

Sonderabdruck

aus der

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure,

Jahrgang 1903.

Die geschichtliche Entwicklung der Technik
im südlichen Bayern.

Von

P. v. Lossow.

ISBN 978-3-662-24128-8 ISBN 978-3-662-26240-5 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-26240-5

Die geschichtliche Entwicklung der Technik im südlichen Bayern.¹⁾

Von P. v. Lossow.

Die Fachgenossen, die sich zur 44. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure in München und Augsburg aus allen Gauen unseres deutschen Vaterlandes zusammenfinden, stehen hier auf einem Boden, der sich seit langer Zeit als außerordentlich fruchtbar für die Entwicklung der Technik erwiesen hat und in dieser Beziehung nur von wenigen anderen Gegenden Deutschlands übertroffen wird. Eine stattliche Reihe bahnbrechender Ideen auf dem Gebiete der Technik und der technischen Wissenschaften ist von Bayern ausgegangen. Es wäre eine sehr schwierige Aufgabe und würde weit über den Rahmen dieses Aufsatzes hinausgehen, wollte man nach den Gründen dieser Erscheinung forschen; aber eines muß in dieser Hinsicht gesagt werden: dafs nicht selten die Technik kräftige Anregung und Förderung durch weiblickende und fürsorgende Wittelsbacher Fürsten erfahren hat, die frühzeitig den Segen technischen Fortschrittes für das gesamte Volkswohl erkannt haben.

Lenken wir unsere Blicke um hundert Jahre zurück, so finden wir in München drei Männer tätig, die sich unsterbliche Verdienste um die Technik erworben haben: Joseph von Utzschneider²⁾, Georg von Reichenbach³⁾ und Joseph von Fraunhofer⁴⁾. Utzschneider war nicht Techniker, sondern Verwaltungsbeamter; aber die erfolgreiche Tätigkeit dieser drei Männer ist so eng untereinander verknüpft, dafs man keinen der drei Namen nennen darf, ohne der beiden andern zu gedenken.

Der vormalige kurfürstliche Hofkammerrat und spätere Direktor bei der neu errichteten (1799) General-Landesdirektion, als welcher er Vorstand der Maut- und Kommerzdeputation war, ist einer der wärmsten Vaterlandsfreunde und in

¹⁾ Veranlassung zu diesem Aufsatz hat die 44ste Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure in München und Augsburg gegeben, und er ist in der bei dieser Gelegenheit herausgegebenen Festnummer der Zeitschrift veröffentlicht.

²⁾ C. M. v. Bauernfeind: Joseph von Utzschneider und seine Leistungen auf staats- und volkswirtschaftlichem Gebiet, München 1880.

³⁾ Ders.: Georg v. Reichenbach und seine Leistungen auf den Gebieten der Mechanik und des Ingenieurwesens, München 1888. M. Wacker: Ueber Georg v. Reichenbach, Durlach 1888. Dr. Ph. Carl: Reichenbach und Fraunhofer, München 1865.

⁴⁾ C. M. v. Bauernfeind: Gedächtnisrede auf Joseph von Fraunhofer zur Feier seines hundertsten Geburtstages, München 1887. Dr. Ph. Carl: Reichenbach und Fraunhofer, München 1865.

staats- und volkswirtschaftlicher Beziehung einer der verdienstvollsten Männer gewesen, die Bayern je besessen hat. Da er aber inbezug auf die damalige Zerrüttung des bayerischen Finanzzustandes (man wußte vor Utzschneider weder die wahre Größe der Staatsschulden noch den wirklichen Ertrag der Staatsgefälle) als den einzigen Weg bezeichnet hatte, »die häufigen und tiefliegenden, die Regierung immer lähmenden Staatsgebrehen radikal und definitiv zu heilen«, so zog er sich viele Feinde zu, die ihn als einen Revolutionär verdächtigten und das Gerücht verbreiteten, der Geheime Referendär Utzschneider stehe in Verbindung mit der französischen Republik und sei vorläufig zum Präsidenten von Süddeutschland bestimmt¹⁾. Seine Stellung wurde unahthar, und Kurfürst Max Joseph versetzte ihn (1801) mit Fortgewährung seines vollen Gehaltes in den Ruhestand. Was Utzschneider nach dieser Verfügung nicht mehr als Beamter wirken konnte, wollte er als Privatmann tun, und er wählte sich hierzu das Gebiet der Industrie. Alles, was ihren Aufschwung fördern und den Interessen seiner Mitbürger dienen konnte, ergriff sein scharfblickender und energischer Geist; reiche Quellen nützlicher Arbeit zu schaffen und die Befähigtesten durch sein Beispiel zu Gleichem zu ermuntern, war das Lösungswort des Mannes, welcher »den Wohlstand aller, nicht den Reichtum einzelner« wünschte, und dem Geldgewinn ferne lag. Nachdem er eine Ledermanufaktur errichtet hatte, die sich bis in die neuere Zeit erhalten hat, wurde er mit zwei Männern bekannt, die Bayern bis heute seine größten Techniker nennt: Reichenbach und Fraunhofer.

In Fraunhofers Lebensgeschichte erzählt Utzschneider selbst: »Der bayerische Artilleriehauptmann Georg Reichenbach, der Sohn eines sehr begabten Bohrmeisters in pfälzbayerischen Diensten, war vom Kurfürsten Karl Theodor auf Antrag des berühmten Grafen Rumford zu seiner weiteren Ausbildung nach England geschickt worden. Nachdem er dort auch große Werkstätten für die Verfertigung mathematischer Instrumente kennen gelernt hatte, faßte er bald nach seiner Rückkehr den Entschluß, durch Errichtung einer solchen Werkstätte in Bayern sein Glück zu versuchen. Er verband sich zu diesem Zweck mit Joseph Liebherr, einem fähigen Uhrmacher und Mechaniker, der bereits eine kleine Werkstätte besafs. Nach dieser Verbindung äußerten mir Reichenbach und Liebherr den Wunsch, ihrer Werkstätte

¹⁾ Bayerisches Kunst- und Gewerbeblatt, Februarheft 1840.

eine größere Ausdehnung zu geben und ein ordentliches Institut zur Erzeugung großer und kleiner Instrumente und Maschinen mit ihnen zu gründen. Ich nahm umso weniger Anstand, auf ihren Wunsch einzugehen, als aus einem solchen Institut seinerzeit tüchtige junge Mechaniker hervorgehen könnten, woran Bayern großen Mangel hatte. Der Gesellschaftsvertrag kam am 20. August 1804 unter uns zustande, und das mathematisch-mechanische Institut von Reichenbach, Utzschneider und Liebherr begann seine Geschäfte mit großer Rührigkeit.¹⁾

Die Seele dieser Vereinigung bedeutender Männer war ohne Zweifel Reichenbach, damals 32 Jahre alt, feurig und tatkräftig, theoretisch und praktisch wohlgeschult, ein mechanisches Genie, dem es ebenso leicht wurde, für die Beobachtung des gestirnten Himmels wie die praktische Verwertung von Naturkräften neue Hilfsmittel zu erfinden oder schon vorhandene zu verbessern. Reichenbach befand sich während seiner zweijährigen Studienreise in England inmitten einer auf Erfindungsgeist und gewaltige Geldmittel gegründeten und mächtig aufstrebenden Industrie, welche ihn durch ihre täglich sich mehrenden wunderbaren Leistungen aufs äußerste anregte; dennoch galten seine Studien nicht ihr allein, sondern fast ebenso eifrig jenen Stätten, wo die Mechanik des Himmels gepflegt wird. Diese Reise gestaltete sich für Deutschland zu einer förmlichen Entdeckungsreise; denn sie vermittelte unsern Fabrikanten die Fortschritte der Engländer im Maschinenbau, namentlich im Bau der Dampfmaschine, welche gerade damals von Watt durch die Erfindung des Kondensators eine so durchgreifende Umgestaltung erfahren hatte, daß sie erst von da an als das wichtigste Kulturmittel gelten konnte. In den großen Werkstätten für Feinmechanik und den zumteil berühmten Sternwarten empfing Reichenbach die ersten Anregungen, später selbst eine solche Werkstätte zu errichten und dabei alle jene Mängel zu vermeiden, welche sein scharf beobachtender Geist an diesen Instituten durch die Vorzüge hindurch erkannt hatte. Zu der Einsicht gekommen, daß die damaligen geodätischen und astronomischen Meßwerkzeuge an überflüssiger Größe und Schwerfälligkeit und anderen Unregelmäßigkeiten litt, war er aufs lebhafteste davon überzeugt, daß sich diese Uebelstände nur durch eine vollkommen gleichmäßige Teilung der zur Winkelmessung dienenden Kreise beseitigen ließen. Es lag also für ihn die Aufgabe vor, eine Kreisteilmaschine herzustellen, welche selbst die von Bird und Ramsden in London ausgeführten besten Teilmaschinen der Welt an Genauigkeit zu übertreffen habe. Von der Wichtigkeit genauer Kreisteilungen, z. B. für die Seeschiffahrt, mag es einen Begriff geben, wenn man anführt, daß ein Fehler von nur zwei Minuten in der Bestimmung des Winkels zwischen Mond und Sonne den Standort des Schiffes schon um 20 Seemeilen falsch angibt. Einen Fehler von 2 Minuten erzeugt aber ein Sextant von 16 cm Halbmesser schon dann, wenn seine Teilung zwischen den beiden für die Bestimmung des Winkels maßgebenden Teilstrichen des Kreisbogens nur um den 20. Teil eines Millimeters falsch ist. So ist es wohl erklärlich, warum schon vor mehr als 100 Jahren die um alle Interessen der Schiffahrt ängstlich besorgte englische Admiralität die höchsten Preise für genaue Längenbestimmungen auf dem Meere ausgesetzt und ausbezahlt hat.

Nachdem die neue Teilmaschine allen Erwartungen aufs vollkommenste entsprochen hatte, stand der Errichtung einer größeren Anstalt für Anfertigung von Präzisionsinstrumenten nur noch der Mangel an Geldmitteln im Wege, und hier griff Utzschneider entscheidend ein, was zu dem schon erwähnten Gesellschaftsvertrage (1804) führte. Das kostbarste Werkzeug des neuen Instituts war die besprochene Kreisteilmaschine, welche, ungeschwächt in ihrer Wirkung, in der nämlichen, später auf Ertel & Sohn übergegangenen Anstalt beinahe 100 Jahre fortarbeitete und unzählige und unschätzbare Dienste leistete; obwohl noch immer gebrauchsfähig, ist sie (1900) um ihres geschichtlichen Wertes willen vom bayerischen Staate angekauft worden.

¹⁾ Die vorstehenden Mitteilungen sind der angegebenen Literatur teilweise im Wortlaut entnommen.

Das mechanische Institut von Reichenbach, Utzschneider und Liebherr wurde in der Tat die Pflanzschule für Feinmechanik; denn schon wenige Jahre nach seiner Gründung liefen sich im In- und Auslande jüngere Mechaniker nieder, um sogenannte Reichenbachsche Werkstätten einzurichten, die sich seitdem über ganz Europa verbreitet haben, England nicht ausgenommen. Anfangs aber hatte das Institut mit bedeutenden Hindernissen zu kämpfen; es fehlte an brauchbarem Flint- und Kronglase und an einem fähigen Optiker, um die Glaslinsen für die Meßgeräte mit derselben Genauigkeit zu schleifen, mit welcher deren Kreise geteilt waren.

Am 21. Juli 1801 stürzten in der Nähe der Frauenkirche zwei baufällige Häuser, darunter das des Spiegelmachers Wechselberger, so plötzlich ein, daß nur dieser, welcher eben unter der Haustür stand, der Gefahr, verschüttet zu werden, entging, seine Frau und der Lehrjunge aber nicht. Die Meisterin wurde erst einige Tage nach dem Einsturz tot aus dem Schutte gezogen; über den Lehrling aber fielen die Trümmer so glücklich, daß er nicht erdrückt wurde. Während der anstrengenden und gefahrvollen Rettungsarbeit eilte der alverehrte herzensgütige Kurfürst und nachmalige König Max Joseph selbst an die Unglücksstätte und ermunterte durch Zuruf den noch lebenden Knaben wie die braven Arbeiter, die das Rettungswerk vollzogen. Nach 4stündigem Bemühen hatte man den Knaben befreit; der gerettete Glaserlehrling war aber kein geringerer als der später so berühmte gewordene Fraunhofer. Max Joseph gab Befehl, auf seine Kosten für die Heilung des verletzten Knaben zu sorgen. Nach seiner Genesung ließ er ihn nach Nymphenburg bescheiden, unterhielt sich mit dem treuherzigen Knaben in der leutseligsten Weise und gab ihm ein Geschenk von 18 Dukaten.

Utzschneider sah den Verunglückten zum erstenmale, als er eben aus dem Schutt hervorgezogen war. Später besuchte er ihn wiederholt und brachte ihm mathematische und optische Lehrbücher, damit er aus ihnen die theoretischen Kenntnisse schöpfe, welche allein in stande waren, ihn zum Schleifen brauchbarer Glaslinsen zu befähigen, das er in seinen Mußstunden betrieb. So schwer es ist, gerade die Anfangsgründe der Mathematik ohne Lehrer sich anzuzeigen, Fraunhofer brachte es doch zuwege. Da sein Meister für diese Studien des lernbegierigen armen Knaben kein Verständnis hatte, so mußte sich dieser oft in arbeitsfreien Tagesstunden auf stille Plätze flüchten, um hinter Hecken oder unter Bäumen seinen Wissensdurst zu stillen. Eine Wiese vor dem Karlstore, der jetzige botanische Garten, war nach Jörg das Gymnasium, welches Fraunhofer, Klügels Optik unter dem Arme, besuchte. Vermögenslose Lehrlinge, wie Fraunhofer, mußten nach damaligem Brauch 6 Jahre lang auch die Dienste eines Laufburschen für Küche und Werkstätte verrichten. Als ihm aber sein Lehrmeister nachts Licht zu brennen verbot und ihm den Besuch der Feiertagschule verkümmerte, verwendete er den Rest vom Geschenke des Kurfürsten dazu, dem Meister das letzte halbe Jahr der Lehrzeit abzukaufen und sich eine Schleifmaschine anzuschaffen, mit der er eifrig arbeitete. Nebenbei vertortete er Visitenkarten, um etwas Geld zu verdienen. Sein Ideal war, ein guter Brillenmacher zu werden. Als sich Utzschneider 1807 seines Schützlings wieder erinnerte und ihn den Teilhabern des Instituts vorstellen ließ, tat Reichenbach, von seiner glücklichen Gabe, aus scheinbar geringen Anzeichen das Talent zu erkennen, Gebrauch machend, den entscheidenden Ausspruch: »Das ist der Mann, den wir suchen; der wird das leisten, was uns noch fehlt.« Unter der wissenschaftlichen Leitung Schiegg's und im Umgang mit Reichenbach und Liebherr entwickelte sich der neben dem geschickten Optiker Niggel arbeitende neue Gehülfe ungemein schnell und berechnete und schiff schon ein Jahr darauf allein und selbständig aus den von Guinand in Benediktbeuern geschmolzenen Glasstücken alle Linsen, deren das Institut für die von ihm verfertigten Meßgeräte bedurfte. Fraunhofers Talent machte sich hierbei in so hohem Grade bemerkbar, daß Utzschneider und Reichenbach beschlossen, den optischen Teil ihres mechanischen Instituts ganz nach Benediktbeuern zu verlegen und unter die Leitung des noch nicht 22 Jahre alten Fraunhofer zu stellen.

Am 7. Februar 1809 wurde die Firma Utzschneider, Reichenbach und Fraunhofer gegründet und dem letzteren damit die Möglichkeit geschaffen, seine volle Kraft auf höhere Ziele als die bisher von ihm und dem Institut verfolgten zu richten. In der Tat beginnt von diesem Zeitpunkt an Fraunhofers bahnbrechende Wirksamkeit im Gebiete der Optik und die Steigerung des Ansehens des von ihm geleiteten Instituts zu einem Weltrufe. Zunächst ersann Fraunhofer nach einer Idee Liebheers die heute noch im Gebrauch stehende Pendelschleifmaschine, und ihr folgte alsbald die noch sinnreichere Konstruktion einer Poliermaschine, deren wesentliche Aufgabe es ist, die durch das Schleifen gewonnene Grundform der Linse unverändert zu erhalten und doch mit der Glättung die unvermeidlichen kleineren Fehler des Schlifses zu beseitigen. Die Fraunhofersche Poliermaschine verhindert auch, daß der zu schleifenden Linse eine Unachtsamkeit des Arbeiters gefährlich werde; sie ist eine durchaus eigenartige Erfindung deshalb, weil sie die Uebereinstimmung der ausgeführten Linsenfläche mit ihrem Ideal, der geometrischen Kugelgestalt, durch eine untrügliche optische Erscheinung, nämlich durch die Newtonschen Farbenringe, welche sich beim Aufeinanderdrücken plan- und bikonvexer Linsen als farbige, zu einem dunkeln Fleck gleichachsige Kreise darstellen, sehr gut erkennen läßt — etwas, woran vor Fraunhofer weder ein Physiker noch ein Mechaniker gedacht hatte. Fraunhofer führte nicht bloß das sogenannte Farbenfleckpolieren in die Optik ein, sondern bereicherte sie auch noch durch vorzügliche Geräte zur Prüfung der Genauigkeit der Linsenoberflächen; denn seine Sphärometer und mechanischen Taster lassen Gestaltfehler von dem viertausendsten Teil eines Millimeters noch erkennen. Sodann beschäftigte sich Fraunhofer mit den beiden wichtigen Fragen: Ist das zu den Linsen verwendete Glas wirklich so gleichartig, wie es sein soll? Und ist die übliche Berechnungsweise der optischen Geräte auch strenge genug? Nach wesentlichen Verbesserungen des Glasofens und der zum Schmelzen erforderlichen Maschinen brachte Fraunhofer schon im Jahre 1812 ein Objektiv von 7 Zoll Öffnung fertig. Die Lösung der zweiten Frage gelang ihm in so vorzüglicher Weise, daß unsere besten Mathematiker erst 30 Jahre nach seinem Tode die Bedingung für die Genauigkeit der Bilder außerhalb der Mitte des Gesichtsfeldes aufstellten und nachwiesen, Fraunhofer habe auch noch eine Reihe anderer Bedingungen zu erfüllen und damit der Herstellung seiner Objektive einen geradezu unübertrefflichen Grad von Vollkommenheit zu geben verstanden. Bei seinen weiteren Untersuchungen kam Fraunhofer auf die Linien des Spektrums, und um sich zu überzeugen, daß diese dunkeln Linien nicht von der Natur des Glases oder der Atmosphäre, auch nicht von einer Beugung der durch einen engen Spalt eintretenden Sonnenstrahlen herrühren, sondern zum Wesen dieser Strahlen gehören und folglich Ausdruck einer bisher unbekanntem Eigenschaft des Sonnenlichtes sind, änderte er seine Versuche mannigfaltig ab, immer aber mit dem Ergebnis, daß die dunkeln Linien in der gleichen Reihenfolge und dem gleichen Entfernungsverhältnis traten. Es ist unmöglich, die umfang- und erfolgreichen Untersuchungen Fraunhofers hier auch nur anzudeuten. Nach Überwindung zahlreicher praktischer und theoretischer Schwierigkeiten gelang ihm die Herstellung achromatischer Fernrohr-Objektive in so hervorragender Weise, daß sie alles Ähnliche, was damals in England, Frankreich und Deutschland geleistet wurde, weit übertrafen. Die Fraunhoferschen optischen Instrumente sind indessen nicht bloß durch ihre unvergleichlichen Objektive ausgezeichnet, sie enthalten auch bewunderungswürdig feine Mefsvorrichtungen oder Mikrometer, und ihre Mechanik ist durch Reichenbachs Mitwirkung so sinnreich und zweckmäßig gestaltet, daß die zentnerschweren Fernrohre den scheinbaren Bewegungen der Gestirne mit einer Stetigkeit und Genauigkeit folgen, daß man nach W. Struve bei allen selbst mit den stärksten Vergrößerungen anzustellenden Beobachtungen nach unbeweglichen Punkten des Himmels zu sehen glaubt. Derselbe berühmte Berichterstatter nennt den von Fraunhofer für die Sternwarte in Dorpat hergestellten Refraktor das vollkommenste Kunstwerk der Optik und figt bei, daß er das größte Herschelsche Spiegelteleskop an Schärfe der Messung

und Mannigfaltigkeit weit hinter sich lasse. Mit dem Fraunhoferschen Heliometer allein vermochte Bessel seine Beobachtungen so zu verfeinern, wie nötig war, um den Abstand eines Fixsternes »von dem Unermesslichen in das Meßbare überzuführen«. Den Weltruf, in welchem die Fraunhoferschen Instrumente schon vor 80 und mehr Jahren standen, haben sie sich bis auf den heutigen Tag ungeschwächt erhalten und werden ihn bewahren, solange die Dauer ihrer Bestandteile ihren Gebrauch gestattet.

