

BEITRÄGE ZUR GESCHICHTE
DER TECHNIK UND INDUSTRIE

JAHRBUCH DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
DERAUSGEGEBEN VON CONRAD MATSCHOSS BERLIN

1916

7. Band

BEITRÄGE ZUR GESCHICHTE DER TECHNIK UND INDUSTRIE

JAHRBUCH
DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

HERAUSGEGEBEN

VON

CONRAD MATSCHOSS

SIEBENTER BAND

MIT 70 TEXTFIGUREN UND 2 BILDNISSEN



SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH 1917

ISBN 978-3-662-39226-3

ISBN 978-3-662-40240-5 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-40240-5

Alle Rechte, insbesondere das der **Übersetzung**
in fremde Sprachen, vorbehalten.

Vorwort.

Trotz Inanspruchnahme fast aller Kräfte durch Kriegsarbeit konnte das Jahrbuch auch für 1916 fertiggestellt werden. Leider hat sich das Erscheinen, das für Anfang Dezember in Aussicht genommen war, unerwarteterweise verzögert. Das Jahrbuch wird aber seinen Freunden auch nach Weihnachten noch willkommen sein und die geschichtliche Erforschung der Technik fördern und weiter anregen helfen.

Der Umfang ist etwa der des vorhergehenden Kriegsbandes. Hoffentlich kann das nächste Jahrbuch, für welches bereits Stoff vorliegt, wieder als Friedensband in früherer Stärke erscheinen.

Berlin, im Januar 1917.

Der Herausgeber.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Geschichtliche Entwicklung der Berliner Elektrizitäts-Werke von ihrer Begründung bis zur Übernahme durch die Stadt. Von Prof. Dipl.-Ing. Conrad Matschoß, Berlin	1
Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der technischen Mechanik. Von Dr.-Ing. h. c. und Dr. phil. h. c. A. v. Rieppel und Dr.-Ing. L. Freytag, Nürnberg. . .	25
Die Spurweite der Eisenbahnen und der Kampf um die Spurweite. Ein Abschnitt aus der Entwicklungsgeschichte der Eisenbahnen. Von Dr. Karl Keller, München, vormals Professor in Karlsruhe	43
Die geschichtliche Entwicklung der Dampfkesselaufsicht in Preußen. Von Dipl.-Ing. Dr. jur. Hilliger, Berlin	62
Beitrag zur Geschichte der Eisenbrücken in Ungarn. Von Dr.-Ing. Hugo Fuchs, Prag	82
Daniel Peres. Lebensbild eines Vorkämpfers der Solinger Meßmachertechnik. Von Oberingenieur Franz Hendrichs, Charlottenburg	84
Nikolaus Riggenbach. Zu seinem hundertjährigen Geburtstag. Von Dr. Karl Keller, München, vormals Professor in Karlsruhe	110
Keltern einst und jetzt. Von Prof. Dr.-Ing. Häußer, z. Z. im Felde	127
Zur Geschichte der Dynamomaschine. Die Entwicklung des Dynamobauers bei der Firma Siemens & Halske (1866 bis 1878). Von Prof. Dr. Adolf Thomälen, Karlsruhe	134
Beiträge zur außereuropäischen und vorgeschichtlichen Technik. Von Dr.-Ing. Hugo Theodor Horwitz.	169

Druckfehlerberichtigung.

In der Zeichenerklärung der Fig. 1 auf S. 14 ist die punktierte Linie mit der strichpunktierten Linie zu vertauschen.

Geschichtliche Entwicklung der Berliner Elektrizitäts-Werke von ihrer Begründung bis zur Übernahme durch die Stadt.¹⁾

Von

Conrad Matschoß, Berlin.

Am 1. Oktober 1915 sind die Berliner Elektrizitäts-Werke (BEW) in den Besitz der Stadt Berlin übergegangen. Das älteste große Elektrizitätswerk, aus privatem Unternehmungsgeist geboren und zur weltbekannten Höhe entwickelt, kommt unter städtische Verwaltung. Die Bedeutung dieses Ereignisses spiegelt sich in den langen Verhandlungen wider, über die uns die Zeitungen ausführlich berichteten und die in den Gründen, die für und gegen die Übernahme vorgebracht wurden, sich aufs engste mit den vielen Verhandlungen berühren, die seit der Begründung über die Verträge mit der Stadt geführt wurden.

Die Entwicklung der privaten Elektrizitätsversorgung Berlins ist nunmehr abgeschlossen und es lohnt sich schon jetzt zu versuchen, den geschichtlichen Werdegang in großen Umrissen kurz zu skizzieren.

Will man die technische Tat, die in der Begründung der BEW, wobei ungemein große Schwierigkeiten zu überwinden waren, liegt, richtig beurteilen, so muß man sich zunächst vergegenwärtigen, wie es damals, als die Pläne, Berlin mit elektrischem Strom von Zentralstellen aus zu versehen, um die Elektrotechnik bestellt war, welche Erfahrungen insbesondere auf dem Gebiet der elektrischen Beleuchtung vorlagen.

Von der Entwicklung des elektrischen Lichtbogens am Anfang des vorigen Jahrhunderts bis zur ersten praktischen Benutzung der neuen Lichtquelle und den

¹⁾ Die Veranlassung zu dieser Arbeit gab noch der verstorbene Begründer der Werke, Geheimrat Dr. E. Rathenau, der in den BEW seine Lieblingsschöpfung von jeher gesehen hat. Jetzt beim Übergang in den Besitz der Stadt wollte er noch einmal den Werdegang der ganzen Unternehmung geschichtlich mit erleben. Da ich seit Jahren den Vorzug genoß, mit dem Schöpfer der AEG und BEW in geschichtlicher Verbindung zu stehen, so kam es auch jetzt nochmals wenige Wochen vor seinem Tode zu langen geschichtlichen Besprechungen, die eine besonders wichtige Grundlage für die vorliegende Arbeit bildeten. Wichtig war ferner die Unterhaltung mit dem ersten Mitarbeiter Rathenaus, Herrn Reichsrat Dr. Oscar von Miller-München, und die weitgehende Unterstützung, die mir sowohl schriftlich als mündlich von seiten der in Frage kommenden Stellen der beiden Firmen in entgegenkommendster Weise zuteil wurde. Von der Literatur wurde namentlich benutzt: G. Kemmann, Die Berliner Elektrizitäts-Werke bis Ende 1896, Berlin 1897; Arthur Wilke, Die Berliner Elektrizitäts-Werke, Berlin 1890. Ferner Aufsätze von Oscar von Miller in der Elektrotechnischen Zeitschrift und von L. Datterer in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure. Ferner sind zu erwähnen die Geschäftsberichte und andere Druckschriften der AEG und der BEW, darunter namentlich auch die Festschrift der Berliner Elektrizitäts-Werke, die aus Anlaß ihres 25 jährigen Bestehens 1909 herausgegeben wurde.

ersten marktfähigen Lampen war ein langer Weg zurückzulegen. Der grenzenlose Optimismus der geborenen Erfinder, der in jeder neuen Lampe schon die endgültige Lösung der großen Aufgabe zu sehen glaubte, wurde oft enttäuscht.

1846 wurde in Paris bei der Erstaufführung von Meyerbeers Oper der „Prophet“ das elektrische Bogenlicht zum erstenmal für einen praktischen Zweck zur „Effektbeleuchtung“ benutzt. Staunend bewunderte man das blendend weiße Licht, den „Potenzierten Mondschein“, der aber den Augen schädlich sei, so daß man zur Straßenbeleuchtung, an die man damals schon dachte, elektrische Bogenlampen wohl nicht verwenden können. Dagegen wären Leuchttürme ein ausgezeichnetes Anwendungsgebiet.

Aus Dingers Polytechnischem Journal erfahren wir, daß 1850 Professor Jacobi in St. Petersburg schon eine „galvanische Straßenbeleuchtung“ durchzuführen suchte. In dem blendend weißen elektrischen Licht erschienen die damaligen Gaslaternen rot und rußig. Aber das Licht veränderte noch oft die Farbe und brannte bald rot, bald blau, bald gelb, wodurch es dem Auge unerträglich wurde. Öfters verlöschte es auf einige Augenblicke. Als Kraftquelle diente eine riesige galvanische Batterie, die in zwei Sälen, die Tag und Nacht geheizt wurden, aufgestellt war. Zur Wartung standen vier Soldaten zur Verfügung, die, wie es in dem Bericht heißt, infolge der Hitze und der Ausdünstung der Säuren bereits alle Blut spuckten.

Ein Jahr später denkt man bereits daran, Bogenlicht auf Lokomotiven und Schiffen einzuführen. 1852 wird zum erstenmal versucht, einen Innenraum, die Deputiertenkammer in Brüssel, elektrisch zu beleuchten. Für Leuchttürme wird das Licht in England schon 1857 angewandt, und im italienischen Krieg 1859 plante man bereits, das Bogenlicht für militärische Zwecke zu benutzen. Aber erst als es gelang, mit Hilfe von Maschinen elektrischen Strom zu erzeugen, konnte die elektrische Beleuchtung aus dem Reiche der Pläne und der Einzelanwendung zu großer praktischer Bedeutung gelangen. Nachdem Werner von Siemens 1867 das dynamo-elektrische Prinzip entwickelt hatte und die erste Dynamomaschine aus der Werkstatt von Siemens & Halske hervorgegangen war, erschien gerade die elektrische Beleuchtung geeignet, die jetzt geschaffenen Möglichkeiten starker elektrischer Ströme auf wirtschaftlicher Grundlage zu erzeugen, voll auszunutzen. Immer neue Konstruktionen von Bogenlampen oder „Regulatoren“, wie man sie damals nannte, entstanden, keine wollte befriedigen. Für jede Lichtquelle, für jede einzelne Lampe brauchte man noch eine Maschine. Für solche starken Einzellichter aber, die in Anlage und Betrieb sehr teuer kommen mußten, hatte man nur eine sehr beschränkte Verwendung. Wollte man der ersten zentralen Beleuchtung, die von der Technik in der Gasbeleuchtung am Anfang des Jahrhunderts geschaffen war, in der elektrischen Beleuchtung etwas Gleichwertiges gegenüberstellen, so mußte die Teilung des elektrischen Lichtes, wie man damals die Aufgabe bezeichnete, in den Vordergrund rücken.

Hier brachte zuerst die Erfindung der elektrischen Kerze durch P. Jablchkoff einen beträchtlichen Fortschritt. Jablchkoff, der Vertreter von Gramme, benutzte nebeneinander stehende, durch eine dünne Isolierschicht getrennte Kohlen, die er mit Wechselstrom speiste. Gramme konstruierte ihm hierzu Maschinen, die vier Wechselströme erzeugten, so daß man also vier getrennte Stromkreise damit speisen konnte. Da man mehrere Kerzen hintereinander schalten konnte, so war man mit der Teilung des Lichtes einen merklichen Schritt vorwärts gekommen. Die erste Anlage, die noch mit einer gewaltigen magnet-elektrischen Maschine arbeitete,

wurde im Warenhaus des Louvre in Paris 1877 in Betrieb genommen, und man war so zukunftsfröh, daß man gleich daraufhin eine Gesellschaft von 7,5 Millionen Francs zur Ausbeutung dieser Erfindung gründete. Bis Juni 1878 hat man eine Anzahl öffentlicher Plätze, darunter den Place de la Concorde, mit elektrischer Beleuchtung versehen. Am Schluß der Weltausstellung 1878 wurden in Paris bereits jeden Abend 1000 elektrische Kerzen entzündet.

Inzwischen war man auch von anderer Seite an die Aufgabe, mehrere Bogenlampen in einem Stromkreis zu brennen, herangetreten. Das Prinzip der Differentiallampe, von Werner von Siemens angegeben und von Hefner-Alteneck ausgeführt, war schon auf der Weltausstellung in Wien 1873 in Bogenlampen benutzt worden. Die eigentliche Differentiallampe hat Hefner-Alteneck 1878 geschaffen. 1879 wurde sie patentiert. Die Berliner Gewerbeausstellung des Jahres 1879 bot die erste Gelegenheit, die neuen Lampen der großen Öffentlichkeit vorzuführen. Die Firma Siemens & Halske führte die Beleuchtung der Kaisergalerie mit großem Erfolg durch. Hier brannten zum ersten Male mehrere in einen Kreis geschaltete Bogenlampen. Bei diesen Lampen wurden auch die ersten Dochkohlen benutzt. Während bisher der Kasten mit dem Reguliermechanismus der Bogenlampen unter den Kohlen angebracht war, wurde er hier in einer zylindrischen Hülse über den Kohlenstäben angeordnet, und man war stolz darauf, mit dieser uns heute selbstverständlich anmutenden konstruktiven Anordnung endlich ein „schattenloses Licht“ zu erzielen. Die Differential-Bogenlampen führten sich schnell ein; Hefner-Alteneck konnte in seinem Vortrag im Elektrotechnischen Verein im Dezember 1882 berichten, daß schon Tausende von Differentiallampen brennen und daß die von Siemens & Halske allein gelieferten Dochkohlen in ihrer Gesamtlänge schon nach Hunderten von Kilometern zählten.

Die Aufgabe, die man sich in der Teilung des elektrischen Lichtes gestellt hatte, ließ sich aber durch Verbesserung der Bogenlampen allein nicht lösen. Hier führte erst die Glühlampe zum Ziel. Die ersten Vorschläge, Kohlen in einem luftleeren Raum so zu erhitzen, daß man damit beleuchten kann, gehen schon auf das Jahr 1838 zurück. Alle möglichen Konstruktionen und Materialien wurden benutzt. 1859 soll ein Amerikaner sein Haus vorübergehend mit 42 Platinglühlampen beleuchtet haben. Aber alle diese Männer waren nur Vorläufer. Den ersten großen praktischen Erfolg erreichte T. A. Edison. 1876 hatte Edison in dem kleinen Vorort von Neu-York, Menlo-Park, sein Laboratorium begründet. 1878 wurde seine Aufmerksamkeit zuerst auf die elektrische Beleuchtung gelenkt. Das Bogenlicht erschien ihm „zu groß und zu hell“. Das elektrische Glühlicht allein konnte seiner Überzeugung nach die Aufgabe lösen. Mit einer Zähigkeit ohnegleichen verfolgte er dieses Ziel. Mit allen nur denkbaren Stoffen stellte er Versuche an. Nachdem er in unermüdlichen 13monatigen Versuchen an der Metallfadenlampe gearbeitet hatte, wandte er sich der Retortenkohle und Papierkohle zu. Schließlich begann er Bambusfasern zu verkohlen, und dies führte ihn zum Ziel. Er erkannte, welche Rolle der große Widerstand spielte, da hierdurch bei erhöhter Spannung die zum Glühen nötigen Stromstärken verringert wurden. Nach Überwindung unsäglicher Schwierigkeiten und unter Mitarbeit eines ganzen Stabes von Mitarbeitern war endlich die Lösung der Aufgabe gelungen. Eine praktisch im großen verwertbare Kohlefadenlampe war geschaffen. Am 21. Oktober 1879 hatte Edison diese Lösung gefunden. Im Januar 1880 erhielt er die bedeutungsvollen Patente auf die Glühlampen und in dem gleichen Monat führte er durch eine festliche Beleuchtung des Menlo-Parkes seine neue Erfindung der Öffentlichkeit vor.

Aber Edisons Ziel war nicht nur, eine brauchbare Glühlampe zu erfinden, er wollte ein der Gasbeleuchtung überlegenes zentrales Beleuchtungssystem schaffen. Er konstruierte die ersten Schalter und Verteilungssysteme, er baute Dynamomaschinen und suchte sich die geeignete Kraftmaschine zum Antrieb zu verschaffen. Er schaffte Meßinstrumente und Zähler und studierte an Hand umfassender Literatur den Werdegang und den damaligen Stand der Gasbeleuchtungsindustrie. Aus allen diesen umfassenden Arbeiten erwachsen die ersten elektrischen Zentralen. Die erste große elektrotechnische Ausstellung in Paris 1881 bietet die Gelegenheit, das Edisonsche Glühlampen-Beleuchtungssystem der großen Öffentlichkeit vorzuführen.

Diese denkwürdige Ausstellung fiel mitten in die Sturm- und Drangperiode der Elektrotechnik. Der elektrische Strom, erfolgreich eingeführt durch den Telegraphen in die wirtschaftlich industrielle Entwicklung des 19. Jahrhunderts, erschien jetzt wieder als die Zukunftshoffnung aller derer, die an der Gesamtentwicklung der Technik Interesse hatten. In England hatte man mit den Gesellschaften für elektrische Telegraphie, besonders mit den Kabelgesellschaften, auch finanziell glänzende Geschäfte gemacht, damit war in weiten Kreisen des Volkes der Glaube großgezogen worden, daß alles, was mit Elektrizität zusammenhing, auch hohe Erträge abwerfen müsse. So war es leicht, für neue elektrische Beleuchtungsgesellschaften große Geldmittel flüssig zu machen. Jeder Tag brachte neue Gründungen und schließlich konnte, da die großen technischen Schwierigkeiten sich nicht durch den Befehl der Finanzleute allein überwinden ließen, der Zusammenbruch nicht ausbleiben. Auf das „himmelhochjauchzend“ folgte das „zu Tode betrübt“. Man unterließ es sogar nicht, gesetzlich das Mißtrauen gegen den elektrischen Strom, das jetzt Platz gegriffen hatte, festzulegen. Ein Unterbinden der englischen elektrischen Industrie für viele Jahre war das Ergebnis der zu früh eingesetzten unrealisierbaren Hoffnungen.

In Frankreich war man nicht minder eifrig mit der weiteren Entwicklung beschäftigt. 1882 sollen bereits mehr als 1000 verschiedene elektrische Lampen patentiert gewesen sein, von denen allein etwa 600 auf Frankreich entfielen.

Eindrucksvoll auf die großen Zukunftsmöglichkeiten der elektrischen Beleuchtung hingewiesen zu haben, war das Verdienst der Weltausstellung 1878 mit ihren Tausenden von Bogenlampen, vor allem aber, wie wir sahen, der elektrotechnischen Ausstellung 1881 in Paris. Tausendfache Anregungen sind von hier ausgegangen. Keine aber war wohl wirkungsvoller und zukunftsreicher als die, die in dem deutschen Ingenieur Emil Rathenau den Gedanken zur Tat werden ließ, die Edison-Glühlampe und damit die elektrische Beleuchtung im großen Stil zunächst in Berlin einzuführen und damit zugleich eine elektrische Industrie großen Stils zu begründen.

Weit und mühselig war der Weg, der von jener ersten Anregung, die ihm die Ausstellung gab, zu dem Begründer der AEG und der BEW führte, zu jenem so überaus erfolgreichen tätigen Leben, das unter der Anteilnahme weiter Kreise vor wenigen Monaten seinen Abschluß fand.

Von jenen ersten schweren Jahren, in denen der feste Glaube an die große Zukunft seiner Schöpfung ihn oft allein aufrecht hielt, hat Rathenau selbst anschaulich zu erzählen gewußt. Er war Maschinenbauer von Haus aus, hatte vier Jahre in der Wilhelmshütte in Sprottau, einer damals besonders angesehenen Maschinenfabrik, gearbeitet, in Hannover und Zürich studiert, war dann in Berlin

zuerst bei Borsig als Ingenieur tätig gewesen. Das damalige Land der Technik, England, hatte es ihm dann angetan, und bei Penn, der berühmten Maschinenfabrik, hatte er die ersten Schiffsverbundmaschinen mitbauen können. Dem Wunsch der Verwandten folgend, war er dann schließlich wieder nach Berlin zurückgekehrt. 1865 erwarb er die Maschinenfabrik von H. Weber in Berlin, die er in den Gründerjahren verkaufte. Nun begannen Jahre des Sichumsehens. Rathenau reiste nach Amerika, wo das eben praktisch brauchbar gewordene Telephon auf ihn einen besonders starken Eindruck machte. Er versuchte es in Berlin einzuführen, scheiterte aber zunächst an dem noch fehlenden Bedürfnis. Nach Ansicht des Reichspostmeisters Stephan wären damals nicht 18 Menschen in Berlin zu finden gewesen, die einen solchen Apparat benutzen wollten.

Mit den starken Eindrücken, die ihm das elektrische Bogenlicht auf den Straßen und Plätzen in Paris bei der Weltausstellung 1878 gemacht hatte, beschäftigt, traf er zufällig in der Schweiz mit Werner von Siemens zusammen und machte ihm den Vorschlag, gemeinsam eine elektrische Straßenbeleuchtung in Berlin einzuführen. Die Anregung wurde nach der Rückkehr in Berlin wieder aufgenommen, aber zu einer Ausführung kam es nicht. Erst im nächsten Jahr, 1879, bekam Berlin, wie schon erwähnt, in der Kaisergalerie die erste elektrische Beleuchtung in größerem Umfang zu sehen. Rathenau aber gab seinen Plan, sich auf dem neuen Gebiet der Elektrotechnik ein neues großes Arbeitsfeld zu schaffen, nicht auf. Der Erfolg der Edison-Glühlampen wies ihm den Weg. 1881 eilte er nach Paris, und es gelang ihm, von den von Edison für die Ausbeutung seiner Erfindung in Europa begründeten Gesellschaften die Ausführungserlaubnis für Deutschland zu erwerben.

Zunächst wurde eine Studiengesellschaft mit 250 000 Mark begründet, der die Aufgabe zufiel, das große Publikum mit den Vorzügen der neuen Beleuchtung bekannt zu machen. Rathenau übernahm die Leitung der Gesellschaft und ging sofort mit Feuereifer daran, elektrische Beleuchtungsanlagen mit Edison-Glühlampen in Berlin auszuführen. Sehr reizvoll wußte Rathenau hiervon zu erzählen. Zwei angesehene Berliner gesellschaftliche Vereinigungen, der Unionklub, der sich in der Schadowstraße ein neues Haus baute, und die Ressource boten eine gute Gelegenheit, nachdem vorher schon der Börsenkurier und eine Berliner Brauerei kleine Anlagen hatten ausführen lassen, einflußreiche Berliner Kreise mit der neuen Beleuchtung bekannt zu machen.

Im Garten wurde ein kleines Maschinenhaus erbaut, eine Corlißmaschine, von der Wilhelmshütte in Sprottau geliefert, trieb hier die Dynamomaschine, und bald konnten die zu Ehren Rathenaus und seiner elektrischen Beleuchtung festlich geladenen Mitglieder die Wirkung Edisonscher Glühlampen in Gesellschaftsräumen bewundern. Unvergeßlich blieb Rathenau dies Fest, denn nur zu bald begann das elektrische Licht zu zucken und dunkler zu brennen, was ihn bald veranlaßte, den Festsaal mit dem Maschinenraum zu vertauschen. Er wußte, was für sein Unternehmen hier auf dem Spiele stand, wenn morgen die Berliner Zeitungen berichten konnten, daß das schöne Fest infolge Versagens der elektrischen Beleuchtung hätte abgebrochen werden müssen. Es gelang ihm, durch eifriges Kühlen der Lager mit dem für die Sektkübel bestimmten Eis den Betrieb, bis der letzte Gast früh um vier nach Hause gegangen war, aufrechtzuerhalten. Der Erfolg, den er mit dieser Anlage erreicht hatte, machte sich bald geltend.

Eine besonders günstige Gelegenheit aber für das weitere Bekanntwerden der

Edison-Glühlampenbeleuchtung in Deutschland bot die Münchener Elektrotechnische Ausstellung 1882, die von Oscar von Miller organisiert, sich die Aufgabe gestellt hatte, die Errungenschaften der Pariser Ausstellung nebst den Neuerungen, die inzwischen noch hinzugekommen waren, dem deutschen Publikum vorzuführen. Rathenau führte hier in einigen von Münchener Künstlern zu diesem Zweck besonders ausgestatteten Räumen die elektrische Glühlampenbeleuchtung vor. Er konnte ferner eine elektrische Theaterbeleuchtung mit neuen, von ihm geschaffenen Reguliereinrichtungen dem Intendanten der Theater zeigen. Große Theaterbrände, die damals viele Menschenleben gekostet hatten, wiesen besonders stark auf die großen Vorteile der elektrischen Beleuchtung hin. Gegenüber den offen brennenden Gasflammen mußte die elektrische Glühlampe als vollkommen feuersicher erscheinen. Hierzu kamen noch die hygienischen Vorteile. Man vermied die Verunreinigung der Luft und die unerträglich starke Erwärmung. Ein Auftrag auf die elektrische Beleuchtung der Kgl. Theater in München war der erste sichtbare Erfolg. In Oscar von Miller gewann dann Rathenau einen schaffensfreudigen Mitarbeiter, mit dem er gemeinsam in den ersten Jahren an der erfolgreichen Überwindung der Schwierigkeiten arbeitete, die keinem neuen Unternehmen erspart bleiben.

Zunächst lag Rathenau in Berlin die Aufgabe ob, mit der Firma, die bisher das ganze Gebiet der Elektrotechnik in Deutschland fast unbeschränkt beherrscht hatte, mit Siemens & Halske, sich auseinanderzusetzen. Durch eine Anzahl von Verträgen gelang es, zunächst den Widerstreit der Interessen in der Weise auszugleichen, daß es der von Rathenau gegründeten Gesellschaft überlassen blieb, elektrische Anlagen zur gewerblichen Abgabe von Licht zu betreiben und Glühlampen nach Edisons Patent herzustellen, während es Siemens & Halske zustand, die Maschinen, Apparate und Materialien für die Beleuchtungsanlagen herzustellen und zu Meistbegünstigungspreisen an die neue Gesellschaft abzugeben.

Nachdem die Verträge vorlagen, konnte am 19. April 1883 die Deutsche Edisongesellschaft für angewandte Elektrizität mit einem Kapital von 5 Millionen Mark gegründet werden, die dann vier Jahre später nach Neuorganisation des Unternehmens den Namen Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft (AEG) annahm. Die Aufgaben der neuen Gesellschaft lagen klar umschrieben vor. Die Möglichkeit zu fabrizieren, blieb zunächst im großen und ganzen auf die Glühlampen beschränkt. Die Hauptaufgabe war, elektrischen Strom im eigenen Betrieb zu erzeugen und gewinnbringend zu verkaufen. Es galt, dem elektrischen Licht Freunde zu erwerben. Ein großer Kreis von Abnehmern war zu schaffen und diese Abnehmer waren in möglichst enger Verbindung mit der begründeten Gesellschaft zu erhalten. Die Weiterentwicklung hat es mit sich gebracht, daß die AEG in immer größerem Umfang versucht hat, auch fabrikatorisch tätig zu sein. Dies führte schließlich nach umfangreichen Verhandlungen zur vollständigen Lösung der Verträge, die sie zu gemeinsamer Arbeit mit Siemens & Halske verbanden. Unbegrenzt lag von da an das industrielle Schaffensgebiet vor dem Begründer der AEG, und wir wissen, wie erfolgreich er auf den verschiedensten Gebieten bahnbrechend vorangegangen ist. In besonders fruchtbringender Weise verstand es Rathenau, die Erfahrungen auf allen Gebieten sich wechselweise nutzbar zu machen.

Für die Anlage der elektrischen Beleuchtung kamen zunächst im Innern der Stadt die großen Restaurants und Geschäfte in Frage. Für den Privatmann war die

elektrische Beleuchtung noch zu teuer. Von dem Ziel, das sich Edison gesteckt hatte, das elektrische Licht so billig zu machen, daß nur noch die reichen Leute Kerzen brennen konnten, war man noch weit entfernt.

Der Häuserblock Unter den Linden, Friedrichstraße, Charlottenstraße, in dem das von allen Fremden besuchte Café Bauer liegt, schien besonders geeignet für die erste Ausführung einer größeren Blockstation. Rathenau kaufte das Haus Friedrichstraße 85 und errichtete hier im Keller eine Maschinenanlage, bei der von amerikanischen schnellaufenden Dampfmaschinen aus mittels Riemen die Dynamomaschine betrieben wurde. Man nannte das damals einen direkten Antrieb, weil man ein besonderes Vorgelege, das man sonst bei den deutschen langsam laufenden Maschinen für den Antrieb der Dynamomaschine mit den hohen Umdrehungszahlen nötig hatte, vermieden hatte. Unter dem Hof des Hauses waren die drei Wasserrohrkessel von je 100 qm Heizfläche für die Dampferzeugung untergebracht. Das Café Bauer, die Kaisersäle, die Vier Jahreszeiten und noch einige andere Restaurants und Läden konnten von dieser Anlage aus beleuchtet werden. Von den Sorgen, die solche erste elektrischen Anlagen machten, hat man kaum noch eine Vorstellung. Man muß es sich von denen, die dabei gewesen sind, erzählen lassen, mit wie wenig positivem Wissen hier das technisch Neue und Unbekannte geschaffen werden mußte. Denn auf Erfahrungen konnte man nicht zurückgreifen, die wollte man jetzt erst sammeln. Wissenschaftliche Grundlagen, die jedem, der heute anfängt, sich mit Elektrotechnik zu befassen, gebrauchsfertig dargeboten werden, gab es nicht. Alles war neu zu schaffen. Rathenau erzählte, wie er die Form der Schalter sich aus Draht zusammengebogen habe, um sich nach diesem Modell unter genauer mündlicher Angabe von einem Handwerker in der Rosmarinstraße die Apparate machen zu lassen, und Oscar von Miller weiß in humorvoller Weise zu erzählen, wie Rathenau, Jordan und er abwechselnd im Maschinenhaus und im Café Bauer Dienst hatten. Im Maschinenhaus mußten sie vor allem dafür sorgen, daß die Maschine nicht heiß lief, im Café, daß das Publikum das zeitweise Ausgehen des elektrischen Lichtes mit gutem Humor ertrug. Diese Aufgabe sei am wenigsten begehrt gewesen.

Das Parallelschalten der Maschine machte ganz besondere Schwierigkeiten. Zunächst verwandte man große Lampenbatterien, dann Metallwiderstände. Aber es blieb noch lange ein ereignisvoller Moment, wenn es anstandslos gelang, die Maschinen zum Zusammenarbeiten zu bewegen.

Damals hielt man es auch für unmöglich, von ein und derselben Maschine Bogenlampen und Glühlampen zu speisen. Man wird an jene erste Zeit des Dampfmaschinenbaues erinnert, wo man den Kunstmeister, der aus einem Dampfkessel zwei Maschinen mit Dampf versorgen wollte, für einen Scharlatan hielt. Zuerst soll ein Mechaniker Pieper in Belgien, ohne zu wissen, welches schwierige Problem er gelöst hatte, unter Benutzung eines Vorschaltwiderstandes Bogenlampen und Glühlampen von einer Maschine aus betrieben haben. Als dann in Berlin in einem Laden Bogenlampen und Glühlampen zuerst in einem Stromkreis brannten, war es noch ein technisches Ereignis, das man gesehen haben mußte, um es für möglich zu halten. Die Hilfsapparate waren noch sehr wenig entwickelt, die Schalttafeln wurden mehr als ein notwendiges Übel angesehen.

Bei diesen ersten größeren Blockstationen aber konnte man nicht stehenbleiben. Der Weg ging vom Einzelhaus über den Häuserblock zur zentralen Beleuchtungsanlage eines ganzen Stadtteiles. Hierzu brauchte man aber für die Be-

nutzung der Straßen die Erlaubnis der Stadt. Die Verhandlungen, die zur Begründung des ersten großen Elektrizitätswerkes in Europa führen sollten, begannen jetzt. Rathenau hatte sich an den damaligen Oberbürgermeister Forkenbeck gewandt und hatte bei ihm und dem Stadtrat Marggraff weitgehendes Verständnis für seine großen Pläne gefunden. Aber viele Worte und lange Reden sowie umfangreicher Schriftwechsel waren noch notwendig, bis es mit Magistrat und Stadtverordneten zum Abschluß des ersten Vertrages kommen konnte.

Am 29. November 1883 kam die Magistratsvorlage vor die Stadtverordnetenversammlung. Der Antrag auf Überlassung von Straßen zur Anlage von elektrischen Leitungen wurde einem Ausschuß überwiesen, dessen Vorschlag in der Stadtverordnetenversammlung eingehend verhandelt wurde, bis schließlich im Februar 1884 der Vertrag zwischen der Stadtgemeinde und der Deutschen Edisongesellschaft abgeschlossen wurde. Die Stadt überließ als Beleuchtungsgebiet die innere Stadt, begrenzt durch einen um den Werderschen Markt gezogenen Kreis mit einem Halbmesser von 800 m. Die Gesellschaft hatte der Stadt 10 vH der Bruttoeinnahme aus der Stromleistung bis 25 vH des jährlichen Reingewinns, der nach der Verteilung einer Dividende von 6 vH des Aktienkapitals zur Verteilung übrigblieb, zugesagt. Für die Straßenbeleuchtung hatte die Stadt als Vergütung für jede 16kerzige Glühlampe bei einer Brenndauer von 4400 Stunden den jährlichen Betrag von 120 Mark, und für jede Bogenlampe von 800 Kerzen 40 Pf. für die Brennstunde zu leisten. Für diesen Preis waren auch die Lampen zu liefern und zu unterhalten. Die im Versorgungsgebiet gelegenen städtischen Gebäude waren auf Wunsch binnen 6 Monaten elektrisch zu beleuchten. Änderungen des Tarifs mußten vom Magistrat genehmigt werden. Unabhängig von dieser Genehmigungspflicht war der Strompreis für Verwendungszwecke außerhalb der Beleuchtung. Für notwendig werdende Erneuerungen der Anlage war ein Kapital zur Verfügung zu stellen, das durch jährliche Überführung von 2 vH der Bruttoeinnahme bis auf 20 vH des Aktienkapitals anwachsen sollte. Ferner war eine Kautions von 150000 M. beim Magistrat zu hinterlegen. Die Dauer des Vertrages wurde auf 30 Jahre festgesetzt. Nach zehnjährigem Bestehen des Unternehmens konnte der Magistrat die Übernahme der Anlagen zum Taxwert verlangen. Für diese Verpflichtungen erhielt die Gesellschaft neben dem Recht, die Straßen zur Unterbringung der Leitungen zu benutzen auch noch das Recht, die elektrischen Einrichtungen bei den Abnehmern auf Grund einer vom Magistrat genehmigten Preisliste durchzuführen.

Dieses Recht wurde als Monopol besonders stark angegriffen. Bei dem damaligen Zustand, wo sich Gevatter Schneider und Handschuhmacher mit durch keinerlei Sachkenntnis getrübttem Blick dem Installationsgewerbe zuwandten, war eine Firma, die Freunde dem elektrischen Strom erwerben wollte, besonders daran interessiert, daß die Installation sorgfältig ausgeführt wurde. Außerdem war es naturgemäß auch eine für die BEW in jener Zeit noch recht wichtige Einnahmequelle.

Gleichzeitig hatte sich die Edisongesellschaft das Recht ausbedungen, die Rechte und Pflichten des Vertrages auf eine andere Gesellschaft zu übertragen. Am 8. Mai 1884 wurde eine neue Aktien-Gesellschaft mit einem Kapital von 3 Mill. M. unter dem Namen Städtische Elektrizitätswerke, die später die Bezeichnung Berliner Elektrizitäts-Werke (BEW) annahm, begründet.

Die Verhandlungen, die dem Abschluß des Vertrages vorangingen, wiederholten sich später mehr oder weniger bei jeder Änderung oder Erneuerung des Vertrages.

Es ist nicht uninteressant, sich die wesentlichsten Gesichtspunkte an Hand der Protokolle der Stadtverordnetensitzungen vor Augen zu führen. Wie man gegen die Eisenbahn geltend gemacht hatte, die Einnahmen der staatlichen Post könnten dadurch gefährdet werden, so wies man jetzt darauf hin, daß die Stadt keine Veranlassung habe, ihren eigenen Gasanstalten einen Wettbewerb zu schaffen. Vor allem aber wollte man von einem Monopol einer Privatgesellschaft nichts wissen. Heftige Wortkämpfe entbrannten. Die eine Partei wünschte, daß die Stadt die elektrische Beleuchtung in eigener Verwaltung durchführen solle. Demgegenüber wurde von der anderen Seite geltend gemacht, daß die städtische Verwaltung viel zu schwerfällig sei, um in diesem Anfangsstadium der Technik solch schwieriges neues Unternehmen erfolgreich durchzuführen. Hier könne nur privater Unternehmungsgest Erfolg erzielen. Der Bürgermeister Duncker sprach besonders wirkungsvoll über die Vorteile, die der vorliegende Vertrag der Stadt gebe. „Alles Risiko fällt auf die Gesellschaft, alle finanziellen Vorteile fallen auf die Stadt.“ Die Einsicht, daß eine hervorragende Pioniertätigkeit auf neuen technischen Gebieten vielköpfigen städtischen Verwaltungen im allgemeinen versagt ist, siegte schließlich und machte die Bahn frei für die in ihren großen Erfolgen so segensreiche Tätigkeit Emil Rathenaus.

Gleich nach Abschluß des Vertrages wurde mit dem Bau von zwei Kraftwerken begonnen. Das erste wurde in der Markgrafenstraße 43/44, das zweite, etwas kleinere, in der Mauerstraße errichtet. Am 15. August 1885 kam das Kraftwerk Markgrafenstraße mit 6 Dampfmaschinen zu je 150 PS, im Mai 1886 das Werk Mauerstraße mit 3 Maschinen zu 150 PS in Betrieb. Der erste große Abnehmer war das Kgl. Schauspielhaus, das schon im August 1885 mit 1462 Amp angeschlossen wurde. Einen Monat später kam die Reichsbank hinzu. Von den Hotels kam zuerst der Kaiserhof. Nur langsam folgten andere nach. Besonders rechnete man auf die Läden, bildete doch die glänzende elektrische Beleuchtung einen wichtigen Anziehungspunkt für die Käufer. War das elektrische Licht erst in einigen Läden heimisch, so mußten die anderen bald nachfolgen. So war es zu verstehen, daß auch in der Stadtverordnetensitzung man es fertigbrachte, diesen Druck als einen besonders wirtschaftlichen Nachteil der elektrischen Beleuchtung hinzustellen. Als Vorteil des elektrischen Lichtes in den Läden wurde darauf hingewiesen, daß es nicht die Waren verderbe wie das Gaslicht. Merkwürdig ist, daß die Gärtner sich zuerst gegen das elektrische Licht besonders heftig sträubten mit der Behauptung, daß die Blumen es nicht vertragen könnten. Ende der 80er Jahre entstanden dann in Berlin die großen Bierpaläste, die starke Abnehmer des elektrischen Lichtes wurden.

Erschwert wurde natürlich die Einführung des elektrischen Lichtes durch den hohen Preis, der verlangt wurde. Man muß hierbei berücksichtigen, daß mit den damals zur Verfügung stehenden Anlagen es nur möglich war, etwa 325 Wattstunden im Jahresdurchschnitt aus einem Kilogramm Kohlen zu erzeugen, während man jetzt das 3,5fache in den neuzeitlichen Anlagen erzielt. Bis 1895 wurde für die Normal-Lampenbrennstunde (0,54 Amp.) 4 Pf. berechnet. Von 1890 an wurde dann dieser Preis um 10 vH ermäßigt. Auch eine Spannungserhöhung von etwa 10 vH war damals, da noch nach Amp.-Stunden gerechnet wurde, eine Preisverminderung. Von 1896 an wurde dann der Strom nach Kilowattstunden berechnet, und zwar mit einem Einheitspreis von 60 Pf. Dieser Preis wurde dann 1899 auf 55 Pf., 1904 auf 40 Pf. für die Kilowattstunde herabgesetzt. Auf alle hier genannten Preise wurden bei längerer Brenndauer Rabatte gewährt. Außer den Beträgen wurde

noch eine Grundtaxe für jede angebrachte Lampe bezahlt, in der die unentgeltliche Lieferung einer Lampe, sowie ihre unentgeltliche Auswechslung bei eintretender Unbrauchbarkeit einbegriffen war. Die Grundtaxe betrug in der Zeit von 1885 bis 1890, also in den ersten 5 Jahren 40 M. für jede Bogenlampe und 6 M. für jede Glühlampe. Nach und nach wurden dann diese Grundtaxen auf 30 und 5 M., dann auf 15 und 2 M. und schließlich auf 7,50 und 1 M. ermäßigt. Mit dem Jahre 1895 kam die Taxe ganz in Wegfall. Für Elektrizitätsmesser war eine jährliche Miete, die zwischen 15 und 40 M. lag, zu entrichten. Bei einer durchschnittlichen jährlichen Brenndauer von 600 Stunden für die Lampe stellte sich in den ersten Jahren der BEW die Lampenbrennstunde auf 5 Pf., während heute dieser Preis auf 0,64 Pf. zurückgegangen ist.

Die elektrische Beleuchtung war damals tatsächlich eine Luxusbeleuchtung, und der Kreis der Abnehmer war zunächst noch recht beschränkt. Neben der Glühlampenbeleuchtung für Innenräume hatte man sich auch der Straßenbeleuchtung zugewandt. Zu der von Siemens & Halske 1879 ausgeführten Beleuchtung der Kaisergalerie war 1880 ein allerdings nur wenige Stunden dauernder elektrischer Beleuchtungsversuch des Pariser Platzes hinzugekommen. Die Anlage war, wie Hefner-Alteneck in einem Vortrag im Elektrotechnischen Verein damals bemerkte, nicht zur Ausführung gekommen, weil inzwischen eine neue splendide Gasbeleuchtung hergestellt war. „Es gehört zu den guten Eigenschaften des elektrischen Bogenlichtes,“ so führte er damals aus, „überall da, wo es sich nur von ferne blicken läßt, sofort zu einer mächtigen Gasbeleuchtung die Veranlassung zu sein.“

Vom 15. Mai bis 15. September 1882 hatten dann Siemens & Halske in der Kochstraße zwischen Friedrich- und Markgrafenstraße eine Straßenbeleuchtung mit Glühlampen durchgeführt, die aber vom Publikum nicht recht als elektrische Beleuchtung anerkannt wurde, weil die Glühlampen mit ihrem gelben Licht nicht viel anders wirkten wie die Gaslampen. Den Plan, den Opernplatz elektrisch zu beleuchten, mußte man aufgeben, der Platz galt als zu vornehm für einen solchen Versuch, man stellte deshalb die Leipzigerstraße bis zur Friedrichstraße zur Verfügung. 4 Deutzer Gasmaschinen von je $12\frac{1}{2}$ PS dienten zum Betrieb. Bemerkenswert war, daß der gemessene Gasverbrauch erkennen ließ, daß, wenn man die Gasmenge in gewöhnlichen Straßenbrennern verbrauchen würde, man damit nur den zehnten Teil der Bogenbeleuchtung erreichen könnte, die indirekt mit dieser Gasmenge unter Benutzung der elektrischen Bogenlampen erreicht wurde. Damals mußte für die Lampenbrennstunde 38 Pf. an Siemens & Halske bezahlt werden. Diese erste größere Straßenbeleuchtung in Berlin wurde nun nach Begründung der BEW diesen übertragen. Bald wurde die Beleuchtung ausgedehnt und man ging dazu über, auch den vornehmsten Straßenzug der Reichshauptstadt, die Straße Unter den Linden, elektrisch zu beleuchten. Am 30. August 1888 wurde die Beleuchtung durchgeführt, und begeistert wußte die Vossische Zeitung über das Ergebnis im Morgenblatt des 31. August zu berichten: „Und wie mit einem Zauberschlage wurde es plötzlich hell, trotz der finsternen Nacht. Elektrisches Licht! Wirklich strahlend lagen die Linden da, seit Jahrhunderten zum erstenmal. Eine solche Metamorphose haben sich unsere Väter, die hier im Düstern wohlgefällig gewandelt, schwerlich träumen lassen.“ Und der Berichterstatter schildert dann weiter, wie in drei schnurgeraden Linien sich hoch oben in der Luft schwebend die milchweißen Kugeln wie lichte Sonnen die Linden entlang zogen, und wie tief unter diesen mächtigen Leuchtquellen, das Auge geradezu verletzend, die Gasflammen gelblich-rot brannten. Später wur-

den die Gasflammen ausgelöscht und dem elektrischen Licht allein die Beleuchtung übertragen. „Wie lichter Vollmond ruhte es auf den Linden.“ Wir entnehmen dann dem Bericht noch weiter, daß Tausende von Menschen herbeigeeilt waren, um die neue Beleuchtung zu bewundern. „Die leuchtenden Kugeln, die wie Gestirne aussahen, leuchteten so hell, daß man unten an allen Punkten bequem die kleinste Schrift lesen konnte. Seitlich aber waren die Bauten bis zu den Hauptgesimsen zu erkennen.“ Wie eine neue Straße erschienen damals den Berlinern ihre Linden. Die Bedeutung dieses Ereignisses wurde auch von der Direktion der BEW durch ein Festessen, zu dem die Vertreter der Stadt in die „Vier Jahreszeiten“ geladen waren, würdig hervorgehoben. Man war hier begeistert von den Fortschritten der Elektrotechnik, zumal man hier auch zum erstenmal „elektrisch gebratene“ Hühner und Würste vorgesetzt bekam.

Geschäftlich aber arbeiteten die Elektrizitätswerke in der ersten Zeit allerdings mit wachsendem Verlust. Die Kraftwerke verschlangen große Summen. Die Erfahrungen mußten teuer bezahlt werden. Es schien, als ob die Gegner Rathenau, die die Zeit für große Elektrizitätswerke für noch nicht gekommen hielten, recht behalten sollten. Niemand wollte die Aktien der Werke erwerben. Die Inhaber kamen zu Rathenau und klagten ihm, sie müßten ihr gutes Geld verlieren. Nur der Begründer der Werke, Emil Rathenau, war in seiner Überzeugung von der großen Zukunft des Unternehmens durch alle Widerwärtigkeiten nicht irrezumachen. Hier zeigte sich sein in die Zukunft eilender, jede Entwicklungsmöglichkeit sicher abschätzender Blick, seine Tatkraft, sein zähes Festhalten, Eigenschaften, durch die allein er die Krisis überwand. Obwohl die AEG damals nur über ein Kapital von 5 Mill. M. verfügte, entschloß er sich, die 3 Mill. M. Aktien der BEW zu übernehmen. Die Zeitungen, nicht minder wie die nahestehende Bankwelt, warnten ihn vor dem Wagnis. Aber Rathenau ließ sich nicht irremachen. Er wußte, daß schwere Krisen die großen Elektrizitätswerke auch außerhalb Deutschlands betroffen hatten, daß viele schon zusammengebrochen waren. Wenn nun auch die Berliner Elektrizitäts-Werke, an die so viele große Hoffnungen sich knüpften, zusammenbrachen, dann mußte die ganze elektrotechnische Industrie auf viele Jahre hinaus in ihrer Entwicklung gehemmt werden. Dies mußte um jeden Preis verhindert werden.

Hatte Rathenau die Aktien der BEW übernommen, so wollte er auch die Leitung in seinen Händen wissen. Die Verwaltungsgemeinschaft zwischen BEW und AEG wurde durchgeführt, und an die Spitze der BEW traten an die Stelle des ersten Direktors, des Geheimen Oberpostrats Ludewig, eines Staatsbeamten, nunmehr die Direktoren der AEG, Emil Rathenau, Felix Deutsch und Oscar von Miller. Mit verdoppelter Energie versuchte man jetzt, der Schwierigkeiten Herr zu werden. Nach und nach besserte sich die Lage und bald konnten kleine Dividenden, auch ein geringer Gewinnanteil gezahlt werden. Die Übernahme der BEW-Aktien hat Rathenau später mit Recht als eines seiner besten Geschäfte bezeichnen können, und die, die es damals als eine Großmut ansahen, daß er die Aktien übernahm, machten es womöglich später der AEG zum Vorwurf, daß sie an den BEW so viel verdiene. Der Erfolg verschiebt die Beurteilung.

Inzwischen wünschten Berliner Bürger auch außerhalb der den elektrischen Werken zugewiesenen Beleuchtungsgebiete elektrischen Anschluß. Neue ungemein schwierige Verhandlungen mit der Stadtgemeinde führten dann schließlich am 25. August 1888 zu einem anderen Vertrag. Die Ausführung der Installationen wird von

jetzt an dem freien Wettbewerb überlassen, dagegen bleiben die Arbeiten einschl. Reparaturen und Änderungen bis zum Elektrizitätsmesser sowie Aufstellung derselben den BEW auch fernerhin allein überlassen. Das Versorgungsgebiet nach Osten und Südosten wurde wesentlich erweitert. Die BEW mußten die Verpflichtung eingehen, in sehr kurzer Zeit die neuen Straßen mit Kabeln auszurüsten und zwei neue Krafthäuser zu erbauen. Das bedingte einen Kapitalaufwand von 7 Mill. M. Noch einmal schien es, als ob die BEW vor diesen Forderungen zusammenbrechen sollten. Es gelang der AEG, ihr Kapital so wesentlich zu erhöhen, daß sie den BEW die erforderlichen 7 Mill. M. zur Verfügung stellen konnte. Es entstanden jetzt die Kraftwerke in der Spandauerstraße und am Schiffbauerdamm. Auch die Zentrale Mauerstraße mußte wesentlich erweitert werden. Alle diese Anlagen waren bis 1892 fertiggestellt, man konnte jetzt bereits 200 000 Lampen zu je 16 NK speisen.

Inzwischen hatte man auch mit der Stadt am 16./24. Mai 1890 einen Zusatzvertrag abgeschlossen, der die Weiterentwicklung der BEW dahin beschränkte, daß neben den vier vorhandenen Kraftwerken keine neuen errichtet werden sollten, und daß die gesamte Leistungsfähigkeit dieser Kraftwerke nicht über 28 000 PS ausgedehnt werden durfte. Als Gegenleistung wurde gestattet, auch außerhalb des im letzten Vertrag bezeichneten Gebietes elektrische Leitungen zu verlegen, wobei allerdings noch für jede einzelne Leitung und jeden Hausanschluß eine besondere Genehmigung des Magistrats erforderlich war.

Der gewaltige wirtschaftliche Aufschwung der letzten Jahrzehnte des vorigen Jahrhunderts in Deutschland machte sich naturgemäß auch in der Reichshauptstadt besonders stark bemerkbar. Die Nachfrage nach elektrischem Strom stieg so rasch, daß es schwierig war, mit der Erweiterung der Werke dem Bedürfnis schnell genug zu folgen. Das Netz wurde immer weiter ausgebaut, und wo man die Grenzen einer wirtschaftlich zulässigen unmittelbaren Stromzuführung bei der vorliegenden Spannung von der Zentrale aus erreicht glaubte, half man sich zunächst mit der Errichtung von Akkumulatoren-Unterstationen, die, am Tag geladen, in den Abendstunden in Parallelschaltung mit den Maschinen Strom in das Netz zu liefern hatten.

Mit der Gewerbeausstellung im Jahre 1896 kamen auch die ersten elektrischen Straßenbahnen. Die BEW hatten den Strom zu liefern, und die Versorgung der gesamten Straßenbahnen mit elektrischer Energie konnte nur eine Frage kurzer Zeit sein. Hinzu kam noch die Benutzung des elektrischen Stromes für gewerbliche Zwecke, ein Gebiet, auf dem die BEW durch Herabsetzung des Preises von 60 Pf. auf 20 Pf. und dann auf 16 Pf. für Verwendung von Elektrizität zu Kraftzwecken als erstes Elektrizitätswerk bahnbrechend vorangegangen waren.

Die vertraglich gelieferten 28 000 PS mußten bald erreicht werden. Die im großen angelegten Akkumulatorenbatterien konnten nur vorübergehend helfen. Inzwischen hatte man auch in der Gleichstromzentrale Schiffbauerdamm eine Drehstromanlage, die Drehstrom von 2750 Volt lieferte, aufgestellt, den man zu Umformerstationen in der Markgrafenstraße und der Königin-Augusta-Straße führte. Man begann klar zu erkennen, daß nur durch Schaffung neuer großer Hochspannungszentralen, die man aus der inneren Stadt hinauslegen konnte, für längere Zeit dem stets steigenden Bedürfnis entsprochen werden konnte. Man trat deshalb in neue Verhandlungen mit der Stadt, die aber zunächst zu keinem Ergebnis führten, da die Stadt den BEW unannehmbar scheinende Bedingungen an die Erlaubnis zur Ausführung neuer Zentralen knüpfte. Die BEW lehnten es daher ab, neue Verbraucher an ihr Werk anzuschließen. Daraus ergaben sich naturgemäß bald so

harte Schäden, daß die Verhandlungen wieder aufgenommen werden mußten, zumal man auch die Frage der Stromlieferung für die Berliner Straßenbahn endlich regeln mußte. Die Verhandlungen liefen vom Sommer 1897 bis Ende 1898. Sie führten schließlich zu dem Vertrag vom April 1899. Nach dem neuen Vertrag konnte die Stadt die Werke erst am 1. Oktober 1915 übernehmen. Nur 16 Jahre war den Werken somit Zeit gegeben, aus den nunmehr zur Durchführung kommenden Anlagen eigenen Vorteil zu ziehen. Es mußte deshalb im größten Interesse der Werke liegen, die geplanten Anlagen so schnell als möglich durchzuführen, und gerade nach dieser Richtung hin ist tatsächlich auch Bewundernswertes geleistet worden.

Mit dem Vertrag sicherte sich die Stadt auch die Möglichkeit, am 1. Oktober 1915 alle Elektrizitätswerke und Konzessionen im Umkreis von 30 km um Berlin, die im Besitz der BEW oder AEG waren, zu erwerben. Die BEW können nunmehr in der ganzen Stadt elektrische Leitungen verlegen, unter gewissen Bedingungen sind sie dazu verpflichtet. Die Grenze des Kapitalbedarfs wird dahin festgelegt, daß die in Berlin gelegenen Werke auf 42 500, die Außenwerke auf zunächst 37 000 KW ausgebaut werden dürfen. Die Stadt Berlin verpflichtet sich, den Unternehmern elektrischer Bahnen die Zustimmung zum elektrischen Bahnbetrieb unter der Bedingung zu erteilen, daß sie den elektrischen Strom innerhalb der Stadt von den BEW zu entnehmen haben. Der Preis für die Kilowattstunde darf 10 Pf. nicht übersteigen. Der Preis ist alle 5 Jahre neu festzustellen. Er darf nicht höher sein als der, der in der vorhergehenden Periode in den drei größten Städten, die elektrischen Strom mit Dampfkraft erzeugen, für Elektrizität zu Bahnzwecken durchschnittlich bezahlt wird. Verträge, die über das Jahr 1915 hinausreichen, dürfen nicht ohne Genehmigung des Magistrats abgeschlossen werden. Für Befugnisse, die Leitungen nebst Zubehör innerhalb der Stadt zu verlegen, hat die Gesellschaft 10 vH der Bruttoeinnahme zu zahlen. Außer dieser Abgabe ist noch ein Anteil am Reingewinn zu entrichten. Der Erneuerungsfonds ist auf 20 vH. desjenigen Kapitals zu bringen, das auf die im Weichbild von Berlin befindlichen Anlagen verwendet wird. Der Preis der Kilowattstunde ist für Beleuchtung, sowie die Prüfungsgebühr für Installationen innerhalb der Stadt zu ermäßigen, die Miete für Elektrizitätsmesser ist aufzuheben.

Dieser Vertrag bot die Grundlage für eine ungemein gesteigerte Bautätigkeit in den Jahren 1899 bis 1901, mit auch dadurch veranlaßt, daß nunmehr die jahrelang zurückgehaltenen Anschlüsse schnell zu erledigen waren. Das Ziel, das man anstrebte, war, in Außenzentralen hochgespannten Drehstrom zu erzeugen, der nach dem Innern der Stadt in Umformerstationen in Gleichstrom von der verlangten Spannung umzuwandeln war.

Schon 1895 hatte die AEG, um die Industrie in den östlichen Vororten Berlins mit Strom zu versorgen, eine Drehstromzentrale in Oberschöneweide begründet, die nunmehr von den BEW übernommen wurde. Man plante zunächst, diese Zentrale auf rund 80 000 PS auszubauen. Man ging aber dann doch dazu über, mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten und Kosten der Kabelführung durch das innere Stadtgebiet und unter Rücksicht auf die Stromlieferung im Osten und Norden Berlins, in Moabit am Südufer ein zweites neues Kraftwerk, das Drehstrom von 6000 Volt Spannung erzeugte, zu errichten. 1900 konnte mit der Einführung hochgespannter Drehströme in das innere Berlin begonnen werden. 5 Unterstationen für die Umformung wurden zunächst errichtet. Das erste Jahrzehnt des neuen Jahrhunderts brachte weiteren riesigen Ausbau der Zentralen. Die Gesamtleistung der Maschinen aller Kraftwerke stieg in der Zeit von 1902 bis 1908, also

in fast 6 Jahren, von rund 62 000 PS auf fast 154 000 PS. Die in dem letzten Vertrag mit der Stadt festgelegten Grenzen waren bald erreicht. Wieder mußten neue Ver-

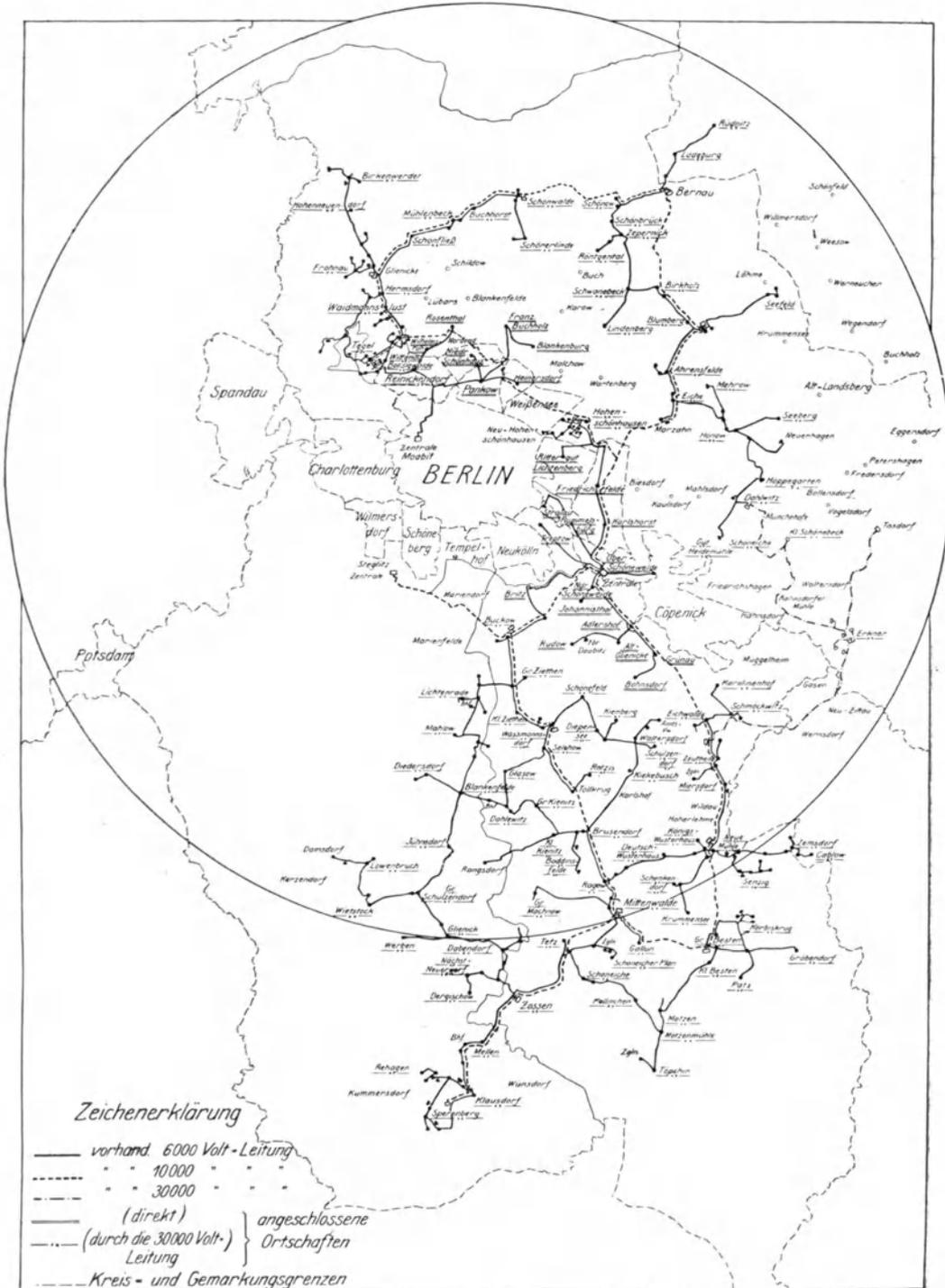


Fig. 1. Ausdehnung des Versorgungsgebietes der BEW 1915.

handlungen angeknüpft werden, die aber erst 1907 zum Ziel führten. Die Beschränkungen wurden in dem Zusatzvertrag vom 15./20. Februar 1907 aufgehoben und

nunmehr die Gesellschaft verpflichtet, ihr Werk so zu erweitern, daß sie jedes, im Weichbilde von Berlin hervortretende Bedürfnis befriedigen konnte.

Während der Verhandlungen war wieder das Strombedürfnis stark angewachsen. Die Gesellschaft hatte sich dem Magistrat gegenüber verpflichtet, in 10 Monaten 34 000 PS in Betrieb zu setzen. Selbst ein Streik der Bauhandwerker hat die Erfüllung dieser großen Verpflichtung nicht verhindert. In erster Linie handelte es sich hier wieder um die Vergrößerung der Außenwerke Moabit und Oberspree. Daneben aber mußte an die Errichtung neuer Kraftwerke gedacht werden. 1907 wurde deshalb mit der Anlage einer dritten Hochspannungszentrale in Rummelsburg begonnen. Auch eine Reihe neuer Unterstationen mußte errichtet werden, das erste Kraftwerk in der Markgrafenstraße wurde in eine Unterstation umgewandelt.

Auch die Vorortgemeinden rings um Berlin wurden in das Interessengebiet der BEW nach Möglichkeit einbezogen. Nicht weniger als 102 Gemeinden wurden außer Berlin noch mit Strom versehen, und die Einwohnerzahl des gesamten Versorgungsgebietes ist auf über 2,5 Millionen gestiegen.

Auch damit war die Entwicklung nicht abgeschlossen. Die Kündigung des Vertrages zwischen Stadtgemeinde und BEW, die 1913 zum 1. Oktober 1915 erfolgte, führte zu neuen Verhandlungen über Verlängerung des Vertrages. Die Entwicklung der Überlandzentralen, die Notwendigkeit, durch weitere Verbilligung der Stromerzeugung, den Strompreis herabsetzen zu können, führte zu dem Gedanken, unmittelbar an den Kohlengruben große Kraftwerke zu errichten. Es wurde beschlossen, ein großes Kraftwerk bei Bitterfeld zu errichten, und von hier Berlin und Umgegend mit elektrischem Strom zu versorgen. Der Plan ging also dahin, Groß-Berlin als Hauptabnehmer in eine riesige Überlandzentrale einzugliedern. Das Unternehmen sollte in die Form eines gemischtwirtschaftlichen Betriebes, bei dem der Stadt Berlin ausschlaggebender Einfluß eingeräumt wurde, übergeführt werden. Diese Verhandlungen haben nicht zum Ziel geführt. Die Stadt Berlin hat beschlossen, am 1. Oktober 1915 gegen Zahlung einer Kaufsumme von rund 128 Mill. M. das Werk zu übernehmen.

Die Gesellschaft hat sich rechtzeitig schon während der Vertragsverhandlungen auch für den Fall vorgesehen, daß ihre Vorschläge von der Stadt nicht angenommen werden und hat sich ein neues Arbeitsfeld gesichert. Das große Kraftwerk bei Bitterfeld wird von ihr gebaut und demnächst in Betrieb genommen werden. Entgegen der anfänglich geplanten Absicht, Berlin mit elektrischem Strom zu versorgen, werden die jetzigen Elektrowerke A.-G. den Bayerischen Stickstoffwerken A.-G. Strom mit 80 000 Volt Spannung zur Herstellung von Kalkstickstoff aus der Luft liefern. Um eine Strommenge von nicht weniger als jährlich 500 Millionen Kilowattstunden handelt es sich zunächst. Andere Unternehmen mit großem Stromverbrauch werden sich zweifelsohne anschließen. Das Kraftwerk enthält 8 Maschineneinheiten mit zusammen einer Leistung von 180 000 KVA.

Haben wir so in kurzen Zügen den schnellen Aufstieg der BEW von einer kleinen bescheidenen Hausbeleuchtungsanlage bis zum Riesenkraftwerk an der Kohlengrube verfolgt, wird es noch am Platze sein, sich über einige der wichtigsten technischen Entwicklungslinien kurz Rechenschaft zu geben. Denn mit den Verhandlungen mit der Stadt, so schwierig sie auch im einzelnen gewesen sein mögen, war es nicht getan. Der elektrische Strom, den man verkaufen und verteilen wollte, mußte erzeugt werden. In den technischen Einrichtungen von der Erzeugung des Stromes

bis zur Verwendungsstelle ist eine Unsumme von technischer Leistung verkörpert, die deshalb nicht geringer ist, weil sie dem großen Publikum oft nur allzuwenig bekannt ist.

Diese technische Entwicklung ist natürlich auf das engste verknüpft und abhängig von der gesamten technischen Entwicklung der letzten Jahrzehnte. Die BEW haben sich alle Fortschritte zunutze zu machen versucht. Die Anforderungen, die sie aber stellten, haben auch andererseits wieder fruchtbringend auf viele Gebiete der Technik eingewirkt. Das Zusammenarbeiten von AEG und BEW hat auch nach dieser Richtung hin für beide Gesellschaften gute Früchte getragen.

Als erstes der großen Elektrizitätswerke Deutschlands haben gerade die BEW in größtem Umfange anregend auf die Entwicklung der Elektrizitätswerke auch über Deutschlands Grenzen hinaus gewirkt. Sie wurden zu einem besonders beliebten Studienobjekt für alle Fachmänner.

Versuchen wir es, in kurzen Zügen auf einige der wichtigsten technischen Entwicklungslinien hinzuweisen. Die Geschichte der Krafterzeugung innerhalb der BEW spiegelt die Entwicklung im Kraftmaschinenbau der letzten Jahrzehnte deutlich wider. Zunächst finden wir kleine schnellaufende Maschinen; man geht dann zur Leistung von 150 PS über, um dann 1889 schon die erste 1000-PS-Maschine in Betrieb zu nehmen. Die Anforderungen, die man an Brennstoffverbrauch und Gleichförmigkeit des Ganges stellte, getrauten sich damals deutsche Firmen noch nicht zu erfüllen. Aus Belgien holte man sich diese erste Großdampfmaschine. Nicht alle Fachmänner waren damals der Ansicht, daß große Maschineneinheiten zweckmäßig seien. Edison vor allem vertrat den Standpunkt, elektrische Zentralen sollten mit Rücksicht auf möglichste Anpassung an den jeweiligen Bedarf aus vielen kleineren Maschineneinheiten bestehen. Er sah sich deshalb auch mit besonders kritischen Blicken, als er nach Berlin kam, diese erste große Maschinenanlage an, und, von Oscar von Miller geführt, war bei der Besichtigung der 1000-PS-Maschine seine erste Frage, „wieviel Geld macht die Maschine bei jeder Umdrehung?“ Die Antwort, die man nach einigen Umrechnungen auf die nicht gewöhnte Fragestellung geben konnte, erregte seine größte Anerkennung. Die wirtschaftliche Entwicklung drängte zu immer größerer Steigerung der Maschineneinheiten. Die führenden großen Maschinenfabriken, die zur Lieferung der weiteren Maschinen herangezogen wurden, die Görlitzer Maschinenfabrik, die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Gebrüder Sulzer, haben viel bewundernswerte Meisterwerke des Dampfmaschinenbaues in den Zentralen der BEW aufgestellt. Staunend steht man heute vor den die Höhe eines dreistöckigen Hauses überragenden stehenden Maschinen mit ihren vielfältig sich bewegenden verschiedensten Teilen.

Zu diesen stehenden Maschinen kamen, sobald man in den Außenzentralen mit der Grundfläche nicht mehr zu stark geizen mußte, riesige liegende Maschinen, bis zu Einheiten von 6000 PS. Hiermit schien man allerdings der Grenze des Erreichbaren sehr nahe gekommen zu sein, doch immer noch hörte die Leitung der BEW nicht auf, mehr zu verlangen. Der Direktor der Görlitzer Maschinenfabrik, Behnisch, erklärte recht unzufrieden, nachdem die Abnahmeversuche seiner größten Kolbenmaschine glänzend verlaufen waren, nach Görlitz zurückgekehrt, mit den BEW sei schlecht arbeiten, statt einer warmherzigen Anerkennung habe man ihn nach Erledigung der Versuche nur gefragt, wann er denn nun eine 10 000-PS-Maschine liefern könne. Diesem Drängen nach Steigerung der Einheitsleistung sollte eine neue Maschinengattung, die Dampfturbine, in vollstem Maße gerecht werden.

Die AEG, die ausgezeichnete Eignung der Dampfturbine als Antriebsmaschine für elektrische Maschinen klar erkennend, nahm den Turbinenbau sofort auf, und es wurde im Jahre 1902 in der Zentrale Moabit die erste Versuchsmaschine von 750 KW nach der Bauart Riedler-Stumpf aufgestellt und in Betrieb gesetzt. Zwei Turbinen von je 5000 KW, die im Jahre 1906 in der Zentrale Oberspree aufgestellt wurden, hatte nach Parsons Bauart die Firma Brown, Boveri & Cie. erbaut. Nachdem die AEG inzwischen die Herstellung weiter vervollkommen hatte, wurde sie nunmehr der alleinige Kraftmaschinenlieferant der BEW, der diese schließlich mit Dampfturbinen bis zu 25000 PS versah.

Neben den vielen Vorteilen der Dampfturbine gegenüber der Kolbenmaschine kam hier vor allem auch der geringe Raumbedarf bei gleicher Leistung für die BEW sehr in Frage. Als es sich 1907 um eine dringende Erweiterung der Zentrale Moabit handelte, konnte man auf dem Platz, den eine 3000 pferdige liegende Dampfmaschine eingenommen hatte, mit drei Dampfturbinen nicht weniger als 13000 KW erzeugen.

Heute sind von den 55 Dampfkraftmaschinen der BEW 26 Dampfturbinen, mit denen von den 183 000 PS gleichzeitig benutzbarer Leistung über 136 000 PS erzeugt werden. Die Zeit ist nicht mehr fern, wo auch die letzte Kolbenmaschine der Dampfturbine wird Platz machen müssen. In dem neuesten Kraftwerk Rummelsburg sind nur Dampfturbinen zur Verwendung gekommen. Gegenüber den vielgliedrigen Kolbenmaschinen gewähren diese mit kleiner Raumfläche zufriedenen bewegungslos ausschauenden riesigen Kraftmaschinen einen denkbar einfachen ruhigen Eindruck. In der Bedienung machen sie sehr geringe Ansprüche. Auf diese Weise ist es möglich geworden, Arbeitskräfte zu ersparen, ein auf allen Gebieten der Technik kennzeichnendes Bestreben, das wir auch in den Dampferzeugungsanlagen wiederfinden.

Was die Kesselanlagen anbetrifft, so sind die BEW den Wasserrohrkesseln treu geblieben. Auch hier wurden die Einheiten immer weiter vergrößert. In der Blockstation Friedrichstraße hatte man Kessel von je 100 qm Heizfläche. Die Dampfkessel in der ersten Zentrale Markgrafstraße hatten bereits 173 qm und erzeugten für 1 qm Heizfläche und Stunde 10 kg Naßdampf von 10 at Betriebsdruck. Die in den letzten Jahren in Betrieb genommenen Kessel haben bis zu 450 qm Heizfläche und erzeugen für 1 qm Heizfläche und Stunde normal 29 kg und maximal 35 kg Dampf von 15 at Betriebsdruck, und etwa 375 Grad Überhitzungstemperatur. Diese Steigerung wird den Verbesserungen in Wasserumlaufverhältnissen und der Änderung der Verhältnisse von Rostfläche zu Heizfläche verdankt, das im Laufe der Jahre von 1 zu 42,5 bis auf 1 zu 28 vergrößert wurde. Die Überhitzungsanlagen, zunächst von den Kesselanlagen gesondert aufgestellt, wuchsen mit der ganzen Kesselanlage zu einem einheitlichen Ganzen zusammen.

Unter gleichzeitiger Berücksichtigung der früher und jetzt betriebenen Dampfmaschinen und Dampfturbinen wurden mit dem pro Stunde und Quadratmeter Kesselgrundfläche erzeugten Dampf früher nur etwa 9 Kilowattstunden, heute 52,5 Kilowattstunden erzeugt. Im ganzen sind heute 145 Dampfkessel mit einer gleichzeitig benutzbaren Heizfläche von über 40 000 qm im Betrieb. Hierzu kommt noch eine Aushilfsheizfläche von rund 8000 qm. Die gesamte benutzbare Rostfläche beträgt 1060 qm.

Die Steigerung der Einheiten und damit auch die Vergrößerung der Rostfläche über das noch von Menschen bedienbare Maß hinaus wurde erst möglich

durch Einführung mechanisch bewegter Roste. Lange kostspielige Versuche waren auch hier erforderlich, bis schließlich der den besonderen Betriebsverhältnissen angepaßte Kettenrost die Lösung brachte. Nachdem 1901 mit diesen Versuchen begonnen worden war, wurden seit 1903 in größerem Umfang die in den BEW zur Aufstellung gelangten Kessel mit dieser Kettenrostfeuerung versehen. Erst jetzt wurde es möglich, das Verhältnis der Rostfläche zur Heizfläche trotz der gleichzeitigen Vergrößerung der Heizfläche in dem Maße, wie oben angegeben, zu steigern. Denn einen Rost von 16 qm Größe noch von Hand zu bedienen, ist unmöglich. Die mechanische Rostbeschickung führte zu einer sehr beträchtlichen Verminderung des Heizpersonals. Die ungemein anstrengende Tätigkeit des Menschen vor den glühenden Kesselfeuern wurde auch hier mehr und mehr, fast vollständig, der Maschine übertragen.

Auch die Kohlenzuführung mußte man versuchen, bei den Massen, um die es sich jetzt handelte, in steigendem Maße auf mechanische Weise zu erwirken. Der Jahresbedarf an Brennstoff der BEW ist von anfangs sehr geringen Mengen bis auf 320 000 t im Betriebsjahr 1913/14 gestiegen. Besondere Einrichtungen für die Lagerung der Kohle mußten getroffen werden. Große Lagerplätze wurden den Außenzentralen angeschlossen, auf denen 45 000 bis 80 000 t gelagert werden können. Neuzeitliche Verladeeinrichtungen, mit denen die Kohle unmittelbar vom Spreekahn oder Eisenbahnwagen je nach Bedürfnis unter Zwischenschaltung eines Ladeplatzes oder unmittelbar dem Rost zugeführt wurden, mußten errichtet werden. Verladeeinrichtungen von über 40 bis 50 t Leistungsfähigkeit in der Stunde kennzeichnen die riesige Entwicklung auf diesem Gebiet, wenn wir sie vergleichen mit den ersten kleinen Zentralen der BEW, wo der einzelne Arbeiter mit Schippe und Schubkarren die einzige Kohlenbeförderungsanlage darstellte.

Nicht minder reizvoll ist es, sich den Entwicklungsgang der elektrischen Einrichtungen innerhalb der BEW-Zentralen vor Augen zu führen. Die ersten Dynamomaschinen waren von Siemens & Halske gelieferte Edisonmaschinen, die kennzeichnend für das Vertragsverhältnis zwischen den beiden Firmen auf der einen Seite die Firma Siemens & Halske, auf der anderen die Bezeichnung Deutsche Edisongesellschaft trugen. Ein gewaltiger Fortschritt war es, als es gelang, die Dampfmaschine mit der Dynamo unmittelbar zu kuppeln. Siemens & Halske bauten für diesen Zweck die ersten langsam laufenden Dynamos als große Innenpolmaschinen. Ausgezeichnet konstruierte und durchgearbeitete Maschinen, die aber ebenso teuer als gut waren.

Nach der Lösung des Vertrages mit Siemens & Halske konnte die AEG die kleinere Maschinen schon bisher hergestellt hatte, nun auch den Bau großer Dynamomaschinen erfolgreich übernehmen.

Die beiden ersten großen Dynamomaschinen, die von einer 1900 PS Dampfmaschine angetrieben wurden, kamen im Jahre 1896 in der Zentrale Mauerstraße in Betrieb. Im Jahre darauf wurden gleich große Maschinen mit den der AEG patentierten Spannungsteilern in der Zentrale Spandauerstraße in Betrieb gesetzt. Die größten zum Betrieb von Gleichstrommaschinen dienenden Dampfmaschinen von je 3000 PS, die in der Zentrale Luisenstraße von 1899 ab in Betrieb gesetzt wurden, sind mit zwei großen Gleichstromdynamomaschinen von je 1000 KW gekuppelt.

Der Übergang zum Drehstrombetrieb, ein Gebiet, auf dem gerade die AEG unter Führung von Dolivo-Dobrowolsky bahnbrechend vorangegangen ist,

brachte neue große Aufgaben mit sich, die lange die Elektrotechniker in Spannung hielten. Die ersten Drehstrommaschinen wurden von der AEG für die Zentrale Oberspree 1897 geliefert. Um welch riesige Ingenieurarbeit es sich hier handelt, kann man daraus ermessen, wenn man bedenkt, daß die größte heute bei den BEW in Betrieb befindliche Dynamomaschine 20 000 KW leistet. Der Begriff Hochspannung ist relativ. Damals machte die Anwendung von 3000 und dann von 6000 Volt, da Erfahrungen nur in geringem Umfang vorlagen, schon große Schwierigkeiten. Heute sind 30 000 Volt so sicher zu leiten wie früher 5000 Volt.

Doch auch mit der Herstellung der Generatoren war die Aufgabe des Elektrotechnikers nicht erfüllt. Wer heute eine große elektrische Zentrale besichtigt, sieht, wie ungemein viel zum Betrieb nötig ist. Alles das aber, was jeder heute als selbstverständlich hinnimmt, mußte unter Aufwendung großen technischen Scharfsinns und unter Überwindung oft sehr beträchtlicher Schwierigkeiten langsam geschaffen werden. Welch weiter Weg führte doch von den sehr primitiven sog. „Lampenzählern“ in der Blockstation, Friedrichstraße, wie sie uns Oscar von Miller beschreibt, zu den vielfältigen verschiedenen, sorgsam ausgebildeten feinen Meßinstrumenten und Apparaten einer der großen Schalttafeln der heutigen Kraftwerke!

Auch bei den Leitungen waren viele Schwierigkeiten zu überwinden. Irgendwelche Berechnungsgrundlagen für ein Leitungsnetz waren nicht vorhanden, ebenso wie es von Edison erzählt wird, half man sich auch bei den BEW mit aus dünnem Draht hergestellten auf großen Holzbrettern angebrachten Modellnetzanlagen, die man mit galvanischen Elementen speiste. Die Ergebnisse, die man in so primitiver Weise erzielte, suchte man dann auf große Verhältnisse zu übertragen. Teures Lehrgeld mußte auch hier für wertvolle Erfahrungen, die heute Allgemeingut sind, bezahlt werden. Man erkannte bald, daß mit dem bisherigen Verteilungssystem bei dem steigenden Stromverbrauch nicht auszukommen war. Man ging deshalb 1890 vom Zweileitersystem zum Dreileitersystem über und 1899 konnten die BEW, nachdem es gelungen war, Glühlampen von 220 Volt herzustellen, als erstes Elektrizitätswerk in Deutschland die Spannung ihrer Leitungsnetze verdoppeln. Der größte Teil der bereits angeschlossenen Anlagen wurde für die höhere Spannung umgewandelt.

Die ersten Kabel waren armierte Bleikabel, von der Firma Siemens & Halske geliefert, die große Erfahrungen durch ihren Telegraphenbau hatten. Diese Kabel liegen zum größten Teil noch im Boden, soweit sie nicht infolge von Verstärkungen usw. ausgewechselt werden mußten. Sie haben sich also ausgezeichnet bewährt, eine Tatsache, die Werner von Siemens mit besonderer Freude erfüllen würde, da er persönlich in einer Sitzung des Elektrotechnischen Vereins vor einem Vierteljahrhundert gegen aus England stammende Verleumdungen dieser Kabel sehr energisch protestiert hatte.

Die ersten Hochspannungskabel in Berlin für 3000 Volt Spannung hatten Jutebespinnung. Dann kamen Gummi-, später Papierkabel, die größere Vorteile boten. Die Isolationsschicht wurde viel gleichmäßiger, konnte dünner gehalten werden, die Kabel waren biegsamer. Man konnte sie auch in größeren Längen herstellen, was den Vorteil hatte, daß die in den Verbindungsstellen liegenden Fehlerquellen vermindert wurden. Alle anderen Hochspannungskabel wurden dann für Spannungen von 6000 und 10500 Volt gebaut. Für die Überlandleitungen Nord- und Südring sind Kabel von 30 000 Volt Spannung in Verwendung.

Unabhängig von den Maschinen- und Leitungsanlagen waren aber noch sehr bedeutsame Arbeiten von den BEW auf den verschiedensten Gebieten zu leisten. Die Erfahrungen, die mit dem zunächst aus Amerika bezogenen Installationsmaterial gemacht wurden, dienten der AEG als Grundlage für die Entwicklung ihres Apparatebaues, und die Fortschritte, die man hier erzielte, kamen wieder den BEW zugute. Grundlegende Versuche wurden häufig in den Anlagen der BEW durchgeführt. 1898 konnten hier genauere Versuche über Schmelzsicherungen und 1900 über die Strombelastung der Kabel ausgeführt werden. Diese Ergebnisse sind später vom Verband deutscher Elektrotechniker und der Vereinigung der Elektrizitätswerke übernommen und fortgeführt worden. Dann mußte man planmäßig darangehen, auch die Installationsmethoden weiter auszubauen und brauchbare Installationsarbeiter heranzubilden. So sind die ersten Installationsvorschriften entstanden, bis dann der Verband der Elektrotechniker es Anfang der 90er Jahre übernahm, für ganz Deutschland gültige Bestimmungen auszuarbeiten.

Der Erfolg der Elektrizitätswerke aber ist nicht nur von der Vorzüglichkeit der eigenen Anlagen abhängig, sondern vor allem auch von der Brauchbarkeit der Apparate, in denen die Abnehmer der Zentrale den Strom benutzen wollen. Es ist bekannt, welch großer Fortschritt auf dem Gebiet der Lampentechnik nicht weniger als der elektrischen Kraftübertragung in den letzten Jahren erzielt worden ist. Die Kohlefadenglühlampen gehören schon mehr und mehr der Vergangenheit an. Die von der AEG gebaute Nernstlampe bildet den Übergang zu einer ungemein raschen Entwicklung neuer Glühlampen. Durch die Metallfadenlampe ist es gelungen, den Stromverbrauch für Lichteinheiten immer weiter zu vermindern. Bei den neuesten Lampen, den Halbwattlampen, ist man, wie die Bezeichnung sagt, auf ein halbes Watt für die Kerze gekommen, während die ersten Glühlampen, die bei der Begründung der BEW Verwendung fanden, noch 8, dann 5 Watt gebrauchten. Man kann also heute mit der gleichen elektrischen Energie etwa das Zehnfache an Licht erzeugen wie vor 30 Jahren.

Ungemein große Bedeutung für die Elektrizitätswerke mußte aber die Abgabe des Stromes für gewerbliche Zwecke, für den Antrieb von Arbeitsmaschinen, haben. Bei reinem Lichtbetrieb drängt sich naturgemäß die Höchstleistung auf wenige Abendstunden zusammen. Dieser Höchstleistung muß die Größe der Kraftzentrale entsprechen. Die Maschinenanlage wird schlecht ausgenutzt. Trägt man die jeweiligen Belastungspunkte im Schaubild auf, so ergibt sich eine große Spitze im Diagramm. Mit Rücksicht auf die wirtschaftliche Ausnutzung muß man eine möglichst gleichmäßige Belastung der Zentrale erstreben. Hierzu bietet der gerade während der Tagesstunden gebrauchte Strom für Kraftantrieb ein ausgezeichnetes Mittel. Der erste Strom für Kraftbetrieb wurde im Betriebsjahre 1888/89 an Ludwig Löwe, Hollmannstraße, abgegeben. 1890 wurden 28 Elektromotoren an verschiedene Betriebe abgegeben.

Viele Schwierigkeiten waren zu überwinden. Der Elektromotor mußte sich den Betrieben, für die er verwendet wurde, anpassen und ebenso mußte die Arbeitsmaschine sich dem elektrischen Antrieb anpassen. Aber die Vorteile des elektrischen Antriebes waren so außerordentlich groß, daß mit jedem Jahr der Kraftanschluß der Elektrizitätswerke stieg. Grundbedingung zu dieser Entwicklung war allerdings die wesentliche Preisherabsetzung des Kraftstromes gegenüber dem Lichtstrom. Es ist bereits erwähnt worden, daß die BEW als erstes Elektrizitätswerk hier bahnbrechend vorangegangen sind. Unterstützt wurde die Einführung des Elektro-

motors dadurch, daß man auf Wunsch den Abnehmern die Elektromotoren leihweise gegen mäßige Gebühr lieferte. Die Abnehmer hatten so die Möglichkeit, falls der elektrische Kraftbetrieb ihnen nicht zusagen sollte, die Motoren ohne jede weitere Vergütung, abgesehen von der bereits gezahlten Miete zurückzugeben. Den Verbrauchern wurde aber auch das Recht eingeräumt, die Motoren nach einer gewissen Zeit unter Anrechnung der gezahlten Miete käuflich zu erwerben.

Gerade die Einführung des niedrigen Kraftpreises bedeutete eine volkswirtschaftlich ungemein bedeutsame Tat. Während 1888/89 für gewerbliche Zwecke etwa 13 000 Kilowattstunden geliefert wurden, kam man im Jahre 1895/96 auf

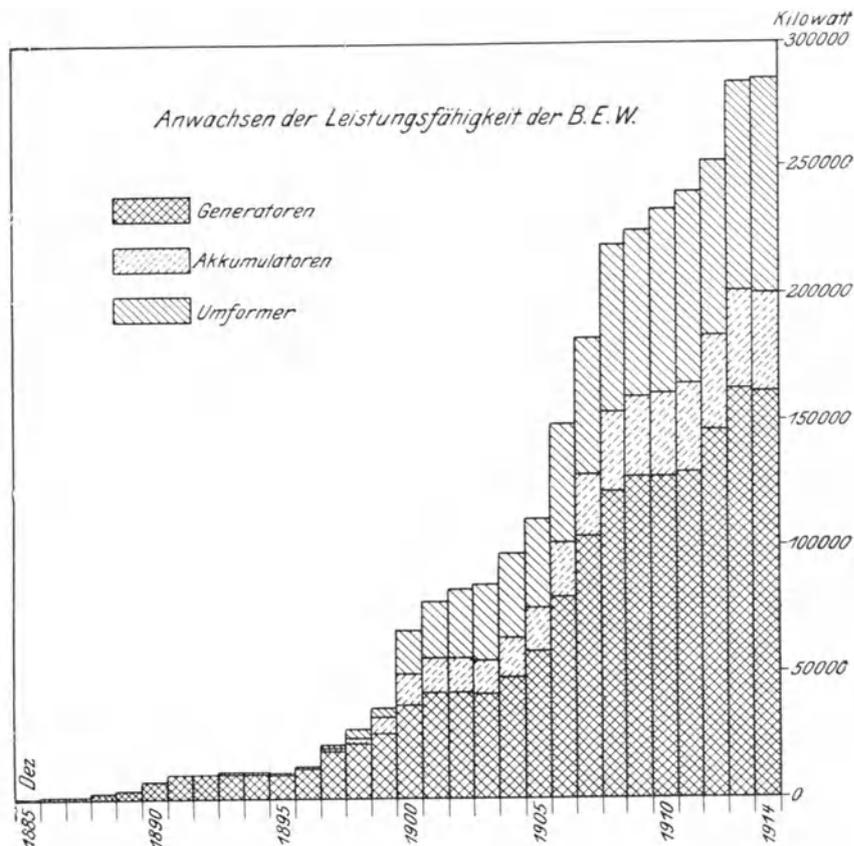


Fig. 2. Steigerung der Leistungsfähigkeit.

2,2 Millionen, 1913/14 auf rund 120 Millionen Kilowattstunden. 1909 wiesen die ersten Motoren nur Leistungen von $\frac{1}{16}$ bis höchstens 10 PS auf, sie wurden genau wie die Glühlampen und Bogenlampen aus dem allgemeinen Verteilungsnetz gespeist. Allmählich mußten auch Motoren größerer Leistung bis 100 PS und darüber versorgt werden, für die das allgemeine Leitungsnetz nicht mehr ausreichte. Größere industrielle Anlagen, die mit solchen Motoren arbeiten, mußten daher an das Hochspannungsnetz angeschlossen und mit Drehstrom betrieben werden.

Wollte man aber die Großindustrie als Abnehmer gewinnen, so war ein neuer, besonders billiger, Tarif für hochgespannten Kraftstrom notwendig. Hierzu entschlossen sich die BEW 1909. Durch die besonders niedrigen Preise ist es ihnen gelungen, in den letzten Jahren so viel Großabnehmer zu gewinnen, daß deren Verbrauch allein jetzt etwa schon $\frac{1}{4}$ der gesamten Jahreslieferung der BEW darstellt.

Mit der Elektrisierung der Straßenbahn eroberte sich der elektrische Strom das gewaltige Gebiet des Verkehrs, die BEW erhielten ihren größten Abnehmer. Der Anteil der gewerblichen Anlagen an der Gesamterzeugung des elektrischen Stromes, der 1888 erst 2 vH des gelieferten Stromes betrug, stieg auf etwa 50 vH. Wenn man den für den Bahnbetrieb erforderlichen Strom mit einrechnet auf 76 vH.

Ein besonders wichtiges und zukunftsreiches Anwendungsgebiet liegt noch in der elektrischen Heizung besonders für industrielle Zwecke. Die flammenlose Heizung auf elektrischem Wege ist in erster Reihe von Wichtigkeit für solche Betriebe, in denen feuergefährliche oder Explosivstoffe verarbeitet werden, wie

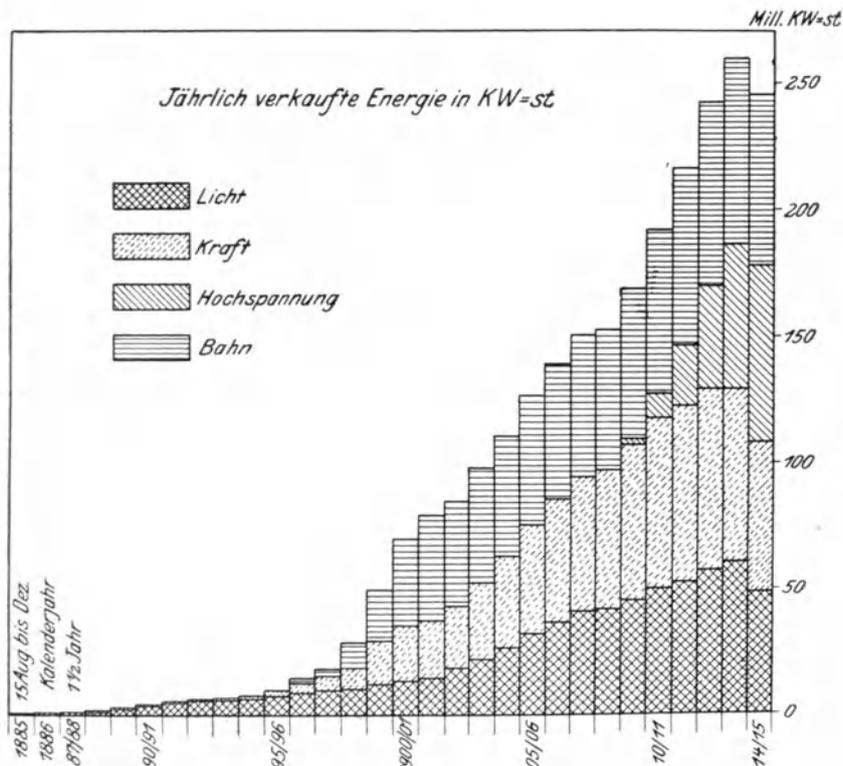


Fig 3. Steigerung der verkauften Energiemenge in Mill. KW-st.

Zelluloidwaren, Sprengstoffe u. dgl. Elektrischer Strom wird ferner immer mehr auch für Schweißen, Anlassen, Härten usw. in Frage kommen. Die große Regulierfähigkeit und die Gefahrlosigkeit kommen hier sehr in Betracht. Erst durch die elektrische Heizung ist es dem Menschen in bisher unerreichtem Maße gelungen, die Macht des Feuers zu bezähmen und sie deshalb besonders wohlthätig zu gestalten.

Haben wir versucht, kurz auf die Zusammenhänge mit der gesamten technischen Entwicklung hinzuweisen, so bleibt uns zum Schluß nur noch übrig, die Ergebnisse der Gesamtentwicklung zusammenzufassen.

Der prägnanteste Ausdruck für Tatsachen bleibt die Zahl. Die graphischen Darstellungen Fig. 2 bis 4 zeigen, wie diese Zahlen sich auf die einzelnen Jahre bezogen aneinander reihen. Sie geben deshalb den kürzesten Ausdruck für zahlenmäßig faßbare Entwicklung. Einige Zahlen seien noch kurz angeführt. Die Leistungsfähigkeit ist von insgesamt 660 KW auf 162000 KW Primärdynamos, 99000KW

Akkumulatoren (87000 KW Umformer) gestiegen, das Versorgungsgebiet hat sich von 7800 qm auf über 3000 qkm ausgedehnt. Die mit Kabeln belegte Häuserfrontlänge stieg von kaum 9 km auf über 600, die Kabellänge auf etwa 9000 km. Waren anfangs nur 268 KW angeschlossen, so sind es heute 280 000. Wurden zuerst 37 000 Kilowattstunden abgegeben, so werden heute 270 Millionen geliefert. Genügte zu Anfang ein Kapital von 6 Millionen, so beträgt es heute 180 Millionen Mark, von denen 56 Millionen getilgt sind. Aus der Veröffentlichung über den letzten Abschluß der BEW entnehmen wir, daß in den letzten 8 Jahren an Abschreibungen rund 38 Millionen Mark, an Dividenden rund 44 Millionen

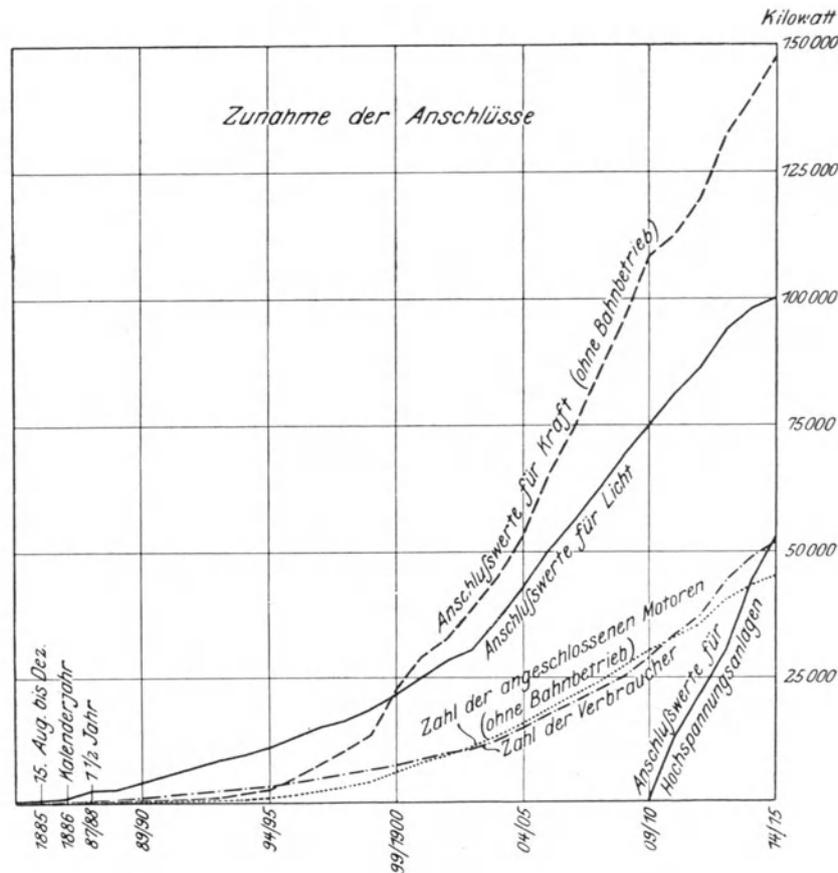


Fig. 4. Steigerung der Anschlußwerte in Kilowatt.

