

Von der Benutzung der Naturkräfte.

Von

G. Karsten.

Schon die ältesten Kulturvölker haben es verstanden, sich die Natur dienstbar zu machen. Ihre Bauwerke vor Allem, dann die Nachrichten über ihren Handel und ihre Technik beweisen es, dass die Gesetze der Mechanik ihnen sehr wohl bekannt waren, dass sie Hebel und Räderwerk, Walzen und Rollen zur Bewältigung grosser Lasten zu verwenden verstanden, und dass sie ausser der Thier- und Menschenkraft, sich der Naturkräfte der Winde und des Wassers für die Schifffahrt und zum Betriebe der Mühlen aller Art zu bedienen gelernt hatten.

Die Fortschritte, welche in Tausenden von Jahren in dieser Beziehung gemacht wurden, sind verhältnissmässig zu denen der beiden letzten Jahrhunderte, geringe. Allerdings sind unsere Maschinen handlicher und wirksamer, was damit zusammenhängt, dass wir einen ausgiebigen Gebrauch von den Metallen, besonders dem Eisen, machen, statt des Holzes der alten Mechaniker. Aber als prinzipielle Fortschritte wird nur Weniges zu nennen sein. Als wichtige für die mittelalterliche und moderne Kultur bedeutsame Apparate nenne ich 1. die Uhr, 2. den Bau grosser Segelschiffe, 3. die hydraulische Presse.

Die Erfindung der Uhr mit Schwere- oder elastischem Pendel gehört dem Ende des siebzehnten Jahrhunderts an. Ohne sie wäre die grosse Schifffahrt der Jetztzeit unmöglich gewesen.

Die Vervollkommnung der Segelschiffe und damit die ozeanische Schifffahrt steht ja als der Markstein da zur Bezeichnung der Zeit von der Verbindung aller Theile der Erde.

Die hydraulische oder Brahma'sche Presse ist erst Ende des achtzehnten Jahrhunderts erfunden. Ohne sie hätte sich eine der wichtigsten Industrien, welche mit der gewaltigen Industrieentwicklung Englands in Beziehung steht, nicht entwickeln können: die Baumwollenindustrie. Denn die

grössten Flotten hätten nicht Raum genug gehabt, die lose Wolle zu transportiren, während die von der hydraulischen Presse auf ein geringes Volumen verdichtete Baumwolle in den grössten Massen verschiffbar wurde.

Die wichtigste Erfindungen des Mittelalters, die der Buchdrucker-kunst mit beweglichen Lettern, ist hier nicht zu nennen, weil bei ihr die Benutzung mechanischer Kräfte das Unwesentlichste ist ¹⁾.

Die seit den ältesten Zeiten bis in die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts im Ganzen nicht vermehrte Kenntniss der Naturkräfte und im Gegensatz hierzu die schnell erweiterten Kenntnisse spiegeln sich in gewissen Formen der Kulturentwicklung wieder.

Zuerst sucht sich die Familie oder eine grössere Vereinigung den Wohnsitz aus, der Nahrung und Schutz liefert. (z. B. Pfahlbauten.) Lernte man den Wohnsitz überall sicher zu stellen, so konnten freiere Ansiedelungsorte gewählt werden und bei grösseren Gemein-schaften musste entscheidend werden: 1. leichte Verbindung des Wohn-sitzes nach Aussen, 2. gutes Trinkwasser, 3. gutes Baumaterial. Daher die sich immer weiter zu Städten entwickelnden Plätze wohl durch-gehend am Wasser liegen und an Baumaterial keinen Mangel hatten, sei es erst Holz, dann zu behauende oder zu formende Steine.

Zur Herstellung aller Art von Bauten, zur Anfertigung der tausend-fältigen Verbrauchsgegenstände für die Ausführung der herrlichsten und grossartigsten Kunstgegenstände genügten die von Menschen- oder Thierkraft zu bewegenden Geräthe und Maschinen. Die mechanischen Maschinen aber schaffen uns keine Vermehrung unsrer Kräfte, sie helfen uns nur die gegebenen Menschen- oder Thierkräfte zur Regelung aller Gattungen von Bewegungen, Heben von Lasten, Transport von Wasser u. s. w. zu befähigen.

Als Naturkräfte, welche man sich nutzbar zu machen wusste, kam nur das strömende Wasser und der Wind in Betracht. Diese Kräfte wurden ja auch im Alterthum und Mittelalter verwendet; Schiffsmühlen auf den grossen Strömen; Mühlräder in den schnellfliessenden kleinen Gewässern. Die Bewegung der Schiffe durch die Segel, der Betrieb von Windmühlen in freien Ebenen und auf Anhöhen, Alles dies wurde verwerthet, wenn auch mit sehr geringer Ausnutzung der Natur-kräfte.

Ferner war die Benutzung dieser Naturkräfte an wenige Plätze gebunden; gerade an den grossen Wohnplätzen musste man zum Theil ihre Hülfe entbehren, z. B. die Wasserkraft der schnellfliessenden Bäche.

¹⁾ Die Luftschiffahrt, in welcher ein den früheren Zeiten unbekanntes Princip zur Geltung gekommen ist, kann noch nicht in Betracht kommen, weil sie noch nicht zu einer grösseren praktischen Bedeutung herausgewachsen ist.