Der Wunsch, den Fraunhofer am Schlusse seiner den akademischen Denkschriften einverleibten Abhandlung aussprach: es möchten geübte Naturforscher dem von ihm eingeschlagenen Wege Aufmerksamkeit schenken, da er zu interessanten Ergebnissen führen könne, ist 40 Jahre später (1859) in Erfüllung gegangen, als Kirchhoff und Bunsen in Heidelberg die Spektralanalyse erfanden.

Reichenbach schied am 17. Februar 1814 aus dem optischen Institut zu Benediktbeuern, um die mechanische Werkstätte auf eigene Rechnung zu führen, und 1819 siedelte auch die optische Anstalt nach München über, mit Ausnahme der Glasöfen, welche in Benediktbeuern blieben. Am 20. Februar 1820 schlossen Utzschneider und Fraunhofer einen neuen Vertrag zur Fortführung ihrer optischen Anstalt ab, und von diesem Zeitpunkt an entwickelte Fraunhofer als Direktor des optischen Instituts eine noch größere Tätigkeit als bisher; jedenfalls hatte er eine zahlreichere Arbeiterschaft als früher zu leiten und zu überwachen, da sich die Bestellungen von allen Seiten fortwährend vermehrten.

Alle einzelnen Erfindungen und Verbesserungen von Mefsgewerten zu besprechen, welche man Reichenbach verdankt, kann hier nicht der Ort sein; es genügt zu sagen, daß er der praktischen Astronomie die Vorteile einfacher, leichter, sicherer und genauer Beobachtung verschafft und ihren Hauptapparat auf nur wenige Instrumente zurückgeführt hat, die ausnahmslos von ihm eine neue und verbesserte Anordnung und Ausführung erhielten, wie der Meridiankreis, das Passageinstrument, das Äquatoriale und der astronomische Theodolit. Auf dem Gebiete der praktischen Geodäsie knüpft sich an die Basisapparate, die Theodoliten, die Spiegel- und Nivellierinstrumente wie an die Entfernungsmesser sein Name entweder als Erfinder oder als Umgestalter. Die von Utzschneider gegründeten, von Reichenbach und Fraunhofer geleiteten Institute sind wahre Werkstätten mathematisch-mechanischen Scharfsinnes gewesen und haben durch die allgemeine Verbreitung ihrer Präzisionsinstrumente München zum vornehmsten Sitz mechanisch-optischer Technik gemacht. Diesen wohl erworbenen Ruf hat ein hervorragendes Mitglied der europäischen Gradmessung, der spanische General Ibañez, mit den Worten verkündigt: München habe durch seine von Utzschneider, Reichenbach, Fraunhofer und Steinheil gegründeten mechanisch-technischen Institute für die europäische Gradmessung mehr getan als irgend eine Stadt der Welt.

Reichenbach und Fraunhofer starben wenige Tage nacheinander im Jahre 1826 und ruhen unter den Arkaden des südlichen Friedhofes; das einfache Grabmal Fraunhofers trägt die kurze aber bezeichnende Inschrift: *Approximavit sidera.*

Schon im Jahre 1806 trat Traugott Ertel¹⁾ als Gehülfe in das Institut Reichenbachs ein, der ihn 1815 als Teilhaber in sein Geschäft aufnahm. Die Firma hieß von da an Reichenbach & Ertel. 1820 ging das Institut ganz an Traugott Ertel über und erhielt 1834 den Namen T. Ertel & Sohn, nachdem Georg Ertel als Teilhaber eingetreten war. Traugott Ertel erhielt das Institut auf glanzvoller Höhe, und seine bedeutenden Fähigkeiten und technischen Kenntnisse machten es möglich, den immer größer werdenden Ansprüchen seiner Zeit zu genügen und die vorhandenen Instrumentenformen zu vervollkommen. Nach dem Muster der großen Reichenbachschen Kreisteilmaschine fertigte er eine kleine Maschine an, die, um die große Maschine zu entlasten, nur

¹⁾ Allgemeine deutsche Biographie. 28. und 29. Lieferung, Leipzig 1877.

für Herstellung der Teilung kleinerer Kreise benutzt wurde und noch benutzt wird. Die Firma ging nach dem Tode Traugott Ertels und seines Sohnes Georg Ertel nach und nach in die Hände verschiedener Ertelscher Nachkommen über, bis sie im Jahre 1890 von August Diez käuflich erworben wurde, der das Institut schon seit 1876 für die Ertelschen Hinterbliebenen geleitet hatte und es noch jetzt unverändert unter der Firma T. Ertel & Sohn weiter führt. Dafs unter seiner Geschäftsführung das Vertrauen in Güte und Genauigkeit der Ertelschen Instrumente nicht abgenommen hat, beweist der gute Ruf, den diese überall genießen. Vor einigen Wochen wurde in der Libellenschleiferei des Instituts die 18000ste feingeschliffene Präzisionslibelle hergestellt, wobei zu bemerken ist, dafs das Institut jene Libellen nur für seine eigenen Geräte anfertigt. Aus dieser Zahl ist die Umsatzziffer der in aller Herren Länder hinausgeschickten Ertelschen Meßgeräte zu entnehmen.

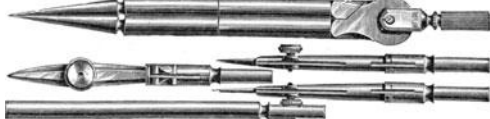
Die optisch-astronomische Werkstätte C. A. Steinheil Söhne in München wurde im Jahre 1855 durch Dr. Carl August Steinheil gegründet, von dessen vorausgegangenen Erfindungen noch die Rede sein wird. Die Gründung der Werkstätte erfolgte auf Veranlassung König Maximilians II, der den durch Fraunhofer begründeten Ruf Münchens auf dem Gebiete der Optik erhalten wissen wollte. Von diesem Gesichtspunkte aus hat sich auch die Firma vom Zeitpunkt ihres Bestehens bis zum heutigen Tage mit der theoretischen und praktischen Durchführung optischer Konstruktionen beschäftigt, wobei sie dem ersten Teil durch mathematische Berechnung auf rein wissenschaftlicher Grundlage, dem zweiten durch ganz genaue Herstellung unter Benutzung der schärfsten Prüfverfahren gerecht wird. Mit Rücksicht auf die zur Ausführung gelangenden Konstruktionen werden zwei hauptsächliche Fabrikationszweige unterschieden: der Bau von Instrumenten für Astronomie und Physik und der von Objektiven und optischen Hilfsapparaten der Photographie. Besonders erwähnt sei die Herstellung des ersten Spektralapparates im Jahre 1859 für Kirchhoff und Bunsen in Heidelberg, sowie die im Jahre 1866 erfolgte Berechnung und Ausführung des ersten symmetrischen Objektivs für photographische Zwecke, des sogen. Aplanats, der später in zahllosen Nachahmungen jahrzehntlang den Markt beherrschte hat. Einen wesentlichen Zweig der Werkstättenätigkeit bildet die Herstellung von großen Fernrohrobjektiven, die entweder für unmittelbare Beobachtung oder zur Photographie der Gestirne dienen. Neben einer stattlichen Reihe solcher Objektiv mittleren und größeren Umfanges, insbesondere für Staats-Sternwarten aufgrund des Pariser astronomischen Kongresses (1887) zur gemeinsamen Herstellung photographischer Himmelskarten, verdient die Herstellung eines Doppelinstrumentes von besonders großen Abmessungen Erwähnung, nämlich eines photographischen Objektivs von 80 cm Dmr. und eines Beobachtungs-Objektivs von 50 cm Dmr., beide mit ungefähr 12 m Brennweite, für das kgl. preussische Astro-physikalische Observatorium in Potsdam. Die Firma stellt seit 1900 die optischen Glasarten für die verschiedenen Konstruktionen in einem eigenem Glaswerk her.

Wohl jeder Techniker kennt aus eigener Erfahrung die Riefflerschen Reifzeuge, die, von Bayern ausgehend, auf dem ganzen Erdkreise Verbreitung gefunden haben, und es wird gewifs manchem Leser willkommen sein, darüber einiges zu erfahren. Die Firma Clemens Riefler, Fabrik mathematischer Instrumente in Nesselwang und München, wurde 1841 von dem Mechaniker Clemens Riefler zu Maria-Rain bei Kempten gegründet. Riefler befasste sich mit der Herstellung von Reifzeugen nach dem sogenannten Aarauer System. In kurzer Zeit gelang es ihm, seinen Erzeugnissen in Zeichenbureaus und technischen Lehranstalten des In- und Auslandes Eingang zu verschaffen, und heutzutage kann man noch Reifzeuge mit dem Stempel 'Riefler' aus der damaligen Zeit in Gebrauch finden, welche Zeugnis geben von der sorgfältigen und haltbaren Ausführung der Instrumente. Nach dem Tode des Gründers (1876) wurde das Geschäft von dessen drei Söhnen Sigmund, Adolf und Theodor Riefler über-

nommen und nahm sofort (1877) einen bedeutenden Aufschwung durch die Einführung der nach dem Rundsystem ausgeführten Zirkel, D. R. P. 2397, welche von Dr. phil. Sigmund Riefler, Ingenieur in München, konstruiert wurden und sein geistiges Eigentum sind; s. Fig. 1. Der Erfolg dieser Konstruktionen war durchschlagend; das Rundsystem hat infolge der mannigfachen Vorzüge, die es gegenüber den älteren Zirkeln von eckiger Form mit dreikantigen Spitzen be-

Fig. 1.

Reifzeug von Riefler.



sitzt, diese letzteren zum großen Teil verdrängt und wird jetzt, nach Ablauf der betreffenden Patente, auch von den meisten andern Reifzeugfabrikanten mit mehr oder weniger Erfolg und Verständnis ausgeführt. Die stetige Zunahme der Erzeugung hat wesentliche Erweiterungen des Betriebes erforderlich gemacht, welcher (1878) von Maria-Rain nach Nesselwang verlegt wurde, woselbst geeignete Wasserkräfte und mehr Arbeiter zur Verfügung standen. Die Firma beschäftigt gegenwärtig etwa 100 größtenteils selbst herangebildete Arbeiter. Von den zahlreichen Instrumenten, welche Riefler im Laufe der Jahre für die verschiedensten Zwecke des technischen Zeichnens konstruiert hat, mögen hier Erwähnung finden: Präzisions-Reifsefedern mit seitlich zu öffnender Zunge, Handzirkel mit auswechselbaren Spitzen, Karten- und Kilometerzirkel (System Oberst Heller), Ellipsographen, Schrafflervorrichtungen, Dreispitzzirkel mit MikrometerEinstellung usw. Die Schweizer Reifzeuge, welche früher als das beste Fabrikat galten, wurden mehr und mehr verdrängt. Die Jahreserzeugung belief sich in den letzten Jahren auf rd. 160000 verschiedene Zirkel, Reifsefedern und andere Zeichengeräte. Der jährliche Verbrauch an Neusilber, Messing, Tiegelstahl und Nickelstahl betrug rd. 10000 kg.

Einen besonderen Fabrikationszweig der Firma bildet seit etwa einhalb Jahrzehnten die Herstellung von astronomischen Uhren¹⁾, Fig. 2, mit vollkommen freier Hemmung (D. R. P. 50739) und Quecksilber-Kompensationspendel (D. R. P. 60059) oder Nickelstahl-Kompensationspendel (D. R. P. 100870). Die Hemmung dieser an zahlreichen Sternwarten und anderen wissenschaftlichen Instituten des In- und Auslandes mit bestem Erfolg eingeführten Uhren beruht auf einer wesentlich neuen Grundlage, die von Dr. Sigmund Riefler im Jahre 1869 geschaffen ist. Allein eingehende Versuche waren erforderlich, ehe es gelang, für diesen eigenartigen Grundgedanken eine konstruktive Lösung zu finden, die mit der höchsten theoretischen Vollkommenheit auch die für praktische Zwecke erforderliche Einfachheit vereinigt. Das Bekanntwerden dieses neuen Systems, Fig. 3, das 1889 zuerst praktisch angewendet worden ist, hat in den beteiligten Kreisen großes Aufsehen hervorgerufen. Das Pendel wird nämlich hier nicht durch die Ankergebel angetrieben, die gänzlich fehlt, sondern durch die Pendelfeder selbst, welche bei jeder Pendelschwingung eine kleine Biegung und dadurch eine Spannkraft erhält, die den Antrieb gibt. Durch die Einführung dieser vollkommen freien Hemmung ist eine wesentlich größere Genauigkeit des Ganges der Uhren erreicht, als man bis dahin kannte. Ein weiterer hervorragender Fortschritt in dieser Richtung war die im Jahre 1891 erfolgte Einführung des Quecksilber-Kompensationspendels, bestehend

¹⁾ Astronomische Nachrichten Bd. 133 und 134. Zeitschrift für Instrumentenkunde 1893 und 1894. S. Riefler, Die Präzisionsuhren mit vollkommen freier Hemmung und Quecksilber-Kompensationspendel, München 1894. Derselbe: Nickelstahl-Kompensationspendel, München 1902.

aus einem dünnwandigen, auf Zweidrittel seiner Höhe mit Quecksilber gefüllten Mannesmann-Stahlrohr. Dieser sehr erfolgreichen Konstruktion folgte 1898 das Nickelstahl-Kompensationspendel, nachdem Guillaume in Paris einige Zeit vorher auf die eigentümliche Erscheinung aufmerksam gemacht hatte, daß eine Nickelstahllegierung von 35,7 vH Nickelgehalt sich durch einen außerordentlich kleinen Wärmeausdehnungskoeffizienten auszeichnet. Die Wärmekompensation dieser Pendel wird aufgrund der von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg oder seit einiger Zeit im Bureau international des poids et mesures zu Sèvres bestimmten Ausdehnungskoeffizienten der Pendelstäbe nach dem von Dr. S. Riefler eingeführten, die höchste Genauigkeit ergebenden Verfahren berechnet. Der mittlere etwa noch

Fig. 2.

Astronomische Uhr von S. Riefler.

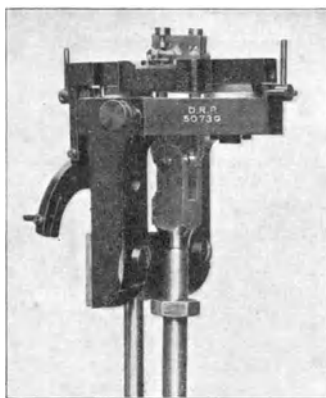


je nach der Form desselben (ob linsenförmiger oder zylindrischer Linsenkörper) 0,012 bis 0,018 sk, d. h. um diesen Betrag bleibt das Pendel täglich zurück, wenn der Luftdruck um 1 mm steigt. Diese Werte wurden durch Versuche an mehreren Pendeln von Riefler festgestellt, der 1895 die Uhr in einen luftdichten Glasverschluss, bestehend aus einem Glaszylinder zur Aufnahme des Uhrwerkes und einer aufgeschliffenen Glasglocke, einbaute und sie auf diese Weise von den Schwankungen des Luftdruckes unabhängig machte. An Uhren in freier Luft brachte Riefler 1899 eine Luftdruckkompensation an, bestehend aus einem mit dem Pendel verbundenen Aneroid von besonderer Einrichtung. Für die chronographische Vergleichung sind die Uhren mit elektrischem Sekundenkontakt versehen. Seit 1 1/2 Jahren liefert die Firma diese Uhren auch mit einem neuen elektrischen Aufzug. Fig. 2 zeigt eine solche Uhr unter luftdichtem Glasverschluss mit Nickelstahlpendel, elektrischem Aufzug und mit Luftpumpe zum Entleeren des Glaszylinders. Von den Gangergebnissen dieser Uhren, welche von verschiedenen Sternwarten vorliegen, sei die zuletzt am 11. August 1902

von Prof. Howe im *Astronomical Journal* Nr. 524 veröffentlichte Gangtabelle der an der Sternwarte zu Cleveland, O., aufgestellten Uhr Riefler Nr. 56 mit luftdichtem Glasverschluss, Nickelstahlpendel und elektrischem Aufzug hier erwähnt. Hiernach betrug die mittlere tägliche Abweichung dieser Uhr 0,015 sk, und die größte während der ganzen mehrere Monate umfassenden Gangzeit vorgekommene Abweichung erreichte einen Betrag von 0,022 sk. Es sind dies die besten von irgend einer Uhr bis jetzt bekannt gewordenen Ergebnisse, wobei inbetracht kommt, daß es sich hier um unmittelbar beobachtete Gänge handelt, an welchen keinerlei Umrechnungen inbezug auf Schwingungsbogen, Temperatur usw. vorgenommen worden sind. Von der Firma Riefler sind bis jetzt 80 astronomische Uhren für Sternwarten sowie 200 Quecksilber-Kompensationspendel und 400 Nickelstahl-Kompensationspendel hergestellt.