Mark und an Abgaben an die Stadt rund 48 Millionen Mark abgeführt werden konnten.

Mit 44 000 Abnehmern haben die BEW heute zu rechnen. 1,7 Millionen Glühlampen, 46 000 Bogenlampen und 40 000 Elektromotoren, 7400 verschiedene elektrische Apparate werden von den BEW mit Strom versorgt.

Über allen diesen großen, auch zahlenmäßig ausdrückbaren Erfolgen dürfen wir nicht der Unsumme menschlicher Arbeit vergessen, die in diesen Zahlen verkörpert ist. Technische Arbeit ist Gemeinschaftsarbeit. Auch der Begründer der BEW konnte Erfolge ohne hervorragende Mitarbeiter nicht erzielen. Dieser ungeheuren Menschenarbeit müssen wir anerkennend gedenken, wenn wir uns den Entwicklungsgang der BEW vor Augen halten.

Neben den leitenden Männern der BEW und den an ihrer Entwicklung beteiligten führenden Beamten der AEG, die mit Recht unter die hervorragenden Fachmänner, denen Deutschland so viel verdankt, zu rechnen sind, ist ein ganzes Heer von Hunderten von Beamten und Arbeitern erforderlich, um alle die Leistungen, die jeder Abnehmer für selbstverständlich hält, zu vollbringen. Je tiefer man eindringt, in die Vielfältigkeit dieser Aufgaben und Leistungen, um so mehr staunt man über das, was hier durch aufopfernde Arbeit geleistet worden ist. Was in Deutschlands industriellem Werdegang die frei schaffende große Persönlichkeit zu bedeuten hat, wissen wir. Die Frage, wie weit bei Ausführung großer industrieller Werke in staatlichem oder städtischem Betrieb es möglich ist, die Vorteile privaten Betriebes mit hinüberzunehmen, beschäftigt heute mehr denn je weiteste Kreise. In diesem Zusammenhang ist es besonders interessant, festzustellen, wie sehr die Stadt Berlin besorgt ist, die freie Betätigung der leitenden Männer der BEW auch innerhalb der städtischen Verwaltung nicht allzusehr einzuschränken. Bewußt suchte man neue Wege zu beschreiten, und nicht die großen Werke dem alten Schema einzuordnen. Freilich alle die Wünsche, die das große Publikum durch den Mund der Presse von Zeit zu Zeit kundtut, wird auch die neue Verwaltung nicht erfüllen können. Besonders schwierig dürfte es sein, die Einnahmen unter gleichzeitiger wesentlicher Herabsetzung des Tarifs sehr bedeutend zu steigern.

Wie überall auf dem Gebiete der Technik bildet das Erreichte nicht den Abschluß, sondern immer nur den Anfang zu weiteren größeren Entwicklungen und so wird es auch den Werken, die so innig mit dem gesamten industriellen wirtschaftlichen Leben von Groß-Berlin verknüpft sind, unter der neuen Verwaltung nicht an neuen Aufgaben fehlen. Man kann nur von Herzen wünschen, daß den Elektrizitätswerken auch in städtischer Verwaltung eine große ruhmvolle Entwicklung zum Wohle der Reichshauptstadt beschieden sein möge.

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der technischen Mechanik.¹⁾

Von

Dr.-Ing. h. c. und Dr. phil. h. c. A. v. Rieppel, und Dr.-Ing. L. Freytag.

Die Sprengung der Ketten, die eine gewaltige Übermacht von neidigen Feinden um die verbündeten Staaten Deutschland und Österreich-Ungarn gelegt hatte, der siegreiche Zug unserer Landesverteidiger zu unseren Freunden im Osten: Bulgarien und die Türkei durch Serbien (am 8. Oktober 1915 wehten deutsche Flaggen über den Zinnen Belgrads) und Montenegro rufen uns weit zurückliegende geschichtliche Erinnerungen wach. Es sind dies Erinnerungen einerseits an kriegerische Vorgänge früherer Zeit und andererseits an die Ausgangsstätten nicht nur der Kunst, Literatur und Philosophie, sondern auch der exakten Wissenschaften.

Seit Beginn der christlichen Zeitrechnung war über ein Jahrtausend lang das Heilige Land das Ziel vieler frommer Bürger. Die Kreuzzüge im Mittelalter stellen eine Krönung dieser Wanderung dar. Für uns Deutsche bleibt der Kreuzzug des Kaisers Friedrich Barbarossa eine Denkwürdigkeit. Im Mai 1189 sammelte der kühne deutsche Kaiser, dessen Gestalt neben Karl dem Großen uns ewig leuchten wird, zu Regensburg ein gewaltiges Heer, mit dem er durch Ungarn und Serbien zog, um im Frühjahr 1190 von Gallipoli aus den Boden Asiens zu betreten. Leider setzte der Tod seinen Absichten nach Durchquerung von Anatolien und Überschreitung des Taurus im Tal des Saleph (Kalykadnos) ein Ende.

Es ist anzunehmen, daß wir durch Barbarossa erweiterten Einblick in den erloschenen früheren Kulturstand der alten Völker Westasiens und der Randländer des östlichen Mittelmeeres erhalten hätten. So waren wir mit unseren Kenntnissen lange Zeit auf die etwas unklaren und märchenhaften Mitteilungen einzelner Pilger und Forschungsreisenden angewiesen. Erst Napoleon Bonaparte hat mit seinem weitschauenden Plan, den er mit seinem Zug 1798 nach Ägypten verfolgte, die Nebel, hinter denen uns die hohe Kultur Jahrtausende zurückliegender Zeit der Ostländer am Mittelmeer verborgen lag, zerrissen. Die Entdeckung eines Offiziers des napoleonischen Heeres, daß ein zu Rosette gefundener Denkstein die gleiche Inschrift in 3 Sprachen, darunter die geläufige griechische, enthielt, gab zum ersten Male ein genaues Mittel an die Hand, in die Geheimnisse der Hieroglyphenschrift einzudringen. Damit war der Weg offen, uns durch eingehende Forschung an erhalten gebliebenen Denkmälern, Bibliotheken usw. über den Kulturstand der alten Völker und über die Höhe ihrer Wissenschaften weitgehend zu unterrichten. Freilich wird vieles dunkel bleiben, denn die Jahrtausende mit den sich zu allen Zeiten wiederholenden Kämpfen zwischen Völkern der höchsten und niedrigsten Kultur-

¹⁾ Die folgenden Äußerungen sind aus Anlaß des 80. Geburtstages Dr. Otto Mohrs (8. Oktober 1915) verfaßt worden.

stufen haben unendlich wertvolle Beweise des Standes alter Wissenschaften völlig zerstört.

Wenn wir uns in die hohen Kunstleistungen der Babylonier und Ägypter versenken, hören, wie weit die Mathematik entwickelt war und daß die Astronomie geradezu eine überraschende Blüte hatte, so darf angenommen werden, diesen alten Völkern seien auch die Gesetze der Mechanik nicht ganz unbekannt gewesen. Die ungeheure Größe einzelner ihrer Bauwerke berechtigt zu dieser Annahme. Wir müssen aber leider zugestehen, daß uns bis jetzt Näheres darüber nicht bekannt ist, wir wissen nur, daß die Griechen, Inder und Araber mathematisches Wissen anscheinend in reger Wechselbeziehung zu den Anfängen der Babylonier und Ägypter weiter bildeten und weitertrugen.

Aus dem 3. Jahrhundert v. Chr. sind uns von zwei griechischen Gelehrten: Euklid und Archimedes Werke der exakten Wissenschaften überkommen, die wir heute mit staunender Andacht betrachten und die auf ältere Vorarbeiten schließen lassen. Euklid gab uns neben vielem anderen die Grundzüge der Geometrie, wie sie heute noch in unseren Schulen gelehrt wird. Archimedes erfüllt uns mit Bewunderung durch seine klare Erkenntnis der Naturgesetze auf vielen Gebieten des menschlichen Lebens. Er ist der Begründer der streng wissenschaftlichen Statik. Seine Grundlage der exakten Wissenschaften war so verheißungsvoll, daß man es nicht begreift, wie es möglich war, daß weitere fast volle zwei Jahrtausende darüber vergehen konnten, bis wieder an seine Arbeiten mit Fortschritt angeknüpft wurde. In der Glanzzeit der Griechen wirkte die umfangreiche, vielseitige und bestrickende schriftstellerische Lehrtätigkeit des Philosophen und Naturkundigen Aristoteles viel nachhaltiger als die auf genauer Naturbeobachtung methodisch aufgebauten Arbeiten des Archimedes. Zwar hat Aristoteles auch manches Wesentliche aus seiner naturwissenschaftlichen Tätigkeit, wie das Parallelogramm der Bewegungen hinterlassen, allein dieses wenige fand in der Vielheit seiner Arbeiten wenig Beachtung.

Dann kam der Kampf der religiösen Weltanschauungen, der Kampf der Religion der Menschenliebe gegen die Religion der Selbstsucht. Mit dem Sieg der christlichen Religion begann die Herrschaft ihrer Dogmatik. Die Zeit wurde für reine wissenschaftliche Forschertätigkeit, insbesondere für eine Forschertätigkeit auf naturwissenschaftlichem Gebiet immer ungünstiger. Die Folge davon war, daß von Aristoteles (384 bis 322 v. Chr.) und Archimedes (287 bis 212 v. Chr.) bis Leonardo da Vinci (1452 bis 1519 n. Chr.), also während rund 18 Jahrhunderten, ein wesentlicher Fortschritt auf dem Gebiete naturwissenschaftlicher Erkenntnis kaum wahrzunehmen ist. Als kleine Marksteine in der Zwischenzeit mögen erwähnt sein:

- a) Die Begründung der seit Aristoteles und Archimedes bekannten einfachen Maschinen mittels des Hebelgesetzes durch Heron (ca. 120 Jahre v. Chr.).
- b) Ausdehnung des von Archimedes für ebene Gebilde gefundenen Gesetzes vom Schwerpunkt auf räumliche Körper durch Pappus (ca. 390 n. Chr.).
- c) Regeln für den Inhalt von Umdrehungsflächen und Umdrehungskörpern von Pappus.

Leonardo da Vinci (1452 bis 1519), sein Landsmann Benedetti (1530 bis 1590) und der Niederländer Stevin (1548 bis 1620) können als Vorläufer einer neuen Zeit der mechanischen Wissenschaften gelten.

Der geniale und vielseitige Leonardo da Vinci faßte seine Wertschätzung der Mechanik in den Ausspruch zusammen: „Die Mechanik ist das Paradies der mathematischen Wissenschaften, weil man mit ihr zur Frucht des mathematischen Wissens gelangt.“ Von ihm rühren u. a. her: Die Betrachtung der Bewegung auf der schiefen Ebene und auf dem vertikalen Kreisbogen (Pendelbewegung), die Grundlage der Theorie der Momente (potentieller Hebel), die Erkenntnis des Wesens der gleitenden Reibung und die Keime zur Anwendung des Prinzips der virtuellen Geschwindigkeiten. Die Urheberschaft dieses letztgenannten, äußerst wichtigen Gesetzes läßt sich zwar nicht nachweisen, Spuren deuten sogar auf Aristoteles zurück. Aber erst von Leonardo da Vinci ab scheint die Brauchbarkeit dieses Gesetzes für die Lösung von Aufgaben der exakten Wissenschaften allmählich wahrgenommen worden zu sein.

Benedetti hat wohl als erster das Trägheitsgesetz und die Wichtigkeit der dynamischen Wirkungen erkannt und entgegen den Anschauungen Aristoteles' das Gesetz gleicher Fallgeschwindigkeit aller Körper aufgestellt.

Stevin gab die Theorie des Gleichgewichtes auf der schiefen Ebene. Er erkannte das Parallelogramm der Kräfte und die Grundgesetze der Hydrostatik. Hierbei schloß er an die bereits von Archimedes aufgestellten Sätze vom Gleichgewicht (auf dem Wasser) schwimmender Körper an.

Man sieht, das 15. und 16. Jahrhundert brachte Männer der freien exakten Forschung; das Auftreten einer besonderen Leuchte wie Galilei überraschte nicht mehr.

Galileo Galilei

wurde geboren am 18. Februar 1564 zu Pisa als Sohn eines verarmten Florentiner Edelmannes, dem besondere Vorliebe für Musik und Mathematik zu eigen war. Ursprünglich zum Kaufmannsstand (Tuchhandel) bestimmt, wollte er später Arzt werden. Deshalb bezog er im Alter von 17 Jahren die Universität Pisa. Doch vertauschte er bald das Studium der Medizin mit dem der Mathematik und Physik. Diese Wissenschaften fußten damals noch ganz auf den aristotelischen Lehren, über deren Richtigkeit bei Galilei Zweifel entstanden. Durch eingehendes Nachdenken schuf er sich seine eigenen Anschauungen und bereits mit 25 Jahren trat er als Lehrer der Physik an der Universität Pisa öffentlich gegen die aristotelische Scholastik auf. Dadurch hat er sich auf die Dauer dort unmöglich gemacht. Im Jahre 1592 erhielt er eine Professur an der Universität Padua, die er bekleidete, bis ihm nach dem traurigen Ausgang des Inquisitionsprozesses im Jahre 1633 ein Landhaus bei Florenz als Wohnsitz angewiesen wurde. Trotz der erfahrenen Demütigung und der dazu im Jahre 1636 eingetretenen völligen Erblindung war die von seinen Zeitgenossen bewunderte außerordentliche Schaffenskraft Galileis nicht gebrochen. Er starb am 8. Januar 1642 im Alter von nahezu 77 Jahren. — Galilei war ein vielseitiger Gelehrter. Seine Erholungsstunden widmete er der Musik, der Malerei und der Dichtkunst.

Wir haben oben gesehen, daß die Vorgänger Galileis zwar manche Naturerscheinung richtig zu deuten begonnen hatten, wie es aber mit der wissenschaftlichen Begründung solcher Dinge aussah, erhellt am besten aus Galileis eigenen Worten, mit denen er den 3. Abschnitt seiner „Unterredungen“ einleitete.

„Der oberflächlichen Beobachtung ist es zwar nicht entgangen, daß die Geschwindigkeit frei fallender Körper mit der Fallzeit zunimmt. In welchem Maße aber die Beschleunigung stattfindet, ist bisher nicht ausgesprochen worden. Denn

soviel ich weiß, hat niemand bewiesen, daß die vom fallenden Körper in gleichen Zeiten zurückgelegten Strecken sich zueinander wie die ungeraden Zahlen verhalten.

Man hat beobachtet, daß die Wurfgeschosse eine gewisse Kurve beschreiben, daß letztere aber ein Parabel ist, hat niemand gelehrt. Daß aber dieses sich so verhält und noch vieles andere nicht minder Wissenswerte soll von mir bewiesen werden. Zu dem, was noch zu tun übrig bleibt, wird die Bahn geebnet, nämlich zur Errichtung einer sehr weiten, außerordentlich wichtigen Wissenschaft, deren Anfangsgründe die vorliegende Arbeit bieten soll, in deren tiefere Geheimnisse einzudringen aber solchen Geistern vorbehalten bleibt, die mir überlegen sind.“

Wertschätzung eigener Errungenschaften, gepaart mit wahrer Bescheidenheit, sprechen sich — wie Dannemann ganz richtig bemerkt — in diesen Worten aus.

Das Zukunftsbild aber, wie es Galilei andeutet, hat sich inzwischen in erstaunlicher Größe entfaltet.

Bei dem durch diesen Aufsatz beabsichtigten Rückblick über die Entwicklung eines Gebietes der technischen Mechanik in der Vergangenheit soll, mit Galilei an der Spitze, einiger besonders hervorragender Förderer dieses Wissenszweiges gedacht werden, ohne die Verdienste anderer zu verkennen.

Verlockend wäre es, auch einige verwandte Wissenschaftszweige mit in diese Betrachtung einzubeziehen, um so mehr als die gegenseitige Befruchtung der Forschertätigkeit unverkennbar ist. Doch dies würde viel zu weit führen, jedenfalls weit ab von dem für diese Schrift gesteckten Ziele.

Dagegen mag zur Beleuchtung der Zeitverhältnisse, unter denen die Anfänge der neueren exakten Wissenschaften zu leiden hatten, noch ein von Dannemann angegebener Auszug eines Briefes Galileis an seinen Freund Kepler über dessen Erstlingsarbeit „Prodomus“ angeführt werden. Galilei schreibt:

„Ich preise mich glücklich, in dem Suchen nach Wahrheit einen so großen Bundesgenossen gefunden zu haben. Es ist wirklich erbärmlich, daß es so wenige gibt, die nach dem Wahren streben und bereit sind, von der verkehrten Art zu philosophieren abzugehen. Aber es ist hier nicht am Platze, die Jämmerlichkeit unserer Zeit zu beklagen, sondern Dir zu Deinen herrlichen Forschungen Glück zu wünschen. Ich tue das um so lieber, als ich seit vielen Jahren Anhänger der kopernikanischen Ansicht bin. Sie erklärt mir die Ursache vieler Erscheinungen, welche bei der allgemein gültigen Ansicht ganz unbegreiflich sind. Ich habe zur Widerlegung der letzteren viele Gründe gesammelt, doch wage ich es nicht, sie ans Licht der Öffentlichkeit zu bringen. Wahrlich, ich würde es wagen, wenn es mehr solche Männer, wie Du bist, gäbe. Da dies aber nicht der Fall ist, so spare ich es mir auf.“

Hierzu bemerkt Dannemann: Galilei hatte allen Grund, vorsichtig zu sein, denn ein Jahr, nachdem er diese Zeilen geschrieben, wurde Giordano Bruno, der begeisterte Verfechter der kopernikanischen Lehre, der römischen Inquisition ausgeliefert, um später seine Kühnheit auf dem Scheiterhaufen zu büßen.

Mit großem Erfolg und Ernst war Galilei auf dem Gebiet der Astronomie tätig. Bekannt wurde dies erst der Nachwelt. Für uns kommt hier aber nur sein umfangreiches und zielbewußtes Wirken für die Weiterentwicklung der technischen Mechanik in Betracht, und zwar haben wir ihm in erster Linie die grundlegende Erkenntnis des Zusammenhanges zwischen Dynamik und Statik zu verdanken. Galilei erkannte die Bewegung als Folge einer Kraft, für deren Wirkung es ganz gleich ist, ob sich der durch den Einfluß dieser Kraft bewegte Körper vorher

in Ruhe oder bereits in Bewegung befand. Geschwindigkeit des Körpers und Richtung seiner Bewegung bleiben jeweils so lange erhalten, bis die Einwirkung einer neuen Kraft eine Änderung vollzieht.

Der darin ausgesprochene Grundsatz von der Erhaltung der Kraft, der allerdings erst später von Robert Mayer in seiner gewaltigen Bedeutung erfaßt wurde, gibt die Erklärung für alle Naturerscheinungen.

Nach dieser Feststellung kam Galilei auch zu der Überzeugung, daß fallende Körper eine gleichmäßige Beschleunigung erhalten müssen, da ja die Kraft, das ist das Gewicht, während des Falles fortdauernd wirkt. Durch die von Galilei angestellten Versuche mit der Bewegung von Körpern auf einer schiefen Ebene fand er seine Anschauung bestätigt. Damit konnte er auch die Pendelbewegung, deren gleichmäßige Schwingungsdauer er schon als Student wahrgenommen hatte, sowie die Wurfkurve, diese als eine Zusammensetzung der Bewegungen, erkennen.

Galilei hatte die auf Eigendrehung der Erde und Relativbewegung der Körper auf der Erdoberfläche beruhende, bereits von Leonardo da Vinci erkannte, gesetzmäßig aber erst von Newton und Huygens weiter entwickelte Zentralbewegung in das Bereich seiner Betrachtungen einbezogen. Auch mit der Form der Wurfbahn hatte sich Galilei bereits befaßt, während eine Weiterbehandlung dieser Aufgabe erst viel später mit Johann Bernoulli einsetzte.

Durch die oben angegebene Auffassung der Beziehung zwischen Kraft und Bewegung, sowie durch die Einführung des Begriffes der gleichmäßigen Beschleunigung gab uns Galilei die Grundlagen der Dynamik. In besonders bemerkenswerter Weise hat er das Prinzip der virtuellen Geschwindigkeiten oder Prinzip der virtuellen Verschiebungen (Verrückungen), wie es oft genannt wird, angewandt. Wir müssen danach Galilei als den Begründer der wissenschaftlichen Dynamik ansehen.

Von seinen sonstigen weitumfassenden und zahlreichen Arbeiten auf dem Gebiete der Mechanik seien nur jene über Stoßwirkungen von Körpern, über Hydromechanik, über Pendelschwingungen und Schwingungen von Saiten, über Akustik, über magnetische Erscheinungen, seine Versuche über die Bestimmung des Gewichtes der Luft und schließlich seine Ermittlungen über die Festigkeit, die den späteren Grundzügen der Festigkeitslehre sehr nahekamen, erwähnt. Die Wirkung der Elastizität kannte er anscheinend nicht. Dagegen ist die Erkenntnis der angenäherten Form der Seillinie als Parabel auf Galilei zurückzuführen.

Wie Leonardo da Vinci als großes Genie die praktische Seite der Mechanik erkannte und bearbeitete, so hat Galilei in gleich großzügiger, für die damalige Lage der exakten Wissenschaften geradezu überwältigender Weise die theoretische Grundlage der Mechanik zur Klarheit geführt.

Euler (1707 bis 1783).

Leonhard Euler wurde zu Basel als der Sohn eines hochgebildeten Geistlichen geboren. Seine besondere Lernbegierde für Mathematik fand durch seine Lehrer Jakob Bernoulli und später durch Johann Bernoulli wirksamste Förderung. Bereits mit 16 Jahren (1723) erlangte Euler die Magisterwürde auf Grund einer Vergleichung der Philosophien von Newton und Cartesius. Mit 20 Jahren (1727) wurde er auf David Bernoullis Veranlassung Adjutant für das mathematische Fach an der Petersburger Akademie und 1733, also mit 26 Jahren, Mitglied dieser Akademie. Im Jahre 1741 berief ihn Friedrich II. an die preußische

Akademie der Wissenschaften nach Berlin und 1744 wurde er Direktor der mathematischen Klassen dieser Akademie. Ludwig XV. von Frankreich ernannte Euler im Jahre 1755 zum überzähligen auswärtigen Mitglied der Pariser Akademie. 1766 ging Euler auf den Ruf von Katharina II. nach Petersburg zurück, wo er im September 1783 starb.

Euler war einer der edelsten und liebenswürdigsten Menschen. Bezeichnend ist die Antwort, die er der Königin-Mutter Sophie Dorothea in Berlin auf ihren Vorhalt über seine Einsilbigkeit in der Unterredung erteilte: „Ich komme aus einem Lande, wo man gehängt wird, wenn man spricht.“

Eulers Leben war von bitteren Schicksalsschlägen schwer belastet. Schon 1735 erblindete er an einem Auge infolge Überanstrengung. (Er hatte binnen 3 Tagen astronomische Tafeln berechnet, zu deren Ausführung von anderen Mathematikern der Petersburger Akademie eine Frist von 3 Monaten als erforderlich bezeichnet war.) 1766 verlor er sein zweites Auge, und das ihm durch eine glücklich vollzogene Operation wiedergegebene Sehvermögen war leider nur von kurzer Dauer. 1771 wurde sein Haus durch Flammen zerstört, und Euler entging dem Flammentod nur durch das rettende Eingreifen eines Fremden.

Trotz all dieser Unbilden des Geschickes wurde Eulers enorme Schaffenskraft nicht gestört, sondern eher noch erhöht, wie die nicht weniger als 756 von ihm gelieferten Werke und Abhandlungen beweisen, von denen fast die Hälfte in die Zeit nach 1774 fällt. Noch an seinem Todestage hatte er die Bewegung eines Luftballons berechnet.

Rühlmann kennt kein besseres Gesamturteil über Euler als das, welches Jolly in seinen „Prinzipien der Mechanik“ ausspricht und das auch hier wörtlich angeführt werden soll:

„Es hätte nicht leicht ein Talent wie das Eulersche zur glücklicheren Stunde als im Anfange des 18. Jahrhunderts auftreten können. Die großen Entdeckungen in den mathematischen Wissenschaften lagen gerade in ihren ersten Begründungen vor. In der Analysis, in der Differential- und Integralrechnung, in der analytischen Geometrie, in der theoretischen Astronomie und in der mathematischen Physik waren eben erst die Anfangspunkte gewonnen und erst die Anfänge zu wissenschaftlichen Entwicklungen waren gemacht. Die Fruchtbarkeit der aufgestellten Prinzipien, der Reichtum von Folgerungen, zu denen sie hinführen konnten, und die Summe von Problemen, die durch sie zu lösen waren, waren noch nicht erkannt. Es fehlte an der Ausbildung der mathematischen Zeichensprache, die zur analytischen Darstellung unentbehrlich erscheint, die aber, einmal hergestellt, das mathematische Talent auch rasch zur Erweiterung aller Zweige der Mathematik führen mußte. Euler besaß jenes reich ausgestattete mathematische Talent, dem die exakten Wissenschaften diesen größten Zuwachs verdanken sollten. Er war von der Natur so glücklich organisiert, daß er mit einem vortrefflichen Gedächtnis, einem seltenen Scharfsinn und mit einer ausgezeichneten Erfindungsgabe eine Arbeitskraft verband, wie die gesamte mathematische Literatur das gleiche nicht aufzuweisen hat.“

Eulers unermeßliche Verdienste um die Förderung der Naturwissenschaften im allgemeinen können hier nicht gewürdigt werden. Es gilt vielmehr lediglich hervorzuheben, was Euler zum Ausbau der wissenschaftlichen Mechanik beitrug. Und das bezieht sich, wenn wir seine Theorie der freien und gezwungenen Bewegung des materiellen Punktes, sowie fester und flüssiger Körper übergehen, insbesondere auf die Grundlegung und Ausbildung der Elastizitätslehre fester Körper.

Galilei hatte bei seinen Untersuchungen über die Festigkeit die Elastizität noch nicht berücksichtigt. Damit beschäftigten sich zuerst Hooke (1635 bis 1703) und Mariotte (1620 bis 1688). Das von Hooke ausgesprochene Gesetz, daß innerhalb gewisser Grenzen die Ausdehnung der dehnenden Kraft proportional sei, wurde grundlegend für die weiteren Betrachtungen.

Der Form der elastischen Linie kam erst Jakob Bernoulli (1654 bis 1705) näher, und zwar durch die von ihm aufgestellte Beziehung, daß das Produkt des Biegemomentes der äußeren Kräfte mit dem Krümmungshalbmesser der Biegelinie in dem Punkte, auf den das Moment bezogen wurde, eine Konstante (d. i. die „Steifigkeit“ oder das „Elastizitätsmoment“ — wie es von Euler genannt wurde) sei.

Mit der analytischen Behandlung dieser Beziehung beschäftigte sich Euler auf Grund der von Leibniz (1646 bis 1716) gegebenen Differential- und Integralrechnung. Das wichtigste Ergebnis seiner Untersuchungen mag vielleicht die Erkenntnis sein, daß beim Wirken einer Kraft in der Achsenrichtung einer ursprünglich gerade gedachten Rute von überall gleichem Querschnitt die Biegelinie die Form einer Sinuslinie annimmt, worauf Euler die heute noch gebräuchliche Knickformel ableitete.

Euler erkannte zugleich, daß bei anfänglich gekrümmten Stäben der Krümmungsradius dem Biegemoment umgekehrt proportional ist. Er stellte (1787) fest, daß sich die Steifigkeit (Elastizitätsmoment) aus zwei Faktoren zusammensetzt. Der eine Faktor ist rein geometrisch und dieser Faktor wurde später von Persy (1834) als „Trägheitsmoment der Querschnittsfläche“ benannt. Den Namen Trägheitsmoment hatte Euler bereits für Massen eingeführt.

Für den anderen Faktor hat erst Young (1773 bis 1829) die Definition gegeben und die Bezeichnung „Elastizitätsmodul“ gewählt.

Von Euler sind somit die ersten wissenschaftlichen Grundlagen der Biegungstheorie geschaffen worden.

Navier (1785 bis 1836).

Louis Marie Henri Navier wurde am 17. Februar 1785 zu Dijon geboren. Im Alter von 14 Jahren verlor er seinen Vater, einen angesehenen Advokaten. Nach dessen Tod nahm ihn sein Onkel, der berühmte Ingenieur Gauthey, Erbauer des Canal du centre, in Obhut. 1802 bestand Navier bereits das Examen zur Aufnahme in die École polytechnique, und zwar glänzend. 1804 trat er in die École des ponts et chaussées ein und 1808 erwarb er sich den Grad eines ordentlichen Ingenieurs für Straßen- und Brückenbau.

1819 wurde Navier stellvertretender Professor der Mechanik an der École des ponts et chaussées und 1824 Mitglied der Akademie der Wissenschaften in Paris. 1830 erhielt er die Professur für Analysis und Mechanik an der École royale polytechnique. Die klare Fassung seines Vortrages erwarb ihm die höchste Verehrung seitens seiner Schüler. 1834 wurde er noch Inspecteur divisionnaire des ponts et chaussées. Doch bereits 1836 starb er zu Paris.

Navier gilt als der Begründer der heutigen wissenschaftlichen Elastizitätslehre und der Baumechanik.

Die von Bernoulli-Euler geschaffene elementare Biegungstheorie hatte mit der Festlegung der „neutralen Achse“ durch Coulomb (1736 bis 1806) einen

gewissen Abschluß gefunden. Der Deutsche Eytelwein (1764 bis 1848) hatte sich bemüht, die Eulersche Elastizitätslehre den Bauingenieuren zugänglich und brauchbar zu machen. Es war indes Navier vorbehalten, sie in jene elegant-wissenschaftliche Form zu kleiden, die dem praktischen Ingenieur die Anwendung für die Biegefestigkeit, zusammengesetzte Festigkeit und Torsionsfestigkeit so außerordentlich erleichtert.

Für die Biegefestigkeit eines Körpers erklärt Navier zunächst die „neutrale Faserschicht“ als diejenige Schicht, die keine Formänderung erleidet, die „elastische Linie“ als Durchschnittslinie dieser Schicht mit einer durch die Längsachse des Körpers gedachten Vertikalebene und die „neutrale Achse“ des Querschnitts als eine in der neutralen Faserschicht normal zur elastischen Linie stehende Gerade.

Dann nimmt Navier an, daß die Querschnitte bei der Biegung des Körpers ebene Flächen bleiben, welche zur Längsachse des Körpers normal stehen, und zeigt, daß die neutrale Achse durch den Schwerpunkt des normalen Querschnittes geht.

Ferner setzt Navier für einen beliebigen Trägerquerschnitt das statische Moment der Zug- und Druckkräfte dem Biegemoment M der äußeren Kräfte gleich und gelangt zu dem Ausdruck $M = \frac{R}{v} \cdot J$. Darin bezeichnet R die Spannung in derjenigen Faser, welche sich in der Entfernung v von der neutralen Achse befindet, und J das, was heute allenthalben „Trägheitsmoment“ der Querschnittsfläche genannt wird.

Ist v der Abstand der neutralen Achse von derjenigen Faser an der konvexen oder konkaven Seite des Körpers, welche zuerst auf dem Punkt steht, zerrissen oder zerquetscht zu werden, und R die konstante Spannung, welche einen Körper zum Bruch bringt, so stellt M das „Bruchmoment“, wie es Navier nennt, dar.

(Für denjenigen Querschnitt, in welchem zuerst der Bruch zu erwarten ist, führten Saint-Venant (1797 bis 1886) und Poncelet (1777 bis 1859) die Bezeichnung: „gefährlicher Querschnitt“ ein.)

Die obige Gleichung in eine der heutigen Zeit mehr übliche Schreibweise: σ statt R und e statt v umgesetzt, gibt den bekannten Ausdruck:

$$\sigma = \frac{M \cdot e}{J} = \frac{M}{W} \leq \sigma_g.$$

Dabei ist W das Widerstandsmoment des Querschnitts, σ die zugehörige Spannung und σ_g die zulässige Grenzspannung.

Navier erklärte selbst, daß die zur Herleitung dieser Gleichung gemachte Voraussetzung nicht ganz der wahren Natur der Sache entspreche; er bemerkt namentlich, daß (mit Fortschreiten der Spannung gegen die Bruchgrenze) die neutrale Achse ihre ursprüngliche Lage verläßt und daß daher der Ausdruck für das Bruchmoment nicht dem Zustand des Körpers (unmittelbar vor dem Bruch) entspricht. Die wichtigsten Ergebnisse der Formel bezeichnet er nichtsdestoweniger als wahr.

Darin hat Navier recht. Die heute noch allgemein übliche Anwendung dieser Formel beweist, daß trotz des großen Fortschrittes dieser Wissenschaft im letzten Jahrhundert an der Ansicht Naviers nicht wesentlich gerüttelt werden konnte. Es handelt sich ja auch bei Lösung statischer Aufgaben nicht um den Zustand unmittelbar vor dem Bruch, sondern um einen Gleichgewichtszustand, der noch innerhalb der Elastizitätsgrenze des Baustoffes liegt.

Setzt man statt $\frac{\sigma}{e}$ den gleichbedeutenden Ausdruck $\frac{E}{(\pm)\varrho}$, wobei E den Elastizitätsmodul und ϱ den Krümmungsradius der Biegelinie darstellt, so gelangt man zur Form:

$$\frac{1}{(\pm)\varrho} = \frac{M}{E \cdot J} \quad \text{oder} \quad (\pm) \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{M}{E \cdot J}.$$

Die vielfach verbreitete Meinung, der Ursprung dieser für die Form der elastischen Linie grundlegenden Gleichung sei auf Navier zurückzuführen, ist nur mit einer gewissen Einschränkung richtig. An dem Entstehen dieser Formel sind — wie unter „Euler“ erwähnt wurde — drei Vorgänger Naviers beteiligt, nämlich Jakob Bernoulli, Euler und Young. Navier hat dagegen das große Verdienst, mit der von ihm vorgenommenen Gleichsetzung des Biegemomentes der äußeren Kräfte und des statischen Momentes der inneren Kräfte den Nachweis der allgemeinen Gültigkeit dieser Gleichung für beliebige Gestaltung des Biegekörpers erbracht zu haben. Seine Vorgänger hatten offenbar einen Biegekörper von durchaus gleichbleibendem Querschnitt ins Auge gefaßt, wie aus der dabei gemachten Annahme, daß das Elastizitätsmoment ($= E \cdot J$) eine Konstante sei, hervorgeht.

Navier entwickelte auch die Gesetze für die „zusammengesetzte Festigkeit“, wie sie nach heutiger Schreibweise in der Formel:

$$\sigma = \frac{S}{F} (\pm) \frac{M}{W}$$

ihren Ausdruck findet. (S Axialkraft, F Querschnittsfläche.)

Schließlich gab Navier unter Einführung des „Gleitmoduls“ eine Theorie der „Torsionsfestigkeit“. Diese beruht allerdings auf der Annahme, daß bei der Verdrehung die Querschnitte noch ebene Flächen bleiben. Strenggenommen gilt dies nur für kreisförmige und kreisähnliche Querschnitte. Unter dieser Voraussetzung gelten die Navierschen Gesetze für Torsionsfestigkeit heute noch.

Navier hat sich auch als erster mit der Molekulartheorie befaßt. Er betrachtete nämlich die festen elastischen Körper als Summe materieller in außerordentlich geringen Entfernungen nebeneinander befindlicher Teile, die aufeinander zweierlei Wirkungen, eine Attraktivkraft und eine durch Wärme hervorgerufene Repulsivkraft, ausüben.

Besonders hervorragend sind Naviers Leistungen auf dem Gebiete der Hängebrücken, in der Theorie des Erddruckes und der Gewölbe, wobei er sich hauptsächlich an Coulomb anlehnt, sowie auf dem Gebiete der Hydrodynamik und der theoretischen Maschinenlehre.

Clapeyron (1779 bis 1864).

Benoit Pierre Emil Clapeyron wurde am 21. Februar 1779 zu Paris geboren. Nach Vollendung seiner Studien an der Pariser École polytechnique und an der École des mines war er einige Zeit als Ingenieur-Eleve und Aspirant im Corps royal des mines tätig. Im Jahre 1820 wurde er zugleich mit Lamé (1795 bis 1870) von der russischen Regierung zur Leitung praktischer Ingenieurarbeiten und als Professor für reine und angewandte Mathematik an der Schule für öffentliche Arbeiten nach St. Petersburg berufen. 1830 kehrte er nach Frankreich zurück und war fortan mit Projektierung und Ausführung von Eisenbahnen und großen Eisenbahnbrücken

beschäftigt. Infolge seiner vorzüglichen mathematischen Arbeiten in den wichtigen Gebieten der Ingenieurmechanik wurde er 1858 zum Mitglied der Akademie der Wissenschaften an Stelle des berühmten Mechanikers Cauchy gewählt. Clapeyron, der am 28. Januar 1864 starb, war von Freunden und Kollegen infolge seiner Tugenden, seiner liebenswürdigen Eigenschaften und seiner außerordentlichen Befähigung hochgeschätzt.

Clapeyrons Hauptverdienste um die technischen Wissenschaften liegen einesteiles auf dem Gebiete der mechanischen Wärmetheorie, für welche er einen heute noch maßgebenden Fundamentalsatz in der sog. Clapeyronschen Gleichung für gesättigte Dämpfe schuf, andernteils auf dem Gebiete der Ingenieurmechanik und der Elastizitätslehre.

Der berühmte „Drei-Momenten-Satz“ (die sog. Clapeyronsche Formel) erbrachte den Nachweis, daß bei einem kontinuierlichen mehrfelderigen Tragsystem zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Stützfeldern Beziehungen bestehen, die zwar von den Beziehungen zu den anderen Stützfeldern des kontinuierlichen Tragsystems nicht unabhängig sind, aber doch in je eine Gleichung gefaßt werden können, ohne daß hierin anderweitige Beziehungen zugleich erscheinen. Es ergibt sich hiermit als Berechnungsgrundlage ein System von Kettengleichungen mit nur höchstens je 3 Unbekannten, welche den Stützmomenten je zweier aufeinanderfolgender Felder entsprechen.

In neuerer Zeit¹⁾ wird behauptet, daß der Drei-Momenten-Satz von Bertot herrühre. Ein Vergleich der diesbezüglichen Originalmitteilungen²⁾ von Bertot und Clapeyron läßt indes keinen Zweifel darüber bestehen, daß in der Tat Clapeyron der geistige Urheber des Drei-Momenten-Satzes ist. Bertot kam mit seiner Mitteilung an die Öffentlichkeit nur zufällig Clapeyron zuvor. Er nimmt aber gar nicht die Urheberschaft des genannten Satzes für sich in Anspruch, sondern verweist vielmehr selbst auf die Arbeiten Clapeyrons. Den Drei-Momenten-Satz benützt Bertot nicht zu einer analytischen Behandlung durchgehender Träger, sondern zur Entwicklung einer gänzlich graphischen Methode (*une méthode entièrement graphique* — wie Bertot selbst sagt).

Die Lösung der sog. Clapeyronschen Gleichungen, die Bertot mit seinem Verfahren umgeht, bildet ein bekanntes mathematisches Problem, dem in der Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften (Band IV, 29a, S. 532 bis 534) besonders Rechnung getragen ist. Übrigens hat Clapeyron selbst die analytische Lösung dieser Gleichungen für einen bestimmten einfachen Fall in einwandfreier Weise gebracht³⁾.

Die Anwendung solcher Gleichungen spielt neuerdings beim Vierendeelträger eine große Rolle.

Ein großes Verdienst hat sich Clapeyron weiter durch Einführung des Begriffes der „Formänderungsarbeit“ erworben. Das hierauf bezügliche Clapeyronsche Gesetz, wie es Lamé nannte, besagt, daß die Arbeit, die zu leisten ist, um einen ursprünglich spannungslosen elastischen Körper in den statischen

¹⁾ G. C. Mehrrens, „Vorlesungen über Ingenieurwissenschaften, I. Teil: Statik und Festigkeitslehre“. Dritter Band, II. Hälfte. (Leipzig, Engelmann, 1912, S. 254.)

²⁾ Mitteilung von Bertot in: „Mémoires et Compte-rendu des Travaux de la Société des Ingénieurs Civils“ (Jahrgang 1855, S. 278 bis 280). — Mitteilung von Clapeyron: „Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences“ (Juillet-Décembre 1857, S. 1075 bis 1080).

³⁾ Mitteilung von Clapeyron in: „Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences“ (Juillet-Décembre 1857, S. 1075 bis 1080).

Spannungszustand der Ruhe zu versetzen, gleich ist dem halben Produkt aus der Größe der spannenden Endkraft und der in der Krafrichtung erfolgenden elastischen Längenänderung des nach Verschwinden anfänglicher Schwingungen zur Ruhe gelangten Körpers.

Auf diesen Satz hat Clapeyron seine Theorie der Maschinen- und Wagenfedern gegründet.

Eine weitere wichtige Folgerung aus dem Clapeyronschen Gesetz zog Maxwell (1830 bis 1879) durch Aufstellung seines fruchtbaren Satzes von der Gegenseitigkeit der Verschiebungen. Die Berechnung der Verschiebungen von Fachwerkknoten wird hiermit erleichtert.

Diese Arbeit Maxwells (erschienen 1864) blieb indes wenig beachtet. So kam es, daß Mohr, der unabhängig von Maxwell und ohne dessen Arbeit gekannt zu haben, die Elastizitätsgleichungen für gegliederte Tragwerke in derselben Weise, wie sie aus der Maxwellschen Überlegung zu gewinnen waren, unter Benutzung des Prinzips der virtuellen Geschwindigkeiten selbständig entwickelte, als erster (1874/75) deren allgemeine Anwendung der Praxis zugänglich machte und ihr damit einen großen Dienst erwies.

Das Clapeyronsche Gesetz war auch für die sonstige weitere Entwicklung der Elastizitätstheorie von hoher Bedeutung.

Castigliano (1847 bis 1884).

Alberto Castigliano wurde 1847 in Asti als Sohn armer Eltern geboren. Er besuchte nacheinander die Elementarschule, die technische Vorschule und das technische Institut. Von 1867 an bildete er sich zu Turin als Lehrer für die technischen Schulen aus. Dort erhielt er auch das Diplom als Professor für diese Schulen. Dann war er 3 Jahre Lehrer an dem technischen Institut in Turin. Um aber durch Universitätsstudien weiter vorankommen zu können, gab Castigliano, obgleich er — selbst in den dürftigsten Verhältnissen — seine Eltern ständig unterstützen mußte, seine Lehrstelle am Institut auf und nahm eine Lehrstelle am Collegio convitto nazionale an. Dabei war es ihm möglich, an der mathematischen Fakultät der Universität Turin Kollegien zu belegen. Die vorgeschriebene Prüfung bestand er glänzend. Hierauf besuchte er noch 2 Jahre lang die Kgl. Ingenieurschule zu Turin. Seine zur Erlangung des Diploms eingereichte Dissertation, in der er die Grundlagen zu seinen Lehrsätzen entwickelte, verschaffte ihm rasch Namen und Stellung als Eisenbahn-Ingenieur.

Erst 36 $\frac{1}{2}$ Jahre alt, starb er am 25. Oktober 1884. Überanstrengung während seiner Studien und ständige Sorge um die Beschaffung der Mittel zu seinem und seiner Eltern Lebensunterhalt mögen den Keim zu seinem frühzeitigen Tode gelegt haben.

Castigliano wurde als in jeglicher Hinsicht edler Charakter sehr gerühmt. Die Frucht seines Schaffens zur Förderung der technischen Wissenschaft wird seinen Namen unsterblich machen.

Die drei berühmten Castiglianoschen Lehrsätze von der Abgeleiteten der Formänderungsarbeit und von dem Minimum der Formänderungsarbeit rechtfertigen diese Anerkennung. Wenn auch, wie Castigliano selbst hervorhob, nicht den sämtlichen Sätzen ganz neue Ideen zugrunde liegen, so war doch Castigliano der erste, der den Inhalt dieser Sätze und deren Anwendungsfähigkeit bewies.

Nachstehend sind sie, zwar nicht dem ursprünglichen Wortlaut¹⁾ nach, so doch in einer Fassung, die ihre große Bedeutung erkennen läßt, wiedergegeben.

Wird die Formänderungsarbeit der an einem elastischen System angreifenden bekannten äußeren Kräfte als Funktion der unbekannt-ten äußeren Kräfte und der bekannten und unbekannt-ten inneren Kräfte des Systems ausgedrückt, so gelten folgende Sätze:

1. Die Ableitung der Formänderungsarbeit nach der Verschiebung des Angriffspunktes einer der bekannten äußeren Kräfte gibt den Wert dieser äußeren Kraft.
2. Die Ableitung der Formänderungsarbeit nach einer der bekannten äußeren Kräfte gibt die Verschiebung des Angriffspunktes dieser äußeren Kraft.
3. Die Werte der unbekannt-ten äußeren und inneren Kräfte entsprechen dem Minimum der Formänderungsarbeit, und man erhält die Werte dieser Kräfte, wenn die partiellen Ableitungen der Formänderungsarbeit nach diesen unbekannt-ten Kräften je gleich 0 gesetzt werden.

Rein mathematisch betrachtet, bringen zwar die obigen drei Sätze nichts anderes als die einfachsten Regeln der Differentialrechnung zum Ausdruck. Die von Castigliano gebrachte Anwendung dieser einfachen Regeln auf die Statik ist aber außerordentlich weittragend und wertvoll.

Sie weist auf eine ebenso einfache wie untrügliche Grundlage hin, von der bei Lösung aller verwickelten statischen Aufgaben ausgegangen werden kann, d. i. auf die Arbeitsgleichung, aus welcher durch Ableitung unmittelbar die Elastizitätsgleichungen²⁾ entstehen.

Hält man an dem oben gefaßten Begriff der Formänderungsarbeit als „Arbeit der bekannten äußeren Kräfte“ fest und wird beachtet, daß die Wirkung dieser Arbeit gleich sein muß der Arbeitswirkung der unbekannt-ten äußeren und der bekannt-ten und unbekannt-ten inneren Kräfte eines Systems, dann gelten die Castiglianoschen Sätze ganz allgemein, mögen Temperaturkräfte wirken oder nicht, mögen die Angriffspunkte der unbekannt-ten äußeren Kräfte verschieblich sein oder nicht.

Deshalb gebührt Castigliano das große Verdienst, einen einheitlichen Weg für die Behandlung statischer Aufgaben vorgezeichnet zu haben.

Es liegt in der Natur der Sache, daß eine für einen bestimmten Fall aufgestellte Elastizitätsgleichung immer dasselbe sagen muß, mag sie in dieser oder jener mathematischen Zeichensprache ausgedrückt sein, mag sie mit Zuhilfenahme dieses oder jenes Grundprinzipes hergeleitet sein.

Maxwell hat die Elastizitätsgleichungen mit Hilfe des von ihm auf Grund des Clapeyronschen Gesetzes gefundenen Satzes von der Gegenseitigkeit der Verschiebungen entwickelt.

Mohr hat später als Maxwell, aber ohne dessen Arbeiten gekannt zu haben, die Elastizitätsgleichungen völlig frei auf Grund des Prinzipes der virtuellen Geschwindigkeiten aufgestellt und in die Praxis eingeführt, lange bevor überhaupt Maxwells Arbeit in größere Kreise eingedrungen war und genügend gewürdigt werden konnte.

¹⁾ Die Übersetzung des ursprünglichen Wortlautes brachte Winkler in einem dem Nachrufe Castiglianos gewidmeten Vortrag, dem auch obige biographische Angaben entnommen sind. (S. Deutsche Bauzeitung 1884, S. 570.)

²⁾ Die Bezeichnung „Elastizitätsgleichung“ scheint durch Menabrea eingeführt worden zu sein. (S. Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften, Bd. IV, 29a, 1907 bis 1914, S. 438.)

Die zu den beiderseitigen Ableitungen verwendeten Prinzipien sind grundverschieden, und so muß auch jedem der beiden großen Fachgelehrten das Verdienst zur Anbahnung einer selbständigen und eigenartigen Lösung in gleicher Weise gewahrt bleiben.

Dasselbe trifft auf Castigliano zu.

Castigliano war bescheiden genug, die Grundideen zu seinen Lehrsätzen sich nicht sämtlich zuzuschreiben; er verweist vielmehr ausdrücklich auf seine Vorläufer. So sagt er, daß den ersten Lehrsatz bereits der englische Astronom Green (1793 bis 1841) angewendet hat, allerdings in einer Sonderfrage und ohne ihn allgemein auszusprechen und zu erklären. Die Wurzeln des dritten Satzes vom Minimum aber greifen weit zurück. Bereits Daniel Bernoulli (1700 bis 1782) stellte eine dahin zielende Elastizitätsbeziehung für gerade Stäbe mit gleichem Querschnitt auf, die dann Euler weiter verwertete. Im Jahre 1747 sprach Maupertuis (1698 bis 1759) den Satz von der kleinsten Wirkung aus, und 1858 erkannte Menabrea (1809 bis 1896) das Prinzip der kleinsten Verschiebungsarbeit. Im Jahre 1875 brachte Castigliano seine Lehrsätze. Nach ihm entwickelte 1882 der Deutsche Fränkel, ohne die Arbeiten seiner Vorgänger zu kennen, selbständig das „Prinzip der kleinsten Arbeit der inneren Kräfte elastischer Systeme“. Die Anwendung dieses Prinzips auf die Lösung baustatischer Aufgaben behandelte Fränkel in einer sehr verdienstvollen Abhandlung (Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover 1882) und leistete dadurch der von Castigliano vorgezeichneten Richtung für die Behandlung statischer Aufgaben mächtigen Vorschub.

Culmann (1821 bis 1881).

Karl Culmann wurde am 10. Juli 1821 zu Bergzabern in der Rheinpfalz geboren. Sein Vater, der Pfarrer in Bergzabern war, ließ ihn nach sorgfältiger Erziehung zunächst das Collège in Weißenburg besuchen. Doch bereits nach einem Jahr zeigte Culmann so ungewöhnliche Veranlagung für Mathematik, daß für ihn das Studium an der École Polytechnique in Paris in Aussicht genommen wurde. Zur Vorbereitung kam er nach Metz, wo er an Typhus erkrankte. Die Erholung von dieser Erkrankung beanspruchte über 1 Jahr, und die Eltern Culmanns erblickten, wie er später selbst sagte, darin einen Fingerzeig Gottes, daß er nicht für Frankreich, sondern für Deutschland bestimmt sei. Er kam auf die Polytechnische Schule in Karlsruhe. Nach glanzvoller Vollendung seiner Studien trat er in den bayerischen Staatsdienst und wurde 1841 als Praktikant der Eisenbahnbausektion Hof zugeteilt, wo er bis 1847 verblieb. Im Jahre 1849 unternahm er zu seiner Ausbildung eine Studienreise nach England, Irland und Nordamerika. Nach seiner Rückkehr 1851 wurde er Sektionsingenieur im bayerischen Staatsdienst für Eisenbahnbau. Zunächst war er in Burgau (Linie Augsburg—Neuoffingen), dann 1852 in Vilsbiburg a. D. tätig. Sein Reisebericht (Forsters Allgemeine Bauzeitung, Jahrgang 1851, S. 69 bis 129 und Jahrgang 1852, S. 163 bis 222: „Darstellung der neuesten Fortschritte im Brücken- und Eisenbahn- und Flußdampfschiffbau in England und in den Vereinigten Staaten Nordamerikas“) zeugte von so scharfsinniger Beobachtung und gab so neuartige Ausführungen, daß er die Aufmerksamkeit der Fachleute in besonders hohem Grade erweckte.

Im Jahre 1855 erhielt Culmann von der ein Jahr vorher gegründeten Polytechnischen Schule in Zürich einen Ruf als Professor. Er nahm ihn an, weil er glaubte,

sein Streben, die Theorie der Praxis anzupassen, am besten lehrend befriedigen zu können. Einen 1868 von dem Münchner Polytechnikum erhaltenen Ruf lehnte er ab. Seinem unermüdlichen Schaffen setzte der Tod am 9. Dezember 1881 in Zürich ein Ende¹⁾.

Culmann schlug für die Behandlung und Lösung statischer Aufgaben die bis dahin noch wenig beachtete graphische Richtung ein.

Der Ursprung dieser Richtung ist bereits in Stevins Entdeckung des Gesetzes von der Kräftezerlegung zu suchen, und Varignon (1654 bis 1722) hatte sie durch seine Darstellung des Kräfte- und Seilpolygons und durch Aufdeckung ihres gegenseitigen Zusammenhanges schon angebahnt gehabt. Lamé und Clapeyron (1826) hatten gelegentlich des Baues von Kuppelgewölben der St. Jakobskirche in Petersburg darauf zurückgegriffen. Poncelet (1788 bis 1867) und Consinery (1838) befaßten sich allgemeiner damit.

Aber Culmann blieb die volle Erkenntnis von der äußerst fruchtbaren Anwendung der Beziehungen zwischen Kraft- und Seilpolygon für die allgemeinen Aufgaben der Statik vorbehalten. Bei Würdigung seines tatkräftigen Eingreifens ist man berechtigt, Culmann als den Schöpfer der graphischen Statik, die sich zu einem mächtigen Aste an dem Baume der Wissenschaft entwickelte, zu bezeichnen.

Lebhafte Anregungen mochte Culmann während seiner Auslandsreise empfangen haben durch hierbei angestellte scharfsinnige Erwägung, wie in den zusammengesetzten Brücken die verschiedenen Kräfte wirken und wie diesen bei der Dimensionierung Rechnung zu tragen sei. Culmann benutzte die neuere Geometrie als Hilfsmittel zur Lösung statischer Aufgaben. Er baute hierauf seine 1866 herausgegebene „Graphische Statik“ in selbständiger und streng wissenschaftlicher Weise auf. Dabei benutzte er zur graphischen Umwandlung auch das 1863 von August Ritter gegebene äußerst wertvolle Schnitt- oder Momentenverfahren, dessen Grundgedanke übrigens von Mohr herrühren soll.

Einen ebenbürtigen Nachfolger fand Culmann in Wilhelm Ritter (1847 bis 1906). Dessen verdienstvollem Weiterarbeiten in der von Culmann eingeleiteten Bahn ist es hauptsächlich zu danken, daß die graphische Statik so rasch die hohe Entwicklung nehmen konnte, die sie neben ihrer Schwester, der analytischen Statik, heute erlangt hat.

Es ist selbstverständlich, daß in dieser Zeit des Aufblühens unserer technischen Hochschulen sich viele Männer der technischen Wissenschaften um die Weiterentwicklung der graphischen Statik verdient gemacht hatten; man braucht bloß an Cremona und Williot zu denken.

Aus den bisherigen knappen Angaben geht hervor, daß für die wissenschaftlich-technische Mechanik die ersten wirklich fruchtbaren Blüten entfaltet wurden:

- in der Statik durch Archimedes,
- in der Dynamik durch Galilei,
- in der Biegungstheorie durch Euler,
- in der Elastizitätslehre durch Navier,
- in der Formänderung durch Clapeyron,
- in den Arbeitsgesetzen durch Castigliano,
- in der graphischen Statik durch Culmann.

¹⁾ Die vorstehenden biographischen Angaben sind hauptsächlich der Festschrift (I, 1905) des Eidgen. Polytechnikums Zürich entnommen.

Das Entstehen und Treiben der Keime zu diesen Blüten wie weiteres Entfalten der letzteren wurde bei dem Gedenken an einstige Förderer bereits kurz gestreift, wenn auch bei weitem nicht in erschöpfender Weise. Namen wie D'Alembert (1717 bis 1783), Lagrange (1736 bis 1813), Poinsot (1777 bis 1859), Möbius (1790 bis 1868), Robert Mayer (1814 bis 1878), Grashof (1826 bis 1895) und vieler anderer um die Entwicklung der technischen Wissenschaft hochverdienter Männer wären eingehender zu würdigen gewesen. Nur das Bestreben, den vorliegenden Abriß aus der Entwicklungsgeschichte der technischen Wissenschaft knapper zu halten, legte die Beschränkung auf.

Ehrenpflicht aber ist es, zum Schluß noch jenes Mannes zu gedenken, der heute als Nestor unter den Fachgelehrten der technischen Wissenschaft mit hoher innerer Befriedigung auf sein schaffensreiches Leben zurückblicken darf. Das ist

Mohr.

Der Drang der Deutschen, die Naturerscheinungen gründlich erkennen zu lernen, die Arbeiten ihrer Technik auf wissenschaftliche Erkenntnis zu gründen, führten im vorigen Jahrhundert zur Errichtung von Lehranstalten, die sich vor allem die Pflege der exakten Wissenschaft zur Aufgabe stellten. Die polytechnischen Schulen und ihre Nachfolger, die technischen Hochschulen, wurden die Grundlagen für die mächtige Entwicklung unserer Technik und unseres Wirtschaftslebens. Die gestellten Aufgaben wurden immer größer. Um sie zu lösen, bedurfte es vor allem Männer mit klarem Verstand, großen Kenntnissen, weitem Blick und voller Hingabe an das Ziel, die Technik mit Wissenschaft zu durchdringen. Mohr ist hierfür unser Mann.

Ein erstes Glanzzeichen (1860) für seine hohe Befähigung für wissenschaftliche Arbeiten gab uns Mohr durch die Erweiterung der sog. Clapeyronschen Gleichung der drei Momente für den Fall, daß die Stützen nicht in gleicher Höhe liegen.

Weiter bewies Mohr (1868), daß die elastische Linie ein Seilpolygon ist. Hierdurch gab er das Mittel zur Förderung nicht nur der analytischen, sondern auch vornehmlich der graphischen Behandlung der Theorie durchgehender Träger. Hierbei führte er — gleichzeitig mit Winkler (1835 bis 1888) — die sog. Einflußlinie in die statischen Berechnungen ein. Den jetzt allgemein geläufigen Namen „Einflußlinie“ gab allerdings erst Fränkel (1876).

Von höchster Bedeutung war die von Mohr 1874 bis 1875 gegebene erste vollständige Theorie der statisch unbestimmten Fachwerke auf Grund des Satzes von den virtuellen Verschiebungen. Dort behandelte er auch die Biegelinie des Fachwerkes als Seilpolygon und stellte als erster die Gesetze für die Anzahl der notwendigen Stäbe im Fachwerk auf. Er wies die großen Fehler nach, welche die für die Berechnung bis dahin üblich gewesene Zerlegung zusammengesetzter Fachwerke in einfache Fachwerke gegenüber der genauen Berechnung ergibt.

Die Theorie der Bogenträger — von Winkler 1856 in grundlegender Weise begonnen und von ihm und einigen seiner Zeitgenossen weiter verfolgt — fand von 1870 an in Mohr einen eifrigen Förderer. Bei diesen Arbeiten berücksichtigte Mohr, nach dem Vorgange Winklers (1867), den Einfluß der Temperaturänderung. Er stellte fest, daß die Temperaturkräfte schwache Füllungsteile verhältnismäßig weit ungünstiger beanspruchen können als die stärkeren Gurte. Auch die Änderungen der Stützpunktlagen wurden von ihm in die Untersuchungen einbezogen.

In Mohrs damaligen Arbeiten lag schon der Keim zur kinematischen Theorie der Fachwerke, wie sie später 1882 von Land (1855 bis 1899) begründet und durch Mohr neben vielen hervorragenden Fachgelehrten eifrige Förderung fand. Es mag nur an Mohrs Arbeit „Über Geschwindigkeits- und Beschleunigungspläne“ (1887) erinnert werden.

Mohr war es auch, der hierbei die Williot'schen Verschiebungspläne durch Berücksichtigung der Stützenbedingungen erst praktisch brauchbar machte.

Die Reihe seiner wissenschaftlichen Arbeiten ist damit noch lange nicht erschöpft. Besonders sind noch zu nennen seine Arbeiten über Erddrucktheorie, seine synthetische Behandlung von Stabsystemen, seine Förderung der Theorien des Raumbachwerkes, der Nebenspannungen im ebenen Fachwerk und des Rahmenträgers.

Mohr hat sich seine außerordentliche Schaffenskraft bis in hohes Alter frisch bewahrt; seine noch in den letzten Jahren, insbesondere in der Zeitschrift „Der Eisenbau“, veröffentlichten Aufsätze beweisen das.

Von seiner vorzüglichen und ersprißlichen Lehrtätigkeit gibt die nach seinen Vorlesungen vom Ingenieurverein am Polytechnikum zu Stuttgart 1877 herausgegebene „Technische Mechanik“ ein anschauliches Bild. Über seine reiche literarische Betätigung legen die von ihm in verschiedenen Fachschriften veröffentlichten wertvollen Abhandlungen, vor allem aber sein 1906 herausgegebenes Werk „Abhandlungen aus dem Gebiete der Technischen Mechanik“, glänzendes Zeugnis ab.

Der Wertschätzung, welche Mohrs Arbeit auf dem Gebiete der Baustatik, analytischer und graphischer, im Kreise der Wissenschaftler fand, gab Wilhelm Ritter im Vorworte seines 1900 erschienenen Werkes „Anwendung der graphischen Statik“ beredten Ausdruck. Ritter sagt:

„Selten wohl hat ein so einfacher Gedanke so reiche Früchte gezeitigt, wie das Mohrsche Verfahren zum Zeichnen der elastischen Linie. Seitdem ist dem damals gelegten Fundament Stein um Stein hinzugefügt worden, und heute sind wir so weit, daß wir nicht nur die alltäglichsten hierher gehörigen Fragen mit spielender Leichtigkeit beantworten können, sondern auch vor den allerschwierigsten Aufgaben, die uns die Bautechnik vorlegt, kaum mehr zurückschrecken.“

Der praktischen Technik hat Mohr mit seinen grundlegenden Arbeiten die Möglichkeit gegeben, an die Lösung der schwierigsten Aufgaben mit voller innerer Beruhigung gehen zu können. Hierfür sei ihm der herzlichste Dank ausgesprochen.

Benutzte Literatur.

1. Rühlmann, „Vorträge über Geschichte der Technischen Mechanik“. Leipzig 1885. Baumgärtners Buchhandlung.
2. Beck, „Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues“. Berlin 1899. Verlag J. Springer.
3. Dannemann, „Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und ihrem Zusammenhang“. Leipzig und Berlin 1910/13. Verlag W. Engelmann.
4. Lorenz, „Lehrbuch der Technischen Physik“. München und Berlin 1910/13. Verlag R. Oldenbourg.
5. Mehrrens, „Vorlesungen über Ingenieur-Wissenschaften“ I. Teil, 3. Band, 2. Hälfte. Leipzig 1912. Verlag W. Engelmann.
6. Mach, „Die Mechanik in ihrer Entwicklung“. Leipzig 1912. Verlag F. A. Brockhaus.

Die Spurweite der Eisenbahnen und der Kampf um die Spurweite.

Ein Abschnitt aus der Entwicklungsgeschichte der Eisenbahnen.

Von

Dr. Karl Keller, München, vormals Professor in Karlsruhe.

Wenn man den Begriff der Spurweite geschichtlich nach rückwärts verfolgt, so gelangt man weit zurück ins graue Altertum, in die Zeiten der Erbauung der ägyptischen Pyramiden, zurück in jene Zeiten, da man, entsprechend der enormen Größe der fortzuschaffenden Lasten, genötigt war, die gewöhnlichen Wege, die Oberfläche der Straßen, mit einer Befestigung zu versehen. Und da man naturgemäß das Bestreben hatte, jene Befestigung der Straßen, die große Mühe und bedeutende Kosten verursachte, auf den möglichst geringen Raum zu beschränken, so entstanden auf den Straßen schmalere befestigte Streifen, soweit als jene von den Rädern berührt wurden, d. h. es entstanden die steinernen Radbahnen, wie wir sie noch heute in manchen Orten, insbesondere in italienischen Orten finden. Da bei den unregelmäßigen Bewegungen der von Menschen oder Tieren gezogenen Fahrzeuge auf eine genaue Einhaltung der Fahrrichtung nicht gerechnet werden konnte, mußten die Steinplattenstreifen erheblich breiter bemessen werden als die Räder waren, und man kann dabei als Spurweite nur die mittleren Abstände der beiden Steinplattenstreifen bezeichnen, übereinstimmend mit dem durchschnittlichen, aber bei weitem nicht an allen Fahrzeugen gleichgroßen, mittleren Abstand der beiden Räder.

Als die eigentlichen Vorläufer unserer heutigen Schienenwege sind aber nicht jene antiken Steinbahnen anzusehen, sondern vielmehr die hölzernen Radbahnen, die dem Bergbau, bzw. dem Transport des zu bewegenden Abbaumaterials ihre Entstehung verdanken. Der Bergbau zur Gewinnung von nutzbaren Mineralien und Metallen, von Silber und Gold, von Eisen und Kupfer, von Blei und Zink u. a. ist sehr alt und blühte auch in Deutschland schon vor mehr als tausend Jahren, daher von manchen die Einführung der hölzernen Radbahnen im Bergbau, auf denen Rollwagen mit hölzernen Rollen oder Rädern bewegt wurden, als deutsche Erfindung bezeichnet wird. Es hat diese Annahme eine gewisse Berechtigung, als gerade hierüber aus anderen Ländern keine sichere frühere Kunde zu uns gelangt ist. Aus England wird zum ersten Male über solche Radbahnen zu Anfang des 17. Jahrhunderts Erwähnung getan; sie heißen in diesen Berichten plank-roads oder tram-ways; mithin wörtlich Dielenstraßen oder Bohlenwege¹⁾ und werden so

¹⁾ Die Herleitung der Bezeichnung tram-way von Outram-way und dieser Bezeichnung von Benjamin Outram, der an den Schienenwagen Verbesserungen angebracht haben soll, erscheint, da die einfache Übersetzung so erklärlich ist, etwas zweifelhaft.

beschrieben, daß sie aus zwei nach der mittleren Spurweite der Räder von den Rollwagen gelegten Längsbalken bestanden, die durch Querhölzer unterstützt und in ihrer parallelen Lage erhalten wurden. Eine mit der Zeit eintretende Abnutzung zeigte sich natürlich an der oberen Seite, an der Lauffläche der Längsbalken, die rauh wurde und mithin auch eine Erneuerung der ganzen Balkenlage notwendig machte. Die daraus entstehenden Kosten konnten vermindert werden, wenn man nicht die vollständigen Längsbalken, sondern nur die Lauffläche derselben zu erneuern hatte, und so entstand der Belag der Längsbalken mit hölzernen Brettern. In der Erkenntnis der immer noch erheblichen Bewegungswiderstände ersetzte man die aufgelegten hölzernen Bretter durch eiserne Schienen, die mit Nägeln auf den Längsbalken befestigt wurden, während bald auch die hölzernen Rollen durch die jedenfalls dauerhafteren eisernen Räder ersetzt wurden. Die zur Befestigung der eisernen Schienen dienenden Nägel wurden mit der Zeit in dem morschwerdenden Holze locker; für neu zu schlagende Nägel waren neue Löcher zu bohren, und die Längsbalken gingen nach kurzer Zeit zugrunde. Dies führte insbesondere in dem eisenreichen England zum Ersatz der Längsbalken durch Eisenschienen, und zum ersten Male ist von einer Schienenbahn für eine Grube in der Nähe von Bath die Rede im Jahre 1734, wobei eiserne Räder auf einer solchen Schienenbahn liefen, die aus hölzernen Längsbalken und im Jahre 1738 aus gußeisernen Schienen hergestellt war¹⁾.

Die zuerst auf den Kohlenbahnen, die natürlich damals nur Pferdebetrieb hatten, eingeführten Flacheisenschienen aus Gußeisen hatten erhöhte Spurränder an der Außenseite der Lauffläche und anfangs eine mittlere Spurweite von 2' engl. = 0,61 m; später erhielten sie eine sehr viel vergrößerte Spurweite von 5' engl. = 1,52 m. Als dann nach einiger Zeit der den heutigen Schienenformen ähnliche pilzförmige Schienenkopf und dementsprechend Räder mit inneren Spurkränzen in Gebrauch kamen, bemaß Stephenson, dessen Namen wir damit zum ersten Male begegnen, die Spurweite auf 4' 6'' gleich derjenigen des Straßenfuhrwerkes und erhöhte sie später auf 4' 8½'' = 1,425 m, wobei von nun an unter Spurweite die lichte Entfernung zwischen den beiden Schienenköpfen zu verstehen ist²⁾.

George Stephenson³⁾, der unbestritten als Vater des heutigen Lokomotivsystems gelten muß, der auf verschiedenen Kohlengruben als Hundejunge und Pferdewärter begonnen hatte, dann Heizergehilfe, Heizer und Maschinist, schließlich Maschinenmeister auf der Grube zu Killingworth geworden war, hatte schon im Jahre 1814 für seine Kohlengrubenbahn eine Zugmaschine gebaut, bei deren Bau er eine Spurweite von 4' 8½'' zugrunde gelegt hatte. Ein entscheidender Schritt in dieser Richtung wurde erst einige Jahre später getan mit der Erbauung der Bahn zwischen Stockton und Darlington. Diese war der erste Schienenweg, der für allgemeine Handelszwecke gebaut wurde, die erste öffentliche Straße, auf der Lokomotiven in regelmäßigem Betriebe den Verkehr vermittelten, und die also auch hervorragenden Einfluß auf die Entwicklung der Spurweitenfrage hatte; es möge daher gestattet sein, in kurzem die Gründung dieser Bahn zu betrachten. Sie wurde ins Leben gerufen durch Eduard Pease aus Darlington, einen Mann,

1) The Encyclopaedia Britannica, Artikel „Railway“.

2) Im folgenden wird, wo von dem englischen Maß der Spurweite die Rede ist, die Bezeichnung „englisch“ weggelassen.

3) George Stephenson, geb. 8. Juni 1781 zu Wylam bei Newcastle, gest. 12. August 1848 zu Tapton-House bei Chesterfield.

von dem ein zeitgenössisches Urteil sagt: „Sein geistiges Auge habe wenigstens hundert Jahre weiter gesehen als das gewöhnlicher Menschen.“

Dieser Pease¹⁾ war als Aktionär bei Kohlenwerken beteiligt und hatte als solcher großes Interesse daran, die Verkehrsverhältnisse in der nächsten Nähe der Gruben zu verbessern und so den dort gewonnenen Kohlen neue Märkte zu erschließen. Ein so scharfsinniger, unermüdlicher und energischer Mann konnte es unternehmen, durch eine Parlamentsakte die Ermächtigung auszuwirken, durch eine zunächst noch ziemlich verkehrsarme, daher undankbare Gegend eine Eisenbahn auszuführen. Es gelang ihm auch, für dieses wenig verlockende Unternehmen eine Gesellschaft zustande zu bringen und durch einen Ingenieur einen „Bohlenweg“ abstecken zu lassen. Im Jahr 1821, am 19. April, erhielt die Stockton-Darlington-Bahn ausdrücklich als die erste, für welche die Anwendung von Lokomotiven genehmigt wurde, die königliche Sanktion.

Gegen Ende des gleichen Jahres lernten die beiden außergewöhnlichen Menschen, Pease und Stephenson, sich kennen, und wie staunte ersterer, als der andere, der bescheidene Maschinenbauer von Killingworth, ihm sagte: „Kommen Sie einmal zu uns und überzeugen Sie sich von den Leistungen unseres ‚Blücher‘ (so hieß nämlich Stephensons Lokomotive), und solche Maschinen werden mit der Zeit den ganzen Pferdebetrieb verdrängen.“ Auf Peases Vorschlag wurde George Stephenson zum Ingenieur der neuen Bahngesellschaft bestellt und zunächst mit dem Nivellement der Strecke beauftragt. Bei den allabendlichen freundschaftlichen Zusammenkünften besprach man alles Nötige und entwarf sogar den Plan zur Errichtung einer eigenen Lokomotivfabrik zu Newcastle; denn die ganze Angelegenheit sollte energisch ins Werk gesetzt werden. Und so entstand im Jahre 1824 teils durch die von Pease zur Verfügung gestellten Mittel, teils durch Stephensons Ersparnisse jenes kleine Gebäude in Newcastle, aus dem sich im Laufe der Jahre das riesige Werk entwickelte, das tatsächlich zu Weltberühmtheit gelangte. Die eigentliche Fabrikation begann noch im gleichen Jahre 1824.

Zunächst handelte es sich für die Aktionäre der neuen Bahn um die Entscheidung dreier wichtiger Fragen: 1. welche Spurweite sollte genommen werden; 2. wie sollte der Schienenoberbau gebaut werden, ob mit guß- oder mit schmiedeeisernen Schienen; 3. welcher Art sollte die Betriebskraft sein, ob Pferde- oder Dampfkraft.

In der Ausschusssitzung der Aktionäre, an welcher auch Stephenson teilnahm, wurde zunächst die Annahme der Killingworther Spurweite von 4' 8 $\frac{1}{2}$ " beschlossen. In bezug auf das Material der Eisenschienen wurde Stephensons Rat nur bedingt zugestimmt und, weil die Aktionäre vor allem eine billige Bahn haben wollten, beschlossen, zur einen Hälfte schmiedeeiserne, zur andern gußeiserne Schienen anzuwenden. In bezug auf die dritte Frage wurde auf dringende Befürwortung durch Pease der Firma „George Stephenson & Cie“ der Auftrag erteilt, drei Lokomotiven zu bauen. Diese Arbeit wurde auch alsbald begonnen, und als die Stockton-Darlington am 27. September 1825 eröffnet wurde, stand dabei die erste Lokomotive „Active“ im Dienst und übertraf dabei alle Erwartungen, ja feierte sogar einen wahren Triumph.

Ein halbes Jahr später, am 6. März 1826, wurde die Bahn Liverpool—Manchester durch Parlamentsbeschluß genehmigt. George Stephenson wurde als Oberingenieur für das ganze Unternehmen bestellt, und ihm alle Einzelheiten des

¹⁾ Eduard Pease, geb. 31. Mai 1767 zu Darlington, gest. 31. Juli 1858 zu Darlington.

Bahnbaues übertragen, die Entwürfe für alle Brücken, Tunnels, Weichen, Drehscheiben und Signale, sowie die Vorarbeiten für die Beschaffung der nötigen Betriebsmaschinen. Die Annahme der Stephenson'schen Spurweite wurde von dem Ausschuß der Bahngesellschaft widerspruchslos beschlossen, dagegen schwankte man in Hinsicht auf die Betriebskraft noch zwischen stehenden und ortsverändernden Maschinen, Lokomotiven. Die letzteren hatten eigentlich nur einen einzigen Fürsprecher, und dies war Stephenson selbst. Man entschied sich dafür, daß eine Probe veranstaltet werden solle und daß nach dem Ausfall der Probe über die Wahl der Betriebsmaschine erst ein Beschluß gefaßt werden solle. Dieser Beschluß war für Stephenson gerade genügend, und er rief infolgedessen seinen Sohn Robert¹⁾, der sich eben auf einer Reise nach Südamerika befand, dringend zurück. Im Dezember 1827 langte dieser zu Hause an und übernahm sofort die Oberleitung der von seinem Vater gegründeten Fabrik in Newcastle, die sich inzwischen schon erheblich vergrößert hatte, aber immer noch ohne Gewinn arbeitete. Und nun machten die beiden sich an die Arbeit, der Vater mit dem Bewußtsein, daß es jetzt gelte, das größte Unternehmen seines Lebens zu einem guten Ende zu führen, der Sohn durchdrungen von dem Vertrauen, daß er den auf ihn gesetzten Erwartungen werde genügen können und mit dem festen Willen, als getreuer Freund und Gehilfe seines Vaters diesem zur Förderung von dessen großen Plänen mit seiner vollen Kraft zur Seite stehen zu wollen. Und so entstand die Lokomotive „Rakete“, die am Morgen des 6. Oktober 1829 auf der Ebene von Rainhill zur Probefahrt und zum Wettkampf mit vier anderen Bewerbungsmaschinen bereitstand.

Wir müssen uns an dieser Stelle versagen, den historischen Wettkampf, der schon so vielfach anderweitig dargestellt wurde, zu beschreiben; es mag genügen, hier festzustellen, daß Stephenson's „Rakete“ die Leistungen aller anderen Preisbewerber, wie auch aller bisher gebauten Lokomotiven in den Schatten gestellt, sogar die eigenen Erwartungen ihrer Erbauer weit übertroffen hat. Daß dieser Sieg auch für die Annahme der Spurweite von 4' 8½" entscheidend war, mag nebenbei erwähnt werden.

Nach der glücklichen Probefahrt und der Eröffnung der Liverpool-Manchester-Eisenbahn tat sich alsbald ein allgemeines Verlangen nach Eisenbahnen kund. Schon im folgenden Jahre wurden für die Linie London—Birmingham Projekte ausgearbeitet, und die beiden Stephenson, Vater und Sohn, zu Bahningenieuren ernannt. Trotz der großen Schwierigkeiten, die der Bau der Bahn, insbesondere eines Tunnels, verursachte, wurde die ganze Strecke im September 1838 eröffnet, die natürlich, weil der ganze Bahnbau von den Stephenson's ausgeführt wurde, auch die Spurweite von 4' 8½" erhalten hatte.

Nun brachte beinahe jeder Tag neue Vorschläge für neu zu erbauende Linien, und eine große Anzahl von Ingenieuren, sowohl von wirklich wissenschaftlich und praktisch gebildeten, als auch von andern, die mehr Unternehmungsgeist als wissenschaftliche oder technische Begabung aufweisen konnten, endlich aber auch solche, die mehr danach trachteten, mit immer neueren originellen, wenn auch unausführbaren Projekten vor das Publikum zu treten, stellten einen wahren Wettlauf nach Vorschlägen zu neuen Bahnlinien und zu deren Ausführungseinzelheiten an. So kamen denn auch einzelne auf den Gedanken, das von Stephenson begründete Eisenbahnsystem durch Annahme einer anderen Spurweite zu „verbessern“.

¹⁾ Robert Stephenson, Ingenieur, geb. 16. Oktober 1803 zu Wilmington, gest. 12. Oktober 1858 zu London.

Spurweite sich auch die unabhängige Ausbreitungsmöglichkeit sichern und dadurch das Verkehrsmonopol für alle Zeiten. Die Direktoren der Bahn wandten sich allerdings auch an Stephenson und gingen ihn um seine gutachtliche Meinung an, aber seine Anschauung fand keine Berücksichtigung, und Brunel drang mit seinem Vorschlag, der Bahn eine Spurweite von 7' engl. zu geben, durch, und zwar unter besonderer Belobigung durch die Aktionäre. Kaum aber waren etliche Jahre vergangen, so wurde die breitspurige Linie der Großen Westbahn an verschiedenen Punkten von anderen Bahnlinien mit enger Spur berührt, was einen Wechsel der Personen- und Güterwagen zur Folge hatte. Das Publikum, das natürlich für Brunels technische Anschauungen kein Verständnis hatte, sondern mehr für ununterbrochene Fahrt im gleichen Wagen, empfand diesen Umstand des Wagenwechsels als einen Übelstand, der dringend Abhilfe erheischte. Und trotzdem blieb die Große Westbahn bei ihrer breiten Spur, verlängerte ihre Linie noch gegen die Südwestspitze von England bis Truro und Penzance, und je länger die Bahngesellschaft bei der breiten Spur blieb, desto schwieriger und kostspieliger wurde das Verlassen derselben und verzögerte sich, wie wir sehen werden, bis zu dem unglaublich späten Zeitpunkte, wo es nicht mehr länger zu verschieben war, im Jahre 1890.

Doch war die Große Westbahn nicht die einzige, die eine breite Spur annahm; auch für die von London nach Osten führenden Linien, die Eastern-Counties-Bahn, glaubte die betreffende Gesellschaft auf Veranlassung ihres Ingenieurs Braithwaite¹⁾ von der Stephensonschen Spur abgehen zu sollen und baute ihre Linien mit einer allerdings schmäleren Spurweite als der Brunelschen, nämlich mit 5' engl., also um etwa $3\frac{1}{2}$ " breiter als die Stephensonsche Spur. Aber die Bahn blieb in diesem Zustand nur verhältnismäßig kurze Zeit. Die Bahngesellschaft bestellte nämlich als ihren neuen Ingenieur Robert Stephenson, den Sohn, und dieser empfahl, als die Gesellschaft ihre ursprünglichen Bahnlinien weiter nach Osten und Norden ausdehnen wollte, die Spurweite zu ändern, um mit den anstoßenden fremden Linien, mit Ausnahme der Großen Westbahn, Gleichförmigkeit und daher Anschlußfähigkeit zu erzielen. Die Direktion ging klugerweise auf diesen dringenden Rat ihres Ingenieurs ein und baute die alten Linien um, und zwar im Jahre 1843, also zu einem Zeitpunkte, wo die Kosten für Abänderung des Bahnoberbaues und der Betriebsmittel, Lokomotiven und Wagen, noch verhältnismäßig gering waren. Für alle Neuanschaffungen wurde natürlich sofort die Stephensonsche Spur von $4' 8\frac{1}{2}$ " zugrunde gelegt.

Wie wenig aber durch dieses Vorgehen einer einsichtsvollen Bahnverwaltung die schwebende Frage der Spurweite geklärt wurde, zeigte sich darin, daß ein Beschluß des Handelsministeriums mit einer Empfehlung, daß alle neuanzulegenden Bahnen mit der Spur $4' 8\frac{1}{2}$ " gebaut werden sollten, nunmehr wieder aufgehoben wurde, obwohl die Wiedereinführung jener Verordnung in der Presse dringend empfohlen wurde.

So baute man denn die Eisenbahnen ganz nach Gutdünken der jeweils leitenden Ingenieure weiter; in Schottland wurden einige kleine Bahnlinien mit 6' Spurweite gebaut, während für Irland eine königliche Kommission eine solche von $6' 2$ " empfahl, die dann auch zunächst für die Ulsterbahn von Belfast nach Dublin angenommen wurde. Dagegen wurde ebenfalls in Irland die sogenannte Droghedabahn,

¹⁾ John Braithwaite, der Jüngere, geb. 19. März 1797 in London, gest. 25. September 1870 zu Paddington.

die ebenfalls von Dublin ausging und sich später der Bahn von Belfast anschließen sollte, mit 5' 2'' Spur gebaut. Eine solche Verschiedenheit zweier Bahnlinien, die doch bestimmt waren, nach ihrer Vollendung eine zusammenhängende Linie zu bilden, mußte notwendig zu Unzuträglichkeiten führen. Man wandte sich an den Chef des Eisenbahndepartements, Generalmajor Pasley¹⁾, und dieser entschied, nachdem er die Meinungen vieler namhafter Ingenieure und Maschinenbauer eingeholt hatte, eigentümlicherweise so, daß von den beiden ursprünglich beim Bau der beiden fraglichen Bahnen angewendeten Spurweiten keine genommen werden sollte, sondern ein Mittelwert derselben, nämlich 5' 3'' = 1,6 m, welches Maß tatsächlich noch heute als Normalspurweite für Irland gilt. Da an einen Anschluß der irischen Bahnen an diejenigen von England oder gar an diejenigen des Kontinents nicht zu denken ist (es könnte sich höchstens um ein Übersetzen des Kanals mittels Trajektbooten handeln, auf welche einzelne Wagen oder Zugsteile auf- und von denselben wieder abfahren könnten), so hatte diese von der nunmehrigen englischen Normalspur abweichende irische Gleisweite keinen nennenswerten Nachteil im Gefolge.

Es kam nun auch die Zeit, wo Eisenbahnen und Lokomotiven nach dem Kontinente übersetzten. Aber hier, wo man die ersten Lokomotiven teils von England direkt bezog, teils doch nach englischem Muster unter Einstellung von englischen Werkstättenarbeitern selbst baute und auch die ersten Lokomotivbahnen nach englischen Vorbildern einrichtete, mochte es den meisten Bahnverwaltungen aus diesem Grunde auch nicht einfallen, gerade in der Spurweite eine Änderung der in England verbreitetsten einzuführen, weil hierdurch die Beschaffung von Maschinen und Wagen doch wesentlich erschwert worden wäre.

Wir begegnen da vor allem einem deutschen Ingenieur, Franz Anton Gerstner²⁾; dieser, seit 1818 Professor am Polytechnischen Institute in Wien, studierte wiederholt das englische Eisenbahnwesen, zuletzt bei seinem Aufenthalte dort 1829, und ging 1834 nach Petersburg, wo er die erste Eisenbahn in Rußland, von Zarskoje-Selo nach Petersburg baute und den großartigen Plan einer Bahn von Odessa bis Kronstadt, unter Berührung von Moskau und Petersburg, bearbeitete. Seine Untersuchungen führten ihn dazu, jener Bahn eine Spurweite von 6' engl. zu geben, die allerdings in der Folge wieder aufgegeben wurde, indem nunmehr in Rußland durchgehends eine Spurweite von 5' engl. = 1,524 m gilt, mit Ausnahme der Linien Warschau—Wien und Warschau—Bromberg, welche mit der in Preußen und Österreich geltenden Stephenson'schen Spur von 4' 8½'' = 1,435 m ausgeführt sind.

Auf dem europäischen Kontinente gebührt unstreitig dem Könige der Belgier, Leopold I.³⁾, der Ruhm, den mächtigen Einfluß der Eisenbahnen auf die Entwicklung der industriellen Hilfsquellen eines Landes erkannt zu haben. Und doch konnte er sich damals nur auf das Experiment der Liverpool-Manchester-Bahn und die Wettfahrt der Lokomotiven bei Rainhill 1829 berufen. Nur mit Mühe setzte er gegen eine erhebliche Opposition den Gesetzentwurf über die erste Bahn

¹⁾ Pasley, Sir Charles William, colonel commandant of royal engineers, geb. 8. September 1780 in Dumfriesshire, gest. 19. April 1861 in London.

²⁾ Franz Anton von Gerstner, geb. 11. Mai 1793 in Prag, gest. 12. April 1840 in Newyork.

³⁾ Leopold I., König der Belgier, geb. 16. Dezember 1790 in Koburg, gest. 10. Dezember 1865 in Laken.

von Lüttich nach Antwerpen 1834 durch und plante auch noch die Erweiterung dieser Linie zu einem vollständigen Eisenbahnnetz über Belgien. Und da der zielbewußte König die beiden Stephenson, Vater und Sohn, zu sich beschied und zu Rate zog, wie dem belgischen Eisenbahnnetze die möglichst vorteilhafte Anlage gegeben werden könnte, so muß es auch als fast selbstverständlich erscheinen, daß auf deren Rat die in ihrer Heimat und von ihnen selbst eingeführte Spurweite von $4' 8\frac{1}{2}''$ zunächst für alle belgischen Bahnen angenommen wurde und sich von da über den ganzen europäischen Kontinent ausbreitete.

Die erste bedeutendere deutsche Eisenbahn dankt ihre Entstehung dem berühmten Nationalökonom Friedrich List¹⁾, der im Jahre 1833 die Eisenbahngesellschaft Leipzig—Dresden ins Leben rief, und im gleichen Jahre eine bahnbrechende Schrift veröffentlichte: „Über ein sächsisches Eisenbahnsystem als Grundlage eines allgemeinen deutschen Eisenbahnsystemes“. Er rief den Sachsen zu: „Bauet, bauet, ehe euch jemand zuvorkommt; habt ihr die erste Eisenbahn, so müssen die andern bei euch Anschluß suchen!“ Dieser Mann war es, der, ohne eigentlich Techniker zu sein, sich als Pionier des deutschen Eisenbahnwesens unbestreitbare Verdienste um dieses erworben hat.

Frankreich nahm die Spurweite des belgischen Nachbarlandes an, die auch heute dort allgemein durchgeführt ist, freilich teilweise mit einer kleinen Abweichung unter Annahme einer Spurweite von $4' 9''$, was für den Übergang der Fahrzeuge der Nachbarstaaten keinen großen Nachteil hat, indem die geringe Differenz gegen die Normalspur von $4' 8\frac{1}{2}''$ sich nur in einem um ein paar Millimeter größeren Spielraum der Radspurkränze äußert.

Österreich und Bayern schlossen sich der sächsischen Spurweite an. In Preußen wurde frühzeitig in richtiger Würdigung der Notwendigkeit der Einheitlichkeit im Eisenbahnbau die Anwendung einer andern Spur als derjenigen von $4' 8\frac{1}{2}''$ durch ein Gesetz untersagt, außerdem aber auch in allen Verträgen, welche mit Nachbarstaaten wegen Anlage von Eisenbahnen geschlossen wurden, die ausdrückliche Bedingung aufgenommen, daß die Spurweite der mit den preussischen in Verbindung kommenden fremden Bahnen dieselbe sein müsse wie in ganz Preußen, nämlich $4' 8\frac{1}{2}''$.

Man kann wohl heute die Angelegenheit der Spurweite für so selbstverständlich halten, daß man kaum begreift, wie man darüber überhaupt verschiedener Meinung sein konnte, ob durch einen großen Kreis von Staaten, wie in Deutschland, ja sogar ob durch ganz Europa eine normale gleiche Spurweite eingeführt werden solle, oder ob es nicht zweckmäßiger wäre, jeder einzelnen Eisenbahnunternehmung die Wahl ihrer Spurweite freizustellen. Daß man aber in der ersten Zeit der Eisenbahnen nicht so dachte, das zeigt schon das vorher Erwähnte; aber in besonders hohem Grade was sich im Großherzogtum Baden ereignete, worauf später noch besonders einzugehen sein wird. Aber auch ein Bericht über eine Sitzung der schweizerischen „Tagessatzung“ aus dem Jahre 1847 läßt die damals noch vorhandenen Unklarheiten der zu befolgenden Grundsätze erkennen. Es sollte nämlich in jener Verhandlung über den vorliegenden Antrag beraten werden, daß alle in der Schweiz zu erbauenden Eisenbahnen mit einer übereinstimmenden, besonders festzusetzenden Spurweite ausgeführt werden sollten. Aber es machte sich damals die Ansicht geltend, daß der Gegenstand in das Gebiet der Kantonal-

¹⁾ Friedrich List, geb. 6. August 1789 in Reutlingen, gest. 30. November 1846 bei Kufstein.

souveränität falle, und so fand der Antrag wenig Unterstützung; er wurde von der Tagesordnung abgesetzt und sollte bei der nächsten im Jahre 1848 stattfindenden Tagessatzung wieder in etwas veränderter Form zur Beratung kommen.

Auch Holland förderte vom Anfang an durchaus nicht die Einheitlichkeit der Spurweite, indem dort durch königlichen Beschluß bestimmt wurde, daß sämtliche binnenländische Bahnen die weitere Spur annehmen sollten, welche bei dem „Rheinschienenwege“ von Amsterdam über Utrecht nach Arnheim angenommen worden war; dagegen sollte für die Eisenbahnen, welche die Landesgrenze überschreiten, die Gleisweite von den Verträgen abhängig gemacht werden, welche mit den betreffenden Anschlußstaaten abgeschlossen würden. Im Grunde genommen war damit wenigstens für die nach Preußen führenden Grenzbahnen tatsächlich die enge Stephensonsche Spur zur Annahme gelangt, und auch die Linie Amsterdam—Arnheim konnte auf ihrer Sonderstellung nicht lange verbleiben, sondern wurde zufolge eines Staatsvertrages mit Preußen vom 13. Juli 1851 auf die gemeinsame Spur von $4' 8\frac{1}{2}''$ umgebaut.

Sehr spät fanden die Eisenbahnen Eingang auf der pyrenäischen Halbinsel; die erste Eisenbahn von Barcelona nach Mataró wurde auf Grundlage einer Spur von $5' 8\frac{1}{2}''$ engl. = 1,74 m erbaut und am 28. Oktober 1848 eröffnet; später erst die Bahnen in Portugal; beide Länder haben immer noch gemeinsam die anfangs angenommene breite Spur, sind also noch nicht in Übereinstimmung mit den übrigen europäischen Bahnen.

Inzwischen war in England die Frage der Spurweite ihrer Lösung einen erheblichen Schritt nähergekommen. Wir wissen, daß die Linie London—Bristol der Großen Westbahn mit Breitspur gebaut wurde, während die Linie London—Birmingham die enge Spur angenommen hatte. Diese beiden Linien stellen zwei Seiten eines Dreieckes dar, dessen dritte Seite die Verbindungslinie Bristol—Birmingham bildet. Diese letztere Linie nun wurde in zwei Abschnitten gebaut und betrieben, im ersten Abschnitte Birmingham—Gloucester übereinstimmend mit der London-Birmingham-Linie mit enger Spur, im zweiten Abschnitt Gloucester—Bristol, wie auf der ganzen Westbahn, mit weiter Spur, und die Birminghamer Fabrikanten, die nach Süden gegen Bristol fahren wollten, mußten in Gloucester Wagen wechseln (siehe beistehende Karte). Um nun die durch den Spurwechsel in Gloucester verursachten Unzuträglichkeiten, die in der Presse als ein „kommerzielles Übel erster Größe“ bezeichnet und auch tatsächlich so empfunden wurden, zu beseitigen, hatten sich die beiden Bahngesellschaften geeinigt, auf dieser Strecke eine einheitliche Spur herzustellen. Da aber in dem zwischen den beiden Hauptlinien liegenden Landesteile auch noch weitere Eisenbahnlinien geführt werden sollten, für welche von den beiden Eisenbahngesellschaften Projekte vorlagen, so sollte nach gemeinsamer Übereinkunft für alle diese neuen Linien wie für die alte Linie Birmingham—Bristol durch gutachtliche Äußerung der Handelskammer entschieden werden, welche der beiden strittigen Spurweiten gewählt werden sollte. Die Handelskammer gab denn auch ihr Gutachten ab¹⁾ und sagte eingangs zu demselben, daß diese Frage vom nationalen und kommerziellen Standpunkt nicht hoch genug eingeschätzt werden könne. Und nun fragt das Gutachten, nach Darlegung der durch den Spurwechsel sich ergebenden Unzuträglichkeiten, wie weit es etwa möglich sein möchte, durch technische Vorkehrungen diese letzteren zu

¹⁾ Gutachten der englischen Handelskammer, Eisenbahnzeitung 1845, S. 93.

verringern. Dabei werden zweierlei solche in Betracht gezogen: 1. Anwendung von abhebbaren Wagenkasten, die nach Bedarf auf die Untergestelle der beiderlei Bahnen aufgelegt werden könnten; 2. Anbringung einer dritten Schiene, so daß Wagen und ganze Züge von beiden Bahnen ohne Unterbrechung weiter befördert werden könnten.

