



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Glückliche Stunden

Slaby, Adolf

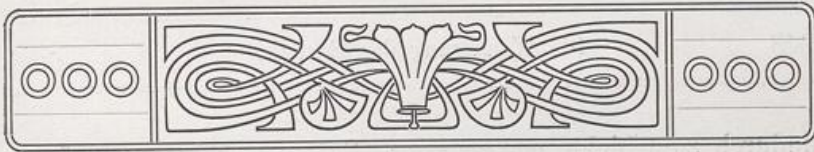
Berlin, 1908

Abseits vom Wege.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-73872](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-73872)

Abseits vom Wege.

Abelie vom Weg.



1.

Die Wanderung der Energie.*)

Festlicher Glanz erfüllt heut die Räume, die sonst nur dem Ernste der Arbeit dienen, festliche Klänge durchrauschen sie und vereinigen sich mit den Tönen der Freude in den Fluren des Vaterlandes. Begrüßen wir doch den Tag, an dem der erhabene Schirmherr des Landes ein neues Jahr seines Lebens beginnt.

Aus der Arbeit des Tages erhebt sich der festliche Sinn zu Gedanken voll höherer Weihe, in rastender Stille denkt er zurück an das Werden vergangener Tage, das zur freundlichen Gegenwart sich geklärt, und mit hoffendem Auge versenkt sich der Blick in die Zukunft.

Auch die Gemeinsamkeit, die uns an dieser Stätte umschließt, sieht hinter sich das Werden der Jugend; sie fühlt vertrauende Kraft in den Adern, und schickt sich an, erhobenen Mutes die Schwelle eines neuen Jahrhunderts zu betreten.

Wo aber weilt die Erinnerung lieber als in den Tagen des Frühlings? Wir denken nicht an den blütenbrechenden Frost, noch an den verheerenden Sturm, uns erfüllt ein Nachgefühl jener herrlichen Kraft, die durch Nebel des Irrtums

*) Festrede zur Feier von Königsgeburtstag an der Technischen Hochschule. 1895.

hindurch zum Lichte empordrang. Sei es mir drum vergönnt, in dieser Stunde zu reden von jenen Frühlingstagen, da die Keimkraft edler Gedankensaat dem jungfräulichen Boden unserer Wissenschaft neues Leben entlockte.

Noch liegt die Zeit nicht fern, wo die technische Wissenschaft zuerst den Mut gewann, sich selbst als solche zu erkennen und Einlaß zu heischen in den Kreis der älteren Schwestern. Anfangs sah man in ihr nur ein verändertes Bild der Naturwissenschaft, doch heut steht sie da an der Seite derselben in dem vollen Bewußtsein eigener Kraft und reicht ihr die Hand zu ersprißlichem Bunde —

Wo ihr die Schwester die Schleier des Nebels verscheuchte,
Lockt sie im Glanze des Lichts Leben aus totem Gestein.

Für den Verlust paradiesischen Glückes ward einst dem Menschen ein anderes göttliches Geschenk: die Kraft der Erfindung. Sie ruht in auserwählten Naturen, in ihrem Walten begrüßen wir überirdische Mächte mit derselben stauenden Ehrfurcht wie in den Geistestaten der Dichter und Denker. Getragen von ihrem Fittig vermag das Genie Klüfte im Fluge zu überspringen, doch dauernder Besitz folgt nur auf den mühsam erbauten Brücken wissenschaftlicher Erkenntnis. Die Arbeit vergangener Jahrhunderte hat ihr den Boden bereitet und zur Überwindung irdischer Kräfte sichere Waffen geschmiedet. Doch das gewaltigste Rüstzeug wird ihr gereicht in der Mitte unseres Jahrhunderts. Der Naturwissenschaft gelingt ihre größte befreiende Tat. Sie entschleiern das Wirken wechselnder Kräfte, ins Innere der Natur dringt der „erschaffene Geist“, und was Jahrhunderte lang von den tiefsten Denkern geahnt, doch kaum erhofft, tritt sonnenklar an das Licht des Tages. Der technischen Wissenschaft aber öffnet sich ein schrankenloses Gebiet, sie tritt erst

jetzt die Herrschaft an über die freien Kräfte der Natur. Es ist das Gesetz von der Erhaltung der Energie, das unserer Wissenschaft den Impuls der Jugend verleiht.

Worin besteht der gewaltige Fortschritt, den gerade die Technik diesem Gesetze verdankt? Lassen Sie mich versuchen, denselben an einem Beispiele zu erläutern.

Versetzen Sie sich mit mir in die Szenerie einer wildbewegten Gebirgsnatur. An schroffen Felsen entlang führt der durch Menschenkunst mühsam gebahnte Weg. Jede Biegung desselben enthüllt uns neue wechselnde Bilder voll Großartigkeit und Liebreiz. Da eilt ein Wildbach über den Weg und sinnend stehen wir auf den Brückenplanken. Der Blick des Ingenieurs sieht in dem Spiel der stürmenden Naturkräfte noch etwas anderes als das entzückte Auge des Naturfreundes. Er schätzt die Menge des in der Sekunde dahinbrausenden Wassers und sendet prüfend den Blick ins Tal, die Tiefe desselben zu ermessen. Er weiß, daß jedes in einer Sekunde unter ihm forteilende Kubikmeter, hundert Meter tiefer durch eine Turbine geschickt, die Kraft von tausend Pferden in nutzbringende Arbeit verwandelt. Das Wasser besitzt an jener Stelle also noch eine andere als eine bloß raumerfüllende Eigenschaft. Es ist im Hinblick auf den tieferen Ort mit der Fähigkeit begabt, eine Arbeit zu leisten, ihm wohnt dasjenige inne, was man als Energie bezeichnet. Die Größe derselben ist durch die Höhenlage des Wassers bestimmt, sie heißt darum Energie der Lage.

Sie ist wie die stoffliche Menge des Wassers unverlierbar und unzerstörbar in ihrer quantitativen Größe. Wie aber das Wasser selbst die verschiedensten äußeren Formen annehmen kann, wie es sich wandelt in Dampf oder zerfällt in elementare Bestandteile, ohne jedoch dabei an Gesamtgewicht zu verlieren, so besitzt auch seine Energie die Eigenschaft, sich

proteusartig verwandeln zu können, ohne Einbuße zu erleiden an ihrer Größe.

Eine ihrer wichtigsten Wandlungen erkennen wir an der Turbine. In kreisender Bewegung sehen wir ihr Rad, und durch seine Geschwindigkeit erlangt es die Kraft, nützliche Arbeit zu verrichten. Die rotierende Bewegung ist eine neue Form, in welche die Arbeitsfähigkeit des Wassers sich kleidet, es ist Energie der Bewegung.

Vielleicht besitzt das Gebirgstal eine eigene Industrie. Dann lagern sich die Werkstätten dicht um das Turbinenhaus. Durch Seile, Riemen und Räderwerk wird die Bewegung sinnreich erdachten Arbeitsmaschinen zugetragen und fleißige Hände eilen geschäftig daran hin. Sie befestigen das Werkstück, das der Formgebung harrt, auf eisernem Bett und leiten die Spitze des Bohrers, die Kante des Meißels oder die Schärfe der Säge an jene Stellen, wo der unförmige Stoff zu mathematischer Form oder zum kunstvollen Gebilde sich wandelt. Überall ist es die Energie der Bewegung, die den Widerstand überwindet. In gewaltiger Reibung verzehrt sich scheinbar die rastlose Kraft, und die Wasser müssen unaufhörlich talabwärts rinnen, nimmermüde ihre fleißige Arbeit in den Schaufeln der Turbine verrichten, soll nicht das Räderwerk erlahmen und zur toten Ruhe erstarren.

Wo aber bleibt nun die Energie, deren Unzerstörbarkeit das Naturgesetz behauptet? Wir bemerken es wohl, daß der verwandelte Stoff und das bildende Werkzeug unerwünscht eine neue Eigenschaft zeigen: sie werden erwärmt. Seit Jahrtausenden war die Erscheinung bekannt, erleuchtete Geister ahnten schon oft hinter dem Schleier ein tieferes Band, doch erst einem deutschen Forscher, Robert von Mayer, war es vergönnt, dasselbe klar zu erkennen. Als erster Fackelträger des Lichts drang er in das geheimnisvolle Gebiet, und

hat die Geschichte der Wissenschaft von ihm auch nichts zu verzeichnen als diese Tat, sie leuchtet dafür um so heller.

Nicht metaphysische Bahnen wandelt sein Geist. Die intensivste Betrachtung der Natur, die Zergliederung und Verknüpfung ihrer wechselnden Erscheinungen, eine ursprüngliche, reine, zur höchsten Kraft gereifte Beobachtungsgabe führt ihn zum Ziel. Seine Erziehung als Arzt bringt diese Fähigkeiten schon früh zur glücklichsten Entfaltung. Ihn beseelt der Trieb, die Erscheinungen der Natur in allen Breiten des Erdballs zu schauen, und er verdingt sich als Schiffsarzt der holländischen Regierung für den mörderischen Dienst in ihren Kolonien. Auf einsamer Fahrt über das Weltmeer versenkt er sich in den südlichen Sternhimmel und sinnt über die Kräfte des Universums. Die üppige Vegetation der Tropen führt ihm die lebenspendende Energie der Sonnenwärme vor Augen; das hellrote Blut seiner Schutzbefohlenen unter dem heißen Himmel Batavias erschließt ihm die Bedeutung der Wärme für den Organismus belebter Geschöpfe. Wie klare Krystalle ordnen sich die Gedanken in seinem Geist. Zurückgekehrt in die Heimat, betrachtet er mit geschärftem Blick den brausenden Zug auf der Eisenbahn; er erkennt die kraftpendende Wärme in dem Kessel der Lokomotive, sieht ihre Wandlung in Bewegungsenergie und wie sie an den eilenden Rädern von neuem als Wärmewirkung erscheint. In der Papierfabrik beobachtet er an dem Holländer, jener Maschine, welche die Papiermasse zerkleinert, die Temperaturerhöhung des Breies und vergleicht sie mit dem Kraftaufwand. So schreitet er unaufhaltsam fort bis zur entscheidenden Tat und enthüllt die Wahrheit: Auch die Wärme ist nur eine Form der Energie, wie jene der Lage und der Bewegung, sie läßt sich beziffern wie diese in rein mechanischem Maß. Aus bekannten Tatsachen der Physik folgerte er diese Zahl und gab sie zuerst

bekannt. Nach kurzer Rast zog er aus zu neuer folgenreicher Entdeckung: er zeigte das Walten des ehernen Gesetzes auch in der Welt der elektrischen, magnetischen und chemischen Erscheinungen und bewies, daß auch diese nichts anderes sind als neue ebenso wandelbare Formen der Energie.

In der letzten Hälfte des Jahrhunderts zieht die Technik daraus ihre staunenerregenden Schlüsse: Sie beflügelt die Kraft und verbreitet den Glanz des elektrischen Lichtes.

Seit grauer Vorzeit kannte man die geheimnisvolle in dem Magnetstein schlummernde Kraft, länger als ein Jahrhundert schon zuckte der elektrische Funke von der Kugel der Elektriziermaschine, doch mit sieben Siegeln hält die Natur ihr letztes Geheimnis verschlossen. Erst in der Morgenröte unseres Jahrhunderts öffnet sie ihren tiefsten und edelsten Schatz. Alle Kulturvölker nehmen gleichmäßig Teil, die kostbaren Güter zu fördern. Faraday ist der erste, der die schwankende Brücke schlägt hinüber ins Reich der mechanischen Kräfte, und getragen von der Erkenntnis des großen Naturgesetzes führt Werner von Siemens die Himmels-tochter selbst im eisernen Kleid in den Dienst des schaffenden Lebens. Derselbe Strom, der die Schwingen des Blitzes leichten Gedanken verleiht, wird auch zum Träger gewaltiger Energie.

Suchen wir die Erklärung von neuem an unserem Beispiel. Das Hochgebirgstal wird selten geeignet sein, die Wasserkraft in den unmittelbaren Dienst der Technik zu stellen; wichtiger ist es, die unerschöpfliche Kraft in die gewerbereichen Städte der Ebene zu tragen. Was noch vor 30 Jahren ein Hirngespinnst der Phantasie: nämlich die Kraft vielhundertpferdiger Maschinen auf meilenweite Entfernung nutzbringend zu leiten, ist heut die gewohnte Arbeit des

Ingenieurs. Von der Turbinenwelle getrieben, wird die Dynamomaschine zum Sitz elektrischer Kräfte, die damit verbundene Leitung zum Träger der unsichtbaren Form verwandelter Energie. Mit Instrumenten einfachster Art messen wir die Elemente des elektrischen Kreislaufs, seine Spannung und seine Stärke. Wie die Energie des Wassers sich bestimmte durch das Produkt aus Gewicht und Fallraum, so ergibt sich als sekundliches Maß der elektrischen Energie das Produkt aus Spannung und Stromstärke und eine einfache Zahl verknüpft die ermittelten Werte.

Mit untrüglicher Sicherheit ordnet der Ingenieur die Ziffern seines Projekts. Zwar bedingt die erneute Wandlung einen Verlust an Energie, der sich in die Wärmeform kleidet, doch er kennt den Nutzeffekt seiner Maschinen und die Mittel, ihn zu beherrschen. Voll Zuversicht kann er die Pole derselben mit der Leitung an hochragenden Masten verbinden, ist ihm doch die Größe der Arbeitsleistung bewußt, die er dem schwankenden Drahte vertraut.

Prüfend erwägt sein Geist, ob an dem fernen Orte, wo die geschäftige Industrie die willkommene Kraft empfängt, ihr wirtschaftlicher Wert den aufgewendeten Kosten entspricht. Denn nicht ohne Verlust wandert die Energie, Weggeld und Zehrung kostet die Reise über Berg und Tal und unaufhörlich gleitet die Münze der Wärmeform in entgegengestreckte Hände. Der Verlust hängt sowohl von der Stärke des Stromes ab, als auch von der Größe des metallischen Querschnitts der Leitung. Eine Breiterung des Weges erfordert beträchtliche Kosten. Doch die klare Erkenntnis, daß die Größe der Energie nicht allein durch die Stärke des Stromes, sondern auch durch die Höhe der Spannung bedingt ist, gibt ihm das sichere Mittel, durch Steigerung der Spannung die Kosten der Reise wirtschaftlich zu gestalten.

Erst seit wenig Jahren hat die technische Wissenschaft das Problem der Erzeugung hochgespannter Ströme gelöst. Die einfachste Form, in der elektrische Energie in die Erscheinung tritt, ist der Gleichstrom. Hindernisse stellten sich seiner Erzeugung mit hoher Spannung entgegen und zahlreiche Versuche führten zum Mißerfolg. Doch über die Trümmer zerstörter Dynamomaschinen hinweg eilte die Technik in rastlosem Siegeslauf. Ein neues Panier erhebt sie mit kraftvoller Hand und unter dem Zeichen des Wechselstroms, einer anderen Form elektrischer Energie, erreicht sie das Ziel.

Der Wechselstrom besitzt eine wertvolle Eigenschaft, welche dem Gleichstrom fehlt. Durch einfache Hilfsmittel, Transformatoren genannt, läßt sich seine niedrig gespannte Energie verwandeln in hochgespannte und umgekehrt, ohne nennenswerten Verlust. Eine reiche Mannigfaltigkeit in der Gestaltung der Form erschließt sich. Je weiter die Entfernung, in welche elektrische Energie zu versenden, desto höher schrauben wir gleichsam in den Windungen des Transformators ihre Spannung und erniedrigen damit zugleich die den Verlust bedingende Stärke des Stromes. Mit Sicherheit berechnen wir den Fehlbetrag am fernen Ende der Leitung und bilden mit Zuversicht das Facit der wirtschaftlichen Bilanz. In umgekehrter Folge vollzieht sich der Umtausch der Energie zu mechanischen Arbeitswerten am Ort des Bedarfs. Im Transformator wechselt sie wieder das Reisekleid und betritt als gesitteter Bote die Stätte der Menschen. Dienstbereite Elektromotoren empfangen sie und verwandeln sie in die vertraute Form mechanischer Bewegung.

Im ewigen Gleichmaß gesetzmäßiger Wandlung ordnet sich so der Kreislauf der Energie, und das emsige Getön der Werkstatt ist nur ein Wiederhall des brausenden Hymnus der

Natur, die in zerklüfteten Felsen das Wasser rauschend zu Tale führt. Ein bleibender Ruhmestitel deutscher Technik ist es, daß sie die Richtigkeit dieser Gedanken zuerst erwies durch den Erfolg der praktischen Tat, und eine wunderbare Fügung ist es zu nennen, daß die Wasserkraft, welche ihre 300pferdige Energie 23 Meilen weit bis in das Herz jener Ausstellung zu Frankfurt a. M. entsandte, den Fluten des Neckars entstammte, an dessen Ufern fünfzig Jahre zuvor einsam und unverstanden der große Forscher gewandelt, auf dessen Gedankenarbeit die gewaltige schöpferische Tat der Technik in ihren tiefsten Fundamenten sich gründet.

Doch mit der Wechselbeziehung zwischen der elektrischen, kalorischen und mechanischen Form der Energie ist ihr technisches Wirkungsgebiet nicht erschöpft. Ihre herrlichste, göttlichste Form offenbart sie im Glanze des Lichts, der blendenden Schwester der Wärme.

Es läßt sich nicht mehr bezweifeln, daß die Erscheinung der Wärme ein rein mechanischer Vorgang ist, eine zitternde, schwingende Bewegung der kleinsten Teile der Körper, anderen Massen mittelbar durch Berührung oder durch das Medium des vibrierenden Äthers, jenes Stoffes von unendlicher Feinheit, der die Räume des Universums erfüllt. Je nach der Periode der Bewegung äußern sich seine Wellen in verschiedener Wirkung. Ein vom elektrischen Strom durchflossener Draht sendet Strahlen aus, die wir als Wärme erkennen. Durch bewunderungswürdige Hilfsmittel ist es gelungen, die viele Billionen erreichende Zahl ihrer Schwingungen in der Sekunde zu messen. Steigern wir die Temperatur des Drahtes durch Vermehrung des Stromes, so nimmt die Zahl dieser Schwingungen zu und ihre Wirkungssphäre erreicht ein neues Gebiet. Sie erregt die Netzhaut des Auges und wir begrüßen die Wellen des Lichts; anfangs

nur die matten Strahlen eines rötlichen Schimmers, bei weiterer Erhitzung die helleren Farben des Gelb, des Grün und des Violett bis zur vollendeten Harmonie des glänzenden Sonnenlichts. Also auch die Wahrnehmung des Lichts beruht zuletzt auf rein mechanischer Wirkung und man hat die billionsten Teile der Pferdestärke berechnet, mit denen das Pochwerk der Äthermoleküle auf die zarten Nerven des Auges hämmert.

Die Strahlen des elektrischen Lichtes vergolden das scheidende Jahrhundert. In seiner Eigenart erkennen wir nur eine neue Form der Energie im großen Haushalt der Natur. Verschwenderisch sind die Ausgaben, welche ihre edelste Wandlung bedingt. Noch harret die Technik des großen Erfinders, der die Erzeugung von Licht ohne Wärme uns lehrt. Heut gleichen wir nur einem Organisten, der die ganze brausende Gewalt seiner tiefsten Register miterklingen lassen muß, um wenige hohe Töne hervorzulocken. So erfährt auch der helle Ton der Begeisterung über den Glanz des elektrischen Lichts eine Dämpfung, wenn uns bewußt wird, daß von der gesamten Energie, welche wir in den leuchtenden Kohlenfaden schicken, nur fünf Prozent sich in die ersehnte Form des Lichts verwandeln. Und doch ist der Fortschritt ein großer zu nennen, wenn die gleiche Erkenntnis uns lehrt, daß der leuchtende Wert der Gasflamme nur ein winziges Drittel Prozent ihrer Gesamtenergie erreicht. Sparsamer als das Glühlicht waltet das Bogenlicht mit den Schätzen der Natur, denn ihren zehnten Teil sendet es aus mit seinen blauweißen strahlenden Wellen. Doch unerreichtes Vorbild bleibt uns die Lehrmeisterin Natur. In ihrer verborgenen Werkstatt hat sie das große Problem schon vor Jahrtausenden gelöst: in dem Körper des Glühwurms, der an lauen Sommerabenden uns mit dem Zauber seines grünlichen Schimmers

erfreut, wandelt sie ihre ganze Kraft in die selektive Strahlung des Lichts. Rastlos folgt ihren Spuren der sinnende Menscheng Geist, und schon hat ein kühner Erfinder, Nicola Tesla, die Ufer eines neuen Stromes entdeckt, in den die Quellen der Natur ihre Lichtenergie in breiteren Fluten ergießen.