Fig. 3.

Rieflers freie Hemmung.



verbleibende Kompensationsfehler der Pendel beträgt für 1° C 0,005 sk täglich. Die Schwingungsdauer eines Pendels ist jedoch auch vom Luftdruck abhängig, und zwar beträgt die Luftdruckkonstante eines Sekundenpendels

hinaus vor die Stadt in die sogenannten Neuhäuser Felder gelegt hatte. Die damals geübte Formtechnik war die des Wachs-Ausschmelzverfahrens, welches jedoch neben vielen Vorteilen auch viele große Nachteile hatte, sodafs sich Stiglmayers Aufmerksamkeit bald der von den Franzosen schon zu einer gewissen Vollkommenheit gebrachtten Stückformerei zuwandte, die für die Sicherheit des Gusses mannigfache Vorzüge hatte. Ein großer Flammenofen wurde gebaut, in welchem es möglich war, 12500 kg Erz auf einmal in Fluß zu bringen. Das erste daraus gegossene Standbild war die von Rauch modellierte und von dem Magistrat München bestellte Bildsäule Königs Max I. König Ludwig I. liefs aus eroberten französischen Kanonen den 100 Fuß hohen Obelisk giefsen, der heute den Karolinenplatz in München schmückt. Diesem folgten die Bildsäulen Jean Pauls für Bayreuth, des Markgrafen Friedrich von Brandenburg für Erlangen, die erzenen Tore der Glyptothek und der Wallfäla, die von Thorwaldsen in Rom modellierte Reiterstatue des Kurfürsten Maximilian u. a. m. Am 11. März 1844 starb Stiglmayer, nachdem er den Erzguß in Deutschland zu hoher Blüte gebracht hatte, und sein Neffe und bisheriger Mitarbeiter Ferdinand Müller (der Ältere) wurde von König Ludwig I als sein Nachfolger bestimmt. Als bedeutungsvollste Aufgabe traf diesen die Ausführung des Gusses der von Schwantaler modellierten Riesensfigur der Bavaria (15,768 m hoch und 65511 kg schwer) s. Fig. 4. Seit den Zeiten der griechischen Meister war solche Aufgabe einem Gießer nicht mehr gestellt worden; alle Bedingungen für den Guß so großer Massen mussten erst gefunden und neue Erfahrungen gesammelt werden.

Außer der Bavaria, die heute noch die größte gegossene

Erzfigur ist, seien aus der überaus großen Zahl von Monumentalarbeiten, welche seitdem aus der kgl. Erzgießerei hervorgegangen sind, genannt: die 10,5 m hohe Bildsäule der Germania auf dem Niederwaldenkmal, 2 Kolossal-Quadrigen, 9 Bronzetore, worunter die Tore für das Kapitol in Washington, mit Hochreliefs und Figuren bedeckt, 22 Reiterstatuen, 24 Monumentalbrunnen mit 62 Figuren, weit über 200 Standbilder und Monumentalwerke mit Figuren, sowie unzählige kleinere Kunstwerke.

Die Technik des Gusses hat in der langen Zeit manche Aenderungen erfahren. Der ursprünglich geübten Wachformerei folgte die französische Sandformerei, dieser wieder — besonders für große, in einem Stück auszuführende Arbeiten — die nasse sogen. Massaformerei. Durch Einführung elastischer Zwischenformen wurde das Wachs-Ausschmelzverfahren wesentlich verbessert, sodafs es seit einer Reihe von Jahren in der kgl. Erzgießerei wieder fast ausschließlich in Gebrauch ist. Eine ganz besondere und einzig dastehende

mäligen Spinnereidirektor Ludwig August Riedinger zur Herstellung von Gaseinrichtungen gegründet, wozu sich der unternehmende und weitbekannte Mann aufgrund seiner Beteiligung an den Pettenkoferschen Versuchen zur Herstellung von Leuchtgas aus Holz unter Aufgabe der selbständigen Stellung entschloß, zu welcher er sich vom einfachen Schreinerlehrling emporgearbeitet hatte. Das Unternehmen entwickelte sich unter der zielbewußten Leitung Riedingers rasch, und in etwa 20 Jahren wurden von ihm 60 Gasfabriken in Deutschland, Oesterreich-Ungarn, Italien, der Schweiz und Rußland erbaut. Als in den siebziger Jahren die Gasbeleuchtung der Eisenbahnwagen in Bayern eingeführt wurde, nahm Riedinger deren Fabrikation auf und war der erste, der vollständig geschweißte Hochdruck-Gasbehälter für Eisenbahnwagen auf den Markt brachte. Die Fabrikation von Gasbeleuchtungsgegenständen, für die der Gründer der Fabrik bei den mit seinen Gasfabrikbauten zusammenhängenden Hausinstallationen selbst ausgedehnte Verwendung hatte, ent-

Fig. 4.

Kgl. Erzgießerei. Der Kopt der Bavaria wird aus der Form gehoben. Nach einem Gemälde von Kaulbach.

Ferd. v. Miller.

Joh. Bapt. Stiglmaier.



Leistung der kgl. Erzgießerei war die vorher als tollkühnes Unternehmen betrachtete Feuervergoldung großer Bildsäulen, vor allem der 12 von Schwanthaler modellierten Ahnenstatuen im Tronsaal der kgl. Residenz in München. Gelingene Versuche im Ueberziehen von Naturformen mit Kupfer auf galvanischem Wege wurden in der kgl. Erzgießerei schon 1841 für größere Kunstgegenstände ausgeführt; mehrere dieser Arbeiten sind noch erhalten. Im Jahre 1871 ging die Anstalt unter Belassung des Titels »kgl. Erzgießerei« in den Privatbesitz Ferdinands von Miller und seiner Söhne über, von denen sie heute geführt wird. 1878 starb Ferdinand von Miller; König Ludwig II. hatte den ehemaligen Goldschmiedlehrling in Anerkennung seiner vielfachen und vielseitigen Verdienste 1876 in den erblichen Adelstand erhoben. Unter den gegenwärtigen Arbeiten der Erzgießerei seien die Reiterstatuen Kaiser Friedrichs III. und Kaiser Ludwigs des Bayern sowie ein Standbild Se. kgl. Hoheit des Prinzregenten erwähnt.

Um die Entwicklung der Gasbeleuchtung hat sich die Maschinen- und Bronzwarenfabrik L. A. Riedinger in Augsburg besondere Verdienste erworben. Sie wurde 1854 zunächst als Privatunternehmen von dem da-

wickelte sich, den Bedürfnissen der Zeit entsprechend, in kunstgewerblicher Richtung weiter und erstreckt sich heute auch auf die Herstellung von Beleuchtungskörpern für elektrisches Licht. Eine größere Anzahl hervorragender Stücke ist aus diesem Teile des Werkes hervorgegangen, insbesondere auch die gewaltige Ringkrone für die Wandelhalle des Reichstagsgebäudes, welche mit ihrem Riesendurchmesser von 8 m und einem Gewicht von 8 t wohl der größte Beleuchtungskörper dieser Art auf der Welt ist.

Ebenfalls in Augsburg wurde im Jahre 1881 durch den Ingenieur Baron Podewils († 1902) die Akt.-Ges. Podewilscher Fäkal-Extraktfabriken gegründet, welche seitdem in ihren Fabriken in Augsburg und Graz nahezu 1 Mill. cbm Fäkalien nach verschiedenen Verfahren verarbeitet und durch vieljährige Betriebsversuche, an denen insbesondere der Chemiker Dr. Antz und der Ingenieur W. Heyder beteiligt waren, die verschiedenen Arbeitsverfahren untersucht und ausgebildet hat. Die Betriebsergebnisse sind noch im Besitz der Gesellschaft. Schlachthausabfälle und Tierleichen wurden zuerst von dieser Gesellschaft in sich drehenden, mit gespanntem Dampf arbeitenden Vorrichtungen verwertet und diese Einrichtungen seit 1883 in verschiedenen Richtungen vervollkommnet

und verbessert. Mit solchen Vorkehrungen sind bis jetzt 28 Anlagen im In- und Auslande versehen, u. a. in Hamburg, München, Dresden, Posen, Mainz und Stuttgart. Mehrere Anlagen sind im Bau begriffen. Die Podewilsschen Patente haben den Ausgangspunkt einer ganzen Reihe ähnlicher Patente gebildet.

Auf dem Gebiete der Theatertechnik ist von München eine Reihe bahnbrechender Neuerungen ausgegangen. So war das kgl. Residenztheater in München das erste in Deutschland, welches mit elektrischer Glühlichtbeleuchtung ausgestattet wurde und eine Drehbühne mit Motorentrieb erhielt. Diese Bühne ist eine Erfindung des kgl. Hoftheater-Maschinenrieditors C. Lautenschläger und gewährt folgende Vorteile: Zunächst können schon vor Beginn des Stückes 2 bis 4 verschiedene szenische Dekorationen vollständig spielfertig aufgestellt werden, die je nach Bedarf durch Drehen der Bühne vor das Proszenium gebracht werden; ferner ist es möglich, während vorn noch gespielt wird, die rückwärts auf der Drehbühne stehenden, bereits benutzten Dekorationen abzuräumen und eine folgende aufzubauen, sodafs auf diese Weise Pausen von mehr als 20 bis 25 k Dauer für die Aenderung der dem Zuschauer sichtbaren Dekoration nicht nötig sind. Zu diesem Zweck ist ein möglichst großer Teil des Bühnenbodens samt der ganzen zugehörigen Unterbühne wie eine Drehscheibe beweglich gemacht. Auf dieser Drehscheibe sind auch alle Maschinen der Unterbühne, also Versenkungen, Kasentzüge und Kullisenwägen, untergebracht; das Ganze ist auf Rollen gestellt und im Kreise beweglich. Die große Geschwindigkeit bei der Verwandlung der Dekorationen ist aber nicht der einzige Vorteil der Drehbühne. E'en sehr wesentlichen Gewinn wird auch der Regisseur aus dieser Einrichtung ziehen können; denn er wird schon während des Tages reichlich Zeit finden, seine Einrichtungen zu treffen, was abends immer in Eile geschehen muß. Auch die Ausstattung mit Möbeln kann reicher sein, diese selbst können schöner und solider gearbeitet sein, da sie den ganzen Abend unverrückt stehen bleiben, und der künstlerische Eindruck wird ein ganz anderer, als wenn alles aus Pappe besteht. Die gewonnene Zeit kann für das Stück selbst ausgenutzt werden.

Um die Drehbühne zu bewegen, sind zwei ihrer Laufrollen mit Elektromotoren verbunden, die sich auf der Scheibe selbst befinden. Alle Einschaltungen der Motoren sind auf einer Stelle der Bühne vorn am Proszenium vereinigt, sodafs eine Person die ganze Maschinerie in Bewegung setzen kann und eine bisher nicht erreichbare Sicherheit des Betriebes erzielt ist. Die Drehbühne wird natürlich elektrisch beleuchtet; sämtliche Leitungen werden durch die Mitte der Bühne emporgeführt und dort durch Kontaktvorrichtungen zweckentsprechend verteilt. Die Drehbühne eignet sich insbesondere auch für große Ausstattungsballetts, da man mit Leichtigkeit die großartigsten Schaulstellungen in vollster Beleuchtung vor den Zuschauern vorbeiziehen lassen kann, um in wenigen Sekunden wieder ein neues reichbelebtes Bild vorzuführen.

Das Deutsche Theater in München ist die erste Bühne in Europa, die — ebenfalls von Lautenschläger — vollständig mit elektrischem Maschinenbetrieb versehen worden ist. Für die verschiedenen Prospekt- und Softentzüge, die Portalzüge, die Versenkungen, die Wandelpanoramen, die Gitter- und Kasentzüge, den eisernen Vorhang und den Magazinaufzug sind 13 Elektromotoren von insgesamt rd. 70 PS vorhanden.

Die mehr auf technisch-künstlerischem Gebiet liegende Shakespear-Bühne ebenso wie eine neuartige Wandeldekorations-Maschinerie sind zuerst in München von Lautenschläger eingeführt worden.

Für die industrielle Entwicklung eines Landes ist der Kohlenbergbau¹⁾ von Bedeutung. Das oberbayerische Kohlenvorkommen umfaßt das Auftreten der zahlreichen aber meist wenig mächtigen Pechkohlenflöze, von denen einige stärkere im kgl. Bergbau zu Peilsenberg, in den Gruben

der Oberbayerischen A.-G. für Kohlenbergbau zu Miesbach, Hausham und Penzberg und in der Grube des Bayerischen Portlandzementwerkes Marienstein bei Schafliach in regem Abbau begriffen sind. Die oberbayerische Pechkohle ist in ihrem Auftreten an Gebirgsschichten gebunden, welche 1000 bis 1200 m Mächtigkeit besitzen, innerhalb deren die Kohlenflöze zwischen einer Wechsellagerung von kalkigen, tonigen und sandigen Mergeln mit fein- bis grobkörnigen Sandsteinen (Konglomeraten) eingebettet sind. Das geognostische Alter des oberbayerischen Kohlengebietes ist von Gumbel, der die betreffenden Schichten »brackische Molasse« nennt, als oberoligozän bezeichnet. Die oberbayerische Kohle ist eine gute Flammkohle, nicht backend, von schwarzer Farbe, pechartigem Aussehen und mittlerer Festigkeit und Luftbeständigkeit. Der Kohlenstoffgehalt der Kohle aus den tieferen Flözen beträgt bis 60 vH bei 5 vH Wassergehalt, aus den höchsten Flözen 50 vH bei 15 vH Wassergehalt. In ihren größeren Sorten findet die oberbayerische Kohle vorwiegend Verwendung als Hausbrandkohle; die Kleinsorten gehen als Industrie Kohle in den Handel. Die eigentliche Entwicklung des oberbayerischen Kohlenbergbaues begann etwa um das Jahr 1840, in welcher Zeit durch den Staat dem Leihhausbesitzer v. Stögmaier für das Gebiet zwischen Inn und Schlierach, dem Freiherrn v. Eichthal für das heutige Penzberger Gebiet ausschließliche Privilegien verliehen wurden. Stögmaier gründete 1849 die Miesbacher Steinkohlengewerkschaft, welche 1857 Miesbach, 1869 Penzberg und 1873 das Gebiet zwischen Mangfall und Tölz käuflich erwarb, nachdem sie sich 1870 in eine Aktiengesellschaft verwandelt hatte. In die zweite Hälfte der 1860er Jahre fällt der für die Entwicklung des Kohlenbergbaues unerlässliche Ausbau der Bahnen von Holzkirchen nach Miesbach und Hausham, von Starnberg über Tutzing nach Penzberg usw. Es ist nicht uninteressant, dafs bis etwa 1855 die Kohlen fast ausschließlich auf der Achse nach Rosenheim verfrachtet und von da auf sogenannten Tiroler Platten inn- und donauabwärts bis Wien geflüßt wurden, wo sie bei der Donau-Dampfschiffahrt und am Wiener Platz Verwendung fanden. Noch 1857 gingen auf diese Art 22500 t donauabwärts bis Wien, während 1500 t auf der Achse bis Holzkirchen verfrachtet und von da mit der Bahn nach München und Umgebung abgesetzt wurden. Im Jahre 1864 betrug der Münchener Absatz an Miesbacher Kohlen bereits 11500 t und der für ganz Bayern über 30000 t; 1867 erreichte er 50000 t, um von da ab fortwährend zu steigen. Die jährliche Gesamtförderung der oberbayerischen Kohlenwerke beträgt heute rd. 600000 t. Die erschlossenen Tiefen betragen in Penzberg 413 m, in Peilsenberg 277 m, in Miesbach 150 m und in Hausham 500 m. Mit den jetzt vorhandenen Bergwerkanlagen ist kaum der zehnte Teil des gesamten zwischen Inn und Lech gelegenen Kohlengebietes aufgeschlossen. Die Dampfkessel auf den oberbayerischen Gruben haben eine Gesamtheizfläche von über 5000 qm, während der Kohlenverbrauch für Dampferzeugung 9 bis 10 vH der Gesamtförderung beträgt, wobei unreine, für den Verkauf nicht geeignete Abfallkohle mit einer 3- bis 3,5fachen Verdampfung Verwendung findet. Auf allen oberbayerischen Kohlengruben werden gegenwärtig über 3000 Arbeiter beschäftigt, wovon 2700 Männer und 300 Frauen und jugendliche Arbeiter sind. Diese Arbeiterbevölkerung, welche anfangs zum großen Teil aus der Fremde herangezogen werden mußte, besteht heutzutage zu zwei Dritteln aus bayerischen Staatsangehörigen. Für die Rolle, welche die oberbayerische Kohle im Verhältnis zum Gesamtkohlenverbrauch Bayerns spielt, mag folgende Bemerkung einen Maßstab abgeben. Im Januar und Februar 1903 wurden nach München an Steinkohlen, Koks und Steinkohlenbriketts 79995 t eingeführt. Hiervon lieferte Bayern 46576, die Rheinprovinz und Westfalen 26567, Oesterreich-Ungarn 2959 und Schlesien 2413 t. An Braunkohlen und Braunkohlenbriketts deckte Oesterreich-Ungarn mit 29771 t fast ausschließlich den Bedarf, der in den beiden Monaten 30462 t betrug.