Das Eigenthümliche des Gewerbebetriebes bis in das Ende des vorigen Jahrhunderts war daher der des Handwerks im Gegensatz zum Fabrikbetriebe. Als charakteristisch für das Letztere ist nicht die Massenherstellung zu nennen, sondern die Benutzung von Maschinen, die von Naturkräften betrieben, dieselbe Arbeit liefern, welche früher durch die Menschenhand, verstärkt etwa durch maschinelle Hülfen, liefern konnte. Zur fabrikmässigen Herstellung wird man nur Weniges aus den früheren Zeiten rechnen können, so umfänglich auch an manchen alten Kulturstätten die Herstellung vieler Dinge gewesen sein mag, 100 Töpfer, 100 Spinner, u. s. w. machen noch keine Thonwarenfabrik, Spinnerei und Weberei aus. Es sind eben 100 Menschenkräfte, die 100 Mal das leisten wie der Einzelne. In der Fabrik dagegen übernehmen leblose Wesen von einer Menschenkraft geleitet, die Arbeit von 100 Menschen.

In diesem Sinne könnten die alten Wind- und Wassermühlen zum Mahlen des Getreides, im Gegensatz zu den Handmühlen, die Buchdruckerpresse im Gegensatz zu dem Abschreiber, als ein Anfang des Fabrikbetriebes genannt werden.

Immerhin mussten dies Anfänge bleiben, weil für Betriebe, welche grössere Kräfte erfordern, solche nicht vorhanden waren. Dieser Zustand änderte sich, zwar nicht plötzlich, aber innerhalb eines sehr kurzen Zeitraumes dadurch, dass man die Wärme als Betriebskraft benutzen lernte.

Rechnet man die ganze Zeit von der ersten unvollkommenen Dampfmaschine bis jetzt, so sind fast genau 200 Jahre verflossen. Allein die erste Maschine von Savery, Dionys Papin, Newcomen u. s. w. waren so mangelhaft und dienten nur so besondern Zwecken (Wasserhebung in Bergwerken) dass sie kaum als Fortschritte gegen die alte Technik erscheinen. In Wirklichkeit ist das Alter der wirksamen Dampfmaschinen erst von 1768 zu datiren, in welchem Jahre James Watt seine erste, bewundernswürdig vollendete Dampfmaschine in Betrieb setzte. In Deutschland wurde die erste Maschine 1785 in Hettstadt im Mandsfeldischen, die zweite in Schönbeck benutzt. Welche Umwälzung hat in den verflossenen 124 Jahren diese Erfindung bewirkt!

Für andere Dampfmaschinen ist zu merken, dass die ersten brauchbaren Hochdruckmaschinen etwa 1802 gebaut wurden, das erste Dampfschiff 1807; das erste Dampfschiff, welches den atlantischen Ozean kreuzte, 1819, das zweite folgte erst 1838. Die erste Lokomotive lief 1828.

Die Kraft, welche durch die vorhandenen Dampfmaschinen der Menschheit neu zur Verfügung gestellt ist, mag an einem Beispiel dargethan werden. In Preussen waren 1891 nach der Statistik 61 864

Dampfmaschinen (ohne die der Kriegsmarine), mit 1846411 sogenannten Pferdekräften vorhanden. Dies ist eine Kraft, welche der durchschnittlichen Arbeitskraft von zehn Stunden arbeitender rund 25 Millionen Arbeitern entspricht, da aber die Maschine nicht auszuruhen braucht, wenn sie nur Futter erhält, so ist in Wirklichkeit die Kraft 2,4 Mal grösser, also gleich der Arbeitskraft von rund 60 Millionen Arbeitern.

Alle Dampfmaschinen der Welt geben nach einer Berechnung von Engel mehr Kraft, als sämtliche Bewohner der Welt, zu 1400 Millionen angeschlagen, liefern könnten!

Mit dieser riesigen Vermehrung der Kraft ging Hand in Hand die Entwicklung der Mechanik, um die Kraft nutzbar zu machen, Spinnereien und Webereien, Maschinenbau, Maschinendruck, Papierfabrikation und wie die Zweige alle heissen, produzierten ungeheure Massen von Waaren, zu deren Herstellung ebenso ungeheure Rohmaterialien aus allen Ländern zusammengetragen werden mussten. Es ist kaum auszusprechen, um ein wie Vielfaches dieser Verkehr Alles übertrifft, was vor der Zeit der Dampfmaschinen darin vorkam. Ein Eisenbahnzug von 100 Wagen zu je 200 Ztr. Tragfähigkeit kann eine Million Kilogramm oder 20000 Ztr. Waaren schleppen, was mehr als ein Dutzend der grössten Karawanenzüge nicht vermöchte. Unsere grossen Seedampfer von 10000 Reg.-T. Tragfähigkeit können die Ladung von 20 solchen Eisenbahnzügen transportiren. Und was die Menschenbewegung betrifft, so sind die gewaltigsten Völkerwanderungen unbedeutend gegen die Wanderungen, welche jedes Jahr durch Schiffahrt und Eisenbahn sich ereignen. Wie sich der Verkehr mit der Dampfschiffahrt vermehrte, zeigt z. B. Hamburg. Dasselbe hatte 1815 einen eingehenden Schiffsverkehr von 144000 Reg.-T., 1891 von 5766000 Reg.-T., 36mal so viel in 76 Jahren!