Gegen das erstere Auskunftsmittel erklärt sich das Gutachten, weil es großen praktischen Schwierigkeiten unterliegen müsse, den mit abnehmbaren Oberteilen versehenen Wagen die für die Sicherheit nötige Solidität zu geben; auch gegen das zweite Auskunftsmittel erklärt sich das Gutachten, zumal da bei Beförderung von Wagen verschiedener Spurweite in dem gleichen Zuge die Schwerpunkte nicht in dieselbe Linie fielen, ein Umstand, der freilich durch Anbringung von zwei symmetrisch gelagerten Schienen zu vermeiden wäre; aber diese Anordnung würde eine über Gebühr vermehrte Komplikation aller Kreuzungs- und Ausweichstücke im Gefolge haben und damit verminderte Sicherheit und vermehrte Kosten. Schließlich kommt die Handelskammer zu dem Urteil, daß das Projekt der London-Birminghamer-Bahngesellschaft mit der engen Spur den Vorzug verdiene, und daß man sich überhaupt gegen jede weitere Ausdehnung des breitspurigen Systemes aussprechen müsse.

Die ganze Angelegenheit kam vor das Parlament, und in einer Sitzung des Unterhauses wurde ein Beschluß gefaßt über Niedersetzung einer Kommission, welcher der Auftrag erteilt werden solle, zu untersuchen, „ob nicht in Zukunft bei allen Bahnkonzessionen eine gleichförmige Spurweite zur Bedingung gemacht werden solle, und ob es nicht rätlich und tunlich sei, solche Maßregeln zu ergreifen, wodurch die bereits fertigen oder eben im Bau begriffenen Bahnen eine gleichförmige Spurweite bekämen“.

Als Mitglieder dieser Kommission wurden ernannt:

J. M. Frederic Smith, Oberstleutnant beim kgl. Ingenieurkorps¹⁾; G. B. Airy, Astronom, Direktor der Sternwarte in Greenwich²⁾; Peter Barlow, Mathematiker, Physiker und Optiker³⁾.

Diese Kommission hat sich mehrere Monate lang mit der Frage beschäftigt, dabei 46 Sachverständige aus den Kreisen der hervorragendsten Ingenieure und Bahndirektoren um ihre Ansichten vernommen und schließlich im Jahre 1846 ihr Gutachten in einem ausführlichen Bericht niedergelegt, von welchem im folgenden eine kurze Übersicht über seinen Inhalt gegeben sein möge:

I. Der Spurwechsel in seiner Wirkung auf:

1. Schnell- und Estafettenzüge,
2. Gewöhnliche Züge,
3. Güterbeförderung,
4. Truppentransporte.

II. Mittel zur Beseitigung oder Milderung der Übelstände des Spurwechsels:

1. Auf der Achse der Wagen verschiebbare Räder,
2. Auffahren der vollständigen Wagen mit ihren Rädern auf ein die Gleisweite der andern Bahn tragendes Untergestelle,

¹⁾ Smith, Sir John Mack Frederic, geb. 11. Januar 1790 zu Paddington, gest. 20. November 1874 zu London.

²⁾ Airy, Sir George Bidell, geb. 27. Juli 1801 in Northumberland, gest. 4. Januar 1892 in London.

³⁾ Peter Barlow, geb. im Oktober 1776 in Norwich, gest. 1. März 1862 in London.

3. Übertragen der Wagenkasten von dem Untergestelle der einen Bahn auf ein solches der andern Bahn,
4. Verladung der Güter in bewegliche große Kastenbehälter, welche auf andere Untergestelle verladen werden können.

Das Gutachten schließt diesen Abschnitt mit den Worten:

„Wir fassen unsere Ansicht dahin zusammen, daß bis auf den heutigen Tag kein Verfahren in Vorschlag gebracht worden ist, geeignet, den Unzuträglichkeiten des Spurwechsels abzuhelpen.“

III. Betrachtung über ein angemessenes Verfahren zur Herstellung einer gleichförmigen Spurweite im ganzen Lande:

1. Umwandlung einer oder beider nicht zusammenpassender Spuren in eine neue, von der einen oder von beiden ursprünglichen Spurweiten verschiedene,
2. Anbringung einer dritten Schiene, außerhalb der engen, oder innerhalb der weiten Spur,
3. Anbringung zweier Ergänzungsschienen, symmetrisch außerhalb der engen, oder symmetrisch innerhalb der weiten Spur.

IV. Betrachtung der Frage nach der besten Spurweite in Hinsicht auf:

1. Sicherheit des Betriebes,
2. Bequemlichkeit für Reisende und Gütertransport,
3. Schnelligkeit des Betriebes,
4. Kosten der Bahnanlage und -unterhaltung.

V. Schluß des Kommissionsberichtes bilden folgende Anträge:

1. Die Spurweite von $4' 8\frac{1}{2}''$ soll für alle im Bau begriffenen und künftig zu erbauenden Eisenbahnen Großbritanniens angewendet werden,
2. Ohne Einwilligung der Legislatur soll keiner solchen Bahn gestattet sein, ihre Spur zu ändern,
3. Es soll irgendeine Maßregel getroffen werden, welche gestattet, die engspurigen Wagen ohne Unterbrechung und Gefahr über die vorhandenen breitspurigen Bahnen zu fahren.

In der Sitzung des Unterhauses vom 12. August 1846 wurden die obigen Kommissionsanträge angenommen, danach also für alle Eisenbahnen in England und Schottland die Spurweite auf $4' 8\frac{1}{2}''$ bestimmt, für Irland die Spur von $5' 3''$ und für die Große Westbahn die breite Spur von $7'$ bis auf weiteres gestattet.

So war nun endlich in dem Kampf um die Spurweite wenigstens in England ein Friede zustande gekommen und wenigstens der weiteren Ausbreitung der „Buntscheckigkeit“ in dieser Richtung Einhalt getan. Ob die Große Westbahn mit dieser Lösung zufrieden war, kann billigerweise bezweifelt werden, da von nun an alle Bahnen, die mit ihr in Verbindung kamen und in Zukunft kommen würden, mit der engen Spur ausgeführt werden mußten. „Aber“, wie die damalige Presse¹⁾ sich äußerte, „wer am Absonderlichen Gefallen findet, muß eben die Folgen tragen“, und „wenn aus der Verschiedenheit der Spurweiten zweier in Berührung kommender Bahnen ein Nachteil entsteht, so ist es nicht mehr als billig, daß er diejenigen treffe, die von der allgemeinen Norm abgewichen sind.“

Brunel selbst, dessen Starrsinn die Große Westbahn diesen Verlauf der Spurweittensache zu danken hatte, war inzwischen doch auch so weit gekommen, daß er sich einer besseren Einsicht nicht mehr verschloß. Ja, als er zum Ingenieur der Turin-Genoa-Bahn bestellt worden war, fand er sogar für gut, außerhalb England die Annahme des engspurigen Systemes zu befürworten. In England aber genoß er so große Autorität, daß er trotz des entschiedenen Widerspruchs von Stephenson es bei seiner Großen Westbahngesellschaft durchsetzte, daß auf

¹⁾ Artikel der Quarterly Revue, Eisenbahnzeitung 1845, S. 17.

einzelnen kürzeren Strecken, so auf der Anschlußstrecke Cheltenham—Gloucester eine dritte Schiene zwischen die breite Spur eingelegt wurde, um die vom Publikum beanstandeten Unbequemlichkeiten zu mildern.

Ganz sonderbar, eigentlich komisch, mutet eine Zeitungsnotiz an aus dem Jahre 1849¹⁾, worin berichtet wird, daß auf der Strecke Cheltenham—Gloucester, wo noch eine Bahn mit gemischter Spurweite vorhanden sei, die Frage nach der Anwendbarkeit oder Zweckmäßigkeit dieser Anordnung eine eigentümliche praktische Lösung gefunden habe, indem dort wiederum Postkutschen in Konkurrenz mit der Eisenbahn zwischen den beiden Städten zu fahren begonnen hätten. Es habe sich eben nach den bisherigen Erfahrungen als unzweifelhaft herausgestellt, daß auf einer Bahn mit gemischter Spurweite durch deren große Komplizität zu häufigen Unfällen, jedenfalls aber zu fortwährenden Aufenthalten und Verzögerungen der Züge Anlaß gegeben sei.

In den nun folgenden Jahren begann — der Not gehorchend — die Große Westbahn, trotz ihres anfänglichen Programms der beabsichtigten Isolierung ihres Netzes, den Anschluß an andere Bahnen immer mehr zu fördern, ja sogar auf einzelnen kleineren Anschluß- und Abzweigstrecken die breite Spur durch die enge zu ersetzen. Wo dies nicht ohne Betriebsunterbrechung tunlich war, wurde durch Einlegung einer dritten Schiene der Verkehr von Wagen mit schmaler Spur notdürftig möglich gemacht, aber daß damit nicht ein für die Dauer erträglicher Zustand geschaffen war, mußte schließlich doch der Direktion der Großen Westbahn unabweislich zur Überzeugung werden. Und so wurde denn auf Ende Mai des Jahres 1890 der vollständige Umbau der ganzen Bahn beschlossen. Dabei ist zu bemerken, daß im Zeitpunkt des Umbaues die Strecke London—Exeter, die allerdings regelmäßig auf weiter Spur befahren wurde, auch mit gemischter Spur eingerichtet war. Auf dieser Strecke hatte also ein Umbau keine Verkehrsunterbrechung im Gefolge. Dagegen konnte die zweite Strecke der Bahn, Exeter—Truro, welche nur breite Spur besaß, nicht ohne eine gewisse, geringe Zeit dauernde, Betriebsstörung umgebaut werden²⁾.

Am 20. Mai, abends 5 Uhr, ging der letzte Expreszug von London ab mit dem Fahrmaterial der weiten Spur; das Fahrmaterial dieses Zuges mit dem Reste von solchem, der noch in Truro gewesen war, wurde in einen Zug zusammengestellt, und alsbald zurückbefördert auf der Strecke Exeter—Bristol bis in die Zentralwerkstätte zu Swindon. Am Samstag, 21. Mai, um 4 Uhr morgens kam dieser Zug durch Exeter durch. Nun wurde die ganze Strecke für jeden Verkehr geschlossen, und eine Arbeiterschar von 5000 Mann, welche in den benachbarten Orten längs der Bahn für diesen Augenblick bereitgestanden hatte, ging an ihre Arbeit, und am Sonntagnachmittag war die ganze Arbeit beendet, hatte also nur 31 Stunden in Anspruch genommen. Einige Stunden wurden dann noch auf die Revision und einige unvermeidliche Nacharbeiten verwendet, und am Montag, 23. Mai, morgens lief der erste Zug wieder über die umgebaute volle Bahn auf der neuen schmalen Spur. Da der Sonntagsverkehr auf englischen Bahnen nur gering ist, so war also eine nennenswerte Betriebsstörung nur am Samstag durch den Umbau veranlaßt worden, und die zeitgenössischen Berichte nennen die ganze Umgestaltung der Großen Westbahn eine der bemerkenswertesten Leistungen des Ingenieurwesens.

¹⁾ Eisenbahnzeitung 1849, S. 135.

²⁾ Ausführliche Beschreibung des ganzen Umbaues in Oppermann, Portefeuille économique des machines 1892, S. 110.

Ganz ähnlich, wie sich die englische Große Westbahn als selbständige Bahnunternehmung mit eigener Spurweite entwickelte, erging es mit einer Eisenbahn in Deutschland, nämlich mit dem Eisenbahnnetz im Großherzogtum Baden, das auch ganz unabhängig und, ohne einen Zusammenschluß mit den übrigen deutschen Eisenbahnen zu suchen, den Bau von Eisenbahnen begann und dann auch immer weiter ausdehnte. Und das kam auf folgende Weise:

Als im Jahre 1838 Baden sich veranlaßt sah, dem Bau von Eisenbahnen näherzutreten, sandte die dortige Regierung eine besondere technische Kommission nach England, um die Eisenbahnverhältnisse dieses Landes zu studieren und auf Grund der gemachten Beobachtungen geeignete Vorschläge für Baden zu bearbeiten. An der Spitze dieser Kommission stand ein hervorragender Ingenieur, Franz Keller¹⁾, dem überhaupt die Leitung des gesamten Oberbaues der Bahnen und Bahnhofsanlagen übertragen wurde. Die Ergebnisse der sorgfältigen Studien und Beobachtungen dieser Kommission sind in den „Ausführliche Nachweisungen über den Eisenbahnbau im Großherzogtum Baden, bearbeitet und herausgegeben von den Beamten des Wasser- und Straßenbaues“ zusammengetragen. Darin sind besonders die Motive ausgeführt, die zur Wahl der besonderen badischen Spurweite geführt haben. Es wird dabei zunächst erwähnt, daß die bedeutendsten Eisenbahntechniker Englands die von einer größeren Anzahl von Eisenbahngesellschaften nach dem Vorschlage von George Stephenson angenommene Spurweite von 4' 8 $\frac{1}{2}$ " durchaus nicht als die empfehlenswerteste bezeichneten, und daß eine Spurweite von 5' 2" oder 5' 3" erforderlich sei, um den Lokomotiven eine Konstruktion geben zu können, bei welcher „der größte sowohl technische als auch ökonomische Nutzeffekt“ mit Zuverlässigkeit erwartet werden könnte. Es heißt in jenem Kommissionsbericht wörtlich:

„Sie (die größere Spurweite) soll hauptsächlich eine ruhigere, stetigere Bewegung, eine geringere Abnutzung der Maschinen und der Bahn bewirken, und die Möglichkeit geben, die Teile der Lokomotive wegen größerer Räumlichkeit solider, voneinander unabhängiger, übersichtlicher zu machen, sowie auch Ersparnisse an Brennmaterial zu bewirken, welche hauptsächlich mitunter Folge der größeren Triebräder sind.“ . . . „Eine Vergrößerung der Triebräder über 5' engl. im Durchmesser hinaus ist aber bei einer Gleisweite von 4' 8 $\frac{1}{2}$ " engl. wegen Gefährdung der Stabilität und des ruhigen Ganges nicht wohl rätlich.“ . . . „Wie fühlbar und notwendig bei den Lokomotiven mit enger Spur ein weniger beengter Raum für die Bewegungsorgane derselben geworden ist, dafür spricht auch der Umstand, daß man in neuester Zeit fast sämtliche Lokomotiven nur mit zur Seite des Kessels liegenden Zylindern baut.“ . . . „Die Nachteile, die diese letztere Anordnung mit sich führe, seien immerhin so groß, daß durch diese Konstruktionsänderung der Maschine keineswegs das erreicht wird, was man überhaupt durch eine breitere Spur bewerkstelligen kann.“

So wurde denn der Bau der ersten badischen Hauptbahn, der damals sogenannten Rheintalbahn, im Spätjahr 1838 mit der breiten Spur von 5 $\frac{1}{3}$ ' badisch = 1,6 m in Mannheim begonnen und bis Mitte des Jahres 1845 bis Freiburg durchgeführt, und zwar zunächst nur eingleisig. Die Eröffnungen erfolgten jeweils nur streckenweise, und zwar (siehe umstehende Karte):

	auf der Strecke	Mannheim—Heidelberg	im September 1840,
„	„	„ Mannheim—Karlsruhe	im April 1843,
„	„	„ Karlsruhe—Oos	im Mai 1844,
„	„	„ Oos—Offenburg und Kehl	im Juni 1844,
„	„	„ Offenburg—Freiburg	im August 1845.

¹⁾ Franz Keller, geb. 2. Juli 1807 in Gerlachsheim, gest. 18. Juni 1870 in Mannheim.

Die badische Regierung war bei dieser ununterbrochenen Fortsetzung der Bahnbauten der Ansicht, daß auch bei den in den Nachbarländern zur Ausführung kommenden Eisenbahnen eine gleiche Sorgfalt auf die Wahl der Spurweite würde verwendet werden, und daß die gleichen Gründe und die Berücksichtigung der gleichen Verhältnisse zu dem gleichen Ergebnis, d. h. zur Wahl der breiten, mit Baden übereinstimmenden Spurweite führen würden.

Es zeigte sich auch anfangs tatsächlich einiger Erfolg in dieser Richtung. Gemäß eines Staatsvertrages zwischen Baden, dem Großherzogtum Hessen



Fig. 2. Erste badische Bahnen.

und der Freien Stadt Frankfurt, abgeschlossen noch im Jahre 1838, sollten die Städte Heidelberg, Darmstadt und Frankfurt durch eine Bahn, die Main-Neckar-Bahn, verbunden werden und sollte für diese die in Baden angenommene Spurweite geltend sein. Allein dieser Vertrag kam nicht zur Ausführung, indem über den Bau der Main-Neckar-Bahn unterm 25. November 1843 ein neuer Vertrag zustande kam, wonach diese Bahn wegen des Anschlusses an die hessische Bahn und des Anschlusses in Frankfurt mit der engeren Spur von $4' 8\frac{1}{2}''$ gebaut werden und sogar von Friedrichsfeld bis Heidelberg das nördliche Gleis der badischen Rheintalbahn benutzen sollte. So war also die Einheitlichkeit der badischen Eisenbahnspur schon an einer Stelle unterbrochen.

Ein Ähnliches trat im Süden von Baden ein, wo die Schweizerische Nordbahn von Zürich bis Baden in Aussicht einer Verlängerung auf badisches Gebiet von Waldshut nach Basel im Jahre 1840 wirklich mit der breiten badischen Spur von 1,6 m ausgeführt wurde, aber auch diese Bahn hat sich durch ihren Fusions-

vertrag mit der Schweizerischen Ostbahn vom Jahre 1853 verbindlich gemacht, ihre mit der badischen übereinstimmende Spurweite auf das allgemein übliche Maß von $4' 8\frac{1}{2}''$ abzuändern.

Aus der Presse und aus dem Publikum mehrten sich die Stimmen, die für Aufgabe der badischen Sonderstellung sprachen. So sagte ein Bericht in der Eisenbahnzeitung¹⁾:

„Es mochte im Jahre 1838, als über den Betrieb von Bahnen nur noch wenig Erfahrungen vorlagen, und Deutschland nur erst einzelne isolierte Bahnlinien aufzuweisen hatte, deren einstige Verbindung untereinander noch in den Bereich der frommen Wünsche gehörte, einer Kommission von Technikern wohl gelingen, die Annahme einer andern als der gewöhnlichen Spurweite durch überwiegende Gründe durchzusetzen, besonders

¹⁾ Eisenbahnzeitung 1845, S. 18.

wenn sie die Autorität englischer Lokomotivkonstruktoren als Gewähr anführen konnte. Vom Jahre 1838 bis 1844 sind aber im Eisenbahnwesen ungeheure Fortschritte gemacht worden. Die Betriebsmittel, besonders die Lokomotiven, haben eine große Neugestaltung erhalten, und Erfahrungen wurden gemacht, welche in den Ansichten über manche Zweige des Eisenbahnbaues und des Betriebes große Änderungen hervorbrachten. Wir können kaum glauben, daß die Beamten der Oberdirektion des Wasser- und Straßenbaues jetzt noch daran denken, die im Jahre 1838 gewählte Spurweite mit der Behauptung rechtfertigen zu können, daß die zweckmäßige Konstruktion der Lokomotiven eine größere Spur bedinge, um nicht genötigt zu sein, die Zylinder zum Nachteil für Bahn und Maschinen nach außen zu legen.“ . . . „Wenn unter solchen Umständen bei dem dermaligen Stand des Eisenbahnwesens gewiß die Mehrzahl der Techniker selbst dann die bisher allgemein angewandte Spurweite vorziehen wird, wenn eine zu erbauende Bahn in der Lage ist, für jetzt und in alle Zukunft jeder Verbindung mit andern Bahnen entbehren zu müssen, so muß jeder Vaterlandsfreund es als einen glücklichen Umstand ansehen, daß das deutsche Eisenbahnnetz — mit bloßer Ausnahme der badischen Bahn — überall dieselbe Spurweite von 4' 8 $\frac{1}{2}$ '' besitzt, und eine Abweichung hiervon gewiß auch in der Folge nicht mehr vorkommen wird.“

Nun aber, es war um das Jahr 1845, machte sich auch in Baden wie außerhalb das Bedürfnis unabweisbar geltend, den Bahnverkehr zu verdichten und zu diesem Zwecke wie auch zur Erhöhung der Sicherheit des Betriebes die bis zu diesem Zeitpunkte eingleisig durchgeführte Rheintalbahn (von Mannheim bis Freiburg) zweigleisig auszubauen, und das badische Ministerium legte den Kammern einen Gesetzentwurf vor, wonach für Herstellung des zweiten Gleises ein Betrag von 6 Millionen Gulden bewilligt werden sollte.

Dies gab dem Abgeordneten Helmreich¹⁾ Veranlassung, hierzu einen Antrag zu stellen, wonach auf der badischen Staatsbahn unter Umbau der ganzen bisherigen Bahnanlage das auf den meisten Eisenbahnen und in Deutschland allgemein gebräuchliche Schienengleis von 4' 8 $\frac{1}{2}$ '' eingeführt werden solle. Es war in der denkwürdigen Sitzung der badischen Zweiten Kammer vom 25. August 1845, als die Verhandlungen über das Budget der Eisenbahnverwaltung sofort zur Beratung des Kommissionsberichtes führten über die Herstellung des zweiten Schienengleises und dabei auch über den Antrag Helmreich auf Verwandlung der badischen Gleisweite in die allgemeine deutsche. Bemerkenswert sind in der Begründung, welche Helmreich seinem Antrag mitgab, folgende Sätze, die von begeistertem deutsch-nationalem Bewußtsein zeugen²⁾:

„Wenn ich nun zur Betrachtung der Spurweite übergehe, so muß ich gestehen, daß jedesmal mit dem Gedanken daran ein unheimliches Gefühl sich meiner bemächtigt, das aus Zorn und Beschämung gemischt ist, und aus der Betrachtung der Buntscheckigkeit deutscher Verhältnisse hervorgeht, da auch uns Badener der Vorwurf trifft, hierzu beigetragen zu haben, die wir doch wahrlich nicht die letzten sein wollen, wo es gilt, nach der Einheit im ganzen zu streben. Hieran trägt die Unachtsamkeit der Regierung von 1840 hauptsächlich die Schuld, die wahrlich nicht die Hand am Pulse der Zeit hatte, und die uns nun dahin gebracht hat, entweder die ungeheuren, daraus hervorgehenden Nachteile auf immer zu tragen oder aber suchen zu müssen, auch mit einigen Opfern aus diesen Verhältnissen sobald als möglich herauszukommen.“ . . . „Angenommen aber auch, unser Spurgleis sei besser, so leugnen doch unsere Ingenieure durchaus nicht, daß sie selbst der Ansicht sind, daß die Nachteile, die aus einem von allen andern Bahnen des Kontinents verschiedenen Gleise entspringen, tausendfach den Vorteil, der etwa aus der breiteren Spur hervorgehen könnte, über-

¹⁾ Wilhelm Helmreich, geb. 24. Juni 1792 in Wiblingen bei Heidelberg, Bürgermeister von Wiblingen, Abgeordneter für Heidelberg-Land, gest. 1. Januar 1880 in Wiblingen.

²⁾ Verhandlungen der Ständeversammlung im Großherzogtum Baden in den Jahren 1845 und 1846; auch Eisenbahnzeitung 1846, S. 273.

wiegen, und daß, wenn sie heute noch einmal zu wählen hätten, sie unbedingt das schmale Gleis wählen würden. Sie leugnen auch nicht, daß im Jahre 1840 der geeignetste Zeitpunkt gewesen wäre, die Umlegung vorzunehmen, da damals bloß die Strecke von Mannheim bis Heidelberg fertig, im übrigen Deutschland aber schon solche ausgedehnte Strecken vollendet waren, so daß schon damals vorauszusehen war, was auch eingetroffen ist, das ganze übrige Deutschland, ja der ganze Kontinent — Rußland ausgenommen —, werde ein von dem unseren verschiedenes, unter sich gleiches Schienensystem annehmen. Damals war der Schaden mit 50 000 fl. abgemacht, da nur 4 Wegstunden umzulegen und nur 4 Lokomotiven abzuändern waren; allein es wurde fort und fort gebaut; die Baubehörde, welche das breite Schienengleis vorgeschlagen hatte, fand sich nicht veranlaßt, dessen Abänderung zu beantragen, da sie die Sache als politisch, nicht als technisch betrachtete.“ . . .

„Und nun sehen wir von unserem jetzigen Ministerium den Kammern einen Gesetzentwurf vorlegen, um 6 Millionen zu bewilligen, um das nötig gewordene zweite Gleis zu bauen. Und die intelligente, in Finanzsachen so vorsichtige Kammer sollte diese Summe bewilligen, ohne auch nur einmal ernstlich beraten zu haben, ob diese Millionen auf den Bau des zweiten Gleises zweckmäßig verwendet werden oder ob nicht vielmehr der Bau des zweiten Gleises benutzt werden sollte, unser ganzes Gleissystem zu ändern. . . . Durch den Ausbau des zweiten breiten Gleises würde uns Schlimmeres begegnen, als wenn man uns von den in regem Verkehr stehenden Nachbarländern durch eine chinesische Mauer trennte; und abgeschnitten und umgangen wollen wir doch nicht werden.“

Im weiteren Verlaufe der Rede Helmreichs werden die Nachteile einer solchen Isolierung Badens, namentlich in strategischer Hinsicht, in den lebhaftesten Farben dargestellt und für die Verengerung der badischen Spurweite noch der beachtenswerte Umstand angeführt, daß man dadurch dem Raum zwischen den beiden Gleisen die nötige Erweiterung geben könne, da gegenwärtig dieser Raum so eng bemessen sei, daß Züge, deren Türen geöffnet seien, nicht aneinander vorbeifahren könnten. Von Interesse ist auch die für den Umbau der ganzen badischen Bahn und die Abänderung der Betriebsmittel aufgestellte Kostenberechnung, wonach sich bezifferten die Kosten für

1. Neubau der Stationen auf	250 000 fl.
2. „ „ Brücken usw. auf	460 000 „
3. „ „ Gleisanlagen auf	208 000 „
4. Abänderung von 54 Lokomotiven auf . . .	250 000 „
5. „ „ 751 Wagen auf	120 000 „
	<hr/>
im ganzen auf	1 288 000 fl.

Dabei ist von Interesse, daß der Kostenanschlag für den Umbau der Lokomotiven für jede der damals vorhandenen acht Lokomotivgattungen gesondert, ebenso für jede Wagengattung gesondert mit der größten Sorgfalt angefertigt wurde von Emil Keßler¹⁾, dem Besitzer und Direktor der Karlsruher Maschinenfabrik, der zum Schlusse seiner Berechnung ausdrücklich hervorhebt, daß nach dem Umbau der Lokomotiven diese in jeder Hinsicht als gleichwertig mit neuen Maschinen zu betrachten sein würden, da „durch die mit dem Umbau notwendig verbundene Erneuerung aller im Gebrauche bisher schadhaft gewordenen Teile und durch die Anbringung neuer Achsen, besonders neuer Triebachsen, eine wesentliche Verbesserung der Maschinen stattfinden wird“.

In einer darauffolgenden Sitzung, am 5. September, wurde sodann von dem Abgeordneten Brentano²⁾, im Namen der zur Beratung des Helmreichschen

¹⁾ Emil Keßler, geb. 20. August 1813 in Baden-Baden, gest. 16. März 1867 in Stuttgart.

²⁾ Lorenz Brentano, der „Diktator“ der badischen Republik von 1849, geb. 4. November 1813 in Mannheim, gest. 18. September 1891 in Chicago.

Antrages und der ganzen Angelegenheit niedergesetzten Kommission, ein Bericht erstattet, der sich allerdings zunächst auf den Standpunkt stellt, daß: „wenn wir uns jetzt erst für die Wahl einer Spurweite zu entscheiden hätten, wir natürlich diejenige Spurweite annehmen würden, die seither auf den übrigen deutschen Bahnen eingeführt worden ist.“

In der jetzigen Lage aber sei eine Entscheidung nur zu treffen durch die Beantwortung der drei nachstehenden Fragen:

1. Welche Nachteile entstehen dadurch, daß auf unserer Landesbahn die breite Spur und auf den anderen deutschen Bahnen die enge Spur besteht?
2. Welcher Kostenaufwand wird entstehen durch Abänderung der bestehenden Gleise, und welche unvermeidlichen Störungen werden im Betriebe der Bahn während des Umbaues notwendig herbeigeführt?
3. Überwiegen die Nachteile der Verschiedenheit der Spurweite die durch den Umbau entstehenden Kosten und Störungen im Betriebe der Bahn?

Die Besprechung der ersteren dieser Fragen veranlassen den Berichterstatter der Kommission, Brentano, eine größere Anzahl so origineller Behauptungen aufzustellen, daß wir uns nicht versagen können, einen Teil derselben durch wörtliche Wiedergabe zur Kenntnis unserer Fachgenossen und überhaupt weiterer Kreise zu bringen und so der Vergessenheit zu entziehen:

„Es ist bekannt, daß die Lokomotive nur auf eine bestimmte Strecke der Bahn gebraucht werden können (solange sie neu sind, höchstens 10 Stunden) und daß sie dann mit andern vertauscht werden müssen, und es kann also der Spurwechsel keine Wirkung äußern.“

„Was die Personenwagen anbelangt, so würde wohl, wenn einmal ein Wagen von Basel bis Heidelberg im Betriebe war, ein Wechsel stattfinden müssen, selbst wenn in Heidelberg ein Spurwechsel nicht einträte; und selbst, wenn die Bahn von Heidelberg bis Frankfurt nicht unter einer andern Verwaltung stände als die badische Landesbahn, weil ein Wagen, welcher einmal eine Strecke von 64 Stunden im Betriebe war, ruhen und untersucht werden muß.“

„Selbst aber auch, wenn durch ganz Deutschland hindurch alle Bahnen die gleiche Spurweite hätten, müßte an einem Orte ein Wechsel der Wagen stattfinden, und einmal müßten sich die Reisenden das Aussteigen gefallen lassen, und werden sich auch wohl gefallen lassen, wieder einmal auf ihre Beine zu stehen.“

„Und in bezug auf den Transport von Truppen sind die Punkte, an welchen in einem Kriege mit Frankreich die feindlichen Truppen den deutschen Boden zu gewinnen suchen würden, bekannt, und auf sie müßte zum voraus das Augenmerk der deutschen Befehlshaber gerichtet sein. Sie würden also die Truppenbewegungen sogleich dahin lenken, und wir glauben nicht, daß, wenn sonst einer raschen Bewegung der Truppen nichts im Wege stände, der kurze Aufenthalt, welcher durch den Spurwechsel entsteht, von großer Bedeutung sein könnte.“

„Die Mannschaft könnte einen längeren Transport auf der Eisenbahn, ohne auszusteigen, auszuruhen und sich zu erfrischen, nicht machen, wenn sie mit unversehrten Kräften dem Feinde sollte entgegengeführt werden, und den nötigen Zeitaufwand für solches Ruhen kann man zum Umladen des Geschützes, der Munition und des Gepäcks um so leichter benutzen, als ja gerade das Geschütz nur aufgefahren werden darf.“

Wie würde wohl der Herr Abgeordnete Brentano seine Ansichten modifizieren, wenn er sähe, wie unsere heutigen D-Züge, mit Schlaf- und Speisewagen und nur kurzen Aufenthalten an einigen Hauptorten, Tausende von Kilometern auf gleichem Spurgeise die Länder durcheilen; wenn er die Leistungen unserer Eisenbahntruppen und überhaupt der deutschen Eisenbahnen im großen Kriege mit seinen damaligen kurzsichtigen Anschauungen vergleichen könnte!

Aber damals lautete der Schlußantrag des von Brentano erstatteten Kommissionsberichtes auf Verwerfung des Antrages „Helmreich“. Von Regierungsseite

wurde bemerkt, die Regierung habe die vorliegende Frage noch nicht entschieden und müsse sie einer näheren Erörterung unterwerfen; sie werde aber nicht so leicht von dem einmal angenommenen Systeme abgehen. Die Legung des zweiten Schienenstranges sei nun einmal unbedingt notwendig und unaufschieblich, deshalb könne der Antrag „Helmreich“ keinen Einfluß mehr darauf ausüben. Wollte man später einmal eine Änderung stattfinden lassen, so könne das immer noch geschehen, und zwar ohne große Kostenvermehrung.

Der Schluß der ganzen — wir möchten beinahe sagen — Komödie, denn dazu hatte die Rede Brentanos die Verhandlung gemacht — war, daß die Kammer dem Antrag Helmreich keine Folge gab und die ganze Sache noch im „status quo“ gelassen haben wollte. Ein Artikel der Eisenbahnzeitung, der über den Verlauf dieser Verhandlung berichtete, betont dabei, daß es immerhin vor allem als ein günstiges Ergebnis der ganzen gegen die bisherige breite Spur der badischen Eisenbahnen gerichteten Agitation betrachtet werden müßte, daß der Gegenstand überhaupt in der Kammer zur Sprache kam, und daß dieser Umstand zu der Hoffnung berechtige, daß der Zeitpunkt nicht mehr fern sei, in welchem jene Störung in der Einheitlichkeit des deutschen Eisenbahnwesens verschwinden werde.

Und „es kam, wie es kommen mußte“.

Die Angriffe, die gegen das abgeschlossene badische Eisenbahnsystem geführt wurden, mehrten sich. Kaum ein halbes Jahr nach jener denkwürdigen Sitzung in der badischen Zweiten Kammer wurde dem großen Ausschuß der Stadt Mannheim eine Denkschrift vorgelegt, die sich auf die Herstellung einer Eisenbahnverbindung mit Württemberg bezog, worin es heißt:

„Unabweislich stellt sich das Bedürfnis dar, die badische Bahn mit Württemberg zu verbinden. Mit jedem Tage rücken die Gefahren näher, welche die Unterbrechung der sogenannten Ostbahn auf der kurzen Strecke zwischen den badischen und württembergischen Schienenwegen für den Handel der Stadt Mannheim, der zahlreiche Menschen- und Kapitalkräfte des Landes ernährt und befruchtet, mit Notwendigkeit herbeiführen muß.“

Wenn auch in dieser Denkschrift nicht direkt von der Verschiedenheit in der Gleisanlage der beiden Länder die Rede ist, so ist es doch eigentlich selbstverständlich, daß bei der geforderten Verbindung mit Württemberg eine Störung des Verkehrs durch Spurweitenwechsel als vermieden vorausgesetzt wurde. Und so war es in der Tat. Denn im Jahre 1851 wurde ein Staatsvertrag zwischen Württemberg und Baden abgeschlossen, nach welchem „zur Vervollständigung des süddeutschen Eisenbahnnetzes und insbesondere zur Verbindung der badischen Rheintalbahn mit der württembergischen Staatseisenbahn eine Eisenbahn von Bruchsal über Bretten an die württembergische Grenze geführt werden solle; und zwar solle die Spurweite auf das allgemein gültige Maß von 4' 8 $\frac{1}{2}$ " engl. festgesetzt sein. Diesem Staatsvertrag wurde am 27. Januar 1851 in der Zweiten badischen Kammer die Genehmigung erteilt und der bekannte Parlamentarier und spätere Staatsminister Mathy¹⁾ sagte dabei in seiner Rede:

„Beim Landtag 1846 wurde die Frage des Anschlusses an die württembergische Bahn durch die Strecke Karlsruhe—Pforzheim verhandelt, und dieser auch genehmigt, unter Festsetzung der alten badischen Spur von 5 $\frac{1}{3}$ ' bad. = 1,6 m. Heute wird sicher niemand mehr im Ernst auf der badischen Spurweite für den Anschluß nach Osten beharren. Wie seiner Zeit 1848 von der Ministerbank aus erklärt wurde: ‚Die Verbindung mit Baden ist zu einer Ehrensache Deutschlands geworden, so wird es damit auch bald besser stehen‘.“

¹⁾ Karl Mathy, geb. 17. März 1807 in Mannheim, gest. 3. Februar 1868 in Karlsruhe.

Natürlich konnte, wenn auch nach und nach die Erkenntnis der Richtigkeit des Umbaues immer mehr durchdrang, doch die Spurweitesache nicht überstürzt werden; und man kann daraus der badischen Eisenbahnverwaltung keinen Vorwurf machen, daß sie auf ihrem Gebiete nicht Verhältnisse herbeiführen wollte, wie sie in eben diesen Jahren noch auf den Linien der englischen Großen Westbahn zu sehen waren, wo nebeneinander Linien mit enger Spur, mit der weiten Brunelschen und mit gemischter Spur lagen. Und so kam es, daß bei Genehmigung der Linie Karlsruhe—Pforzheim und von da weiter nach Württemberg in der Konzessionserteilung ausdrücklich die weite badische Spur ausbedungen und dieser Bedingung auch von der Zweiten badischen Kammer am 11. September 1846 die Genehmigung erteilt wurde.

Wie sehr inzwischen die Isolierung der badischen Eisenbahnen unaufhaltsam weitere Fortschritte machte, mag aus folgendem ersichtlich sein. Nachdem die Main-Neckar-Bahn die schmale allgemeine Spur angenommen hatte und der deutsche Eisenbahnverein in seinen Satzungen ebenfalls die gleiche Spurweite als allgemein gültige Normalspur aufgestellt hatte, wurde auch seitens der Bundesregierung der Schweizerischen Eidgenossenschaft die gleiche, auch in Frankreich eingeführte Gleisweite für das ganze in Ausbildung begriffene schweizerische Eisenbahnnetz vorgeschrieben. Und nachdem nun, wie schon oben erwähnt, selbst die Züricher Nordbahn durch den im Sommer 1853 zustande gekommenen Fusionsvertrag mit der Ostbahn sich verbindlich gemacht hatte, ihre bislang mit der badischen übereinstimmende Spurweite auf das allgemeine Maß abzuändern, so war jede Aussicht verschwunden, daß die badische Eisenbahn jemals mit einer auf der gleichen Spur erbauten Nachbarbahn in unmittelbare Verbindung gesetzt werden könnte. Es blieb also nichts anderes übrig, als durch das ganze, immerhin schon sehr ausgedehnte badische Eisenbahnnetz die Spurweite abzuändern, wie dies auch in den Niederlanden geschehen mußte mit der Bahn Amsterdam—Arnheim zufolge eines Staatsvertrages mit Preußen vom 13. Juli 1851.

Die Beobachtung dieser Verhältnisse mußte notwendig die badische Regierung dazu führen, die fast täglich in der Presse wiederkehrende und immer dringender werdende Frage einer erneuten sorgfältigen Prüfung zu unterziehen, und sie kam zur Überzeugung von der Unabweisbarkeit der Spurabänderung und der Vorlage eines darauf bezüglichen Gesetzentwurfes vor die Kammer der Abgeordneten. Am 17. Januar 1854 kam dieser Antrag zur Verhandlung und gab dem Staatsminister von Rüdts¹⁾ Gelegenheit, sich über diesen Antrag auszusprechen und die Beweggründe, welche die Regierung bestimmten, jetzt die so vielseitig und oft in Anregung gebrachte Beseitigung der alten Spurweite und ihren Ersatz durch die allgemeine deutsche vornehmen zu lassen. Bei den Motiven legte er Wert darauf, daß nicht leicht ein geeigneterer Zeitpunkt hierfür sich darbieten könne als der jetzige. Denn die neu zu erbauenden Strecken Haltingen—Basel und von da bis Waldhut, ebenso die Verlängerung der Bahn in Kehl bis an das Zollgebäude und in Mannheim bis an den Hafen, endlich die ohnedies zu treffende Legung des zweiten Gleises von Freiburg bis Basel und a. gestatten die Abänderung der Spur auf mehr als einem Drittel der ganzen künftigen Bahnlänge ohne besonderen Aufwand. Überdies liege jetzt gerade die Notwendigkeit vor, das Transportmaterial

¹⁾ Ludwig Freiherr von Rüdts-Collenberg, geb. 20. Juni 1799 zu Bödighem in Franken, wurde im Jahre 1877 in den badischen Grafenstand erhoben und starb am 14. August 1885 in Bödighem.

um 20 Lokomotiven und 300 Wagen zu vermehren, was natürlich sofort passend zur neuen Spur geschehen könne. Der Minister schloß mit den Worten:

„Früher oder später wird die Macht der Verhältnisse uns nötigen, ein System zu verlassen, das in dem ganzen Eisenbahnnetz des europäischen Kontinentes nur in Baden allein besteht und hier jede direkte Schienenverbindung nach außen unmöglich macht; zu keiner Zeit aber wird eine Abänderung mit geringeren Opfern und mit größerem Vorteil ausgeführt werden können als gerade im gegenwärtigen Zeitpunkt.“

Am 3. Februar hat dann die Zweite badische Kammer den Antrag der Regierung einstimmig angenommen und dementsprechend die geforderte Summe bewilligt in der Höhe von 1 077 517 fl. für Abänderung der Gleise und von 500 000 fl. für die Abänderung des Transportmaterials; im Mai des gleichen Jahres begann der Umbau, und zwar mit der Abänderung des östlichen Gleises auf der Strecke Heidelberg—Bühl. Diese ganze Strecke wurde noch im gleichen Jahre 1854 vollendet. Dabei wurden die bisherigen Langschwelen durch Querswelen ersetzt und außerdem versuchsweise wegen des durch hölzerne Swelen verursachten ganz enormen Holzverbrauches die Schienenunterlage durch große Steinwürfel hergestellt. Solche Steinwürfel waren z. B. zwischen Karlsruhe und Durlach angewendet und nach ihrer Beseitigung noch lange Zeit im Gelände neben dem Bahnkörper zu sehen. Während des Umbaues der genannten Strecke verkehrten die Züge mit dem alten Fahrmaterial auf dem noch vorläufig mit breiter Spur fortbestehenden westlichen Gleise ungehindert weiter. Freilich mußten in dieser Übergangszeit alle Bahneinrichtungen, wie Weichen, Drehscheiben, Schiebebühnen usw. für beide Gleismaße, also doppelt, vorhanden sein.

Nachdem dann bis zum 20. Februar 1855 die ganze Strecke von Heidelberg bis Basel auf dem östlichen Gleise umgebaut war, konnte in der Nacht vom 13. zum 14. März das gesamte auf dieser Strecke noch vorhandene und bis dahin in Benutzung gewesene alte Transportmaterial zum eigenen Umbau nach der Karlsruher Hauptwerkstätte geschafft werden. Das Publikum und die Tagespresse nahm an diesem Abschluß lebhaften Anteil:

„Es war ein eigentümlicher, besondere Gefühle erweckender Anblick, die langen Reihen leerer Wagen, die nun ihrer neuen Bestimmung, der Umgestaltung und der Wiederauferstehung in neuer Form, zugeführt wurden, zum letzten Male ihre altgewohnte weite Spur durchlaufen zu sehen. Die bisher nur ausschließlich badischen Fahrzeuge sollten von nun an dem gesamten deutschen Bahnnetz angehören.“

Nach diesem „Heimgang“ der Lokomotiven und Wagen in der alten Form, dem auch der Abtransport des Fahrmaterials der Heidelberg—Mannheimer Strecke folgte, konnte nun auch der Umbau des westlichen Gleises der ganzen badischen Rheintalbahn (wie man sie damals noch hieß) erfolgen. Nur auf der kurzen, bisher eingleisig gebauten Zweiglinie Oos—Baden wurde der Betrieb kurze Zeit unterbrochen; aber auch hier wurde der Umbau in der kurzen Frist von einem Tag und einer Nacht vollendet, und der Betrieb am 22. März wieder eröffnet.

Mit dem 15. April war die gesamte Spurabänderung mit allen dadurch veranlaßten Nebenarbeiten durchgeführt, somit in der Zeit von nicht ganz einem Jahr. Die Leitung lag in den Händen von Baurat Ruppert¹⁾ und war in der ganzen Zeit des Umbaues kein Unfall zu beklagen, ein deutlicher Beweis, mit welcher Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit die große Arbeit geleitet wurde.

¹⁾ Karl Ruppert, geb. 1813 in Mannheim, 1855 Baurat bei der Direktion der badischen Verkehrsanstalten, trat nach Abschluß des erwähnten Umbaues der badischen Eisenbahn 1856 in den Dienst der ungarischen Staatseisenbahn, wurde Baudirektor und blieb dort bis zu seinem in Budapest erfolgten Tode.

So ist denn also durch das Entgegenkommen von Baden ein gewichtiger wertvoller Schritt geschehen zur Herstellung der Einheit im deutschen Eisenbahnwesen, und wenn diesem Schritt auch wohl die Berücksichtigung der eigenen Landesinteressen zugrunde lag, so bleibt es immer eine Tat, die im Hinblick auf die Einheit im Reiche nicht hoch genug geschätzt werden kann. Denn, an und für sich betrachtet, läßt sich wohl kaum bestreiten, daß die weitere Spur von $5\frac{1}{3}$ bad. = 1,6 m für die konstruktive Entwicklung der Lokomotive von ganz besonders günstigem Einfluß gewesen wäre. Jeder Ingenieur, der mit der Konstruktion von Lokomotiven zu tun hat oder gehabt hat, weiß aus eigener Erfahrung, wie wünschenswert bei manchen neueren Lokomotivsystemen ein etwas größerer Raum zwischen den Rädern und Rahmen wäre (z. B. für die inneren Zylinder der vierzylindrigen Maschinen und für die Feuerbüchsen) und sei es auch nur der geringe Betrag von 0,165 m, um welchen die alte badische Spurweite von 1,6 m größer war als die normale deutsche von 1,435 m. Insoferne müßte eigentlich bedauert werden, daß sich das allgemeine deutsche nicht in der ersten Zeit der Eisenbahnen dem badischen Gleise anpassen konnte oder einem andern von ungefähr gleichem Maße. Die Brunelsche Spurweite von 7' engl. müßte aber auch von diesem Standpunkte aus aus verschiedenen Gründen für ungeeignet erklärt werden. Aber es ist eine müßige und ganz überflüssige Erörterung, heute noch einen Wunsch nach Änderung der allgemeinen Spurweite auszusprechen; seien wir zufrieden, daß wir sie haben wie sie ist, und zwar ziemlich einheitlich im ganzen europäischen Kontinent. Und hoffen wir, daß, was uns in unserm deutschen Vaterland noch an Einheitlichkeit im Eisenbahnwesen fehlt, durch Einsicht der maßgebenden Staatsmänner auch noch beschieden werde, die Einigung sämtlicher Eisenbahnverwaltungen in einer gemeinsamen deutschen Zentralstelle.

Benutzte Literatur.

1. Eisenbahnzeitung, Sämtliche Jahrgänge bis 1855.
2. Verhandlungen der Ständeversammlung des Großherzogtums Baden in den Jahren 1845 und 1846 sowie 1854.
3. Badische Biographien von D. F. von Weech. II. und IV. Teil. Encyclopedia Britannica.
4. Meyers großes Konversationslexikon.
5. Georg Stephenson, Geschildert in seinem Leben und Wirken. Stuttgart 1860.
6. Oppermann, Portefeuille économique des Machines. Jahrgang 1892.

Die geschichtliche Entwicklung der Dampfkesselaufsicht in Preußen.

Von

Dipl.-Ing. Dr. jur. B. Hilliger, Berlin.

Die Geschichte der Dampfkesselaufsicht beginnt in Preußen mit einem Erlaß des Königl. Ministeriums des Innern vom Jahre 1828, in welchem die Durchführung bestimmter Vorsichtsmaßregeln bei Anlage und Betrieb von Dampfmaschinen der Polizeibehörde übertragen wurde. Bemerkenswert ist hierbei, daß nur der Betrieb von Dampfmaschinen als gefährlich angesehen wurde, wobei die eigentliche Quelle der Gefahr, der Dampfkessel, als ein weniger bedeutender Bestandteil der Maschine galt und gar nicht besonders erwähnt wurde. Hieraus ergab sich, daß die nicht zum Maschinenbetrieb dienenden Dampfkessel, deren Zahl allerdings damals sehr gering war, zunächst keinen Bestimmungen unterlagen. Diese Auffassung dauerte noch an, als schon Konstruktionen ausgeführt wurden, bei denen Kessel und Maschine vollkommen getrennt waren. Erst im Jahre 1837 wurden die Vorschriften auf alle Kessel ausgedehnt; es behielten jedoch die nicht zum Maschinenbetrieb dienenden Dampfkessel einige Erleichterungen, die noch im Gesetz von 1856 hervortraten.

Im Jahre 1828 hatte man nur die Beobachtung gewisser Sicherheitsvorschriften bei Anlage und Betrieb der Dampfkessel für nötig gehalten. Interessant ist, wie das Ministerium diese Auffassung in einer Verfügung vom 26. November 1829 (v. Kamptz Annalen Bd. XIII S. 887) begründet, indem es sagt:

„Ein allgemeines Gesetz über die Konstruktion der Dampfmaschinen ist nach der Ansicht des Königl. Ministerii des Innern und der Polizei weder zweckmäßig und allen Erfordernissen genügend zu entwerfen, noch überhaupt nach allgemeinen Rechtsprinzipien hinreichend zu begründen.“

Der Dampfkesselbau hatte sich also zur Zeit noch zu keinen gemeinsamen Grundformen entwickelt, so daß technische Einzelheiten nicht festgesetzt werden konnten. Andererseits machte, ein Zeichen der Zeit, die rechtliche Begründung solcher die Privatwirtschaft einzelner betreffenden Vorschriften große Schwierigkeit.

Einen bedeutenden Erfolg hatten diese Bestimmungen nicht. Die Zahl der Unfälle nahm schnell zu und veranlaßte die Regierung, durch eine Kabinettsorder vom 1. Januar 1831 (G.S. 1831 S. 243) eingehendere Bestimmungen zu treffen, „um den Gefahren, welche von dem in neuerer Zeit immer allgemeiner werdenden Gebrauche der Dampfmaschinen zu besorgen seien, möglichst vorzubeugen.“

Durch diese wurde festgesetzt, daß die Aufstellung von Dampfmaschinen nur mit polizeilicher Genehmigung unter Berücksichtigung der Interessen der Nachbarn erfolgen dürfe. Die zur Ergänzung erscheinende Ministerialverfügung vom 13. Oktober 1831 (G.S. 1831 S. 244) gibt die ersten weitergehenden Vorschriften an. Diese

erstrecken sich besonders auf den Ort der Anlage, die Höhe der Schornsteine, Vorrichtungen zur Erkennung des Wasserstandes, Speisevorrichtungen, Manometer und Sicherheitsventile, deren Öffnung $\frac{1}{1500}$ der Kesselgrundfläche betragen sollte.

Ferner enthielt diese Verfügung die ersten Bauvorschriften. Nach diesen sollte die Wandstärke zylindrischer Kessel nach der Formel $e = 0,0025 d a + 0,1$ berechnet werden, wobei e die Wandstärke in Zoll, d den Durchmesser in Zoll und a den Druck in Atmosphären ($1 \text{ at} = 1,0233 \text{ kg/qcm}$) bezeichnet. Durch diese Angaben wurde eine Materialbeanspruchung von $2,16 \text{ kg/qmm}$ vorgeschrieben. Für feuerberührte Heizflächen und Rohre mit äußerem Druck sollten die Wandstärken $1,5$ bis $1,7$ mal so groß ausgeführt werden, wodurch die Materialbeanspruchung auf $1,45$ bis $1,32 \text{ kg/qmm}$ festgesetzt wurde. Welcher Sicherheitsgrad diesen Berechnungen zugrunde gelegt war, läßt sich nicht ermitteln. Man wird ihn aber auf Grund anderer Angaben (vgl. Dinglers polyt. Journal Bd. 48 S. 81) etwa zu 10 bis 12 annehmen können, so daß die Zerreißfestigkeit des Materials etwa 25 kg/qmm betragen würde. Bei diesen Berechnungen ist die Schwächung des Materials durch die Nietnähte nicht berücksichtigt. Es entspräche auch nicht den Absichten des Gesetzgebers, wenn man diese Schwächung durch einen besonderen Koeffizienten berücksichtigen würde. Denn damals galt es noch als anerkannte Tatsache, daß die Nietnähte die stärksten Teile des Kessels seien.

Diese Vorschriften galten für gehämmertes oder gewalztes Eisenblech sowie für Kupferblech, während für Gußeisen die Wandstärken viermal so stark gewählt werden sollten.

Die schnelle Entwicklung des Dampfkesselwesens und die im Betriebe gesammelten Erfahrungen ließen jedoch diese Vorschriften schnell veralten, so daß sie im Jahre 1838 neu geordnet wurden (G.S. 1838 S. 262). Hier wurden zum erstenmal für Kessel, deren Betriebsdruck 6 at übersteigt, besondere Kesselhäuser verlangt. Ferner wurde die Öffnung der Sicherheitsventile auf $\frac{1}{2000}$ der Heizfläche festgesetzt. Die Materialvorschriften wurden abgeändert, und zwar wurde für die Berechnung von zylindrischen Kesselteilen aus Eisenblech mit innerem Druck die Formel $e = \frac{1}{2} d (2,718 - 1) + 0,1$, mit äußerem Druck $e = 0,0067 d \sqrt[3]{a} + 0,05$ vorgeschrieben. Welche Erwägungen zu derartig komplizierten Formeln führten, läßt sich nicht ermitteln; die Formeln scheinen vielmehr auf Grund ausgeführter Anlagen aufgestellt zu sein. Die aus diesen Formeln sich ergebenden Materialbeanspruchungen nehmen mit steigendem Rohrdurchmesser und Kesseldruck stark zu und schwanken zwischen $0,5$ und $2,65 \text{ kg/qmm}$.

Es wurde ferner die Verwendung von Messing nur noch für Rohre bis zum Durchmesser von 4 Zoll, die Verwendung von Gußeisen nur noch für Rohre bis zum Durchmesser von 18 Zoll für zulässig erachtet.

Eine durchgreifende Änderung der gesetzlichen Vorschriften brachte die Gewerbeordnung vom 17. Januar 1845. Im § 27 derselben wurden Dampfmaschinen, Dampfkessel und Dampfentwickler zu den Anlagen gezählt, die einer besonderen polizeilichen Genehmigung bedürfen; damit kam auch für diese das für gewerbliche Anlagen vorgeschriebene Ediktalverfahren zur Anwendung, durch das das Recht, Anlagen zu genehmigen, der Ortspolizei genommen und der Regierung übertragen wurde. Diese eröffnete dann ein langwieriges Verfahren unter öffentlicher Bekanntmachung des Vorhabens und unter mündlicher Erörterung der erhobenen Einwände, eine Maßnahme, die der jungen Industrie manche Schwierigkeiten bereitete. Zur

Ergänzung der Gewerbeordnung erschienen im Jahre 1848 (G.S. 1848 S. 321) neue polizeiliche Bestimmungen, welche die von der Polizei zur Anwendung kommenden Grundsätze des neuen Verfahrens ordneten und bemerkenswerte Änderungen brachten, die auch ein Fortschreiten der Kesselkonstruktionen erkennen lassen. Dies zeigt sich besonders darin, daß die Wandstärken nur noch für zylindrische Kessel, die entsprechend den früheren Bestimmungen berechnet werden sollten, vorgeschrieben wurden, während bei nicht zylindrischen Kesseln die Bestimmung der Wandstärke und damit auch die Verantwortung für hinreichende Wandstärke dem Verfertiger des Kessels übertragen wurde. Von Vorschriften über Schornsteine wurde vollkommen abgesehen, dagegen wurde für die Öffnung der Sicherheitsventile der Überdruck maßgebend gemacht. Neu schließlich ist die Einführung einer Wasserdruckprobe neuer Kessel, die mit dem anderthalbfachen Betriebsdrucke stattzufinden hatte.

Die nächsten Jahre brachten nur unbedeutende Änderungen, die sich hauptsächlich auf Manometer und Kesselschild erstreckten. Ferner wurde die vorübergehende Aufstellung beweglicher Kessel sowie die bei Explosionen durchzuführende Untersuchung geregelt. Interessante Angaben enthält auch der Ministerialerlaß vom 14. Februar 1859, durch den eine Atmosphäre gleich 14 Pfund des allgemeinen Landesgewichtes auf den Quadratzoll (1,0233 kg/qcm) und eine Pferdekraft gleich derjenigen Leistung gesetzt wurde, die 480 Pfund in der Sekunde einen preußischen Fuß hochhebt (75,32 m/kg).

Die bisher ergangenen Bestimmungen scheinen aber nicht den Erfordernissen eines gefahrlosen Betriebes in dem erwarteten Umfange genügt zu haben. Sie erstreckten sich ja auch nur auf die polizeiliche Genehmigung und Abnahme neuer Anlagen; eine weitere behördliche Beaufsichtigung fand nicht statt. Die Einführung einer ständigen Überwachung erschien deshalb dringend geboten, so daß die Grundlage dazu durch das Gesetz betreffend den Betrieb von Dampfkesseln vom 7. Mai 1856 geschaffen wurde. Nach diesem sollten regelmäßige Besichtigungen der Kesselanlagen stattfinden, ohne daß dadurch aber der Kesselbetrieb unterbrochen werden sollte. Diese Untersuchungen konnten somit nur als äußere gelten. In den Einzelheiten zeigt sich noch einmal der Unterschied zwischen den Kesseln, deren „Dämpfe mechanisch wirken“, d. h. die zum Betriebe von Maschinen dienten, und denen, die zu anderen Zwecken betrieben wurden. Während diese nur alle zwei Jahre besichtigt werden sollten, wurden jene jährlich einer Besichtigung unterzogen. Es muß also auch jetzt noch die Anschauung geherrscht haben, daß die Dampfmaschine auf die Gefährlichkeit der Anlage von Einfluß ist.

Mit diesen Untersuchungen wurden, abgesehen von den der Aufsicht der Bergbehörden unterstellten Kesselanlagen, die Kreisbaubeamten beauftragt. Hierdurch wurden diese Beamten, deren Tätigkeit sich bisher nur auf das Baufach erstreckt hatte, vor ganz neue Aufgaben gestellt. Wie wenig sie diesen gewachsen waren, zeigt der bald beginnende Kampf gegen die Beaufsichtigung, der besonders von dem damals gegründeten Verein deutscher Ingenieure geführt wurde. In einer Denkschrift des Oberschlesischen Bezirksvereins wurden die bestehenden Mängel dargelegt und manche Fälle von unzureichender Befähigung dieser Beamten festgestellt. Dabei wurde besonders darauf hingewiesen, daß es keineswegs an Ingenieuren fehle, welche die Überwachung mit besserem Erfolg durchführen könnten. Diesen sollte die Überwachung übertragen werden und dadurch gleichzeitig erreicht werden, daß „die Maschineningenieure auch in Beziehungen auf Stellung und Rechte im Staate aus der geschichtlich allerdings erklärlichen und notwendigen Unterordnung unter das

Bauwesen sich erheben und in einen Zustand der gesellschaftlichen Gleichberechtigung treten könnten“.

Doch in den Kreisen des Vereins Deutscher Ingenieure waren die Ansichten über die Änderung des Überwachungsdienstes geteilt, zumal man überhaupt eine staatliche Aufsicht auf diesem Gebiete für unangebracht hielt. Zudem sprachen Gesichtspunkte mit, die in der damaligen politischen Lage ihre Begründung hatten; denn es erschien nicht angebracht, wenn ein Verein von ausgesprochen deutscher Tendenz auf die Änderung gesetzlicher Bestimmungen eines Einzelstaates hinwirke, zumal die Verhandlungen darüber in einer außerhalb Preußens stattfindenden Hauptversammlung (1860 Dresden) geführt wurden. So ruhte dann diese Angelegenheit und kam erst wieder durch eine Veröffentlichung des Berliner Bezirksvereins in der Vereinszeitschrift (1862 S. 92) in Fluß, in der von Fällen gesprochen wurde,

„in welchen die mit der Revision der Dampfkessel betrauten Baubeamten sich als zu diesem Amte unbefähigt gezeigt hätten“.

Gegen diese Äußerungen glaubte das Ministerium vorgehen zu müssen und verlangte in einem Schreiben an den Berliner Bezirksverein entweder diese Fälle anzugeben oder die Äußerungen in der Vereinszeitschrift zu berichtigen, da derartige Mitteilungen „in der Zeitschrift eines Vereins von Sachverständigen“ nicht dem Ansehen der Verwaltung zuträglich seien. Dieses Vorgehen ist wohl erklärlich; aber die weitere Behandlung der Angelegenheit zeigt doch, daß der damals das politische Leben beherrschende Konflikt zwischen Regierung und Volksvertretung auch auf diese Fragen lähmenden Einfluß ausübte. Denn als der Verein Deutscher Ingenieure nunmehr in einer Denkschrift darlegte, daß die in Preußen üblichen Revisionen durch Baubeamte nicht den Verhältnissen entsprächen und eine Änderung dieser Zustände wünschenswert sei, erfolgte vom Ministerium eine kurze, entschieden ablehnende Antwort. Diese Stellungnahme mag auch wohl zum Teil auf den damaligen Handelsminister Graf Itzenplitz zurückzuführen sein, der sich, wie Bismarck in seinen Gedanken und Erinnerungen ausführt, darauf beschränkte:

„die Beschlüsse sachkundiger Räte mit seiner Unterschrift zu versehen und nach Möglichkeit die Divergenzen zu vermitteln, in welche die Beschlüsse der teils liberalen, teils in engen Resort-Gesichtspunkten befangenen Räte mit der Politik des Königs und des Staatsministeriums geraten konnten.“

Somit waren die Bemühungen des Vereins Deutscher Ingenieure zur Herbeiführung einer erfolgreicherer Kesselaufsicht gescheitert.

Im Laufe der Jahre hatte sich das seit 1845 bestehende Ediktalverfahren als zu schwerfällig erwiesen, so daß im Jahre 1861 durch das Gesetz betr. die Errichtung gewerblicher Anlagen (G.S. 1861 S. 749) wesentliche Erleichterungen herbeigeführt wurden. Das ganze Verfahren wurde beseitigt und die Regierungen wurden ermächtigt, über die Zulässigkeit der Anlagen nach Maßgabe der bestehenden bau-, feuer- und gesundheitspolizeilichen Vorschriften unmittelbar zu entscheiden. Diese Änderung veranlaßte den Handelsminister, die bestehenden polizeilichen Vorschriften systematisch zu ordnen und unter Hinzuziehung praktischer Fachmänner den fortschreitenden Bedürfnissen des Kesselbetriebes anzupassen (Min.-Bl. 1861 S. 176). Der Einfluß der technischen Sachverständigen zeigt sich wohl am deutlichsten in der vollkommene Beseitigung aller Vorschriften über die anzuwendenden Wandstärken, deren Abmessung allein dem Verfertiger überlassen wurde, wobei ihm ausdrücklich auch die Verantwortung übertragen wurde. Dagegen hielt das Ministerium es im Interesse der Sicherheit für geboten, den Prüfungsdruck für Wasserdruckproben von dem

anderthalbfachen auf den dreifachen Betriebsdruck zu erhöhen. Daß die dabei auftretenden hohen Drücke etwas Neues, für die Technik Schwieriges seien, zeigt die Anweisung, daß die Proben, falls das verwandte Manometer nicht ausreiche, durch Belastung des Sicherheitsventils der Pumpe bewirkt werden sollten. Überhaupt scheinen die Manometer noch wenig den Betriebsanforderungen genügt zu haben, da angeordnet wurde, daß in jeder Anlage zur Manometerprüfung immer ein Quecksilberröhren-Manometer vorhanden sein müsse. Diese Wasserdruckproben mit so hohem Druck scheinen noch weitere Schwierigkeiten verursacht und trotzdem wenig den Erwartungen entsprochen zu haben, so daß das Ministerium sich schon wenige Jahre später veranlaßt sah, den Prüfungsdruck auf das Doppelte des Betriebsdruckes herabzusetzen. (Min.-Bl. 1864 S. 289.)

Die politischen Umwälzungen des Jahres 1866 und die Gründung des Norddeutschen Bundes brachten formale Änderungen, da nach Art. 4 Abs. 1 der Bundesverfassung vom 26. Juli 1866 die Bestimmungen über den Gewerbebetrieb der Beaufsichtigung und Gesetzgebung des Bundes übertragen wurden. Die darauf beruhende Gewerbeordnung vom 21. Juni 1869 und die Ausführungsanweisung vom 4. September 1869 übernehmen aber vollkommen die den Kesselbetrieb betreffenden preußischen Vorschriften und lassen auch die besonderen einzelstaatlichen Anordnungen bis zum Erlaß allgemeiner Bestimmungen durch den Bundesrat in Kraft. Diese in Aussicht genommenen Bundesratsbestimmungen wurden am 29. Mai 1871 veröffentlicht und durch eine Anweisung des Handelsministers vom 11. Juni 1871 für Preußen ergänzt; sie erstreckten sich nur auf die Neuanlage von Kesseln. Die Änderungen für Preußen betreffen hauptsächlich die Wasserdruckproben, die bis zu einem Betriebsdruck von 5 at mit dem doppelten Druck, bei einem Betriebsdruck von über 5 at mit einem Mehrdruck von 5 at ausgeführt werden sollen. Zur Druckmessung sollen besondere, im Besitz der Beamten befindliche Kontrollmanometer verwendet werden, ohne daß die Druckmessung mit Quecksilberröhren-Manometer unzulässig wird. Ferner wurden in der neuen Anweisung die Vorschriften über die Größe der Sicherheitsventile beseitigt.

Die regelmäßige Überwachung erfolgte weiter nach den einzelstaatlichen Vorschriften, für Preußen also nach dem Gesetz vom 7. Mai 1856. Die darauf beruhenden Untersuchungen der Baubeamten entsprachen aber immer weniger den Erfordernissen der Sicherheit, da neuere Kesselkonstruktionen und Betriebserfahrungen eingehende Spezialkenntnis verlangten. So sah sich denn das Ministerium, nachdem man durch die Übertragung dieser Untersuchungen an einen besonderen Beamten in Frankfurt a. M. keine hinreichende Besserung erzielt hatte, veranlaßt, die Frage der regelmäßigen Untersuchungen von Grund auf zu ändern. Gleichzeitig sollte für das ganze Staatsgebiet ein einheitlicher Rechtszustand hergestellt werden. Dies geschah durch das Gesetz vom 3. Mai 1872. Von dem Gesetz von 1856 unterscheidet es sich im wesentlichen dadurch, daß damals bei den Untersuchungen eine Unterbrechung des Betriebes nicht verlangt, also innere Untersuchungen des Kessels nicht vorgeschrieben werden konnten. Im Gesetz von 1872 wird aber über die Art der Revisionen keine Festsetzung getroffen, so daß durch die Ausführungsanweisung vom 24. Juni 1872 (Min.-Bl. 1872 S. 183) innere Untersuchungen verlangt werden konnten, die alle sechs Jahre stattfinden und mit einer Wasserdruckprobe verbunden werden sollten.

Durch das Gesetz von 1872 wurden ferner die Kesselbesitzer zur Tragung der Kosten der Revisionen verpflichtet und ihnen oder ihren Vertretern unter Straf-

androhung eine weitgehende Verantwortlichkeit für die Sicherheit des Betriebes auferlegt.

Mit der Vornahme dieser Untersuchungen sollten wieder die Baubeamten beauftragt werden, wenn auch in den amtlichen Motiven zu dem Gesetze zugegeben wird:

„daß die Kesselbesitzer selbst in der neuerdings mehrfach versuchten Bildung besonderer Vereine zur gemeinschaftlichen Überwachung ihres Kesselbetriebes die Mittel besäßen, diesem Betriebe die wünschenswerte Sicherheit zu verschaffen.“

Die Verhandlungen im Abgeordnetenhaus veranlaßten aber die Regierung, diese Absicht aufzugeben. Sie erklärte schließlich bei den Erörterungen der Frage der Revisionen,

„daß es in der bestimmten Absicht liege, überall auf die Vornahme amtlicher Revisionen zu verzichten, wo die Verwaltung nach sorgfältiger Prüfung sich überzeugen werde, daß die Interessenten selbst hinreichende Vorsorge für eine regelmäßige Kontrolle ihres Kesselbetriebes getroffen hätten. Eine mögliche Einschränkung der amtlichen Kontrolle zugunsten der Selbstverwaltung halte der Herr Minister nicht für unbedenklich, sondern sogar für wünschenswert. Dieses werde vor allem auf die Vereine zur Überwachung von Dampfkesseln Anwendung finden“ (Sten. Ber. d. H. d. Abg. 1871/72 S. 913.)

Dieser Ansicht entsprach dann auch der Ministerialerlaß vom 24. Juni 1872, durch den den Vereinen die Befugnis erteilt wurde, die regelmäßigen Untersuchungen an den Kesseln ihrer Mitglieder mit amtlicher Gültigkeit vorzunehmen. Die Abnahmen neuer Kessel und die Aufsicht über die Kessel, deren Besitzer keinem Verein angehörten, blieb aber den Kreisbaubeamten.

Somit war in Preußen die Möglichkeit einer erfolgreichen Entwicklung der Dampfkessel-Überwachungsvereine gegeben. Derartige Vereine waren schon an einzelnen Orten einige Jahre früher entstanden und hatten den Zweck, die staatliche Aufsicht durch eine Vereinskontrolle zu ergänzen, da die Kesselbesitzer erkannt hatten, daß eine solche Überwachung einen außerordentlichen Wert zum Schutze gegen Explosionen und zur Herbeiführung eines wirtschaftlichen Betriebes besitze. Die Anregungen zu solchen Vereinsgründungen waren aus England gekommen. Dort war die Aufstellung und der Betrieb der Dampfkessel an keine gesetzlichen Vorschriften gebunden, sofern es sich nicht um Schiffskessel handelte. Bei der Ausdehnung des Kesselbetriebes in England führte dieser Zustand zu einer dauernden Folge von Explosionen und zwang die Unternehmer, die durch ein Haftpflichtgesetz zu Schadenersatz verpflichtet waren, zur Selbsthilfe. So bildete sich im Jahre 1855 in Manchester die „Association for the prevention of Steam Boiler Explosions“, mit dem Zweck, die Dampfkesselanlagen ihrer Mitglieder durch geeignete Ingenieure untersuchen zu lassen, um gefahrbildende Mängel rechtzeitig festzustellen und auf ihre Beseitigung hinzuwirken. Außerdem sollte auf möglichst wirtschaftliche Erzeugung des Dampfes geachtet werden. Nach diesem Vorbild entstanden bald in anderen Städten Englands ähnliche Vereine, die teils neben diesen Zwecken auch die Versicherung gegen Explosionsschäden in ihr Programm aufnahmen. Gerade diese Tätigkeit gewann für England immer mehr Bedeutung und veranlaßte 1865 die Association for the prevention of Steam Boiler Explosions, ihre Tätigkeit auch hierauf zu erstrecken. Hierdurch erlangte sie nunmehr unter dem Namen „Manchester Steam User's Association“ einen bedeutenden Einfluß und zählte bei ihrem 50jährigen Jubiläum im Jahre 1905 2165 Mitglieder mit 8150 Kesseln.

Die auffälligen Erfolge der englischen Dampfkessel-Überwachungsvereine wurden auch in Deutschland bekannt und veranlaßten im Jahre 1866 das Großherzoglich

Badische Handelsministerium, durch die Handelskammer in Mannheim und unter Mitwirkung einiger Kesselbesitzer einen ähnlichen Verein ins Leben zu rufen, der besonders auch auf eine wirtschaftliche Dampferzeugung hinwirken sollte. In dem ersten Jahre der Vereinstätigkeit wurden die Untersuchungen von zwei nicht ausschließlich in Vereinsdiensten stehenden Ingenieuren erledigt; doch schon im Jahre 1868 war der Verein derart gewachsen, daß es notwendig wurde, die Vornahme der Prüfungen einem dazu angestellten Ingenieur zu übertragen, dem bald noch ein Assistent in Freiburg beigegeben werden mußte. Beinahe in die gleiche Zeit fällt die Gründung des Mülhausener Vereins, dessen Tätigkeit sich auf das damals noch französische Oberelsaß erstreckte.

Solange aber die Mehrzahl der deutschen Staaten insbesondere Preußen an der Revision der Kessel durch Staatsbeamte festhielt, so daß der Beitritt zu Überwachungsvereinen den Kesselbesitzern keine Erleichterungen, sondern eine doppelte Überwachung brachte, konnten die Vereine nicht recht gedeihen. Dies änderte sich sofort, als im Jahre 1872, wie oben erwähnt, in Preußen und nach dessen Vorbild auch in anderen Staaten die Vornahme amtlicher Untersuchungen an den Kesseln der Vereinsmitglieder den Vereinen zugestanden wurden. In schneller Folge entstanden Neugründungen, und schon im Jahre 1874 waren in Deutschland 16 Vereine tätig.

Die Befugnisse der Vereine in Preußen erstreckten sich nur auf die Vornahme der regelmäßigen inneren und äußeren Untersuchungen, der Wasserdruckproben und der Druckproben nach einer Hauptausbesserung ausschließlich an Vereinskesseln. Natürlich ging das Streben der Vereine dahin, ihre Befugnisse auf alle Maßnahmen auszudehnen, welche die Gesetze vorsehen. Diese Bestrebungen und zugleich auch der Wunsch, die Erfahrungen anderer Vereine zu nutzen, ließen im Hamburger Verein die Absicht entstehen, einen Verband der Vereine ins Leben zu rufen (Januar 1872). In einem Rundschreiben an diese wies der Hamburger Verein darauf hin, daß es wünschenswert sei:

„gemeinsam für Förderung aller Schritte zu sorgen, welche geeignet sind, für die Anlage und Unterhaltung der Dampfkessel rationelle, der Jetztzeit wie dem steten Fortschritt der Technik genügende Gesetze, Verordnungen oder Vorschriften zu erringen“.

Es sollte ferner eine möglichste Gleichheit der Grundsätze hergestellt werden, nach denen die Prüfung der Dampfkessel geschehen soll; außerdem sollte eine Statistik entworfen werden, um die einzelnen Erfahrungen zusammenzustellen und zu verwerten. Die Antworten auf dieses Rundschreiben fielen sehr verschieden aus. Während einige Vereine sich unbedingt für einen festeren Zusammenschluß erklärten, fürchteten andere eine Schematisierung der Arbeit und eine Behinderung der freien Entwicklung, so daß der Hamburger Verein seine Absicht aufgab. Doch der Magdeburger Verein griff den Gedanken auf und lud alle Vereine zu einer vorberatenden Versammlung auf den 27. Juli 1872 nach Cassel ein. An dieser nahmen acht Vereine teil, die sich alle für die Gründung eines Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine aussprachen, der den einzelnen Vereinen in eigenen Angelegenheiten volle Selbständigkeit lassen sollte. Zur Erreichung der Zwecke des Verbandes, wie sie im Rundschreiben des Hamburger Vereins erwähnt waren, sollten jährliche Versammlungen von Delegierten und Ingenieuren der Vereine sowie die Herausgabe einer Zeitschrift zum Austausch der Erfahrungen dienen.

Auf dieser Grundlage fand auf der ersten Delegiertenversammlung in Hannover im Februar 1873 die Gründung des „Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine“ statt, dem sofort acht Vereine beitraten. Die nächsten Jahre waren dem

inneren Ausbau des Verbandes gewidmet. Daneben gewann die technische Tagesordnung der Delegiertenversammlungen immer mehr Bedeutung. Auch von seiten der Behörden fand der Verband gewisse Anerkennung: so fragte im Jahre 1877 das preußische Handelsministerium an, ob es zweckmäßig sei, Vorschriften über Versteifung der Flammrohre zu erlassen. Es wurde beschlossen zu antworten, daß der Verband keine Einführung von Konstruktionseinzelheiten in die Gesetzgebung befürworten könne, da Versuche fehlen, aus denen Unterlagen hierfür gewonnen werden könnten. Gleichzeitig gab der Verband dem Wunsche Ausdruck, die Gesetzgebung nicht durch rein technische Anordnungen zu verschärfen, sondern diese besonderen Vereinbarungen der Industrie zu überlassen. In der gleichen Richtung äußerte sich der Verband, als im Jahre 1878 die preußische sowie die badische Regierung anfragten, ob es zweckmäßig sei, außer Dampfzeugern auch Dampfverwendungsapparate einer Kontrolle zu unterwerfen, und ob überhaupt eine Verschärfung der Überwachung angebracht sei. Diese Anfragen beweisen deutlich, daß der Verband sich bereits ein hohes Ansehen errungen hatte und als sachverständig auf dem Gebiete der Dampfkesselüberwachung galt.

Ein wichtiges Ergebnis hatte die Verbandsversammlung 1879, auf der der Begriff Explosion durch folgende Definition festgelegt wurde:

„Erleidet die Wandung eines Dampfkessels eine Trennung in solchem Umfange, daß ein plötzlicher Ausgleich der Spannungen innerhalb und außerhalb desselben und damit eine plötzliche Entleerung von Dampf und Wasser stattfindet, so ist dieser Unfall als Explosion zu betrachten.“

Auf einen Antrag des Vereins Deutscher Ingenieure über eine Änderung der Wasserdruckprobe erklärt der Verband seine Ansicht dahin,

„daß die periodisch zu wiederholenden Wasserdruckproben nicht mit dem doppelten, sondern höchstens mit dem anderthalbfachen Konzessionsdruck bzw. bei Kesseln mit über 10 at. Druck mit 5 at Zuschlag ausgeführt werden sollten“.

Im nächsten Jahre wurde über die „Anforderungen, welche an Kesselbleche gestellt und wie solche klassifiziert werden sollen“, eingehend berichtet. Schon im Jahre 1875 hatte die Jahresversammlung in Dresden sich auf Antrag des Magdeburger Vereins mit „Vorschlägen zu Normen zur Feststellung der Blechstärken und Eisenqualitäten für Kesselmaterial“ beschäftigt. Derartige Normen entsprachen dringenden Wünschen der Industrie; denn, nachdem im Jahre 1861 die gesetzlichen Vorschriften für Material und Bau von Dampfkesseln beseitigt waren, hatte eine gewisse Unsicherheit in der Berechnung der Wandstärken Platz gegriffen und in einzelnen Fällen zu bedenklichen Konstruktionen geführt.

Die Verbandsversammlung schloß sich deshalb gern den Vorschlägen des Magdeburger Vereins an und förderte die Arbeiten, so daß im Jahre 1881 auf der Versammlung in Halle diese Normen unter der Bezeichnung „Grundsätze für die Prüfung der Materialien zum Bau von Dampfkesseln (Würzburger Normen) und „Vorschläge für die Berechnung der Blechstärken neuer Dampfkessel“ (Hamburger Normen) der Ingenieurwelt übergeben werden konnten.

Zunächst waren die Hamburger Normen auf Formeln für glatte Flammrohre und Kesselmäntel mit innerem Druck, sowie auf Nietberechnungen beschränkt, während die Würzburger Normen sich nur auf Schweißbeisen erstreckten. Man hatte mit den Bessemerblechen, die seit Ende der sechziger Jahre in England hergestellt und vereinzelt in Deutschland für den Kesselbau verwendet wurden, schlechte Erfahrungen gemacht. Dies lag wohl zum größten Teil an der Unkenntnis der physika-

lischen Eigenschaften des neuen Baustoffes und an einer falschen Bearbeitung, deren Folgen deshalb so stark in Erscheinung traten, weil die damaligen Flußeisenwerke nur harte Bleche herstellen konnten. Erst als es gelang, weiches Flußeisen besonders seit der Herstellung des Materials im basischen Ofen zu erzielen, traten diese Bleche mit dem bewährten Schweißisen in Wettbewerb und drängten es ständig zurück. Die Vorteile des Flußeisens waren ja auch sehr bedeutend; neben dem geringen Preise konnten die Bleche in viel größeren Abmessungen geliefert werden, wodurch die Zahl der Nietnähte sich erheblich verringerte.

Diese große Bedeutung des Flußeisens veranlaßte im Jahre 1887 den Verband der Dampfkessel-Überwachungsvereine, die Würzburger Normen auch auf Flußeisen auszudehnen. Auf der Verbandsversammlung in Stuttgart (1890) hielt man aber nur zwei Blechqualitäten für den Kesselbau geeignet, und zwar Feuerblech mit 30 bis 40 kg/qmm Festigkeit und etwa 20 v H Dehnung bei einer Gütezah 62 und Mantelblech mit 38 bis 44 kg/qmm Festigkeit und etwa 20 v H Dehnung bei einer Gütezah 60. Gleichzeitig setzte man fest, daß nur im Flammofen hergestelltes Material im Kesselbau zu verwenden sei.

Im Laufe der Jahre wurden auch die Hamburger Normen allmählich erweitert, so besonders auf den Versammlungen 1891 in Danzig und 1896 in Bonn. Eine wichtige Änderung wurde 1898 getroffen. Nach den Festsetzungen im Jahre 1881 sollte nämlich die Beanspruchung des Materials an der schwächsten Stelle nicht mehr als $\frac{1}{5}$ der Zerreißfestigkeit betragen und nur bei doppelt gelaschten Nähten und sorgfältiger Herstellung $\frac{1}{4,5}$ zugelassen werden; diese Werte wurden nunmehr auf $\frac{1}{4,5}$ bzw. $\frac{1}{4}$ herabgesetzt.

Neben diesen Normen hatte die Verbandsversammlung im Jahre 1881 sich auch mit Vorschriften über Leistungsversuche an Dampfkesseln und Dampfmaschinen beschäftigt und eine Ausarbeitung derselben zusammen mit dem Verein Deutscher Ingenieure und dem Verein Deutscher Maschinenbauanstalten beschlossen. Hierdurch wurde es ermöglicht, daß durch einheitliche Angabe der wichtigsten Verhältnisse der untersuchten Anlagen und der Umstände, unter welchen die Ergebnisse erzielt worden sind, diese nicht nur für den einzelnen Fall benutzt werden können, sondern durch die dadurch erreichte Möglichkeit des Vergleichens allgemeinen Wert erlangen.

In den nächsten Jahren (1882/83) beschäftigte man sich mit der Frage der Rauchbelästigung; man hielt auf diesem Gebiet eine gesetzliche Regelung für unangebracht und beantwortete daher eine Frage des Königl. Polizeipräsidioms zu Berlin dahin,

„daß beim heutigen Stande der Technik bestimmte und für alle Fälle passende Einrichtungen an Dampfkesseln zur Verhütung des Rauchens der Fabrikamine noch nicht allgemein empfohlen werden können und daß deshalb generelle oder spezielle lokalpolizeiliche Verordnungen darüber als verfrüht bezeichnet werden müssen“.

Zur weiteren Klärung dieser Fragen wünschte man jedoch die Veranstaltung einer internationalen Ausstellung rauchloser Feuerungen und gleichzeitige Prüfung derselben. Man verhandelte ferner über eine Anfrage der preußischen Regierung, ob Zwergkesseln gewisse Erleichterungen gewährt werden könnten. Die Verbandsversammlung beschloß, die Bezeichnung Zwergkessel auf Kleinkessel mit weniger als 250 l Inhalt bei einem Betriebsdruck von höchstens 6 at anwenden zu wollen. Für diese glaubte man auf eine Konzession verzichten zu können, während man eine Vereinfachung der regelmäßigen Untersuchungen nicht für empfehlenswert hielt.

Die nächsten Jahre brachten einige organisatorische Änderungen, die hauptsächlich darauf hinausgingen, die technischen Leistungen des Verbandes zu steigern, und mehr die leitenden Ingenieure der Vereine als die Vorstandsmitglieder zu den Beratungen heranzuziehen. Gleichzeitig wurde der Name des Verbandes entsprechend der über Deutschland hinausgehenden Ausdehnung in „Internationaler Verband der Dampfkessel-Überwachungsvereine“ geändert (1888).

Die so eingeleitete Mitarbeit der Vereinsingenieure förderte die technischen Arbeiten des Verbandes bedeutend. Seine technischen Leistungen fanden immer allgemeinere Anerkennung, die sich besonders auch in dem steten Anwachsen seiner Mitgliederzahl äußerte. Seine zahlenmäßige Entwicklung zeigt umstehende Tabelle, deren Angaben in dem beigefügten Schaubild dargestellt sind. Danach gehören dem Verband zurzeit 72 Vereine mit etwa 265 000 Dampfkesseln an. Von den Vereinen sind 41 in Deutschland, 13 in Rußland, 6 in Frankreich, 4 in Italien, je 3 in Österreich-Ungarn und Schweden, je einer in Belgien und in der Schweiz tätig. Der Verband umfaßt also das gesamte europäische Festland, soweit es in nennenswertem Maße Industrie besitzt.

Im Jahre 1884 beabsichtigte die preußische Regierung eine Neugestaltung des Dampfkessel-Überwachungsdienstes vorzunehmen, die hauptsächlich darauf hinauslief, daß neben den bisher zur Untersuchung der Kessel befugten Sachverständigen besondere unmittelbare Staatsbeamte in Dienst gestellt werden sollten, die in erster Linie die den Vereinen bisher nicht zustehenden Abnahmen neuer Kessel vornehmen sollten.

Mit dieser Frage hatte sich auch eine Versammlung von Vertretern aller preußischen Überwachungsvereine beschäftigt und in einer Petition den Handelsminister gebeten, den Vereinen die Befugnis zu erteilen, mit amtlicher Gültigkeit die zur Erteilung der Betriebserlaubnis gesetzlich vorgeschriebene Bauabnahme (Gew.-O. § 24 III) vorzunehmen. Diese Petition wurde auch den Mitgliedern des Preußischen Abgeordnetenhauses zugesandt und hatte zur Folge, daß die Bewilligung von Mitteln zur Anstellung von 40 amtlichen Kesselrevisoren abgelehnt wurde (26. Januar 1884).

Dabei wurde der Wunsch ausgesprochen, die Dampfkessel-Überwachungsvereine möglichst zu fördern und diesen weitere Aufgaben zuzuweisen, „weil dies Institut sich durch Förderung des Dampfkesselbetriebes sehr bewährt habe und allen

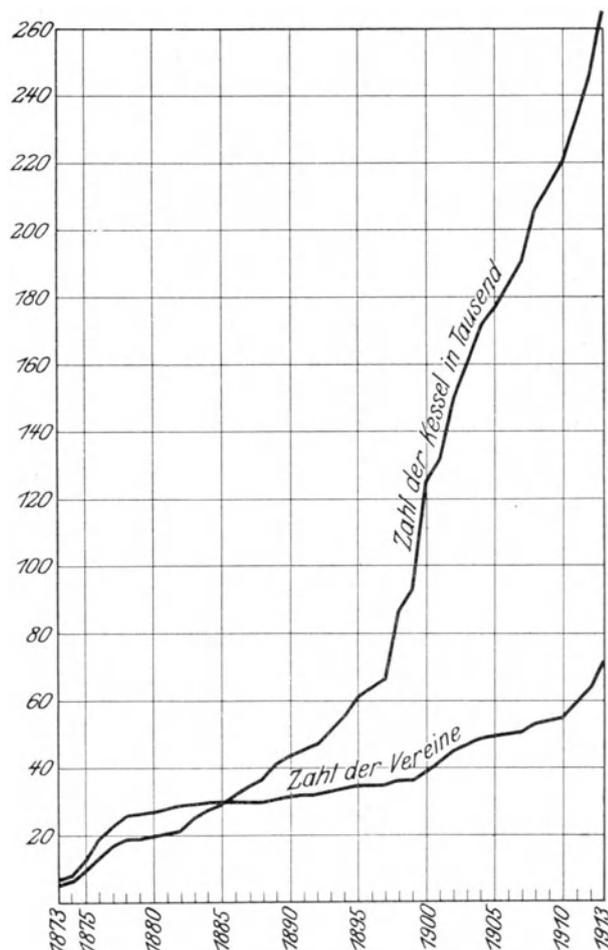


Fig. 1. Entwicklung des Internationalen Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine.

Die Entwicklung des Internationalen Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine.

Jahr	Zahl der Vereine	Zahl der Kessel	Jahr	Zahl der Vereine	Zahl der Kessel
1873	6	4 900	1894	34	55 500
1874	7	6 000	1895	35	62 000
1875	11	8 550	1896	35	64 300
1876	19	13 500	1897	35	67 100
1877	23	17 000	1898	37	88 000
1878	26	19 200	1899	37	94 000
1879	26	18 600	1900	39	125 000
1880	27	19 500	1901	43	131 000
1881	28	20 500	1902	46	151 260
1882	29	21 077	1903	47	161 000
1883	29	25 500	1904	50	172 000
1884	30	27 500	1905	50	178 000
1885	30	29 600	1906	51	184 500
1886	30	32 500	1907	51	192 200
1887	30	34 500	1908	54	208 100
1888	30	36 600	1909	55	214 200
1889	31	40 450	1910	56	222 000
1890	32	43 500	1911	61	235 000
1891	32	46 000	1912	65	248 500
1892	32	47 000	1913	72	265 000
1893	33	51 300			

Industriellen lieb geworden sei“. Die Regierung hatte sich zwar wohlwollend und anerkennend über die Vereinstätigkeit geäußert, wollte ihnen aber keine weiteren Befugnisse erteilen. Erst durch die Ablehnung neuer Beamten sah sie sich veranlaßt diese Stellung aufzugeben.

Als daher der Magdeburger Verein von neuem um die Erweiterung seiner Befugnisse einkam, wurde ihm in einem Schreiben vom 19. Mai 1884 geantwortet, „daß das Ministerium geneigt ist, den Wünschen des Vereins unter Vorbehalt des Widerrufs und der staatlichen Oberaufsicht Folge zu geben, sofern die erforderlichen Garantien für die ordnungsmäßige Ausführung des erwähnten Geschäfts geboten werden.

Diese Garantien finden bisher ein Hindernis in dem Umstande, daß die Überwachung der Dampfkessel gegenwärtig in Preußen durch eine beträchtliche Zahl von Vereinen geübt wird, welche voneinander unabhängig sind und in dem Umfange ihrer Wirksamkeit, wie in der Leistungsfähigkeit erhebliche Verschiedenheiten zeigen.“

Diese Bedenken, so fährt das Schreiben fort, würden aber beseitigt werden, wenn sich die preußischen Vereine zu einem Zentralverein zusammenschließen, der dann imstande wäre, die erforderlichen Garantien zu bieten.

Auf dieses Schreiben berief der Magdeburger Verein eine Konferenz der Vereinsvertreter für den 13. und 14. Juni 1884, auf der die grundlegenden Gesichtspunkte für die Organisation des Zentralverbandes vereinbart wurden. Hierbei wurde von seiten des Ministeriums betont, daß eine solche Zentralisation vorgenommen werden müsse, die es den Behörden ermögliche, mit einem einzigen Organ zu verhandeln. Diesem Wunsche entsprechend wurde ein Satzungsentwurf aufgestellt und von der ersten Vertreterversammlung am 14. bis 17. Dezember 1884 in Berlin genehmigt. Dadurch waren die Bedenken der Regierung gegen eine Erweiterung der Vereinstätigkeit beseitigt, und sogleich erteilte auch der Handelsminister den Oberinge-

nieuren verschiedener Vereine die Befugnis zur Erledigung von Bauabnahmen. Entsprechend wurden die Ausführungsbestimmungen zur Gewerbeordnung dahin abgeändert, daß bei der Prüfung der Vorlagen zu Genehmigungsgesuchen an Stelle der Baubeamten die Ingenieure der Dampfkessel-Überwachungsvereine hinzugezogen werden sollten (19. Juli 1884).

Hierdurch war die Bedeutung der Vereine erheblich gestiegen und die Grundlage für eine einheitliche Entwicklung gegeben. In dieser Richtung erstrecken sich auch die ersten Maßnahmen des Zentralverbandes. So wurde zunächst eine gleichmäßige Berichterstattung der Vereine über ihre Tätigkeit durchgeführt; ferner wurden die Revisionsfristen, die bisher jeder Verein durch seine Satzung festgesetzt hatte, einheitlich für alle Vereine dahingehend geregelt, daß äußere Untersuchungen wenigstens alle Jahre, innere wenigstens alle 3 Jahre und Wasserdruckproben wenigstens alle 6 Jahre stattfinden sollten (1866).

Neben diesen Arbeiten für den inneren Ausbau beschäftigte sich der Zentralverband eingehend mit der Anwendung der Gesetze im praktischen Überwachungsdienst und erstattete wiederholt Gutachten an das Ministerium über Fragen, die gesetzlich neu geregelt werden sollten. Eine solche Neuregelung erfuhren z. B. die Bundesratsverordnungen betr. Anlage von Dampfkesseln vom 29. Mai 1871 durch den Erlaß des Reichskanzlers vom 5. August 1890.

In diesem wurden die bisherigen Bestimmungen über die Anlage von Dampfkesseln nach den Vorschlägen des Zentralverbandes neu bearbeitet und unter Berücksichtigung der Verfügungen vom 18. Juli 1883 und 27. Juli 1889 weitergehende Erleichterungen für die Aufstellung von Kleinkesseln zugelassen. Insbesondere sollten für die Kessel bis zu 6 at Betriebsdruck, bei denen das Produkt aus Heizfläche und Betriebsdruck kleiner als 30 ist, keine besonderen Kesselhäuser erforderlich sein.

Auch hinsichtlich der Revisionsfristen schlossen sich bald die Behörden den Festsetzungen des Zentralverbandes vom Jahre 1886 an. So wurden durch einzelstaatliche übereinstimmende Anordnungen (3. Juli 1890) die Revisionsfristen für bewegliche Kessel auf 1 Jahr für äußere und 3 Jahre für innere Untersuchungen und Wasserdruckproben festgesetzt. Man ging bei dieser Verkürzung von der Erwägung aus, daß bewegliche Kessel nicht immer im Betriebe stehen und ihre Armaturen meist weniger sorgfältig gewartet werden, als die feststehender, dauernd betriebener Kessel. Auch für diese wurden bald die Fristen durch die Anweisung vom 16. März 1892 betr. Genehmigung und Untersuchung von Dampfkesseln verkürzt. Diese bestimmte, daß feststehende Kessel, die bisher nur alle 6 Jahre einer inneren Untersuchung unterzogen wurden, nunmehr alle 4 Jahre innerlich untersucht werden sollten, während die Frist für die äußere Untersuchung 2 Jahre blieb. Dagegen sollten die regelmäßigen Wasserdruckproben bei feststehenden Kesseln alle 8 Jahre und bei beweglichen alle 6 Jahre stattfinden. Auch die Vorschläge des Zentralverbandes hinsichtlich einer Neuregelung der Gebührenordnung wurden eingehend berücksichtigt und demgemäß bestimmt, daß zur Entlastung des Kleinbetriebes die Gebühren nicht mehr für alle Kessel gleich, sondern in 4 Abstufungen nach der Größe der Kessel verschieden festgesetzt wurden.

Für die nicht der Vereinsüberwachung unterstehenden Kessel trat im Jahre 1894 eine verwaltungstechnische Änderung ein, indem der Überwachungsdienst nicht mehr durch die Kreisbaubeamten, sondern durch die Gewerbeinspektoren ausgeübt wurde. Diesen wurde dadurch eine umfangreiche Arbeit übertragen, so daß sie bald ihren eigentlichen Aufgaben nicht mehr in der erforderlichen Weise

entsprechen konnten. So sah die Regierung sich veranlaßt, eine Entlastung dieser Beamten durchzuführen und glaubte diese durch eine weitergehende Heranziehung der Vereine zum Überwachungsdienst erreichen zu können.

Schon im Jahre 1895 wandte sich das Handelsministerium an den Ausschuß des Zentralverbandes und leitete Verhandlungen über die Übernahme der Überwachung aller Schiffskessel sowie aller Kessel in landwirtschaftlichen Betrieben und den nicht unter die Gewerbeordnung fallenden landwirtschaftlichen Nebenbetrieben durch die Dampfkessel-Überwachungsvereine ein. Diese führten dahin, daß in einem Schreiben vom 30. April 1896 der Handelsminister sich für die Übertragung der Aufsicht obenerwähnter Kessel an die Vereine aussprach, wobei die bisher zur Staatskasse vereinnahmten Gebühren den Vereinen zufallen sollten. Doch durch diese glaubten die Vereine nicht ihre Unkosten decken zu können, zumal sie insbesondere die aufzuwendenden Reisekosten nicht ohne weiteres übersehen konnten. Auch die Abgrenzung der örtlichen Wirkungsgebiete der Vereine, die sich bisher in freiem Wettbewerb entfaltet hatten, ein Zustand, der natürlich bei der Ausführung von Untersuchungen im staatlichen Auftrage unhaltbar war, machte ziemliche Schwierigkeiten. Dennoch glaubte die Versammlung der Vereinsvertreter vom 5. Mai 1896 grundsätzlich den Wünschen des Ministeriums entsprechen zu können, wenn auch eine weitere Klärung der Angelegenheit noch unbedingt erforderlich sei. Insbesondere war es die Frage der Gebühren für Landesteile mit weit verstreut liegenden Anlagen, die neue Beratungen nötig machte (26. Februar 1897), da unbedingt eine besondere Belastung der Kesselbesitzer durch Reisekosten vermieden werden sollte. Das Ministerium erklärte jedoch, gegebenenfalls eine Erhöhung der Gebühren eintreten zu lassen, da der preußische Staat nicht verlangen werde, daß die Vereine, wenn sie nicht mit den festgesetzten Gebühren auskommen können, mit dauerndem Schaden Staatsgeschäfte besorgen. Auf Grund dieser Erklärung übernahm der Zentralverband die Überwachung der bezeichneten Kessel vom 1. April 1897 an.