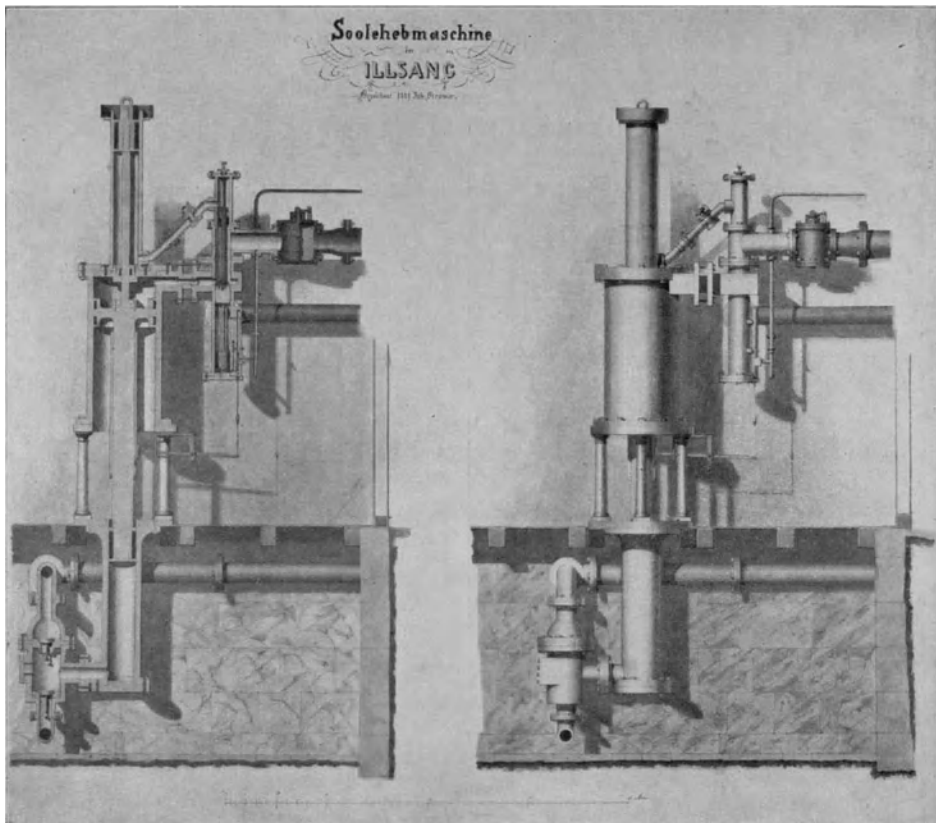
Auf dem Gebiete des Maschinenbaues war es vor allem wieder Georg von Reichenbach, der am Anfang

¹⁾ L. Hertle: Das oberbayerische Kohlenvorkommen und seine Ausbeute, Glöckner 1898 Nr. 44.

des vorigen Jahrhunderts in Bayern bahnbrechend gewirkt hat.¹⁾ Am 8. Februar 1807 war Utzschneider durch König Max Joseph von neuem in den Staatsdienst berufen worden, und zwar als Geheimer Referendär des Finanzministeriums und als General-Administrator der Salinen, als welcher er sofort in der überzeugendsten Weise die Mittel erörterte, durch die Bayern eine erhöhte Rente aus seinen Salinen ziehen könne, nämlich Vergrößerung und Verbesserung des Betriebes, was um so unbedenklicher erschien, als damals auch Württemberg, Baden und die Schweiz ihren Salzbedarf

die Herstellung der Solenleitung seinem Genossen vom mechanischen Institute Georg Reichenbach, der aus dem Militärverbände trat, um Salinenrat zu werden. Reichenbach zeigte sofort, daß er nicht nur in der feinen (instrumentellen), sondern auch in der groben (industriellen) Mechanik ein Meister war. Die neue Aufgabe regte seinen Erfindungsgeist mächtig an, und in kurzem war der Entschluß gereift, an die Stelle der bisher durch Wasserräder betriebenen Druckwerke zur Hebung der Sole auf die höchsten Stellen der Röhrenfahrt Wassersäulenmaschinen zu setzen. Auf der Strecke Reichen-

Fig. 5.



aus Bayern beziehen mußten. Der Salinenbau²⁾, dessen wichtigster Teil die Solenleitung von Reichenhall über Siegsdorf und längs des Chiemsees war, wurde in einem Jahre (1809) vollendet und ist namentlich durch die Art, wie die Sole gehoben wird, merkwürdig geworden. Utzschneider übertrug

¹⁾ Rühlmann: Allgemeine Maschinenlehre, Bd. I S. 484. Rühlmann behandelt die Sache eingehend und sagt, daß man Reichenbach mit Recht den deutschen Watt nennt.

²⁾ G. Attenkofer: Die oberbayerischen Salinen, Glückspfl 1898.

hall-Rosenheim wurden acht Wassersäulenmaschinen aufgestellt, und der günstige Erfolg dieser Maßnahme führte später die Salinenverwaltung zu dem Beschlusse, die gleiche Umwandlung auch für die Solenleitung Berchtesgaden-Reichenhall vorzunehmen, wofür drei weitere Wassersäulenmaschinen notwendig waren. Auf der 12 Meilen langen Strecke Berchtesgaden-Rosenheim³⁾ wirken also 11 Reichenbachsche Maschinen mit einer Gesamtdruckhöhe von nahezu 1000 m. Von

³⁾ Allgemeines Intelligenzblatt für das Königreich Bayern 1818.

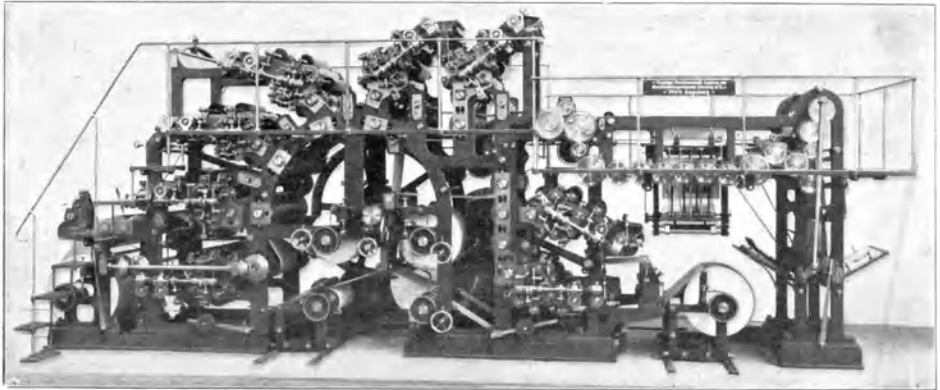
dieser Höhe treffen auf die große Maschine bei Illsang in der Ramsau, Fig. 5, allein 356 m; sie hebt also die gesättigte Sole mittels des vom Berg herabgeleiteten Quellwassers $3\frac{1}{2}$ mal so hoch wie die Münchener Frauentürme. Die seit 86 Jahren ohne Störung arbeitende Maschine von Illsang, die ein heftiger Gegner Reichenbachs, der Oberst-Berg- und Salinenrat Joseph Baader, vor dem Bau für unmöglich und nach ihrer Vollendung für unhaltbar erklärt hatte, ist Reichenbachs Meisterwerk und für die damalige Zeit ein Triumph des Maschinenbaues; denn selten wird man an einer Maschine bei gefälliger Form solche Zweckmäßigkeit aller Teile, bei höchstem innerem Druck solchen gefahrlosen Bau und bei Verfertigung gewaltigster Arbeit solche ruhige Bewegung aller Mechanismen wiederfinden. Mit Recht sagt daher der Verfasser des dem Andenken Reichenbachs gewidmeten Aufsatzes im Regierungsblatte: »Sie ist das getreue Bild des bescheidenen deutschen Mannes, der Großes geräuschlos vollbringt.«

Nach seiner Ernennung zum Salinenrat führte Reichenbach nicht bloß für den Salzbergbau Maschinen und Bauwerke von höchster Bedeutung aus, er war auch vielfach für Staats-, Kreis- und Gemeindebehörden als Ingenieur und fünf-

Oberzell bei Würzburg durch den Erfinder der Schnellpresse, Friedrich Koenig¹⁾, einen geborenen Sachsen. Die Maschinenfabrik Augsburg war die erste, die in Deutschland Druckmaschinen für endloses Papier, d. s. Rotationsmaschinen, herstellte. Die erste dieser Maschinen war auf der Wiener Weltausstellung 1873 im Betriebe. Ferner hat die Maschinenfabrik Augsburg gebaut: die erste Rotationsmaschine für Illustrationsdruck (1879) für Black & White in London, die erste Rotationsmaschine für Mehrfarbendruck (1884) für Julius Klinkhardt in Leipzig und eine ebensolche Maschine mit 4 Papierrollen (1901) für den Generalanzeiger in Frankfurt a/M. Eine der interessantesten und neuesten Rotationsmaschinen ist die in Fig. 6 dargestellte, an die Heilsarmee in London gelieferte, welche gleichzeitig das Papier von 2 Papierrollen verdrückt und 8 Farbwerke für feinste Farbverreibung, 8 Druck- und 8 Plattenzylinder, 1 Falz- und 2 Ablegevorrichtungen besitzt. Um das Abschmieren des Druckes beim Widerdruck zu vermeiden, sind 2 Schmutzpapierrollen angeordnet, durch deren Ab- und Wiederaufwicklung das Schmutzpapier sich zwischen das frisch bedruckte Papier und den Druckzylinder legt. Auf dem einen Papierstrange können entweder einfarbige Schön- und fünf-

Fig. 6.

Achtfarben-Rotations-Druckmaschine für die Heilsarmee, London, gebaut 1902 von der Maschinenfabrik Augsburg.



Mechaniker tätig. So legte er 1811 die Brunnenwerke und Röhrenleitungen für das allgemeine Krankenhaus und den botanischen Garten an, leitete 1815 die Arbeiten zur Austrocknung der Sümpfe des Pinzgaues, versah die Gewerfabrik zu Amberg mit neuen mestergütigen Einrichtungen, usw. Im Jahre 1821 richtete er im Auftrage des Kaisers von Oesterreich in Wien eine Kanonenbohrerei nach eigenem Plane ein, nachdem er bereits 1809 eine gezogene schmiedeeiserne Kanone hergestellt hatte. Den betreffenden Akten ist zu entnehmen und unseres Wissens von militärischen Sachverständigen auch anerkannt, daß Reichenbach bei seinen Verbesserungen des Geschützwesens von richtigen Grundanschauungen ausging; denn nicht nur war er der erste, welcher die Züge der Büchsenläufe auf Kanonenrohre¹⁾ übertrug, sondern er erkannte auch 20 Jahre früher als die Engländer die vorteilhaften Wirkungen der verlängerten Geschosse, und 8 Jahre vor dem Franzosen Minié zog er die Geschossexpansion in den Bereich seiner Versuche.

Ebenfalls in den Anfang des vorigen Jahrhunderts fällt die Gründung der Maschinenfabrik von König & Bauer in Kloster

farbige Widerdrucke oder zweifarbige Schön- und vierfarbige Widerdrucke hergestellt werden, auf dem zweiten Papierstrang beiderseits nur Schwarzdruck. Von diesen beiden durch die Schneidzylinder vereinigten Papiersträngen werden 16 seitige Exemplare abgetrennt, welche durch die Falzvorrichtung zweimal ineinander gefalzt und auf einen Tisch oder nur einmal ineinander gefalzt auf zwei Tische abgelegt werden. Die Maschine ist so eingerichtet, daß man entweder nur mit der einen oder mit der andern Papierrolle drucken kann; die nicht verwendete Maschinenseite ist dann abgestellt. Die in diesem Falle erhaltenen Bogen können ebenfalls zweimal gefalzt auf einen Tisch oder einmal gefalzt auf zwei Tische abgelegt werden.

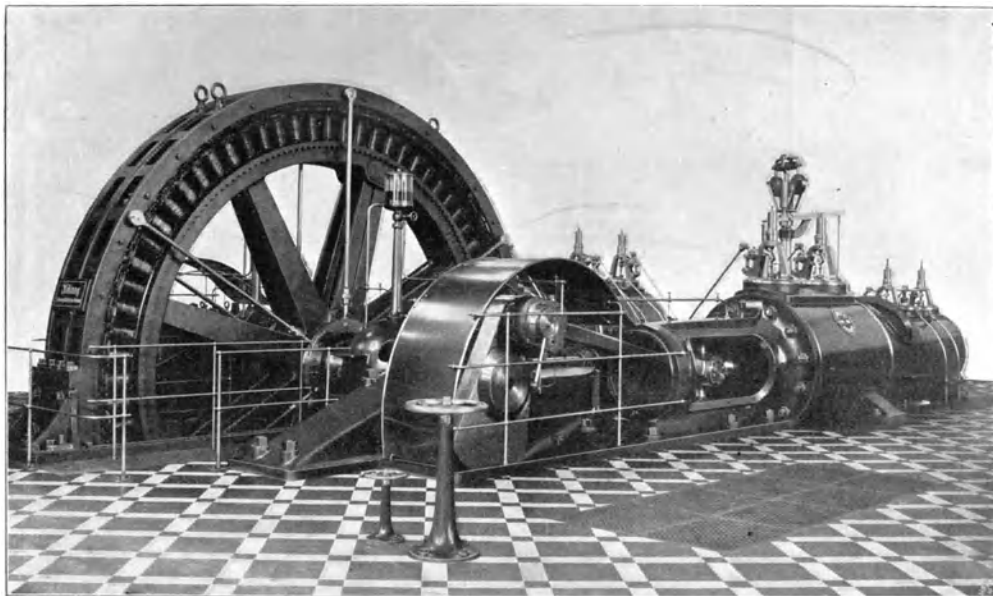
Im Jahre 1868 wurden von L. A. Riedinger in Augsburg, welche Firma sich insbesondere mit der Vervollkommnung der Brauereierrichtungen und Brauereimaschinen befaßte, die ersten selbsttätigen Malzmehlsgeräte, verbunden mit Malzschrotmühlen, eingeführt, eine von André Bolzano herrührende Erfindung, auf die sich das bayerische Malzaufschlag-Gesetz (Brausteuer-Erhebung nach der ver-

¹⁾ Pappenheim: Militärische Fantasien, München 1831/32.

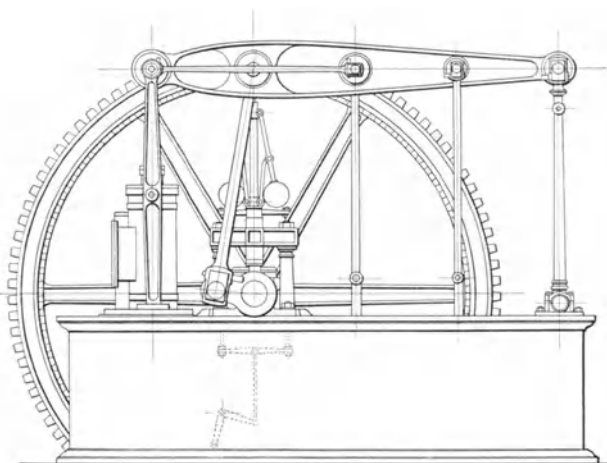
¹⁾ s. Z. 1908 S. 549.

Fig. 10.

Verbunddampfmaschine für die Münchener Elektrizitätswerke gebaut 1902 von J. A. Maffei.



gebaut 1849 von J. A. Maffei.



1871 nahm die Fabrik den Bau von Ventildampfmaschinen auf und beschickte die Ulmer Gewerbeausstellung mit einer der ersten Maschinen dieser Art, während zu gleicher Zeit

eine 100 bis 150 pferdige Einzylinder-Dampfmaschine für die Weberei Fichtelbach-Augsburg bei 5 at Dampfdruck einen Dampfverbrauch von 8,66 kg/PS₁-st ergab. 1876 wurde für die neue Baumwollspinnerei Hof im Gegensatz zu dem bis dahin allgemein üblichen Stirnräderantrieb zum erstenmale die Kraftübertragung durch Hanfseile bewerkstelligt. 1879 ging die Maschinenfabrik Augsburg an die Einführung der liegenden zweikurbeligen Verbunddampfmaschine, und zwar als erste Firma Deutschlands, für ortfeste Anlagen. Diese 150 pferdige Maschine für die Augsburger Kammgarnspinnerei wurde namentlich durch die daran vorgenommenen ausgedehnten Versuche — Dampfverbrauch 6,6 kg bei 5,7 at Druck — epochemachend und vorbildlich. 1888 lieferte die Firma ihre erste Dreifach-Expansions-Dampfmaschine von 700 bis 900 PS mit 1400 mm Kolbenhub an die Vogtländische Baumwollspinnerei in Hof. Eine gleichzeitig für den eigenen Betrieb hergestellte 200 pferdige Maschine gleicher Bauart wurde 1889 geprüft und mit dem Ergebnis die ersten verbürgten Verbrauchszahlen für diese Maschinenform in dieser Zeitschrift 1890 S. 7 u. f. veröffentlicht. Heute ist man nach einigen Umänderungen für rd. 10 at Druck auf einen Verbrauch von 5,26 kg trockenem Dampf, bei Dampf von 260°C, also etwa 76°C Ueberhitzung, auf 4,71 kg für 1 PS₁-st gekommen. 1893 führte die Fabrik an einer 500 pferdigen Verbunddampfmaschine der Baumwoll-Feinspinnerei Augs-

Dampf von 260°C, also etwa 76°C Ueberhitzung, auf 4,71 kg für 1 PS₁-st gekommen. 1893 führte die Fabrik an einer 500 pferdigen Verbunddampfmaschine der Baumwoll-Feinspinnerei Augs-

burg die ersten ausgedehnten Versuche mit und ohne Ueberhitzung aus, die viel zur Klärung dieser Frage beigetragen haben. 1894 wurde die erste 1200pferdige Dreifach-Expansionsmaschine mit geteiltem Niederdruckzylinder gebaut, und zwar für die Augsburger Kammgarnspinnerei; diese Bauart fand bald vielfache Nachahmung.

1901 stellte die Maschinenfabrik Augsburg für ihren eigenen Betrieb mit besonderer Rücksicht auf Ueberhitzung eine 5- bis 600 pferdige stehende Dreifach-Expansionsmaschine mit Ventilsteuerung her, die mit 145 Uml./min läuft.

Bei großen stehenden Maschinen hat die Fabrik auch Corliss-Schieber angewandt.

Insgesamt hat die Maschinenfabrik Augsburg 3436 Dampfmaschinen mit 490 000 PS gebaut, darunter 994 Verbund-, Tandem- und Dreifach-Expansionsmaschinen mit 355 000 PS.

Der erste betriebfähige Viertakt-Gasmotor, der fast 8 Jahre hindurch auch praktisch benutzt worden ist, hat den Hofuhrmacher Christian Reithmann in München zum Schöpfer¹⁾. Vier Jahre vor Otto brachte Reithmann mit den einfachsten Mitteln in seiner bescheidenen Werkstatt, in welcher der 85jährige noch heute emsig schafft, schon 1873 eine im Viertakt arbeitende Gasmaschine, Fig. 12, zustande.

Der Wärmemotor von Diesel ist aus theoretischen Betrachtungen entstanden, welche Diesel 1893 in einer kleinen Schrift »Theorie und Konstruktion eines rationellen Wärmemotors«²⁾ veröffentlicht hat. Die Verwirklichung und praktische Durchbildung der darin vorgeschlagenen Ma-

¹⁾ H. Gildner: Verbrennungsmotoren, Berlin 1903, S. 39. C. Linde: Reithmannscher Gasmotor. Bayer. Ind. u. Gew.-Bl. 1874.

²⁾ a. Z. 1898 S. 291

Fig. 11. Liegende Verbundmaschine, gebaut 1902 von der Maschinenfabrik Augsburg.

