

**Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

**Der Charakter der technischen Umwälzungen des 19.  
Jahrhunderts**

**Keller, Karl**

**Karlsruhe, 1892**

[urn:nbn:de:bsz:31-294065](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-294065)

DER CHARAKTER  
DER  
TECHNISCHEN UMWÄLZUNGEN  
DES 19. JAHRHUNDERTS.

---

FESTREDE

BEI DEM  
FEIERLICHEN AKTE DES DIREKTORATS-WECHSELS  
AN DER  
GROSSHERZOGLICH BADISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
ZU  
KARLSRUHE

AM 22. OKTOBER 1892

GEHALTEN VON DEM DIREKTOR DES JAHRES 1892/93

DR. KARL KELLER  
ORD. PROFESSOR DES MASCHINENBAUES.

---

KARLSRUHE.  
DRUCK DER G. BRAUN'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI.  
1892.



III. 360

DER CHARAKTER  
DER  
TECHNISCHEN UMWÄLZUNGEN  
DES 19. JAHRHUNDERTS.

---

FESTREDE

BEI DEM  
FEIERLICHEN AKTE DES DIREKTORATS-WECHSELS  
AN DER  
GROSSHERZOGLICH BADISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
ZU  
KARLSRUHE

AM 22. OKTOBER 1892

GEHALTEN VON DEM DIREKTOR DES JAHRES 1892/93

DR. KARL KELLER  
ORD. PROFESSOR DES MASCHINENBAUES.

---

KARLSRUHE.  
DRUCK DER G. BRAUN'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI.  
1892.

K

98 B 85020, 1892/93



## Hochansehnliche Versammlung, geehrte liebe Kollegen, werte Kommilitonen!

Es ist ein guter alter Brauch an den deutschen Hochschulen, ein Brauch, dem sich auch unsere Hochschule seit einer Reihe von Jahren angeschlossen hat, dass der jeweilige Rektor den Beginn seiner Amtsthätigkeit mit einem akademischen Redeakt bezeichne. Wenn mir aus dem ehrenvollen Amte, zu welchem ich durch das Vertrauen meiner geehrten Herrn Kollegen zufolge der Allerhöchsten Bestätigung ihrer auf mich gefallenen Wahl zum Direktor unserer Technischen Hochschule durch die Gnade Seiner Königlichen Hoheit des Grossherzogs berufen bin, die gleiche Aufgabe erwächst, so mag es als selbstverständlich erscheinen, dass ich den Gegenstand für den zu haltenden Vortrag dem Bereiche der von mir vertretenen Wissenschaft entnehme. Die Wahl eines geeigneten Vortragsgegenstandes ist jedoch durchaus keine leichte; denn, wenn auch die Maschinentechnik, die Erfolge und Ergebnisse der Maschinenwissenschaft auf alle Gebiete menschlicher Thätigkeit einen eminenten, geradezu überwältigenden Einfluss ausüben, so ist es doch schwierig, aus dem grossen Gebiete der Maschinentechnik einen Vorwurf zu finden, der in weiteren Kreisen als gerade in denjenigen der Berufs- und Fachgenossen länger dauerndes Interesse zu erwecken geeignet wäre. Einfache Darstellungen und Beschreibungen von Werken und Ausführungen der Maschinentechnik, Erörterungen von Arbeitsprozessen und Fabrikationsmethoden sind zu trocken, und müssten ausserdem von einem reichen Schatze von Demonstrationsmaterial, Zeichnungen und Modellen unterstützt werden; — Besprechungen andererseits der irgend welchem technischen Prozesse zu Grunde liegenden Prinzipien, kritische Betrachtung der betreffenden theoretischen Grundlagen würden einen derartigen Vortrag gerade wegen des ihm in diesem Falle naturgemäss anhaftenden mathematischen oder abstrakten Charakters für vorliegenden Zweck als völlig ungeeignet erscheinen lassen.

Dagegen hat, wie bei jedem anderen, so insbesondere bei einem Gegenstande aus dem Gebiete des Maschinenwesens, die Heranziehung historischer Momente, die Bezugnahme auf Kulturgeschichte und Wirtschaftsverhältnisse von vornherein etwas ganz ausserordentlich Fesselndes, Anregendes an sich. Was könnte mehr allgemeines und dauerndes Interesse erregen, als der Hinweis auf die Geschichte des Fortschreitens, der Entwicklung des

Menschengeschlechtes in seinem geistigen und materiellen Zustande, nach den verschiedenen Richtungen seiner geistigen und physischen Thätigkeit von den ältesten der Forschung zugänglichen Zeiten bis auf unsere Tage. Die Kulturgeschichte lässt uns auf jedem Blatte ihrer unvergänglichen Bücher erkennen, dass wir mit unserem gesamten Wissen und Können, mit unserem geistigen und materiellen Vermögen nur auf alten Fundamenten stehen; auf den Grundlagen, welche vergangene Geschlechter errichtet und uns zum Weiterbaue hinterlassen haben. Haben wir durch das Studium der Kulturgeschichte im allgemeinen, wie der Geschichte der Entwicklung irgend welchen speziellen Zweiges geistiger Thätigkeit, irgend welcher wissenschaftlichen Richtung im besonderen den Blick auf jene Grundlagen geklärt, so werden wir von selbst dazu kommen, auch jene alten Fundamente zu ehren, uns aber freilich, wie Goethe sagt, das Recht wahren, hie und da wieder einmal von vorne an zu gründen.

Wenn die Geschichte überhaupt uns in den Stand setzt, »im Spiegel der Vergangenheit die Zukunft zu erblicken«, wenn uns die Kulturgeschichte zeigt, dass nie ein Preis war ohne Arbeit, und dass hohe Ziele nur in heissem Ringen erstritten werden können, so ist sie auch als mächtigstes Bildungselement zu bezeichnen, in welcher Eigenschaft sie durch keine anderen, noch so umfangreichen, Kenntnisse in irgend welcher, z. B. technischen oder exakten Richtung ersetzt werden kann. In der vollen Würdigung dieser hohen Bedeutung sind auch die geschichtlichen Vorlesungen in die Unterrichtsprogramme aller technischen Hochschulen aufgenommen worden, und wenn je einer, so könnte höchstens der Zweifel ausgesprochen werden, ob es nicht angezeigt wäre, die geschichtlichen Vorlesungen noch zu erweitern etwa durch Heranziehung der Geschichte der Technik im allgemeinen oder einzelner Zweige derselben im besonderen; und zwar unter jeweils ausdrücklicher Betonung der kulturellen und wirtschaftlichen Folgen einer jeden neuen Entwicklungsphase, mit Hervorhebung des Wertes und Nutzens jeder neuen technischen Errungenschaft für das Gemeinwohl, ebenso wie auch ihrer Nachteile für den einzelnen Menschen, ohne welche Nachteile nun einmal grosse Errungenschaften nicht zu denken sind. So zeigt uns die Geschichte beinahe jeden technischen Zweiges, wie der blinde Unverstand Einzelner oder irreführender Massen die grössten Männer ihrer Zeit, die genialsten Erfinder verfolgt und oft zu Grunde gerichtet hat samt ihren mühsam geschaffenen Werken, wie aber die wirklich wertvollen Erfindungen trotzdem nicht untergegangen, sondern nur an anderen Orten und zu anderen Zeiten um so glänzender wieder erstanden sind.

