

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Physik und Politik**

**Lehmann, Otto**

**Karlsruhe, 1901**

XIV. Die Dampfmaschine

[urn:nbn:de:bsz:31-266018](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-266018)

## XIV. Die Dampfmaschine.

Um die hohe Bedeutung dieser polytechnischen Schulen für die Folgezeit zu erkennen, müssen wir den Blick nochmals zurückwenden in die Zeiten Galileis.

Die Fortschritte im Bohren von Kanonenrohren hatten ermöglicht, brauchbare Pumpen herzustellen.<sup>94)</sup> Pumpen waren zwar schon 150 Jahre vor Chr. von Ktesibios in Alexandria erfunden worden, wurden aber bis dahin nur als Feuerspritzen gebraucht. Nunmehr konnte man sie auch statt der Eimerkünste als Wasserhaltungsmaschinen bei Bergwerken anbringen. Sonderbarer Weise aber saugten die Pumpen auch bei sorgfältigster Ausführung das Wasser kaum zu einer Höhe von 10 Metern und selbst Galilei wusste für diese Erscheinung noch keine zutreffende Erklärung. Sein Schüler Toricelli war es, der die wahre Ursache aufdeckte in der

auch durch Wahl erteilt und hiessen darum »Lectiones volventes«. Erst 1557 wurde die Bestimmung aufgehoben. Als Lehrbuch diente hauptsächlich das Buch des Martianus Capella, welches damals als der Inbegriff aller Schulweisheit galt, daneben (hauptsächlich seit 1215) Aristoteles. Die rein praktischen Fächer, wie Medizin, Theologie, Jurisprudenz und Baukunst wurden, eben weil sie sich auf rein menschliche praktische Zwecke bezogen, nicht auf das ideale höchste Erkenntnisstreben des menschlichen Geistes, mehr als Anhängsel der Universität betrachtet und zwar wurden speziell Theologie, Jurisprudenz und Medizin als obere Fakultäten bezeichnet, während die noch sehr wenig entwickelte Baukunst, oder wie wir heute sagen würden, Technik überhaupt nicht beachtet wurde. Es entsprach das dem Geiste des Classicismus, der die ganze Universität beherrschte, welchem zufolge jede nützliche praktische Arbeit etwas für den freien Mann entehrendes hatte; verlangten doch Platon und Aristoteles geradezu den Ausschluss der Gewerbetreibenden vom Bürgerstande. Vielleicht waren ähnliche Auffassungen in Verbindung mit Bedenken finanzieller Art der Grund, weshalb Wucherer bei seinen Bemühungen eine technische Schule in Freiburg zu schaffen, keinen Erfolg hatte. Eine gewisse Bitterkeit bei seiner Verabschiedung von dem Freiburger Kollegium scheint darauf hinzuweisen. Auch an der Leipziger Universität scheiterte der Versuch, eine 4. obere Fakultät («technisch-realistische Fakultät» genannt) zu schaffen, als die Fortschritte der technischen Chemie 1836 hierzu Anregung gaben. Man muss übrigens auch auf die dürftigen Verhältnisse jener Zeit Rücksicht nehmen, die sehr deutlich dadurch zur Anschauung kommen, dass in Leipzig noch 1830 Physik, Physiologie und Naturgeschichte vereinigt waren und erst in diesem Jahre besondere Professuren für Mineralogie, Botanik und Zoologie geschaffen wurden.

Das Hauptfach der philosophischen Fakultät bildet die Physik, namentlich wenn dieselbe als Vorschule für die technische Fakultät betrachtet wird. Als daher die polytechnischen Schulen eingerichtet wurden, bildete die Physik, die in Karlsruhe bereits durch das Grossh. physikalische Kabinet vertreten war, den Kern dessen, was man als die »Artistenfakultät« des Polytechnikums bezeichnen könnte, während die Bau-, Ingenieur- und die Maschinenbauschule gewissermassen die »oberen Fakultäten« darstellten, weil sie ganz spezielle praktische Ausbildung, nicht allgemeine Bildung anstrebten. Infolge der Gründung einer chemischen und einer elektrotechnischen Abteilung ist insofern eine Verschiebung eingetreten, als Chemie und Physik nicht mehr zur allgemeinen Abteilung, sondern in die Fachabteilungen gestellt wurden. Es lag hier die gleiche Schwierigkeit vor, wie 1836 in Leipzig, wo man die neue technische Fakultät ablehnte, weil man eine Zerreißung der philosophischen allgemeinen Fakultät durch Ausscheiden der Chemie und Physik vermeiden wollte.