Vor Allem aber ist der soziale Einfluss, den die entdeckte Verwerthung der Naturkraft ausgeübt hat, ein unendlich tiefer. Die billige Herstellung einer Menge von Lebensbedürfnissen, der leichte und gesicherte Austausch der Naturprodukte aller Länder, haben die Lebenshaltung der Kulturvölker unendlich gesteigert. Der kleine Handwerker oder Landmann leben in behaglicherer Wohnung, in Zimmern mit guter Heizung, bei guter Beleuchtung, wohlgekleidet, Alles besser als im Mittelalter wohl manch' stolzer Ritter und Herr. Periodische Hungersnoth kann die Menschheit im grösseren Umfange nur da noch treffen, wo unglaubliche Misswirthschaft herrscht, wie in Russland. An den geistigen Schätzen kann Jeder einen Antheil haben, wenn er darnach sucht. Selbst der Schmuck des Lebens ist dem Armen nicht ganz unzugänglich.

Durch die Dampfmaschine, ich will nicht sagen allein, denn es mussten zahlreiche andere Erfindungen hinzutreten, aber durch ihre Vermittelung, ist die Befriedigung der Bedürfnisse und Genüsse demokratisirt worden, ist der Gegensatz zwischen Klassen, die ein Monopol auf geistige Bildung und leibliches Wohlbefinden hatten, und solchen, die zur Unbildung und Genusslosigkeit verdammt waren, zwar nicht ausgeglichen, aber aus einem qualitativen in einen quantitativen umgewandelt.

Die gewaltige Naturkraft der Wärme, die wir benutzen lernten, trägt aber einen ganz andern Charakter, als die noch viel gewaltigeren der Luft- und Wasserbewegung, die man seit Alters her kannte, aber nur mangelhaft zu verwerthen verstand.

Die Wärme müssen wir den während unzählbaren Tausenden von Jahren in der Erde aufgespeicherten Schätzen, den Kohlen, entnehmen. Indem wir sie in der Dampfmaschine verbrennen, erzeugen wir Kraft, vernichten aber zugleich den Spender der Kraft.

Ferner, die mineralische Kohle, denn auf diese kommt es allein an, findet sich nicht überall. Sie hat sodann gegenüber der alten Benutzung des Windes und der Wasserläufe den Vorzug, dass wir sie verschicken können.

Was das Erstere, den Verbrauch der Kohle anbetrifft, so hat die sich unablässig steigende Masse der jährlich verbrauchten Kohle schon länger besorgte Blicke in die Zukunft thun lassen. Wie solle es werden, wenn die Kohlenschätze der Natur verbraucht seien? Nun ist zwar diese Sorge keine dringende, denn für etliche Jahrhunderte werden die schon jetzt bekannten Kohlenlager noch ausreichen, auch ist die Auffindung neuer Lager zu erwarten. Immerhin darf man sagen, innerhalb einer Zeit, welche sicher kleiner ist, als die historische Zeit des Menschengeschlechtes, werden die Kohlen verbraucht sein, und würde kein Ersatz gefunden werden, so müsste eine radikale Umwälzung im Leben der Menschen eintreten.

Was die zweite Eigenthümlichkeit des Vorkommens der Kohlen betrifft, das Vorkommen an einzelnen Theilen der Erde, so ist es diese, welche von entscheidender Bedeutung für die Art des Gewerbebetriebes wurde. Allerdings ist ja die Kohle transportirbar, und könnte somit die Wärmekraft an allen Orten ausgenutzt werden. Es ist aber klar, dass 1. die Gegenden in der nächsten Nähe der Kohlenlager, 2. solche Orte, zu denen sich die Verschickung billig bewerkstelligen lässt, einen grossen Vorzug besitzen. Dasselbe wird der Fall sein für solche Gewerbetreibende, die, mit grossen Mitteln arbeitend, sich durch Massenankäufe das wichtige Kohlenmaterial billiger beschaffen können.

Dadurch bildeten sich einerseits die grossen Mittelpunkte der Industrie, andererseits die grossen Fabrikanlagen geldkräftiger Unternehmer. Der kleine Gewerbetreibende konnte den Wettbewerb mit dem Fabrikanten gleicher, durch Maschinen herstellbarer Waare nicht bestehen, weil er sich nicht wie jener eine billige Arbeitskraft zu verschaffen vermochte.

Gegen diesen Rückgang des Kleingewerbes würde dasselbe nur eine Hülfe erhalten können, nämlich wenn es in den Besitz einer der Grösse seines Geschäftes entsprechenden Arbeitskraft ebenso wohlfeil gelangen könnte, wie der Grossindustrielle.

Während so die Dampfmaschine tief eingreifende Aenderungen in den sozialen Verhältnissen hervorrief, die nach den beiden ange deuteten Richtungen zu Sorgen und Bedenken Anlass geben mussten, wuchs allmählich eine neue, junge Naturkraft heran, welche ausser den Wunderthaten, die sie schon bis jetzt verrichtet hat, auch dazu berufen scheint, dem Gewerbsleben neue Hülfe zuzuführen und die Besorgniss eines künftigen Kraftmangels wegen Verbrauchs der vorhandenen Kohlen sehr zu mildern. Dies ist die Elektrizität.

Die Kenntniss dieser Naturkraft gehört ja, abgesehen von der Richtkraft der Magnetnadel und der durch Reibung zu erzeugenden Anziehungskraft durchaus der neuesten Zeit an.