Nur durch Verbreiterung des Studiums über das eigentliche Fachstudium hinaus, durch Zusammenfassung weiterer Wissenskreise erhält der Studierende Verständnis für fremdes Geistesleben, Achtung vor fremder Geistesthätigkeit, welche das Vorrecht des wahrhaft gebildeten Menschen sind. Ohne solche Verbreiterung des geistigen Gesichtskreises bleibt das Studium ein reines Brotstudium, vor welchem Schiller warnt mit den herrlichen Worten

seiner akademischen Antrittsrede, die mit goldenen Lettern über den Eingangspforten unserer Hochschulen stehen sollten: »Beklagenswerter Mensch, der mit dem edelsten aller Werkzeuge, mit Wissenschaft und Kunst, nichts Höheres will und ausrichtet, als der Tagelöhner mit dem Schlechtesten . . . Noch beklagenswerter aber ist der junge Mann von Genie, . . . der sich überreden liesse, für seinen künftigen Beruf mit dieser kümmerlichen Genauigkeit zu sammeln. Bald wird seine Berufswissenschaft als ein Stückwerk ihn anekeln; . . . das Mühselige, das Geringfügige in seinen Berufsgeschäften wird ihn zu Boden drücken; u. s. w.«

Nur wer die Entwicklung der Technik historisch verfolgt, wird es inne, welch' ein übermächtiger Drang zum Fortschreiten, zur unausgesetzten Weiterentwicklung derselben eigen ist; aber auch gleichzeitig, welchen Widerstand, welche Zähigkeit ihre Produkte dem zerstörenden, vernichtenden Einflusse der Zeit entgegenzusetzen imstande sind\*; wie diese wunderbare Widerstandskraft, welche den Erzeugnissen der Technik innewohnt, zum Teil in ihrer Massenhaftigkeit, zum Teil in ihrem Umfange und ihrer Grösse, zum Teil auch in der eigentümlichen Natur ihrer Herstellungsmaterialien begründet und zu erkennen sei. Doch beschränkt andererseits die Eigenschaft der Widerstandskraft der technischen Produkte gegen Zerstörung keineswegs den immer und überall sich geltend machenden Entwicklungsdrang, verleiht der Technik keineswegs einen stagnierenden Charakter. Im Gegenteile; wie im Kaleidoskop, in fieberhafter Hast lösen sich immer neue und wieder neue Erscheinungen ab; in jeder neuen ist wieder ein Fortschritt nach irgend einer Richtung wahrzunehmen, ein Rückschritt nie; jeder Fortschritt auf einem technischen Gebiete bedingt einen ebensolchen auf einem anderen, oft auf mehreren anderen; jede Verbesserung eines Produktes setzt eine Umgestaltung der technischen Prozeduren voraus, oft sogar auf Gebieten, welche mit jenem Produkte äusserlich in gar keinem Zusammenhang zu stehen scheinen.

So zeigt die gesamte Technik eine innigste Wechselbeziehung aller ihrer Gebiete; alle technischen Zweige bilden in ihrer Gesamtheit die Krone eines mächtigen Baumes, und keiner derselben kann abgerissen werden, und keiner der Zweige wird, verletzt, allein verbluten können, ohne die Lebenskraft des ganzen Baumes zu schädigen. Die gesamte Technik gleicht, in ihrem Bestand aus unendlich vielen einzelnen Gliedern, einer grossen endlosen in sich geschlossenen Kette, aus welcher kein Glied ausgebrochen werden kann, ohne dass der Bestand der ganzen Kette empfindlich alteriert wird.

Welche Stellung die Entwicklung der Technik im allgemeinen auf das gesamte Kulturleben ausübt, dies zu zeigen, ist eine für den vorliegenden Rahmen viel zu gewaltige Aufgabe, die zudem einer hiezu berufeneren

\* Dr. E. Herrmann, Technische Fragen und Probleme der modernen Volkswirtschaft. Leipzig 1891.

Kraft überlassen sein möge; für mich mag es heute genügen, die Maschinenteknik speziell an der Wende zweier Jahrhunderte zu betrachten. — Gross, überwältigend gross ist das Jahrhundert, das binnen kurzem in die Vergangenheit hinabsteigen, grösser vielleicht noch wird die neue Zeit sein, die hinter der Zukunft dichtem Schleier hervortreten wird. In dem Jahrhundert, das demnächst der Geschichte angehört, begann eine Umwälzung aller menschlichen Verhältnisse, die nahezu allein durch die gleichzeitigen technischen Umwälzungen und Errungenschaften bedingt war; diese Umwälzung wird sich auch im kommenden Jahrhundert fortsetzen und andauern, bis durch die Umgestaltung der Lebens- und Kulturbedingungen des Menschengeschlechtes hierin ein neuer Gleichgewichtszustand herbeigeführt sein wird.

Einen ganz eminent ausgeprägten Charakter aber weisen alle technischen Umwälzungen dieses Jahrhunderts in einer besonders eigentümlichen Richtung auf, in der Tendenz der Emanzipation der Technik von der Natur, von deren Entwicklung der Technik beschränkenden Einflüssen, und dann wieder in der erstrebten und angebahnten, zum Teil auch schon tatsächlich erreichten Herrschaft über die Natur; mögen wir diese erkennen in den Lebewesen, in erster Reihe in uns Menschen selbst, möge sie geschehen werden in den unbelebten Naturkörpern, in den Stoffen, oder endlich in den Formen, in welchen die Natur sonst in die Erscheinung treten mag, in Raum und Zeit, in Licht und Wärme, oder in den vorhandenen Kräften als solchen, d. h. in dem auf der Erde vorhandenen Energievorrat.

Das erste, was sonach als charakteristisch für die heutige Technik, wie für diejenige unseres Jahrhunderts auffällt, ist ihr Streben, sich von der Mitarbeiterschaft belebter Motoren, insbesondere des Menschen, zu emanzipieren. In der Urzeit, da war der Mensch ganz allein auf seine Kraft gestellt, deren Maß, wenn er nur auf seine vier Gliedmaßen angewiesen ist, ein sehr beschränktes ist und auch geblieben wäre, wenn er nicht noch andere Mittel sich anzueignen wusste; denn nur innerhalb ganz enger Grenzen ist der Mensch imstande, die Intensität seiner Körperkräfte zu steigern. Durch die Macht seines Geistes aber hat er sich ein Mittel errungen, bei dessen Benützung er in der Lage ist, seiner rohen Körperkraft die subtilste Geschicklichkeit zu erteilen, und dieselbe beinahe für alle denkbaren Zwecke geeignet zu machen. Dieses Mittel bildet für den Menschen das Werkzeug. — Die Werkzeuge sind seine Hilfsorgane, durch die er eine unendliche Menge von Operationen ausführen kann, welche seinen natürlichen Organen versagt sind. Die Technik hat somit den Menschen von den ersten Kulturepochen an von den spezifischen beschränkenden und hemmenden Eigenschaften der menschlichen Natur befreit und sich und ihm im Laufe der Zeit Tausende und aber Tausende von unbelebten, aber mitarbeitenden Organen geschaffen.