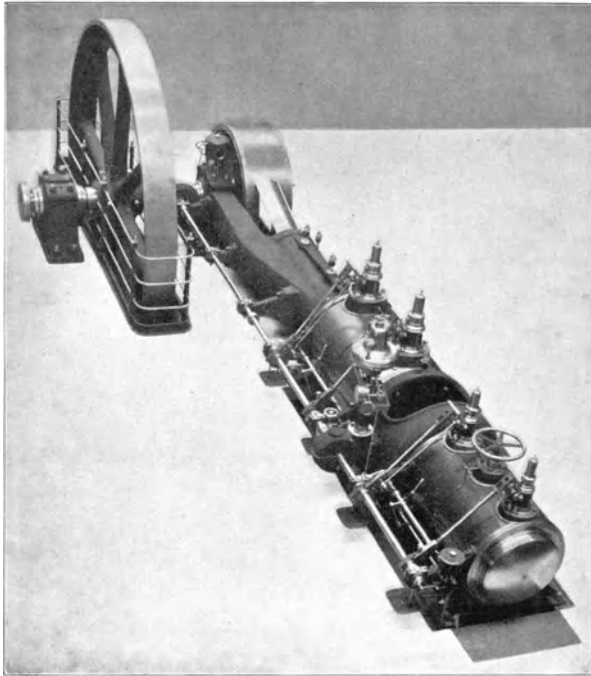
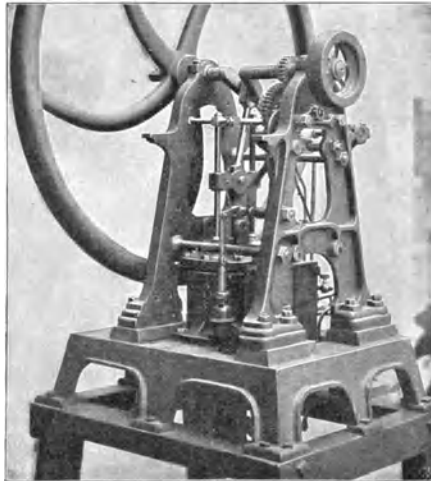


Fig. 12.

Erster Viertakt-Gasmotor, erbaut 1873/73 vom Hofuhrmacher Reithmann in München.



schine bis zu ihrer Marktfähigkeit erfolgte in der Maschinenfabrik Augsburg unter persönlicher Leitung Diesels in jahrelanger mühevoller, manchmal gefahrvoller Versuchsarbeit, wobei Diesel von seinem Freunde, dem Oberingenieur Lucian Vogel, in der selbstlosesten und hingebendsten Weise unterstützt wurde. Der hohe Kostenaufwand für diese Versuche wurde von der

Maschinenfabrik Augsburg und Fried. Krupp, Essen, gemeinsam getragen. Die Maschinenfabrik Augsburg schuf für diese Versuchsarbeiten ein besonderes, mit allen Hilfsmitteln technischer und wissenschaftlicher Art ausgestattetes Laboratorium, das nach Bekanntwerden des

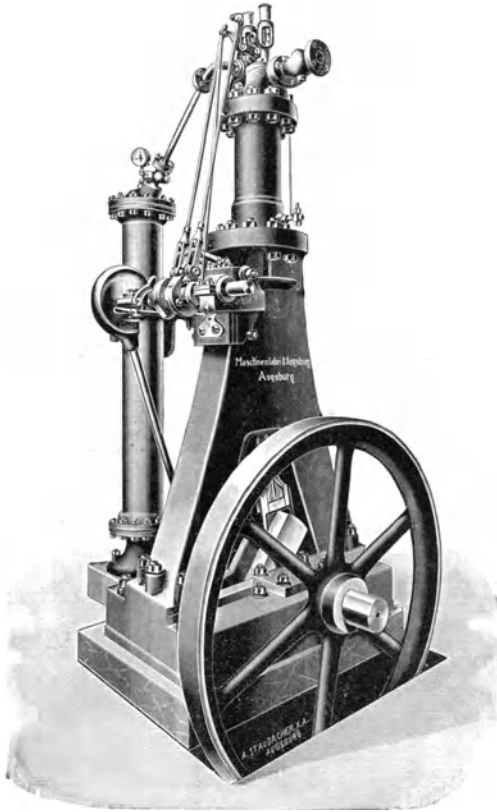
Erfolges viele Jahre lang häufig von Vertretern der Wissenschaft und Technik aus aller Herren Länder besucht wurde, um Versuche auszuführen oder solchen beizuwohnen. Durch diese Schöpfung hat die

Maschinenfabrik Augsburg der gesamten Industrie ein nachahmenswertes Beispiel dafür gegeben, auf welche Weise wichtige industrielle Fragen ihrer Lösung zugeführt werden sollten. Leider mußte das Laboratorium im Laufe der Zeit dem Erweiterungsbedürfnis der Werkstätten weichen; die ersten darin montierten und erprobten Dieselmotoren sind aber noch erhalten. Fig. 13 zeigt den allerersten Motor, noch ohne Wassermantel, mit einem durch Stopfbüchsen abgedichteten Tauchkolben und mit einer Art Sulzer-Steuerung für die Ventile; an dieser Maschine konnten nur die grundlegenden Fragen studiert werden. Fig. 14 ist ein Bild derjenigen Maschine, mit welcher die Lösung der Aufgabe als gelungen bezeichnet werden konnte, und an der Prof. Schröter im Jahre 1897 die ersten beglaubigten Versuche machte, welche später an dieser und an einer Reihe neuerer Maschinen so oft wiederholt wor-

den sind. Die Ergebnisse dieser Versuche wurden von Diesel und Schröter auf der Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure 1897 in Kassel zum erstenmale öffentlich mitgeteilt¹⁾. Ihr wesentlichstes Ergebnis war eine indizierte Wärmeausnutzung von rd. 40 vH und eine wirtschaftliche Ausnutzung des Rohbrennstoffes von 26 bis 28 vH; da die damaligen besten Dampfmaschinen größter Leistung nur 12 bis 13 vH und die besten Gasmotoren 14 bis 16 vH Wärmeausnutzung aus dem Rohbrennstoff ergaben, so ist Schröters Ausspruch: »Der Dieselsche Motor tritt schon in seiner ersten Ausführung an die Spitze aller

Fig. 13.

Erster Versuchs-Diesel-Motor aus dem Jahre 1893.



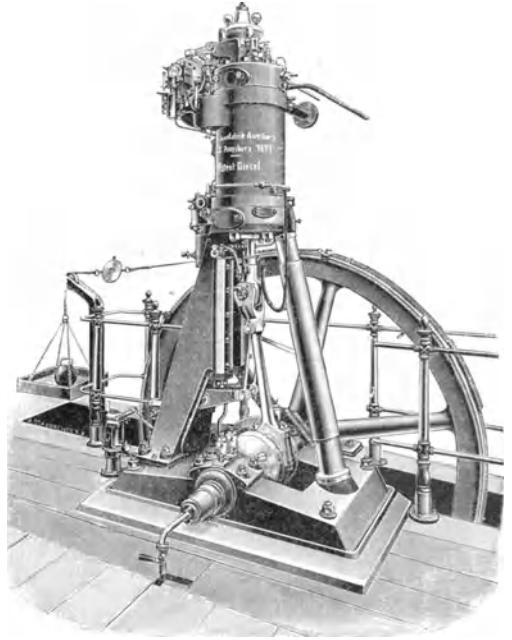
bis jetzt bekannten Wärmemotoren«, im Hinblick auf die Brennstoffausnutzung voll berechtigt gewesen und bis heute geblieben. Die Kasseler Vorträge gaben zusammen mit Diesels schon erwähnter Druckschrift Anlaß zu einer erstaunlichen Menge literarischer Arbeiten über die Frage der motorischen Verbrennung und der Verbrennungsmotoren, an denen sich die besten Männer unserer Wissenschaft beteiligten, wie: Zeuner, Schröter, Eugen Meyer, Schöttler, Otto Köhler, Stodola, Musil, Jhering, Witz, Bryan Donkin, Denton, von Doepf, Gustave Richard, Bánki, Dugald Clark usw. Aus diesem Austausch der Ideen entstand nach wenigen Jahren

¹⁾ Z. 1897 S. 785, 845.

völlige Klarheit über alle einschlägigen Fragen, und es darf wohl gesagt werden, daß infolgedessen die wissenschaftlichen Anschauungen über die Verbrennungsfrage jetzt als geklärt anzusehen sind. Auch die erfinderische Tätigkeit setzte nach Diesels Erfolg mit Macht ein, wie die Patentliteratur aus dieser Zeit beweist, und in wenigen Jahren hat auch der Explosionsmotor, angeregt durch Diesels Vorbild, insbesondere durch die zuerst von ihm verwirklichte hohe Kompression, gewaltige Fortschritte gemacht, die man vor 5 bis 6 Jahren noch nicht zu hoffen wagte. In diesem Kampf der Meinungen ist Diesel so manchemal sehr ungerecht beurteilt worden; manche Autoren legten ein übergroßes Gewicht auf den Umstand, daß Diesel seine Theorien nicht genau verwirklicht habe und daß seine Arbeiten deshalb eigentlich ein Fehlgriff seien. Es wurde dabei vergessen, daß Diesel niemals behauptet hat, daß seine Theorien in der Maschine genau verwirklicht seien; er hat im Gegenteil schon in seinen frühesten Mitteilungen mit anerkennenswerter Offenherzigkeit zuerst seine ursprünglichen theoretischen Anschauungen erläutert und dann gezeigt, was die Praxis davon angenommen hat

Fig. 14.

Versuchs-Diesel-Motor aus dem Jahre 1895/96.



und was sie beseitigen mußte; er hat auch von seinen Mifserfolgen berichtet und häufig betont, daß seine Maschine ein Kompromiß zwischen Theorie und Praxis sei, und es erscheint geradezu als Pflicht, festzustellen, wie fruchtbringend diese offene Behandlung aller Fragen auf den Meinungsaustausch gewirkt hat. Diese Feststellung ist umso notwendiger, als auch nach den ersten Erfolgen die stillen Laboratoriumsarbeiten unter Diesels Leitung noch jahrelang fortgesetzt wurden, indem alle erdenklichen Verbrennungsvorfahren mit allen erdenklichen Brennstoffen einschließlich des Kohlenstaubes auf ihren praktischen Wert erprobt wurden; indem Versuche mit Verbundanordnung von Verbrennungsmotoren in großem Maßstabe durchgeführt wurden, welche über diese

für die Zukunft der Verbrennungsmotoren so wichtige Frage endgültig Aufschluß gaben; indem endlich das Laboratorium jahrelang zur Erprobung im Dauerbetrieb nahezu aller Arten von flüssigen Brennstoffen, die aus allen Weltteilen dort zusammenströmten, verwendet und so die heute im Vordergrund des Interesses stehende Frage der flüssigen Brennstoffe gleich bei ihrem ersten Auftreten vollständig geklärt wurde. Die Ergebnisse aller dieser Arbeiten, die noch lange nicht Gemeingut geworden sind, werden noch geraume Zeit nachwirken und noch viel Stoff zu wissenschaftlichen Arbeiten geben. Eines der hervorragenden Ergebnisse war, daß der Diesel-Motor für alle überhaupt vorkommenden flüssigen Brennstoffe gleich geeignet ist, sodafs diese neue Kraftmaschine den flüssigen Brennstoffen gegenüber dieselbe Rolle zu spielen berufen ist wie die Dampfmaschine und der Gasmotor den festen und gasförmigen Brennstoffen gegenüber, nur in viel einfacherer und wirtschaftlicher Weise.

Mit dieser Laboratoriumsarbeit ging die praktische Vervollkommnung des Diesel-Motors und die Ausbildung des Fabrikationsverfahrens ständig Hand in Hand. Im Jahre 1898 wurden die Diesel-Motoren zum erstmaligen öffentlich gezeigt, und zwar auf der 2. Kraft- und Arbeitsmaschinenausstellung in München in einer glänzenden Sonderausstellung, an welcher die Firmen Fried. Krupp, Maschinenfabrik Augsburg und Gasmotorenfabrik Deutz beteiligt waren¹⁾ und in der von den Motoren betrieben wurden: eine Augsburger Rotationspresse, eine Sulzersche schnelllaufende Hochdruckpumpe und eine Lindesche Maschine für flüssige Luft.

Es darf als das besondere Verdienst der Maschinenfabrik Augsburg und ihres Direktors Kommerzienrat Heinrich Buz bezeichnet werden, den Diesel-Motor zu einer sehr einfachen Maschine von größter Betriebssicherheit und verhältnismäßig billigem Preise ausgestaltet, in rastloser Arbeit den mechanischen Wirkungsgrad ständig erhöht, den Verbrauch ständig vermindert und dadurch der ortfesten Diesel-Maschine ihren Weltruf erworben zu haben.

Eine andere, ebenfalls hochbedeutsame Entwicklung, die von Südbayern ausging, betrifft die Kältemaschine²⁾. Im Anfang der 70er Jahre wurden die heute bekannten Ver-

fahren für die Herstellung niedriger Temperaturen zwar von den Maschinenbauern im wesentlichen bereits zur Ausführung von Kältemaschinen benutzt; Siebe in England baute Kompressions-Kaltdampfmaschinen unter Anwendung von Schwefeläther, die höchst sinnreichen Absorptionsmaschinen von Carré hatten von Paris aus eine gewisse Verbreitung gefunden, und die Kalthuftmaschine Windhausens trat, allerdings als Eintags-Erscheinung, in deutschen Brauereien auf, nachdem der Schotte Kirk etwa ein Dutzend geschlossener Maschinen in ferne Weltteile versendet hatte. An den quantitativ noch wenig bedeutenden Erfolgen auf dem Gebiete der Kältetechnik waren bis dahin nur Engländer und Franzosen beteiligt. Ungeklärt war noch die Frage, welches Arbeitsverfahren als

das beste zu betrachten sei. Carl Linde, damals Professor für theoretische Maschinenlehre an der Technischen Hochschule in München, fand nun anhand einer Reihe von grundlegenden Arbeiten, daß bei einer Kältemaschine nur dasjenige Verfahren die höchste Leistung verspreche, bei welchem die Wärmeaufnahme (von dem abzukühlenden Körper) an keiner Stelle des Vorganges bei tiefen Temperaturen und die Wärmeabgabe (an das Kühlwasser) an keiner Stelle bei höheren Temperaturen stattfindet, als zur Erfüllung der gegebenen Aufgabe unerlässlich ist, und begann sofort den Bau

der Kompressionsmaschinen, die heute noch als die leistungsfähigsten gelten. Die erste Ammoniak-Kompressionsmaschine, welche in der Spatenbrauerei zu München (1873 bis 1876) zur Durchführung der entscheidenden Versuche diente, übertraf die Leistung jeder früheren Kältemaschine um mehr als das Doppelte. Ungefähr gleichzeitig wurde von Pictet in Genf schweflige Säure benutzt. Seitdem ist die Führung in der Kältetechnik an Deutschland übergegangen. Nachdem Linde etwa um das Jahr 1880 die maschinellen Einrichtungen für die Herstellung der Kälte im wesentlichen auf die naturgesetzlich erreichbare Leistungsfähigkeit gebracht hatte, fand er in der Schaffung geeigneter Einrichtungen für die Verwendung der Kälte eine weitere dankbare Aufgabe für die Kältetechnik. In der Spatenbrauerei zu München wurde 1878 die erste Einrichtung zum Ersetzen der gesamten für den Betrieb erforderlichen Eismenge (täglich rd. 50 t) durchgeführt. Die von der Maschinenfabrik Augsburg gebaute Maschine, die Linde damals aufstellte, hat bis heute in nahezu unveränderter Weise diese Aufgabe erfüllt und dabei fast 25 Jahre lang Tag und Nacht im Betrieb gestanden. Fig. 15 zeigt die von Linde getroffene, vorbildlich gewordene Einrichtung für die Kühlung in den Gärbottichen, bei der taschenförmige Kühlkörper in die Würze eingehängt sind, durch

Fig. 15. Kühlung der Gärbottiche.



Fig. 16. Lagerkellerkühlung.



lichen auf die naturgesetzlich erreichbare Leistungsfähigkeit gebracht hatte, fand er in der Schaffung geeigneter Einrichtungen für die Verwendung der Kälte eine weitere dankbare Aufgabe für die Kältetechnik. In der Spatenbrauerei zu München wurde 1878 die erste Einrichtung zum Ersetzen der gesamten für den Betrieb erforderlichen Eismenge (täglich rd. 50 t) durchgeführt. Die von der Maschinenfabrik Augsburg gebaute Maschine, die Linde damals aufstellte, hat bis heute in nahezu unveränderter Weise diese Aufgabe erfüllt und dabei fast 25 Jahre lang Tag und Nacht im Betrieb gestanden. Fig. 15 zeigt die von Linde getroffene, vorbildlich gewordene Einrichtung für die Kühlung in den Gärbottichen, bei der taschenförmige Kühlkörper in die Würze eingehängt sind, durch

¹⁾ Z. 1899 S. 36.

²⁾ Linde: Wärmesenzziehung usw., Bayer. Ind. und Gew.-Bl. 1870. Derselbe: Theorie der Kältemaschinen, Verh. d. Ver. z. Bef. d. Gewerbh. 1. Pr. 1875. Ledoux: Theorie d. mach. à froid 1878. Zeuner: Techn. Thermodynamik 1887. Linde: Die Entwicklung der Kälte-Technik, Zeitschr. f. d. ges. Kälte-Ind. 1899.

welche das kalte Wasser strömt. Zu derselben Zeit richtete Linde in der Dreher'schen Brauerei in Triest die erste Luftkühlanlage für die Gärkeller ein. Im Jahre 1881 folgte die Einrichtung der ersten Lagerkellerkühlung nach Maßgabe der Warmwasserheizung; s. Fig. 16. Mit all diesen Einrich-

tungen hatte Linde einen geradezu durchschlagenden Erfolg; den qualitativen Fortschritten entsprach eine quantitative Entwicklung, wie sie — abgesehen von der Elektrotechnik — kein anderer Zweig des Maschinenbaues in dieser Zeit aufzuweisen hatte, und welche der deutschen Metallindustrie eine

Fig. 17. Kompressorenanlage.