Die schnell aufeinander folgenden Entdeckungen neuer Elektrizitätsquellen führten nicht sogleich zu praktischen Anwendungen. Alexander Volta's Säule 1800, Oersted's Entdeckung (1820) von der Wirkung eines elektrischen Stromes auf den Magneten, Ampères grundlegende Erklärung der Wechselbeziehungen zwischen Magneten und Strömen (1820), Arago's Anleitung starke Elektromagnete zu machen, Faraday's Entdeckung der Induktion (1831) blieben vorerst noch Gegenstände des Studiums der Gelehrten. Geniale Vorschläge die Elektrizität nutzbar zu machen, besonders Sömmering's und Schweigger's Telegraphenvorschläge, konnten noch nicht zur Ausführung kommen. Gauss's und Wilh. Weber's Telegraph zur Verbindung zweier wissenschaftlichen Institute in Göttingen (1833) bezeichnet den kleinen Anfang einer Verwendung elektrischer Kraft, welche dann schnell zu ungeahntem Erfolge führte.

Die elektrische Telegraphie wurde für allgemeine Anwendung durch Steinheil's Entdeckung von der Leitungsfähigkeit der Erde (1839) ermöglicht und nun folgten schnell die Erfindungen neuer und immer schneller und sicherer arbeitender Apparate. In wenig mehr als 50 Jahren hat sich die märchenhafte Erfindung die Welt erobert. In der That märchenhaft ist es, wenn die Menschen sich auf hunderte von Meilen fast ohne Zeitverlust, schneller als die Erde sich dreht, mit

einander verständlich machen können. Fast noch mehr dem Phantasie-reiche des Märchens scheint die seit 17 Jahren bekannte Telephonie und Mikrophonie anzugehören, welche der Menschenstimme gestattet, sich auf 50 Meilen weit verständlich zu machen.

Dass die elektrische Kraft in den Telegraphen und Telephonen auch einen Kraftzuwachs für die Menschheit bedeutet, braucht nicht ausgeführt zu werden. Zeitgewinn ist nicht nur Geldgewinn, sondern auch Arbeitsgewinn.

Aber die wundervolle Verwendung der schnellen Fortpflanzung der Elektrizität gab nicht zugleich die Lösung des Problems, die Grösse der elektrischen Kraft zu verwerthen. Denn Telegraph und Telephon bedürfen nur sehr kleiner mechanischer Kräfte.

Und doch hatte die Entdeckung, dass mittelst elektrischer Ströme Magneten ungeheure Anziehungskraft verliehen werden könne, es nahe gelegt, solche Kräfte nun auch mechanisch zu verwerthen. Die Herstellung elektromagnetischer Kraftmaschinen wollte nicht gelingen.

Zwei Erfindungen sind es vornehmlich, welche die Lösung brachten. Nachdem schon bald nach der Entdeckung der Induktion durch Faraday elektro-magnetische Maschinen erfunden wurden, die erste von Pixii 1832, solche Maschinen auch vielfach verbessert wurden, gelang es doch nicht, dieselben so einzurichten, dass sie einen stets in derselben Richtung fliessenden Strom (Gleichstrom) hervorbrachten. Dies gelang erst einem Modelltischler einer belgischen Maschinenfabrik, Gramme, der im Jahre 1871 eine praktische Ausführung einer von Pacinotti angegebenen elektrischen Maschine, in dem nach ihm benannten Gramme'schen Ring, erdachte. In dieser Maschine wird durch mechanische Arbeit (Handarbeit oder Dampfmaschine) ein mit Drahtwindungen umwickelter Ring so zwischen den Polen kräftiger Elektromagnete gedreht, dass die in den Drahtwindungen inducirten Ströme sich zu einem einzigen gleichlaufenden vereinigen.

Diese Maschine kam indessen erst zur wahren Geltung durch eine andere, von W. Siemens 1867 herrührende, Erfindung, wodurch die Gramme'sche Maschine in die heutige sogen. Dynamomaschine verwandelt wurde.

Da nun in der Dynamomaschine der elektrische Strom nur dadurch erzeugt werden kann, dass die Maschine durch irgend eine schon vorhandene Kraft, thierische oder Dampf- oder Wasserkraft u. s. w., in Bewegung gesetzt wird, so könnte es scheinen, als ob dieses Hervorbringen elektrischer Kraft keinen Vortheil darbiere. Denn bei der Umwandlung einer Kraftform in eine andere geht immer Kraft verloren. Die Kraft eines elektrischen Stromes muss kleiner sein als die ihn erzeugende Kraft. Wenn man also Kraft verliert, sobald man

die Wärme in der Dampfmaschine benutzt, um elektrische Ströme der Dynamomaschine zu erhalten, so würde es thöricht sein, eine solche Kraftverwendung vorzunehmen, es sei denn, dass hiermit andere Vortheile erzielt werden können.

Dies aber ist in der That der Fall. Schon jetzt lassen sich einige derartige in der Praxis bewährte Vortheile angeben und die hierbei gemachten Erfahrungen berechtigen uns, es nicht mehr als phantastische Träumerei zu betrachten, wenn gesagt wird, dass die elektrische Kraft die bisher benutzte Naturkraft der Wärme in Zukunft grösstentheils ersetzen wird.