Der Mensch, der anfangs nur passiv und im besten Falle defensiv den Naturgewalten gegenüberstand, konnte mit der nach und nach erfolgenden Verbesserung und Vermehrung der Werkzeuge nunmehr aktiv, ja sogar offensiv

vorgehen.\* Lernte er doch seine Werkzeuge so herstellen, in solcher Art und durch solche Arbeitsprozesse, dass hierdurch allein schon das Gelingen einer technischen Absicht, die Erreichung eines bestimmten Zieles gesichert war. Hiedurch aber, d. h. durch die Verbesserung der dem Dienste des Menschen gewidmeten Werkzeuge wurde dessen bewusste Thätigkeit immer entbehrlicher, seine geistige Mitarbeiterschaft immer überflüssiger, der Mensch also gleichsam zu einem Teil der Maschine. Erst im Laufe der weiteren Entwicklung der Technik sehen wir das Werkzeug so weit vervollkommnet, dass der Mensch vom Arbeitsprozess vollkommen getrennt werden konnte und er befreit wurde »vom Zwange, als Maschine zu arbeiten«.

Wenn somit die Entwicklung der Technik auf den Menschen in der That einen befreienden Einfluss ausübte, so war doch dieser an Humanitätsrücksichten anklingende Erfolg der Technik nicht oder doch nur zum geringsten Teil von solchen Rücksichten diktiert oder geleitet, und das wahre, wirkliche Ziel, das die Technik verfolgte, war gerade das Gegenteil, d. h. sich selbst, die Technik, vom Menschen zu emanzipieren, von seinen engbegrenzten körperlichen Kräften, von seinen zahllosen Bedürfnissen in der Richtung von Raum und Zeit und Licht, in Hinsicht auf Gewährung von Ruhepausen zur Erholung und Nahrungsaufnahme, und von anderen zum Teil thatsächlichen, zum Teil eingebildeten Bedürfnissen. Das eigentliche Ziel der Technik war und ist, sich zu emanzipieren von der Ungleichmässigkeit und Ungenauigkeit, die naturgemäss jeder Handarbeit anklebt, sich zu emanzipieren von dem Wechsel der Laune, von dem guten oder bösen Willen des zur Mitarbeiterschaft heranzuziehenden Menschen. Die Störungen, die infolge des letzteren Umstandes stets und unausgesetzt die Technik bedrohen, auf deren jeden Augenblick mögliches Eintreten, wie auf den kommenden Ausbruch eines Vulkanes, ein fortgesetztes leises Beben und unterirdisches Grollen vorbereitet, solche Störungen weisen gebieterisch die Technik darauf hin, sich in noch ausgedehnterem Maße, als es bis heute der Fall ist, von der Mitarbeiterschaft des Menschen zu emanzipieren.

Sei es gestattet, um den technischen Entwicklungsgang nur an einem Beispiel zu zeigen, darauf hinzuweisen, wie das Bedürfnis der Kleidung dem Kulturmenschen schon ältester Epochen die Spindel und das Webeschirr in die Hand gab. Da waren Spindel und Webeschirr die Werkzeuge, die sich der Mensch zur Unterstützung der Handthätigkeit geschaffen hatte; es waren Hilfsorgane. Als aber aus der Spindel, die Jahrtausende lang ihre Herrschaft behauptet hatte, das Spinnrad entstand — nebenbei erwähnt, eine deutsche Erfindung des Joh. Jürgen aus Wattenbüttel — da wurde der Mensch ein Teil des Spinnapparates, er wurde gewissermaßen zu einem Teil der Maschine, deren Betrieb aber immerhin noch Folge einer geistigen Thätigkeit. Als aber weiter infolge der Steigerung der Anzahl der gleichzeitig zu betreibenden Spindeln

\* Dr. E. Herrmann, a. a. O. pag. 456 u. ff.

zur Bewegung des Apparates mehr Kraft erforderlich war, als der Mensch durch seine Trittbewegung leisten konnte, zumal er auch nicht imstande war, mit seinen zwei Händen den Faden für mehr als eine Spule zu liefern, da musste der Mensch unter Entlastung von jeder anderen Arbeit, insbesondere von jeder geistigen Thätigkeit an die Kurbel gestellt werden, und er ist somit vollständig zur Maschine geworden. Kann es da Wunder nehmen, wenn die Technik das Bestreben haben musste, auch diese, in keiner Beziehung mehr geistige, sondern rein körperliche Mitarbeiterschaft dem Menschen abzunehmen, und sie zunächst anderen belebten, sodann aber unbelebten Motoren, dem Wasser, Winde und Dampfe zu übertragen? Und dies war dem Engländer Richard Roberts am Schlusse des ersten Drittels unseres Jahrhunderts (1830) gelungen, als er der technischen Welt den Selfaktor gab. Nimmt man auch an, dass eine einzelne Spindel des Selfaktors kaum mehr Faden liefere, als in der gleichen Zeit von einem Spinnrade älterer Art geliefert wurde, so stelle man sich doch, um den Wert der Freimachung des Spinnprozesses vom Menschen gehörig zu würdigen, nur das Raumbedürfnis von bis zu 800 Menschen mit Spinnrädern vor, welche Zahl etwa der Spindelzahl einer einzigen unserer neuen Selfaktorspinnmaschinen entspricht, und bedenke man, dass eine grössere Spinnerei leicht 30 bis 40 Tausend solcher Spindeln, oder 40 bis 50 solcher Spinnmaschinen besitzt, deren jede in der That nur von einem oder zwei Menschen bedient wird, die noch dazu mit dem eigentlichen Spinnprozess nichts mehr zu thun haben. So entwickelte sich aus der für den umfangreicher gewordenen Gewebekonsum benötigten grösseren Garnmenge zunächst die Maschinenspinnerei, die selbst wieder der mächtigste Impuls wurde für die maschinenmässige Herstellung der Gewebe. Denn sobald nach Erfindung der Spinnmaschine es an den zur Verarbeitung der nunmehr produzierten grösseren Garnmengen nötigen Handwebern fehlte, ergab sich als direkte Folge, dass ebenfalls in den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts mit der Erfindung des mechanischen Webstuhles auch die Gewebeherstellung der Menschenhand vollständig abgenommen wurde.

Kann man nun in der Entwicklung, wie sie in ganz kurzen Zügen für einen Zweig der Textilindustrie gezeigt wurde, wie sie aber in ähnlicher Weise sich auf allen Industriegebieten wiederholt, etwas anderes erkennen, als die Erfüllung eines schon von Aristoteles vorahnend ausgesprochenen Satzes: »Wenn Meissel und Schiffchen von selbst sich bewegten, würde die Sklaverei nicht nöthig sein.«\*

Es ist aber nicht allein die durch den Massenbedarf eines Produktes bedingte massenhafte Herstellung desselben an und für sich, welche die Technik auf Ersatz der Handarbeit durch Maschinenarbeit hindrängte, sondern ebenso mächtig, ja vielleicht noch mächtiger und unabweisbarer die bei Massenbedarf oft geforderte Identität der Produkte. Es sei in dieser Hinsicht nur auf die in Hunderttausenden von Stücken zu erfolgende Herstellung der Teile unserer modernen Kriegswaffen hingewiesen, deren vollkommene Identität und gegen-

\* Dr. Hermann Grothe, Bilder und Studien etc. Berlin 1870. pag. 11.

seitige Auswechslungsmöglichkeit ebenso unerlässlich als durch Handarbeit unerreichbar ist. Wir erinnern uns ferner in dieser Beziehung an die in nahezu gleich grosser Zahl unter der gleichen Bedingung der Identität herzustellenden Teile von gewissen Werkzeugmaschinen, z. B. von Nähmaschinen u. a.