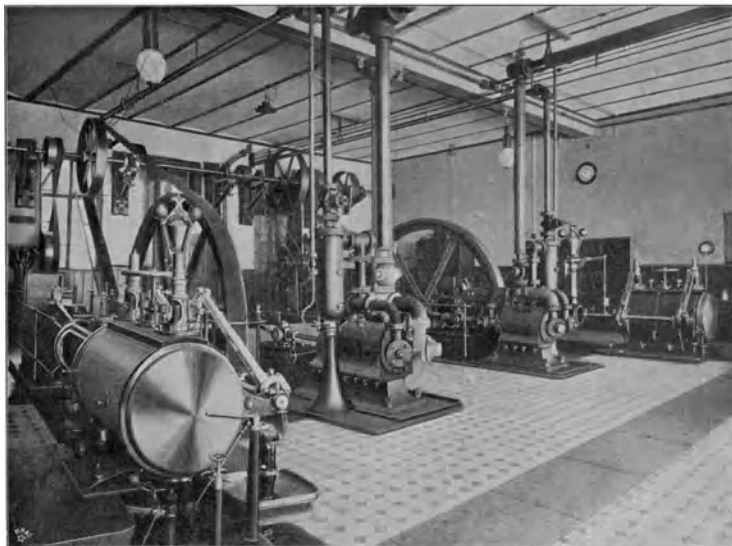
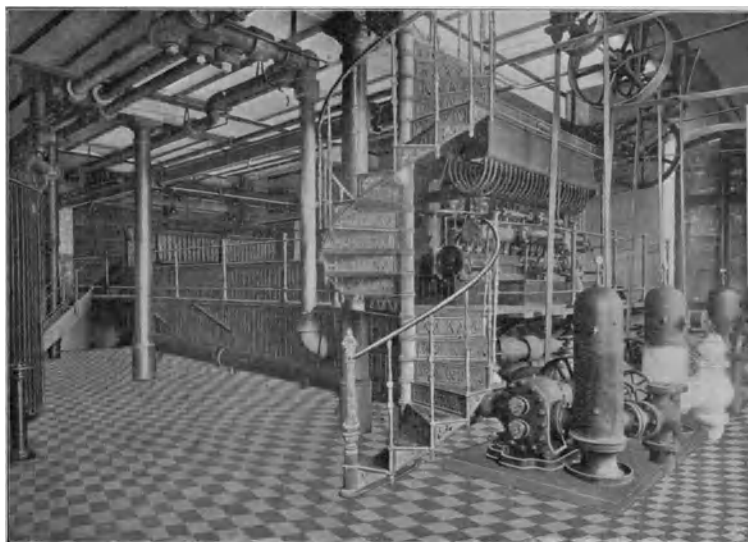
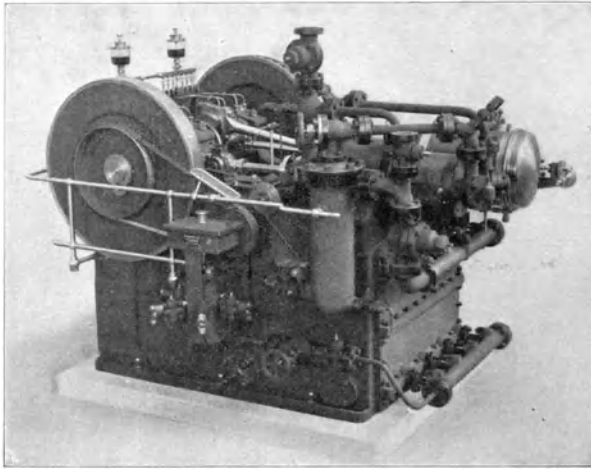


Fig. 18. Eisgenerator.



um so reichlichere **Fig. 19.** Schiffskühlmaschine, System Linde, gebaut 1902 von der Maschinenfabrik Augsburg.



2694 verschiedenen Werken arbeiten, nämlich in 1362 Bierbrauereien, 652 Fleischkühlanlagen, 253 Eisfabriken, 66 chemischen Fabriken, 119 Butterfabriken und Molkereien, 242 Anlagen für verschiedene Zwecke. Die Hauptabsatzgebiete sind Deutschland, England mit seinen Kolonien, Nordamerika und Oesterreich-Ungarn. Die gesamte Eismenge, welche von diesen Lindeschen Kältemaschinen erzeugt und ersetzt wird, beträgt täglich 81000 t, d. i. jährlich etwa 29,5 Mill. t. Der Rechnungsbetrag der von den deutschen Fabriken, welche Lindesche Eismaschinen bauen, seit 1879 gelieferten derartigen Kälteanlagen beläuft sich für Anlagen innerhalb des Deutschen Reiches auf insgesamt etwa 102,5 Mill. *M.* für Anlagen im Auslande auf 28,3 Mill. *M.* Die Liefersumme der in der gleichen Zeit von außerdeutschen Fabriken (ohne die Vereinigten Staaten und ohne britisches Gebiet) hergestellten Anlagen beträgt ungefähr 36 Mill. *M.*

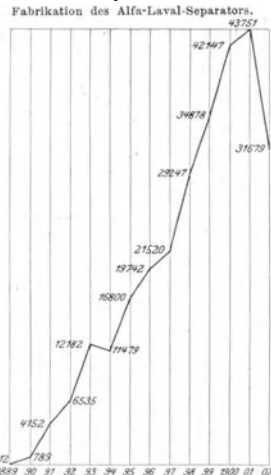
Anfangs der 80er Jahre nahm L. A. Riedinger in Augsburg den Bau von Vakuum-Eismaschinen auf, den er jedoch bald wieder fallen liefs, um 1886 die Ausführung der Kohlensäure-Kältemaschine von Windhausen zu übernehmen. L. A. Riedinger darf das Verdienst in Anspruch nehmen, dieses in der Folge zu recht großer Bedeutung gelangte Maschinensystem nicht nur in die Praxis eingeführt, sondern durch eigene Verbesserungen das meiste zu seiner Entwicklung beigetragen zu haben. Insbesondere rührt die heute ziemlich allgemein übliche Bauart der doppelwirkenden Trockenkompressoren, die Anwendung des gerade für die Kohlensäuremaschine so wichtigen Flüssigkeitskühlers und die Erfindung des Sicherheitsventiles mit fest eingespannten Durchschlagplatten von ihm her.

Im Mai 1895 trat Professor Dr. v. Linde abermals mit einer hervorragenden Neuerung hervor, indem er in der Kälte-Versuchstation zu München einem Kreise von Gelehrten und Technikern zum erstenmale eine Einrichtung im Betriebe vorführte, in welcher größere Mengen flüssiger Luft durch einen Arbeitsvorgang hergestellt wurden, der nur unter Anwendung atmosphärischer Luft, also unter Ausschluss der von den Physikern bis dahin angewendeten Hilfsmittel, durchgeführt wird. Seitdem sind in dieser Kälte-Versuchstation zahlreiche Luftverflüssigungs-Einrichtungen dieses Lindeschen Systems für Laboratorien des In- und Auslandes zusammengestellt und erprobt worden. Ferner sind hier eine Reihe wissenschaftlicher Untersuchungen bei sehr tiefen Temperaturen, sowie Versuche, welche in verschiedenen Richtungen die technische

Verwertbarkeit des Luftverflüssigungsverfahrens zum Gegenstand hatten, durchgeführt worden. Von letzteren sind zu nennen: Versuche über die Verbrennung in flüssiger Luft¹⁾ und Herstellung von Sprengstoffen, sodann über zweckmäßige Fraktionierung der flüssigen Luft (Herstellung sauerstoffreicher Gemische), über Gewinnung von Ozon u. a. m. Während die bisher in der Industrie verwendeten Kältemaschinen nicht gestattet, mit der Temperaturerniedrigung unter die Grenze von etwa -50°C hinabzusteigen, schuf Linde mit seiner neuen Luftverflüssigungsmaschine das Mittel, um ohne jede Schwierigkeit -200° zu erreichen. Zeigt die thermodynamische Betrachtung, dass die bestgebauten Kompressions-Kaltdampfmaschinen in bezug auf Wirtschaftlichkeit und Verlässlichkeit das naturgesetzlich Erreichbare leisten, und ist nunmehr das Gebiet der niedrigen Temperaturen bis zu einer solchen Tiefe erweitert, so kann ausgesprochen werden, dass im wesentlichen die Entwicklung der Kältemaschine innerhalb des letzten Vierteljahrhunderts ihren Abschluss gefunden hat.

Eine dritte ebenfalls bedeutsame Erfindung auf dem Gebiete des Maschinenbaues sind die Milchzentrifugen des

Fig. 20.



¹⁾ Linde: Verbrennung in flüssiger Luft, Sitzungsber. der k. b. Akad. d. Wissensch. 1899.

Freiherrn v. Bechtolsheim. Der durch seine Dampfmaschine bekannte de Laval baute als erster eine ununterbrochen arbeitende Milchschleuder, welche aus einer linsenförmigen Trommel besteht, in die von oben die Milch einfließt, während Rahm und Magermilch getrennt ablaufen. Auf der Versammlung der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft in Magdeburg (1889) führte Freiherr v. Bechtolsheim aus München unter dem Namen »Alfa« eine Zentrifuge vor, in der die Trommel durch zahlreiche konische Zwischenwände in dünne Lamellen unterschritten war. Durch diese Einrichtung erhöhte sich die Leistung nach Menge und nach Güte derart, daß der Fettgehalt der Magermilch von 0,3 auf 0,14 bis 0,1 und weniger zurückging, wodurch die Fettausbeute der Maschine bereits in einem Jahr durch bessere Butterausbeute gedeckt werden. Merkwürdigerweise fand sich weder in Bayern noch im übrigen Deutschland ein Werk, das die Herstellung übernommen hätte, sei es, daß die Wichtigkeit dieser Maschinen überhaupt nicht erkannt wurde, oder sei es, daß die Fabrikanten glaubten, die Patente Bechtolsheims um-

J. v. Baader, der erbitterte Gegner Reichenbachs, mit seinem geschichtlich denkwürdigen Werk »Neues System der fortschaffenden Mechanik« an die Öffentlichkeit, in welchem er lediglich zum Warentransport Chaussee-Pferdebahnen vorschlug, die von den englischen Montan- und Industriebahnen wesentlich abwichen.

In keinem Lande der Welt, England ausgenommen, wurde der Gedanke der Eisenbahnen so frühzeitig aufgegriffen, trotz vielseitiger Widerstände im eigenen Lande verfochten sowie staatsseitig unterstützt und verwertet, wie gerade in Bayern, schon zu einer Zeit, als selbst in England noch der heftigste Widerspruch gegen das neue Verkehrsmittel erhoben wurde.

Im Jahre 1833 gewann Nürnbergs verdienstvoller zweiter Bürgermeister Johannes Scharrer einen Kreis geachteter Männer zur Gründung einer Aktiengesellschaft für die Erbauung einer Eisenbahn von Nürnberg nach Fürth. Die Gesellschaft erhielt am 19. Februar 1834 das erbetene ausschließende Privilegium des Königs auf 30 Jahre; damit war die erste Aktiengesellschaft in Bayern überhaupt ins Leben

Fig. 21. Die Eröffnung der München-Augsburger Eisenbahn 1840.



gehen zu können. Als bald bekam jedoch v. Bechtolsheim von zwei nordischen Firmen Anträge, und er verkaufte seine Patente an die Aktiebolaget Separator in Stockholm, wodurch eine Vereinigung der Bechtolsheimischen mit der Lavalschen Konstruktion entstand, deren Antrieb und Lagerung behalten wurden. Von diesen Maschinen sind unter dem Namen »Alfa-Laval-Separator« bis Dezember 1902 rd. 275.000 Stück (s. das Diagramm Fig. 20) in einem Werte von über 60 Mill. M. verkauft worden, und es können mit damit stündlich 95.000.000 ltr Milch entrahmt werden. Die ursprüngliche Zentrifugenlagerung Bechtolsheims wurde jedoch von einem großen Teil der kleineren deutschen Konkurrenzfirmen angenommen, wahrscheinlich deshalb, weil sie die Erreichung großer Umlaufzahlen ohne Anbalanzierung der Trommel gestattet. Das Emporblühen der Aktiebolaget Separator hat besonders in Schweden zahlreiche Konkurrenzfirmen entstehen lassen, während sich in Deutschland die meisten Nacherfinder bemerkbar machten.

Eine ganz besondere Förderung und Pflege hat das Verkehrswesen¹⁾ in Bayern erfahren. Im Jahre 1822 trat

¹⁾ H. Marggraff: Die kgl. bayer. Staatseisenbahnen usw., München 1894.

gerufen. Am 7. Dezember 1835 wurde die 6 km lange erste deutsche Eisenbahn mit Dampfkraft feierlich eröffnet, gerade an dem Tage, an welchem König Ludwig I an der Seite seines jugendlichen zum König der Griechen erwählten Sohnes Otto im Triumph in Athen einzog. Die Ludwigs-Eisenbahn aber besteht heute noch als eine der ertragreichsten Unternehmungen, trotz des Wettbewerbs zweier Staatsbahnlagen und einer elektrischen Bahn.

Die zweite bayerische Linie war die von München nach Augsburg, welche am 4. Oktober 1840 eröffnet wurde, Fig. 21, und ebenfalls ein Privatunternehmen war, an dessen Spitze der bayerische Reichsrat Jos. Anton Ritter v. Maffei stand.

Die erste Strecke der bayerischen Staatseisenbahnen war die Linie Nürnberg-Bamberg, die am 25. August 1844 eröffnet wurde, nachdem in Bayern zuerst von allen deutschen Staaten das Staatsbahnprinzip zum Durchbruch gekommen war. Hand in Hand mit dieser Entwicklung des Eisenbahnwesens entstanden bedeutende Fabriken zur Herstellung von Eisenbahnbetriebsmitteln.

Die ersten Lokomotiven »Vesta«, »Jupiter« und »Vulkan« der München-Augsburger Privatbahn stammten, gleichwie ihre Führer, aus England. Den Maschinendienst leitete Ingenieur

Joseph Hall aus Newcastle. Ungefähr um dieselbe Zeit kaufte der schon genannte J. A. Maffei das sogen. Lindauerse Hammerwerk am Hauptkanal der Isar in der Hirschau im Englischen Garten und gestaltete es mit außerordentlicher Tatkraft und Schaffenslust zu einer Maschinenfabrik mit Gießerei und Kesselschmiede um; die Arbeitsmaschinen und Werkführer lieferte England. Schon 1841 wurde die erste Lokomotive »Der Münchner« gebaut, Fig. 22, und in Gang gesetzt, gleichzeitig mit der ersten von Borsig in Berlin hergestellten Lokomotive. »Der Münchner« wurde im Auftrage



Zyl.-Dmr.	12" engl.	Kesseldruck	6 at
Hub	18" >	Heizfläche	497 □' engl.
Triebradmr.	66" >	Rostfläche	10 >
Lauf radmr.	36" >		

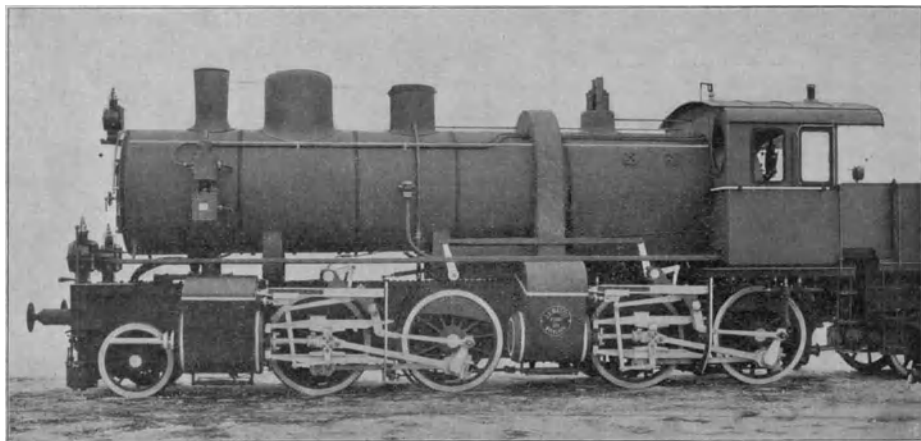
Die Firma Maffei hatte nun höhere Geltung errungen, und die Aufträge, besonders aus Oesterreich, mehreten sich. Schon 1844 konnte die 500ste Lokomotive mit dem Namen »Hirschau« (bayer. Lokomotive B VI) abgeliefert werden. Ein modernstes Erzeugnis des Maffeischen Lokomotivbaues zeigt Fig. 23.

Die Lokomotivfabrik Kraufs & Co. Akt.-Ges., München und Linz a. d. Donau, wurde 1866 zunächst als Kommanditgesellschaft von Georg Kraufs gegründet. Kommerzienrat Georg Kraufs hat sich aus eigener Kraft emporgearbeitet; er wurde am 25. Dezember 1826 zu Augsburg-Oberhausen geboren, besuchte nach Abgang von der Elementarschule das Polytechnikum seiner Vaterstadt mit Erfolg und Auszeichnung und trat nach überstandener Lehrzeit in dem Eisenwerk Hirschau bei München in den Dienst der kgl. bayer. Staatseisenbahnen, in welchem ihm hinreichend Gelegenheit zur Erwerbung gediegener Kenntnisse im praktischen Lokomotivdienste geboten war. Kraufs wurde nach kurzer Zeit zum Obermaschinisten befördert und wirkte in dieser Eigenschaft hauptsächlich in Lindau am Bodensee. Im Jahre 1857 trat er als Maschinenmeister in die Dienste der Schweizerischen Nordostbahngesellschaft über, bei der er sich während seines 9jährigen Aufenthaltes in Zürich großen Ansehens erlangte und sowohl von seinen Vorgesetzten als auch von seinen Untergebenen hochgeschätzt wurde. Von 1866 bis 1886 als Leiter und persönlich haftender Gesellschafter der oben genannten Kommanditgesellschaft tätig, zog er sich bei der 1887 erfolgten Umwandlung der Kommanditgesellschaft in eine Aktiengesellschaft in das Privatleben zurück, nicht ohne sein vielseitiges Wissen und Können auch fernerhin dem Unternehmen zur Verfügung zu stellen, wozu ihm während der inzwischen verflossenen 17 Jahre in seiner Eigenschaft als Vorsitzender des Verwaltungsrates reichlich Gelegenheit geboten war.

Zurzeit bestehen 3 Werke: die Stammfabrik Marsfeld-

Fig. 23.

Lokomotive für gemischte Züge für die bulgarische Staatseisenbahn, gebaut 1900 von J. A. Maffei.



der Regierung durch Sachverständige eingehend geprüft und im Vergleich mit den englischen Maschinen als vorzüglich anerkannt. 1851 lud Oesterreich zur Preisbewerbung für den Bau von Lokomotiven zur Befahrung der Bergbahn über den Semmering ein. Die riesige Maffeische Lokomotive »Bavaria« siegte bei den Probefahrten durch ihre gewaltige Leistung, welche die Anforderungen weit übertraf, und erhielt den ersten Preis von 20000 österreichischen Dukaten.