Diese Änderung des Überwachungsdienstes bedingte auch eine Neuregelung der Anweisung über Genehmigung und Untersuchung der Dampfkessel vom 16. März 1892. An seine Stelle trat die Anweisung vom 15. März 1897, die hauptsächlich eine Änderung der Gebühren, die nunmehr jährlich erhoben werden, brachte. Gleichzeitig wurden durch den Erlaß vom 25. Februar 1897 eingehende Vorschriften über die Art der Vorprüfungen, die bei der Anlage neuer Kessel zu erfolgen hat, insbesondere über technische Erfordernisse, getroffen.

Die so eingeleitete Änderung des Überwachungsdienstes führte tatsächlich in einigen Landesteilen zu einer nicht unerheblichen Entlastung der Gewerbeaufsichtsbeamten, aber an anderen Orten war eine solche nicht eingetreten, weil nur wenige Landwirtschafts- und Schiffskessel vorhanden waren. Zudem brachte die Entwicklung der Industrie es mit sich, daß die Zahl der vom Staate zu überwachenden Kessel bald den früheren Wert erreichte und die Regierung wieder zur Anstellung neuer Staatsbeamten zwang. Diese Maßnahme erschien jedoch dem Ministerium aus innerpolitischen Erwägungen nicht vorteilhaft; so wurden denn im Jahre 1899 Verhandlungen mit dem Zentralverband eingeleitet zu dem Zwecke, daß die Vereine wie im Jahre 1897 die landwirtschaftlichen und Schiffskessel jetzt alle übrigen unter staatlicher Aufsicht stehenden Kessel zur Überwachung im staatlichen Auftrage übernehmen. Natürlich sollte durch diese Maßnahme die Gewerbeaufsicht nicht vollständig von der Verpflichtung, den Kesselbetrieb zu überwachen, befreit werden; denn bereits 1890 bei der Errichtung dieser Organisation vertrat das Ministerium die

Ansicht, daß der Kesselbetrieb ein Teil des Gewerbebetriebes sei, und daß eine wirk-
same Gewerbeaufsicht nur dann ausgeführt werden könne, wenn sie sich auch auf
die Kesselanlagen erstreckt.

Diese Gründe veranlaßten den Minister mit dem Zentralverband über einen
Verzicht auf die Rechte zur Prüfung der Genehmigungsgesuche zu verhandeln. Die
Vereine glaubten jedoch, solche Vorschläge ablehnen zu müssen, weil das Ansehen
der Vereinsingenieure geschädigt würde, wenn ihnen ein Recht, das sie seit Bestehen
des Zentralverbandes besessen hätten, genommen würde und ihnen nur eine Vor-
prüfung bliebe, während die endgültige Entscheidung durch eine scheinbar vor-
gesetzte staatliche Instanz erfolge. Diesem Einwand gegenüber betonte das Mini-
sterium, daß eine Superrevision der von den Vereinen vorgeprüften Genehmigung-
gesuche gar nicht beabsichtigt sei. Da die Konzessionsgesuche aber ohnehin durch
die Gewerbeaufsichtsbeamten nach der gewerbepolizeilichen Seite hin geprüft werden
müßten, so wäre es unmöglich, zu verlangen, daß bei dieser Prüfung die kesseltech-
nischen Dinge absichtlich unbeachtet gelassen oder, wenn ihre Prüfung unumgäng-
lich sei, etwaige Fehler nicht beseitigt werden sollten. Es sei selbstverständlich,
daß in erster Linie den Vereinsingenieuren die Prüfung der Konzessionsgesuche ob-
liegen solle, die sich daran anschließende Prüfung durch die Gewerbeaufsichtsbeamten
solle diese in keiner Weise zu Vorgesetzten der Vereinsingenieure machen.

Bei den weiteren Verhandlungen wurde besonders darauf hingewiesen, daß die
Ausdehnung der Vereinsbefugnisse auf sämtliche Kessel einen erheblichen Macht-
zuwachs für die Vereine bedeute. Diese würden damit eine Erweiterung ihres Ein-
flusses erhalten, wie sie privaten Organisationen überhaupt noch nicht zugestanden
wurde. Infolgedessen sei die den Vereinen angetragene Überwachung ein höchst
ehrentvoller Auftrag, demgegenüber die Einschränkung in der Prüfung von Geneh-
migungsgesuchen wenig ins Gewicht falle. Diesen Erwägungen schlossen sich auch
die Vereine an und erklärten sich in der Vorstandsversammlung vom 9. Mai 1899
einstimmig bereit, auf die Vorschläge des Ministeriums einzugehen. So erfolgte am
1. April 1900 die Übernahme aller Kessel unter die Vereinsaufsicht. Diese Neureglung
des Überwachungsdienstes bedingte eine Änderung der gesetzlichen Vorschriften,
insbesondere der Anweisung betr. Genehmigung und Untersuchung von Dampfkesseln
vom 15. März 1897, die durch eine neue Anweisung vom 9. März 1900 ersetzt wurde.

So war die Organisation der Kesselaufsicht zu einem Abschluß gekommen,
und die nächsten Jahre bewiesen, daß die auf der Selbstverwaltung beruhenden
Vereine, die mit staatlicher Autorität versehen wurden, voll und ganz behördliche
Funktionen durchführen können und allen Ansprüchen auf Sicherheit und Wirt-
schaftlichkeit genügen. Dies erkannte auch die Regierung an und entschloß sich
daher, als durch das Gesetz vom 8. Juli 1905 eine erweiterte Überwachung technischer
Anlagen eingeführt wurde, diese durch Selbstverwaltungskörper, möglichst durch
die schon bewährten Dampfkessel-Überwachungsvereine ausüben zu lassen. Es
handelte sich in diesem Gesetz um die Überwachung von Aufzügen und Kraftfahr-
zeugen, Dampffässern und Gefäßen für verdichtete und verflüssigte Gase, Mineral-
wasserapparaten und Azetylenanlagen, sowie elektrischen Anlagen. Die Kosten
für die Revisionen dieser Anlagen wurden den Besitzern auferlegt. Einzelheiten
sollten durch Verordnungen der Polizeibehörde geregelt werden, die nach einer allge-
meinen Anweisung des zuständigen Ministers erfolgen.

Für die Überwachung von Dampffässern waren die Vereine schon seit längerer
Zeit zuständig. (Ministerialerlaß vom 7. September 1877.) Durch die Polizeiver-

ordnung, die zur Ergänzung des Gesetzes von 1905 am 5. März 1913 erschien, wurde den Mitgliedern von Dampfkessel-Überwachungsvereinen, wenn sie den Nachweis führten, daß die Prüfungen durch die Vereinsingenieure in dem staatlich vorgeschriebenen Umfange stattfinden, eine Befreiung von der amtlichen Prüfung erteilt. Ferner wurden die Revisionen der Dampffässer, deren Besitzer keinem Dampfkesselverein angehörten, den Dampfkesselvereinen im staatlichen Auftrage erteilt (§ 4).

Für Kraftfahrzeuge ist inzwischen eine reichsgesetzliche Regelung eingetreten (Gesetz vom 3. Mai 1909). Hierdurch ist die Ermächtigung der preußischen Regierung durch das Gesetz vom 8. Juli 1905 für diesen Punkt gegenstandslos geworden, da dem Bundesrat im § 6 des Reichsgesetzes die Befugnis beigelegt wurde, die erforderlichen Anordnungen zu treffen. Der Bundesrat hat jedoch auch in erster Linie die Dampfkesselüberwachungsvereine für diese Tätigkeit herangezogen, wenn auch neben ihnen noch andere amtliche Prüfungsstellen bestehen.

Die Vorschriften über die Überwachung von Aufzügen wurden durch einen Runderlaß des Handelsministers vom 17. März 1908 geregelt. Die darauf beruhenden Polizeiverordnungen wurden jedoch wegen eines Formmangels, der darin bestand, daß die Berufsgenossenschaften nicht gehört wurden, außer Kraft gesetzt und durch eine neue ersetzt, die aber wörtlich mit der alten Polizeiverordnung übereinstimmt. Durch diese Verordnung werden die Ingenieure der Dampfkessel-Überwachungsvereine für alle privaten Anlagen als zuständige Sachverständige bezeichnet.

Ähnlich wurde diese Materie durch die Polizeiverordnung betr. Azetylenanlagen (Ministerialerlaß vom 1. April 1913), durch die Polizeiverordnung betr. Mineralwasserapparate (Ministerialerlaß vom 26. August 1912) und durch die Polizeiverordnung betr. Gefäße für verdichtete und verflüssigte Gase (Ministerialerlaß vom 2. Juli 1914) geregelt.

Über das Bedürfnis der Überwachung elektrischer Anlagen waren die Ansichten bei der Beratung des Gesetzes im Landtage geteilt. Mit Rücksicht jedoch auf die mangelhafte Ausführung zahlreicher Anlagen wurde die Aufsicht über eine Reihe elektrischer Anlagen für empfehlenswert gehalten. Die Regierung hat aber von dieser Ermächtigung in bezug auf elektrische Anlagen bisher keinen Gebrauch gemacht. Einzelne Dampfkessel-Überwachungsvereine hielten jedoch eine Überwachung für empfehlenswert und nehmen sie bei solchen Mitgliedern vor, die diese Überwachung wünschen.

In neuerer Zeit wurden die Vorschriften über die Überwachung der Dampfkessel in Preußen einer Neuordnung unterzogen. Die Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln vom 5. August 1890 wurden am 17. Dezember 1908 durch neue ersetzt. Insbesondere wurden hier wieder Vorschriften über Konstruktion und Material aufgenommen, die seit dem Jahre 1861 der gesetzlichen Regelung nicht mehr unterlagen.

Schon einige Jahre früher hatte sich der Internationale Verband der Dampfkessel-Überwachungsvereine an das preußische Handelsministerium gewandt mit dem Antrage, die von ihm aufgestellten Normen anzuerkennen. Aber die im Jahre 1898 vorgenommene Herabsetzung des Sicherheitsgrades veranlaßte eine Ablehnung dieser Wünsche (Erlaß vom 8. Dezember 1898). Dazu kam, daß die Normen häufig weitergebildet wurden, ohne daß der Regierung Gelegenheit gegeben wurde, sich an den Beratungen zu beteiligen. Aus diesen Gründen wollte das Ministerium auch nicht billigen, daß diesen Normen durch Hinweis in den Genehmigungsbedingungen scheinbar die Bedeutung behördlicher Vorschriften beigelegt wurde.

Diese Stellung zu den Normen leitete auch die Regierung bei der Ausarbeitung des Entwurfs zu den neuen polizeilichen Bestimmungen (1903). Es wurde deshalb in keiner Beziehung auf die technischen Vorschriften der Würzburger und Hamburger Normen zurückgegriffen; der Entwurf forderte vielmehr die Prüfung der Konstruktionseinzelheiten durch amtliche Sachverständige und setzte für die Berechnung der Wandstärken den Sicherheitsgrad auf $\frac{1}{5}$ fest. Man wollte also hiermit auf den Standpunkt zurückkehren, den man im Jahre 1861 aufgegeben hatte, weil man damals glaubte, daß die Entwicklung der Technik nicht durch einengende Vorschriften behindert werden dürfe. Diesen Umschwung der Ansicht suchte man mit nachstehenden Worten zu begründen:

„Der Grundsatz, dem Kesselbauer die freie Wahl der Wandstärken unter seiner Verantwortung zu überlassen, ist mit dem Recht und der Pflicht der Behörden, bei der Genehmigung des Kessels zu prüfen, ob die Blechstärken ausreichend bemessen seien, nicht vereinbar.“

Dieser Entwurf erregte starke Mißstimmung in technischen Kreisen und veranlaßte eine tatkräftige Stellungnahme gegen diese neuen Vorschriften. Man war der Überzeugung, daß nach dem Stande der Technik die Behörden gar nicht in der Lage seien, alle schwierigen Teile nachzurechnen, und so konnte Prof. v. Bach wohl mit Recht sagen (Z. d. V. d. I. 1905, S. 113):

„Den Behörden wird hier eine Aufgabe gestellt, die sie gar nicht erfüllen können, aber auch nicht zu erfüllen brauchen . . .

„Wenn die Technik genötigt gewesen wäre, mit neuen Konstruktionen zu warten, bis sie die Behörden hätten berechnen können, wo stände heute unsere Industrie?“

Solchen häufig geäußerten Einwänden konnte sich die Regierung nicht verschließen und erklärte sich im Jahre 1905 bereit, die Hamburger und Würzburger Normen anzuerkennen, wenn sie ihren Anschauungen entsprechend abgeändert würden. Auf diesen Wunsch ging der „Internationale Verband der Dampfkessel-Überwachungsvereine“ ein und berief im Februar 1905 eine außerordentliche Versammlung nach Amsterdam. Hier wurde für die im Kesselbau zu verwendenden Bleche eine Einheitsqualität mit einer Festigkeit von 34 bis 41 kg/qmm festgesetzt. und nur für nicht im Feuer liegende Kesselmäntel und für Schiffskessel eine Qualität mit Festigkeiten von 40 bis 50 kg/qmm zugelassen.

Die neue Fassung der Normen entsprach aber doch nicht in dem Maße den Wünschen der Regierung, daß nun die amtliche Anerkennung erfolgte. Die Regierung glaubte vielmehr durch Schaffung eigener Vorschriften den deutschen Bedürfnissen besser entsprechen zu können als durch Annahme dieser internationalen Normen. Deshalb wurden unter Hinzuziehung technischer Sachverständiger auf Grund der in Amsterdam gefaßten Beschlüsse neue Material- und Bauvorschriften ausgearbeitet und dem Entwurfe der polizeilichen Bestimmungen angefügt. Diese Maßnahme rief den lebhaften Widerspruch der Industrie hervor, die in diesen Vorschriften eine Gefahr für die Entwicklung der Technik sah und fürchten mußte, daß eine Fortbildung der Normen durch einen schwerfälligen Behördenapparat fast unmöglich wurde.

Diesen Befürchtungen entzog die Regierung dadurch die Grundlage, daß sie die Einberufung einer Normenkommission anordnete mit der Aufgabe, die Material- und Bauvorschriften den Wünschen der Industrie entsprechend weiter zu entwickeln. Die Kommission bildete sich im März 1907 und setzte sich aus 33 Vertretern der Industrie zusammen, von denen die preußischen Überwachungsvereine 7 und die

übrigen deutschen Vereine 2 stellen. Die hierdurch gebotenen Garantien und zudem die Erkenntnis der technischen Kreise, daß durch Bauvorschriften, deren Geltung sich über das ganze Reich erstreckt, in wünschenswerter Weise die Freizügigkeit der Dampfessel gesichert sei, beseitigten allmählich die Bedenken der Industrie gegen diese Material- und Bauvorschriften, die nunmehr am 17. Dezember 1908 veröffentlicht wurden. Die Einzelheiten sind wiederholt in der Literatur behandelt worden, so daß es sich erübrigt, hier näher darauf einzugehen.

Abgesehen von den Material- und Bauvorschriften wurden nur unerhebliche Änderungen vorgenommen, die sich besonders auf eine formale Trennung der Bestimmungen über Landdampfessel von denen über Schiffsdampfessel beziehen. Zu gleicher Zeit wurden Vereinbarungen der verbündeten Regierungen über Genehmigung und Untersuchung von Dampfesseln veröffentlicht, die dann durch einzelstaatliche Verordnungen Geltung erhielten. Dies erfolgte in Preußen durch die Kesselanweisung vom 16. Dezember 1909, die an Stelle der Anweisung vom 9. März 1900 trat. In der neuen Fassung werden einige Ausführungserlasse berücksichtigt und die Befugnisse der Dampfessel-Überwachungsvereine unter gewissen Voraussetzungen auch auf die baupolizeiliche Abnahme von Dampfesselanlagen erweitert. Ferner ging die Überwachung der Bergwerkskessel mit Ausnahme des Reviers Saarbrücken, in dem ein besonderer Kesselprüfer tätig ist, auch auf die Vereine über. Im übrigen wurden aber die früheren Bestimmungen beibehalten.

Diese gesetzlichen Bestimmungen sind jetzt in Kraft; sie umgrenzen die Tätigkeit der Dampfessel-Überwachungsvereine und bezeichnen die Richtlinien für ihre Organisation, auf die etwas näher eingegangen werden soll.

Die preußischen Vereine sind im Zentralverband zusammengefaßt, dessen Tätigkeit sich hauptsächlich darauf erstreckt, allgemeine Interessen der Vereine zu vertreten und den Verkehr zwischen ihnen und dem Ministerium zu vermitteln; sein Geschäftskreis ist begrenzt durch eine Satzung und eine Geschäftsordnung, die im Jahre 1908 vom Ministerium genehmigt wurde. Die einzelnen Vereine sind aber in ihrer eigenen Organisation selbständig und besitzen von ihren Mitgliedern beschlossene Satzungen. Diese sind auf Grund des Ministerialerlasses vom 6. Februar 1900 nach einem Normalentwurf aufgestellt und bedürfen der Genehmigung durch den Minister. Dieses Genehmigungsrecht ist durch den Erlaß vom 12. Oktober 1901 auch auf die Ausführungsbestimmungen zu den Vereinssatzungen ausgedehnt worden, soweit sich diese auf die Fristen für die Untersuchungen beziehen, „die, dem Zwecke des Vereins entsprechend, in der Regel kürzer sein müssen, als es durch die Kesselanweisung vorgeschrieben wird“. Diese Ausführungsbestimmungen enthalten ferner meist die Gebührensätze für die Mitgliederkessel. Diese dürfen nicht geringer sein als die Gebühren für die im staatlichen Auftrage überwachten Kessel, die unter dieser Voraussetzung durch die Kesselanweisung vom 16. Dezember 1909 erhöht worden waren.

Obwohl die Dampfessel-Überwachungsvereine Staatsaufgaben erfüllen und einer ziemlich weitgehenden Aufsicht des Staates unterstehen, können sie doch nicht als öffentlich rechtliche Korporationen (A. L. R. § 69, II. 10) angesehen werden. Denn dazu wäre erforderlich, daß sie durch einen staatlichen Akt begründet sind oder eine solche rechtsförmliche Anerkennung gefunden haben, die als Ersatz einer staatlichen Entstehungshandlung gelten kann. Die Vereine sind also als Vereine mit „idealen Tendenzen“ anzusehen. Sie erlangen Rechtsfähigkeit gemäß § 21 BGB. durch Eintragung in das Vereinsregister des zuständigen Amtsgerichts. Nur zwei

Vereine, Magdeburg und München-Gladbach, haben vor Inkrafttreten des BGB. die Rechtsfähigkeit durch staatliche Verleihung erhalten.

Somit können die Vereinsingenieure nicht als mittelbare Staatsbeamte angesehen werden (Entscheidungen des Oberverwaltungsgericht 42, 13), sie sind vielmehr Angestellte eines privatrechtlichen Vereins, die zur Ausübung der ihnen verliehenen Aufsichtsrechte einen ähnlichen Charakter besitzen wie öffentlich bestellte Sachverständige. Zur Ernennung der Vereinsingenieure zu solchen Sachverständigen ist der Handelsminister gemäß § 3 des Gesetzes vom 3. Mai 1872 ermächtigt. Diese Ermächtigung begründet auch die Anordnungen, die den Handlungen der Sachverständigen die behördliche Glaubwürdigkeit verleihen sollen. Hierzu dient in erster Linie ihre Vereidigung, die früher (Erlaß vom 16. Juli 1887) nur auf Antrag des Vereinsvorstandes erfolgte. Durch den Erlaß vom 3. September 1900 ist sie aber allgemein vorgeschrieben und wird durch den Regierungspräsidenten, der die Aufsicht über den Verein führt, vorgenommen.

Zur Durchführung der Vereinsaufgaben werden den Vereinsingenieuren durch Vermittlung des Zentralverbandes vom Minister für Handel und Gewerbe amtliche Befugnisse erteilt, die nach bestimmten Dienstzeiten derart erweitert werden, daß sie nach dreieinhalbjähriger Tätigkeit alle den Vereinen zugestandenen amtlichen Untersuchungen umfassen. Zur Legitimation der Ingenieure werden ihnen ferner von der Aufsichtsbehörde Ausweiskarten ausgestellt, die auch über ihre Befugnisse Aufschluß geben. Außerdem dient den Ingenieuren zur Beglaubigung ihrer Bescheinigungen ein Dienstsiegel. Dieses stellt nach der Vereinbarung der verbündeten Regierungen vom 25. Juni 1891 den Reichsadler mit der Umschrift „Beaufsichtigung der Dampfkessel“ und einer Bezeichnung des betreffenden Vereins dar.

Um ferner die Objektivität der Ingenieure zu gewährleisten, sollen diese sich privater Arbeiten, die sie mit ihrem Amte in Kollision bringen können, enthalten. Dies gilt besonders für Gutachten, die lediglich für geschäftliche Zwecke Verwendung finden sollen.

Die Tätigkeit der Vereinsingenieure soll in keiner Weise eine polizeiliche sein (Erlaß vom 12. Oktober 1901). So müssen alle aus polizeilichen Gründen angeordneten außerordentlichen Untersuchungen stets von dem zuständigen Gewerbeinspektor ausgeführt werden (Erlaß vom 5. Juli 1899). Das gleiche geht auch aus der Geschäftsanweisung für die Dampfkessel-Überwachungsvereine hervor, in der festgestellt wird, daß die gewerbepolizeiliche Aufsicht der Kessel durch die Revisionstätigkeit der Vereine nicht berührt wird. Die Gewerbeaufsichtsbeamten sind vielmehr befugt, sich jederzeit von dem Zustand der Kessel durch besondere Untersuchungen Kenntnis zu verschaffen. Von derartigen Untersuchungen und den danach für erforderlich erachteten Anordnungen ist aber den Überwachungsvereinen Mitteilung zu machen (vgl. Erlaß vom 10. Mai 1898). Sollten hierüber Meinungsverschiedenheiten zwischen den Vereinsingenieuren und den Gewerbeaufsichtsbeamten entstehen, so werden diese durch den vorgeordneten Regierungspräsidenten entschieden. Im übrigen ist für das Verhältnis zwischen Gewerbeaufsicht und Vereinstätigkeit ein Erlaß vom 3. März 1900 bemerkenswert, in dem unter anderem gesagt ist:

„Die Kesselvereine haben alles zu vermeiden, was bei den Kesselbesitzern der Meinung Vorschub leisten könnte, als ob sie an den Vereinen einen Rückhalt gegen Maßnahmen der Gewerbeinspektion, die etwa auf Grund des § 120 a. Gew.-O. erforderlich werden, finden könnten.“

Die Dampfkesselvereine hatten anfänglich ihr Überwachungsgebiet nach eigenem Belieben gewählt und sich in freiem Wettbewerb untereinander entwickelt. Als ihnen jedoch im Jahre 1900 die gesamte staatliche Aufsicht übertragen wurde, wurde dieser Zustand unhaltbar, da den Behörden bekannt sein mußte, welcher Verein an jedem Orte die Verantwortung für die ordnungsgemäße Überwachung zu tragen hatte. Aus diesem Grunde wurde eine Abgrenzung der Vereinsbezirke vorgenommen, die nicht nur für die Überwachung der Kessel im staatlichen Auftrage, sondern auch für die Mitgliedsessel maßgebend ist (Erlaß vom 16. Juni 1902).

Die amtliche Vereinstätigkeit ist im übrigen durch die Geschäftsanweisung vom 12. März 1900 geregelt. In dieser wird die Aufgabe der Vereine neben den regelmäßigen Untersuchungen darin gesehen, „durch sachverständige Beratung der Kesselbesitzer solche Maßnahmen herbeizuführen, die das Publikum tunlichst gegen schädigende Einwirkungen durch die Kesselanlage schützen. Hierzu ist auch eine sachgemäße Unterweisung und Anleitung der Kesselheizer zu rechnen“. Auf die meisten Punkte der Geschäftsanweisung ist schon weiter oben eingegangen worden. Es mag hier noch hinzugefügt werden, daß zur Aufsicht über die Durchführung des Überwachungsdienstes der Regierungspräsident desjenigen Bezirkes berufen ist, in dem der Verein seine hauptsächliche Tätigkeit ausübt. Diese Aufsicht erstreckt sich jedoch nur auf die amtlichen Maßnahmen der Vereine, dagegen nicht auf andere Vereinsangelegenheiten, wie z. B. Vermögensverwaltung, Mitgliedsbeiträge und ähnliches. Auch die wirtschaftlichen Untersuchungen der Vereine fallen nicht unter diese. Den Aufsichtsbehörden haben die Vereine jährlich einen Bericht zu erstatten, der statistische Mitteilungen, die Ergebnisse der Kesselprüfung und praktische Erfahrungen enthalten soll.

Die vorstehenden Ausführungen schildern in kurzen Zügen die Entwicklung der Dampfkesselgesetze und -aufsicht in Preußen. Sie lassen insbesondere erkennen, wie zunächst der Staat versucht, die aus der Gefährdung, die der Dampfkesselbetrieb mit sich bringt, entstehenden Aufgaben selbst durchzuführen, dann sich aber dazu entschließt, die Mitarbeit besonderer, aus der Industrie entstandener Selbstverwaltungskörper, der Dampfkessel-Überwachungsvereine, zu benutzen, denen schließlich die gesamte Durchführung dieser Aufgaben übertragen wird. Diese Organisation hat sich hervorragend bewährt, und man kann wohl sicher annehmen, daß die Dampfkessel-Überwachungsvereine auch weiterhin allen Ansprüchen auf Sicherheit und Wirtschaftlichkeit der Kesselbetriebe genügen werden.

Beitrag zur Geschichte der Eisenbrücken in Ungarn. ¹⁾

Von

Dr.-Ing. Hugo Fuchs, Prag.

Die erste Eisenbrücke wurde in Coalbrook über den Severnfluß im Jahre 1779 errichtet. Ihr folgten in England eine große Anzahl weitgespannter und kunstvoller gußeiserner Brücken. Die erste Eisenbrücke des Kontinents war die Bogenbrücke über das Striegauer Wasser, die noch heute besteht und die Graf von Burghaus zu Laasan auf seine Kosten herstellen ließ. Diese Brücke mit 13 m Spannweite und 2,6 m Pfeilhöhe war das Vorbild für die zwei ersten Eisenbrücken in Ungarn, die über die kleine Grau, in der Nähe des Eisenwerkes Rohnitz, führen.

In dem Werke von Stephan Kees²⁾, das 1815 erschien und eine Art Industriestatistik und Geographie des Österreich-Ungarischen Staates enthält, wird kurz mitgeteilt, „daß von Eisenbrücken nur die in Rohnitz gegossene und daselbst errichtete Eisenbrücke Beachtung verdiene“. Dem Kgl. ungarischen Eisenwerke in Zólyombrézó verdanke ich die Mitteilung, daß daselbst zwei Brücken von nahezu gleicher Konstruktion in den Jahren 1810 und 1813 erbaut wurden, daß beide Brücken noch heute bestehen und noch jetzt bedeutende Lasten zu tragen vermögen.

Die erste dieser beiden Brücken, deren Bauzeit aus den, auf dem römisch-katholischen Pfarramte vorgefundenen Aufzeichnungen, sowie aus der auf den Brücken selbst angebrachten Jahreszahl festzustellen ist, wurde über einen in die „Schwarze Grau“ führenden Kanal gebaut und dient gegenwärtig als Steg für Fußgänger. Die Spannweite des Bogens beträgt 4,5 m, die Breite 5,5 m. Ebenso wie bei der schlesischen Brücke wird die Fahrbahn von fünf Bögen getragen, die in gleichen Entfernungen angeordnet sind; auch ist die Fahrbahn mit eisernen Platten abgedeckt. Die Bogen sind, im Gegensatze zu dem Vorbilde, wegen der geringen Spannweite aus einem Stück gegossen.

Diese kleine Brücke gab den Anlaß zur Errichtung einer zweiten größeren, von der die umstehende Figur eine Ansicht gibt. Die Spannweite beträgt 10 m, die Breite 5 m. Wieder wird die Fahrbahn von fünf Bögen getragen. Wegen der größeren Spannweite bestehen jedoch die Bogen aus zwei Teilen, die durch Schließkeile miteinander verbunden sind. Ihre Fleischstärke beträgt 60 mm. Um die Seitenverschiebung zu verhindern, ist jeder Bogen mit zwei Haken in die Grundplatte und in die an der Widerlagsmauer senkrecht angebrachte Platte verankert.

¹⁾ Diese Mitteilung bezweckt die Ausfüllung einer kleinen Lücke in Professor Mehrrens ausführlicher Geschichte der Eisenbrücken.

²⁾ Stephan Kees: „Systematische Übersicht der Gewerbs- und Industrieprodukte Österreichs“.

Die Abdeckung der Fahrbahn besteht aus gußeisernen Platten. Noch heute geht über diese Brücke ein lebhafter Wagenverkehr, und Gußstücke von 10 bis 12 t Gewicht werden über sie transportiert.

Die Bogen dieser beiden Brücken, die wir als die ersten Eisenbrücken der österreich-ungarischen Monarchie anzusehen haben (die erste Eisenbrücke in Österreich wurde im Jahre 1814 in Baden bei Wien errichtet und stürzte bei der Einweihung ein), wurden in dem kgl. Eisenwerke in Rohnitz gegossen, dessen Ursprung wohl im 18. Jahrhundert zu suchen ist. Im Jahre 1785 besaß das Werk einen Blaufofen, einen Flußofen und einen Hochofen. Zu Anfang des vorigen Jahrhunderts befand sich das Werk im Stadium des Aufschwunges (so wurde z. B. der Hochofen von 23 auf 28 Fuß erhöht) und galt noch 1850 als Musteranstalt. Im

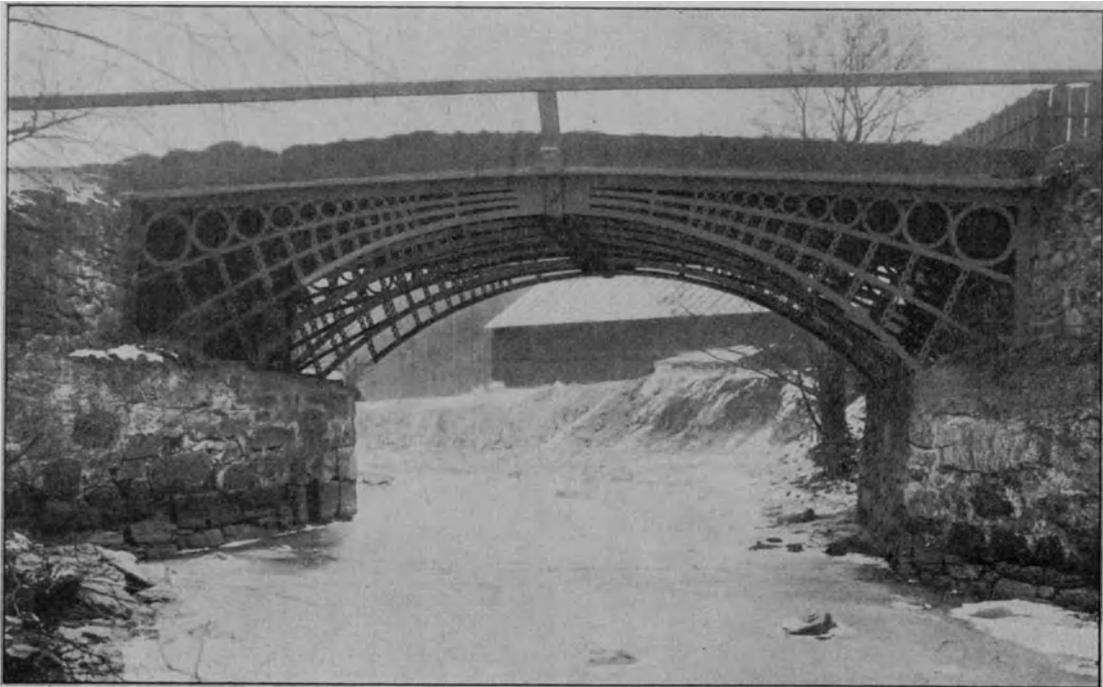


Fig. 1. Eisenbrücke in Ungarn.

Jahre 1901 wurde das Gußwerk vom Staate an die Eisen- und Emaillewerke Bartelmus & Co. A. G. verkauft, die es heute besitzen. Es war mir nicht möglich, Näheres über die Verhältnisse des Werkes zu Anfang des 19. Jahrhunderts zu erfahren; es scheint mir wahrscheinlich, daß entweder schlesische Gußmeister in Rohnitz beschäftigt wurden oder daß ein ungarischer Meister in der schlesischen Hütte Malapane Verwendung fand und, in seine Heimat zurückgekehrt, die Brückenbogen goß.

In Ungarn wurden noch viele Jahre später (1885), als in England und Deutschland die Gußeisenbrücken ihre Blütezeit bereits überschritten hatten, Gußeisenröhrenbrücken mit Zugband von dem ungarischen Ingenieur und Hüttenwerksbesitzer Karl Maderspach gebaut. Herrn K. K. Bergrat Livius Maderspach, dem Sohne dieses Ingenieurs, verdanke ich die Mitteilung, daß die in der Literatur verbreitete Ansicht, diese seien unter Mitwirkung von Anton Hofmann¹⁾ ent-

¹⁾ Vgl. Mehrrens.

standen, eine irrige ist, und einige Angaben über die Lebensgeschichte seines Vaters, dessen Porträt im Hintergrund eine seiner Brücken zeigt.

Karl Maderspach wurde im Jahre 1789 als der Sohn des Kgl. Oberbergwerksverwalters Johann Maderspach in Oravicsa geboren. Nachdem er in Lugos und Temesvár das Gymnasium besucht hatte, bezog er 1811 die Bergakademie in Schemnitz, absolvierte sie mit Auszeichnung und trat dann in den Staatsdienst. Später wird er Verwalter des Kgl. Hammerwerkes in Milova und dann Probierer in Oravicsa. Anton Hofmann, der eine Zeitlang Verwalter des 1817 vom Aerar aufgelassenen Hammerwerkes in Ruszkabánya (Ruskberg) war, erschürfte das Bleierzlager von Broszkabánya und sandte einige Proben an Maderspach zur Analyse. Die Erze (Bleiglanz) waren sehr silberhaltig, und im Verein mit den Brüdern Anton, Adam, Zacharias und Ernst Hofmann beschloß Maderspach, dieses Vorkommen auszubeuten. Es wurde im Jahre 1823 die Gewerkschaft „Brüder Hofmann und Karl Maderspach“ gegründet, die vom Staat das Hammerwerk Broszkabánya erwarb und mit den Staatsforsten der Militärgrenze ein Abkommen auf 90 Jahre bezüglich der Erzausbeutung schloß. Die Bleihütte wurde in Ruszkabánya erbaut und stand an Stelle des jetzigen Anton-Hammers. Über Maderspachs Anraten wurde in dem Rahmen der Unternehmung die Ausbeutung des Ruszkaer Eisenerzes miteinbezogen und das Hochofenwerk in Ruszkieza nebst Gießerei und mechanischer Werkstätte gegründet (1804). Im Jahre 1839 wurde Lunskéry erworben und auch dort ein Hochofen gebaut; dazu kam das 1819 gegründete Hammerwerk Ferdinandsberg. Karl Maderspach war der Direktor des Werkes und der leitende Geist des Unternehmens. Mit besonderer Vorliebe beschäftigte er sich mit dem Problem eiserner „Bogen- und Hängebrücken“, und er konstruierte Modelle in seiner Werkstätte. Im ganzen wurden vier solcher Brücken durch ihn gebaut.

Die erste war im Jahre 1835 die Temesbrücke in Lugos, die nach einer Überschwemmung abgebrochen wurde. (Nach einer anderen Quelle soll sie unter einer Büffelherde eingestürzt sein.)

Die zweite Brücke war jene über die Cserna bei Herkulesbad (1837) mit einer Spannweite von 40 m, die bis 1896 in Gebrauch stand; die dritte stand in Ruszkabánya und hatte 36 m Spannweite, und die vierte und letzte war die 1842 erbaute Temesbrücke in Karánsebes, die bis 1902 im Verkehr stand. Die Pläne der Brücken wurden im Namen der Gesellschaft, die sie ausführte, von Maderspach und Hofmann unterschrieben, und das ist der Grund, daß Hofmann als Mitverfasser der Pläne angesehen wurde. Hofmann war jedoch ausschließlich Bergmann, und weder er noch seine Brüder beschäftigten sich mit technischen Fragen; ja sie waren überhaupt Gegner der Brückenprojekte Maderspachs. Das beweist die Tatsache, daß dessen Gattin vor dem Bau der Csernabrücke für die Kosten mit ihrem Grundbesitz gutstehen mußte. Auch an der Konkurrenz für eine neue Bogenbrücke in Budapest beteiligte sich Maderspach, doch wurde der Bau bekanntlich dem englischen Brückenbauingenieur Clark übertragen, der alle Eisenteile aus England kommen ließ.

Maderspach, der mit vielen bedeutenden Männern des Landes, so auch mit Kossuth in Verbindung stand, erschloß sich im Jahre 1849 aus Gram darüber, daß seine Gattin von Soldaten (es war die Zeit der ungarischen Revolutionskämpfe) mit Ruten gepeitscht worden war.

Daniel Peres.

Lebensbild eines Vorkämpfers der Solinger Meßmachertechnik¹⁾.

Von

Oberingenieur Franz Hendrichs, Charlottenburg.

Die Solinger Klingenindustrie greift mit ihren Wurzeln tief ins Mittelalter hinein. Solinger Degen und Schwerter erfreuten sich schon früh weit über die Landesgrenzen hinaus eines besonderen Rufes, und noch heute legen die in Museen aufbewahrten prächtigen Waffenstücke Zeugnis ab von der hoch entwickelten Handfertigkeit und viel gutem Geschmack. Der Dreißigjährige Krieg hatte nicht nur eine Verarmung des fleißigen Bergischen Landes zur Folge, sondern lähmte das vorher so rührige Handwerksleben derart, daß die nächsten Jahrhunderte kaum noch von etwas anderem als von kleinlichen Prozessen und Zwisten in Satzungs-, Lohn- oder Zeichenangelegenheiten und von herzoglicher Bevormundung des Handwerks zu berichten wissen. Dazu kam die Auswanderung so mancher, um seines Bekenntnisses willen verfolgten, tüchtigen Handwerkers nach England, so daß in Sheffield, wo bis dahin nur rohe Anfänge eines Meßmachergewerbes aufzuweisen waren, eine bald leistungsfähige, ähnliche Industrie heranwachsen konnte. Der englische Wettbewerb in Messerwaren wurde um so fühlbarer, da Solingen um diese Zeit eine erhebliche Einbuße im alten Schwerthandwerk erlitt durch die Errichtung besonderer Waffenfabriken in Preußen und Rußland, den früheren Hauptabnehmern des Bergischen Landes, und sich dadurch gezwungen sah, der Messerherstellung erhöhte Bedeutung beizulegen.

Die geschichtliche Entwicklung der verschiedenen Solinger Handwerkszweige kommt auch in der Zeitfolge und in dem Wortlaute der von der Herzoglich Bergischen Regierung erteilten Privilegien zum Ausdruck; das Herzogtum Berg stand von 1639 bis 1806 unter der Herrschaft der Pfälzischen Kurfürsten. Auf das im Jahre 1401 gewährte Privilegium der Härter und Schleifer folgte 1412 das der Schwertfeger (= Fertigmacher), 1472 der Schwertschmiede und erst 1571 — also ein Jahrhundert später — das der Meßmacher. Durch die Privilegien war allen Mitgliedern der Solinger Handwerke der Verbleibungsseid auferlegt. In ihm wurde gefordert, daß die Handwerker keinem anderen das Handwerk lehrten „als der vom Handwerk ehelich geboren“. Nach der zunftmäßigen Verfassung sollte ursprünglich jedem ein gleiches Maß von Arbeit und Einkommen zugesichert sein. Später heißt es, daß kein Meister mehr als einen Gesellen und einen Lehrjungen halten dürfte. An der Spitze jeder der vier „streng geschlossenen Bruderschaften“, der Schwertschmiede, Härter

¹⁾ Meßmacher ist eine im früheren Sprachgebrauch häufig angewandte Abkürzung für „Messermacher“.

und Schleifer, der Schwertfeger und der Meßmacher stand ein Vogt; über alle war der herzogliche Obervogt gesetzt. Außerdem sorgten die schon im Jahre 1487 eingesetzten „Sechsmänner“ durch Prüfen der fertigen Waren für die Erhaltung des guten Rufes der Klingenstadt. Endlich hatte der „Zeichenmeister“ zur Kennzeichnung der Güte nach außen hin, „auf keine andere alß gute wollgeschmitte und aufrichtige Solinger Kling“ sein Beizeichen zu schlagen.

Die handwerksmäßige Tätigkeit beruhte fast ausschließlich auf der Handfertigkeit am Amboß, Schleifstein und Schraubstock, die sich in wesentlich unveränderter Weise vom Vater auf den Sohn vererbte. Das Streben eines fähigen Arbeiters ging dahin, sich zum Kaufmann emporzuarbeiten, um sich in erster Linie dem Vertrieb der Waren zu widmen. Er vertauschte sein Schurzfell mit dem Kontorrock und überließ seinen Arbeitern die Herstellung der Waren für ihn. So wurden die intelligenten Arbeiter dem eigentlichen Gewerbe entzogen. Denn ihrem Sohn fiel es nicht ein, wieder zum Schurzfell zurückzukehren, wenn auch nur des Lernens willen. Damit entging ihnen naturgemäß das Interesse an der technischen Seite des Gewerbes und vor allem das zu technischen Fortschritten so wesentliche gesunde Urteil auf Grund praktischer Erfahrung. Diejenigen, auf die das Gewerbe für Verbesserungen vor allem angewiesen war, besaßen dazu nicht die Fähigkeit, selbst wenn sie den Drang dazu verspürt hätten.

Es bürgerte sich unter der Kaufmannschaft eine Abneigung gegen alles Neue ein, um dagegen an dem Althergebrachten um so zäher festzuhalten. Es ist daher nicht zu verwundern, daß, sobald von einem technischen Fortschritt etwas verlautete, gleich die beteiligten Kreise alles aufboten, um die Einführung der Neuerung zu verhindern. So war es beim Eindringen des mechanischen Betriebs zum „Raffinieren des Stahls“. Da der mittels Wasserkraft in Bewegung gesetzte Hammer viel schneller und sicherlich besser arbeiten konnte, als dies bis dahin von der Hand in drei Hitzten geschehen war, so entbrannte doch ein lebhafter Kampf gegen die neue Methode. Die Handschmiede erklärten, der auf Hammerwerken raffinierte Stahl sei schlecht, und bewirkten sogar ein Verbot (1687), Material von den Reckhämmern zu beziehen. Die Durchführbarkeit solcher Maßregel währte allerdings nicht lange.

Auch Dr. Ludwig Beck berichtet in seiner Geschichte des Eisens von dem Stand der Technik in Solingen um das Jahr 1792 (Band III, Seite 971) nicht viel Lobenswertes. Er schreibt:

„Die Technik schritt bei der Zunftverfassung nur langsam vorwärts, namentlich waren die Einrichtungen der 93 Schleifkotten auf den sieben Bächen und der Wupper recht mangelhaft. Sie mußten oft bei ungünstigem Wasserstand monatelang feiern, was dann auch bei den übrigen Handwerken Stockungen veranlaßte. Auch die Kunst der Reider und Schwertfeger war gegen andere Länder zurückgeblieben. Die technische Vorbildung, welche der Sohn vom Vater erhielt, reichte nicht mehr aus.“

Diejenigen nun, die im Gewerbe groß geworden waren, hießen die „Privilegierten“ oder „Eingeborenen“ und die, die außerhalb des Privilegiums standen, die „Unprivilegierten“ oder „Wilden“. Ursprünglich konnte jeder durch Zahlung von einem Goldgulden an den Handwerksvogt als privilegierter Handwerker oder Kaufmann aufgenommen werden. Als aber der Kaufleute mehr und mehr wurden, wurde 1777 durch eine sogenannte Satzordnung dem Handwerk bei einer Strafe von 300 Reichstalern verboten, weitere Unprivilegierte aufzunehmen.

Ferner wurde bestimmt, daß ein Unprivilegierter weder Schwertklingen herstellen noch verkaufen, noch Tischmesser und Gabeln herstellen durfte. Dagegen

stand es ihm frei, mit Gabeln zu handeln, ebenso Scheren anzufertigen und zu verkaufen. Rasiermesser wurden damals noch nicht in Solingen hergestellt.

Durch den Erlaß dieser Satzordnung, der noch eine Lohnliste beigelegt war, entbrannte ein zehnjähriger Prozeß zwischen der Kaufmannschaft und den Handwerksleuten. Das Ergebnis war, daß 1789 vom Herzoge Karl Theodor eine neue Satzordnung zur Befolgung angeordnet wurde, die sich indes gegenüber der umfichtenen in nur wenigen Punkten unterschied.

Durch den hier kurz berührten Entwicklungsgang war also für die Familien der Meßmacher eine Art Monopol geschaffen. Der Obervogtverwalter Adam Edler von Daniels, dem wir manche Überlieferung verdanken, äußert sich über die Solinger Fabrikanten in seiner, 1802 erschienenen: „Vollständigen Abschilderung der Schwert- und Messerfabriken etc. in Sohlingen“ wie folgt:

„Besondere Lebhaftigkeit, außerordentliche Vorliebe für die Verfassung der Vorfahren und ein damit gepaarter Stolz sind die Hauptcharakterzüge dieser Leute. Letzterer entsteht wahrscheinlich dadurch, daß nur bloß die Abkömmlinge der erst Verbündeten zu dieser Fabrik berechtigt sind. Daher nennen sie diejenigen, welche von den privilegierten Handwerken nicht abstammen, ‚Wilde‘ und hegen gegen diese eine gewisse Art von Verachtung. Sie wollen sich öfters gegen dieselben mehrere Vorrechte anmaßen, als ihnen ihre Privilegien gewähren. Wenn sie mit einem Unprivilegierten in einen Rechtsstreit verwickelt sind, so glauben sie, daß sie mit den Worten: ‚Wir sind geschworene Handwerksbrüder, wir sind Privilegierte‘ alles gut machen können: Verliert einer unter den Handwerksbrüdern mit dem größten Rechte einen Prozeß gegen einen Unprivilegierten, welcher auf die Privilegien einen Bezug hat, zum Beispiel einen Einstandsprozeß, so ist gewöhnlich die ganze Bruderschaft einige Tage in tiefe Trauer versetzt und glaubt schon, daß ein Eingriff in ihre Privilegien geschehen sei, wenn es auch mit Händen zu greifen ist, daß der Handwerksmann Unrecht hat.“

Inwieweit die Privilegien zum Vorteil oder Nachteil der Solinger Meßmacherindustrie gewirkt haben, brauchen wir hier nicht zu untersuchen, sicher aber ist, daß sich infolgedessen in allen Branchen mehr und mehr ein Einschläfern des so köstlich erwähnten „Raffinerungsgeistes“ bemerkbar machte. Ruft doch unser Gewährsmann, nachdem er die einzelnen Gewerbe mit Bezug auf ihre technische Leistungsfähigkeit sorgfältig durchgegangen ist, aus:

„Ihr Kaufleute und Arbeiter! Lasset euch das Beste der Fabriken in Zukunft besser angelegen sein, als bis hichin geschehen ist. Lebet unter euch in Frieden und Einigkeit und seid hauptsächlich auf die Vervollkommnung eurer Fabrik bedacht; nehmet ein Beispiel an jenem jungen Manne, der nicht mit jenen glänzenden Vorrechten begabet ist, welche ihr von euren Eltern ererbet habt. Dieser hat die Fabrik in jenem Punkte emporgeschwungen, worin sie am meisten zurück war. Sehet, wie kräftig dessen Unternehmen von der hochpreißlichen Regierung unterstützt, wie sehr dieses belohnt worden.“ — In einer Anmerkung dazu steht:

„Daniel Peres, ein unprivilegierter Kaufmann, hat die englische Politur erfunden, und im vorigen Jahr unter dem Schutz der Regierung eine Polier-Mühle für feine Scheren und sonstige Quinquaille-Waren im Amte Schlingen angelegt, und diesem Etablissement den Namen ‚Birmingham‘ gegeben.“

Daniel Peres ist somit der erste Name in den Annalen der Solinger Meßmachergeschichte in Verbindung mit wesentlichen technischen Fortschritten. Es sei im nachfolgenden versucht, sein Lebensbild wiederzugeben, seine Lebensarbeit, in deren Dienst er seine Energie und sein Vermögen gestellt hat, zu schildern, soweit dies die im Laufe der Jahre von mir zusammengetragenen Einzelheiten und Aufzeichnungen ermöglichen.

Daniel Peres oder mit dem vollen Namen Peter Daniel Peres wurde am 22. Juni 1776 zu Solingen geboren. Sein Vater hatte ein Spezereiwarengeschäft in dem alten

Hause an der Kirch- und Goldstraßenecke, das seit mehreren Jahren dem Neubau von Heinrich Gries gewichen ist. Genaueres über seine Vorfahren ist nicht bekannt. Doch bis heute hat sich die Ansicht erhalten, daß die Peres oder Perez aus Spanien stammen und von dort über Frankreich eingewandert sind.

Das Schulwesen war zu dieser Zeit unter dem Herzog Karl Theodor (1742 bis 1799) in traurigster Verfassung. Die Söhne besser gestellter Familien wurden zur Erziehung und zum Unterricht vorzugsweise zu lutherischen Predigern gegeben. So verdankte Daniel Peres sein späterhin an den Tag gelegtes, allgemeines und physikalisch-chemisches Wissen dem Pensionat des lutherischen Pastors Burgmann in Mülheim-Rhein. Letzterer erteilte ihm beim Verlassen am 11. Mai 1792 ein fein sauberlich geschriebenes Zeugnis, worin es heißt:

„Ich kann ihm das gewissenhafte Zeugnis erteilen, daß er sich während seines Hierseins durch Fleiß, Folgsamkeit und durch einen stillen, sittsamen Wandel die Liebe aller seiner Vorgesetzten und Lehrer in einem vorzüglichen Grad erworben habe.“

Wohl um diese Zeit ist auch das Bild von ihm gemalt worden, das sich heute noch im Besitz seiner Nachkommen befindet.

Von Mülheim am Rhein zurückgekehrt, wandte er sich sogleich auf eigene Rechnung und unter seinem Namen dem Handel mit Solinger Waren zu, soweit ihm dies als Nichtprivilegiertem offenstand. Als 16jähriger Jüngling ohne Flaum ums Kinn legte er so den Grund zu der heutigen Firma in Solingen gleichen Namens. Das väterliche Spezereigeschäft hatte inzwischen sein älterer Bruder übernommen.

Daniel Peres reiste viel und scheint dabei die Augen offen gehalten zu haben. Denn sehr bald hatte er sich einen klaren Überblick über die Konkurrenzfähigkeit Solinger Fabrikate England gegenüber angeeignet. Er schreibt selbst darüber:

„So oft ich auf meinen Geschäftsreisen Gelegenheit hatte, die geschmackvollen und schön polierten englischen Stahlwaren in Augenschein zu nehmen, erregte sich in mir der Wunsch, daß doch auch unsere bergischen Fabriken sich beflleißigen möchten, um ihren Produkten neben der zwar guten Qualität auch jene Schönheit eigen zu machen, welche die englische Ware so sehr empfiehlt.

So wenig ich es nun auch bei meinen Arbeitern an Ermahnungen fehlen ließ, durch schöne Fabrikate sich auszuzeichnen, so konnte ich doch nicht meinen Wunsch in Erfüllung gebracht sehen, indem solche zwar die Façons der Waren ziemlich gut machten, aber die Politur blieb doch noch immer ein Geheimnis der englischen Fabriken.“



Fig. 1. Daniel Peres.

Unser Blick wird hier wieder nach England gelenkt, wo das Meßmacherhandwerk, zumal in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts infolge verschiedener technischer Fortschritte einen bedeutsamen Aufschwung genommen hatte.

Ums Jahr 1760 erfand Robert Hinchliffe in Sheffield die sogenannte schwarze Politur, die, da nicht patentiert, bald Eigentum der ganzen Sheffielder Gewerbe wurde und so Sheffield, wenigstens was den Glanz, die äußere Erscheinung seiner Waren anbelangt, für längere Zeit einen Vorsprung vor dem Kontinent eroberte. Es heißt, daß der Erfinder zu diesem glücklichen Schritt durch den Gedanken veranlaßt wurde, seiner Auserkorenen als Geschenk eine Schere herzustellen, die an Glanz alles bisher Dagewesene übertreffen sollte.

Welche Bedeutung man der Stahlpolitur beilegte, geht auch aus der überlieferten englischen Nachricht hervor, daß eine berühmte Sängerin, namens Billington, mit einem Haarschmuck aus poliertem Stahl aus der Fabrik von Smith & Sons in Birmingham auf der Bühne erschienen sei, der seines außerordentlichen Glanzes wegen große Bewunderung erregt habe.

Fast gleichzeitig hiermit ging die Erfindung des Tiegelgußstahls durch Benjamin Huntsmann, einen Sohn deutscher Eltern, der nach langjährigen mühseligen Versuchen 1772 in Attercliffe bei Sheffield anfang, seine Erfindung geschäftsmäßig auszunutzen.

Schließlich wurde durch die frühe Nutzbarmachung der Dampfmaschine von Boulton und Watt — 1786 finden wir bereits die erste mit Dampf betriebene Messerschleiferei — Sheffield's Aufschwung weiter befördert.

Die Erfindungen von Hinchliffe und Huntsmann haben sich bis auf den heutigen Tag in fast unveränderter Weise erhalten und sind für das Meßmacherhandwerk von größter Bedeutung gewesen. Durch erstere wurde das Aussehen, durch letztere die Schnittfähigkeit, besonders der Rasiermesser, Taschenmesser und Scheren ganz wesentlich erhöht, und es braucht uns daher nicht wunderzunehmen, wenn wir lesen, daß bereits 1773 diese Artikel nach deutschen Gauen eingeführt wurden, und man sogar in Elberfeld in dem ersten Geschäft als beste Schere englisches Fabrikat erhielt.

Wenn nun auch der Erfindung Huntsmanns bei weitem der Vorrang gebührt wegen Erhöhung der wichtigsten Eigenschaft eines Schneidwerkzeuges, der Schnittfähigkeit, und sie nach und nach eine Industrie von ungeahnter Bedeutung hervorgerufen hat, so ist es doch verständlich, daß gerade die Erfindung Hinchliffs, die der schwarzen Politur, wegen des dadurch den Waren verliehenen bestechenden Aussehens für die Ausdehnung des Sheffielder Marktes eine Zeitlang von größerer Wichtigkeit war.

Es war daher ein naheliegender Gedanke für Solinger Fabrikanten, zu versuchen, diese Scharte wieder auszuwetzen und das Poliermittel ausfindig zu machen, das den Sheffieldern solchen Vorsprung gegeben hatte.

Daniel Peres berichtet hierzu:

„Viele Deutsche hatten sich schon Mühe gegeben, diese Kunst auszuforschen, allein keiner war so glücklich, seinen Fleiß mit einem guten Erfolg gekrönt zu sehen. Vielmehr zog die große dabei gehabte Aufopferung manchem rechtschaffenen Mann für seine patriotischen Bemühungen den Ruin zu, und er mußte bei der so wenigen Unterstützung in unserem deutschen Vaterlande am Ende darben und mit dem Bewußtsein: sich für den Nutzen und Ruhm seiner Nation aufgeopfert zu haben, begnügen lassen.

Diese Erfahrungen hätten mich allerdings abschrecken können, ein Vorhaben zu beginnen, welches sovieler Klippen und Schwierigkeiten mit sich führt, allein der Trieb

für die Vervollkommnung der hiesigen Stahlfabriken ließ mich alle Gefahr vergessen, und ich fing an, selbst Proben in der Politur zu unternehmen.

Wie viele Schwierigkeiten ich dabei fand, will ich nicht erwähnen, denn wenn ich auch oft auf der Höhe und sicher die Kunst zu besitzen glaubte, wurde ich bei der zweiten Probe überzeugt, daß das Gelingen der ersten nur ein Spiel des Zufalls gewesen sei.

Nach unablässigen achtjährigen Bemühungen hatte ich — wer wird mir's verdenken — die große Freude, meine Wünsche realisiert zu sehen, indem ich das Mittel entdeckte, womit dem Stahl auf eine geschwinde Weise die sogenannte ‚schwarze englische Politur‘ gegeben werden kann.“

Auf den ersten Blick berührt es eigentümlich, daß, was dem Sheffielder, wie wir gesehen haben, geradezu spielend in den Schoß gefallen war und im dortigen Gewerbe gar nicht einmal als besonderes Geheimnis galt, hier erst nach langwierigen und mühseligen Versuchen erreicht wurde. Man könnte leicht geneigt sein, die erfinderrische Leistung des Daniel Peres nur gering anzuschlagen.

Um aber zu einem richtigen Urteil zu gelangen, sei der Stahlpoliturprozeß etwas näher betrachtet.

Mittels einer sich verhältnismäßig langsam drehenden Lederscheibe, auf die angefeuchtetes Polierrot gestrichen ist, wird die gegen die Scheibe gehaltene Klinge nach und nach schwarz poliert. Das Polierrot ist ein Eisenoxydpulver, dessen chemische Zusammensetzung zwischen Eisenoxyd und Eisenoxydoxydul schwankt und für dessen Herstellung es heute ungezählte Rezepte gibt.

Aller Wahrscheinlichkeit nach hat nun ein glücklicher Zufall dem Sheffielder etwas von dem, auch heute noch unweit Sheffield geförderten und verhütteten Eisenerz, einer Art roter Glaskopf, in die Hände gespielt. In diesem pulverisierten Erz und in der im Gewerbe üblichen Lederscheibe hatte er alles Erforderliche zur Hand, um bei der Bearbeitung der vorher fein geschliffenen Stahlfläche die hohe Politur zu erzielen.

Wesentlich schwieriger mußte sich aber die Nacherfindung für einen Solinger gestalten. Denn abgesehen davon, daß in dortiger Gegend kein roter Glaskopf oder andere Eisenerze gefunden wurden, warum sollte er überhaupt gerade auf Eisenerze verfallen? Die schwarze Politur einer Schere z. B. gibt an sich gar keine Anhaltspunkte für die Wahl des Poliermittels, höchstens, daß es ein feines Pulver sein muß. Man wird zunächst Versuche mit immer feinerem Schmirgel angestellt haben, aber nur um sich überzeugen zu müssen, daß dieser stets Schrammen, wenn auch noch so feine Schrammen, hinterließ, und der Stahl keine Spiegelfläche annahm. Es mußte zuvor herausgefunden werden, daß der Polierprozeß in dem Feinschleifprozeß, dem sogenannten „Pließten“ keine Parallele hat, daß es beim Polieren in erster Linie auf eine chemische Wirkung des Poliermittels auf die vorher fein geschliffene, „gepließte“ Stahlstelle ankommt, während sowohl das Vorschleifen als das Feinschleifen mit dem feinsten Schmirgel einen rein mechanischen Vorgang darstellt.

Beim Pließten einer Klinge hängt die Wirkung auch von dem Druck ab, mit dem die Klinge gegen die schnell laufende Scheibe gebracht wird; es findet dabei ein lebhaftes Funkensprühen statt. Beim Polieren dagegen macht sich ein Saugen, eine Art magnetischer Anziehung zwischen Klinge und Lederscheibe mittels des Polierrots bemerkbar; trotz der geringen Umfangsgeschwindigkeit der Scheibe entwickelt sich eine ziemliche Wärme, ohne daß Funken sprühen.

Ohne hier näher auf die rein technische Seite der Frage einzugehen, dürfte das Angeführte genügen, um klar zu machen, daß sich die Nacherfindung der schwarzen Stahlpolitur unter den durch die Natur gebotenen anders gearteten Voraussetzungen

viel schwieriger als die dem reinen Zufall zu verdankende Ersterfindung gestalten mußte. Daniel Peres mußte das sich dem Engländer in der Natur anbietende Poliermittel erst selbst auf chemischem Wege herstellen.

Neben seinen eifrigen Erfindungsarbeiten fand er dennoch die Zeit, einen Liebesfaden mit einzufädeln. In Elberfeld beim Bürgermeister Brüning lernte er die Tochter des Kaufmanns Koch aus Wevelinghoven bei Grevenbroich kennen, die sich dort wegen der in diesen Zeiten auf der linken Rheinseite fast stetig umhertreibenden, plündernden Soldatenhorden aufhielt. Sie war am 28. Dezember 1769 geboren, somit $6\frac{1}{2}$ Jahre älter als er. Bezeichnend für Daniel Peres und die damalige Zeit ist die Antwort, die sie späterhin auf die Frage gegeben hat, warum sie den soviel jüngeren Mann geheiratet habe: „Daniel war sehr viel für sein Alter, ja er war schon in Holland gewesen.“

1797 führte Daniel Peres seine junge Frau heim; er war 21 und sie $27\frac{1}{2}$ Jahre alt. Sie bezogen das Gut seines Vaters in Solingen am Grünewald, das heute im Besitz von G. Weyersberg ist. Das dazu gehörige Wäldchen heißt heute noch „Peresbüschchen“. 1799 wurde der einzige Sohn der Ehe, Carl August, geboren. Später folgten noch drei Töchter.

Um die Jahrhundertwende war Daniel Peres mit seiner Erfindung soweit gediehen, daß er den Plan fassen konnte, sie geschäftsmäßig zu verwerten. Er selbst verfügte über ausreichende Mittel, und seine Frau hatte ihm ein weiteres beträchtliches Vermögen zugeführt.

Wenn aber bisher sein Kampf nicht leicht gewesen war, indem er, wie James Watt einmal sagte, „der Natur ihre schwache Seite herausfand“, so galt es bald noch weit größere Schwierigkeiten zu überwinden.

Denn wie wir eingangs gesehen haben, war es für einen Unprivilegierten überhaupt schwer, selbständig in der Solinger Industrie vorzugehen. Um die geplante Ausbeutung seiner Erfindung zu ermöglichen, sah er sich veranlaßt, am 9. Mai 1801 an die herzogliche Regierung in Düsseldorf ein ausführliches Gesuch um Gewährung einer Reihe von Rechten zu richten. Aus diesem entnehmen wir folgendes:

„. . . Bis hierhin habe ich meine Versuche nur im kleinen gemacht, und mich bloß der Handmaschine bedient, denn ich hatte nur immer noch mit Proben zu tun. Jetzt bin ich entschlossen, meine kostbare Erfindung auf eine nützliche Weise im großen zu realisieren und eine Fabrik anzulegen, welche für den Anfang schon wenigstens 30 bis 40 Menschen beschäftigen soll. Alles, was die Engländer in der sogenannten feinen Quincaillerie liefern, soll in meiner Fabrik ebenfalls gefertigt werden, und ich glaube in Zukunft eben dadurch meine Manufactur für das Publikum gemeinnützig zu machen, daß meine Waren von der nämlichen Güte und Schönheit wie die Birminghamer und viele Prozente wohlfeiler dem Publikum in die Hände geliefert werden.

Die Vorliebe für mein Vaterland und besonders für meinen Geburtsort, verbunden mit dem Vorteil, daß es in Solingen schon viele geübte Stahlarbeiter gibt, deren ich mich in meiner Manufactur bedienen könnte, haben mich bestimmt, daselbst meine Fabrik anzulegen, obschon ich in der Grafschaft Mark sowohl als auch auf der linken Rheinseite, wo ein Teil meiner Familie angesessen ist, die vortrefflichsten Aussichten habe, meinen Plan glücklich auszuführen. Soll ich aber in meinem Vaterlande bleiben, so muß ich der Erfüllung gewisser Bedingungen versichert sein, ohne welche ich schlechterdings keinen Grund zu meiner manufactur lege.

Diese Bedingungen sind folgende:

1. Eine absolute Unabhängigkeit von den privilegierten Handwerkern zu Solingen. Ich mache auf keinen Artikel der privilegierten Fabriken Ansprüche, außer daß ich Schermesser (also Rasiermesser), welche bis dahin in Solingen nicht gemacht worden sind, werde fabrizieren lassen. In dieser Rücksicht wird man mir also keine Chikane machen können, denn den Schermesser-Artikel eignen sich die Solinger Privilegierten

Handwerker nicht zu. Allein ich befürchte nicht ohne Grund, daß ich den Neid des Schleifer-Handwerks werde rege machen, weil meine Poliermühle mit den Schleifmühlen selbstsprechend viele Ähnlichkeit hat, und ich eine Menge Artikel, welche zwar von Unprivilegierten verfertigt, jedoch nur von den privilegierten Schleifern geschliffen werden, künftig in meiner Poliermühle fertig mache. Freilich ist hier kein vernünftiges Widerspruchsrecht auf seiten des Schleiferhandwerks, inzwischen verkündigen mir der nur gar zu bekannte Hång der Solinger Handwerksgenossen zu Prozessen und die aus dem Innungsgeiste herrührende eingebildete Furcht vor Eingriffen in das durch uralte Privilegien geschützte Ambacht (Innung) eine unvermeidliche Fehde mit den privilegierten Handwerkern, wenigstens mit den Schleifern, wofern nicht durch eine vorläufige landesherrliche Entschliebung unwiderruflich festgestellt wird, daß meine Polieranstalt unter keinem Vorwand von den privilegierten Handwerkern in Widerspruch gezogen oder abhängig gemacht werden könne. — Es versteht sich von selbst, daß ich mich dagegen feierlichst ja selbst eidlich verbinde, keine Degen- noch Säbel-Klingen und keine Messer noch Gabeln in meiner Fabrik zu polieren. Alle übrigen Stahl und Eisen-Artikel — sie mögen Namen haben wie sie wollen — mit Inbegriff der Schermesser, der Scheren und chirurgischen Instrumente und selbst der stählernen Galanterie-Degengefäße müssen ohne allen Widerspruch von mir fabriziert und poliert werden dürfen.

2. Eine ähnliche, unbedingliche Unabhängigkeit von der in jüngeren Jahren den Scherenmachern gnädigst verliehenen Innung. Alle nur erdenklichen Sorten von Scheren muß ich die Freiheit haben, von Grund auf fabrizieren zu lassen. Dieser Punkt wird um so weniger einer Schwierigkeit unterworfen sein können, als ohnehin schon mehreren Scherenmachern Freimeisterschaft gnädigst konzediert worden ist.

3. Mache ich Ansprüche darauf, daß Werkstätte, Häuser und Grundstücke, welche ich zum Behuf meiner Manufactur mir anschaffen muß, von keinem privilegierten Solinger Fabrikanten, welche bekanntlich kraft des sogenannten Einstandsrechtes im Kaufen und Pachten einen Vorzug vor unprivilegierten haben, sollen vernähert werden können. Im Gegenteil muß mir das nämliche Einstandsrecht, welches den privilegierten Handwerksgenossen im Fall einer Notwendigkeit zusteht, gegen andere Unprivilegierte gnädigst zugestanden werden. Der erste Abschnitt dieser Bedingung ist von der größten Wichtigkeit für mich, denn da ich vorzüglich Wasserwerkstätte anlegen muß, so würde es den Schleifern ein leichtes sein, mir jeden schicklichen Ort, den ich zu meiner Fabrikanstalt ausgesucht hätte, vermöge des privilegienmäßigen Einstands- oder Näherrechtes wegzunehmen und auf solche Weise mein ganzes Projekt zu vereiteln.

4. Müssen meine Fabrikarbeiter und besonders diejenigen, denen ich meine Erfindung der Politur anvertraue, in Eid und Pflichten genommen werden. Sie müssen sich ohne das einer gewissen Strafe unterwerfen, wenn sie als eidbrüchig meine Dienste verlassen oder meine Geheimnisse einem Dritten offenbaren würden. Da nun hierbei alles auf obrigkeitliche Autorität und kräftigen Schutz ankommt, so müßte mir dieser nicht nur vorzüglich zugesagt, sondern auch besonders vom gnädigsten Landesfürsten oder von der Landesregierung eine Unter-Obrigkeit zu Solingen beauftragt werden, die Gerichtsbarkeit über die Fabrikarbeiter ausschließlich auszuüben, sie zu verpflichten und in allenfalsigen Übertretungsfällen sie zu ihrer Schuldigkeit zu vermögen, überhaupt aber in allen vorkommenden Fällen im summarischen Rechtswege zu verfahren.

5. Müssen alle Fabrikgegenstände, wenn der ‚delegierte Beamte‘ darüber erkannt hat — oder wenn dieses der Fall auch nicht wäre — der Erkenntnis der hohen Landesregierung unmittelbar unterworfen sein, und zwar auf die nämliche Weise wie die Solinger Klingen- und Messerfabrikgegenstände zur unmittelbaren Erkenntnis der hohen Regierung gehören.

6. Müssen meine Fabrikarbeiter, wenn sie sich Wohnungen kaufen oder pachten, ebensowenig von den privilegierten Handwerksgenossen durch das Einstandsrecht verdrängt werden können.

7. Muß es mir freistehen, privilegierte sowohl als unprivilegierte Arbeiter in meiner Fabrik anzustellen, ohne daß deswegen von den privilegierten Handwerksgenossen und deren Vorstehern jemals Widersprüche erregt werden können.

8. Muß ich die feierliche Zusicherung haben, daß die privilegierten Handwerksgerichte oder Vorsteher unter keinerlei Vorwand jemals eine Visitation meiner Werkstätten vornehmen dürfen. Unter dem Vorwande, als ob ich in die privilegienmäßige

Fabrikation Eingriffe machte, könnte man mich sonst willkürlich überfallen und auf eine gewaltsame Weise meine Fabrikgeheimnisse entdecken.

Die gnädigste Gewährung eines Monopols, worauf ich füglich Anspruch machen könnte, verlange ich nicht, denn ich vergönne es meinen Mitbürgern gerne, durch Spekulationen und Versuche die Polierung zur nämlichen Vollkommenheit zu bringen.

Welche sonstige Vorteile mir indessen vom durchlauchtigsten Landesherrn für meine Erfindung gnädigst zugestanden werden wollen, überlasse ich höchstdesselben huldreichem Ermessen, wobei ich jedoch erinnere, daß ich keine Geldvorschüsse beäuge.

Wenn mir also obige Bedingungen vom durchlauchtigsten Landesfürsten oder der hohen Regierung gnädigst akkordiert werden, so werde ich mich entschließen, meine neue Fabrik, wovon ich mir selbst zunächst wichtige Vorteile verspreche, die aber auch für das Publikum besonders nützlich werden soll, in Solingen zu fixieren. — Es würde mir allerdings empfindlich sein, mein Vaterland drangeben und meine wichtige Unternehmung anderswo zur Ausführung bringen zu müssen.

Denn ich habe Ursache auf meine Erfindung, die ich meinem eigenen Fleiß allein verdanke und die meines Wissens außer England noch keiner zu einer Vollkommenheit gebracht hat, stolz zu sein. Ich wünschte also sehnlichst, dadurch die Zahl der vaterländischen Fabriken rühmlichst zu vermehren.

Man denke nicht etwa, daß ich die Sprache eines gewöhnlichen Projektentmachers rede und mir aus Eitelkeit Ruhm zueigne. Alle, die mich kennen, werden mir hier ein anderes Zeugnis beilegen, und wenn eine hohe Behörde es von mir verlangen wird, so werde ich Proben meiner Kunst dem Kennerauge zur Prüfung vorlegen. Sollte ich indessen gegen alles Verhoffen nicht die gewünschte Aufmerksamkeit erregen und die erwartete Aufmunterung und wirksamste Unterstützung finden, so werde ich, wie gesagt, entweder in der Grafschaft Mark oder auf der linken Rheinseite, wo meine Familie mich sehnlichst erwartet und wo das Lokale ganz angemessen ist, die Früchte meines Fleißes und meiner mühsamen Erfahrungen einzuernten mich gezwungen sehen, so schwer mir auch immer das Opfer fallen wird, mein geliebtes Vaterland zu verlassen.“

Die herzogliche Regierung unter dem Regierungspräsidenten Freiherrn von Hompesch war weitsichtig genug, nachdem „der Obervogtverwalter zu Solingen sich anvorderst von der angeblichen Erfindung der befragten Stahlpolierung vollkommen überzeugt und demnach über die gemachten Anträge gutachtlich Bericht mit Rücksicht auf dortige Fabrik-Verfassung nach seinen Pflichten und Kenntnissen erstattet“ hatte, die Berechtigung zu der Erfüllung der gewiß nicht zu weitgehenden Wünsche des Antragstellers anzuerkennen und diesen in allen wesentlichen Punkten zu entsprechen.

Am 9. Juni 1801 wurde eine diesbezügliche Urkunde ausgefertigt, deren Wortlaut sich auch in dem schon mehrfach angezogenen Buch des damaligen Obervogtverwalters von Daniels wiedergegeben findet:

„Hiesige Landesregierung hat sich die vom Kaufmann Daniel Peres gemachte Erfindung einer feinen Politur im Schleifen der Scheren, Schermesser, stählernen Degengefäße und dergleichen Fabrikate nach Art der englischen wie auch die Bedingungen gehorsamst vortragen lassen, unter welchen derselbe gesonnen ist, diese kostspielige Erfindung auf eine sehr nützliche Weise im großen in Ausführung zu bringen und solchen Ends eine eigene Fabrik zu Sohlingen anzulegen. So geneigt nun die Landesregierung ist, diesem wichtigen Unternehmen alle zweckdienliche Begünstigung und Unterstützung angedeihen zu lassen, so wenig gemeint ist aber dieselbe mit dergleichen Begünstigungen, solche Vorteile einzuräumen, wodurch ein ausschließliches Recht oder auch nur der Anschein eines gehässigen Monopols begründet werden mag. Da aber erwähnte Landesregierung aus dem vorgetragenen Verhalt verlässiget worden, daß mit den aufgestellten Bedingungen kein Monopol beziehlet, sondern nur gesucht wird, diese nützliche Fabrikanlage für unverdienten Schaden zu sichern und zu befördern, so hat dieselbe mit Rücksicht auf diesen unabänderlichen Grundsatz und zur Belohnung des Supplikanten für seine desfalls gehabte viele Bemühungen in Nachforschung des Geheimnisses beschlossen:

1. daß die von gemeldetem Kaufmann Peres gebetene Erlaubnis unabhängig von den privilegierten Sohlinger Handwerken Schermesser, Scheren, chirurgische Instrumente,

stählerne Galanterie-Degen und alle übrigen, in die Privilegien nicht einschlägige Stahl- und Eisenartikel, wie sie Namen haben mögen, zu fabrizieren und zu polieren in dermaßen zu erteilen, daß derselbe sich eidlich verbinden solle, keine Degen, Säbel, Klingen, Messer und Gabeln in seiner Fabrik zu polieren;

2. daß Supplikant zur Beseitigung aller Anstände als Freimeister bei der Schermacherzunft gegen die gewöhnliche Gebühr aufzunehmen;

3. daß die Werkstätte, Häuser und Grundstücke, welche Supplikant zum Behuf dieser Manufaktur sich anschaffen muß, wie auch die Wohnungen, welche die von ihm angenommenen Arbeiter kaufen oder pachten, von dem den Solinger privilegierten Handwerksgeossen im Kaufen und Pachten verliehenen Einstandsrecht aus der Ursache auszuschließen, damit alle Gelegenheit vermieden werde, den Supplikant und dessen Arbeiter von ihren Wohnungen und Werkstätten zu verdrängen, sohin auf diese Art das nützliche Unternehmen indirekt zu vereiteln; daß aber der Supplikant, wie auch dessen Arbeiter ebensowenig befugt sein sollen, dieses Recht gegen andere unprivilegierte Handwerksgeossen zu behaupten;

4. daß nach der Bitte des Supplikanten dem Obervogtverwalter daselbst die ausschließliche Gerichtsbarkeit über dessen Fabrikarbeiter — derselben Vereidung und Bestrafung bei Übertretungen mit der Beschränkung aufzutragen, daß er in allen vorkommenden Fällen in summarischem Wege ohne Zulassung der Advokaten verfahren und daß die weitere Erkenntnis in solchen Fabrikgegenständen der hiesigen Stelle einzig untergeben sein solle;

5. daß dem Supplikant zu erlauben, sowohl pri- als unprivilegierte Arbeiter in seiner Fabrik anzustellen, ohne daß dagegen von den privilegierten Handwerksgeossen einiger Widerspruch eingelegt werden möge; — endlich

6. daß, wenn von den Handwerksvögten um Untersuchung des Supplikanten Werkstätte und Schleifkotten angerufen wird, diese vom Obervogtverwalter allein vorzunehmen sei. Worüber besagtem Kaufmann Peres gegenwärtige Urkunde unter beigedrucktem Geheimratskanzlei-Siegel zu erteilen, verordnet worden.

Düsseldorf, den 9. Junius 1801.

Von Landes-Regierungs wegen
gez. Freiherr von Hompesch.“

In allen Punkten also, bis auf das von Daniel Peres erwünschte Einstandsrecht anderen Unprivilegierten gegenüber war ihm die Regierung entgegengekommen, und um dem neuen Unternehmen die Wege weiter zu ebnen und um etwaigen Streitigkeiten vorzubeugen, wurde der Geheime Rat und Handwerkskommissar Bewer beauftragt, den Handwerksvögten zu Solingen den Inhalt der Urkunde mitzuteilen, ihnen die Nützlichkeit der projektierten Anlage vorzuhalten und der Regierung dann über den Erfolg seiner Mission vorzutragen.

Ein Schriftstück ist noch vorhanden, in dem Daniel Peres seine Verwunderung darüber ausspricht, daß er zu einer am 16. August 1801 abzuhaltenden Sitzung mit den sämtlichen Vögten und Ratsleuten der geschlossenen Handwerker sowie auch des Kreuz- und Knopfschmiedhandwerks in Sachen seines Unternehmens geladen sei. Er führt darin u. a. aus:

„Sollte die hohe Behörde — kaum wage ich es zu sagen — bewogen werden können, die gnädigst zugestandenen Punkte ganz oder zum Teil wieder zurückzunehmen: so muß ich von meinem Vorhaben, die Industrie meines Vaterlandes mit einer wichtigen Erfindung zu bereichern, abstehen und mein Etablissement anderwärts errichten. Denn es bleibt bei mir ein unabänderlicher Vorsatz, daß ich mich mit den privilegierten Handwerker, denen ich, anstatt zu schaden, zuverlässig ersichtliche Vorteile zuführe — sei es auch nur der einzige, daß ich einem Teil der dazu gehörigen Individuen Verdienst verschaffe —, weder mittel- noch unmittelbar über irgend einen Gegenstand meines Unternehmens einlassen und am wenigsten in irgendeine Verbindung mit ihnen treten werde . . .“

Die Regierung kannte offenbar ihre Solinger nur zu gut. Denn kaum war der Daniel Peres gewordene Bescheid bekannt, da erhob auch schon alles, was Innung

hieß, Beschwerde. Ob sie dem Klingen-, Messer- oder Scherenhandwerk angehörten, sie alle fühlten sich in ihren Rechten verletzt, sie waren einmütig darin, den Unprivilegierten nach Kräften nicht hochkommen zu lassen.

Aber alles Beschweren half ihnen diesmal nichts, denn am 25. August 1801 wurden die urkundlich bereits zugestandenen Rechte definitiv bestätigt:

„Hiesige Landesregierung hat sich die von Vögten und Ratsleuten der drei geschlossenen wie auch der Kreuz- und Knopfschmiedhandwerker, im gleichen der Ambachtsmeister der Scherenmacher gegen die dem Kaufmann Peres zur Einführung der englischen Politur erteilte Konzession angebrachte Beschwerden umständlich vortragen lassen. Da nun die besagtem Peres zur Fabrikation und feinen Polierung bewilligten Artikel nicht in die ursprünglichen Privilegien einschlagen, da die Scherenmacherzunft nicht unter die geschlossenen oder privilegierten Handwerker gehören, da auch die in die Privilegien einschlagigen Artikel gemeldetem Peres ausdrücklich verboten worden, da ferner nach allen vernünftigen Prinzipien der allgemeinen Staatswohlfahrt, zumal bei Einführung einer vorhin nicht bestandenen neuen Manufaktur zuträglicher ist, daß auswärtige Fabrikanten und Künstler ins Land gezogen werden, da also solches Unternehmen eher zu begünstigen und zu befördern als durch bel ausgelegte Privilegien und mißbrauchten Industriegewalt zu beschränken ist, da folglich das Gesuch, um erwähnten Peres zum Gebrauch alleiniger privilegierter Arbeiter zu zwingen, keinen Grund hat: so hat die Landesregierung, von diesen unverkennbaren Grundsätzen geleitet, unabänderlich beschlossen, daß es bei der befragtem Kaufmann Peres am 9. Junius dieses Jahres erteilten Konzession zu belassen sei, — dieselbe versiehet sich gleichwohl zu ihm Peres

1. daß er aus eigenem Vorteil und Vaterlandsliebe werde veranlaßt werden zu seiner Fabrikation vorzüglich die ins Land geschworenen Sohlinger Fabrikanten, insofern diese ihm die nötige Arbeit gegen angemessenen billigen Lohn leisten können, zu gebrauchen, — wie auch

2. daß er so mehrere Vorsicht und Klugheit anwenden werde, daß die von ihm gezogen werdenden auswärtigen Fabrikanten nicht die sonstigen Geheimnisse der Sohlinger Fabrik ausspähen und anderwärts verraten, als es sein eigenes Interesse erfordere, daß vorzüglich zu sorgen, daß das Verbleiben seiner Fabrikleute im Lande gesichert und von diesen das Geheimnis der Fabrik nicht entdeckt — sohin in anderen Landen nicht verbreitet werde; desgleichen hat

3. erwähnte Landesregierung verordnet, daß es bei dem in der Konzessionsurkunde enthaltenem Verbot, keine Degengefäße zu fabrizieren, zu belassen und daß demgemäß ihm erteilte Erlaubnis auf Fabrikation der feinen stählernen, die englische Politur enthaltenden Galanteriedegengefe usw. beschränkt bleibe, und daß endlich

4. es bei dem Obervogtsverwalter zu Sohlingen aufgetragenen Visitation lediglich sein Bewenden halte, gleichwohl den besagten Vögten zu überlassen sein, die desfallsige Anzeige dem Obervogtverwalter oder mittels Berufung anhero zu machen.

Gemeldetem Obervogtverwalter wird demnach ein und anderes unverhalten und die Vgte und Ambachtsmeister nach dem Inhalt zu verbescheiden und das weitere Nötige zu verfügen.

Düsseldorf, 25. August 1801.

Von Landesregierungs wegen
gez. Frhr. von Hompesch.“

„Doppelt war ich“ — so schreibt Daniel Peres in einer von ihm selbst verfaßten, kurzen „Darstellung der Entstehung und des Fortgangs meiner Fabrik in polierten Stahlwaren“ — „froh über dieses günstige Ereignis, weil ich dadurch die Gelegenheit hatte, mir unter mehreren Hunderten der hiesigen Arbeiter die für meine Fabrik am tauglichsten auszusuchen, welches große Hilfsmittel mir bei Errichtung dieses Etablissements in einer anderen Gegend gefehlt hätte.

Sofort machte ich Anstalten zur Erbauung eines Fabrikgebäudes zum Schleifen und Polieren ($\frac{1}{4}$ Stunde von meiner Wohnung, der Grünewald genannt) an dem Weinsberger Bach, wo ich ein sehr schickliches Lokal mit 24 Fuß Wassergefälle fand, zu welchem den 4. Sept. 1801 von dem Herrn Richter Karsch und im Beisein meines verehrungswürdigen Freundes des Herrn Syndikus Wichelnck auf Befehl der hohen Landesregie-

zung der Grundstein in Verbindung einiger Zeremonien auf das feierlichste gelegt und den Namen Birmingham beigelegt wurde.

Um nun dieser Werkstätte gleich im Entstehen eine zweckmäßige Einrichtung zu geben, ließ ich es mir angelegen sein, die alten Gewohnheiten bei Errichtung ähnlicher Werke aufs beste zu prüfen, das Mangelhafte mehr zu vervollkommen und auch neue, noch nicht bekannte Ideen in Ausführung zu bringen. So ließ ich z. B. die Werkstätte auf eine Art einrichten, daß unten an der Erde und im zweiten Stock durch das nämliche Triebwerk gearbeitet werden kann. Ferner machte ich in der mechanischen Einrichtung solche Anordnungen, daß mit wenig Wasser viele Hände in Beschäftigung gesetzt werden sollten, weiter ließ ich das Wasserrad nicht wie gewöhnlich in freier Luft, sondern mit in dem Gebäude selbst aufhängen. Das Resultat dieser Anordnung war, daß ich in dieser Werkstätte 12 Mann in Beschäftigung erhalten kann, wogegen auf gewöhnliche Weise nach der Menge des vorhandenen Wassers nur 4 bis 5 ihre Arbeit hätten verrichten können; und statt andere Wasserwerke im Winter wegen des Frostes 2 bis 3 Monate stille liegen müssen, half mir der Einfall, das Rad mit unter das Dach zu bringen schon so viel, daß ich seither in dem strengsten Frost meine Arbeiter in Tätigkeit erhalten konnte. — Zwei Jahre beschäftigte mich der Bau dieses Fabrikgebäudes, während der Zeit ich immer 30 bis 40 Mann daran arbeitend hatte. Eine zwar lange Zeit, aber wer auch nur einige Kenntnisse von der Baukunde hat, diese Anlage sieht und in Erwägung zieht, wieviele Arbeit nur allein der Teich, der ganz in Stein gehauen ist, gekostet hat, wird solche nicht zu lang finden.“

Diese Ausführungen geben einen neuen Beweis von der technischen Selbstständigkeit von Daniel Peres.



Fig. 2. Vorderseite des alten Kotten von Daniel Peres.

Wenn das heute unter dem Namen „Pereskotten“ bekannte Fabrikgebäude inzwischen auch mindestens einmal abgebrannt und wieder aufgebaut worden ist, so sind doch die Grundmauern sowie die Wasseranordnung die alten geblieben.

Es ist nicht leicht zu sagen, warum diese Stelle gerade zur Kottenanlage gewählt wurde, wo sich vor allem die Teichanlage so kostspielig gestalten mußte. Auch scheint die Zeit von 2 Jahren zur Herstellung des Werkes mit einer Arbeiterzahl von 30 bis 40 reichlich bemessen. Tatsache ist, daß die Anlage als solche den bis dahin errichteten Schleifkotten gegenüber wesentliche Verbesserungen und Vorteile aufwies, aber in ihrem Bau viel Kapital verschlang.

„Der erste Artikel,“ so berichtet Daniel Peres weiter, „der in Arbeit genommen wurde, waren Scheren, weil solches doch schon ein lange inländischer Fabrikzweig gewesen und folglich zum Anfang am besten geeignet war. Unerwartet waren mir die vielen widrigen Vorfälle, mit denen ich beim Schmieden, Feilen und Härten noch zu kämpfen hatte. Der Stahl muß nämlich, soll er eine schöne Politur bekommen, auf eine ganz außergewöhnliche Weise durch alle Stufen der Fabrikation behandelt werden, und ich und meine Arbeiter waren natürlich darin noch ganz unerfahren, es mußte deswegen alles durch viele Proben erst herausgebracht werden, und dieses war, wie jeder Sachverständige leicht

einsehen wird, höchst mühsam. Allein die Hilfe talentvoller Mitarbeiter half mir die größten Schwierigkeiten überwinden, und ich darf jetzt wohl hoffen, daß das Ziel meiner Wünsche — zwar durch mühevollen Wege — doch nun bald ganz erreicht sein wird, daß ich nämlich meine Fabrik zu meinem verdienten Vorteil und zum Nutzen des Publikums in allen Teilen hinlänglich bewandert und demnach fest gegründet sehe.

Was das Fabrikpersonal angeht, habe ich folgende Einrichtung gemacht: Diejenigen Arbeiter, welche die wichtigsten Sachen, d. h. was man Fabrikgeheimnisse nennt, zu besorgen haben, werden in Eidespflicht genommen und müssen mir noch zur Sicherheit ihr Vermögen verschreiben. Die übrigen müssen sich nicht weniger der Verschwiegenheit und der Treue befleißigen und haben sich gleichfalls für pünktliche Befolgung ihrer Pflicht mit ihrem Vermögen verbürgt.

Ferner dient ein in dem Fabrikgebäude aufgehängtes Reglement

1. die richtige Zeit zum Anfang und Ende der Arbeit nach jedem Monat im Jahr zu bestimmen;



Fig. 3. Rückseite des alten Kotten von Daniel Peres.

2. werden sämtlichen Arbeitern ihre Hauptpflichten zur Beherrschung empfohlen und sind überhaupt darin zu einem moralischen Betragen ermahnt;

3. macht es demjenigen, der sich wider die Fabrikgesetze vergeht — die Fluchen Spielen, Betrinken, beleidigende Reden usw. verbieten — die Strafe bekannt, welche er nach dem Grad des Vergehens verdient hat. Diese Strafen bestehen in Geld und steigen von 3 bis zu 90 Heller. Solche kommen in eine besondere Kassa und werden am 4. September, als dem Gründungsfest zu Birmingham, welches jährlich gefeiert wird, gemeinschaftlich verzehrt.

Zur Ehre meiner Arbeiter muß ich aber bekennen, daß ich bisher noch alle Jahre in dieser Strafkassa recht wenig vorfand und ich folglich zu meinem innigsten Vergnügen aus meiner eigenen Tasche zuzulegen genötigt war, damit dieser Tag auf eine anständige Weise hat gefeiert werden können.

Da nun, wie bekannt, alle Fabrikate, sie mögen Namen haben wie sie wollen, vollkommener werden, wenn zu jedem Bestandteile besondere Arbeiter angestellt sind, als wenn jeder das ganze verfertigt, weil jene durch das immerwährende Arbeiten an einem Teil sich viel mehr Fertigkeit als dieser, der stets ununterbrochen daran arbeitet, erwerben müssen und überdies es nicht gut geht, wenn der, der grobe Arbeit getan hat,

auch feine verrichten soll, so habe ich die Einrichtung getroffen, daß zu jeder Stufe der Fabrikation als zum Schmieden, Feilen, Klarmachen, Härten, Schleifen, Polieren und Zusammenmachen eigene Leute angestellt sind, wo, wie gesagt, durch die immerwährende einförmige Übung jeder seine ihm aufgegebene Arbeit vollkommen abzuliefern imstande ist.

Um aber auch die Leute zum Nachdenken, wie die Fabrikate immer besser und geschwinder gemacht werden können, aufzumuntern, habe ich jedem, der eine neue nützliche Erfindung macht, eine der Sache angemessene Prämie versprochen, die an die auf diese Art sich ausgezeichnet habenden am Gründungsfest in Birmingham ausgeteilt und solche öffentlich meiner Zufriedenheit versichert, zugleich aber die übrigen Arbeiter zur Nachfolge ermahnt werden. Überdies werden solche der hohen Landesregierung als Künstler bekannt gemacht und wie sehr diese Verdienste schätzt und Kunstfleiß zu ferneren Fortschritten aufzumuntern sich angelegen sein läßt, habe ich die schätzbarsten Beweise in meinen Händen, da solche denjenigen, die sich hervorgetan haben, durch den hiesigen Herrn Amtsverwalter ihres hohen Beifalls hat versichern und zu ferneren Fortschritten auffordern lassen.“

Im Zusammenhang mit diesen Ausführungen mag hier die Rede folgen, die Daniel Peres am 4. September 1804 nach Verlauf des ersten Geschäftsjahres an seine Arbeiter gehalten.

Die Rede ist uns in einer von ihm ausgeführten, säuberlichen Reinschrift erhalten und kennzeichnet am besten sein Verhältnis zu seinen Arbeitern: Sie ist eine köstliche Perle in der Geschichte der Industrie Solingens:

„Der heutige Tag, meine Freunde, ist äußerst wichtig für mich. Vor drei Jahren war es, als der Grundstein dieses Fabrikgebäudes feierlich gelegt wurde, als ich den lange gefaßten, ich darf sagen, kühnen und schweren Plan zur Anlegung dieser feinen Stahl- und Eisenwarenfabrik zur Ausführung zu bringen begann.

Der mächtige, segensvolle Beistand des Höchsten, meine Beharrlichkeit und die Hilfe talentvoller, treuer Mitarbeiter, deren ich mehrere unter Euch erblicke, haben mir unzählbare Schwierigkeiten überwinden geholfen. Allmählich näherte ich mich dem Ziele meiner Wünsche, um aus meinem Etablissement, das in seinen Anlagen so kostbar für mich ist, Vorteile zu schöpfen, und es nicht nur mit dem Beifall, sondern auch mit dem wahren Nutzen des Publikums gekrönt zu sehen. Schmeichelhaft ist's für mich und für Euch, meine Freunde, von den Fabrikennern das Lob zu vernehmen, daß mein Etablissement Fabrikate liefert, die den Neid einer Nation erwecken, welche bis hiehin sich in dem Alleinbesitze dieser Kunst zu befinden dünkte. Bei dieser mächtigen Aufmunterung muß sich unser Eifer, unser Fleiß, unsere Tätigkeit verdoppeln, um noch immer weiter zu kommen.

Der heutige Tag bietet mir die schicklichste Gelegenheit dar, über die Mittel zur Erreichung dieses großen Zweckes einige Worte zu Euch zu reden.

Eine jede große Fabrikanstalt ohne Unterschied erfordert Ordnung, Harmonie, Geschicklichkeit und unermüdeten Fleiß zu ihrem Gedeihen. In Ansehung der meinigen kommt noch die Verschwiegenheit als wesentliches Erfordernis hinzu. Ohne Ordnung und Harmonie gleicht eine Fabrik einem Uhrwerk, worinnen die Räder in keinem Verhältnis untereinanderstehen. So wenig ein solches Uhrwerk, seien die einzelnen Bestandteile noch so kostbar, jemals richtig gehen und nützliche Dienste leisten kann, ebenso wenig kann ein Etablissement einen glücklichen Fortgang haben, wo Unordnung und Disharmonie herrschen. Durch vernünftige, wohlüberlegte Gesetze und durch treue gewissenhafte Befolgung derselben werden Ordnung und Einigkeit allein befördert. Pünktliche Beobachtung der Pflichten, die einem jeden einzelnen obliegen, ist das große wesentliche Erfordernis.

Hieraus folgt, daß die angestellten Meister vorzüglich mit einem guten Beispiel ihren Untergebenen vorgehen, eine gewissenhafte Aufsicht über Gesellen und Lehrlinge halten, jeden Unfug, den sie entdecken zeitig anzeigen und sich im ganzen der Leitung des Prinzipals und der Oberfabrikmeister unterwerfen müssen.

Ebenso haben die Gesellen ihren Oberfabrikmeistern und allen anderen Meistern Achtung und Folgsamkeit zu beweisen, auf die Lehrlinge achtzuhaben und ihnen mit gutem Exempel vorzuleuchten.