<sup>94)</sup> Die Cylinderbohrmaschine bespricht zuerst Leonardo da Vinci. (Siehe Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues Seite 345 und 442; ferner Gerland und Traumüller, Geschichte der Experimentierkunst).

Wirkung des Luftdrucks und der auch die Grösse dieses Druckes messen lehrte durch die Erfindung des Barometers.<sup>95)</sup>

Nun sehen wir einen bedeutenden Politiker, den aus der Zeit des dreissigjährigen Krieges bekannten, schon erwähnten Bürgermeister von Magdeburg, Otto v. Guericke, in Erkenntnis der hohen Wichtigkeit der neuen Entdeckung die Untersuchungen fortsetzen. Seine Erfindung der Kolbenluftpumpe und sein Experiment mit den Magdeburger Halbkugeln vor dem Reichstag zu Regensburg sind allbekannt.

Weniger bekannt sind die Versuche, die Papin, der Professor der Physik an der Universität Marburg ausgeführt hat, um die Unvollkommenheiten der Guericke'schen Luftpumpe zu beseitigen. Sie führten Papin zu der klaren Erkenntnis der Existenz des Wasserdampfes, welchen man bis dahin für Luft gehalten hatte und seiner Eigenschaften und schliesslich zur hochwichtigen Erfindung der Dampfmaschine.<sup>96)</sup>

Freilich war die damalige deutsche Technik nicht imstande, eine solche Maschine wirklich brauchbar auszuführen. Die Explosion eines Dampfkessels, durch welche auch Menschenleben zu Grunde gingen, nötigten Papin nach England auszuwandern und bei der dortigen höher entwickelten Technik Hilfe zu suchen.

<sup>95)</sup> Galilei bestimmte bereits das Gewicht der Luft, indem er in einen Glaskolben mit einer Spritze eine grosse Menge Luft hineinpresse und richtig schloss, dass die Gewichtszunahme das Gewicht der hineingepressten Luft darstelle.

<sup>96)</sup> Die bewegende Kraft des Dampfes kannte schon, wie oben erwähnt, Heron 120 v. Chr. Anthemius in Konstantinopel (im 6. Jahrhundert n. Chr.) ahmte ein Erdbeben durch Dampfkraft nach, indem er unter den Fussbodenbretern des oberen Stockwerks starke Lederschläuche durch Dampf zum Platzen brachte, um dem dort wohnenden Hauseigentümer, mit welchem er in Streit lag und dessen zu einem Gastmahl versammelte Freunde in Schrecken zu versetzen. Braunka 1629 (und ebenso Newton) erfand ein Dampfrad, welches ähnlich wie ein Wasserrad durch ausströmenden Dampf getrieben wurde und als Vorläufer der modernen Dampfturbinen gelten kann, ebenso wie Herons, Dampfreaktionsrad. Porta (1663) ist der Erfinder der Dampfdruckwasserheber, welche heute als Montejus bezeichnet werden. Er fand, dass man mittels Dampfkraft einen 40 Fuss hohen Springbrunnen erzeugen könne und dass der Dampf, der sich aus einem Gefäss voll Wasser beim Erhitzen entwickelt im Stande ist, eine 40 mal so grosse Menge Wasser aus einem anderen Gefässe herauszudrücken. Er vermochte sogar durch Dampfdruck eine Kanone zum Platzen zu bringen. Man kann ihn aber trotz dieser Experimente nicht als der Erfinder der Dampfmaschine bezeichnen. Es ist nicht einmal sicher, ob er einen klaren Begriff von der Existenz des Dampfes hatte, denn um jene Zeit hatte man den Unterschied zwischen Luft und Dämpfen noch nicht herausgefunden. (Siehe auch Prometheus 1892, S. 500 und 810, sowie Beck l. c. p. 552.) Erst die Versuche von Denis Papin (1660—1690) stellten klar, dass der Dampf etwas von Luft verschiedenes ist, dass sich bei der Verdampfung das Wasser nicht etwa in Luft verwandelt, welche Wasserpartikelchen mit sich fortreisst. Von Papin rührt auch der bekannte Versuch her, dass beim Erhitzen von Wasser in einem Kolben ein im Halse desselben befindlicher leicht beweglicher Stöpsel beim Erhitzen durch Dampf gehoben, beim Abkühlen durch den Luftdruck wieder herunter getrieben wird. Im Jahre 1712 gelang es Newcomen eine Dampfmaschine zu konstruieren zum Heben von Wasser in Bergwerken, welche eine Wassermenge förderte, zu deren Bewältigung vorher 50 Pferde und die 6 fachen Kosten erforderlich gewesen waren. (Siehe auch Gerland u. Traumüller.)

