verteilen sich nach dem Grundsatz, daß gleichnamige Electricitäten sich abstoßen und ungleichnamige sich nähern. Ist unter jedem Ende des Leiters ein elektrisches Doppelpendel aufgehängt, so giebt sich der Zustand der Verteilung sogleich durch eine gespreizte Stellung beider zu erkennen. Wird der erregende Körper wieder entfernt, so kehren die Electricitäten des Leiters in ihren gebundenen Zustand zurück, und die Pendel nehmen ihre natürliche Stellung wieder ein. Läßt man dagegen die Einwirkung des Erregers fortbestehen und setzt das Ende des Leiters durch einen Metalldraht mit der Erde in leitende Verbindung, so entweicht die dortige abgestoßene Electricität, denn die Erde nimmt beide Arten, positive und negative, willig auf. Ist also der Erreger positiv geladen, so verliert der Leiter am anderen Ende seine positive Electricität und die negative bleibt festgehalten, bis der Erreger entfernt wird; dann ist sie frei und nach allen Seiten ableitbar. Je mehr ein Erreger einem isolierten Leiter genähert wird, desto stärker wird in diesem die Verteilung und Spannung, bis endlich die Luftschicht zwischen beiden nicht mehr dick genug ist, um die Vereinigung hindern zu können, welche dann durch einen überspringenden Funken erfolgt.

Auf die Form des Leiters kommt es an, in welcher Weise die Electricität sich über seine Oberfläche ausbreitet. Auf einer Kugel ist die Verbreitung überall gleich: auf einem gestreckten Körper häuft sich die Electricität an beiden Enden an. Hätte ein solcher Leiter noch scharfe Ecken oder Spitzen, so würde sich dort die Electricität so anhäufen, daß sie nicht mehr zurückzuhalten wäre, sondern durch die Luft entweichen würde. Man giebt daher den Leitern der Elektrifiziermaschine eine Walzenform mit abgerundeten Enden. Die ableitende Wirkung metallener Spitzen läßt sich dann immer noch zeigen, denn wenn man ein spitzes Metallstück, das mit einer Erdleitung verbunden ist, einem solchen geladenen Leiter entgegenhält, so giebt er seine ganze freie Electricität ab, und zwar ruhig, ohne überspringenden Funken.

Die Eigentümlichkeit der Spitzen, die Electricität im stillen abzugeben oder einzusaugen, wurde zuerst 1748 in Genf von dem Physiker Gallabert bemerkt.

Man nimmt an, daß in jedem Körper beide Arten der Electricität gleichmäßig vorhanden sind. Sie ziehen sich aber gegenseitig derartig an, daß sie nach außen keinerlei Wirkung ausüben können. Durch das Reiben wird nun in uns noch unbekannter Weise das Gleichgewicht der beiden Electricitäten in den zwei Körpern gestört und bewirkt, daß in dem einen Körper die eine, in dem anderen die andere Electricität das Übergewicht erhält.

Nach dem bisher Gesagten können wir zur Betrachtung derjenigen Maschinen übergehen, durch welche sich auf bequeme Weise größere Mengen von Electricität erzeugen lassen.

Diese haben seit Guericke mancherlei Formveränderungen und Verbesserungen erfahren, und zwar bis in die neueste Zeit; indes haben sie alle als nötige Stücke ein Reibzeug, einen geriebenen Körper, der ein schlechter Leiter ist, und einen gut leitenden Körper, also Auffammler der erzeugten Elektricität. Bei der gebräuchlichsten Form, die wir hier bildlich



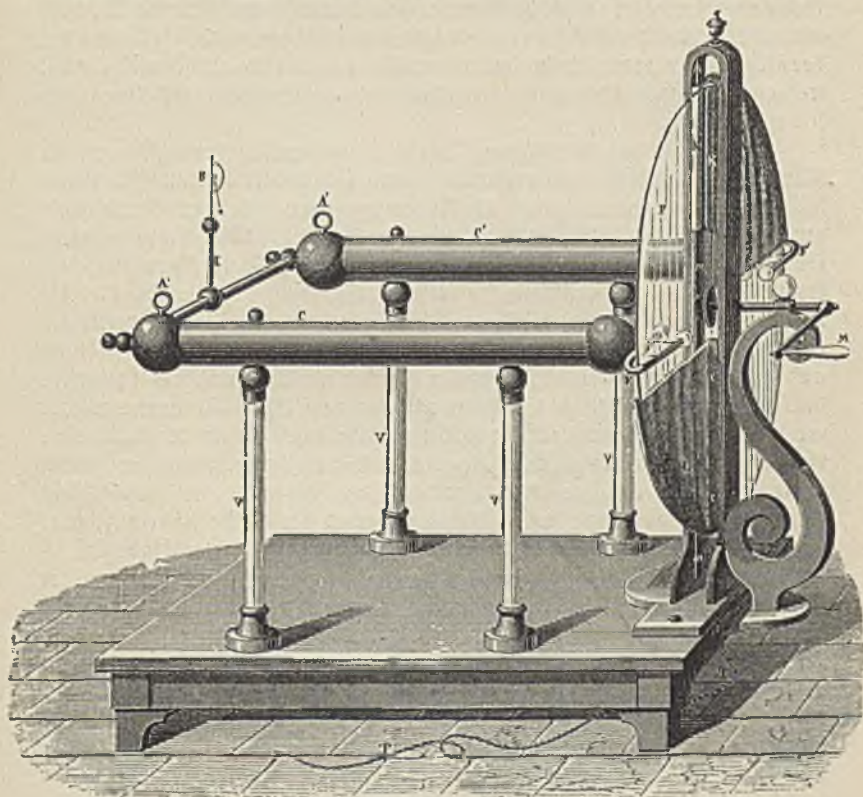
77. Zallaberts Experiment: Der Folterschmel.

vorzuführen, besteht der zu reibende Körper aus einer großen runden Glas-scheibe von 45—80 cm Durchmesser, welche durch eine Kurbel drehbar ist.

Während der Drehung muß sich die Scheibe zwischen zwei Rissen  $K, K'$  hindurchbewegen, die zu unterst oder zu oberst durch Federn gegen sie angedrückt werden. Der Name Rissen ist nicht mehr wörtlich zu nehmen; statt der früheren bauchigen Lederpolster hat man jetzt flache Holzplatten, die mit dickem, weichem Leder oder Tuch überzogen sind. Diese Platten haben mit dem Glase eine viel größere Berührungsfläche, was wichtig ist. Auf das Tuch oder Leder ist eine Mischung von Quecksilber, Zinn und Zink auf-



getragen, die zur Erleichterung des Aufstreichens mit Talg gemischt ist. Der dritte Hauptteil der Maschine ist der Sammler oder Konduktor C, C'; er besteht aus zwei gleichen metallenen Hohlzylindern, deren Enden durch Kugelkappen geschlossen und die durch Glasfüße isoliert sind. Vermöge der metallischen Verbindungsstange an der äußeren Seite wirken die beiden Körper wie ein einziges Stück. An den Enden, welche der Glascheibe zu-



78. Ältere Elektrisiermaschine.

gekehrt sind, trägt der Konduktor zwei gekrümmte metallene Arme, die Zuleiter, deren wichtige Dienste sich im Nachfolgenden ergeben werden. Diese Zuleiter umfassen, wie das Bild zeigt, einen ziemlich breiten Teil des Scheibentrandes und richten sowohl auf der inneren als äußeren Seite einige Metallspitzen gegen das Glas, an das sie sehr nahe herantreten, doch ohne es zu berühren. Schließlich hat noch die Scheibe über einen größeren Teil ihrer Fläche eine Bedeckung von Talg zur Abhaltung der nie ganz fehlenden Luftfeuchtigkeit, und die Maschine muß vor der Anwendung

überall sorgfältig zur Entfernung jeder Feuchtigkeit mit trockenem Zeuge abgerieben werden.

Sobald die Elektrifiziermaschine in Drehung gesetzt ist, kann man durch Berührung der Scheibe überall kleine Funken herauslocken; bei weiterer Drehung fahren solche von selbst knisternd heraus, ein phosphorartiger Geruch verbreitet sich, und man fühlt ein eigentümliches Anwehen im Gesicht, wenn man dieses der Glasscheibe oder dem Konduktor nähert; im Dunkeln nimmt man an der Scheibe einen leuchtenden Schein wahr. Je mehr sich der Konduktor ladet, desto mehr verläßt das bei B auf dem Träger I stehende elektrische Pendel oder Elektroskop seine senkrechte Stellung und stellt sich schräg.

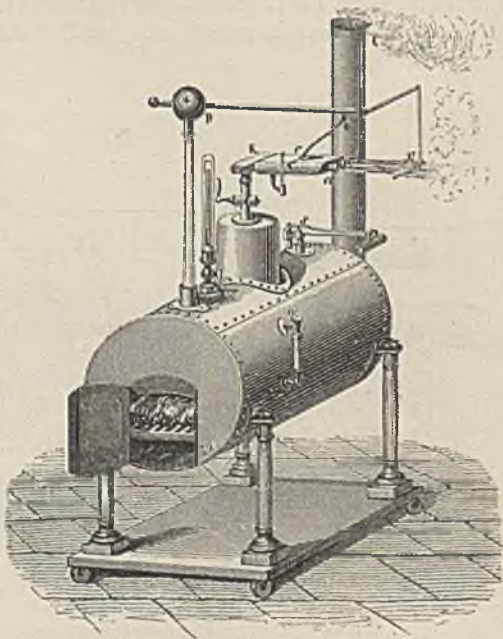
Haben wir uns die früheren Darlegungen deutlich gemacht, so ist die Wirkung der Maschine bald verstanden, denn es sind nur bekannte Vorgänge, die uns hier begegnen. Durch die Reibung zwischen Glasscheibe und Reibzeug wird erstere positiv, letzteres negativ elektrisch. Wird keine negative Elektricität verlangt, so läßt man sie durch Metallstreifen *mm* und die Kette *T* in die Erde abfließen, so wie sie erzeugt wird. Die Scheibe, als positiv geladener Körper, wirkt nun ihrerseits durch die Spitzen verteilend auf die Elektricität des Konduktors, stößt dessen positive Elektricität ab und bindet die negative. Da wir uns aber die Drehung als fortgesetzt denken, so wird die in der Scheibe entstandene Elektricität immer wieder zerlegt, die negative entweicht, und die positive häuft sich im Konduktor an. Auf die Größe der Maschine kommt es natürlich hauptsächlich an, wenn starke Ladungen erhalten werden sollen, doch hat auch der Zustand der Luft viel Einfluß, denn in feuchter Luft gerät die Sache nicht gut, und darum ist schon die Anwesenheit vieler Menschen und Lichter hinderlich.

Unter allen Umständen tritt aber endlich ein Zeitpunkt ein, wo die Ladung sich nicht weiter treiben läßt. Einem stark geladenen Konduktor darf man nicht zu nahe kommen, denn derselbe sendet lange Funken aus. Dennoch kann man sich selbst zu einem Konduktor machen, sobald man nur die Vorsicht braucht, sich mit der Maschine in Verbindung zu setzen, noch ehe sie in Gang gesetzt ist. Man stellt sich (S. 124) auf einen Isolierschemel und nimmt einen Draht in die Hand, der am Konduktor befestigt ist. Man wird nun elektrifiziert und fühlt bald, wie sich die Kopshaare empor und auseinander sträuben. Die Haare, als mit einerlei Elektricität geladen, stoßen sich ab und fliehen sich wie die Holunderkügeln. Die feinen Härchen der Gesichtshaut werden in derselben Weise gespreizt, und daraus entsteht das Gefühl, als sei man mit dem Gesicht in Spinnweben geraten. Dabei zieht die Hand leichte Körper an und stößt sie wieder ab, und wird dem Elektrifizierten ein Leiter genähert, z. B. eine Person greift nach ihm, so springt ein Funke über, der einen stechenden Schmerz verursacht.

Bei Gelegenheiten, wo ein Dampfstrahl aus einem Dampfkessel entweicht, wird zuweilen das Auftreten von Elektricität verspürt. Dies ist näher untersucht worden, und der Engländer Armstrong hat hiernach eine



Dampf-Elektrifiziermaschine gebaut, die in großen physikalischen Kabinetten ebenfalls anzutreffen ist, viel stärkere Wirkungen giebt als die gewöhnliche Maschine, aber sich durch ihren Dampf lästig macht. Das Hauptstück ist hier ein kleiner Dampfkessel mit innerer Feuerung, der auf einem Gestell mit Glasfüßen liegt. Der mit ganz reinem Wasser halb gefüllte Kessel wird bei Verschluss so lange geheizt, bis eine starke Dampfspannung erreicht ist; dann öffnet man einen Hahn, der Dampf fährt durch mehrere dünne Röhrenschüßeln hinaus, und die Strahlen fahren in die Zähne eines Rechens von Metallspitzen, von welchen eine Leitung nach einer isolierten metallenen Hohlkugel geht, die als Konduktor dient. Trotz ihrer verschiedenen Bauart ist diese Maschine ebenfalls eine durch Reibung wirkende. Die kleinen Ausflußröhren enden in Schüßeln von hartem Holze, denn der Dampf muß sich an einem Nichtleiter reiben. Ferner ist erforderlich, daß der Dampf schon teilweise verdichtet, mit feinen Wasserbläschen beladen sei, und dies wird erreicht, indem man die Ausflußröhren durch eine Büchse mit kaltem Wasser führt, so daß sie stets kälter als der Kessel bleiben.

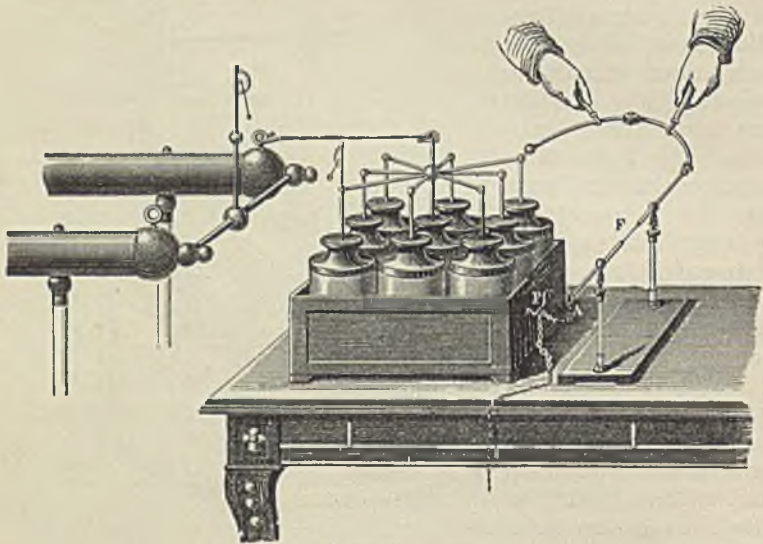


79. Armstrongs Dampf-Elektrifiziermaschine.

Würde man sie erhitzen, statt zu kühlen, so würde keine Elektrizität entwickelt werden. Also die Wasserbläschen vertreten hier das Reibzeug, und die Wirkung ist, daß der Kessel sich negativ, der Konduktor positiv ladet; wird aber etwas Terpentinöl mit in den Kessel gegeben, so nehmen die Elektrizitäten merkwürdigerweise in der umgekehrten Art Platz. Solange die Dampfausströmung dauert, können dem Konduktor beständig lange Strahlen entzogen werden, die man, wenn weiter nichts damit bezweckt wird, einfach auf den Kessel zurückschlagen läßt.

Im Jahre 1745 wurden fast gleichzeitig vom Domherrn von Kleist zu Kammin und dem Professor Muschenbroek in Leiden bei den Versuchen Beobachtungen gemacht — d. h. sie bekamen unerwartet heftige elektrische Schläge — welche auf Mittel führten, die Elektrizität in viel stärkerem Maße

anzuhäufen, als dies mittels der damaligen Maschinen thunlich war. Dies Mittel ist die Leidener oder Reiff'sche Flasche (Verstärkungsflasche) und namentlich die aus mehreren solchen Flaschen zusammengesetzte elektrische Batterie. Die Flaschen sind cylindrisch, mit weiter oder engerer Mündung, die ein Deckel oder Kork schließt. Wände und Boden sind sowohl auf der Innen- als Außenseite bis auf ein paar Zoll unter dem Rande mit Blattzinn (Stanniol) beklebt, das frei bleibende Glas gut mit einem Harzfirnis überzogen. Durch den Deckel geht ein metallener, oben mit einem Knopfe versehener Stab, der innen mit dem Zinnbelag in Berührung steht, gewöhnlich durch ein herabhängendes und zum Teil am Boden liegendes Rädchen.



80. Elektrische Batterie.

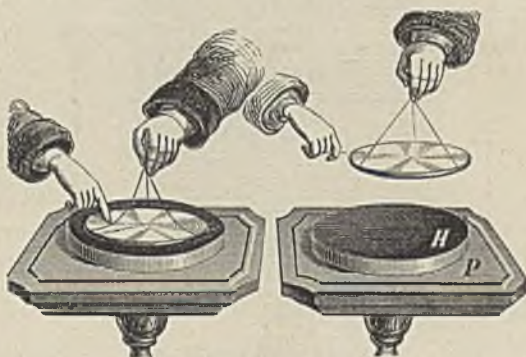
Wird der Knopf, indem man die einzelne Flasche in der Hand hält, dem Konduktor einer im Gange befindlichen Elektrisirmaschine nahe gehalten, so wird die Innenseite positiv elektrisch, die Außenseite dagegen negativ, indem die außen abgestoßene positive Elektricität durch die Hand fortgeht. Durch verlängerte Einwirkung kann eine Menge der beiden durch das Glas getrennten Elektricitäten aufgehäuft und dadurch eine hohe Spannung erreicht werden, denn mit der Menge steigt auch das Streben nach Wiedervereinigung.

Die letztere erfolgt, wenn zwischen die äußere und die innere Belegung ein Leiter gebracht wird, der als Brücke dient. Setzt man z. B. an die äußere Belegung das eine Ende eines Metalldrahts und nähert das andere dem Knopfe, der mit der inneren in Verbindung steht, so erfolgt noch vor der Berührung die Entladung unter Blitz und Knall. Je größer die Flaschen



und also die Metallflächen sind, desto stärker die Wirkungen. Bringt man nun eine Anzahl großer Flaschen so in Verbindung, daß sie wie eine einzige arbeiten, so werden auch die Wirkungen in demselben Maße verstärkt. Gewöhnlich setzt man neun große Flaschen zu einer Batterie zusammen, deren innere Flächen dann dadurch verbunden sind, daß von allen äußeren Knöpfen Metallstäbchen nach dem mittelsten gehen. Zur Verbindung der Außenseiten stehen die Flaschen ferner in einem Kasten, der innen mit Metall ausgelegt ist. Von dieser Belegung geht eine Kette nach außen in die Erde zur Ableitung der positiven Elektrizität, während eine andere dazu dient, die Batterie nach Wunsch mit beliebigen anderen Apparaten in Verbindung zu setzen. Die Ladung einer Batterie geschieht vom Konduktor einer Elektrifiziermaschine aus mittels eines verbindenden Metallstabes. Um nicht die sehr schmerzhaften und unter Umständen auch sehr gefährlichen Entladungen auf den eigenen Körper zu ziehen, bedient man sich zur Schließung eines sogenannten Ausladers, der entweder aus einem gekrümmten einfachen Metallstücke mit einem gläsernen Griff, oder aus einem zweiteiligen, mit Scharnier versehenen Bogen mit zwei Griffen (s. Abb. 80 und 86) besteht.

Will man nur geringe Mengen Elektrizität erzeugen, so bedient man sich des Elektro-

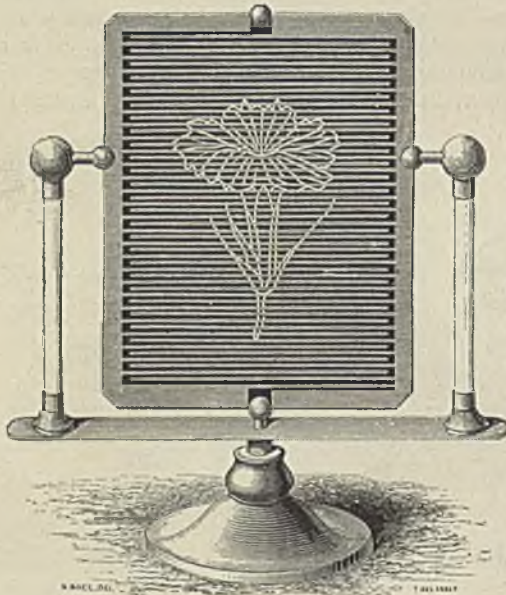


81. u. 82. Elektrophor.

phors, einer aus Schellack und Terpentin bereiteten Platte von etwa 25—50 cm Durchmesser und 1—2 cm Dicke; sie wird durch Reitschen mit einem trockenen Fuchschwanz negativ elektrisch. Legt man nun einen kleineren, entweder in einer ganz ebenen, an den Ranten abgerundeten Metallplatte oder aus einer mit Stanniol überzogenen Pappe bestehenden Deckel, der mit einem isolierenden Handgriffe versehen ist, auf den Harztuch und nähert alsdann der oberen Fläche des Deckels den Knöchel des Fingers, so springt ein elektrischer Funke über! Wie geht das zu? Die negative Elektrizität des Harztuchens hat das Elektrizitätsgemisch im Deckel zerlegt; die positive Elektrizität sammelte sich an der unteren, die negative Elektrizität an der oberen Fläche. Diese, welche frei war, leitete der sich nähernde Knöchel des Fingers über. Hebt man den Deckel ab, so kann man auch aus der unteren Fläche desselben einen Funken ziehen. Solange nämlich der Deckel auf dem Kuchen liegt, ist die positive Elektrizität an der unteren Fläche gebunden, beim Abheben des Deckels aber wird sie frei.

Die Wirkung des Elektrophors leitete zwei deutsche Physiker: Töpler in Dorpat und Holtz in Berlin zu der Erfindung einer neuen Art von Elektrifiziermaschinen, d. i. der sogenannten „Influenz-Elektrifiziermaschine“. Der Raum gestattet uns jedoch nicht, hier näher auf dieselbe einzugehen.

Mit der Elektrifiziermaschine, der Leidener Flasche und Batterie lassen sich eine große Menge höchst unterhaltender Versuche anstellen. Anfänglich hielt man sich besonders an die Erscheinungen der Anziehung und Abstoßung und der kleinen Funken und Entladungen, die der Körper ohne große Beschwerden ertragen konnte. Man hatte elektrische Glockenspiele, elektrischen



83. Elektrische Lichttafel.

Kugel- und Puppentanz und dergl. Mancherlei Apparate hat man auch zur Veranschaulichung der elektrischen Licht- und Wärme-Erscheinungen. Die Elektrizität erscheint zuerst als Licht, als elektrischer Funke, wenn sie von einem Leiter auf den anderen überspringt. Hierauf beruht u. a. die elektrische Zaubertafel, eine Vorrichtung zur Erzeugung schöner Lichterscheinungen im Dunkeln. Auf einer durch Glasfüße isolierten Glas-tafel sind schmale Zinnstreifen, die mehrmals der Länge nach gefaltet sind, mit Belassung von Zwischenräumen aufgeleimt. Mit einem scharfen

Instrument schneidet man in die Fläche eine beliebige Zeichnung, so daß die Schnitte die Zinnstreifen trennen. Wird nun die Tafel durch einen Draht, der von dem oberen Knopfe ausgeht, mit einer Elektrifiziermaschine in Verbindung gesetzt, und geht ein anderer Draht von dem unteren Knopfe nach der Erde, so erscheint das ganze Bild in Feuer stehend, indem an allen Durchschnitten elektrische Funken überspringen.

Auch an guten Leitern treten Lichterscheinungen auf, wenn dieselben der Elektrizität einen zu engen Weg bieten, wie z. B. dünne Metalldrähte. Diese werden nämlich unter solchen Umständen glühend, schmelzen und verbrennen auch durch starke Schläge. Wir sehen an der Abbildung 80 an der Leitung rechts eine Stelle F stark verdünnt; dieses soll ein eingeschäl-



teles Stückchen Eisendraht vorstellen und würde als solches die erste Entladung nicht überdauern, sondern sofort unter Funkensprühen wegbrennen. Sehr dünne Leiter, wie Zinnfolie, Blattgold und dergl. werden unter solchen Umständen ganz zu feinem Staube verflüchtigt. Solchergehalt läßt sich auch erwarten, daß leicht entzündliche Körper um so eher von einem durchschlagenden Funken in Brand gesetzt werden. Durch Versuche mit Weingeist, Aether, Schießpulver, Kolophoniummehl u. s. w. läßt sich die Richtigkeit der Voraussetzung leicht bestätigen. Knallgas, ein Gemisch von Sauer-



84. Entzündung von Weingeist durch den elektrischen Funken.

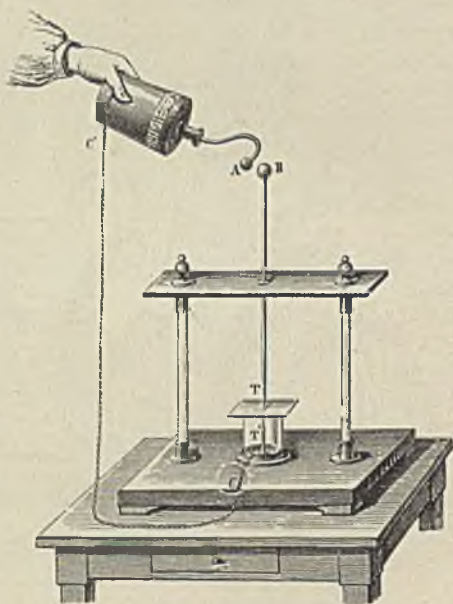
stoff und Wasserstoff, ist ebenfalls eine entzündliche Lustart, welche mit großer Kraft explodiert und sich zu Wasser verdichtet. Füllt man damit ein Metallrohr und setzt eine Ladung darauf, so kann man den Schuß abfeuern, wenn man zwischen zwei Spitzen der Drahtleitung, die in das Rohr hineinreichen, einen Funken überschlagen läßt. Dies ist die elektrische Pistole, bez. Kanone.

Nicht am wenigsten merkwürdig sind auch die mechanischen Wirkungen der Elektrizität. Findet sich dieselbe in einem so gespannten Zustande, daß sie die Luft durchbricht, um auf einen anderen Leiter überspringen, so durchschlägt sie auf solchem Wege auch andere Nichtleiter und hinterläßt ein Loch oder bewirkt eine Zertrümmerung. Die Entladungen einer Leidener Flasche oder gar Batterie, die immer viel heftiger sind als

die einer Maschine, haben auch die stärkste mechanische Wirkung. Schon mit einer einzelnen Flasche kann man die Durchlöcherung einer Karte, Pappe und dergl. bewirken. Die Kraft einer ganzen Batterie durchdringt wohl ein ganzes Spiel Karten, zersplittert Bretter und durchschlägt Glasplatten. Eine mit Wasser gefüllte Röhre, die an den Enden geschlossen ist und in welche von beiden Seiten ein Leitungsdraht hineinreicht, wird zertrümmert, sie mag noch so stark sein. Es kommt dies von der starken Ausdehnung des Wassers, welche die Elektrizität bewirkt. Hiernach ist es also kein Wunder, daß auch kleine Tiere, wie Hunde, Ragen u. s. w., durch eine



85. Leidener Flasche.

86. Entladen  
der Leidener Flasche.

87. Durchschlagen einer Karte.

Batterie auf der Stelle getötet werden und selbst der Mensch dadurch in Lebensgefahr kommen kann.

Sobald man anfing, sehr lange Leitungen anzuwenden, was gleich nach dem Bekanntwerden der Leidener Flasche geschah, mußte man bemerken, mit welcher Raschheit oder vielmehr Augenblicklichkeit die elektrische Erregung sich über die ganze Länge der Leitung verbreitete. Franklin zog eine Leitung über einen breiten Fluß und zündete auf der jenseitigen Station mittels einer Leidener Flasche augenblicklich Aether an. Im Jahre 1746 schaltete Winkler in Leipzig in die Leitung eines langen Drahtes einen Teil der Peiße mit ein, und die Entladung fand ebenfalls augenblicklich statt; 1747 leitete Watson den elektrischen Funken in einem Drahte über die Themse und durch das Wasser derselben zurück. Ein anderes Mal schaltete er in



die Mitte von zwei Meilen Drahtlänge eine Strecke von zwei Meilen trockenen Landes ein, und die Entladung fand auf die Entfernung von 5000 m ebenfalls augenblicklich statt. Aber erst Wheatstone hat durch den von ihm erfundenen Apparat mit drehendem Spiegel die wirkliche Schnelligkeit der Elektrizität berechnet und gefunden, daß der elektrische Funke in einer Sekunde etwa 470 000 km zurücklegt, während das Licht nur 310 000 km in derselben Zeit durchströmt, beide Schnelligkeiten sich also verhalten wie 29 : 19. Es legt also der elektrische Funke jede irdische Entfernung in undenkbar kurzer Zeit zurück. Weder Land noch Wasser halten ihn in seiner Bewegung auf, ja noch mehr, sie dienen ihm als Beförderer und Leiter auf seiner weiten Reise, und er könnte in einer Sekunde  $11\frac{1}{2}$  mal rings um die Erde laufen, die Entfernung von der Sonne aber in fünf Minuten zurücklegen.

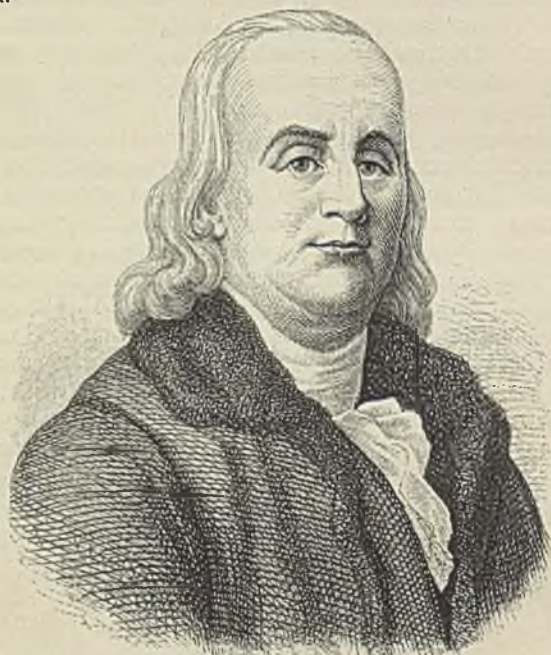
Nachdem man die Fernwirkungen der Elektrizität in langen Drähten kennen gelernt, kam man denn bald auf die naheliegende Idee, die neue Naturkraft als Eilboten der Gedanken zu benutzen, und machte Versuche zur Ausarbeitung einer elektrischen Telegraphie, wobei die Schwingungen eines Pendels oder überspringende Funken als Zeichen zu benutzen gewesen wären. Die Ausführung im großen mißlang, weil man mit der Elektrifiziermaschine nicht die hierzu nötige Menge Elektrizität liefern kann. Zum Telegraphen konnte es also erst kommen, nachdem eine andere Quelle entdeckt worden war, welche dieselbe Kraft, aber doch etwas anderes gartete, liefert. Das ist die in der galvanischen Batterie entstehende Elektrizität.

Die Elektrifiziermaschine an sich leistet demnach keine technische Arbeit, außer daß sie zuweilen zum Entzünden von Sprengladungen benutzt worden sein mag; sie ist ein Apparat für wissenschaftliche Versuche und zum Studium. Aber die durch sie erlangte Kenntnis lieferte doch bald schon ein wichtiges, unser Wohl förderndes Ergebnis, den Blitzableiter, zu dessen Betrachtung wir uns jetzt wenden wollen.

#### Der Blitzableiter.

Betrachtet man die Gestalt und Farbe der feurigen Entladungen, wie sie eine Leidener Batterie oder große Maschine giebt, so muß man unwillkürlich an den Blitz erinnert werden; ebenso nahe liegt die Vergleichung des dabei auftretenden starken Knalles mit dem Donnerschlag. Beim Einschlagen des Blitzes werden ferner schlechte Leiter zertrümmert, Metalle ins Glühen versetzt oder geschmolzen, brennbare Gegenstände entzündet, Menschen und Tiere getötet. Wo ein Blitz einschlägt, empfinden in der Nähe weilende Personen einen erstickenden Schwefel- und Phosphorgeruch, und derselbe Geruch wird in geringerem Maße auch bei den Versuchen mit der Maschine verspürt. Er rührt, wie wir jetzt wissen, davon her, daß die Elektrizität den Sauerstoff der Luft in einen Zustand versetzt, in dem seine chemischen Wirkungen bedeutend gesteigert sind und wo er auch die Geruchsnerven reizt. Diesen elektrischen Sauerstoff hat man Ozon genannt. Sehen wir

also, daß eine Reihe von Erscheinungen beim Gewitter sich an der Elektrifiziermaschine im kleinen genau wiederholt, so kann kein Zweifel obwalten, daß der Blitz nichts weiter ist als ein großer elektrischer Funke. Diese Ansicht ist auch schon frühzeitig von Guericke u. a. ausgesprochen worden, wenn auch mehr nur wie eine oberflächliche Vermutung. Die Bewahrheitung derselben durch direkte Versuche und die alsbaldige Anwendung der gefundenen Wahrheit fürs praktische Leben verdanken wir dem berühmten und in mehrfacher Hinsicht ausgezeichneten Amerikaner Benjamin Franklin.



88. Benjamin Franklin.

Benjamin Franklin war das 16. Kind eines Seifensieders zu Boston und am 17. Januar 1706 geboren worden. Da er Geistlicher werden sollte, besuchte er eine Schule. Die Mittel des Vaters erlaubten ihm den Fortbesuch der Schule jedoch nicht, und er mußte sie im 10. Lebensjahre verlassen und seinem Vater beim Lichteziehen mit helfen. Diese Arbeit gefiel ihm jedoch nicht, und er sollte sich zum Erlernen eines Handwerkes entschließen. Zu diesem Zwecke führte ihn der praktische Vater durch eine große Reihe verschiedener Handwerkerstätten, damit er sie kennen lernen sollte, um nachher seine Entscheidung zu treffen. Seine große Neigung für Bücher gab den Ausschlag. Er wurde Buchdrucker und trat mit dem 12. Jahre bei einem älteren Bruder als Lehrling ein. In seinen



freien Stunden bildete er seine Kenntnisse eifrig weiter aus, las viel, schrieb selbst auch Abhandlungen, unternahm naturwissenschaftliche Versuche u. s. w. 1728 errichtete er eine eigene Buchdruckerei, dann eine Buchhandlung, gründete nebenbei nützliche Vereine, schuf eine Bibliothek und andere wohlthätige Anstalten, die man auch anderwärts erkannte und nachahmte. Dadurch lenkte er die Aufmerksamkeit seiner Mitbürger in hohem Maße auf sich und stieg in Folge derselben von Stufe zu Stufe und zuletzt zum Gouverneur von Pennsylvanien. Er starb am 17. April 1790. Er hatte sich große Verdienste erworben nicht nur um sein Vaterland, sondern auch um die ganze Menschheit durch zahlreiche, wichtige Erfindungen, von denen hier nur diejenige des Blitzableiters erwähnt werden soll. Zu ihr gelangte er folgendermaßen.

Franklin hatte sich in den vierziger Jahren vielfach mit elektrischen Versuchen beschäftigt, und die Ansicht von der Gleichartigkeit des Blitzes und elektrischen Funkens war bei ihm feste Überzeugung geworden. Es war ihm nun darum zu thun, zu weiteren Versuchen atmosphärische Elektrizität direkt aus Gewitterwolken herabzuleiten, wobei er freilich nicht ahnte, daß dieser Versuch ihm hätte das Leben kosten können. Er fertigte nämlich einen großen Luftdrachen, gab ihm einen Überzug von Seide und bewehrte das vordere Ende des Mittelstocæs mit einer eisernen Spitze. Denn er war es gewesen, der die Eigenschaft metallener Spitzen, die Elektrizität mit besonderer Leichtigkeit aus- und einströmen zu lassen, zuerst richtig gewürdigt hatte.

Die Leine, woran der Drache aufstieg, war ein gewöhnlicher hanfener Bindfaden, an dessen Ende ein Schlüssel und an diesen eine nicht leitende seidene Schnur geknüpft war, um daran den Faden sicher halten zu können. Mit dieser Vorrichtung ging Franklin einst im Juni des Jahres 1752, nur von seinem Sohne begleitet, dem er seine Absicht allein entdeckt hatte, beim Herannahen eines Gewitters auf eine Wiese bei Philadelphia und ließ den Drachen steigen. Obwohl nun dieser sehr hoch stand und die Gewitterwolken ziemlich dicht über ihm hinzogen, so bemerkte Franklin doch nicht das geringste Zeichen von Elektrizität, und schon fürchtete er, daß seine Ansicht von der Natur des Gewitters doch nicht die rechte sein könne, als er, nachdem ein gelinder Regen den Faden angefeuchtet hatte, plötzlich wahrnahm, daß die losen Fäserchen der seidenen Schnur allesamt aufwärts strebten und ein leises Knistern zu hören war. Hocherfreut darüber, daß sich in dem Seidenfaden Spuren von Elektrizität zeigten, die notwendig atmosphärische, aus den Gewitterwolken herabgeleitete sein mußte, erforschte er die Erscheinung gründlicher, hielt ein Fingergelenk an den Stahl Schlüssel, und ein starker, sehr sichtbarer Funke sprang sofort in seinen Körper über. Dies bestätigte seine frühere Ansicht vollkommen, und er konnte nun darauf weiter bauen.