München seit 1866, die Filiale Südbahnhof-München, insbesondere für den Bau kleinerer Lokomotiven bis etwa 25 t Dienstgewicht bestimmt, seit 1872 und die Filiale Linz a/D. seit 1880. Die Arbeiterzahl betrug im ersten Betriebsjahre 198 und erreichte ihren Höhepunkt 1900 mit 2280 Mann. Die erste Lokomotive, Fig. 24, die 1867 in Paris ausgestellt und mit der goldenen Medaille prämiert war, hat bis 1900 auf der oldenburgischen Staatsbahn 860000 km zurückgelegt

und wird jetzt im Werke Marsfeld aufbewahrt. Die Figur zeigt die bekannte gedrängte, auf Erreichung größter Leistung bei geringstem Eigengewicht gerichtete Kraufsche Bauart. Hauptteigentlichkeit ist der zugleich als Wasserbehälter dienende Kastenrahmen, der bei Tenderlokomotiven allgemeinsten Eingang gefunden hat, namentlich bei solchen für Lokal- und Kleinbahnen. Auf letzterem Gebiete liegen überhaupt Kraufs' bahnbrechende Verdienste, indem er hier auch durch Bau und Betrieb eigener Bahnlinien tatkräftig eingegriffen und gezeigt hat, daß durch den Verhältnissen angemessene schmalspurige Anlagen ein Gewinn auch in scheinbar aussichtslosen Fällen zu erzielen ist. Ferner war Kraufs stets ein Vorkämpfer für den heute allgemein angenommenen Dampfdruck von 12 und mehr Atmosphären. Seit Anfang der 80er Jahre wurde ein Hauptaugenmerk auf die Kurvenbeweglichkeit mehrachsiger Lokomotiven gerichtet. So ging die erste mit radial einstellbaren Kuppelachsen nach Klose

gerüstete, für größere Geschwindigkeiten bestimmte Personenzug-Tenderlokomotive neuerer Bauart, die bei drei deutschen Bahnverwaltungen in mehr als 120 Ausführungen vertreten ist, stellt Fig. 25 dar. Im ganzen sind bis jetzt aus den Kraufschen Werken nahe an 5000 Lokomotiven hervorgegangen. Beiläufig sei bemerkt, daß das erste Motorwagen-Untergestell für eine dem öffentlichen Verkehr dienende elektrische Bahn, und zwar für die von Siemens & Halske bei

Fig. 24.

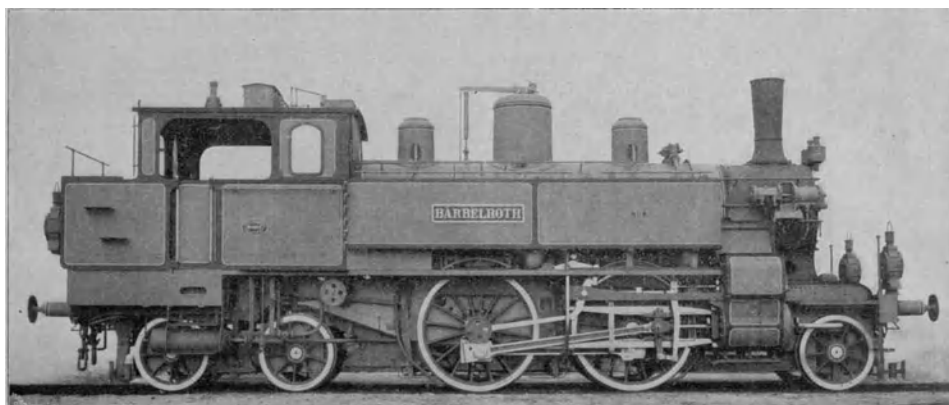
Oldenburgische Lokomotive »Landwuhrdon«, gebaut 1866 von Kraufs & Co.



Zyl.-Dmr.	355 mm	Raddmr.	510 mm	Dampfdruck	10 at	Rostfläche	1 qm
Hub	560 "	Radstand	2450 mm	Heizfläche	81 qm	Dienstgewicht	25 t

Fig. 25.

Lokomotive mit Kraufs-Helmholtzschem Drehgestell, gebaut 1901 von Kraufs & Co.



Zyl.-Dmr.	450 mm	Hub	560 mm	Raddmr.	1640 mm	Radstand	8800 mm	Dampfdruck	12 at	Heizfläche	117 qm	Rostfläche	2 qm	Dienstgew.	69,3 t
-----------	--------	-----	--------	---------	---------	----------	---------	------------	-------	------------	--------	------------	------	------------	--------

versehene Lokomotive, bestimmt für die k. k. Bosna-Bahn, 1885 aus dem Werke Marsfeld hervor. Das 1887/88 zum erstenmal ausgeführte Drehgestell von Kraufs und Helmholtz, aus einer Lauf- und einer Kuppelachse zusammengesetzt, ist zurzeit an über 1000 Lokomotiven aller Größen und Arten im Betriebe. Eine am vorderen Ende mit diesem Gestell aus-

ersten deutschen Schlafwagen wurden für die Eisenbahndirektion Bromberg ausgeführt.

Der Schiffbau kann wegen der geographischen Lage Bayerns naturgemäß keine große Rolle spielen; trotzdem baute J. A. Maffei schon 1846 sein erstes Dampfschiff

Lichterfelde gebaute, 1880 vom Werk Südbahnhof geliefert worden ist.

Im Jahre 1852 gründete Joseph Rathgeber in München die Waggonfabrik Joseph Rathgeber, die heute bei gewöhnlichem Betriebe rd. 700 Arbeiter beschäftigt. Die Fabrik baut Eisenbahnwagen, hauptsächlich Personenzüge, Salon-, Restaurations- und Schlafwagen, ferner Lastwagen und Spezialwagen für Transport von Bier, Spiritus, Petroleum usw., auch Motorwagen, Straßenbahnwagen, Rollwagen, Draisinen und Militärfahrzeuge. Die

für die Donau (Passau), dem eine größere Anzahl von Salonbooten für die bayerischen Seen folgte. An dieser Stelle sei auch an den 1875 gestorbenen Submarine-Ingenieur Wilhelm Bauer, einen geborenen Bayer, erinnert, der bekanntlich der erste Deutsche war, der zum Schutze unserer Küsten die Gedanken des Torpedos und der Unterseeboote (Taucherammer) zu verwirklichen suchte. Tatsächlich ist das erste Unterseeboot im Starnberger See erprobt worden. Damals war aber für unsere Wehrkraft zur See in den malsgehenden Kreisen das Verständnis noch nicht so entwickelt wie heute, und so blieben Bauers Bestrebungen fast ohne Erfolg.

Auf dem Gebiete des Brückenbaues war es wieder Georg von Reichenbach, der 1811 in seinem Werk »Theorie der Brückenbögen und Vorschläge zu gußeisernen Brücken in jeder Größe« mit ganz neuen Ideen hervortrat. Er selbst hatte jedoch keine Gelegenheit, eine größere Brücke nach seiner Bauart auszuführen, und es dauerte ziemlich lange, bis an zwei kleinen in Norddeutschland gebauten Brücken das Röhrenbogensystem soweit erprobt war, daß man es unbedenklich für eine so große Spannweite anzuwenden sich getraute, wie die Brücke über die Cserna in dem ungarischen Badeorte Mehadia erforderte. Am bekanntesten wurde das Reichenbachsche Brückensystem durch den Ingenieur Polonceau, der es mit einigen Abänderungen in Frankreich und von dort aus in England zur Geltung brachte.

In Bayern wurden bis etwa zum Jahre 1850 Straßen- und Eisenbahnbrücken als Steingewölbe oder Holzkonstruktionen ausgeführt, letztere bei größeren Weiten als Howesche Träger, so in der Bahnlinie Augsburg-Lindau mit Weiten von 36 bis 54 m; erst von dieser Zeit an kamen Eisenträger, meist Blechbalken, zur Verwendung. Den ersten Versuch mit einem Fachwerkträger machte der damalige Vorstand der Eisenbahnkommission, Oberbaudirektor von Pauli, an einer Bahnbrücke über die Günz bei Günzburg mit 4 Öffnungen von 10,3 und 12,3 m lichter Weite. Es wurden dabei gelenkartig ausgebildete Knotenpunkte hergestellt; jedoch konnte trotz sorgfältigster Ausführung durch Klett & Co. in Nürnberg die bogenförmige Druckgurtung nicht hinreichend standfest gemacht werden. Nachdem im Dezember 1853 die Probebelastungen mit ruhender Last von 5,4 t für 1 m Gleislänge durchgeführt waren, gab infolge des Befahrens mit den Bahnzügen die geringe Versteifung der Hauptträger gegen die Holzquerträger nach, und im Juli 1854 brach eine Lokomotive durch. Nach mehrfachen Ausbesserungen wurde die Brücke 1868 umgebaut, indem Blechträger unter die Fahrbahn gelegt wurden. Für den Isarübergang der Bahnlinie München-Holzkirchen bei Großhesselohe brachte Pauli einen ganz neuen Gedanken zur Ausführung: er stellte sich die Aufgabe, die Form der Gurtungen des Fachwerkträgers so zu bestimmen, daß die größten Gurtspannkkräfte über die ganze Länge des Trägers unverändert bleiben. Hierdurch entstand die Form des Pauli-Trägers¹⁾ mit symmetrisch nach oben und unten gekrümmten Bogen, die sich am Auflager vereinigen. Die Wandausfüllung verlangt für die vorschreitende Belastung

¹⁾ C. M. v. Bauernfeld: Gedächtnisrede auf Friedrich August von Pauli, München 1884.

Fig. 26.

Dampfboot »Maximilian« auf dem Würmse, gebaut 1850 von J. A. Maffei.



Länge 160' engl., Breite 15' engl.; oszillierende Zwillingmaschine mit Kondensator; Leistung 250 PS.

gekrenzte Zugdiagonalen. Die Einzelheiten wurden Anfang 1857 durch Ludwig Werder, Direktor der Maschinenfabrik Klett & Co., den Schöpfer der nach ihm benannten Materialprüfmaschine, bearbeitet. Sie zeigten für die Auflager zuerst Berührungs-Kipplager, die noch heute mit geringen Aenderungen in den Führungsteilen mit Vorteil ausgeführt werden. Statt warmer Nietung wurden bei allen wichtigeren Verbindungen gedrehte Bolzen mit schwachem Kegel ($\frac{1}{100}$ des Durchmessers) verwendet, die in entsprechend aus-

geriebene Löcher eingepaßt wurden. Die untere Gurtung war ein Bandgurt aus liegenden Flacheisen, die durch kegelige Bolzen verbunden wurden. Die Isarbrücke hat 2 Öffnungsfelder von 55,4 und 2 von 29,8 m Stützweite; die Probebelastung mit 5,14 t für ein Gleis wurde im September und Oktober 1857, die Lokomotivprobe am 21. Oktober vorgenommen.

Der Pauli-Träger fand sofort in den Stromgebieten des Rheins und der Donau ansdehnteste Anwendung, ohne daß viel darüber veröffentlicht worden wäre. Nach demselben System bearbeitete Oberbaudirektor Heinrich Gerber, der 1857 zur Leitung der Brückenabteilung von Klett & Co. berufen worden war, und der durch seine wissenschaftliche Behandlung der Eisenkonstruktionen erst eine sichere Grundlage für deren Ausführung geschaffen hat, 1859 den Entwurf für die Bahnbrücke über den Rhein bei Mainz, deren erstes Gleis 1862 aufgestellt wurde. Die Stützweite der 4 Stromfelder beträgt 105,2 m, die Breite zwischen den Tragwandmitten 4,60 m. Zur Aufstellung wurden eiserne Gerüstträger von 25 m Stützweite verwandt, die mit Schiffen zu und von ihren Gebräuchstellen geschafft wurden. Das zweite Gleis kam 1871/72 zur Aufstellung. In der unter Gerbers Leitung stehenden Brückenbauanstalt war man seit Anfang des 6. Jahrzehntes bestrebt, die einzelnen Konstruktionsteile an den Knotenpunkten und Stößen so zu verbinden, daß sie den bei der Berechnung der Spannkkräfte gemachten Voraussetzungen möglichst entsprechen. Man legte daher besondere Sorgfalt auf zentrischen Anschluß aller Stäbe und gleichmäßige Verteilung der übertragenden Scherflächen auf die Querschnittfläche. Hierzu stellte Gerber mit Niet- und Bolzenverbindungen Versuche über die Wirkung des Stauchdruckes und die Verteilung der Kräfte im Querschnitt an. Ferner konzentrierte Gerber die Stöße in den Gurtungen, um die Nietarbeit am Aufstellungsplatze zu verringern. Ausser einer Reihe von Bahn- und Straßenbrücken mit Pauli-Trägern wurde eine große Zahl, namentlich von Bahnbrücken, als Balkenträger meist mit geraden Gurtungen hergestellt. Seit 1860 kamen reine Pauli-Träger nicht mehr zur Ausführung, da die Kosten der Uebertragungsteile zwischen der gebogenen Gurtung und der geraden Brückentafel in Verbindung mit größeren Arbeitskosten den Vorteil des Pauli-Trägers gegen den geradgurtigen Balkenträger aufwogen. Eine Bogenbrücke mit 3 Gelenken, also statisch bestimmt, baute Gerber Oktober 1866 bei Hohenschwangau über den 90 m tiefen Pöllatfall (Marienbrücke); die 35 m weiten Träger für den 2 m breiten Steg mußten ohne Rüstung aufgestellt werden, was durch Vorbauen der Bogenzwickel von den Felswänden aus geschah, an denen sie verstellbar verankert waren.

Ausser der Brückenbauanstalt Klett & Co. (von 1873 bis Ende 1884 Süddeutsche Brückenbau-Akt.-Ges.) beteiligten sich

damals bei Herstellung von Brücken für die bayerischen Bahnen die Firmen J. A. Maffei, Filiale Regensburg, Maschinenfabrik Augsburg und Joh. Wilh. Spaeth in Dutzendteich; erstere führte 1859 die Bahnbrücke über die Donau bei Regensburg mit 5 Öffnungen zu 46,7 m Weite und 1861 die Bahnbrücke über den Inn bei Passau mit einer Öffnung von 90,5 m Weite aus; die Maschinenfabrik Augsburg baute 1862 die Bahnbrücke über den Lech bei Augsburg mit 2 Öffnungen von 53 m Weite.

Für die Ueberführung von Verkehrswegen über größere Weiten kam ein Trägersystem in Aufnahme, das am 18. November 1866 dem Ingenieur H. Gerber in Bayern patentiert wurde. Es bezweckt, kontinuierliche Träger über mehrere Öffnungen dadurch statisch bestimmt zu machen, daß in der einen Öffnung ein Teil des Trägers drehbar beweglich auf den Vorsprung des Balkens der Nebenöffnung gesetzt wird. Es sind dadurch freiliegende Stützpunkte gebildet; jedoch wird im Gegensatz zu früher schon entworfenen Trägern das Stützenmoment des vorspringenden Balkens nicht durch die Steifigkeit des Pfeilers (Rupperts Entwurf) oder eines verankerten Rahmens nebst Doppelpfeiler (Dr. August Ritter) aufgenommen, sondern unmittelbar durch den Balken der Nebenöffnung; eine Verankerung im folgenden Pfeiler ist dann bei größeren Weiten nicht mehr nötig. Diese durchlaufenden gegliederten Gerber-Träger kamen 1867 in Bamberg bei der Regnitz-Brücke mit 3 Öffnungen bei 42,8 m Mittelfeldweite, 1872 in Vilshofen bei der Donaubrücke mit 5 Öffnungen bei 64,5 m Mittelfeldweite und bei mehreren kleineren Brücken für Straßen zur Ausführung. Nach Mitte des 7. Jahrzehnts wurde der Gerber-Träger im Auslande bekannt und namentlich in Nordamerika bei vielen bedeutenden Brücken angewendet.

Auf dem europäischen Festlande ist die hervorragendste Ausführung die Bahnbrücke über die Donau bei Czernadowa in Rumänien, eröffnet 1895; ihr Mittelfeld ist 190 m, die vier Seitenfelder je 140 m weit.

Anfang 1885 ging die Brückenbaugesellschaft wieder an die Maschinenbaugesellschaft Nürnberg unter Leitung des Baurats A. Rieppel (seit 1874 beim Brückenbau) über. Während unter Gerbers Leitung wesentlich Konstruktionen mit statisch bestimmten Systemen entworfen und ausgeführt waren, gelangten unter Rieppel auch die durch wissenschaftliche Forschungen allmählich mehr geklärten statisch unbestimmten Systeme als Balken- und Bogenträger zur Anwendung. Beispiele dieser Art sind: die Bogenbrücke über den Kaiser Wilhelm-Kanal bei Grünenthal von 156,5 m Weite (1891/92); die Straßenbrücke über die Donau bei Straubing von 91 m Weite (1896); die Ueberbrückung des Wuppertales bei Müngsten mit 170 m Weite und 107 m Höhe, die schon durch ihre Aufstellung ohne Rüstungsunterbau die größte Aufmerksamkeit erregte (1896/97¹⁾); die Straßenbrücke über die Süder-Elbe bei Harburg mit 4 Öffnungen von 100,1 m Weite (1898/99); die Straßenbrücke über den Rhein bei Worms mit

1 Öffnung zu 105,6 und 2 Öffnungen zu 94,4 m Weite (1898/99) u. a. m.

Für die Sicherung des Bestandes der Brücken und anderer Eisenbauten wurde durch die Generaldirektion der bayerischen Staatsbahnen 1885 ein erfahrener besonderer Ingenieur, Regierungsrat E. Ebert, angestellt, unter dessen Leitung die Bauten unterhalten sowie die Entwürfe für Neubauten aufgestellt werden. Diese Einrichtung hat sich sehr gut bewährt; durch sachverständige einheitliche Behandlung der Bauten ist deren Bestand wesentlich gesichert worden.

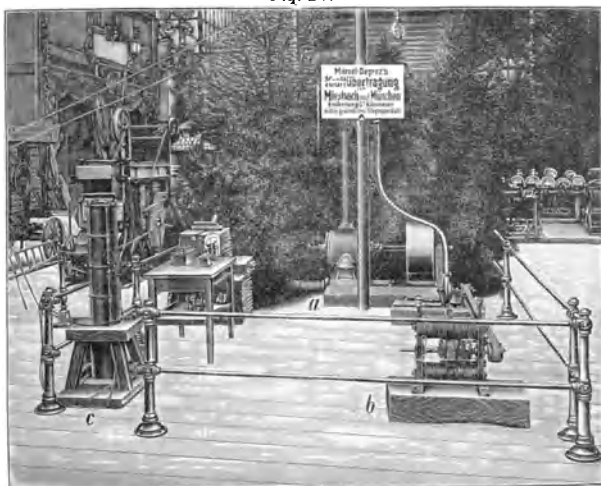
Inbezug auf die Elektrotechnik¹⁾ ist vor allem zu bemerken, daß die späteren großartigen Fortschritte in der Anwendung des elektrischen Stromes erst auf der zuverlässigen Grundlage erfolgen konnten, welche durch die von dem bayerischen Professor G. S. Ohm im Jahre 1827 aufgestellten Gesetze der galvanischen Kette gewonnen wurden. Dem erfindungsreichen C. A. v. Steinheil gelang es im Jahre 1838, den von Gauß und Weber erfundenen elektromagnetischen Telegraphen so umzugestalten, daß er praktisch benutzt werden konnte. Steinheils Telegraph wird in der mathematisch-physikalischen Sammlung des kgl. bayerischen Staats aufbewahrt, wo sich auch die von Steinheil konstruierten ersten elektrischen Uhren befinden. Im Nachhinein fand sich eine im Oktober 1841 geschriebene Untersuchung »Ueber den Elektromagnetismus als bewegende Triebkraft«. Diese Untersuchung sowie seine Abhandlung »Neue elektromagnetische Kraft (Rotationsmaschine)« zeigen, daß Steinheil die hohe Bedeutung der motorischen Leistung des elektrischen Stromes mit voller Klarheit erkannt hat.