Mehrere haben sich dort um die Verbesserung der Maschine bemüht, aber erst dem Mechaniker des physikalischen Instituts der Universität Glasgow, James Watt, glückte es, nach unsäglichen Mühen und Schwierigkeiten eine brauchbare Konstruktion zu finden<sup>97)</sup> Nicht lange dauerte es dann, bis die Dampfmaschine als Triebmaschine für Fabriken, als Lokomotive und als Schiffsmaschine ihren Siegeslauf durch die Welt antrat und die gewaltigste Änderung aller Lebensverhältnisse hervorbrachte.<sup>98)</sup>

97) Die wichtigsten Verbesserungen, welche Watt an der Dampfmaschine anbrachte sind: der doppelt wirkende Cylinder, die Schiebersteuerung, der Condensator (1765), das Schwungrad, der Centrifugalregulator und die Parallelogrammführung. 1782 wurde die erste Dampfmaschine in einer Baumwollspinnerei aufgestellt. 1810 gab es bereits 5000 Dampfmaschinen in England und 200 in Frankreich.

98) Die erste brauchbare Lokomotive wurde 1785 hergestellt; die erste Eisenbahn von Liverpool nach Manchester 1829; die erste deutsche Eisenbahn von Nürnberg nach Fürth 1835. Als Stephenson, der Erbauer der ersten brauchbaren Lokomotive behauptete, er könne eine Lokomotive für 20 englische Meilen in der Stunde bauen, wurde ihm in der Quarterly-Review erwidert: »Was kann wohl handgreiflich lächerlicher sein, als das Versprechen, eine Lokomotive für die doppelte Geschwindigkeit der Postkutsche zu bauen! Ebenso gut könnte man glauben, dass die Einwohner von Woolwich sich auf einer Longrewischen Rakete abfeuern liessen, als dass sie sich einer solchen Maschine anvertrauen würden«. Auf die im Parlamente an ihn gerichtete Frage, ob nicht, wenn eine Kuh sich auf das Geleise verirrt, das eine höchst fatale Situation sein würde, erwiderte er prompt: »Ja, höchst fatal für die Kuh«. Zu der feindseligen Haltung, die das Publikum der neuen Erfindung entgegenbrachte, die sich namentlich bei Herstellung der Schienengeleise kund gab, gesellten sich noch zahlreiche Schwierigkeiten technischer Natur, welche das Unternehmen zu vereiteln drohten.

Das immer lebhafter pulsierende geschäftliche Leben, die Erkenntnis »Zeit ist Geld« und die Erfahrung, dass thatsächlich Lokomotiven weit rascher von der Stelle kommen als Pferde, bewirkten aber, dass bald der allgemeinen Einführung im Prinzip kein Hindernis mehr entgegen stand.

Im Jahre 1550 brauchte eine Kutsche von Strassburg nach Basel noch 8 Tage; schon 1841 legte man die Strecke in 2 Stunden zurück. Von ganz hervorragender Bedeutung wurden die Eisenbahnen auch für den Postverkehr, namentlich seit Einführung der Briefmarken 1843.

In 50 Jahren wurden Schienenwege hergestellt von einer Ausdehnung, welche die der Römerstrassen, zu deren Herstellung nahezu ein Jahrtausend erforderlich gewesen war, mehr als das Doppelte übertrafen.

Das erste brauchbare Dampfschiff wurde von Fulton hergestellt 1807. Das erste Schraubendampfschiff wurde 1826 gebaut. 1820 gab es in England erst 43 kleine Dampfer. Noch 1825 ging die Kraft der Dampfer nicht über 60—80 Pferde. Der erste Ozeandampfer fuhr 1819 von New-York nach Liverpool.