Der Lehrlinge Pflicht ist es, allen ihren Vorgesetzten zu gehorsamen, durch Fleiß und Lernbegierde sich auszuzeichnen und sich nur zu bestreben, sich des Beifalls des Prinzipals und ihrer Vorgesetzten und Anführer immer würdiger zu machen. Handelt ihr, meine Freunde, nach diesen Grundsätzen, so befördert Ihr nicht nur den Flor meines Etablissements, sondern Ihr gründet und baut auch hauptsächlich Euer eigenes Glück auf die dauerhafteste Weise.

Allein es ist eine anerkannte Wahrheit, daß ein gutes moralisches Betragen der Grund und die Basis von allen unseren Handlungen sein muß. Ohne Tugend ist das größte Talent nicht geachtet. Sittsamkeit, Redlichkeit, Gewissenhaftigkeit, Genügsamkeit, Verschwiegenheit sind unerläßliche Eigenschaften eines braven Fabrikarbeiters. Alles was diesen Eigenschaften entgegensteht ist Laster, das man fliehen muß und das schlechterdings in meinem Etablissement nicht aufkeimen darf. Dahin gehören hauptsächlich: Zorn, Neid, Untreue, Trunkenheit, Fluchen, Schwören, Schwatzhaftigkeit und Spielsucht.

Ich gestehe es aufrichtig, daß ich in den zurückgelegten Jahren mit wahrem Seelenvergnügen wahrgenommen habe, daß so viele unter Euch sich der untafelhaftesten Auführung zu befleißigen gesucht und diejenigen, die einer Zurechtweisung bedurften, ihre Fehltritte bereuet und eine Lenksamkeit geäußert haben, die mir für die Zukunft die besten Aussichten gewährt.

Dahingegen kann ich aber auch darüber meine Besorgnisse nicht bergen, daß mehreren das notwendige Gesetz der Verschwiegenheit nicht wichtig und heilig zu sein geschienen hat. Alles was meine Fabrike eigens hat, ohne daß man es unter die Geheimnisse zu rechnen braucht, muß verschwiegen bleiben. So muß z. B. jedes neue Muster, das erfunden wird, der Fabrik eigen bleiben und darf außerhalb nicht bekannt gemacht noch mitgeteilt werden. Eine sonstige neue Erfindung, sie sei von welcher Art sie wolle, muß nur mir als dem Prinzipal zuerst entdeckt werden, und wird mir selbst dann willkommen sein, wenn sie auch von keinem großen Nutzen für mich ist, weil es mir schon Genugtuung ist, das Talent des Erfinders und den Trieb zur Vervollkommnung meines Etablissements darinnen zu erkennen. Auf angemessene Belohnung kann darum auch der Erfinder sichere Rechnung machen.

Ich darf noch einen Gegenstand nicht mit Stillschweigen übergehen. Zum heiligsten Gesetz habe ich es mir vom ersten Augenblick der Gründung meiner Fabrik gemacht, einem jeden Arbeiter einen angemessenen Lohn zu lassen, denn ich weiß es, daß nichts niederschlagender ist, nichts den Trieb zu weiteren Fortschritten mehr hemmt, als wenn ein geschickter, redlicher Arbeiter bei seinen Fähigkeiten und seiner Treue, sich und die Seinigen nicht nähren kann, sondern sich unaufhörlich mit Nahrungssorgen herumtreiben muß. Da es aber die gesunde Vernunft einem jeden von Euch schon sagen wird, daß die Stufen der Geschicklichkeit auch die Stufen des Lohnes bestimmen müssen, und da ich hierin nach Einsicht, Überzeugung und Gewissen zu Werke gehe, so kann mir keine größere Unannehmlichkeit vorkommen, als Ungenügsamkeit und Mißgunst zu verspüren. So wenig ich nun für die Zukunft zu befürchten Ursache habe, daß Fälle dieser Art mir aufstoßen werden, so unabänderlich ist mein Entschluß, ohne Ansehen der Person die nach unseren Gesetzen bestimmte Strafe eintreten zu lassen oder gar mich desjenigen zu entledigen, der seinem Charakter keine Fesseln anzulegen weiß.

Diese Bemerkung führt mich notwendig auf den Punkt, Euch allen, meine Freunde, in jedem vorkommenden Falle einer Überschreitung der Fabrikgesetze die Notwendigkeit der Anwendung der durch die Gesetze bestimmten Strafe recht ernstlich ans Herz zu legen. Alle Gesetze sind unnütz und zwecklos, wenn ihre Übertretung nicht geahndet wird. Es wirkt dieses auf andere, die in ihren guten Grundsätzen noch nicht fest sind, leicht nachteilig, und, was am schlimmsten ist: der pünktliche, redliche Befolger der Gesetze wird mißmutig und mutlos, wenn er sehen muß, daß der Verächter derselben ungestraft bleibt, ja sogar gleiche Behandlung und gleiche Vorteile mit ihm genießt.

Doch ich wiederhole es: Meine Hoffnungen und Erwartungen, daß Ihr alle mit unablässigem Eifer zum Besten des ganzen handeln und wirken, durch treue, gewissenhafte Erfüllung Eurer Kontrakte nach allen ihren Teilen und durch pünktliche, willige Befolgung der Gesetze zur Erreichung des gemeinschaftlichen Zweckes, nämlich Eurer und meiner Wohlfahrt, nach allen Kräften Euch bestreben werdet, sind gegründet. Ich kann dies mit soviel größerer Zuverlässigkeit erwarten, da ich heute die Wonne genieße,

an diejenigen unter Euch, welche sich durch neue Erfindungen und durch eine besondere Applikation im zurückgelegten Jahre ausgezeichnet haben, die ihnen zugedachten Prämien öffentlich auszuteilen und ihnen meine Zufriedenheit und meinen Dank zu erkennen zu geben, zugleich aber auch sie aufzumuntern, mit dem nämlichen guten Willen, mit der nämlichen Tätigkeit ihr Talent zur Vervollkommnung meines Etablissements ferner anzuwenden.

Dem Oberfabrikmeister Wilhelm Korte gebühret dafür eine Prämie, daß er die Erfindung gemacht hat, die Scheren über eine solche Art zu härten, daß sie durchs Härten sich nicht mißstellen, sodann für die zweite Erfindung, daß die Schermesser in der Härtung keine Risse bekommen und für eine Menge neuer Scherenmuster.

Der Oberfabrikmeister Abraham Linder hat sich durch Erfindung einer Maschine, um die zur Länge ausgeschliffenen Schermesser auf eine weit schnellere Weise als es bis hihin geschehen konnte, zu schleifen, einer Prämie würdig gemacht.

Der Meister Gottfried Dinger zeichnete sich durch die vorzügliche Erfindung aus, um dem Stahl eine oberflächliche Härtung zu geben, welche ihn eines höheren Glanzes in der Politur empfänglich macht, wofür dem Erfinder die Prämie zuteil wird.

Dem Meister Gottfried Birkendahl verdanke ich die Erfindung, um durch ein gewisses Mittel den Stahl dahin zu erweichen, daß es der Politur nicht schädlich, hingegen dem Schlitze sehr vorteilhaft ist. Er hat also auch die gerechtesten Ansprüche auf eine Prämie.

Der Meister I. A. Voos erfand eine eigene leichte Behandlung, den Scheren die gehörige Richtung wiederzugeben, die einige in der Härtung verlieren. Ebenso fand er auch noch einen Vorteil in der Vorbereitung der Politur; dafür wird ihm eine Prämie zuerkannt.

Ich überreiche einem jeden von Euch diesen kleinen Beweis meiner Zufriedenheit und meines Wohlwollens mit dem dankbarsten Herzen und dem aufrichtigsten Wunsche, daß Ihr mit Munterkeit auf eurer ehrenvollen Laufbahn zu Eurer und meiner Wohlfahrt fortwandeln möget.

Ich überreiche Euch aber diese Prämien verschlossen, nicht weil ich Euch einer Mißgunst fähig halte, sondern weil ich weder Eure noch meine Bescheidenheit beleidigen will, und Ihr schon überzeugt seid, daß nicht der innere Gehalt der Prämien, sondern der ehrenvolle Zweck ihren Wert bestimmt. Dies bezeuge ich Euch noch dabei, daß mich die strengste Unbefangenheit bei der Bestimmung der Prämien geleitet hat, ohne daß die mindeste Privatrücksicht dabei wäre in Anschlag gebracht worden. Es wird Euch übrigens nicht unangenehm sein, wenn ich Euch die Versicherung gebe, daß Ihr der hohen Landesregierung als Künstler, die alle Aufmunterung verdienen, bekannt gemacht werden sollet.

Noch anderen aus Eurer Mitte muß ich meine besondere Zufriedenheit über ihre tätigen Bemühungen bezeigen, womit sie zur Vervollkommnung dieser oder jener Erfindung beigetragen haben. Ist's schon der Fall nicht, daß ich Euch als den ersten Erfindern einen Preis zuerkennen kann, so habt Ihr doch Ansprüche auf meine Dankbarkeit.

Als redlicher Prinzipal verspreche ich Euch mit der strengsten Gewissenhaftigkeit, in der Folge von den Verdiensten eines jeden unter Euch Notiz nehmen zu wollen und schmeichle mir schon im voraus, das süße Vergnügen zu genießen, heute über ein Jahr — wenn der Allgütige uns das Leben fristet und unser Unternehmen mit seinem ferneren Segen begleitet, — eine Menge unter Euch durch wohlverdiente Prämien zu neuem Fleiß aufzumuntern.

Ehe ich meine kleine Rede schließe, wende ich mich noch zu Euch beide Oberfabrikmeister Linder und Korte. Euer Betragen, Eure Tätigkeit, Eure Treue verdient, daß ich Euch öffentlich mein Wohlgefallen zu erkennen gebe und Euch meines ganzen Zutrauens versichere.

Mit Nutzen habt Ihr in der zurückgelegten Zeit dem Euch anvertrauten Posten vorgestanden und als redliche Männer das Beste der Fabrikanstalt aus allen Euren Kräften zu befördern gesucht. Ich darf Euch also mit voller Beruhigung allen anderen Mitarbeitern zum Muster und zur Nachfolge empfehlen, und indem ich dieses tue, bin ich zugleich versichert, daß alle, die hier um mich versammelt sind, mein öffentliches Lob gerecht finden werden.

Euch übrigen Meistern sei ebenfalls mein aufrichtiger Dank für treue Erfüllung Eures Berufes gesagt; sowie ich Euch allesamt, meine lieben Mitarbeiter, meine ungeheuchelte Zuneigung und Achtung feierlich zusage.

Seid fleißig und treu in Eurem Berufe, helft nach Kräften eine Anstalt vervollkommen, die uns allen Vorteil bringet und uns zur wahren Ehre gereicht.

Nichts ist süßer, nichts beruhigender als das Bewußtsein, seine Pflicht getan zu haben. Es ist ein Kleinod, das für den Menschen unverlierbar ist und ihm jenseits des Grabes nachfolgt. Unsere zeitliche und ewige Wohlfahrt hängt davon ab, und selbst unsere Feinde müssen uns Gerechtigkeit widerfahren lassen, wenn wir in der Ausübung der Pflichten unseres Berufes strenge sind.

Der heutige Tag ist zur unschuldigen Freude bestimmt, ich lade Euch also alle mit dem freundschaftlichsten Herzen ein, Anteil daran zu nehmen.“

Vergegenwärtigen wir uns einen Augenblick das Bild im anmutigen Weinsbergertal: Es ist ein frischer Septembertag, ein Wochentag und doch steht das Wasserrad still. Der arbeitslustige Bach spart heut seine Kräfte, denn statt der schmutzigen Werktagskleider haben die Arbeiter ihren Sonntagsstaat angelegt und sich vor dem Kotten eingefunden. In unruhiger Erwartung dessen was kommen soll, haben sie einen Halbkreis gebildet mit dem Rücken dem Kotten und dem Teiche zu. An die Meister reihen sich die Gesellen und daran wieder die Lehrlinge an.

Denn ihr Arbeitgeber ist herzutreten, hat sich an den kleinen, dicht beschatteten Abhang begeben und mit dem Blick auf seine Arbeiter und weiter auf sein junges Fabrikwesen hält er seine Ansprache zum einjährigen Jubiläum seines Unternehmens. Offenbar ist es ihm ein Bedürfnis, heute sein Herz auszuschütten: er ermahnt, er verspricht, er dankt.

Wohl trägt das Ganze ein der damaligen Zeit entsprechendes, echt patriarchalisches Gepräge. Aber welch frischen Gedankenflug vermitteln seine von tiefem Ernst getragenen Worte!

Sonst wird zurzeit über den Mangel des sogenannten „Raffinierungsgeistes“ in der Industrie Solingens Klage geführt, hier steht der 28jährige Daniel Peres: Er freut sich über das mühsam Erreichte, aber nur, um es als Antrieb zur weiteren Vervollkommnung zu betrachten; er weist nachdrücklich auf das Gemeinsame seiner Interessen und der seiner Arbeiter hin; er verspricht ihnen bei entsprechender Leistung guten Lohn, nicht als besondere Vergünstigung, sondern als ihr Recht; den Sinn zu steten Verbesserungen weckt er bei seinen Leuten durch Verteilen von Prämien.

Das System des Warenzahlens, das damals und noch viele Jahre später die traurigsten Auswüchse zeitigte, war ihm verpönt. Er zahlte seine Angestellten in barem Gelde aus und war bestrebt, sich einen Stamm gut geschulter Arbeiter heranzuziehen.

Daniel Peres hebt sich nicht nur in technischer, sondern auch in sozialer Hinsicht aus seiner Zeit heraus.

Die in Aussicht gestellte Anerkennung seitens der Regierung traf am 17. April 1805 ein. Sie lautet:

„Im Namen Sr. des Herrn Herzogs Wilhelm in Bayern Durchlaucht.

Die von dem Kaufmann Daniel Peres eingelangte Anzeige über den Fortgang der zu Birmingham bei Solingen angelegten feinen Eisen- und Stahlwarenfabrik mit englischer Politur, wird dem Obervogtverwalter zu Solingen abschriftlich mit dem Auftrage angeschlossen, daß er die in deren Anlage benannten Meister wegen ihrer darin angeführten, im Laufe des vorigen Jahres gemachten wichtigen Entdeckungen in Gegenwart der übrigen Fabrikarbeiter des genannten Peres, des höchsten Wohlgefallens versichern und sie zu ferneren Fortschritten auf diesem gemeinnützigen Wege, die übrigen

Mitarbeiter aber zur Nachfolge solcher rühmlichen Beispiele aufmuntere, auch dem erwähnten Fabrikanten Peres wegen seiner so weit schon thätig ausgeführten neuen Fabrikanlage der sogenannten englischen Eisen- und Stahlpolitur die vorzüglichste höchste Belobung erteilen und ihm desfalls eine authentische Abschrift des gegenwärtigen Beschlusses mitteilen solle.

An den Obervogtverwalter
zu Solingen

Düsseldorf, 17. April 1805
Herzogliche Regierung.“

Außer Scheren nahm Daniel Peres nach und nach Degengefäße, Schermesser und Lichtscheren — die von gewöhnlichen Scheren stets getrennt aufgeführt wurden — in Bearbeitung. Aber damit nicht genug, er richtete sein Augenmerk auf die Herstellung von feinen Federmessern, die damals in Solingen noch nicht angefertigt wurden. Von Daniels schreibt darüber:

„An den Einschlags- oder Zulegsmessern, welche man hier Kniepen nennt, werden die Hefte durchgehends von Horn, auch viele von Kuhklauen, die geringere Gattung aber von Knochen gemacht. Überhaupt gehört der Artikel der Einschlagsmesser unter jene, worin die Fabrik in Feinheit und Güte der Fabrikate am meisten zurück ist. Den Taschenmessern fehlet es nicht nur an Feinheit und niedlicher Bearbeitung der Hefte, sondern auch an Politur der Klingen und an Geschmack im Façon. — Die Federmesser haben aber außer diesen Mängeln auch noch jenen, daß sie keinen guten Schnitt haben.“

Wieder waren es die Sheffielder, die hierin den Solingern überlegen waren, wie die mehr als hundertjährigen Musterkarten feiner Federmesser von Joseph Rodgers & Sons im Weston Museum zu Sheffield am besten beweisen.

Um seinen Zweck erreichen zu können, sah sich Daniel Peres genötigt, wieder ein Gesuch an die Regierung zu richten, das aller Wahrscheinlichkeit nach 1805 abgefaßt ist. Es lautet:

„Durchlauchtigster Churfürst,
Gnädigster Herr!

Da meine ohnlängst errichtete englische feine Stahlfabrik wohl die einzige in Deutschland zu sein sich rühmen darf und als solche dem Vaterlande zur Zierde gereicht, so kann ich — da ich es bloß allein meinem Fleiße zu verdanken habe — stolz darauf sein, durch unablässiges Forschen und Versuchen dieses Etablissement auf die Höhe und zu der Vollkommenheit gebracht zu haben. Zwar hat die die Fabrik begünstigende Urkunde vom 9. Juni 1801 wegen der Solinger Privilegien die Verfertigung aller Messer mit Ausnahme der Rasiermesser untersagt. Da aber die sogenannten feinen englischen Federmesser hierunter nicht begriffen sein können, weil dieser Artikel ebenso wie die Rasiermesser bis hiehin in der Solinger Fabrik nicht verfertigt werden konnten, so soll auch deswegen vor etwa 2 bis 3 Jahren nach vorhergegangener Vernehmung der Kaufmannschaft und Handwerksgericht der privilegierten Fabrikanten sowohl als auch denen als Messerkaufleuten eingeschriebenen unprivilegierten erlaubt worden sein, so lange mit allen in englischen und sonstigen Fabriken gemacht werdende Messerartikel, welche in der Solinger Fabrik nicht verfertigt werden, handeln zu dürfen, bis solche hieselbst in der nämlichen Qualität gemacht werden könnten. Hieraus folgt nun von selbst, daß es eine höchst willkommene Sache sein würde, wenn einer die Muster englischer Federmesser in Qualität und Preisen gleich den Engländern verfertigen zu wollen sich erbitte, auch sein Erbieten durch die Tat erwiesen.

„Indem ich dieses nun auszuführen verspreche und solches auch wegen meiner Politurkenntnisse im Stande bin, sehe ich mich auch um so mehr in die Notwendigkeit versetzt, den Federmesserartikel einzuführen:

1. weil die Rasiermesserfabrik eine Menge des feinen Materials abwirft, welches zu keinem anderen Fabrikat als zu Federmessern benutzt werden kann;
2. weil meine Kommittenten bei ihren mir gebenden Kommissionen von Scheren, Lichtscheren und Rasiermessern Aufträge in Federmessern englischer Art beifügen, ohne daß ich solche auszuführen im Stande bin und deswegen oft die ganze übrige Kommission ineffektuiert lassen muß;

3. wäre es ein unerhörter, selbst vernunftwidriger Grundsatz, dasjenige, was die Solinger privilegierten Handwerker nicht fabrizieren können, durch unprivilegierte Eingesessene nicht verfertigen lassen zu dürfen, sondern das Geld dafür ins Ausland zu schicken; daß der churfürstliche, gnädigste Herr ein solches widriges Prinzip verabscheut, davon habe ich den überzeugendsten Beweis, indem mir bereits gnädigst vergünstigt worden ist, Degengefäße nach englischer Art zu fabrizieren, welches doch sonst ein ausschließliches Vorrecht der drei geschlossenen oder wohl gar des alleinigen Kreuz- und Knopfschmiedehandwerks war.

Keineswegs verlange ich ein ausschließliches Vorrecht oder Monopol wegen Fabrizierung der Federmesser, sondern ich vergönne es gern einem jeden außer mir, in diesem Artikel zu raffinieren, doch bin ich überzeugt, daß nur meine Polierfabrik dazu geeignet ist, in dieser Gattung von Messern mit den Engländern Preis halten zu können.

„Schließlich tue ich noch und abermals auf alle Fabrizierungen von Messern, welche die Privilegierten verfertigen, Verzicht, glaube übrigens aber wohl berechtigt zu sein, die englischen Federmesser ohne eventuelle gnädigste Erlaubnis zum Gegenstand meiner Fabrik zu machen, um mich aber keinem Vorwurf eines Eingriffes in die Privilegien auszusetzen, die gnädigste Genehmigung unterthänigst nachsuche und die gnädigste Gewährung meines Gesuches an Beamte zu Solingen bekannt zu machen.

Euer etc.

unterthänigster

gez. Daniel Peres.“

Es dauerte nicht lange und ihm wurde die nachgesuchte Erlaubnis zuteil, alle Gattungen von Federmessern herzustellen; diesmal erfolgte kein wesentlicher Widerspruch.

Mit Energie wandte er sich darauf auch diesem neuen Zweige zu und offenbar mit gutem Erfolg, wie wir später aus neidischen Äußerungen anderer Solinger Fabrikanten sehen werden. Daß sich die Scheren von Daniel Peres bereits eines guten Rufes erfreuten, dafür bietet folgende Stelle in Nr. 94 des Westfälischen Anzeigers (höchstwahrscheinlich Ende 1806) unter der Überschrift: „Nachrichten über die Fabrik von feinen Stahlwaren des Herrn Peres in Solingen“ einen Beleg. (Der Schreiber hat offenkundig Daniel Peres besucht.)

„Unterzeichneter erhielt von H. Peres eine feine Schere mit schwarzer Politur, die im Dutzend zu 30 Stüber verkauft wird. Um sie mit einer englischen zu vergleichen, ging ich in einen Laden in Elberfeld, in welchem die feinsten, englischen Waren verkauft werden. Ich verglich mehrere englische Scheren mit schwarzer Politur mit der Schere aus der Fabrik von H. Peres und es war keine, deren Politur die des H. Peres sowohl in Hinsicht der Feinheit als des Glanzes übertraf. Darauf wurde mit einer englischen Schere und mit der des H. Peres die Probe mit dem Durchschneiden der Stecknadel gemacht. Beide hielten sich gleich gut und in beiden war nach dem Schnitt auf der Scheide der Scheren nichts zu sehen. Was die Preise betrifft, so kann H. Peres, da die Engländer diese Ware wegen des Alleinhandels sehr teuer verkaufen, recht gut mit ihnen auskommen. Seine Preise sind im Durchschnitt 20% unter denen der Engländer und er hat jetzt noch den Vorteil der glücklichen Konjunktur bei der Sperrung der deutschen, holländischen und französischen Häfen für englische Waren, wodurch jene jetzt auf allen Plätzen selten sind und sehr gesucht werden. Bei der Vergleichung des Preises der beiden Scheren in Elberfeld fand sich, daß die englische im Dutzend ungefähr 30% mehr kostete, wie die deutsche.“

Daß es Daniel Peres bei seiner Fabrikation in erster Linie um Qualitätswaren zu tun war, wird noch durch folgende eigenhändige Notiz über anderweitige Versuche bestätigt:

„Auch habe ich schon in der Kunst, den Stahl zu gießen, Proben gemacht und solche sind ziemlich gut geraten. In England werden viele Scheren und Schermesser und dgl. gegossen. Allein ich habe mich sowohl durch englische Waren als durch eigene Proben überzeugt, daß die gegossenen Schnittwaren nicht das geringste wert sind, indem sie auf

keine Weise eines dauernden Schnittes fähig gemacht werden können. Deswegen faßte ich auch den unabänderlichen Entschluß, niemals den Guß bei Artikeln zum Schneiden, sondern nur bei anderen, die dieser Tugend nicht bedürfen, als Degengefäße usw. anzuwenden.“

In dem Maße nun wie sein Fabrikbetrieb an Bedeutung zunahm, sehen wir wie mehrere privilegierte Solinger Kaufleute darauf bedacht waren, ihm nach Kräften Schaden zuzufügen. Da er sich des tatkräftigen Schutzes seitens der Regierung erfreute, so konnten sie ihn zwar nicht an der Herstellung der ihm zugestandenen Gegenstände hindern, aber man fand einen anderen Weg. Man versuchte sich seiner Warenzeichen, die er als unprivilegierter Fabrikant nicht in die Meßmacherzeichenrolle eintragen konnte, sogar seines Namens zu bemächtigen. Dies hatte lebhaftes Auseinandersetzen mit der Meßmacherzunft und langwierige Verhandlungen mit den Behörden zur Folge. Von den vielen noch vorhandenen Schriftsätzen in derartigen unerquicklichen Zeichenstreitigkeiten sei im nachfolgenden ein Briefwechsel wiedergegeben, da er über die aufgeworfene Frage hinaus noch ein gutes Bild von den allgemeinen Industrieverhältnissen jener Zeit bietet.

„Es geht so weit“ — schreibt Daniel Peres am 2. Januar 1808 an Notar Marchand zu Solingen — „daß ein gewisser mir unbekannter Jacob Becher sich erlaubt hat, die Worte: D. Fires D. Pires D. Piras als Messerzeichen zweimal in der Kirche ausrufen zu lassen. Da sie alle drei meinem Namen Daniel Peres, den ich auf meine Scher- und Federmesser, Lichtscheren und sonstige Stahl- und eiserne Waren schlage, seitdem ich meine Fabrik etabliert habe, nicht nur ganz ähnlich sind, sondern sogar noch das zweite Zeichen mein vollkommener Name nach hiesiger Aussprache ist.

Ich habe freilich den Vorzug nicht, durch die Geburt ein privilegierter Handwerksbruder zu sein, kann daher auch meine Zeichen in die hiesige Zeichenrolle nicht eintragen lassen, allein ich bin Fabrikant, und zwar vom durchlauchtigsten Landesherrn besonders geschätzter Fabrikant, dessen Fabrikate mit jenen der hiesigen privilegierten Fabrikanten in eine und die nämliche allgemeine Klasse gehören. Mit Fabrizieren aller Artikel, welche ich fabrizieren lasse, darf jeder Privilegierte sich begeben. Der Jacob Becher würde also, wenn ihm seine unerlaubte Handlung durchging, künftig berechtigt sein, auf seine Waren meinen Namen, mithin mein Zeichen zu schlagen. Dies kann und werde ich aber nie zugeben. Ich muß daher meine feierliche Protestation gegen die fernere Publikation der drei eingangs gemeldeten Worte und vorzüglich aber gegen deren Eintragung als Zeichen in die Messer-Rolle noch beizeiten einlegen und den Herrn Notar ergebenst bitten, sich in Zustand zweier Zeugen entweder an das hiesige löbliche Meßmacherhandwerksgericht oder wenn selbiges heute nicht versammelt sein möchte, zu dem jetzigen Herrn Vogt des Messmacherhandwerks zu begeben und die oben erwähnte Protestation gegen die fernere Publikation und Eintragung der vorgenannten drei Zeichen D. Fires, D. Pires, D. Piras in bester Form einzulegen, zugleich mir meine Rechte und Zuständigkeiten für alle Fälle vorzubehalten, eine Abschrift dieser meiner Protestation dem löblichen Messmacherhandwerksgericht oder dem Herrn Vogt zurückzulassen, den ganzen Akt in ein Instrument aufzunehmen und mir ein Exemplar in beglaubigter Form darüber zukommenzulassen. In der Zuversicht, daß H. Notar meinem Gesuche willfahren werde, verharre ich mit Hochachtung des H. Notar

ergebenster
gez. Dan. Peres.“

„Solingen im Großherzogtum Berg, den 2. Januar 1808, nachm. 3 Uhr, verfügte ich Endgefertigter Notar auf vorstehendes dienstliches Ersuchen des H. Daniel Peres in Zustand der beiden mitunterzeichneten Zeugen H. Richartz und L. Maymann mich zu dem in der Behausung des H. Gerichtsschreibers Guillaume anwesenden Herrn Vogt Storsberg und Herrn Rathmann Wolfertz, machte denselben den Inhalt meines Auftrages bekannt, protestierte diesem nach im Namen meines Requirenten H. Daniel Peres in gehöriger Form gegen die fernere Publikation der von dem Jacob Becher nachgesuchten drei Wörter als: D. Fires, D. Pires, D. Piras und deren Eintragung als Zeichen in die Messerrolle und habe die Gerechtsame des Herrn Requirenten bestermaßen für alle Fälle zu ver-

wahren gesucht. Der Herr Vogt Storsberg und Rathman Wolfertz erklärten hierauf, daß sie die von H. Daniel Peres eingelegte Protestation nicht annehmen könnten, indem H. Peres

a) kein Zeichen in der Rolle hätte, noch haben könnte, dem die drei Wörter: D. Fires, D. Pires, D. Piras zu nahe kämen;

b) sei H. Peres deswegen, daß die drei oben genannten, von dem Jacob Becher als Zeichen zu schlagen ausersonnene Wörter dem Namen Dan. Peres ähnlich seien, nicht befugt, eine Protestation hierwider einzulegen, indem es jedem privilegierten Handwerksfabrikanten freistände, sich ein Zeichen zu ersinnen; wofern es einem anderen bereits eingetragenen Zeichen nicht zu nahe käme;

c) befinden sich viele Namen von den größten Männern der älteren und jüngeren Zeiten in der Messmacherrolle als F. Rex, Napoleon, Joachim und so weiter;

d) könnte auch dem Kaufmann Dan. Peres das Zeichen D. Pires auf Messer zu schlagen nicht schädlich sein, indem er nicht berechtigt sei, Messer machen zu dürfen, und dem Jacob Becher die ersonnenen Zeichen nur auf Messer zu schlagen in die Messmacherrolle eingetragen würden.

Dem H. Vogt Storsberg habe ich diesem nach eine Abschrift der eingangs bezogenen Protestation wider die fernere Publikation und Eintragung der fraglichen Zeichen in die Messmacherrolle wiederholt und bin hierauf mit den Zeugen weggegangen.

„Also ausgefertigt etc. . . .

Jacob Marchand, Notar.“

Darauf richtete Daniel Peres folgenden Brief an den Minister des Innern im Großherzogtum Berg, das am 15. März 1806 von Napoleon an Joachim Murat verliehen worden war.

„P. P.

Meine feinen Politurfabrikate nach englischer Art und besonders meine Scher- und Federmesser bezeichne ich seit der Errichtung meines kostspieligen Etablissements mit meinem Namen D. Peres. Ich habe dieses von mir gewählte Zeichen wirklich schon in Ruf gebracht. Der Neid anderer privilegierter Messerfabrikanten zu Solingen mißgönnt mir das. Einer der Ratsleute Jacob Becher erlaubte sich nämlich die Wörter: D. Fires, D. Pires, D. Piras als von ihm ersonnene Messerzeichen öffentlich ausrufen zu lassen. Sobald ich dieses vernahm, meldete ich mich mit einer Protestation bei dem Meßmacherhandwerksgericht gegen die Eintragung jener Zeichen in die Zeichenrolle, weil sie die größte Ähnlichkeit mit meinem als Zeichen gewählten Namen haben und notwendig damit verwechselt werden müssen.

Ich erwartete eine unbedingte Willfährung meines vernünftigen und billigen Gesuches, allein ich betrog mich sehr. Meine Protestation schien vielmehr dem Handwerksvorstand eine erwünschte Gelegenheit zu sein, mich als einen Ungerechten in den Privilegien ihre Superiorität fühlen zu lassen.

In dem abschriftlich hier beigefalteten Notarial-Instrumente findet sich meine Protestation sowohl als auch die von dem Vogt des Meßmacherhandwerks darauf erteilte Antwort.

Letztere ist so geeigenschaftet, daß ich gezwungen bin, bei einer hohen Behörde wirksamen und nachdrücklichen Schutz gegen die Willkür des Handwerksgerichtes in Untertänigkeit zu reklamieren.

Eine kurze Prüfung und Auseinandersetzung der vom Vogt des Meßmacherhandwerks vorgebrachten vier Weigerungsgründe werden meinen Schritt rechtfertigen.

Hier muß ich die vorläufige Bemerkung einfließen lassen, daß man sich auf meine Protestation gefaßt gemacht und die Antwort schon in Bereitschaft hatte, denn es war eines Meßmacherrats Sache nicht, aus dem Stegreif solche Antworten zu geben.

Ich soll nach der Meinung des Meßmacherrats kein Recht zur Protestation gegen die Eintragung der meinem Namen zu nahe gehenden drei Wörter als Messerzeichen haben, weil ich erstens selbst kein Zeichen in der Meßmacherrolle hätte. Der Vordersatz ist wahr, allein der Schluß ist falsch.

Der Umstand, daß ich zu den privilegierten Messerfabrikanten zu gehören die Ehre nicht habe, benimmt mir das Recht im mindesten nicht, auf Sicherheit meines Eigentums Anspruch zu machen.

Sobald ich zuerst meinen eigenen Namen D. Peres als ein Zeichen auf mein Fabrikat wählte, erwarb ich mir nach allgemeinen Grundsätzen ein Recht, solches einem jeden andern zu verbieten, der durch den Gebrauch dieses Zeichens mir Schaden zufügen konnte; hat nun der Messerfabrikant das Recht, seine eigentümlichen in die Rolle eingetragenen Messerzeichen auf alle anderen Eisen- und Stahlfabrikate zu schlagen, so spricht es von selbst, daß durch die fraglichen Wörter mein Zeichen gefährdet war, weil die privilegierten Fabrikanten alle Artikel, die ich führe, fabrizieren lassen dürfen. Die Zeichenrolle der Privilegierten mag also unter ihnen selbst nur insofern als Gesetz gelten, als sie einem Dritten per indirectum nicht zum Schaden gereicht.

Diese Antwort paßt ebenfalls auf den zweiten vom Vogt angeführten Grund, daß es nämlich einem jeden Privilegierten frei stehe, ein Zeichen zu wählen, wenn es nur einem bereits eingetragenen Zeichen nicht zu nahe komme.

War mir als Unprivilegiertem, die Gelegenheit benommen, meine Zeichen zur Sicherung meines ausschließlichen Rechtes in ein öffentliches Register oder in eine sogenannte Rolle eintragen zu lassen, so konnte freilich in Hinsicht auf die Zeichenrolle der Privilegierten der Becher vielleicht keinen Widerstand finden, um seine neu gewählten Zeichen eintragen zu lassen. Allein diese Zeichenrollen können außerhalb der Privilegierten keine verbindende Kraft haben.

Der dritte Grund des Vogtes soll eine Chikane sein, die ich mit Stillschweigen übergehe, desto nachdrücklicher muß ich mich aber über seinen vierten Grund verbreiten. Hier sind zwei Unwahrheiten zu rügen:

Einmal soll ich nach des Vogtes Behauptung keine Messer machen dürfen, und zum anderen soll der Jakob Becher die ausersonnenen Zeichen nur auf Messer zu schlagen berechtigt sein.

Daß ich bis dahin der einzige Schermesserfabrikant zu Solingen bin, und daß mir die Erlaubnis, alle Gattungen von Federmessern zu fabrizieren von der hohen Landesregierung erlaubt worden ist, sind dem Vogte bekannte Dinge. Meine Scher- und Federmesser bezeichnete ich just mit meinem Namen D. Peres. Es könnte mir also kein größerer Eintrag geschehen, als wenn es dem Becher, oder seinem künftigen Zessionär durchgehen sollte, die meinem Namen ganz ähnlichen Zeichen, welche er ersonnen und als seine ausschließlichen Messerzeichen in die Rolle eingetragen haben will, künftig auf Scher- oder Federmesser zu schlagen. Das ist aber der einzige Plan des hinter dem Becher sich versteckt haltenden Dritten, denn er selbst ist nur ein Gabelschmied und läßt keine Messer fabrizieren.

Daß ein jeder privilegierte Messerfabrikant seine eigentümlichen Messerzeichen auf alle anderen Stahl- und Eisenwaren zu prägen berechtigt ist, gehört ebenfalls unter die bekanntesten Dinge.

Ich würde daher in der Folge Gefahr laufen, daß ein Dritter die nämlichen Stahl- und Eisenwaren, welche ich nach englischer Art verfertigen und mit meinem Namen bezeichnen lasse, fabrizieren, und zum Verderben meiner Fabrik mit den meinem Namen ganz ähnlichen Zeichen bezeichnen lassen würde.

Dieses muß ich vorzüglich zu verhüten suchen, weil ich bekanntlich der einzige im Lande bin, der den Stahlwaren die englische Politur zu geben versteht, mithin meine Waren dadurch den Vorzug haben.

Schon so manchen Beweis eines vorzüglichen Schutzes meines Etablissements von seiten der hohen Landesbehörde habe ich zu erhalten das Glück gehabt. In dem gegenwärtigen Falle darf ich dieses mit Zuverlässigkeit ebenfalls erwarten. Ich glaube daher in Untertänigkeit zu der Bitte mich berechtigt zu halten, daß durch einen hohen Befehl an den Obervogtverwalter zu Solingen nicht nur dem Meßmacherhandwerksvorstande untersagt werde, die drei fraglichen, meinem Namen ganz ähnlichen Zeichen in der Zeichenrolle einzutragen, sondern daß auch für die Zukunft eine solche Verfügung getroffen werde, wodurch meine sämtlichen sonstigen Warenzeichen gegen die Eingriffe anderer Fabrikanten gesichert bleiben.

Der ich in hoffender Gewärtigung einer gnädigen Aufnahme meiner gerechten Bitte ehrfurchtsvoll verharre,

Euer hochgräflichen Exzellenz untertänigster

11. Januar 1908.

gez. Daniel Peres.“

Das Antwortschreiben der Regierung lautete:

„Großherzogtum Berg,

Elberfeld, den 22. Januar 1808.

Der Provinzialrat des Bezirkes Elberfeld an den
Herrn Obervogtverwalter Krey.

Sie erhalten hierbei in Abschrift eine Vorstellung des verdienten Fabrikanten Daniel Peres in dem Kirchspiel Solingen, woraus sich ergibt, daß ein anderer dortiger Fabrikant von der privilegierten Klasse, Jacob Becher genannt, für seine Fabrikate Zeichen gewählt und dem Handwerksvorstand zur Eintragung in die dortige Zeichenrolle vorgelegt hat, welche seinem Namen so nahe kommen, daß sich dabei keine andere Absicht voraussetzen läßt, als die Abnehmer zu täuschen. Jener Becher wird hierin von dem Vorstand des Meßmacherhandwerks aus nichtigen Gründen unterstützt. Da indessen ein solches Vornehmen nichts anderes als eine mehr oder minder verdeckte Beeinträchtigung des Supplikanten und Täuschung der Abnehmer zum Zwecke haben kann, welches in keiner Rücksicht zu dulden ist, so werden Sie angewiesen, keinem Fabrikanten den Gebrauch des Zeichens oder Namens eines anderen privilegierten oder unprivilegierten Fabrikanten oder auch nur eine Nachahmung desselben, wie hier beabsichtigt wird, wider seinen Willen zu gestatten, viel weniger dessen Bekanntmachung oder Eintragung in die Zeichenrolle zu dulden, auch dem Fabrikanten, welcher über ein solches Vornehmen Beschwerde führt, nach den Umständen jederzeit Schutz und Hilfe angedeihen zu lassen.“

Aber weit mehr als unter den Streitigkeiten mit den Zünften hatte Daniel Peres unter den bald einsetzenden politischen Wirren zu leiden. Auf den im Jahre 1799 gestorbenen Herzog Karl Theodor folgte Maximilian Joseph von Pfalzweibrück. Die Zünfte, die um das Weiterbestehen ihrer Privilegien besorgt waren, wurden bei dem neuen Herzog vorstellig, um „ihre alten Vorrechte bestätigt zu erhalten“. Eine endgültige Antwort verzögerte sich, da 1802 zunächst die obrigkeitliche Weisung erging, „ob die Solinger Handwerksprivilegien nicht eine Modifikation erforderten oder ob solche wohl gar besser aufzugeben seien“. Die Freizügigkeit war bereits 1804 verkündet worden. Aber die Solinger Handwerksbrüder vermochten ihre bisherigen Rechte mit solcher Geschicklichkeit zu vertreten, daß es ihnen gelang, die Regierung davon zu überzeugen, „daß wohl Solingen ohne Privilegien nicht sein Bestehen haben würde“. — Dann kam die napoleonische Zeit. Durch Artikel 15 des Preßburger Friedens fiel das Herzogtum Berg am 15. März 1806 an Frankreich, wurde unter Joachim Murat zum Großherzogtum erhoben und am 31. Juli 1808 mit Frankreich vereinigt. Nun galt die französische Gesetzgebung. Mit dem allerhöchsten Dekret vom 31. März 1809, durch das „alle Zünfte, Innungen, Gilden und Zunftämter“ noch besonders im Großherzogtum Berg aufgehoben wurden, erreichten auch die Solinger Handwerksbruderschaften ihr Ende. Zwar versuchten die Handwerksbrüder wegen „Aufrechterhaltung der Fabrike“ noch zu retten, was möglich schien. Sie stellten am 23. Februar 1810 den Antrag, „daß den gesamten Fabrikgenossen für sich und die Ihrigen eine Erfindungs-Urkunde (Brevet d'invention) mit dem Prädikat einer unter besonderem allerhöchsten Schutze stehenden Großherzoglichen Fabrike allergnädigst werde verliehen werden“. In der Begründung wurde hervorgehoben, „daß sie das beruhigende Zutrauen hegten zu der Huld und Großmut ihres erhabenen Souveräns, daß die Solinger Fabrike unter dem Szepter Napoleons des Einzigen eines solchen Schutzes werde gewürdigt werden, daß sie wenigstens keine Erschütterung leiden werde“. Der Antrag blieb ohne Erfolg. Die Handwerksbrüder mußten sich endgültig damit abfinden, daß an Stelle der Jahrhunderte alten Privilegien

zunehmend die Bestimmungen der französischen Fabrikgesetzgebung traten. Aber noch die vom Bergischen Land auf Napoleon gesetzte Hoffnung wegen eines engen Zollanschlusses an Frankreich, um dem bis dahin erhobenen hohen Eingangszoll nach den französischen Ländern zu entgehen, wurde enttäuscht, da das Großherzogtum — obgleich unter französischer Herrschaft stehend — Zollausland blieb. Der Rhein bildete die Zollgrenze nach Frankreich hin, und der englische Wettbewerb machte sich im Auslandgeschäft aufs drückendste fühlbar. Die allgemeinen wirtschaftlichen Verhältnisse in Solingen verschlechterten sich mehr und mehr, so daß, als der Zusammenbruch des Kaiserreichs erfolgt, und das bergische Land beim Wiener Frieden Preußen zugeteilt worden war, zunächst viel Leid und viel Armut überwunden werden mußte.

Wenn auch genaue Anhaltspunkte über den Einfluß dieser Kriegszeiten auf das junge Unternehmen von Daniel Peres nicht überliefert worden sind, so ergibt sich doch aus dem nachfolgenden, daß es diesen Stürmen nicht gewachsen sein konnte. Die ursprüngliche Fabrikanlage und die fortdauernden Versuche und Verbesserungen hatten ein beträchtliches Kapital verschlungen. Wenn auch in den ersten Jahren die für seine Erzeugnisse erzielten Preise guten Gewinn abwerfen mochten, da er allein mit den Sheffieldern im Wettbewerb stand, so gestalteten sich die Verhältnisse unter den geschilderten Verhältnissen für ihn doppelt ungünstig. Nicht nur litt er wie die anderen Solinger unter der anhaltend besonders schlechten Geschäftslage, er konnte nicht hindern, daß die in Solingen zuerst von ihm angefertigten Rasiermesser und besseren Feder- und Taschenmesser auch von anderen Fabrikanten hergestellt wurden. Vor allem blieb sein Geheimnis der Stahlpolitur nicht lange gewahrt. Trotz der seinen Arbeitern auferlegten Pflicht zur Verschwiegenheit wurde das heute noch in gleicher Weise gehandhabte Verfahren bald Gemeingut. Die ihm so in Solingen selbst entstehende Konkurrenz stand sehr viel günstiger da als er, da sie kein Kapital für Versuchsarbeiten zu opfern gehabt hatte. Wenn auch durch die Beseitigung der Privilegien für die Zukunft andere Möglichkeiten für jeden, der schaffen wollte, gegeben waren als bisher, so konnten hieraus für Daniel Peres doch in dem Augenblick keine besonderen Vorteile mehr erwachsen, als auch anderen sein Verfahren bekannt geworden war. Der anfänglich glückliche Aufstieg in der Entwicklung des Stahlpolitur-Unternehmens wurde nicht nur vorübergehend gehemmt, sondern die finanziellen Verhältnisse gestalteten sich so ungünstig für Daniel Peres, daß, als 1823 sein Sohn Karl nach Erhalt einer guten kaufmännischen Vorbildung in die Firma als Teilhaber eintrat, Vater und Sohn nach kritischer Betrachtung des ganzen Geschäftes zu dem schweren Entschlusse kamen, die bisherige Fabrikation allmählich zu verlassen und sich ausschließlich auf den Vertrieb von Solinger Stahlwaren zu legen. Ein großer Teil des früheren stattlichen Vermögens war als verloren anzusehen, und es bedurfte in den nachfolgenden Jahren der unermüdlichen Reisetätigkeit des Sohnes, um die Firma vor Schlimmerem zu bewahren. Wenn es somit Daniel Peres auch trotz aller Arbeit und der erzielten technischen Erfolge nicht beschieden gewesen ist, für sich geschäftliche Vorteile herauszuwirtschaften, so wurden ihm doch Anerkennungen in anderer Weise zuteil. 1821 war ihm vom König von Preußen das allgemeine Ehrenzeichen I. Klasse verliehen worden, und 1823 wurde er von Solingen als Abgeordneter für die ins Leben gerufene Provinzialständeversammlung gewählt, ein Beweis, daß die Zeit der vielen Anfeindungen als Nichtprivilegierter von seiten seiner Mitbürger vorbei war, und man ihm jetzt Vertrauen entgegenbrachte. Es ist noch ein Antrag von ihm erhalten, den er in der

Sitzung vom 22. Juni 1830 in der dritten rheinischen Landtagsversammlung vorgetragen hat. Er lautet:

„Auf sieben Bächen, die auf den Höhen von Solingen ihr Entstehen haben, und auf der Wupper, soweit dieselbe in einem Halbkreise dessen Gebiet begrenzt, befinden sich 90 bis 100 Schleifmühlen, die zu allen Zeiten seit mehr denn 400 Jahren von den verschiedenen Regenten mit der größten Schonung behandelt wurden, ebenso auch die große Anzahl Stahl- und Sensen-Hämmer und Schleifmühlen im Gebiete Remscheidts. Diese Gewerke haben sich durch die Aufmerksamkeit, die ihnen jederzeit von den Regenten zuteil wurde, bis heute erhalten, ich hege demnach das feste Vertrauen zu der hochansehnlichen Ständeversammlung, nun auch jetzt sowohl die Wasserwerke als andere Fabrikgebäude von der Grundsteuer frei zu belassen.“

Im übrigen blieben seine Gedanken stets auf technische Verbesserungen gerichtet auch auf anderen als seinem besonderen Gebiet. So liegt noch eine säuberliche Ausarbeitung über „Die beste Mörtelzusammensetzung“ vom Jahre 1822 vor, die er offenbar dem Könige von Preußen hat einsenden wollen, wenn nicht gar eingesandt hat. Sonntags soll er sich mit Vorliebe in sein Haus am Grünewald zurückgezogen haben, um bei geschlossenen Fensterläden und Türen ungestört seinen Versuchsarbeiten obliegen zu können. Seine Frau soll ihm dabei eine verständnisvolle und geduldige Gehilfin gewesen sein. Leider ließ ihn seine Gesundheit im Stich; er erkrankte an einem Nervenleiden, das sich 1839 bis zur fast völligen Lähmung steigerte. Von seiner Frau mit Liebe gepflegt, von seinen Kindern und Enkeln umgeben, war er bis zu seinem Ende an den Sessel gefesselt. Er starb am 6. März 1845.

Unter Carl Peres, für den die Losung galt: „Nur nicht selbst fabrizieren“, entwickelte sich das Exportgeschäft im Vorteil, die Handelsbeziehungen erstreckten sich bis Hinterindien. Er war seit 1837 mit Wilhelmine Zapp aus Runderot verheiratet. Noch ehe seine Söhne das Geschäft übernehmen konnten, starb er im Jahre 1862. Die langen Jahre bis 1878 führte seine Frau den Betrieb, um ihn dann ihren Söhnen zu übertragen, die neben dem Export wieder die Fabrikation von Solinger Stahlwaren eingerichtet haben, und zwar unter Beibehaltung des alten Namens Daniel Peres.

Unsere Abhandlung ist die Geschichte eines tatenreichen Lebens voll redlichen Vorwärtstrebens. Gerade um die Zeit in die Solinger Klingenindustrie hineinversetzt, wo der Unterschied zwischen Privilegierten und Unprivilegierten ein Verwirklichen und Auswerten seiner Erfindungsgedanken mehr erschweren mußte als zu irgendeiner anderen Zeit, sei es vor 1777 oder nach 1815, wurde seine beste Kraft in ruhmlosen Kämpfen gegen Neid und Vorurteil der Zünfte verausgabt. Ohne Patentschutz für die Ergebnisse seiner mühseligen und kostspieligen Arbeiten, zerrann ihm der Erfolg unter den Fingern. Der Erfolg kam nicht ihm, sondern der Allgemeinheit zugute. Daniel Peres ist der erste Solinger gewesen, der den Kampf mit dem aufblühenden Sheffield erfolgreich aufgenommen hat, und zwar zu einer Zeit, wo dies für Solingens Stellung auf dem Weltmarkt von weittragender Bedeutung war. Er hat sich ein dauerndes großes Verdienst durch die Nacherfindung der schwarzen Stahlpolitur erworben sowie durch die Einführung zweier neuer Industriezweige, der Herstellung von Rasiermessern und der von besseren Taschenmessern. Wenn jetzt, nach ungefähr hundert Jahren, die Solinger Industrie besonders auf diesen Gebieten den Sheffieldern gegenüber erfolgreich auf dem internationalen Markt begegnen kann, so hat sie dies zu einem hohen Maße Daniel Peres zu verdanken. Er ist ein Vorkämpfer der Solinger Meßmachertechnik.

Benutzte Literatur.

1. Vollständige Abschilderung der Schwert- und Messerfabriken, fort sonstigen Stahl-Manufakturen in Solingen, verfaßt vom zeitlichen Amts- und Obervogtsverwalter Adam Edler von Daniels. Düsseldorf 1802.
2. Die Industrie am Niederrhein und ihre Arbeiter. Teil II. Die Industrie des Bergischen Landes, von Alfons Thun. Leipzig 1879.
3. Kleinere Schriften von Vincenz von Zuccalmaglio: Der Kurfürst Karl und seine Zeit. Bonn 1881.
4. Erneuerte Messer-Lohn-Satzordnung. Düsseldorf 1789.
5. The Cabinet Cyclopaedia, Manufactures in Metal vol. I—III by Rev. Dionysius Lardner. London 1831, 1833 und 1834.
6. Die Geschichte des Eisens, von Dr. Ludwig Beck.
7. Solinger Industrie-Verhältnisse im 18. Jahrhundert von Friedr. Wilh. Dransfeld. Solingen 1914.
8. Denkschrift zum 75 jährigen Bestehen des Königlichen Gewerbegerichts zu Solingen, vom Vorsteher K. Lidecke. Solingen 1915.

Nikolaus Riggenbach.

Zu seinem hundertjährigen Geburtstag.

Von

Dr. Karl Keller, München, vormals Professor in Karlsruhe.

Wenn heute dem Naturfreund, auch demjenigen, dem es an Kraft und Rüstigkeit gebricht, um mit Bergschuh, Eispickel und Rucksack sich selbst an Kletterwege zu wagen, trotzdem die starre Welt ewigen Eises und Schnees nicht verschlossen bleibt, wenn es heute auch ihm gegönnt ist, in die weltabgeschiedene Einsamkeit der von hochragenden Felsen umsäumten Schrofen und Kare zu schauen und mit schönheitstrunkenem Auge vor der Majestät des Hochgebirges zu stehen, wenn es auch ihm nicht mehr verwehrt ist, sich an dem Farbenreichtum hochalpiner Vegetation zu erfreuen, so wird gerade dieser Naturfreund mit Dank, aber auch mit Staunen und Hochachtung auf die herrlichen Erfolge einer Technik blicken, die ihm einzig und allein die Hochgebirgsnatur erschlossen hat, einer Technik, zu welcher ein Mann den Anstoß gegeben hat, der von sich und seinen idealen Zielen selbst gesagt hat:

„Ich will alles Volk auf die Berge führen, damit sie alle die Herrlichkeit unseres erhabenen Landes genießen können.“

Das war Nikolaus Riggenbach, der mit seiner Rigibahn den ersten Schritt auf dem durch jene Worte von ihm angekündigten Weg gemacht hat, und dem an der Förderung und Entwicklung der Bergbahntechnik ein mächtiger Anteil zukommt, einer Technik, die den Kampf gewagt hat mit den Hochgebirgsgiganten und mit ihrer bis dahin nicht überwundenen Macht. Und das von Riggenbach begründete Zahnrad-Bergbahnsystem, das am Rigi seinen Siegeslauf begonnen hat, ist heute über alle Länder der Erde verbreitet und hat mit seinen vielfältigen Anwendungen die weittragendste Bedeutung errungen und durch seinen großartigen Einfluß auf die Verkehrsverhältnisse mancher Gegenden zu deren Wohlstand und kultureller Hebung unendlich viel beigetragen.

Es ist daher nur eine Schuld der Dankbarkeit, wenn wir jetzt, wo wir der hundertsten Wiederkehr des Geburtstages dieses merkwürdigen Mannes entgegengehen, seiner gedenken und uns ein Bild seines Lebensganges, seiner Entwicklung, seiner Arbeit, aber auch seiner Mühen und Sorgen und seiner Kämpfe vor Augen führen. Große Förderung meiner Arbeit bot mir eine Art von Selbstbiographie Riggenbachs, die er unter dem Titel: „Erinnerungen eines alten Mechanikers“ im Jahre 1886 herausgegeben hat, sowie eine Zusammenstellung der bei seiner Beerdigung gehaltenen Ansprachen, für deren Mitteilung ich auch an dieser Stelle der Familie Riggenbach meinen gebührenden Dank sage.

Ein Rückblick auf die Familie und die erste Jugendzeit unseres Nikolaus Riggenbach führt uns in den Anfang des vorigen Jahrhunderts. Napoleon I.

hatte eben über das ganze — mit Ausnahme von England — ihm zu Füßen liegende Europa die Kontinentalsperre verhängt, durch die er dem englischen Handel einen tödlichen Schlag zu versetzen gedachte. Da somit das ganze europäische Festland für alle Produkte der englischen Kolonien abgesperrt war, häuften sich diese Erzeugnisse auf den englischen Märkten an, während gleichzeitig deren Preise auf dem Festlande zu gewaltiger Höhe anstiegen. Wie wir es heute in dem großen Kriege infolge der von England über unser Deutsches Reich verhängten Blockade beobachten, daß nach und nach die Rohstoffe selten werden und teilweise ganz zu fehlen beginnen, daß aber Wissenschaft und Technik in solcher Notlage lernen, teilweise sich auf neue bisher noch nicht benützte Rohstoffe zu besinnen, teilweise für bisher benützte und jetzt fehlende Rohstoffe geeignete Ersatzstoffe herzustellen, so ging es auch damals, und für den Rohrzucker, dessen Einfuhr aus England unmöglich geworden war, entstand als Ersatz der Rübenzucker. Der Physiker und Chemiker Achard¹⁾ hatte sich schon seit 1786 auf seinem Gute Kaulsdorf bei Berlin mit dem Anbau der Runkelrübe und der Gewinnung des Zuckers aus derselben beschäftigt. Im Jahre 1801, also schon vor der Verhängung der Kontinentalsperre, erbaute er auf seinem schlesischen Gute Kunern die erste Rübenzuckerfabrik und bildete sie zu einer Lehranstalt für Zuckerfabrikation aus. Nun folgten bald auch andere Gründungen von Zuckerfabriken, und dieser Industriezweig gelangte insbesondere in Frankreich, von Napoleon hervorragend unterstützt und gefördert, zu großer Blüte. Eine solche Fabrik hatte auch der Vater unseres Nikolaus Rigggenbach, der ebenfalls Nikolaus hieß, in dem damals noch französischen elsässischen Städtchen Gebweiler errichtet und betrieb sie mit bestem Erfolge, so daß er in der Lage war, als vermöglicher Mann seiner zahlreichen Familie eine behagliche, sorgenlose Existenz zu bieten. Diese Familie bestand aus seiner Frau und acht Kindern, von denen unser am 17. Mai 1817 geborener „Niklaus“ der älteste Knabe war²⁾.



Fig. 1. Nikolaus Rigggenbach.

¹⁾ Achard, Franz Karl, Direktor der physikalischen Klasse der Akademie der Wissenschaften. Geboren 1753, 28. April in Berlin, gestorben 1821, 20. April in Kunern (Schlesien)

²⁾ So nämlich, nicht „Nikolaus“ wurde er in der Familie genannt, und dieser Name blieb ihm bis zu seinem Greisenalter, wo er als allgemein geachteter und geliebter „Papa Niklaus“ von seiner ganzen Heimatgemeinde verehrt wurde.

Die Härte der Kontinentalsperre erzeugte in den europäischen Staaten wie in Nordamerika eine wirksame Reaktion, und der Handel, insbesondere der Schmuggel, fand Mittel genug, das verhaßte System zu umgehen. So sank die Kontinentalsperre trotz aller möglichen Gegenmaßregeln gegen den Schleichhandel schließlich zu einem Mittel herab, Napoleons Kassen zu füllen, und endlich mußte sie nach dem Abschluß der gegen ihn gerichteten Allianz von 1812 und durch seinen Sturz im Jahre 1813 vollständig fallen.

Damit brach auch der gewinnbringende Betrieb der Zuckerfabriken, besonders derjenigen von Riggensbach in Gebweiler, zusammen, das Geschäft ging immer weiter zurück und die Konkurserklärung stand bevor. Diese Schande und Sorge gab dem alten ehrenfesten Manne den Todesstoß. Er starb 1827 an schwerer Nervenkrankung und ließ seine zahlreiche Familie mittellos zurück. Damals war unser Niklaus ein zehnjähriger Junge; trotz der bedrängten Verhältnisse der Familie sollte er aber als der älteste Sohn doch etwas Ordentliches lernen, so war es ja der Wunsch seines Vaters in seinen glücklicheren Tagen gewesen; da aber in Gebweiler eine höhere Schule nicht war, wurde er zum Besuch des Gymnasiums nach Basel geschickt, wo er bei seines Vaters Mutter mit großer Liebe aufgenommen wurde und bei ihr auf ihrem Landgute in der Nähe der Stadt wohnen konnte. Unsers Niklaus Gymnasialstudien in Basel hatten aber geringen Erfolg, er zählte, da er den klassischen Studien und den alten toten Sprachen keinen besonderen Geschmack abgewinnen konnte, zu den mittelmäßigen Schülern und ergriff daher gern die erste sich ihm darbietende Gelegenheit, in eine praktische Laufbahn überzugehen.

Ein Freund der Familie, Hieronymus Bischoff, der in Basel ein Tuchgeschäft betrieb, erbot sich, den jungen Niklaus in sein Geschäft aufzunehmen und ihn zusammen mit seinem eigenen Sohn zu erziehen, ja sogar später zu adoptieren. Die Mutter nahm natürlich bei ihren gegen früher so veränderten Vermögensverhältnissen diesen Vorschlag gerne an, und Niklaus trat in das Tuchgeschäft von Bischoff als Lehrling ein. Aber auch hier scheint er nicht wohl genügt zu haben; sein Prinzipal erklärte ihn für dieses Geschäft zu dumm; der junge Niklaus trat aus demselben aus und ging zunächst zur Mutter zurück; dabei verzichtete er auf alle ihm in Aussicht gestellten Versorgungs- und Adoptionsversprechen. Dies war im Jahre 1832, und unser Niklaus damals 15 Jahre alt.

Die Mutter, die inzwischen auch nach Basel übergesiedelt war und dort ein recht gut gehendes Spezereigeschäft betrieb, konnte aber natürlich den Sohn, der denn doch einmal zu einem Verdienst kommen mußte, nicht untätig bei sich zu Hause behalten und vermittelte ihm die Aufnahme zunächst als Lehrling in die Bandfabrik von Emanuel Hofmann. Hier interessierten den jungen Mann vor allem die Bandwebstühle und überhaupt die Maschinen, so daß er sich lieber in den Fabrikräumen herumtrieb als — was ihm als Lehrling eigentlich oblag — Geschäftsbriefe zu kopieren. Und hier, in der Werkstätte von Hofmann, war es, da entstand in dem jungen Niklaus die Überzeugung, daß er Mechaniker werden wolle und müsse. Er suchte nun auch diesen Plan zur Ausführung zu bringen, so sehr auch seine Mutter dagegen war und ihm sogar mit Entziehung jeder Unterstützung drohte.

Niklaus aber blieb dem nunmehr fest gefaßten Entschlusse treu; er schloß sich an andere junge Leute des Mechanikerberufes an und erreichte es durch deren Vermittlung auch, in eine Bandstuhlwerkstätte aufgenommen zu werden, zunächst wieder nur als Lehrling. Dort wurde er anfangs freilich zu allen möglichen niederen

Dienstleistungen verwendet; er mußte die Werkstatt allabendlich aufräumen und putzen, kam aber doch bald auch zur Zulassung zu praktischer Handarbeit, am Schraubstock, an der Drehbank und am Schmiedfeuer. Dort hielt er von 1833 bis 1836 seine Lehrzeit gut und fleißig aus. Die Mutter söhnte sich auch nach und nach mit dem Berufswechsel ihres Sohnes aus, und als er nun nach Beendigung seiner dreijährigen Lehrzeit auf die Wanderschaft ging, gab sie ihm noch ein paar „Goldstücke“ mit.

Von historischem Interesse mag es sein, und es war auch nicht ganz ohne Einfluß auf des jungen Niklaus Leben, daß gerade zu jener Zeit, im Jahre 1830, ein heftiger Verfassungstreit in Basel zwischen der Stadt und der Landschaft entstanden war, der zu vollkommen kriegerischen Ereignissen mit wechselndem Erfolge führte. Da entschloß sich endlich die schweizerische Tagessatzung beide streitenden Teile, Stadt und Landschaft, mit 10 000 Mann Truppen zu besetzen, und schließlich am 26. August 1833 die vollständige Trennung von Basel-Stadt und Basel-Landschaft als zwei selbständige Kantone auszusprechen. Auch unser damals 16 Jahre zählender Niklaus wollte als getreuer Anhänger der Stadt Basel sich deren Truppen anschließen, die vor der Stadt lagen, und die aufrührerischen „Landschaftler“ bekämpfen helfen. Mit einem Stutzen bewaffnet wollte er zum Tore hinaus, aber da wurde er wieder heimgeschickt, weil man draußen keine Buben brauchen könne.

Im Jahre 1836 also ging Niklaus auf die Wanderschaft, zu Fuß als echter Handwerksbursch; zunächst wollte er gegen Lyon wandern, denn als geborener Gebweiler war er doch zu sehr Franzose, um nicht zuerst in Frankreich sein Heil zu versuchen. In Lyon fand er bald Aufnahme in einer Präzisionswerkstätte. Da wurden vor allem die Walzen der Seidenindustrie hergestellt, bei deren Bearbeitung eine Genauigkeit gefordert wurde, wie unser Niklaus sie noch nirgends kennengelernt hatte. Nach mehrmonatiger Arbeit in dieser Werkstätte hatte er sich eine so große Gewandtheit in der Präzisionsarbeit angeeignet, daß er sich die größte Zufriedenheit, ja Zuneigung seines Chefs erwarb, und, als er nun die Werkstätte wieder verlassen wollte, mit dessen besten Empfehlungen in einer der größten Seidenstofffabriken von Lyon Aufnahme fand. Der Besitzer dieser Fabrik wollte ihn sogar sofort als Werkführer einstellen, was Niklaus, dem die gestellte Aufgabe bei seinen noch kaum 20 Jahren seine Kräfte zu übersteigen schien, nur nach langem Bedenken annahm. Er blieb hier bis Ende September 1837, während seine Verhältnisse sich bei reichlichem Einkommen inzwischen recht günstig gestaltet hatten. Seine Wünsche richteten sich aber nun auf Paris, wo er sich für seine weitere Ausbildung mehr erwarten durfte als von einer Verlängerung seines Aufenthaltes in Lyon. So machte er sich also Ende 1837 wieder auf den Weg, aber diesmal — denn seine Mittel erlaubten es ihm jetzt — mit dem Postwagen nach Paris.

Wie er seinerzeit Basel mitten in kriegerisch-aufgeregten Tagen verlassen hatte, so fing es auch um die Zeit seiner Ankunft in Paris an zu gären. Der dritte Napoleon war in Straßburg bei einem Putsch verhaftet und nach Amerika verbannt worden. Als Niklaus dort aber die Nachricht von der Erkrankung seiner Mutter erhielt, kehrte er im Jahre 1837 zurück und lebte bei ihr in Arenenberg, also auf Schweizer Gebiet. Die französische Regierung verlangte seine Ausweisung aus der Schweiz und drohte evtl. mit kriegerischen Maßnahmen. Diese wurden aber infolge der freiwilligen Abreise des Prinzen vermieden.

In Paris fand Niklaus nur zeitweise Arbeitsgelegenheit, dafür aber fand er gute Kameraden, mit denen er übereinstimmte in dem Gefühle, daß ihnen zum

Vorwärtskommen mehr fehlte als gerade Arbeitsgewandtheit mit den Händen, nämlich ein höherer Grad von Wissen, eine gewisse theoretische Ausbildung. So gingen also die Genossen abends nach Werkstättenschluß in die freien Vorträge des Conservatoire des arts et métiers und suchten dann das dort Gehörte durch häusliches, oft bis tief in die Nacht ausgedehntes Wiederholen sich zu eigen zu machen. Weil jedoch auf diese Weise ein eigentlicher Erfolg nicht zu erreichen war, so verbanden sie sich mit einem jungen Studierenden der Ingenieurschule; mit dessen Hilfe erreichten sie einen nicht gewöhnlichen Grad von Kenntnissen in Mathematik, Mechanik und Physik.

So kam in abwechselnder körperlicher und geistiger Arbeit, bei Werkstättenarbeit im Wechsel mit Studieren, das Jahr 1839 heran, das Jahr, in dem die erste französische Eisenbahnstrecke mit Lokomotivbetrieb von Paris nach St. Germain eröffnet wurde. Die Freunde sahen sich natürlich das Ereignis mit an, und die Lokomotive machte dabei auf Niklaus so tiefen Eindruck, daß er es als seinen höchsten Wunsch fühlte, sich einmal dem Bau von Lokomotiven widmen zu können. Und — merkwürdigerweise — kam damals gerade ein Mann nach Paris, wie vom Schicksal gesandt, um unseres Niklaus Wunsch zur Erfüllung zu bringen. Dieser Mann war August Ehrhardt, zweiter Direktor der neugegründeten Emil Keßlerschen Maschinenfabrik in Karlsruhe, der im Verein mit Emil Keßler¹⁾ selbst und dem im Lokomotivbau erfahrenen Engländer Baillie eben daran war, sich an die Herstellung einer Lokomotive zu wagen. Dieser Ehrhardt hatte früher in Paris gearbeitet und dort einige jüngere intelligente Arbeiter kennengelernt, die er nunmehr für Keßlers neues Karlsruher Werk zu gewinnen kam. Und — ebenfalls merkwürdigerweise — waren unter diesen Arbeitern auch die Freunde unseres Niklaus, die Ehrhardt sofort erklärten, sie würden seinem Anerbieten nur dann folgen, wenn er auch jenen mit nach Karlsruhe nehmen würde. So kam also Niklaus Riggensbach wider alles Vermuten nach Karlsruhe, und mit seiner Aufnahme in die Keßlersche Fabrik begann für ihn diejenige Tätigkeit, die für ihn die Grundlage seiner ganzen künftigen Berufsarbeit, seines Lebenswerkes werden sollte.

Mit besonderer Befriedigung erzählt Riggensbach in seinen „Erinnerungen“, daß in der Zeit seines Eintritts in die Keßlersche Fabrik dort gerade die Arbeiten für die erste in Deutschland selbst gebaute Lokomotive unter Leitung eines englischen Ingenieurs begonnen worden seien, und daß er selbst die meisten der feineren Bestandteile derselben eigenhändig angefertigt habe. Wenn auch das letztere wohl ganz richtig sein wird, so beruht doch das erstere, die Bezeichnung der ersten in Karlsruhe gebauten Lokomotive als erste überhaupt in Deutschland fertiggestellte auf einem wohl verzeihlichen Irrtum. Denn die Arbeiten an der Karlsruher Maschine begannen 1840, während schon im Jahre 1838 aus den Werkstätten der Aktiengesellschaft Uebigau bei Dresden eine nach den Plänen von Professor Andreas Schubert gebaute Lokomotive für die am 9. April 1839 eröffnete Leipzig-Dresdner Bahn geliefert wurde²⁾.

Im Anschluß an diese Mitteilung erzählt Riggensbach weiter, daß ihm durch den Verkehr mit jenem englischen Ingenieur zum Bewußtsein gebracht worden sei, daß damals England für seinen Beruf das bahnbrechende Land sei. Jedenfalls brachte ihn dieser Gedanke zur Überzeugung, daß die Kenntnis der englischen

¹⁾ Emil Keßler, geboren 1813, 20. August in Baden-Baden, gestorben 1867, 16. März in Stuttgart; siehe Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1913. S. 1285.

²⁾ Vgl. C. Matschoß, Entwicklung der Dampfmaschine. Bd. I. S. 800.

Sprache zu seiner weiteren Ausbildung, die er, wenn möglich, in jenem Lande suchen wollte, dringend nötig sei. Er widmete daher jede freie Stunde dieser Sprache, aber ohne Beihilfe eines Lehrers, sowie außerdem auch überhaupt dem Studium anderer in seinen Beruf einschlagender Wissensgebiete, worunter freilich der gesellige Verkehr mit seinen Genossen, die mit ihm von Paris nach Karlsruhe gekommen waren, erheblich leiden mußte.

Der Aufenthalt in Karlsruhe war aber für Riggenbach auch in anderer Beziehung von großem, ja mächtigem Einfluß auf seine geistige Entwicklung und damit auch auf sein ganzes späteres Leben. Wir müssen wissen, daß gerade um jene Zeit an das Karlsruher Polytechnikum ein Mann berufen wurde, der nicht nur für diese Schule einen weit über die Grenzen des Landes hinaus glänzenden Ruf begründete, sondern der selbst als eine hervorragende Leuchte der technischen Wissenschaft galt und heute noch gilt, weil er als der Begründer des Maschinenbaues als Wissenschaft angesehen werden muß. Dies war Ferdinand Redtenbacher¹⁾. Und zwischen diesem sowie den anderen Lehrern des Polytechnikums und den Ingenieuren der Karlsruher Maschinenfabrik herrschte ein vertrauter, vollkommen freundschaftlicher Verkehr schon von früherer Zeit her, als Keßler zusammen mit seinem Freund Meßmer eine kleine mechanische Werkstätte gegründet hatte, und in Meßmers Zimmer sich die Lehrer des Polytechnikums mit ihm und Keßler zu regelmäßigen wissenschaftlichen und technischen Unterhaltungen zusammenfanden. Und so lernte auch Redtenbacher und Eisenlohr²⁾ u. a. unseren Niklaus Riggenbach kennen und schätzen.

Daß Riggenbach auch in Karlsruhe vollkommen heimisch geworden war, ergibt sich schon daraus, daß er sich schon Ende November 1847 dorthin verheiratete mit einer Schweizerin, der Enkelin des Baseler Rats Herrn Socin. Aber auch diese Angelegenheit, wie so manche Periode seines Lebens, sollte nicht ganz der Verquickung und Beeinflussung durch politische Verhältnisse entbehren. In dieser Zeit wurde nämlich die Schweiz durch heftige innere Streitigkeiten, durch die immer mehr sich verschärfenden Gegensätze zwischen liberalen und klerikalen Kantonen, sowie auch zwischen den liberalen und klerikalen Einwohnern innerhalb der Kantone wesentlich beunruhigt. Die gewaltsame Unterdrückung des Liberalismus in Wallis, die Berufung der früher ausgewiesenen Jesuiten an die höheren Lehranstalten in Luzern schon im Jahre 1844, dann auf der anderen Seite die Organisierung von Freischarenzügen zur Beseitigung der klerikalen Regierung in Luzern gaben den sieben ultramontanen Kantonen Uri, Schwyz, Unterwalden, Luzern, Zug, Wallis und Freiburg Veranlassung, im Dezember 1845 einen Sonderbund zu schließen und ihn zum Widerstand gegen „unbefugte Bundesbeschlüsse“ militärisch zu organisieren. Da entschloß sich die „Tagessatzung“ zur Anwendung von Waffengewalt gegen die Anhänger des „Sonderbundes“ am 4. November 1847. Nach kurzer Dauer des daraus sich entwickelnden „Sonderbundkrieges“ unterwarfen sich die aufrührerischen Kantone, und die Tagessatzung schuf zur Wiederherstellung und Sicherung des Friedens eine neue Verfassung, durch welche die Schweiz aus einem Staatenbund in einen Bundesstaat umgewandelt wurde, und an Stelle der „Tagessatzung“ eine freie „Bundesversammlung“ trat, am 12. September 1848.

¹⁾ Ferdinand Redtenbacher, Professor des Maschinenbaues, geb. 1809, 25. Juli in Steyr, gestorben 1863, 16. April in Karlsruhe.

²⁾ Wilhelm Eisenlohr, Physiker, geboren 1799, 1. Januar in Pforzheim, gestorben 1872, 10. Juli in Karlsruhe.

Es war also mitten in diesem Sonderbundkrieg, als Riggenbach Hochzeit halten wollte, und es hätte nicht viel gefehlt, so wäre er zum Militärdienst eingezogen worden, sobald er zu seiner Hochzeit Schweizergebiet betreten hätte. Darum ließ er sich in Baden, in dem jenseits des Rheines gelegenen Orte Binzen trauen, und reiste von da alsbald zurück nach Karlsruhe, um sich mit seiner jungen Frau dort ein eigenes Heim zu gründen, wo er sich ein bescheidenes Häuschen mit geräumigem Garten erworben hatte¹⁾.

Vom Jahre 1840 bis zum Jahre 1853 gehörte Riggenbach der Karlsruher Maschinenfabrik an, allerdings mit einer kleinen Unterbrechung in den Jahren 1842 und 1843, in welchen er sich auf Zureden von alten Freunden und Verwandten in Basel an einer kleinen mechanischen Werkstätte beteiligte. Das Geschäft wollte aber nicht gedeihen, und als — wieder durch einen eigentümlichen Zufall — derselbe Direktor Ehrhardt von Karlsruhe unseren Riggenbach in Basel traf, machte er ihm den Vorschlag, wieder nach Karlsruhe zurückzukommen, und zwar nicht mehr als Monteur, sondern als Werkführer der Keßlerschen Fabrik. In dieser Zeit also, bis zum Jahre 1853, wurden unter Riggenbachs Mitwirkung 150 Lokomotiven gebaut, darunter auch die vier ersten Maschinen für die erste schweizerische Eisenbahnstrecke von Zürich nach Baden. Und die erste dieser vier Maschinen brachte Riggenbach selbst im Frühjahr 1847 auf einen festen Wagen geladen auf der Landstraße von Karlsruhe nach Basel und dort über die alte hölzerne Rheinbrücke zum schweizerischen Bahnhofe. Einige Zeit später, am 9. August 1847, führte er auf seiner Lokomotive den ersten schweizerischen Eisenbahnzug von Zürich bis zur Station Schliern.

Wie schon einmal in seinem Leben, so sollte auch in Karlsruhe Riggenbachs Geschick von äußeren politischen Verhältnissen in Mitleidenschaft gezogen werden. In dem tollen Jahre 1849 schien gerade besonders in Baden alles aus Rand und Band zu gehen; aus aller Herren Länder kamen Agenten dorthin, um die Arbeiter aufzuwiegeln. Auch in Keßlers Fabrik wurden sie unruhig und verlangten Riggenbachs Entlassung, weil er als Werkstättenvorstand zu streng sei. Dieser erklärte sich daraufhin auch bereit, seine Stellung aufzugeben, immerhin aber veranlaßte er Keßler als letzten Versuch, seine Arbeiter zu fragen, ob sie ihm jemand anderen vorschlagen könnten, der neben praktischer Erfahrung die erforderlichen technischen Kenntnisse besäße, um das Geschäft zu leiten, und der dabei auch noch der französischen und englischen Sprache mächtig sei. Die Arbeiter wußten niemanden vorzuschlagen. Dann müsse er eben Riggenbach behalten, erklärte Keßler, und mit dem Versprechen, der Werkführer werde sich etwas mäßigen in seiner strengen Behandlung der Leute, gaben sich diese zufrieden und Riggenbach blieb weiter in Karlsruhe.

Noch über ein anderes Vorkommnis aus jenen bewegten Tagen finden wir eine Erzählung in der Biographie Redtenbachers, die dessen Sohn Rudolf verfaßt hat, und worüber letzterer einen Bericht in einem Briefe Riggen-

¹⁾ Wer das damalige alte Karlsruhe kennt, wird sich den Ort des Riggenbachschen Anwesens leicht vorstellen können; es lag vor dem sogenannten Ettlinger Tor, gegenüber dem Teile des „Sallenwäldchen“, wo ein größerer Weiher, das der damaligen Jugend sehr wohl bekannte, sogar als Badeplatz benützte sogenannte „Saubad“ lag. Jetzt liegt dort die bekannte Filiale der Christofleschen Silberfabrik, die wohl manchem Besucher von Karlsruhe, jedenfalls aber allen früheren Studierenden der dortigen Hochschule bekannt sein dürfte. Und das alte „Saubad“ ist jetzt der Neptunsweiher im Stadtgarten.

bachs vom 3. Februar 1879 erhalten hatte, der nahezu wörtlich wiedergegeben sein mag¹⁾:

„So fanden auch allabendlich Versammlungen statt. Hunderten von Soldaten und Arbeitern wurde da gepredigt, daß nun der Zeitpunkt der Gleichberechtigung eingetreten sei. . . . Großherzog Leopold, welcher an die treue Anhänglichkeit seines Volkes glaubte, hoffte immer noch durch gütliche Mittel die Leute zum Verstand zu bringen; so ließ er die Herren Hofrat Eisenlohr, Professor Redtenbacher und meine Wenigkeit als drei Männer, die man allgemein als sehr liberal bezeichnete, ersuchen, in diese Versammlungen zu gehen, um die Leute zu belehren, daß auch in der besten Republik gearbeitet werden müsse usw. Wir gingen also in eine solche Versammlung im Promenadenhaus²⁾; . . . meine beiden Herren Kollegen konnten sich nicht entschließen, die Rednerbühne zu betreten, und sie baten mich, mein Glück zu versuchen. Man ließ mich zwar ungestört sprechen, allein gleich nach mir bestieg einer der Freiheitsapostel die Rednerbühne und widerlegte unter dem Jubel der Versammlung alles, was ich vorgebracht hatte. Dieser Abend machte auf Herrn Professor Redtenbacher einen so starken Eindruck, daß er sich von Stund an mehr der konservativen Richtung anschloß, was bei Herrn Hofrat Eisenlohr und auch bei mir das gleiche zur Folge hatte.“

Nachdem die Stürme der Revolution, während deren die Fabrik vollständig stillgestanden war, einer ruhigeren Zeit Platz gemacht hatten, galt es vor allem das Geschäft wieder in Betrieb zu bringen und auf eine gesunde finanzielle Grundlage zu stellen. Diese „Sanierung“ konnte Keßler noch selbst mit Hilfe der badi-schen Regierung durchführen, dann aber folgte er einem schon 1846 an ihn ergangenen Rufe der württembergischen Regierung, und gründete in Eßlingen eine große Fabrik zur Herstellung von Eisenbahnbedarf, insbesondere von Lokomotiven und Wagen. Anfangs behielt er noch gleichzeitig die Leitung der Karlsruher Fabrik, sah aber doch bald ein, daß eine solche doppelte Tätigkeit mit der übernommenen Verantwortlichkeit sich nicht vereinbaren ließe; er trat deshalb 1852 ganz aus dem Karlsruher Geschäft aus, dessen selbständige technische Leitung er auf Riggenbach übertrug, der aber selbst auch nur noch kurze Zeit, kaum ein Jahr, in dieser Stellung als Fabrikdirektor blieb.

Mit Freuden nahm er die Gelegenheit wahr, in die Schweiz zurückzukommen, die ihm ja immer eine zweite Heimat geblieben war. Von der Direktion der Schweizer Zentralbahn war ihm der Antrag gestellt worden, die Stelle als Vorstand der Maschinenhauptwerkstätte zu übernehmen, die zunächst provisorisch in Basel untergebracht war, für die aber neue Werkstättenanlagen in Olten errichtet werden sollten. Sein nächster Vorgesetzter war dabei der mit der Oberleitung des Baues der Zentralbahn betraute frühere württembergische Oberbaurat von Etzel³⁾, ein in seinem Fache bedeutender Mann, mit dem Riggenbach, obwohl er von jenem selbst berufen worden war, in der ersten Zeit in wenig harmonischem Verhältnisse stand. Nachdem er aber durch einige besonders auffallende Beweise seiner Kenntnisse und praktischen Fähigkeiten seinen Vorgesetzten von seiner hervorragenden Tüchtigkeit überzeugt hatte, entwickelte sich zwischen beiden ein besseres, später sogar wirklich freundschaftliches Verhältnis. Bald nachdem

¹⁾ Ferdinand Redtenbacher, biographische Skizze von Rudolf Redtenbacher, S. 47.

²⁾ Das Wirtschaftsgebäude „zum Promenadenhaus“ mit daran anschließendem Eichenwäldchen befand sich auf der Südseite der Kriegstraße bei der Abzweigung der Westendstraße, damals also außerhalb der Stadt. Später wurde dort eine Fabrik von Kreß und dann die Gießerei von Seneca errichtet.

³⁾ Karl von Etzel, Architekt und Eisenbahningenieur, geboren 1812, 6. Januar, in Heilbronn, gestorben 1865, 2. Mai in Kemmelbach bei Linz.

Riggenbach noch im Jahre 1852 seine Stellung hier angetreten hatte, mußte er zwei Reisen unternehmen, die er zur vielseitigen Erweiterung seiner Kenntnisse benützte. Zuerst sollte er in England die Schienenlieferung für die Zentralbahn übernehmen; die Sache nahm ihn dort vier Monate in Anspruch, wobei ihm die in Karlsruhe erworbene Fertigkeit in der englischen Sprache nicht nur zur Erledigung seines Auftrages sehr förderlich war, sondern es ihm auch erleichterte, freundschaftliche Verbindungen mit einer Reihe von wissenschaftlich und technisch bedeutenden Männern anzuknüpfen. Seine zweite Reise führte ihn nach Österreich zu den Probefahrten der Lokomotiven auf der Semmeringbahn, wobei die Firmen John Cockerill in Seraing und Emil Keßler in Eßlingen in Wettbewerb traten. Diese Semmeringbahn war die erste unter den großen Gebirgsbahnen Europas, die 1848—1854 von Baurat von Ghega¹⁾ erbaut worden war und mit einer größten Steigung von 1 : 40 eine Höhe von 897 m über dem Meeresspiegel erreicht. Der Auftrag für Riggenbach bei dieser zweiten Reise war, Erfahrungen zu sammeln, die bei den weiteren Eisenbahnlinien der Zentralbahn verwertet werden sollten.

Inzwischen war die Hauptwerkstätte in Olten mit ihren Gebäulichkeiten und Maschinenanlagen so weit fertiggestellt worden, daß Riggenbach, der zum Maschinenmeister ernannt worden war, im Jahre 1856 von Basel nach Olten übersiedeln konnte. Alsbald begannen dort lebhaft die Arbeiten, die nicht nur in Reparaturen von Lokomotiven und Wagen bestanden, sondern es wurden auch Neukonstruktionen unternommen, so vor allem die Herstellung von Eisenbahnbrücken für die neu zu erbauenden Linien der Zentralbahn. Aber auch der Neubau von Lokomotiven wurde auf Veranlassung von Riggenbach begonnen, der seine Werkstätte aus dem Rang einer Reparaturwerkstätte auf die Stufe einer eigentlichen Maschinenfabrik zu erheben gedachte. Diese Neukonstruktionen wurden sonach auch mit Erfolg ausgeführt und auch noch später nach dem Ausscheiden von Riggenbach aus seiner Stellung fortgeführt.

Schwierigkeiten und mißliche Erfahrungen blieben natürlich auch nicht aus, so insbesondere beim Bau und Betrieb einer neuen Strecke der Zentralbahn, der „Hauensteinstrecke“. Es ist dies der Paß im Schweizer Jura, zwischen Olten und Läufelfingen, auf der Strecke Basel-Olten, der den Verkehr von Basel mit der inneren Schweiz vermittelt, und wo schon in alter Zeit, vor dem 16. Jahrhundert, zur Herstellung eines Straßenüberganges der Felsgrat durchhauen wurde. In den Jahren 1855—1857, also zu einer Zeit, da Riggenbach schon im Dienste der Zentralbahn stand, ließ diese Gesellschaft den Berg in einem Tunnel von 2,49 km Länge durchbohren, wobei bei dem Einstürzen eines Schachtes am 28. Mai 1857 sieben Arbeiter das Leben verloren. Beim Betrieb dieser Bahnstrecke und insbesondere bei der Fahrt im Hauensteintunnel zeigte sich die Schwierigkeit, daß auch durch Aufstreuen von Sand das Gleiten der Triebäder auf den Schienen und hierdurch das Schleudern der Räder nicht gehoben werden konnte. Diese Beobachtung führte Riggenbach auf die gleiche Fährte, auf die seinerzeit Blenkinsop geraten war, als dieser, wie viele andere Ingenieure der Meinung war, daß überhaupt auch für gewöhnliche Bahnverhältnisse die Adhäsion glatter Räder auf glatten Schienen nicht genüge zur eigenen Fortbewegung einer Lokomotive und eines angehängten Wagenzuges.

¹⁾ Karl Ritter von Ghega, Eisenbahningenieur, geboren 1802, 13. Juni in Venedig, gestorben 1860, 14. März in Wien.

Blenkinsop¹⁾ also nahm, von dieser Idee befangen, im Jahre 1811 ein Patent auf eine „gezähnte Eisenschiene, in die das gezähnte Rad einer Lokomotive genau so eingreifen soll, wie zwei Räder, die sich gegenseitig treiben.“ Da er aber selbst kein Mechaniker war, ließ er durch einen für die damalige Zeit sehr gewandten Mechaniker, Matthäus Murray²⁾, seine Lokomotive herstellen, die denn auch im August 1812 so weit fertig war, daß sie am 12. dieses Monats beginnen konnte, auf der Eisenbahn zu laufen, die die Middletoner Kohlengruben mit Leeds verbindet. Lange Jahre lang blieb diese Maschine der Hauptanziehungspunkt der Gegend, von Fremden aus allen Weltteilen besucht, so auch im Jahre 1816 von Großfürst Nicolaus, dem nachmaligen Kaiser Nicolaus I. von Rußland, der mit Bewunderung die Wirkungsweise der Blenkinsopschen Maschine beobachtete.

Und nun kam, 50 Jahre später, als die Blenkinsopsche Maschine längst nicht mehr im Betriebe, ja vergessen war, ein anderer Nikolaus, unser Riggenbach und besann sich wieder auf jene Blenkinsopsche Lokomotive. Im August 1863 erhielt er ein französisches Patent, worin zwei Zahnstangenkonstruktionen und zweierlei Lokomotiven beschrieben sind, die eine derselben für reinen, die andere für gemischten Zahnradbahnbetrieb. Ein Betrieb einer eigentlichen Bergbahn aber lag vorläufig seinen Gedanken noch fern und erst mehr als ein Jahr später war es, daß die Frage nach Bewältigung großer Steigungen auf Bergbahnen ihn zu beschäftigen begann.

Inzwischen aber wurde Riggenbachs mehr einförmige Tätigkeit durch ein Ereignis unterbrochen, das für seine technischen Leistungen mehr nebensächlich war, aber immerhin für seine geistige Entwicklung und für seine Menschen- und Weltkenntnis von großem Werte. Dies war eine Reise nach Amerika, die er mit Urlaub von seiner Direktion unternahm, um seinen in Costa-Rica lebenden kranken Bruder zu besuchen. Er verließ Olten im September 1865, besuchte St. Thomas, Costa-Rica, Colon und Panama, sodann noch in Nordamerika die Städte Philadelphia, Washington, Pittsburg, Chicago u. a., und kehrte schließlich über Neuyork nach Europa zurück; am 1. Mai 1866 traf er wieder in Olten ein, wo er inzwischen in Anerkennung seiner Verdienste in den Solothurnschen Kantonrat gewählt worden war.

Nun konnte er wieder seinen Gedanken und Plänen in bezug auf die Konstruktion von Bergbahnlokomotiven und Bergbahnen nachgehen. Wesentlich gefördert wurden aber diese Gedanken, als im nächsten Jahre, 1867, der schweizerische Generalkonsul John Hitz bei einem Besuch in seiner Schweizer Heimat auch Riggenbach traf und ihm erzählte, daß in Amerika eine solche Bergbahn existiere, die mit 37 v. H. Steigung auf den Mount Washington in Neu-Hampshire führe. Und unser Riggenbach erfuhr nun des näheren folgende Einzelheiten: Der Erbauer jener Bahn sei ein Ingenieur Silvester Marsh, Bürger von Neu-Hampshire, früher Inhaber eines Lebensmittelgeschäfts, dann Erfinder und Begründer der Industrie der Speisenverpackung und Konservierung; er wird sogar als Gründer von Chicago betrachtet. Und dieser Marsh³⁾ hatte von der dortigen Regierung die Konzession

¹⁾ John Blenkinsop, Kohlengrubenbesitzer, geboren 1783 in Leeds, gestorben 1831, 22. Januar, in Leeds.

²⁾ Matthew Murray, englischer Ingenieur, geboren 1765 in New Castle on Tyne, gestorben 1826, 20. Februar, in Holbeck bei Leeds.

³⁾ Silvester Marsh, amerikanischer Ingenieur, geboren 1803, 30. September, Compton, N. H., gestorben 1884, 30. Dezember, Concord, N. H.

erhalten für eine Bahn auf den Gipfel des Mount Washington, ein Unternehmen, das im Publikum für so unausführbar gehalten wurde, daß man ihn allgemein „den verrückten Marsh“ nannte. Da war es eben dem Amerikaner Marsh nicht besser ergangen als zweieinhalb Jahrhunderte früher dem Franzosen Salomon de Caus, wie später dem Engländer Francis, wie dem Deutschen Robert Mayer, wie überhaupt schon so manchem, der mit seinen Gedanken und Plänen der Zeit vorauseilte, und wie es jetzt auch unserem Schweizer Riggenbach erging, über dessen Bergbahnpläne seine Freunde (und solche, die es nicht waren) den Kopf schüttelten und sagten: „So etwas kann doch nie gehen“. Aber die Bahn von Marsh wurde doch gebaut, im Jahre 1869 vollendet und in Betrieb genommen.

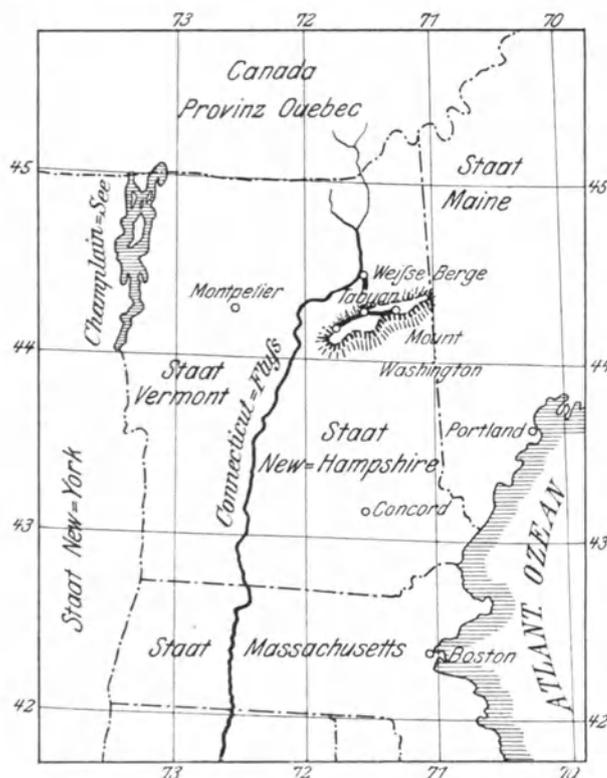


Fig. 2. Bergbahn auf den Mount Washington.

Nunmehr gelang es auch Riggenbach, eine Gesellschaft zusammenzubringen, die bereit war, die nötige Bausumme vorzuschießen, wobei, hauptsächlich auf Anraten des Konsuls Hitz, der Rigi als erstes Versuchsobjekt gewählt wurde. Zunächst sollte dieser Berg von Vitznau am Vierwaldstätter See aus bis zur Staffelhöhe mit einer Bergbahn erklommen werden. Die bau- und maschinentechnische Arbeit übernahm Riggenbach in Verbindung mit Oberst Näff von St. Gallen und dem Ingenieur Olivier Zschokke von Aarau. Zunächst handelte es sich um die Festsetzung der Bahnlinie und die Konstruktion der Einzelheiten für den Bau der Zahnstange und den Bahnoberbau, während gleichzeitig in der Werkstätte zu Olten die Versuche über die beste Konstruktion dieser Teile sowie über den Zahnradbetrieb angestellt wurden. Die Sache war freilich nicht so einfach mit der

Und als nun Konsul Hitz nicht nur die Nachricht von der glücklichen Vollendung der Bahn brachte, sondern auch noch sogar für die Verbindung von Ouchy mit Lausanne eine ähnliche Anlage beim Bundesrat in Anregung brachte, da schwand auch für Riggenbach der letzte Zweifel, und die Anwendung einer Zahnradlokomotive auf Zahnschienen verlor für ihn wie auch für andere den abenteuerlichen Charakter einer solchen Idee.

Zum Studium der baulichen und mechanischen Verhältnisse der Bahn auf den Mount Washington und ihres Betriebes wurde ein junger Ingenieur, Otto Grüniger, der ein hervorragend begabter Schüler des Professors Culmann¹⁾ am Züricher Polytechnikum war, nach Amerika gesandt, und schon im Juli 1869 konnten von ihm zahlreiche Skizzen mit Erläuterungen, Berechnungen und Vor-

¹⁾ Carl Culmann, Mathematiker und Ingenieur, geboren 1821, 10. Juli, in Bergzabern, gestorben 1881, 10. Dezember, in Zürich.

Sicherheit der Lagerung der Zahnstange auf so stark geneigter Bahn, und Riggenbach konnte sich begründeten Bedenken nicht verschließen; wie z. B. sollte den Temperaturänderungen bei der Zahnstange Rechnung getragen werden, ohne daß nachteilige Formänderungen entstehen? Wie sind die Stoßstellen zu konstruieren? Wie ist die Zahnstange auf den Schwellen zu lagern, so daß nicht nach und nach diese auf den Schwellen, und diese wieder auf dem Bahnkörper ins „Wandern“ geraten? Damals allerdings gaben diese und noch viele andere Fragen Riggenbach schwer zu denken; jetzt freilich können wir sagen, daß die mit der von ihm konstruierten Leiterzahnstange gemachten Erfahrungen durchaus günstig sind, und daß das Vertrauen zu seinem Bahnsystem von der übergroßen Anzahl von Ingenieuren vollkommen geteilt wird.