Eine letzte, nicht minder bedeutsame Form des Arbeitsvermögens der Natur schlummert in ihren chemischen Kräften. In den Verbindungen der Atome erkennen wir heut eine Energie der Lage, die gleich der Sehne des gespannten Bogens nur eines geringen Anstoßes bedarf, um gewaltige Wirkungen zu entladen. Mit Grauen gedenken wir der Macht, die in einem Häuflein Dynamit ihrer Auslösung zu todbringender Wandlung harret. Doch auch zu wertvollem Dienst leiht sie dem Menschen willig die Riesenkraft. Felsensprengend bahnt sie den Weg der Kultur und in den Tiefen der Erde bricht sie für ihn das schimmernde Erz und die schwarzen Diamanten, die Kohle. Aus den Farrenwäldern der Vorzeit, den „versteinerten Bronnen des Lichts“, wo längst versunkene Sonnen unermessliche Schätze der Wärme gespeichert, fördert das Zeitalter des Dampfes die belebende Kraft und tausendgestaltig wandert die ewige Energie von neuem durch die irdische Welt.

Wie bei der Wandlung zum Licht wüsten wir auch hier mit der Kraft der Natur. Kaum ein Zehntel des kostbaren Gutes, das die Feuerung des Kessels verschlingt, leitet das Schwungrad der Dampfmaschine in die Hände des Menschen. Ein volles Jahrhundert haben wir mit dem edlen Besitz wie ein Verschwender gewaltet, bis uns der Elsässer Hirn die verborgenen Wege enthüllte, auf welchen die Dampfmaschine die Wärme nutzlos vergeudet. Wiederum war es das große Naturgesetz, welches den erblindeten Augen des Forschers

die Sehkraft des Geistes verlieh. In erfolgreiche Bahnen lenkte seitdem der neu belebte Erfindungstrieb und in der Gasmaschine begrüßen wir heut schon einen Rivalen, der die Nutzung der Wärme doppelt so günstig gestaltet.

Noch aber ruht im dunklen Schoße der Zeit die größte Tat: die direkte Wandlung der Spannkraft der Kohle in die begehrteste, schmiegsamste, wandlungsfähigste Form der elektrischen Energie. Kaum auszudenken ist die Veränderung, welche unsere wirtschaftliche Welt in ihrem tiefsten Innern erfahren müßte, wenn es gelänge, die Lieferung der elektrischen Arbeitskraft auf wenige mächtige Zentralsitze, die Kohlenreviere der Erde, zu vereinigen. Die Umwälzungen, welche die Erfindung der Dampfmaschine im Gefolge gehabt hat, geben uns eine schwache Vorahnung dieser gewaltigsten Revolution. Daß sie einst kommen muß — das ist die untrügliche Verheißung des Gesetzes von der Wandlung der Energie. —

In wenigen Bildern habe ich versucht, die Bedeutung des Gesetzes für die Technik zu entrollen. Mit neuem Geist hat es die alten Formen erfüllt, einzelne Zweige unserer Wissenschaft zu blühendem Leben erweckt. Den Sinn für die Arbeit unseres Berufs sehen wir in die weitesten Kreise getragen. Der Stand des Ingenieurs, der so lange als minderwertig gegolten auf den Höhen des Lebens, in denen der Ruhm sich bildet und wohnt, ist heut geachtet und begehrt, unsere Lehrstätten sind umdrängt von begabten Söhnen des Vaterlandes. Ein tiefes Gefühl des Dankes erfüllt uns, doch nicht der siegende Geist, sondern allein das ringende Menschenherz und sein irdisches Geschick rührt die Saiten unseres Gemüts.

In diesen Tagen, wo das Vaterland um den Tod eines seiner edelsten Söhne, Hermann von Helmholtz, trauert,

ist das menschliche Interesse für die bedeutsamste wissenschaftliche Tat des Jahrhunderts von neuem lebhaft erregt. Die erste große Arbeit seines Lebens, welche der mathematischen Begründung des Gesetzes, unter beschränkenden Voraussetzungen, gewidmet war, hat seinen Namen für immer damit verknüpft. Wir wollen uns heute auch dankbaren Herzens daran erinnern, daß die letzte geläuterte Kraft seines Lebens der unmittelbaren Förderung technischer Wissenschaft galt. Es ist ein bedeutsames Zeichen der Zeit, daß sie ihre edelste Kraft in den Dienst des schaffenden Lebens gestellt hat. Unser Haus barg die Stätte für einen Teil seines Wirkens und wir haben ihn unter uns wandeln sehen mit seinen tiefklaren Augen, in der Hoheit seiner Ehrfurcht erweckenden Gestalt. Noch wenige Tage vor seiner letzten schweren Erkrankung hat er in diesem Saale geweiht und ein kleinerer Kreis hat auf die Weisheit seiner Worte gelauscht.

Doch die volle Tragweite des großen Gesetzes zuerst erkannt und in leuchtender Klarheit entwickelt zu haben — das ist die unsterbliche Tat Robert von Meyers, den ein englischer Forscher neidlos den größten Genius des Jahrhunderts genannt hat.

Er hat seine Gedanken nicht in die Sprache mathematischer Formeln gekleidet, nur die höchste wissenschaftliche Kraft vermag es, die Grundwahrheit einer Erkenntnis mit schlichten Worten zu sagen. Ihm blieb der begeisterte Zuruf einer dankbaren Mitwelt versagt. Kränkende Zurückweisung warf die Schatten der Verbitterung über den Rest seines Lebens und selbst die Natur schien die geistigen Augen, die ihr tiefstes Geheimnis zuerst erschaut, mit strafendem Schleier zu blenden.

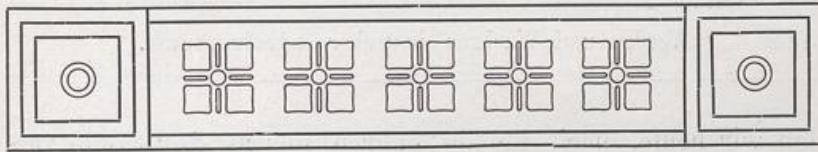
Die Nachwelt reicht heute Beiden die Palme. Das Jahrhundert, dem so viel Glanz sie liehen, begrenzte auch ihren irdischen Lauf. Doch wie verschieden der Abschiedsgruß ihrer sinkenden Sonne! In majestätischer Pracht sank die eine hinab, mit glutrotem Schein den Himmel weithin vergoldend —

Wem hold sind die Götter,
Dem blüht der Vollendung
Herrliche Blume.

Aus umnachtenden Wolken zerrissene Strahlen entsendend, die andere —

Was ist der Ruhm? Ein Regenbogenlicht,
Ein Sonnenstrahl, der sich in Tränen bricht.





2.

Werden und Wachsen deutscher Ingenieurkunst.^{*)}

Der Zeitabschnitt, auf welchen wir heute zurückblicken, ist durch zwei große, alles überragende Tatsachen gekennzeichnet: die politische Einigung unsres Vaterlandes und seine wirtschaftliche Erstärkung. Aus vielen Quellen fließen die belebenden Kräfte, welche den alten Stamm unsres Volkes von neuem so reich belaubten, daß unter seinem Schutze nicht bloß in der Heimat, sondern weit über das Weltmeer hinaus der deutsche Gewerbefleiß in nutzbringender Arbeit sich entfalten konnte. Eine dieser Quellen entsprang der Regsamkeit und der Intelligenz des deutschen Ingenieurstandes. Getragen von der Überzeugung, daß die deutsche Ingenieurkunst nur unter dem Schutze der Machtfülle einer geeinten Nation im Auslande Geltung gewinnen konnte, schlossen die Gründer unsres Vereines, kaum dem Jünglingsalter entwachsen, ihren Bund, und nannten ihn trotz der politischen Zersplitterung des Vaterlandes mutig und begeisterungsvoll den Verein deutscher Ingenieure. Ein leuchtendes Wahrzeichen richteten sie damit auf, und mit tiefster Befriedigung erfüllt es uns,

^{*)} Eröffnungsrede bei der Feier des 50jährigen Bestehens des Vereines deutscher Ingenieure am 11. Juni 1907 im Reichstagsgebäude.

daß wir heute, nach fünfzig Jahren, uns an der Stelle vereinigen dürfen, welche wir als die monumentale Verkörperung der nationalen Einheit betrachten. Was unter den grünen Tannen eines deutschen Waldgebirges in jugendlicher Begeisterung geträumt und geplant, findet heut seine Weihe unter der Kuppel des deutschen Reichstages.

Fünfzig Jahre sind eine kurze Spanne Zeit im Dasein der Völker; doch welche Umwälzungen in unserm öffentlichen und inneren Leben haben wir schauend und denkend verfolgt! Wer freien und vorurteilslosen Blickes diese Jahre an sich vorüberziehen läßt, muß ehrlich bekennen: dem großen Ringen der Nation um ihre politische Einheit ist keine Ermattung gefolgt. Frisches Leben durchbraust noch heute alle Glieder unsres Volkskörpers, und wer auf geistigem Gebiet in dem Drängen nach neuen Kunst- und Weltanschauungen, auf wirtschaftlichem Felde in den erbitterten Interessenkämpfen nur beklagenswerte Erscheinungen sieht, der vergißt, daß nach ewigen Naturgesetzen regsame Kräfte Reibung hervorrufen müssen, welche in letzter Instanz doch nur Wärme erzeugt und damit dem Wachsen und Blühen des Gesamtorganismus gedeihlich ist.

Lenken wir unsern Blick auf die wirtschaftlichen Kräfte, soweit sie geistiger Natur sind. Eine auffallende Erscheinung tritt uns entgegen, die mehr noch als bei uns in den erstaunten Augen anderer Kulturnationen sich wieder spiegelt — das ungeahnte Aufleben eines mit Tatkraft und Wissen gepartten Wagemutes und Unternehmungsgestes, wie ihn sonst nur die Welt bei unserm glücklichen englischen Brudervolke neidend und bewundernd zugleich durch Jahrhunderte hindurch beobachtet hat. In Hellenismus und verspätete Philosophie versunken glaubte man das Volk der Dichter und Denker, eine edle Kulturmission mit nimmer-

müdem Idealismus vollendend. Doch unter dem Schleier regten sich neue Keime, die in dem vereinten Boden Pflege und Stütze fanden; ihre Wurzeln wühlten sich tiefer und drangen nach außen bis weit in die Ferne, und als eines Tages ein kräftiger Seewind darüberfuhr, da hob sich der Schleier und zeigte die deutschen Keime an allen Ecken und Enden der Erde festgewurzelt und Blüten tragend.

Im mütterlichen Boden hatten die Kräfte geruht von Anfang, und wer Geschichte zu lesen versteht, der wußte, daß die saftvollen Wurzeln der Hansa dereinst von neuem zum Tageslicht drängen würden. Das Aufblühen unserer Schifffahrtsindustrie ist eine der größten Überraschungen, welche die merkantile Welt jemals erlebt hat, und die Entwicklungsgeschichte unserer großen Gesellschaften klingt fast wie ein Märchen.

Reiche Lager von Kohlen und Erzen ruhten fast unberührt in dem Boden des Vaterlandes. Der Unternehmungsgeist, welcher in der letzten Hälfte des Jahrhunderts wie ein erfrischender Hauch über Deutschland dahinfuhr, förderte die Schätze ans Tageslicht und gab den beweglichen Kräften des Westens neue Ziele, der erstarrenden Bevölkerung des Ostens neue Impulse. Zu ungeahnter Blüte entwickelte sich die deutsche Eisenindustrie, und eine eigentümliche Fügung des Schicksals wollte es, daß der erfinderische Geist unsres mächtigsten Nebenbuhlers uns selbst die Waffe in die Hand gab, um den gefährlichen Feind, der unsere Eisenerze zu minderwertigen stempelte, siegreich zu bekämpfen. Mit dem Thomas-Verfahren der Entphosphorung trat Deutschland an die Spitze der eisenerzeugenden Länder der alten Welt.

Eine tiefe Bedeutung ruht in dieser Tatsache. Forschung und Erfindung sind nicht gebunden an die Grenzen eines Landes, sie breiten ihre Segnungen aus über

die ganze Welt. Forschung und Erfindung vereint mit Unternehmungsgeist sind aber die großen Kulturhebel der Menschheit.

Wie der Boden der Mutter Erde unerschöpflich ist an grünenden und erstarrten Schätzen, so birgt die Natur in ihren gesetzmäßig waltenden Kräften noch eine unendliche Fülle des Reichtums. Doch nicht mechanische Arbeit allein erschließt sie uns, hier siegt nur der Geist, und mit Gedanken haben wir uns zu gürten.

In erstaunlicher Fülle hat die Natur im abgelaufenen Jahrhundert Gesetze enthüllt, die sie dem geistigen Auge der Menschheit jahrtausendlang verbarg. Ein halbes Jahrhundert mühte sich selbstlos die Forschung und entriß ihr die Schleier, die andere Hälfte zeigt den Sieg der Erfindung: die gefesselten Kräfte fügen sich dienstbereit dem Willen des Menschen.

Auf diesem Kampfplatze der Kultur scharte sich vor 50 Jahren jenes Häuflein von 23 jugendmutigen Streitern um ein Panier, welches die stolze Inschrift trug: „Die geistigen Kräfte deutscher Technik“. Heute ist es eine Armee von 20 000 Kämpfern, welche mit den ebenbürtigen Kräften aller Kulturnationen um die Palme des Fortschrittes ringt. Und wenn wir heute von einer deutschen technischen Wissenschaft reden dürfen, wenn die Bedeutung unserer Ingenieurkunst von allen Nationen in ihrer wissenschaftlichen Vertiefung erkannt wird, so darf der Verein deutscher Ingenieure einen Teil dieses Erfolges auch auf seine Arbeit zurückführen. Die 50 Jahrgänge seiner Zeitschrift spiegeln sein wissenschaftliches Mühen getreulich wieder; war es doch schon bezeichnend, daß er zum geistigen Führer einen Mann der Wissenschaft, den unvergeßlichen Grashof, erkor, der 34 Jahre in Treue und Selbstlosigkeit seines Amtes waltete. Das Ge-

dächtnis dieses großen und guten Mannes lebt unauslöschlich in unsern Herzen.

Wenn wir nach den hervorragendsten Merkmalen suchen, welche unsere Entwicklung begleitet, ja zum wesentlichen Teil erst ermöglicht haben, so können wir nicht vorübergehen an der größten Forschungsstat des abgelaufenen Jahrhunderts: der Entdeckung des Energiegesetzes durch Robert Mayer. Nicht aus dem schnell sich erschöpfenden Acker der Schulwissenschaft, sondern aus dem Boden des unbeirrten erwüchsigen Denkens drang diese neue Naturerkenntnis zum Licht. Kein Zunftgelehrter war es, der das harmonische Zusammenwirken aller Kräfte der Natur erkannte und damit zeigte, „was die Welt im Innersten zusammenhält“. Und doch gab er dem wissenschaftlichen Denken der Menschheit eine neue Richtung, dem Ingenieur das Fundament, auf dem er seine Wissenschaft sicher begründen konnte. Es ist darum nicht ohne innere Berechtigung, daß der Verein deutscher Ingenieure als erster das Andenken jenes Forschers durch ein Denkmal an den Ufern des Neckars ehrte.

Die Energiequellen der Natur schienen in der Mitte des Jahrhunderts durch Dampf-, Wasser- und Windkraftmaschinen in die einzig möglichen, bleibenden Formen gefaßt, aus welchen rastlose Arbeitskraft den Stätten des menschlichen Fleißes, dem Flügelroß des Verkehrs in reichlicher Fülle zugeführt werden konnte. Dankbar müssen wir es darum erkennen, daß uns das letzte halbe Jahrhundert zwei neue wertvolle Formen der Energie in der Gaskraft- und der elektrischen Maschine beschert hat.

Eine fast übermenschliche Aufgabe scheint es, das Flammenmeer explodierender Gase in geregelte Bahnen zum Frondienst der Arbeit zu lenken. Und doch ist sie heute glänzend gelöst und lohnt uns durch reichen Gewinn: die

früher nutzlos vergeudeteten Gichtgase aus eisenerzeugenden Hochöfen treiben heute mit vieltausendpferdigen Maschinen die Walzenstraßen, aus deren pressender Umarmung die sprühenden Eisenwege des Verkehrs hervorschießen.

Wertvoller noch erwies sich die elektrische Kraft. An der Scheidegrenze der Jahrhunderte, die Schillers Genius verherrlicht, erschloß sich dem Menschen eine neue bis dahin unbekannte Naturkraft: der elektrische Strom. Volta erzeugt ihn zuerst mit chemischen Mitteln, Oersted entdeckt seine magnetische Kraft. Zwei deutsche Gelehrte, Gauß und Weber, tragen die magnetische Wirkung zum Dienst in die Ferne, doch erst dem unberührten Geiste des Amerikaners Morse erschließt sich die volle praktische Tragweite dieser Erfindung. Er wird der Schöpfer der Welt-Telegraphie. Damit verläßt die Elektrizität die engen Räume des Laboratoriums und tritt einen Siegesflug ohne gleichen an, der den Zeiger der Kultur um Jahrtausende mit sich reißt. Nur ein Menschenalter vergeht, und schon am Ende des Jahrhunderts streift die Telegraphie die Fessel des Drahtes ab, sie schwingt sich frei durch die Luft, getragen von neuer Erkenntnis, die Heinrich Hertz uns deutet, Marconi als erster erfinderisch gestaltet.

Die Palme müssen wir aber reichen jener herrlichen Erfindung, welche vor vier Dezennien begann, die tiefsten Furchen durch unsere Kultur zu ziehen: der elektrischen Maschine. Nicht unvermittelt ward uns diese Gabe zuteil. Wir danken sie jener selbstlosen Forschung, die auch wir in unserer auf nützliche Verwertung gerichteten Gedankenwelt stets als die edelste Blüte menschlicher Geistesarbeit bewundern. Wiederum aus dem jungfräulichen Boden des Volkes erwuchs uns der Genius, der das gesetzmäßige Walten der Natur erkannte: Michael Faraday. Er erzeugte zuerst elek-

trische Ströme durch einfache Bewegung und baute die Brücke aus dem Reich der mechanischen Kräfte in die Welt der elektrischen Erscheinungen. Er öffnete damit das breite Tor, durch welches die Maschinenelektrizität, die Elektrotechnik, in unsere Kultur einzieht.

Doch noch ein weiter Weg war zu durchmessen, ehe es gelang, die Entdeckung nutzbringend zu verwerten. In Deutschland knüpft sich die Erfindung der elektrischen Maschine an den ruhmvollen Namen Werner von Siemens, dem durch sichere Beherrschung des Energiegesetzes die restlose Umwandlung mechanischer Arbeit in die elektrische Form zuerst gelang. Die deutschen Ingenieure zählen ihn mit Stolz zu den ihrigen und haben sein unvergängliches Verdienst zugleich mit dem des Erweckers der deutschen Stahlindustrie, Alfred Krupp, durch ein Denkmal vor dem Monumentalbau jener technischen Bildungsstätte geehrt, die uns morgen gastlich empfangen will. Der Strahl des elektrischen Lichtes erhellt unsere Nächte und schafft dem Arbeiter edlere Daseinsbedingungen. Unerschöpfliche Ströme von Energie leitet die Elektrizität in seine Hände, und wenn der ermattete Arm mit der Sonne des Tages zu wohlverdienter Ruhe sich senkt, ergreifen im Glanz der elektrischen Sonne neu belebte Scharen die Zügel der Kraft, um in den Zeiten heißen Wettbewerbes auf dem Weltmarkt die deutsche Industrie zum Siege zu führen. In alle Gewerbezweige rinnt heute der elektrische Strom, und wir schauen bereits im Geiste die Zeit, wo die belebende Kraft in tausend und aber tausend Kanälen sich weit über das Land ergießt und auch dem erschöpften Acker wieder reichere Ernten verheißt.