Dies beruht auf folgenden Umständen. Um mit einer, von einer Naturkraft: Wärme, Wind, Wasserbewegung, betriebenen Maschine (Kraftmaschine) eine andere Maschine, die ihre besonderen Leistungen vollzieht, etwa Spinnen, Weben, Drucken u. s. w. (Arbeitsmaschine), in Bewegung zu setzen, müssen die beiden Maschinen mit einer die Bewegung übertragenden Vorrichtung (Transmission) untereinander verbunden sein. Solche Transmissionen durch Axen, Treibriemen u. s. f. lassen sich nur auf ganz geringe Entfernung wirksam herstellen. Mit anderen Worten, die Arbeitsmaschine ist mit der sie treibenden Kraftmaschine, also auch mit der diese treibenden Naturkraft, an denselben Ort gebunden.

Nicht so die elektrische Kraft. Der elektrische Strom, der in der Dyanomaschine etwa mit Dampfkraft erzeugt war, ist durch Drahtleitungen nach weit entfernten Orten verschickbar, kann dort eine zweite Dyanomaschine als Kraftmaschine treiben, welche dann beliebige andere Arbeitsmaschinen in Bewegung setzt.

Die Fortleitungsfähigkeit elektrischer Kraft auf grössere Entfernungen ist der erste Vorzug derselben.

Der zweite Vorzug besteht darin, dass eine vorhandene grosse elektrische Kraft ohne erhebliche Verluste in viele kleine gespalten werden kann. Gesetzt, wir hätten von dem Sitze einer Naturkraft, etwa einem Wasserfalle, aus, einen elektrischen Strom von 200 Pferdekraften Stärke nach einem Orte versendet, so könnten wir an diesem Orte entweder in einer Fabrik Maschinen mit der ganzen Kraft, oder in 200 kleinen Werkstätten Maschinen von je einer Pferdekraft in Betrieb setzen. Die elektrische Kraft würde wirthschaftlich dann sehr abweichend von der Wärmekraft der Kohlen wirken. Diese begünstigt die grossen Betriebe, jene giebt jedem Betriebe, ob gross oder klein, zu gleichen Bedingungen die von ihm benötigte Kraft.

Ein dritter Vorzug der elektrischen Kraft liegt in den charakteristischen Wirkungen des elektrischen Stromes, die uns unmittelbar Erzeugnisse liefern, welche wir auf andere Weise gar nicht, oder nur

auf Umwegen erhalten können. Dahin gehört: 1. die Erzeugung des elektrischen Lichtes, welche schon jetzt, in den ersten Anfängen begriffen, mit dem aus Kohlendgasen bereiteten Lichte in Wettbewerb tritt. 2. Die direkte Wärmeerzeugung, deren Verwendung in der Praxis zwar vorläufig erst noch unerheblich ist, aber sicher von Bedeutung werden wird. 3. Die chemischen Wirkungen des Stromes, die schon zu bedeutenden Anwendungen geführt haben; es braucht nur an die fabrikmässige Darstellung des Aluminiums in der Fabrik zu Neuhausen am Rheinfall erinnert zu werden. Diese Fabrik entnimmt dem Rheinfall zum Betriebe von Turbinen 2100 Pferdekkräfte und erzeugt durch Dynamomaschinen täglich 1000 Kilogramm Aluminium. Bei den chemischen Wirkungen ist aber eine noch besonders hervorzuheben, welche einen vierten Vorzug der elektrischen Kraft begründet.

Diese von J. W. Ritter in München schon 1803 entdeckte, aber erst in neuester Zeit für die praktische Verwerthung reif gewordene chemische Wirkung des elektrischen Stromes besteht in Folgendem:

Die vom Strom erzeugten Zersetzungsprodukte des Wassers, indem sie sich auf zwei getrennten gleichartigen Metallflächen ablagern, verwandeln diese in elektrisch entgegengesetzte Substanzen, sodass dieselben dann wie die verschiedenen Metalle eines galvanischen Elementes wieder zur Stromerzeugung benutzt werden können. Ritter nannte solche durch Elektrolyse (elektrische Zersetzung) elektrisch wirksam gemachte Platten eine Ladungssäule, heut heissen sie Accumulatoren. Man kann diese Apparate als Magazine bezeichnen, in denen man elektrische Kraft aufspeichert, um sie später zu beliebiger Zeit zu verwenden. Etwas Aehnliches machen wir ja auch mit anderen Naturkräften. Wir heben ein Gewicht, oder spannen eine Feder, um dann die Schwerkraft oder die elastische Kraft ganz allmählich ihre Wirkungen ausüben zu lassen, z. B. an unseren Uhren. Die Aufspeicherung der Elektrizität aber setzt uns in den Stand, nicht nur sehr grosse Kräfte anzusammeln, sondern auch die aufgespeicherte Kraft zu transportiren, an anderen Orten zu benutzen und alle dem elektrischen Strome eigenthümlichen Wirkungen hervorzurufen. Die Accumulatoren haben daher auch bereits sehr bedeutende Anwendung gefunden. Namentlich wird die elektrische Beleuchtung vielfach nicht unmittelbar durch den Strom der Dynamomaschine, sondern durch eine von dieser geladene Accumulatoren-Batterie erzielt. So werden in Dänemark die Eisenbahnzüge beleuchtet.