Alle notwendigen Arbeiten in Werkstätte, am Zeichentisch und auf der Versuchsvorrichtung wurden mit rastloser Energie gefördert, so daß bereits Ende des Jahres 1869 die Arbeiten am Bahnkörper und Bahnunterbau begonnen werden konnten. Wollen wir uns die Schwierigkeiten vorstellen, die den drei zusammenarbeitenden Ingenieuren entgegentraten, so brauchen wir uns nur zu vergegenwärtigen, wie schwierig der notwendige Materialtransport zu bewerkstelligen war; heute würde wohl eine Kabelhängebahn hierzu benutzt werden können, damals stand nichts dergleichen zur Verfügung, um das Material von unten nach oben zu transportieren; alles Bahnbaumaterial mußte von oben nach unten geschafft werden, manchmal auch nach der Seite, und hierbei war natürlich auf dem steilen Bergabhang auch von Benützung von Räderkarren nicht die Rede, alles mußte mit Schlitten und Schleifen herbeigeschafft werden. Aber trotzdem und ungeachtet der Ungunst der Witterung in den Wintermonaten war Ende Mai bereits eine so große Strecke der Rigibahn vollendet, daß mit der ersten fertigen Lokomotive am 21. Mai 1870, an Riggenbachs 58. Geburtstag, die erste Probefahrt unternommen werden konnte, die zur vollen Befriedigung ausfiel. Und wieder ein Jahr später fand die Eröffnung der ganzen vorläufig im Plan gelegenen Bahnstrecke von Vitznau bis zur Staffelhöhe statt, unter Teilnahme der obersten Behörden der Eidgenossenschaft.

Der außerordentliche Erfolg der ersten Rigibahn hatte so viele an Riggenbach gelangende Aufträge und Anfragen im Gefolge, daß es auch nicht mehr an finanzieller Unterstützung für weitere Unternehmungen fehlte, und sich, wie Riggenbach selbst erzählt, das in jenen Jahren „grassierende Gründungsfieber“ der Sache der Bergbahnen bemächtigte. Es bildete sich im Jahre 1873 eine „Internationale Gesellschaft für Bergbahnen“ mit dem Sitze in Aarau; es wurde in dieser Stadt eine Maschinenfabrik nach den neuesten Erfahrungen und Fortschritten errichtet, die drei Genossen: Riggenbach, Näff und Zschokke zu Direktoren ernannt. Nun war es natürlich nicht mehr möglich, daß ersterer auch noch seine Stelle als Maschinen-

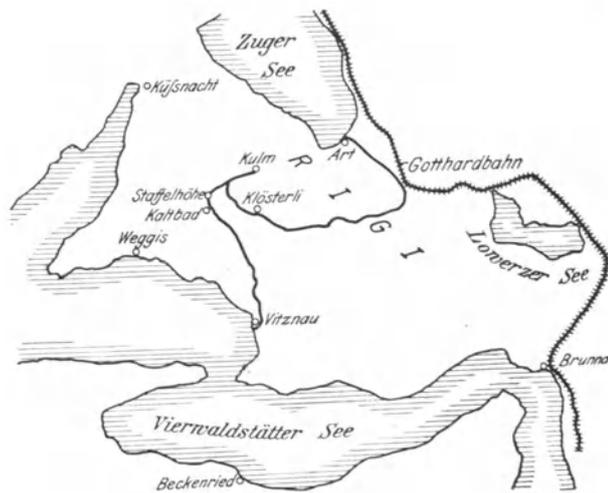


Fig. 3. Rigibahn.

meister der Hauptwerkstätte in Olten beibehielt, mußte er doch jeden Tag von seiner Wohnung in Olten nach Aarau fahren. Es gelang ihm auch bald, einen tüchtigen Ersatzmann zu finden, so daß er, nachdem sein Nachfolger sich in das Geschäft in der Hauptwerkstätte eingearbeitet hatte, seine Stelle endgültig verlassen und sich ganz dem neuen Unternehmen widmen konnte. Hierbei hatte nun Riggenbach volle Gelegenheit, seine ganz besondere Begabung als Maschinen- und Lokomotivkonstrukteur zu betätigen.

Die Aufgaben, die an ihn gestellt wurden, waren ganz außerordentlich vielfältig und erforderten jedesmal andere Lösung, wie nur in wenigen Worten angedeutet sein mag. Einmal sollten Ortschaften mit höher gelegenen Kurorten, dann wieder tiefer gelegene Eisenbahn- und Schiffsstationen mit Orten auf anderer Höhenlage, dann wieder ein andermal die Quartiere hügeliger Stadtteile miteinander verbunden werden. Für solche Bedingungen entwarf er eine besondere Art von Bahnbetrieb; er baute Seilbahnen. Aber auch hierfür waren die örtlichen Bedingungen verschieden. Das eine Mal war das Gewicht des abwärtsgehenden Wagens, dann eine untergebrachte

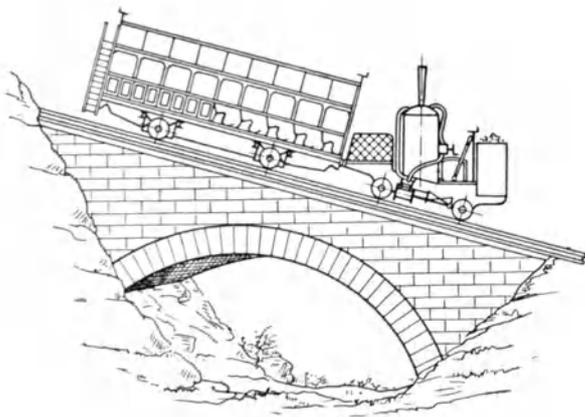


Fig. 4. Rigi-Lokomotive.

Wasserfüllung desselben die bewegende Kraft; ein andermal mußte ein besonderer Motor aufgestellt werden, manchesmal auf der oberen, manchesmal auf der unteren Station. — Ganz anders wieder waren die Bedingungen, wenn, wie bei der Rigibahn, der ganze Betrieb auf einer vielfach in Kurven angelegten Bahn unter durchgehender Benutzung der Zahnstange von einer Lokomotive mit „reinem Zahnradbetrieb“ bewältigt werden sollte; und wieder anders, wenn die Bahn zunächst von der Ausgangsstelle

durch eine längere Talstrecke bis an eine Stelle geführt werden sollte, wo dann die eigentliche Steilbahn ihren Anfang nehmen würde; und da mußte also die anzuwendende Lokomotive für diese beiden verschiedenartigen Bahnstrecken geeignet sein, d. h. auf der ersten Strecke mit reiner Adhäsion, auf der zweiten Strecke mit Zahnradbetrieb fahren, also im ganzen „gemischten Betrieb“ gestatten. Und in allen diesen mannigfaltigen Bedingungen mußte auch wieder die Maschine selbst in ihrem äußeren Bau und ihrer Stärke den Steigungsverhältnissen angepaßt sein. Riggenbach löste alle diese verschiedenen Aufgaben und in den 10 Jahren nach Eröffnung der Rigibahn bis zum Jahre 1880 waren bereits 10 Zahnradbahnen, davon 4 mit reinem Zahnradbetrieb¹⁾ und 6 mit gemischtem Betrieb gebaut und in Betrieb gesetzt. Daneben auch eine Anzahl von Seilbahnen, bei denen er zur Sicherheit des Betriebes und der Mitfahrenden für den möglichen Fall eines Seilbruches seine Leiterschiene zwischen den Laufschiene anzubringen für nötig hielt. Und immer hat sich dieses ihm eigene System mit der Leiterschiene so gut bewährt, daß es auch bei späteren, nicht von ihm selbst ausgeführten Anwendungen mit nur wenigen Abänderungen beibehalten wurde.

¹⁾ Unter diesen auch eine zweite Rigibahn, die von Arth am Zuger See ausging, sowie auch eine Verlängerung der Bahn von Staffelhöhe bis Rigikulm.

Und was seine Werkstättenleitung und sein Verhältnis zu seinen Arbeitern betrifft, so erzählt er selbst, daß es sein Grundsatz gewesen sei, diese als seine Mitarbeiter zu betrachten und täglich die älteren, eingeschulten und die Vorarbeiter zu sich zusammenzurufen und über die gemeinsame Arbeit ihre Meinung anzuhören. So suchte er ein Verhältnis gegenseitigen Vertrauens herbeizuführen, das wie kein anderes zum Gedeihen eines Unternehmens beiträgt.

Aber — nach der Zeit des glänzenden Aufschwunges kam eine Zeit des traurigsten Geschäftsniederganges, die Krise, die, wie bekannt, nach der Wiener Weltausstellung 1873 schon eingesetzt hatte. Wenn es auch gelang, in der zweiten Hälfte der siebziger Jahre noch einige Aufträge zu erhalten und einige weniger günstige Geschäfte abzuschließen, so genügte dies doch lange nicht, um alle Arbeiter der Aarauer Werkstätten zu beschäftigen. Und gegen das Jahr 1880 erreichte dieser Notstand eine bedenkliche Höhe, da alle Bemühungen, dem Unternehmen neue Aufträge zuzuführen, erfolglos blieben.

Da erschien plötzlich ein Hoffnungsschimmer. Es kam die Kunde, daß in Englisch-Indien der Plan aufgetaucht sei, im Südwesten der Halbinsel auf die sogenannten „Blauen Berge“ eine Eisenbahn zu bauen. Sofort wurden Unterhandlungen angeknüpft, und von der Direktion der Bergbahngesellschaft der Beschluß gefaßt, daß Riggenbach sich zur Beurteilung der örtlichen Verhältnisse und zur Aufnahme des Lageplanes sowie zur Aufstellung eines Entwurfes selbst nach Ostindien begeben sollte. Das war für unseren Mann keine kleine Aufgabe, war er doch inzwischen schon 63 Jahre alt geworden.

Doch er unterzog sich im Interesse des Geschäftes auch dieser Aufgabe und machte sich Anfang des Jahres 1880 auf den Weg zunächst über Ceylon nach Madras, da die fragliche Bahn in dem Gebiete der Präsidentschaft Madras lag.

Die Sachlage, die er dort vorfand, war folgende: Von Madras am Ostufer der südlichen Spitze der Halbinsel Vorderindien ging eine Eisenbahnlinie mit Normalspur nach dem Westufer bis zur Stadt Calikut. Von dieser Linie zweigt sich bei der Station Podamur eine kurze Schmalspurstrecke ab bis nach Mettapolliem, das am Fuß des mit „Nilgiri“ oder „die blauen Berge“ bezeichneten Gebirgsstockes liegt. Auf diesem Gebirge, das oben ein ausgedehntes Hochplateau bildet, liegen die Hauptorte Coonoor und Ootacamund. Und diese beiden Orte sollten von Mettapolliem aus durch eine Bergbahn erreicht werden. Der zu überwindende Höhenunterschied von der Talstation bis zur höchsten zu erreichenden Stelle des fast allseitig steil aus der Ebene sich erhebenden Gebirgsstockes beträgt nahezu 2000 m. Dorthin also führte Riggenbach der Weg; er unterhandelte, da er gewandt englisch sprechen konnte, mit den maßgebenden Persönlichkeiten, durchwanderte die etwa zu wählende

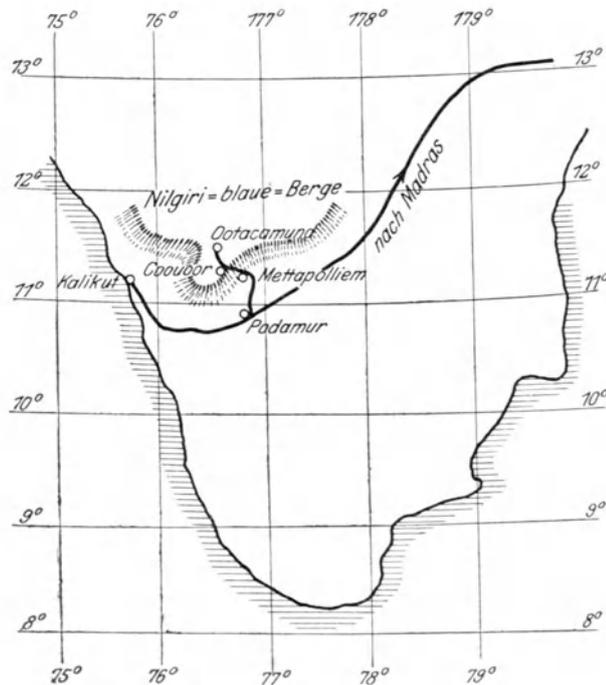


Fig. 5. Bahn auf die blauen Berge.

Bahnlinie, machte Planzeichnungen, nahm das Nivellement auf, und schließlich gelang es ihm auch, von den maßgebenden Stellen wenigstens eine Äußerung der Zustimmung zu seinen Entwürfen zu erhalten. Aber eine Zusage wegen der Ausführung in meßbarer Zeit oder eine feste Bestellung konnte er nicht erreichen. Dies schrieb er nun offen an die Bergbahngesellschaft in Aarau. Da also zunächst aus dem gehofften ostindischen Geschäft für die Werkstätten in Aarau sich keine Arbeit ergab, keine Beschäftigung für die vielen Arbeiter, so blieb der Gesellschaftsdirektion nichts anderes übrig, als das Geschäft aufzulösen. Und aufgelöst traf er sein ihm lieb gewordenes Geschäft an, als er von seiner anstrengenden Reise wieder in die Heimat zurückkehrte.

Riggenbach war aber nicht der Mann, der sich entmutigen ließ. Rasch entschloß er sich, von nun an auf eigene Rechnung zu arbeiten, indem er, in Olten endgültig verbleibend, sich dort ein Bureau als Zivilingenieur einrichtete, in dem er auf Anfragen Entwürfe und Voranschläge ausfertigen und nach Abschluß eventueller Bestellungen die nötigen Konstruktionszeichnungen liefern wollte. Freilich mußte er sich nunmehr ziemlich einschränken, auch in den Räumen, die er hierfür beanspruchen durfte, wie er beispielsweise einen früheren Stall zu seinem Arbeitszimmer umgestaltete. Aber arbeiten wollte er da, wie früher ja, und pflegte zu sagen: „Ich arbeite getrost darauf los, bis der Herrgott den Perpendikel abstellt.“ Freilich aber hatte er keine Werkstätte mehr unter sich, in der er die Ausführung seiner Entwürfe hätte persönlich überwachen können; er hatte auch keine Lust mehr, noch einmal ähnliche traurige Erfahrungen zu machen, wie in Aarau. So mußte er eben, wenn es ihm gelang, ein Geschäft abzuschließen, die Ausführung anderen überlassen. In der ersten Zeit war dies seine Oltener Eisenbahnauptwerkstätte, der er die Herstellung von Lokomotiven und Wagen übertrug, später aber, von 1884 an, vor allem die Werkstätte in Eßlingen. Damals lebte dort noch Emil Keßler, und das freundschaftliche Verhältnis zwischen diesem und seinem früheren Werkführer trug wesentlich dazu bei, die nötigen Unterhandlungen zwischen dem Zivilingenieur Riggenbach und der Eßlinger Fabrik so zu gestalten, daß ersterer die Neuordnung der Dinge nicht zu bereuen hatte.

Die Geschäftskrisis machte nach und nach wieder einer ruhigen aber stetigen Entwicklung Platz; die Kredite hoben sich und damit kamen auch wieder Bestellungen in größerer Zahl, so daß in den Jahren 1884 bis 89 dreiundzwanzig verschiedene Steilbahnen gebaut wurden, darunter 12 reine Zahnradbahnen und 11 solche für gemischten Betrieb, ferner 11 Seilbahnen mit Riggenbachs Sicherheitszahnstange. Diese ausgeführten Bergbahnen waren nicht allein im weiteren Auslande, sondern sogar jenseits des Ozeans; so in Italien, in Portugal und in Brasilien. Insbesondere veranlaßten ihn mehrere Anfragen und Aufträge aus Portugal eine Reise dorthin zu unternehmen, zu der sich der bereits 65 Jahre zählende Mann 1882 entschließen mußte und von der er mit recht befriedigenden Ergebnissen im Spätherbst dieses Jahres wieder nach Hause zurückkehren konnte.

Die Kunde von den Riggenbachschen Bergbahnen war inzwischen auch noch nach einem Weltteile gelangt, den jener noch nicht besucht hatte, nach Afrika, wo in Algier eine Bahn von den unteren Plätzen dieser Hauptstadt nach der über Algier liegenden Hochebene gebaut werden sollte. Auch zu dieser Reise entschloß sich der nunmehr 68 Jährige, und fuhr im Januar 1885 von Olten über Marseille nach Algier. Im Zweifel, ob eine Seil- oder Lokomotivzahnradbahn gewählt werden solle, entschied man sich für das von Riggenbach empfohlene letztere Projekt. Er selbst

konnte die Entscheidung an Ort und Stelle nicht abwarten (die Konzessionserteilung wurde ihm erst nach einiger Zeit mitgeteilt) und reiste wieder ab, nicht ohne auf der Rückreise bei der Fahrt durch Lyon, seine frühere Arbeitsstätte und die alten Freunde wieder aufgesucht zu haben, und langte Ende April wieder in Olten an.

Seine letzte Reise, die er im darauffolgenden Jahre im Februar antrat, führte ihn nach Italien; dort hatte sich eine Gesellschaft gebildet, um die großen bei Tivoli zu gewinnenden Wasserkräfte teils an Ort und Stelle und teils in Rom nutzbar zu machen. Die Arbeiten hatten bereits begonnen, und die Fabrik von Escher-Wyß in Zürich die Motoren zu liefern. Eine Bahn nach Riggenbachs System sollte die verschiedenen industriellen Anlagen unter sich und mit der neu anzulegenden Eisenbahnstation verbinden. Riggenbach war von dieser Gesellschaft ersucht worden, dorthin zu kommen, um sich an Ort und Stelle über die Anwendbarkeit seines Systems zu überzeugen bzw. selbst Vorschläge zu machen. Von Rom reiste Riggenbach nach Neapel, um dort eine der interessantesten Bahnanlagen in Augenschein zu nehmen, die allerdings nicht von ihm selbst angelegt war, die aber sein Interesse aufs höchste in Anspruch nahm, die Drahtseilbahn auf den Vesuv, vom Fuß des Aschenkegels bis auf den Gipfel, die mit 40 bis 63 v. H. Steigung eine Höhe von 380 m überwindet (bei dem Ausbruche im Jahre 1906 vollständig zerstört). Er konnte die ganze Bahnanlage als sehr sinnreich und gut im Entwurfe bezeichnen, aber im höchsten Grade vernachlässigt und verlottert, ja zum Teil geradezu als lebensgefährlich.

Als er Ende April wieder aus Italien nach seiner Schweizer Heimat zurückkam — er hatte inzwischen sein 70. Lebensjahr angetreten — konnte es für ihn selbst wie auch für seine Freunde nicht verborgen bleiben, daß auch für ihn die Zeit des Ausruhens kommen mußte, und er gab sich von da an auch mit seinen Erfolgen, mit dem Erreichten wie mit dem Erstrebten zufrieden. Dabei hatte er doch noch die Genugtuung, auch ohne daß er selbst dabei tätig gewesen wäre, eine Anzahl von Bergbahnen nach seinem System bauen zu sehen, von denen die Seilbahn auf den Beatenberg am Thuner See, 1889 eröffnet, die Lokomotivbahn auf die schynige Platte, dann von Lauterbrunnen nach Scheideck und von Grindelwald nach Scheideck, als zum größten Teil dem Touristen bekannt, von allgemeinerem Interesse sind. Die drei letztgenannten Bahnen wurden im Jahre 1893 eröffnet. Eine zunehmende Schwerhörigkeit brachte bei ihm eine immer größere Sehnsucht nach Einsamkeit hervor, aber doch freute er sich über Besuche seiner Angehörigen und Freunde trotz der immer mühsamer gewordenen Unterhaltung mit ihnen.

Gern gedachte er auch der vielfachen Ehrungen, welche ihm, dem „alten Mechaniker“ zuteil geworden waren, die er auch trotz seiner Bescheidenheit jeweils mit Freuden entgegengenommen hatte. So hatte die Gemeinde Olten ihm das Ehrenbürgerrecht verliehen, die Gemeinde, in der er so lange als Vorstand der Hauptwerkstätte der Zentralbahn gewirkt, in der er seine Erfindung ausgeheckt und zur ersten Ausführung gebracht hatte, von der er wiederholt sagte: „Nur hier kann ich gedeihen, nur hier geht's mir gut; hier will ich leben und sterben und begraben sein.“ Auch die Gemeinde Aarau, die der Sitz der „Internationalen Bergbahngesellschaft“ gewesen war, deren trauriges Ende ihm viel Sorgen, Enttäuschung und manche schwere Stunde gebracht hatte, die aber, so lange sie existierte, für die Stadt Aarau eine Quelle reichen Verdienstes gewesen war, auch diese Gemeinde hatte ihn zu ihrem Ehrenbürger gemacht. Auf den Weltausstellungen hatte seine Erfindung die höchsten Auszeichnungen erhalten, der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein und verschiedene andere technische Vereine hatten ihn zum Ehren-

mitglied ernannt, und das „Institut de France“ hatte ihn in seinen Verband aufgenommen.

Die letzten Jahre seines arbeits- und erfolgreichen Lebens brachten ihm zwei schwere Verluste durch den Tod seines einzigen, von ihm innig geliebten Sohnes, des Dr. theol. Bernhard Riggenbach, der Pfarrer und Universitätslehrer war, und seiner Gattin Emma geb. Socin aus Basel; Verluste, die er mit aller Seelenstärke trug, die ihm, dem mehr als 80jährigen Greise noch ungeschmälert geblieben war. Nun hatte er nur noch einen Wunsch, der auch — wie wir zur Vervollständigung des Lebensbildes dieses seltenen Mannes einschalten dürfen — des wirklich echt frommen Mannes tägliches Gebet war, daß ihm ein ruhiges Ende ohne allzuviel und große Schmerzen beschieden sein möge. Und so ist er in der Tat schmerzlos und ruhig entschlafen am 25. Juli 1899.

Unser Riggenbach Wahlspruch war „Aufwärts“, und „Aufwärts“, sagte er, „führe ich alles Volk auf die Berge, damit alle die Herrlichkeit des erhabenen Landes genießen.“ Die ergreifende Ansprache, die der Stadtmann von Olten, Casimir von Arx bei der Bestattung Riggenbachs hielt, schloß mit den schönen Worten, die auch unser Bild seines Lebens abschließen mögen:

„Sein Andenken wird geehrt sein als das eines der besten, wägsten und verdienstvollsten Mitbürgers, an dessen Beispiel sich noch weiter stärken, wer sich schon stark fühlt, und aufrichte, wer verzagen möchte; er war vom Scheitel bis zur Sohle ein ganzer Mann.“

Benutzte Literatur.

A. Zur Biographie.

1. Erinnerungen eines alten Mechanikers. 4. Aufl. Basel 1900. R. Reich.
2. Buch berühmter Ingenieure von D. R. Hennig. Leipzig 1911. Otto Spamer.
3. Stephenson, Biographien berühmter Entdecker und Erfinder. Stuttgart 1860.
4. Allgemeine deutsche Biographien. Nachträge. Bd. 53.
5. Rudolf Redtenbacher, Biographie seines Vaters. München 1879. Fr. Bassermann.
6. Encyclopädia Americana, Artikel „Marsh Silvester“.
7. Trauerreden bei der Beerdigung von N. Riggenbach. Olten 1899.
8. Zeitschrift des Österr. Ing. und Arch. Vereins. 1899. S. 498. Riggenbachs Biographie von Prof. R. v. Reckenschuß.
9. Leipziger Illustrierte Zeitung. 1899. S. 183. Nekrolog.

B. Zur technischen Ausführung der Rigibahn.

10. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1871. S. 269.
 11. Zeitschrift des Österr. Ing. und Arch. Vereins. 1870. S. 138.
 12. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1870. S. 177.
 13. Engineering. 1871. S. 315. „The Rigi-Railway.“
 14. Neuere Tunnelbauten. Leipzig 1873. C. Scholze.
 15. — „Die Rigi“ Eisenbahn mit Zahnradbetrieb. D. H. Zwick.
 16. „Die Lokomotive“. 1909. S. 62. „Österreichische Zahnradlokomotiven“.
 17. Leipziger Illustrierte Zeitung. 1870. Heft 1407. S. 471. „Die Rigibahn“.
 18. — 1871. Heft 1472. S. 215. „Von August Feierabend“.
 19. — 1871. Heft 1460. S. 441. „Die Rigibahn“.
 20. — 1874. Heft 1620. S. 51. (Vogelschaupanorama).
 21. — 1880. Heft 1929. S. 513. (Rigibahnpanorama).
-

Keltern einst und jetzt.

Aus der Technik des Weines.

Von

Prof. Dr.-Ing. Friedrich Häußler, im Feld.

Dem Kenner in den Gaben des Bachus klingt vielleicht der Untertitel dieser kleinen Betrachtung zu technisch und wenig angemessen so edler Gottesgabe; aber er erinnert sich gewiß der mannigfachen Arbeiten, die von der Traube zum golden blinkenden Naß führen und davon ist keine der geringsten das Keltern. So heißt im Rheinland von alters her bis heute die Arbeit des Weinpressens, und ob man dabei auch die besten Einrichtungen neuzeitlicher Technik benutzt, die hochmodernste Weinpresse ist doch die gute alte Kelter geblieben.

Wenn der Herbst naht und die Trauben zu reifen beginnen und der Winzer sich zur liebsten Arbeit, zum Herbst, zur Lese bereit macht, hebt in den Weindörfern ein eifriges Arbeiten an, die Herbstgeräte instand zu setzen. Da werden die großen Züber und Hotten geputzt und verschwellt, die Logeln und Traubenmühlen nachgesehen und nicht zuletzt auch die Kelter, die ja das Jahr über etwas vernachlässigt war, wieder hergerichtet.

Bei den hölzernen Kellern, die in vielen Weinorten noch in Gebrauch sind, genügt die Tätigkeit des Zimmermanns, um hier eine undichte Stelle zu beseitigen, da eine neue Latte einzuziehen oder einen Braken zu flicken; bei den eisernen, die in den letzten 30 bis 40 Jahren sehr in Aufnahme gekommen sind, muß schon eine höhere technische Intelligenz, der Mechaniker eingreifen, um vielleicht eine neue Keltermutter, der ein Gang ausgebrochen ist oder einen neuen Bajaß anzufertigen.

Und gar bei den neuesten Großkellern, die mit Wasserdruck und Elektrizität arbeiten und bis 10 000 l Traubenmaische auf einmal schlucken, sichert sich der glückliche Besitzer so vieler Weinberge, die zur Speisung solcher Ungetüme gehören, am besten den erfahrenen Rat der höchsten technischen Instanz, des Ingenieurs, um diese Erzeugnisse einer ausgeklügelten Technik zu neuer Tätigkeit im Herbst zu wecken.

Und doch, bei aller Hochschätzung unserer Maschinenkünstler, wie wenig haben die Jahrhunderte am Grundtypus der Kelter geändert. Sie besteht heute noch, wie zu Urväterzeiten, in der Hauptsache aus einem Kasten, dem Biet, meist viereckig, bei eisernen Kellern auch wohl rund; darin stehen die Seckerbretter, geschlitzte aus einzelnen Latten zusammengeschaubte Bretter, die ein Hohlmaß bilden, das mit zerstoßenen oder zerquetschen Trauben, der Maische oder dem Most gefüllt wird. Die Masse wird oben durch eine Reihe neben einander gelegter Bretter abgedeckt und unter Vermittlung von Druckhölzern, den Braken oder Lauben, mittels Spindel-

druck oder einer hydraulischen Presse kräftig zusammengedrückt. Der Druck wird von Zeit zu Zeit erhöht, die Masse dazwischen auch gründlich aufgelockert und aufs neue zusammengepreßt, bis ein ganz trockener Secker zurückbleibt, bei dem selbst der betriebsamste Keltermann keine edle Nässe mehr entdeckt.

So hat man vor Zeiten schon in deutschen Landen gekeltert und so keltert man noch heutzutage. In südlichen Weinländern, wo eine glücklichere Natur überreichen Traubensegen spendet, mögen hie und da primitivere Methoden herrschen, bei denen die mehr oder weniger gewaschenen Füße der Dorfjugend die Druckarbeit leisten. Der haushälterische Deutsche hat schon vor fünfhundert Jahren und früher ordentliche Holzkeltern benutzt, von denen prächtig erhaltene Stücke auf uns gekommen sind.

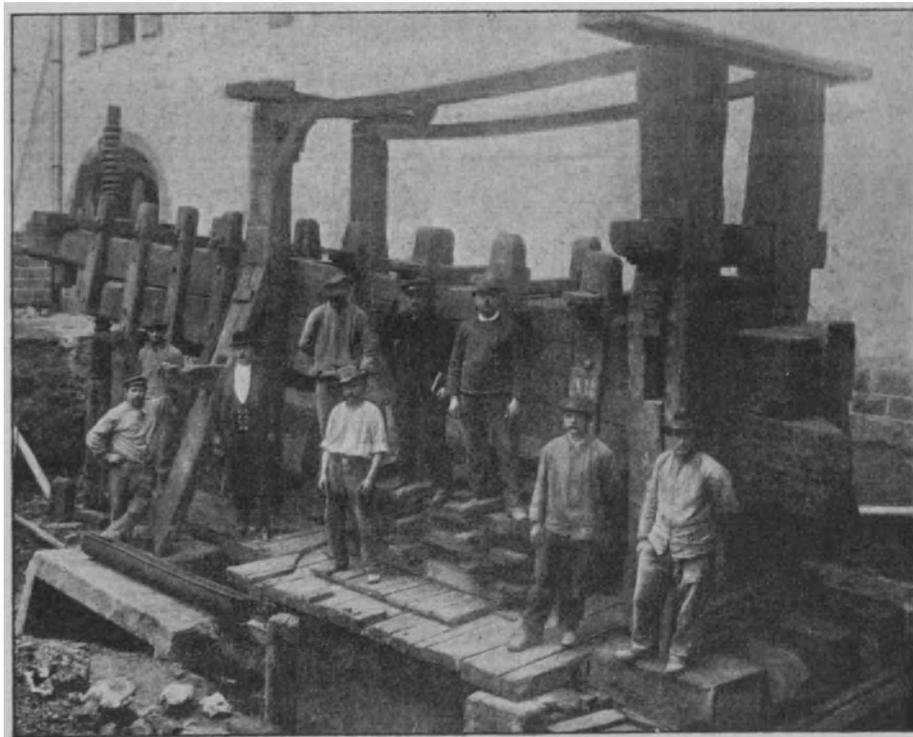


Fig. 1. Baumkelter vom Jahre 1727. (Pfälzer Weinmuseum.)

Folge mir, weinkundiger Leser und auch du, Neuling, nach einer einzigartigen Sammelstätte der Weintechnik, nach dem Weinmuseum des auch sonst so sehenswerten historischen Museums der Pfalz zu Speyer am Rhein. Hier, in einem prächtigen, von Meister Gabriel v. Seidl geschaffenen Heim haben fleißige Sammlerhände zusammengetragen, was an Schönerm und Sehenswertem der Zeiten Not in Pfälzer Landen überdauert hat; hier ist allem, was zum Wein in Beziehung steht, eine Stätte bereitet, würdig der Gottesgabe, deren Gedeihen das Wohl und Wehe der Pfalz zum guten Teil bestimmt.

Wir durchschreiten zwischen zwei mächtigen altrömischen Reiterstatuen das Hauptportal und wenden uns über den Museumshof halbrechts zum Weinmuseum, an dessen Eingang eine riesige Baumkelter vom Jahre 1727 aufgebaut ist. (Fig. 1.)

Wir sehen ein ungeheuerliches Balkenwerk aus massigen Eichenstämmen gefügt, das sicher einen kleinen Gemeindewald verschlungen hat. Die größtenteils durch Austreten vom Saft befreiten Trauben waren auf dem vertieften Boden aufgeschichtet

und oben mit Brettern abgedeckt; der Zwischenraum bis zum Preßbalken wurde nach Bedarf mit Druckhölzern ausgefüllt und nun mit der Holzschraube am freien Ende der mächtig lange Hebel heruntergezogen. Ganz früher hat man mit der Schraube einen Stein in die Höhe gewunden und nur dessen Schwere arbeiten lassen; daß dabei die gewichtigen Dorfhonoriatoren auf den Preßbalken sich setzten, um die Wirkung zu unterstützen, gibt ein idyllisches Bild des alten Keltreibetriebes. Später hat man die Schraube derart im Boden befestigt, daß sie sich zwar drehen



Fig. 2. Baumkelter im Hortus Deliciarum der Herrad v. Landsberg, 1175.
(Aus Bassermann-Jordan, *Gesch. d. Weinbaus*, 1907.)

aber nicht in die Höhe schrauben konnte, so daß der Druck nicht auf ein bestimmtes Gewicht beschränkt blieb. So zeigt sich die Baumkelter bereits im Hortus Deliciarum der Herrad v. Landsberg, 1175. (Fig. 2.)

Die Baumkelter war im Altertum vorherrschend und ist in südlichen Weinländern bis heute in Gebrauch geblieben. In Deutschland hat sie sich bis ins verflossene Jahrhundert in Württemberg, Sachsen, Lothringen und am Rhein gehalten; in der Pfalz wurden schon sehr frühe die viel handlicheren Spindelkeltern verwendet, von denen das Weinmuseum tadellos erhaltene Stücke ohne alle spätere Umarbeitung enthält, die in diesem Originalzustand selten sind.

Die alte Spindelkelter besteht aus einem kräftig gefügten stehenden Holzrahmen; unten setzt sich das Biet auf, ursprünglich aus ausgestemmtten Balken, später aus kastenartig zusammengesetzten Bohlen gefertigt. Der obere Querbalken enthält die



Fig. 3. Spindelkelter mit Haspel und langem Ausguß vom Jahre 1687. (Pfälzer Weinmuseum.)

hölzerne Spindel mit viereckigem durchbohrtem Kopf zur Aufnahme einer langen Stange, wie dies sehr schön die Fig. 4 zeigt.

Zum kräftigen Zudrehen der Keltern dient ein Tummelbaum, der Kelterhaspel, den Fig. 3 links in der Ecke lehndend deutlich erkennen läßt.

Man muß sich ihn vor der Kelter stehend denken mit Zapfen an der Decke und am Boden drehbar befestigt, mit einem Seil umschlungen, das andererseits am freien Ende der Kelterstange angreift. Mit kürzeren Stangen, gegen die sich die Kelterknechte im langsamen Trott anstemmen, wird der Haspel gedreht und die Kelterstange herangezogen.

Bemerkenswert an der Kelter von 1687 ist noch der lange Ausguß, der sich an keiner anderen wiederfindet und vermutlich auf die besonderen Raumverhältnisse im Kelterhaus zurückzuführen ist.

Und nun zur neuen, zur eisernen Zeit! Um ihre Keltern zu sehen, wandern wir

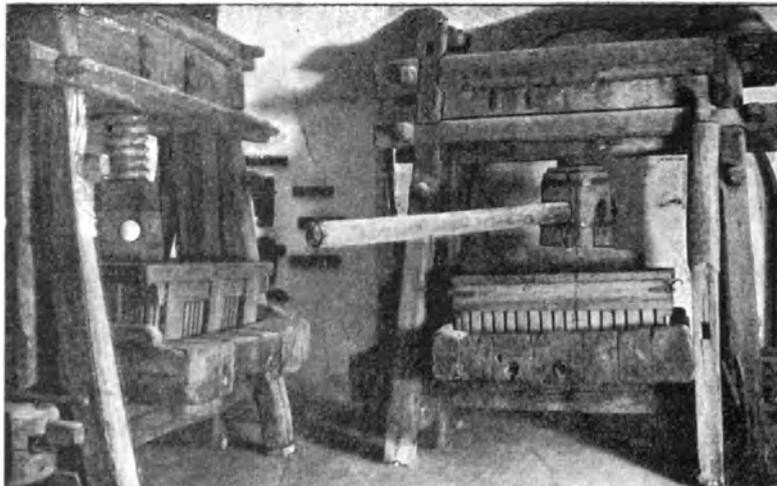


Fig. 4. Alte Spindelkeltern aus der Pfalz. (Pfälzer Weinmuseum.)

zu den Weinbauern und den großen Weinkeltereien der Pfalz, nach dem Rhein und der Mosel. Und fast überall finden wir das Eisen.

Die Entwicklung brachte es so mit sich. Die klotzigen Eichenstämme wurden allmählich seltener und teurer, da griff man zum Eisen, das die Industrie in immer neuen besseren Formen auf den Markt brachte. Zuerst wurden die empfindlichsten

Teile der alten Holzkeltern, die hölzernen Spindeln und Muttern durch eiserne ersetzt; die kleinen Mechaniker der fünfziger Jahre des vorigen Jahrhunderts schnitten die Spindeln noch mühsam von Hand und fertigten das Muttergewinde, den Wurm,

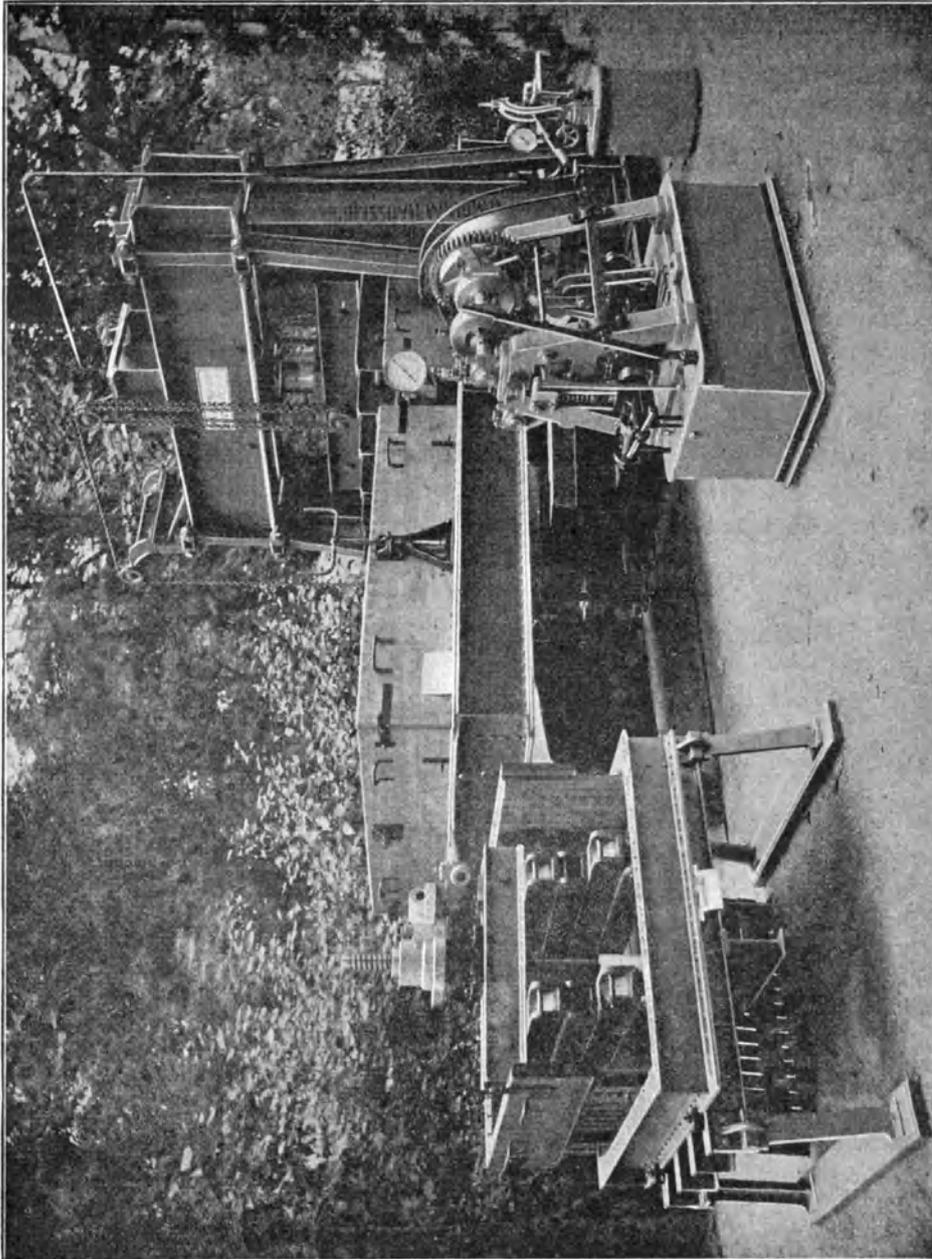


Fig. 5. Unterdruckkelter (links vorn) und hydraulische Kelter mit Handpumpe (im Hintergrund).
In der Mitte eine Maschinenpreßpumpe.

aus Vierkanteisen, das um die Spindel gewickelt und dann im Hohlzylinder der Mutter verlötet wurde, heute fast vergessene Methoden, die ja auch bald durch das Schneiden auf der englischen Drehbank ersetzt wurden.

So modernisiert ist heute noch gar manches Inventurstück aus Großvaters Kelterwirtschaft in Betrieb, und der verständige Enkel kennt die guten Seiten der alten Holzkelter gar wohl; sie drückt besser nach wie die eisernen, und in der Tat

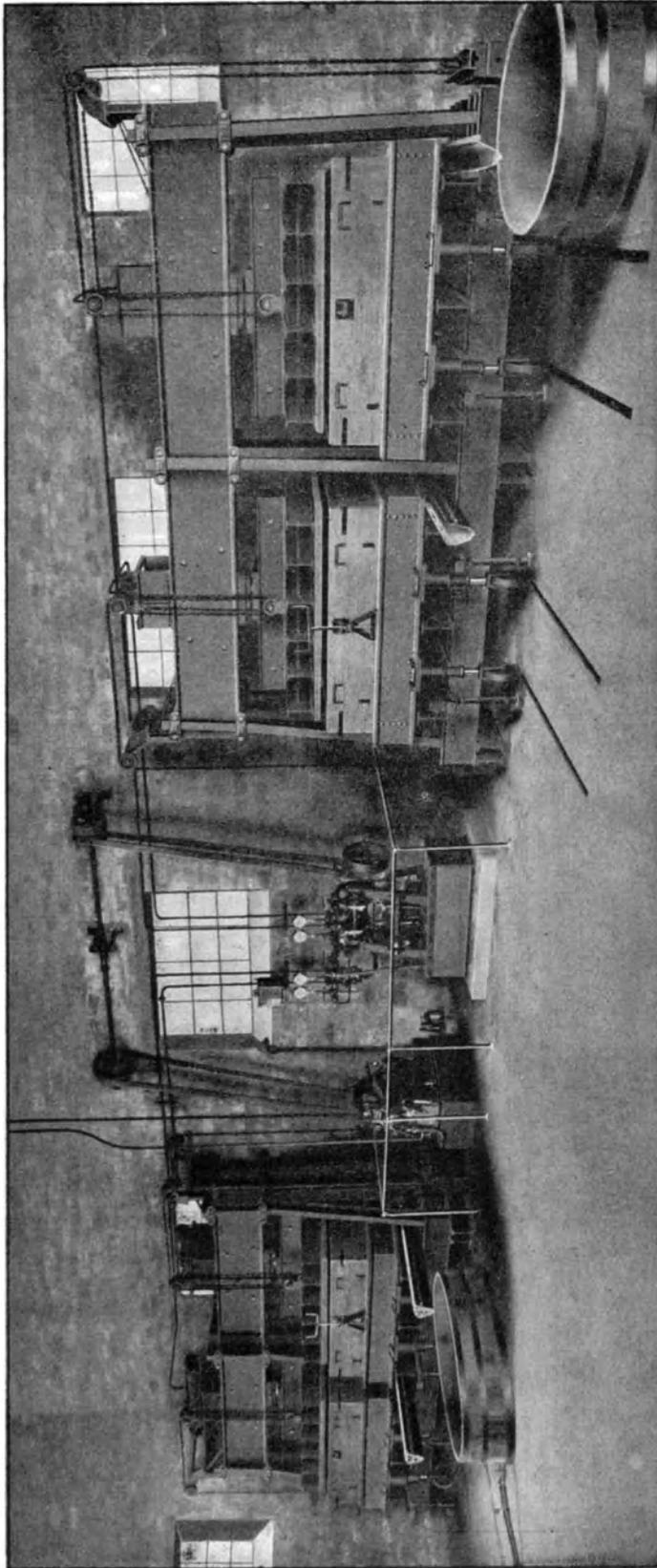


Fig. 6. Hydraulische Zwillingskeltern mit Elektromotorbetrieb.

federt das hölzerne Gestell stärker durch und übt deshalb eine längere Nachpressung aus, nachdem die Kelter unter Druck gesetzt ist.

Die eiserne Spindel brachte auch eine neue Kelterform, die Unterdruckkelter, bei der im Gegensatz zur alten Oberdruckkelter mit ihrem mächtigen Oberbau die Spindel das Biet durchsetzt; der Druck wird von der Keltermutter ausgeübt, zu deren Drehung ein Schlüssel dient, der mit einem Hebel hin und her bewegt wird. Schlüssel und Mutter sind durch einen Fallkeil, den Bajaß (Bajazzo), der bei der Bewegung auf- und abhüpft, derart verkuppelt, daß die Mutter nur beim Vorwärtsgang mitgenommen wird, beim Rückgang des Schlüssels aber stehen bleibt.

Fig. 5 zeigt links vorn eine kleinere Unterdruckkelter mit nach vorn geöffnetem Biet, wobei alle Einzelheiten deutlich sichtbar sind.

Die Abbildung zeigt auch einen neueren Antrieb der Keltermutter, den Differentialhebel. Der Kelterschlüssel wird dabei durch ein kurzes um einen Zapfen schwingendes Hebelstück betätigt, dessen Bewegung dadurch verkleinert ist, daß Schlüssel und Kel-

termutter, statt durch einen Fallkeil wie bei der älteren Ausführung, durch eine ganze Reihe solcher verkuppelt werden, von denen abwechselnd immer nur einer mit der Verzahnung der Mutter zum Eingriff kommt. Die Hebelbewegung entspricht somit nur der Differenz der Fallkeilteilung und der Zahnteilung der Mutter.

Die Unterdruckkelter ist in vielen kleineren und mittleren Betrieben zu Haus, da sie billig in der Anschaffung und einfach in der Wartung ist. Sie genügte aber für die Dauer nicht unserer auf den Großbetrieb gerichteten Entwicklung, wo gewaltige Traubenmengen in kurzer Zeit bewältigt werden müssen. Und so entstanden vor etwa dreißig Jahren die ersten hydraulischen Keltern, die so recht Kinder unserer Tage fast ganz in Eisen gewappnet auftraten und in fortschreitender Entwicklung die Betriebsmittel der Großkeltereien geworden sind.

Die allgemeine Bauart lehnt sich an die alten hölzernen Spindelkeltern an; aber die ungefügten Eichenklötze sind durch fast zierlich zu nennende eiserne T-Träger ersetzt, die in sinnreicher Weise miteinander verbunden das Keltergestell bilden. Auf dessen unterem Rost ruht das eiserne Biet. Die ehrwürdige Spindel kam bei den großen Druckkräften, die verlangt wurden, nicht mehr mit; sie ist durch die hydraulische Presse ersetzt, bei der ein Mann mit Leichtigkeit Drücke ausübt, die früher die vier und acht schwer am Tummelbaum schreitenden Kelterknechte nicht zuwege brachten. Mit einer kleinen aber kräftigen Pumpe wird Druckwasser erzeugt, das durch ein enges Rohr nach dem Preßzylinder strömt, der zwischen den oberen Balken des Keltergestelles sitzt. Unter der Wirkung des hohen Druckes von 300 bis 400 at wird der im Zylinder sich bewegende massive Kolben nach unten gepreßt und überträgt den Druck durch einen eisenarmierten Holzdeckel auf die Traubenmaische.

Das Öffnen eines kleinen Ventils an der Pumpe genügt, um die Pressung aufzuheben; das Druckwasser strömt in den Pumpenkübel zurück, und Kolben mit Deckel steigen unter der Wirkung von Gegengewichten in die Höhe, worauf das Biet ausgefahren und im Innern zugänglich wird.

Auch diese, doch recht leistungsfähige Kelterform genügte noch nicht allen Ansprüchen. Gar viele der wohlhabenden Weinorte sind an Elektrizitätswerke angeschlossen; elektrische Kraft steht also zur Verfügung. Kein Wunder, daß man da bei der wachsenden Leutenot auch auf maschinellen Kelterbetrieb drängte.

An Stelle der einfachen Handpumpe trat die subtil gebaute Maschinenpumpe (siehe Fig. 5 in der Mitte), die das Abkeltern ganz selbsttätig besorgt; ist der höchste Druck, mit dem gearbeitet werden darf, erreicht, so rückt sie sich aus und nimmt ihre Tätigkeit bei sinkendem Druck automatisch wieder auf. Man sieht, die biederstarken Kelterknechte, die bei den bekannten, doch immer unterschätzten Kräften des Weines nicht immer die zuverlässigsten waren, sind fast überflüssig geworden; einmal in Betrieb gesetzt, braucht die neueste hydraulische Kelter nur noch etwas Aufsicht, aber keine Handarbeit mehr.

Und schließlich hat man die Leistungsfähigkeit in der Zwillingbauart noch verdoppelt; 8000 bis 10 000 l Traubenmaische können hier auf einmal abgekeltert werden. Erwäge, wackerer Zecher, diese Tropfenfülle als Rhein-, Mosel- oder Pfalzwein ganz nach Geschmack in zierlich geschliffenen Römern kredenzt und freue dich so leistungsfähiger Keltertechnik. Du bedauerst vielleicht, daß auch sie, wie alles um uns, so maschinell geworden ist, und träumst dich in die gute alte Zeit mit ihren ächzenden knarrenden Holzkeltern zurück, an denen trinkfrohe Gestalten in blauer Schürze mit mächtigen Stangen hantierten, wo jetzt der Herr Maschinist mit der Ölkanne seines Amtes waltet.

Zur Geschichte der Dynamomaschine.

Die Entwicklung des Dynamobauers bei der Firma Siemens & Halske (1866 bis 1878).

Von

Prof. Dr. Adolf Thomälen, Karlsruhe.

Im Herbst des Jahres 1916 sind 50 Jahre vergangen, seit Werner Siemens der Welt die Dynamomaschine gab und dadurch die Grundlage für die Entwicklung der Starkstromtechnik legte. Der Einfluß, den die Erfindung dieser Maschine auf das gesamte technische und wirtschaftliche Leben gehabt hat, läßt es angezeigt erscheinen, zu untersuchen, wie die Erfindung zustande gekommen ist, und welche anfängliche Entwicklung die Maschine in dem Hause, in dem sie entstanden ist, erfahren hat.

Die Erscheinung, daß ein elektrischer Strom magnetische Wirkungen hervorbringt, war seit Oersteds Beobachtungen im Jahre 1820 bekannt. Ebenso war durch Aragos Untersuchungen festgestellt, daß das weiche Eisen eines Elektromagneten durch den elektrischen Strom, von dem es umflossen wird, stark magnetisiert wird, daß es aber nach Aufhören des Stromes seinen Magnetismus bis auf einen geringen Rest verliert, während Stahl auf dieselbe Weise zu einem permanenten Magneten wird.

Die mechanische Kraft, die von einem feststehenden permanenten Magneten oder Elektromagneten auf einen umlaufenden oder hin und her gehenden Elektromagneten ausgeübt wird, wurde dann bereits in den zwanziger und dreißiger Jahren des vorigen Jahrhunderts in vereinzelt Fällen dazu benutzt, um in Apparaten oder Maschinen mechanische Triebkraft zu erzeugen. Dabei handelte es sich, wie z. B. in den Maschinen von Jakobi, Davenport und Page, bereits um Maschinen für Traktionszwecke, jedoch kam man kaum über Versuche hinaus. Die Maschinen, die durch galvanische Batterien gespeist wurden und zur Erzeugung mechanischer Arbeit dienten, wurden als elektromagnetische bezeichnet. Wir haben unter ihnen also die Elektromotoren zu verstehen.

Weiter war durch Faradays glänzende Entdeckungen (1830) die Erzeugung von elektrischen Strömen durch Bewegung einer Drahtschleife vor den Polen eines Magneten bekannt. Die Stromerzeuger, die auf Grund der Faradayschen Entdeckung gebaut wurden, besaßen feststehende Stahlmagnete und wurden als magnet-elektrische Maschinen, zuweilen auch als trockene Batterien bezeichnet. Ihre Anwendung blieb sehr beschränkt, da es nicht gelang, die Stahlmagnete genügend kräftig und haltbar herzustellen.

Daß eine solche Maschine, wenn sie von einer Batterie gespeist wird, als Elektromotor arbeitet, war seit Mitte des vorigen Jahrhunderts bekannt¹⁾. Jakobi in St. Petersburg erkannte auch, daß die als Elektromotor laufende Maschine der Stromquelle, von der sie gespeist wird, entgegenwirkt. Er arbeitete allerdings dabei nicht mit dem uns geläufigen Begriff der elektromotorischen Gegenkraft, sondern mit der Vorstellung eines von der Maschine erzeugten Gegenstromes.

Die Versuche zur Verbesserung der magnetelektrischen Maschinen wurden im Jahre 1845 durch Wheatstone eingeleitet, der ein Patent auf Ersatz der Stahlmagnete durch fremderregte Elektromagnete nahm.

Jakob Brett soll 1848 die Anregung gegeben haben, den im Anker durch den dauernden Magnetismus der Feldmagnete entwickelten Strom durch eine um den Magneten gewickelte Drahtspule zu senden, um die Wirksamkeit des Magnetes zu erhöhen²⁾.

Es ist indessen zweifelhaft, ob dieser Gedanke in dem in Frage kommenden Patent Bretts³⁾, das sich überdies nicht auf elektrische Maschinen, sondern auf Telegraphenapparate bezieht, überhaupt enthalten ist. Der Sinn der hauptsächlich hierher gehörigen Bemerkung: „My invention consists in a mode of increasing the power or action upon a permanent magnet of the electricity transmitted through coils of wire surrounding the same“ ist nicht klar.

Sinsteden griff im Jahre 1851 den Gedanken des Ersatzes der Stahlmagnete durch fremderregte Elektromagnete wieder auf. Er hatte den von einer Maschine mit Stahlmagneten erzeugten Strom zur Erregung eines Elektromagneten verwendet und dabei beobachtet, daß die Zugkraft des Elektromagneten mehr als doppelt so groß war als die des Stahlmagneten der Maschine. Er schlug deshalb vor, den Elektromagneten wieder zur Stromerzeugung in einer fremderregten Maschine zu benutzen und den jetzt gewonnenen Strom wieder zur Erregung eines neuen Elektromagneten zu verwenden.

Er sagt dann⁴⁾:

„Nichts hindert, mit dieser Anordnung fortzufahren, solange man noch Herr über Masse und Gewicht ist. Auf diese Weise würde man sehr bald Induktionsströme erhalten, welche die Ströme der riesenhaftesten hydroelektrischen Apparate von Childern und Hare weit hinter sich ließen. Ihre Erzeugung kostete nichts als die Kraft, die nötig ist, die Induktoren in rotierende Bewegung zu setzen . . . Diese so zu einer enormen Stärke gesteigerten magnetelektrischen Ströme würden dann auch an Stelle der kostspieligen hydroelektrischen Ströme bei Kraftmaschinen zu verwenden sein, vor denen sie den wichtigen Vorzug hätten, daß sie gar keine laufenden Kosten, durch Verbrauch von Zink und Säuren, verursachten.“

Diese Ausführungen sind für die Denkart der damaligen Zeit sehr bezeichnend. Das Gesetz von der Erhaltung der Energie, im Jahre 1842 von Julius Robert Mayer aufgestellt⁵⁾, war noch nicht allgemein bekannt und selbst denen, die es kannten, nicht in Fleisch und Blut übergegangen. Insbesondere dachte man immer noch zu sehr an die Erzeugung von elektrischen Strömen statt an die Umwandlung von mechanischer und elektrischer Arbeit.

¹⁾ Vgl. S. P. Thomson, Die dynamoelektrische Maschine. 4. Aufl. Deutsche Übersetzung. Halle 1893. S. 10.

²⁾ S. P. Thomson, a. a. O. S. 11, und Kittler, Handbuch der Elektrotechnik. Stuttgart 1892. Bd. I, S. 561.

³⁾ Brit. Patent 12 054. 1848.

⁴⁾ Poggenorffs Annalen. 1851. Bd. LXXXIV, S. 186.

⁵⁾ Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. XLII, S. 233.

Wesentlich näher kommt einer Selbsterregung der Maschinen der Däne Hjorth. Da er neuerdings hin und wieder als Entdecker des dynamoelektrischen Prinzips bezeichnet wird¹⁾, so erscheint es nötig, näher auf seine Veröffentlichungen und Versuche einzugehen.

In der Britischen Patentschrift Provisional specification Nr. 2198 vom Jahre 1854 sagt er unter Bezugnahme auf Fig. 1, die eine vierpolige Maschine mit Scheibenanker darstellt:

„The main feature of this battery consists in applying one, two or several permanent magnets *A* of cast iron in connection with an equal number or more electromagnets *B*, shaped as indicated in drawing, in such a manner, that the currents induced in the coils of the revolving armatures are allowed to pass round the electromagnets, consequently the more the electromagnets are excited in the said manner, the more will the armatures *C* be excited, and the more electricity of course induced in the respective coils; and while a mutual and accelerating force is produced in this manner between the electromagnets and the armatures, an additional or secondary current is at the same time induced in the coiling of the electromagnets by the motion of the armatures . . .

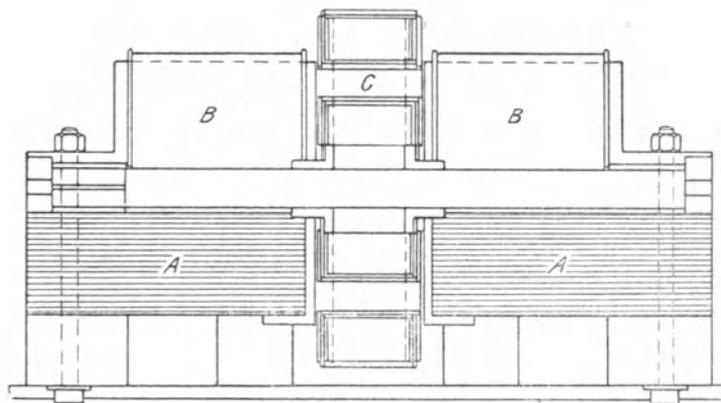


Fig. 1. Maschine von Hjorth.

While steel magnets also may be applied instead of cast iron magnets, the permanent magnets may be coiled like the electromagnets, which also will serve to make them more permanent.“

In dem endgültigen britischen Patent vom Jahre 1855 spricht sich Hjorth ähnlich aus. Die zugehörige Zeichnung zeigt zwei kräftige „permanente Gußeisenmagnete“, die

dazu dienen sollen, beim Angehen den ersten Anstoß zu geben und möglicherweise auch im Betriebe als wesentlich wirksam gedacht sind. Daneben enthält die gezeichnete Maschine sechs Elektromagnetkerne aus Schmiedeisen, die vom Ankerstrom umflossen werden und sich, nachdem der erste Anstoß durch die „Gußeisenmagnete“ gegeben ist, durch die Wechselwirkung mit dem Anker erregen.

Daß Hjorth die allmähliche Steigerung des Magnetismus infolge der Wechselwirkung zwischen Anker und Elektromagneten so deutlich erkannt und zur Anwendung gebracht hat, ist sehr bemerkenswert. Schöner und deutlicher kann diese Wechselwirkung gar nicht ausgesprochen werden, als Hjorth es getan hat. Auch über den Erfolg ist er sich nicht im unklaren. Er sagt in seinem Patent vom Jahre 1855:

„An accelerating force is obtained, which in the result produces electricity greater in quantity and intensity than has heretofore been obtained by any similar means.“

Hjorth hat demnach einen wesentlichen Teil des Prinzips der Selbsterregung erkannt und ausgesprochen. Seine Anordnung unterscheidet sich aber von den im vollen Sinne selbsterregenden Maschinen dadurch, daß er zum Geben des ersten Anstoßes besondere permanente Magnete zu Hilfe nahm.

¹⁾ Niethammer, Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen. 1915. S. 189.

Allerdings gibt er in der vorläufigen Patentschrift an, daß auch die permanenten Magnete bewickelt werden könnten. Wiewohl der Vorgang einer Verstärkung dieser Magnete dann der Art nach derselbe ist wie bei der Selbsterregung der Elektromagnete der Dynamomaschinen, so wird man ihn doch nicht wie bei diesen als Selbsterregung bezeichnen können. Denn bei den Elektromagneten der Dynamomaschine handelt es sich um das Entstehen eines starken Magnetismus aus einem geringen Rest, während Hjorth kaum eine solche wesentliche Verstärkung, vielleicht auch nur die Aufrechterhaltung eines an sich starken Magnetismus im Auge gehabt hat.

Daß Hjorth einer Bewicklung der permanenten Magnete keine Bedeutung beigelegt hat, geht daraus hervor, daß er sie in der endgültigen Patentschrift fallen ließ. In dieser ist nur von Bewicklung der schmiedeisernen Elektromagnetkerne die Rede, und die permanenten Magnete sollten nur den ersten Anstoß geben. Wenn dieser Weg auch zu einer Maschine führte, die an Einfachheit gegenüber der späteren Dynamomaschine zurückstand, so ist er doch entschieden geistreich zu nennen. Er konnte auch einen wesentlichen Fortschritt in der Entwicklung bedeuten und möglicherweise zu der Maschine mit vollständiger Selbsterregung mit Hilfe des remanenten Magnetismus hinüberleiten. Tatsächlich ist dies aber nicht der Fall gewesen, und zwar wesentlich deshalb, weil es Hjorth nicht gelang, seinen Gedanken, wie er in den Patentschriften niedergelegt war, in die Tat umzusetzen. Es wurde zwar eine Maschine nach seinen Angaben gebaut, aber sie arbeitete nicht befriedigend. Die Gußeisenmagnete wurden schließlich durch Stahlmagnete ersetzt, und die Anzahl der Elektromagnete wurde verringert, ohne daß man zu einem Erfolg kam. Es kann sogar zweifelhaft erscheinen, ob Hjorth seine Maschine überhaupt zum „Angehen“ gebracht hat. Mehr wie bei andern Gebieten gilt es bei der Erfindung der Dynamomaschine, daß es mit dem Gedanken allein nicht getan ist. Nicht jede Maschine, die als Dynamomaschine geschaltet ist, erregt sich auch selbst, sondern es müssen Drehzahl, Windungszahl und elektrischer und magnetischer Widerstand im richtigen Verhältnis zueinander stehen.

Einen Anlauf, mit dem Hjorth im Jahre 1851 nach seinem kürzlich auszugswise veröffentlichten und für Prioritätsansprüche nicht in Frage kommenden Tagebuch geradenwegs auf eine Maschine mit vollständiger Selbsterregung losging, hat er nicht weiter verfolgt¹⁾. Die betreffende Zeichnung des Tagebuches zeigt eine Maschine mit Wechselwirkung zwischen Anker und Magneten, deren Pole und Joch einen einzigen, aus Gußeisen und Schmiedeeisen bestehenden magnetischen Kreis enthalten. Dasselbe ist auch bei der nicht veröffentlichten Zeichnung des Tagebuches vom 1. Mai 1851 der Fall²⁾. Diese stellt übrigens eine Unipolarmaschine dar, bei der überhaupt keine Induktionslinien von den im Stromkreis liegenden Leiterteilen geschnitten werden.

Es ist wohl nicht zweifelhaft, daß in diesen beiden Zeichnungen der vollständige Gedanke der Selbsterregung enthalten war. Möglicherweise hat Hjorth ihn deswegen fallen gelassen, weil ihm das Gußeisen, das ja allerdings eine geringere magnetische Leitfähigkeit besitzt als Schmiedeeisen, nur zum Geben des ersten Anstoßes, aber nicht als Kern eines Elektromagneten geeignet erschien.

¹⁾ Sören Hjorth, the inventor of the dynamo-electric principle, by Sigurd Smith, Kopenhagen 1912. Fig. 2.

²⁾ Diese Zeichnung wurde dem Verfasser durch Sigurd Smith in einer Photographie übermittelt.

Hjorth hat bei Lebzeiten für die Erkenntnis der Wechselwirkung zwischen Anker und Elektromagneten keine Anerkennung gefunden, und erst im Jahre 1879, lange nach seinem Tode, wurde man auf seine oben angeführten Patentschriften aufmerksam. Aber selbst jetzt müssen wir Bedenken tragen, seine Anordnung, die der Dynamomaschine so nahe kam wie keine andere, als einen Vorläufer dieser Maschine zu bezeichnen, da sie unseres Wissens keinen Beitrag zur geschichtlichen Entwicklung geliefert hat. Auch bei denen, die in England später auf diesem Gebiete arbeiteten, wie Wheatstone, Varley, Ladd, ist ein Einfluß Hjorths nicht nachweisbar. In die Anerkennung dessen, was Hjorth gedacht und gewollt hat, mischt sich nicht das Gefühl der Dankbarkeit, die wir dem entgegen-

bringen, der seinen Gedanken selbst in die Tat umsetzt oder doch wenigstens in seiner Erfindung fortwirkt. Ein solcher Erfinder war zu der Zeit, als Hjorth sich vergeblich mühte, bereits am Werke.

Werner Siemens war durch die Arbeit auf dem Gebiete der Telegraphie dazu geführt worden, die Verbesserung der magnet-elektrischen Maschinen in die Hand zu nehmen. Er erfand im Jahre 1854 an Stelle des bisher üblichen Scheibenankers den sog. Doppel-T-Anker, die Urform der jetzt für sämtliche elektrischen Maschinen angewendeten Trommel- oder Zylinderwicklung. In einem Patentgesuch¹⁾ vom 6. Juni 1856, dem die Fig. 2a, b, c entnommen ist, heißt es:

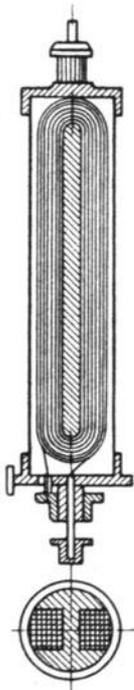


Fig. 2a und b.
Doppel-
T-Anker.

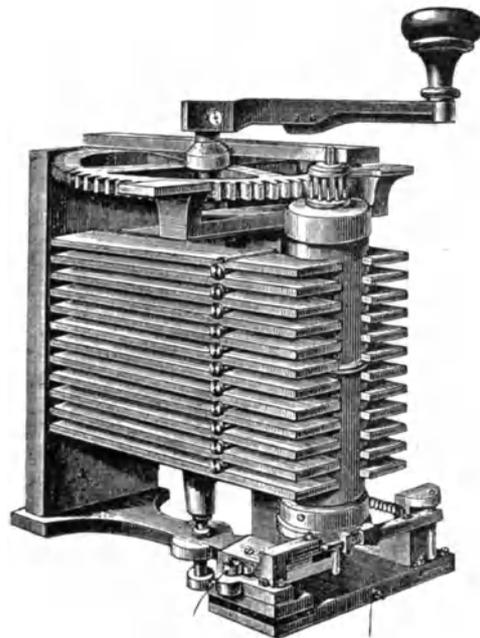


Fig. 2c.
Induktor mit Doppel-T-Anker.

„Ein Eisenzylinder ist in der im Durchschnitt angegebenen Weise der Länge nach mit zwei einander gegenüberstehenden, $\frac{7}{18}$ des Durchmessers tiefen und etwa $\frac{2}{3}$ desselben breiten Einschnitten versehen ... Diese der Länge nach um den so gebildeten Eisenrahmen herumlaufende Nut ist mit übersponnenem Kupferdraht derartig umwunden, daß die zylindrische Form der Eisenstange wieder ausgefüllt wird ... Die Trägheit des rotierenden Zylinders ist bei gleicher Stärke des induzierten Stromes kaum $\frac{1}{25}$ so groß wie bei Stöhrerschen, Sinstedenschen und anderen bisher gebräuchlichen Konstruktionen. Man kann daher ohne alle Beschwerde die Rotation des Zylinders mit der Hand bewirken ...“

Der Apparat enthielt zunächst keinen Kommutator, lieferte also Wechselströme. Durch einen zweiteiligen Kommutator wurde er zur Abgabe von Gleichstrom geeignet. Die Magnete bestanden aus Stahlstäben, die an der dem Anker entgegengesetzten Seite durch weiches Eisen verbunden waren.

¹⁾ Wissenschaftliche u. technische Arbeiten von Werner Siemens. 2. Aufl. Berlin 1891. Bd. II, S. 108.

Werner Siemens benutzte seinen Doppel-T-Anker für die Zwecke der Telegraphie, hatte aber auch die Verwendung für elektrochemische Zwecke im Auge. Wilde in Manchester verwendete ihn dann 1863 beim Bau einer größeren Maschine, deren Elektromagnete, wie bei der von Sinsteden vorgeschlagenen Anordnung, von einer Hilfsmaschine mit Doppel-T-Anker und Stahlmagneten erregt wurden. Die Hilfsmaschine war oben auf der Hauptmaschine befestigt und wurde mit dieser zugleich angetrieben.

Der Herbst des Jahres 1866 brachte dann die entscheidende Wendung im Bau elektrischer Maschinen, die Erfindung der Dynamomaschine durch Werner Siemens. Über den ersten Versuch mit einer solchen Maschine besitzen wir eine Darstellung des damaligen Werkmeisters, jetzigen Schlossereihabers Karl Müller, Schöneberg, der den ersten dynamoelektrischen Apparat zusammengestellt hat. Obwohl sein Bericht ganze 40 Jahre nach dem Vorgang niedergeschrieben ist, so verdient er doch wegen seiner Anschaulichkeit und Lebendigkeit Beachtung. Er schreibt¹⁾:

„Es war in der Zeit vom 16. bis 20. Sept. 1866 in der späten Nachmittagsstunde, da trat mein hochverehrter Chef an mich, der ich seinerzeit Werkmeister bei der Firma Siemens & Halske war, heran, um wie gewöhnlich technische Einzelheiten zu besprechen, denn ein Zeichnerbureau gab es damals bei der Firma noch nicht, das Wort Elektrotechniker war noch nicht geprägt und aufsteigende Ideen wurden gleich empirisch erprobt.

Bei dieser Gelegenheit machte er mich darauf aufmerksam, daß die Wirkung eines Induktors eine bedeutend höhere werden müßte, wenn man die permanenten Stahlmagnete desselben durch einen Elektromagneten ersetzen würde, dessen Windungen durch Batteriestrom gespeist würden.

Mit Feuereifer begab ich mich an meine Aufgabe. Aber was war mein Feuereifer gegen die dringende Ungeduld des Erfinders, der es nicht erwarten kann, seine Idee verkörpert zu sehen.

Kaum war der Apparat fertiggestellt und die ersten Versuche angestellt, als meinem Chef mitten im Experimentieren der Gedanke kam, den Batteriestrom auszuschalten, die Umkehrung des Stromes zu erproben²⁾ und den Elektromagnet des Apparates durch selbsterzeugten Strom zu speisen.

Er nahm sofort eine dahingehende Schaltung vor. Die Wirkung war eine verblüffend überwältigende. Blitzartig fühlte jeder die Größe des getanen Schrittes, ohne zu ahnen, zu welchen Zielen er führen wird.“

Mündlich hat der Schreiber dieses Briefes noch mitgeteilt, daß die Kerne der Elektromagnete durch Platten aus Schmiedeeisen gebildet wurden.

In den Gedankengang von Werner Siemens führt uns ein Brief, den er am 4. Dezember 1866 an seinen Bruder Wilhelm richtet. Ein Teil des Briefes ist auch in der Handschrift von Werner Siemens wiedergegeben:

„Ich habe eine neue Idee gehabt, die aller Wahrscheinlichkeit nach reüssieren und bedeutende Resultate geben wird . . . Nimmt man eine elektromagnetische Maschine, welche so konstruiert ist, daß der feststehende Magnet ein Elektromagnet mit konstanter Polrichtung ist, während der Strom des beweglichen Magnetes gewechselt wird, schaltet man ferner eine kleine Batterie ein, welche den Apparat also bewegen würde, und dreht nun die Maschine in der entgegengesetzten Richtung, so muß der Strom sich steigern. Es kann darauf die Batterie ausgeschlossen und entfernt werden, ohne die Wirkung aufzuheben. Es ist mit anderen Worten eine Holtzsche Maschine, angewandt auf Elektromagnetismus. Man kann mithin allein mit Hilfe von Drahtwindungen und weichem

1) ETZ. 1907. S. 86.

2) d. h. die Umkehrung des Gegenstromes.

Eisen Kraft in Strom umwandeln, wenn nur der Impuls gegeben wird. Dieses Geben des Impulses, welcher die Stromrichtung bestimmt, kann auch durch den rückbleibenden Magnetismus oder durch ein Paar Stahlmagnete, welche dem Kern stets einen schwachen Magnetismus geben, geschehen. Die Effekte müssen bei richtiger Konstruktion kolossal werden. Die Sache ist sehr ausbildungsfähig und kann eine neue Ara des Elektromagnetismus anbahnen!

In wenig Tagen wird ein Apparat fertig sein. Mache Du doch auch Versuche, damit Wilde, der der Sache sehr nahe ist, uns nicht zuvorkommt. — Magnetelektrizität wird hierdurch billig werden, und es kann nun Licht, Galvanometallurgie etc., selbst kleine elektromagnetische Maschinen, die ihre Kraft von großen erhalten, möglich und nützlich werden!“

Vierzig Jahre sind Dampfkraft, welche an
 ein Kammröhren befestigt, kann
 eine Leistung von nicht unbeträchtlichem
 Nutzen und sehr wenig im Raum
 einnehmen. Man hat sich
 ein gewisses Magnetfeld und geben
 gegeben. Die Kraft der
 bei niedriger Konstruktion habe
 man. Die Kraft ist sehr
 leichtfertig und kann ein
 selbstständiges und unabhän-
 giges sein. Man hat die
 eine Hauptkraft durch
 die Kraft der Kraft ist, und
 zu was kommt. — Magnetische
 wird sich leicht machen und
 ein wenig Galvanometallurgie etc.
 kleine elektromagnetische Maschinen die ihre Kraft von
 großen erhalten, möglich und nützlich werden!

Der Apparat, von dem es heißt, daß er in wenig Tagen fertig sein wird, ist nicht der erste, vielleicht roh zusammengebaute, an dem die Anfangsversuche an- gestellt wurden. Diese Versuche liegen vielmehr weiter zurück.

Es ist für uns jetzt nicht ganz leicht, dem Gedankengang, durch den Werner Siemens auf die Erfindung der Dynamomaschine kam, zu folgen. Jedenfalls ging er nicht vom remanenten Magnetismus aus, vielleicht auch nicht einmal von der vorher durch Überlegung erkannten Wechselwirkung zwischen dem Anker und einem vom Ankerstrom gespeisten Elektromagneten, sondern von der Vorstellung, daß Generator und Motor im wesentlichen Aufbau und in der Wirkungsweise die- selben Maschinen waren. Er sah den Motor als einen Generator an, der einen Gegen-

strom liefert oder zu liefern sucht. Wenn er einen solchen von einer Batterie gespeisten Motor in seinem Lauf festhielt und ohne Vornahme irgendeiner Schaltung die Drehrichtung umkehrte, änderte sich die Richtung des von der Maschine erzeugten Stromes. Aus dem Gegenstrom wurde ein Strom in Richtung des von der Batterie gelieferten Stromes, so daß beide Ströme sich in ihrer Wirkung auf die Magnetwicklung verstärkten. Zugleich war aus dem Motor ein Generator geworden, und zwar ein Generator, der nun im Gegensatz zu den bisherigen magnetelektrischen Maschinen nur Elektromagnete besaß. Die vollkommene Umkehrung des von jeher mit Elektromagneten ausgerüsteten Motors in einen Generator war gelungen.

Es scheint also, als ob nicht nur die Zuhilfenahme des remanenten Magnetismus, sondern sogar der Gedanke der sich allmählich steigernden, gegenseitigen Wirkung zwischen Anker und Elektromagneten noch nicht im ursprünglichen Gedanken enthalten waren, daß also, wie bei manchen anderen großen Erfindungen, die volle Erfassung erst im Laufe der Versuche zustande gekommen ist. Vom remanenten Magnetismus wissen wir bestimmt, daß er im ursprünglichen Erfindergedanken nicht enthalten war. Werner Siemens sagt darüber am 27. Januar 1880 in einem Vortrag im Elektrotechnischen Verein:

„Dies war die Sachlage, als ich im Jahre 1866 auf den Gedanken kam, daß eine elektromagnetische Maschine bei Drehung in umgekehrter Richtung von der, in der sie durch einen sie durchlaufenden Strom bewegt wird, eine Verstärkung dieses Stromes bewirken müsse. In der Tat bestätigte sich nicht nur meine Voraussetzung, sondern es stellte sich auch heraus, daß der auch im weichsten Eisen zurückbleibende Magnetismus schon ausreicht, um den Verstärkungsprozeß des durch ihn erzeugten äußerst schwachen Stromes einzuleiten.“

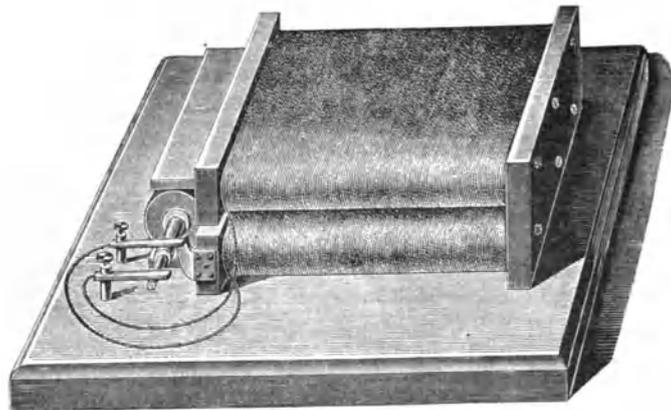


Fig. 3. Erste Dynamomaschine.

Der neue Apparat erforderte eine Antriebsleistung, die selbst den in Erstaunen setzen mußte, der, wie Siemens, damit vertraut war, daß die Erzeugung elektrischer Ströme nicht ohne Arbeitsaufwand vor sich geht. Werner Siemens äußert sich verschiedentlich darüber in seinen Briefen:

„Merkwürdig bleibt die große Kraft, welche der elektrische Strom zur Erzeugung braucht.“

„Einen ganz kleinen Induktor kann man kaum mit Gewalt drehen, wenn er ohne Widerstand geschlossen ist.“

„Die Wirkung ist merkwürdig überraschend, auch bei ganz kleinen Dingern. Offen dreht man ohne merkliche Last, geschlossen steigt die Last nach wenigen Umdrehungen bis zur Grenze des Könnens.“

Die Maschine, mit der die ersten Versuche angestellt wurden, ist in Fig. 3 abgebildet. Sie befindet sich jetzt im Reichspostmuseum in Berlin.

Im Dezember 1866 führte Siemens seine Erfindung den ihm befreundeten Mitgliedern der Physikalischen Gesellschaft Rieß, Magnus, Dove, Poggendorff und du Bois-Reymond vor. Darüber liegt folgende Äußerung des Professors Quincke vom 12. August 1882 vor:

„Es war im Parterrelokal auf dem Hof der Markgrafenstraße links, und die Versuche wurden nach Schluß der Arbeitszeit der Fabrik angestellt, wobei wir alle noch erstaunt waren über die hemmende Kraft der Induktionsströme, die sogar die Wellenleitungen der Fabrik gefährdeten. Wir haben damals einen meterlangen Eisendraht mit den Induktionsströmen geschmolzen, Knallgas entwickelt und elektrisches Licht (Kohlenbogen) damit hergestellt. Ich weiß auch noch, wie wir über die von Ihnen ausgesprochene Idee, eine elektrodynamische Maschine mit der anderen zu treiben und so bewegende Kräfte herzustellen, lächelten. Sie haben recht behalten in diesem Punkte, das muß ich zugeben.“

Die Folge dieser Versuche war, daß Werner Siemens auf Vorschlag des Professors Magnus, seines Freundes und früheren Lehrers, die Abhandlung „Über die Umwandlung von Arbeitskraft in elektrischen Strom ohne Anwendung permanenter Magnete“ verfaßte, die am 17. Januar 1867 von Professor Magnus in der Berliner Akademie der Wissenschaften verlesen wurde. Hier tritt der Gedanke der fortgesetzten Steigerung, der im obigen Brief vom 4. Dezember nicht geradezu ausgesprochen war, klar hervor. Es heißt dort mit Bezug auf eine zunächst von einer galvanischen Kette gespeiste und als Motor laufende Maschine¹⁾:

„Wird eine solche Maschine durch eine äußere Arbeitskraft im entgegengesetzten Sinne gedreht, so muß der Strom der Kette durch die jetzt ihm gleichgerichteten induzierten Ströme verstärkt werden. Da diese Verstärkung auch eine Verstärkung des Magnetismus des Elektromagnets, mithin auch eine Verstärkung des folgenden induzierten Stromes hervorbringt, so wächst der Strom der Kette in rascher Progression bis zu einer solchen Höhe, daß man sie selbst ganz ausschalten kann, ohne eine Verminderung derselben wahrzunehmen. Unterbricht man die Drehung, so verschwindet natürlich auch der Strom, und der feststehende Elektromagnet verliert seinen Magnetismus. Der geringe Grad von Magnetismus, welcher auch im weichsten Eisen stets zurückbleibt, genügt aber, um bei wieder eintretender Drehung das progressive Anwachsen des Stromes im Schließungskreise von neuem einzuleiten.“

Weiter nennt Werner Siemens dann noch die Bedingungen, die für das Zustandekommen der Selbsterregung erfüllt sein müssen. Er weist auf die Bedeutung eines geringen Luftabstandes zwischen Polen und Anker hin und hebt die Wichtigkeit einer großen Drehzahl und eines geringen Widerstandes im Schließungskreise hervor. Zum Schlusse sagt er:

„Der Technik sind gegenwärtig die Mittel gegeben, elektrische Ströme von unbegrenzter Stärke auf billige und bequeme Weise überall da zu erzeugen, wo Arbeitskraft disponibel ist. Diese Tatsache wird auf mehreren Gebieten derselben von wesentlicher Bedeutung werden.“

Am 14. Februar 1867 hielt dann Wilhelm Siemens, ein Bruder Werners, über die neue Erfindung einen Vortrag vor der Londoner Royal Society, unter Vorführung eines von Siemens Brothers, London, gebauten Apparates. Unmittelbar nach Wilhelm Siemens machte Wheatstone eine Mitteilung über eine ähnliche, von ihm gebaute Maschine, die im Gegensatz zu der von Werner Siemens gewählten Anordnung als Nebenschlußmaschine gebaut war. Obgleich Wheatstone seinen Vortrag 14 Tage später angemeldet hatte als Wilhelm Siemens, ist er in England wiederholt als Erfinder der Dynamomaschine hingestellt worden. Auch wurde die Priorität der Erfindung von den Gebrüdern Varley beansprucht. Diese hatten am 24. Dezember 1866 in einer vorläufigen britischen Patentschrift²⁾, die etwa ein Jahr später durch den Druck bekannt wurde, folgende Anordnung beschrieben:

¹⁾ Monatsbericht der Berliner Akademie der Wissenschaften vom 17. Januar 1867 und Poggendorffs Annalen 1867, Bd. CXXX, S. 332.

²⁾ Provisional specification N. 3394. 1866.

„Two bobbins, equidistantly mounted upon an axle, revolve between the poles of opposite electro-magnets. Before using the apparatus, an electric current, passed through the coils of the electro-magnets, secures a small amount of permanent magnetism to their cores. A commutator, on the bobbin axle, turns all the weak electric currents that are excited in the bobbins in the same direction and sends them through the coils of the electro-magnets, ‚forming the whole into one electric circuit‘ and ‚causing the circulation of increasing quantities of electricity‘.“

Werner Siemens ist gegenüber den offensichtlichen, auch später wiederholten Bestrebungen, ihm die Priorität streitig zu machen, nicht stumm geblieben. In einem Schreiben an Springer, das in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Aufnahme fand¹⁾, schreibt er am 13. Oktober 1882:

„Nach englischem Patentrechte könnte diese provisorische Spezifikation den Gebr. Varley kommerzielle Rechte geben. In der Wissenschaft gilt aber der allgemein angenommene, von Arago beantragte und von der französischen Akademie adoptierte Grundsatz, daß ein Prioritätsrecht demjenigen zusteht, der einen neuen Gedanken zuerst in klarer, verständlicher Weise durch den Druck oder Mitteilung an eine Akademie oder Gesellschaft, welche ihre Verhandlungen publiziert, veröffentlicht hat. Mag man daher auch annehmen, daß Varley und Wheatstone gleichzeitig oder selbst früher als ich das dynamoelektrische Prinzip aufgefunden oder selbst praktisch ausgeführt hätten, die Priorität steht mir allein zu, da ich es zuerst durch Publikation zum Gemeingut gemacht habe ...

Noch weniger haltbar sind die in französischen Zeitschriften enthaltenen Angaben, wonach Hjorth, Pacinotti und andere das dynamoelektrische Prinzip bereits früher benutzt hätten. Beide haben nur magnetoelektrische Maschinen beschrieben, bei denen Stahlmagnete den anfänglichen Strom erzeugten, den der erstere, ebenso wie später Wilde, dann durch Elektromagnetismus verstärkte.“

Wir sehen aus der Stellungnahme gegenüber Hjorth, daß Werner Siemens unter der von ihm gewählten Bezeichnung „dynamoelektrisches Prinzip“ gar nicht allein die von Hjorth zuerst in Anwendung gebrachte Wechselwirkung zwischen Anker und Magneten verstanden hat. Für diese Wechselwirkung wäre ja auch die Bezeichnung gar nicht zutreffend gewesen. Er selbst spricht sich darüber dahin aus²⁾:

„Ich habe in meiner Mitteilung über diese neue Stromerzeugungsmethode an die hiesige Akademie der Wissenschaften am 17. Januar 1867 für sie den Namen dynamoelektrische oder Dynamomaschine vorgeschlagen, um dadurch anzudeuten, daß bei ihr nicht wie bei der magnetoelektrischen vorhandener permanenter Magnetismus zur Stromerzeugung benutzt wird, sondern daß von ihr Arbeitskraft direkt in elektrischen Strom umgewandelt wird, wobei der erzeugte Magnetismus nur gleichsam als Zwischenprodukt auftritt.“

Allerdings findet sich in der Abhandlung vom Jahre 1867 der Ausdruck „dynamoelektrische Maschine“ nicht unmittelbar, sondern nur die Bezeichnung „elektrodynamischer Induktor“. Aber gerade dieser macht uns den Gedankengang von Werner Siemens noch deutlicher. Der elektrodynamische Induktor steht dem vorher erwähnten „elektrodynamischen Rotationsapparat“, d. h. dem Elektromotor, gegenüber. Der Generator sollte die vollkommene Umkehrung des Elektromotors sein. Wie in diesem der Strom ohne Zuhilfenahme permanenter Magnete mechanische Arbeit leistete, so sollte im Generator die mechanische Arbeit ohne permanente Magnete Strom erzeugen. In diesem Sinne braucht Werner Siemens den Ausdruck „dynamoelektrisches Prinzip“. Damit stimmt es dann überein, wenn er auch einen

¹⁾ Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. XXVI, S. 671.

²⁾ Vortrag im Elektrotechnischen Verein, 27. Januar 1880.

ganzen Maschinensatz, der aus Wechselstrommaschine und Gleichstrom-Erregermaschine besteht, als dynamoelektrischen Apparat bezeichnet.

In dem halben Jahrhundert, das seitdem vergangen ist, hat sich allerdings der Sinn ein wenig geändert. Nach den Normalien des Verbands deutscher Elektrotechniker ist Dynamo oder Generator jede rotierende Maschine, die mechanische in elektrische Leistung verwandelt. Streng genommen würden also Maschinen mit permanenten Magneten, wenn es sie noch gäbe, mit unter diese Bezeichnung fallen. Auch der Begriff des dynamoelektrischen Prinzips hat sich ein wenig verschoben. Die selbsterregenden Maschinen stehen jetzt nicht mehr im Gegensatz zu den Maschinen mit permanenten Magneten, die es in der Starkstromtechnik nicht mehr gibt, sondern zu Maschinen mit Fremderregung, wie sie allgemein für Wechselstrom, zum Teil auch für Gleichstrom verwendet werden. Wir sehen also das Wesentliche der jetzigen selbsterregenden Gleichstrommaschine nicht mehr darin, daß sie durch mechanische Arbeit ohne Zuhilfenahme permanenter Magnete Strom erzeugt, sondern darin, daß sich die Elektromagnete, ausgehend von ihrem geringen remanenten Magnetismus, durch Wechselwirkung mit dem Anker selbst erregen. Man irrt wohl nicht, wenn man annimmt, daß dies jetzt unter dem dynamoelektrischen Prinzip verstanden wird.

Eine nach dem so verstandenen Prinzip arbeitende Maschine hat keiner vor Werner Siemens öffentlich beschrieben oder ausgeführt. Er ist also der Erfinder.

Mit der Erfindung selbst war der Anteil, den Werner Siemens an der Entwicklung der Dynamomaschine hatte, nicht erschöpft. Ebenso wichtig wie der Erfindergedanke und die ersten Versuche mit der Maschine war die auf Grund ihrer erstaunlichen Wirkungen gewonnene Erkenntnis der technischen Bedeutung der neuen Maschine und die erfolgreiche Tätigkeit in bezug auf die Einführung der Maschine in die verschiedenen Verwendungsgebiete. Wir müssen uns vergegenwärtigen, daß es abgesehen von ein paar magnetelektrischen Maschinen, die für Leuchttürme benutzt wurden, nichts, aber auch gar nichts auf dem Gebiete der Starkstromtechnik gab. In diesem Nichts sah Werner Siemens mit prophetischem Blick eine Welt entstehen, ja er war fest entschlossen, diese Welt mit schöpferischer Hand aus dem Nichts zu schaffen. Sofort nach Erfindung der Dynamomaschine erhebt sich sein Geist nicht nur zum Gedanken der Verwendung des elektrischen Stromes für die Zwecke der Beleuchtung und Elektrochemie, sondern auch zu dem großen Plan der elektrischen Kraftübertragung. So schreibt er in Briefen vom 15. Januar, 4. März und 28. Mai:

„Der neue elektrodynamische Induktor ist erfolgreich über Erwarten, selbst bei kleinen Dimensionen. Durch ihn ist die Frage der Zünder für Bergwerke und Steinbrüche schon praktisch gelöst. Es wird eine sehr wichtige Sache werden . . . Ich werde jetzt mit Viktor Meyer¹⁾ die Leuchtturmfrage in die Hand nehmen.“

„Dieser Apparat wird den Grundstein einer großen technischen Umwälzung bilden, welche die Elektrizität auf eine neue Stufe der Elementarkräfte erheben wird! Es sind zwar noch viele Schwierigkeiten zu überwinden; aber die Grundlage ist praktisch erprobt.“

„Ich sehe gar keinen Grund ein, warum eine elektromagnetische Maschine dieser Art²⁾ nicht beinahe dieselbe Kraft geben sollte, welche eine dynamoelektrische ganz gleiche zur Drehung gebraucht. Bestätigt sich dies, so wäre das große Prinzip der Kraftübertragung glücklich damit gelöst.“

¹⁾ Viktor Meyer war seit langem der Mitarbeiter von Werner Siemens.

²⁾ Dies bezieht sich auf eine besondere Art der Dynamomaschine ohne Polwechsel.

Es liegen sogar Zeugnisse vor, daß Werner Siemens bereits 1867 nicht nur an die elektrische Kraftübertragung im allgemeinen, sondern auch an den Bau elektrischer Bahnen dachte.

Dadurch, daß er dann nicht nur die Bedeutung seiner Erfindung erkannte, sondern auch an erster Stelle die Pionierarbeit für die praktische Verwendung der Dynamomaschine leistete, krönte er sein Werk.

Die Bedingungen für eine solche erfolgreiche Arbeit waren allerdings besonders günstig. Die aufstrebende Elektrotechnik konnte sich an den schon in fortschreitender Entwicklung begriffenen allgemeinen Maschinenbau anlehnen. Sie fand ferner im Hause Siemens & Halske einen durch die Arbeit in der Schwachstromtechnik, insbesondere auch hinsichtlich der Meßmethoden, wohl vorbereiteten Boden. Auch waren die Beziehungen des Berliner Hauses zu den auswärtigen Häusern in technischer und geschäftlicher Hinsicht für die Entwicklung der Dynamofabrikation sehr förderlich. Weiter war es der zu einem Welthause herangewachsenen Firma möglich, die umfangreichen und kostspieligen Versuche, die mit der Durchbildung und Einführung der neuen Maschine verbunden waren, anzustellen, ohne Rücksicht darauf, daß auf dem Dynamokonto jahrelang mit Verlust gearbeitet wurde. Es war auch wichtig, daß die erste Entwicklung der Dynamomaschine in die Zeit fiel, in der mit dem politischen Aufschwung eine gewaltige Ausdehnung des wirtschaftlichen Lebens in Deutschland verbunden war. Endlich besaß die Firma in der Person ihres Leiters sowie seit dem Jahre 1867 in v. Hefner-Alteneck Persönlichkeiten, die für die Lösung der bei der Dynamofabrikation auftretenden technischen und wissenschaftlichen Fragen in erster Linie berufen waren. v. Hefner hatte sich 1867 als Ingenieur bei Siemens & Halske gemeldet und war, als keine Stelle für ihn frei war, als Arbeiter eingetreten. Er wurde dann nach kurzer Zeit ins Konstruktionsbureau berufen, zu dessen Chef er bald ernannt wurde.

Die Vorbedingungen für die Entwicklung des Dynamobaus waren also außerordentlich günstig. Und doch, nach unserem Maß gemessen, welch eine langsame Entwicklung, welche Fülle von Schwierigkeiten! Das ist der Eindruck, den man gewinnt, wenn man die Entwicklung im einzelnen verfolgt. Es ist indessen fraglich, ob dieser Eindruck berechtigt ist. Wenn wir ihm zu sehr Raum geben, so zeigt dies vielleicht nur, daß wir nicht imstande sind, die Vergangenheit vorurteilsfrei an uns vorübergleiten zu lassen, daß sie uns bei allem guten Willen zu unbefangenen und geschichtlich objektivem Urteil doch immer ein Buch mit sieben Siegeln bleibt. Wir kommen nicht davon los, mit unserm eigenen Maßstab zu messen. Wissenschaftliche Erkenntnisse und technische Erfahrungen, die jetzt nach jahrzehntelanger Arbeit unser sicherer Besitz sind, erwarten wir zu leicht auch von der früheren Zeit. Jeder scheinbare Umweg, der vielleicht in Wirklichkeit der Weg zum Ziel war, erscheint uns als Irrweg. Wir erwarten auch bei technischen Versuchen dieselbe Gründlichkeit, Schärfe und Vollständigkeit wie bei wissenschaftlichen Arbeiten und vergessen dabei, daß diese Forderungen sich bei der Verschiedenheit der Aufgaben der Wissenschaft und Technik schwer erfüllen lassen. Ihre Verwirklichung ist wohl bei der jetzigen wissenschaftlichen Vorbildung der Ingenieure und der großartigen Ausstattung der Versuchslaboratorien unter besonders günstigen Bedingungen möglich, aber sie ließ sich damals unter gar keinen Umständen erreichen. Wir dürfen auch vor allem nicht vergessen, daß die Anwendungsgebiete der elektrischen Maschinen erst geschaffen werden mußten und sich erst ganz allmählich mit diesen selbst entwickelten, daß also der mächtige Hebel des technischen Fortschrittes,

die Nachfrage oder der Bedarf, fehlten. Endlich ist zu beachten, daß die Durchbildung und der Bau der ersten Dynamomaschinen gerade in die Zeit fiel, in der die Kräfte der Gesellschaft Siemens & Halske durch andere Aufgaben, wie z. B. durch den Bau der indoeuropäischen Telegraphenlinie, auf das äußerste angespannt waren. Gegenüber diesem Riesenunternehmen mußten die Arbeiten, die erst eine Saat für die Zukunft sein sollten, zurücktreten.