So sehen wir am Ende eines halben Jahrhunderts die Ziele und Aufgaben des Ingenieurs fast unermesslich erwei-

tert. Aber nicht in gleichem Schritt wuchs die Anerkennung, welche der gebildete Teil unseres Volkes der schaffenden Ingenieur­ tätigkeit entgegenbrachte. Ihrem natürlichen Emporwachsen aus dem Handwerk haftete noch lange der Boden­ geruch körperlicher Arbeit an, die von der ausschließlich geistig erzogenen herrschenden Klasse zwar geschätzt und ver­ wertet, aber nicht als ebenbürtig anerkannt wurde. Aus dem geschilderten organischen Zusammenwachsen von tiefgründiger Forschung und schöpferischer Bildungskraft war aber ein neuer Beruf entstanden, seiner Bedeutung für das Leben der Zeit sich völlig bewußt, und nach verdienter Gleich­ wertung strebend. Der Ingenieurberuf ist zwar eine prak­ tische Tätigkeit, aber von echt wissenschaftlichem Geiste durchdrungen, eine zur Wissenschaft gewordene Technik, welche auf den geistigen Höhen der Menschheit hinter den andern Schwestern auch nicht mehr um eine Stufe zurück­ stehen will.

Der ethische Gehalt dieses Berufes hat den Vergleich mit anderen niemals zu scheuen. Wer hat mehr getan für die Befreiung des Menschen von körperlicher Arbeit und damit Sinne und Herzen frei gemacht für höhere geistige Auf­ gaben? Die größte ethische Tat eines Volkes, welche die Weltgeschichte kennt: die soziale Gesetzgebung Kaiser Wil­ helms des Großen — wer hat sie verständnisvoller auf­ genommen und williger getragen als die deutsche Industrie? Der deutsche Ingenieur hat damit den Beweis erbracht, daß auch sein Beruf durchgeistigt wird von den großen Gedanken christlicher Ethik.

Und wer hat schließlich der Kultur unserer Zeit tiefer seinen geistigen Stempel aufgeprägt als der Ingenieur? Schauen wir uns um in der wirklichen Welt. Welche Fülle von Luft und Licht und Reinlichkeit erfüllt heute die Stätten,

wo der Erwerbsinn die Menschheit zusammendrängt und wo ehedem mörderischer Pesthauch blühendes Menschenleben vernichtete! Blicken wir hinaus in die herrliche Natur, die heut auch dem Minderbegüterten offen steht und mit ihrer erhabenen Schönheit eine Ahnung göttlichen Waltens im Herzen der Menschen erweckt! Und endlich: vergessen wir nicht, daß mit dem eilenden Dampfroß, das Felsen durchbricht und Meere überbrückt, nicht bloß die schwere Last des Kaufmannes, sondern auch ideale Güter, geistiges Leben, lichte Gedanken und damit Kultur und Gesittung weit über den Erdball getragen werden. Wahrlich auch unser Beruf, richtig erfaßt, ist reich an idealem Gehalt!

Die Geschichte unseres Vereines zeigt das Ringen des deutschen Ingenieurs um seine soziale Stellung. Schon vor 20 Jahren erhob er die Forderung der Gleichwertung seiner Berufsarbeit mit dem aus sieghafter Überzeugung fließenden Ausspruch: „daß die deutschen Ingenieure für ihre allgemeine Bildung dieselben Bedürfnisse haben und derselben Beurteilung unterliegen wollen wie die Vertreter der übrigen Berufszweige mit höherer wissenschaftlicher Ausbildung.“

Der erstarrte Idealismus einer abgeklungenen Kulturperiode verschloß sich in Deutschland hartnäckig der Aufnahme neuer Keime aus dem stets sich verjüngenden Boden der Zeit.

Da erstand uns der Befreier, wo die Welt ihn am wenigsten vermutete. Von der Höhe des Thrones erklang an der Jahrhundertwende das erlösende Wort, welches den Aufstieg frei machte zu den geweihten Höhen der Wissenschaft, frei für alle, die auch in unserer Geisteswelt sich um das Banner „Excelsior“ scharen.

Wem schlagen darum in der heutigen Stunde die Herzen stürmischer entgegen als unserm Kaiser? Er gab uns

Bürgerrecht und Freibrief in der Welt des höchsten geistigen Lebens, er erhob uns zu vollwertigen Mitkämpfern für die Größe des Vaterlandes und erteilte der aufblühenden Wissenschaft des Ingenieurs in ihren tiefsten Wurzeln neue ideale Impulse. Es wird immerdar als eine segensreiche Fügung gepriesen werden, daß in einer Zeit, wo die schaffenden Kräfte des Volkes zur Sonne drängten, auf der Höhe des Thrones ein Mann erstand, der unbefangenen und regsamen Geistes den vollen Wert dieser Kräfte ermaß.

Tief ruht der Dank dafür im Herzen jedes deutschen Ingenieurs; in der heutigen weihevollen Stunde, die mit dem Jubelfeste unseres Vereines zugleich die erste Epoche einer neuen Kulturentwicklung feiert, drängt er sich begeistert auf unsere Lippen. Der deutsche Ingenieur weiß sich frei von Byzantinismus: in dieser Stunde will er aber öffentlich Zeugnis ablegen von dem tiefen Gefühl, das ihn beseelt.

In einer Zeit, die dem Ingenieur den idealen Lohn seiner Arbeit versagte, schuf er sich selber ein Zeichen des Dankes in Form einer goldenen Denkmünze mit dem Bildnis Grashofs geprägt: In Ehrfurcht und Begeisterung bringen wir sie heute unserm Kaiser dar. Von Künstlerhand entworfen, zeigt sie Sein eigenes Bild und die Idealgestalt unserer Wissenschaft, die den Lorbeer des Dankes reicht. Wenn je, so sind wir heute Ihrer begeisterten Zustimmung sicher, die sich Bahn bricht in dem jubelnden Zuruf: Seine Majestät unser allergnädigster Kaiser, er lebe Hoch, Hoch, Hoch!





3.

Otto von Guericke, der erste deutsche Ingenieur.*)

Einer von den großen Forschern, die über bayrischen Boden gewandelt, — Justus von Liebig — klagte einst, daß die große Masse der Menschen keinen Begriff davon habe, mit welcher Schwierigkeit Arbeiten verknüpft sind, die das Gebiet des Wissens tatsächlich erweitern. Der im Menschen liegende Trieb nach Wahrheit allein reiche nicht aus, die Hindernisse zu überwältigen, wenn sich dieser Trieb in dem Einzelnen nicht zur mächtigen Leidenschaft steigerte.

Wie einfach gestaltet sich gerade die Anwendung seiner großen Erfindung, welche die Fruchtbarkeit des Bodens verdoppelt, in den Händen des Landmanns. Wer von diesen aber kennt seine jahrelange mühevollen Experimentierarbeit, wer weiß von den vielen schlaflosen Nächten des Forschers, in denen langsam die Erkenntnis der Gesetze reifte, die das Wachstum der Pflanze beherrschen!

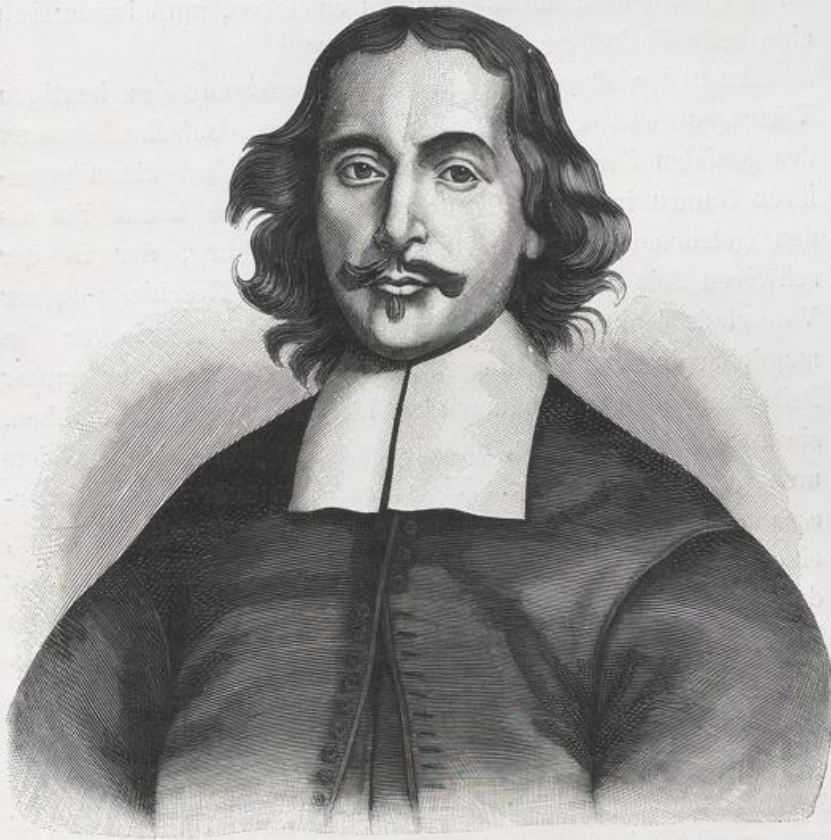
Mehr oder weniger trifft dies auf jede bahnbrechende Forschung in den Naturwissenschaften zu. Auf anderen Gebieten geistigen Schaffens pflegen wir uns im Gegensatz

*) Festvortrag aus Anlaß der Grundsteinlegung des Deutschen Museums in München gehalten im Wittelsbach-Palais am 13. Nov. 1906.

hierzu mit besonderer Liebe gerade in den Entwicklungsgang großer Gedanken zu vertiefen und suchen das Werden der Meister im Lichte ihrer Zeit zu verstehen. Das Museum, dessen Grundstein wir heut gelegt haben, soll dem deutschen Volke auch seine großen Forscher und Finder, seine Dichter und Denker auf naturwissenschaftlichem Gebiete menschlich näher bringen, soll Achtung und Ehrfurcht wecken vor der Glut der Begeisterung, welche leidenschaftlich auch in ihren Herzen geblüht und an der sich das große Licht entzündet hat, in dessen Glanz unsere heutige Kultur dahinschreitet.

Es ist ein deutsches Museum, und in erster Linie dazu bestimmt, den Anteil deutscher Geistesarbeit an den großen Taten der Naturforschung darzustellen und ihre Dokumente für die Nachwelt zu sammeln. Man hat die deutsche Eigenart allzulange lediglich in philosophischer Vertiefung erblickt und den deutschen Michel, im Auslande sogar mit sichtlichem Behagen, alle Vorzüge einer träumerischen Denkart angedichtet. Das letzte halbe Jahrhundert hat der Welt ein anderes Bild entrollt: in seinem blanken Waffenschilder sehen wir heut die Strahlen einer neuen Kultursonne mit verstärktem Glanze sich widerspiegeln.

Die wahre Eigenart deutschen Geistes ist richtig gekennzeichnet durch eine Doppelnatur: philosophische Vertiefung gepaart mit schöpferischer Bildungskraft. Keine von beiden kann die Forschung entbehren. „Ein Experiment, dem nicht eine Theorie, d. h. eine philosophische Idee vorhergeht, verhält sich zur Naturforschung wie das Rasseln einer Kinderklapper zur Musik“ ist ein anderes Wort Liebigs, und fast alle großen deutschen Forscher haben am Ende ihres Lebens die Art ihres Schaffens in ähnlicher Weise geschildert.



Otto von Guericke.

Chamberlains geistvolle Beredtsamkeit hat sie in die Worte geprägt: „Das Bild in unserm Hirn wird nicht von außen beleuchtet, um es genau zu erblicken, muß innerlich eine helle Fackel angezündet werden.“

Auch der Mann, den ich zum Gegenstande des heutigen Vortrages gewählt habe, zeigt uns diese deutsche Eigenart des genialen Forschers. Otto von Guericke hat einen populären Namen in Deutschland; jeder Gebildete kennt ihn als den gelehrten Bürgermeister von Magdeburg, der in der schweren Zeit des 30jährigen Krieges die Geschicke seiner Vaterstadt lenkte. Jedes Kind hört in der Schule von den magdeburgischen Halbkugeln, und das Bild der unter Peitschenhieben sich bäumenden 16 Rosse, die sich bemühen, sie auseinanderzureißen, hat sich unserm jugendlichen Geiste unvergeßlich eingeprägt. Viele erblicken aber in dem interessanten Experiment kaum mehr als eine Zufallserfindung, eine wissenschaftliche Spielerei, die der kluge Bürgermeister den hohen Herren und vielbeschäftigten Diplomaten auf dem Regensburger Reichstage zur Ergötzung nach reichlichem Mahle, vielleicht als eine *captatio benevolentiae* für das schwer geprüfte Magdeburg vorzuführen für gut befand. Was aber wissen die meisten von der gewaltigen Forschungstat jenes Mannes, der über den wichtigsten irdischen Stoff, der uns umgibt, ohne den wir nicht leben und atmen können, uns zuerst grundlegende Wahrheiten gelehrt, der uns gezeigt hat, daß wir mit seiner Körperlichkeit die Eigenschaften des Druckes und der Elastizität zu verbinden haben.

Von den Lebensschicksalen des seltenen Mannes wissen wir nicht allzuviel, seine Aufzeichnungen sowie sein ausgedehnter Briefwechsel mit anderen Forschern gingen in einem Streit seiner Enkel verloren. Als Sohn einer wohlhabenden Magdeburgischen Patrizierfamilie wurde er im

Jahre 1602 geboren. Sein Vater war lange Jahre in polnischen Diensten als Gesandter in Moskau und Konstantinopel, sein diplomatisches Talent scheint der Sohn von ihm geerbt zu haben. Er genoß eine sorgfältige Erziehung und vervollständigte diese auf den Universitäten in Leipzig, Helmstedt, Jena und Leyden, sowie durch Reisen in Frankreich und England. Mit Vorliebe betrieb er neben der Jurisprudenz die Naturwissenschaften und machte sich den Wissensstoff, den die im 16. Jahrhundert neu aufblühende Forschung gezeitigt hatte, im ganzen Umfang zu eigen. Der Ingenieurwissenschaft, die damals in den Vorlesungen über Festungsbaukunst an den Universitäten gelehrt wurde, scheint aber sein Hauptstudium gegolten zu haben, denn in seiner Vaterstadt bekleidete er nach Vollendung desselben 1627—31 die Stelle eines Ratsbaumeisters. Als solcher erlebte er die furchtbare Katastrophe, die über seine Vaterstadt hereinbrach. An der Befestigung der Stadt hatte er regen Anteil. Daß seine Maßnahmen zweckentsprechende waren, beweisen die zahlreichen mit Erfolg zurückgewiesenen Sturmversuche des kaiserlichen Heeres. Bekanntlich fiel Magdeburg durch die Uneinigkeit seiner Bürger und durch eine List Tillys, der angesichts des heranrückenden schwedischen Entsatzes zum Aufgeben der Belagerung gezwungen, die Kanonade einstellen und den Abmarsch vorbereiten ließ. Zugleich fanden Friedensverhandlungen im Rathause statt. In freudiger Stimmung verließen die ermatteten Bürger zum großen Teil die Wälle und gaben sich der langentbehrten Ruhe hin. Dies hatte Tilly vorausgesehen und in früher Morgenstunde gelang es ihm, durch einen unvermuteten letzten Sturm die schwach besetzten Fortifikationen zu nehmen. Bis zum letzten Augenblicke war Guericke im Rathaus tätig, bei dem Alarm der Türmer stieg er zu Pferde und versuchte an den

Toren die zurückweichenden Bürger wieder vorwärts zu treiben. Erst als er sah, daß alles rettungslos verloren war, eilte er nach seinem Hause, das er von plündernden Kroaten gefüllt fand. Sein bereits blutendes jüngstes Kind entriß er den rohen Händen und erkaufte das nackte Leben der Seinen durch Auslieferung aller Barmittel, die er in seinem Hause verwahrt hatte. Von allem entblößt verließ er die Stadt und suchte Schutz in dem Lager der Feinde. Er selbst erzählt, daß ihm ein kaiserlicher Offizier für die Reparatur seiner Taschenuhr, vermutlich eines Beutestückes, einen Dukaten schenkte, wofür er sich und seine Familie notdürftig bekleiden konnte.

Seine blühende reiche Vaterstadt war in einen rauchenden Schutthaufen verwandelt, mehr als 20 000 Einwohner waren niedergemacht oder in den Flammen umgekommen, nur etwa 140 elende Fischerhäuser am Strande der Elbe neben wenigen steinernen Gebäuden waren verschont geblieben. An eine Rückkehr war deshalb zunächst nicht zu denken. Um Brot für die Seinen zu schaffen, trat er in schwedische Dienste und war zwei Jahre lang als leitender Ingenieur bei den Festungsbauten in Erfurt beschäftigt. Sobald aber in seiner Vaterstadt die ersten Keime eines neuen Gemeinwesens sich regten, eilte er zurück, um sich ganz in den Dienst desselben zu stellen. Nach seinen Plänen ging man an die Wiederaufrichtung der Stadt, die er zweckmäßiger und herrlicher erstehen lassen wollte. Im Jahre 1646 zum regierenden Bürgermeister erwählt, ward ihm die Aufgabe zuteil, die Interessen der Stadt bei den Friedensverhandlungen in Münster und Osnabrück wahrzunehmen. Es gelang seinem diplomatischen Geschick, wichtige Vorteile, unter anderen die Anerkennung der Reichsunmittelbarkeit der Stadt, zu erzielen. Zwar ging in den langjährigen Verhandlungen, die

sich an die Ausführung der Friedensbeschlüsse knüpften, dieser Vorteil wieder verloren und die Stadt kam in kurbrandenburgischen Besitz. Wenn man die viele hundert von Folioseiten umfassenden Berichte, welche er von seinen zahlreichen Missionen an den Rat gesandt und die heute noch im Archiv der Stadt aufbewahrt werden, durchliest, kann man sich der Bewunderung nicht verschließen für die Beharrlichkeit und weltmännische Gewandtheit, mit der er die geringen Aussichten der Stadt für ihre mit Hartnäckigkeit verfolgten Großmachtsbestrebungen gegen einflußreiche Gegner verteidigte. Es könnte auffallen, daß er im Jahre 1666 endlich selbst seine gewichtige Stimme dafür einsetzte, die Stadt mit Kurbrandenburg zu vereinigen. Wir dürfen annehmen, daß sein weitblickender Geist schon damals in dem unter dem großen Kurfürsten neu aufstrebenden Staate die Kraft erkannte, für alle norddeutschen Interessen dereinst als Rückgrat zu dienen und die Überzeugung gewann, daß Handel und Wandel seiner Vaterstadt unter dem Schutz eines mächtigen Staatswesens schneller zu seiner alten Blüte gelangen konnte.

Aber nicht seine politische Bedeutung war es, die ihm die allgemeine Anerkennung verschaffte und seinen Namen schon zu seinen Lebzeiten zu einem weltberühmten machte. Es war die Bewunderung für den Glanz seiner wissenschaftlichen Forschung, die Ausdruck fand in der Verleihung des Reichsadels und dem Titel eines kurbrandenburgischen Rates. Nach 40jähriger aufopferndster Tätigkeit legte er sein Amt als Bürgermeister nieder, um die letzten Jahre im Hause seines Sohnes in Hamburg nur noch seiner Forschung zu leben. Er schied nicht in Frieden von seiner Vaterstadt. In den politisch bewegten Zeiten hatte ihm die Stadt für seine ausgezeichneten Dienste die Befreiung von allen bürgerlichen

Lasten für sich und seine Nachkommen bewilligt. Aus kleintlichen Sparsamkeitsrücksichten suchte man später diese Anstandspflicht zu umgehen. Seine äußeren Verhältnisse waren nach damaligen Begriffen glänzend zu nennen, denn er hatte die Liegenschaften seiner Väter durch kluge Wirtschaft ertragfähig gemacht. Er hätte die wenigen hundert Taler, um die es sich handelte, sicherlich leicht verschmerzen können, aber sein Rechtsgefühl lehnte sich dagegen auf, verstärkt durch die Erbitterung über die ihm widerfahrene Undankbarkeit. Erst nach seinem Tode wurde der Streit zugunsten seiner Nachkommen vom Kurfürsten geschlichtet. Wir dürfen wohl annehmen, daß dasselbe Gefühl ihn veranlaßt hatte, seine Vaterstadt zu verlassen. Der gleiche Unstern waltete auch über seinem Tode im Jahre 1686. In der ersten Aufwallung eines berechtigten Gefühls beschloß der Rat, seine körperliche Hülle nach Magdeburg überzuführen und feierlich beizusetzen. Dies unterblieb, man weiß nicht, aus welchem Grunde, und über den Ort, wo sein Leichnam ruht, herrscht heute noch völliges Dunkel. Die Nachwelt hat einen Teil der Schuld abzutragen versucht: Im Rathaus zu Magdeburg steht seine Büste und die Stadt rüstet sich jetzt, sein Standbild, von Echtermeier entworfen, auf einem öffentlichen Platz in Magdeburg zu errichten. So viel über die äußeren Lebensschicksale des Bürgermeisters von Magdeburg, wir wenden uns jetzt zu dem Forscher und Erfinder.