Aber auch zum Betriebe von Maschinen, u. A. zur Fortbewegung von Wagen auf Schienenwegen, haben diese Apparate bereits Verwendung gefunden, und sie müssen unzweifelhaft als elektrische Vorrich-

tungen bezeichnet werden, die bei der nützlichen Verwerthung der Elektrizität eine sehr bedeutende Rolle spielen werden.¹⁾

Endlich als fünfter Vorzug der elektrischen Kraft ist zu erwähnen, dass sie durch Naturkräfte gewonnen wird, welche nicht wie die Wärme der Kohlen dadurch für uns vernichtet werden. Die Winde und das in Stromläufen, Wasserfällen, in der Ebbe und Fluth bewegte Wasser sind Kraftquellen unermesslicher Grösse, von denen bisher nur ein winziger Bruchteil Verwendung fand, deren Ausnutzbarkeit in grösstem Maasse durch ihre Umwandlung in Elektrizität uns jetzt nahe gelegt ist.

Welche Kräfte in den genannten Quellen verborgen sind, mag ein Zahlenbeispiel zeigen. Wir nennen eine Pferdekraft eine solche, welche in der Stunde 75 Kilogramm 1 Meter, oder 25 Kilogramm 3 Meter oder allgemein ein Produkt von Kilogramm und Meter, welches 75 beträgt, zu heben vermag. Der Hauptfall des Niagara lässt in runden Ziffern während einer Stunde Eine Million Dreimal Hunderttausend Kubikmeter Wasser fünfzig Meter tief fallen. Dies sind etwa 240 000 Pferdekraften. Diese Kraft entspricht also ungefähr dem achten Theile derjenigen, welche alle 1891 in Preussen vorhandenen Dampfmaschinen liefern können. Allein die in den Wasserfällen der Erde enthaltene Kraft ist daher sicher sehr viel grösser, als diejenige sämmtlich jetzt vorhandener Kraftmaschinen.

Dass aber diese Wasserkraft sich in der That in der Form des elektrischen Stromes nutzbar machen lässt, und zwar mit all' den Vortheilen, welche gerade die elektrische Kraft darbietet, das ist bereits an zahlreichen Orten bewiesen, an denen Wasserfälle zur Herstellung von Beleuchtungsanlagen benutzt sind. Besonders aber ist der merkwürdige Versuch wichtig, welcher bei Gelegenheit der elektrischen Ausstellung in Frankfurt a. M. 1891 ausgeführt wurde. Von diesem ist nachher die Rede.

¹⁾ Es mag hier auf eine kleine Schrift verwiesen werden, welche als Uebersetzung aus dem Holländischen 1866 in Weimar erschien. Dieselbe wird dem verstorbenen Physiologen Donders zugeschrieben und ist betitelt: Anno 2066. In dieser satirischen Schrift kommt folgender Zukunftsraum aus dem Jahre 2066 vor. Der 2066 wieder aufgelebte Dr. Dioskorides sieht in einer Strasse einen Wagen, auf welchem schwarz angestrichene Zylinder stehen, scheinbar ohne eine bewegende Kraft fahren. Der den Doktor begleitende und ihn belehrende Baco erklärt ihm, dass die schwarzen Zylinder Energieatheken (Kraftbewahrer) seien, von solchen werde auch der Wagen bewegt. Solche Energieatheken verwende man in allen Häusern, hebe Lasten in höhere Stockwerke, oder benutze sie um Schmieden, Drechsler und andern kleinen Fabrikanten dienstbar zu sein. Für grosse Fabriken wären dergleichen Energieatheken viel vollkommener und kräftiger. Es gäbe grosse Fabriken zur Herstellung derselben, von denen viele im Gebirge dazu die Kraft des fallenden Wassers, andere in der Ebene die Kraft des Windes benutzten. Diese prophetische Vision ist fast 200 Jahre früher verwirklicht worden als der Dr. Dioskorides erträumte.

So gross nun aber auch die aus den Wasserfällen zu entnehmende Kraft ist, so bildet sie doch nur einen kleinen Theil der Gesamtkraft, welche in den vorher genannten Bewegungsgrössen enthalten ist. Da wäre zunächst noch das schnell fliessende Wasser in Strömen und Bächen zu nennen, so weit es nicht schon jetzt zum Betriebe von Mühlen in Anspruch genommen ist.

Viel wichtiger aber muss die Ausnutzung des Windes erscheinen. Die Luftbewegung der Atmosphäre stellt nicht nur eine grosse Kraftgrösse dar, sondern ihre Verwerthung würde, weil Winde auf der ganzen Erdoberfläche wehen, überall möglich sein. Die bisher angestellten Versuche elektrische Ströme aus Dynamomaschinen durch Windmühlen zu erzeugen, haben noch kein praktisches Resultat gehabt. Die Hauptschwierigkeit beruht wohl auf der Ungleichmässigkeit des Windes nach Richtung und Stärke. Es kann indessen keinem Zweifel unterliegen, dass solche technische Schwierigkeiten überwunden werden, vielleicht auf dem Wege, dass mit den von den Winden getriebenen Dynamomaschinen Akkumulatoren geladen werden.

Noch bleibt dann die allergrösste Naturkraft zur Reserve für unsere Nachkommen. Der freundliche Begleiter unserer Erde, der Mond, hebt und senkt täglich zwei Mal im Ozean Wassermassen, die nicht nach Kubikmetern, sondern Kubikmeilen zu bemessen sind. Die Grösse der Kraft, welche in dem zur Fluthzeit gehobenen und zur Ebbezeit fallenden Wasser enthalten ist, etwa nach Pferdekräften anzugeben, würde lächerlich sein, eine für die Vorstellung umfassbare Ziffer ergeben.