Für die Darstellung der Entwicklung der Dynamomaschine besitzen wir in dem zum großen Teil erhaltenen Briefwechsel von Werner Siemens eine Quelle, wie sie in dieser Reichhaltigkeit selten zu Gebote steht. Dennoch ist man bei vielen Punkten, bei denen es sich verlohnte, tiefer zu graben, auf gelegentliche und unvollständige Bemerkungen angewiesen. Eingehender und im Zusammenhang werden die technischen Fragen in Werner Siemens Vorträgen und wissenschaftlichen und technischen Abhandlungen behandelt¹⁾. Sie sind für uns eine außerordentlich wertvolle Unterlage, besonders da, wo er Fragen der jeweiligen Gegenwart behandelt.

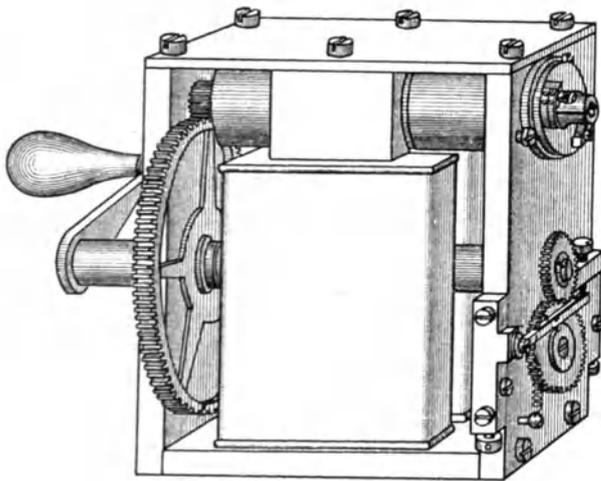


Fig. 4. Dynamoelektrischer Minenzünder.

Die Akten des von uns betrachteten Zeitraumes sind nur zum Teil erhalten geblieben. Besonders wichtig ist der Briefwechsel v. Hefners mit Siemens Brothers, London, der sich in den Akten dieser Gesellschaft vorgefunden hat.

Verfolgen wir nun die anfängliche Entwicklung der Dynamomaschine an der Stätte, an der sie entstanden war.

Der Bau von Minenzündern mit dynamoelektrischen Induktoren (vgl. Fig. 4), die schon im Jahre 1867 für den Verkauf durchgebildet wurden, ging ohne Schwierigkeiten vor sich.

Es heißt in der aus diesem Jahre stammenden Gebrauchsanweisung:

„Der Kreislauf des Stromes wird durch eine Kontaktfeder kurz geschlossen erhalten, bis die Kurbel zwei Umdrehungen gemacht hat und bis dahin Strom und Magnetismus zur vollen Entwicklung gekommen sind. Wird der kurze Schluß dann plötzlich aufgehoben, so entsteht in der jetzt eingeschalteten Leitung ein kurzer, aber sehr starker Strom, welcher sich zur Auslösung von Lätewerken, zur Entzündung von Minen oder ähnlichen Zwecken eignet.“

Die Minenzünder fanden rasch Eingang. Allein nach Rußland wurden von 1868 bis 1870 über 100 solche Apparate geliefert.

Ein dynamoelektrischer Induktor größerer Leistung wurde im Jahre 1867 zugleich mit der ersten Versuchsmaschine und einem dynamoelektrischen Minenzünder zur Weltausstellung nach Paris gesandt. Wir hören ferner im Frühjahr 1867 von dem Bau einer zweizylindrigen Maschine (Fig. 5), die eine Antriebsleistung von 4 bis 5 Pferdekraften erforderte, „brillantes“ elektrisches Licht gab und 10 ccm Knallgas in der Sekunde entwickelte. Die Maschine, deren einer Anker gewöhnlich

¹⁾ Wissenschaftliche u. technische Arbeiten von Werner Siemens. 2. Aufl. Berlin. Bd. I, 1889; Bd. II, 1891.

ausschließlich zur Erzeugung des Erregerstromes diente, wurde noch in demselben Jahre zu Beleuchtungsversuchen für militärische Zwecke benutzt.

Beim Bau dieser Maschinen traten Schwierigkeiten auf, die Werner Siemens nicht vorausgesehen hatte, und deren man erst nach jahrelanger Arbeit vollständig Herr werden konnte. Der dynamoelektrische Apparat setzte der Drehung einen unverhältnismäßig großen Widerstand entgegen. War diese Erscheinung vielleicht im Anfang insofern günstig, als sie dazu beitrug, das Wunderbare und Außerordentliche der neuen Maschine in noch grellerem Licht zu rücken, so erwies sie sich doch im Laufe der Versuche als sehr störend. Werner Siemens schreibt darüber am 2. Februar 1867:

„Der große Induktor ist ein wütender Kerl, der sich noch sehr ungeschlacht benimmt. Wenn man ohne ansehnlichen Widerstand schließt, hält er ohne weiteres die Dampfmaschine fest, und zwar ohne Reibung, nur durch magnetische Kraft! Dabei wird der Anker des rotierenden Magnets (Eisen, nicht der Draht) heiß! Zur vollen Wirkung ist er noch nicht zu bringen gewesen, da die Maschine ihn bei kurzem Schluß nicht über drei- bis fünfmal in der Sekunde umdrehen kann, anstatt zwanzigmal.

Er gibt dabei aber doch einen Strom, welcher einen 18 Zoll langen und 1 mm dicken Eisendraht hellglühend macht. Ich lasse den Anker nochmals abwickeln, um mich einmal zu überzeugen, daß nicht in der Nähe des Kerns eine Nebenschließung vorhanden ist, und ferner den nur $\frac{3}{8}$ Zoll dicken Anker um $\frac{2}{8}$ Zoll dicker machen. Ich vermute nämlich, daß ein Anker, wenn er zum Maximum magnetisiert wird, vorzugsweise erwärmt wird.“

Wir sehen, wie hier die Versuche einsetzen, der im Eisen entwickelten Wärme auf den Grund zu kommen und ihre Entstehung zu verhindern. Die Vermutung lag nahe, daß Wirbelströme in dem massiven Eisen des Doppel-T-Ankers die Ursache der Erwärmung waren. Diese sicher richtige Vermutung fand aber in den damals angestellten Versuchen, bei denen man mit Unterteilung des Ankereisens gearbeitet haben wird, keine Bestätigung. Als die Erwärmung bei diesen Versuchen bestehen blieb, schloß Werner Siemens, daß Wirbelströme nicht die Ursache der Erwärmung seien, sondern daß jede Umagnetisierung des Eisens von einer Wärmeentwicklung begleitet ist, die mit dem Grade der Magnetisierung wächst. Er spricht geradezu von einer Erwärmung durch Bewegung der Moleküle des Eisens und nennt dies eine ganz neue wissenschaftliche Tatsache.

Obwohl er auf diese Weise die uns jetzt als Hysteresis bekannte Erscheinung deutlich erkannte, so überschätzte er doch anderseits damals zweifellos ihren Einfluß, wenn er annahm, daß Wirbelströme überhaupt nicht an der Erwärmung beteiligt sind. Daß die Erwärmung auch bei unterteiltem Eisen beobachtet wurde, erklärt sich vielleicht dadurch, daß die Unterteilung nicht vollständig genug war. Die plötzlichen und starken Schwankungen des Magnetismus, die durch die beiden

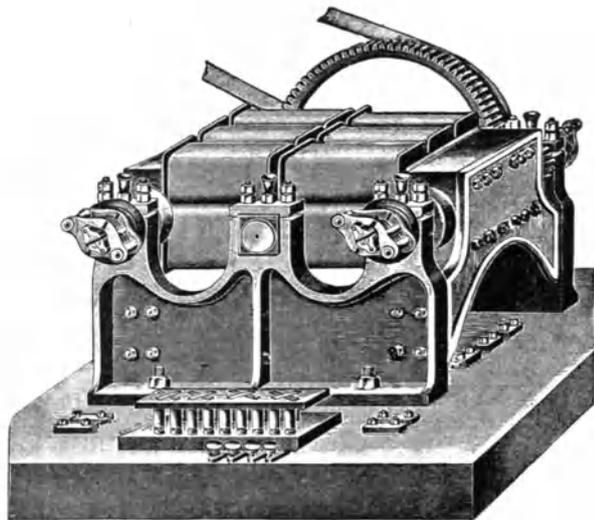


Fig. 5. Zweizylindrische Dynamomaschine.

breiten und tiefen Nuten des Doppel-T-Ankers bewirkt wurden, mußten bei ungenügend unterteiltem Eisen hinsichtlich der Wirbelstrombildung besonders schädlich werden. Berücksichtigen wir dann noch die hohe Sättigung und die ungünstigen Abkühlungsverhältnisse des langgestreckten und dünnen Doppel-T-Ankers, so wird es erklärlich, daß man mit Unterteilung des Ankereisens damals nicht zum Ziele gekommen ist.

Jedenfalls wurde aus den Versuchen geschlossen, daß die Ummagnetisierung — und zwar gerade die plötzlichen und starken Änderungen des Magnetismus — wesentlich schuld an der Eisenwärme seien¹⁾. Man verzichtete infolgedessen auf die Unterteilung des Eisens und ließ dadurch tatsächlich den Wirbelströmen freie Bahn. Das ist eigentlich zu bedauern, da die Entwicklung voraussichtlich schneller vorwärtsgegangen wäre, wenn der Anker von vornherein aus Blechen zusammengesetzt worden wäre.

Um den Schwierigkeiten zu begegnen, dachte Werner Siemens vorübergehend an die Ausführung einer Maschine ohne Polwechsel, eine Anordnung, die später wieder aufgenommen und im Jahre 1882 noch zum Patent angemeldet wurde²⁾, aber nie über den Stand der Versuche hinausgekommen ist. Schließlich entschloß man sich 1868, die Wärmeentwicklung in den Kauf zu nehmen und nur die übermäßige Temperaturerhöhung zu beseitigen. Das Mittel, wodurch dies erreicht wurde, war die Wasserkühlung, die sowohl für den Anker als auch für die Magnete zur Anwendung kam.

Nun konnten Siemens & Halske endlich zu Beleuchtungsversuchen übergehen, bei denen Bogenlampen einfachster Bauart mit parabolischem Hohlspiegel benutzt wurden. Die Lampen waren für Handregulierung eingerichtet und mit Kohlen versehen, die in Prismenform aus Retortenkohle geschnitten waren. Der Stromerzeuger, der, wie nachher auch bei den Hauptstromlampen, nur eine einzige Bogenlampe speiste, war eine Wechselstrommaschine mit Doppel-T-Anker, die von einer dynamoelektrischen, mit Hauptstromwicklung versehenen Hilfsmaschine erregt wurde. An die unmittelbare Speisung der Lampe mit Gleichstrom ging man damals noch nicht heran, weil man noch nicht in der Lage war, Gleichstrommaschinen in der für starke Lichtquellen erforderlichen Größe zu bauen. Wesentlich lag dies daran, daß der Kommutator noch zweiteilig war. Schwierigkeiten in bezug auf Funkenbildung wären um so mehr zu erwarten gewesen, als die Regulierung der Lampe ruckweise, also unter starken Stromänderungen erfolgte.

Die erste Einrichtung zu Beleuchtungszwecken bestellte im Mai 1868 das Ingenieurkorps in Berlin. Werner Siemens berichtet über die aus diesem Anlaß angestellten Versuche in einem Brief vom 10. Juli 1868:

„Heute abend machen wir wieder Beleuchtungsversuche mit der dynamoelektrischen Maschine auf dem Artillerieschießplatze. Bei den letzten Versuchen beleuchtete der Apparat auf 2500 Schritt eine Scheibe so hell, daß man mit den Gewehren danach schießen konnte und von 10 Schuß 9 Treffer hatte. Heute wird mit Kanonen nach elektrisch beleuchtetem Ziele geschossen.“

Weiter schreibt er am 12. März 1869 an die bayerische Genie-Besatzungskommission in München:

¹⁾ Briefe von Werner Siemens vom 28. Februar und 27. Juli 1867, vgl. auch Wissenschaftliche und Technische Arbeiten von Werner Siemens, Bd. II, S. 444.

²⁾ Deutsches Reichspatent Nr. 19 779. 1882.

„Die mit dem früheren Apparat gemachten Versuche der Bewegung durch Soldaten haben sich nicht so gut bewährt, wie wir erwarteten. 50 Arbeiter drehten ihn zwar

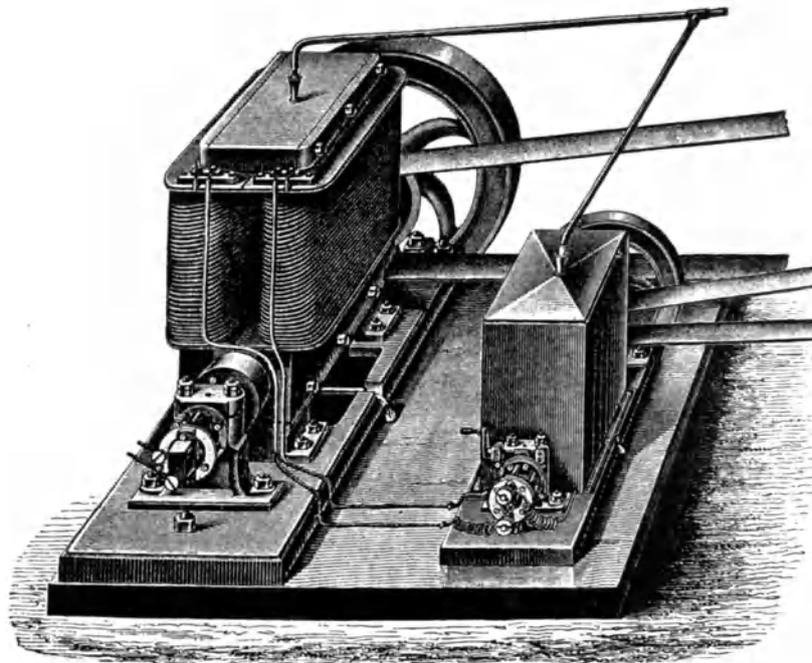


Fig. 6. Wechselstrommaschine mit Gleichstromerregemaschine.

sehr erfolgreich und ohne große Anstrengung, aber die angestellten Pioniere konnten während der wirklichen, in finsterner Nacht angestellten Versuche nicht immer im richtigen Takte bleiben. Der Beleuchtungseffekt war zwar ein sehr guter, aber die Sache schien den Herren Militärs doch nicht recht praktisch für den Feldgebrauch, und sie zogen die Verwendung einer Lokomobile statt der Soldaten zum Drehen der Maschine vor.“

Über den mit der Lokomobile vereinigten Lichtapparat heißt es dann in einem Brief vom 7. April 1869:

„Es ist gegenwärtig eine große dynamoelektrische Maschine fertig geworden, welche mit einer Lokomobile von 8 Pferdekraft kombiniert ist. Sie ist zu militärischen Beleuchtungszwecken bestimmt und gibt ein so brillantes elektrisches Licht, wie wohl kaum bisher erzielt ist. Man wird wohl künftig alle Festungen, Hafengebatterien und Kriegsdampfer mit solchen Apparaten versehen, um in der Nacht den Feind beleuchten und beschießen zu können.“

Fig. 6 zeigt einen im Jahre 1868 gebauten, jetzt im Deutschen Museum in München befindlichen Maschinensatz für Beleuchtungszwecke, bestehend aus einer Wechselstrommaschine und einer auf derselben Grundplatte befestigten dynamoelektrischen Erregemaschine. Fig. 7 stellt die zugehörige Bogenlampe für Handregulierung dar, während Fig. 8 nach einer aus dem Jahre 1869 stammenden Zeichnung den Antrieb durch die Lokomobile zeigt. Die elektrischen Maschinen, die damals noch auf einem eigenen Gestell befestigt waren, werden durch mehrfache Riemenübertragung angetrieben.

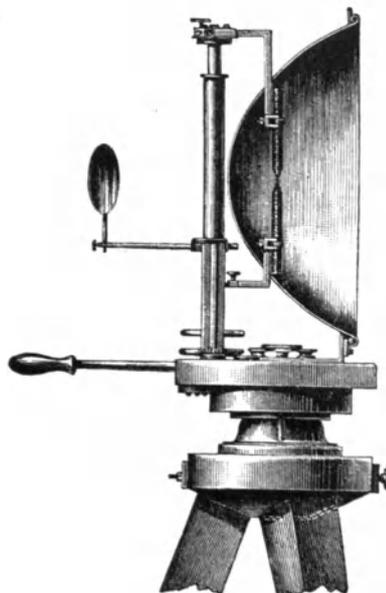


Fig. 7. Handregulator.

Über die Betriebskosten für einen solchen Beleuchtungsapparat heißt es in einem Schreiben der Generaldirektion der bayerischen Verkehrsanstalten vom 21. Mai 1870:

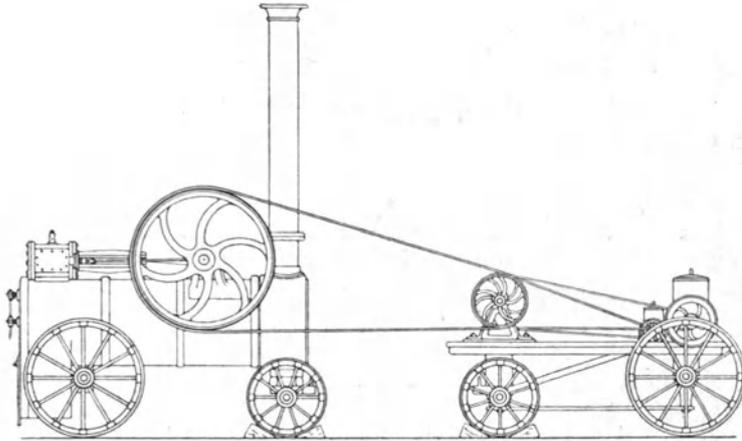


Fig. 8. Lokomobile mit Beleuchtungsapparat.

„Auf Ihre Zuschrift vom 9. v. Mts. teilen wir mit, daß die von Ihnen im Jahre 1868 gelieferte dynamoelektrische Maschine zur Beleuchtung der Bauplätze an der Isarbrücke bei München und der Innbrücke bei Braunau verwendet wurde. Zum Betriebe derselben benützten wir eine fünfpferdige Lokomobile und hatten zur Beischaufung des für Abkühlung erforderlichen Wassers eine besondere Pumpe

aufgestellt, welche durch einen Arbeiter versehen wurde. Da diese Leistung füglich der Lokomobile mit übertragen werden kann, so wollen wir hierfür einen Ansatz in den Betriebskosten nicht aufnehmen. Letztere sind nach unseren Beobachtungen für eine zehnstündige Beleuchtung ohne Rücksicht auf Verzinsung und Abnutzung der Maschine und Einrichtungsgegenstände folgende:

1 Tagsschicht eines Arbeiters am Apparat	1 fl. 45.
1 „ für Bedienung der Lokomobile	1 „ 45.
1 „ „ „ des Reflektors	1 „ 30.
Steinkohlen zur Beheizung der Lokomobile	4 „ —.
4 Stück Kohlenspitzen der größeren Gattung	3 „ 50.
(Für letzteren Preis dürfte eine wesentliche Reduktion wohl in Aussicht zu nehmen sein.)	
Für Schmierwerk, Lichter, Putzwolle ungefähr	21.
Demnach Kosten für 10 Stunden Beleuchtung	12 fl. 36.
und für eine Stunde 1 fl. 15 oder 21 Sgr. reine Betriebskosten.“	

v. Hefner schreibt bei Übersendung dieser Kostenaufstellung an Siemens Brothers, London:

„Wir fügen noch hinzu, daß die Maschine an jedem der genannten Bauplätze je einen ganzen Winter hindurch arbeitete, und daß die Lichtstärke zirka 1500 bis 1800 Einheiten betrug. Die Bedienung des Dynamoapparates könnte wohl mit der für die Lokomobile vereinigt werden.“

Das Schreiben der bayerischen Verkehrsanstalten spricht Bände. Auch wenn man den Arbeiter, der die Pumpe für das Kühlwasser der elektrischen Maschinen bediente, nicht in Anschlag bringt, bleiben drei Bedienungsmannschaften übrig! Von diesen war der Arbeiter, der die Bogenlampe mit der Hand zu regulieren hatte, von vornherein unentbehrlich. Die Arbeit der beiden andern will v. Hefner allerdings einem einzigen übertragen, aber er drückt sich etwas vorsichtig aus und ist sich nicht recht sicher. Die Sache war in der Tat nicht ganz einfach. Wenn die Kohlen in der Bogenlampe abbrannten oder, was oft genug vorkam, absplitterten, wurde der Strom unterbrochen und die Dampfmaschine ging durch. Also mußte ständig ein Mann an der Dampfmaschine stehen und das Drosselventil in der Hand halten. Ebenso mußte aber auch der Kommutator dauernd beobachtet und bedient werden, da der Abbrand der Kohlen und die ruckweise Regulierung der Bogenlampe

Änderungen der Belastung und damit Drehzahlschwankungen der Dampfmaschine zur Folge hatten. Diese machten sich am Kommutator der Gleichstrom-Erregermaschine unangenehm bemerkbar, und die Bürsten mußten dann immer in die Stellung verschoben werden, in der sie am wenigsten feuerten. Eine ständige Bedienung des Kommutators war also ebenfalls nicht zu entbehren. Dieser Posten scheint nicht sehr begehrt gewesen zu sein wegen des Feuerwerkes, das bei einem Durchgehen der Dampfmaschine zu befürchten war. Ein Maschinist erklärte: „Ich bin Familienvater und kann es vor meinem Gewissen nicht verantworten, den Dienst am Kommutator zu tun.“

Selbstkosten und Ausgangspreis des Maschinensatzes und der Bogenlampe werden am 30. November 1870 in einem Schreiben von Siemens & Halske, Berlin, an Siemens Brothers, London, wie folgt angegeben:

„Die Selbstkosten für eine derartige, aus zwei dynamoelektrischen Induktoren kombinierte Maschine, für Riemenantrieb eingerichtet, stellen sich auf 1240 Taler, der Ausgangspreis auf 2000 Taler.

Ein Parabolspiegel mit Kugelbewegung und Handregulator für die Kohlenspitzen: Selbstkosten 199,15 Taler, Ausgang 250 Taler.“

Der Bau des Beleuchtungsapparates, bestehend aus zwei Maschinen mit Doppel-T-Ankern, kennzeichnet den ersten Zeitraum der Verwendung der Dynamomaschine. Im Jahre 1870 wurden mit einem solchen Maschinensatz Lichtstärken von 3200 Normalkerzen erreicht.

Die Notwendigkeit der Wasserkühlung und einer sachgemäßen Wartung der Maschinen blieb nach wie vor bestehen. So schreibt v. Hefner am 13. Januar 1872 an der Schwelle des Überganges in den neuen Zeitraum in einem Schreiben an Siemens Brothers:

„Sie schlagen vor, das Kühlwasser an mehreren Stellen auf den Anker fließen zu lassen. Dies ist in der Tat bereits der Fall. Denn — wie auch die Zeichnung deutlich angibt — sind in den über dem Anker zusammenstoßenden Messingplatten drei Schlitzlöcher eingefeilt, durch welche das Wasser einströmt. Übrigens laufen auch die Anker in stehendem Wasser, welches durch die beiden zu dem Zwecke im unteren Rotgußgehäuse angebrachten Quersättel in der nötigen Höhe zurückgehalten wird ...

Wie gesagt, hatten wir und Kunden von uns Maschinen der nämlichen Konstruktion schon öfter mehrere Stunden in unausgesetztem Gebrauche. Es fand sich dabei, daß wenn nur ordentlich gekühlt und gut geschmiert wurde (letzteres vornehmlich am Kommutator), nach der ersten Viertelstunde zirka nicht mehr die Erwärmung zunimmt, was doch auf eine unbegrenzt lange Anwendbarkeit schließen läßt ...

Die Maschine ungeübten resp. unbedachten Leuten anzuvertrauen, halten wir unter allen Umständen für bedenklich, weniger weil das Nötige schwer zu fassen oder zu handhaben ist, als weil eine geringe Unterlassung die Maschine sofort wesentlich schädigt. Es liegt dies in der Natur der jetzigen Maschine und läßt sich vorläufig nichts dagegen tun.

Wir fügen hinzu, daß wir zur Zeit lebhaft mit dem Bau anders konstruierter Dynamomaschinen beschäftigt sind, daß sich nur das Resultat noch nicht übersehen läßt.“

Der Schluß des Briefes weist auf die im Gang befindlichen Versuche mit der Trommelwicklung hin, die einen neuen Abschnitt einleiten. Werfen wir daher jetzt einen Blick auf den Umfang der bisherigen Fabrikation. Von 1868 bis 1872 wurde etwa jährlich ein Maschinensatz für Beleuchtungszwecke geliefert. Dementsprechend betrug der Umsatz an Dynamomaschinen, Bogenlampen und Zubehör durchschnittlich 2500 Taler.

Erst die Erfindung des Trommelankers durch v. Hefner-Alteneck gab den Anstoß zu einer weiteren Entwicklung der Siemensschen Dynamomaschinen. Diese

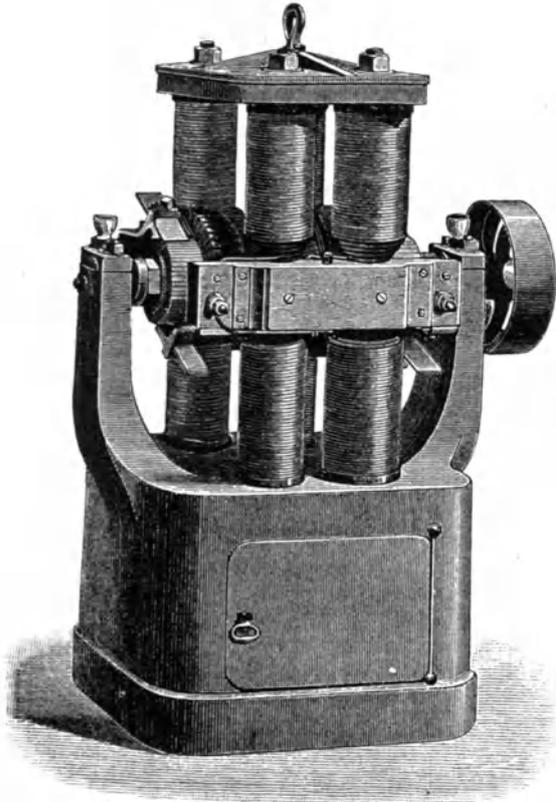


Fig. 9. Grammesche Maschine.

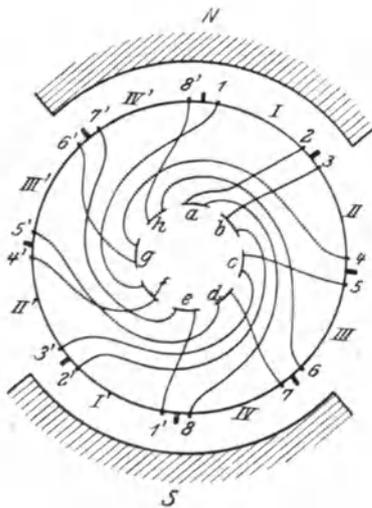


Fig. 10. Trommelwicklung.

Erfindung fußt auf dem im Jahre 1860 von Pacinotti¹⁾ erfundenen Ringanker mit vielteiligem Kommutator. Dieser war von Gramme in Paris zuerst bei magnetelektrischen Maschinen und seit Anfang der siebziger Jahre bei dynamoelektrischen Maschinen verwendet worden (Fig. 9). Ob Gramme von Pacinottis Erfindung Kenntnis hatte²⁾, ist für eine moralische Beurteilung Grammes wichtig, aber für eine Würdigung seiner technischen Bedeutung weniger belangreich. Selbst wenn er Pacinottis Erfindung kannte, bleibt ihm doch das große Verdienst, daß er sie aus dem Laboratorium des Gelehrten in die Welt der Technik hineinversetzte und aus der Anordnung Pacinottis, die ein Apparat war, eine Maschine machte. Weiter bestand sein großes Verdienst, wie auch Werner Siemens anerkannt hat, in der Anwendung des dynamoelektrischen Prinzips auf eine Maschine mit Pacinottischem Anker und vielteiligem Kommutator.

Die Grammeschen Maschinen besaßen einen Anker von verhältnismäßig geringer axialer Länge, wodurch die natürliche Luftkühlung begünstigt wurde. Außerdem traten keine so plötzlichen Änderungen der Induktion im Eisen auf wie bei den breiten und tiefen Nuten des Siemenschen Doppel-T-Ankers. Endlich fielen beim vielteiligen Kommutator die Pulsationen des Stromes fast völlig weg. Gramme kam daher ohne Wasserkühlung aus, wenn auch teilweise Schwierigkeiten in bezug auf Erwärmung nicht ausblieben. Er war daher genötigt, seine Maschinen im Verhältnis zur Leistung groß zu bauen³⁾.

Der Grammeschen Ringwicklung stellte v. Hefner im Jahre 1872 seine Trommelwicklung gegenüber, die als eine Weiterbildung der Zylinderwicklung des Doppel-T-Ankers anzusehen ist und jetzt für sämtliche Maschinen, gleichgültig welcher Stromart, angewendet wird.

¹⁾ Nuovo Cimento XIX, S. 378. 1863. Als Jahr der Veröffentlichung wird 1863, 1864 und 1865 angegeben. Dies rührt daher, daß Bd. XIX die Jahreszahl 1863 trägt, während die Aufsätze aus den Jahren 1864 und 1865 stammen.

²⁾ Vgl. Beilage zum Prometheus, 20. Mai 1911.

³⁾ Ob Gramme bei seinen ersten Maschinen massives oder unterteiltes Ankereisen verwendete, konnte vom Verfasser nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

Die Fig. 10, die aus einem Briefe an Siemens Brothers entnommen ist, gibt ein von v. Hefners Hand gezeichnetes Schaltbild. $1\ 1'$ sind in der üblichen Weise Spulenseiten derselben Spule. Die Unsymmetrie, die bei oberflächlicher Betrachtung vorhanden zu sein scheint, verschwindet, wenn man beachtet, daß z. B. die Spulenseiten 1 und 2 übereinanderliegen und auf der ganzen, mit I bezeichneten Mantelfläche verteilt sind. Wie damals das Wesen der Wicklung aufgefaßt wurde, berichtet der Mechaniker, der die erste Trommel gewickelt hat, der inzwischen verstorbene spätere Oberingenieur Hoffmann von den Siemens-Schuckert Werken. Wenn man quer über die Stirnfläche fortschreitend der Reihenfolge nach mit den Drähten $1\ 1'\ 3\ 3'\ 5\ 5'\ 7\ 7'$ die Felder $II\ I'$ bis $IV\ IV'$ vollgewickelt hatte, so war der ganze Umfang besetzt, aber die Wicklung nur halb fertig. Man hatte dann mit $2'\ 2, 4'\ 4, 6\ 6, 8\ 8$ fortzufahren und dadurch der Reihenfolge nach die Felder $I\ I$ bis $IV\ IV$ nochmals zu besetzen, d. h. man hatte einfach die Trommel im selben Sinne fortlaufend in zwei Lagen zu bewickeln. Das ist genau dasselbe, was wir jetzt mit der üblichen Zweischichtwicklung erreichen.

Die erste Zeichnung einer Maschine mit Trommelwicklung stammt vom Januar 1872. Sie zeigt eine achteilige Wicklung auf einem massiven Anker. Eine solche Maschine ist z. B. als Erregermaschine eines Beleuchtungsapparates (vgl. Fig. 6) verwendet worden und mußte dabei ebenso wie die mit Doppel-T-Anker versehene Wechselstrommaschine durch Wasser gekühlt werden¹⁾.

Wie v. Hefner damals zu der Frage der Unterteilung des Ankereisens stand, wissen wir nicht. Jedenfalls war er entschlossen, mit der Erwärmung gründlich aufzuräumen, und er fand den Weg dazu bei der Untersuchung einer nach Gram'scher Bauart ausgeführten Maschine. Werner Siemens schreibt darüber am 2. Mai 1872:

„Ich ließ nach einer Beschreibung, die mir Frischen²⁾ nach Rom schickte, eine solche Maschine bauen. Sie wirkte ganz gut, hatte aber den Nachteil mit meinen alten Maschinen überein, daß sie ziemlich viel Kraft gebrauchte, und daß das Eisen schnell heiß wurde. Das brachte v. Hefner auf die Idee, den Ring stehen zu lassen und nur die Windungen rotieren zu lassen (natürlich anders gewickelt).“

¹⁾ v. Hefner erwähnt dies rückblickend in einem Schreiben vom 14. März 1874 an Siemens Brothers.

²⁾ Einer der Mitarbeiter Werner Siemens'.

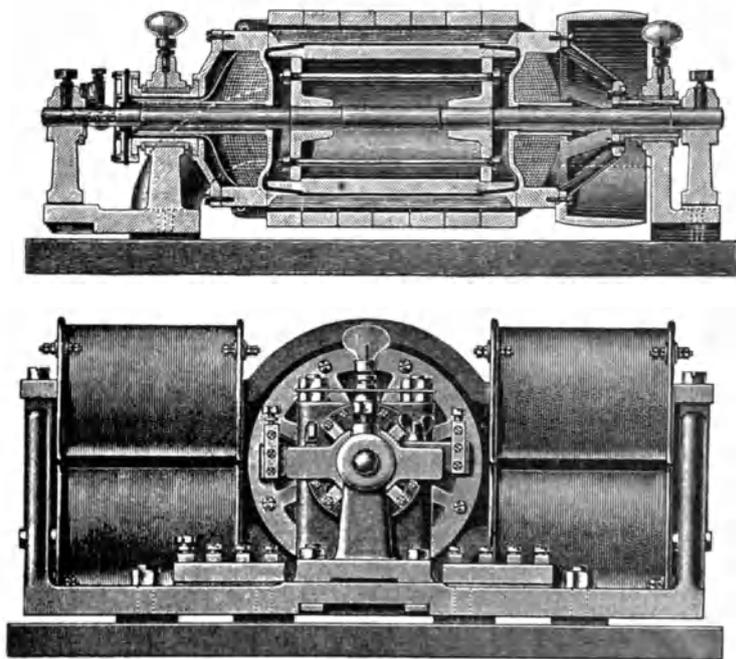


Fig. 11 a und b.
Maschine mit Trommelwicklung und feststehendem Ankereisen.

Tatsächlich brachte v. Hefner das Kunststück fertig, das Ankereisen festzustellen und in dem Zwischenraum zwischen Polen und Anker die auf einem Neusilberrahmen angebrachte Wicklung umlaufen zu lassen (Fig. 11 a und b). Bei dieser, allerdings verwickelten Bauart wurde er die Eisenverluste und die damit verbundene Erwärmung gänzlich los.

Nach dem Wortlaut des obigen Schreibens erscheint es an sich nicht ausgeschlossen, daß v. Hefner seine Trommelwicklung gerade zu dem Zwecke erfand, um die Möglichkeit zu haben, das Ankereisen festzustellen. Jedoch ist dies aus anderen Gründen nicht gut möglich, da der Aufenthalt von Werner Siemens in Rom in die letzten Tage des Jahres 1871 fällt und v. Hefner bereits am 13. Januar 1872 nach seinem obigen Schreiben mit dem Bau seiner neuen Maschine beschäftigt war. Die Zwischenzeit reicht nicht für den Bau der Grammeschen Versuchsmaschine aus. Die Trommelwicklung ist also selbständig und nicht im Zusammenhang mit der Feststellung des Ankereisens erfunden.

Während v. Hefner an der Durchbildung seiner Maschine beschäftigt war, versuchte Werner Siemens einen neuen Weg mit Hilfe der unipolaren Induktion, wobei er zu der wichtigen Erkenntnis des geschlossenen magnetischen Kreises kam. Er schreibt darüber am 15. April und 16. Juni 1872:

„Im geschlossenen Magnetfelde ist die induzierende Wirkung viel größer wie im offenen, obgleich im letzteren der freie Magnetismus sehr viel größer ist! Damit ist ein weites Tor für Fortschritte geöffnet, da man durch Eisen und Kupfermasse mit den schwächsten Strömen beliebig starke geschlossene Magnete machen, also auch die negativ oder positiv arbeitende Wirkung des Stromes einer Spirale fast beliebig erhöhen kann.“

„Auch Helmholtz war erstaunt über die Arbeit durch den geschlossenen Magnet und gab zu, daß man auf diese Weise durch Vergrößerung der Eisenmassen des Magnets die bewegende Kraft von Strömen in Drahtspiralen fast unbegrenzt steigern könne.“

So wichtig nun auch diese Erkenntnisse waren, so führten doch die Versuche, den geschlossenen magnetischen Kreis zum Bau von Unipolarmaschinen zu verwenden, nicht zum befriedigenden Ziel. Die Entwicklung verlief vielmehr auf dem durch die Hefnersche Bauart vorgezeichneten Wege.

Über die erste Maschine dieser Bauart, die jetzt im Reichspostmuseum in Berlin aufgestellt ist und dort als erste elektrische Kraftübertragungsmaschine bezeichnet wird, schreibt Werner Siemens am 12. April und 13. Mai 1872:

„Die neuen dynamoelektrischen Maschinen sind doch noch zu sehr in der Kindheit, um darüber einen Vortrag halten zu können. Die von Hefner geht recht gut und bildet sicher einen großen Fortschritt. Sie geht mit weit geringerer Arbeitskraft und ist auch eine bessere elektromagnetische (Arbeits-) Maschine, wie ich je gesehen habe. Doch hat sie noch viele Mucken, die erst abgesehen werden wollen.“

„Hefners kleine rotierende Maschine arbeitet sowohl als elektromagnetische (Arbeits-) wie als elektrodynamische Maschine ausgezeichnet, obschon noch manches unklar an ihr ist. Besonders wichtig ist, daß theoretisch bei dieser rotierenden oder gleitenden Maschine der Nutzeffekt mit den Dimensionen zu- und nicht wie bei anderen abnimmt. Das kleine Dingelchen gebraucht als elektrodynamische Maschine etwa $\frac{3}{4}$ Pferdekraft. Als elektromagnetische ist sie noch nicht gemessen, doch scheint sie mit 4 Bunsen gut $\frac{1}{20}$ Pferdekraft zu geben. Frei rotiert sie so schnell, daß sie einen Ton gibt. Ich glaube, wir werden damit bald das Problem der elektrischen Equipagen aufnehmen können. Vielleicht haben wir eine zum nächsten Jahre fertig, um damit in Wien herumzukutschieren.“

Hören wir nun, wie der Erfinder selbst seine neue Maschine beurteilt. Er schreibt am 5. Mai 1873 an Siemens Brothers, indem er von der Feststellung des

Ankereisens als dem Hauptvorteil seiner Maschine ausgeht und ihr den umlaufenden Grammeschen Ring gegenüberstellt:

„Da die magnetische Polarität des Ringes, obgleich dieser rotiert, immer an derselben Stelle zu dem Beschauer bleibt, so muß erstere relativ zum Ringe in der gleichen Geschwindigkeit, mit welcher der Ring rotiert, zurücklaufen. Ferner werden in dem sich drehenden Ring ebensogut Ströme hervorgerufen wie in dem ihn umgebenden Drahte, die sich nutzlos verlaufen, und diese beiden Momente sind es, welche einen großen (unter Umständen den größeren) Teil der auf die Maschine verwandten Arbeit verzehren und die Hauptursache der höchst fatalen Erwärmung sind . . .

Verzichten wir darauf, den ersten Hauptvorteil auszunutzen (wie z. B. bei ganz kleinen magnetmachenden Maschinen, bei denen es in der Kombination mit der großen Maschine am Ende gleich ist, ob sie 0,2 oder 0,5 Pferde brauchen), so liegt schon in dieser von der Grammeschen Maschine verschiedenen Wicklung ein großer Vorteil vor dieser. Denn wie man sich theoretisch klarmachen kann, und wie auch vom Schreiber dieses angestellte Versuche ergeben haben, ist nur der zwischen beiden Magnetpolen durchgehende Drahtteil Sitz elektromotorischer Kraft, aller übriger figuriert als toter, stromschwächender Widerstand. Bei der Grammeschen Maschine, wie sie uns in Zeichnungen vorliegt, beträgt dieser schädliche Teil über $\frac{2}{3}$ der ganzen Wicklung des Ankers und könnte, wenn Gramme seine Maschine zweckmäßigerweise verbreitern würde, nie ganz bis auf die Hälfte vermindert werden, während bei der v. Hefner-Maschine nur die über die Stirnflächen hinweggehenden Drahtstücke, welche durch Verlängerung des Zylinders zu einem beliebig kleinen Teil des ganzen Drahtes herabgezogen werden können, tot sind.“

Hier zeigt sich deutlich die Einsicht darin, daß neben den Hysteresisverlusten auch die Wirbelströme an der im Anker entwickelten Wärme beteiligt sind, wenn auch noch die Erkenntnis fehlt, daß eine Unterteilung des Eisens die Erwärmung in genügendem Maße beseitigt und dadurch eine Maschine mit rotierendem Anker-eisen möglich macht.

Daneben betont v. Hefner kräftig, daß seine Wicklung der Grammeschen überlegen sei, da bei ihr ein größerer Teil des Drahtes induziert werde als beim Ringanker. Obwohl der Unterschied zwischen beiden Ausführungen schließlich nicht so groß ist, wie v. Hefner ihn sich vorstellt, so hat doch die geschichtliche Entwicklung zugunsten der Trommel gesprochen, die den Ring vollständig verdrängte.

Endlich sehen wir das Bestreben, die Maschinen möglichst lang zu bauen, um den induzierten Teil der Wicklung recht groß zu machen. Hier hat die tatsächliche Entwicklung dem Erfinder der Trommelwicklung nicht recht gegeben. v. Hefner mußte bald erkennen, daß die große Ankerlänge hinsichtlich der Abkühlungsverhältnisse ungünstig war.

Im Zusammenhang mit der Bevorzugung einer großen Ankerlänge und eines kleinen Durchmessers verhielten sich Siemens & Halske noch ablehnend gegenüber mehrpoligen Maschinen, wie sie von Gramme bereits angegeben waren. Es wurde zwar eine mehrpolige Maschine gebaut, die „einen bisher nie gesehenen Lichtbogen“ gab, aber zur praktischen Anwendung kam sie noch nicht, da der Übergang zu mehrpoligen Maschinen eine Vergrößerung des Durchmessers bedingt hätte. Diese wollte aber v. Hefner vermeiden, um einen möglichst großen Teil des Drahtes für die Induzierung der elektromotorischen Kraft auszunutzen.

Gleichzeitig mit der Einführung der Trommelwicklung gingen Siemens & Halske zu einer neuen Art des Magnetgestelles, dem doppelten Hufeisen mit Folgepolen über. Sie setzten dabei die Magnetschenkel aus einer Reihe von Eisenstäben zusammen, die da, wo sie den Anker umfaßten, rund gebogen waren (Fig. 11 a und b).

Durch Änderung der Zahl der Eisenstäbe ließ sich die Leistung der Maschine bequem verändern. Diese Maschinen mit doppelten Hufeisenmagneten, welche die Bezeichnung D trugen, wurden von 1872 bis 1885 in liegender Bauart für $2\frac{1}{2}$ bis 6 Pferdestärken und von 1878 bis 1888 in stehender Bauart für 1 bis 14 Pferdestärken geliefert.

Das doppelte Hufeisen ist viele Jahre hindurch das Magnetgestell der Siemens-Maschine gewesen. Maschinen dieser Art haben die ersten Kraftübertragungsversuche, den Bau und Betrieb der ersten Bahnen, die Errichtung der Einzelanlagen für Bogenlicht und die Einführung des elektrochemischen Großbetriebes miterlebt und möglich gemacht. Es ist ganz kennzeichnend, wenn auf den Standbildern von Werner Siemens vor der technischen Hochschule und auf der Potsdamer Brücke in Charlottenburg gerade diese Maschine mit abgebildet ist.

Bemerkenswert ist der geringe Kernquerschnitt, also die große Sättigung des Magneteisens, woran v. Hefner immer festgehalten hat.

Die erste größere Maschine wurde 1873 für die Wiener Ausstellung ausgeführt. Ihr Ankereisen hatte die erstaunliche Länge von 800 mm bei einem Durchmesser von 218 mm. Die Maschine war für unmittelbare Speisung einer Bogenlampe mit Gleichstrom bestimmt, sie ersetzte also den aus Wechselstrommaschine und Gleichstromerregger bestehenden früheren Beleuchtungsapparat. Sämtliche Maschinen wurden als Hauptstrommaschinen gebaut. Versuche mit Nebenschlußmaschinen sind erst im Jahre 1879 aufgenommen worden.

Gleichzeitig mit der Einführung der neuen Lichtmaschine trat an die Stelle der Bogenlampe mit Handregulierung die sog. „Kontaktlampe“ mit selbsttätiger Regulierung durch den Hauptstrom (Fig. 12). Bei dieser Lampe werden die Kohlen durch das Übergewicht des oberen Kohlenhalters einander genähert. Wird der Strom zu stark, so gerät der Anker eines Elektromagneten in eine hin und her gehende Bewegung und entfernt dadurch die Kohlen. Diese Bogenlampen wurden für Scheinwerfer und Reflektoren von 2000 bis 14 000 Normalkerzen bei Stromstärken von 25 bis 50 Amp. gebaut, außerdem noch in kleiner Form für Stromstärken von 10 bis 20 Amp. Eine Regulierung durch Nebenschluß, die 1873 in einem Patent von Siemens Brothers erwähnt wird, kam damals ebensowenig zur Anwendung wie die in demselben Jahre von Werner Siemens angegebene und versuchsweise durchgeführte Differentialschaltung¹⁾.

Da bei der Unzuverlässigkeit der Kohlen ein Erlöschen der Lampen eintreten konnte, so mußte die Dampfmaschine gegen Durchgehen geschützt werden. Dazu diente ein selbsttätiger Umschalter, der einen Widerstand in den Stromkreis einschaltete, sobald die Bogenlampe erlosch.

Den Fortschritt, den die Verwendung der neuen Lichtmaschine gegenüber dem

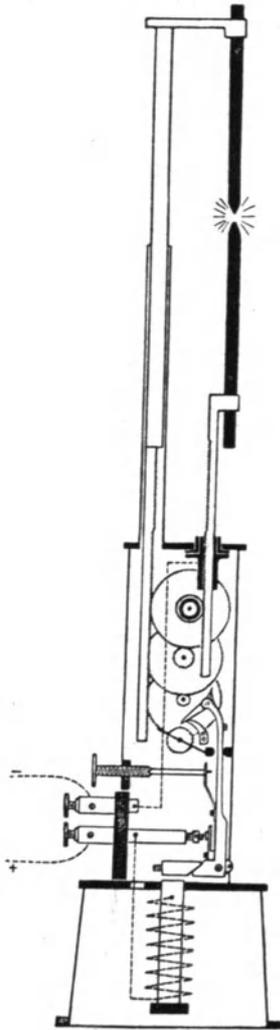


Fig. 12.
Kontaktlampe.

¹⁾ Brief von Werner Siemens an seinen Bruder Wilhelm vom 19. März 1873.

Beleuchtungsapparat mit Doppel-T-Ankern mit sich brachte, faßte v. Hefner am 14. März 1874 in einem Schreiben an Siemens Brothers dahin zusammen:

„Unsere neueste Einrichtung besteht aus einer großen Maschine mit allein rotierenden Drähten. Dieselbe gibt bei 380 Touren der Drähte pro Minute bei einem Verbrauch von 9 bis 10 Pferden an Licht 14 000 Normalkerzen und bedarf bei dieser Stromstärke resp. Tourenzahl noch keiner künstlichen Kühlung mit Wasser. Das Gewicht der Maschine beträgt 800 kg . . .

Die Vorteile der neuen Maschine vor der kombinierten Maschine¹⁾ resumieren also in bedeutend stärkerer Wirkung (14 000 gegen 1800 NK), besserer Ausnutzung der Betriebskraft (1400 gegen 300 NK per Pferdekraft), geringerer Tourenzahl (380 gegen 600 resp. 1600), Wegfall der lästigen Wasserkühlung, endlich Anwendung nur einer einzigen Maschine.

Wir liefern auf Verlangen den neuen Apparat in Verbindung mit einer speziell dazu konstruierten Lokomobile, mit welcher er ein Ganzes auf vier Rädern bildet von nur 55 Zentner (2750 kg) Gesamtgewicht.“

Es war eine Zeit, in der man noch in vieler Hinsicht im Dunkeln tastete, aber auch eine Zeit außergewöhnlicher Fortschritte. So äußert sich v. Hefner am 29. Juli und 19. August 1874 gegenüber Siemens Brothers:

„Nach der dritten Stunde war die Maschine so heiß, daß man nirgends dauernd den Finger auflegen konnte. Von da ab schien sich die Temperatur nicht mehr zu erhöhen. Wenn auch die Frage: Eine wie hohe Temperatur kann die Maschine ertragen, ohne dabei Schaden zu leiden, schwer zu beantworten ist, so glauben wir doch nach unserer Erfahrung an der in Wien ausgestellt gewesenen Maschine, daß diese Temperatur höher liegt, als wie sie bei genanntem Versuch eintrat.

Übrigens werden wir auch kaum mehr die Dynamomaschine selbst in der bisherigen Größe ausführen, indem es uns gelungen ist, dieselbe bei gleichem Effekte kleiner herzustellen. Die neue Maschine ist bei der nämlichen Breite und Höhe 30 cm kürzer wie die Ihnen gelieferte, wiegt 600 kg (gegen 800 kg der früheren) und gibt bei ungefähr gleicher Tourenzahl des Drahtzylinders die nämliche Stromstärke bei geringerem Arbeitsverbrauch. Die Erwärmungsverhältnisse sind (vorläufig) noch die gleichen wie bei der größeren Maschine.

Der frühere Preis von 1500 Talern für die Maschine wird sich durch die Konstruktionsveränderung auch ermäßigen und der hiesige Verkaufspreis sich in Zukunft folgendermaßen berechnen:

I. 1 kompl. Dynamomaschine mit Schutzkasten und Reserveteilen	1200 Taler
II. 1 selbsttätiger Umschalter	50 „
III. 1 kompl. Lokomobile mit Stahlblechkessel, auf Federn ruhend, 10 Pferdekräfte	2100 „
IV. 1 Montierung der Dynamomaschine auf dem Lokomobilengestell, inkl. Riemen	20 „
	Sa. 3370 Taler.“

Da v. Hefner hier von der Drehzahl des Drahtzylinders spricht, so ist anzunehmen, daß auch die neue Maschine noch feststehendes Ankereisen besaß. Maschinen dieser Bauart wurden mit scheibenförmigem Kommutator hergestellt, den v. Hefner gewählt haben mochte, weil ihm seine Maschinen bei zylinderförmigem Kommutator doch wohl zu lang geworden wären. Die Segmente trugen auswechselbare federnde Bleche, von denen der Strom durch federnde Rollen oder Bürsten abgenommen wurde²⁾. Im Lichtbetrieb ergaben sich indessen am Kommutator manche Schwierigkeiten, besonders dann, wenn infolge unregelmäßiger Regulierung der Bogenlampe oder der Dampfmaschine Stromschwankungen vorkamen.

¹⁾ d. h. dem Beleuchtungsapparat Fig. 6.

²⁾ Schreiben v. Hefners vom 21. Mai 1873 an Siemens Brothers.

Die Ausführung mit feststehendem Ankereisen und scheibenförmigem Kommutator, die nur als ein Übergang zur endgültigen Form anzusehen ist, kam in den Jahren 1873 bis 1875 in elf größeren Maschinen mit Leistungen von 6 bis 8 Pferdestärken zur Anwendung. Diese Maschinen, wovon zwei an Militärbehörden geliefert wurden, dienten fast durchweg dazu, um große Einzellichter zu schaffen.

Das Dynamokonto, das auch die Bogenlampen und Hilfsapparate umfaßte, erreichte von 1873 bis 1875 den Jahresdurchschnitt von 27 000 Mark.

Das Jahr 1875 bringt mit dem Bau der Maschinen mit umlaufendem Ankereisen den Wendepunkt. Die Eisentrommel, auf der die Drähte als glatte Ankerwicklung untergebracht waren, wurde fortlaufend aus Draht aufgewickelt, so daß den Wirbelströmen die Bahn unterbrochen wurde.

Diese Ausführung läßt sich bei den Siemens-Maschinen zuerst an einer im Jahre 1874 für galvanoplastische Zwecke gebauten Maschine mit Flachringanker nachweisen¹⁾.

Über die näheren Umstände hinsichtlich der so wichtigen Einführung der Unterteilung des Ankereisens bei den Siemens-Maschinen fehlen alle Angaben. Die Entwicklung wird sich wohl so vollzogen haben, daß es sich als dringend notwendig herausstellte, die Bauart zu vereinfachen, und man nun unter dem Zwang der Notwendigkeit mit der Unterteilung des Ankereisens, die früher beim Doppel-T-Anker die Wärmeentwicklung nicht hatte beseitigen wollen, zum Ziel gelangte. Die Verhältnisse lagen ja auch bei der Trommel wesentlich günstiger als beim Doppel-T-Anker. Jedenfalls kam der neuen Ausführung auch die vollständigere wissenschaftliche Erkenntnis über das Wesen der Eisenverluste, sowie die Erfahrung über die Abkühlungsverhältnisse der Maschinen zustatten.

Gleichzeitig erhielt die Maschine zylinderförmigen Kommutator. Die Segmente, deren Zahl bald von acht auf zwölf erhöht wurde, waren durch Elfenbein voneinander isoliert. Sie trugen noch, wie früher, auswechselbare Kupferbleche, von denen der Strom durch Bürsten abgenommen wurde.

Wie eine Zeichnung aus dem Jahre 1875 zeigt, hat man bereits damals versucht, die Maschinen dadurch zu lüften, daß man innerhalb der Hohltrommel Metallflügel anbrachte, die als Ventilatoren wirkten. v. Hefner schreibt am 12. Dezember 1876 an Siemens & Halske in St. Petersburg, die Erwärmung sei bei einer solchen Anordnung überraschend gering gewesen. Die künstliche Lüftung wurde aber damals doch wieder aufgegeben, weil man sich von ihrer Wirksamkeit bei weiteren Versuchen nicht genügend überzeugen konnte²⁾.

Die Abmessungen und Leistungen der Maschinen aus dem Jahre 1876 gehen aus folgender Zusammenstellung hervor, die sich auf die in diesem Jahre zur Londoner Ausstellung gesandten Maschinen bezieht. Die große Maschine ist nach der Zeichnungsnummer zu schließen noch von der alten Bauart; die letzte Spalte bezieht sich auf die Preise, wie sie Siemens Brothers berechnet wurden.

Zeichnung Nr.	Größe inkl. Riemenscheibe in cm			Gewicht in kg	Umdr./Min.	Ungef. Lichtstärke in NK	Betriebskraft in eff. Pferde- stärken	Preis inkl. Verpackung Mark
2289	64	54	22,5	135	1100	1000	1,5	900
2287	73	66	24	190	850	4000	3	1500
1296	112	72	32	580	480	12000	6	3300

¹⁾ Die Zusammensetzung des Ankereisens aus Blechen ist 1874 zuerst von Pacinotti angegeben, vgl. Finzi ETZ 1912, S. 629.

²⁾ Brief v. Hefners an Siemens Brothers vom 6. November 1878.

Das Stammhaus versprach sich von der Ausstellung in London einen wesentlichen Erfolg im Hinblick auf eine Verwendung der Maschinen für englische Leuchttürme. Siemens Brothers schrieben indessen am 7. Juni 1876, daß sie gar keine Aussicht hätten, die zur Ausstellung gesandten Maschinen zu verkaufen. Sie hätten in den letzten fünf Jahren überhaupt nur drei Maschinen abgesetzt, von denen eine an die amerikanische Regierung und eine nach Indien gesandt sei. Es heißt dann weiter:

„Sie ersehen aus den obigen Angaben, daß wir unsere Bemühungen nicht auf England allein beschränkt haben, sondern daß wir in allen Weltteilen einen Markt für die Lichtmaschinen gesucht haben, und wollen wir nicht unerwähnt lassen, daß wir nach Kalifornien, den verschiedenen Staaten Südamerikas, Australien, sowie in Europa nach Italien und der Türkei Beschreibung und Preise für diese Maschinen, leider ohne Erfolg, geschickt haben ... Herr Dr. C. W. Siemens hat Veranlassung genommen, die Lichtmaschine speziell dem Ingenieur des Trinity-Board¹⁾ (Mr. Douglass) zu empfehlen, um dessen Aufmerksamkeit auf die Verwertung derselben für Leuchttürme zu lenken. Mr. Douglass hat die Maschine in Augenschein genommen, doch glaubt Herr Dr. C. W. Siemens aus dem Benehmen jenes Herrn schließen zu müssen, daß die Maschine nicht den erwarteten Eindruck gemacht hat, indem Mr. Douglass Herrn Dr. C. W. Siemens so viel als möglich vermeidet und bei Zusammentreffen mit ihm die Frage der Lichtmaschine durchaus unberührt läßt.“

Da legte sich Werner Siemens selbst ins Mittel und schrieb am 14. Juni 1876 seinem Bruder Wilhelm unter Bezugnahme auf frühere, günstig ausgefallene Untersuchungen von seiten der englischen Marine:

„Kannst Du nicht urgieren, daß der Trinity board eine Untersuchungskommission einsetzt, um die dort vorhandenen Maschinen messend zu vergleichen? Aber dann öffentlich. Wenn angängig, so beantrage das doch formell. Wir müssen jetzt den früheren Sieg vervollständigen und ausnutzen.“

Der Vorschlag, der sich vielleicht zunächst nur auf eine Untersuchung von kurzer Dauer bezog, führte dazu, daß die englische Regierung, die damals die elektrische Einrichtung des Lizard-Leuchtturmes plante, zur Prüfung der in Frage kommenden Maschinen von Siemens und Gramme eine Kommission einsetzte, zu der u. a. auch der Physiker John Tyndall gehörte. In einer, durch Monate hindurch fortgesetzten Versuchsreihe, deren Schauplatz die Leuchttürme auf South-Foreland waren, wurden die verschiedenen Maschinen miteinander verglichen. Dabei zeigte sich sofort die Überlegenheit der dynamoelektrischen Maschinen von Siemens und Gramme gegenüber der alten, seit mehreren Jahren benutzten Holmsschen Maschine mit Stahlmagneten. Die Maschinen von Siemens und Gramme wurden nun den ganzen Winter über im Betriebe untersucht. Wesentlich war dabei, daß sie die ganze Nacht Dienst tun mußten, was damals durchaus nichts Selbstverständliches war. Mr. Douglass fragte z. B. anfangs wiederholt, ob die Siemens-Maschinen auch wirklich ohne Unterbrechung 16 Stunden laufen würden.

Der Vergleich fiel zugunsten der Siemens-Maschine aus. John Tyndall faßte sein Urteil dahin zusammen:

„I entirely concur in the recommendation of Mr. Douglass, that the small Siemens machine recently tried at the South Foreland be adopted for the Lizard. From the first I regarded the performance of this handy little instrument as wonderful.“

¹⁾ Trinity House war die Behörde, der das britische Leuchtturmwesen unterstand.

In der Tat wurden bei Siemens Brothers sechs Dynamomaschinen zum Gesamtpreise von 1190 Pfd. Sterl. für die Lizard-Leuchttürme bestellt. Für die folgende Entwicklung ist der günstige Ausfall der vergleichenden Versuche von entscheidender Bedeutung gewesen. Den amtlichen Bericht¹⁾ über die Versuche, dem die Fig. 13 entnommen ist, benutzten Siemens & Halske zur Abwehr des Grammeschen Wettbewerbes, der sich auch in Deutschland fühlbar machte.

Es gab aber kein Ausruhen auf den Lorbeeren, da die Ansprüche in bezug auf funkenfreien Gang immer schärfer wurden und durch Anwendung doppelter Bürsten, die um einen gewissen Winkel gegeneinander versetzt wurden, nicht völlig befriedigt werden konnten. Die Schwierigkeiten beruhten darauf, daß damals die Stirnverbindungen noch knäuelartig übereinander gewickelt wurden und daher die Anzahl der Ankerspulen sehr klein gewählt wurde. Dies war natürlich in bezug

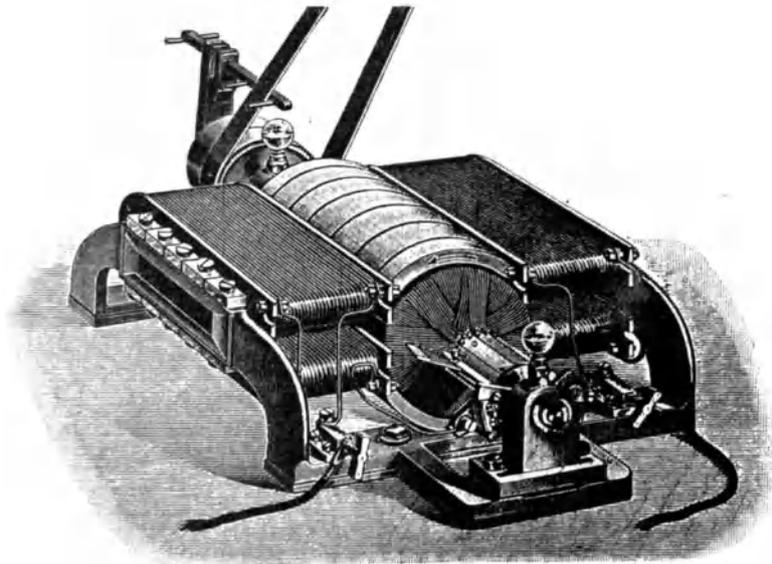


Fig. 13. D-Maschine.

auf Funkenbildung am Kommutator ungünstig. So schreiben Siemens & Halske, St. Petersburg, am 6./18. Oktober 1877 an das Stammhaus:

„Wir müssen wieder auf einen Punkt zurückkommen, der uns bei der Konkurrenz gegen die Grammeschen Maschinen besonders nachteilig ist. Die Beschwerden über Abnutzung der Kontaktbürsten mehren sich, und die Offiziere, welche mit der Bedienung von Lichtmaschinen beider Art (unserer, wie der Grammeschen) zu tun haben, betonen fortwährend in ihren Berichten an die Artillerieverwaltung, daß die Grammeschen Maschinen bei allen Geschwindigkeiten ohne nennenswerte Funkenbildung arbeiten, während dieselbe bei den unsrigen erheblich ist, sei es infolge unvollkommen regulierter Lampe oder der unvermeidlichen Unregelmäßigkeit im Gange der Dampfmaschinen. Wir glauben, daß Vermehrung der Zahl der Induktionsspiralen dem entgegenwirken kann, und kommen deshalb heute nochmals auf die Frage bezüglich Verdopplung dieser Zahl zurück. Die Hauptartillerieverwaltung hat uns bereits angekündigt, daß sie bereit sei, wegen des Liefertermins der bestellten 17 Maschinen nachsichtig zu sein, wenn wir imstande wären, statt der 12 Drahtspiralen deren 24 anzubringen. Ein von Gramme in russischer Sprache verbreitetes Zirkular hebt ausdrücklich hervor — wenn auch unser Name nicht dabei genannt wird —, daß zu seinen Maschinen die Nachlieferung irgendwelcher Reserveteile nicht nötig sei. Die Offiziere gehen tatsächlich lieber mit

¹⁾ Vgl. Dinglers Polytechnisches Journal Bd. CCXXVII, S. 201. 1878.

Grammes Maschinen um, und Artillerie- wie Marineverwaltung erklären ausdrücklich, daß sie auf den von uns geltend gemachten Vorteil nicht so großes Gewicht legen, daß unsere Maschinen mit einer bestimmten Betriebskraft größeren Lichteffect erzeugen.“

Vielleicht war das am Schlusse erwähnte Urteil nicht so ganz maßgebend. Haben doch später, wie Karl Siemens aus St. Petersburg berichtet, russische Kapitäne erklärt, daß nur die Grammeschen Maschinen zu gebrauchen seien, alle anderen verlören beim Übergang über den Äquator ihren Magnetismus. Indessen konnte v. Hefner sich gegenüber der von Siemens & Halske, St. Petersburg, ausgegangenen Anregung, zur besseren Funkenunterdrückung die Zahl der Kommutatorsegmente zu vergrößern, nicht ablehnend verhalten. Er konnte dies um so weniger, als es sich um große Lieferungen — 29 Maschinen allein für St. Petersburg — handelte. Er ging daher von dem bisherigen 12teiligen Kommutator versuchsweise zum 24teiligen und dann zum 56teiligen über. Die Überkreuzungen an den Stirnflächen, welche bei Erhöhung der Segmentzahl zunahm und die Ankerlänge übermäßig vergrößerten, verringerte er nach einem Briefe vom 22. November 1877 an Siemens & Halske, St. Petersburg, dadurch, daß er die Stirnverbindungen je zweier aufeinanderfolgender Spulen, die sich bei einer reinen Durchmesserwicklung überkreuzt hätten, nebeneinander, also in einer Sehne, über die Stirnflächen führte. Hiermit kam er zum gewünschten Ziel. Am 27. Juli 1878 schreiben Siemens & Halske an Siemens Brothers, daß ihnen fast alle im Betrieb befindlichen 12teiligen Maschinen zur Umänderung in 56teilige zurückgeschickt würden. „Speziell in Rußland“, heißt es in dem Schreiben, „datiert erst von der Vielteilung der Maschinen die Möglichkeit eines größeren Absatzes.“

Noch größere Bestellungen als St. Petersburg machte bald London. Werner Siemens schreibt darüber am 1. März 1878 seinem Bruder Karl:

„London hat bisher nur Lichtmaschinen gewöhnlicher Konstruktion mit alten Kommutatoren erhalten. Auf Lager sind dieselben nicht gelegt, im Gegenteil drängt London furchtbar und hat viel bestellt. Natürlich auch zu Kriegszwecken. Leider werden wir durch diese eiligen Kriegsbestellungen verhindert, die Privatkundschaft ausreichend zu bedienen. Die Sache hat mit der Massenfabrikation ihre Schwierigkeit, da die Sache zu sehr in Fluß ist und Verbesserungen immer notwendig werden. Das stört aber gewaltig! Für England sollen noch in diesem Monat 60 Lichtmaschinen geliefert werden! Könnten wir doppelt so viele liefern, würden sie genommen ... Bei Konstruktionsveränderungen ist mal keine schnelle Lieferung möglich.“

Das fast ausschließliche Anwendungsgebiet der Maschinen war die elektrische Beleuchtung, und zwar war noch immer für jede Lampe eine besondere Maschine erforderlich, die als Hauptstrommaschine geschaltet war. Siemens & Halske verwendeten seit 1878 neben der Kontaktlampe die in Fig. 14 abgebildete einfachere Pendellampe. Der frühere Umschalter, der beim Erlöschen der Lampe die Maschine

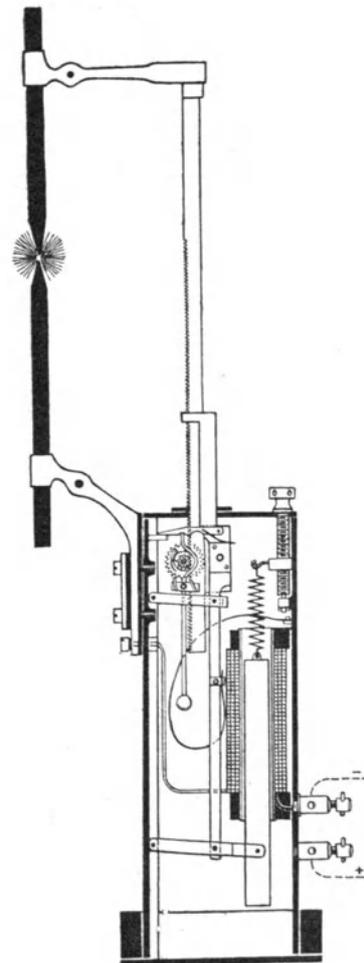


Fig. 14. Pendellampe.

gegen Durchgehen sicherte, wurde zu einer Nebenlampe einfachster Art ausgebildet, die sich selbsttätig einschaltete und dabei nicht nur das Durchgehen verhinderte, sondern auch ein Aushilfslicht gab.

Vom Bau großer, d. h. 6 bis 10pferdiger Lichtmaschinen war man mehr zurückgekommen, da die großen Zentrallichter weniger gebraucht wurden und man dafür lieber mehrere kleinere Bogenlampen nahm, die dann natürlich jede von einer besonderen Maschine gespeist wurden. In den wenigen Fällen, in denen stärkere Lichtquellen verlangt wurden, schaltete man dann mehrere der gangbaren kleineren Maschinen parallel¹⁾. Über die Gefahr der Umpolarisierung, die dabei bestand, schreibt Werner Siemens am 5. Dezember 1876:

„Die Windungen des rotierenden Kernes und die Magnetwindungen müssen kreuzweise geschaltet werden, so daß der Strom der einen Maschine die Magnetwindungen der anderen Maschine durchläuft und umgekehrt, da sonst keine Stabilität vorhanden ist und die eine Maschine die andere umkehren würde.“

Diese „Kreuzschaltung“ ist dann später auch bei Compoundmaschinen angewendet.

Wie ersichtlich ist, war der Betrieb mit Hauptstrommaschinen nicht immer einfach. So zeigte eine Bogenlampe auf einem englischen Leuchtturm ständig falsche Pole, sobald neue Kohlen eingesetzt waren. Man hielt dies anfangs für unglaublich, bis etwas Ähnliches auf einer Ausstellung in London geschah. Als dort Wilhelm Siemens, von Hochrufen begrüßt, das Zeichen zum Einschalten gegeben hatte, machten die Bogenlampen ihre bekannte Musik, die Pole waren also falsch. Wilhelm Siemens deckte dann die Ursache auf, die verschiedenen aus Maschine und Bogenlampe bestehenden Zweige hatten eine gemeinsame Rückleitung.

Wesentlich handelte es sich bis gegen Ende der siebziger Jahre um staatliche Lieferungen. Den Anfang mit der Einführung des elektrischen Lichtes in die Fabriken machten Siemens & Halske 1875 in ihrer eigenen Putzerei. Im Jahre 1877 wird in der Grusonischen Eisengießerei in Magdeburg eine Probeanlage unter Teilnahme der Spitzen der Behörden in Betrieb gesetzt, ferner hören wir von leihweiser Überlassung von Lichtmaschinen. Solche Anlagen hatten den Vorteil, daß sie nicht nur die elektrische Beleuchtung bekannt machten, sondern auch Gelegenheit gaben, Erfahrungen zu sammeln. Bald kamen aber die Anfragen wegen Probeanlagen so zahlreich, daß Siemens & Halske schrieben, sie müßten ein ganzes Lager von Lichtmaschinen halten, um den Wünschen auch nur zum kleinen Teil zu entsprechen. Ende 1877 heißt es bereits, über alle vorhandenen oder in Arbeit befindlichen Maschinen sei endgültig verfügt; über das Versuchsstadium sei man hinaus. Im Mai 1878 wurde die erste bestellte Lichtanlage in der Maschinenfabrik Zyklop, Berlin, errichtet.

Das Gebiet der Verwendung des elektrischen Stromes für Kraftzwecke wird erst gegen Ende unseres Zeitraumes bearbeitet. Werner Siemens hatte zwar, wie wir sahen, diese Verwendung sofort nach Erfindung der Dynamomaschine ins Auge gefaßt, und mit der ersten Hefner-Maschine waren Versuche in dieser Beziehung gemacht. Aber man hatte alle Hände voll mit der elektrischen Beleuchtung und der Ausbildung der dafür erforderlichen Stromerzeuger zu tun, und es

¹⁾ Brief von Werner Siemens an Kunwald vom 14. Juni 1878.

fehlte vor allem die Nachfrage, die erst in größerem Maße einsetzen konnte, als es elektrische Verteilungsanlagen gab. Wir machen es uns jetzt viel zu wenig klar, wie sehr die Einführung eines elektrischen Antriebes behindert war, wenn mit dem Elektromotor gleichzeitig auch ein Generator aufgestellt werden mußte. Das Gebiet der Kraftübertragung trat auf diese Weise ganz in den Hintergrund. Daß tatsächlich die dafür erforderlichen Motoren bereits in der Form der Lichtmaschinen vorhanden waren, schien schon beinahe in Vergessenheit geraten zu sein. So schrieben Siemens & Halske am 23. März 1876:

„Wir haben noch keine Versuche gemacht, um den Nutzeffekt der dynamoelektrischen Maschine in bezug auf den Transport von Kraft kennenzulernen, halten auch solche Versuche noch nicht für angezeigt, da bislang noch keine Maschinen gebaut sind, um Kraft von irgendwelchem praktischen Belang zu transportieren.“

Nachdem dann in London Wilhelm Siemens im März 1877 in einem Vortrage auf die Verwendung des elektrischen Stromes für Kraftzwecke hingewiesen hatte, kam es im Juni desselben Jahres in der Fabrik von Siemens & Halske zu Versuchen im größeren Maßstabe. Werner Siemens schreibt darüber am 14. Juni 1877:

„Heute war das Bergministerium hier; zu unserer eigenen Überraschung fanden wir gestern schon, daß unsere dynamoelektrische Maschine ein ganz famoses Kraftübertragungsmittel ist. Ich hatte das zwar schon in meiner ersten Mitteilung an die Akademie über dynamoelektrische Maschinen als wahrscheinlich angegeben, aber hatte es bisher nicht messend untersucht. Wir ließen die permanent hier aufgestellte mittlere Maschine eine auf der Lokomobile aufgestellte große Maschine treiben, bei ungeheizter Dampfmaschine. Die Maschine drehte die Dampfmaschine schnell um und komprimierte Luft in derselben bis zu 1 at. Wenn sie dann stillstand, rutschte der Riemen. Mit dem Pronyschen Zaum gemessen, erhielten wir 1,82 Pferdekkräfte ... Damit ist ein neues, weites Feld für unsere Tätigkeit eröffnet. Krug v. Nidda hat schon eine Doppelmaschine so gut wie fest bestellt, welche 5 Pferdekkräfte übertragen soll. Er meint, seine Luftbohrmaschine erhielt nur 25 vH nutzbare Kraft und 75 vH gingen verloren. Es gibt unzählige Anwendungen, wo Kraftübertragung ohne Wellenleitung selbst bei großen Opfern erwünscht ist.“

Nun ging es mit den Versuchen schnell vorwärts. Am 7. Juli 1877 schreibt Werner Siemens an seinen Bruder Karl in London:

„Ihr solltet doch auch die Kraftübertragung durch dynamo-elektrische Maschinen mehr ins Auge fassen. Ich halte die Sache für sehr wichtig. Wir betreiben die Sache in unserer eigenen Fabrik schon praktisch und werden wohl nächstens Kontrakte mit Nachbarn auf Kraftvermietung abschließen. Ihr könnt jede vorhandene Lichtmaschine dazu benutzen ... Es werden 50 bis 80 vH, je nach der Geschwindigkeit, übertragen ... Wir nehmen nicht Anstand, Kraftübertragungen auf beliebige Höhe — 6 Pferdekkräfte und mehr — zu übernehmen. Besonders für entfernt liegende schnelle Rotationsmaschinen, wie Ventilatoren, Zentrifugen usw., wird die Sache wichtig werden.“

Über einen Versuch in der Pulverfabrik Spandau berichtet ein Schreiben der dortigen Direktion an Siemens & Halske vom 14. Januar 1878:

„Die von Ihnen zum Versuch bereit gestellten elektromagnetischen Induktionsapparate zur Erzielung einer elektrischen Transmission befinden sich seit drei Wochen in ununterbrochenem Betrieb und haben zu keinen Ausstellungen Veranlassung gegeben. Bei einer Messung der Kraft, welche augenblicklich durch diese Apparate übertragen wird, ist unter Anwendung eines Pronyschen Zaums eine Stärke von 2,7 Pferdekraft ermittelt worden ... Ferner hat sich bei den Messungen mit dem Bremsdynamometer herausgestellt, daß es sehr erwünscht sein würde, um die elektrische Transmission für

den praktischen Gebrauch universeller zu machen, wenn der abgebende Apparat mit einem Regulator versehen werden könnte, damit, im Falle Maschinen, welche eine größere Kraft beanspruchen, ausgerückt werden, die Geschwindigkeit der Wellenleitung keine größere wird.“

Der am Schlusse gegebenen Anregung wurde durch einen Vorschaltwiderstand, der durch Fliehkraft betätigt wurde, Rechnung getragen. Übrigens zeigt sich hier sofort, daß die Ausführung der Motoren als Hauptstrommaschinen, wie sie sich damals auf Grund der bisherigen Entwicklung ohne Überlegen von selbst ergab, und die dadurch bedingte Veränderlichkeit der Drehzahl mit der Belastung nicht gerade günstig für die Einführung des elektrischen Antriebes war.

An Leistungen von vielen Pferdestärken wagte man sich noch nicht heran. So antwortet v. Hefner am 29. Oktober 1878 auf eine Anfrage:

„Uns fehlen über die Übertragung so großer Kräfte (40 Pferde) auf elektrischem Wege alle Erfahrungen, um bestimmte Angaben machen zu können. Jedenfalls würden die nötigen Maschinen Dimensionen erhalten, wie selbige bis jetzt noch nirgends gebaut wurden, oder man müßte viele der größten, wie sie jetzt existieren, auf beiden Stationen kuppeln. Auch die Leitung auf eine deutsche Meile Entfernung müßte einen sehr großen Kupferquerschnitt (annähernd geschätzt wenigstens 500 qmm) haben, so daß die ganze Anlage schließlich zu teuer würde. Der Nutzeffekt wird schwerlich über 30 vH zu bringen sein.“

Die Entwicklung in der elektrischen Kraftübertragung ist auch noch später, abgesehen von den elektrischen Bahnen, deren Bearbeitung am Ende dieses Zeitraumes begonnen wurde, sehr langsam vor sich gegangen. Selbst in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts finden sich erst nur Anfänge. Dann aber vollzog sich ein Umschwung, und die Einführung des elektrischen Antriebes ging mit Riesenschritten vorwärts.

Wenden wir uns jetzt zu dem dritten Hauptanwendungsgebiet des elektrischen Starkstromes, der Elektrochemie. Werner Siemens hatte sich ja, wie er in seinen Lebenserinnerungen erzählt, schon früh mit elektrochemischen Versuchen beschäftigt. Anlässlich eines Glückwunsches, der ihm aus Magdeburg zu seinem 70. Geburtstag gesandt wurde, kommt er in launiger Weise auf seine Versuche, die er als Artillerieoffizier angestellt hatte, zurück und schreibt:

„Die Versuche, die ich mit einigem Erfolg anstellte, Gold und Silber ebenso galvanisch niederzuschlagen, wie Professor Jakobi es mit Kupfer gemacht hatte, Versuche, die ich im folgenden Jahre in der Magdeburger Zitadelle zum glücklichen Ende führte, sind für meinen späteren Lebensweg entscheidend gewesen ... Wenn die Welt auch die elektrische Vergoldung und Versilberung sicher bald auf anderem Wege erhalten hätte, so würde ich selbst vielleicht jetzt ein an der Majorsecke gescheiterter pensionierter Militär sein — und hätte auch Ihre freundliche Zuschrift nicht erhalten.“

Werner Siemens kommt dann im Laufe der Zeit wiederholt auf elektrochemische Fragen zurück. So schreibt er am 12. Januar 1875 an den Chemiker Schwender und am 4. April 1875 an seinen Schwager Himly:

„Ich bin ebenso wie Sie der Ansicht, daß die Elektrizität in der Metallurgie, namentlich bei Kupfer und Silber, eine große Rolle zu spielen berufen ist, und es war dies der hauptsächlichliche Grund, warum ich die magnetelektrischen Maschinen — denen ich später die dynamoelektrischen substituierte — besonders kultivierte.

Die Niederschlagung aus wässrigen Lösungen halte ich für weniger aussichtsvoll, obgleich das Elkingtonsche Verfahren in manchen Fällen sehr beachtenswert ist. Ich glaube aber, daß die Zukunft dem Niederschlage aus flüssigen Erzkompositionen gehört.“

„Ich möchte nun auf unsere früheren Versuche der Darstellung von Kalium, Magnesium usw. auf elektrolytischem Wege zurückgehen. Die Sache scheiterte damals an der Kostspieligkeit des elektrischen Stromes. Darin haben wir nun kolossale Fortschritte gemacht. Wir können ohne Anstand Maschinen machen, welche das Metall zentnerweise ausscheiden, und haben alle Einrichtungen, um in mäßigem Umfang sogleich mit der Sache vorzugehen.“

Sogar die Stickstoffgewinnung aus der Luft bewegte ihn damals auf Grund einer Anregung, die ihm entgegengebracht wurde, wenn es sich dabei auch vielleicht nur um ein rein chemisches Verfahren handelte. Er schreibt darüber am 25. September 1875:

„Der Teufelskerl, der Grouillier, hat auch eine lächerlich einfache und geniale Idee, Ammoniak aus dem Stickstoff der Luft, Kohle und Wasser zu machen, die, wenn sie einschlägt, wirklich welterschütternd wirken kann. Die Universal-Ernährungs- und Düngemittel (Stickstoffverbindungen) werden dann spottbillig herzustellen sein, und der Ertrag des Bodens enorm gesteigert werden; kurz es ist viel Interessantes in der Luft und im Werk bei uns.“

Mit der Ausführung solcher Gedanken hatte es aber noch gute Zeit. Vorderhand hören wir um diese Zeit wesentlich von galvanoplastischen Anlagen. So wurde an die Firma Grohe in Berlin eine im Jahre 1874 gebaute Maschine mit einem Flachringanker geliefert, wie er seit 1874 auch von Schuckert in Nürnberg verwendet wurde. Der Anker dieser Maschine, der aus Eisendraht aufgewickelt war, trug eine Wicklung, die aus einer einzigen Lage von 100 Kupferstäben bestand. Der Strom wurde durch Bürsten von der Innenseite des Ringes abgenommen¹⁾. In einem einzigen Falle allerdings erfahren wir auch von einer größeren elektrochemischen Anlage, bei der mit Hilfe einer großen D-Maschine der älteren Bauart in 50 bis 60 hintereinander geschalteten Bädern Kobalt niedergeschlagen wurde. Der Hüttenbesitzer Bernoulli in Uhlmannsdorff schreibt darüber am 11. September 1875 an Siemens & Halske:

„Die Maschine ist seit Ende d. J. in fast ununterbrochener Tätigkeit. Durchschnittlich arbeite ich bei der ziemlich bedeutenden Stromstärke von 170 bis 180° Ihres Dynamometers täglich 22 Stunden ohne jede Unterbrechung, dann treten zwei Stunden Stillstand ein, in welchem etwaige Auswechselungen der Kommutatorfedern und Reinigung besorgt werden, und demnächst beginnt die Arbeit von neuem. Die Erwärmung erreicht bereits nach 6 bis 7 Stunden ihr Maximum und bleibt dann konstant, so daß sie einem ununterbrochenen Betrieb kein Hindernis entgegensetzt.“

Die Hauptstromerregung, wie sie damals durchweg von Siemens & Halske angewendet wurde, war übrigens für Galvanoplastik meist wenig geeignet. So schreiben Siemens & Halske am 8. Januar 1877:

„Bei zu kleiner Elektrodenoberfläche bekommt man da gar keinen Strom, weil der Magnetismus nicht ansteigt, bei zu großer Zelle einen zu starken Strom, der die Maschine heiß macht, und auch dazwischen ist die Stromstärke von jeder Zufälligkeit in der Zelle in störend hohem Maße abhängig.“

Diese Abhängigkeit war sogar häufig so groß, daß sich die Maschinen beim Überwiegen der elektromotorischen Gegenkraft der Zelle umpolarisierten, was dann zur Auflösung des gebildeten Niederschlages führte. Siemens & Halske bauten daher um 1876 und 1878 die Maschinen für Galvanoplastik mit Stahlmagneten. Es waren Maschinen für ganz geringe Spannung und hohe Stromstärke.

¹⁾ Vgl. ETZ 1880, S. 396.

Größere Aufgaben traten an Siemens & Halske heran, als das Königl. und Herzogl. Kommunionhüttenamt Oker am 21. Oktober 1877 folgende Anfrage an sie richtete:

„Wir beabsichtigen auf den hiesigen fiskalischen Werken eine elektrolytische Scheideanstalt anzulegen, welche den Zweck hat, aus silberhaltigem Rohkupfer reines Kupfer abzuscheiden . . . Zunächst haben wir unseren Kalkül auf den Betrieb von Grammeschen Maschinen basiert, deren Leistungsfähigkeit und Kraftbedarf uns bekannt ist. Inzwischen haben wir in Erfahrung gebracht, daß die von Ihnen konstruierte Altenecksche Maschine von manchen Übelständen, die der Grammeschen Maschine noch anhaften, frei sein und auch deren Leistungsfähigkeit übertreffen soll.“

Werner Siemens übernahm selbst die Beantwortung und schrieb am 29. Oktober:

„Vorweg will ich bemerken, daß wir mit dem größten Vergnügen und ohne Rücksicht auf möglichen Gewinn aus der Sache darauf eingehen würden, Ihnen die angeregte Einrichtung zu machen . . . Ich möchte Ihnen nun folgenden Vorschlag machen: Sie teilen uns mit, welche Leistungsfähigkeit und welchen Kraftbedarf Gramme Ihnen garantiert hat oder welche Leistung der Grammeschen Maschinen Ihnen zuverlässig bekanntgeworden ist. Wir liefern Ihnen dann auf unser Risiko Maschinen der gewünschten Größe und setzen Sie bei Ihnen in Gang. Leisten sie nicht soviel wie die Grammeschen, so ersetzen wir sie durch andere oder nehmen sie ganz zurück, wenn Sie das vorziehen.“

Das Berg- und Hüttenamt Oker machte daraufhin zunächst Vorversuche mit einer elektrochemischen Maschine mit Stahlmagneten, wobei Siemens & Halske zur Gewinnung eines gleichmäßigen Niederschlages die später so wichtig gewordene Zirkulation der Flüssigkeit in den Bädern in Vorschlag brachten. Während dieser Zeit der Vorversuche ging die Firma an den Bau einer D-Maschine für sehr hohe Stromstärke. Sie schreibt darüber am 11. und 23. November 1877:

„Wir haben bereits eine derartige Maschine in Angriff genommen, von der wir eine Leistungsfähigkeit von zwei Zentnern Kupferniederschlag täglich erwarten, und hoffen dieselbe binnen drei Monaten zu vollenden.“

„Die Maschine ist noch in der Konstruktion begriffen, und es läßt sich heute noch nicht angeben, ob dieselbe bereits feststeht . . . Auch über die der neuen Maschine zu gebende Geschwindigkeit fehlen uns zur Zeit noch alle Anhalte.“

Daß irgend etwas nicht klappte, ersehen wir aus einer gelegentlichen brieflichen Bemerkung von Werner Siemens, wonach er die Ausführung der Maschine inhibiert habe, weil sie den verlangten Strom nicht geben könne. Man versuchte es dann vergeblich mit einer von Werner Siemens nach dem Prinzip der unipolaren Induktion angegebenen „Topfmaschine“. Auch die Versuche mit der in Fig. 15 abgebildeten Unipolarmaschine, die jetzt im Deutschen Museum in München steht, hatten keinen Erfolg. Diese Maschine hieß in der Fabrik wegen ihrer großen Zahl von Bürsten — 28 allein an dem einen Ende eines einzelnen Zylinders — das Stachel-schwein. Dazwischen gingen die Versuche mit der ursprünglichen D-Maschine mit Trommelanker weiter, die dann schließlich zum Erfolg führten. So schreibt Werner Siemens am 3. August 1878 nach Oker:

„Die Maschine wird Anfang nächster Woche probiert und kann Ihnen dann baldigst zugesandt werden. Vorläufig denken wir sie mit 600 Umdrehungen pro Minute zu treiben und bitten Ihre Vorgelege danach einzurichten. Wir rechnen auf 10 bis 15 Pferdekraft Triebkraft, es wäre aber gut, wenn Sie etwas mehr disponibel hätten.“

Während das Hüttenamt Oker mit der Maschine eine einzige Zersetzungszelle speisen wollte, drangen Siemens & Halske auf Hintereinanderschaltung von vier Bädern, so daß mit höherer Spannung und geringerem Strom gearbeitet wurde. Die Maschine (Fig. 16) wurde nach einer Probezeit von dem Hüttenamt für 5700 Mark

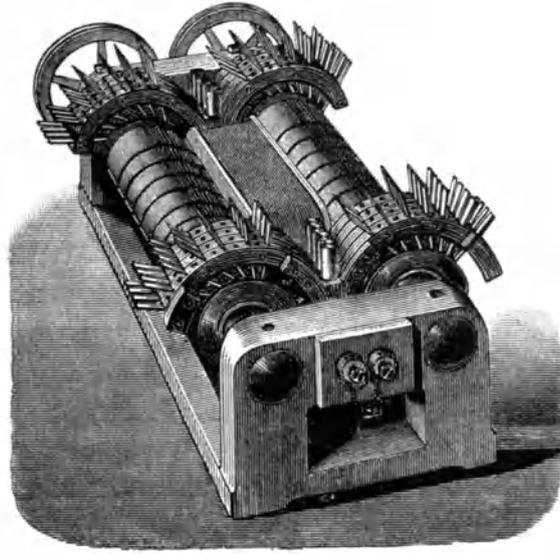


Fig. 15. Unipolarmaschine.

erworben. Über die Spannung und Stromstärke fehlen Angaben. Von den einige Jahre später gelieferten Maschinen derselben Bauart lieferte jede bei einer Spannung von $3\frac{1}{2}$ Volt und einem inneren Widerstand von 0,0007 Siemens-Einheiten einen Strom von 1000 Amp. und schlug in 12 hintereinander geschalteten Bädern täglich

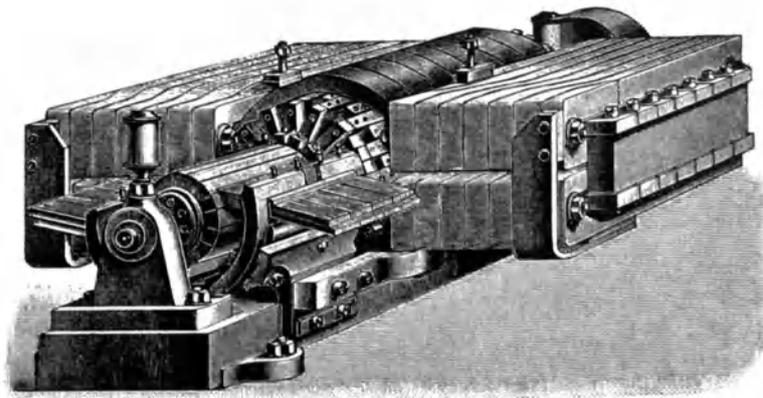


Fig. 16. Maschine zur Kupferraffination.

5 bis 6 Zentner Kupfer nieder, bei einem Kraftbedarf von 7 bis 8 Pferdestärken. Da bei der Kupferraffination im Gegensatz zu galvanoplastischen Bädern nur eine geringe elektromotorische Gegenkraft auftritt, so machte die Erregung durch den Hauptstrom keine Schwierigkeit.

Werfen wir schließlich einen Blick auf den Umfang der Fabrikation in dem zuletzt betrachteten Zeitraum.

Anzahl der Maschinen und Lampen:

	1876	1877	1878
Dynamomaschinen. . .	18	91	271
Lampen etwa	30	121	271

Umsatz im Dynamokonto in Mark:

	1876	1877	1878
Inland	15945	36147	161455
St. Petersburg . . .	25418	55366	96103
London	3353	61457	187351
Sonstiges Ausland .	15885	20998	21146
	60601	173968	466055

Die Angaben für 1878 beziehen sich allerdings schon zum kleinen Teil auf Wechselstrommaschinen, deren Bau den neuen Zeitraum der Beleuchtung mit Differentiallampen in Reihenschaltung einleitet. Dieser Zeitraum ist außerdem gekennzeichnet durch die Pionierarbeiten auf dem Gebiet der elektrischen Bahnen. Nach vielen mühevollen Jahren des Ringens und Schaffens war nunmehr der Weg für eine ausgedehntere Anwendung der Dynamomaschine frei gemacht.

Beiträge zur außereuropäischen und vorgeschichtlichen Technik.

Von

Dr.-Ing. Hugo Theodor Horwitz.

Bei der bisher üblichen Behandlung der Geschichte der Technik beschränkte man sich gewöhnlich auf den Kulturkreis des Mittelmeerbeckens, wenn man es nicht überhaupt vorzog, den Werdegang der Menschheit erst mit der griechischen Antike beginnen zu lassen. Die Ausdehnung der geschichtlichen Forschung über weitere Ländergebiete und bis in ferner liegende Zeiten zurück, wie die Miteinbeziehung der Entwicklung Ägyptens, Babyloniens, Persiens und endlich des prähistorischen Europa bedeuteten schon einen großen Fortschritt; immerhin machte man es sich durch die Einschränkung auf diesen einen, ziemlich in sich geschlossenen Kulturkreis insofern recht leicht, als sich der Aufstieg der technischen Entwicklung auf diese Weise fast geradlinig darstellen ließ und so ein eindimensionales Gebilde ergab, bei dem die Änderungen nur nach der Zeit stattfanden. Aber auch das stimmte selbst in diesem beschränkten Kulturgebiete nicht ganz. Bei Übergängen der Kultur von einem Volke zu einem anderen und besonders bei der großen Katastrophe, die im Mittelmeergebiet durch die Völkerwanderung eintrat, erlitt die geradlinige Entwicklung der Technik manche Abweichung. Deshalb wird man auch hier bei der Technohistorie besser die stufenmäßig-vergleichende Darstellung, wie sie bei der modernen Kulturgeschichtsschreibung üblich ist, anwenden.

Gehen wir aber über das Mittelmeergebiet hinaus und versuchen wir, bei einer technisch-geschichtlichen Betrachtung die Entwicklung des ganzen Erdballes zu umfassen, so erhalten wir dadurch eine gleichsam dreidimensionale Darstellungsform: die Erdoberfläche ergibt ein zweidimensionales Gebilde, und als dritte Dimension erscheint die Zeit. So können wir uns den geschichtlichen Werdegang der Technik in jedem einzelnen Punkte der Erdoberfläche auf einem Radialstrahl, der durch diesen Punkt gelegt wurde, aufgetragen denken. Dies entspräche, geometrisch gesprochen, einer graphischen Darstellung der technischen Entwicklung in Polarkoordinaten: Radialstrahlen spiegeln stets das Entwicklungsbild der Technik auf einem geographisch eng umgrenzten Gebiete wider, und Niveauflächen (in unserem Falle Kugelflächen) zeigten uns die Höhe der Entwicklung auf der ganzen Erde zu einem bestimmten Zeitpunkte.

Die Technik hat bei ihrem wirklichen Werdegange freilich nicht solche einfachen Wege durchlaufen. Verfolgen wir ihn bei einem Volke mit seinen vielfachen Wanderungen und Ausbreitungen, so ergibt sich eine ganz unregelmäßige Gestaltung der Entwicklungslinie, und dasselbe gilt, wenn wir der Entstehung und Verbreitung eines technischen Gebildes oder Verfahrens nachgehen wollen. Wir erkennen, daß

bei dieser rein chronologischen Darstellung keine geordnete Entwicklungsfolge ersichtlich wird, daß ein Hin- und Herwogen der treibenden und der hemmenden Kräfte stattfindet, und daß in diesem Chaos höchstens von Zeit zu Zeit das Entstehen und Vergehen bedeutender Kulturzentren, die auch stets große Ausstrahlungsmittelpunkte darstellen, wahrzunehmen ist. Deswegen mag es manchmal angezeigt sein, ähnliche Entwicklungsstufen aus verschiedenen Gegenden und Zeiten vergleichend nebeneinander zu setzen. Eine größere Bedeutung erhält diese Darstellungsart, wenn wir die Reihenfolge der Phasen nicht nur von der Höhe der technischen Entwicklung, sondern auch von der anderer Kulturbestandteile, vor allem von der wirtschaftlichen, der sozialen und politischen Organisation abhängig machen. Freilich gäbe es ein ganz falsches Bild, wollte man sämtliche auf der Welt vorkommenden Formen eines technischen Gebildes wahllos sammeln und aus dieser Sammlung durch systematische Anordnung einen erkünstelten Werdegang eines solchen Gebildes konstruieren.