Diese Umwälzungen auf dem Gebiete der mechanischen Technik, durch welche zuerst der Mensch zu einem Bestandteile der Maschine, sodann aber im Laufe der weiteren Entwicklung die Maschine zu einem nach dem Sinne des Menschen arbeitenden selbstthätigen, gleichsam selbst lebenden Gebilde gemacht wurde, diese Umwälzungen sind es, durch die der Mensch sich auch zum Herrn über den Stoff gemacht hat. Auf die vollkommene Beherrschung des Stoffes gründet sich unser gesamtes heutiges ausgedehntes Fabrikationswesen. Das Gegebene ist das Naturprodukt, gesucht wird das Fertigprodukt in vorgeschriebener Zahl und Art, in Form und Grösse; Aufgabe der Technik ist es, den Weg zu weisen, den der Stoff von seinem Anfangs- bis zu seinem Endzustande zu durchlaufen hat; dieser Weg ist der technische Prozess, der sich in den verschiedenen technischen Betrieben abwickelt.

Dass bei ausgedehnten technischen Prozessen die maschinentechnischen mit den Errungenschaften der technischen Chemie vereinigt gehen, ja keine der beiden der anderen wird völlig entraten können, ist selbstverständlich, und zeigt dies ein Blick in die verschiedenartigsten Fabrikationszweige, deren endliches Ziel ja immer nur die Umwandlung des Stoffes in Form und Art ist. Hieher gehören alle Industrien, welche sich auf Gewinnung, Reindarstellung und Verarbeitung der Metalle beziehen, hieher die landwirtschaftlichen und Nahrungsmittelgewerbe, hieher das grosse umfangreiche Feld der gesamten Textil- und Papierindustrie, hieher die Industrien, welche sich mit Herstellung von Baumaterialien befassen, so gut wie jene, welchen die furchtbaren Zerstörungsmittel: Pulver und Dynamit und andere ähnliche Stoffe, ihr Dasein verdanken.

Ganz besonders aber zeigt sich die Beherrschung des Stoffes in den Industrien, welche sich auf Verwertung der sonst wertlos geachteten Abfallprodukte anderer Industrien gründen. Es sei nur auf eine der blühendsten hingewiesen, die Farbenindustrie, welche den bei der Gasfabrikation sich ergebenden Theerabfall verwendet, auf die Verwertung der Schlacken vom Eisenhüttenwesen zu allen möglichen Produkten u. a. Alle diese Industrien verdanken der letzten Hälfte unseres Jahrhunderts ihre Entstehung.

Nicht allein jedoch die Kraft unserer Arme und Beine, die natürlichen Fähigkeiten unserer Hände werden durch Werkzeuge, durch Transport- und Hebeegeräte ersetzt; unser Jahrhundert und insbesondere dessen letztes Viertel hat es unternommen und verstanden, auch gewissermaßen die Thätigkeit des Kopfes, der Sinne, des Denkapparates durch Werkzeuge, Apparate und Maschinen teilweise zu ersetzen, oder doch zum mindesten zu unterstützen. Ich erinnere in dieser Beziehung an Mikroskop und Teleskop, an Rechen-

und Schreibmaschine, an Lichtbildkunst und Wiedergabe der Sprache durch den Phonographen u. a. Alles dieses sind stellvertretende Werkzeuge, durch welche \* heute gewisse geistige Funktionen oder Teile derselben sowohl weit exakter als auch weit schneller durchgeführt werden, als es der Mensch ohne jene Werkzeuge zu thun imstande wäre.

Ein zweites Moment, das bedingend auf die Entwicklung der Technik eingewirkt hat, das noch immer neue Umwälzungen bringen kann und tatsächlich bringt, ist das Streben der Technik, sich selbst und den Menschen von jenen Schranken zu emanzipieren, die ihm von Natur aus durch Raum und Zeit gesteckt sind. Die Entwicklungsgeschichte der Technik in dieser Richtung ist gleichzeitig die Geschichte des Weltverkehrs, des Verkehrs des Menschen mit dem Menschen aller Kulturländer, in materieller und geistiger Beziehung, des Verkehrs von Personen und Gütern, in Wort und Schrift und Bild. Wer diesen Teil der Kulturgeschichte, die Entwicklungsgeschichte des Weltverkehrs, erschöpfend behandeln wollte, der müsste zurückgreifen weit vor unsere christliche Zeitrechnung, zurück in jene Zeit des ersten historisch nachweisbaren Briefes, ja noch weiter zurück bis zur ersten Einführung des fanalen Verkehrsmittels zwischen den Urmenschen.

Was aber unserem Jahrhundert angehört in der Entwicklung des Weltverkehrs, das ist in mechanisch-technischer Beziehung vor allem Dampfschiff und Lokomotive.

Es war das erste Jahr unseres Säculums, in welchem Symington das erste Dampfschiff erbaute, und dasselbe mit einem am Schiffshinterende angebrachten Ruderrade ausstattete. Was aber Symington nicht gelang, das erreichte einige Jahre später Fulton, dessen »Clermont« das erste tatsächlich in Betrieb gelangte Dampfschiff war, das auch schon regelmässige Fahrten auf dem Hudson unternahm. Nun schritt der Bau von Dampfschiff und Schiffsmaschine rüstig und stetig vorwärts, und nach Erfindung der Schiffschraube (durch Ressel) hatte die Technik des Dampfschiffbaues einen Punkt erreicht, von welchem aus es sich nicht mehr um prinzipielle Änderungen, sondern nur noch um Vergrößerung und Verbesserung von Schiffskörper und Maschine handelte zum Zwecke der Steigerung der Leistungsfähigkeit sowohl in Hinsicht auf Tragkraft als auch Geschwindigkeit und Sicherheit unter gleichzeitiger Reduktion der Betriebskosten, d. h. vornehmlich des Brennmaterialverbrauches. Dass bei solcher Entwicklung mitunter auch Missgriffe gemacht werden können und auch tatsächlich gemacht wurden, ist ja selbstverständlich, und zeigt dies unter anderem auch der Bau des Riesenschiffes »Great-Eastern«, der 1853 begonnen wurde, und bezweckte, mit ihm die Reise von England nach Ostindien und zurück machen zu können, ohne dass ein Fassen von Kohlen inzwischen nötig gewesen wäre. Welche Dimensionen diesem Kolosse zukamen, mag aus dem Umstande erhellen, dass seine Schaufelräder eine Höhe hatten, wie das Hauptgebäude

\* Dr. E. Herrmann, a. a. O. pag. 453.

unserer Hochschule von der Strasse bis zum Dachgesimse. Schon war es eine missliche Vorbedeutung, dass der Stapellauf nicht gelingen wollte und dass drei Monate harter Arbeit nötig waren, um den Koloss in jenes Element zu zwingen, dem zu trotzen er eigentlich berufen war. Im Jahre 1888 ward über ihn der Stab gebrochen; er wurde als »alt Eisen« verkauft, und am 22. August jenes Jahres bewegte sich, wie zeitgenössische Berichte sagen, der gewaltige Leichenzug von Greenock nach Liverpool, die letzte Fahrt des Riesenschiffes »Great-Eastern«. Hammer und Meissel und Dynamit mussten zusammenwirken, um bis zum 30. September 1891 die Demolierungsarbeiten zu Ende zu bringen, und den Riesenleib in Stücke zu zerschlagen, der fortan nur noch in der Geschichte der Schiffbautechnik fortleben wird, welche selbst in ihm um eine Hoffnung ärmer, doch um eine Erfahrung reicher geworden war.