Die Luftelektrizität wirkte in gleicher Weise wie die künstlich erzeugte. Er leitete nun zu wiederholten Malen Funken von dem Schlüssel ab, und es gelang ihm dieser Versuch so vollkommen, daß er seinem Körper nicht allein tüchtige Schläge mitzutheilen, sondern die Elektrizität selbst in einer

Seidener Flasche anzusammeln vermochte. Ein Glück für Franklin war es übrigens, daß die Schnur nicht ganz so feucht war oder gar aus einem besser leitenden Stoffe bestand; es hätte ihm wie dem verdienten Professor Richmann in Petersburg gehen können, der am 6. August 1753 von seiner Studierstube aus ähnliche Versuche anstellte und den Blitz, von dem er auch erschlagen ward, dadurch recht eigentlich in die Stube leitete.

Richmann hatte nämlich das von Franklin auch zuerst eingerichtete elektrische Glockenspiel bei sich aufgestellt, welches ein heranziehendes Gewitter durch Glockentöne anzeigt. Hierbei dient eine über das Dach hinausgeführte Auffangstange zum Herableiten der Elektrizität ins Innere des Gebäudes; sie endet in einem metallenen Querstück, und an diesem hängt einerseits eine kleine Glocke in leitender Verbindung an einem Kettchen, anderseits eine solche isoliert an einem Seidensfaden, und in der Mitte von beiden eine kleine Metallkugel, ebenfalls an einem Seidensfaden. Endlich geht von der isolierten Glocke eine Kette abwärts bis in den Erdboden. Wird die Stange und demzufolge die eine Glocke elektrisch, so wissen wir, was geschieht: der kleine Metallkörper wird von ihr angezogen, gleichnamig elektrisiert und daher gleich wieder fortgestoßen; er stößt nun an die andere Glocke, verliert an dieser durch die Erdleitung seine ganze Elektrizität und ist nun wieder Gegenstand der Anziehung für die erste Glocke. Er schafft also die Elektrizität über eine in der Leitung vorhandene Lücke portionsweise hinüber. Bei dem Richmannschen Apparat bestand nun der Unterschied, daß die Kette, welche aus dem Inneren der einen Glocke herabhing, nicht ganz bis zur Erde geleitet, sondern an einer Eisenstange befestigt war, die unten auf dem Tische in einem mit Eisenfeilspänen gefüllten Becherglase und oben unter der Decke in einer isolierenden Glasröhre ruhte, so daß diese Stange ganz den Platz des isolierten Konduktors einer Elektrifiziermaschine übernahm. Bei der Herrichtung des Ganzen war ihm der Universitätskupferstecher Sokolow behilflich gewesen. Den 6. August 1753, als alles fertig vorgerichtet war, kam nun dieser zu Richmann mit der Nachricht, daß ein Gewitter im Anzuge sei, er habe es eben ganz entfernt donnern hören. Beide gingen nun rasch nach dem Zimmer des Apparats, um zu sehen, welche Wirkung die Lufterlektrizität darauf ausübe. Als der vorangehende Richmann die Thür öffnete, war das elektrische Glockenspiel schon in vollem Gange, das an der Stange befestigte Elektrometer zeigte einen starken Grad der Lufterlektrizität an. Voll Freude über das so herrliche Gelingen seines Versuchs sprang Richmann nun hinzu, um die Sache in der Nähe betrachten zu können. Da fuhr aber mit einem furchtbaren Gewitterschlage ein Feuerballen aus der Eisenstange nach seinem vorgebeugten Kopf und tötete ihn auf der Stelle, während Sokolow besinnungslos zu Boden stürzte, sich aber bald wieder erholte.

Die Versuche, bei denen der elektrische Drache die Hauptrolle spielte, wiederholte der berühmte Lichtenberg in Göttingen.

Mit noch besserem Erfolge und zugleich mit aller Vorsicht arbeitete der Franzose de Romas zu Nérac. Der Drache stieg 180 m hoch und drang gewiß tief ins Innere der Gewitterwolke, denn de Romas erhielt



innen einer Stunde 30 Feuerstrahlen (Blitze), deren jeder eine Länge von etwa 3 m und eine Dicke von  $2\frac{1}{2}$  cm hatte, und die sämtlich ein Geräusch hören ließen, welches dem Knalle einer Pistole gleich, außerdem wohl tausend andere, welche etwa 2 m lang waren. Trotz aller seiner Vorsichtsmaßregeln wurde de Romas einmal durch einen Schlag, der ihn selbst traf, zu Boden geworfen.

Nach so glänzenden Erfolgen war nicht mehr zu zweifeln, daß Franklins Angabe, der Blitz sei eine Wirkung der Elektrizität, die richtige sei, während man z. B. in der ältesten Zeit den Blitz für eine Entzündung der brennbaren Dünste in der Luft hielt und nach der Erfindung des Schießpulvers meinte, daß salpetriges Salz und Schwefel in der Gewitterluft enthalten seien. Diese irrigen Meinungen sind durch Franklin beseitigt worden. Man weiß, daß der Blitz nichts anderes ist als ein elektrischer Funke, und daß die lange Linie, welche der Blitz bildet, nur der kurze Zeit im Auge hastende Eindruck, das Nachbild der Lichterscheinung ist, während die zickzackähnliche Gestalt durch den verschiedenartigen Druck der Luftschichten hervorgebracht wird, welche der elektrische Funke beim Überspringen durchstreifen muß.

Die Blitze sind oft meilenlang, wie man am besten übersehen kann, wenn man auf einem hohen Berge ein Gewitter in der Tiefe zu beobachten Gelegenheit hat. In solchen Fällen sieht man auch, daß die Blitze häufig aus einer Wolke in die andere parallel gelagerte oder nach oben schlagen.

Das Wetterleuchten, welches man des Abends oder während der Nacht selbst bei ganz heiterem Himmel sieht, ohne daß man irgend einen Donner hört, ist meistens nur der Widerschein entfernter Blitze. So verweilte der berühmte Saussure in der Nacht vom 10. zum 11. Juli 1783 auf der Grimfel und bemerkte in der Richtung nach Genf Wolkenstreifen, in denen er Wetterleuchten wahrnahm, ohne das mindeste Geräusch zu hören. In derselben Nacht, und zwar zu derselben Stunde, wurde, wie spätere Nachforschungen ergaben, Genf von einem furchtbaren Wetter heimgesucht. Es kann das Wetterleuchten aber auch hervorgerufen werden, wenn Blitze in höchsten, sehr dünnen Luftschichten zucken, in denen nur schwache Schalle entstehen, die nicht bis zu unserem Ohre dringen.

Schlägt der Blitz in den Sand, so bildet er sogenannte Blitzröhren, d. h. tiefgehende ästige Röhren, welche aus zusammengeschmolzenen Quarz- oder Sandkörnern bestehen, ein glasartiges, braungelbes Aussehen haben und oft 10 m lang sind. Eine derartige Röhre ward bis zum Mai 1849 im Naturhistorischen Museum zu Dresden gezeigt; leider ging auch diese Seltenheit mit anderen Natur Schäzen durch den Zwingerbrand verloren!

Ebenso irrige Meinungen wie über den Blitz herrschten auch und herrschen zum Teil noch jetzt über die Natur des Donners, der, zwar ganz unschädlich, doch eben das ist, was uns bei einem Gewitter den größten Schrecken verursacht. Er entsteht lediglich durch die Schwingungen der gewaltsam erschütterten Luft. Während der Blitz sich sofort wieder verliert, kündigt der Donner uns schon aus der Ferne ein Gewitter an.

Ohne uns nach dem Gewitter umzusehen, hören wir dessen Nahen am Donner, sowie er stärker und stärker wird. Der Grund, warum der Donner stets später gehört wird, als der Blitz erscheint, liegt darin, daß der Schall sich weit langsamer bewegt, als das Licht, daher wir, obschon Blitz und Donner gleichzeitig stattfinden, den Blitz eher sehen, als wir den Donner hören; das Rollen des letzteren aber rührt zum Teil vom Echo, das durch Brechung des Schalles an Wolken-schichten und irdischen Gegenständen wie Bergen und Wäldern entsteht, zum Teil aber auch von der langsamen Bewegung der Schallwellen her. So ist es wahr, daß der Blitz im Augenblick seinen Weg von Wolke zu Wolke oder von der Wolke zur Erde zurücklegt und hiernach der Donner auch gleichzeitig an allen Orten erdröhnt, allein es giebt keinen Ort, an welchem das Ohr sämtliche Schallwellen zugleich aufzunehmen vermöchte, da sie nur nach und nach mit ihren besondern Echos an unser Ohr gelangen und der Knall überhaupt demselben als ein verlängertes Geräusch erscheint. Diese Beobachtungen lassen sich besonders in Berggegenden vielfach machen, da hier nicht selten der von einem und demselben Blitzstrahl erzeugte Donner plötzlich abbricht, um gleich darauf noch einmal zu erdröhnen. Wo der Blitz in der Nähe einschlägt, hört man bekanntlich nur einen einzigen, grell prasselnden Schlag, dem wenig oder gar kein Donner folgt. Derselbe Blitz aber wird in entfernterer Umgegend gewöhnlichen Donner bereiten vermöge der weithin in Aufruhr versetzten Luft. Kalte Schläge nennt man bekanntlich solche, die zwar einschlagen, aber nicht zünden. Diese haben entweder keinen brennbaren Stoff gefunden, wie in Gemäuern, oder die vorhandenen waren durchnäßt, oder es walteten noch andere Ursachen ob. Metalle schmilzt der Blitz oder bringt sie zum Glühen, und hierdurch kann dann am ehesten ein Brand entstehen, und ein einziger eiserner Bolzen in einem Dachwerk kann Ursache sein, daß das Haus abbrennt.

Ist es aber nun längst außer Zweifel gestellt, daß das Gewitter nichts anderes ist als ein großartiger elektrischer Vorgang, so ist doch nicht mit gleicher Bestimmtheit die Frage zu beantworten, wie ein Gewitter sich bildet, da wir zu der Werkstatt, wo die Blitze gemacht werden, ja keinen Zutritt haben. Wir wissen aber erstlich, daß im Luftkreise beständig Vorgänge stattfinden, welche geeignet sind, Electricität zu erzeugen, namentlich Verdunstung, also Auflösung von Wolken, ebenso Verdichtung, plötzliche Wolkenbildung, veranlaßt durch Mischung verschieden warmer Luftschichten. Ferner lernen wir durch feine Elektroskope, daß fast beständig, auch bei heiterem Wetter, freie Electricität, bald positive, bald negative, in der Luft vorhanden ist; in den höheren, trockenen Luftschichten ist sie aber beständig positiv und um so reichlicher vorhanden, je höher aufgestiegen wird. Hier könnten sich also Wolken mit positiver Electricität sättigen und müßten dann in Wirkung auf andere Wolken den Gegensatz, die negative Electricität, erzeugen. Wahrscheinlicher aber bilden sich die Wolken durch ihre Entstehung auch zugleich ihre Electricität und lassen sie ausstrahlen, wenn die Ladung zu stark wird. Wie dem aber sei, es haben sich Gegensätze gebildet,



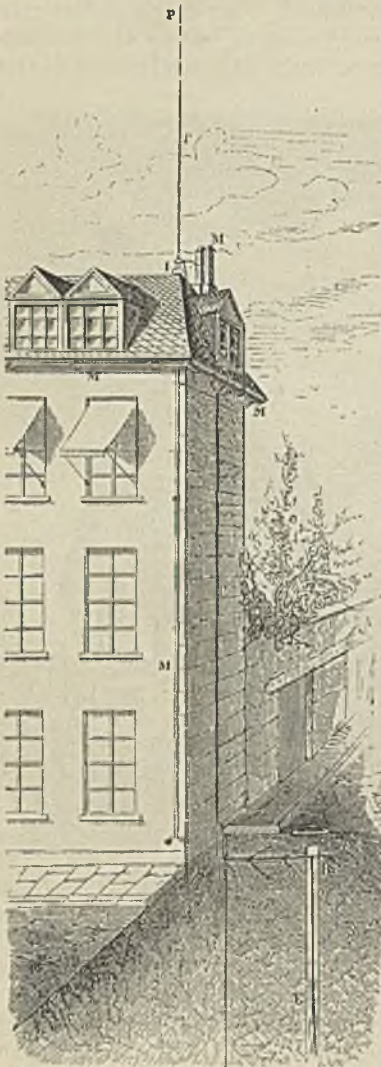
die nach Ausgleichung streben und dieselbe bewerkstelligen, sobald die trennende Luftschicht nicht mehr stark genug ist, dieses zu verhindern. Die Ausgleichung durch Blitze geschieht nun entweder von Wolke zu Wolke oder zwischen Wolke und Erde. Bleiben wir bei der Lehre von der Verteilung, so wird die gebundene Elektrizität in der Erde oder Wolke durch die freie



89. Franklin's erster Blitzableiter.

der Gewitterwolke zerlegt, die gleichnamige abgestoßen, die entgegengesetzte angezogen, und sobald die dazwischen befindlichen Hindernisse überwunden werden können, so erfolgt die Vereinigung unter Blitz und Donner. Daß der Blitz auf seinem Wege zur Erde nach den höchsten Punkten, Türmen, Bäumen u. s. w. geht, bedarf nach allem, was wir vom elektrischen Funken schon wissen, wohl keiner Erklärung weiter; er kürzt sich damit eben den beschwerlichen Weg durch die Luft ab.

Wir wollen nun zu Franklins großer Erfindung, dem Blitzableiter, zurückkehren. An Gelegenheit, dergleichen zu sehen, fehlt es



90. Blitzableiteranlage.

nicht; denn man findet Blitzableiter jetzt fast auf jedem öffentlichen Gebäude und auf den bedeutenderen Privatgebäuden oft in großer Ausdehnung. Ein Blitzableiter besteht in seiner einfachsten Gestalt zunächst aus der auf dem höchsten Punkte des Gebäudes befestigten eisernen, oben zugespitzten, 3—4 m langen Aufhängestange, an welche sich dann die Leitung schließt, welche ebenfalls aus Eisen, entweder starkem Eisenblech oder zusammengewundenem starkem Drahte besteht und dazu bestimmt ist, die aus der Luft durch die Auffangstange gezogene Elektrizität unschädlich in die feuchte Erde zu führen. Diese Leitung ist einige Fuß unter der Erde in rechtem Winkel gebogen und endet in einiger Entfernung in einem Brunnen oder in einer mit Holzkohlen ausgefüllten, beständig feuchten Erdschicht. Die Verbindung mit dem feuchten Erdboden muß in sicherer Weise bewirkt werden, wenn der Blitzableiter wirklich Schutz gewähren soll. Die Wirksamkeit der ganzen Einrichtung hängt nämlich davon ab, daß die Elektrizität aus der Leitung möglichst rasch in den Boden übergehen kann. Und darum eben muß das Ende der Leitung in feuchtem Erdreich liegen, denn die zahllosen feinen Wasseradern im Boden sind leitende Äste, in denen der Blitzstrahl in die Erde geführt und unschädlich gemacht wird. Ist der Blitzableiter nicht tief genug in die Erde hinabgeführt, so kann er für

das Haus eher schädlich als nützlich werden; denn der Blitz springt dann leicht in das Gebäude wieder zurück.

Die Spitze der Aufhängestange macht man von Kupfer und vergoldet sie, häufig wird sie oben noch mit einer Platinspitze versehen, da Platina



bekanntlich gar nicht rostet; es ist dies aber ganz unnütz und verteuert die Anlage nur unnötig. Weil der Blitz von einer unterbrochenen Leitung leicht abspringt, so muß dieselbe öfters untersucht werden, ob in den Verbindungen stets Metall und Metall sich berühren, die Flächen nicht etwa gerostet oder die Leitung vielleicht irgendwo abgebrochen sei. Man macht auch kupferne Leitungen, entweder in Form von Flachschienen oder Drahtseilen, die zwar teurer, aber auch bessere Leiter sind. Diese Leiter dürfen aber nicht nahe bei Feueressen stehen, sonst verderben sie rasch. Der Rauch enthält nämlich stets reichlich Ammoniak, und dies greift das Kupfer fast ebenso heftig an wie Scheidewasser. Neuerdings legt man selbst Blitzableiter ohne Auffangstangen an. Da die eisernen Bänder längs des Firstes hin- und über das Dach zur Erde herablaufend die höchsten Teile des Gebäudes mit dem Erdboden verbinden, so gewähren sie einigen Nutzen, jedoch viel geringeren als die Ableiter mit Spizen. Man scheint hierbei geglaubt zu haben, daß man den Blitz durch Ableiter mit Fangstangen geradezu herabzuziehen vermöge. Dies könnte aber nur dann geschehen, wenn die Wolke sich unmittelbar über dem Blitzableiter befindet; ein Herabziehen derselben ist nicht möglich. Ist aber die elektrische Spannung zwischen Wolke und Erde so groß, daß es zum Einschlagen kommt, so wird bei guter Beschaffenheit des Ableiters der Blitz an demselben spurlos zur Erde niederfahren. Schlägt der Blitz trotz des Blitzableiters in ein Haus ein, so war sicher die Leitung schadhast, oder es sind nicht genug Auffangstangen angebracht worden. Da erfahrungsmäßig eine Auffangstange nur einen beschränkten Umkreis schützt, dessen Größe von der Höhe der Stange abhängt, so giebt man größeren Gebäuden nicht eine, sondern mehrere Auffangstangen, die aber durch Zwischenleitungen miteinander und mit der Hauptleitung verbunden sein müssen, in welche man zugleich die metallene Dachrinne und dergleichen mit einschließt.

Hauptsache ist bei jeder Blitzableiteranlage, daß alle größeren Metallmassen eines Gebäudes, wie Metalldächer, Dachrinnen, eiserne Schließen, Geländer, sowie auch diejenigen Teile, welche, wenn auch nicht von großer Masse, doch eine ausgedehntere metallische Leitung herstellen, wie z. B. außerhalb des Gebäudes angebrachte Röhrenleitungen, wie die Wasser- und Gasleitungen, mit der Blitzableitung in metallischer Verbindung sein müssen, damit nicht im Falle des Einschlagens ein Überspringen auf solche Gegenstände stattfindet, was, wenn diese Gegenstände isoliert wären, große Beschädigungen und Zerstörungen herbeiführen könnte.

Von einer guten Leitung springt der elektrische Funke selten ab. Die Leitung muß aber unter allen Umständen stark genug sein, sonst wird sie vom Blitz geschmolzen oder zerschmettert.

Der Nutzen der Blitzableiter hat sich seit einer langen Reihe von Jahren immer aufs neue bewährt. Schon kurze Zeit nach Erfindung des Blitzableiters zeigte man die Spitze einer derartigen Vorrichtung, welche von einem Blitzstrahl wie ein Eisendraht geschmolzen worden war. An dem Hause selbst hatte der Blitz keine Spur zurückgelassen. Der erste Blitz-

ableiter wurde von Franklin 1760 auf das Haus von Benjamin West gesetzt; er war nur unwesentlich von den jetzigen verschieden. Wie zur Bestätigung schlug kurz darauf der Blitz ein und ging unschädlich zur Erde. So kamen im Staate Carolina in Amerika, welcher von Gewittern ungemein viel zu leiden hat, die Blitzableiter schon um 1770 in so allgemeine Anwendung, daß man sie fast auf allen Häusern erblickt, und die Erfahrung hat bewiesen, daß sie in den meisten Fällen der beabsichtigten Wirkung entsprochen haben. Solange jedoch ein Haus durch eine derartige Vorrichtung noch nicht vor Blitzschlägen geschützt ist, müssen andere Vorsichtsmaßregeln in Anwendung gebracht werden, von denen einige hier, der Wichtigkeit wegen, erwähnt werden sollen.

Während eines nahen Gewitters soll man sich nicht an den Fenstern oder in der Nähe von eisernen Öfen, metallenen Kronleuchtern, nicht in der Nähe von Drahtzügen, von Spiegeln, deren Belegung aus Metall besteht, ferner von Dachrinnen aufhalten, sich auch nicht an die Wände lehnen. Feuer auf dem Herde zu unterhalten, in die Küche unter den Schornstein, den höchsten Gegenstand des Hauses, zu treten, wo der Ruß eine gute Leitung bietet, mit vielen Menschen in einer Stube zusammen zu sein, ist stets bedenklich. Jedenfalls ist der sicherste Platz in der Mitte eines größeren Zimmers, dessen Fenster man nicht verschlossen zu halten braucht. Überrascht uns ein Gewitter auf dem Felde, so ist die Gefahr, erschlagen zu werden, nicht unbedeutend, indem der Mensch in der ebenen Fläche dann der höchste Gegenstand ist. Es haben daher manche vorgeschlagen, sich lieber dem Regen auszusetzen und sich auf die Erde niederzulegen, als fortzugehen. Am gefährlichsten jedoch ist es, sich während des Gewitters unter einen Baum zu stellen, indem dieser, als höchster Gegenstand, den Blitz mehr als andere Gegenstände herbeizieht, weshalb auch der geistreiche Naturforscher Lichtenberg, welcher sich viel mit der Electricität beschäftigt hat, vorschlug, an jeden frei im Felde stehenden Baum ein Täfelchen mit der Aufschrift anzuhängen: „Allhier wird man vom Blitz erschlagen!“ Unter allen Bäumen sind die Eichen die vorzüglichsten Leiter, daher auch die Gefahr unter ihnen am größten. Dagegen droht uns fast keine Gefahr, wenn wir während des Gewitters im Walde fortgehen, indem der Blitz hier eine Menge bequemer Wege findet; denn trifft z. B. der Blitz einen Baum, so fährt er stets am Stamme herab in die Erde.

Nicht minder heilsam wie den Gebäuden sind die Blitzableiter den Schiffen, ja diesen noch viel nötiger, denn ein einzelnes Schiff als einziger über die allgemeine Fläche hervorragender großer Gegenstand wird von einem nahen Gewitter fast mit Sicherheit getroffen. Auch zur See bewährte sich das Schutzmittel bald, und schon der berühmte Seefahrer Cook erzählte den Fall, daß dicht neben ihm ein holländisches Schiff, das keinen Ableiter hatte, vom Blitz schwer beschädigt wurde, während das seine, besser geschützte, frei ausging. Heute wird kaum irgend ein Schiff ohne Ableiter in See gehen; die Auffangestange ist über den höchsten Mast hinausgeführt, und die Leitung bildet eine Eisenkette, die bis ins Meer hinabgeht.



## Galvanische Elektricität und ihre Anwendung.

Unter den Wirkungen, die sich durch elektrische Entladungen hervorbringen lassen, erregten diejenigen auf Lebende und selbst tote Tier- und Menschenkörper im vorigen Jahrhunderte mit das meiste Aufsehen. Die Elektricität, wenn sie durch einen lebenden oder auch toten Körper als Leiter geht, zwingt denselben zu unfreiwilligen Muskelbewegungen. Diese Erscheinungen müssen für unsere Vorgänger einen ganz besonderen Reiz gehabt haben, denn es wurden solche Versuche in Unzahl gemacht, und Legionen von Fröschen, Kaninchen und anderem Getier fielen ihnen zum Opfer. Auch menschliche Leichen und Köpfe wurden gelegentlich derartigen Versuchen unterworfen, nachdem man erst galvanische Batterien hatte bauen lernen, welche andauernde Elektricitätsströme ausgeben.

Doch versehen wir uns zurück in das Jahr 1780 und in die italienische Universitätsstadt Bologna. Dort hatte der Professor Galvani durch Zufall eine Entdeckung gemacht. Er hatte nämlich seiner Frau, die an einem lästigen Husten litt, eine Froschbrühe verordnet. Während er mit der Elektrifiziermaschine versuchte, bereitete einer seiner Gehilfen die Frösche nach den Angaben des Professors zu, was in nächster Nähe der Maschine geschah. Da auf einmal gerieten die toten Frösche in die lebhaftesten Zuckungen, Galvani erkannte bald, daß diese merkwürdige Erscheinung nur eine Ursache der Elektricität sei, und seitdem machte er emsig mit frisch getödeten Tieren Versuche. Da bemerkte er eine neue überraschende Erscheinung: das vorbereitete Hinterteil eines Frosches war mit einem kupfernen Haken an ein eisernes Geländer aufgehängt worden; so oft nun der eine oder andere Teil des Frosches an das Eisen stieß, gerieten die Schenkel in lebhafteste Zuckungen. Hier zeigte sich also eine neue Quelle von Elektricität; aber nun entstand die Frage, wo sie liege. Galvani suchte sie im Tierkörper selbst, der nach seiner Meinung immer mit den beiden Elektricitäten geladen sei, die sich durch den metallischen Leiter hindurch vereinigten, und zwar wohne die eine in den Muskeln, die andere in den Nerven. Er verglich den Tierkörper mit einer geladenen Leidener Flasche und nahm also eine tierische Elektricität an. Er glaubte sogar hinter das Geheimnis des Lebens gekommen zu sein, und seine weiteren Studien wurden von diesem Standpunkte aus geführt. Seiner Anschauung trat aber ein anderer Gelehrter, Volta, entgegen und behauptete, die Elektricität komme von außen, und das tierische Stück sei nur der Leiter; sie werde rege durch die Berührung der zweierlei Metalle unter sich. Den Beweis führte er, indem er nachwies, daß ein Zink-Kupferstreifen, der am Zinkende in der Hand ge-

halten wird, während man mit dem Kupfer die Platte eines Elektroskops berührt, dieselbe ladet. Galvani aber erklärte sich hierdurch nicht für widerlegt, sondern zeigte durch Versuche, daß erstlich ein Schließdraht aus einem einzelnen Metalle ebenfalls die Erscheinung hervorrufe, wenn auch schwächer, und zweitens, daß auch dieser noch wegfallen könne und gar kein Metall erforderlich sei, denn man erhalte auch Zuckungen, wenn man ein



91. Voltas galvanische Versuche an Thieren.

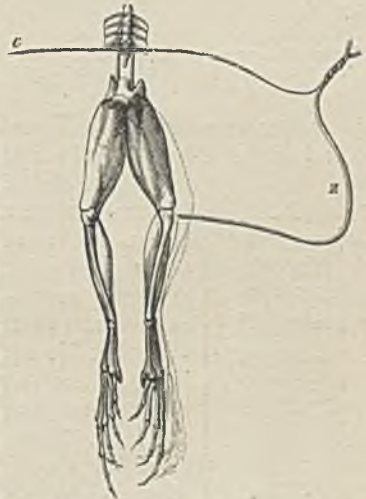
Stück eines Nerves frei mache und ihn mit dem Muskel in Berührung setze. Dieser letztere Versuch beweist denn auch aufs einfachste eine wirklich tierische Electricität. Beide verdiente Gelehrte kämpften sonach mit Thatsachen, und jeder fand seine Anhänger, so daß die ganze gelehrte Welt sich in zwei Lager spaltete und lange getrennt blieb, bis man nach gewonnener tieferer Einsicht sich sagen mußte, daß beide recht gehabt und nur die Sache von verschiedenen Standpunkten aufgefaßt hatten.



Die Art und Weise, wie man die hintere Hälfte eines Frosches zum Versuche vorrichtet, ist aus untenstehender Figur ersichtlich. Das Stück wird abgehäutet, oben ein Stück Wirbelsäule frei gemacht und von diesem wieder etwas Rückenmark entfernt, so daß an dieser Stelle nur die beiden Schenkelnerven verbleiben. Hier wird das eine Ende des metallenen Schließbogens, und zwar das kupferne (c), durchgesteckt und das Präparat ist fertig. So oft man nun mit dem Zinkende (z) gegen die Außenseite, also den Muskel, stößt, machen die Schenkel einen Schneller, und dies läßt sich so oft wiederholen, als das Fleisch frisch bleibt. An sich selbst kann man die Erregung durch zwei Metalle spüren, wenn man eine Kupfermünze auf und eine silberne unter die Zunge legt oder umgekehrt, in demselben Moment, wo man durch einen Druck die Münzen vor der Zungenspitze zum Zusammenstoß bringt, empfindet man ein eigentümliches Gefühl auf der Zunge, einen salzig-metallischen Geschmack.

Der über ein halbes Jahrhundert dauernde Gelehrtenstreit über den eigentlichen Ursprung der galvanischen oder Kontakt- (Berührungs-) Elektrizität hat sich gelegt, nachdem sich ein allgemeiner Gesichtspunkt für die Sache gefunden hat. Wenn sich verschiedene Metalle berühren, findet eine Scheidung der beiden Elektrizitäten in ihnen statt; das eine Metall wird positiv, das andere negativ elektrisch. Diese Scheidung wird stärker und andauernd, wenn man die Berührung der beiden Metalle nicht unmittelbar erfolgen läßt, sondern durch eine Flüssigkeit vermittelt, welche das eine der beiden Metalle angreift.

In diesem Falle werden die aus der Flüssigkeit hervorragenden Enden der Metalle mit Elektrizitäten entgegengesetzter Art geladen, das Ende des angegriffenen Metalles mit negativer, das des anderen Metalles mit positiver Elektrizität. Verbindet man beide Enden durch einen Leiter, z. B. durch einen Metalldraht, so gleichen sich die entgegengesetzten Ladungen aus, werden aber sofort wieder ergänzt, so daß ein andauernder Ausgleich in dem Metalldrahte vor sich geht oder ein andauernder elektrischer Strom entsteht. Um dies nachzuweisen, stellen wir einen Zink- und einen Kupferstreifen in Wasser, das mit Schwefelsäure angesäuert ist, und verbinden die hervorragenden Enden durch einen Metalldraht. Durch die Strombildung wird das Zink aufgezehrt, d. h. es verwandelt sich in Dryd, und dieses tritt mit der Säure zu einem Salze zusammen. Die Wirkung



22. Galvanischer Versuch am Froschschenkel.

und Electricitätsentwicklung dauert an, bis entweder das Metall oder die Säure aufgezehrt ist. Es besteht also zwischen der galvanischen und der Reibungselectricität nur der Unterschied, daß wir bei der ersteren die Electricität ruhend als Ladung in einem



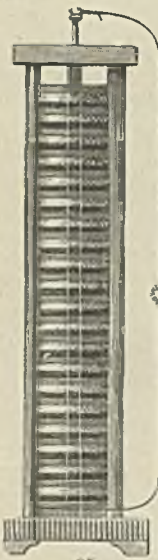
93.  
Electricitäts-  
erzeugung  
durch Berührung.



94.  
Galvanisches Element.  
a Zink; b Kupfer.

Leiter haben, während bei der galvanischen Electricität zwei entgegengesetzte Ladungen erzeugt werden, welche sich durch den verbindenden Leiter sofort ausgleichen, im Nu aber durch neuen Nachschub aus der Electricität erzeugenden Vorrichtung wieder ergänzt werden. Es entstehen also gleichzeitig andauernde Ladungen und Ausgleich dieser Ladungen durch den verbindenden Leiter zwischen a und b, die Electricität fließt daher wie ein Strom an-

haltend von a nach b, deshalb nennt man die Bewegung auch einen Strom. Die durch eine derartige Vorrichtung erzeugte Electricität zeigt nun aber nicht das Verhalten wie die mit der Elektrifiziermaschine hervorgebrachte, und wir dürfen nicht erwarten, einen andauernden Funkenstrom aus unserer Zink- und Kupferplatte zu erhalten. Wenn wir aber die beiden Platten genügend groß — sagen wir wenigstens handgroß — nehmen und sie durch einen kurzen, haarfeinen Eisendraht verbinden, so wird dieser warm, heiß und selbst glühend. Bringen wir eine schwebende Magnetnadel in die Nähe des Drahtes, so wird sie nach dieser oder jener Seite hin abgelenkt; leitet man den Draht um ein Stück weiches Eisen, ohne daß dieses berührt wird, so verwandelt der Strom dieses für die Dauer seiner Wirksamkeit in einen kräftigen Magneten. Teilt man den Draht in der Mitte und schaltet Flüssigkeiten oder andere Leiter ein, so können wir noch eine ganze Reihe chemischer und physikalischer Wirkungen der Electricität erhalten, welche später zur Sprache kommen werden. Alle diese Erscheinungen können wir auch mit der Electricität, wie sie die Elektrifiziermaschine erzeugt, hervorbringen, wenn wir die durch sie erzeugten Ladungen sich durch einen Leiter ausgleichen lassen.

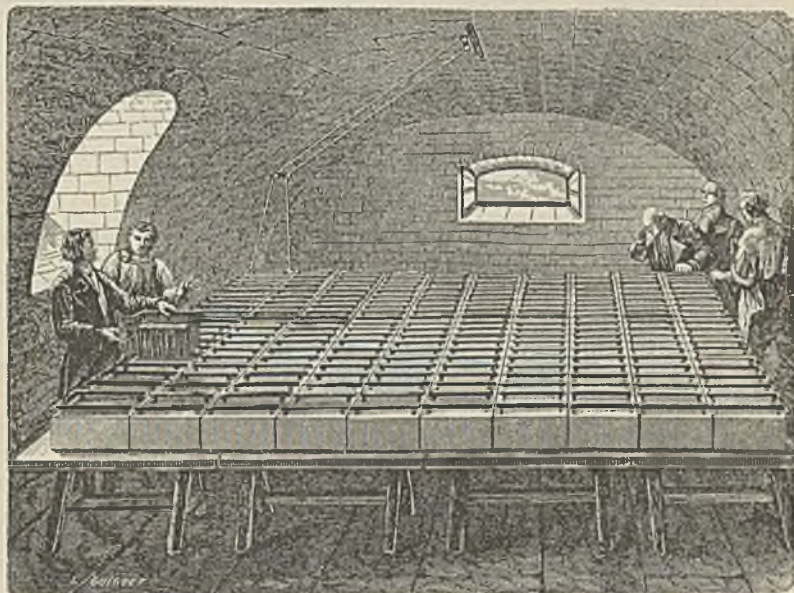


95.  
Die Volta'sche Säule.

Braucht man starke Ströme, so muß man die Zahl der Elemente oder Plattenpaare vermehren und sie durch Leitungen so verbinden, daß sie ihre Wirkungen vereinigen. Hiernach baute schon Volta die nach ihm benannte Säule. Dieselbe besteht aus paarweise zusammengelöteten Platten von Silber und Zink oder von Kupfer und Zink. Zwischen jedem Plattenpaare liegt ein Stückchen mit schwacher



Säure oder Salzwasser getränktes Tuch oder Pappe, so daß die Reihe Zink, Kupfer, Tuch sich wohl 50—100- und mehrmal wiederholt. Begann die Reihe mit dem Zink oder negativen Pole, so muß sie mit dem Kupfer oder positiven Pole schließen. Beide Pole werden durch eine Drahtleitung fortgesetzt; verbindet man die beiden Enden der Drähte, so entsteht der elektrische Strom, unterbricht man aber die Kette ein wenig, so bildet sich zwischen den beiden Drahtenden ein elektrischer Funke, der aber nicht der Funke der Elektrifiziermaschine ist, sondern durch das aufsprühende Verbrennen der Drahtenden hervorgebracht wird.

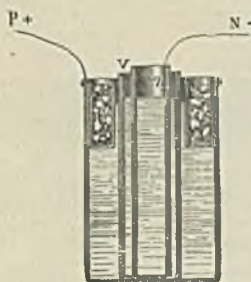


96. Der Londoner Riesentrogapparat.

Dieser Apparat ist veraltet, da er nicht lange wirksam bleibt, weil die Tuchscheiben nur wenig Flüssigkeit aufnehmen, die überdies durch das Gewicht der Metallplatten zum Teil wieder ausgepreßt wird, und weil das entstehende Zinkoxyd sich hindernd auf die Platten legt.

Besser sind daher Becherapparate, wie sie entstehen, wenn man die Figur 94 vervielfacht und die einzelnen Stücke durch Drähte sich so verbunden denkt, daß immer ein Bügel vom Kupfer des einen zum Zink des nächsten Bechers geht. Das erste und letzte Ende der Reihe giebt dann die im ganzen Apparat erzeugte Elektrizität aus. Ein einzelnes dieser Gefäße nennt man ein Element; aus mehreren Elementen setzt man die Batterie zusammen.