Seine Gestalt hebt sich in scharfen Umrissen ab auf dem Hintergrund des für die Entwicklung der Wissenschaften so bedeutsamen 17. Jahrhunderts. In diesem vollzieht sich der endgültige Bruch mit der aristotelischen Scholastik. Es ist als ob ein Riese die Ketten sprengt, mit welchen man ihn im Schlaf gefesselt hatte. In dem Auftreten eines Roger Baco, eines Leonardo da Vinci, eines Kopernikus sehen wir

die ersten Zuckungen neu erwachenden Lebens. Galilei und Torricelli in Italien, Descartes und Pascal in Frankreich, Boyle mit Newton in England und Kepler, Leibniz und Guericke in Deutschland erschließen mit Titanenkraft eine neue ungeahnte Gedankenwelt.

Guericke kam zuerst in Leyden, wo er intensiv die Naturwissenschaften betrieb, in den Bannkreis dieser Forschung. Während seines ganzen langen sturmbewegten Lebens blieb sie seine treue Begleiterin und erhob ihn aus den Widerwärtigkeiten, in die seine amtliche Stellung ihn verwickelte. Über den Zeitpunkt, in welchen seine bedeutendste Erfindung, die Luftpumpe, fällt, sind wir im Unklaren, es scheint etwa die Mitte des Jahrhunderts zu sein. Erst an der Schwelle des Greisenalters fand er Muße, einen Bericht über seine wissenschaftliche Lebensarbeit niederzuschreiben. Wir ersehen daraus wohl seine Gedanken, können sie aber chronologisch nicht ordnen. Eine besondere Eigenart seiner Natur tritt indes deutlich hervor, eine Eigenart, die wir bei seinen gleichstrebenden Zeitgenossen vergeblich suchen: Das Bestreben und die Fähigkeit, neu erworbene wissenschaftliche Erkenntnis in praktische Tat umzusetzen, Gedanken durch Mechanismen schöpferisch zu verwirklichen. In dieser Hinsicht ist er nur mit Leonardo da Vinci zu vergleichen, mit dem er auch die Fähigkeit teilt, seine Erfindungen zeichnerisch anschaulich darzustellen. Die von ihm noch erhaltenen Risse, sowie die perspektivischen Skizzen zu seinem Werk mit ihren landschaftlichen Hintergründen sind sogar nicht ohne künstlerischen Reiz. Auch in der praktischen Ausführung seiner Apparate und Maschinen, zumeist von eigener Hand, zeigt sich ein für die damalige Zeit hochentwickeltes technisches Können. Wir dürfen ihn mit Fug und Recht den ersten deutschen Ingenieur

nennen, umsomehr, als er sich selbst so bezeichnet, denn auf einem kunstvollen Astrolabium, das er, mit einem Schreibzeug vereint, einem einflußreichen Diplomaten verehrte, findet sich die gravierte Inschrift: „Fait par O. de Guericke, Ingénieur à Magdebourg,“ und in dem Begleitschreiben zu seinem Geschenk die stolze Äußerung: man könne es nirgends käuflich erwerben.

Die Beschäftigung mit astronomischen Fragen, durch die Forschungen Keplers neu belebt, nahm wohl zuerst seine Sinne gefangen. In klaren Nächten betrachtete er den unermesslichen Himmel und den mit unzähligen Sternen erfüllten Raum. Was war der übrige Inhalt dieses unendlichen Raumes? Philosophische Gedanken führten ihn zu der Vernunftvorstellung einer absoluten Leere. Aber sein an der modernen Forschung geschulter Verstand diktirte ihm die Worte in die Feder: „Ein Beweis, der auf Erfahrung beruht, ist jedem aus Vernunftschlüssen gezogenen vorzuziehen.“ Von nun an war sein unablässiges Sinnen und Trachten darauf gerichtet, durch künstliche Mittel einen luftleeren Raum zu erzeugen und damit die Möglichkeit seines Vorhandenseins im Weltenraum zu erweisen.

Bezeichnend für seine Forschung ist die Reihe planvoller Experimente, die er begann. Zuerst füllte er ein wohlgefügtes und festverspundetes Weinhaß mit Wasser und versuchte, dasselbe daraus zu entfernen mit einer Wasserspritze, „wie man sie bei Bränden benutzt“. Dazu bedurfte sie aber einer konstruktiven Änderung, er versah sie mit zwei Ventilen, einem Saug- und einem Druckventil. Doch die Bänder und eisernen Schrauben, mit denen er sie am Fasse befestigte, rissen eher, als daß das Wasser dem Kolben gefolgt wäre. Durch Verstärkung der Befestigung wurde dieser Übelstand beseitigt. Drei starke Männer, die an dem Stempel

der Spritze zogen, vermochten nunmehr, das Wasser durch das Saugventil herauszuschaffen. An allen Teilen des Fasses hört er ein Geräusch, als wenn das Wasser heftig kochte und findet nach mühevoller Arbeit, daß Luft durch die Poren des Holzes eingedrungen war. Nun stellte er das zu entleerende Faß in ein größeres und füllte dieses gleichfalls mit Wasser. Es gelang, aus dem kleinen Fasse das Wasser zu entfernen, an dessen Stelle ohne Zweifel ein leerer Raum entstand. Aber auch hier blieb die Enttäuschung nicht aus. „Als nach Ablauf des Tages mit der Arbeit aufgehört wurde und alles ringsum still geworden war,“ so schreibt er, „vernahm man einen wechselnden von Zeit zu Zeit unterbrochenen Ton, ähnlich dem eines leise zwitschernden Singvogels.“ Dies dauerte fast drei volle Tage. Als er darauf die Mündung des kleinen Fasses öffnete, fand er dasselbe wieder mit Luft und Wasser gefüllt. Scharfsinnig zog er die richtige Schlußfolgerung: Das unter starkem Druck befindliche Wasser dringt durch die Poren des Holzes. Das Wasser selbst enthält Luft, die bei der starken Eintrittsreibung daraus befreit wird. Er verläßt nunmehr das Holz wegen seiner Porosität und experimentiert mit einer großen Kupferkugel. Kräftige Männer arbeiten an der Wasserpumpe und schon glaubt er das Werk vollendet — da tritt ein unerwarteter Zwischenfall ein: Die Metallkugel wird plötzlich mit lautem Knall zerdrückt, sowie man ein Tuch zwischen den Fingern zusammenballt, oder als ob die Kugel von einem Turm mit heftigem Aufprall herabgeworfen wäre. Richtig folgert er abermals: Die Kugel wurde von der äußeren Luft zusammengedrückt, weil sie nicht völlig rund war. Eine genau gearbeitete Kugel hätte, der Übereinstimmung aller Teile halber, die sich beim Widerstand leisten unterstützen, den Druck der Luft aushalten müssen. Eine neue, sorgfältiger gearbeitete Kugel wird her-

gestellt, jetzt endlich glückt das Experiment: Ein wirklich leerer Raum entsteht, denn aus dem Druckventil der Spritze entweicht weder Wasser noch Luft.

Nach einigen Tagen füllte sie sich aber wieder mit Luft, welche an dem Kolben der Spritze sowie an den Ventilen und Hähnen langsam eindrang. Durch konstruktive Maßnahmen, deren technische Vollendung noch heute nicht überboten ist, gelang es ihm mittels Flüssigkeitsdichtung auch dies zu beseitigen. Zugleich hatte er erkannt, daß seine Pumpe nunmehr auch ohne Wasserfüllung des Rezipienten direkt die Luft herausschaffen konnte. Seine Erfindung war vollendet. Nur unwesentliche Zutaten brachte die weitere Entwicklung, so beispielsweise einen sinnreich erdachten Hebelmechanismus zur Erleichterung der Pumparbeit. Zu dieser Erfindung wurde er veranlaßt durch den Wunsch seines allergnädigsten Herrn, des Kurfürsten von Brandenburg, der die Regensburger Versuche, an denen er nicht teilgenommen, in Berlin sehen wollte. Wegen der Transportschwierigkeiten konstruierte er diese leichtere Maschine.

Ich habe seine ersten Experimente etwas ausführlicher dargestellt, weil sie uns die Eigenart seiner Forschung zeigen: Liebevoller Betrachtung der Natur versenkt seinen Geist in Meditationen, aus denen die Idee eines luftleeren Raumes entspringt. Sie krystallisiert in seinem Hirn zu einer bestimmten Theorie der Luft und mit einem erstaunlichen Aufwand von Experimenten sucht er sie zu stützen. Er zwingt die Natur, sich in bestimmten Erscheinungen zu äußern und betrachtet diese in dem hellen Licht der in seinem eigenen Hirn entzündeten Fackel. Zahlreiche andere Experimente folgen, deren Erörterung nur an der Hand von Zeichnungen möglich wäre. Sie alle bestätigen seine vorgefaßte Theorie. Nun erst spricht er sie aus in folgenden lapidaren Sätzen:

„Die Luft ist ein körperliches Etwas, die Wärme dehnt sie aus, die Kälte verdichtet sie; sie läßt sich zusammendrücken, doch haben Verdichtung und Verdünnung praktische Grenzen. Die Luft besitzt Gewicht und drückt sich selbst, sie drückt auf alles. In ihren unteren Schichten wohnt ihr immer etwas Wasserdampf inne, bald mehr, bald weniger, je nach der Beschaffenheit des Wetters. Die Luft verändert die Körper und ist imstande, Wärme und Kälte fortzuführen. Sie nimmt Schall und Geruch auf, wie Feuchtigkeit und Dämpfe. Wunderbares verrichtet sie in beseelten Wesen. Die Geschöpfe umgibt, beschützt, befeuchtet und erfrischt sie durch ihre Bewegung. Um ihr Wohlbefinden herbeizuführen, dringt sie in dieselben ein und erhält infolgedessen das Leben, indem sie das Atmen ermöglicht.“ Endlich folgt die alles über jeden Zweifel erhebende bestimmte faßbare Zahl: „Der Luftdruck ist gleich dem einer 20 Ellen hohen Wassersäule“. Eine Forschungstat spricht sich in diesen Sätzen aus, die in der Geschichte der Naturwissenschaften nur ihresgleichen findet in der späteren, ebenso gewaltigen Erkenntnis des Wärmeäquivalentes durch Robert Mayer.

Der drastische Versuch auf dem Regensburger Reichstag mit den sogenannten Magdeburgischen Halbkugeln, die aufeinander geschliffen und luftleer gepumpt nur mit starker Gewalt auseinander gerissen werden konnten, verschaffte seiner Erfindung und seinen Ideen die weiteste Verbreitung. Kaiser Ferdinand III, spricht sich über die an Zauberei grenzenden Versuche mit Enthusiasmus aus. Der Kurfürst von Mainz und Bischof von Würzburg, Johann Philipp, befiehlt den Professoren seiner Universität, sie zu wiederholen und der gelehrte Jesuit Kaspar Schott verfaßt ein eigenes Werk darüber, in welchem er die Gelehrten aller Orten um

ihr Urteil bittet. Nun folgt eine Flut von Entgegnungen. Die Schulmeinung der Gelehrten, festhaltend an dem alt überlieferten Wahn vom horror vacui lehnt sich dagegen auf: Wie darf ein Bürgermeister sich unterfangen, sie zu belehren! Glänzend verteidigt sich Guericke, jeden Einwand geschickt widerlegend, aber endlich reißt ihm die Geduld und er fertigt seine Widersacher mit den zwar nicht höflichen, aber erfrischenden Worten ab: „Dieses und anderes Gerede derart zu widerlegen halte ich für überflüssig, denn auf Versuche ist mehr Gewicht zu legen als auf das Urteil der Dummheit, welches immer Vorurteile gegen die Natur zu spinnen pflegt.“

Der kurze Zeit vorher angestellte Torricelli'sche Versuch, welcher den Unsinn des horror vacui zuerst widerlegte, war von der Schulwissenschaft ebenso abgelehnt worden. Guericke lernte denselben erst in Regensburg kennen. Seine eigenen Versuche sind wesentlich beweiskräftiger, da sie das allmähliche Entstehen eines luftleeren Raumes deutlich vor Augen führen und die Druckabnahme zu messen gestatten.

Wir dürfen ihn aber auch als den Begründer der wissenschaftlichen Meteorologie bezeichnen. Er zeigte zuerst die Abhängigkeit der Witterungslage von der Stärke des Luftdruckes. An seinem Hause in Magdeburg hatte er ein Wasserbarometer von riesigen Dimensionen angebracht und beobachtete daran das Steigen und Fallen der Wassersäule. Eine kleine hölzerne Figur, *semper vivum* genannt, die auf der Oberfläche schwamm, zeigte mit dem Finger auf eine an der Glasröhre angebrachte Scala. Einen besonders heftigen Sturm im Jahre 1660 konnte er damit zwei Stunden voraussagen.

Immer wieder führen seine Gedanken ihn zu den kosmischen Vorgängen hinauf, „Wie der Duft der Rose“, so

schreibt er, „in den unmittelbar anstoßenden Raum ausströmt und zwar nicht ins Unbegrenzte, sondern innerhalb eines gewissen Bereiches ihres Vermögens, so verhält es sich auch mit der Lufthülle der ganzen Erde. Dieselbe dehnt sich nicht ins Unendliche rings um dieselbe aus, sondern erreicht eine Grenze, wo sie aber aufhört, dort fängt notwendigerweise der reine von allem Körperlichen leere Raum an. Denn, wenn die Natur ein annäherndes Vakuum zuläßt, ist auch ein völliges möglich.“

Kein Ergebnis der Forschung bleibt ungenützt. Der nur vermeintlich idealere Standpunkt einer Wissenschaftsrichtung, die einzig und allein dem Streben nach Wahrheit ohne Rücksicht auf ihre Anwendung zu dienen wünscht, entspringt nicht selten nur dem Unvermögen, eine neue Erkenntnis in praktisch brauchbare Formen zu gießen. Zum Schaden unseres Volkes hat eine falsche, der Welt und ihrer Wirklichkeit abgewandte Erziehungsmethode allzulange diesen Wahn genährt und die angeborenen Fähigkeiten unseres Stammes zur praktischen Betätigung gewaltsam unterdrückt.

Auch die scheinbar so abstrakte Frage, ob der Schöpfungsgedanke die Möglichkeit eines absolut leeren Raumes zuließe, jahrhundertlang der Tummelplatz philosophischer Betrachtungen, wurde durch Guericke's Forschungstat der unmittelbare Anstoß zur gewaltigsten Umwälzung aller irdischen Verhältnisse, welche die Kulturgeschichte kennt. Denn mit ihr beginnt das Zeitalter der Dampfmaschine.

Guericke selbst hatte sich schon mit dem Gedanken getragen, den Druck der Luft für technische Zwecke nutzbar zu machen.

Huyghens verwirklichte ihn noch zu Lebzeiten Guericke's in einer Wasserhebemaschine, indem er durch Explosion von Schießpulver einen leeren Raum erzeugte, in den der

Luftdruck das Wasser emportrieb. Papin, der Schüler von Huyghens, erzeugte als erster den luftleeren Raum durch Kondensation von Wasserdampf und erbaute die erste betriebsfähige Dampfmaschine. Newcomen, Cawley und Savery erschließen damit, unter Bewältigung des Grubenwassers, die ungeheuren Kohlenschätze Englands und begründen dadurch die herrschende Weltmacht ihres Landes. James Watts Erfindergenie gibt ihr die endgiltige praktische Form. Einem deutschen Ingenieur gelang die bahnbrechende Forschungstat, ein anderer Ingenieur führte sie zur technischen Vervollendung. An den Stätten der sogenannten reinen Wissenschaft in Deutschland suchte man inzwischen selbstlos aber vergeblich nach Wahrheit.

Eine andere Luft weht heut in unserem Vaterlande. Aus den Laboratorien unserer gelehrten Bildungsstätten, Universitäten und Technischen Hochschulen gehen nützliche Anregungen und Erfindungen jahraus jahrein in Fülle hervor und die im gesamten Volkskörper neuerwachten vorwärtstreibenden Kräfte stehen mit diesen in reger wechselseitiger Befruchtung. Das Aufblühen unserer Industrie hat uns gelehrt, daß auch abseits von den geregelten Bahnen der stetig aber langsam fortschreitenden Schulwissenschaft aus dem urwüchsigen Boden des Volkes lebensfrische Gedanken emporkeimen, an denen wir nicht mehr achtlos vorübergehen. Aus dieser gesunden Wechselwirkung zwischen Theorie und Praxis entspringt heut die Stärke unseres Volkes, in ihrer Weiterbildung liegt die Hoffnung auf unsere Zukunft und in dem deutschen Museum begrüßen wir dazu mit Begeisterung ein neues wertvolles Rüstzeug. —

Wir würden der Bedeutung Guericques nur unvollkommen gerecht werden, wenn wir seine Forschungen über die Luftleere allein hervorheben wollten. Sein im Jahre 1663 vollen-

detes Werk, welches durch den Titel: „Nova experimenta magdeburgica“ seiner geliebten Vaterstadt ein bleibendes Denkmal setzt und das er in dankbarer Bewunderung dem großen Kurfürsten gewidmet hat, enthält eine Fülle von Gedanken, die sich zu einem vollständigen Weltgemälde ordnen. Wenn auch die meisten derselben nur im Lichte der damaligen Zeit gewürdigt werden dürfen, so bleibt doch eine Tat, die heute noch unser reges Interesse erweckt: seine Erfindung der Elektrisiermaschine.

Überaus dürftig und lückenhaft war noch zu Guericke's Zeiten die Kenntnis der elektrischen Erscheinungen der Natur. Von der sagenhaften Entdeckung der Anziehungskraft des geriebenen Bernsteins bis zum Beginn des 17. Jahrhunderts dehnt sich eine tiefe undurchdringliche Nacht, von keinem Strahl elektrischer Erkenntnis durchzuckt. Es ist, als ob die Sinne des Menschen an anderen Forschungen erst reifen mußten, ehe sie das tiefste Geheimnis der Natur erblicken durften. Mit Gilbert, dem Leibarzt der Königin Elisabeth, beginnt die erste noch tastende Forschung.

Guericke's schöpferische Tat lockt die verborgene Naturkraft heraus an das Licht des Tages und zwingt sie durch Maschinengewalt, sich der Forschung zu fügen. Von seinem konstruktiven Geschick zeugen wiederum die technischen Mittel, mit denen er seine Gedanken verwirklicht. Eine große gläserne Kugel füllt er mit gestoßenem Schwefel, diesen schmilzt er und zertrümmert nach der Erstarrung die gläserne Form. Die durchbohrte Kugel schiebt er über eine eiserne Achse, versieht sie mit Zapfen und Lagern und mit einer Handkurbel gedreht elektrisiert er sie durch Reibung an der aufgelegten Hand. Länger als ein halbes Jahrhundert hat sie in dieser einfachen Form der Forschung gedient, bis sie am Beginn des 18. Jahrhunderts durch die Kleistsche Flasche,

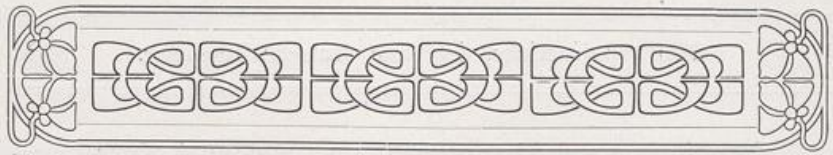
die eine Ansammlung der elektrischen Kraft ermöglicht, eine wertvolle Ergänzung fand.

Nicht tatenlos blieb die Maschine in Guericke's Hand, er fand damit zwei neue Gesetze der elektrischen Kraft: ihre Abstoßung und ihre Leitfähigkeit, wichtige Erweiterungen der bahnbrechenden Forschung des englischen Arztes. Aber noch mehr: Ein seltsames Knistern und Leuchten der Kugel nimmt er im Dunkeln wahr und Leibniz, dem er seine Maschine schickt, beobachtet daran zum erstenmale den elektrischen Funken. Noch war der menschliche Geist nicht reif, die ganze Tragweite dieses Wunders und seine technische Bedeutung zu erkennen, mehr als ein volles Jahrhundert verging im eifrigen Suchen und Forschen, bis Galvanis zuckender Froschschenkel von neuem die Aufmerksamkeit auf diese merkwürdige Naturerscheinung lenkte, die Volta zur Quelle des elektrischen Stromes und die Kultur in ihr elektrisches Zeitalter führte. Und abermals hundert Jahre vergingen, ehe von dem Funken die Strahlen des elektrischen Lichtes ausgingen und die kühne Entdeckungsfahrt eines Heinrich Hertz den elektrischen Ozean des unendlichen Raumes der Tatkraft des Menschen erschloß.