Dass die Ausnutzung solcher Kraft möglich wäre, ist nicht zu bezweifeln. Beispielsweise würden Wassermassen, die von der Fluth in höhere Bassins geführt und zur Ebbezeit aus ihnen abgelassen werden, um durch ihr Abströmen Dynamomaschinen zu treiben, eine derartige Verwerthung andeuten. In der That sind auch nach dieser Richtung hin Versuche gemacht worden, die aus ähnlichen Gründen wie bei der Windkraft noch kein praktisches Ergebniss lieferten.

Lassen wir aber einstweilen die beiden letzten Naturkräfte, Wind und Fluth aus dem Spiele, weil heut ihre praktische Verwerthbarkeit noch nicht nachgewiesen ist, so steht doch schon so viel fest; 1. Durch Wasserkräfte sind elektrische Ströme grosser mechanischer Leistungsfähigkeit zu erzeugen. 2. Die Kraft dieser Ströme lässt sich auf viele Meilen weite Entfernungen auf Maschinen übertragen. Letzteres, die Uebertragbarkeit, gilt selbstverständlich auch für den Fall, dass die elektrischen Ströme nicht durch Wasserkraft, sondern durch irgend eine andere Kraft, z. B. die Dampfmaschine erzeugt sind.

Wegen der grossen Bedeutung, welche diese Erfahrungen auf die Entwicklung unseres ganzen wirthschaftlichen Lebens haben werden,

soll der Versuch gemacht werden, die Richtigkeit derselben an dem grossartigen Experimente der elektrischen Kraftübertragung zwischen Lauffen und Frankfurt a. M. nachzuweisen, so gut dies mit dem blossen Worte, ohne Zuhülfenahme von Zeichnungen und Experimenten möglich ist. ¹⁾

Die Aufgabe, welche gelöst werden sollte, bestand in Folgendem. Eine Fabrik in Lauffen am Neckar bezieht aus dem Strome eine Wasserkraft von 1500 Pferdekraften, durch welche mächtige Turbinen bewegt werden. Die Kraft einer solchen Turbine, dreihundert Pferdekraften betragend, wurde für die Anstellung des elektrischen Experiments zur Verfügung gestellt. Diese Kraft sollte als elektrischer Strom auf die Entfernung von Einhundert fünfundsiebenzig Kilometer (Fünfundzwanzig Meilen) nach Frankfurt a. M. geleitet werden, um dort mit möglichst geringem Kraftverluste Maschinen zu treiben.

Um die technischen Schwierigkeiten dieser Aufgabe übersehen und den grossen Fortschritt der Elektrotechnik würdigen zu können, müssen nun einige Bemerkungen über den elektrischen Strom vorausgeschickt werden.

Wir können in zweierlei Beziehungen entgegengesetzt beschaffene elektrische Ströme herstellen. Erstens können dieselben die Eigenschaft haben, entweder immer in derselben Richtung zu fliessen (Gleichstrom) oder in äusserst kurzen Zwischenräumen ihre Richtung umzukehren (Wechselstrom).

Zweitens können die Ströme entweder Hindernisse, die sich ihrer Fortleitung widersetzen, leicht überwinden (hochgespannte Ströme) oder es ist das Gegenteil der Fall (Ströme niederer Spannung).

Gleichströme liefert z. B. eine galvanische Batterie, oder Akkumulatoren; Wechselströme, ein elektrischer Induktionsapparat oder die Leydener-Flasche. Dynamomaschinen können für Gleich- und Wechselstrom eingerichtet werden.

Die Wechselströme sind Ströme hoher, die Gleichströme niederer Spannung. Gleichströme sind es vornehmlich, welche wir zum Kraftbetriebe brauchen. Hieraus ergibt sich nun eine eigenthümliche Schwierigkeit für Fortleitung der elektrischen Kraft in grössere Entfernungen. Gleichströme, die wir gern von dem Ort der Erzeugung nach einem entfernten Orte überleiten möchten, verlangen, um nicht allzuviel von ihrer Kraft zu verlieren, dass man ihnen einen Weg darbietet, der keine grossen Hindernisse bereitet. Das Mittel hierzu würde sein,

¹⁾ Bei Abhaltung des Vortrages wurde das nun Folgende durch Experimente über die verschiedenen Formen des Stromes, die Uebertragung desselben und die Umsetzung hochgespannter Wechselströme in niedrig gespannte Gleichströme und umgekehrt erläutert.

dass man die Verbindung zwischen beiden Orten durch Drähte von gut leitendem Metall, z. B. Kupfer, und von grossem Querschnitt herstellt. Dies verursacht aber bedeutende Kosten, welche schon bei mässigen Entfernungen die Uebertragung der Kraft unrentabel machen würde. Sollten z. B. Gleichströme mässiger Spannung von Lauffen nach Frankfurt verschickt werden, ohne mehr als ein Zehntel ihrer Kraft zu verlieren, so ergibt die Rechnung, dass dazu eine zylindrische Kupfermasse von mehr als einem Meter Dicke hätte angewendet werden müssen.

So geht es also nicht.

Nun könnte man einen Wechselstrom verschicken, der wegen seiner hohen Spannung keinen so bequemen Weg braucht. Aber mit dem Wechselstrom ist uns nicht gedient.