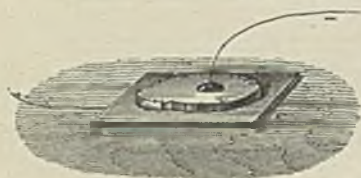
Da solche Apparate sich in der Anzahl und Ausdehnung der Platten beliebig vergrößern lassen, so hat man es in der Hand, sehr kräftige Wirkungen hervorzubringen, wie man sie früher kaum an den größten Leidener Batterien kannte. Wohlgermerkt aber, während dort mit einem Schläge die ganze gesammelte Elektrizität verpufft, gehen hier die Wirkungen andauernd fort. Eine der größten Batterien war die in London, welche dem berühmten Chemiker Davy zu seinen wichtigen Versuchen und Ent-



97. Daniells Element.

deckungen diente. Hier waren 200 Porzellan-kästen verbunden; jeder enthielt 10 Plattenpaare; jede Platte maß 32 englische Zoll im Quadrat. Es waren also im ganzen 2000 Paare vorhanden, und die gesamte metallische Oberfläche betrug 82 $\frac{1}{2}$  qm. Der in Thätigkeit befindliche Apparat (s. Fig. 96) entwickelte so viel Wasserstoff, daß der Aufenthalt in seiner Nähe gefährlich war. Er stand daher in einem Keller und sendete seine zwei Leitungsdrähte in ein oberes Lokal.

Die galvanischen Elemente, welche in sehr verschiedener Art, meistens aber durch die Zusammenstellung von Zink mit Kupfer oder Kohle in salz- oder säurehaltigen Erregungsflüssigkeiten hergestellt werden, reichen nur für die Elektrizitätserregung im kleinen aus, wo man nur einen schwachen elektrischen Strom von geringer Spannung braucht, wie dies im elektrischen Telegraphenwesen, für ärztliche Zwecke und zu physikalischen Versuchen der Fall ist.



98. Darstellung des Kalkums.

Die Zahl der aufgetauchten Zusammenstellungen und Abänderungen galvanischer Apparate ist eine beträchtliche, und beständig melden sich noch neue. Wir können hier nur wenige der gebräuchlichsten erwähnen. Von jedem Apparat wird jetzt verlangt, daß er möglichst konstant sei, d. h. daß seine

Wirkungen eine längere Zeit andauern und sich nicht abschwächen.

Daniells Element sieht folgendermaßen aus. Inmitten ist ein Becher (Zelle) von unglasiertem Thon oder Porzellan (v), durch welchen die Flüssigkeiten durchsickern und sich berühren können, ohne sich zu vermischen; er enthält die saure Flüssigkeit, in welcher das Zink steht. Außerhalb dieser Thonzelle ist die Kupfervitriollösung, in welcher das Kupfer steht. Bei dem Bunsen-Elemente ist das Kupfer durch eine feste Kohle ersetzt, welche man früher aus den Retortenrückständen der Gasfabriken gewann, jetzt aber künstlich herstellt. An Stelle der Kupfervitriollösung tritt Salpetersäure.

Die Grovesche Batterie stimmt im Grunde mit der Bunsenschen überein, nur daß sie statt des Kohlencylinders ein Platinblech hat, das in einem mit Salpetersäure gefüllten Thoncyliner steht. Beide Apparate



fallen durch ihre schädlichen Dämpfe lästig und gehören nicht in geschlossene Räume, sondern sind außerhalb anzubringen und nur die Leitungsdrähte nach innen zu führen, oder es muß in anderer Weise für Ableitung der Dämpfe gesorgt werden. Auf Telegraphenstationen sind sie außer Gebrauch gekommen, und man bedient sich anderer Zusammenstellungen, an denen, wie schon gesagt, kein Mangel ist; sehr gebräuchlich ist das Weidinger'sche Element.

#### Die Wärme und die chemischen Wirkungen des elektrischen Stromes im Stromkreise.

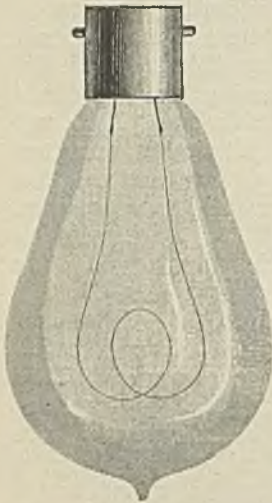
Der Strom erzeugt unter gegebenen Umständen eine Reihe merkwürdiger Wirkungen im Stromkreise; die hauptsächlichsten derselben, welche eine praktische Verwendung gefunden haben, wollen wir hier kurz erläutern.

Die einfachste und am leichtesten zu beobachtende Wirkung ist die Erwärmung des Leiters. Verbindet man die Pole einer galvanischen Säule durch einen feinen Eisen- oder Platindraht, so wird derselbe glühend, und man benutz diesen Vorgang u. a. auch dazu, um Pulverminen durch den Strom zur Entzündung und Explosion zu bringen. Einer weiteren Anwendung dieser Erscheinung werden wir bei der Glühlampe begegnen. Glänzender und auffallender erscheint die Wärmewirkung des Stromes im elektrischen Lichtbogen, welche Davy mit seiner großen Batterie zu Anfang des vorigen Jahrhunderts entdeckt hat.

Er setzte auf die Enden der beiden Drähte zwei Kohlenspitzen und brachte dieselben miteinander in Berührung, so daß der Strom geschlossen wurde. Wenn er nun die Spitzen etwas voneinander entfernte, so wurde dadurch der Strom nicht unterbrochen, sondern ging durch die Luft von Spitze zu Spitze über und erhitzte dabei die abgerissenen Kohlentheilchen zur Weißglut, so daß sie ein blendendes Licht ausstrahlten. Der Weg des Stromes durch die Luft zeigte sich als ein bauchiger Bogen, und darum heißt diese Erscheinung der elektrische Lichtbogen.

Es konnte nicht fehlen, daß man diese neue Lichterscheinung, welche an Kraft alle anderen künstlichen Lichterzeugungsverfahren übertraf, alsbald in Anwendung nehmen wollte. Aber daran hinderte zweierlei: zunächst brannten die Kohlenspitzen rasch fort, und der Lichtbogen wurde unterbrochen. Man mußte die Spitzen aufs neue in Berührung bringen und voneinander trennen, um den Bogen wieder zu erzeugen. Ein Fortschritt wurde erzielt, als Bunsen eine festere, haltbarere Kohle herzustellen lehrte, aus welcher man die Kohlenspitzen seitdem fertigt. Um aber das trotzdem eintretende Abreißen des Lichtbogens zu verhindern, baute man elektrische Lampen, bei welchen die Kohlenspitzen, sobald ihre Entfernung durch das Abbrennen zu groß geworden ist, ein wenig zusammengeschoben werden, bevor noch der Lichtbogen abgerissen ist. So entstanden die Bogenlampen, welche unsere Leser gewiß schon gesehen haben werden.

Ein anderer Weg, mittels des elektrischen Stromes Licht zu erzeugen, ist bei der Glühlampe eingeschlagen. Allerdings wird hier wie dort die Wärmewirkung des Stromes benutzt, indem man einen Körper dadurch zum Leuchten bringt, daß man ihn durch den Strom glühend macht, aber dieser Glühkörper ist hier ein Kohlenfaden, nicht wie beim Bogenlicht eine Luftlicht. Also auch im Glühlicht benutzt man wiederum die Kohle zur Erzeugung des Lichtes und zwar in Form eines haarfeinen Fadens, welcher luftdicht in eine Glasbirne eingeschlossen ist. Diese Glasbirne ist durch eine Luftpumpe von besonderer Bauart nahezu vollständig luftleer gemacht worden, und dies hat einen sehr wichtigen Zweck. Es würde nämlich der glühende Kohlenfaden sofort verbrennen, wenn er mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft zusammentäme; aber auch in ein sauerstoffreies Gas, welches die glühende Kohle nicht angreift, dürfen wir den Kohlenfaden nicht bringen, weil dann das den Faden umgebende Gas die Wärme des glühenden Fadens zu stark ableiten würde, so daß wir zur Erhaltung der hohen Glut zuviel Strom benötigen.



99. Glühlampe.

Eine solche Glühlampe, wie man sie heute vielfach sehen kann, ist nebenstehend abgebildet. Wir erkennen den feinen geschlungenen Glühfaden, welchen der Strom durchfließt. Er ist meist aus einer Bambusfaser bereitet worden. Damit der Faden mit der Stromleitung verbunden werden kann, ist er leitend an zwei feinen Platindrähtchen befestigt, welche in den Fuß der Birne eingeschmolzen sind und außen mit den Metallstücken verbunden sind, durch welche man die Lampe in ihrem Halter, in der sogenannten Fassung, befestigt.

Nächst der Wärme- und Lichtwirkung des Stromes interessiert uns die chemische Wirkung desselben. Der Strom zersetzt flüssige Leiter, welche eine chemische Verbindung darstellen, bei seinem Durchgange, und diesen Vorgang bezeichnet man als Elektrolyse. Der erste Stoff, der durch den Strom einer Volta'schen Batterie durch die Elektrolyse zersetzt und in seine beiden Gase: Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt wurde, war das Wasser. Man braucht dazu nur zwei Platindrähte, von denen je einer mit einem Pole der Batterie verbunden war, in Wasser zu tauchen, um die an jedem Drahte entstehende Gasentwicklung zu beobachten. Fing man die aufsteigenden Gasbläschen auf, so erkannte man leicht, daß es die zwei Gase waren, aus denen das Wasser besteht. Der Sauerstoff entwickelt sich am positiven Pol, der Wasserstoff am negativen; man erhält also beide nicht in Mischung, sondern getrennt, und zwar dem Raumaße nach vom letzteren genau das Doppelte des ersteren. Es ist nicht unbedingt nötig,



Platindrähte zu nehmen, um die Gasentwicklung hervorzurufen. Allein wenn man z. B. Kupferdrähte nimmt, so wird sich wohl an dem mit dem negativen Pole verbundenen Drahte Gas, also Wasserstoff, entwickeln, am anderen dagegen verbindet sich der entstehende Sauerstoff sofort mit dem Kupfer zu Kupferoxyd.

Der elektrische Strom zerlegt aber noch viele andere chemische Verbindungen und dabei auch solche, die früher auf keine Weise zerlegt werden konnten und daher lange Zeit als einfache Körper galten. Dies sind Kali, Natron und gewisse Erden: Kalk, Thon, Baryt, Lithion u. s. w. Sie alle haben sich als Verbindungen von Metallen mit Sauerstoff erwiesen, allerdings von Metallen, die weder wasser- noch luftbeständig sind, indem sie durch Sauerstoffaufnahme rasch wieder zu Oxyd werden. Sie lassen sich daher auch nicht aus flüssigen Lösungen gewinnen, sondern man muß einen trockenen Weg einschlagen und sie gleich an Quecksilber binden.

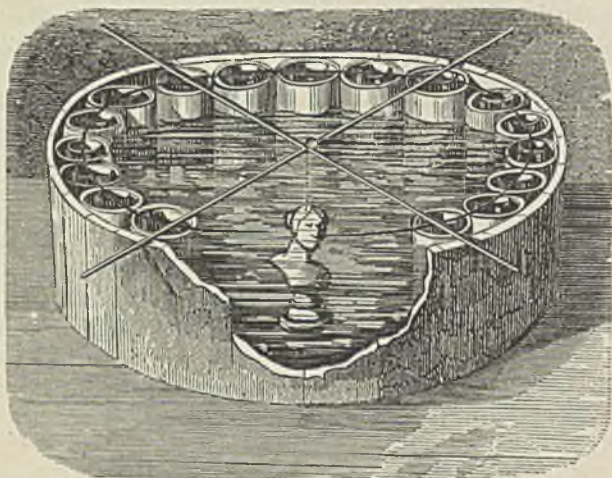
Im Jahre 1807 stellte der berühmte Davy zuerst das Metall der Pottasche, Kalium, und das der Soda, Natrium, dar. Die übrigen kamen später an die Reihe. Man verfährt dabei so: Ein Kuchen von feuchter Pottasche bez. Soda wird auf eine isolierte Platinplatte gelegt und in eine darin angebrachte Vertiefung Quecksilber geschüttet. Der positive Leitungsdraht einer sehr starken Batterie ist mit dem Platin verbunden, der andere wird in das Quecksilber getaucht. Als bald schwillt dieses auf, wird steifer und sogar ziemlich fest. Man hat somit ein Amalgam von Quecksilber und Kalium, die sich durch Destillation leicht trennen lassen. So stellt man heute aus der Thonerde mit Hilfe des elektrischen Stromes auch das in ihr enthaltene Metall dar, das Aluminium, dessen silberweißer Glanz und ungewöhnliche Leichtigkeit uns allen aufgefallen ist. Kostete vorher 1 kg Aluminium 300 Mark, so beträgt jetzt dank des elektrischen Stromes der Preis für 1 kg nur etwa noch 5 Mark.

Das neueste, hellste und billigste Licht: das Acetylenlicht verdanken wir ebenfalls dem galvanischen Strom. Dieses Lichtgas stellt man aus einem Gemisch von Kohle und Kalk dar. Diese beiden Körper lassen sich aber nur durch Erhitzung mittels des elektrischen Stromes zu einem vereinigen, den man Calciumcarbid nennt, und aus dem das Gas sich entwickelt. Das Calciumcarbid erzeugte im großen auf dem beschriebenen Wege zuerst 1885 Borchers in Aachen.

Der elektrische Strom kann aus einer Kupfersalzlösung metallisches Kupfer ausscheiden. Es lag nahe, diese Kupfernieder schläge über Formen zu gebrauchsfähigen Stücken absetzen zu lassen. Es entstand somit die Galvanoplastik, dieser so vielseitig brauchbare technische Vorgang, brauchbar um so mehr, da die Formen gar nicht von Metall zu sein brauchen, sondern aus Holz und überhaupt jedem Stoff bestehen können, der nur den Aufenthalt in einer sauren Kupferlösung vertragen kann.

Solche nicht metallische Körper müssen aber natürlich an ihrer Oberfläche erst leitend gemacht werden, was gewöhnlich durch Anreiben mit

Graphit geschicht. Bemerket sei an dieser Stelle, daß man die Erfindung der Galvanoplastik H. Jacobi in Petersburg verdankt. Galvanoplastische Arbeiten im kleinen werden auch von Liebhabern nicht selten getrieben, und solange die Sache noch neu war, gab es noch viel mehr solcher Niederschlagskünstler. Zu kleinen Erzeugnissen, wie z. B. Kopien von Münzen, kann man den Apparat schon in einem Trinkglas herstellen. Man braucht dann noch einen engeren Hohlzylinder ohne Boden, so z. B. wie man ihn von einem weiten Lampencylinder absprengen kann, giebt diesem durch Überspannen mit einem Stückchen Blase, dünnem Leder u. d. einen künstlichen, durchlässigen Boden und trifft dann irgend eine Einrichtung, durch welche dieses Stück in dem Glase schwebend aufgehängt wird.



100. Galvanoplastischer Apparat.

In das Glas kommt konzentrierte Kupferlösung, in den Cylinder verdünnte Säure; beide Flüssigkeiten müssen die Blase berühren. An den abzuformenden Gegenstand (Münze) wird ein Draht oder Streifen von Kupfer gelötet, die Rückseite sowie auch der Draht, soweit er in die Kupferlösung tauchen soll, mit Wachs überzogen; an das andere Ende des Drahtes lötet man ein Stückchen Zink. Beim Zusammenstellen legt man die Münze auf den Boden des Glases, nachdem man den Draht so gebogen, daß er an der Seitenwand heraufgeht, giebt die Kupferlösung hinzu, hängt den Cylinder ein, füllt ihn mit der Säure und schließt dann die Kette damit, daß man das Zink in der Säure untertaucht. Es wird sich dann bald der erste Anhauch des jungen, schön fleischroten Kupfers zeigen. Für größere Sachen, die in den meisten Fällen Platten sein werden, hat man zum Einstellen Kästen mit einer durchlässigen Scheidewand aus Leder, Thonmasse, dünnem Holz u. dgl. Die eine Zelle enthält dann die Kupferlösung



und die Form, die andere die Säure und das Zink, ein einfacher Metallbogen verbindet die beiden Stücke. Oder aber man hat einen getheilten Apparat, eine Bunsensche oder andere Batterie nebst einem einfachen Kasten, in welchen nur Kupferlösung kommt. Hier wird die Form, welche den Niederschlag aufnehmen soll, mit dem Leitungsdraht des Zinkpols verbunden und in die Kupferlösung eingehangen, desgleichen als Gegenstück eine leere Kupferplatte, die mit dem Kupferpol verbunden ist und sich aufopfern muß, denn in dem Maße als jenseits Kupfer anwächst, löst diesseits die frei werdende Säure solches auf, und es bleibt somit der Inhalt des Kastens immerhin gefättigt.

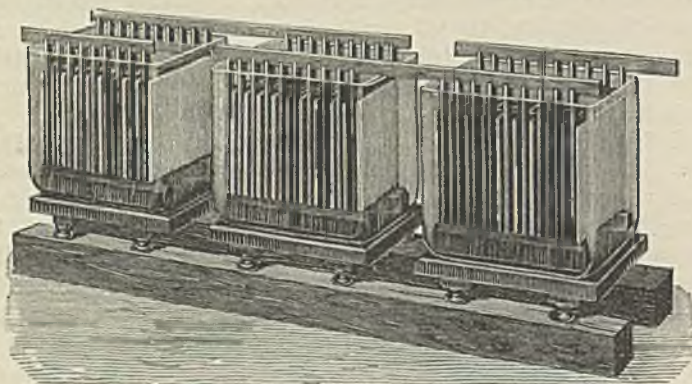
Das vorstehende Bild zeigt einen Apparat zum Überkupfern größerer Stücke. Es giebt aber auch einige Anstalten, welche wirkliches Statuenwerk aus dünnwandigem Kupfer galvanisch erzeugen. Es gehören dazu Hohlformen, bei denen sich das Kupfer an den Innenwänden absetzt. Das Hahnemannsdenkmal in Leipzig ist ein solches Stück und wurde in Rom gefertigt. Für gewöhnlichere Zwecke dient die Galvanoplastik hauptsächlich den druckenden Künsten. Landkartenverleger schonen ihre gestochenen Kupferplatten, indem sie auf galvanoplastischem Wege eine Gegenplatte und von dieser wieder beliebig viel Druckplatten abnehmen, welche der ersten aufs Haar gleichen. In ausgedehntester Weise aber wird das Nachbilden von Holzschnittstöcken betrieben, und die Nachbildungen bilden eine sehr gangbare Handelsware. Hierin liegt es auch, daß so häufig eine und dieselbe Abbildung in verschiedenen Zeitschriften und Büchern wieder anzutreffen ist.

An die Galvanoplastik schließt sich die galvanische Vergoldung und Versilberung von Metallsachen, welche nur ein dünnes sitzenbleibendes Häutchen herstellt. Wie schwach dieses Häutchen ist, erhellt aus dem Umstande, daß man z. B. in Ruhla (Thüringen) mit 3 Mark bis 600 Duzend Pfeifenbeschläge versilbert, so daß also auf ein Stück nicht mehr als für  $\frac{1}{24}$  Pfennig Silber kommt. Mit 5 Gran Gold (Wert  $1\frac{1}{2}$  Mark) kann man 12 Duzend ziemlich große Knöpfe vergolden; freilich beträgt dann die Dicke des Goldüberzugs manchmal nicht mehr als  $\frac{1}{100000}$  mm. Der Industriezweig der galvanischen Vergoldung und Versilberung hat bereits eine großartige Ausdehnung erlangt, und neuerlich hat man den Prozeß auf manche andere Metalle ausgedehnt: Nickel, Platin, Zinn, Eisen, selbst Legierungen, wie Messing und Bronze. Das Eisen schlägt sich spiegelblank und stahlhart aus einer Auflösung von Eisenvitriol und Salmiak nieder; man benützt dies zur oberflächlichen Verstählung gestochener Kupferplatten.

Einer der interessantesten Anwendungen der Elektrolyse begegnen wir im Akkumulator, dem Aufspeicherer. Wie schon der Name sagt, vermag diese Einrichtung, die aus Bleiplatten besteht, welche in angesäuertem Wasser hängen, den elektrischen Strom aufzunehmen, anzusammeln und aufzuheben. Und zu beliebiger Zeit vermag man ihr den Strom wieder zu nehmen. Mit dem Akkumulator kann man also die elektrische Kraft an einen beliebigen Ort tragen oder im Wagen mitführen und sie dort ent-

nehmen. Nach Entleerung des Elementes tauscht man es mit einem neuen, geladenen ein. So benutzt man sie auch thatsächlich zum Betriebe von Wagen, Booten, Fahrrädern u. s. w.

Man benutzt diese Akkumulatoren vielfach auch in elektrischen Anlagen, wo sie dazu dienen, die Beleuchtung im Gange zu halten, wenn man die



101. Teil einer Akkumulatorenbatterie.

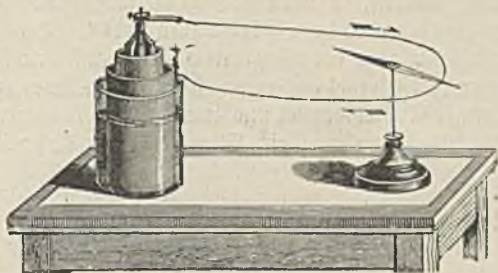
Maschinen still gestellt hat, so daß man nicht mehr nötig hat, um einiger Lampen willen noch den Maschinenbetrieb weiterzuführen. Für derartige Zwecke würde das einzelne Bleiplattenpaar nicht ausreichen, und man hat eine größere Anzahl derselben anzuwenden, welche in großen Glaskästen aufgestellt und passend miteinander verbunden werden. Einen Teil einer solchen Akkumulatorenbatterie zeigt unsere Abbildung.

#### Elektromagnetismus und Induktion.

Wir kommen jetzt zu den Beziehungen zwischen Elektrizität und Magnetismus, welche beide eine nahe Verwandtschaft aufweisen. Dieselbe ist schon im achtzehnten Jahrhunderte vermutet worden, aber es blieb dem neunzehnten vorbehalten, dieselbe nachzuweisen und in ihren Einzelheiten festzustellen. Wir werden im weiteren sehen, wie die eine Naturkraft aus der anderen entwickelt werden kann. Aber die Elektrizität kann in allen guten Leitern wohnen, der Magnetismus nur in Stahl und Eisen, einem gewissen Eisenerze und in schwächerem Maße in einigen anderen Metallen, z. B. Nickel. Der Magneteisenstein ist von Natur magnetisch, was schon im frühen Altertume bekannt war. Er bildet das beste Erz zur Eisengewinnung; Schweden und Steiermark verdanken ihm die Güte ihres Eisens. In Deutschland kam er seltener vor; aber in neuester Zeit hat man bei Pirna in Sachsen ein ganz gewaltiges Lager gefunden. Längliche



Stücke davon bilden also natürliche Magnete, die viel stärker werden, wenn man sie in Eisen faßt (armiert). Sie werden aber völlig ersetzt durch die künstlichen Stahlmagnete, und jedes Stück Stahl läßt sich durch regelrechtes Streichen mit einem natürlichen oder künstlichen Magnet in einen ebensolchen verwandeln, ohne daß jener das Geringste von seiner Kraft einbüßt. Ein Magnet also kann andere erzeugen, Hunderte und Tausende, wenn es verlangt wird. Ferner wissen wir auch — denn es möchte kaum jemand geben, der nicht schon einen Magneten in Händen gehabt hat — daß, wenn ein Stück weiches Eisen am Magnet hängt, es ebenfalls ein Magnet ist, daß man denselben wieder Eisen und so fortgesetzt anhängen kann, bis



102. Ablenkung der Magnetnadel durch den elektrischen Strom.

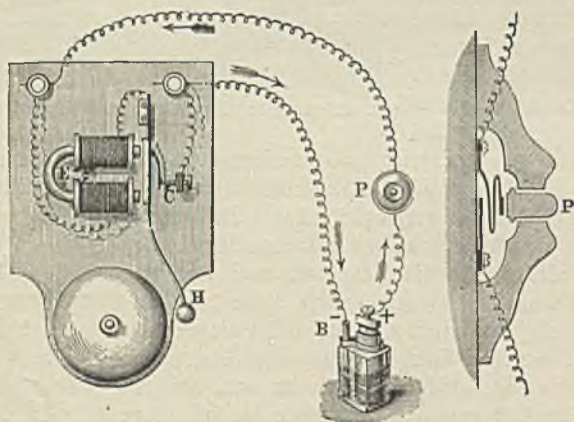
die Belastung zu groß wird und abreißt; vom Magnet getrennt, haben dieselben Eisenstücke sofort alle Zugkraft eingebüßt. Die Erfahrung lehrt also: ein Stahlmagnet verwandelt Stahl bleibend, weiches Eisen vorübergehend in Magnete. Ganz das Nämliche leistet aber auch der elektrische Strom, und daß wir dies wissen, hat uns instand gesetzt, mit Hilfe der Elektrizität zu telegraphieren. Vor 1820 wußte man kaum etwas von dem Verhältnis zwischen Elektrizität und Magnetismus, obschon es bekannt war, daß ein einschlagender Blitz zuweilen Stahlstücke, die sich in der Nähe seines Weges befinden, in dauernde Magnete verwandelt. Im obengenannten Jahre nun machte der berühmte dänische Physiker Oersted die Entdeckung, daß eine auf einer Spitze schwebende oder aufgehangene Magnetnadel aus ihrer gewöhnlichen Lage abgelenkt wird, wenn ein elektrischer Strom in einem Drahte über oder unter ihr vorbeigeht. Diese veränderte Stellung dauert so lange als der Strom, und es kommt auf die Richtung desselben an, ob die Abweichung von Nord nach Ost oder nach West zu gehen wird. Wechselt man den Strom, d. h. kehrt man dessen Richtung um, so springt auch die Nadel in die entgegengesetzte Lage über. Durch diese Beobachtung erhielt die Magnetnadel, die bis dahin schon als Wegweiser des Schiffers zur See, des Bergmanns unter der Erde unersehbliche Dienste geleistet, eine erhöhte Wichtigkeit. Sie dient nicht nur als Anzeiger des Stromes, überall, wo es elektrische Ströme wahrzunehmen und zu messen giebt,



103. Elektromagnet.

sondern bildet selbst das Hauptstück einer Klasse von Telegraphen (s. unter Nadettelegraph).

An die Derstedtsche Beobachtung schloß sich bald eine zweite, die nur die Folgerung aus der ersten ist. Wenn man einen isolierten (unspinnenen) Kupferdraht in mehreren Windungen um ein Stückchen weiches Eisen legt und den Strom durch diesen Draht führt, so daß er also das Eisen mehrfach umkreist, so wird das Eisen magnetisch, und man heißt eine solche Vorrichtung einen „Elektromagnet“. Hört der Strom auf, so verschwindet auch der Magnetismus bis auf eine kaum wahrnehmbare Spur, aber er ist sofort wieder da, sobald der Strom zu wirken anfängt. Ein derartiger Elektromagnet und zwar in Hufeisenform ist in Fig. 103 abgebildet. Derselbe kann nun ein Eisenstück, den Anker, anziehen und wird es so



104. Elektrische Klingel.

lange festhalten, als die Stromwirkung reicht. Wir können uns nun denken, daß wir den Strom von weit her dem Elektromagneten zugeleitet haben und uns selbst an der Ausgangsstelle befinden. Schließen wir hier den Strom, so wird der Anker des meilenweit entfernten Magneten angezogen, und öffnen wir ihn, so fällt er wieder ab. Damit haben wir den Grundgedanken der elektrischen Telegraphen gewonnen. Je mehr Windungen des Drahtes um das Eisen herumgeschlungen sind und je stärker der elektrische Strom ist, um so kräftiger wird das Eisen magnetisiert. Der Dienst, den uns die Elektrizität beim Telegraphieren leistet, besteht also darin, daß sie in weiter Ferne eine Bewegung verrichtet. Derselbe Gedanke liegt auch der elektrischen Klingel zu Grunde. Der Magnet zieht den Anker an, und am Anker ist ein Schlegel, der bei dieser Bewegung eine Glocke trifft. Sobald die magnetische Kraft aufgehört hat anzuziehen, wird der Anker von einer Feder abgehoben, oder er fällt ab. Nun galt

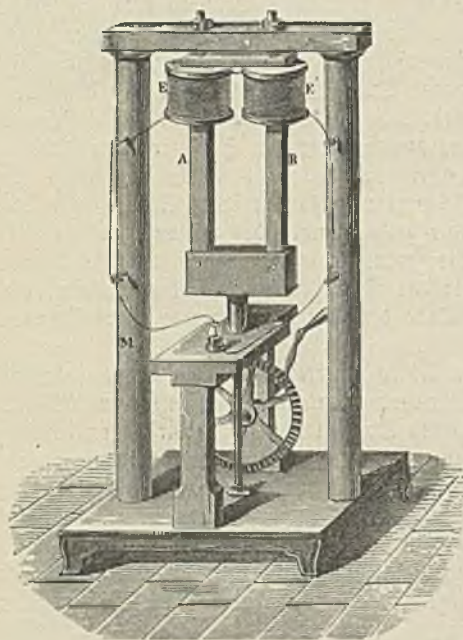


es, eine Einrichtung zu erfinden, mittels welcher der elektrische Strom schnell geschlossen und geöffnet werden kann; denn bei jedem Schließen wird das Eisen magnetisch und die Glocke schlägt einmal; und bei jedem Öffnen fällt der Anker wieder ab. Bekanntlich schlägt aber die elektrische Glocke schnell hintereinander und sehr lange an; also muß der Strom fortwährend geöffnet und geschlossen werden. Das geschieht mit Hilfe einer Einrichtung, die nach ihrem Erfinder der Wagnersche Hammer heißt. Er besteht aus einem kleinen Metallstreifen, der in etwas gebogener Form auf der Rückseite des Ankers befestigt ist. Dieser Streifen ruht am freien Ende an dem Stifte C; wenn aber der Anker angezogen wird, entfernt sich der Streifen von diesem Stifte. Hier an dieser Stelle findet also die Unterbrechung und Schließung des Stromes statt. Denn der Weg des elektrischen Stromes ist folgender: von der Batterie über den Drücker P in den Magnet E, in die Feder, den Wagnerschen Hammer, den Stift C und zurück in die Batterie B. Bei dem Drücker P ist in der Regel der Strom unterbrochen, wenn die Klingel nicht läuten soll. Sobald man den Knopf niederdrückt, legt man die beiden Enden des Leitungsdrahtes aufeinander und schließt den Strom, worauf die Glocke rasselt. Wir kennen die elektrische Klingel als Rufer am Telephon und an den Thüren, als Zeichengeber für Anfang und Ende der Unterrichtsstunden, Arbeitszeiten und Zwischenpausen u. s. w.

Wir kommen nun zu der letzten wichtigen Erscheinung auf diesem Felde, zur Magnetinduktion, welche die Umkehrung des elektromagnetischen Vorganges bildet. Wie nämlich der Strom magnetische Wirkungen hervorrufen kann, so vermag umgekehrt der Magnetismus auch Ströme zu erzeugen. Der Engländer Faraday hat 1832 gefunden, daß in einem Leiter, welchem ein Magnet genähert wird, ein elektrischer Strom entsteht. Ebenso wird ein Strom entstehen, wenn sich der Magnet vom Leiter entfernt, doch wird dieser Strom die umgekehrte Richtung des vorigen haben. Es ist also hiermit die Möglichkeit gegeben, Ströme ohne Batterie, ohne allen Aufwand von Zink und Säuren zu erzeugen, nur bedarf man statt dessen einer mechanischen Kraft, welche die abwechselnde Annäherung und Entfernung des Magneten zu und von der Drahtwindung, in welcher der Strom hervorgerufen wird, bewirkt. Wenngleich wir hier die Gesetze, welche diese Vorgänge beherrschen, nicht eingehend behandeln können, so wollen wir doch kurz die Grundlage erklären, nach welcher solche Maschinen gebaut sind. Denken wir uns aus Draht, der durch eine Umspinnung auf seiner Oberfläche isoliert ist, eine Spule gewunden. Der Öffnung dieser Spule nähern wir rasch den Pol eines Magneten; während der Dauer dieser Annäherung geht nun durch den Draht, dessen Enden leitend verbunden sind, ein Strom. Entfernen wir den Pol wieder, so wird für die Dauer der Rückwärtsbewegung ebenfalls ein Strom, diesmal mit entgegengesetzter Richtung, entstehen. Demnach haben wir nur durch eine passende Vorrichtung den Magnetpol und die Spule in ununterbrochener Folge

einander zu nähern und wieder voneinander zu entfernen, um eine ununterbrochene Reihe kurzer Ströme, von denen jeder die entgegengesetzte Richtung des vorhergehenden und folgenden hat, zu erhalten. Eine solche Reihe von Stromstößen, bei denen der 1., 3., 5. u. s. w. die entgegengesetzte Richtung des 2., 4., 6. u. s. w. hat, heißt man Wechselstrom.

Die älteste magnetelektrische Maschine wurde von Pixii in Paris 1832 hergestellt. Wie vorstehende Abb. 105 zeigt, ist dieselbe mit einem Stahlmagnet ausgerüstet, dessen beide Schenkel A und B mit ihrer unteren Quer-



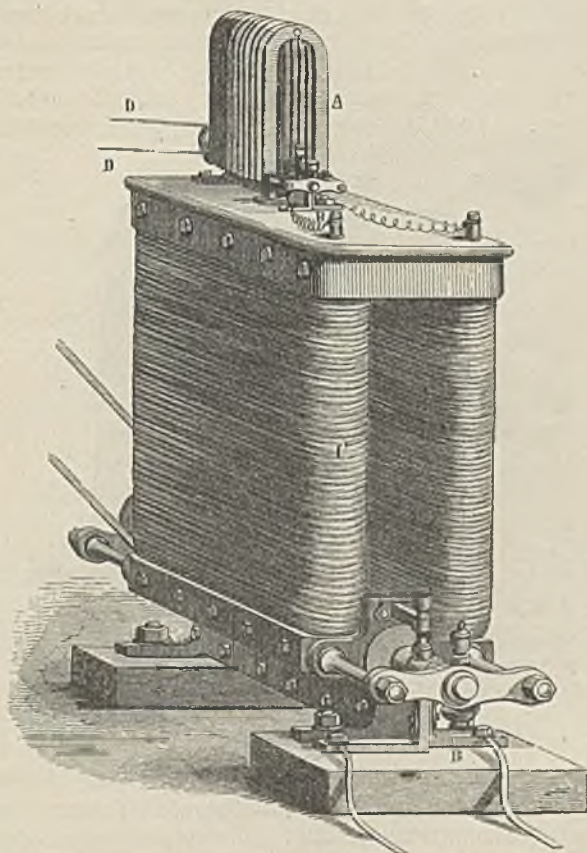
105. Rotationsapparat von Pixii.

verbindung die viel angewendete Hufeisenform haben. Dieser Hufeisenmagnet sitzt auf einer senkrechten Achse und wird von unten mittels eines Räderwerks durch eine Kurbel in rasche Umdrehung versetzt. Dicht über den Polen des Magneten A B befindet sich der sogenannte Anker. Dieser Teil ist als Elektromagnet eingerichtet, indem zwei durch ein vierkantiges Eisenstück verbundene Kerne aus weichem Eisen mit den Drahtrollen EE' versehen sind; die Rollen sind aus einem mit Seide überspannenen Kupferdrahte mit vielen Windungen in ähnlicher Weise wie der schon beschriebene Elektromagnet hergestellt. Denken wir uns die Maschine im Gange, also die beweglichen Pole in rascher Umdrehung an den

ruhenden vorübergehend, so haben wir bei jedem Umlange zwei Annäherungen und zwei Entfernungen, also viermalige Erregung von Electricität, wobei die Spulen derart verbunden sind, daß die in ihnen erzeugten Ströme sich verstärken. Es stehen sich aber bei einem Umlange einmal die gleichnamigen Pole gegenüber, und daraus folgt, daß die Ströme in einem solchen Falle ihre Richtung wechseln. Wo dies nicht verlangt wird, dient eine an der Drehungsachse angebrachte kleine Vorrichtung, der Kommutator oder Stromwender, dazu, die beiden entgegengesetzten elektrischen Ströme in die gleiche Richtung zu bringen, so daß die Stromstöße die gleiche Richtung erhalten, aus dem Wechselstrom also ein gleichgerichteter oder Gleichstrom wird. Diese Maschinen haben später verschiedene Umänderungen in ihrer Bauart



erfahren, jedoch ist die Wirkung derselben die gleiche geblieben. Die stärksten magnetelektrischen Maschinen wurden zur Erzeugung von elektrischem Licht für Leuchttürme gebaut, wo dann für alle Fälle die bewegende Kraft einer Dampfmaschine zu benutzen ist.