So sehen wir, wie Glied an Glied sich fügt zu einer herrlichen Kette, die das von Gott gewollte Forschen der Menschen immer inniger an die erhabenen Gedanken seiner Schöpfung schließt. Dankbar blicken wir heute zurück, denn die starren Gesetze, mit denen menschliche Unduldsamkeit die freie Forschung einst zu knebeln vermeinte, haben sich gelöst zu einem edleren harmonischen Bande. Wir erkennen heut in hellerem Licht eine doppelte göttliche Offenbarung: In der Verstandeskraft und im Gemütsleben des Menschen. In jener wurzelt der Forschungstrieb, in diesem der Glaube. Diese Überzeugung, für welche ein Campanella

20 Jahre Kerker erduldet, durfte ein Immanuel Kant ungestraft der Menschheit von neuem verkünden. Unsere erhabensten Denker erfüllte sie mit stiller Begeisterung, und auch der edle und stolze Geist, den wir heute an uns vorübergehen ließen, berührt die Saiten unseres Gemüts, wenn wir seine letzten Gedanken erfahren, die er an den Schluß seines Werkes gesetzt hat: „Erst aus der rechterkannten Schöpfung leuchtet die unaussprechliche Herrlichkeit des Allmächtigen klar hervor, und wenn wir nachts bei heiterem Himmel hinaufblicken in den unendlichen Raum und die Legionen der Sterne betrachten, so schauen wir mit den Augen des Geistes und Körpers zugleich den unsichtbaren Herrn jener Heerscharen, gekleidet in Licht, wie in ein demantstrahlendes Gewand.“





4.

Ericsson und Hirn,

zwei Typen aus der schaffenden und forschenden Technik
des neunzehnten Jahrhunderts.



on einem der großen Ingenieure Englands, dem berühmten Erfinder des Dampfhammers, Nasmyth, wird folgende Geschichte erzählt:

Einer seiner Vorfahren stand in alten Zeiten während der Streitigkeiten der schottischen Krone mit den mächtigen Douglas auf Seiten des Königs. Nach einem Gefecht, das für die Anhänger des letzteren unglücklich ausgefallen, flüchtete er in eine Dorfschmiede, und da die Douglas-Reiter ihn verfolgten, warf er rasch den Panzer ab, band ein Schurzfell um und schlug mit einem mächtigen Hammer auf das glühende Eisen, das auf dem Amboß lag. Da erschienen die Douglas-Reiter und erkannten in dem ungeschickten Arbeiter ihren Feind. „You are nae smyth!“ riefen sie ihm zu und wollten ihn ergreifen. Dieser aber schlug mit seinem Hammer den Anführer zu Boden und drang auf die Reiter ein, die bald nach allen vier Winden zerstoben. Um die Schmiede sammelten sich neue Streiter, der Waffenklang lockte die Flüchtigen zurück und ein erneuter Kampf endete mit der völligen Niederlage der Rebellen. Zum Dank dafür wurde der Vorfahr in den Ritterstand mit dem Namen Nae-

smyth erhoben und ihm ein Wappen verliehen, auf welchem sich zwischen zwei Hämmern mit zerbrochenen Schäften ein Schwert befand. Die Inschrift lautete: Non Arte sed Marte! Nach vielen Jahren änderte der berühmte Nachkomme jenes Douglas-Streiters, der Erfinder des Dampfhammers, der „Vulkan des neunzehnten Jahrhunderts“, das alte Familienwappen. An die Stelle des Schwertes setzte er den Dampfhammer, die Umschrift aber ward: Non Marte sed Arte!

Der Sinn, der in dieser kleinen Geschichte zum Ausdruck kommt, ist bezeichnend für die geänderte Wertschätzung, welche die Neuzeit einzelnen Tätigkeitsgebieten des Menschen entgegenbringt. Nicht nur im heldenmütigen Kampf für König und Vaterland, im Waffenklang und Donner der Feldschlacht, ist Ruhm und Ehre zu erwerben, auch der Sieg mit den Waffen des Friedens adelt heute den Menschen, mag er errungen werden mit dem dröhnenden Hammer der Werkstatt oder in stiller Gelehrtenstube; die friedliche Eroberung des Könnens und Wissens öffnet heut ebenso gut den Weg auf die „sonnigen Höhen der Menschheit“, wo diejenigen weilen, vor denen wir uns bewundernd neigen.

Zwei solcher Helden der friedlichen Arbeit sind es, deren Gedächtnis mein Vortrag gewidmet ist: John Ericsson und Gustav Adolf Hirn. Nicht ohne innere Berechtigung darf ich gerade diese beiden Männer zusammenstellen. Ihre lange Lebenszeit füllt fast den Zeitraum des Jahrhunderts und ihre Taten sind ruhmreiche Zeugen für den großartigen Aufschwung der Ingenieurwissenschaften dieser Zeit. Und doch wurzeln ihre Anschauungen in zwei verschiedenen Sphären, getrennt durch jenes große Naturgesetz, mit dessen Erkenntnis um die Mitte des Jahrhunderts ein neues Zeitalter der Naturwissenschaften anhebt.



Gy. A. Klein



J. Ericsson

Jenseits, noch im ungewissen Dämmerchein des kommenden Tages bahnt Ericsson sich den Weg durch unbekannte Gebiete, wie ein verwegener Reitergeneral bald hier, bald dort sein siegreiches Panier entfaltend. Im hellen Morgenschein des Lichtes der andere, einem weisen Generalstabschef vergleichbar, der, an Körper hinfällig, in einsamer Stille weitschauende Pläne erwägt, während jugendmutige Scharen das klar bezeichnete Ziel im Sturm erobern.

Beiden hat die Vorsehung ein hohes Alter vergönnt und Beiden hat der Strahlenkranz des Ruhmes die Stirn gekrönt, noch ehe sie die Schwelle des Greisenalters betraten.

Ende der dreißiger Jahre des Jahrhunderts landete in New-York an Bord eines englischen Dampfers John Ericsson, ein mittelloser, ehemaliger schwedischer Offizier. „Wieviel Millionen Dollar,“ so fragte 40 Jahre später eine amerikanische Zeitung, „repräsentierte der ideenreiche Kopf dieses Mannes, als er den Boden seines neuen Vaterlandes betrat?“ Mit königlichen Ehren wurde in diesen Tagen seine sterbliche Hülle auf Staatskosten übergeführt in sein Heimatland und ein ganzes Volk grüßte in stummer Ehrfurcht den großen Toten, für dessen Tatkraft die Grenzen seines Vaterlandes sich als zu eng erwiesen hatten.

Nicht seltener und geringer waren die Ehren, die auf Gustav Adolf Hirn sich häuften. Der Baumwollspinner des Elsaß, dessen industrielle Tätigkeit naturgemäß auf Erwerb gerichtet war, wurde aufgenommen unter die Zahl der Unsterblichen des Institut de France, er wurde gefeiertes Mitglied der gelehrten Akademien, welche im Allgemeinen bekanntlich „die praktische Anwendung der Wissenschaft, ihre Dienstbarmachung für technische Zwecke als außerhalb ihres Kreises liegend“ erachten. Mehr aber noch galt ihm, dem bescheidenen Manne, die Verehrung, welche die Vertreter der

hochentwickelten Industrie seines engeren Vaterlandes einmütig ihm entgegenbrachten. Die Mülhausener industrielle Gesellschaft verlieh ihm den großen Dollfus-Preis, der alle 10 Jahre demjenigen zuerkannt werden soll, welcher sich um die Entwicklung der Industrie das höchste Verdienst erworben hat, und kurz vor seinem Tode wurde ihm zu Ehren eine Medaille mit seinem Bildnis geprägt. Mit besonderer Genugtuung konnte die elsässische Industrie das traurige und nur allzu oft wahre Wort Lügen strafen: der Prophet gilt nichts in seinem Vaterlande.

Lassen Sie mich zuerst reden von John Ericsson, der vor wenigen Monaten nach einem fast neunzigjährigen Leben voll beispielloser Tätigkeit in New-York die Augen schloß. Bereits im Jahre 1869 hatten die Zeitungen seinen Tod gemeldet, angeblich verursacht durch den Biß eines tollen Hundes. Der Nachricht wurde damals nicht widersprochen und viele, die seinen Nekrolog in den Zeitungen lasen, mögen ihn seitdem für tot gehalten haben. Nicht so diejenigen, welche die Errungenschaften der Technik in den Fachjournalen verfolgten, sie fanden noch oft seinen Namen verknüpft mit eigenartigen Erfindungen, als vollgültigen Beweis nicht nur für sein Leben, sondern auch für die ungebrochene Kraft und Frische seines Geistes. Heut ist an seinem Tode nicht mehr zu zweifeln, nachdem am 14. September die amerikanische Kriegsfregatte Baltimore seine sterbliche Hülle in den großen, schwarz dekorierten Pavillon am Schiffsholm der schwedischen Hauptstadt überführte, vor dem die Svea Garde als Ehrenwache paradierte. Ein ergreifender Kontrast diese Heimkehr zur Ausfahrt des jungen unbekanntem Offiziers, der Heimat, Familie und Stellung verließ, um hinauszusteuern in den Nebel einer ungewissen Zukunft!

Am 31. Juli 1803 zu Philipstad in der Provinz Werme-

land in Schweden geboren, wo sein Vater als Bergwerksbesitzer ansässig war, verriet der geweckte Knabe schon früh eine besondere Begabung für die Mechanik. Die Aufmerksamkeit des Vizekönigs von Norwegen, des Grafen Platen, wurde sogar auf den jungen Mechaniker gelenkt und dessen Vermittlung verdankte er seine Aufnahme in das Ingenieurkorps. Als 13jähriger Kadett durfte er bei dem Nivellement des Goetha-Kanals bereits hilfreiche Dienste leisten. Die Gunst des Grafen Platen scheint er verscherzt zu haben infolge seines Eintritts in die schwedische Armee, in der er es bis zum Kapitän brachte. Längere Zeit leitete er Vermessungsarbeiten im nördlichen Schweden; in den Mußestunden, die ihm der Aufenthalt in jenen menschenarmen, von der Kultur entfernten Gegenden in Fülle brachte, regten sich die ersten Schwingen seines erfinderischen Genius.

Aus den Vorlesungen des Professors Harvestede über Physik, welche er in Stockholm gehört hatte, waren ihm die damaligen Ansichten über das Wesen der Wärme besonders lebhaft im Gedächtnis geblieben und es erschien ihm durchaus nicht unmöglich, die Ökonomie in der Ausnutzung der Wärme wesentlich vorteilhafter zu gestalten, als es bis dahin mit Hilfe des Dampfes gelungen war. Die Verwendung des Dampfes erschien ihm schon aus dem Grunde unökonomisch, weil beträchtliche Wärmemengen aufzuwenden waren, um denselben erst zu erzeugen, ehe er in dem Kreisprozeß des Motors als Träger der Wärme dienen konnte. Ein anderes gasförmiges Medium, die Luft, bot sich dagegen als ein kostenlos überall vorhandenes, vollkommen gleichwertiges Mittel dar.

Für die neue Luftmaschine, die er noch in Schweden konstruierte, suchte er vergeblich in seinem Heimatlande die erforderliche Unterstützung. In England dagegen, welches er

im Jahre 1826 zuerst mit Urlaub besuchte, glaubte er den Boden für seine kühnen Ideen zu finden. Er verließ den schwedischen Dienst und trat in engere Verbindung mit Braithewaite, dem Besitzer einer Maschinenfabrik in London.

Neue fesselnde Aufgaben traten ihm hier entgegen, die seinen Geist auf kurze Zeit von der Luftmaschine abzogen. Die englische Industrie rüstete sich zu dem großen Wettkampf von Rainhill. Die erste Eisenbahn zwischen Manchester und Liverpool harrete ihrer Eröffnung und ein hoher Preis war ausgeschrieben für die beste Lokomotive. Am 6. Oktober 1829, dem festgesetzten Tage des Wettstreites, erschien unter den 5 Preisbewerbern auch Ericsson mit seiner Novelty. Man kennt den Ausgang des Kampfes, Stephenson blieb Sieger mit seinem Rocket und gilt seitdem als der alleinige ruhmgelohnte Erfinder der Lokomotive.

Mit verdoppelter Kraft wandte sich Ericsson dem Bau seiner Luftmaschine wieder zu und im Jahre 1833 stellte er die erste 5pferdige Maschine in London auf. Das Aufsehen, welches seine Erfindung in der technischen Welt erregte, war ein außerordentliches. Nach seinen Angaben war ihm die Konstruktion des perpetuum mobile geglückt, wenn er selber auch gegen diese Bezeichnung seiner Erfindung lebhaften Einspruch erhob. Tatsächlich führte aber seine Gedankenfolge zu dieser Annahme. Zum Verständnis derselben müssen wir uns erinnern, daß die Wärme nach damaliger Auffassung als ein imponderabler Stoff galt und einem vermittelnden Körper, wie Dampf oder Luft, bei wechselnden Temperaturen zugeführt und entzogen werden konnte. Seine Maschine bestand im wesentlichen aus 4 Teilen. Eine Luftpumpe preßte aus der Atmosphäre gesogene Luft mit vermehrtem Druck in ein Reservoir. Von hier aus trat dieselbe durch ein eigen-

tümlich gestaltetes Zwischenglied, Regenerator genannt, in den mit Kolben versehenen Arbeitszylinder, dessen Wandungen durch Feuerung erhitzt wurden. Indem die erhitzte und gepreßte Luft hierin sich ausdehnte, konnte sie auf den Kolben und weiterhin auf die damit verbundene Kurbelwelle nutzbare Arbeit übertragen. Beim Rückgang des Kolbens entwich die ihrer Spannung beraubte, aber immer noch heiße Luft wieder durch den Regenerator hindurch in das Freie. Nach unserer heutigen geläuterten Kenntnis vom Wesen der Wärme ist es unzweifelhaft, daß auf diesem Wege nutzbare Arbeit erzeugt werden kann. Es nimmt uns deshalb auch nicht Wunder, daß seine Maschine tatsächlich ging. Der Irrtum Ericssons lag in einer falschen Beurteilung der Größe der aufzuwendenden Wärme. In seinem Regenerator, der im wesentlichen aus einem dichten Flechtwerk metallener Drähte von ungeheurer Oberfläche bestand, glaubte er der verbrauchten entweichenden Luft den gesamten Wärmevorrat entziehen und aufspeichern zu können. Die frische, vom Reservoir hindurchgepreßte Luft sollte die erforderliche Wärme hieraus wiederum entnehmen. Die Feuerung hatte einzig und allein den Zweck, die durch Strahlung und unvollkommene Wirkung des Regenerators verursachten Wärmeverluste zu decken. Für jeden, der die Elemente der heutigen Wärmetheorie kennt, ist der Fehlschluß Ericssons offenbar. Wärme ist kein Stoff, sondern eine besondere Form von Energie, die sich verwandeln läßt in andere Formen, im vorliegenden Falle in die mechanische, die wir Arbeit nennen. Arbeit kann aber nur erzeugt werden, wenn ein äquivalenter Teil der aufgewendeten Wärme verschwindet. Die Feuerung der Ericssonschen Luftmaschine hat also nicht allein die unvermeidlichen Verluste, sondern auch den ganzen Betrag der erzeugten Arbeit zu decken. Daß das Regenerationsprinzip

im übrigen richtig und wertvoll ist, daß es den Wärmeaufwand tatsächlich zu einem gewissen Teil verringert, darüber ist heute gleichfalls kein Zweifel mehr.

Ericsson stand in der unrichtigen Auffassung seiner Maschine übrigens nicht allein, man kann sagen, die gesamte wissenschaftliche und industrielle Welt befand sich vor einem ungelösten Rätsel. Der berühmte Faraday war angegangen, seine Ansicht über die Maschine zu äußern und in einem öffentlichen Vortrage in der Royal Institution das Grundprinzip zu erläutern. Er sagte zu, da es ihm leicht erschien, die Unmöglichkeit eines perpetuum mobile zu erweisen. Nachdem er jedoch auf dringendes Ersuchen Ericssons noch in letzter Stunde vor Beginn seines Vortrages die Maschine besichtigt, konnte der berühmte Gelehrte dem versammelten großen Auditorium nur mitteilen, daß er sich in seiner Auffassung über das Prinzip der Maschine geirrt. Er könne nur bezeugen, daß sie tatsächlich Arbeit leiste, daß er jedoch selber nicht wisse, warum.

Die Behauptungen Ericssons über den minimalen Kohlenverbrauch konnten an der verhältnismäßig kleinen Versuchsmaschine allerdings nicht überzeugend erwiesen werden, doch schien es nicht ausgeschlossen, daß Maschinen von mehreren hundert Pferdestärken die in Aussicht gestellten Vorteile tatsächlich würden erreichen lassen.

Das Interesse der englischen Regierung wurde dadurch mit Rücksicht auf ihre Kriegsmarine geweckt, und eine Kommission, in der sich der berühmte Erbauer des Themsetunnels, Isambart Brunel, befand, mit der Begutachtung betraut. Bei der Besichtigung der Maschine kam es leider zu einem mehr als lebhaften Streit zwischen Brunel und Ericsson und der Bericht an die Regierung fiel ungünstig aus.

Ein anderer Gegenstand hatte inzwischen Ericsson's Aufmerksamkeit gefesselt — die Schiffschraube. Seine ersten gelungenen Modellversuche verschafften ihm die einflußreiche Unterstützung des amerikanischen Konsuls in Liverpool, Ogden. Mit amerikanischen Mitteln erbaute er 1836 den ersten größeren Schraubendampfer, mit dem er auf der Themse zahlreiche Probefahrten unternahm. Doch die Lords der Admiralität, denen er auch diese Erfindung vorführte, versagten ihre Unterstützung — aus theoretischen Gründen, da sie den Erfolg des praktischen Versuchs nicht leugnen konnten.

Enttäuscht kehrte Ericsson dem Lande, das ihm einen dreimaligen Mißerfolg bereitet hatte, den Rücken und wandte sich neuer Hoffnungen voll in das Land der Zukunft, nach Nord-Amerika, dessen mächtig emporstrebende Industrie seinen kühnen Ideen hilfsbereitere Mittel zuzuwenden versprach.

Mit offenen Armen wurde er empfangen; das Mechanics Institute in New-York verlieh ihm die goldene Medaille und durch die Vermittlung des Marinekapitäns Stockton erhielt er sofort den Auftrag, zwei Schraubendampfer für die amerikanische Regierung zu erbauen.

Die ersten Jahre seiner Tätigkeit in Amerika blieben dem Schiffbau und im Besonderen der Ausbildung des Schraubenpropellers gewidmet. Das erste große Kriegsschiff, das mit solchen ausgerüstet den Ozean durchfurchte, der Princeton, wurde nach den Plänen Ericsson's erbaut, und er hatte die Genugtuung, die edlen Lords der Admiralität in London vor dem Parlamente die Wichtigkeit einer Erfindung rühmen zu hören, deren Bedeutung sie wenige Jahre vorher so gründlich verkannt hatten.

Sein Schmerzenskind, die Luftmaschine, blieb jedoch unvergessen. Reichlich flossen ihm jetzt die Mittel, und nach-

dem er an immer größeren Maschinen die Durchführbarkeit seiner Ideen erprobt, wagte er die Konstruktion einer Riesemaschine.

Im Jahre 1852 verließ ein großes Schiff, der „Ericsson“, die Werft von New-York, um, mit angeblich 1000 pferdigen Luftmaschinen ausgerüstet, die Reise über den Ozean anzutreten. Zahllose Mengen waren Zeugen der Probefahrt im Hafen von Washington. Was nur Wenige erwartet hatten, geschah — das Schiff lief wirklich und zwar mit einem durch Schätzung bestimmten Kraftaufwand von etwa 300 Pferdestärken.