Selbst noch 1839 war die Verwendung von Ressels Schraube für Kriegsschiffe verboten und erst 1876 wurde das Dampfschiff gegen das Segelschiff vorherrschend.

Von wesentlicher Bedeutung für die Verwendung der Dampfmaschine war die Erfindung der Sicherheitslampe (1816), welche die Gewinnung der Kohle in grösserem Masstabe ermöglichte.

Nun wurde sogar der so lange Zeit als eine der grössten Errungenschaften betrachtete Seeweg nach Indien um Afrika herum wieder entbehrlich. Die moderne Technik ermöglichte (ohne Sklaven) die Wiedereröffnung und wesentliche Verbesserung des alten Handelswegs durch den Suezkanal, ja man plante sogar den Bau eines Panamakanals zur Eröffnung eines direkten Seewegs nach Indien und China, wie ihn Columbus und Cabotto vergeblich zu finden gehofft hatten.

Die Herstellung des Suezkanals war auch in der Hinsicht von grosser Bedeutung, weil hiedurch der Kohlenverbrauch wesentlich eingeschränkt werden konnte. Der alte Kanal war von

Um die ungeheuren Schwierigkeiten, welche Watt zu überwinden hatte, würdigen zu können, bedenke man, dass dem damaligen Mechaniker ausser den allerprimitivsten Werkzeugen nur Drillbohrer und Drechselbank zur Verfügung standen, dass es noch keine Supportdrehbank gab und noch weniger die andern Werkzeugmaschinen, welche der moderne Maschinenfabrikant nicht entbehren kann.

Man bedenke auch, dass man noch nicht imstande war, ein grösseres Stück Eisen von gleichförmiger Beschaffenheit zu erzielen, weder ein Kesselblech, noch ein Schwungrad oder eine Pleuelstange; dass man deshalb Dampfzylinder gerade wie Geschützrohre aus Bronze oder Messing und die übrigen Teile aus Holz herstellen musste.<sup>99)</sup>

Wenn Watt nichtsdestoweniger schliesslich sein Ziel erreichte, so verdankt er dies neben seinem Genie nicht zum mindesten seiner früheren Thätigkeit als Präzisionsmechaniker, durch die er an die Ausführung exakter Arbeiten gewöhnt worden war und seinen lebhaften Verkehr mit Physikern.

Die Feinmechanik hatte damals in England, hauptsächlich infolge der Bedürfnisse der Seefahrer, einen hohen Stand erreicht. Durch Galileis Entdeckung der Pendeluhr war wenigstens im Prinzip das Mittel zur Bestimmung der geographischen Länge gegeben, das die Nautik so schmerzlich vermisst hatte, dass das englische Parlament einen Preis von 400 000 Mark aussetzte für Auffindung eines solchen.

Ein wirklich brauchbares Chronometer wurde freilich erst im Jahre

---

dem Chalifen Almansor 978—1002 aus militärischen Gründen zugeschüttet worden. Der neue Kanal wurde nach Plänen von Negrelli durch Lesseps ausgeführt und 1869 eröffnet.

Mit der Steinkohlegewinnung und den Fortschritten der Eisenindustrie (speziell mit der Fabrikation eiserner Röhren) steht auch in Beziehung die Verbesserung des Beleuchtungswesens, welche zur Erleichterung und Förderung des Verkehrs von grosser Bedeutung wurde. Im Altertum kannte man überhaupt keine öffentliche Beleuchtung, wie schon oben erwähnt. 1667 waren die 912 Strassen von Paris nur mit 2736 kleinen qualmenden Öllämpchen erleuchtet, ja selbst 100 Jahre später, als der wichtige Fortschritt der Benutzung des Lampenzylinders gemacht wurde, war es noch nicht wesentlich besser. Die erste Gasgesellschaft wurde 1810 in London gegründet, aber noch lange dauerte es, bis das Gaslicht in den Fabriken seinen Einzug hielt.