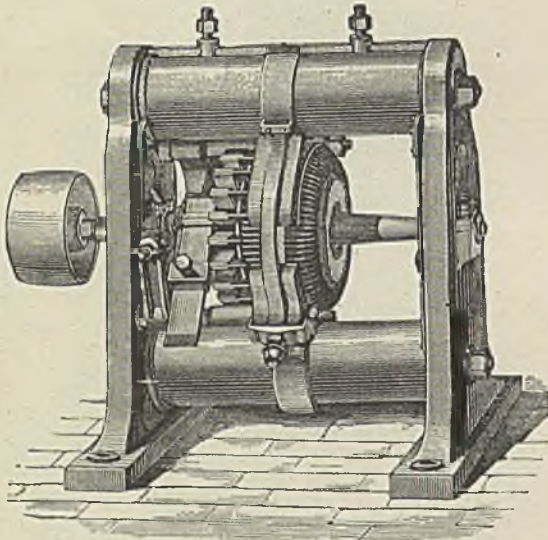


106. Wildes elektromagnetische Maschine.

Ein weiterer Fortschritt in der Ausbildung der magnetelektrischen Maschinen wurde 1866 vom Engländer Wilde angebahnt, welcher die Stahlmagnete der Maschine durch weit kräftigere Elektromagnete ersetzte und dieselben durch eine besondere kleine magnetelektrische Maschine, die wie die älteren Bauarten mit Stahlmagneten versehen ist, erregen ließ. Die Abbildung 106 stellt diese Maschine dar. Die obere kleine Maschine hat 16 senkrechte Stahlmagnete, zwischen deren Polen sich der wagerechte Anker befindet. Die untere Hauptmaschine besteht aus einem einzigen, aber

sehr großen Magneten, zwischen dessen Polen ein ebenfalls wagerechter cylindrischer Anker eingelagert ist.

Die Schenkel des Elektromagneten bestehen aus zwei parallelen, 30 cm hohen Platten C C aus gewalztem Eisen; sie sind oben mit einer starken eisernen Platte überdeckt und mit etwa 1000 m langem und ziemlich dickem Kupferdraht umwunden. Die beiden Cylinderanker werden von einer dreipferdigen Dampfmaschine in Umdrehung versetzt, wobei der untere größere 1700—1800 Umläufe in der Minute macht. Bezüglich dieser Anker ist noch zu erwähnen, daß dieselben von dem berühmten deutschen Elektro-



107. Dynamoelektrische Maschine von Gramme.

techniker Werner Siemens erfunden wurden und aus einem Stück cylindrischem Eisen bestehen, in welches zwei gegenüberliegende tiefe Nuten etwa in der Breite des Viertelumfangs eingehobelt sind, worin der ungewickelte isolierte Kupferdraht Platz findet. Der Anker zeigt ungefähr im Querschnitt die Form: C-D; der Mittelbalken ist mit Draht umwickelt.

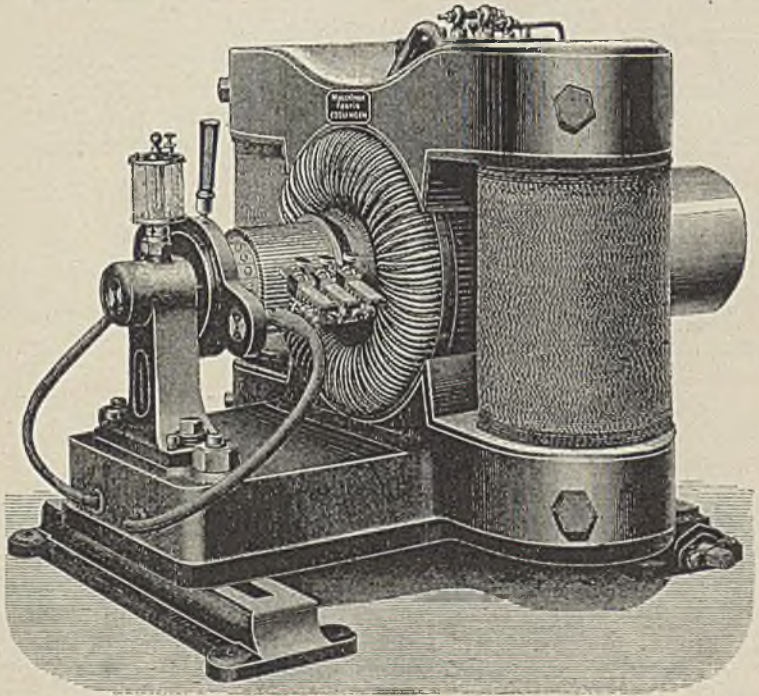
Bei einer dieser Wildeschen Maschinen hatten die Stahlmagnete der kleinen Hilfsmaschine etwa 160 kg Tragkraft, während die Elektromagnete der Hauptmaschine etwa 5000 kg Tragkraft entwickelten.

Wilde ging aber noch weiter, indem er den starken Strom der zweiten Maschine wiederum zur Erregung einer dritten noch stärkeren Maschine verwendete, wobei eine Betriebskraft von 15 Pferdekraften nötig wurde.

Eine vollständige Umwälzung wurde jedoch in dieser Hinsicht durch die im Jahre 1867 von Werner Siemens in Berlin erfundene dynamo-



elektrische Maschine herbeigeführt. Siemens ließ nämlich die kleine Magnetmaschine, welche bei Wilde zur Erregung des Elektromagneten diente, ganz fort und benutzte den Strom der Elektromagnetmaschine selbst, um ihre eigenen Elektromagnete zu erregen. Nun entsteht aber die Frage, woher der erste Strom beim Beginn des Betriebes kommt, um die Elektromagnete zu erregen. Denn wenn die letzteren noch nicht magnetisiert sind, kann die Maschine keinen Strom erzeugen, also auch die Elektromagnete



108. Neuere Dynamomaschine.

nicht erregen. Aber da hilft glücklicherweise ein kleiner Umstand. In den Eisenkernen der Elektromagnete bleibt, wenn sie einmal magnetisiert waren, etwas Magnetismus zurück. Diese Spur Magnetismus erzeugt nun, sobald die Maschine anfängt zu laufen, einen ganz schwachen Strom, welcher auf die Elektromagnete wirkt und den zurückgebliebenen Magnetismus verstärkt. Infolgedessen entstehen im weiteren Verlaufe etwas stärkere Ströme im Anker, welche den Magnetismus der Elektromagnete weiter verstärken. Hierdurch wird die magnetische Kraft des Elektromagneten allmählich verstärkt, und diese verstärkte magnetische Kraft ruft wiederum stärkere Zu-

duktionsströme hervor, die abermals zur Verstärkung des Magneten und also indirekt zu ihrer eigenen Verstärkung beitragen. So wird also eine Verstärkung des Stromes erreicht.

Der Siemens'sche Cylinderanker ist nun mit manchen Mängeln behaftet und darum nicht sehr wirksam. Diese Nachteile beseitigte Gramme in Paris durch seinen 1868 erfundenen Ringanker, dessen Plan übrigens schon einige Jahre vorher von Dr. Pacinotti angegeben worden war. Bei dieser Vorrichtung werden nicht einzelne Stromstöße mit wechselnder Stromrichtung erzeugt, sondern der Ringanker giebt einen andauernden Gleichstrom ab. Deswegen werden auch die heutigen Gleichstrommaschinen in überwiegendem Maße mit diesem Ringanker oder mit den Abänderungen desselben gebaut. Eine derartige Maschine sehen wir Fig. 107 abgebildet. Die beiden wagerechten Cylinder oben und unten sind die Elektromagnete, zwischen deren Polen sich der Ringanker dreht. Auf der Welle des Ankers sitzt der Kollektor, ein Organ, das notwendig zum Grammeschen Anker gehört. Derselbe ist ein cylindrischer Körper, auf welchen zwei federnde Blätter oder Platten an gegenüberliegenden Stellen schleifen. Aus der einen dieser Platten tritt der Strom aus dem Anker, durchläuft dann den äußeren Stromkreis, in welchem er seine Thätigkeit verrichtet, und kehrt dann zur anderen Platte nach dem Anker zurück, auf diese Weise seinen Kreislauf vollendend.

Die ursprüngliche Grammesche Dynamomaschine ist vom Erfinder und von anderen Elektrikern vielfach umgestaltet und verbessert worden. Der bekannte Elektriker der Firma Siemens & Halske, v. Hefner-Alteneck, gab dem Grammeschen Ringe eine veränderte Form und schuf den Trommelanker, welcher zwar das Prinzip des Grammeschen Ringes, aber in einer neuen Gestalt enthält. Nach diesem haben andere Erfinder neue Verbesserungen gefunden, doch ist die heutige Gleichstrommaschine in ihren Grundzügen noch die gleiche, wie sie von Siemens und Gramme geschaffen wurde. Eine neuere Dynamomaschine sehen wir in Fig. 108 abgebildet. Die beiden seitlich von dem Anker stehenden Elektromagnete sind oben und unten mit ihren gleichen Polen verbunden, so daß das über dem Anker liegende Eisenstück z. B. ein Nordpol, das unter ihm befindliche ein Südpol ist.

Die ersten Dynamomaschinen waren nur für kleinere Leistungen berechnet, für einige Pferdestärken. Aber bald lernte man stärkere Maschinen bauen, und jetzt hat man bereits Maschinen gebaut, welche 1000 Pferdestärken in elektrischen Strom umsetzen und mit eigens dafür eingerichteten Dampfmaschinen verbunden sind.

Leitet man den Strom einer Dynamomaschine durch eine zweite Dynamomaschine, so kommt der Anker derselben in Umdrehung, und die Dynamomaschine, welche im ersteren Falle mechanische Kraft in Strom verwandelt, setzt im zweiten Falle Strom in mechanische Kraft um. In dieser Verwendung bezeichnen wir die Dynamomaschine als Elektromotor.



Dieses Verhalten der Dynamomaschine ermöglicht es uns, mechanische Kraft mit Hilfe der Elektrizität auf größere Entfernungen hin zu übertragen. Denken wir uns an einer Stelle eine Dampfmaschine oder eine Wasserkraft, welche eine Dynamomaschine treibt. Den Strom, welchen die Letztere erzeugt, leiten wir durch Drähte an einen entfernten Ort und auf demselben durch eine zweite Dynamomaschine, welche also dadurch in Bewegung kommen wird. Es erscheint demnach die bewegende Kraft, welche die Dampfmaschine oder die Wasserkraft hergiebt, an der entfernten Stelle wieder und kann dort für den Betrieb von Maschinen u. s. w. benutzt werden. Damit ist die elektrische Kraftübertragung bezeichnet, deren Vorzug sofort ins Auge springt. Denn durch Riemen oder Seile oder andere mechanische Hilfsmittel vermögen wir nicht, mechanische Kraft so weit, so leicht und so einfach auf größere Entfernungen zu übertragen.

Die elektrische Kraftübertragung ist schon vielfach in Anwendung gekommen und namentlich in der Schweiz, welche an guten Wasserkraften reich ist. Da nun die Wasserkraft nicht immer an der geeigneten Stelle liegt, so baut man die Fabrik an einem anderen, günstiger gelegenen Orte auf und leitet ihr die benötigte Betriebskraft als elektrischen Strom von der entfernten Wasserkraft zu. Daß man den Elektromotor in den Wagen einsetzt und durch Zuleitung des Stromes oder durch Akkumulatoren dessen Räder drehen und somit den Wagen fortbewegen kann, ist schon erwähnt worden.

## Der Telegraph (der Fernschreiber).

Das Bedürfnis, wichtige Nachrichten rascher in die Ferne zu senden, als dies durch laufende und reitende Boten möglich ist, wurde schon im Alterthume empfunden; man telegraphierte z. B. den glücklichen Ausgang einer Schlacht, Rufe um Hilfe u. s. w. durch Feuer signale, Postenketten, Flaggen, Rauchsäulen u. dgl. Dareios Hystaspis, König der Perser, soll in gewissen Entfernungen auf Anhöhen Männer aufgestellt haben, welche durch Zurufen („Ohren des Königs“) wichtige Nachrichten mit einer Schnelligkeit weiter beförderten, daß eine solche in einem Tage über eine Strecke verpflanzt werden konnte, zu deren Zurücklegung man 30 Tagereisen gebraucht haben würde. König Perseus hatte förmliche Telegraphenlinien, auf denen Nachrichten mittels Fackelsignalen befördert wurden.

Erst im vorigen Jahrhunderte gab man sich mit der Auffindung besserer Mittel viele Mühe, zunächst in Deutschland Bergsträßer und Baron Buchröder. Aber zur wirklichen Einführung eines Systems der optischen oder Lufttelegraphen kam es indes zuerst in Frankreich durch Chappe, dessen Erfindung erst mit der Einführung des elektrischen Telegraphen außer Anwendung gekommen ist. Nur auf den Eisenbahnen und an den Küsten entlang sind ähnliche Zeichengeber noch im Gebrauch.

Alle solche Vorrichtungen treten aber in den Hintergrund gegen das auserwählte Nützzeug des 19. Jahrhunderts, den elektrischen Telegraphen, den schnellsten Boten unseres Verkehrs, denn es ist ja der Blitz selbst, der von uns gezähmt auf dem ihm bereiteten Wege entlang gesendet wird. Und nicht mehr bloß ein Bote für innere Angelegenheiten ist der elektrische Funke; er schießt im Nu von Land zu Land, von Weltteil zu Weltteil, weder Ozeane noch Wüsten halten ihn auf; ja der Telegraph zieht mit in den Krieg als nützlicher Verbündeter. Kein Feldzug wird ferner geführt werden, bei dem nicht fliegende Telegraphen zum größten Nutzen für die erfolgreichen Thätigkeiten mitwirken.

Es wurde schon früher erwähnt, daß die Versuche, mit Hilfe der Reibungselektricität zu telegraphieren, ohne Erfolg blieben. Die galvanische Elektricität versprach Besseres. Im Jahre 1807 baute Sömmering in München einen mit einer starken Voltaschen Säule arbeitenden Apparat, bei welchem 35 Stück 1000, 4000, zuletzt 10 000 Fuß langer Drähte zu ebensoviel mit Wasser gefüllten Glasröhrchen gingen, deren jedes einen Buchstaben oder eine Zahl anzugeben hatte. Die Angabe bestand darin, daß in dem betreffenden Fläschchen Wasser zersezt, also Bläschen entwickelt wurden. Dies war noch nicht das Rechte; es mußte erst der Elektro-



magnetismus entdeckt werden, welcher gestattete, auf weitere Entfernungen hin eine mechanische Bewegung zu erzeugen, wie sie durch die Entdeckung Derstedts (s. S. 157) ermöglicht wurde. Jetzt wurden die Pläne zu den Telegraphen praktischer; Schweigger zeigte, daß die Menge Drähte entbehrlich sei und man mit zweien auskommen könne. Der erste wirklich ausgeführte Telegraph in größerem Maßstabe wurde 1833 durch Gauß und Weber zu Göttingen zwischen der Sternwarte und dem physikalischen Kabinett in einer Länge von etwa 2000 m angelegt. Man konnte 8 bis 20 Buchstaben in der Minute mit voller Sicherheit hin und her telegraphieren. Im Jahre 1835 wurde der Leipzig-Dresdener Eisenbahngesellschaft der Antrag gemacht, diesen Telegraphen auf ihrer Linie einzuführen. Es kam aber damals noch nicht dazu. Der desfallsige Bericht des Leipziger Professors Weber, Bruders des Göttinger, schließt mit den prophetischen Worten: „Wenn einst die Erde mit einem Netz von Eisenbahnen, mit Telegraphenlinien überzogen sein wird, so wird dies Netz ähnliche Dienste leisten, wie das Nervensystem im menschlichen Körper, theils die Bewegung, theils die Fortpflanzung der Empfindungen und Ideen blitzschnell vermittelnd.“ Und wie außerordentlich schnell ist das in Erfüllung gegangen!

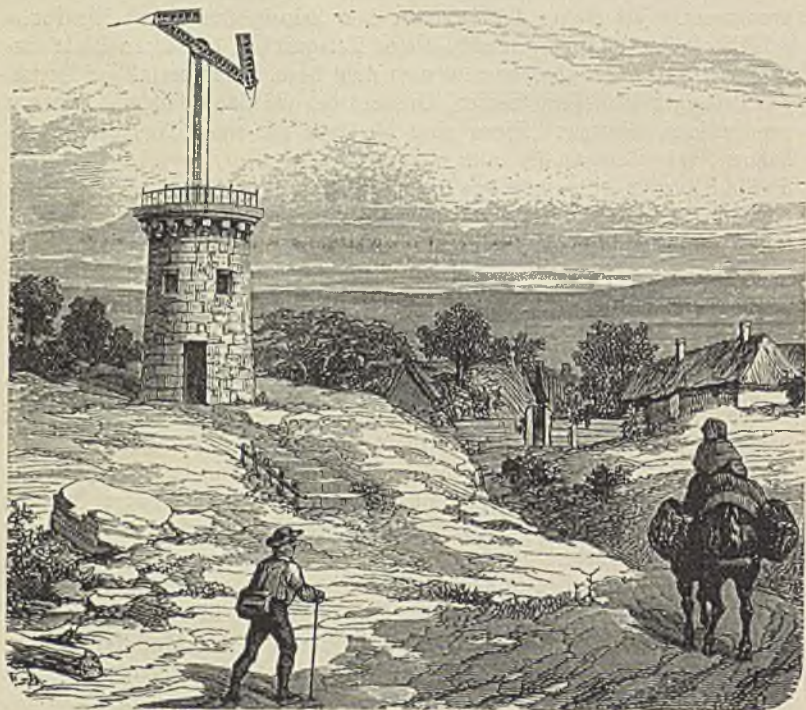
Auf dem nämlichen Wege wie die Göttinger war auch der russische Staatsrat Schilling von Cannstadt vorgegangen und bemühte sich viel um die Einführung seines Apparates, ohne einen Erfolg zu erzielen. Doch wurde er die Veranlassung, daß ein Apparat nach England gelangte. Hier wurde die Sache von Wheatstone in die Hand genommen, der Apparat verbessert und in die Praxis eingeführt.

Im Jahre 1837 trat ein bedeutender Förderer in das Telegraphenwesen ein, der Münchener Professor Steinheil. Der Göttinger Apparat war ein Nadeltelegraph. Durch die Zuckungen einer, zweier oder mehrerer Magnetenadeln wurden die Zeichen für die Buchstaben gebildet. Solche Telegraphen hinterlassen also nichts Dauerndes, und es kommt alles darauf an, daß der Telegraphist die Zeichen richtig erfäßt und niederschreibt. Diesen Mangel fühlend, hatten die Göttinger an Steinheil das Ansuchen gestellt, er möge den Apparat praktischer zu gestalten suchen. Letzterer traf nun die Einrichtung, daß die Nadeln mit kleinen Farbapparaten versehen wurden, mit denen sie beim Aufschlagen Punkte auf einen Papierstreifen absetzten, der durch ein Uhrwerk vorbeigezogen wurde. Außerdem wandte er auch noch hörbare Signale durch Glöckchen an. Die Ströme wurden durch eine Magnetinduktionsmaschine erzeugt.

Steinheil hatte namentlich in der Schweiz Gelegenheit, seine Telegraphen auszuführen; er versah dies ganze Land mit einem Telegraphennetz. Eine große Förderung der Telegraphenanlagen leistete er der Welt durch die Entdeckung, daß man nur einen Draht aufzuwenden nötig habe und die Rückleitung dem Erdboden überlassen könne. Außerdem ersand er den Blitzableiter für Telegraphenstationen und den auf weiten Linien notwendigen

Translator, die Vorrichtung, welche eine Depesche selbstthätig auf eine neue Linie überträgt.

Was die Leitungsfähigkeit der Erde für elektrische Ströme anbelangt, so wird dieselbe schon durch die im Erdboden enthaltene Feuchtigkeit bedingt, da Wasser ein Leiter der Elektrizität ist. Steinheil kam darauf, die Erde als Rückleiter zu benutzen, indem er zuerst zu dem Zwecke die Schienen der Nürnberg-Fürther Eisenbahn benutzen wollte und dabei entdeckte, daß der Strom sehr leicht in die Erde überging.



109. Der erste Lufttelegraph.

Von dieser Beobachtung ausgehend, stellte er fest, daß man die Erde als Stromweg benutzen könne, und so ergab es sich von selbst, daß man für den einen der beiden bisher benutzten Drähte, welche Hin- und Rückleitung zu bilden hatten, die Erde nahm und dadurch eine erhebliche Ersparnis an Leitungsmaterial bewirkte.

Der Steinheilsche Telegraph hat bedauerlicherweise eine größere Verbreitung nicht gefunden. Man zog es vor, an seiner Stelle den überaus einfachen Nadeltelegraphen von Wheatstone und dessen Abänderungen



zu benutzen, und längere Zeit hindurch herrschten die Nadeltelegraphen ohne Mitbewerber, bis sie erst durch die Zeigertelegraphen, dann durch den Morse-Apparat auf dem Festlande verdrängt wurden. In England haben sie sich bis heute, wenn auch auf verengtem Gebiete, behauptet, und dies liegt in ihrer großen Einfachheit begründet. Der Wheatstonesche Nadeltelegraph zeichnet sich nämlich vor allen anderen Telegraphenapparaten durch die denkbar einfachste Einrichtung aus; denn er besteht nur aus einer schwingenden Magnetnadel, die innerhalb einer Drahtspule liegt, und aus dem Stromwender, welcher den Strom bald in der einen, bald in der anderen Richtung über die Leitung und durch die Drahtspule des entfernten Apparates schickt, auf diese Weise die Magnetnadel des entfernten Apparates bald nach links, bald nach rechts ablenkend.

Aus diesen Ablenkungen setzen sich die Buchstaben des Alphabetes zusammen, so daß man beispielsweise das a durch zwei Ablenkungen der Nadel nach links, durch  $\backslash\backslash$  ausdrücken kann, m durch /, b durch  $\backslash\backslash\backslash$ , n durch // u. s. w. oder, indem man noch das kürzere und längere Verweilen der Nadel in der abgelenkten Stellung berücksichtigt, durch eine volle Ablenkung nach rechts und eine kurzdauernde Zuckung im entgegengesetzten Sinne, also ausgedrückt durch  $\backslash$  den Buchstaben d zu bezeichnen vermag. Wir sehen also, daß wir durch einfache Zustellung einiger weniger leicht unterscheidbarer Zeichen, die sich aus Nadelstellungen und -bewegungen ergeben, mit Leichtigkeit die Buchstaben und andere Elementarzeichen übermitteln und dadurch ziemlich rasch Worte und Sätze telegraphieren können.



110. Nadeltelegraph.

Zur beliebigen Herabneigung dieser Zeichen dient der Stromwender, welcher durch einen Handgriff an der Vorderwand des Apparates bewegt wird.

An Stelle des Einnadeltelegraphen verwendet man zuweilen auch einen Zweinadelapparat, und dieser ist Fig. 110 abgebildet. Der Vorteil dieser Anordnung ist darin zu finden, daß man bei zwei Nadeln eine größere Fülle von Nadelstellungen hat, daher auch weniger aufeinanderfolgende Zeichen braucht, um einen Buchstaben auszudrücken. So oft nun ein Strom durch die Windungen geht, werden beide Nadeln aus der senkrechten Stellung in eine schräge versetzt.

In Deutschland und Frankreich konnte man sich mit dem Nadeltelegraphen nicht befreunden und benutzte statt dessen den Zeigertelegraphen, bei welchem ein auf einem Bifferblatte umlaufender Zeiger durch kurzen Halt den Buchstaben anzeigt, welcher telegraphiert werden soll. Dieser Tele-

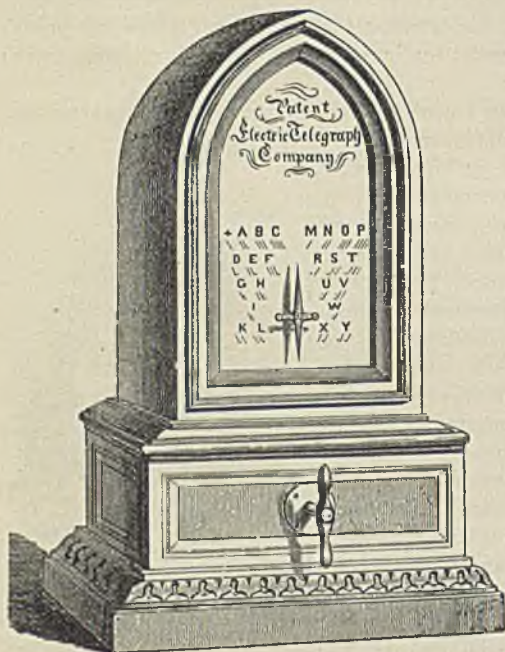
graph giebt also ebenfalls nur vergängliche Zeichen und hat nur den Vorteil, daß seine Handhabung leicht zu erlernen ist, da man nur nötig hat, eine Kurbel von einem Buchstaben zum anderen zu drehen.

Bei dem Zeigertelegraphen wird anstatt der Magnetenadel ein kleiner Elektromagnet angewendet, welcher vom elektrischen Strome vorübergehend magnetisiert, durch Unterbrechung des Stromes wieder entmagnetisiert wird und dadurch einen eisernen federnden Anker in schwingende Bewegung versetzt, der, ähnlich wie die Hemmung in einer Uhr, auf ein Treibrad wirkt,

mit welchem der Zeiger verbunden ist. Wir lassen die Beschreibung des Wheatstoneschen Zeigertelegraphen hier folgen, um die Wirkung dieser Vorrichtung zu erläutern.

In unserer Abbildung (Fig. 112) stellt A den Aufgabort, B den Empfangsort der Depesche dar, gleichviel, ob die beiden Endstationen 5 oder 50 Meilen voneinander liegen. Dazwischen sollen einzelne Stationen noch eingeschaltet sein, wie es C, ein einfaches Wärterhäuschen, andeutet.

Der die Leitung vermittelnde Draht ist mit 5 bezeichnet und auf Stangen von einer Station zur anderen fortgeführt. Die Apparate sind auf allen Stationen gleich. A giebt eine



111. Nadeltelegraph von Wheatstone & Cooke.

Ansicht von der äußeren, B eine solche von der inneren Einrichtung. Die galvanische Batterie befindet sich im unteren Teile des Arbeitspultes.

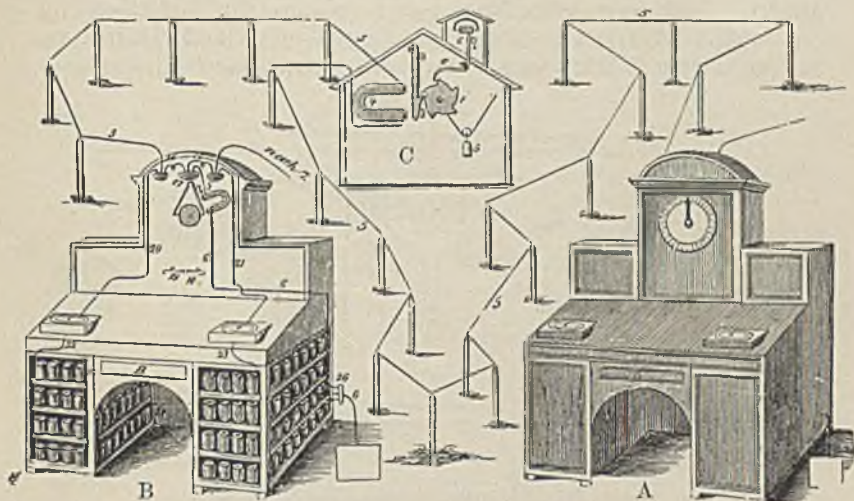
Die hauptsächlichsten Bestandteile des eigentlichen Telegraphier-Apparates sind in der Abbildung 113 etwas größer dargestellt worden. Daran ist die am Rult bemerkbare zifferblattähnliche Meldescheibe, welche an ihrem Umfange 22 Buchstaben — x und y fehlen, für v und w gilt dasselbe Zeichen — und zehn Zahlzeichen trägt, zwischen denen zu oberst und zu unterst zwei Sternchen eingeschaltet sind.

Diese Scheibe führt den Namen Meldescheibe, zum Unterschiede von dem im äußeren ganz ähnlichen Zeichengeber, welcher auf der Fläche



des Pultes angebracht und durch die Hand des Beamten bewegbar ist, während der Zeiger der Meldescheibe nur von der anderen Station aus durch Öffnen und Schließen der Kette gerückt wird.

Der Zeiger sitzt nämlich vorn an einer durch den Mittelpunkt der Scheibe gehenden drehbaren Achse, welche wie die Zeigerachse der Uhren im Innern ein Steigrad hat, in welches der Anker 1 (Fig. 113) zu beiden Seiten eingreift. Die Zähne des Ankers sind so gestellt, daß immer einer in das Rad greift und dieses also bei der hingehenden Bewegung des Ankers jedesmal um einen Zahn und ebenso wieder um einen bei der hergehenden Bewegung vorwärts rücken kann.

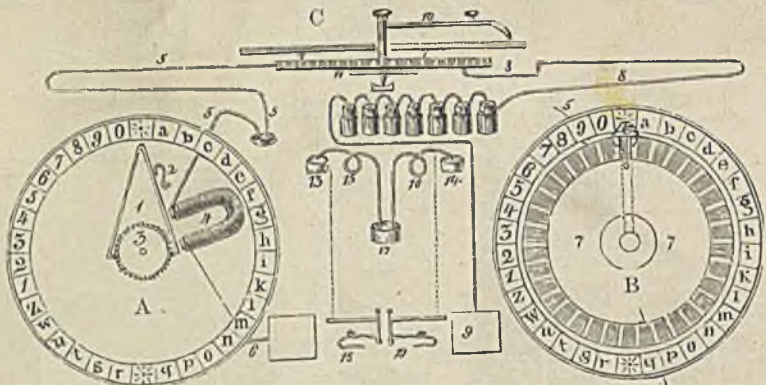


112. Der Zeigertelegraph von Wheatstone.

Es wird nun aber jedesmal, wenn ein Strom durch den Draht geht, das Hufeisen 4 magnetisch, der Anker angezogen, und das durch ein fallendes Gewicht angetriebene Rädchen rückt folglich einen Zahn weiter; wird die Kette wieder geöffnet, so drückt die Feder 2 den rechten Schenkel des Ankers von dem nun nicht mehr magnetischen Hufeisen ab, wobei das Rädchen 3 um den zweiten Zahn vorwärts geschoben wird. Jeder Strom bewirkt also durch Schließen und Öffnen ein Fortrücken um zwei Zähne, und da das Rad doppelt so viele Zähne hat, als auf der Meldescheibe Zeichen angebracht sind (hier 68), so geht natürlich auch der mit dem Rädchen 3 festverbundene Zeiger auf der Meldescheibe jedesmal um einen Buchstaben weiter.

Der Beamte in A (Fig. 112) hat seinen Zeichengeber rechts vor sich auf der Fläche des Pultes, und durch die vollkommene Übereinstimmung der inneren Werke ist er sicher, daß genau dieselben Buchstaben, welche er mit seinem Zeiger berührt, auf der Meldescheibe in B angezeigt werden.

Die Einrichtung des Zeichengebers ersieht man aus Fig. 113, wo man diesen wichtigen Teil des Apparates sowohl von oben (A und B) als im Durchschnitt (C) gezeichnet erblickt. In dieser letztgenannten Durchschnittszeichnung bedeutet 7 eine kupferne Scheibe, deren Umfang 34 Zähne hat, so daß der durch den darauf schleifenden Leiter 5 übertragene Strom 34 mal unterbrochen wird. Die Zwischenräume zwischen den Zähnen sind mit Holz, Horn, Elfenbein oder einer anderen ähnlichen, nicht leitenden Masse ausgefüllt. Der Strom selbst geht aus der Batterie durch den Draht 8 in die kupferne Scheibe und wird also, wenn dieser Schließungsdraht auf einen metallenen Zahn trifft, weiter zu dem Elektromagneten 4 geführt. Nachdem er dessen Windungen durchlaufen hat, strömt er durch den Draht 6 der Erdplatte zu und geht, durch die Erde weiter geleitet und auf der anderen Station dann wieder von der Erdplatte 9 aufgenommen,



113. Meldescheibe und Zeichengeber des Wheatstoneschen Zeigertelegraphen.

in die Batterie zurück. Jedes Fortrücken des Zeichengebers 10 und damit der Scheibe um einen Zahn entspricht also einem Weiterücken des Zeigers auf der Meldescheibe um einen Buchstaben.

Wie man aber mit einem telegraphischen Apparat, nach Art des in Fig. 113 dargestellten, im Stande ist, jeden Augenblick von A und einem anderen Orte, den wir C nennen wollen, sowohl telegraphische Nachrichten zu empfangen, als auch solche dahin abzuschicken, das ist aus der angezogenen Figur ersichtlich. Es tauchen nämlich die von A und C kommenden Drähte 15 und 16 in kleine Quecksilbernapfchen 13 und 14 (wie sie in untenstehender Figur deutlicher dargestellt sind); aus diesen führt wieder je ein drittes Napfchen 17, von wo dann der Draht um den Elektromagneten sich windet. Der Magnet kann somit seine Erregung von zwei Seiten her empfangen, und um nach einer bestimmten Richtung hin zu telegraphieren, schaltet man aus dem gemeinschaftlichen Quecksilbernapfchen nur den betreffenden Leitungsdraht aus.



Übrigens sind die Apparate noch mit Weckern und anderen Hilfs-  
vorrichtungen versehen, auf deren Beschreibung wir uns nicht einlassen  
können.

An dem Zeigertelegraphen zu arbeiten, erfordert keine besondere Fer-  
tigkeit, und für den Eisenbahndienst sind solche Apparate deswegen von  
gewissen Vorteilen. Indessen ist die Zeitdauer, welche die Absendung einer  
Depesche verlangt, verhältnismäßig groß, da der Zeiger nur in der einen  
Richtung bewegt werden kann und, um auf einen im Alphabet zurückliegen-  
den Buchstaben zu gelangen, den ganzen Kreis erst durchlaufen muß. Soll  
z. B. das Wort Amor telegraphiert werden, so genügt zwar ein einmaliges  
Durchlaufen der Meldescheibe; der Telegraphist hält erst auf dem a inne,  
läßt dann den Zeiger, indem er elfmal den Strom unterbricht, bis m fort-  
rücken und wartet hier wieder einen Augenblick, geht dann zum o und r,  
immer in derselben Drehung. Wenn aber das umgekehrte Wort Roma ge-  
zeigt werden soll, so muß er erst das r melden, darauf den ganzen Kreis  
wieder bis zum o durchlaufen, dann wieder fast einen vollen Umlauf  
machen, um zum m zu gelangen, und kommt schließlich, nachdem er viermal  
den Zeiger durch den ganzen Umfang der Scheibe geführt hat, erst mit dem  
a zum Ende. Diese Beschwerlichkeit hat denn auch ganz besonders dazu  
beigetragen, den Morse'schen Telegraphen in späterer Zeit eine so günstige  
Aufnahme zu verschaffen.

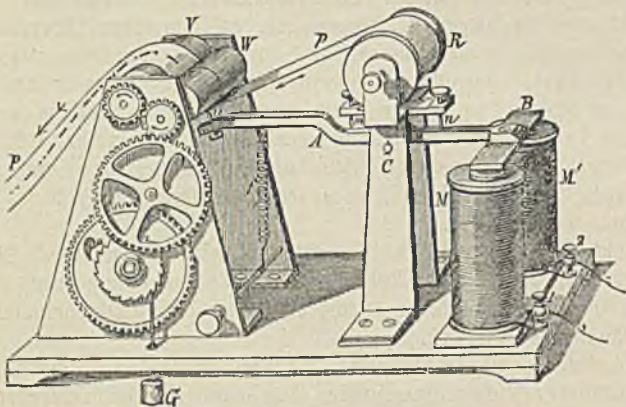
Leicht zu verstehen ist die Einrichtung des Glockenwerkes C, Fig. 112.  
Wird der hängende einfache Anker auf einen Moment nach rechts gezogen,  
so kann ein Zahn des Rades durchgehen, und der Glockenhammer erhält  
einen einmaligen Antrieb.

Die Nadel- wie die Zeigertelegraphen haben den Nachteil, daß sie  
keine bleibenden Zeichen hinterlassen, daß man also das Telegramm nicht  
später noch nachlesen kann, was viele Vorteile bietet. Es kann daher nicht  
wunder nehmen, daß sich alsbald ein Schreibtelegraph rasch Verbreitung  
verschaffte, welcher die Einfachheit und Leistungsfähigkeit der obengenannten  
Arten aufwies, aber die telegraphischen Zeichen auf einen Papierstreifen  
schrieb. Dies war der Morse'schreiber, der übrigens in dem Stein-  
heil'schen Apparate einen Vorläufer hatte. Steinheil hatte, wie wir S. 165  
erwähnt, einen Telegraphen gebaut, bei welchem anstatt der gewöhnlichen  
rautenförmigen Magnethäkeln zwei senkrecht schwingende Magnetstäbchen  
angebracht wurden, die an dem einen Ende mit hohlen Messingstiften ver-  
sehen waren. In letzteren befand sich die Farbe, mittels derer auf einem  
vorübergezogenen Papierstreifen, je nach der Bewegung der Magnethölzchen,  
verschiedenartig gegeneinander gestellte Punkte angegeben wurden, welche  
die verschiedenen Buchstaben des Alphabets ausdrückten. Es war dies der  
erste Drucktelegraph.