Doch während der Beifall Tausender ihn umbrauste, und während die Vertreter des Staates ihn beglückwünschten, durchlebte Ericsson selbst die bitterste Enttäuschung. Seine Maschinen liefen zwar, aber sie fraßen Kohlen, so gut wie die Dampfmaschine. Obgleich er in seinen Regeneratoren ein Gewebe aus feinem Draht in einer Gesamtlänge von 50 geographischen Meilen verwendet hatte, mußten die Zylinder fortdauernd in der stärksten Weise geheizt werden, um dem Schiffe die gewollte Geschwindigkeit annähernd zu erteilen. Das Gewebe seiner Rechnungen erwies sich als ein Spinnengewebe, das der Seewind rücksichtslos zerstörte. Wohl war um jene Zeit schon im fernen Lande der Dichter und Denker jenes Licht emporgestiegen, das den Schleier zerriß, der den wunderbaren Zusammenhang der Naturkräfte bis dahin verdeckt hatte, doch noch waren seine Strahlen nicht bis über den Ozean, noch nicht in die Werkstatt des Ingenieurs gedrungen. Hätte Ericsson nur ein Körnlein jener Erkenntnis besessen, welche der einsame Heilbronner Arzt schon 10 Jahre sein eigen nannte, unsägliche Mühe und Arbeit, ungezählte Tausende und bittere Enttäuschungen wären ihm erspart geblieben.

Slaby, Glückliche Stunden.

Nur noch wenige Worte über das Schicksal seines Schiffes. Bei einer weiteren Probefahrt brannten die Heizböden der Maschinen durch, und in aller Stille ersetzte man sie durch Dampfmaschinen. In dieser Gestalt kam es über den Ozean und lag einige Zeit im Hafen von Havre von zahllosen Neugierigen angestaunt als das neueste Wunder der Welt. In dessen der Unstern blieb über dem Schiff — es scheiterte auf der Rückfahrt an den Küsten Neu-Fundlands und versank mit Mann und Maus.

Doch der Mißerfolg, der den kleinen Geist entmutigt und lähmt, ist der Lehrmeister des Genies. Ericsson hatte aus seinem kostspieligen Versuch die Lehre gezogen, daß das Prinzip der Luftmaschine für Riesenleistungen, wie sie ein Ozeandampfer verlangt, nicht taugt. Er gab den Wettbewerb mit der Dampfmaschine auf. Doch die Kraft, welche sie wirklich gezeigt hatte, mußte sie unter allen Umständen befähigen, in kleineren Ausführungen Vorzügliches zu leisten. Ihre Gefahrlosigkeit ließ sie gegenüber der Dampfmaschine besonders geeignet erscheinen für den Betrieb in der Werkstatt, im Hause. So wurde Ericsson der Schöpfer des ersten Kleinmotors und seine neue Luftmaschine gelangte in Amerika bald zu ansehnlicher Verbreitung.

Jedoch nicht diese friedliche Arbeit sichert Ericsson seinen Weltruhm — die „Tod und Verderben speienden“ Kriegsmittel der Neuzeit erfahren durch ihn jene unheimliche Vollendung, die seinen Namen auf aller Lippen bringt. Wer kennt ihn nicht, jenen grausigen Wettkampf zwischen den erzgepanzerten Feuerschlünden, dem Merrimack und dem Monitor?

Der Sezessionskrieg hatte in Amerika seine Furien entfesselt. Die Südstaaten waren vom Staatenbunde abgefallen und hatten den Bürgerkrieg begonnen. Da die Kriegsflotte

zum überwiegenden Teil in den Händen der Südstaaten geblieben war, galt es, für den Norden eine neue Marine zu schaffen. Unerhörtes leistete die Industrie. Über 500 Kriegsfahrzeuge mit mehr als 5000 Kanonen, darunter 180 große Seeschiffe und 40 eiserne Dampfer wurden in kurzer Zeit erbaut. Doch der Süden war gleichfalls nicht müßig. Er stellte zuerst jene schwimmenden Batterien und Widderschiffe in den Kampf, welche unter den hölzernen Kriegsschiffen der Union furchtbare Verheerungen anrichteten.

Da unterbreitete Ericsson der bedrängten Regierung des Nordens die Pläne seines Monitors, eines eigenartig konstruierten eisernen Schiffes, das nach seinen Behauptungen unbesiegbar und unzerstörbar sein sollte. Fast der ganze Schiffskörper ruhte unter Wasser, nur 18 Zoll ragte sein Bord über den Spiegel. Auf diesem Fundament erhob sich in der Mitte der dreifach gepanzerte Schießturm, um eine eiserne Mittelsäule durch Dampfkraft drehbar; Geschütze vom stärksten Kaliber waren darin untergebracht.

In 100 Tagen wollte Ericsson das Schiff erbauen — und er hielt Wort.

Auf der Reede von Hampton Roads bei Fort Monroe lag die Flotte der Nordstaaten, von den Rebellen umzingelt und hart bedrängt. Der Merrimack, jene eisengepanzerte schwimmende Batterie des Südens mit dem seltsamen schrägen Dach und dem langen stählernen Widder, waltete seines furchtbaren Amtes. Drei mächtige Fregatten, Cumberland, Congress, Minnesota erhielten an einem Tage von ihm den Todesstoß und sanken in den Grund. Da nahte als Rächer und Retter der Monitor, auf eiliger Fahrt von Norden. Sofort beginnt jener denkwürdige Zweikampf. Beide laufen gegeneinander an, doch sie scheinen unverwundbar, zentnerschwere Geschosse prallen von ihnen ab — endlich nach 5-

stündigem Kampf gelingt es dem Monitor, seinen Rivalen unter der Wasserlinie zum Tode zu verwunden, und der Sieg ist für die Nordstaaten entschieden, ihre Flotte gerettet.

Ich bin nicht Fachmann genug, um den Wert dieser Ericsson'schen Erfindung vom technischen Standpunkt aus würdigen zu können; ich weiß nur, daß es an gewichtigen Stimmen nicht gefehlt hat, welche das von Ericsson angewandte Prinzip als fehlerhaft bezeichnet haben und daß der Streit die Fachkreise längere Zeit in Bewegung erhalten hat. Die Bedeutung des Ericsson'schen Monitors und seines Sieges bei Hampton Roads für den Ausgang des amerikanischen Bürgerkrieges wird jedoch von keiner Seite bestritten. Wie hoch die Verdienste Ericsson's in Amerika geschätzt werden, davon legen die Worte des Professors Boynton von der amerikanischen Marineakademie in seinem bald nach Beendigung des Krieges veröffentlichten Werke: *The history of the navy during the rebellion*, Zeugnis ab:

„Die unparteiische Geschichte wird Ericsson als eine der größten Hilfskräfte des amerikanischen Krieges erkennen lassen. Als der Erfinder des Monitors zählt er zu denen, deren Genie die Anschauungen der Welt und ihr Können umgewälzt haben. Welch neue Form von Zerstörungsmaschinen der menschliche Geist noch ersinnen mag, kann Niemand sagen. Monitors werden überholt werden durch neue Waffen, welche den Todesstoß noch besser erteilen können, aber keine wird den Ruhm Ericsson's verkleinern. Zur Sicherung desselben genügt es, daß er das Bedürfnis seiner Zeit erkannte und dieser jungen Nation in der Stunde der Gefahr eine Waffe in die Hand gab, welche sie nicht nur schützte vor dem von Europa geplanten Vernichtungsschlage, sondern auch der gesamten Seekriegsmacht, mit

welcher England und Frankreich die Welt in Banden hielten, den Todesstoß versetzte. Der Monitor und seine ungeheueren Kanonen haben den Arm des Despotismus hier und in Europa zerbrochen; sie haben, wenigstens für einige Zeit, die schwächeren Nationen auf der See den stärksten ebenbürtig gestellt, und einmal befreit von dem Druck und der Furcht vor den großen Kriegsflotten, werden sie erstarken an Vertrauen und moralischer Kraft. Eine Nation, in deren Besitz nur ein einziger hervorragender Monitor, kann nicht mehr mißachtet werden, selbst nicht von England. Es ist zweifellos, daß in einiger Zeit diese mächtige und reiche Nation das frühere Übergewicht durch die Zahl ihrer neuen Schiffe, durch die Größe ihrer Kanonen wiedergewinnen wird, aber die Lektion des Monitors wird nicht vergessen sein, und vielleicht unterwerfen dereinst der Torpedo oder noch schrecklichere Hilfsmittel die Geschwader der Mächtigen der Gnade der Schwachen; es scheint von jetzt ab ausgeschlossen, daß irgend eine große Seemacht die Meere jemals wieder so beherrschen wird, wie England es bisher getan hat.“

Um meine Mitteilungen nicht ungebührlich auszudehnen, will ich den Bericht über Ericsson's Erfindungen hiermit schließen. Sie bilden eine stattliche Zahl, und wenn auch nicht alle so phänomenale Bedeutung gewonnen haben, wie die geschilderten, so sind doch noch viele darunter, welche hinreichen würden, seinem Namen dauernden Ruhm zu verleihen. In der Muße des hohen Alters hat er seine sämtlichen Erfindungen in einem Werke vereinigt, dem er nach berühmtem Vorbild den Titel „A century of inventions“ erteilen konnte. Eine einheitliche Darstellung seines Lebensganges und eine Würdigung aller seiner Erfindungen aus berufener Feder ist zur Zeit noch nicht vorhanden. Was ich mitteilen konnte, stammt aus hundert zerstreuten Notizen der

Fachliteratur. Am meisten bedauere ich, nicht in der Lage zu sein, meine Mitteilungen durch eine Charakterzeichnung des seltenen Mannes vervollständigen zu können. Sein Bildnis, welches Boynton mitteilt, zeigt ihn etwa in seinem 60. Lebensjahre. Das Gepräge einer festen, ja harten, selbstbewußten und in sich geschlossenen Persönlichkeit kommt darin zum Ausdruck. Der glattrasierte Mund mit den aufeinandergepreßten Lippen deutet auf unbezähmbare Energie. Die Augen unter buschigen Brauen zeigen den Adlerblick des Genies und die hohe Stirn das unverkennbare Gepräge großer und kühner Geistesarbeit. Vergeblich aber sucht man in diesen gleichsam aus Erz gegossenen Zügen die weicheren Linien gemütvoller Regungen.

Die Amerikaner zählen ihn stolz zu den Ihrigen, doch Gefühlsschwärmerei ist nicht ihre Sache. Sie hatten den Lebenden und seine geistige Riesenkraft — den Toten gaben sie gern, als die Heimat darnach verlangte.

Noch einmal trat er die weite Reise an über den Ozean, ein stiller Mann, um Einkehr zu halten in das Kämmerlein, das in der Heimat für ihn bereit stand:

Ihm zu Häupten ein Rasen grün,
Ihm zu Füßen ein Stein —

aber auf dem Stein steht ein Name, der einst die Welt in Staunen versetzt, und wenn die dankbare Nachwelt ihre großen Erfinder nennt, wird auch der Name John Ericsson nicht fehlen.

Wie anders das Bild, das sich entrollt, wenn wir das Wirken des elsässischen Philosophen an uns vorüberziehen lassen. Zwar fehlt ihm das dramatische Interesse, das

mit den kühnen Eroberungen des großen Schweden verbunden ist, aber zwischen den Zeilen tiefer Gelehrsamkeit bricht nicht selten die Regung eines warmen menschlichen Herzens hervor, das wir verehren und lieben lernen. Der Biograph der Zukunft, der ein Bild seines Lebens dereinst entwerfen wird, hat seine Verdienste nach drei verschiedenen Richtungen zu würdigen, als Physiker, als Maschinentheoretiker und als Philosoph. Als Physiker ist sein Name verknüpft mit der größten geistigen Errungenschaft des 19. Jahrhunderts, mit jener Erkenntnis des Zusammenhanges der Naturerscheinungen, die wir als das Prinzip der Erhaltung der Energie zu bezeichnen pflegen, als Maschinentheoretiker ist er der Bahnbrecher für eine neue Richtung der theoretischen Maschinenlehre, als Philosoph der begeisterte Vorkämpfer gegen die rein materialistische Weltanschauung, zu welcher die moderne kinetische Molekulartheorie in ihren letzten Konsequenzen führt.

Von den äußeren Lebensumständen Gustav Adolf Hirns ist nur wenig zu berichten. Als Sohn einer angesehenen Familie des Elsaß wurde er am 21. August 1815 geboren. Sein Vater war Teilhaber der großen textilindustriellen Firma Haußmann, Jordan, Hirn & Co. zu Logelbach bei Colmar. Er scheint der kunstverständige Berater der Fabrik gewesen zu sein, denn es wird berichtet, daß er als ausübender Künstler Werke bleibender Bedeutung geschaffen habe.

Künstlerische Neigungen gingen auch auf den Sohn über; seiner leidenschaftlichen Liebe zur Musik verdanken wir wertvolle Arbeiten aus der Akustik und die mathematische Theorie des Metronoms, und als er seinem jugendlichen Freunde und von ihm ruhmvoll gefeierten Mitarbeiter, Hallauer, bei seinem frühen Tode ergreifende Worte des Nachrufs widmet, kann er in wehmütiger Betrachtung der

kunstvollen Blätter auf seinem Schreibtisch, Liebeszeichen von jener Freundeshand, sein Bedauern nicht unterdrücken, daß der Freund sich nicht völlig der Kunst zu eigen gegeben.

Adolf Hirn besaß von Jugend auf eine zarte Gesundheit. Die leise Klage über schwere körperliche Leiden kehrt in seinen Schriften wieder. „Seit lange bin ich gewöhnt,“ so klagt er beim Tode des Freundes, „in dem Nebel des Horizontes die ungewissen Konturen des verheißenen Landes zu suchen.“ Er hat infolge dieses Umstandes niemals den Unterricht einer Schule genossen, auch Universitätsstudien zu machen, blieb ihm versagt.

Und doch regte sich früh in diesem gebrechlichen Körper ein starker Geist, der zu schaffen verlangte. Die Naturwissenschaften nahmen ihn unwiderstehlich gefangen, und er sammelte unermüdlich Kenntnisse, um sie im Dienste der väterlichen Fabrik dereinst zu verwerten.

Als er herangewachsen war, wurde ihm die Aufsicht über die Maschinen der ausgedehnten Anlagen übertragen. Bestimmte Aufgaben traten damit an ihn heran, bei deren eigenartiger Auffassung sich sofort sein ungewöhnlicher Geist verriet.

Im Jahre 1845 legte er der industriellen Gesellschaft zu Mülhausen seine erste wissenschaftliche Arbeit vor, eine ausführliche mathematische Theorie der Ventilatoren. Dieselbe fand den ungeteilten Beifall der zu ihrer Prüfung berufenen Fachmänner, welche in einer Vereinssitzung darüber berichteten.

Zeigte er sich in dieser Abhandlung bereits als tüchtiger, die Hilfsmittel der Wissenschaft im vollen Umfange beherrschender Ingenieur, so erscheint seine nächste Arbeit, die er 1847 vollendete, aber erst 1854 der Gesellschaft vorlegte,

als diejenige eines bahnbrechenden Forschers, dessen Gedankenflug ihn über das unmittelbare Ziel weit hinausträgt.

Der Inhalt dieser Abhandlung ist bezeichnend für den eigentümlichen Charakter vieler seiner Arbeiten. Eine rein ökonomische, fast triviale Frage, diejenige des Schmierölverbrauchs in den ausgedehnten Werkstätten seiner Fabrik führt ihn auf das Studium der bei der Zapfenreibung auftretenden Erscheinungen. Die Resultate seiner Untersuchung drängen ihn zu einem vollständigen Bruch mit den alten Überlieferungen, er erkennt neue und wichtige Gesetze, welche die Reibung beherrschen. Doch mehr noch: seine Beobachtungen über die bei verschiedenen Reibungen auftretenden Temperaturen entschleiern ihm ein großes Naturgesetz, und seine Arbeit gipfelt in der Erkenntnis, daß die bei der Reibung erzeugte Wärme sich messen läßt durch einen bestimmten Arbeitsbetrag, der unabhängig ist von der Dauer der Reibung, unabhängig von der Natur der reibenden Körper und der erzeugten Temperatur. 370 Meterkilogramm aufgewendeter Arbeit entsprechen nach seinen Untersuchungen einer Kalorie erzeugter Wärme. Es ist das Gesetz der Äquivalenz von Wärme und Arbeit, das in diesen Sätzen zum klaren Ausdruck kommt.

Zwar war er nicht der erste, der diesen Zusammenhang erkannt und ziffernmäßig festgestellt hat. Die oft gescheiterten Bemühungen Robert Mayers, diese Erkenntnis der wissenschaftlichen Welt zu unterbreiten, waren kurze Zeit vorher endlich von Erfolg gekrönt gewesen, aber die Nachricht davon erreichte Hirn erst nach völligem Abschluß seiner Untersuchungen. In einer Nachschrift seiner Arbeit entkleidet er sich selbst des erträumten Forscherruhmes und tritt bescheiden in den Schatten. Aber sein Verdienst wird dadurch nur wenig geschmälert, die von ihm gefundene Zahl 370 kam

der von Mayer angegebenen 365 so nahe, daß seine Arbeit als eine der wichtigsten Stützen des neuen Naturgesetzes angesehen werden konnte.

Da er der Vater der neuen Idee nicht bleiben konnte, wurde er ihr eifrigster Apostel. Doch nicht in der Stille des Laboratoriums, nicht mit den subtilen Instrumenten der physikalischen Forschung trug er bei zur Klärung der wichtigen Fragen — die großen 100pferdigen Maschinen seiner Fabrik stellte er in den Dienst der Wissenschaft! Durch fortgesetzte Wärme- und Arbeitsmessungen, zu deren Ausführung er neue und sinnreiche Instrumente erdachte, zeigte er die Hinfälligkeit der Annahmen Carnots und Clapeyrons bezüglich der Stofflichkeit der Wärme. Er wies unwiderleglich nach, daß in dem Prozeß der Dampfmaschine mit dem Temperaturgefälle des Dampfes ein Verlust an Wärme verbunden ist, der in numerisch bestimmtem Verhältnis zur gewonnenen Arbeit steht. Die Zahlen, die er auf diesem Wege gewann, kamen dem wahren Wert des Wärmeäquivalents mindestens ebenso nahe wie die Forschungsergebnisse der Physiker. Es war eine Dankesschuld, welche die Technik abtragen konnte für manche wertvolle Errungenschaft der Physik, die sie sich zu Nutzen gemacht.

Doch die Bedeutung Hirns für die Maschinentheorie liegt nicht allein in dieser Tatsache, die Methoden seiner Untersuchung sind fast noch wichtiger — er erteilte der theoretischen Maschinenlehre damit einen neuen Impuls. Um diese Seite seines Wirkens, für uns die wesentlichste, in vollem Umfange zu würdigen, ist es erforderlich, sich die bisherige Entwicklung der Maschinentheorie zu vergegenwärtigen.

Die theoretische Behandlung der Aufgaben des Maschinenbaues ist eine Errungenschaft des jetzigen Jahrhunderts. Die

rechnerische Lösung der Probleme konnte erst in Angriff genommen werden, nachdem die Fundamente der Mechanik festgelegt waren. Diese Bestrebungen bilden zum überwiegenden Teil die Arbeit der Mathematiker des vorigen Jahrhunderts. Erst mit der Begründung der polytechnischen Schule zu Paris beginnt eine methodische Behandlung der Aufgaben des Maschinenbaues, an der Scheidegrenze der Jahrhunderte steht die Wiege dieser jungen Wissenschaft.

Poncelet und Morin sind die ersten, welche die Mechanik der hydraulischen und kalorischen Maschinen in zum Teil heute noch gültiger Form festlegen, und die bis dahin scheinbar regellose Fülle der Mechanismen nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten ordnen. Die Vertiefung der von diesen Forschern geschaffenen Methoden verdanken wir zumeist deutschen und englischen Gelehrten. Rankine in England, Redtenbacher, Weisbach und Grashof in Deutschland dehnen den Kreis der durch Rechnung zu lösenden Probleme auf immer weitere Gebiete des Maschinenbaues aus.

Allen gemeinsam ist die meisterhafte Handhabung des Werkzeugs der Analysis. Ihren Höhepunkt erreicht diese Schule in Grashof, der die Summe seiner Lebensarbeit soeben in einem umfangreichen Werke über die theoretische Maschinenlehre zusammenfassend und abschließend niedergelegt hat. Das Grashof'sche Werk erhält durch die fast ausschließliche Verwendung der Analysis seinen kennzeichnenden Charakter. Ausgehend von den feststehenden Tatsachen der Physik behandelt Grashof in der denkbar knappsten Form klassischer Wort- und Formelsprache fast die Gesamtheit der Probleme des Maschinenbaues unter Berücksichtigung der geringsten Nebeneinflüsse und gelangt zu Schlußformeln, deren Diskussion zur Aufstellung allgemeiner Gesichtspunkte benutzt wird. Dieses Werk sichert unserem

Vaterlande zur Zeit den ersten Rang in der rechnenden Maschinenwissenschaft.