Bekannter noch und berühmter als Robert Fultons »Clermont« ist George Stephenson's »Rocket«, die erste Lokomotive, durch deren auf der Ebene von Rainhill im Jahre 1829 erfochtenen Sieg die Eigenschaft und der Wert der Lokomotive als wichtigstes Verkehrsmittel zunächst und bis heute und wohl für alle Zeit entschieden wurde. Ihr Erscheinen bezeichnet einen Wendepunkt im Kulturleben der Menschheit, und solange die Technik als gewaltigstes Kulturmittel existieren wird, wird man Stephenson's gedenken, des armen Arbeitersohnes, der seine Laufbahn als Hundejunge begonnen, dessen Genie und zäher Ausdauer wir eine der grössten, wenn nicht die grösste Errungenschaft unseres Jahrhunderts verdanken, und der doch — das Zeichen der wahren Grösse — so bescheiden war, zu sagen, die Lokomotive sei nicht die Erfindung Eines Mannes, sondern einer Nation von Ingenieuren.

In ihren Abmessungen und Verhältnissen, in Mächtigkeit und Leistung, in Zugkraft und Geschwindigkeit ist freilich unsere heutige Lokomotive mit derjenigen Stephenson's nimmer zu vergleichen. Denn unsere nimmer rastende, hastende Zeit stellt eine neue Forderung an dieselbe nach der andern: hier soll sie mit Blitzesschnelle auf ziemlich ebener gerader Bahn weite Länderstrecken durchheilen, dort in engen, kurzen Windungen an steilen Felswänden sich vorbeizwängen; hier soll sie meilenweit tief unter gewaltigen Gebirgsmassen in engen Tunnels sich hindurchwühlen, dort an schwindelnder Zahnstange sich hinaufziehen und klettern bis in die Regionen ewigen Schnees und Eises; hier in langsamem Schritte mit dem Dampfpfluge über weite Ackerländer hin- und wieder gehen, dort — wie Rziha sagt, als Dampfpflug der Civilisation — keuchend das Häusermeer unserer Riesenstädte durchheilen, bald unter den Fundamenten, bald über den Firsten der Gebäude; — allüberall ist sie eine andere und doch überall die gleiche, die alte liebe Stephenson'sche Lokomotive, und die weisse Dampfschlange, die sie hinterlässt und die ihre Spur bezeichnet, ist so recht das Wahrzeichen unserer Zeit. Schon betrug im Jahre 1890 die gesamte Länge der Eisenbahnen der Erde das  $15\frac{1}{2}$ -fache des Erdäquators oder das  $1\frac{2}{3}$ -fache der mittleren Mondentfernung. Stephenson

aber war der Thubalkain unseres Jahrhunderts, der reckenhafte Schmied Wieland, der den Eisenring zu schmieden unternommen hat, durch welchen unser Erdball umschlossen und zusammengedrängt wird, so dass seine Oberfläche heute für uns kaum mehr darstellt, als ehemals das imperium Romanum.

Ob die Dampflokomotive den immer höher gespannten Anforderungen, die der Verkehr an sie stellt, in der Folge dauernd genügen können, ob nicht andere Beförderungsmittel sie überholen und verdrängen werden, wer vermöchte diese Frage mit Sicherheit zu beantworten? Das aber darf man wagen zu behaupten, dass bei einer durch so viele und vielfältige Umstände bedingten Sache, wie bei dem Eisenbahnbetrieb, unmöglich auf die Dauer ein einziges System für alle denkbaren Fälle passen könne. Die elektrische Beförderungsart wird sicher der alten Dampflokomotive ein weites Gebiet streitig machen; sie ganz zu verdrängen, wird sie aber in absehbarer Zeit nicht imstande sein.

Dass eine solche Ausdehnung des Dampfschiff- und Eisenbahnbetriebes auch auf anderen technischen Gebieten gewaltige Umwälzungen im Gefolge haben musste, kann als selbstverständlich erscheinen. Würde ja doch auch eine immer vollendetere Herstellung aller Teile von Dampfschiff und Lokomotive gefordert; eine Forderung, die wieder nur durch Vervollkommnung der hieher gehörigen Fabrikationsmethoden und Arbeitsmaschinen zu erfüllen war; und dieses hinwiederum konnte nur in eigens zu diesem Zwecke gegründeten und betriebenen Maschinenfabriken geschehen. Eisenbahnen, Brückenbauten und andere hiemit im Zusammenhange stehende technische Anlagen erheischten neue Methoden, um Eisen und Stahl im grossen herzustellen, und so kamen jene grossartigen Erfindungen und Neuerungen, welche mit den Namen Bessemer, Krupp, Thomas, Nasmyth u. A. verknüpft sind.

Dem immer gewaltiger anwachsenden Verkehrsbedürfnis genügen schon bald Dampfschiff und Eisenbahn nicht mehr, deren Substrate Wasser und Land sind; auf die Luft als Verkehrsweg ist schon das Auge und Sinnen manches erfindenden Technikers gerichtet. Auch sie muss dem Verkehre geöffnet werden, und ist auch für die Zwecke der Heeresverwaltung thatsächlich bis zu einem gewissen, allerdings mässigen Grade schon geöffnet worden. Noch kann aber die Luft vollberechtigt eine Verkehrsstrasse nicht genannt werden. Denn noch fehlt bis heute die völlige Sicherheit in der Lenkung der mit Gas gefüllten Ballons, und das Flugproblem, um dessen Lösung Theoretiker wie Praktiker sich bemühen, harret eben noch dieser Lösung. Immerhin kann ohne allzugrosse Kühnheit der Phantasie behauptet werden, dass die entgegenstehenden Schwierigkeiten, wenn auch als ganz ausserordentlich grosse, so doch nicht als unüberwindliche zu bezeichnen seien.

Wenn, wie gesagt, Dampfschiffahrt und Eisenbahnen in Ansehung des Zeitbedarfes für Personen- und Güterverkehr die Erdoberfläche zusammen-

gedrängt haben, ja imstande waren, sie in der That bis auf  $\frac{1}{10}$  zu reduzieren, so verschwindet der zu durchmessende Raum nahezu vollständig vor Telegraph und Telephon. Schon seit geraumer Zeit überzieht ein Netz von Fernschreibdrähten, dessen Maschen immer enger werden, die Kontinente der alten und neuen Welt, schon längst verbindet das unterseeische Leitungsdrahtseil die beiden Festländer für den Fernschriftverkehr, und das gesprochene Wort wird durch Tausende von Drähten des Fernsprechapparates nahezu ohne Zeitdifferenz auf die grössten Entfernungen vernehmlich und verständlich übertragen. Dürfen wir da nicht mit Recht sagen, die Technik unsers Jahrhunderts habe es verstanden, sich von Raum und Zeit zu emanzipieren, Zeit und Raum zu überwinden, zumal, wenn man bedenkt, dass auch das gesprochene, von der Lippe verschwundene Wort durch Phonographen und ähnliche Apparate an jedem Ort, zu jeder Zeit und in jeder beliebigen Zahl von Wiederholungen wieder zum Leben geweckt werden kann?

Als Träger des geistigen Verkehrs zwischen den Menschen aller Kulturländer ist es die massenhafte Vervielfältigung der schriftlichen Wiedergabe des Gedankens durch die Schnellpresse, die so recht eines der charakteristischen Merkmale unserer Zeit darstellt.