Doch ist Steinheil's Erfindung nicht fruchtbar gemacht worden. Erst  
durch Morse, der seinen Apparat 1835 erfand, hat der Schreibtelegraph  
seine gebrauchsfähige Gestalt und damit seine allgemeine Verbreitung ge-

wonnen. Noch gegenwärtig spielt der Morse'sche Apparat, der auch als Stiftschreiber bezeichnet wird, in der elektrischen Telegraphie eine Hauptrolle, indem mit demselben die Zeichen sehr schnell, nämlich bis 100 Buchstaben in der Minute, gegeben werden können, während die besten Zeigertelegraphen es nur auf 40—50 bringen lassen; nebenbei zeichnet sich derselbe auch durch einfache sowie sichere Wirkung vorteilhaft aus.

Der Apparat besteht aus drei Theilen: aus einem Uhrwerk, welches durch ein Gewicht *G* in Bewegung gesetzt wird und den Papierstreifen *pp*, auf den die telegraphischen Botschaften oder Telegramme abgegeben werden sollen, von einer Rolle *R* abwickelt und durch zwei Walzen *V* und *W* hindurchzieht, aus dem Schreibhebel *AB*, der durch einen etwas abgestumpften Stahlstift *o* unter der Walze *W* Zeichen, Punkte und kurze



114. Der Morse'sche Schreib- oder Drucktelegraph.

Striche in das Papier eindrückt, weshalb diese Walze, gegen die der Schreibstift drückt, mit einer kleinen Rinne versehen ist, endlich aus einem Elektromagnet *MM'*, welcher in Verbindung mit der Spiralfeder *f* den Schreibhebel in Bewegung setzt, indem er den Anker *B* abwechselungsweise anzieht und wieder losläßt. Damit der Anker mit den Eisenkernen nicht ganz in Berührung kommt und zu stark daran haftet, ist eine Schraube *m* angebracht, welche den Schreibhebel anhält, wenn sich der Anker dem Eisenkern bis auf eine ganz kleine Entfernung genähert hat; eine zweite Schraube *n* macht, daß, wenn der Elektromagnet zu wirken aufhört, der Anker durch die Feder *f* nicht zu weit von dem Eisenkern entfernt werden kann. Hiernach bildet der Querbalken *A* mit dem rechts daran befestigten Anker *B* einen Wagebalken mit ganz kleinem Ausschlag, welcher um den Bolzen *C* seinen Drehpunkt hat. Der Elektromagnet richtet nun seine Pole nach oben, der Anker wird demzufolge nach unten gezogen, und der Stift an dem anderen Ende geht dann aufwärts.



Der Taster oder Schlüssel dient zum Schließen und Öffnen der Kette. Er besteht aus einem Hebel, der um eine wagerechte Achse A B drehbar ist, so daß ebensowohl die Metallkegel 3 und 4, als auch 1 und 2 miteinander in Berührung gebracht werden können. Wenn nicht telegraphiert wird, so giebt eine Feder dem Taster die in der Zeichnung angegebene Stellung, in der 3 und 4 ruhen. Der Metallkegel 2 ist mit der Klemme m und 4 mit n durch einen Messingdraht verbunden; von m führt ein Draht zur Batterie, von n zum Elektromagnet und von diesem zur Hauptleitung; von dem messingenen Gestell, das die Zapfenlöcher für die Achse des Hebels enthält, geht eine Leitung zur Erdplatte. Wenn der Taster auf einer Station, z. B. auf der Station II (s. die Abbildung 117), niedergedrückt wird, bis daß bei 3 die Metallkegel in Berührung kommen, so wird die Batterie B' dieser Station geschlossen und die Spirale des Elektromagneten m der Nachbarstation I in den Schließungsbogen eingeschaltet. Der Strom geht nämlich von dem Kupferelement K' der Kette B' durch die Hauptleitung zur Spirale m, von hier durch den Taster T 2 zur Erdplatte E, dann durch das Erdreich zur Platte E' und endlich durch den Taster T' 3 zurück zum Zinkelement Z' der Batterie B'. Einen anderen Weg kann der Strom nicht nehmen, weil jede andere Leitung unterbrochen ist; wollte er z. B. von der Hauptleitung nicht durch m, sondern durch B gehen, so wäre ihm durch die Lücke bei 1 der Rückweg abgeschnitten.



115.  
Der Taster oder Schlüssel.

Sobald nun der Strom durch die Spirale m hindurchgeht, wird der Schreibhebel a b von dem Elektromagneten angezogen; der Schreibstift a trifft auf den Papierstreifen p p und macht einen Punkt, wenn der Strom nur einen Augenblick geschlossen wird, oder einen Strich, wenn die Schließung so lange andauert, daß sich während derselben der Papierstreifen um eine kleine Strecke, etwa um 4 mm, fortbewegt. Durch kürzeres oder längeres Schließen der Kette, d. h. durch einen entsprechenden Druck des Fingers auf den Knopf T, kann also der Telegraphist auf einer viele Meilen weit entfernten Station Punkte und Striche in beliebigem Wechsel hervorbringen. Diese werden von dem dort aufgestellten Telegraphisten sogleich in die gewöhnliche Schrift übersezt.

Die telegraphischen Schriftzeichen des deutsch-österreichischen Telegraphenvereins sind: A. —, Ä. — —, B — . . ., C — . —, D — . . ., E., E. . — . ., F. . — ., G — — ., H. . . . ., I. ., J. — — —, K — . —, L. — . . ., M — —, N — ., O — — —, Ö — — — ., P. — — ., Q — — . —, R. — ., S. . ., T —, U. . —, Ü. . — —, V. . . —, W. — —, X — . . . —, Y — . — —, Z — . . ., Ch — — — —, 1. — — — —, 2. . — — —, 3. . . — —, 4. . . . —, 5. . . . ., 6 — . . . ., 7 — — . . ., 8 — — — —, 9 — — — —, 0 — — — — u. s. w. In diesem Alphabet sind die einfachsten Zusammenstellungen der beiden Elementarzeichen für diejenigen Buchstaben u. s. w. gewählt, welche in unserer Sprache am häufigsten vor-

kommen, während dagegen diejenigen Verbindungen, welche mehr Zeit und Raum in Anspruch nehmen, für die selteneren Buchstaben aufgespart sind. Sollen die Zeichen auf dem Papierstreifen deutlich sein, so muß der Stahlstift kräftig angedrückt werden; hierzu sind aber starke Batterien erforderlich, weil der Strom auf seinem langen Wege eine sehr bedeutende Schwächung erleidet.

Um nun nicht allzugroße und kostspielige Batterien aufstellen zu müssen, ist die sinnreiche Einrichtung getroffen, den Schreibapparat durch



116. Telegraphieren am Morse-Apparat.

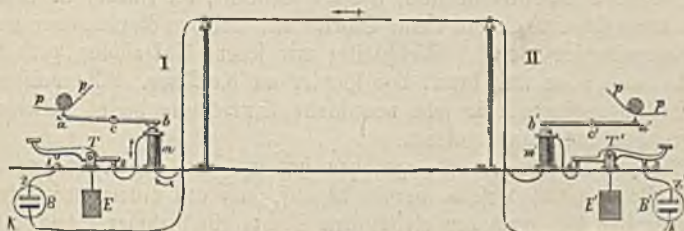
eine besondere Batterie, die Lokalbatterie, in Bewegung zu setzen und die Haupt- oder Linienbatterie nur dazu zu verwenden, um die Lokalbatterie mittels eines Zwischenapparates, Relais (Vorspann), zu schließen, wozu nur ein ganz schwacher Strom erforderlich ist. Die Lokalbatterie besteht nur aus wenigen großen Elementen; sie hat keinen großen Widerstand zu überwinden, da ihr Strom nur die Drahtspule des Schreibapparates zu durchlaufen hat.

Ist der Abstand zwischen zwei Stationen sehr groß, so wird die Linienbatterie einer Zwischenstation eingeschaltet und die Botschaft von dieser frischen Kette auf dem zweiten Teile ihres Weges weiter befördert.



Soll z. B. von Leipzig über Dresden nach Wien telegraphiert werden, so kommen die Zeichen zunächst in Dresden an, werden aber von hier aus ohne Unterbrechung und ohne die Mithilfe eines Telegraphisten mittels der schon erwähnten Vorrichtung, welche der Übertrager oder Translator heißt, durch die Dresdener Linienbatterie unmittelbar nach Wien befördert. Diese Einrichtung gewährt neben einer Kostenersparnis auch den Vorteil, daß die Telegramme auf den Übertragungsstationen niedergelegt werden können.

Die ganze Arbeit beim Absenden von Depeschen durch den Morse-Apparat besteht also im Niederdrücken des Tasters in kurzen und längeren Zwischenräumen; der Empfangsapparat hat dabei nichts zu thun, steht aber mit einem eingelegten Streifen immerfort bereit. Kommt das Zeichen, daß eine Depesche anlangen wird, so setzt man das Räderwerk und damit den Streifen in Gang, und der Anker sängt an, auf den Magnet zu hämmern. Geübte Telegraphisten hören nun schon aus dem Gange des Klopfens die



117. Darstellung zweier Stationen des Morse'schen Telegraphen.

Buchstaben und Worte heraus und brauchen die Zeichen des Streifens gar nicht erst anzusehen.

Hinsichtlich sinnreicher Einrichtung und Leistungsfähigkeit wurde der Morse'sche Apparat noch übertroffen durch den von Professor Hughes in London in den Jahren 1855—58 erfundenen Typendrucktelegraphen, welcher in seiner Art als der vollkommenste Apparat gilt, jedoch dabei sehr verwickelt, schwierig zu bedienen und nicht so zuverlässig ist, wie der einfache Morse'sche Telegraph, obwohl er vor demselben gewisse Vorzüge besitzt.

Bei diesem Typendrucktelegraphen werden die Depeschen in lateinischen Buchstaben gedruckt, und zwar so rasch, daß bei ungestörtem Gange etwa 180 Buchstaben oder durchschnittlich 31 Wörter in der Minute zu Papier gebracht werden. Auf den größten Entfernungen hat man mit diesem Apparate durch geübte Beamte 32—40 Depeschen, durchschnittlich zu 30 Wörtern, in der Stunde befördert. Zur Bedienung eines Apparates gehören aber zwei Beamte, von denen der eine telegraphiert, also den Apparat behandelt, während der andere die auf dem Apparate der Abgangsstation ebenfalls erscheinende Schrift mit derjenigen der zum Abtelegraphieren

vorliegenden Depesche vergleicht und etwa vorkommende Unregelmäßigkeiten seinem Kollegen behufs der Berichtigung mittheilt. Die Sache ist also ziemlich umständlich.

Apparate, welche wirklich drucken, sind schon früher gebaut worden, und es erscheint nicht schwer, nach Art der Zeigertelegraphen ein Rad, welches die Drucktypen auf dem Umfange hervorstehen hat, so weit zu drehen, bis der gebrauchte Buchstabe zu unterst ist, wo dann ein angedrückter, laufender Papierstreifen einen Abdruck empfangen kann. Hiermit, scheint es, wäre man aber notwendig in das alte langsame Tempo der Zeigertelegraphen zurückversetzt. Um so überraschender aber ist es, den neuen Apparat arbeiten zu sehen. Das Buchstabenrad rennt und kennt kein Aufhalten. Der Anker über dem Elektromagneten hat dieselbe rasch schwingende Bewegung wie beim Morse'schen Apparat, aber jeder Schlag bewirkt den Abdruck eines Buchstabens, während bei Morse die einzelnen Buchstaben bis zu fünf Schlägen erfordern. Das Buchstabenrad erhält von einem nebenstehenden gepolsterten Rad, welches mitläuft, die Farbe; unter demselben dreht sich eine andere kleine Scheibe mit weichem Rande, über welche der Papierstreifen gleitet. Gleichzeitig mit jedem Ankerschlag zuckt diese Scheibe nach oben und drückt das Papier an die Type. Wir müssen es uns freilich versagen, die sehr verwickelte Einrichtung dieses geistreichen Telegraphen auseinanderzusetzen.

Neben den Typendrucktelegraphen hat auch der Kopiertelegraph eine Rolle gespielt; derselbe beruht darauf, daß auf einem präparierten Papierstreifen sich durch den elektrischen Strom ein farbiger Strich bildet, wodurch es auch möglich wird, eine Handschrift und selbst eine Zeichnung telegraphisch zu übermitteln. Aber wenn es auch gelungen ist, diesem Apparat die nötige Sicherheit zu geben, so arbeitet er doch zu langsam, um im Verkehre Verwendung finden zu können.

Verweilen wir jetzt noch etwas bei den Drahtleitungen der Telegraphen. Wir sehen diese der Öffentlichkeit am meisten ausgesetzten Teile sich an allen Eisenbahnen hin erstrecken, denn hier sind sie am besten geborgen; sie gehen aber auch nach kleinen Stationen, die noch nicht in einem Bahnverbande stehen, selbständig an Landstraßen oder auch querfeldein fort.

In Ländern wie Rußland, Ostindien, dem westlichen Nordamerika müssen sich die Drahtlinien sehr häufig auf eigene Gefahr durch Feld und Wald und selbst Wüsten hindurchschlagen. In Amerika befestigt man die Drähte häufig auch an lebenden Bäumen; da letztere im Winde hin und her gebogen werden, so muß eine besondere Art der Aufhängung angebracht werden, damit der Draht durch die Schwankungen nicht leidet. In der Nähe großer Städte sind die Pfosten meist mit einer überraschenden Menge von Drähten belastet. Bei weiterer Entfernung mindert sich die Zahl, da einzelne sich nach verschiedenen Bestimmungsorten abzweigen. Es bleiben nur noch solche, die für entfernte Hauptstationen bestimmt sind, nebst denen, welche die Bahn für den eigenen Dienst braucht. Das Metall zu den



Drähten war anfänglich Kupfer, als bester Leiter, die Dicke meistens 2 mm. Indes sind diese dünnen Drähte nicht sehr haltbar, zumal da das Kupfer durch die Electricität und Witterungseinflüsse mit der Zeit brüchig wird. Man hat daher jetzt allgemein Eisendraht in Gebrauch genommen und wiegt dessen geringere Leitungsfähigkeit dadurch auf, daß man ihn beträchtlich stärker nimmt, nach Umständen von 3, 4, 5 mm Durchmesser. Das Eisen wird oberflächlich verzinkt.

Die Drähte werden am einfachsten und billigsten zwischen Pfählen ausgespannt und an Porzellanisolatoren befestigt, jedoch gewähren unterirdische Leitungen eine größere Sicherheit gegen Zerstörung. Diese letzteren müssen durch isolierende Überzüge von Guttapercha, Kautschuk oder dergleichen gut gegen die Erdfeuchtigkeit geschützt sein. Mit Guttapercha und Kautschuk hat man aber die Erfahrung gemacht, daß sie von Mäusen abgefressen werden; es bedarf also dagegen eines weiteren Schutzes, weshalb man die Leitungen noch mit Hanf und darüber mit Eisendraht umwickelt.

Die Telegraphie hat es auch möglich gemacht, daß über fast ganz Europa die Sternwarten unter sich verbunden sind und sich täglich über Temperatur, Barometerstand u. s. w. ihrer Gegend benachrichtigen. So wird nicht allein den Wetterkundigen ein beständiger Überblick über ein großes Gebiet vermittelt, sondern es können auch solche Warten, namentlich wenn sie an Seeküsten liegen, den Nutzen gewähren, daß sie von heranahenden Stürmen und Orkanen schnelle Nachricht an die verschiedenen Hafenplätze gelangen lassen. Für das Eisenbahnwesen ist der Telegraph von unendlicher Wichtigkeit, und ohne ihn könnten wir die Schienenwege bei weitem nicht in der staunenswerten Weise ausnutzen, wie es neuerdings geschieht; denn nur durch die unablässige telegraphische Verständigung zwischen den Stationen ist es möglich, so viele Züge kurz hinter- und gegeneinander fahren zu lassen, wie dies auf belebten Bahnen vorkommt und wie wir im letzten Kriege in gewaltigster Steigerung gesehen haben. Wie zum Danke gewährt dafür die Eisenbahn dem Telegraphen einen wohlbewachten Weg, den alle Leitungen einschlagen, soweit es immer möglich ist.

Und wie vielfach der Telegraph in unseren gesamten öffentlichen und Privatverkehr nutzbringend eingreift, Erleichterungen und Bequemlichkeiten schafft, selbst geistige Genüsse fördert und erhöht, liegt uns allen mehr oder weniger vor Augen. Was würden die Geldbörsen und Handelsplätze beginnen, wenn die gewohnten telegraphischen Kurse, was die Redakteure und Zeitungsläser, wenn die politischen Neuigkeiten dauernd ausblieben? Macht ja schon eine einmalige Stockung Verlegenheit genug. Was wird, seitdem die Telegraphengebühren auf mäßige Sätze herabgegangen sind, nicht alles durch den Draht übermittelt: Bestellungen, Erkundigungen, Auskünfte, Benachrichtigungen, Begrüßungen, Glückwünsche u. s. w. Selbst Schachspiele werden durch den Telegraph geführt. Sehr gewöhnlich sichern Reisende

sich Nachtquartier oder eine bereite Wirtstafel, indem sie ihre Bestellung vorher telegraphisch an das gewählte Gasthaus oder an eine Eisenbahnstation gelangen lassen.

Bei keiner Gelegenheit macht wohl das Wirken des elektrischen Telegraphen mehr Eindruck auf das Gemüt, als wenn bei festlichen Versammlungen, wo Reden und Toaste die Stimmung heben, bald von da, bald von dort telegraphische Begrüßungen einlaufen und zur Verlesung kommen. Das ist doch ganz etwas anderes als ein vor längerer Zeit geschriebener Postbrief; wir fühlen uns enger verbunden mit unseren fernem Freunden, deren Grüße wir so unmittelbar, so warm vom Herzen weg empfangen.

Nur für eine Sorte Menschen ist der Telegraph verhängnisvoll; das sind die Durchbrenner mit geraubtem oder unterschlagenem Gut, die sich schon sicher fühlen, wenn sie auf dem Zuge sitzen, der sie nach dem nächsten Seehafen bringen soll, ohne daran zu denken, daß ihnen auf den Drähten zu ihrer Seite der Steckbrief längst vorausgeeilt ist, der sie auf irgend einem Haltepunkt in die offenen Arme der Polizei führen wird.

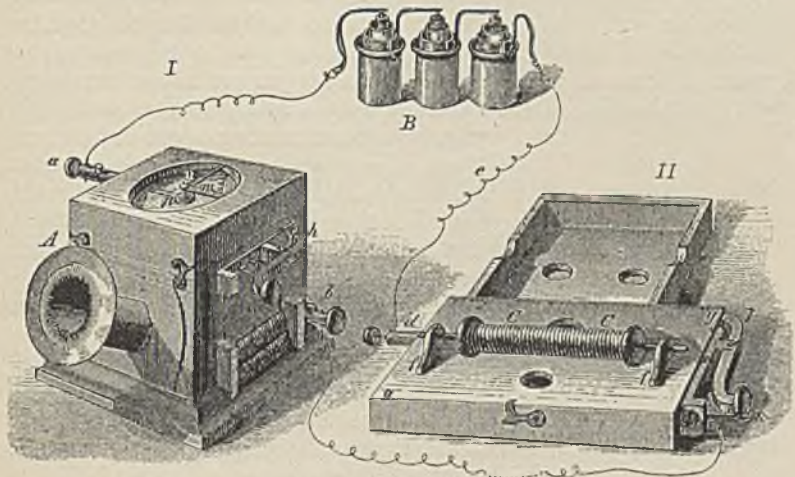
Der Dampf trägt unsere Personen und Güter durch Land und Meer in einer Geschwindigkeit, die im Vergleich zu anderen Verkehrsmitteln ein Flug genannt werden kann; die Elektrizität aber trägt unsere Gedanken in fast gar keiner Zeit in die weitesten Fernen; ja wir würden mit unserem nächsten Nachbar bequem durch einen Draht sprechen können, der um die ganze Erde liefe, wenn wir nur die Leitung vollkommen genug herstellen könnten. Mit den unterseeischen Kabeln zwischen der Alten und Neuen Welt umfassen wir schon ein Viertel des Erdkreises, unsere Landtelegraphen freilich tragen nicht so weit, und wir müssen die langen Linien aus Stücken zusammensetzen, zwischen denen die Depeschen umzutelegraphieren sind. Hier wird also doch Zeit gebraucht; aber sie berechnet sich bei den längsten Linien, z. B. von England nach Ostindien, doch kaum nach Stunden. Was ist das gegen die langsame Bewegung der Nachrichten in früheren Zeiten!

#### Das Telephon. (Der Fernsprecher).

Einen wichtigen Zweig der Telegraphie bildet die Telephonie, welche auf der Wiedergabe der Sprache durch elektrische Ströme beruht, und wenn auch die Telephonie innerhalb des großen telegraphischen Verkehrs bis jetzt nur noch eine untergeordnete Bedeutung hat, so ist sie doch im engeren Verkehr zu wichtigen Dienstleistungen berufen. Der Erfinder des Telephons ist ein Deutscher Namens Philipp Reisz. Er war im Jahre 1834 am 7. Januar in Gelnhausen geboren worden. Dasselbst war sein Vater Bäckermeister. Frühzeitig starben ihm die Eltern, und der verwaisete Knabe trat auf Veranlassung seines Vormundes als Lehrling in ein Kaufmannsgeschäft ein, obwohl er am liebsten eine Schule besucht hätte, um Techniker



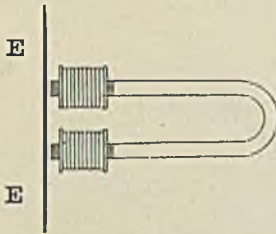
zu werden. In seinem kaufmännischen Berufe hatte er hauptsächlich mit Farben zu thun; es war zu Frankfurt a. M., wo er seit 1850 weilte. Seine Liebe zu den Naturwissenschaften war die gleiche geblieben, und er bildete sich in ihnen nach Kräften aus. 1853 trat er in eine Gewerbeschule ein und übernahm in seinem 24. Lebensjahre, also 1858 eine Lehrerstelle an dem Garnierschen Institute zu Friedrichsdorf bei Homburg. In dieser Stellung blieb er bis zu seinem frühzeitigen Tode, der am 14. Januar 1874 erfolgte. Schon beim Beginne seiner Lehrerthätigkeit faßte er den Plan, den Ton durch elektrische Vermittelung fortzutragen. 1860 fand er die betreffende Einrichtung und nannte sie Telephon, und diesen Namen hat sie beibehalten.



118. Telephonapparat von Reis.

Das erste Telephon wurde also im Jahre 1860 von Philipp Reis in Friedrichsdorf bei Homburg erfunden; wie alle späteren und überhaupt alle telegraphischen Apparate besteht derselbe aus einem Sender oder Geber und einem Empfänger. Der Sender (I) ist ein Kästchen aus Tannenholz, an welchem ein Schallrohr sitzt; in dieses spricht man hinein. Oben hat der Kasten einen runden Ausschnitt, und dieser ist mit einem feinen Häutchen, Membran, überspannt. Auf der Membran liegt ein dünnes Metallblättchen, und über demselben ist ein Metallstift am Kasten befestigt. Spricht man in den Apparat, so gerät die Membran und mit ihr das Metallblättchen in Schwingung, und bei jeder Schwingung stößt das letztere an den Metallstift. Dadurch wird der Stromkreis der Batterie B geschlossen, so daß also durch das Sprechen eine Kette sehr rasch aufeinander folgender Stromstöße entstehen. Diese werden durch die Spule

CC, die auf einem Kästchen aus Holz liegt, geleitet, und unter ihrer Einwirkung gerät ein Eisenstäbchen, das in der Rolle liegt, in Schwingungen. Warum dies geschieht, kann ohne ein näheres Eingehen auf gewisse elektrische Erscheinungen nicht auseinandergesetzt werden; es muß hier genügen, wenn wir sagen, daß das Stäbchen um so schneller schwingt, je rascher die Stromstöße aufeinander folgen. Nun wird die Membran rascher oder langsamer schwingen, je höher oder tiefer der Ton ist, welcher in das Schallloch gesprochen wird. Ebenso rasch schwingt nun auch das Eisenstäbchen und giebt deshalb den Ton in der gleichen Höhe wieder. Es ist also ersichtlich, daß auf diese Weise der Empfänger die gleichen Töne hören lassen wird, welche in das Schallloch des Senders hineingefungen oder gesprochen werden. Aber nicht nur Töne, sondern auch gesprochene Laute gab der Apparat von Reisz wieder, und zweifellos ist der Deutsche Philipp Reisz der Erfinder des Telephons. Hätte er in seinem Vaterlande mehr Anerkennung gefunden, so würde er gewiß seinen Apparat bis zur praktischen Brauchbarkeit vervollkommenet haben.



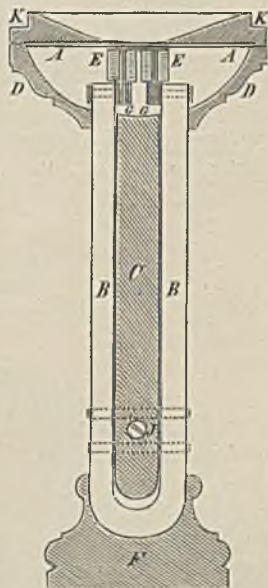
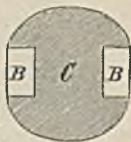
119. Erzeugung von Stromwellen durch eine schwingende Eisenmembran.

Aber er fand nicht das rechte Verständnis und, mittellos wie er war, mußte er die Sache liegen lassen. Ein Amerikaner nahm sie wieder auf und vollendete sie zu der heutigen einfachen und ausgezeichnet praktischen Form. Das war Bell, dem es gelang, ein Telephon herzustellen, welches es möglich machte, die Sprache einer Person in ihrer ganzen Eigentümlichkeit auf Strecken von vielen Meilen zu übertragen. Wir wollen dieses wundervoll einfache Instrument kurz erläutern. Ein dünnes rundes Eisenblech ist in einen festen Rahmen eingespannt. Dicht hinter dem Blech liegt der Pol eines Stahlmagneten NS., und auf diesem Pole ist eine kleine Spule, die aus umsponnenem Draht gewunden ist, gesetzt. Spricht man nun gegen das Eisenblech, so gerät es in Schwingungen, und diese Schwingungen erzeugen durch die Wirkung der Magnetinduktion hin und her gehende kurze Ströme, welche gerade so oft abwechseln, als die Schwingungszahl der Membran beträgt.

Diese Kette von Stromstößen wird nun einer ganz gleichen Vorrichtung zugeführt und bewirkt hier, daß der Magnetspol abwechselnd gestärkt und geschwächt wird. Dies wiederum hat zur Folge, daß das Eisenblech der zweiten Vorrichtung bald stärker, bald schwächer angezogen wird und dadurch in Schwingungen gerät. Weil nun die Stärke des zweiten Magneten genau in dem gleichen Zeitmaße wechselt, wie die Stromstöße, also auch wie die Schwingungen des ersten Eisenbleches, so schwingt das zweite Blech genau so rasch wie das erstere, d. h. es giebt denselben Ton wieder, der auf das erstere einwirkt. Und damit haben wir die überraschend einfache Wirkungsweise des heutigen Telephons erklärt.



Nebenstehend ist ein nach diesem Gedanken gebautes Siemens'sches Telephon im Durchschnitte dargestellt. In einem Holzcylinder C, dessen Querschnitt oben links über dem Längsdurchschnitte des ganzen Telephons zu sehen, ist ein schlanker Hufeisenmagnet B B eingelassen, dessen Boden der hölzerne Fuß F überdeckt. Auf dem oberen Rande des Cylinders C sitzt, wie bei dem Bellschen Apparate, ein Trichter D, welcher die Pole des Hufeisenmagneten mit den Drahtrollen E E und die papierdünne Eisenscheibe A (die sogenannte Membran) enthält. Verschlossen ist das Gehäuse durch einen mit einer Schallöffnung versehenen Deckel K. An der Innenseite der Schenkel B B des Hufeisenmagneten sind zwei weiche Eisenstäbchen G G derartig befestigt, daß sie halb über die Magnetschenkel hinausragen



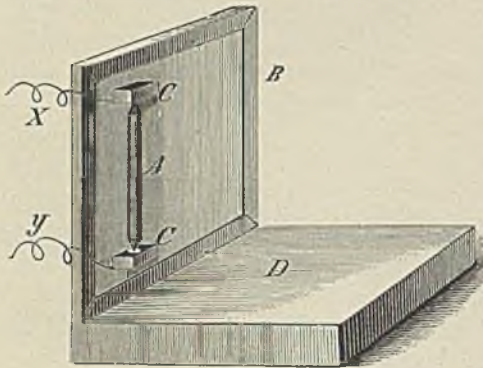
120. Siemens'scher Fernsprecher.

und die eigentlichen Magnetpole bilden; über diesen Polenden sind die Drahtrollen E E aufgesteckt, und dicht vor den Polen befindet sich die erwähnte Membran. Zur Regelung der Entfernung der Polenden von der Membran dient die im unteren Teile des Cylinders angebrachte Schraube J, so daß durch Drehung der Schraube J der Magnet etwas nach oben oder unten geschoben werden kann. Was diesem Fernsprecher vor dem Bellschen den Vorzug giebt, ist — abgesehen von seiner größeren Empfindlichkeit — der Vorteil, daß zum Anrufen der Hörstation keine besondere Rufvorrichtung erforderlich ist, indem einfach auf das Mundstück des Telephons eine Zungenpfeife aufgesetzt wird, in welche man hineinzublasen hat. Sprech- und Hörtelephone sind gleich eingerichtet.

In gewissen Fällen wird zur Verstärkung der telephonischen Wiedergabe das Mikrophon benutzt, welches für das Ohr gewissermaßen als Mikroskop dient, indem es die Wirkung der Schallwellen bedeutend verstärkt und somit selbst sonst unhörbare Geräusche hörbar macht. Das Mikrophon ist eine Erfindung des Amerikaners Eduard Hughes, dessen Name schon als Erfinder des Typendrucktelegraphen Berühmtheit erlangte. Auch dieses merkwürdige Instrument ist von wunderbarer Einfachheit.

Ein Stäbchen A aus harter Kohle, wie solche für gewisse galvanische Elemente benutzt wird, ist mit seinen zugespitzten Enden leicht zwischen zwei aus gleicher Masse gefertigte Kohlenstückchen C C geklemmt, die zu dem Zweck etwas ausgehöhlt sind. Mit diesen an einem dünnen Holzboden befestigten Kohlenplättchen sind die Leitungsdrähte X und Y eines Telephons verbunden. Der ganze Apparat ruht auf der festen Unterlage D. Durch

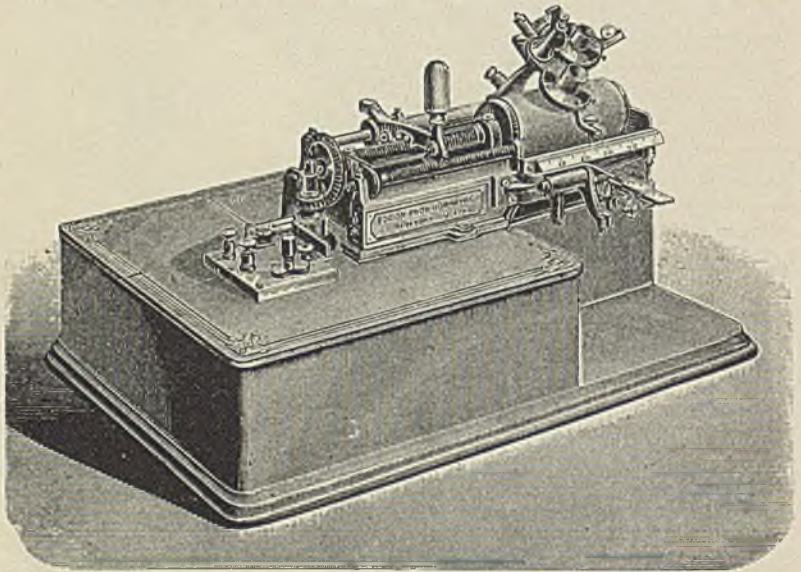
die geringste Erschütterung wird nun der Druck zwischen den Kohlentheilen in den Stellen, an denen sie sich berühren, bald größer bald kleiner; dies



121. Hughes' Mikrophon.

bewirkt eine Änderung des durch das Kohlenstäbchen in die Stromleitung XY eingeschalteten Widerstandes und dadurch auch der Stromstärke. Diese Änderung der Stromstärke erzeugt in dem Magnetkerne des vielleicht in großer Entfernung befindlichen Telephons eine Änderung des magnetischen Zustandes, wodurch wiederum in der vor den

Eisenblechmembran hörbare Schwingungen hervorgebracht werden. Dieses einfache Mikrophon ist nun vielfach verbessert worden und wird jetzt fast



122. Edison's Phonograph.

allgemein in den Telephonapparaten als Sender angewendet. Der verdienstvolle erste Generalpostmeister des Deutschen Reiches Dr. von Stephan führte das Telephon 1877 in den öffentlichen Verkehr ein.



In neuester Zeit hat man sich außer mit der elektrischen Übertragung von Tönen auch noch mit der Erfindung von Methoden zur dauernden Festhaltung der Töne beschäftigt; besonders ist auf diesem interessanten Felde der berühmte amerikanische Elektrotechniker Edison mit Erfolg thätig gewesen. Der von ihm erfundene Apparat, der Phonograph, ist Fig. 122 abgebildet.

In der Mitte einer hinter einem Schalltrichter, ähnlich wie beim Telephon, ausgespannten, leicht federnden, gewöhnlich aus Pergament bestehenden Membran ist ein stumpf zugespitzter Metallstift befestigt, hinter dem Stifte ist eine Wachswalze. Indem nun der Stift den Wachzüberzug sanft drückt, wird beim Drehen der Walze diese gleichzeitig auch vorwärts geschoben. Sobald nun die Membran durch anschlagende Schallwellen irgendwelcher Art, sei es durch Sprechen, Singen, Pfeifen u. s. w., in entsprechende Schwingungen versetzt wird, bringt der Stift im Wachs entsprechende Vertiefungen hervor. Hat man nun den Wachzüberzug des Cylinders auf diese Weise mit Tonwellen bedeckt, so lassen dieselben jederzeit mit demselben Apparat wiederum die Töne hervorbringen. Zu dem Zweck ist es nur nötig, den Cylinder, ohne Einwirkung des Stiftes, wieder in seine Anfangsstellung zurückzubringen, dann den Stift in den Anfang der Schraubenwindung des Cylinders einzusetzen und um die Kurbel zu drehen, so daß alle Tonwellenzeichen am Stifte vorübergehen und durch diesen, indem derselbe den früher von ihm hergestellten Eindrücken folgt, die Membran in entsprechende Schwingungen versetzen, so daß diese die Tonwellen, von denen sie vormals bewegt wurde, nunmehr in gleicher Weise zurückgiebt. Es kann somit eine gesprochene Rede oder ein gesungenes Lied selbst nach Jahren in seinen Eigentümlichkeiten wieder zu Gehör gebracht werden.

Freilich dürfen wir uns über den vorläufigen Wert dieser Erfindung keiner Täuschung hingeben. Für eine allgemeine Anwendung ist der Apparat viel zu empfindlich und teuer, seine Behandlung zu schwierig und seine Leistung für die Zwecke des praktischen Lebens zu ungenügend. Die Hoffnung, die schriftliche Mitteilung oder Aufzeichnung durch die Festhaltung im Phonographen zu ersetzen, hat sich noch nicht erfüllt, und es müssen erst umgestaltende Neuerungen gefunden werden, bis wir das gesprochene Wort in bequemer Weise aufspeichern und versenden können.

## Die Untersee-Telegraphie.

Im Jahre 1801 brauchte man 21 Tage, um die Nachricht vom Tode des russischen Kaisers Paul I. durch Eilboten nach London gelangen zu lassen; 1855, wo schon Telegraphenlinien benutzt werden konnten, erfuhr man das Ableben des Kaisers Nikolaus schon nach  $4\frac{1}{4}$  Stunden zu London. Im Jahre 1866 gelangte der Inhalt der Eröffnungsrede des nordamerikanischen Präsidenten Johnson in einer Viertelstunde nach England. In früheren Zeiten hatte England mit seinen ostindischen Besitzungen keine anderen Verbindungen als die Schifffahrt; ein Schiff aber war fünf Monate unterwegs. Heute brauchen die Depeschen auf der Linie London-Vibau-Moskau-Teheran-Kalkutta nur 45 Minuten Zeit.