Aus diesem Dilemma half eine Erfindung, deren Grundzüge etwa 1882 von Ferrari angegeben wurden und die zuerst im Grossen bei dem Frankfurter Experimente in Anwendung gebracht wurde. Diese Erfindung setzt uns in den Stand, durch besondere Zwischenapparate, deren Einrichtung hier nicht genauer erklärt werden kann, einen Gleichstrom in einen hochgespannten Strom und umgekehrt diesen wieder in einen Gleichstrom zu verwandeln. Diese Zwischenmaschinen nennt man Transformatoren und rechnet, dass ungefähr 4 % der Kraft durch jede solche Umwandlung verloren geht.

Nun konnte das Experiment in folgender Weise vor sich gehen. Die dreihundert Pferdekräfte des Neckar treiben eine Turbine, diese eine Dynamomaschine, welche mächtigen Gleichstrom liefert. Der Gleichstrom wird, bevor er Lauffen verlässt, in einen hochgespannten Strom verwandelt. Dieser durchläuft die wohl isolirten Drahtleitungen (drei Kupferdrähte jeder fünf Milimeter dick) bis nach Frankfurt, dort wird er wieder in einen Gleichstrom verwandelt und dient nun dort um über tausend Glühlampen leuchten zu lassen, Wasser zu haben, welches dann wieder als Wasserfall herunter stürzt u. s. w.

Das Experiment war gelungen, die Unternehmer für dasselbe: die allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin und die Maschinenfabrik Oerlikon in Zürich haben sich das grosse Verdienst erworben die Uebertragbarkeit beträglicher elektrischer Kräfte durch Leitungen nachgewiesen zu haben.

Nörgler haben zwar allerhand an dem Experimente auszusetzen gehabt. Bald sollte die Uebertragung des Stromes unsicher sein und keinen stetigen Betrieb gestatten. Bald sollte zu viel Kraft verloren gehen. Man muss im Gegentheil erstaunen, in welchem Maasse ein Versuch gelang, bei dem technische, niemals zuvor bekannte Schwierigkeiten überwunden werden mussten. In der ersten Zeit haben oft genug unsre Gasleitungen versagt, ebenso in neuerer Zeit die besten

Anlagen elektrischer Beleuchtung. Kein Mensch denkt heut zu Tage an diese unvermeidlichen Mängel erster technischer Anlagen.

Was aber die Grösse des Verlustes bei der übertragenen Kraft betrifft, so ist Sicheres darüber bisher nicht bekannt; eine zur Feststellung desselben eingesetzte Kommission hat das Nähere darüber noch nicht veröffentlicht. Jedenfalls steht aus den Leistungen des von Laufen nach Frankfurt versendeten Stromes fest, dass ein sehr erheblicher Theil der Kraft an dem letzteren Orte wirklich eingetroffen ist ¹⁾.

Wenn man beachtet, in wie kurzer Zeit die ersten elektrischen Anlagen, z. B. die Beleuchtungsanlagen, sodann die Dauerhaftigkeit und Leistungsfähigkeit der Akkumulatoren aus mangelhaften Anfängen sich entwickelt haben und zugleich wohlfeiler geworden sind, so ist es gewiss, dass es mit der Fernleitung der elektrischen Kraft ebenso gehen wird.

Die angedeuteten Fortschritte der Elektrotechnik geben uns die Berechtigung zu behaupten, dass wir am Beginn einer ähnlichen Epoche stehen wie diejenige war, welche durch die Erfindung der Dampfmaschine eingeleitet wurde. Es steht der Menschheit ein ungeheurer Zuwachs an verfügbarer Naturkraft in Aussicht, welche dem Gewerfleisse neuen Aufschwung zu geben und die Befriedigung der Bedürfnisse, die Verbesserung der Lebenshaltung in hohem Maasse zu fördern verspricht. Was aber in unsrer Zeit, die sich ihrer sozialpolitischen Bestrebungen rühmt, von Bedeutung ist: die Benutzung der elektrischen Kraft, wird es ermöglichen dem Kleingewerbe neues Leben zuzuführen. Sieht man auch von der erst im Werden begriffenen, und auf zu wenig Orte beschränkten Verwerthung von Wasserkraft u. s. w. ab, so können vorerst Zentralanlagen von elektrischen Kraftmaschinen, welche durch Dampf betrieben werden, die Arbeitskräfte durch hundert Adern in die kleinste Werkstatt leiten.

Eine unbegreifliche Kurzsichtigkeit würde es sein, diesen wirtschaftlichen Entwicklungsprozess zu stören und elektrische Anlagen mehr zu beschränken als für die öffentliche Sicherheit nothwendig ist. Eine Nation, die der neu aufstrebenden Elektrotechnik Hindernisse bereitet, würde sehr schnell im wirtschaftlichen Wettbetriebe weit zurückbleiben.

¹⁾ Nach einer mir während des Druckes dieser Zeilen zugehenden Mittheilung, hat die Kommission festgestellt, dass 77 Prozent der Kraft von Laufen nach Frankfurt gelangten. Da von vornherein ein Verlust von 10% in der Leitung und von 8% in den Transformatoren berechnet war, so sind nur 5% mehr verloren gegangen. Bei einem ersten Versuche gewiss ein sehr glänzendes Ergebniss.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein](#)

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Karsten Gustav

Artikel/Article: [Von der Benutzung der Naturkräfte. 297-310](#)