In durchaus neue Bahnen wird die Forschung dagegen gelenkt durch Zeuner und Reuleaux, welche neue Hilfsmittel der Maschinentheorie erschließen. Zeuner ist in erster Linie der glückliche Vermittler zwischen der modernen Naturanschauung und der theoretischen Maschinenlehre. Ihm verdanken wir den Aufbau der Theorie der Wärmekraftmaschinen auf dem Prinzip von der Erhaltung der Energie. Zwar haben auch andere Gelehrte, wie Rankine und der Physiker Clausius die Sätze der mechanischen Wärmetheorie auf technische Probleme, besonders auf die Theorie der Dampfmaschinen, anzuwenden gelehrt, keiner aber mit dem umfassenden Verständnis für die Bedürfnisse des Maschinenbaues, keiner mit so durchaus eigenartigen Methoden wie Zeuner. Er erweitert den Gesichtskreis, indem er für die Probleme des Maschinenbaues die äußersten Grenzen aufsucht. Durch die Einführung des Begriffs der idealen Maschine schafft er einen Vergleichsmaßstab, der den wahren Wert des wirklichen Prozesses sowie die Richtung des Fortschrittes mit Sicherheit erkennen lehrt. Seine Methode führt darum jederzeit von den allgemeinsten Gesichtspunkten zu den Besonderheiten des einzelnen Falles. Von dem Hilfsmittel der Rechnung macht Zeuner nur in beschränkter Weise Gebrauch, er erleichtert das Verständnis durch Heranziehung allgemeiner Naturgesetze.

Von nicht minderer Bedeutung ist das Wirken Reuleaux's. Seine Gesichtspunkte sind denen Zeuner's verwandt, auch er lehrt die Erforschung der Gesetze des allgemeinsten Falles, führt sie aber durch Zergliederung auf wenige Elementarzustände zurück. Während die Tätigkeit Zeuner's hauptsächlich den Kraftmaschinen zugewandt ist, belebt Reu-

leaux mit schöpferischem Genius das nicht minder wichtige Gebiet der Mechanismen, auf welchem er eine vollkommene Revolution der Anschauungen hervorgerufen hat. Von dem Hilfsmittel der Rechnung macht Reuleaux noch weniger Gebrauch als Zeuner, seine epochemachendsten Arbeiten erhalten ihr eigenartiges Gepräge durch das vollständige Fehlen des rechnerischen Apparates. Er führt zunächst jene großartige, von französischen Mathematikern begründete Auffassung der Bewegungsgesetze in die Maschinenlehre ein und lehrt ihre Anwendung auf die verwickelten Mechanismen der Technik. Er kombiniert sie mit anderen fruchtbaren Gesetzen, welche seinem eigenen Geiste entspringen, wie demjenigen von der Paarung der Elemente, der Umkehrung der Mechanismen, und schreckt sogar vor der kühnen Aufgabe, Mechanismen durch wissenschaftliche Synthese zu finden, nicht zurück.

Beider Methoden sind längst zum Gemeingut geworden, sie haben aus dem stillen Hörsaal einen wirklichen Weltgang angetreten und durchtränken heute zahlreiche Anschauungen der Maschinentheorie ohne daß man sich dessen überall und immer bewußt wird. Sie haben befreiend gewirkt von dem Ballast endloser Formelreihen, und so mancher mag ihnen heute dankbaren Herzens bekennen:

Weg die Fesseln! Deines Geistes
Hab' ich einen Hauch verspürt!

An bahnbrechenden Geistern, an kühnen Forschern hat es der Maschinentheorie also nicht gefehlt. Blicken wir aber zurück auf die Arbeit eines vollen Jahrhunderts, und fragen wir, wie weit es gelungen ist, die Probleme des praktischen Maschinenbaues der Vorausberechnung zu unterwerfen. Auf einzelnen Gebieten hat die Wissenschaft zweifellos die Forde-

rungen erfüllt, bei zahlreichen Aufgaben weist sie allein dem Ingenieur den richtigen Weg. Doch nicht in allen Fällen ist sie die nimmer irrende Führerin, noch oft genug muß sie bescheiden zurücktreten hinter der siegreichen Schwester Erfahrung. Leider ist dies der Fall gerade bei den wichtigsten Schöpfungen der Technik, bei den Wärmekraftmaschinen.

Morin war der erste, welcher eine Theorie der Dampfmaschine aufstellte und ihre Berechnung lehrte. Es war ein erster und naturgemäß unvollkommener Versuch; er ging von Annahmen aus, deren Unhaltbarkeit von vornherein auf der Hand lag. Der Dampf wurde als ein permanentes Gas aufgefaßt und seine Expansion aus dem Mariotte'schen Gesetz abgeleitet. Die Theorie gab ein Resultat, welches weit abwich von der Erfahrung. Dann kam die feinere Theorie de Pambour's, gleichfalls unzulänglich, weil auch sie für den Zustand des Dampfes in der Maschine eine unmögliche Voraussetzung machte. Neue Hoffnungen erwachten, als die Gesetze der mechanischen Wärmetheorie dem Maschinenbau sich erschlossen. In unübertroffener Klarheit entwarf Zeuner die Umrisse einer neuen Theorie, zeigte die Mängel der bisherigen Annahmen und stellte die Dampfmaschine auf neue, felsenfeste Fundamente. Aber die wichtige Frage der Berechnung des Dampfverbrauchs blieb auch jetzt noch offen. Der praktische Dampfmaschinenbauer stützt sich nach wie vor auf die alte Morin'sche Formel und korrigiert das Rechnungsergebnis durch einen Erfahrungskoeffizienten von trauriger Größe. Man kann allerdings nicht behaupten, daß die Vervollkommnung der Dampfmaschine darunter zu leiden hatte — ihren Entwicklungsgang hat sie unbeirrt fortgesetzt an der Hand der Erfahrung.

Nicht minder hülflos blieb die Maschinentheorie gegenüber der Zwillingschwester der Dampfmaschine — der Gas-

maschine. Jahrzehnte lang fristete diese ihr kümmerliches, aber zähes Dasein in den Probierwerkstätten der Fabriken. Das kurze Aufflattern zum Beginn der 60er Jahre war nicht von Dauer, flügelahm, weil unfertig in ihren innersten Organen, sank sie zurück in den unterbrochenen Werdeprozeß. Da schwang sie sich empor in der Mitte der 70er Jahre aus jener Werkstatt am Rhein, wie ein Phönix aus der Asche, fertig und vollendet wie eine Minerva, um einen Siegeslauf ohne Gleichen anzutreten. Ebenbürtig steht sie heut neben der Dampfmaschine, und die Hoffnungen sind nicht übertrieben, die in ihr die Alleinherrscherin der Zukunft erblicken.

Welches ist nun der belebende Gedanke, der zündende Funke, der diese schlummernde Kraft erweckt, oder prosaisch gesprochen, durch welche offenbar rein mechanischen Mittel ist es gelungen, den Gasverbrauch so tief herabzusetzen? Die Maschinentheorie ist bis jetzt die Antwort darauf schuldig geblieben. So viel Schriftsteller darüber geschrieben haben, so viel Ansichten sind vertreten. Die einen messen den Erfolg lediglich der Kompression vor der Zündung bei, andere der vermehrten Geschwindigkeit, noch andere dem eigentümlichen Verbrennungsprozeß im Innern der Maschine. Noch fehlt uns die Formel, welche den Weg der Flamme in dem Feuermeer der Explosion sicher verfolgen läßt, noch fehlt dem blöden Auge die scharfe Brille, um die eiserne Wandung zu durchdringen. Nur Vermutungen sind die schwankenden Fundamente, auf denen die Rechnung sich aufbaut, und enttäuscht legt der Theoretiker die Feder nieder, wenn das Facit seiner Formeln der einfachsten Erfahrung Hohn spricht.

Hirn müssen wir nun als denjenigen feiern, der mit weit-schauendem Blick der Maschinentheorie einen neuen erfolg-

verheißenden Weg gewiesen, oder richtiger gesagt, der uns zurückgeführt hat auf jenen alten sicheren Weg, den Bacon von Verulam schon beschritten — den Königsweg des Experiments.

Ich meine nicht jene Messungen des Verbrauchs und der Leistung ausgeführter Maschinen, durch welche der Ingenieur von jeher das Resultat seiner konstruktiven Tätigkeit zu kontrollieren gewohnt ist, ich meine nicht jene vergleichenden Versuche, durch welche das Übergewicht einer neuen Maschine oder einer sinnreichen Abänderung derselben dem Abnehmer klargelegt wird. Diese Ermittlungen verfolgen lediglich den Zweck der Feststellung eines Tatbestandes und können nur mittelbar dem Fortschritt dienen. Die Versuche, welche Hirn uns gelehrt, beziehen sich auf das innere Lebensprinzip der Maschine, auf das Studium des Werdeprozesses der Arbeit und der Wandlungen der Wärme. Er selbst bezeichnet sie als „praktische Theorie“, in Deutschland nennt man sie seit Gustav Schmidt „Calorimetrische Untersuchung.“

Die Methoden, welche Hirn hierbei in Anwendung brachte, sind verschieden von denen der Physiker. Während diese darauf ausgehen, die Naturgesetze an sich zu erforschen, und bestrebt sind, jede zu studierende Erscheinung möglichst rein und ungetrübt durch Nebeneinflüsse zur Darstellung zu bringen, handelt es sich bei dem Arbeitsgang einer Maschine um eine Fülle von Einflüssen, deren Gesamtwirkung erst ein Bild des Prozesses gibt. Den Maschinentheoretiker interessiert weniger der Verlauf einer isolierten Erscheinung als vielmehr die gegenseitige Wechselwirkung und ihr Einfluß auf die Gesamtarbeit. Die genauen Methoden, nach denen der Physiker zu arbeiten gewohnt ist, verbieten sich hierbei von selbst. Hauptfordernis ist die Einfachheit der Methoden und Meß-

instrumente und die Vielheit und Schnelligkeit der Messungen selbst. Es wäre unangebracht, die Genauigkeit weiter treiben zu wollen als die Grenze der vorgelegten Frage dies verlangt. Die Einfachheit der Instrumente und Methoden wird noch aus einem anderen Grunde zur Notwendigkeit. Der Maschinentheoretiker kann seine Messungen für gewöhnlich nicht in der Stille des Laboratoriums mit der Muße des Physikers ausführen. Inmitten der Werkstatt, zwischen bewegten Maschinen, nicht selten an gefahrbringenden Orten, gestört durch verwirrende Geräusche, durch tausenderlei Nebeneinflüsse und Zufälligkeiten, ist sein Platz.

Bereits in seiner ersten großen Arbeit über die Dampfmaschine, welche er im Jahre 1855 der Mülhausener Gesellschaft vorlegte, beschritt Hirn diesen Weg. Im Jahre 1856 folgte eine zweite epochemachende Schrift. In einem mehrfach aufgelegten zweibändigen Werke über die mechanische Wärmetheorie hat er den größten Teil seiner Forschungsergebnisse methodisch zusammengefaßt. Eine Fülle von großen Gedanken, vorgetragen in fesselnder Form, durchglüht von edler Begeisterung, entrollt dieses bedeutsame Werk, dessen ungenauen und zum Teil nicht widerspruchsfreien Zahlenangaben nur unsere Ehrfurcht erwecken, wenn wir erfahren, daß halberblindete Augen die Hand des Verfassers lenkten. Doch die tatkräftige blühende Industrie der Reichslande eilte mit dienstbereiten Augen und Händen herbei, dem Forscher ihre Dienste zu leihen. Eine Schule sammelt sich um den Meister, welche die calorimetrische Untersuchung der Dampfmaschine auf ihre Fahne schreibt und über das Verhalten des Dampfes im Zylinder der Maschine bald ein überraschendes Licht verbreitet. Leloutre, Hallauer, Grosseteste, Walther Meunier und Keller im Elsaß, Dwelshauvers-Dery in Belgien, Donkin und

English in England, Schröter in Deutschland tragen wertvolles Versuchsmaterial zusammen. Dwelshauvers-Dery und Gustav Schmidt wirken als begeisterte Dolmetscher für die Verbreitung und das Verständnis der neuen Ideen, während Zeuner's Meisterhand sie in die klare durchsichtige Form ausprägt.

Das Hauptergebnis dieser Forschungen gipfelt in folgender Erkenntnis: Zum vollen Verständnis der Wirkung des Dampfes genügt nicht die bisher geübte Betrachtung des Dampfes allein, von wesentlich mitbestimmendem Einfluß ist sein Partner, die Wandung, das Metall des Zylinders — eine glänzende Bestätigung der großen fruchtbringenden Gedanken Reuleaux's von der Paarung der Elemente und ihrer Gleichwertigkeit. So schließt sich der Kreis, von weitschauenden Forschern an verschiedenen Punkten und zu verschiedenen Zeiten begonnen, zu harmonischer Vollendung!

Durch die Wechselwirkung des Dampfes und der metallischen Wandung wird nicht nur die viel umstrittene Frage des Dampfverbrauchs vollkommen erklärt, auch auf andere wichtige Erscheinungen wirft sie ein helles Licht. Ich kann den Zusammenhang hier nur kurz andeutend berühren. Die Wandung des Zylinders nimmt im Verlaufe des periodischen Spieles eine mittlere Temperatur an. Dieselbe ist kleiner als die Temperatur des Kesseldampfes, der unter Voll- druck eintritt, größer dagegen als die Temperatur des expan- dierten Dampfes, der in den Kondensator strömt. Ein Teil des eintretenden Dampfes wird in Folge dessen an den kühleren Wandungen kondensiert und schlägt sich in Wasser- form auf denselben nieder, im Verlaufe der Kondensation, zum Teil sogar schon während der Expansion, wird von den nun heißeren Wandungen dieses Wasser von neuem ver-

dampft. Gewinn und Verlust gleichen sich jedoch nicht aus, denn während des Auspuffes geht die frei werdende Wärme nutzlos zum Kondensator.

Ähnlich, wenn auch geringer, ist die Wirkung der Wandung in der Gasmachine, wo sie besonders den wichtigen Vorgang der Zündung beeinflußt. Ein unaufhörlicher Austausch von Wärme zwischen den Wandungen und dem wärmetragenden Mittel begleitet somit den Kreisprozeß der kalorischen Maschinen und die Theorie, wenn sie ein zutreffendes Bild der Vorgänge entwerfen will, muß auf beide gleichwertig Rücksicht nehmen.

Noch ist es nicht gelungen, diese verwickelten und zum Teil noch verschleierte Wechselbeziehungen der Rechnung zu unterwerfen, aber der Weg, den die Maschinentheorie zu verfolgen hat, ist ihr auf das Klarste bezeichnet — in mühsamer Kärnerarbeit gilt es, die Bausteine zusammenzutragen, aus denen dereinst der Meister der Zukunft das festgefügte Gebäude errichten kann.

Wie bei allen großen und wichtigen Fortschritten hat auch diese Erkenntnis allmählich Platz gegriffen, zahlreiche und mühevollen Versuche waren erforderlich, ehe sie in klaren Sätzen formuliert werden konnte. Man hat nicht mit Unrecht darauf hingewiesen, daß einzelne der in Rede stehenden Erscheinungen schon früher von erleuchteten Geistern mit Eifer studiert und teilweise auch richtig gedeutet worden sind. Doch kann dies das Verdienst des großen Elsässers nicht verkleinern. Nicht die Tatsachen an sich, sondern die Methoden der Forschung, die er uns gelehrt, das neue Ideenreich, welches der siegreiche Flug seines Geistes damit erschlossen, bilden das Reformatorische seines Wirkens und verleihen ihm unvergänglichen Ruhm.

Nur hierdurch ist der große Erfolg seiner Tätigkeit zu erklären, welche einen Kreis begeisterter Schüler zu seinen Füßen sammelte, die voll Verehrung zu ihm aufsahen, zu ihm, der nie ein Lehramt bekleidet und doch das Haupt einer neuen, zukunftsreichen Schule geworden ist.

Sein Bildnis, das ich der Güte seines Freundes und eifrigsten Mitarbeiters, Dwelshauvers-Dery verdanke, zeigt uns die freundlichen Züge des mit seinen Gedanken nach innen gekehrten Gelehrten, dessen liebenswürdiges Wesen der Freund in folgenden Worten schildert: „Hirn's Charakter war ebenso edel und erhaben, wie seine Kenntnisse tief und ausgebreitet. Seine Aufrichtigkeit, sein unbeirrtes Urteil waren im Elsaß allbekannt und hochgeschätzt, er wurde oft als alleiniger Schiedsrichter in verwickelten Streitfragen angerufen. Seine Geduld war unerschöpflich und seine Herzensgüte besonders für die Schwachen und Unwissenden so groß, daß der berühmte Gelehrte es nicht verschmähte, Kindern die Wunder der Welt zu erklären.“

Von den ferneren Lebensschicksalen Hirn's habe ich nur noch zu berichten, daß er sich im Jahre 1881 von den Geschäften zurückzog und in Kolmar ganz seiner wissenschaftlich-literarischen Tätigkeit lebte. Diese war eine so ausgebreitete, daß ich Seiten füllen mußte, wollte ich nur die Titel seiner sämtlichen Arbeiten anführen. Die letzten Jahre seines Lebens waren astronomisch-philosophischen Forschungen gewidmet, die er kurz vor seinem im Januar dieses Jahres erfolgten Tode in den großen Werken *Analyse élémentaire de l'univers* und *Constitution de l'espace céleste* zum Abschluß brachte. Mit Bezug auf das erstere sagte der Berichterstatter der französischen Akademie, daß es die Zeiten von Descartes und Leibniz wachriefe. Es ist hier nicht der Ort und auch keine Aufgabe, der ich gewachsen wäre, die tiefen philoso-

phischen Gedanken darzulegen, die der greise Gelehrte in diesen Werken offenbart.

Aber ein gewaltiger, wundersam ergreifender Abschluß eines Forscherlebens ist es, das mit Schmieröluntersuchungen beginnt und mit kühlen Gedanken über den Bau des Weltalls endet!

Hirn's Name ist deutsch, seine engere Heimat ein Teil unseres Vaterlandes, und doch dürfen wir ihn kaum den Unserigen nennen; sein Denken und Fühlen gravitierte nach Frankreich, auch seine Werke sind französisch geschrieben. Und dennoch will mir scheinen, war sein Geist von einem Hauch deutschen Wesens durchdrungen: zitiert er doch in seinen Werken mit Vorliebe Schiller, den deutschesten unserer Dichter. Mit todesmüder Hand schrieb er noch auf sein letztes Werk als Glaubensbekenntnis die Worte:

Hoch über der Zeit und dem Raume webt
Lebendig der höchste Gedanke.
Und ob Alles in ewigem Wechsel kreist,
Es beharret im Wechsel ein ruhiger Geist.





5.

Nicolaus August Otto
der Erfinder der Gasmachine.

Am 26. Januar 1891 verschied zu Köln noch in rüstigem Mannesalter Dr. Nicolaus August Otto. Nicht nur ein hervorragender Vertreter der deutschen Industrie ist damit seinem Wirken an der Spitze einer geachteten Fabrik entrissen worden — ein Erfinder von weltbekannter Bedeutung ist auch mit ihm zu Grabe getragen, dessen Name in allen Teilen der Erde, wo immer nur industrielle Tätigkeit sich entfaltet, mit Anerkennung genannt wird.

Wenn James Watt als der Erfinder der Dampfmaschine schlechthin bezeichnet wird, darf man für Otto den Titel des „Erfinders der Gasmachine“ in Anspruch nehmen. Denn wie jener durch richtige Leitung der Kondensation der Dampfmaschine erst dauernde Lebenskraft verlieh, hat Otto durch eine richtig geordnete Zündung und Verbrennung die Gasmachine zum Wettbewerb erst befähigt.

Die Schwierigkeiten, welche sich einer wissenschaftlichen Erkenntnis der Explosions- und Verbrennungserscheinungen entgegenstellen, sind fast unüberwindlich wegen der Höhe der auftretenden Temperaturen und der Kürze der Zeit, in



Nicolaus August Otto.

der die Vorgänge sich abspielen. Um so staunenswerter ist es, daß der grundlegendste Erfolg einem Manne gelang, der weder eine schulgemäße wissenschaftliche Ausbildung genossen hatte, noch durch die Wahl seines! Berufes zur praktischen Beschäftigung mit ähnlichen Dingen veranlaßt wurde.