Auf diese weltumspannenden Bahnen des elektrischen Eilboten und namentlich auf die unterseeischen Leitungen wollen wir jetzt unsere Aufmerksamkeit richten. Nachdem man die guten Dienste der Telegraphen im Binnenlande kennen gelernt hatte, konnte es nicht fehlen, daß man dieselben auch auf Länder auszudehnen wünschte, die durch Meere getrennt sind. Der erste Gedanke einer unterseeischen Telegraphenleitung scheint von dem um das Telegraphenwesen überhaupt hochverdienten Professor Wheatstone in London ausgegangen zu sein; bereits im Jahre 1840 legte derselbe nämlich dem Parlamente ein Projekt vor, um Dover mit Calais durch ein unterseeisches Kabel zu verbinden. Allein man kannte damals die isolierende Eigenschaft der Guttapercha noch nicht, und der Vorschlag Wheatstones (spr. uihstton) kam nicht zur Ausführung. Im Jahre 1846 machte Werner v. Siemens in Berlin die ersten Versuche, den Leitungsdraht mittelst einer Umhüllung von Guttapercha zu isolieren, und von da ab war von der unterirdischen Telegraphenleitung zur unterseeischen nur noch ein Schritt. Dennoch vergingen drei Jahre, bis zuerst durch Walker, den Leiter des Telegraphen der englischen Südwest-Eisenbahn-Gesellschaft, auf einer über zwei Meilen langen Seeleitung telegraphische Depeschen ausgetauscht wurden.

Nachdem man so weit war, erfolgte 1851 die Legung der ersten wirklichen Telegraphenleitung da, wo man es hätte voraussetzen können, zwischen Frankreich und England an der schmalsten Stelle des Kanals, von Dover nach Calais. Der Ingenieur Brett hatte den Plan im Jahre 1850 zunächst ins Auge gefaßt, doch glaubte man damals allgemein noch nicht an die Möglichkeit des Gelingens. Man hielt das Ganze nur für einen Schwindel und wurde nicht müde, es in öffentlichen Blättern zu verleumden. Der Draht selbst, aus Kupfer gezogen, war mit einer Lage von



Guttapercha bedeckt. In Dover angefertigt, wurde er von dort aus in gerader Richtung auf das Kap Gris-nez in den Kanal versenkt; bald gingen die ersten Depeschen hin und her und bewiesen die Ausführbarkeit der unterseeischen Leitung. Allerdings dauerte diese erste telegraphische Verbindung zwischen unserem Festlande und dem Inselreich nur wenige Stunden. Ein Fischer, erzählte man sich, der seiner Arbeit oblag, zog plötzlich ein Stück des kaum gelegten Kabels mit in die Höhe und ganz erstrent über den seltsamen Fund, lief er damit triumphierend nach Boulogne und zeigte es dort als eine neue Art Seegewächs, dessen Inneres mit Gold gefüllt sei. Wahrscheinlich ist der Draht an den scharfen Klippen an der französischen Küste zerschnitten worden. Jedenfalls wurden dadurch die Telegraphentechniker aufmerksam gemacht, daß die Legung einer Unterseeleitung doch noch mit anderen Umständen zu rechnen habe, als man sie von der festen Erde her kannte. Kurz, man bemühte sich, etwas Dauerhaftes herzustellen, und kam auf die Einrichtung eines zusammengesetzten Kabels, welches in der Hauptsache das Vorbild für alle späteren unterseeischen Leitungen geworden ist. In der Mitte liegen eine Anzahl mit Guttapercha umhüllte dünne Kupferdrähte, dann folgte eine dicke Umhüllung von mit Teer getränktem Hanf und äußerlich eine Anzahl schlank gewundener, dicker verzinkter Eisendrähte. Die Abbildung 124 giebt eine Probe, zwar nicht von diesem, sondern von dem ersten Kabel nach Amerika. Bei demselben sind sieben Leitungsdrähte aus Kupfer, welche mit einer dreifachen Guttaperchahülle umgeben sind, zu einem Seil zusammengedreht, das mit geteertem Hanf dick umspinnen und dann mit Eisendrähften zum Schutz dicht umwickelt ist. Diese Leitung schien nach außen vollkommen gesichert.

Das zweite durch den Kanal gelegte Kabel bewährte sich, und seitdem ist die telegraphische Verbindung Englands mit dem Festlande gesichert.

Der ersten unterseeischen Telegraphenleitung folgten in Europa bald andere Linien. Irland wurde mit England, Italien mit Corsica verbunden, und Dänemark legte bald zwischen den größeren Inseln seines Reiches ebenfalls unterseeische Stränge. Die Verbindungen Englands mit dem Festlande wuchsen mit der Zeit auf sieben oder acht. Inzwischen ging man auch in Amerika an die Legung unterseeischer Drähte und stellte zunächst ein unterseeisches Telegraphennetz her zwischen dem Kap Ray auf der Insel Neufundland und dem Kap Breton, sowie zwischen der Prinz Edwards-Insel und Neubraunschweig. Das hierzu erforderliche Kabel hatte 120 km Länge, wog pro km 75—80 Zentner und kostete 75 000 Dollar. Durch dasselbe war die Insel Neufundland mit dem Festlande von Amerika verbunden, und die Amerikaner konnten hiermit die Nachrichten aus Europa schon drei bis vier Tage früher als vorher erhalten. Amerikaner waren es auch, welche die Anlagung eines Kabels durch den ganzen Ozean am eifrigsten betrieben, vor allem Cyrus Field, dessen nie ermüdendem Streben es zu danken ist, daß trotz aller Widerwärtigkeiten die telegraphische Verbindung beider Weltteile endlich gelang.

Die Legung unterseeischer Kabel bietet, sobald nur eine günstige Jahreszeit gewählt wird, auf weniger langen Strecken und in minder beträchtlichen Wassertiefen nur geringe Schwierigkeiten. Vom Hinterteil des Schiffes aus wird das zu versenkende Kabel mittels eines Rades hinabgelassen, wobei die Abwicklung gewöhnlich über einer großen gußeisernen Trommel vor sich geht. Man kann dabei nicht selten das Kabel sich selbst überlassen, da sein eigenes Gewicht den regelmäßigen Ablauf bei entsprechender Geschwindigkeit des Schiffes zu sichern pflegt.



123. Auslegung eines unterseeischen Kabels.

Bei ruhigem Wetter, wenn alle Vorbereitungen gehörig getroffen sind, ist die Versenkung eines Telegraphenkabels ohne Schwierigkeiten ausführbar. Bei stürmischer See aber, wenn infolge der heftigeren Schwankungen sich die Mannschaft auf dem Schiffe nur mit Mühe aufrecht zu erhalten vermag, wenn plötzliche Finsternis hereinbricht und die genaue Überwachung des abrollenden Taus unmöglich ist, kommt das Kabel leicht in Unordnung, und die Gefahr eines Bruches tritt um so näher, wenn außerdem noch der Meeresboden ungewöhnlich tiefe Stellen bietet, infolge deren das Tau oft plötzlich mit einer ungeheuren Beschleunigung hinabschießt, aller Bremsversuche spottend. Dann wird nicht selten der Kurs verloren, und das Kabel muß, wenn es nicht schon vorher von selbst gerissen, auf offener See gefappt werden. Alle diese Gefahren und Schwierigkeiten nehmen natürlich zu, je schwerer das Gewicht des zu versenkenden Taus und je tiefer der Meeresboden ist, und es bedarf dann der sorgsamsten Vorbereitungen für alle Fälle, der umsichtigsten Leitung in den Stunden der Not und Ge-



jahr. Auch bei ruhigem Wetter ist die Arbeit des Auslegens eine spannende und die größte Aufmerksamkeit erheischende, wenn man große Meeresstiefen unter sich hat. Denn dann ist der frei im Wasser hängende Teil des Kabels so schwer und zieht so gewaltig, daß starke und künstliche Bremsen in Anwendung kommen müssen, die es nur allmählich entlassen. Übrigens bedeutet das Verlassen eines Kabels nicht ohne weiteres dessen Verlust; man verbindet dessen Ende mit einer starken schwimmenden Boje, die es empor hält, nimmt es in ruhiger Zeit wieder an Bord und verbindet es mit dem übrigen.

Die Legung des ersten Kabels nach Amerika war besonders reich an allerlei Wechselfällen und noch erschwert dadurch, daß man es mit einer ganz ungewohnten Aufgabe zu thun hatte. Wir wollen auf die Geschichte des Unternehmens näher eingehen, denn es ist von hohem Interesse, zu verfolgen, wie dieses großartige Unternehmen der Neuzeit verschiedene Phasen durchlaufen mußte, wie es bald fehlschlug, bald einmal gelungen schien und doch wieder mißglückte, bis dasselbe endlich, nach hinreichend gewonnenen und weislich benutzten Erfahrungen, durch die letzten großen Anstrengungen mit einem überaus günstigen Erfolge gekrönt wurde.

Zwei große Abschnitte können wir in der Ausführung des atlantischen Telegraphen unterscheiden. Der eine erscheint gleichsam wie die Ausführung eines großen Versuches, das den glücklichen Ausgang des zweiten sicherstellt, und in beiden Fällen war eine doppelte Expedition erforderlich, deren jede ein Jahr für sich in Anspruch nahm. Nachdem Cyrus Field die Angelegenheit in die Hand genommen und sich durch sachkundige Männer, wie Kapitän Maury und Professor Morse, über die technischen Vorbedingungen des Unternehmens unterrichtet hatte, ging er im Jahre 1855 nach England, um hier die Sache persönlich zu betreiben. Nach einem Jahre brachte er die Aktiengesellschaft „Atlantic Telegraph-Company“ zusammen, während zugleich die oben erwähnte Linie durch Neuschottland und Neufundland vollendet wurde. Inzwischen ließ man den atlantischen Meeresboden auf dem Wege nach Irland untersuchen und sorgte für die Anfertigung des auf beinahe 4000 km Länge berechneten Kabels, dessen Beschaffenheit wir bereits kennen, und das etwa 4 1/2 Millionen Mark herzustellen kostete.



124.

Probe des ersten europäisch-amerikanischen Kabels.

Im August des Jahres 1857 schritt man zur Versenkung, welche Arbeit infolge der beträchtlichen Masse des Leitungsdrahtes auf zwei Schiffe, „Agamemnon“ und „Niagara“, verteilt werden mußte. Zu Anfang ging, mit Ausnahme weniger leicht ausgeglichenen Störungen, alles glücklich von statten. Als aber nach einer Strecke von etwa 50 deutschen Meilen bereits über 70 Meilen Kabel aufgezehrt waren, machte sich die Besorgnis geltend, daß infolge etwa noch zu erwartender größerer Unebenheiten des Meeresbodens der Kabelvorrat nicht ausreichen werde. Die nächstliegende Aushilfe einer strafferen Abwicklung des Kabels erschien un vermeidlich, und die Ingenieure auf dem Schiffe suchten deshalb an der Abwicklungsmaschine eine entsprechende Abänderung auszuführen. Dieses Unternehmen hatte indes einen so unglücklichen Erfolg, daß mitten auf dem Meere der wertvolle Draht zerriß und das Ende in die Tiefe von einer halben Meile hinabsank. So war der erste Versuch gescheitert; aber man verlor den Mut nicht. Neue Gelder wurden zusammengebracht, und man ließ den verloren gegangenen Teil des Kabels durch ein neu angefertigtes, beträchtlich längeres Stück von beinahe 200 deutschen Meilen Länge ersetzen. Dieselben Schiffe trugen wieder, im Jahre 1858, das Kabel mitten in den Ozean, fügten dort die beiden Hälften aneinander und legten das Tau vom 26. Juni ab gleichzeitig nach Osten und Westen hin. Nach mehreren Unfällen ging endlich vom 29. Juni ab die Versenkung nach beiden Seiten glücklich von statten, und beide Schiffe erreichten an demselben Tage ihre Zielpunkte. Noch in der ersten Woche des August konnten bereits telegraphische Botschaften den Atlantischen Ozean durchfliegen, und am 16. August tauschten die Königin Victoria und Präsident Buchanan gegenseitig Glückwünsche aus. Allein die Freude über das Gelingen sollte denselben Monat nicht überdauern. Von Tag zu Tag nahm die elektrische Kraft des Kabels immer mehr ab, bis dasselbe nach einer Beförderung von wenigen Hundert Depeschen am 1. September in ewiges Schweigen versank. Eine Zeitlang bemächtigte sich allgemeine Mutlosigkeit der Gemüther, und statt vor allem den eigentlichen Ursachen des Mißerfolges nachzuforschen, dachte man anfänglich über andere Mittel und Wege nach, um die einmal angeregte telegraphische Verbindung zwischen den beiden Weltteilen auszuführen. Von den verschiedensten Seiten wurden die verschiedenartigsten Vorschläge gebracht. Unter anderem wollte man in Amerika von Quebec aus durch Labrador, die Davisstraße, Grönland, das Eismeer, über Island nach den Faröer-Inseln und Norwegen eine Linie legen. Weiterhin dachten einige daran, von Charleston in Südcarolina aus nach den Bermudainseln, den Azoren und dann nach Portugal oder Frankreich eine Leitung zu führen.

Ungleich wichtiger erschien die Herstellung einer Telegraphenlinie, welche nicht bloß die Alte Welt mit der Neuen auf dem Wege durch Russisch-Asien verbinden, sondern überhaupt eine weite Verzweigung des Telegraphennetzes über den größten Teil aller Kulturländer herbeiführen



sollte. Aber wie manche Vorteile auch dieser weit angelegte Plan einer Verbindung der Alten und Neuen Welt auf dem Umwege über Asien darbieten mochte, so blieb doch die unterseeische Linie durch den Atlantischen Ozean immer der bei weitem kürzere und naturgemäße Weg, und es kam für England außerdem die Rücksicht zur Geltung, daß bei dem Umweg über Asien der Schwerpunkt des Telegraphenverkehrs in zwei außerenglische Staaten, Rußland und Amerika, gefallen wäre. So nahm man denn nach kurzer Zeit den Plan der atlantischen Kabellegung von neuem auf. Während der Bürgerkrieg in Nordamerika wütete, suchte man diesseit des Ozeans die günstigsten Voraussetzungen, welche den Erfolg einer wiederholten Legung versprechen würden, zu ergründen und setzte zu diesem Zweck sogar eine eigene Kommission ein. Denn hatte es auch den Anschein, als wollte die Natur der Kühnheit des Menschengesistes, ihr Werk in seinem wirtschaftlichen Interesse zu verbessern, unbefiegbare Hindernisse in den Weg legen, so stand doch zu hoffen, daß es einer vernünftigen Erkenntnis und unermüdblichen Thatkraft gelingen werde, dem menschlichen Geiste über die Naturgewalten zum Triumph zu verhelfen. Diese Hoffnung hat auch jene mutigen Männer, welche im Kampfe mit der Natur nicht erlahmten, um so weniger getäuscht, als sie zunächst mit unnachsichtlicher Strenge alle früher begangenen Fehler aufzudecken, alle Irrtümer zu berichtigen sich anschickten. Man fand, was die Beschaffenheit des Kabels selbst betrifft, daß infolge verschiedener Nachlässigkeiten theils die Festigkeit, theils die Isolirtüchtigkeit des Taaes schon vor seiner Versenkung bedeutend gelitten haben mußte.

Gewiß ist die fehlerlose Herstellung eines solchen langen Kabels eine schwierige Arbeit, welche die größte Umsicht erfordert, und nur durch Erfahrungen konnte man dazu gelangen, gewisse Fehler dabei zu vermeiden. So war z. B. die Umspinnung mit Eisendraht zu zwei Theilen zwei verschiedenen Häusern aufgegeben und dabei die Rücksicht auf die spätere Vereinigung derartig übersehen, daß in der einen Fabrik die Eisendrähte nach rechts, in der anderen nach links umspunnen werden durften, wodurch naturgemäß an der Verbindungsstelle ein schwacher Punkt entstehen mußte. Ferner hatte man das Kabel mehrere Monate lang auf dem Kai zu Greenwich in der Sonnenhitze trocken liegen lassen, so daß seine Isolierung, da die Guttapercha an der Luft leicht verdirbt, bereits vor der Legung an manchen Stellen sehr geschwächt sein mochte. Als insofgedessen das gelegte Kabel an seiner Leitungskraft von Tag zu Tag verlor, beging man obenein den Fehler, die elektrischen Leistungen dadurch zu erzwingen, daß man immer stärkere Batterien in Anwendung brachte. Damit beging man aber einen großen Fehler; denn diese langen Seekabel sind der Gefahr ausgesetzt, vom Strome in ihrer Isolierung durchgeschlagen zu werden, und um dies zu vermeiden, ist es notwendig, ganz schwache Batterien anzuwenden. Weiterhin war man auch bei dem ersten Versuche der Kabellegung mit der Einschiffung des Taaes, auf die ebenfalls sehr viel ankommt, ziemlich

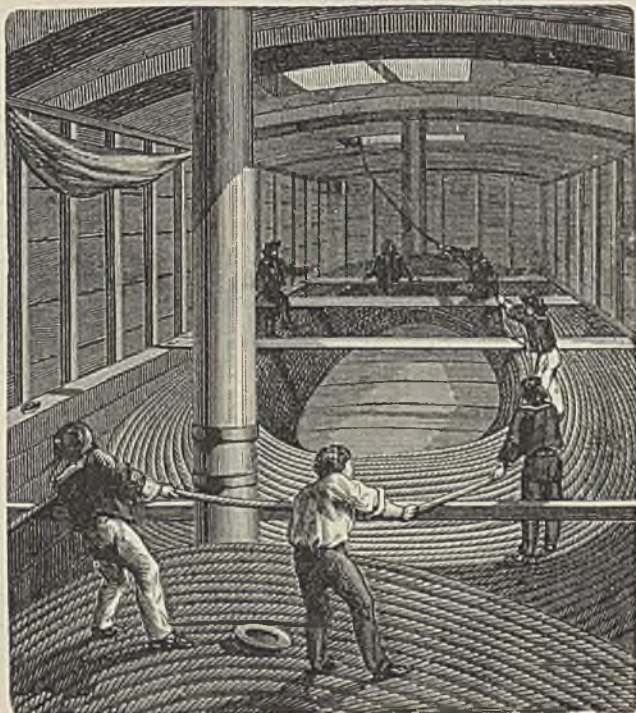
sorglos umgegangen. Die glatte Abwicklung des Taaes vom Hinterteile des Schiffes ist von einer vorangegangenen umsichtigen Einladung, von der sie gleichsam die Rehrseite bildet, durchaus abhängig, da beim Versenken das Tau ohne die geringste Störung abrollen und in der Geschwindigkeit seines Falles möglichst mit der Schnelligkeit des Schiffes übereinstimmen muß. Die kleinste Nachlässigkeit bei Anordnung der einzelnen Ringe während des Einschiffens kann später beim Abrollen eine Schleifenbildung und unter Umständen den Bruch des Kabels zur Folge haben. Im Jahre 1857 verfuhr man in dieser Rücksicht so sorglos, daß man damals eine der fünf Kabelagen in unmittelbarer Nähe der Schiffsmaschine unterbrachte, ohne dieselbe gegen die Wärme, welche aus dem Maschinenraum ausstrahlte, gehörig zu schützen. Abgesehen hiervon war übrigens die Auslegemaschine, an welcher das Kabel herabrollte, von so mangelhafter Bauart, daß man den erfolgten Bruch des Kabels sehr begreiflich findet. Wenn man freilich immer auf eine ruhige See und gleichmäßige Tiefe rechnen könnte, so würde man anstatt der einfachen Trommel kaum einer besonderen Abwickelungsmaschine bedürfen. Die Rücksicht auf eintretende Stürme und mögliche jähe Untiefen macht aber gerade für die Legung durch den Atlantischen Ozean eine leicht zu handhabende Auslegemaschine unumgänglich notwendig. Infolge jener widrigen Einflüsse würde nämlich ein frei herablaufendes Kabel nach den Gesetzen der Schwere unter Umständen seinen Fall immer mehr beschleunigen, ohne daß die Geschwindigkeit des Schiffes in gleichem Maße zunehmen könnte. In kurzer Zeit würde also viel mehr Kabel ablaufen und, indem sich letzteres in Ringellinien auf dem Meeresboden niederlegt, jedenfalls ein beträchtlicher Verlust von Kabel entstehen.

Andererseits dürfte aber auch der Lauf des Taaes nicht so kräftig gehemmt werden, daß das Schiff sich schneller fortbewegte, als das Kabel abläuft, weil letzteres sonst auf dem Meeresboden eine ihm vielleicht nachteilige Spannung zu ertragen hätte.

Da nun das Kabel auf dem Meeresgrunde sich in der Regel der geraden Linie möglichst nähern und doch keine Spannung in seinem Inneren erleiden soll, so ist die Anwendung einer eigenen Auslegemaschine, welche die Abgleitung des Kabels regelt, von selbst geboten. Dieselbe besteht aus einer starken Bremsvorrichtung und einem Kraftmesser oder Dynamometer, welcher stets die augenblickliche Spannung anzeigt. Je nachdem sich die Tiefe des Meeres ändert oder andere Einflüsse zur Geltung kommen, muß der Druck der Bremsen vermehrt oder vermindert werden, damit die Spannung stets dem Gewichte des senkrecht ins Meer hinablaufenden Kabels möglichst gleichbleibt. Nimmt die Tiefe und damit das Gewicht des herabhängenden Taaes zu, so ist die Bremse anzuziehen, im entgegengesetzten Falle aber zu lüften. So ist von einem richtigen Benutzen der Auslegemaschine der Erfolg des ganzen Unternehmens einer Kabellegung abhängig, und die Bedeutung der Maschine wird noch dadurch erhöht, daß



derselbe Apparat zugleich als Aufwindemaschine benutzt werden kann, wenn es darauf ankommt, das Kabel behufs Prüfung und Ausbesserung einer schadhaften Stelle wieder in die Höhe an Bord zu schaffen. Diese Arbeit, für welche die fragliche Maschine alle Bewegungen in entgegengesetzter Richtung gestatten muß, ist bei der wirklichen Wiederaufnahme des Unternehmens im Jahre 1865 mehrmals in Frage gekommen und mit Hilfe des damals gebrauchten, vielfach verbesserten Apparates auch ausgeführt worden.



125. Kabelagerung im Tiefraume des Transportschiffes.

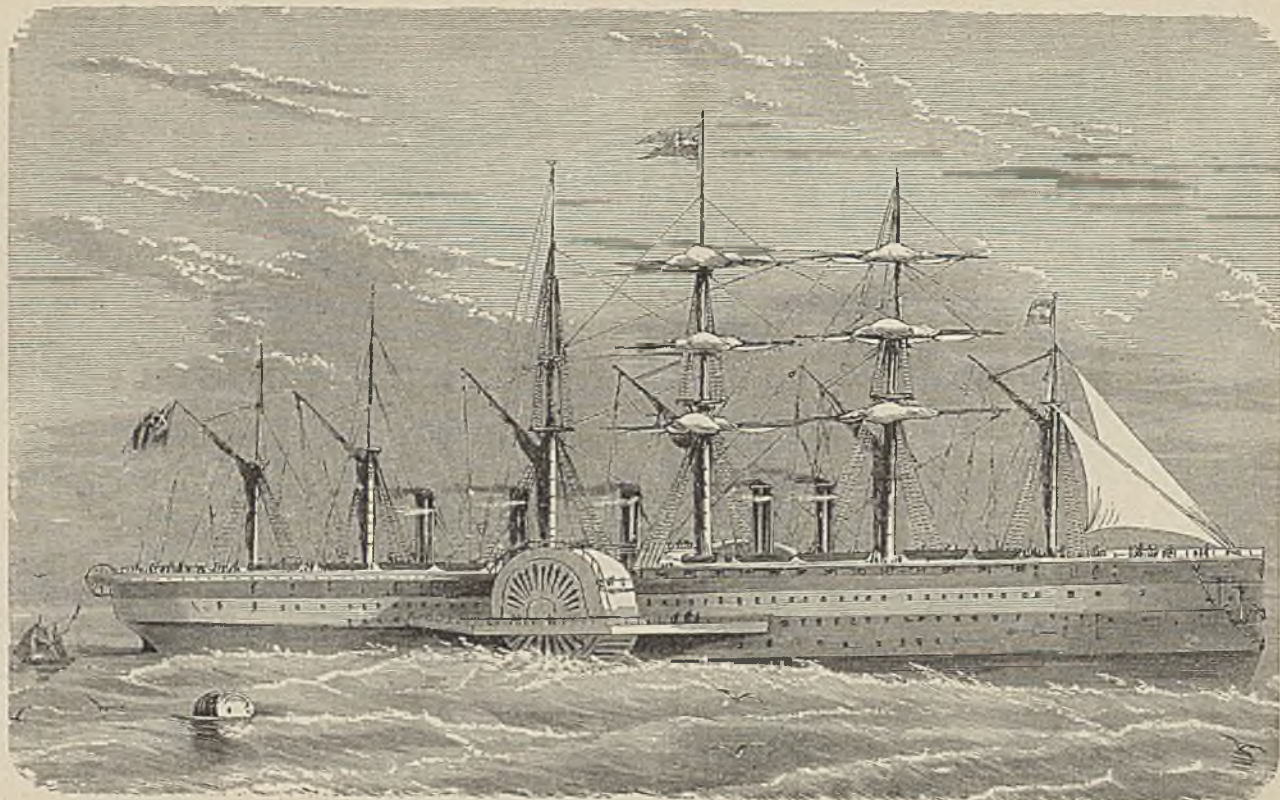
Für die neue Expedition, welche von mehreren ausgezeichneten Elektrikern begleitet werden sollte, hatte Professor Thomson ein sehr verlässiges Spiegelgalvanometer eingeführt, welches, nach älteren Ideen von Gauß und Boggendorf gebaut, nicht bloß dazu diente, die Kabeltüchtigkeit hinsichtlich der Leitung und Isolierung in jedem Augenblick zu prüfen, sondern auch zugleich als Signalapparat, wie später als Sprechinstrument für den wirklichen Depeschenverkehr zwischen Europa und Amerika benutzt werden sollte. Weiterhin war die Telegraphengesellschaft bedacht, eine

möglichst genaue Untersuchung der für das Kabel bestimmten Lagerstätte vornehmen zu lassen.

Zwar hatten die älteren Untersuchungen des Meerbodens zwischen Irland und Neufundland bereits gezeigt, daß auf dieser Strecke im allgemeinen keine jähen Neigungen und Senkungen vorkommen, vielmehr sich meistens regelmäßige sanfte Abdachungen finden. Um jedoch in diesem Punkte sicher zu gehen, kam es darauf an, Proben aus dem Meeresgrund herauf zu holen, aus denen man mit einiger Zuverlässigkeit auf die Beschaffenheit des Bodens und somit auch auf dessen Neigung Schlüsse ziehen konnte. Hierzu dient gewöhnlich der Brookesche Apparat, dessen Wirkung darauf beruht, daß der sinkende Körper unten eine mit Talg ausgefüllte Vertiefung hat. Beim Anstoßen auf den Grund drücken sich kleine lose Körper in den Talg ein, oder wo nur nackter Fels vorhanden, drückt sich dieser ab. Auf diese Weise kann man den Meeresboden auf Tiefen von einer halben deutschen Meile untersuchen. Nach den Ergebnissen der damals ausgeführten Untersuchungen erkannte man nun, daß in der Nähe der irischen Küste der Meeresgrund zunächst sandig, sodann felsig ist und größere Neigungen desselben sich erst etwa 50 Meilen seewärts einstellen, wo auf eine Strecke von  $2\frac{1}{2}$  Meilen, welche man daher den irischen Abhang nennt, der Unterschied der einzelnen Tiefen bis auf 2200 m ansteigt. Jenseit des irischen Abhangs bleibt der Boden auf eine lange Entfernung von beinahe 300 deutschen Meilen verhältnismäßig eben und zeigt hier nirgendwo eine größere Tiefe als 4400 m. Dieses Telegraphenplateau, wie es gewöhnlich genannt wird, ist nun der Legung eines Kabels überaus günstig, und nur an den beiden Stellen, wo sich der Weg den Küsten nähert, treten einige plötzliche Tiefenveränderungen ein, die jedoch ebenfalls der Legung sich nicht hinderlich erweisen. Nachdem diese Beruhigung gewonnen war, inzwischen die Aktienzeichnungen für eine Wiederholung des großen Unternehmens langsam wieder zugenommen und die Summe von  $5\frac{1}{4}$  Millionen Mark erreicht hatten, schritt nunmehr im Anfang des Jahres 1864 die Transatlantische Telegraphengesellschaft zur Besorgung eines zweckentsprechenden Kabels. Bei der Herstellung ging man diesmal mit der allergrößten Vorsicht zu Werke: alles bei der Zusammensetzung des neuen Taucs zu verwendende Material mußte in betreff seiner Tauglichkeit einer eigenen Commission vorher zur genauen Prüfung vorgelegt werden.

Mit Rücksicht auf die leichtere Gefährdung an den Küsten durch Wellenschlag, Schiffsanker und Tierangriffe wurden die Küstenenden weit stärker umpanzert, als der für die Tiefsee bestimmte Hauptteil. Das ganze Kabel, welches im Juni 1865 vollendet war, wog über 82 000 Zentner und konnte, da man diesmal wegen einer einheitlichen Legung von der Verteilung auf mehrere Fahrzeuge absehen wollte, auf nur einem einzigen großen Schiffe, dem „Great Eastern“, untergebracht werden. Im Jahre 1862 war man der Meinung, durch ein sehr großes Schiff besondere Vorteile zu erhalten, und so baute man den sogenannten „Leviathan“,





126. Der „Great Eastern“.

später „Great Eastern“ umgetauft, von 220 m Länge und 26 m Breite, auf welchem 12 000 Passagiere Platz finden konnten. Dieser gewaltige Schiffskoloss, mit welchem eine neue Zeit in der Dampfschiffahrt eröffnet werden sollte, der sich aber wegen Mangels an erforderlicher Geschwindigkeit sowie wegen seines stampfenden Laufes keineswegs zum Passagierschiff geeignet zeigte, konnte nunmehr glücklicherweise eine sehr geeignete Anwendung für die Kabellegung finden. Durch zwei Hilfschiffe wurde in neun verschiedenen Fahrten die gesamte Kabelmasse dem „Great Eastern“ zugeführt und mittels einer besonderen Einlegemaschine in drei dazu bestimmten großen Kammern des Riesenschiffes aufgerollt. Die Leitung des ganzen Unternehmens war in die Hand des Ingenieurs Canning gelegt, und ein ganzer Stab von Elektrikern, darunter die Herren de Santy, Barley und Thomson, mit an Bord. Dieselben standen mit einer Reihe anderer Elektriker auf dem Lande in fortwährender Verbindung, indem sie während der Kabellegung, nach einem ursprünglich von W. Siemens bei der Kabellegung durch das Rote Meer angewendeten Verfahren, in bestimmten Zeiträumen Signale hin und her auswechselten.

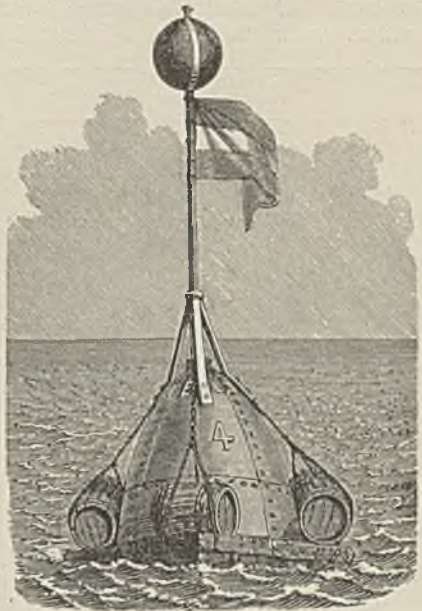
Nachdem in solcher Weise alles, was menschliche Kraft und Umsicht zu leisten vermögen, bei den Vorbereitungen für die große Expedition vereinigt war, nahm die Legung des Kabels im Juli des Jahres 1865 von der irischen Küste aus ihren Anfang. Man hatte hier für das Küstentabel, welches ein kleiner Hilfsdampfer versenkte, als Ausgangspunkt die Foil-hummerumbai bei Valentia in Irland gewählt, welche sich wie ein Kanal ins Land erstreckt und, nur nach Westen offen, durch hohe Klippen gegen Wind und Wellen geschützt ist. Am 23. Juli wurde das Küstentabel mit dem Tiefseekabel auf dem „Great Eastern“ verbunden. Am ersten Tage ging alles glücklich von statten, aber schon in den nächsten Tagen wurden mehrmals schadhafte Stellen im Kabel entdeckt, die man jedoch leicht auffand und ausbejjerte. So hatte das Schiff bis zu Anfang August bereits über 200 deutsche Meilen zurückgelegt, als sich wiederum die Leitung unterbrochen zeigte und die regelmäßig von der irischen Küste abgeschickten Signale ausblieben. Man mußte eine Strecke weit das Kabel wieder aufwinden und zu solchem Zwecke das Schiff halten lassen. Dieser Stillstand war insofern verderblich geworden, als eine heftige Strömung des Meeres das Schiff in einer unheilvollen Richtung von dem Kabel abtrieb. Das letztere erhielt einen gefährlichen Ruck und riß plötzlich ab, indem es über den Bug des Schiffes zurück in die Tiefe versank. Unbeschreiblich war die Bestürzung aller, welche den Vorfall mit ansahen, und als die Kunde davon sich über das weite Schiff hin verbreitete, bemächtigte sich eine gewaltige Aufregung der Gemüther. Aber ruhig breitete sich der sonnige Meeresspiegel bis zum fernen Horizonte aus, und kein Anzeichen verriet den Ort, wo soeben die großartigsten Hoffnungen ins Grab gesunken waren.

Zwei Dritteile der mühevollen Arbeit waren glücklich vollendet gewesen und alle Teilnehmer darin einig, die Frucht so vieler Anstrengungen



nicht so leichten Kaufes aus der Hand zu geben. Man ging an den Versuch, das Kabel mittels fünfarmiger, an Eisendrahttauen befestigter Anker vom Meeresgrunde wieder heraufzuholen, und bezeichnete die Stelle, von welcher aus der Versuch unternommen werden sollte, mit einer großen, auf einem Flosse ruhenden Boje, welche durch ein ausgeschnittenes langes Stück des Kabelvorrates mittels eines sogenannten Pilzankers auf dem Boden festgehalten wurde. Allein so trefflich sich auch diese letztere Maßregel bewährte, so mühte man sich doch bei der eigentlichen Arbeit des Herauswindens mittels starken Eisendrahtes und einer für diesen Zweck geeigneten Winde, sowie anderer Apparate und Vorrichtungen, mit den Arbeiten zur Wiederaufnahme zehn Tage lang in vergeblichen Anstrengungen ab. Dreimal glaubte man wirklich das Kabel gefaßt zu haben, indessen jedesmal zerriß es beim Herausziehen und sank in die Tiefe des Meeres zurück.

Endlich war aller Vorrat an Eisendrähten für das Herauswinden erschöpft, und traurigen Herzens kehrte die Expedition am 17. August nach Irland zurück. Obgleich nun auch nach diesem Mißerfolge wieder neue Vorschläge zu einer anderweitigen Verbindung zwischen Europa und Amerika aufstauten, so fanden doch alle derartigen Vorschläge bei der Telegraphengesellschaft, welche von dem endlichen Erfolge



127. Boje, den Ort des versenkten Kabels bezeichnend.

ihres Unternehmens überzeugt blieb, keine Beachtung. Mit wahrhaft bewundernswertem Mute suchten die Unternehmer in ungebrochener Kraft die ungesäumte Wiederholung der Expedition vorzubereiten.

Nicht viel weniger als tausend Meilen Kabelvorrat lagen zwar nutzlos auf dem Boden des Atlantischen Ozeans und 21 Millionen Mark waren ohne einen anderen Gewinn verausgabt, als daß man eine neue Reihe erst noch zu verwertender Erfahrungen gemacht und die Möglichkeit erprobt hatte, das Kabel noch aus einer Tiefe von 4000 m zu heben.

Aber diese wie andere Erfahrungen nunmehr zu einem endlichen Erfolge auszubenten, verlor man keine Zeit und brachte in kurzer Frist wieder ein Kapital von 12 Millionen Mark zusammen. Das neue Kabel ließ

man in allen wesentlichen Punkten dem soeben verloren gegangenen Tau ähnlich gestalten und zu gleicher Zeit, um das vorjährige Tau ergänzen zu können, einen weiteren Vorrat von etwa 700 Meilen herstellen. Abgesehen hiervon kam es darauf an, eine zweckmäßige, durch Dampfkraft betreibbare Aufwindemaschine zu bauen und eine Anzahl Bojen zu beschaffen, da man den Plan, das vorjährige Kabel, wenn irgend thunlich, zu verwerten, im Auge behielt. Endlich wurden auch in der Zwischenzeit die elektrischen Apparate noch beträchtlich vervollkommenet, um mit der äußersten Leichtigkeit etwaige Fehler zu bestimmen oder schadhafte Stellen im Tau nachzuweisen. So konnte sich bereits im nächsten Jahre (1866) der „Great-Eastern“ zum zweitenmal auf den Weg machen; er verließ am 13. Juli



128. Karte des atlantischen Kabels von 1866.

1866 Valentia und brachte nach einer glücklichen Fahrt von 14 Tagen das Ende des ohne erhebliche Störungen versenkten Kabels an die jenseitige Küste. Mit ungeheurem Jubel wurde in Hearts Content Bay in Neufundland der große Ostseefahrer am 27. Juni bewillkommenet.