<sup>99)</sup> Gusstahl wurde zwar schon 1710 hergestellt, doch erst 1767 gelang es, brauchbare Eisenbahnschienen zu giessen. 1779 wurde die erste feste eiserne Brücke hergestellt. Noch 1804 war es unmöglich, geeignetes Eisenblech für Dampfkessel zu erhalten, so dass Trevithik es vorzog Lokomotivkessel aus Gusseisen herzustellen. Stephenson's erste Lokomotive (1829) hatte noch hölzerne Triebräder mit Eisenreifen und hölzerne Pleuelstangen. Obschon der Puddelprozess, welcher eine rasche und zuverlässige Umwandlung von Roheisen in Schmiedeisen und Stahl ermöglichte, bereits 1783 erfunden worden war, so fand er doch erst 1845 wirklich praktische Anwendung, nachdem die Regeneratorgasfeuerung an Stelle der Kohlenfeuerung in Flammofen getreten war. Der erste grössere Dampfhammer, dessen Idee ebenfalls von Watt 1784 herrührt, wurde 1838 von Nasmyth aufgestellt.

1736 auf Newtons Anregung von Harrison ausgeführt, welcher dafür neben Euler und Tobias Mayer einen Teil des grossen Preises erhielt.<sup>100)</sup>

Ein weiteres wertvolles Geschenk Galileis für den Seefahrer war die Entdeckung des Fernrohrs, die später die Ersetzung des Jakobstabs durch den Sextanten und die Herstellung genauer Ephemeriden zur Folge hatte.

Ausser nautischen Instrumenten fertigte man in England noch Mikroskope, Luftpumpen, Elektrisiermaschinen und andere physikalische Apparate, wie sie namentlich von Guericke und Newton angegeben waren.

Es ist bezeichnend für die damalige Zeit, dass bei der erwähnten Verbesserung des Karlsruher physikalischen Instituts 1778 dessen Mechaniker nach England reisen musste, um dort Apparate einzukaufen.<sup>101)</sup>

Als bedeutendste politische Wirkung der Erfindung der Dampfmaschine, sowie der Eisenbahnen und Dampfschiffe erscheint die Beseitigung der un-

<sup>100)</sup> Die Begleiter Magelhaens waren bei ihrem Eintreffen in Spanien nach der ersten Weltumsegelung sehr bestürzt, als sich ergab, dass man um einen Tag hinter dem Kalender zurückgeblieben war und folglich zu unrechter Zeit gefastet hatte.

Dies ist insofern auffallend, als man bereits im Altertum versucht hatte, durch Ermittlung des Zeitunterschiedes der Beobachtung einer Mondfinsternis an zwei verschiedenen Orten den Unterschied ihrer geographischen Länge zu ermitteln.

Columbus suchte sich auf seiner zweiten Reise, wenn die Schiffsrechnung unsicher war, durch Bestimmung der magnetischen Deklination über die geographische Länge zu orientieren. Bei der ersten Reise hatte er nämlich gefunden, dass sich die Deklination nach Westen verringerte und schliesslich in die entgegengesetzte übergang.

Nachdem Galilei mittels seines Fernrohrs den Umlauf der Jupitermonde beobachtet hatte, kam er alsbald auf den Gedanken, diese Erscheinung zur Bestimmung der geographischen Länge zu benutzen, insofern der Jupiter mit seinen Trabanten gewissermassen eine im Weltraum schwebende Uhr darstellt, welche überall sichtbar ist, so dass durch Vergleich derselben mit einer nach der Sonnenuhr regulierten Uhr die geographische Länge gefunden werden kann. Er wusste für diese Methode die vereinigten Staaten von Holland zu interessieren und stellte denselben Ephemeriden der Jupitertrabanten, sowie hinlänglich genau gehende Uhren in Aussicht.

Tobias Mayer hatte auf Grund der Berechnungen Eulers Mondtafeln hergestellt, welche ermöglichten, durch Messung des Abstandes dieses Gestirnes von gewissen Fixsternen und Bestimmung der Ortszeit die geographische Länge zu ermitteln.

Der seit 1767 erscheinende, von der englischen Admiralität herausgegebene nautische Almanach gab zum erstenmale genaue, für die Längenbestimmung geeignete Ephemeriden.

<sup>101)</sup> Die Schwarzwälder Uhrenindustrie begann sich 1680 zu entwickeln. Von technischen Erfindungen aus dieser Zeit sind zu nennen: Kerzengiesserei 1630, optischer Zeigertelegraph 1633, Chlorzinklöthwasser 1648, Sprachrohr, Spritzenschläuche, Regenschirme, Seidenindustrie 1670, doppelt wirkende Kolbenpumpe 1716, Centrifugalpumpe 1732, Rauhmaschine, Mulespinnmaschine 1779, Kreissäge, Kopiermaschine 1780, Stereotypplatten 1787, Trommelkratze 1789, hydraulische Presse 1795, Papiermaschine 1797, Jacquardwebstuhl 1808, Perkussionsgewehre 1808, Feilmaschine von Reichenbach 1810, Maschinenwebstuhl 1813.