Max Maria von Weber sagt: »Als um die Mitte des fünfzehnten Jahrhunderts die Erfindung der beweglichen Type die Produktionskraft von tausend schriftenmalenden Mönchen in einem einfachen Apparate sammelte, wurde Idee und Wort von Zeit und Raum losgebunden.« Wie viel mehr muss dieser Ausspruch Geltung haben gegenüber der Schnellpresse, einer der glänzendsten Leistungen des Erfindungsgeistes unseres Jahrhunderts. Wie mühsam und langsam ging ehemals Druck und Satz für nur Einen Bogen von statten, und heute! In 12 bis 15 Tausend sauber aufgeschnittenen, mehrfach zusammengelegten und fehlerlos abgezählten Exemplaren entfallen unsere grossen Weltzeitungen stündlich der Dampfschnellpresse, um dann durch Eisenbahn und Dampfschiff nach allen Richtungen der Windrose versandt zu werden, und so die neuesten Nachrichten über Handel und Industrie, über Kunst und Gewerbe, über Staaten- und Gemeindeleben über die ganze bewohnte Erde zu verbreiten. Das war eines deutschen Landsmannes Erfindung, des Friedrich König aus Eisleben, der, nachdem es ihm in seinem Vaterlande nicht gelungen war, Förderung seiner Bestrebungen zu finden, in England und mit englischem Gelde seine Erfindung zur Ausführung brachte. Am denkwürdigen Montag den 14. November des Jahres 1814 konnte die »Times« triumphierend ihren Lesern verkünden, dass sie ein Produkt der Königschen Schnellpresse, das erste dieser Art, in Händen hielten.

Zu den beschränkenden Einflüssen der Natur, von welchen die Technik sich selbst und den Menschen zu emanzipieren bestrebt war, müssen wir auch Licht und Wärme oder deren Mangel rechnen; beschränkend sind dieselben für Technik und Menschen, weil sie an den natürlichen Wechsel von

\* »Aus der Welt der Arbeit« Skizzen von M. M. v. Weber, Berlin.

Tag und Nacht, von Sommer und Winter, also im wesentlichen an die Stellung unseres Planeten gegen andere Weltkörper, insbesondere die Sonne gebunden sind. Schon in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts wurde durch die Gasbeleuchtung die Finsternis aus Strassen und Häusern vertrieben, und bei dem mit der Verbesserung der Lichtproduktion immer mehr sich steigenden Lichtbedürfnis haben wir im letzten Viertel unseres Jahrhunderts gelernt, die Nacht durch das elektrische Licht vollends zum Tage zu machen. — Durch den elektrischen Strom senden wir einen Strahl blendenden Lichtes an Orte, an die noch nie ein Sonnenstrahl gelangt war, bis in die tiefsten Tiefen der Ozeane und bis auf den Grund tausend Meter tiefer Schachte und Bohrlöcher und verschaffen uns von dort die von jenem Lichtstrahl gezeichneten und festgebannten Bilder jener Tiefen mit allem, was diese sonst dem menschlichen Auge verborgen hielten.

Für die verschiedenartigsten Fabrikationszwecke, insbesondere für jene des Eisenhüttenwesens haben wir gelernt, Wärme bis zu Temperaturgraden zu erzeugen, bei welchen alle unsere Metalle zum Schmelzfluss gelangen; zum Schweißen und Schmelzen von Metallen können wir die beim elektrischen Strom sich erzeugende Wärme uns dienstbar machen und schaffen uns durch Zentralheizanlagen behagliche Räume für unsere Thätigkeit.

Andererseits wiederum setzt uns die Kälteerzeugungsmaschine in den Stand, die aus fernen Erdteilen bezogenen Nahrungsmittel auch während langer Seereisen zu konservieren, sowie selbst in den heissesten Tropengebenden ebenso leicht, wie in unseren Breiten jederzeit kühlendes Eis zur Bereitung erquickender Getränke, wie zur Pflege der Kranken zu beschaffen und in Bereitschaft zu halten.

Durch die Wegdrängung des Menschen und seiner Handarbeit aus der Maschinentchnik, durch die über jedes vorherzuahnende Maß sich ergebende Ausdehnung des Weltverkehrs, endlich durch das von Jahr zu Jahr sich steigende Lichtbedürfnis entstand ein ebenfalls immer mehr anwachsendes Bedürfnis an Betriebskräften, das sich im letzten Viertel unseres Jahrhunderts zu einem gewaltigen Ringen nach Kraft, zu einem Kampf um den in der Natur vorhandenen Energievorrat steigerte, um diesen dem Menschen und der Technik dienstbar zu machen, und zwar unbedingt, zu jeder Zeit, an jedem Ort, in jeder wünschenswerten Form und Grösse. — Es ist, als wenn unsere Zeit Goethes Worte wahr machen wollte, die er seinem Faust in den Mund legt, als dieser nach jenem Unbekannten sucht, das »alles wirkt und schafft«. Im »Wort« konnte er es nicht erkennen, auch nicht im »Sinn«; da glaubt er es in der »Kraft« zu finden; doch halt! auch diese vermag Nichts aus sich heraus, wenn sie nicht zur lebendigen »That« geweckt wird, und so schreibt er denn getrost: „Im Anfang war die That“. So erscheint ihm als das Höchste die lebendige That, die Energie von Natur und Welt, aber darum auch die Energie des Menschengestes, durch die er sich zum Herrn über die ganze übrige Natur, über Stoff und Raum und Zeit, und den gesamten in der Natur verborgenen, schlummernden Energievorrat gemacht

hat. Diese lebendige That ist es denn auch, die dem Abschlusse unseres Jahrhunderts, damit aber auch diesem selbst den Stempel aufdrückt.

Wer möchte es nicht für undenkbar halten, dass man von der Entwicklung der Technik in unserem Jahrhundert, zumal von der Gewinnung von Betriebskräften spräche und nicht die Dampfmaschine vornehinstellte? Und doch gehört die Erfindung der Dampfmaschine nicht unserem Jahrhundert an; ein gewaltiges Erbe hat aber unser Jahrhundert in ihr von dem vorausgegangenen überkommen, in der Dampfmaschine, die aus James Watt, des genialen Schotten Hand in solch' vollendeter Form hervorgegangen war, dass alle seit jener Zeit an ihr vorgenommenen Veränderungen, Verbesserungen und Vergrößerungen nicht imstande gewesen sind, eine wesentliche, grundsätzliche Änderung in der Anordnung der Gesamtmaschine in Vergleich zu ihrem berühmten Original erkennen zu lassen. In der bekannten Inschrift unter dem Denkmal J. Watts heisst es, er habe sich durch die Kraft seines schöpferischen Geistes erhoben zu einem hervorragenden Platze unter den berühmtesten Männern der Wissenschaft und den Wohlthätern der Menschheit.