Zum erstenmale ist elektrisches Licht mit Dynamomaschinen in München im Jahre 1871 erzeugt worden, wo bei dem Bau einer eisernen Brücke über die Isar (Eisenbahnlinie von München nach Braunau) eine 6pferdige Lokomobile die erste

von Siemens & Halske gebaute und der Praxis übergebene doppelankerige Dynamomaschine trieb. 1872 wurden im physikalisch-mechanischen Institut von Prof. Dr. M. Th. Edelmann zuerst technische Galvanometer (Zeigerinstrumente) hergestellt und geeicht, die unmittelbar das Maß der Stromstärke in cm Knallgas oder in Weberschen absoluten Einheiten abzulesen gestatteten — Instrumente, die jetzt mit dem Namen Spannungsmesser und Strommesser bezeichnet werden. — Auch die Innenpolmaschine wurde hier zuerst konstruiert. Bereits im Jahre 1878 beleuchtete Schuckert in dem idyllisch gelegenen Schloß Linderhof die ausgedehnten Gartenanlagen durch Bogenlampen. 1879 wurde die erste endgültige elektrische Bahnhofbeleuchtung in der Einsteigehalle des Münchner Zentralbahnhofes eingerichtet. Im Jahre 1882 wurde auf Veranlassung des Ingenieurs Oskar von Miller, der von der elektrischen Ausstellung in Paris begeistert nach München zurückgekehrt war,

¹⁾ Festschrift der 71. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte, München. Marggraf: Die kgl. bayerischen Staatsbahnen, München 1894. Ofizeller Bericht über die internationale Elektrizitätsausstellung, München 1882.

Fig. 27.



a Pumpe für den Wasserfall b Elektromotor c elektromagnetischer Hammer.

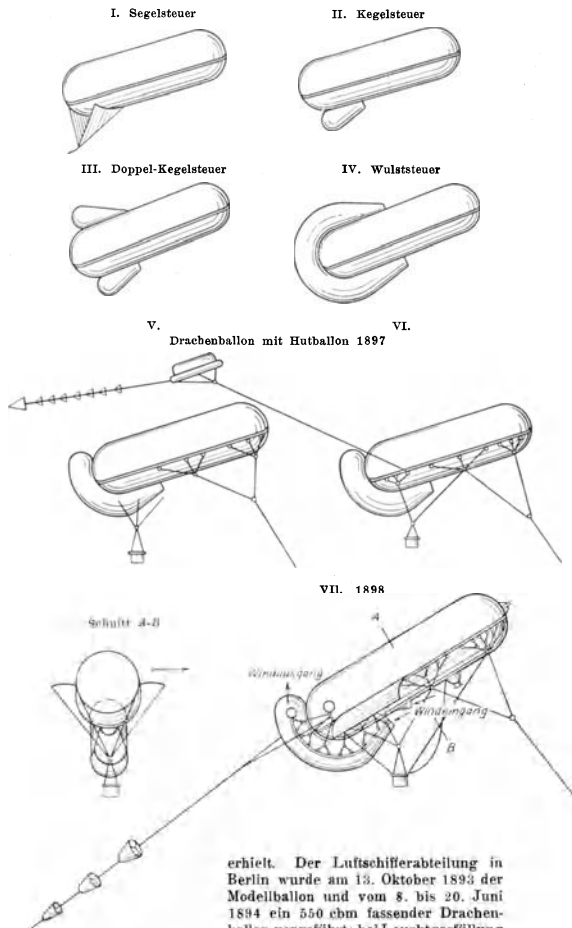
die erste deutsche elektrische Ausstellung im Glaspalast zu München unter dem Präsidium des Professors W. v. Beetz veranstaltet. Dem von O. v. Miller gemachten Vorschlag entsprechend wurde eine Prüfungskommission, zu welcher u. a. Prof. Schröter, Dr. Voit, Generaldirektionsrat Seifert, Hoftheater-Maschinendirektor Lautenschläger, Obermedizinalrat v. Ziemfens u. a. gehörten, ins Leben gerufen, die nach den trefflichen Angaben des damaligen Assistenten und jetzigen Geheimrats Prof. Kittler alle Maschinen und Vorrichtungen gründlich untersuchte und ihre Grundlagen wissenschaftlich zergliederte. Neben diesen wichtigen Untersuchungen war für die Einführung und Verbreitung der elektrischen Beleuchtung die Vorführung der Effekte, die mit elektrischem Licht erreicht werden können, und für welche Münchner Künstler, insbesondere der geniale Gedon, besondere Räume ausgestattet hatten, von durchschlagender Bedeutung. Neben der elektrischen Beleuchtung sollten aber vor allem der elektrischen Kraftübertragung durch einen der Allgemeinheit verständlichen Versuch die Wege gebahnt werden. O. v. Miller hatte die Wichtigkeit erkannt und gewürdigt, welche die elektrische Kraftübertragung gerade für Bayern zur Verwertung der zahlreichen unausgenutzten Wasserkräfte besitzt, und er veranlasste den Ingenieur M. Deprez, eine kleine Kraft von Miesbach nach München auf 57 km Entfernung zu übertragen (Fig. 27) — der erste bedeutungsvolle Versuch in dieser Richtung. Die Münchner Ausstellung, welche ein glänzendes Bild der deutschen elektrotechnischen Industrie bot, bedeutet einen besonderen Markstein in der Entwicklung der Elektrotechnik.

Das schon Anfang der 80er Jahre von dem leider zu früh verstorbenen Professor Wilh. v. Miller an der Technischen Hochschule München eingerichtete elektrochemische Laboratorium, die großen Isarwerke in Höllriegelsgereuth und Pullach (1895 und 1902), die unter der Leitung des Baurats F. Uppenborn entstandenen mustergültigen elektrischen Kraftwerke der Stadt München, sowie die vielen von Baurat O. v. Miller entworfenen und ausgeführten elektrischen Anlagen bilden eine würdige Fortsetzung der oben geschilderten Anfänge der Elektrotechnik in München. Zu den letzteren Anlagen gehört u. a. die elektrische Kraftübertragung Lauffen-Frankfurt (1897), eines der wichtigsten Ereignisse in der Elektrotechnik, ferner die Elektrizitätswerke Kassel, Frankfurt a/M., Fürstfeld-Bruck, Höllriegelsgereuth, Kaiserslautern, Straßburg, Nürnberg, Wiesbaden, Hermannstadt in Siebenbürgen, Rothenburg o. d. Tauber, die Eschwerke bei Bozen-Meran, die Brennerwerke bei Matri in Tirol und viele andere.

Auf dem Gebiete der Luftschiffahrt war es der in militärischer und wissenschaftlicher Hinsicht so wertvolle Fesselballon, der in Augsburg auf die Stufe höchster Vollkommenheit gebracht wurde. Im Jahre 1889 errichtete August Riedinger in Augsburg eine Versuchstation zur Anfertigung von Flugmodellen sowie von Geräten und Vorrichtungen zum Messen der physikalischen und dynamischen Eigenschaften der Luft in größeren Höhen. Die Leitung übernahm von Sigsfeld. Es begann der Bau eines 100 cbm fassenden Fesselballons ohne Netz in Kugelform, der mit Messgeräten ausgerüstet wurde; an die Stelle des Netzes trat ein Gurt unterhalb des Äquators. Leutnant v. Parseval erhielt von bayerischen Kriegsministerium Urlaub, den Versuchen beizuwohnen, und machte insbesondere Messungen über den Luftwiderstand an großen Flächen bis zu 8 m Weite. 1892 liefen die Arbeiten an dem Flugmaschinenmodell erkennen, daß noch viele Jahre des Studiums und der Arbeit erforderlich seien und in absehbarer Zeit an einen günstigen Abschluss nicht gedacht werden dürfe. Aus diesem Grunde wurde einem Vorschlage v. Parsevals zugestimmt, dem Fesselballon statt der Kugelform zylindrische Form zu geben, da er in dem ersten Falle vom Winde zu Boden gedrückt wird. Der neue Ballon wurde schräg gegen den Wind gestellt, womit gleichzeitig der Auftrieb erhöht wird. Die Proben mit einem Modellballon hatten ein so befriedigendes Ergebnis, daß am 9. August 1893 eine Eingabe an das preussische Kriegsministerium gemacht wurde, dieses System zu prüfen und den bisherigen Kugelballon durch den neuen Ballon zu ersetzen, der den Namen »Drachenballon« (Fig. 28)

Fig. 28.

Entwicklung des Drachenballons von Parseval-Sigsfeld, gebaut von Aug. Riedingers Ballonfabrik in Augsburg.



erhielt. Der Luftschifferabteilung in Berlin wurde am 13. Oktober 1893 der Modellballon und vom 8. bis 20. Juni 1894 ein 550 cbm fassender Drachenballon vorgeführt; bei Leuchtgasfüllung zeigte sich ein günstiger Erfolg, bei Füllung mit Wasserstoffgas versagte der Ballon völlig. 1894 und 1895 wurde der Ballon mit zu den Truppenmanövern genommen, während v. Sigsfeld die Konstruktion weiter ausbildete. Am 23. Oktober 1895 erkannte das preussische Kriegsministerium zwar manche Vorzüge des Drachenballons an, lehnte aber dessen Erwerbung ab. 1896 erhielt der Ballon an der Seite des Windschattens einen zweiten kleinen Drachenballon, Hutballon genannt, der einen unveränderlichen Zug ausübt. Endlich (1897) war die Stabilität erreicht, und die preussische Luftschifferabteilung befürwortete die Einführung. Am 1. April desselben Jahres errichtete August Riedinger in Augsburg eine Ballonfabrik, und am 3. Juni wurde ein 550 cbm fassender Drachenballon bestellt, dem am 20. Dezember eine gleiche Bestellung vonseiten Oesterreichs nachfolgte. 1898 verlangte die preussische Luftschifferabteilung,

dafs der Huthallon entfernt werde, da er bei ruhiger Luft und bei Landungen Störungen verursache, und dafs der Hauptballon um rd. 20 cbm vergrößert werde. Der Huthallon wurde durch Segel und Windfänge ersetzt, von denen erstere am hinteren Ende des Aequators, letztere freischwebend hinter dem Windschatten des Ballons angeordnet wurden. Am 26. März bestellte Bayern seinen ersten Drachenballon und am 2. November das Signal Office in Washington einen solchen von 750 cbm Inhalt. Am 4. Oktober 1899 folgte die italienische Marine mit der Bestellung von drei Drachenballons für Signalzwecke, am 9. Dezember die Schweizer Luftschifferkompagnie mit einem solchen von 800 cbm; weiter (1900) die spanische Luftschifferabteilung, 1901 die italienische Luftschifferabteilung, 1902 die schwedische Marine, Rumänien, Rußland usw. Der Drachenballon bezweckt, die Leistungsfähigkeit der Luftschifferabteilungen zu erhöhen. Die früheren Kugelballons konnten höchstens während der Hälfte des Jahres benutzt werden, da sie bei 8 m/sk Windgeschwindigkeit infolge starker Schwankungen Beobachtungen nicht mehr gestatten. Der Drachenballon¹⁾ bleibt bis 20 m Wind dienstfähig; nur Nebel und Regen können den Ballondienst beeinträchtigen. Die Konstruktion ist folgende: Der Ballonkörper ist ein Zylinder mit halbkugelförmigen Enden und liegt schräg gegen den Wind; zur Vermeidung der Winddellen ist im hinteren unteren Ende des Ballons ein Ballonet eingebaut, das mit einer nach vorn gerichteten Öffnung versehen ist, durch welche der Wind einströmen kann. Der Winddruck pflanzt sich im Innern des Ballons fort, so dafs der innere Druck gleich dem äußeren Druck vermehrt um den Gasdruck ist. Der Luftüberschuß im Ballonet strömt durch eine Öffnung in das Steuer aus, das sich um den Hinterteil des Ballons herumlegt; es füllt sich wie das Ballonet mit Luft, jedoch kann diese durch eine Öffnung mit geringerem Querschnitt als die Eintrittöffnung oben wieder ausströmen, wodurch der Druck im Steuer geringer als im Ballonet ist. Dadurch ist der Gefahr des Platzens durchaus begegnet. Der Gasraum ist geschlossen, und der Drachenballon würde steigen, wenn das Kabel abgeschossen wird. Die obere Ballonetwand ist durch eine Leine mit dem Gasauslassventil verbunden; wird diese Leine gespannt, so öffnet sich das Ventil, sodafs auch hier die Gefahr des Platzens beseitigt ist. Der Hauptwert des Ballons besteht in den drei Organen zur Erreichung der Stabilität: Steuer, Segel und Windfänge; kommen hiervon eines oder zwei in Verlust, so ist noch ein drittes als Reserve vorhanden. Ebenso ist der Korb doppelt aufgehängt, sodafs, wenn eine Aufhängung beschädigt wird, eine Reserve vorhanden ist. Der Drachenballon hat sich durch das Gefühl der Sicherheit, das er den Insassen des Korbes einflößt, das Vertrauen aller Fachleute erworben. Am 23. Mai 1902 setzte auf dem Lechfelde bei Augsburg ein Blitzstrahl den Ballon in Brand; Steuer, Ballonet und Windfänge bremsen den Fall aus 500 m Höhe so erheblich, dafs der beobachtende Offizier trotz schwerer Verletzung mit dem Leben davonkam und wieder dienstfähig wurde. Man hielt keinerlei Abänderung der Konstruktion aus Anlaß dieses Unfalles für nötig. August Riedingers Ballonfabrik in Augsburg hat bis jetzt für Beobachtungs-, Signal-, Ziel- und meteorologische Zwecke über 80 Drachenballons gebaut.

Der vorstehende Ansatz macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit; dazu war der verfügbare Raum zu knapp. So konnte u. a. die hochbedeutende Textilindustrie keine

¹⁾ A. v. Parseval: Der Drachenballon, Zeitschr. f. Luftschiff. 1896. Stauber: Der Fesselballon im Dienst der Artillerie, Mitteilungen über Gegenstände der Artillerie und des Geniewesens 1900. Der Fesselballon im Dienste des höheren Führers im Feldkrieg, Wien 1898, W. Braumüller & Sohn.

Erwähnung finden, die in Augsburg als an einem Jahrhunderte alten wichtigen Handelsplatz, begünstigt durch zahlreiche Wasserkräfte, entstanden ist. Schon vor 10 Jahren waren allein in Augsburg für die verschiedenen Zwecke der Spinnerei über 500 000 Spindeln im Betrieb, welche Zahl bis heute auf über 700 000 gestiegen ist. Den Wasserläufen entlang sind bis in die Allgäuer Berge hinein, vorwiegend von Augsburg ausgehend, viele Fabriken des Textilfaches angelegt, insbesondere auch hervorragende Bindfadenfabriken.

Ebenso wenig konnte wegen des knappen Raumes die Brauereitechnik in Südbayern Berücksichtigung finden, von deren Leistungsfähigkeit man eine Vorstellung durch die Mitteilung bekommt, dafs von den 1781 Millionen Litern Bier, die in Bayern jährlich erzeugt werden, 433 Millionen auf München und 137 Millionen auf Augsburg treffen.

Auch über die verschiedenen technischen Vereine Südbayerns kann hier nicht berichtet werden, mit Ausnahme des Polytechnischen Vereines in München, der mit der Entwicklung der Technik in Bayern besonders eng verknüpft ist, und unter dessen Gründern (1816) wir wieder Utzschneider und Reichenbach finden. Der Verein zählt heute 1200 Mitglieder; seine vorwiegend den Naturwissenschaften, der Technik und der Volkswirtschaft gewidmete Bibliothek umfaßt über 16 000 Bände ohne die Patentschriften fast aller Kulturländer in weiteren 5000 Bänden, während im Lesezimmer 213 Zeitschriften aufliegen. Die Bestrebungen des Polytechnischen Vereines haben stets die weitestgehende Unterstützung der Staatsregierung gefunden, welche gegenwärtig dem Verein einen jährlichen Zuschuß von 18 500 M gibt. Was die ersprielsliche Tätigkeit dieses Vereines betrifft, so zeigte sie sich vor allem durch zahlreiche Ausstellungen, die in den Jahren 1818 bis 1854 teils vom Polytechnischen Verein allein, teils unter seiner Mitwirkung in München veranstaltet worden sind. Die seit dem Jahre 1817 stattfindenden belehrenden Vorträge waren nicht selten der Ausgangspunkt weittragender Unternehmungen. So rief der Polytechnische Verein, einer Anregung des Kupferwerkbesitzers und Ingenieurs A. Lismann folgend, im Jahre 1870 den Bayerischen Dampfkessel-Revisions-Verein, 1877 die Heizversuchstation ins Leben, in der von Januar 1879 bis Juni 1880 390 Heizversuche mit 55 verschiedenen Brennstoffen stattfanden, während daneben 150 Kohlenarten chemisch untersucht wurden. Von dem Ueberschuß der Elektrizitätsausstellung (1882), an deren Zustandekommen der Polytechnische Verein in hervorragender Weise mitgewirkt hatte, wurden ihm 20 000 M zur Förderung der Elektrotechnik überwiesen, welche Summe er als Grundstock zur Errichtung einer elektrotechnischen Versuchstation benutzt hat, die 1885 in Betrieb gesetzt worden ist und den damaligen Anforderungen vollkommen entsprechen hat. Nachdem der Verein schon im Jahre 1884 einen Ausschuß mit der Untersuchung von Kältemaschinen beauftragt hatte, errichtete er im Jahre 1888 auf Antrag der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen und der Maschinenfabrik Augsburg die bekannte großartig angelegte Kälteversuchstation. Nachdem schon 1891 wiederum von A. Lismann eine entsprechende Anregung gegeben worden war, gründete der Verein im Jahre 1900 den Bayerischen Revisionsverein für elektrische Anlagen, der am 1. April 1903 mit der elektrotechnischen Versuchstation und dem Bayerischen Dampfkessel-Revisionsverein zu dem Bayerischen Revisions-Verein vereinigt worden ist. Schließlich war der Polytechnische Verein an der Gründung und weiteren Entwicklung des am 21. Oktober 1900 in München eröffneten Museums für Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen wesentlich beteiligt, während sich das Hauptverdienst um dieses Museum der Regierungsrat und Zentralinspektor für Fabriken und Gewerbe Karl Poellath erworben hat.