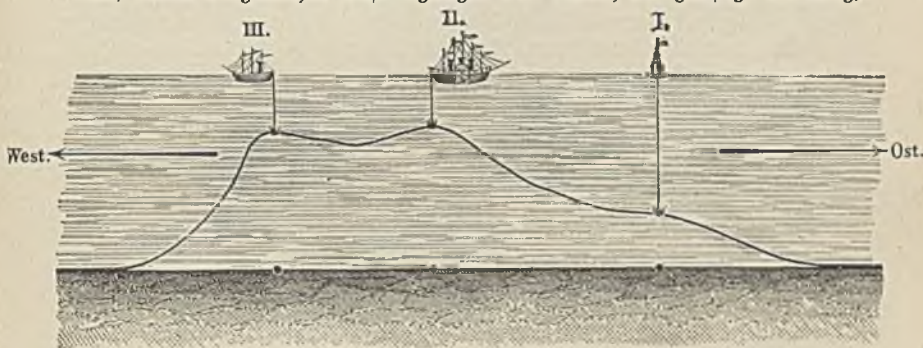
Als bald flogen die Glückwunschsdepeschen zwischen Irland und Neufundland hin und her, welche zunächst die Direktoren der Kompanie, sodann die Regenten der beteiligten Staaten auswechselten. Nachdem in wenigen Tagen auch die Verbindung Neufundlands mit dem amerikanischen Festlande hergestellt war, konnte am 4. August 1866 die transatlantische Linie dem allgemeinen Verkehr übergeben werden. Während man aber in beiden Weltteilen sich noch der Freude über den erreichten glücklichen Erfolg hingab, gingen die ernstesten Männer, welche das große Unternehmen zustande gebracht, wieder hinaus in die offene See, um das im Jahre 1865



verlorene Kabel wieder aufzufischen und zu einer zweiten transatlantischen Telegraphenlinie zu ergänzen.

Mitten im weiten Ozean, in einer Tiefe von 8450 m, lag das vorjährige Kabel begraben, und längst waren die an jener Stelle einst verankerten Bojen durch Sturm und Wogen vertrieben; nur astronomische Bestimmung konnte auf die richtige Spur leiten, nur dem zuverlässigen Zusammenwirken aller Kräfte konnte die glückliche Wiederaufnahme des versunkenen Kabels gelingen.

Drei Schiffe sollen in der Richtung der Kabellinie das Tau an verschiedenen Stellen zu fassen suchen, und während das hierdurch gehobene Stück an dem einen Ende gebrochen, an dem anderen schwebend erhalten wurde, sollte das mittlere Schiff das Stück selbst an das Tageslicht heben. Nach vielen vergeblichen Anstrengungen war endlich die günstige Stellung,



129. Aufholen des zerrissenen Kabels von 1865.

wie sie das Bild auf dieser Seite veranschaulicht, erreicht, und man konnte an das Aufwinden gehen. Diese Aufgabe fiel dem „Great Eastern“ (Nr II.) zu, während eine halbe Meile westlich (bei Nr. III.) das Kabel durch das Schiff „Medway“ zur Erleichterung des Aufwindens absichtlich gebrochen, etwa drei Viertel Meilen östlich aber durch eine Boje mit Greifanker schwebend erhalten wurde.

Die Nacht war mild, die See spiegelglatt, und der Mond, welcher sich dann und wann zeigte, gab den Arbeitern hinreichend Licht für ihre Arbeiten. Mit jedem Faden Tau, der auf dem „Great Eastern“ über die Trommel gelangte, wuchs die Spannung der gesamten Schiffsmannschaft; als endlich kurz vor 1 Uhr nachts der Rücken des Kabels über dem Wasserspiegel erschien, ging es leise von Mund zu Mund: „Es ist da, es ist da!“ Aber kein voreiliger Freudenruf erscholl; die Erfahrung hatte schon wiederholt bewiesen, wie nahe vor dem Gelingen dies große Werk noch an irgend einem unerwarteten Zwischenfalle scheiterte. So befand sich die ganze Mannschaft auf dem Verdeck in allergrößter Spannung; an das Schlafen dachte niemand. Es war beinahe 4 Uhr geworden, ehe man ein hinreichendes

Stück des an Bord gewundenen Kabelendes in den Untersuchungsraum schaffen konnte. Alles, was irgend konnte, drängte sich hier zusammen um die Person des Elektrotechnikers Willoughby Smith, der sofort den Kupferdraht des Kabels enthüllt und mit den Instrumenten in Verbindung gebracht hatte. Lautlose Stille herrschte, durch nichts als durch das Ticken der Uhr unterbrochen.

Das erste Signal ging nach Valentia, lebhaft flog der Lichtzeiger auf dem Galvanometer hin und her und fiel dann wieder in Ruhe. In tiefem Schweigen harrten alle, aber keine Antwort kam. Fünf lange und bange Minuten verstrichen, da gab der Elektrotechniker ein zweites Signal nach Irland, aber auch diesmal ohne Erfolg. Als nach weiteren fünf Minuten das dritte Signal erfolgte, sah man kaum eine Minute darauf, wie sich der Lichtzeiger, gleichsam wie aus eigenem Antrieb, bewegte: die Rückantwort aus Valentia war eingetroffen, und laute stürmische Freude brach nunmehr aus, Kanonenschüsse erdröhnten, Raketen zischten in den anbrechenden Tag hinein, um die Begleitschiffe zu benachrichtigen.

Nachdem dann das aufgefundene Kabelende mit dem vorrätigen Ergänzungstück verbunden worden war, setzte sich der „Great Eastern“ in der Frühe des 2. September in Bewegung und kam nach einer glücklichen Fahrt, welche nur noch einmal durch das Vorkommen eines bald beseitigten Fehlers unterbrochen wurde, am 8. September an der Küste von Neufundland an.

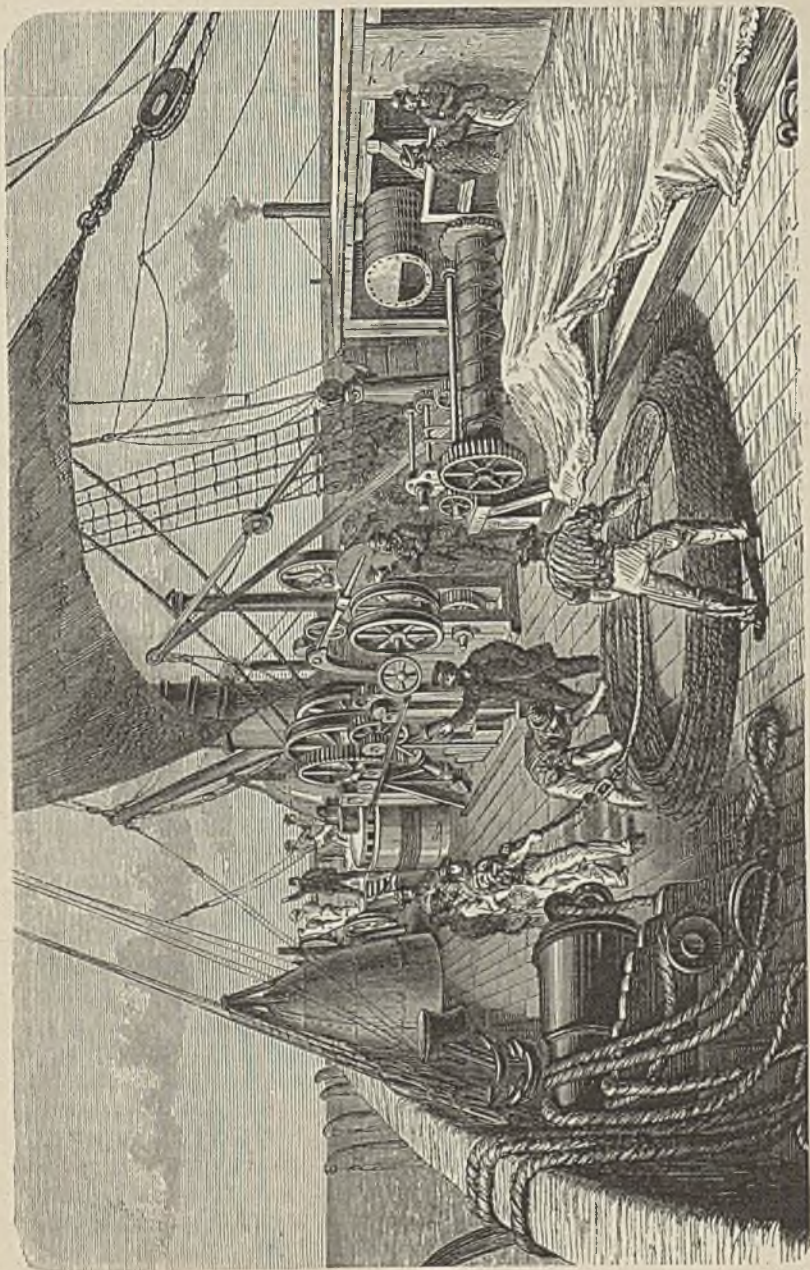
So war nun das große Ziel erreicht und Europa mit Amerika sogar durch ein doppeltes Band des geistigen Verkehrs verknüpft. Die beiden Kabel, welche auf dem Boden des Ozeans etwa eine halbe Meile voneinander abliegend ziemlich die direkte Entfernungslinie zwischen den beiden Küstenpunkten verfolgen, haben einige Jahre vortrefflich gearbeitet und nicht nur zahllose kurze Depeschen, sondern mitunter auch ganze Staatsreden, Schlachtenberichte und andere Aktenstücke befördert. Im Kriegsjahre 1870 aber haben sie beide die Arbeit plötzlich eingestellt, und wäre nicht glücklicherweise schon eine französisch-amerikanische Linie fertig gewesen, so hätte der ganze telegraphische Verkehr, in den alles sich schon so sehr eingelebt, für längere Zeit entbehrt werden müssen.

Seit dem Herbst 1870 mußten alle Depeschen durch das französische Kabel gehen; im Juni 1871 endlich konnte eines der englischen Kabel wieder aufgespicht und ausgebessert und so die alte Linie neu in Betrieb gesetzt werden.

Das französisch-amerikanische Kabel wurde im Sommer 1869 ausgelegt, ebenfalls vom „Great Eastern“; es geht von Brest aus und endet auf der kleinen französischen Fischerinsel St. Pierre bei Neufundland. Es ist beträchtlich länger als das zwischen Irland und Neufundland.

Die Anzahl der unterseeischen Verbindungen auf der ganzen Erde beläuft sich heute auf über 1500 Kabel in der Gesamtlänge von 300 000 km, wovon Großbritannien rund 60 %, den Vereinigten





130. Aufholen des großen Netzes.

Staaten 11 %, Frankreich 10 % und Deutschland etwa nur 2 % gehören. Alle durch unterseeische Linien verbundenen Teile der Landes-telegraphenneze haben sich der Zahl dieser Verbindungen entsprechend für den größeren Verkehr entwickelt. Die größte Bedeutung haben die Verbindungen mit Amerika, die auch in der Zahl der Kabel zum Ausdruck kommt. Zur Zeit führt eine deutsche Gesellschaft eine direkte Kabelverbindung zwischen Deutschland und Nordamerika aus. Sie besitzt eine Linienlänge von 8080 km, in der ein Anlagekapital von etwa 20 Millionen Mark steckt. Dieses Kabel beginnt in Emden und läuft über die Azoren unmittelbar nach New York. Es ist das einzige von allen bestehenden Kabeln, welches direkt nach New York geführt worden ist. Mit diesem Kabel wächst die Zahl der europäisch-nordamerikanischen Verbindungen auf 13, wovon 10 von England, 4 allein von Valentia in Irland nach Neufundland und Neuschottland, 2 von Brest nach Boston und 1 von Emden nach New York geht. Letzteres, das erste deutsch-ozeanische Kabel, wurde am 1. September 1900 eröffnet und erhöht die Länge des deutschen Kabelnetzes auf 13 900 km Linie mit 17 500 km Gesamtleitung. Das erste deutsche Unterseekabel überhaupt wurde 1871 zwischen Emden-Borkum-Bowestoft gelegt, dann folgten Emden-Valentia (Irland), Cuxhafen-Helgoland, Warnemünde-Gjedser, Emden-Norderney, drei Linien Rügen-Schweden, Hoyer-Sylt-Arendal (Norwegen), Alsen-Fünen, drei Linien Emden-England, Emden-Borkum-Bigo u. s. w.

Das gesamte Telegraphennetz von Europa hat 1898 747 000 km Linienlänge mit 2 634 000 km Leitungslänge, zählt 74 894 Telegraphenanstalten und beförderte 1898 rund 260 Millionen Telegramme, und auf das ganze telegraphische Weltnetz kommen nahezu 8 000 000 km Leitungslänge. Deutschland besitzt 123 056 km Linienlänge und 448 326 km Drahtlänge, sowie 22 895 Telegraphenanstalten. Die jährliche Zahl der Telegramme beträgt gegen 42,13 Millionen. Deutschlands Telegraphen- und Fernsprechklinien zusammen betragen 1898 178 315 km (nämlich 123 056 km von ersteren und 55 259 km von letzteren), die Gesamtlänge der Leitungen 945 526 km (448 326 und 497 200 km). Orte mit Fernsprecheinrichtungen zählt man 900, angeschlossene Teilnehmer 162 282, denen 563,13 Millionen Gespräche vermittelt wurden. Die Einnahme betrug im Reichspostgebiete aus dem Telegrammverkehr 29,55 Millionen Mark, aus dem Fernsprechverkehr 25,97 Millionen Mark.

Aus unseren Angaben geht hervor, daß die Aufgabe der Welttelegraphie, d. h. eine vollständige elektrische Umspinnung der Erde, durch welche der geistige Verkehr zwischen allen Punkten unseres irdischen Kulturlebens fast mit der Geschwindigkeit des Gedankens ermöglicht wird, sich immer mehr ihrer Vollendung nähert. Schon jetzt sind fast alle Telegraphenneze, die in den einzelnen Ländern, Staatengruppen und Weltteilen bestehen, derart verbunden, daß von jeder beliebigen Station auf dem Erdball nach jeder anderen die telegraphische Benachrichtigung ohne Unterbrechung vor sich gehen kann.



Das jetzige Glied der kugelumspannenden Kette, das Kabel durch den Stillen Ocean, welches Amerika mit China und Australien verbindet, fehlt freilich noch, aber auch dieses größte Seekabel wird bereits geplant und vielleicht schon in wenigen Jahren gelegt sein.

Die elektrische Telegraphie ist nicht der zufällige oder glückliche Gedanke eines einzelnen, nicht das Verdienst oder der Ruhm eines einzigen Mannes; sondern wie bei allen großartigen und weitgehenden Erfindungen, die in das ganze Leben der Menschheit umgestaltend eingreifen, ist es die emsige, durch lange Jahre fortgesetzte Arbeit mehrerer ausgezeichnete Geister und das vollbewußte Ringen vieler tüchtiger Kräfte mit allen Schwierigkeiten der Naturkraft und Menschenschwäche, wodurch das große Ziel, welches schon vor beinahe hundert Jahren ein wahrhaft wissenschaftlicher Sinn vorausschaute, nunmehr seiner endlichen Vollendung nahe gekommen ist. Bei alledem ist jedoch keine Erfindung, was ihre praktische Verwertung betrifft, so schnell in sich vervollkommnet und so rasch über die Erde gegangen, wie das Verkehrsmittel der elektrischen Telegraphie. Im Jahre 1840 kam zum erstenmal der elektrische Telegraph an der Blackwell-Eisenbahn in England zur praktischen Anwendung, im Jahre 1843 ließ die Direktion der Rheinischen Eisenbahn bei Aachen die erste kurze Leitung auf deutschem Boden ausführen, 1844 wurde Washington mit Baltimore verbunden, 1845 fand das neue Verkehrsmittel Eingang in Frankreich, 1848 in Holland, 1849 in Belgien, 1851 in Rußland, 1852 in der Schweiz, 1855 in Norwegen. Heutzutage würde die Gesamtlänge aller Telegraphenleitungen wohl neunzigmal um die Erde reichen, wobei aber die meisten dieser Verbindungen mindestens eine dreifache Leitung haben, so daß die ganze Ausdehnung aller Leitungsdrähte mehr als zweihundertmal unseren Weltkörper umspannt, d. h. eine Länge ergibt, die zehnmal von der Erde zum Monde und wieder zurückführt.

## Die Erfindung des Streichhölzchens.

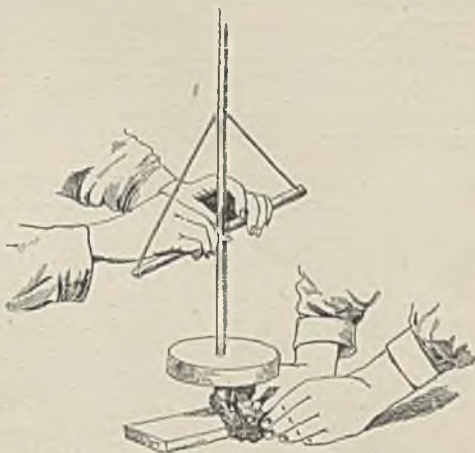
Wir kaufen für einen Pfennig heute eine ganze Schachtel voll Streichhölzer. Ein einzelnes derselben hat für uns gar keinen Wert. Achtlos werfen wir es weg, achtlos nehmen wir ein anderes zur Hand und streichen es ebenso gedankenlos an. Und doch wie sehr würden wir klagen und suchen, könnten wir nur einen Tag lang einmal nirgends ein Streichholz finden und kaufen. Wir müßten ganz hilflos und unglücklich sein. Wir wären gezwungen, früh ohne den wärmenden Kaffee, Thee oder Kakao dem Berufe nachzugehen, selbst den frischen Brötchen müßten wir entsagen. Den Kleinen fehlte die Milch. Es gäbe kein warmes Mittagsbrot, kein erwärmtes Zimmer, und am Abende entbehrten wir der traulichen Lampe. Wir wollen uns ersparen, das Unglück noch weiter anzuführen. Es mag der kurze Hinweis genügen, um uns klar zu machen, welche große Wichtigkeit dem kleinen, unscheinbaren und wenig geachteten Dinge beizumessen ist.

In früheren Zeiten haben die Menschen freilich auch keine Streichhölzchen gekannt. Sie besaßen aber Kenntniß und Übung von anderen Mitteln und Wegen, sich Feuer zu verschaffen. Wir haben diese alten Feuerzeuge vergessen und würden uns sehr ungeschickt anstellen und viel Zeit und Mühe verbrauchen, da wir durch die bequeme Art der Streichhölzchen mühelos denselben Zweck erreichen. Wie plagte sich Robinson, um nach Art der Wilden Feuer zu entzünden, und erhielt doch keins; und gleichwohl bedurfte er seiner, so wie auch wir ohne dasselbe vergehen würden. Da erhielt er durch einen Blitzstrahl vom Himmel diesen Wohlthäter gespendet. Nicht unmöglich ist es, daß die ersten Menschen das Feuer auf gleichem Wege kennen lernten. Dafür spricht die Sage verschiedener Völker, die das Feuer als ein Geschenk der Götter heilig hielten. Andere beteten es gar als eine Gottheit selbst an. Und die römischen Priesterinnen der Göttin Vesta hatten ein Feuer beständig zu unterhalten. Es mag darin eine Andeutung gelegen haben, daß es nicht leicht war, neues Feuer zu entzünden.

Wenn wir auch wissen, daß wir Körper erhitzen können, indem wir sie reiben; wenn wir auch gehört haben, daß die Wilden ein hartes und ein weiches Holz miteinander rieben u. s. w., so würden die meisten unter uns doch immer noch kein Feuer anzünden können. Denn diese Art der Feuerentzündung ist sehr ermüdend, und selbst im heißen und trockenen Südasrika lösen sich mehrere Männer in dieser Arbeit ab.



Die älteste Art der Feuerentzündung bestand also im Reiben zweier Hölzer aneinander. Meist war das eine Holz eine Tafel mit einem Loche, und das andere war ein Stab, den man in diesem Loche fleißig drehte. Zur Erleichterung und Beschleunigung des Drehens schlang man einen Strick um den Stab. Das ging besser, als wenn man den Stab gleich einem Quirle mit den Händen drehte. Andere Völker verwendeten zum Drehen einen Bogen, dessen Sehne um den Stab greift, und den man hin und her zog. Das Bohrloch belegte man außerdem noch mit einem leicht entzündlichen Stoffe, wie trockenes Stroh, Heu oder anderem Zunder. Endlich förderte man das Zünden dadurch, daß man einen lebhaften Luftzug hervorrief, indem man schnell lief oder die Arme schwenkte oder hinein blies. Diese erste und einfachste Art der Feuerentzündung hat sich bei manchen wilden Völkern bis in die neueste Zeit erhalten.



131. Feuermachen mittels eines Drillbohrers bei den Irotenen.

Eine zweite Art der Feuerentzündung ist das Stein- oder Pflanzfeuerzeug, bei welchem statt des Reibens der Schlag angewendet wird. Auch dieses Verfahren ist sehr alt, und man vermag bei ihm ebenso wenig Zeit, Ort und Person der Erfindung anzugeben wie bei dem vorigen. Aus der Zeit der Römer besitzen wir Zunderfächer, die Stahl, Stein und Zunder enthalten. Und seit jenen längst verschwundenen Zeiten hat sich dieses Feuerzeug nahezu unverändert bis zu unseren Großvätern herab erhalten, die ihre Tabakspfeife nur mit Stahl, Feuerstein und Feuerchwamm in Brand setzten. An Stelle des an Buchen, Birn- und Apfelbäumen wachsenden Feuerchwammes traf man auch an manchen Orten den leicht entzündbaren Schwefelsaden.



132. Stahl, Stein und Zunder der alten Römer.

Auch die Entzündung mittels der Brennspiegel und Brenngläser ist eine sehr alte Erfindung. Statt des heute gebräuchlichen Glases wendete man zu den Spiegeln Metall und zu den Linsen Krystalle an. Die Römer

sollen auf diese Art die Feuer der Göttin Vesta entzündet haben, wenn die bewachenden Priesterinnen einmal nachlässig gewesen waren. Archimedes soll die römischen Schiffe, die Syrakus einschlossen, von den Wällen aus mit Brennsiegeln in Brand gesetzt haben. Und in Paris wird heute noch jeden Mittag punkt 12 Uhr mit Hilfe eines Brennglases eine Kanone abgeschossen, wenn — die Sonne scheint. Und an dieser Einschränkung scheiterte die allgemeine Verbreitung dieser Art der Feuerentzündung.

Endlich ist noch ein Feuerzeug zu erwähnen, dessen Ursprung ebenfalls in Dunkel gehüllt ist, das aber bei Fuhrleuten ziemliche Verbreitung gefunden hatte: das Stiefelfeuerzeug. Es bestand aus einer Röhre,



133. Das Brennglas als Feuerzeug.

dem Stiefel, in welchen man schnell einen dichten Kolben stieß. Am Kolben war ein Stückchen Schwamm befestigt. Durch das Hineinstoßen des Kolbens wurde die darin befindliche Luft zusammengedrückt und erwärmt; und diese Erwärmung reichte hin, den Schwamm zu entzünden.

Zu Ende des 18. Jahrhunderts wurde der deutsche Chemiker Döbereiner, auf Veranlassung des Großherzogs Karl August von Sachsen-Weimar, der Erfinder des nach ihm benannten Döbereinerschen Platinf Feuerzeuges. Es beruht auf demselben Grundgedanken wie das vorerwähnte Stiefelfeuerzeug, daß durch Zusammenpressung Wärme entsteht. Diese Wärme bringt hier einen aus Platin verfertigten Schwamm zum Glühen. Zugleich bildet dieses Feuerzeug ein brennbares Gas, Wasserstoffgas, das durch den glühenden Platinschwamm zur Entzündung gelangt. Diese Feuerzeuge konnten nur im Wohnraume benutzt werden; es war ausgeflossen, sie bei sich tragen zu können, und heute sind sie darum wohl gar nicht mehr in Gebrauch.



Ähnlich wie das Döbereinersche Feuerzeug ist das elektrische Feuerzeug eingerichtet, das im Jahre 1770 von Fürstenberg in Basel erfunden worden war. Auch in diesem entwickelte sich ein leicht brennbares Gas, welches aber mit Hilfe eines elektrischen Funkens zur Entzündung gebracht wurde. Doch auch dieses wurde von dem späteren Streichhölzchen vollständig verdrängt.

Die ersten Hölzchen zur Feuerentzündung kamen zu Anfang des 19. Jahrhunderts in Gebrauch. Es ist nicht mit Bestimmtheit anzugeben, von wem diese Erfindung gemacht worden ist. Im Jahre 1812 kaufte man in Wien hundert solcher Hölzchen für einen Gulden. Diese Hölzchen waren aber keine Streichhölzchen, sondern Tauch-, Tunk- oder Tupfshölzchen. Sie waren nämlich an der Spitze mit chloresaurem Kali getränkt worden. Dieses tauchte man in ein Fläschchen mit Schwefelsäure. Da verpuffte plötzlich das Kali und entwickelte dabei so viel Wärme, daß der Schwefel des Hölzchens und dann dieses selbst zur Entzündung kam. Diese Tunkfeuerzeuge konnte man aber auch nicht gut in der Tasche tragen; die Glasflasche mußte stets gut verschlossen sein, und man versuchte, das chloresaure Kali statt des Eintauchens in eine Säure durch Reiben an Sandpapier zu entzünden. Derartige Reibhölzer kamen 1823 auf, doch waren sie sehr unzuverlässig und konnten nicht zu allgemeiner Verbreitung gelangen.

Ein weiterer Fortschritt in der Bervollkommnung der Zündhölzer wurde bewirkt, als man an Stelle des chloresauren Kalis den leichter entzündbaren Phosphor verwendete. Der Phosphor wurde im Jahre 1669 von einem Hamburger Kaufmann Namens Brand entdeckt, als er den „Stein der Weisen“ suchte, mittels dessen man Gold machen konnte. Phosphor entzündet sich schon bei einer Wärme von 44 Grad, die man durch einfache Reibung schnell erreichen kann. Der erste, der nun den Phosphor zur Herstellung von Zündhölzern anwendete, war Jakob Friedrich Kammerer in Ludwigsburg.

Kammerer war ein Chemiker. Er beteiligte sich in ziemlich hervorragender Weise an politischen Bestrebungen und Versammlungen im Jahre 1832. Dafür wurde er mit einer längeren Festungshaft bestraft und mußte diese auf dem Hohenasperg verbüßen. Der freundliche Kommandant der Burg gestattete dem jungen Kammerer, sich seine Langeweile durch chemische Versuche und Arbeiten zu vertreiben, und richtete ihm ein besonderes Arbeitszimmer ein. Hier er-



131. Siefel-Feuerzeug.



135. Döbereinersches Feuerzeug.

fand Kammerer im Jahre 1833 die ersten Reibezündhölzer. Sofort nach seiner Entlassung fabrizierte er in Ludwigsburg die Zündhölzer und versandte sie. Er wollte eine große Fabrik anlegen; die Regierung verbot ihm jedoch, dieses Vorhaben auszuführen. Und der Bundestag in Frankfurt a. Main erließ ein Gesetz, das die Herstellung und Verwendung dieser „höchst feuergefährlichen Reibzündhölzer“ bei Strafe untersagte. Dieses Verbot blieb sechs Jahre lang in Kraft. — Zu der damaligen Zeit gab es in Deutschland noch keinen gesetzlichen Schutz für Erfindungen. So kam es, daß in England und Frankreich diese Zündhölzer nachgemacht und verkauft wurden. Ja, die Franzosen bezeichnen einen ihrer Landsleute als den Erfinder, sowie auch die Engländer einem der ihrigen diese Ehre zuschreiben. Kammerer aber mußte ruhig zusehen, wie andere durch seine

Erfindung Ruhm und Reichthum ernteten. Und als endlich der Bundestag sein Verbot aufhob und Kammerer seine längst geplante Zündhölzchenfabrik errichtete, da war wenig mehr zu verdienen. Denn vom Auslande her wurden billige Hölzer in Deutschland in Menge eingeführt, und im Inlande konnte jeder die Hölzchen herstellen; sie waren nun kein Geheimnis mehr. Kammerer starb in seiner Vaterstadt Ludwigsburg im Jahre 1857 — im Irrenhause. Er ist durch seine Erfindung einer der großen Wohlthäter der Menschheit geworden, der Lichtspender für die ganze Erde. Er hat einen umfangreichen Erwerbszweig neu gegründet. Vorbei war das mühevoll



136. Das elektrische Feuerzeug.

Stahl und Schwamm, mit dem man jeden Morgen das Feuer entflammen und jeden Abend das Licht entzünden mußte; vorbei die Quälerei, in der Kälte mit steifen Gliedern und erstarrten Fingern den Funken entlocken zu müssen; vorüber der Kummer, wenn bei Regen und Nässe der Zunder feucht wurde und versagte.

Hoch oben im Gebirge oder tief hinten im stillen Waldthale werden heute Tausende von Waldbäumen zu Streichhölzern verschnitten. Und jedes Kubikmeter gutes Holz giebt etwa 750 000 Hölzchen. Die Stämme der Fichten und Tannen werden zur Schneidemühle gefahren und dort in Scheite oder in kleinere Klöße gesägt. Diese spaltet man in den Zündholzfabriken auf geeignete, verschiedene Art in die kleinen Stäbchen. Dieselben legt man zwischen schmale Brettchen und spannt sie in großer Anzahl in einen Rahmen. Mit diesem Rahmen taucht man also viele Stäbchen



auf einmal in flüssigen Schwefel und tränkt das Holz mit ihm. Dann taucht man die Stäbchen mit ihren Köpfen in den flüssigen Phosphor. Zuletzt taucht man sie noch einmal mit ihren Köpfen in farbigen Lack, wodurch die Phosphorkuppen einen roten, blauen oder anderen Überzug erhalten. Er schützt den Phosphor und verhindert ein eigenmächtiges Entzünden desselben.



137. Abgleichen der Hölzchen.



138. Eintauchen der Hölzchen in den Rahmen.

Wenn man mit der Kuppe auf einer rauhen Fläche reibt, so zerreißt man den Lacküberzug und erzeugt genügende Wärme, den Phosphor zu entzünden. Dieser setzt den Schwefel in Brand, und der letztere bringt endlich auch das Holzstäbchen zum Brennen.

Ein großer Nachteil haftet aber den genannten Phosphor- oder Schwefelhölzern an. Die beiden am Holze zur Verwendung gelangenden Stoffe sind sehr giftig. Wir empfinden schon den stechenden Geruch der Phosphor- und Schwefeldämpfe als höchst unangenehm und werden zum Husten gereizt, wenn wir nur ein einziges derselben anzünden. Wie viel mehr müssen die in den Zündhölzerfabriken beschäftigten Arbeiter und Arbeiterinnen darunter leiden. Darum haben auch verschiedene Staatsregierungen hohe Preise demjenigen versprochen, der brauchbare und billige Zündhölzer ohne Schwefel und Phosphor erfinden würde. Zahlreiche Männer haben, gelockt vom Preise oder getrieben vom Mitleide für die unglücklichen Mitmenschen, nach neuen Erfindungen gestrebt. Ganz gelungen ist sie bis heute noch nicht. Doch ist man schon einen guten Teil auf diesem Wege vorwärts gekommen.



139. Eintauchen der Hölzchen in die Zündmasse.

Dem deutschen Chemiker Böttger zu Frankfurt a. M. gelang im Jahre 1848 die Erfindung von Zündhölzern „ohne Schwefel und Phos-

phor". An Stelle des Schwefels tränkte er das Holzstäbchen mit einem leicht entzündbaren Fette, wie Wachs, Stearin oder anderem, heute nimmt man meistens Paraffin dazu. Und die Stelle des Phosphors nahm das schon früher verwendete chlorsaure Kali ein. Diese Zündhölzer bedürfen aber einer besonderen Reibfläche. Kann man die Phosphorhölzer an jeder trockenen Fläche entzünden, so verlangt das neue Hölzchen eine eigene, ganz besonders zubereitete Reibfläche. Sie muß nämlich Phosphor enthalten. Wenn man nun das Hölzchen auf der Fläche reibt, so reißt man ein kleines Stückchen Phosphor ab. Das klebt an dem Hölzchen an, entzündet sich durch die Reibung und bringt das chlorsaure Kali zum plötzlichen Entflammen, wodurch endlich das Holzstäbchen in Brand gerät. Also ganz ohne Phosphor gelangen auch die neuen Hölzer nicht zur Entzündung. Nur ist der Phosphor nicht am Hölzchen verwendet worden, das ist thatsächlich „ohne Schwefel und Phosphor“, sondern man hat ihn auf der Reibfläche untergebracht. Man muß also für diese Streichhölzer gleich eine Reibfläche mit kaufen. Das empfand man aber als eine Unbequemlichkeit, und so fanden die Böttgersehen Hölzer bei uns keine Verbreitung. Böttger gründete wohl in Schuttenhofen eine Fabrik. Sie mußte aber wieder eingehen, weil man diese Art der Feuerentzündung zu un bequem fand. Sie gelangten erst dann zu allgemeinem Ansehen und Gebrauche, als sie zehn Jahre später unter fremdem Namen und aus fremdem Lande nach Deutschland kamen, wie es ja auch mit den ersten Phosphorhölzern des Erfinders Kammerer gerade so ging. Diesmal waren es aber weder Franzosen noch Engländer, die sich die neue Erfindung zu nütze machten, sondern die Schweden. Ein Schwede Namens Lundström beutete die Erfindung aus. Er gründete in Jönköping eine zu großem Ruhme gelangte Fabrik, und von dort aus traten die Böttgersehen Zündhölzer unter dem Namen „schwedische Zündhölzer“ oder kurz „Schweden“ und mit der Inschrift: „utan svafel och fosfor“ ihre Siegesbahn über die ganze Welt und auch über Deutschland an. Heute werden sie nun auch in Deutschland gefertigt, aber der Name „Schweden“ ist ihnen geblieben zum Unterschiede von den älteren „Schwefelhölzern“ oder „Phosphorhölzern“. In Deutschland mögen heute weit über 200 Zündholzfabriken bestehen, in denen jährlich über 60 000 Millionen Streichhölzer hergestellt werden.

Die große Aufgabe, Streichhölzer ohne Schwefel und Phosphor herzustellen, ist dennoch noch nicht vollständig gelöst worden. Immer streben aber unsere Gelehrten nach diesem Ziele, und bald taucht hier und bald dort eine Nachricht auf, daß man neue Zündhölzer erfunden habe, welche auf diesem Wege einen Schritt vorwärts bedeuten. Diese neuen Erfindungen scheinen sich aber bis jetzt nicht bewährt zu haben, denn in der Regel hörte man bald nichts mehr von ihnen. Ob die neueste Erfindung, die jetzt die Zeitungen aus Frankreich bringen, eine größere Zukunft hat, muß die Zukunft lehren. Es wird über dieselbe geschrieben:

Nachdem vor kurzem von einem in England erfundenen „Streichholz der Zukunft“ berichtet wurde, daß die Ungiftigkeit der „Schweden“



mit der leichten Entzündlichkeit der alten Streichhölzer an allen möglichen Reibflächen verbindet, wird jetzt aus Frankreich ebenfalls eine derartige Erfindung gemeldet, die alle Ansprüche an die Eigenschaften eines Zündholzes erfüllen soll. Im Jahre 1895 veranlaßte die dringende Mahnung der Ärzte wegen der Zunahme der Phosphorvergiftung in den Streichholzfabriken die französische Regierung, unter dem Vorstehe des Chemikers Troost einen wissenschaftlichen Ausschuß einzusetzen, der einen Ersatz für die Anwendung des gelben Phosphors finden sollte. Nach etwa zwei Jahren, im September 1897, als die Kommission gerade beschlossen hatte, über die Unzulänglichkeit aller angebotenen Vorschläge zu berichten, wurde ihr von Herren Sévène und Cahen, Angestellten der staatlichen Fabrik, ein neues Streichholz vorgelegt. Dies enthielt den Phosphor in einer neuen Verbindung und außerdem chlorsaures Kali. Die genannte Phosphorverbindung ist ein Stoff von gelblich-grauer Farbe und wird aus ungiftigem oder rotem Phosphor und Schwefel durch Erhitzen erzeugt. Die Verbindung ist sehr beständig; Lemoine, der ihre Eigenschaften schon 1864 untersuchte, hielt sie 15 Jahre lang der Luft ausgesetzt, ohne eine Veränderung feststellen zu können. Ihre innere Wärme ist gering; sie entzündet sich bei 95 Grad Celsius und kann daher durch gewöhnliche Reibung ebenso, wie der gelbe Phosphor zum Entflammen gebracht werden. Die Mischung mit chlorsaurem Kali brennt ruhig, während eine Mischung von rotem Phosphor, der erst bei 260 Grad Celsius Feuer fängt, mit chlorsaurem Kali ziemlich heftig ist. Aus letzterem Grunde mußten bisher bei den Sicherheitsstreichhölzern stets unentzündliche Stoffe zu der eigentlichen Zündmasse hinzugesetzt werden, ohne doch ein unangenehmes und nicht ungefährliches Spritzen der in Brand geratenen Masse mit Sicherheit auszuschließen. Die neuen Streichhölzer enthalten keinerlei Beimengung zu dem genannten Stoffe außer etwas reinem rotem Phosphor und Wasser. Seit einigen Monaten sind sie in Frankreich bereits käuflich und werden nach den Anfangsbuchstaben ihrer Erfinder als S.-C.-Streichhölzer in den Handel gebracht. In ihrem Äußeren gleichen sie ganz den bisher üblichen Zündhölzern bis auf einen schwachen Geruch, der mehr an Schwefel als an Phosphor erinnert; dieser Geruch soll jedoch kaum bemerkbar und bei der Herstellung der Ware in keiner Weise lästig sein. Die S.-C.-Streichhölzer leuchten nicht im Dunkeln, auch wenn sie stark gerieben werden, aber sie sind in sehr schwachem Grade giftig. Immerhin müßte ein Selbstmordkandidat die Zündmasse von wenigstens 6000 Streichhölzern verschlucken, um seinem Leben ein Ende zu machen; als ein Gift sind sie daher wohl kaum zu bezeichnen. Die Fabrikation, der Transport und die Aufbewahrung bieten vollkommene Sicherheit. Hergestellt werden diese Streichhölzer gegenwärtig in den Orten Trélazé, Bégles und Saintines in Frankreich.