»So lange die Erde bewohnt ist, und die Kunde davon reicht, gab es keine andere Erfindung, kein anderes von Menschenhand herbeigeführtes Ereignis, welches einen solchen Einfluss auf die Geschicke der Menschheit übte und noch übt, wie die Verwendung des Dampfes, kein Ereignis, dessen Vorteile sich so rasch verbreiteten und Gemeingut wurden.«\* Wenn wir mitgeteilt erhalten, dass die Dampfmaschinen der ganzen Erde etwa 30 Millionen Pferdestärken repräsentieren, oder mehr, als das Doppelte der Arbeitsstärke des Niagarafalles; — wenn man bedenkt, dass von den im Jahre 1880 im Betrieb befindlichen Dampfmaschinen aller Gattungen weit mehr als die Hälfte erst nach dem Jahre 1870 gebaut worden sind, dass bis zum Jahre 1891 seit jenem Jahre 1870 speziell die Zahl der Landdampfmaschinen sich verdreifacht hat, dann allerdings müssen wir gestehen, dass unser Jahrhundert, wenn ihm auch die Dampfmaschine nicht ihre Entstehung verdankt, so doch an ihrer Entwicklung hervorragenden Anteil hat. Milliarden von Geldwert verschlingt jährlich der Dampftrieb, Milliarden aber werden auch jährlich aus den mit Dampftrieb ausgestatteten industriellen Unternehmungen gewonnen, aus welchen neuartige, billigere, bessere und zweckmässige Produkte in solcher Masse hervorgehen, dass dieselben der Gesamtheit, jeder Menschenklasse ohne Ausnahme zugute kommen können.

Auch die natürliche Energie von bewegtem Wasser und bewegter Luft hat die Technik gelernt, in weit höherem Maße als früher für ihre Zwecke heranzuziehen, und überhaupt es verstanden, im Verein mit der Wissenschaft alle in der Natur vorhandenen Energiequellen aufzudecken und zu erkennen, so vielfach und verschieden auch ihre Formen sein mögen. Die Wissenschaft

\* Dr. Ernst Engel: »Das Zeitalter des Dampfes«. pag. 157 Berlin 1881.

hat in unserem Jahrhundert klar und unwiderleglich den Satz ausgesprochen von der Einheit der Energie, von der theoretischen Gleichwertigkeit aller ihrer Formen, von der Unveränderlichkeit der Gesamtgrösse aller in der Welt vorhandenen Energie, von der Möglichkeit, jede Form derselben in jede andere umzuwandeln. Im allgemeinen trifft es ganz selten, ja eigentlich nie zu, dass wir die Energie gerade in der Form benützen können, in der sie sich uns an der Quelle darbietet. Wir finden z. B. bewegtes Wasser und brauchen Licht; wir haben gebundene Energie in einem fossilen Brennstoffe zur Verfügung und bedürfen Arbeit an einer Werkzeugmaschine; gegeben ist uns elektrische Energie, und was geleistet werden soll, ist die Erhebung von Lasten; zur Benützung steht uns aufgestautes Wasser in einem Seebecken, und gefordert wird die Bewegung von Fahrzeugen auf einer Schienenbahn u. s. w. So sind die Probleme, welche die heutige Technik zu lösen hat und lösen kann, so zahlreich als die Kombinationen, welche die verschiedenen Energieformen gestatten.

Wie in Ansehung der Form, so ist auch in räumlicher Beziehung eine Übereinstimmung zwischen Fundort oder Erzeugungsort einer Energiequelle und ihrem Verbrauchsort selten oder nie vorhanden. Ja die Orte, an welchen ein Bedarf an Kraft, wie ich kurz an Stelle von Energie sagen will, zu irgend welchen technischen Zwecken sich geltend macht, sind von den benützbaren Kraftquellen räumlich oft so weit entfernt, dass auch bei unseren vorgeschrittenen wissenschaftlichen und technischen Hilfsmitteln eine Übertragung der Kraft kaum möglich oder kaum praktisch durchführbar erscheint.

Ähnlich ist es mit den zeitlichen Differenzen zwischen Erzeugung und Verbrauch einer gegebenen zur Verfügung stehenden Energiemenge, während andererseits auch der quantitative Wert der Kraftquellen, die Ergiebigkeit derselben ebenso wechselnd sein kann wie der Bedarf. — So ergab sich also für unsere Zeit, wenn sie der Forderung der vollkommenen Beherrschung der Kraft gerecht werden sollte, als Aufgabe die technische Realisierung der von der Wissenschaft längst proklamierten Möglichkeit der Verwandlung der Energie in allen ihren Formen, der Übertragung derselben, in räumlicher und zeitlicher Beziehung, der Vereinigung und Teilung. In dieser Beziehung hat gerade das letzte Viertel unseres Jahrhunderts überwältigend Viel und Grosses erdacht, versucht und geschaffen, und jede einzelne der Errungenschaften auf diesem Gebiete zeigt eine wunderbare Entfaltung des menschlichen Erfindungsgeistes.

Wie wurde es doch als eine wissenschaftliche und technische That ersten Ranges gepriesen, als Karl Ferdinand Hirn 1852 der Industrie die Drahtseiltransmission gab! Mit welcher weitgehenden Hoffnungen wurden die ersten gelungenen Ausführungen dieser Art begrüsst, welche kühne Pläne knüpften sich an diese Methode von Kraftübertragung, in welcher man das Ideal eines Ferntriebwerkes zu erblicken meinte, wie ja Hirn selbst sie eine »transmission teledynamique« nannte. In der That zeigten auch einige der ersten Anlagen ganz respektable Übertragungsweiten, bis zu 5000 Meter,

und haben auch nicht allzu ungünstig funktioniert. Heute aber sind sie zum Teil schon aufgegeben, zum anderen Teil werden sie in nicht zu ferner Zeit aufgegeben werden, und wird diese Art von Kraftübertragung in der Zukunft sicher nur für verhältnismäßig geringe Entfernungen und, wo keine zu weitgehende Teilung der übertragenen Energie gefordert wird, in Anwendung bleiben.

Die älteste Art von Ferntriebwerken sind diejenigen mit Wasserdruck und finden wir die erste Anregung hiezu in dem Vorschlage Brahmas, des Erfinders der hydraulischen Presse, Kräfte durch Wasserdruck auf grosse Entfernungen zu übertragen. Eine allgemeinere Einführung dieses Ferntriebes aber datiert erst von Armstrong, dem Erfinder des Akkumulators, und ist nicht zum geringsten Teile begründet in der Leichtigkeit, grössere durch Wasserdruck übertragene Energiemengen zu teilen und in ihren Teilen ihrem Werte nach zu kontrollieren. Nachdem diese Art von Kraftübertragung und Kraftverteilung sich einmal in Fabrik- und Hüttenbetrieben bewährt hatte, war es nur eine Frage der Zeit, dieses System auch zu Kraftversorgung in Städten zu verwenden. Hierin sind insbesondere englische Städte vorangegangen, teilweise mit mäßig zufriedenstellendem Erfolge, teilweise allerdings mit finanziell geringen Ergebnissen.

Auch die Kraftübertragung durch Druckluft ist durchaus nicht neuen Datums; schon im Jahre 1830 sagt das Dingler'sche Journal: »wir hatten immer eine gute Meinung von der Anwendung der zusammengedrückten Luft zum Treiben . . .« und noch 2 Jahre früher\* enthält das »repertory of patent Inventions« über die Anwendung gepresster Luft die naive Bemerkung: »Es wäre uns sehr angenehm, wenn diese häufiger angewendet würde, nur damit das Publikum sähe, was man durch den Druck der atmosphärischen Luft als Triebkraft vermag . . .« Doch dauerte es volle 30 Jahre, bis erstmals beim Bau des Mont-Cenis-Tunnels, dann später bei der Durchbohrung von Gottard und Arlberg durch Druckluft betriebene Maschinen in Anwendung kamen. Die grossartigste aller heutigen Tages existierenden Druckluftanlagen ist diejenige von Paris und es muss wirklich scheinen, dass für eine Kraftübertragung im grossen Maßstabe und für Verteilung von Energie diese Art die einzige sei, welche mit der elektrischen Kraftübertragung in einen einigermaßen erfolgreichen Wettbewerb einzutreten imstande wäre.