Im Jahre 1814 erschien zum erstenmal die Londoner Times mit der von König in Eisleben erfundenen Schnellpresse gedruckt. Es folgten: Metalldruckerei, Sicherheitslampe 1816, Daguerrotypie 1820, Flachspinnmaschine, Zündhütchen, Dampftrockenmaschine, Stahlfederfabrikation 1820, das elektrische Bogenlicht 1822, Letterngiessmaschine, Metallätzung 1823, Selfaktorspinnmaschine 1830.

zähligen Zunftprivilegien<sup>102)</sup> und Zollschranken,<sup>103)</sup> von denen wir uns heute kaum mehr einen richtigen Begriff machen können.

Wie gesagt, war mit der Vernichtung der alten Kultur auch die einheitliche Leitung eines grossen Staatswesens unmöglich geworden. Jede Korporation und jede Zunft, jedes Städtchen und jedes Stättchen sorgten nur für sich, ohne Rücksicht auf das Ganze. In Ermanglung einer starken,

<sup>102)</sup> Schon die Einführung der Maschinen und des Fabrikbetriebes überhaupt, wozu zunächst die rasche Entwicklung der Baumwollindustrie Anlass gegeben hatte, war auf den heftigsten Widerstand der Zünfte gestossen. Man befürchtete, dass durch die Maschinen, welche einen Arbeiter befähigten, das zehnfache und hundertfache wie vordem zu leisten, dem Volke die Gelegenheit zu Verdienst und so geradezu die Möglichkeit der Existenz entzogen würde.

Der Erfinder der Schnellschütze, welche rascheres Durchbringen des Schussfadens beim Weben ermöglichte, musste sich flüchten, verlor durch Prozesse sein Vermögen und starb, nachdem sein Haus samt allen Maschinen zerstört worden war, in grossem Elend.

Der Erfinder der Bandmühle, welche ermöglichte, 20 und mehr Bänder gleichzeitig zu weben, wurde getötet und sein Bandwebstuhl öffentlich verbrannt, sowie durch Reichsverbot fernerhin unmöglich gemacht.

Noch 1719 erneuerte in Deutschland Kaiser Karl VI. dieses Verbot. Aber kaum 50 Jahre waren verflossen, da wurden jedem, der die Anlage einer Bandmühle bewerkstelligte, eine Belohnung von 30—50 Thalern zugesichert! So sehr hatten sich in dieser kurzen Zeit die Anschauungen geändert.

Auch in Frankreich hatte Heinrich III. das Arbeiten als »droit royal et domanial« erklärt. Jeder Arbeiter musste besondere Erlaubnis haben zu den Arbeiten, deren Ausführung genau vorgeschrieben wurde. Jede Abweichung, auch wenn es eine Verbesserung war, wurde bestraft. Besondere Inspektoren sorgten in solchem Falle dafür, dass die Stoffe verbrannt, die Webstühle zertrümmert wurden.

Zu Ende des 18. Jahrhunderts versagte Kurmainz der preussischen Post die Konzession, weil sie zu schnell gehe, so dass Gastwirte, Bäcker, Sattler, Schmiede Bierbrauer und Weinschenker an den Landstrassen nicht genügende Nahrung hätten. Manche Gemeinden wehrten sich, die Strassen ordentlich in Stand zu setzen, weil durch Radbrüche und sonstige Unfälle die Reisenden zu längerem Aufenthalt gezwungen wurden und dadurch Geld unter die Interessenten kam, d. h. Gastwirte, Radmacher und Chirurgen.

<sup>103)</sup> Nicht mit Unrecht sagte man, in Deutschland könnten die einzelnen Staaten und Städte nur durch Gitter mit einander verkehren.

Längs der Elbe befanden sich noch im Jahre 1858 von der österreichischen Grenze bis nach Hamburg 14 deutsche Zollerhebungs- und Revisionsstellen, längs des Mains auf der kurzen Strecke von Bamberg bis Frankfurt sogar 33.