## Die Erfindung der Stahlfeder.

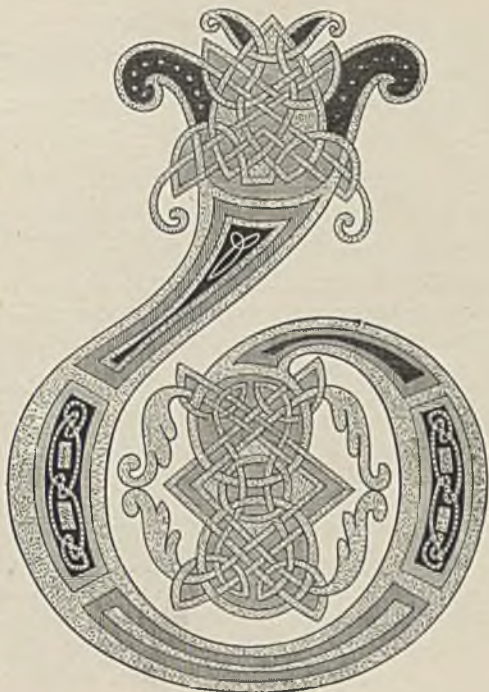
Man kann wohl annehmen, daß heutzutage in jeder Stunde eine Million Stahlfedern auf der Erde hergestellt werden. Mit derselben Zahl könnte man auch so ungefähr den Verbrauch derselben ausdrücken; denn Herstellung und Verbrauch müssen sich im allgemeinen doch das Gleichgewicht halten. So überraschend hoch auch die Zahl von stündlich einer Million für den Augenblick klingen mag, so findet sie aber rasch ihre Erklärung, wenn wir einmal Umschau halten und den reichen Gebrauch derselben und ihre Unentbehrlichkeit in unserer schreiblustigen Zeit beobachten. Nennt man doch unsere Zeit das papierne Zeitalter, und zur Berechtigung dieses Namens trägt die Schreibfertigkeit ihren guten Teil mit bei. Der Reiche und der Arme, der Fürst und der Arbeiter, der Vater am Schreibtische, das Kind in der Schule, alle und jeder bedient sich heute dieses kleinen metallenen Gegenstandes, den man um einen Pfennig und noch billiger kauft. Sein geringer Geldwert hat nun freilich auch nachtheilig auf sein Ansehen eingewirkt. Und doch würden wir in unbeschreibliche Verlegenheit geraten, müßten wir seiner einmal entbehren. Zwar besaß man in früheren Zeiten auch keine Stahlfedern, und man mußte sich mit anderen Mitteln behelfen. Diese waren unbeholfen und gestatteten nur ein schwerfälliges, langsames Schreiben, das aber den damaligen Zeitanprüchen völlig genügte, wo man wenig zu schreiben und zudem stets sehr viel Zeit hatte. Da konnte man sich auch erlauben, das Schreiben als eine Kunst auszubilden; das Schreiben war vielfach ein Zeichnen und Malen. In unserer schreibseligen und zeitarmen Gegenwart würden diese früheren Schreibmittel uns ungemein lästig fallen. Zudem haben wir die Übung und Geschicklichkeit verlernt, mit welcher man sich dieselben selbst schnitt. Unsere Großväter aber werden sich noch recht gut erinnern können, daß sie ihre Gänsefedern selbst geschnitten haben; denn der allgemeine Gebrauch der Stahlfeder ist noch nicht sehr alt und reicht kaum in Großvaters Jugend zurück.

Die Mittel zum Schreiben sind natürlich so alt wie die Schrift selbst. Der Anfang der Schrift aber ist in ein ebensolches Dunkel gehüllt wie der Ursprung der Sprache. Die ersten Schreibmittel richteten sich selbstverständlich ganz und gar, wie dies auch später und immer so gewesen ist, nach dem Schreibstoffe. Die ältesten Stoffe, in welche man Schriftzeichen eingrub, waren von harter Beschaffenheit. Die Aegypter benutzten die unerschöpflichen Kalk- und Sandsteinfelsen der arabischen Gebirge, denen auch Moses die Gesetzestafeln entnahm, sowie die Granitblöcke der Nilkatarakte.



Zur Bearbeitung dieser Massen mußte man schon harte Werkzeuge haben: Meißel aus Eisen und anderem Metalle und Hammer. In den steinarmen Thälern des Euphrat und Tigris behalf man sich mit Thonziegeln, in die man vor dem Brennen oder Trocknen die Schriftzeichen schon mit Knochen, Gräten und ähnlichem anbringen konnte. In das Holz und die Rinde konnten die in waldreichen Gegenden wohnenden Völker mit Messer und Schwert oder entsprechenden spizen und scharfen Steinen, Dornen, Stacheln und anderem die Zeichen einkratzen.

Anderere Schreibmittel mußten schon gewählt werden, als man weiche Schreibstoffe zu verwenden, natürlich auch herzustellen gelernt hatte. Solche sind Bast, Baumblätter, Leder, Pergament, Papyrus und Papier. In diese konnte man die Schriftzeichen nicht eingraben oder einritzeln, sondern man mußte sie auftragen. Die alten indianischen Eingeborenen Mexikos rührten aus Öl und Leim eine Farbe an und trugen sie mit einem Pinsel auf. Auch die Chinesen bedienten sich eines Pinsels und tauchten ihn in die schwarze Farbe, die uns als chinesische Tusche bekannt ist. Umstehend ist ein altes chinesisches bez. japanisches Schreibzeug abgebildet. Ihr ältestes ist es natürlich auch nicht. Sie benutzten früher eine Bambustafel, überzogen sie mit Firnis und trugen mit einem spizen Griffel die Zeichen ein. Dann verwendeten sie ein Stäbchen aus Holz, dessen Ende durch Einweichen und Kneten weich geworden war, und trugen nach Art eines Pinsels Farben auf Leinwand und Seide. Ihm folgte aber bald der Pinsel, den man aus den feinsten Kaninchenhaaren verfertigte. Das Gefäß enthielt die täglich frisch eingeriebene Tusche.



140. Verziertes B aus einem Karolingischen Psalter.

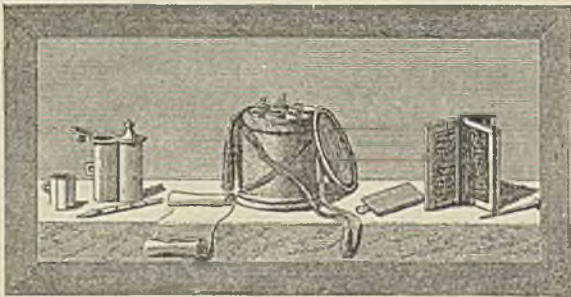
Eine eigene Art zu schreiben lernen wir bei den Römern kennen. Der Aufgabe, die bei uns etwa ein kleines Taschenbuch (Notizbuch) zu er-

füllen hatte, dienten kleine Holztäfelchen, die man im Gürtel oder an Schnüren trug. Diese Holztäfelchen, in der Regel waren es zwei, konnten nach Buchart auseinander geklappt werden. An der Innenseite waren ihre Flächen mit einer dünnen Wachsschicht überzogen. Am Täfelchen befand sich zugleich ein Stift, der an einem Ende spitz und am anderen breit war. Mit der Spitze schrieb man die Schriftzeichen in das weiche Wachs ein, und mit dem breiten Ende konnte man nach Befinden



141. Japanisches Schreibzeug.

die Wachsschicht wieder ebnen und die Schrift austilgen. Die Tafel war nun zur Aufnahme neuer Schrift vorbereitet. Bessere dieser Schreibtäfelchen, die man Diptychen nannte, bestanden aus Platten von Elfenbein oder Gold. Zuweilen zählten diese Tafeln mehr als zwei Wachsplatten.



142. Utrömische Bücherrolle, Tintenfaß und Feder.

Im übrigen haben wir heute noch eine dieser älteren Schreibstoffe im Gebrauche. Die kleinen ABC-Schützen stellen ihre ersten Schreibübungen auf einem Steine an: auf der Schiefertafel, und tragen die Zeichen mit dem weichen Schieferstifte auf. Dieses Schreibmittel bietet die Annehmlichkeit, daß man die Schrift mit Leichtigkeit mittels eines nassen Schwammes schnell wegwischen kann, worauf die Tafel zur Übung neuer Aufgaben wieder frei geworden ist. Heute noch sind zahlreiche Arbeiter beschäftigt, in den Schieferbrüchen die Tafeln und Stifte für die kleinen ABC-Schützen zu brechen und zurecht zu machen. Einen ähnlichen, ebenso bequemen



Schreibstoff bietet uns das Mineralreich in der Kreide, die man an den Kreidefelsen der Nord- und Ostseeküsten in großen Mengen schlämmt. Und ein dritter mineralischer Schreibstoff ist der Graphit, der in England in ausgezeichnete Reinheit gefunden wurde, so daß man den Stein nur zu den dünnen Stäbchen zu zerschneiden brauchte. Anderwärts muß man ihn erst schlämmen, worauf man ihn mit Thon vermenget, zu den feinen Stäbchen preßt und in Holz einfaßt. Wir geben ihnen den fälschlichen Namen der „Bleistifte“, obgleich kein Blei darin Verwendung gefunden hat. Doch daß auch das Blei abfärbt und zum Schreiben benutzt werden kann, ist



143. Bücher-Kopieranstalt bei den alten Römern.

nicht nur uns bekannt, sondern war auch den Römern kein Geheimnis. Später nannte man sie „Silberstifte“ zum Unterschiede von den immer mehr in Aufnahme kommenden falschen Bleistiften, die man eigentlich Graphitstifte nennen sollte. Die Römer verwendeten den Bleistift meist zum Linieren ihrer Pergamente. Außer den genannten Mineralien giebt es noch mehrere, die man zum Auftragen der Schriftzeichen benutzen könnte. Doch hat keines von ihnen größere Bedeutung gewonnen. Und aus dem Pflanzenreiche dient als Hilfsmittel die Holzkohle, besonders die Lindenkohle. Alle diese zuletzt genannten Auftragungen haben aber den Nachteil, zu leicht zu verwischen, und sie können darum zu dauernden Aufzeichnungen nicht gut benutzt werden. Deshalb finden wir schon sehr frühzeitig einen

flüssigen Schreibstoff, der in die Unterlage eindringt und nicht leicht daraus entfernt werden kann. Wir nannten schon Farbe und Tusch, dazu kommt bald die Tinte. Das Pergament freilich (sowie auch der Papyrusstoff) ist zum Aufsaugen der Tinte weniger geeignet, als das Papier. Darum waren Fälschungen wichtiger Schriftstücke auf Pergament leichter zu bewerkstelligen und kamen daher auch häufig vor, so daß man schnell und freudig zum Papiere griff, als man diesen Stoff herzustellen erfunden hatte. Zum Auftragen der flüssigen Schreibmittel dienten anfänglich, wie schon erwähnt, Holzstäbchen, dann Pinsel, und zuletzt gesellte sich das Rohr ihnen zu.

Der Ursprung des Rohres zum Schreiben ist mit Bestimmtheit nicht festzustellen. Es scheint Hand in Hand mit der Tinte in Aufnahme gekommen zu sein. Das bereits auf S. 212 stehende Bild zeigt schon ein bei den alten Römern gebräuchliches Schreibrohr und daneben ein Gefäß mit Tinte. Und von dem gotischen Bischofe Isidor, der die Bibel in die gotische Sprache übersetzte, wissen wir, daß er dabei Papier, Rohr und Tinte verwendete. Er lebte 310—381. Er schuf neue Schriftzeichen, die er mit Rücksicht auf die von ihm gebräuchlichen Schreibmittel gestaltete. Die Tinte bereitete man aus Wasser, Ruß und Gummi; mitunter verwendete man auch Sepiasaft. Sie war anfänglich aber stets schwarz und unserer Tusch ähnlich. Farbige Tinten kannte man nicht. Erst später fertigte man mit Hilfe von Mennige rote Tinte. Zum Rohre benutzte man eine Schilfgattung aus der Pflanzenfamilie der Palmen. Das beste Schreibrohr wuchs in Aegypten, und bei den morgenländischen Völkern ist es heute noch im Gebrauche.

Im Abendlande dagegen folgte dem Rohre bald die Feder. Das war auch ganz natürlich; denn die Beschaffung des guten Schreibrohres aus dem fernen Morgenlande, das noch dazu unter der Herrschaft der christenfeindlichen Mohammedaner war, ist bei den damaligen Verkehrswegen und Mitteln gewiß nicht immer leicht gewesen. Schon aus der Zeit Karls des Großen wird berichtet, daß der Schreiber sein Schreibgerät im Gürtel getragen hat, und daß dasselbe bestand aus: Feder, Messer und Tintenfaß. Die frühesten Andeutungen über den Gebrauch der Feder stammen aber bereits aus dem 5. Jahrhunderte. Die meisten Schreibfedern nahm man fast ausschließlich von der Gans, und zwar verwendete man die fünf äußersten Schwungfedern des Flügels dazu. Am allerbesten eignet sich die zweite und dritte dazu. Die Federn, die im Mai und Juni von selbst ausfallen, sind wertvoller als diejenigen, die man rupft. Der zur Verwendung gelangende Teil der Feder heißt die Pose. Sie haben erst verschiedene Behandlungen zu erdulden, bevor sie verkauft werden, wie Einweichen, Erwärmen, Abschaben, Runddrücken, Trocknen, Glätten u. s. w. Die Posen wurden von besonderen Federhändlern zum Verkaufe gebracht, die in der Regel auch das Schneiden der Schnäbel besorgten. Dazu gehört außer einem scharfen Messer auch eine gewisse Geschicklichkeit, die nur durch längere Übung er-



reicht werden konnte. Von beiden Seiten her schnitt man die Feder spitz zu, dann spaltete man die Spitze durch einen Schnitt in die beiden gleichen Schnäbel. Waren die Schnäbel abgeschrieben, so schnitt man an derselben Pose weiter ab und fertigte sich neue Schnäbel. Dieses Nachschneiden besorgte ein Schreiber sich selbst, den schreiblernenden Schülern nahm ihr Schreiblehrer diese Aufgabe ab. Das Beschneiden der Federkiel war mühevoll, und mancher Schreiblehrer mag diese Arbeit als eine Qual empfunden haben, die einen großen Teil seiner Schreibstunde in Anspruch nahm. Erklärlich ist es daher, wenn man nach dauerhafteren Stoffen suchte und eine Feder zu erfinden strebte, welche die Gänsefeder ersetzen und verdrängen sollte. Derartige Versuche sind in großer Zahl angestellt worden; man fertigte Schreibfedern von Horn, Schildpatt und ähnlichen Stoffen, ja sogar eine gläserne Schreibfeder tauchte einmal auf. Doch keine von allen diesen vermochte die Gänsefeder zu verdrängen. Sie blieb viele Jahrhunderte lang im alleinigen Besitze der Herrschaft und bewahrte sich dieselbe bis ins 19. Jahrhundert hinein. Unsere Großeltern haben jedenfalls das Schreiben nur mit der Gänsefeder erlernt, bis sie allmählich diese zur Seite legten und nach dem neuen Aufkömmlinge griffen, dem allein es gelungen ist, die durch Jahrhunderte fest begründete Herrschaft der Gänsefeder zu stürzen. Und dieser Feind ist — die Stahlfeder, die wir heute ausschließlich nur verwenden. Die heutige Jugend weiß nichts mehr vom altväterlichen Gänsekiel, sie kennt ihn nur noch vom Hörensagen.

Man nimmt allgemein an, daß die Erfindung der Stahlfeder erst im neunzehnten Jahrhundert gemacht worden ist. Ist diese Annahme auch richtig, so steht doch immerhin fest, daß die Erfindung einer Metallfeder eine sehr alte ist, und nur der hohe Preis, der früher für eine solche gefordert worden ist, mag ihre allgemeine Verbreitung verhindert haben. Durch Ausgrabungen hat man gefunden, daß bereits die Römer bronzene Schreibfedern gehabt haben, jedenfalls aber nur sehr vereinzelt. Ihre Gestalt soll aber der heutigen fast genau entsprechen. Es wird ferner erzählt,



144. Ein mittelalterlicher Schriftsteller.

daß im Mittelalter die Patriarchen ihre Namensunterschrift mit silbernen Federn unterzeichnet haben. Weitere Spuren trifft man im 13. und 14. Jahrhunderte. Da heißt es in einer Schrift, daß ein fälschender Schreiber eine bronzene Feder gebraucht habe, um damit seine Handschrift zu verstellen und die Fälschung um so täuschender zu gestalten. Andere Zeugnisse bestätigen, daß im 15. Jahrhunderte, also zur Zeit der Erfindung der Buchdruckerkunst, Schreibfedern von Bronze gebraucht worden sind. Im 16. Jahrhunderte lebte in Nürnberg ein berühmter Schreib- und Rechenmeister mit Namen Johann Meudors. Er gab im Jahre 1544 eine Schrift heraus, die folgenden Titel trug: „Anweysung und eigentlicher bericht, wie man eyen yeden Nil zum schreiben erwälen, bereiten, teylen, schneiden und temperiren soll.“ In der Schrift giebt er auch die Stoffe an, aus welchen man die Schreibfedern herstellen kann, und nennt u. a.: „eiserne und kupferne Rohr, auch kupferne und messingene Blechlein.“

In einem holländischen Gedichte wird zu Anfang des 18. Jahrhunderts von einer Stahl- und Goldfeder gesprochen. Der Dichter hieß Pope. Und thatsächlich ist im Jahre 1717 in Holland ein Patent auf eine metallene Feder erteilt worden. Doch scheinen diese sehr hoch im Preise gestanden zu haben, so daß sie sich nicht einzubürgern vermochten.

Im Jahre 1748 waren eine größere Anzahl Gesandter zahlreicher Staaten zu Aachen versammelt, um über den Friedensschluß des österreichischen Erbfolgekrieges zu beraten. Zu diesen kam der Schreiber in der Aachener Bürgermeisterei mit Namen Johann Faßen und verkaufte Stahlfedern, das Stück zu etwa 30 Mark nach heutigem Geldwerte. Er rühmt sich, der Erfinder und Verfertiger der Schreibfedern selbst zu sein, und schreibt in der von ihm verfaßten „Allhistorischen Chronik“ aus dem Jahre 1748 im 2. Buche Seite 152 folgendermaßen:

„Eben umb den Congreßversammlung habe ich auch ahier ohn Mich zu rühmen Neuere Federen erfunden. Es konnte freylich sein, daß Mir der liebe Godt diese erfindung Nicht ohngefähr hätte laßen im sinn kommen, Mit diese Meine stahlene Federen zu Machen, deweil alle und Jede ahier versamlete H. H. Gesandten davon die Erste und Meherste gekaufft haben, hoffentlich den zukunfftigen Frieden damit zu beschreiben und dauerhasft wirdt, wird sein wie diese Meine stahlerne Federen, daß der liebe Godt will geben, dan der verderbliche Krieg hat lang genug gewährt; weilen aber der jeho alles wohl zum Fried ausfieht, hat man auch Hoffnung, daß er lang dauern soll, aber wie der harter steht damitt er beschreiben wirdt. Dergleichen Federen hat Niemandt nie gesehen Noch von gehöürt, wie diese meine Erfindung ist, allein muß sie rein und sauber von rost und Dinten halten, so bleiben sie viel jahr zum Schreiben guth, ja wan auch Einer 20 ries papier damitt würde beschreiben, mitt eine Feder, so wahr die letzte linie beschreiben wie die Erste, sonder waß an die Feder zu verendern, sogar sie seindt in alle Ecken der Weltt hingeschickt worden als eine rahre sach, als nach Spanien, Frankreich, Englandt, Hollandt, ganz



teutschland. Es werden deren von anderen gewiß nachgemacht werden, allein ich bin doch derjenigen, der sie am Ersten erfunden und gemacht hat, auch in Eine große Menge verkauft, außer und binnen Landts das Stück vor 9 Mark 12 oder Ein schilling Spezia und was ich nur hab kunnen Machen ist Mir abgeholt worden.“

Es ist hiernach erwiesen, daß die ersten Stahlfedern überhaupt in Deutschland angewendet worden sind. Die ersten englischen Meldungen über die Stahlfedern stammen aus einer späteren Zeit, und zwar aus dem Jahre 1780. Man erzählt darüber, daß der berühmte englische Chemiker Priestley das Schneiden der Gänsekiele nur höchst ungern besorgte. Diese Arbeit bereitete ihm stets viel Kummer und Sorge. Da wandte er sich an seinen Freund Harrison in Birmingham, der ein geschickter Verfertiger metallener Spielwaren war. Er sollte dem Chemiker eine dauerhafte Schreibfeder aus Metall herstellen. Harrison erfüllte dem Freunde die Bitte und brachte ihm nach etlichen Tagen einige Probefedern, die heute noch im Museum zu Birmingham aufbewahrt werden. Sie besitzen freilich eine Gestalt, die der heutigen wenig ähnelt, und unseren Kindern würden sie ein Lächeln entlocken. Dies mag der Grund gewesen sein, weshalb auch sie nicht imstande waren, die Herrschaft der Gänsefeder zu stürzen. War es der Preis, waren es Mängel in der Herstellung oder Fehler in der Form,



145. Das Ausstücken der Bleche.

kurzum, in allgemeinen Gebrauch kam keine von all den bisher genannten Federn. Und alle waren sie hergestellt worden unabhängig voneinander. Die Metallfeder ist also zu verschiedenen Zeiten, an verschiedenen Orten und von verschiedenen Personen erfunden worden, aber die rechte war es noch nicht, die sich in kurzer Zeit die Welt zu erobern vermochte. Sie ist die Erfindung eines ostpreussischen Lehrers, der nur leider das Schicksal so mancher anderer großen Erfinder teilte, daß er selbst von seiner Erfindung nichts erntete, daß andere sie auszunutzen verstanden und reich wurden, während sie ihm Armut und Elend brachte.

In der Hauptstadt Ostpreußens, der Krönungsstadt der preussischen Könige, in Königsberg lebte zum Beginne des 19. Jahrhunderts ein Lehrer der Schönschreibekunst mit Namen Bürger. Er hatte sich den Ruf eines geschickten Lehrers erworben, und zahlreiche Bürger Königsbergs schickten

ihre Söhne und Töchter zu ihm in die Schreibstunde, so daß er sein bescheidenes Auskommen fand. Er gab sich viel Mühe mit seinen Schülern und strebte eifrig danach, ihnen eine gute Handschrift beizubringen. Dabei sah er mit besonderer Aufmerksamkeit immer auf den guten Zustand der Schreibfedern; denn er meinte, eine schöne Arbeit könne man nur mit gutem Werkzeuge vollbringen. Entdeckte er also bei einem Schüler oder bei einer Schülerin eine mangelhafte Schreibfeder, so nahm er sie sofort zur Hand und schnitt sie mit seinem Messer wieder fein säuberlich zurecht. Während er aber Gänsefüße schnitt, konnte er seine Aufmerksamkeit nicht dem eigentlichen Schreibunterrichte widmen; und das erschien ihm als einem gewissenhaften Lehrer als ein großer Übelstand. Er sann also darüber



146. Das Anbiegen der Stahlfedern.

nach, wie er diesem Uebel abhelfen könne, und er kam auf folgenden Gedanken. Er zerschnitt einen Gänsefuß in mehrere Stücke und fertigte aus jedem Stückchen eine Schreibfeder. Eine alte, abgeschriebene Postleiste benutzte er als Halter, und auf diesen steckte er nach Bedarf ganz einfach die zurecht geschnittene Feder auf. So war er nun wenigstens der Quälerei während der Unterrichtsstunde enthoben, weil er einen Vorrat solcher Federn in seinen freien Stunden schnitt. Damit nicht zufrieden, sann er weiter darüber nach, sich eine Maschine zusammenzustellen, mittels der er die Federn schneiden konnte. Er sparte seine Groschen und verwendete sie zu

diesem Zwecke, und es gelang ihm auch. Er hatte also eine Federschneidemaschine erfunden. Dieselbe war anfänglich natürlich mit mancherlei Mängeln behaftet. Er beseitigte nach und nach einen nach dem anderen, und zuletzt arbeitete sie ganz vortrefflich und zu seiner größten Zufriedenheit. Um nun auch Geld damit zu verdienen, veröffentlichte er zu Anfang des Jahres 1808 im Intelligenzblatte der Stadt Königsberg eine Mitteilung über seine Erfindung und erbot sich, den Leuten um ein wenig aus einer Postleiste mehrere, bis zu fünf Schreibfedern zuzuschneiden. Darüber regten sich aber die Federhändler in der Stadt gewaltig auf. Sie fühlten sich in ihrem Erwerbe geschmälert und bekämpften Bürger's Erfindung auf das heftigste. Ganz ohne Maßen und Grenzen stieg aber ihr Haß und ihre Wut, als bald darauf in derselben Zeitung eine neue Mitteilung Bürger's folgte, in welcher er bekannt gab, daß er begonnen habe, seine Federschneidemaschine aus Metall anzufertigen. Bewährt sich diese neue Stahl-



feder, so sagten sich die Federhändler, dann sind die Gänsefüße vollständig entbehrlich, und ihr Geschäft ist ein für allemal aus. Darum verbündeten sie sich und bekämpften den armen Schreiblehrer auf alle mögliche Art. Sie gaben ihn der Spottlust preis und verschrieten ihn als verrückt. Die Gassenjungen mußten ihn beschimpfen und auf Schritt und Tritt mit Spott und Hohnreden verfolgen. Die Eltern wurden beeinflusst, ihre Kinder seinem Unterrichte zu entziehen. Er verlor einen Schüler nach dem anderen, und seine Einnahmen gingen zurück. Zuletzt bekam er gar keine Schüler mehr, und er verarmte ganz und gar und ging zu Grunde; denn das Geld, dessen er bedurfte, um seine Erfindung zu verwerten, besaß er nicht, und ihm, dem für

verrückt verschrienen, mochte auch niemand welches borgen.

Inzwischen gelangte Bürgers Erfindung auch in andere Städte und Länder, so auch nach England. Dort erkannte ein Mann mit Namen John Perry die Bedeutung derselben. Er griff den Gedanken auf, verbesserte die Erfindung und nahm im Jahre 1830 ein Patent auf die Herstellung von Stahlfedern. Er gründete in Birmingham eine Fabrik und stellte die Federn in

großen Massen her. Andere folgten ihm in Birmingham, und lange Zeit blieb diese Stadt der einzige Ort der Stahlfederfabrikation. Perry und andere wurden Millionäre, indes der Begründer ihres Reichthums, der Erfinder im deutschen Lande hungerte. Und Hunger thut weh. Um ihn zu stillen, stand er in seinen letzten Lebensjahren am Eingange der Börse zu Königsberg und verkaufte — englische Stahlfedern! Der arme Schreiblehrer mußte gleich einem Bettler sein Leben von Almosen fristen, die ihm seine eigene Erfindung verabreichte. Und nach seinem Tode ist ihm bis jetzt jegliche Anerkennung versagt geblieben.

Und wie manchen hat Bürger reich gemacht, wie vielen hat er Verdienst und Brot verschafft. In einer einzigen Fabrik Birmingham's sind über tausend Arbeiter beschäftigt, und es mag sich die Zahl der Stahlfederfabriken heute wohl auf einige zwanzig belaufen. In ihnen verrichtet jeder einzelne immer nur eine einzige bestimmte Arbeit. Der eine stanzt die



147. Das Spalten der Stahlfedern.

Federn aus dem dünnen Stahlbleche aus; der andere bringt die Löcher, Schlitz und den Spalt hinein; der dritte macht den Stahl weich, damit andere Firma, Stempel und Härtezeichen einstempeln und die Feder krumm wölben können. Dann macht man sie wieder hart, schuert und schleift sie. Hierauf werden sie geprüft und ausgelesen, in die bekannten Pappschächtelchen gezählt, verpackt und in den Handel gebracht. Der Großhändler kauft heute schon die geringste Sorte um 25 Pfennige für das Gros = 144 Stück, während sich Janßen vor etwa 150 Jahren 30 Mark für ein einziges Stück zahlen ließ.

In jüngster Zeit hat sich die Schreibfederfabrikation auch in Deutschland heimisch gemacht, und es sind große Betriebe entstanden in Berlin, Bonn, Iserlohn, Reichenbrand, Leipzig und anderen Orten. Obgleich wir heute noch große Mengen Stahlfedern aus England beziehen, so wird hoffentlich bald die Zeit kommen, daß wir Deutsche nur noch mit deutschen Federn schreiben werden; daß jede von uns in Gebrauch genommene Stahlfeder, die eine Deutsche von Geburt ist, auch eine Deutsche in bezug auf ihre Herstellung werden wird.





früher erschien:

# Die Denkwürdigsten Erfindungen.

Für die reifere Jugend dargestellt

von

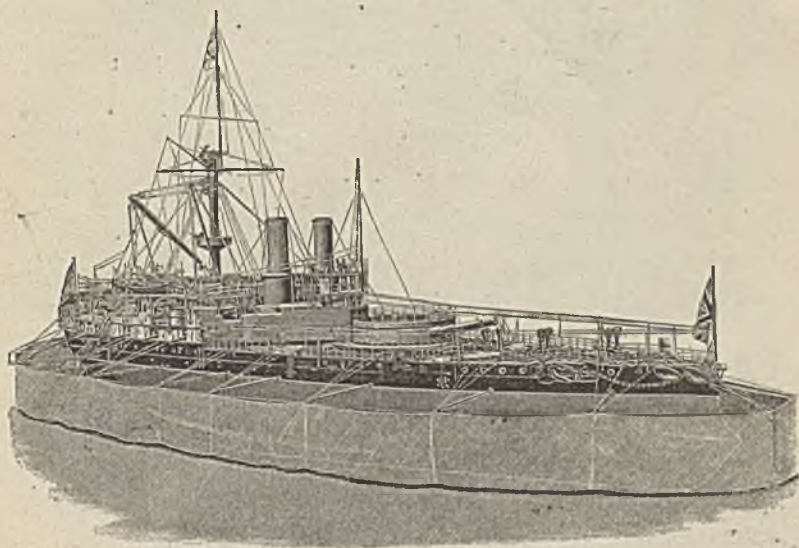
Louis Thomas.

Erster Teil.

Die denkwürdigsten Erfindungen bis zu Ende des 18. Jahrhunderts.

Mit zahlreichen Abbildungen.

Preis: Geheftet M. 2.—. — Gebunden M. 2.50.



**Inhalt:** Das sichtbare Wort. — Erfindung der Buchdruckerkunst. — Schießpulver und Feuerwaffen. — Die Uhren. — Erfindung des Luftballons. — Erfindung des Mikroskops und Teleskops. — Erfindung der Spinnmaschine. — Erfindung des mechanischen Webstuhls. — Erfindung der Nähmaschine. — Erfindung des Glases und des Porzellans.

Verlag von Otto Spamer in Leipzig.

# Die Denkwürdigsten Entdeckungen

auf dem Gebiete der Länder- und Völkerkunde.

Von

Louis Thomas.



Erstes Bändchen:

Die älteren Land- und Seereisen bis zur Auffindung der Seewege  
nach Amerika und Indien.

9. Auflage. — Mit 78 Text-Abbildungen und einem Titelbilde.

Zweites Bändchen:

Entdeckungen und geographisch bedeutsame Unternehmungen nach  
Auffindung der Neuen Welt bis zur Gegenwart.

9. Auflage. — Mit 100 Text-Abbildungen und einem Titelbilde.

Preis jedes Bändchens: Geheftet M. 2.—. Kartoniert M. 2.50.

Ausgabe in einem Bande: Gebunden M. 5.—.

Verlag von Otto Spamer in Leipzig.



Beliebte Jugendschriften in hervorragend schönen  
Ausgaben zu 2 und 3 Mark. *loooooooooo*

---

---

**Die weiße Brigg.** Eine Seegeschichte. Frei nach dem Englischen des C. Russell der reiferen Jugend erzählt von Richard Koth. Mit 6 Farbendruckbildern nach Aquarellen von Willy Stöwer. Gebunden M. 3.—

---

**Die Schatzinsel.** Erzählung von Rob. Louis Stevenson. Neu bearbeitet v. f. l. Mit 8 prächtigen Farbendruckbildern nach Aquarellen von Walter Zweigle. Gebunden M. 3.—

---

**Seekadett Jack Freimut.** Von Kapitän Marryat. für die Jugend bearbeitet von August Hermann. Mit 6 prächtigen Farbendruckbildern nach Aquarellen von Willy Stöwer. Gebunden M. 2.—

---

**Der Wildtöter.** Erzählung von J. F. Cooper. für die Jugend bearbeitet von Peter Schlicht. 2. Auflage. Mit 8 prächtigen Farbendruckbildern nach Aquarellen von H. f. Hartmann. Gebunden M. 2.—

---

**Der letzte Mohikaner.** Erzählung von J. F. Cooper. für die Jugend bearbeitet von Peter Schlicht. Mit 7 Farbendruckbildern nach Aquarellen von H. f. Hartmann. Gebunden M. 2.—

---

**Der Pfadfinder.** Erzählung von J. F. Cooper. für die Jugend neu bearbeitet von A. Stier. Mit 7 Farbendruckbildern nach Aquarellen von W. Zweigle. Gebunden M. 2.—

---

**Gullibergs Reisen in unbekante Länder.** Von Jonathan Swift. für die Jugend bearbeitet von Heinrich Weise. Mit 6 prächtigen Farbendruckbildern nach Aquarellen von Frank Kirchbach. 2. Aufl. Gebunden M. 2.—

---

**Steuermann Hurtig** oder **Der Schiffbruch des „Pacific“.** Von Kapitän Marryat. für die Jugend bearbeitet von August Hermann. Mit 7 prächtigen Farbendruckbildern nach Aquarellen von Willy Stöwer. 2. Aufl. Gebunden M. 2.—

---

**Der rote Freibeuter.** Erzählung von J. F. Cooper. für die reisere Jugend bearbeitet von A. Stier. Mit 7 Farbendruckbildern von Walter Zweigle. Gebunden M. 2.—

---

---

Verlag von Otto Spamer in Leipzig.

# Deutsches Flottenbuch

Erlebnisse eines See-Kadetten in Krieg und Frieden.

Von bearbeitet von

Korvetten-Kapitän a. D. von Holleben.

Neunte Auflage.

Geheftet M. 5.—. Gebunden M. 6.50.

Seit das Deutsche Reich in die Reihe der Kolonial-Mächte eingetreten und in unmittelbarer Verbindung damit seine Flotte in raschem Aufblühen begriffen ist, hat sich naturgemäß auch das Interesse aller Kreise des deutschen Volkes der Marine zugewandt. Diese Anteilnahme zu hegen und zu pflegen, das Verständnis für die Aufgaben und die Thätigkeit der Kriegs- wie der Handelsflotte insbesondere bei der reiferen Jugend zu wecken und zu fördern, ist der vornehme Beruf des Hollebenschens Flottenbuchs! Der frische, lebendige Ton der Erzählung und der wohlthuende Humor, der die Schilderungen durchweht, machen das Buch bei allem sachlichen Gehalt zu einer außerordentlich anziehenden Lektüre, so daß man es immer wieder gern zur Hand nehmen wird.



Die neue Auflage ist textlich wie illustrativ verbessert, vor allem wurde überall den Fortschritten und neueren Errungenschaften auf dem Gebiete der Schiffstechnik Rechnung getragen. Besondere Erwähnung verdienen die in Farbendruck ausgeführten, von Künstlerhand geschaffenen neuen Abbildungen, welche dem Buche zur prächtigsten Zierde gereichen.



BG Politechniki Śląskiej

nr inw.: 102 - 137514



**Dyr.1 137514**