Alle übrigen sonst noch versuchten Kraftübertragungssysteme, durch Dampf, überhitztes Wasser, verdünnte Luft etc. können wohl ernstlich für in grossem Maßstabe auszuführende Anlagen nicht in Betracht kommen; man müsste denn die Leitung brennbarer Gase, sei es solcher, welche durch künstliche Destillation von Steinkohlen oder auf andere Weise hergestellt sind, sei es solcher, welche als natürliche, dem Boden entströmende Gase gewonnen werden, als Kraftübertragung bezeichnen.

\* Dingler Journal. Vol. 31.

Mit wenigen Worten möge endlich noch der neuesten Fernkraftleitung, derjenigen durch Elektrizität gedacht werden.

Im Jahr 1867 teilte Werner Siemens der Akademie der Wissenschaften in Berlin seine Erfindung des dynamoelektrischen Prinzipes mit und sagte am Schlusse seiner Abhandlung »über die Umwandlung von Arbeitskraft in elektrischen Strom ohne Anwendung permanenter Magnete« :

»Der Technik sind gegenwärtig die Mittel gegeben, elektrische Ströme von unbegrenzter Stärke auf billige und bequeme Art überall da zu erzeugen, wo Arbeitskraft disponibel ist. Diese Thatsache wird auf mehreren Gebieten derselben bedeutend werden.«\*

Diese Worte sind in wahrhaft prophetischem Geiste ausgesprochen; sie weisen in persönlich so auffallend bescheidener Weise auf eine der grössten Errungenschaften der mit der Wissenschaft verbundenen Technik in unserem Jahrhundert hin. In der That verzeichnen wir seit jener Zeit eine ununterbrochene Reihe von wichtigen Fortschritten der Elektrotechnik, wie in erster Linie die überraschend ausgedehnte Anwendung des elektrischen Lichtes, welche erst nach Entdeckung der Teilbarkeit des elektrischen Stromes in grossem Maßstabe und für öffentliche Zwecke möglich geworden ist. Jene Anwendung aber, auf welche Siemens eigentlich hinweist, die Anwendung des elektrischen Stromes auf die Energieübertragung und -Verteilung, bleibt merkwürdig lange in der Entwicklung zurück, schreitet wenigstens nur langsam vorwärts, bis erst in neuerer Zeit ein gewaltiger und eminent entscheidender Schritt in dieser Richtung gethan wird. Erstmals war es bei der elektrischen Ausstellung in München vor nunmehr 10 Jahren, dann waren es die entscheidenden ausgedehnten Versuche, welche von Marcel Deprez in den Werkstätten der französischen Nordbahn auf Kosten Rothschilds angestellt wurden, denen das lebhafteste Interesse und die gespannteste Aufmerksamkeit zugewandt worden ist, und endlich waren es die Versuche, welche auf der letztjährigen elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt mit hochgespannten Strömen durchgeführt wurden, welche als ganz durchschlagend bezeichnet werden müssen. Der Tag, an welchem zum erstenmale vom Neckarstädtchen Lauffen nach Frankfurt ein elektrischer Strom gesandt und durch diesen die Energie der Lauffener Wasserwerksanlagen in Arbeit in Frankfurt umgesetzt wurde, der 24. August 1891, wird in den Annalen der Technik ebenso unvergänglich verzeichnet stehen, wie der 6. Oktober 1829, wo Stephenson's »Rocket« den Sieg errang, oder wie der 14. November 1814, da die Londoner Times als erstes Produkt der Königschen Schnellpresse in die Welt trat.

So geht heute durch die ganze technische Welt ein gewaltiges Ringen nach Kraft, an welchem sich auch, und das ist gerade ein Zeichen unserer Zeit, nicht nur die technischen Kreise, sondern auch solche, die sonst technischen Unternehmungen ferne zu stehen pflegten, beteiligen. Es ist

\* Monatsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1867. pag. 55.

beinahe kein grösseres Gemeinwesen, in welchem nicht die Frage der Energiebeschaffung zum Zwecke der Kraft- und Lichtversorgung auf's lebhafteste diskutiert würde. Hier entstehen unter der Hand des sachkundigen Ingenieurs tausendpferdige Dampfmaschinen zum Betrieb von Elektromotoren und ein immer weiter sich erstreckendes Netz von Kraftleitungsdrähten überzieht das Areal unserer Hauptstädte; — dort sucht man der aus fernen Ozeanen sich heranwühlenden Flutwelle, dem brausenden Sturmwind, den Meereswogen ihr innewohnendes Arbeitsvermögen zu Nutzen der Industrie zu entziehen. Jeder unbedeutende Gebirgsbach wird nach der aus ihm zu gewinnenden Kraft gewertet, Tausende von bislang noch unbenützten Pferdestärken sucht man jedem Flusse abzugewinnen, mit Zehntausenden von Pferdestärken sollen unsere Ströme der Industrie tributpflichtig gemacht werden, und Hunderttausende wird man demnächst dem Riesenfalle des Niagara abtrotzen. Es hat dieses Suchen und Ringen nach Kraft heute schon eine beinahe beängstigende Höhe erreicht und noch scheint die Kurve zu steigen.

Was ist selbstverständlicher, als dass sich heute der junge Techniker zweifelnd die Frage vorlegt, was er studiren solle, welche Kenntnisse er sich anzueignen habe, um dem gewachsen zu sein, was — vorerst ihm noch unbekannt und verborgen — das Leben, die Zukunft von ihm verlangen mag. Oft tritt diese Frage an uns Lehrer heran, und in diesem Punkte darf ich mich noch mit wenigen Worten an Sie, meine jungen Kommilitonen, wenden. Die Antwort auf diese Frage ist kurz und im Wesentlichen diejenige, die uns als Schülern unser Lehrer Redtenbacher gab: »Nützen Sie die Zeit; die Schule kann Sie alles im Einzelnen nicht lehren, wessen Sie bedürfen werden; aber einen tüchtigen Schulsack können Sie von hier aus mit in's Leben nehmen, in dem Sie alles je Benöthigte werden finden können.«

Ihre Freude an den technischen Wissenschaften, welche Sie zu der Wahl der Technik als Lebensberuf veranlasst hat, Ihre Anlagen, Ihre Begabung zu diesem Berufe können für Sie nichts Anderes bedeuten, als die Verpflichtung zum Fleiss und zur mühsamen Ausbildung. Und wenn Sie dann nach Beendigung Ihrer Schulzeit, ausgerüstet mit allem Wissen, allen Kenntnissen, die Ihnen die Schule zu bieten vermag, in's praktische Leben treten mit seinem Kampf, mit seinem Glück und seinen Enttäuschungen, nehmen Sie mit hinaus noch jene goldene Lebensregel, die der Mann aussprach, der dreifach unerreicht dasteht in seiner Zeit, als Philosoph, als Künstler und als Ingenieur, Leonardo da Vinci, der jedem Techniker ein leuchtendes Vorbild sein soll, — die Lebensregel, die er in die Worte legte, mit denen ich meinen Vortrag schliesse:

»Vogli sempre quel che tu debbi,  
»Wolle immer, was du sollst.«