Allerdings wird bei der systematischen Darstellung einer ganz allgemein gehaltenen Geschichte der Technik notwendigerweise einmal auch auf diese Methode zurückgegriffen werden müssen, wobei der Vollständigkeit halber Entwicklungsformen, die im wirklichen Werdegange nicht zur Ausbildung gelangten oder übersprungen wurden, nachträglich zu interpolieren wären.

Unwillkürlich drängt sich bei der Verfolgung der materiellen Kultur in frühen Zeiten und bei primitiven Völkern die Frage nach den Ursachen der technischen Entwicklung auf. Die Not als treibende Kraft jeder Verbesserung und jedes Fortschrittes anzusehen, hat sich als falsch herausgestellt: nicht nur der große Überfluß, der sich dem Menschen in den reichen Tropenländern darbietet, sondern auch die übermäßige Armut der entlegenen Randgebiete hat sich als ungünstig für die Kulturentwicklung erwiesen. Bei der großen Trägheit und dem außerordentlichen Beharrungsvermögen, die wir bei allen primitiven Völkern beobachten können, ist es anscheinend nur der Spieltrieb, der Neues ersinnt und dessen Verwendung begünstigt. Noch stärker mag allerdings eine Änderung der Umwelt beim Menschen gewirkt haben. Wurde ein Stamm von einem anderen, überlegeneren nach einem neuen Wohngebiete gedrängt, so wirkten die veränderten Lebensbedingungen sicher gewaltig aufrüttelnd; es mußte eine Neueinstellung des ganzen Gedankenkreises erfolgen, und bei dieser Gelegenheit mögen manche neuen Erfindungen zustande gekommen sein. Übrigens ist der Trieb, zu erfinden und zu erforschen, bei verschiedenen Völkern auch verschieden stark entwickelt.

Wir finden eine große Anzahl von technischen Gebilden und Fertigkeiten fast über die ganze Welt verbreitet, und zwei verschiedene Theorien suchen den Grund dieser Tatsache zu erklären: Adolf Bastian nahm an, daß eine bestimmte Reihe von Ideen (er nannte diese Völkergedanken) mit einer gewissen Kulturhöhe bei allen Nationen auftreten, daß also eine der ganzen Menschheit gemeinsame gleiche geistige Veranlagung unter ähnlichen Umständen auch ähnliche kulturelle Gebilde hervorbrächte. In diesem Sinne könnte man dann von einer Reihe von Elementarerfindungen sprechen. Friedrich Ratzel dagegen hielt auch die Wanderung einer Erfindung mit einem Volke oder ihre Entlehnung durch ein Volk von einem anderen für stark ausschlaggebend. Nicht vergessen darf man dabei, daß bei der Unterwerfung eines Volkes durch ein barbarisches jüngerer dieses gewöhnlich die alte Kultur des unterworfenen aufnimmt und später dann weiter fortbildet.

Auch die Frage, ob es möglich wäre, Gesetze beim Werdegange der Technik aufzustellen, ist schon aufgeworfen worden, und man müßte denken, daß es bei der Höhe, die die Technik gegenwärtig bereits erlangt hat, gelingen müßte, wenigstens für den Anfang ihrer Entwicklung einige Gesetzmäßigkeit festzulegen. Was bisher aber erreicht wurde, sind nichts, wie Versuche nach dieser Richtung; einige Andeutungen darüber mögen aber hier gegeben werden.

Kapp veröffentlichte im Jahre 1877 ein Buch, das „Grundlinien einer Philosophie der Technik“ betitelt war¹⁾. Er verfocht darin vorwiegend die Theorie der unbewußten Organprojektion, durch die er vor allem die Entstehung der primitiven Werkzeuge und Waffen erklären wollte. In letzteren sah er im wesentlichen nichts anderes, als eine weitere Entwicklung der menschlichen Gliedmaßen, vor allem des Armes und der Hand, und als ein Hinausprojizieren der dem menschlichen Körper gegebenen Organisation, so daß jene zwar materiell fremde Stücke bilden, aber durch die ihnen vom Menschen verliehene Formgebung zu Teilen seines Organismus werden²⁾. Er betonte hierbei besonders auch die häufige Gestaltung der Werkzeuge und Waffen nach den Proportionen des goldenen Schnittes, die auch beim menschlichen Körper, im großen wie im kleinen, nachzuweisen wären.

Die Kappsche Theorie hat den Technikern und Physikern jedoch keineswegs zugesagt, und alle Autoren, die sich mit ihr befaßten, haben sich dagegen ausgesprochen. Max Eyth mißbilligte sie in seinem im Jahre 1903 gehaltenen Vortrage „Zur Philosophie des Erfindens“³⁾, und in dem 1905 erschienenen Aufsätze „Wort und Werkzeug“ sagt er darüber⁴⁾: „... Natürlich versagt diese Erklärung sehr bald, selbst bei den einfachsten Erfindungen der Vorzeit, wie der des Feueranzündens oder von Pfeil und Bogen. Für die Erfindungen unserer Tage ist sie völlig wertlos.“ Auch Müller-Lyer verwirft Kapps Theorie vollständig⁵⁾, ebenso Zschimmer in seiner „Philosophie der Technik“⁶⁾. Ernst Mach wendet sich gleichfalls entschieden gegen Kapp; er findet dagegen die Spencersche Bezeichnung solcher Konstruktionen als Organverlängerungen unverfänglich⁷⁾.

Die Abhängigkeit der Form der einfachen Werkzeuge und Waffen von der sie führenden Hand ist freilich nicht zu leugnen. Vielleicht könnte man jedoch besser statt von einem Gesetze der Organprojektion von einem solchen der anthropomorphen Berührungsflächen sprechen. Dort, wo die Hand am Fremdkörper angreift, muß dieser stets so gestaltet werden, daß er sich dem menschlichen Organe möglichst anschmiegt und von ihm dadurch leicht gehandhabt werden kann. Sehr schön läßt sich diese Anschmiegung an den Wurf Brettern der Eskimo erkennen (Fig. 1). Der Handgriff dieser Wurf Brettern ist nämlich so gestaltet, daß für jeden einzelnen Finger eine besondere Einkerbung vorhanden ist, so daß die Hand gleich-

1) Ernst Kapp, Grundlinien einer Philosophie der Technik. Zur Entstehungsgeschichte der Cultur aus neuen Gesichtspunkten. Braunschweig 1877.

2) Ein kurzer Überblick über die Kappsche Theorie wurde vom Verfasser dieses Aufsatzes in dem Artikel „Organprojektion“ im Handbuch „Die Technik der Vorzeit, der geschichtlichen Zeit und der Naturvölker“ von F. M. Feldhaus, Leipzig und Berlin 1914, Sp. 758 ff. gegeben.

3) Max Eyth, Lebendige Kräfte. Berlin 1908, S. 256.

4) Carl Weihe, „Max Eyth“. Nebst Neudruck von „Wort und Werkzeug“ von Max von Eyth. Berlin 1916, S. 97.

5) Dr. F. Müller-Lyer, Phasen der Kultur. München 1908, S. 114.

6) Eberhard Zschimmer, Philosophie der Technik. Jena 1914, S. 106.

7) Ernst Mach, Kultur und Mechanik. Stuttgart 1915, S. 16.

sam in einem negativen Abdruck ihrer Körperform zu liegen kommt. Merkwürdig erscheint es, daß diese innige Verbindung zwischen Hand und Werkzeug zwar manchmal noch im Mittelalter aufgetreten, in neuerer Zeit dagegen offenbar vollkommen verloren gegangen ist.

Die menschlichen Organe beeinflussen die Ausgestaltung der Werkzeuge allerdings nicht nur durch die Formgebung der Berührungsflächen, sondern in noch höherem Maße, weil das Gewicht des Werkzeuges, dann die Lage seines Schwerpunktes und noch anderes von der den fremden Körper führenden Hand und von der Art der Arbeitsbewegung abhängig ist. Insofern wird man wohl von einer Gestaltungsbeeinflussung des Werkzeuges durch das betätigende Organ sprechen dürfen, ohne darin aber etwas Geheimnisvolles zu sehen oder gar ein Schaffen des Unterbewußtseins nach den Proportionen des menschlichen Körpers (dem goldenen Schnitt) erkennen zu wollen. Außerdem tritt bei der weiteren Entwicklung der Werkzeuge und Waffen und noch mehr bei komplizierteren technischen Gebilden der Einfluß der den Gegenstand führenden oder betätigenden menschlichen Hand immer mehr zurück, so daß dann auch nicht mehr von einer Organprojektion in obigem ganz beschränktem Sinne gesprochen werden darf.

Ein Prinzip, das die allmähliche Entstehung und Vervollkommnung der mannig-

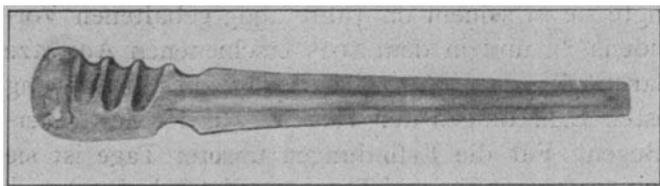


Fig. 1. Wurfbrett der Eskimo (dient zum Schleudern des Wurfspieeres). Museum für Völkerkunde zu Berlin, Signatur IV A 4304.

faltigen Werkzeuge aus ihren einfachen Urformen erklären soll, glaubte E. Hartig in dem Gesetz vom Gebrauchswechsel zu erkennen. Er sagt darüber¹⁾: „Sobald erst der Mensch sich zu einem gewissen Zwecke, zu einer gewissen mechanischen Umgestaltung seiner körperlichen Umgebung

eines gefundenen Werkzeuges (Urwerkzeuges) bemächtigt hatte, machte er sich nach und nach durch ein tastendes Versuchen andere Gebrauchsweisen, deren dieses Werkzeug fähig war, zu eigen, und durch hierbei gewonnene Erkenntnis des Erfolges und schrittweise Anpassung des Werkzeuges an jede dieser Gebrauchsweisen setzte er sich mit der Zeit in den bleibenden Besitz einer größeren Zahl selbstgefertigter Werkzeuge.“

Wir erkennen, daß bei diesem Gebrauchswechsel mit dem Werkzeug eigentlich nichts anderes vorgenommen wird, als daß man es in eine fremde Umwelt versetzt, wo es sich seiner neuen Umgebung und seinen neuen Aufgaben entsprechend anzupassen hat; sicher fällt jedoch hierbei der Spieltrieb des Menschen und die Tätigkeit seiner Phantasie sehr ins Gewicht. Diese tastenden Versuche, ein Werkzeug zu verschiedenen neuen Aufgaben zu verwenden, stellen im Grunde genommen nichts anderes vor als eine Auslese des Geeigneten, vielleicht in gewissem Sinne auch eine künstliche Zuchtwahl²⁾, und tatsächlich kann man bei der Fortentwicklung

¹⁾ Der Zivilingenieur N. F. Bd. XXXIV, Leipzig 1888, Sp. 770.

²⁾ Man kann wohl annehmen, daß Hartig bei der Aufstellung seines Gesetzes, das er zum ersten Male in einem Vortrage des Sächsischen Ingenieur- und Architektenvereins im Jahre 1872 veröffentlichte, von der damals gerade in rascher Verbreitung begriffenen Darwinschen Entwicklungstheorie stark beeinflusst wurde.

und Umgestaltung der technischen Gebilde auch rudimentäre Teile nachweisen¹⁾.

Als drittes Gesetz in der Entwicklung der Technik kann man das Relaisprinzip ansehen. Im Augenblicke, wo der Mensch die Arbeitsleistungen nicht mehr selbst vollführen wollte, sondern wo er sie durch Tiere oder durch Naturkräfte verrichten ließ, war es wichtig, sowohl das Ein- und Ausschalten dieser Kräfte als auch ihre jeweilige Stärke entsprechend zu regeln; dies kam besonders in Betracht, als man im Laufe der Entwicklung zu komplizierteren technischen Mechanismen gelangte. Wesentlich hierbei war, daß der Mensch es lernte, die Energie in einem Akkumulator aufzuspeichern und sie daraus, durch entsprechend gebaute Schaltwerke, nach Zeit und Stärke differenziert, zu entnehmen. Durch Bindung des Schaltwerkes (des Auslösungsmechanismus) an eine materielle Schablone entstand dann eine vollkommen automatisch wirkende Vorrichtung, und dies bedeutet wohl die höchste Entwicklung der Arbeitsmaschine und den größten Fortschritt auf dem Gebiete der Massenproduktion²⁾.

Wegen der anfänglichen Betätigung sämtlicher Mechanismen durch den Menschen entwickelten sich diese dem menschlichen Körper besonders angepaßt und daher auch für die hin und her gehende, (rhythmisch-intermittierende) Bewegung eingerichtet. Später erkannte man jedoch das eigentlich technische Prinzip und ging von der hin und her gehenden Bewegung zur rotierenden über, wobei diese anfangs allerdings intermittierend blieb; noch später gelangte man aber hierbei schließlich zum kontinuierlich rotierend (arhythmisch) arbeitenden Mechanismus.

Gleichlaufend zur Entwicklung der technischen Gebilde ergab sich auch eine Vervollkommnung des Arbeitsprozesses. Zwei Dinge erscheinen bei dessen Organisation als besonders wesentlich: einmal das Zusammenwirken mehrerer Menschen bei einer Arbeitsverrichtung, das andere Mal die Arbeitsteilung. Diese beginnt mit der Differenzierung nach den beiden Geschlechtern, indem Mann und Frau gesonderte Arbeitsgebiete übernehmen und die damit verbundenen Techniken selbständig ausüben und vervollkommen. Mit höherer Kultur tritt die Arbeitsteilung nach verschiedenen Berufen ein, bis bei noch weiterer Entwicklung die einzelnen Spezialverrichtungen beim Manufaktur- und Fabrikssystem wieder einheitlich zusammengefaßt werden. Zugleich erfahren auch die Handelsmethoden eine stetige Ausgestaltung; auf den Tauschhandel folgt die Geld- und auf diese die Kreditwirtschaft.

Über die Entstehung von Erfindungen ist schon manches geschrieben worden: meistens erfolgt ihre Erklärung dergestalt, als würde dem primitiven Menschen plötzlich durch irgendeinen Zufall eine neue technische Leistung gelingen, die er als solche sofort freudig erkennt und von da an stets benützt und weiter verbreitet. Aber wer mit der geistigen Tätigkeit primitiver Völker nur halbwegs vertraut ist, wird eher annehmen, daß eine solche Entdeckung wohl gemacht, aber anfangs nicht vom Bewußtsein aufgenommen, sondern erst oft wiederholt und häufig benützt und hierauf endlich begriffen und gedächtnismäßig eingepreßt wird. Übrigens blieben alle Versuche, die zur Erklärung der verschiedensten Erfindungen und Entdeckungen

¹⁾ Friedrich Kick zeigt beispielsweise in seinen „Vorlesungen über mechanische Technologie“ (Leipzig und Wien 1898, S. 23), daß die ohne Stiel verwendete Stoßaxt aus dem gewöhnlichen Beile entstanden ist, und daß sich auf diese Weise die Durchlochung der oberen Handhabe, die sonst rätselhaft wirkt, leicht erklären läßt.

²⁾ Vgl. „Das Relais-Prinzip“, Prometheus, Leipzig 1916, Nr. 1399, S. 748 ff.

unternommen wurden, nur graue Theorie. Wir können wohl eine Entwicklungsreihe der technischen Gebilde aufstellen und durch beliebige Vermehrung der Stufenfolgen und Verminderung der Formunterschiede angenähert eine Stetigkeit des Werdeganges erzielen: eine wirkliche Erfindung oder selbst nur eine kleine Verbesserung eines technischen Gebildes oder einer Handfertigkeit ist aber bei primitiven Menschen noch niemals beobachtet worden. Die Erfindungstätigkeit der heutigen zivilisierten Völker kann man hier nicht zum Vergleiche heranziehen, denn in diesem Falle sind eine ganze Reihe von Zwischenstufen, die dem Ablaufe der stetigen Reihenentwicklung entsprächen, nur in der Vorstellungswelt, manchmal sogar bloß im Unterbewußtsein des Konstrukteurs, vorhanden. Aber selbst die Tätigkeit des modernen Erfinders wurde bisher noch niemals psychologisch untersucht.

Vielleicht würde es gelingen, einiges über die Art des Erfindens von Primitiven durch Beobachtung solcher in weltabgeschiedenen Gegenden wohnenden Menschen zu erfahren. Hierbei genügte es wohl, die Leute in größeren Zwischenräumen von einem oder mehreren Jahren bei ihrer Arbeit zu beobachten und ihre Werkzeuge zu untersuchen; freilich werden solche Gebiete bei der raschen Erweiterung der europäischen Kulturexpansion immer seltener, andererseits fehlt bei der armseligen Lebensführung in jenen Randländern meistens jeder Impuls zu irgendwelchem Fortschritt.

Ernst Mach hat in seinem letzten Werke „Kultur und Mechanik“¹⁾ versucht, eine Entwicklungsgeschichte der Technik durch Wiedererweckung der Jugenderinnerungen bei seinem „in frühester Kindheit mechanisch sehr veranlagten Sohne Ludwig“ zu rekonstruieren. Wer aber weiß, wie sehr selbst die einfachen Kritzeleien aus prähistorischen Zeiten von solchen primitiver Menschen und diese wieder von denen der Kinder zivilisierter Völker namentlich in der allmählichen Vervollkommnung der Zeichnung abweichen, wird die Methode Machs nicht sehr billigen können. Es kann als sicher angenommen werden, daß das moderne Kind die geistige Entwicklung früherer Jahrtausende in schneller Reihenfolge durchläuft; diese Jahrtausende haben jedoch alle möglichen Eindrücke in der Psyche der Menschheit hinterlassen, und das Kind ist deswegen für eine ganze Reihe von Erfahrungen gleichsam a priori vorbereitet, und sein Beobachtungs- und Auffassungsvermögen ist dem primitiver Völker unendlich überlegen. Mach entschuldigt sein Vorgehen damit, daß seiner Meinung nach kaum angenommen werden darf, daß „uns das alte China, Indien oder Amerika über den Ursprung und die Entstehung dieser oder jener Errungenschaften noch etwas berichten wird“. Aber gerade von China mit seiner stetigen Kulturentwicklung, die ohne jede katastrophale Unterbrechung, wie sie in Europa beispielsweise durch die Völkerwanderung hervorgerufen wurde, langsam von Stufe zu Stufe fortschritt, mit seinen uralten Erinnerungen, die sich in Sitte, Sprache und Überlieferungen bewahrt haben, und endlich mit seiner Bilderschrift, die die ursprüngliche Entstehung einer großen Menge von Zeichen erkennen läßt, dürfte noch mancher Aufschluß über die Entwicklungsgeschichte der Technik zu erwarten sein. Auch die Erforschung der „lebendigen Steinzeit“ der primitiven Völker und die Wissenschaft des Spatens: die Archäologie wird wohl noch einiges zur weiteren Aufklärung beitragen.

Einen gewissen Wert darf man der Parallelstellung der verschiedenen Entwicklungsstufen aus prähistorischer Zeit, von primitiven Menschen und von Kindern

¹⁾ Ernst Mach, „Kultur und Mechanik“. Stuttgart 1915, S. 22.

kultivierter Völker allerdings nicht absprechen. Bei der Verwertung von Experimenten, die mit Kindern gemacht werden, wären jedoch stets Massenversuche vorzunehmen und Durchschnittsergebnisse zu benutzen.

Im Anschluß an diese allgemeinen Ausführungen sollen hier eine Anzahl von Gegenständen und Verfahren, wie auch einige Probleme der vorgeschichtlichen und der außereuropäischen Technik besprochen werden.

Die Ethnologen haben das Gebiet der primitiven Technik schon einigermaßen bearbeitet. Sie übersahen wegen ihrer mangelnden technischen Vorbildung jedoch oft wichtige Dinge¹⁾; besonders erkannten sie niemals den durch Abstraktion zu erlangenden Zusammenhang der Mechanismen untereinander.

Reuleaux unterscheidet in seiner Kinematik²⁾ drei Arten von Umschlußpaaren: das Zylinder-, das Prismen- und das Schraubenpaar. Die Anfänge der Entwicklung dieser Gebilde reichen bis in ferne Perioden zurück, wobei in frühen Zeiten freilich von einem vollkommenen Umschluß keine Rede sein kann; oft tritt sogar ein Teil des Paares nur allein auf.

Beim Aufkommen der Drehbewegung, die, wie wir früher sahen, für die spätere Entwicklung der menschlichen Technik von größter Bedeutung wurde, fehlte anfänglich das Zylinderpaar (Zapfen und Lager) gänzlich. Primitive Drehbewegungen bestehen darin, daß bei ihnen ein fester Körper an einer Schnur im Kreise geschwungen wird (z. B. beim Schwirrholtz und bei der Schleuder), oder daß der Körper an einem Faden hängt und diesen durch Drehung tordiert (z. B. bei der Spindel). Im Anfange tritt auch bei den technischen Vorrichtungen, bei denen eine Achse in Rotation versetzt wird, wie beim Bohren, wälzende und nicht gleitende Bewegung auf, indem die Hände die Achse (die Bohrspindel) quirlartig hin und her drehen; später erfolgt der Antrieb der Bohrspindel durch eine Schnur, die man hin und her zieht, wobei jene durch ein Stück, das man oben gegen deren Kopf preßt, geführt und beschwert wird. An dieser Druckstelle entstand wohl das erste Lager, das die Menschheit verwendet hat.

Ein großer Fortschritt in der Entwicklung der Drehbewegung wurde durch die Erfindung des Rades hervorgerufen. Man kann als fast sicher annehmen, daß es aus der Walze hervorging; technisch bedeutete aber das Rad insofern ein anderes Prinzip, als hiermit eine wirkliche Lagerung (wobei stets gleitende Reibung vorhanden ist) zur Anwendung gelangte, während bei der Walze, die sich zwischen der unteren Fläche des belastenden Körpers und dem Erdboden abwälzt, keine gleitende, sondern nur rollende Reibung auftritt. Weil das Rad als Stammutter sämtlicher Mechanismen mit drehender Bewegung gelten kann, so bedeutete seine Erfindung einen wesentlichen Abschnitt in der Entwicklung der Technik.

Die Benutzung des Rades ist auf den europäisch-asiatischen Kontinent beschränkt, wobei zu diesem der Mittelmeerkulturkreis mit dem nördlichen Afrika zu zählen ist; in allen übrigen Weltteilen blieb das Rad und die ganze davon abhängige technische Entwicklung unbekannt.

Über die Entstehung des Rades aus der untergelegten Walze sind verschiedene Hypothesen aufgestellt worden, ohne daß es bisher gelang, uns diese Entwicklung

¹⁾ Bisher konnte dem Verfasser dieser Arbeit beispielsweise weder von ethnologischer noch von prähistorischer Seite jemals etwas über die Methode gesagt werden, die beim Einrammen der Pfähle der auch heute noch zahlreich vorkommenden Pfahlbauten angewandt wird.

²⁾ F. Reuleaux, Theoretische Kinematik. Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens. Braunschweig 1875.

glaubwürdig darzulegen. Auf eine interessante Tatsache mag aber hierbei hingewiesen werden: Während angenommen werden muß, daß das Erfassen der Drehbewegung beim Menschen so intensiv auftrat, daß er die diese Drehbewegung benützenden Konstruktionen stets erkannte und weiter vervollkommnete, und während dies auch dadurch bestätigt wird, daß die durch die Vervollkommnung von Drehpaaren bedingten höheren technischen Gebilde, wie Wagenrad, Drehmühle, Töpferscheibe usw., stets zusammen auftreten, ist in Amerika eine wenn auch ganz primitive Form einer radartigen Konstruktion nachzuweisen, wogegen die anderen an die Benutzung von Drehpaaren gebundenen Mechanismen vollständig fehlen. In Amerika besitzen nämlich die Rollstempel eine starke Verbreitung; dies sind hölzerne oder tönerner Zylinder, die außen mit einem erhaben gearbeiteten Muster versehen sind (Fig. 2). Sie werden mit Farbe bestrichen und dann mittels der aufgelegten Hand abgewälzt. Das Abwälzen geschieht dabei derart, daß die Hand etwas gehöhlt wird, so daß nur die beiden Enden der Walze von ihr berührt und auf die Unterlage gedrückt



Fig. 2. Drei Rollstempel; links vom Rio Tiquié (aus der Sammlung Koch-Grünberg), Signatur V B 5642, rechts unten altkolumbisch, Signatur V A 9687, rechts oben altmexikanisch, Signatur IV Ca 31 488 (Museum für Völkerkunde zu Berlin).

werden; dadurch kann sich auch der Farbstoff nicht auf die Hand, sondern nur auf die Unterlage übertragen. Die Altkolumbier besaßen aber außerdem Rollstempel, die an ihren Stirnflächen mit kleinen Zapfenansätzen versehen waren, und es ist wahrscheinlich, daß diese so benützt wurden, daß man die beiden Zapfenansätze zwischen dem Daumen und einem Finger einer Hand faßte und den Stempel auf diese Weise abwälzte. Dies stellt, rein kinematisch genommen, bereits einen zwischen zwei festen Punkten gelagerten Zylinder vor, und das isolierte Vorkommen eines solchen wenn auch nur ganz unvollkommen ausgebildeten Drehpaarmechanismus ist um so merkwürdiger, als Rollstempel überhaupt in den anderen Weltteilen nur äußerst selten (z. B. auf den Fidschiinseln zum Bedrucken des Tapastoffes) nachzuweisen sind.

Eine Vorrichtung, die eine ähnliche Konstruktion wie die der Rollstempel mit Zapfenansätzen besitzt, stellen die babylonischen Siegelzylinder dar, aber hier rotiert der hohle Zylinder um eine durchgesteckte Achse, und dies bedeutet eine höher entwickelte Form des Rades, denn wir können bei dessen Werdegang stets diejenige Bauart als primitiveren Typus nachweisen, bei der Rad und Achse aus einem Stück gebildet sind.

Der Rollstempel ist auch insofern merkwürdig, als er bereits die Anfänge einer Reproduktionstechnik darstellt. Flache Stempel, die die öftere schnelle Wiederholung eines Musters gestatten, finden sich bei vielen Völkern. Mit dem Ersatz dieser flachen Stempel durch die Rollvorrichtung, wurde aber in jenem primitiven Entwicklungsstadium der Technik prinzipiell genau derselbe Fortschritt vollzogen, wie er später beim Übergange vom Flachdruck zum Rotationsdruck geschah.

Die amerikanischen Rollstempel dienen dazu, um den Körper der Indianer mit eigenartigen Mustern zu bemalen, und auch hier mag es als besonders interessant für die Anfänge einer Reproduktionstechnik gelten, daß die rasche Vervielfältigungsmethode durch diesen Apparat nur zum „Skizzieren“ dient, und daß die mit dem

Rollstempel erzielten Muster später mit einem am Ende mit Baumwolle umwickelten Malstäbchen noch sauber nachgezogen werden¹⁾.

Ebenso wie die Entwicklung der Mechanismen mit Zylinderpaaren ließe sich auch die der Konstruktionen mit Prismenpaaren darstellen, obwohl diese viel seltener vorkommen; sie sind bisher auch wenig untersucht worden.

Viel Bemerkenswertes ist dagegen über die Entwicklung und Verbreitung der Schraube zu berichten. Den Ethnologen ist es schon vor langer Zeit aufgefallen, daß die Eskimo die Schraube verwenden, und es sind hierüber verschiedene Arbeiten veröffentlicht worden. Manche dieser Arbeiten, darunter auch die letzte von Porsild²⁾, vertraten dabei die Ansicht, daß die Eskimo die Schraube selbständig erfunden und nicht übernommen hätten. Laufer³⁾ sieht dies in seiner Erwiderung auf den Porsildschen Aufsatz jedoch keineswegs als erwiesen an, denn die Schraube der Eskimo könnte auch sehr leicht von den in Grönland seit langem angesiedelten Normannen übernommen worden sein⁴⁾. Untersuchen wir das Vorkommen der Schraube in verschiedenen Ländern und Zeiten, so finden wir, daß dieses geometrische Gebilde im Anfange keineswegs als Umschlußpaar auftritt, sondern daß nur ein Teil des Körperpaares vorhanden ist, und daß die Vorrichtung in frühen Zeiten keineswegs in einer der späteren technischen Verwendung auch nur entfernt ähnlichen Weise benutzt wird. Die Schraubenlinie kommt als Ornament sehr häufig vor; in vorgeschichtlichen Zeiten finden wir sie beispielsweise an Halsringen, wobei der Ringkörper schraubenförmig verdreht ist. Hoernes sagt darüber⁵⁾: „Unter den charakteristischen Formen der (nach O. Montelius) sechsten Stufe der skandinavischen Bronzezeit, die etwa von 650—500 v. Chr. währte, sind . . . die teils flacher, teils tiefer gefurchten ‚Wendelringe‘, d. h. Halsreifen mit schraubiger, jedoch in der Richtung der Schraubenwindungen mehrfach wechselnder Torsion, hervorzuhoben.“ Ebenso häufig findet man in prähistorischer Zeit Armringe, die als Ganzes einige Schraubenwindungen darstellen, und die Fig. 3 zeigt einen beim Bogenschießen verwendeten Armschützer aus Buka, der ebenfalls schraubenförmig gewunden ist.

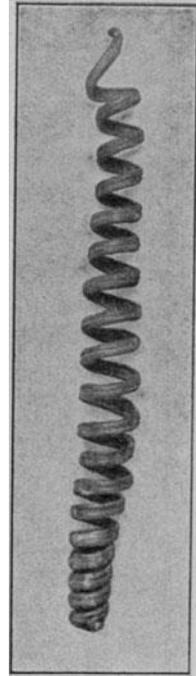


Fig. 3.
Armschutz gegen den Schlag der Bogensehne aus Buka (Salomoninseln). Museum für Völkerkunde zu Berlin, Signatur VII G 91.

¹⁾ Nach einer freundlichen brieflichen Mitteilung von Herrn Professor Dr. Theodor Koch-Grünberg in Stuttgart.

²⁾ Morten P. Porsild, „The Principle of the Screw in the Technique of the Eskimo“. *American Anthropologist*, Lancaster (Pa.) 1915, N. S. vol. 17, S. 1—16. In dem Aufsatz bringt Porsild eine große Anzahl Abbildungen, die die Verwendung von Schrauben bei Geräten der Eskimo an Gegenständen, die sich in amerikanischen Museen befinden, zeigen.

³⁾ Berthold Laufer, *The Eskimo Screw as a Culture-Historical Problem*. *American Anthropologist*, Lancaster (Pa.) 1915, N. S. vol. 17, S. 396—406.

⁴⁾ In dieser Erwiderung fällt Laufer eine sehr scharfe Kritik über die Abhandlung „Schraube“ in dem Feldhausschen Lexikon „Technik der Vorzeit, der geschichtlichen Zeit und der Naturvölker“, Leipzig und Berlin 1914, Sp. 981 ff. Es ist aber sicher falsch, wenn er meint, daß die von Feldhaus erwähnten Spindeln des nördlichen Himalayagebietes nicht mit einem Schraubengewinde, sondern nur „with grooves of concentric circles which have nothing to do with the threads of a screw“ versehen sind. Die in diesem Aufsatz wiedergegebene Abbildung einer solchen Spindel beweist das Gegenteil.

⁵⁾ Dr. Moritz Hoernes, *Kultur der Urzeit, II. Bronzezeit*. Leipzig 1912, S. 108.

Eigenartig erscheint die schraubenförmige Gestaltung einer Pfeilspitze der Catauixi vom Tapuafluß in Südamerika (Fig. 4). Diese Spitze wird vergiftet benutzt, so daß die Rillen leicht als Giftzüge gedeutet werden könnten, wenn solche Züge nicht auch häufig bei vergifteten Pfeilspitzen ganz fehlten. Auch an ein Einbohren der Spitze in den getroffenen Körper könnte man denken; der Pfeil

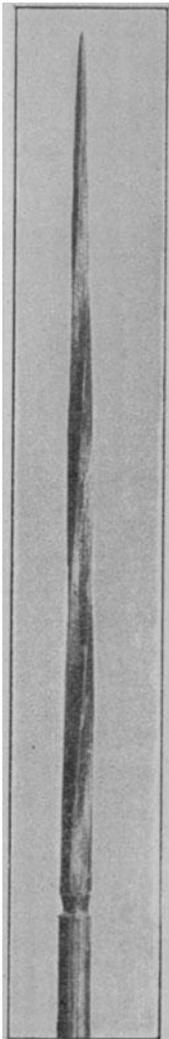


Fig. 4.

Fig. 4. Spitze eines Pfeiles der Catauixi am Rio Tapaua (Südamerika). Museum für Völkerkunde zu Berlin, Signatur V B 1964.

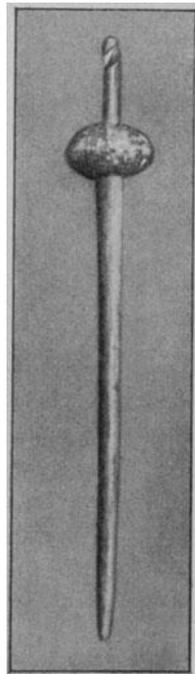


Fig. 6.

Fig. 5. Spindel der Karakirgisen (Russisch-Turkistan). Museum für Völkerkunde zu Berlin, Signatur I B 3335.

Fig. 6. Pflöck aus Walroßzahn der Eskimo (alter Typus). Museum für Völkerkunde zu Berlin, Signatur IV A 8464.

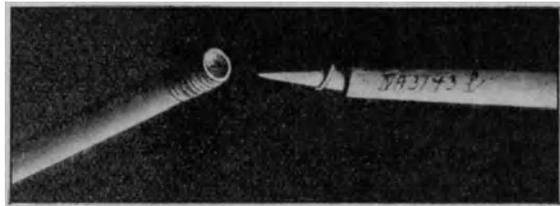


Fig. 7. Verbindungsschraube an einem Eskimopfeile. (Die Mutter ist zum Schutze gegen das Platzen umwickelt.) Museum für Völkerkunde zu Berlin, Signatur IV A 3143.

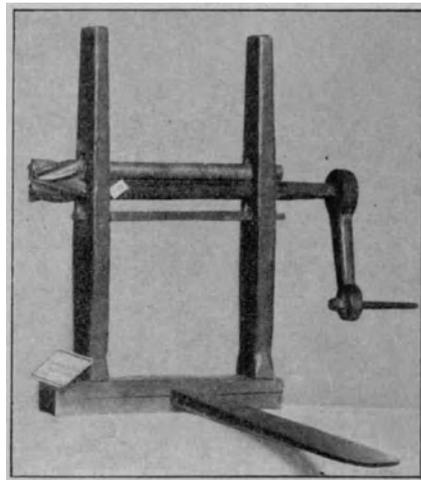


Fig. 8. Baumwollentkernmaschine aus Kambodscha. Museum für Völkerkunde zu Berlin, Signatur I C 23407.

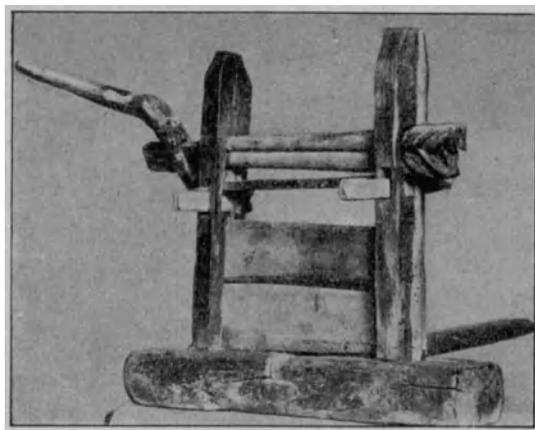


Fig. 9. Baumwollentkernmaschine aus Chinesisch-Turkistan. Museum für Völkerkunde zu Berlin, vorläufig ohne Signatur.

besitzt aber keine Fiederung, so daß eine regelrechte Rotationsbewegung ausgeschlossen ist.

Eine richtige technische Ausbildung der Schraube zeigen einige entwickeltere Formen, bei denen allerdings auch nicht von einem wirklichen Vorhandensein einer Mutter gesprochen werden kann. Fig. 5 zeigt eine Spindel der Kirgisen. Die Spindel besitzt am oberen Ende einen kleinen, schraubenförmigen Ansatz, und wenn wir uns erinnern, daß der Faden um dieses obere Ende schraubenförmig herumgelegt und dort befestigt wird, so erkennen wir, daß hier die Schraubenform bereits aus der beim technischen Prozeß auftretenden Bewegungsrichtung heraus geschaffen wurde. Eine sehr schöne Ausbildung der Schraube zeigt Fig. 6. Es ist ein Pflock, den die Eskimo zum Verstopfen der den Seehunden durch die Harpunen verursachten Wunden benutzen. Die Schraube wird in die Wunde eingebohrt; sie schafft sich also hierbei selbständig ihre Mutter in der harten Tierhaut. Entwickelter ist die Schraubenkonstruktion, die in Fig. 7 wiedergegeben ist; sie dient zur Verbindung einer Pfeilspitze mit dem Schaft. Schraube und Mutter sind hierbei vorhanden, wenn auch noch nicht geometrisch vollkommen ausgebildet.

Eine sehr hohe Entwicklung hat die Schraube anscheinend in Indien erfahren, was wir an den komplizierten Schraubenradübersetzungen der im ganzen indischen Kulturkreise verbreiteten Baumwollentkernmaschinen erkennen können. Fig. 8 zeigt uns eine solche Vorrichtung aus Kam-

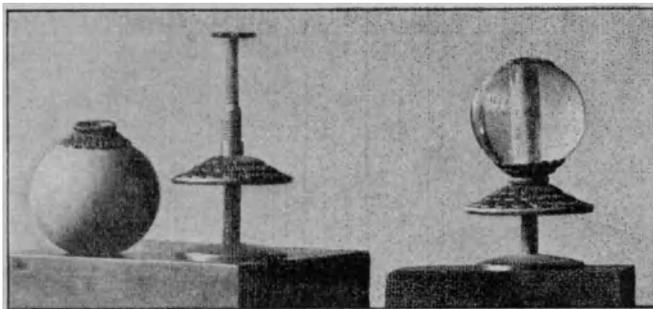


Fig. 10. Chinesische Mützenrangabzeichen. Museum für Völkerkunde zu Berlin, Signatur I D 2708 und I D 2712.

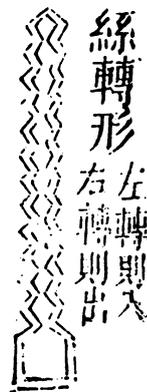


Fig. 11. Gewehrverschlussschraube. San-ts'ai-t'u-hui 1609.

bodscha (Hinterindien), Fig. 9 eine gleiche Maschine aus Chinesisch-Turkistan. Bei diesen Apparaten werden die Baumwollflocken zwischen den beiden Walzen hindurchgezogen und auf diese Weise die Kerne abgesondert. Die Bewegungsübertragung von einer Walze auf die andere durch Schraubenräder, die in Indien vermutlich auf ein hohes Alter zurückblickt, ist um so merkwürdiger, als solche Schraubenräder mit parallel stehenden Achsen in Europa anscheinend sehr spät (wahrscheinlich erst zu Beginn des 19. Jahrhunderts) verwendet worden sind. Auch Befestigungsschrauben kommen vor, z. B. bei einer Art Ohrschmuck für Frauen in Südindien (Museum für Völkerkunde zu Berlin, Signatur I C 5957 und I C 5960).

In China scheint man die Schraube ursprünglich nicht gekannt zu haben. Heute finden wir sie zwar öfters, z. B. an den in Fig. 10 dargestellten Mützenknöpfen,

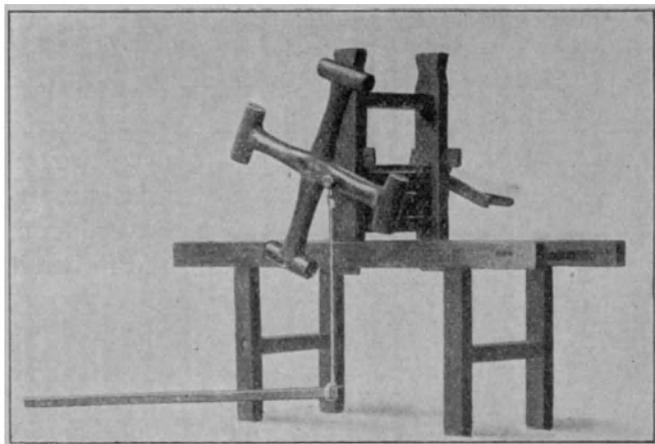


Fig. 12. Modell einer chinesischen Baumwollentkernmaschine (mit Handkurbel, Tretkurbel und Schwungkrenz) aus der Provinz Shantung. Museum für Völkerkunde zu Leipzig, Signatur O As 7467.

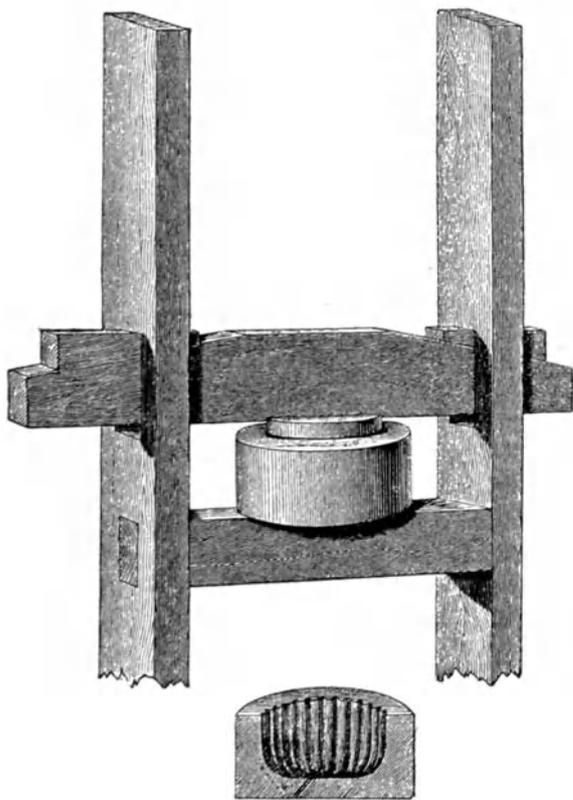


Fig. 13. Japanische Keilpresse zur Gewinnung von Pflanzentalg nach J. J. Rein, „Japan“ Bd. 2, Leipzig 1886.

und Araber standen der neugegründeten Sternwarte vor.“

Wir können also sehr wohl annehmen, daß damals besonders durch die abend-

¹⁾ San-ts'ai-t'u-hui. Das Weltall in Bildern. Enzyklopädie verfaßt von Wang Ch'i aus Yün-chien 1609.

²⁾ Pflugk - Harttungs Weltgeschichte, Bd. 3, Berlin 1910, S. 558.

die als Beamtenrangzeichen Verwendung finden. Man erkennt, daß der kleine Messingbolzen außen und innen mit einem sehr feinen Schraubengewinde versehen ist.

Aus älterer Zeit finden wir eine Schraube in der chinesischen Enzyklopädie San-ts'ai-t'u-hui vom Jahre 1609 dargestellt¹⁾; es ist die hintere Rohrverschlußschraube (Schwanzschraube) eines Feurgewehrs (Fig. 11). Aber abgesehen davon, daß diese Art von Flintenkonstruktion sicher auf europäischen Ein-

fluß hindeutet, muß es überhaupt als fraglich dahingestellt werden, ob durch den innigen Kontakt, der zur Zeit des großen Mongolenreiches unter Khubilai Khan (Ende des 13. Jahrhunderts n. Chr.) mit dem Abendlande eintrat, nicht auch ein Austausch zwischen chinesischer und europäischer Technik stattgefunden hat. Über diese Beziehungen sagt A. Conrady²⁾: „Chinesische Ingenieure, Astronomen und Ärzte waren in Persien und Mesopotamien beschäftigt, und chinesische Arbeiter, zumal Feuerwerker, weithin gesucht, indes der Westen . . . lombardische Ärzte und persische Händler nach China sandte und Deutsche, Franzosen, Polen, Böhmen, Ungarn, Italiener europäische Handwerke dorthin verpflanzten . . . Denn die Vorurteilslosigkeit des großen Kublai begünstigte gerade abendländische Geschicklichkeit, und so finden wir z. B. den Pariser Goldschmidt Guillaume Boucher als seinen Hofjuwelier, ein Deutscher baute ihm Belagerungsmaschinen, und Perser

ländischen Arbeiter auch die Benutzung der Schraube nach China übertragen wurde. Übrigens scheint sogar die Zeichnung aus dem „San-ts'ai-t'u-hui“ direkt auf europäische Vorbilder zurückzugehen, obwohl sich solche für die verschiedenen in dem Werke enthaltenen Maschinenabbildungen bisher noch nicht finden ließen. Denn unmittelbar neben der Schraubenzeichnung finden wir einen (hier nicht mitabgebildeten) Teil eines Gewehrschaftes dargestellt, der oben abgebrochen erscheint. Dieses



Fig. 14.
Maniokpresse
aus Guayana.
Museum für
Völkerkunde
zu Berlin,
Signatur V A
10 369.

Abbrechen einer Zeichnung ist typisch europäisch, und deshalb muß auch hier auf abendländische Beeinflussung geschlossen werden. Auf das ursprüngliche Fehlen der Schraube in China deuten aber noch zwei andere Umstände. Die früher dargestellten indischen Baumwollentkernmaschinen

kommen auch in China vor, und diese sind, weil die Baumwolle dorthin von Indien aus eingeführt wurde, jedenfalls indischen Ursprungs. Bei der chinesischen Ausführung (Fig. 12) fehlt aber die Schraubenübersetzung, und jede Walze wird gesondert, die obere von Hand aus, die untere durch den Fuß, angetrieben. Hier würde demnach das Verlorengelassen dieser Schraubenübersetzung bei der Wanderung der Maschine aus Indien nach China deutlich auf den besonderen Widerstand der Chinesen gegen die Annahme eines ihnen vollkommen fremden Mechanismus hindeuten.

Auch die Pressen werden in China niemals durch Schraubenspindeln, sondern stets durch Keile angetrieben. Fig. 13 zeigt uns eine so konstruierte primitive Presse aus Japan zur Gewinnung von Pflanzentalg, die mit der chinesischen Bauart genau übereinstimmt.

Im Anschluß hieran bringen wir eine andere eigenartige Ausführung von Pressen, die im südlichen Amerika im Arowakengebiet Verwendung findet. Sie besteht aus einem geflochtenen Schlauch, bei dem die einzelnen Lagen schraubenförmig verlaufen (Fig. 14). Zieht man dieses Schlauchgeflecht an den beiden Enden in entgegengesetzter Richtung, so verengt es sich sehr stark, und der darin befindliche Inhalt wird ausgedrückt. Diese Pressen dienen zur Bereitung des Maniokmehls, vor allem zu dem hierbei notwendigen Entgiftungsprozeß. Die Wurzeln der Pflanzen werden erst geschabt und gerieben und zu einem wässrigen Brei angerührt; darauf wird der Brei in den geflochtenen Schlauch gefüllt und

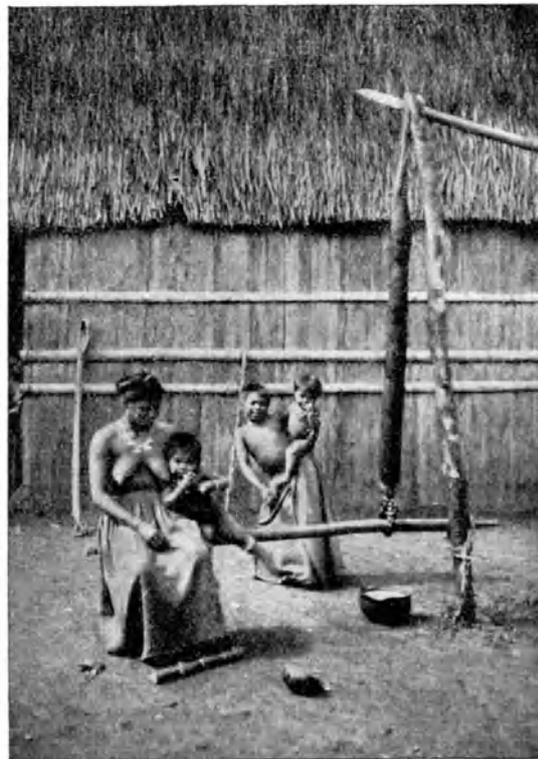


Fig. 15. Maniokpresse im Betrieb.

dieser an einem einfachen Gerüst aufgehängt (Fig. 15). Die Belastung geschieht durch einen langen Hebel, auf dessen äußerstes Ende sich möglichst die ganze Familie setzt; auf diese Weise wird das giftige Wasser ausgepreßt und hierauf das Mehl an der Sonne gedörnt. Es hat sicher außerordentlich lange Zeit gedauert, bis ein Volksstamm einen solchen technisch verhältnismäßig komplizierten Entgiftungsprozeß in dieser immerhin recht vollkommenen Weise durchzuführen lernte.

In China hat die Technik von alters her schon einen hohen Stand der Entwicklung erreicht. Der Straßenbau erfuhr beispielsweise seit Jahrhunderten, wenigstens im Norden des Landes, eine eifrige Pflege, und Marco Polo, der China am Ende des 13. Jahrhunderts bereiste, berichtet, daß dort das Verkehrswesen damals weit großartiger entwickelt war als in Europa. Auch der Wagen ist in China sehr

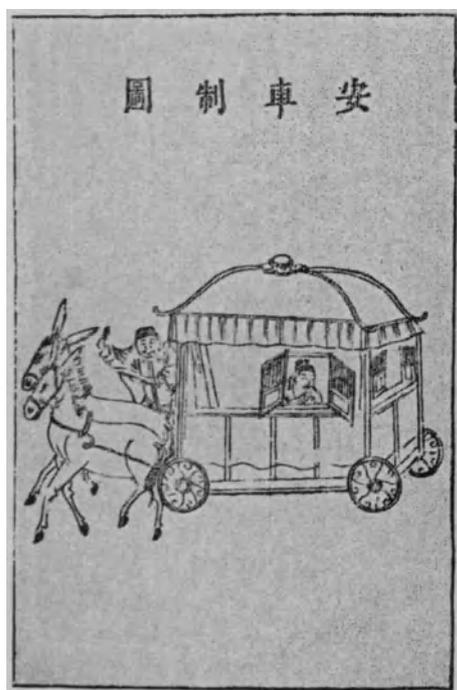


Fig. 16. Reisewagen. San-ts'ai-t'u-hui 1609, Abt. 6, Buch 5, Blatt 22 a.

alt; hauptsächlich wird er in einer zwei- oder einrädigen Ausführung gebraucht. Fahrzeuge mit vier Rädern wurden, wie das Bild eines bequemen Reisewagens zeigt (Fig. 16), früher ebenfalls benutzt, wenn sie auch heute fast ganz verschwunden sind. Die Wagenfederung fehlt allerdings (sie wurde erst Ende des 18. Jahrhunderts von Europa aus in China eingeführt), und es ist auch fraglich, ob China es zur Konstruktion einer schwenkbaren Vorderachse gebracht hat. Vielleicht mag diese allerdings wegen der tiefen Geleise, die durch den starken Verkehr überall in die Straßen gegraben wurden, nicht so notwendig gewesen sein.

Diese tiefen Geleisspuren brachten übrigens noch eine andere merkwürdige Erscheinung hervor, von der Richthofen Mitteilung macht¹⁾. Er schreibt: „In dem Dorfe Schi-kia vor dem Passe in der Nähe von Litiang-pu werden die Wagenachsen gewechselt. Während nämlich sonst in China alles gleichmäßig ist und die Wagen sich auch vollkommen gleichen, haben die in Shansi, Shensi und

den weiter westlich gelegenen Provinzen eine etwa um 20 cm breitere Spur als im östlichen Teil von China. Es müssen daher alle durchziehenden Wagen hier ihre Achsen wechseln. Eine Anzahl derselben liegen bereit und werden in kurzer Frist befestigt“²⁾.

Es mutet eigenartig an, daß der menschliche Geist hier, wenn auch in ziemlich primitiver Weise, eine ähnliche technische Einrichtung geschaffen hat, wie sie im Abendlande beim Übergange von Eisenbahnwagen von der westeuropäischen auf die russische Spurweite und umgekehrt benutzt wird. (Bei Ausbruch des jetzigen Krieges standen an drei deutsch-russischen Grenzstationen Vorrichtungen zum schnellen Auswechseln der Wagenachsen nach dem System Breitsprecher in Verwendung.)

¹⁾ v. Richthofens Tagebücher aus China, Berlin 1907, Bd. 1, S. 546.

²⁾ Es wäre sehr zu wünschen, wenn solche eigenartige technische Gegenstände vor ihrem völligen Aussterben von ethnographischen oder technischen Museen gesammelt würden.

Fig. 17 zeigt eine interessante Übergangsform zwischen Sänfte und Wagen. Das Gefährt, das heute auch in Korea schon fast verschwunden ist, besitzt in der Mitte eine lange Stütze, an der unten ein Rad befestigt ist. Man wird die Type allerdings nicht als eine Übergangsform zwischen der Sänfte und dem gewöhnlichen Wagen ansehen dürfen, wohl aber als eine solche zwischen der Sänfte und den in Ostasien sehr häufig vorkommenden Einradkarren. Diese weisen einige Ähnlichkeit mit dem europäischen Schubkarren auf (Fig. 18). Die Last wird jedoch sowohl rechts und links als auch vor und hinter dem Rade genau ausbalanciert, so daß der das Gefährt schiebende Mann durch kein Belastungsgewicht in Anspruch genommen wird. Solche Einradkarren trifft man auf den weiten Landstraßen Chinas manchmal mit einem Segel ausgestattet an.



Fig. 17. Koreanischer Sänftenwagen.

Auch die Waffentechnik erreichte im Lande der Mitte schon in alten Zeiten eine hohe Entwicklung. Die Armbrust ist dort wahrscheinlich älter als in allen anderen Gebieten des Erdballs, und um Christi Geburt wird diese Waffe schon in sehr vollendeter Bauart benutzt. Fig. 19 zeigt ein Armbrustschloß vom Typus der Hanzeit (206 v. Chr. bis 221 n. Chr.) nach einem Exemplar, das sich in Berlin im Museum für Völkerkunde (Signatur: I D 24 932) befindet.



Fig. 18. Chinesischer Einradkarren.

Das Schloß ist aus Bronze gefertigt und in der Abbildung links im Auf-, Grund- und Kreuzriß dargestellt. Rechts erkennt man einen Längsschnitt durch das Schloß und die einzelnen Teile. Von beweglichen Stücken sind drei vorhanden. Um den linken

Bolzen schwingt Teil *B*; er greift sowohl in den Abzug *C* als auch in den Teil *A* ein, die beide um den rechten Bolzen drehbar angeordnet sind. Oben in der Kerbe vor

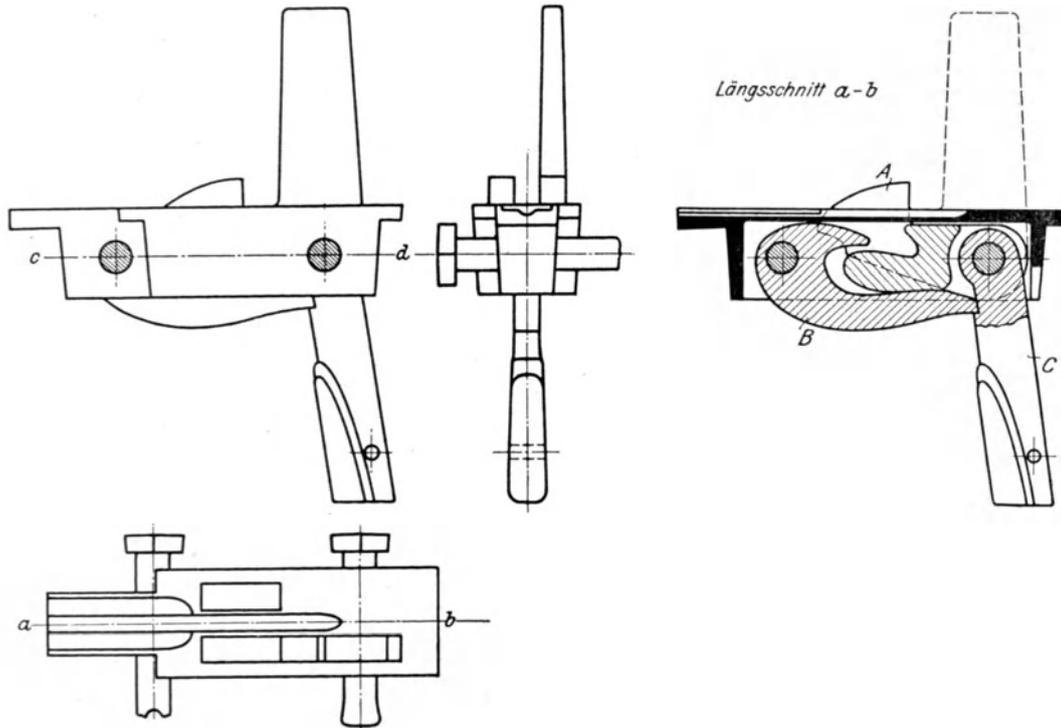


Fig. 19. Armbrustschloß. Typus der Hanzeit (206 v. Chr. bis 221 n. Chr.).

den zwei zahnartigen Ansätzen liegt die Sehne und sucht das Stück *A* nach links abwärts (entgegengesetzt dem Sinne des Uhrzeigers) zu drehen. Hierbei drückt der Mittelteil von Stück *A* auf den Teil *B*, der aber durch den Abzugebel *C* fixiert ist. Wird dieses Stück *C* durch den Finger nach rechts gezogen, so werden die Teile *B* und *A* frei, und die Sehne schnellt ab. Es ist leicht einzusehen, daß der Abzugebel deswegen durch einen elastischen Körper stets nach links gedrückt werden muß, und das kleine Loch, das sich in diesem Hebel unten befindet, macht es wahrscheinlich, daß hier ein Zugorgan in Form einer Schnur angegriffen hat. Da elastische Zugorgane, wie Gummischnüre, in China niemals verwendet wurden, so rekonstruierte der Verfasser dieses Aufsatzes die Waffe nach Fig. 20 derart, daß die Schnur durch eine dünne, unten am Schaft der Armbrust eingesetzte Bambusfeder stets gespannt erhalten bleibt¹⁾. Die rekonstruierte

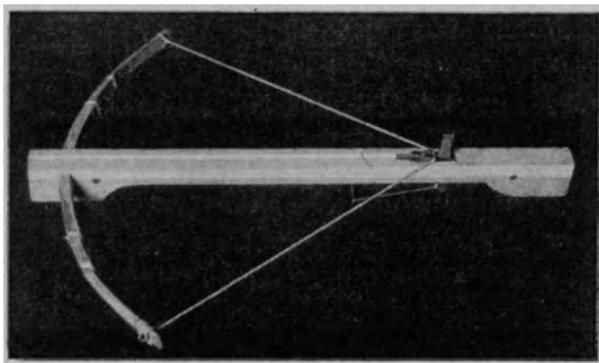


Fig. 20. Rekonstruktionsmodell einer Armbrust der Hanzeit (206 v. Chr. bis 221 n. Chr.).

1) Vgl. „Die Armbrust in Ostasien“, Zeitschrift für historische Waffenkunde, Dresden 1916, Heft 6/7, S. 155—183.

Waffe arbeitete ohne Anstand, und man kann wohl annehmen, daß die chinesische Armbrust der Hanzeit, wenn auch nicht genau der Form, so doch ihrer Bauart nach ähnlich wie diese Rekonstruktion ausgesehen hat.

Wahrhaft Großartiges wurde in China im Altertume auf dem Gebiete des Befestigungswesens geleistet. Die berühmte „Große Mauer“, die vom Kaiser Shih-huang-ti in zehnjähriger Arbeit von 213—203 v. Chr. errichtet wurde, besitzt, eingerechnet einer im 2. Jahrhundert v. Chr. gegen Westen zu ausgeführten Verlängerung, eine Ausdehnung von rund 2600 km; dies entspricht etwa der Entfernung London—Konstantinopel. Die Fig. 21—24 geben mehrere Ansichten des großartigen Bauwerkes wieder, von dem, wie Fig. 25 zeigt, heute allerdings schon einzelne Strecken in Trümmern liegen. Über eine beim Bau verwandte Gründungsmethode, von der man beim Überschreiten von Flüssen Gebrauch machte, wird berichtet, daß „verschiedene mit Eisen beladene Schiffe ins Wasser versenkt wurden, die statt eines Grundes für die Mauer dienen sollten“¹⁾. An eine Kastengründung darf man dabei freilich

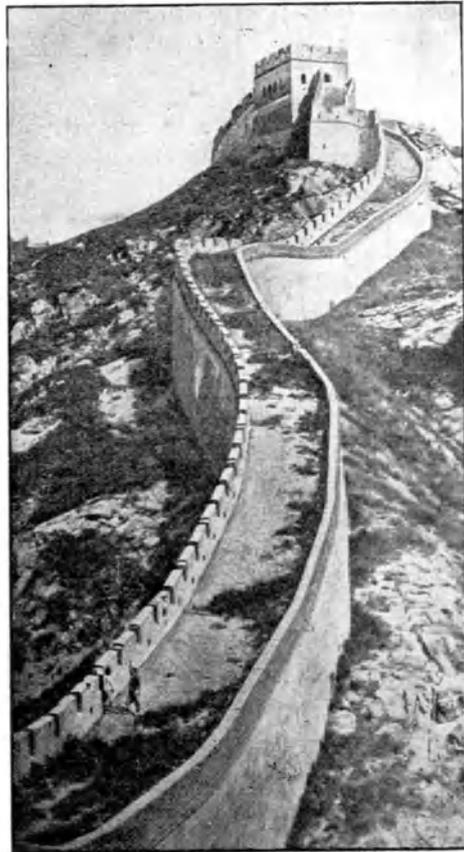


Fig. 21. Die Große Mauer beim Nan-k'ou-Passe.

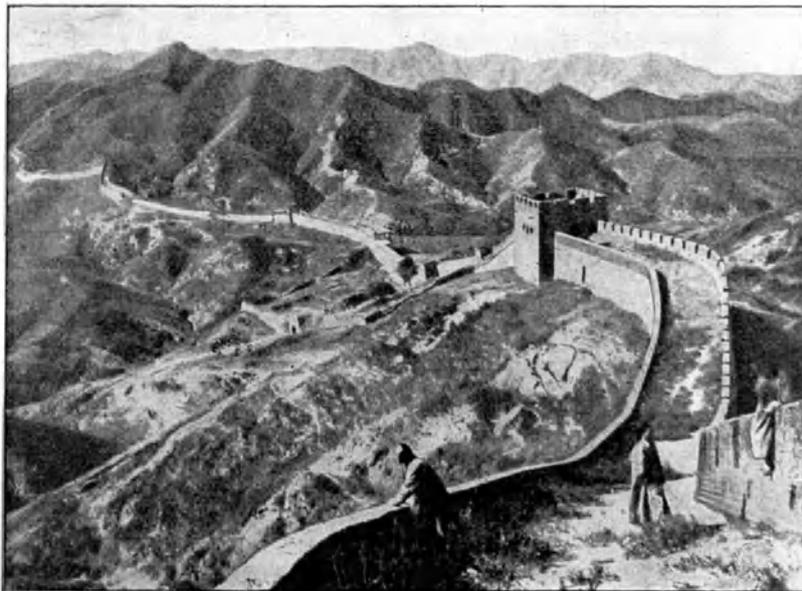


Fig. 22. Die Große Mauer am Nan-k'ou-Passe mit dem Pa-ta-ling-Tore.

¹⁾ Du Halde, Ausführliche Beschreibung des chinesischen Reiches. Teil 1. Rostock 1747, S. 40.

nicht denken; denn die Taucherglocke ist in Ostasien bis in die jüngste Zeit hinein unbekannt geblieben. Eher vielleicht an die Errichtung eines Pfeilers auf einem großen Schiffe, das man dann durch Anbohren auf den Grund des Flusses hinabließ. Die „Große Mauer“ wurde als Abwehr gegen die Hunnen

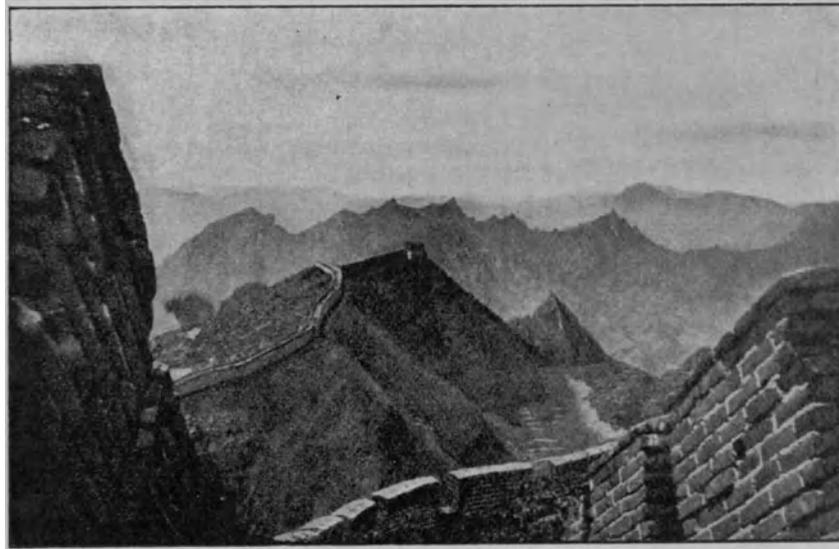


Fig. 23. Die Große Mauer bei Lien-hua-chih.

erbaut, und sie hat ihren Zweck vollkommen erfüllt, denn die zentralasiatischen Reiterhorden wandten sich, als sie auf diese Weise ihren Weg gegen Osten versperrt fanden, nach Westen. So wurde diese riesige Befestigungsanlage mit die Ursache zur europäischen Völkerwanderung.

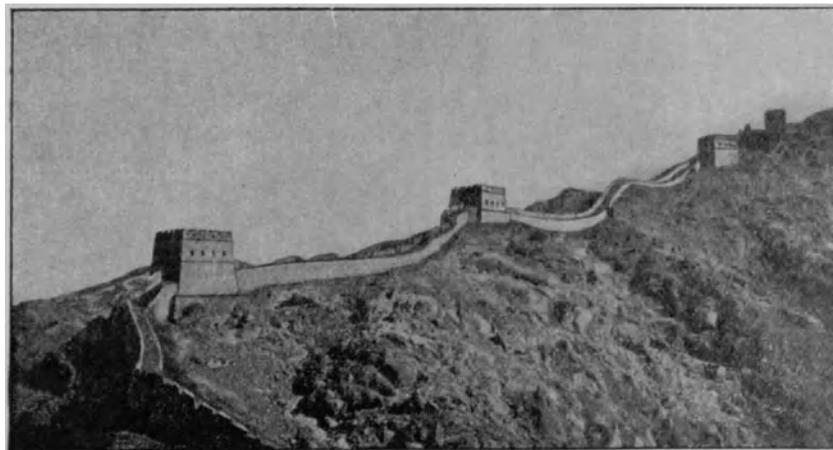


Fig. 24. Die Große Mauer bei Ch'a-chien-k'ou.

Als ein Beispiel für eine eigenartig hohe Entwicklung der Vervielfältigungstechnik während einer niedrigen Metallzeitstufe mag die in Fig. 26 wiedergegebene Steinmatrize gelten; sie stammt aus Kolumbien. Die Altkolumbier, die bei ihrer Entdeckung durch die Europäer in der Bronzezeit lebten, verfertigten mit Hilfe solcher Steinmatrizen eine große Anzahl von gleichartigen Schmuckstücken aus

Goldblech. Die Figur ist aus dem Stein sehr sorgfältig herausgearbeitet; das dünn-
geschlagene Goldblech wurde auf die Steinform gelegt und mit einem ziemlich
weichen Gegenstande aufgedrückt und eingeschlagen. Es ist ein richtiges Stanz-
verfahren, bei dem allerdings
der bei der vervollkommneten
Durchführung des Prozes-
ses vorhandene zweite Teil:
die Patrize, noch nicht aus-
gebildet ist. Diese hohe Stufe
der Reproduktionstechnik be-
rührt während einer verhält-
nismäßig niederen Epoche der
technischen Entwicklung um
so merkwürdiger, als solche
Matrizen in keinem anderen
außereuropäischen Gebiete zu
finden und auch in der euro-
päischen Vorzeit unbekannt
sind.

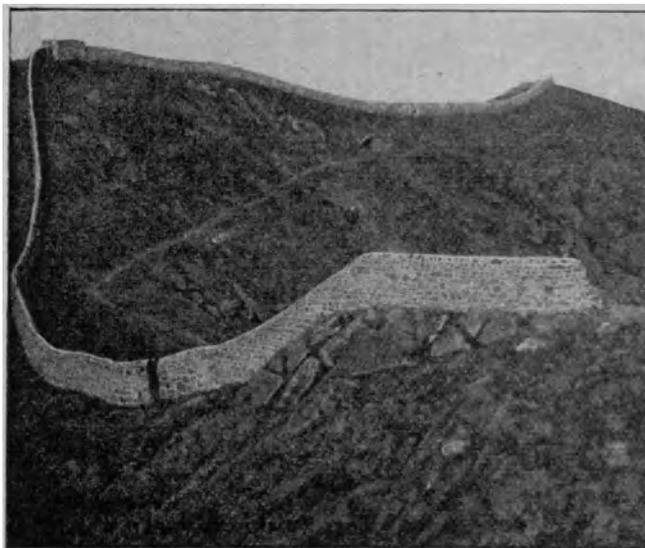


Fig. 25. Verfallener Teil der Großen Mauer.

Zum Schlusse seien noch
einige Pfeiltypen aus Afrika
besprochen, an denen sich
sehr schön die verschiedenen Ausführungsformen dieser Waffe erkennen lassen¹⁾.
Die Urform ist durch ein einfaches, zugespitztes Stäbchen ohne jede Fiederung
gegeben. Die weitere Entwicklung zeigt die Ausbildung der Spitze durch Benutzung
von hartem, widerstandsfähigem Material und durch entsprechende Gestaltung.

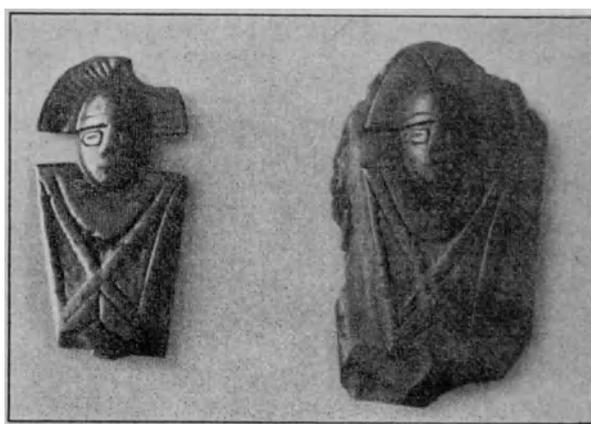


Fig. 26. Altkolumbische Steinmatrize (rechts) und
damit hergestellte Blechfigur (links). Museum für
Völkerkunde zu Berlin, Signatur V A 2083.

Statt Holz kommen Stein, Knochen und endlich Metall zur Verwendung, und die
Formgebung ist durch die Ausbildung von Widerhaken gekennzeichnet. Ein
weiterer Fortschritt ist durch die Benutzung von vergifteten Pfeilspitzen gegeben;

¹⁾ Vgl. Karl Weule, Der afrikanische Pfeil. Leipzig 1899.

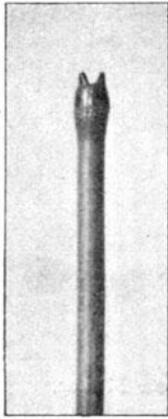


Fig. 27. Pfeil ohne Fiederung der Bari (Oberer Nil).- Museum für Völkerkunde zu Berlin, Signatur III A 720.



Fig. 28. Blattfiederung der Momou (Zentrales Kongogebiet). Museum für Völkerkunde zu Berlin, Sign. III A 1063.

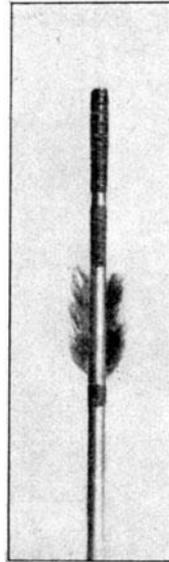


Fig. 29. Fellfiederung der Monbuttu (Zentrales Kongogebiet). Museum für Völkerkunde zu Berlin, Sign. IIIC 22407.



Fig. 30. Tangentiale Stegfiederung aus Ibo (Portugiesisch - Ostafrika). Museum für Völkerkunde zu Berlin, Signatur III E 2014.

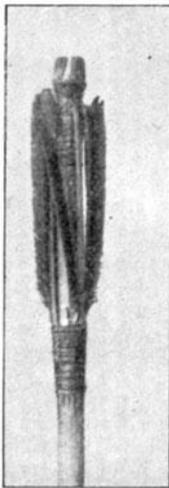


Fig. 31. Radiale Stegfiederung aus Usukuma (Deutsch-Ostafrika) (die desaxiale Stellung der einen Feder beruht auf Lädierung). Museum für Völkerkunde zu Berlin, Signatur III E 2969



Fig. 32. Wickelfiederung aus Uschaschi (Deutsch-Ostafrika). Museum für Völkerkunde zu Berlin, Signatur III E 2616.



Fig. 33. Klebfiederung der Somali. Museum für Völkerkunde zu Berlin, Signatur III E 16096.



Fig. 34. Schraubenförmige Fiederung der Basonge (Zentrales Kongogebiet). Museum für Völkerkunde zu Berlin, Signatur III C 1768.

hierbei kann man den Pfeil bereits als Träger von chemischer Energie ansehen.

Viel Interessantes bietet auch die Entwicklung der Flugsicherung. Ganz ohne Fiederung bleiben die Pfeile der Bari (Fig. 27) wie des gesamten Sudans. Bei der Urwaldform ist ein einfaches Stückchen Baublatt in einem Schlitz des Pfeilschaftes befestigt (Fig. 28), und bei dem Lendu- und Monbuttupfeile werden einige Leder- oder Fellstreifchen in beide Seiten des Schlitzes geklemmt (Fig. 29). Sehr einfach ist die Stegfiederung. Dabei sind mindestens zwei Fahnen mit unbeschnittenen Federn tangential an den Pfeilschaft gelegt und an den beiden Enden befestigt (Sambesiform, Fig. 30). Bei einem entwickelteren Typus sind die Fahnen schon radial angeordnet und deswegen natürlich nur einseitig befiedert (Ovamboform, Fig. 31). Ein weiterer Fortschritt entsteht dadurch, daß man die Fahnen mittels einer schraubenförmig um den Schaft gewickelten und zwischen den einzelnen Fiederchen durchgelegten Schnur befestigt (Fig. 32). Die Somalifiederung ist endlich dadurch gekennzeichnet, daß die Fahnen mit dem dünngeschabten Kiel mittels pflanzlichen Säften an den Pfeilschaft geklebt werden (Fig. 33). Auch eine schraubenförmige Anordnung der Pfeilfedern kommt vor (Fig. 34); freilich stehen diese hier tangential, und es ist deshalb fraglich, ob dadurch ein wirklicher „Drall“ erzielt werden kann.

Gesamtinhaltsverzeichnis

zu Band I—VII¹⁾.

- Die Maschinen des deutschen Berg- und Hüttenwesens vor 100 Jahren. Von C. Matschoß, Berlin. Bd. I S. 1
- Henry Rossiter Worthington. Skizze eines Ingenieurlebens. Von Otto H. Mueller, London. Bd. I S. 36
- Die geschichtliche Entwicklung der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in den ersten 25 Jahren. Von C. Matschoß, Berlin Bd. I S. 53
- Adolf Knaut und die fabrikmäßige Herstellung von Böden, Wellrohren und sonstigen Blechteilen für Dampfkessel. Bd. I S. 73
- Herons des Älteren Mechanik. Von Professor Dr.-Ing. Th. Beck, Darmstadt Bd. I S. 84
- Zur Geschichte der Anwendungen der Festigkeitslehre im Maschinenbau: Hat sich Watt zur Bemessung seiner Maschinenteile der Festigkeitslehre bedient? Von Professor Dr. Eugen Meyer, Charlottenburg Bd. I S. 108
- Die Entwicklung der Vakuumverdampfung. Von Dr.-Ing. K. Thelen Bd. I S. 118
- Die geschichtliche Entwicklung des Akkumulators. Von Professor Dr. Edm. Hoppe, Niendorf bei Hamburg Bd. I S. 145
- Zur Geschichte der Holzbearbeitungsmaschinen. Von Professor Dr.-Ing. Hermann Fischer, Hannover Bd. I S. 176
- Herons des Älteren Automatentheater. Von Professor Dr.-Ing. Th. Beck, Darmstadt. Bd. I S. 182
- Mein Lebenslauf als Ingenieur und Geschäftsmann. Von Dr.-Ing. Ernst Körting, Pegli bei Genua. Bd. I S. 200
- Das Museum der Gasmotorenfabrik Deutz. Ein Beitrag zur Geschichte der Gasmachine. Von H. Neumann, Berg.-Gladbach Bd. I S. 212
- Die historische Entwicklung der deutschen Seekabelunternehmungen. Von Dr. R. Hennig, Berlin Bd. I S. 241
- Matthew Boulton. Zum hundertjährigen Todestage des Begründers der Dampfmaschinenindustrie. Von Conrad Matschoß, Berlin Bd. I S. 251
- Die Einführung der Panzerung im Kriegsschiffbau und die Entwicklung der ersten Panzerflotten. Von Wirkl. Geh. Oberbaurat Professor J. Rudloff, Berlin Bd. II S. 1
- Henri Victor Regnault. Von Geheimrat Dr. Keller, München, vormals Professor in Karlsruhe. Bd. II S. 58
- Philon von Byzanz (etwa 200—260 v. Chr.). Von Professor Dr.-Ing. Th. Beck, Darmstadt. Bd. II S. 64
- Friedrich der Große in seiner Stellung zum Maschinenproblem. Ein Beitrag zur Geschichte der merkantilistischen Gewerbepolitik. Von Carl Ergang, Freiburg i. B. Bd. II S. 78
- Urkundliches zur Geschichte der Eisengießerei. Von Professor Dr. Dr.-Ing. L. Beck, Biebrich. Bd. II S. 83
- Die geschichtliche Entwicklung der Eisengießerei seit Beginn des 19. Jahrhunderts. Von Dipl.-Ing. U. Lohse, Aachen Bd. II S. 90
- Die Geschichte der Firma Gebrüder Sulzer in Winterthur und Ludwigshafen. Von C. Matschoß, Berlin Bd. II S. 148
- Die Geschichte der Gutehoffnungshütte in Oberhausen (Rheinl.). Zur Erinnerung an das 100jähr. Bestehen. Von Dr. Reichert, Duisburg-Ruhrort Bd. II S. 236
- Aus Bessemers Selbstbiographie. Von Ingenieur O. Hönigsberg, Wien Bd. II S. 271
- Zur Geschichte der Photographie. Von Dr. G. Leimbach, Göttingen Bd. II S. 294

¹⁾ Preis von Band I—V brosch. je M. 8.—, geb. je M. 10.—; von Band VI und VII brosch. je M. 6.—, geb. je M. 8.—.

- Zur Geschichte der Ingenieurtechnik des Mittelalters (Ingenieurbauwerke der Khmer). Von Baurat Curt Merckel, Hamburg Bd. III S. 1
- Gustav Adolf Hirn, sein Leben und seine Werke. Von Dr. Keller, München, vormals Professor in Karlsruhe Bd. III S. 20
- Beiträge zur Geschichte der Holzbearbeitungsmaschinen. Von Professor Dr.-Ing. Hermann Fischer, Hannover Bd. III S. 61
- Beiträge zur Geschichte der Eisenhüttenkunde. Von Oberingenieur Illies, Königshütte, O.-S. Bd. III S. 79
- Die Einführung des englischen Flammofenfrischens in Deutschland von Heinrich Wilhelm Remy & Co. auf dem Rasselstein bei Neuwied. Von Professor Dr. Dr.-Ing. Ludwig Beck, Biebrich. Bd. III S. 86
- Die Maschine von Marly. Von Carl Ergang, Doktor der Staatswissenschaften, Quedlinburg. Bd. III S. 131
- Die Rechenstäbe und Rechenmaschinen einst und jetzt. Von Ingenieur Erich Krebs, Elbing. Bd. III S. 147
- Der altgriechische und altrömische Geschützbau nach Heron dem Älteren, Philon, Vitruv und Ammianus Marcellinus. Von Professor Dr.-Ing. Th. Beck, Darmstadt Bd. III S. 163
- Beitrag zur Geschichte der mechanischen Schuhfabrikation. Von Gewerbeassessor Dr. Rehe, Breslau Bd. III S. 185
- John Wilkinson. Von H. W. Dickinson, Ingenieur am Science Museum in South Kensington, London Bd. III S. 215
- Geschichte der Königlich Preußischen Technischen Deputation für Gewerbe. Zur Erinnerung an das 100jähr. Bestehen. 1811 bis 1911. Von Conrad Matschoß, Berlin Bd. III S. 239
- Zur Geschichte der Zentralheizungen bis zum Übergang in die Neuzeit. Von Hermann Vetter (in Firma Janeck & Vetter), Berlin Bd. III S. 276
- R. Wolf, der Begründer der Maschinenfabrik R. Wolf in Magdeburg-Buckau. Von Conrad Matschoß Berlin Bd. IV S. 1
- Zur Geschichte der Königlichen Gewehrfabrik in Spandau unter besonderer Berücksichtigung des 18. Jahrhds. Von Militärbaumeister Dipl.-Ing. Wilhelm Hassenstein, Spandau. Bd. IV S. 27
- Die ersten Versuche zur Einführung der Bobbinnetfabrikation. Von Professor Hugo Fischer, Dresden Bd. IV S. 63
- Benoit Fourneyron. Von Dr. Karl Keller, München, vormals Professor in Karlsruhe. Bd. IV S. 79
- Aus der Werkstatt deutscher Kunstmeister im Anfang des 19. Jahrhunderts. (Nach alten Originalzeichnungen.) Von Conrad Matschoß, Berlin Bd. IV S. 96
- Die Geschichte der mittelamerikanischen Kanalunternehmungen. Von Dr. Richard Hennig, Berlin-Friedenau Bd. IV S. 113
- Das Materialprüfungswesen und die Erweiterung der Erkenntnisse auf dem Gebiete der Elastizität und Festigkeit in Deutschland während der letzten vier Jahrzehnte. Von Professor R. Baumann, Stuttgart Bd. IV S. 147
- Paul v. Strobach. Selbstbiographie, herausgegeben und mit Anmerkungen versehen. Von Dr. techn. Hugo Fuchs, Prag Bd. IV S. 196
- Die Entwicklung der Zahnräder. Von O. Kammerer, Charlottenburg Bd. IV S. 242
- Beiträge zur Geschichte der Werkzeugmaschinen. Von Professor Dr.-Ing. Hermann Fischer, Hannover Bd. IV S. 274
- Die Förderung der Textilindustrie durch Friedrich den Großen. Von Conrad Matschoß, Berlin. Bd. IV S. 309
- Der Einfluß des Baues der Semmeringbahn auf die Gebirgslokomotive. Von Dr. techn. Rudolf Sanzin, Wien Bd. IV S. 333
- Ludwig Franzius, Oberbaudirektor der Freien Hansestadt Bremen 1875—1903. Von G. de Thierry, Geh. Baurat, Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin Bd. V S. 1
- Die Mühle im Rechte der Völker. Von Professor Dr. Carl Koehne, Berlin Bd. V S. 27

- Johann Andreas Segner.** Von Dr. Karl Keller, München, vormals Professor in Karlsruhe. Bd. V S. 54
- Beiträge zur Geschichte der Werkzeugmaschinen.** Von Professor Dr.-Ing. Hermann Fischer, Hannover Bd. V S. 73
- Die prinzipielle Entwicklung des mitteleuropäischen technischen Baurechtes aus dem römischen Rechte.** Ein vergleichender Beitrag zur technisch-juristischen Kulturgeschichte. Von Cand. jur. Dr. phil. J. Stur, Ingenieur in Wien Bd. V S. 124
- Das Steinschloßgewehr und seine fabrikmäßige Herstellung in den Jahren 1800—1825.** Von Geh. Regierungsrat W. Treptow, Charlottenburg Bd. V S. 143
- John Haswell.** Von Dr. techn. Rudolf Sanzin, Wien Bd. V S. 157
- Ferdinand von Miller, der Erzgießer.** Zur Erinnerung an die 100. Wiederkehr seines Geburtstages. Von Conrad Matschoß, Berlin Bd. V S. 174
- Die Entwicklung der Straßenbahnwagen.** Von H. Bombe, Berlin Bd. V S. 214
- Die ersten betriebsfähigen Dampfmaschinen in Böhmen.** Ein Beitrag zur Industriegeschichte Böhmens. Von Dr. techn. H. Fuchs, Prag, und Professor Ing. A. Günther, Pilsen. Bd. V S. 230
- Geschichte der Maschinenfabrik Nürnberg.** Von Conrad Matschoß, Berlin Bd. V S. 244
- Christopher Polhem und seine Beziehungen zum Harzer Bergbau.** Von Ingenieur Otto Vogel, Düsseldorf Bd. V S. 298
- Beiträge zur Geschichte der Werkzeugmaschinen. Schmiedemaschinen.** Von Professor Dr.-Ing. Hermann Fischer, Hannover Bd. VI S. 1
- Beiträge zur älteren Geschichte der Leuchttürme.** Von Dr. Richard Hennig, Berlin Bd. VI S. 35
- Der Bickfordsche Sicherheitszünder und die Errichtung der ersten Sicherheitszünderfabrik in Deutschland.** Von Professor Hugo Fischer, Dresden Bd. VI S. 55
- James B. Francis.** Zur hundertsten Wiederkehr seines Geburtstages. Von Dr. Karl Keller, München, vormals Professor in Karlsruhe Bd. VI S. 79
- Peter Ritter von Tunner und seine Schule.** Von Hofrat Dr.-Ing. h. c. Josef Gängl v. Ehrenwerth, o. ö. Professor der k. k. Montanistischen Hochschule in Leoben Bd. VI S. 95
- Ein Beitrag zur Geschichte der Großgasmaschine.** Von Dr. Wilhelm von Oechelhaeuser, Dessau. Bd. VI S. 109
- Die Lokomotiven der vormaligen Braunschweigischen Eisenbahn, unter Mitberücksichtigung gleichartiger Lokomotiven bei anderen Bahnverwaltungen.** Von W. Nolte, Hannover. Bd. VI S. 152
- Geschichtliche Entwicklung der Berliner Elektrizitäts-Werke von ihrer Begründung bis zur Übernahme durch die Stadt.** Von Prof. Dipl.-Ing. Conrad Matschoß, Berlin Bd. VII S. 1
- Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der technischen Mechanik.** Von Dr.-Ing. h. c. und Dr. phil. h. c. A. v. Rieppel und Dr.-Ing. L. Freytag, Nürnberg Bd. VII S. 25
- Die Spurweite der Eisenbahnen und der Kampf um die Spurweite.** Ein Abschnitt aus der Entwicklungsgeschichte der Eisenbahnen. Von Dr. Karl Keller, München, vormals Professor in Karlsruhe Bd. VII S. 43
- Die geschichtliche Entwicklung der Dampfkesselaufsicht in Preußen.** Von Dipl.-Ing. Dr. jur. Hilliger, Berlin Bd. VII S. 62
- Beitrag zur Geschichte der Eisenbrücken in Ungarn.** Von Dr.-Ing. Hugo Fuchs, Prag Bd. VII S. 82
- Daniel Peres.** Lebensbild eines Vorkämpfers der Solinger Meßmachertechnik. Von Oberingenieur Franz Hendrichs, Charlottenburg Bd. VII S. 84
- Nikolaus Riggensch.** Zu seinem hundertjährigen Geburtstag. Von Dr. Karl Keller, München, vormals Professor in Karlsruhe Bd. VII S. 110
- Keltern einst und jetzt.** Von Prof. Dr.-Ing. Häußer, z. Z. im Felde Bd. VII S. 127
- Zur Geschichte der Dynamomaschine.** Die Entwicklung des Dynamobaues bei der Firma Siemens & Halske (1866 bis 1878). Von Prof. Dr. Adolf Thomälen, Karlsruhe Bd. VII S. 134
- Beiträge zur außereuropäischen und vorgeschichtlichen Technik.** Von Dr.-Ing. Hugo Theodor Horwitz, Wien Bd. VII S. 169

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie

Jahrbuch des Vereines deutscher Ingenieure

Herausgegeben von **Conrad Matschoß**

1. Band 1909. Mit 247 Textfiguren und 5 Bildnissen
2. Band 1910. Mit 356 Textfiguren und 16 Bildnissen
3. Band 1911. Mit 305 Textfiguren und 2 Bildnissen
4. Band 1912. Mit 348 Textfiguren und 7 Bildnissen
5. Band 1913. Mit 293 Textfiguren und 12 Bildnissen
6. Band 1915. Mit 183 Textfiguren und 6 Bildnissen

Preis: Band I—V je M. 8.—, in Leinwand geb. je M. 10.—; Band VI M. 6.—, in Leinwand geb. M. 8.—
Vorzugspreis für die Mitglieder des Vereines deutscher Ingenieure
von Band I—V M. 6.—, gebunden M. 7.50; von Band VI M. 4.50, gebunden M. 6.— (zuzügl. Porto)
(Inhalt von Band I—VII siehe Seite 190—192)

Die Entwicklung der Dampfmaschine

Von **Conrad Matschoß**

Zwei Bände. Mit 1853 Textfiguren und 38 Bildnissen

In Leinwand gebunden Preis M. 24.—, in Halbleder gebunden M. 27.—

Vorzugspreis für die Mitglieder des Vereines deutscher Ingenieure M. 12.—, in Halbleder geb. M. 15.—

Emil Rathenau

und das Werden der Großwirtschaft

Von

A. Riedler

Geheimer Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin

Preis M. 5.—, in Leinwand gebunden M. 6.—

Die Maschinenfabrik R. Wolf

Magdeburg—Buckau 1862—1912

Die Lebensgeschichte des Begründers, die Entwicklung der Werke
und ihr heutiger Stand

von **Conrad Matschoß**

aus Anlaß des 50 jährigen Bestehens

Mit zahlreichen Textabbildungen und 49 Tafeln. Elegant gebunden Preis M. 8.—

Lebenserinnerungen eines Ingenieurs

Von **Charles T. Porter**

Übersetzt von Dipl.-Ing. **F. und Frau E. zur Nedden**

Mit zahlreichen Textfiguren und Bildern. In Leinwand gebunden Preis M. 10.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Lebenserinnerungen von Werner von Siemens

Mit dem Bildnis des Verfassers

Wohlfeile Volksausgabe. Zehnte Auflage. In Leinwand gebunden Preis M. 2.40
Geschenkausgabe. Dritte Auflage. (Vierter unveränderter Abdruck.) In Halbleder gebunden
Preis M. 7.—

Werner Siemens

Ein kurzgefaßtes Lebensbild nebst einer Auswahl seiner Briefe

Aus Anlaß der 100. Wiederkehr seines Geburtstages

herausgegeben von

Conrad Matschoß

Zwei Bände. In Halbpergament gebunden Preis M. 20.—

Werner Siemens

Seine Person und sein Werk

1816. 1916.

Festrede, gehalten im Verwaltungsgebäude der Siemens-Werke zur hundertsten
Wiederkehr des Geburtstages von Werner Siemens (13. Dezember 1916)

von

C. Dihlmann

Preis M. 1.—

Wilhelm Siemens

Von

William Pole

Mit Porträts, Abbildungen und einer Karte

Preis M. 8.—

Lebendige Kräfte

Sieben Vorträge aus dem Gebiete der Technik

Von

Max Eyth

Zweite Auflage. Mit Abbildungen. In Leinwand gebunden Preis M. 5.—

Max Eyth

Ein kurzgefaßtes Lebensbild mit Auszügen aus seinen Schriften

von

Dipl.-Ing. Carl Weihe, Frankfurt a. M.

Nebst Neudruck von „Wort und Werkzeug“ von M. v. Eyth

Preis gebunden M. 2.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Ingenieurtechnik im Altertum

Von

Curt Merckel

Mit 261 Abbildungen und einer Karte. Elegant geb. Preis M. 20.—

Ludwig Darmstaedters

Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik

In chronologischer Darstellung

Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage

Unter Mitwirkung von Professor Dr. R. du Bois-Reymond und Oberst z. D. C. Schaefer
herausgegeben von Professor Dr. L. Darmstaedter

In Leinwand gebunden Preis M. 16.—

Technik und Weltanschauung

Hochschul-Festrede

Von

Dr.-Ing. Hermann Föttinger

Preis M. —.80

Die Technik und der Krieg

Zwei Vorträge, gehalten in der Aula der Königl. Techn. Hochschule zu Danzig

Von

Dr. G. Roessler

Professor an der Königl. Techn. Hochschule zu Danzig

Preis M. 1.—

Zwei kurze Kriegsansprachen an die deutsche Technik

Von

Dr. Wilhelm von Oechelhaeuser

Preis M. —.60

Kulturwerte der Technik

Festrede zur Feier des Geburtstages Sr. Majestät des Kaisers, gehalten am
27. Januar 1912 an der Königl. Technischen Hochschule Hannover

Von

Robert Otzen, Professor

Preis M. 1.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

1789 und 1914

Die symbolischen Jahre in der Geschichte des politischen Geistes

Von

Dr. Johann Plenge

ord. Professor der Staatswissenschaften an der Universität Münster i. W.

Preis M. 3.60

Eine Kriegsvorlesung über die Volkswirtschaft

Das Zeitalter der Volksgenossenschaft

Von

Dr. Johann Plenge

ord. Professor der Staatswissenschaften an der Universität Münster i. W.

Preis M. —.80

Reichsfinanzreform und Innere Reichspolitik

1906—1913

Ein geschichtliches Vorspiel zu den Ideen von 1914

Von

Dr. Hans Teschemacher

Preis M. 2.—

Vorratswirtschaft und Volkswirtschaft

Von

Dr. Hermann Levy

a. o. Professor in Heidelberg

Preis M. 1.—

Die neue Kontinentalsperre

Ist Großbritannien wirtschaftlich bedroht?

Von

Dr. Hermann Levy

a. o. Professor in Heidelberg

Preis M. 1.—

Englische Weltpolitik

in englischer Beleuchtung

Von

Ferdinand Tönnies

ord. Professor der Staatswissenschaften an der Universität Kiel

Preis M. 1.—

Deutschlands Platz an der Sonne

Ein Briefwechsel englischer Politiker aus dem Jahre 1915

Von

Ferdinand Tönnies

ord. Professor der Staatswissenschaften an der Universität Kiel

Preis M. —.50

Zu beziehen durch jede Buchhandlung