In der Bittschrift, welche List im Namen des Vereins deutscher Kaufleute und Fabrikanten an den Bundestag richtete, wird gesagt: »Achtunddreissig Zoll- und Mautlinien in Deutschland lähmen den Verkehr im Innern und bringen ungefähr dieselbe Wirkung hervor, wie wenn jedes Glied des menschlichen Körpers unterbunden wird, damit das Blut ja nicht in ein anderes überflüsse. Um von Hamburg nach Österreich, von Berlin in die Schweiz zu handeln, hat man zehn Staaten zu durchschneiden, zehn Zoll- und Mautforderungen zu studieren, zehnmal Durchgangszoll zu bezahlen. Wer aber das Unglück hat, auf einer Grenze zu wohnen, wo drei oder vier Staaten zusammenstossen, der verlebt sein ganzes Leben mitten unter feindselig gesinnten Zöllnern und Mautnern, der hat kein Vaterland. Trostlos ist dieser Zustand für Männer, welche wirken und handeln möchten; mit neidischen Blicken sehen sie hinüber über den Rhein, wo ein grosses Volk vom Kanal bis an das mittelländische Meer, vom Rhein bis an die Pyrenäen, von der Grenze Hollands bis Italien auf freien Flüssen und offenen Landstrassen Handel treibt, ohne einem Mautner zu begegnen. Die Kraft derselben Deutschen, die zur Zeit der Hansa unter dem Schutze deutscher Kriegsschiffe den Welt-handel trieben, geht durch achtunddreissig Maut- und Zollsysteme zu Grunde.«

alles beherrschenden Regierungsgewalt fehlte vollständig jener Gemeinsinn, den wir heute von jedem verlangen und im Interesse des Staatswohls verlangen müssen, jenes Vertrauen auf die Macht des Staates, das überhaupt erst geweckt wurde durch die infolge der neuen Erfindungen eintretende Möglichkeit einer geordneten zentralen Verwaltung.

Grosse Verdienste erwarben sich in dieser Hinsicht wie gesagt die polytechnischen Schulen, weniger durch Sammlung und Bewahrung der gewonnenen Kenntnisse und Heranziehung zahlreicher Ingenieure, d. h. durch ihre pädagogische Thätigkeit, als vielmehr durch wissenschaftliche Bearbeitung der Konstruktionsmethoden unter Verwertung der von den Physikern inzwischen aufgedeckten neuen Gesetze.<sup>104)</sup>

Die Notwendigkeit für die Berg- und Hüttenwerke Motoren zu gewinnen, welche nicht wie Wasserkräfte vom Orte abhängig sind, hatten schon im Mittelalter zur Zeit der magischen Physik zahllose Versuche veranlasst, ein Perpetuum mobile zu konstruieren. Leibniz, neben Newton der Erfinder der Differential- und Integralrechnung, kam durch solche Bestrebungen bereits zu der klaren Vorstellung der Erhaltung der mechanischen Energie und der Möglichkeit der Aufspeicherung der von Windmühlen gelieferten Arbeit in einem hydraulischen Akkumulator.

Im Anschluss hieran führten die Erfahrungen des Grafen Rumford, des berühmten bayerischen Kriegsministers, über die Wärmeerzeugung beim

<sup>104)</sup> Während das Bestreben der Mechaniker des Altertums und des Mittelalters dahin ging, alles mit Anmut zu zieren (beispielsweise wurden selbst Gewichtsteine mit Ornamenten versehen), waren nunmehr die Mechaniker und Ingenieure bestrebt, alles in erster Linie zweckmässig einzurichten, z. B. ein Rad von solcher Festigkeit, dass es wohl der Wirkung der Zentrifugalkraft widerstehen konnte, aber auch nicht stärker, so dass jede Materialverschwendung vermieden wurde u. s. w. Von hervorragender Bedeutung für die Entwicklung des Maschinenbaues wurde insbesondere unsere Karlsruher Hochschule unter Leitung des berühmten Redtenbacher.

Die Physik hatte um diese Zeit grosse Fortschritte gemacht. Seit der Erfindung der Differential- und Integralrechnung durch Newton (1669) und Leibniz (1684) und der analytischen Geometrie durch Descartes (1644) war die Behandlung vieler Probleme möglich geworden, die früher als unlösbar gegolten hatten und mit Jakob und Johann Bernoulli (1700—1720) begann die Entwicklung der heutigen mathematischen Physik, sowie die Bildung des Energiebegriffs, welcher für Physik und Technik von grösster Bedeutung geworden ist.