Nicolaus August Otto, 1832 in Holzhausen in Nassau geboren, widmete sich bis zu seinem 29. Jahre einer rein kaufmännischen Tätigkeit. Von Jugend auf indes nach Bereicherung seiner naturwissenschaftlichen Kenntnisse strebend, gewann er ein umfassendes Verständnis für alle physikalischen Fragen, besonders für solche, die mit den Fortschritten der Technik in Zusammenhang standen.

Als im Jahre 1861 die Nachricht durch die Zeitungen lief, daß es dem Pariser Mechaniker Lenoir gelungen sei, durch die Explosion von Leuchtgas motorische Kraft zu erzeugen, richteten sich seine Gedanken auf dasselbe Ziel. Ein neuer Ideenkreis eröffnete sich seinem geistigen Auge, und mit der ihm eigenen Ausdauer und Zähigkeit blieb sein Geist von nun an darin gebannt. Nicht beirrte es ihn, als die Frage vor das wissenschaftliche Forum gezogen und es klar wurde, daß die kleine öltriefende, puffende Maschine, welche in der Posamentierwerkstatt der Rue de l'Évêque unregelmäßig und eigensinnig die Haspeln trieb, noch weit entfernt war, den Wettkampf mit der Dampfmaschine aufzunehmen. Mit Bedauern beobachteten seine Freunde, wie er den sicheren Boden seiner bisherigen aussichtsvollen Tätigkeit mehr und mehr verließ, um einem Irrlicht nachzujagen. Bekümmerten Herzens sah eine geliebte Braut den Aufbau des eigenen Herdes in immer weitere Ferne gerückt. Unerschütterlich aber blieb sein Glaube an die Zukunft der Gasmachine — und an seinen eigenen Stern.

Im Jahre 1863 gelang es ihm endlich, seine ersten Ideen in der Werkstatt eines Kölner Mechanikers verwirklicht zu sehen. Das Ergebnis war wenig befriedigend, aber erklärlich bei den damals noch mangelhaften Kenntnissen des Erfinders im Maschinenbau.

Schwere Zeiten brachen für ihn herein, bange Sorge breitete dunkle Schwingen um ihn, und der Zusammensturz all seiner Hoffnungen schien fast unabwendbar.

Da in der Stunde der Not fügte sein guter Stern die Wendung seines Schicksals. Er führte ihn zusammen mit einem Manne, der nicht nur die technische Wissenschaft zu den Füßen eines Redtenbacher studiert hatte, sondern der auch dasjenige in sich trug, was in keiner Schule erlernt werden kann, das Genie des Konstrukteurs. Eine sieghafte Überzeugungskraft muß den Ideen des sonst so verschlossenen, grübelnden Erfinders inne gewohnt haben, daß es ihm gelang, das Mitglied einer hochgeachteten industriellen Familie des Rheinlandes, das vollgültige Proben einer hervorragenden Begabung bereits abgelegt hatte, für seine fast verlorene Sache zu begeistern.

Nicolaus Otto und Euglen Langen bildeten von nun an in seltener Vereinigung sich ergänzender Kräfte jenes Dioskurenpaar der Neuzeit, dem es gelang, eine neue Kraftquelle der Industrie zu erschließen. Seit dem 30. September 1864 datiert die gemeinsame Arbeit der beiden Männer, denen es noch vergönnt war, auf die großartigen Erfolge ihrer 25jährigen Vereinigung zurückblicken zu können. Der Idee Otto's gab Langen die mustergültige konstruktive Form, und es dürfte schwer sein, heute noch zu entscheiden, wem von beiden bei ihren ersten Erfolgen die Palme gebührte.

Die erste Frucht ihrer gemeinsamen Tätigkeit war die wohlbekannte atmosphärische Gaskraftmaschine, mit welcher

sie auf der Pariser Weltausstellung 1867 vor die technische Welt traten. Fast unbeachtet stand sie abseits von der glänzenden Stätte, wo die zahlreichen Ausführungen der Lenoir'schen und Hugon'schen Gasmachines paradierten. Denn nicht müßig war inzwischen die französische Gasmotorenindustrie gewesen. Die Compagnie Lenoir hatte den Bau der Motoren mit hervorragenden technischen und finanziellen Mitteln in die Hand genommen, und ihre sorgfältigen Konstruktionen mit fast geräuschlosem Gang ließen das Urbild der Rue de l'Évêque kaum noch erkennen. Ein anderer französischer Erfinder, Hugon, zeigte, daß durch eine geringe Wassereinspritzung die Ökonomie der Lenoir-Maschine erheblich verbessert werden konnte. Mit fast mitleidigen Blicken betrachtete man daneben die neue deutsche Maschine, welche mit ihren Detonationen nur wenig Vertrauen erweckte. Als das Preisgericht daran ging, die höchste Auszeichnung für Fortschritte im Gasmachinesbau, die goldene Medaille, zu verteilen, erhob sich kaum eine Stimme zu gunsten der Kölner Erfinder. Nur dem energischen Auftreten des deutschen Mitgliedes, Reuleaux, war es zu verdanken, daß man sich bequemte, bei dem dermaligen Stande dieser jungen Industrie, lediglich eine Prüfung auf Leistung und Gasverbrauch als Richtschnur dienen zu lassen. Kein Geringerer als Tresca, der berühmte Direktor des Conservatoire des Arts et Métiers ward mit dieser Prüfung betraut. Überraschend war das Ergebnis: der Gasverbrauch für dieselbe Leistung zeigte bei den 3 Maschinen Lenoir, Hugon und Otto und Langen das Verhältnis 10 : 6 : 4. Gegenüber diesem offenbaren Fortschritt mußten selbst die französischen Mitglieder des Preisgerichtes ihre natürlichen Sympathien unterdrücken, und der deutschen Erfindung wurde der goldene Preis zu teil.

Mit diesem Erfolge war den Erfindern die Bahn gebrochen. Die Zeit des mühevollen und kostspieligen Experimentierens hörte zunächst auf, zahlreiche Aufträge gestatteten eine nutzbringende Fabrikation, und schon im Jahre 1869 reichte die Werkstatt in der Servaesgasse in Köln, in welcher man 1864 begonnen hatte, nicht mehr aus. Eine eigene Fabrik wurde an den Ufern des Rheins, in Deutz erbaut und nach den Plänen Langens mit den neuesten Einrichtungen und Arbeitsmaschinen versehen. Von stetig wachsenden Erfolgen begleitet, wurde im Jahre 1871 das Unternehmen in eine Aktiengesellschaft umgewandelt. Wie groß das Bedürfnis nach einer zuverlässigen und billigen Kraftquelle für den Handwerker und Kleingewerbetreibenden geworden war, zeigt der Absatz der atmosphärischen Gaskraftmaschinen in den ersten Jahren. Es wurden im ganzen über 5000 solcher Maschinen erbaut, in Größen von $\frac{1}{4}$ bis 3 PS. Das ruhige Fahrwasser, in welches das Unternehmen gelangt war, gestattete Eugen Langen, seine Tätigkeit zum teil wieder anderen industriellen Aufgaben zuzuwenden, während Otto seine gesamte Kraft der Leitung der Deutzer Fabrik widmete. Doch nahm Langen an allen konstruktiven Aufgaben nach wie vor den regsten Anteil.

Otto selbst war unterdes unermüdlich tätig, die grundlegenden Fragen durch umfassende Versuche zu klären und zu vertiefen. Ein besonderer Saal der Fabrik zeigt heute noch die lange Reihe der Konstruktionen, welche studiert und erprobt wurden, und keine Auffassung wäre unrichtiger als diejenige, welche den letzten und nachhaltigen Erfolg Otto's etwa einem Zufall oder einer glücklichen Eingebung zuschreiben wollte. Man kann diese achtunggebietende Reihe von versuchten und wieder verworfenen Maschinen nicht überblicken, ohne sich von neuem bewußt zu werden, daß das

Genie zwar tiefe Abgründe im Fluge überspringt, der dauernde Erfolg aber immer nur auf mühsam und fest erbauten Brücken zu folgen vermag.

Zwei Eigenschaften der atmosphärischen Maschine waren es, welche Otto veranlaßten, neue Methoden und Formen für die Gasmachine zu suchen. Zunächst das lästige Geräusch, welches mit dem Explosionsstoß des auffliegenden Kolbens verbunden war, und welches sich besonders der Aufstellung der Maschine in bewohnten Häusern hindernd in den Weg stellte. Der zweite, fast noch wichtigere Grund war der, daß das bei der atmosphärischen Maschine angewandte Prinzip den Bau der Maschinen auf kleinere Leistungen beschränkte. Mit Überzeugung hing aber Otto nach wie vor an dem Gedanken, daß die Gasmachine auch in großen Ausführungen, von mehr als 100 PS., der Dampfmaschine als ebenbürtiger Rivale an die Seite zu treten berufen sei. Seine ersten Ideen, die an dem Mangel technischer Erfahrung und konstruktiven Könnens gescheitert waren, nahm er mit Feuereifer wieder auf. In harter Schule, an den vorbildlichen Leistungen Langens und im Wettstreit mit tüchtig geschulten Ingenieuren war in Otto neben dem ideenreichen Erfinder eine zweite nicht minder hervorragende Eigenschaft zur Entwicklung gelangt, die eines geschickten Konstrukteurs. Erst die Vereinigung beider Fähigkeiten gab ihm die schöpferische Kraft zur Erfindung des neuen nach seinem Namen benannten Motors, der die gesamten den Gasmachinenbau bis dahin beherrschenden Anschauungen reformierte und in der Reihe bahnbrechender Erfindungen des 19. Jahrhunderts immerdar einen Ehrenplatz behaupten wird.

Otto kehrte mit seiner neuen Maschine bekanntlich wieder zu dem Prinzip der direkten Wirkung zurück. Unter Einführung des Viertaktes gelang es ihm, den Arbeitszylinder

zugleich als Kompressionspumpe zu benutzen und den Aufbau der Maschine außerordentlich einfach und übersichtlich zu gestalten. Die konstruktive Durchbildung der Maschine mit einer Fülle von sinnreichen Einzelheiten erregte das Entzücken der gesamten Ingenieurwelt, und heute, nach 15 Jahren, trägt sie noch genau dasselbe Gesicht; kaum nennenswerte Abänderungen hat sie in dieser Zeit eines beispiellosen Aufblühens der Gasmotorenindustrie erfahren. Zahlreiche Erfinder, die ursprünglich von durchaus anderen Gesichtspunkten ausgegangen waren, sind nach mühevollen und kostspieligen Erfahrungen schließlich zu Konstruktionen gelangt, welche im wesentlichen mit denen Otto's übereinstimmen.

Jedoch nicht in der mehr oder weniger äußerlichen Form des Otto'schen Motors beruht das Durchschlagende und Nachhaltige seines Erfolges. Die direkt wirkende Gasmachine wurde erst möglich durch die von Otto erzielte Ökonomie im Verbrauch des kraftspendenden Gases. Mit einem Schlage wurden durch ihn die Betriebskosten der Gasmachine um mehr als die Hälfte verringert und ein Fortschritt erzielt, der bei der Dampfmaschine nur allmählich und erst in Jahrzehnten gelungen war.

Es läßt sich kaum noch bestreiten, daß die Erfindung Otto's sich zum allerwesentlichsten Teile auf das Arbeitsprinzip der Maschine, auf ihren Zündungs- und Verbrennungsvorgang bezieht. Weder der Viertakt, noch die Kompression, noch die vermehrte Geschwindigkeit allein reichen aus, die Größe des Fortschrittes zu erklären, wenn auch anerkannt werden muß, daß diese mehr äußerlichen Dinge immerhin einen fördernden Einfluß gehabt haben. In den berühmten Prozessen, welche sich über den Inhalt der wertvollen Deutzer Patente in allen großen Industriestaaten entsponnen haben, ist mit einem ungewöhnlichen Aufgebot von wissenschaftlichem Material diese

Frage erörtert worden. Eine erschöpfende Deutung, welche die vorurteilsfreie und unparteiische Wissenschaft allseitig befriedigt hätte, ist noch niemand gelungen.

Es liegt diesen Zeilen, die nur der pietätvollen Erinnerung gewidmet sind, vollkommen fern, den Streit der Meinungen von neuem zu entfachen. Eines aber sind wir dem Andenken des hervorragenden Mannes schuldig: an dieser Stelle zu verzeichnen, wie er selbst sich den Vorgang in seiner Maschine gedacht und auf welchem Wege sein bahnbrechender Fortschritt sich vollzogen hat. Es ist das mehrfach ausgesprochen worden, am bündigsten wohl in der Festschrift zum 25jährigen Jubiläum der Deutzer Fabrik, von der sich annehmen läßt, daß die darin vorgetragenen Anschauungen den seinigen entsprechen.

„Otto hatte den Gedanken einer direkt wirkenden Gasmachine nicht aufgegeben, und bei seinen Bemühungen in dieser Richtung war ihm die atmosphärische Maschine ein willkommenes Versuchsobjekt. Jede einzelne Explosion, ob kräftig oder schwach, war als solche deutlich zu erkennen, da ja der Kolben frei in die Höhe flog. Je nach dem Gasreichtum des Gemenges waren die Explosionen mehr oder weniger heftig, flog der Kolben schnell oder langsam in die Höhe. Bei gasarmen Gemengen stieg der Kolben oft erst nach geraumer Zeit, nachdem das Schwungrad schon eine Anzahl Umdrehungen gemacht hatte, langsam in die Höhe, und hieraus erkannte Otto, daß gasarme Gemenge nicht nur langsam verbrennen, sondern auch sich verspätet entzünden, gleichzeitig aber sah er ein, daß ein stoßfreier Motor nur durch Anwendung verdünnter Gemenge erzielt werden könne; es galt also die Frage zu lösen:

Wie kann man verdünnte Gemenge, z. B. 1 : 11, 1 : 12, 1 : 13, noch sicher zünden?

Diese Frage beschäftigte Otto jahrelang, bis ihn schließlich die Betrachtung des aus einem Fabrikschornstein aufsteigenden Rauches auf die Lösung brachte, welcher beim Verlassen des Schornsteines dick und dicht, im Aufsteigen an Dichtigkeit mehr und mehr verlor, indem er sich in der Luft zerstreute.

Kann man nämlich stoßfreie Wirkung nur erreichen mit gasarmen Gemengen von etwa 1:12 Gasgehalt, und entzünden solche armen Gemenge sich unsicher, so besteht die Lösung der Aufgabe darin, daß man zuerst beispielsweise 5 oder 4 oder 3 Teile Luft und dann Gasgemenge von 1:7 oder 1:8 oder 1:9 ansaugt; es kommt dann ein Gemenge von 1:12 zur Verwendung; an der Zündstelle wird sich jedoch ein mehr oder weniger gasreiches Gemenge befinden.“

Die in diesen Ausführungen gedachte schichtenweise Anordnung von gasreichen und gasarmen Bestandteilen hat aber außer der „stoßfreien Wirkung“ auch noch einen wichtigen thermischen Effekt, den Otto nicht besonders hervorhebt. Alle älteren Konstruktionen, welche gleichartiges Explosionsgemisch verwenden, brauchen zur sicheren Zündung nicht nur einen ansehnlichen Gasgehalt, sie ergeben auch besonders hohe Verbrennungstemperaturen und eine fast plötzliche Auslösung der gesamten Verbrennungswärme. Ein homogenes Flammenmeer erfüllt den Raum und berührt sofort allseitig die kühle Wandung. Ehe der Kolben einen nennenswerten Teil seines Hubes zurücklegen kann, bieten sich der Wärme zwei deutlich zu unterscheidende Wege. Der eine in das Metall des Zylinders und in den umgebenden Wassermantel, wegen der vorzüglichen Leitungsfähigkeit des Eisens einer breiten Heerstraße vergleichbar, auf der sie ungehindert abfließen kann, frei und widerstandslos wie der elektrische Strom bei einem sich anbietenden Kurzschlusse. Weniger

verlockend erscheint ihr der zweite Weg, wo ihrer in schlecht leitender Verbrennungsluft der Frohdienst der Arbeit harret. Durch Desertion lichten sich unaufhörlich sogar die Reihen derer, die diese Bahn betreten, denn ihre Arbeitsfähigkeit erlahmt, und der Weg durch das Metall wird immer breiter und freier.

Wenn wir in diesem Bilde bleiben, können wir den Fortschritt, den Otto erzielt hat, einer sinnreich erdachten Marschordnung vergleichen, bei welcher dem Kernteile der Truppen, eingeschlossen von weit ausschwärmenden Plänklern, nur eine Wahl geblieben ist — der mühevollen Weg der Arbeit, auf welchen ihr kräftiger Ansturm auch minderwertige Elemente mit fortreibt.

In ähnlich drastischer Weise hat einst Otto selbst dem Schreiber dieser Zeilen im fröhlichen Kreise in seiner Gartenlaube am Rhein seine Erfindung gekennzeichnet.

Er warf scherzend die Frage auf, wie man verwerflicher Weise es anstellen müßte, ein mit zahlreichen Stockwerken, Treppen, Korridoren und Wohnungen ausgestattetes Haus mit den geringsten Mitteln, doch möglichst vollständig und unrettbar in Brand zu setzen. „Ich würde Sorge tragen, so lautete seine Antwort, daß in den unteren Stockwerken des Hauses, in der ersten und zweiten Etage jeder Raum und jeder Winkel mit leidlich brennbaren Stoffen versehen wäre; um die oberen Stockwerke brauchte ich mich wenig zu kümmern; aber den Hausflur würde ich füllen mit Heu und mit Stroh und mit in Petroleum getränkten Lappen.“

Die zentrale Explosion inmitten einer Wolke von minderwertigen und für sich allein nur schwer zu zündenden Stoffen ist als der Kernpunkt seiner Erfindung aufzufassen. Man könnte sie vergleichen mit der in der neueren Sprengtechnik üblich gewordenen Detonationszündung, welche die Verwendung

verhältnismäßig ungefährlicher und für den Versand geeigneter Sprengmittel ermöglicht hat. Auch hierbei gelangt die Gesamtmasse des Explosivstoffes erst durch den heftigen Anstoß einer explodierenden Zündpatrone zur vollen und plötzlichen Wirkung.

Zeitlich fällt die Otto'sche Erfindung mit den epochemachenden Errungenschaften Hirn's und seiner Elsässer Schule zusammen, welche den verhängnisvollen Einfluß der Wandung auf den Arbeitsvorgang der Dampfmaschine erkannten und theoretisch erklärten.

Noch fehlt der Dampfmaschine der Ritter Georg, der sie aus dieser verzehrenden Umarmung erlöst und sie einem neuen Leben entgegenführt. Der Gasmachine erstand in Otto bereits der siegreiche Befreier, und der Theorie blieb nichts, als das Geheimnis seines Erfolges zu ergründen.

Von Otto's persönlichen Verhältnissen ist wenig bemerkenswertes zu berichten; sein Leben war geteilt zwischen den harten Dienst der Arbeit und die stillen Freuden eines glücklichen Familienlebens. Er war ein Biedermann in des Wortes vollster Bedeutung, von seltener Einfachheit und fast allzu großer Bescheidenheit in bezug auf sein Auftreten in der Öffentlichkeit. Als im Jahre 1881 der Verein deutscher Ingenieure in Köln seine Hauptversammlung hielt und in richtiger Würdigung des Ortes das Aufblühen der Gasmotorenindustrie zu einem Gegenstande seiner Beratungen machte, war Otto nicht zu bewegen, an den öffentlichen Versammlungen und an den Festlichkeiten teilzunehmen, in der stillen Besorgnis, man könne ihn öffentlich feiern. Trotzdem war es für ihn eine große und herzliche Freude, als ihm die Universität Würzburg die für den Ingenieur so seltene Würde eines Ehrendoktors verlieh, die einzige, aber um so hervorragendere öffentliche Auszeichnung, die ihm in seinem Leben zu teil

wurde. Beharrlich und treu wie in seinen Arbeiten, erwies er sich dem nicht allzu umfangreichen Kreise seiner Freunde; herzlich und ungetrübt bis zum letzten Atemzuge blieb sein Verhältnis zu seinem Mitarbeiter Eugen Langen, für den er noch an seinem Todestage die innigen Worte fand: „er war doch immer mein bester Freund!“

Ein bedeutungsvolles Leben ist mit ihm dahingegangen, ein denkwürdiger Name aber eingetragen in das Buch der Geschichte unserer Wissenschaft. Nicht mit Unrecht dürfen wir auch auf ihn jene leuchtenden Worte anwenden, die am Denkmal des großen Schotten erglänzen:

„Er hat die Hilfsquellen seines Landes erweitert, die Kraft des Menschen vermehrt und sich einen hervorragenden Platz errungen unter den wahren Wohltätern der Welt.“