Bereits Daniel Bernoulli hatte das Prinzip von der Erhaltung der Kraft geahnt, nachdem schon zuvor Huygens die Unmöglichkeit des Perpetuum mobile betont hatte. Zu den Hauptbegründern der mathematischen Physik ist ferner Leonhard Euler zu rechnen (geb. 1707 in Basel, gest. 1783 in Petersburg). Von bedeutenden Physikern jener Zeit seien noch genannt: Poinsot (1777—1859), Poisson (1781—1840) und Fresnel (1788—1827).

Bis zu gewissem Masse kann allerdings die Technik Neues schaffen ohne Physik. Man denke z. B. an die Entwicklung der Textilindustrie, der Metallbearbeitung, der Buchdruckerkunst und des gewöhnlichen Maschinenbaus. Im allgemeinen ist aber, und besonders für die moderne Technik, die Beziehung eine sehr innige (vergl. auch Prometheus 1892, 428; 1894, 77, 284, 381; 1895, 12, 59; 1900, 66, 81).



Bohren von Kanonen, sowie die Betrachtungen Carnots über die Arbeitsleistung der Dampfmaschine schliesslich zu den beiden Hauptsätzen der heutigen Physik, dem Gesetze der Erhaltung und dem der Zerstreuung der Energie.

Nun wurde es möglich, die Leistungen der Maschinen genau zum Voraus zu berechnen und den Teilen solche Gestalt und Einrichtung zu geben, dass der beabsichtigte Zweck sicher in der vollkommensten Weise erreicht wurde.

## XV. Napoleon I.

Ein Politiker ersten Ranges, der zur Zeit der Erfindung der Dampfmaschine ganz Europa in Schrecken versetzte durch seine hochfliegenden Pläne, die nichts geringeres anstrebten, als das römische Kaiserreich zu erneuern und es bis zum Indus auszudehnen wie das Reich Alexanders des Grossen,<sup>105)</sup> Napoleon I., zeigte durch das grosse Interesse, welches er der Polytechnischen Schule zuwandte, wie hoch er die Leistungen der Physik und Technik zu schätzen wusste.

Den Physiker Volta in Como liess er nach Paris kommen, um seine neu entdeckte galvanische Säule zu demonstrieren, und überhäufte ihn mit ganz ungewöhnlichen Ehren, obschon man damals noch nicht ahnen konnte, welch ungeheuer grosse Wichtigkeit die neue Entdeckung für die Politik durch ihre Verwertung zum Telegraphen durch die Physiker Gauss und Weber in Göttingen später erlangen sollte.

Hätte Napoleon die modernen Verkehrsmittel zur Verfügung gehabt und statt des optischen Telegraphen, mit dem man sechs Stunden brauchte um von Strassburg nach Paris zu telegraphieren,<sup>106)</sup> und der ihm trotzdem sehr häufig die Möglichkeit bot, seine Gegner zu überraschen, den elektrischen

<sup>105)</sup> »Wäre St. Jean d'Acre nicht gewesen, so hätte ich der Welt eine andere Gestalt gegeben und wäre Kaiser des Morgenlandes geworden. An einem Sandkorn sind meine Pläne zerschellt«, sagte Napoleon.

<sup>106)</sup> Die Erschiessung von Andreas Hofer (1810) erfolgte auf telegraphischen Spezialbefehl von Mailand aus. Feuerzeichen zur Signalgebung waren schon im Altertum im trojanischen Kriege bekannt, die »Semaphoren« oder optischen »Telegraphen« wurden 1793 von Gebrüder Chappe erfunden.

Wesentlich trug auch zu Napoleons Siegen die ausgedehnte Verwertung der Geschütze bei, wodurch er selbst unter ungünstigen Umständen gegen tüchtige Heere oder grosse Übermacht sich zu behaupten wusste.

Die erste Artillerieschule war von den Venetianern 1506 gegründet worden. Das erste Artillerieregiment unter Ludwig XIV. (1671), das erste reitende Artillerieregiment unter Friedrich dem Grossen (1759). Früher waren nur der Infanterie einzelne Geschütze beigegeben.