

Werk

Titel: Der deutsche Werkzeugmaschinen- und Werkzeugbau im 19. Jahrhundert

Autor: Buxbaum, Bertold

Jahr: 1919

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?513009817_0009|log8

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Der deutsche Werkzeugmaschinen- und Werkzeugbau im 19. Jahrhundert.

Von

Dipl.-Ing. Bertold Buxbaum, Charlottenburg.

Der deutsche Werkzeugmaschinenbau des 19. Jahrhunderts zeigt ein gänzlich anderes Bild als der neuzeitliche, wie er sich seit etwa der Jahrhundertwende darstellt; seine Entwicklung ging unter ständigen Hemmungen und Schwierigkeiten vor sich. Um die Mitte des 19. Jahrhunderts erreicht er eine Blütezeit, den Höhepunkt seiner englischen Periode, verfällt dann gemeinsam mit dem Lehrmeister und läßt sich dann ebenso wie dieser von den aufstrebenden Amerikanern völlig in den Schatten setzen. Bis in das letzte Jahrzehnt des Jahrhunderts dauert der Kampf um die Erreichung des amerikanischen Vorbildes und die Durchsetzung eigener Schöpfung an mit dem Erfolg, daß, während der deutsche Werkzeugmaschinenbau (ebenso wie der französische) bis zur Jahrhundertmitte um ein bis zwei Generationen hinter dem englischen zurückblieb, er um 1900 den englischen und französischen um etwa eine Generation überholt hat.

Es waltete über der deutschen Werkzeugmaschinenindustrie ein ganz besonderes Unglück. Vor der Einigung des Reiches fehlte es an Initiative und Geld, um eine deutsche Primärmaschinenindustrie zu schaffen (denn die Werkzeugmaschine ist eine Hilfsmaschine, eine Sekundärmaschine, deren Bedarf durch den an Primärmaschinen bestimmt wird). Für die Neubewaffnung der deutschen Armee im Jahre 1872 konnte man fertige Maschinen aus Amerika einführen. Das war für die deutsche Armee ein Vorteil, für den deutschen Werkzeugmaschinenbau ein Nachteil; die Amerikaner hatten dagegen während des Bürgerkrieges keine für sie geeigneten Maschinen einführen können, sie waren auf sich selbst angewiesen — zum Vorteil ihrer Werkzeugmaschinenindustrie. Als nach der Reichsgründung die Unternehmungslust erwachte und kurz nach Mitte der siebziger Jahre das längst notwendig gewordene Patentgesetz geschaffen wurde, kam die Krise, und die Unternehmungslust lag völlig darnieder. Als sie wieder erwachte, hatte Amerika sich mittlerweile fest eingenistet.

Zeigen sich auch in den neunziger Jahren Ansätze zu selbständigen Wegen, so darf man sich doch nicht verhehlen; daß das 19. Jahrhundert für die deutsche Metallbearbeitungstechnik im Zeichen der Nachahmung stand. Das ist oft als Vorwurf hingestellt worden, findet aber in der Hauptsache eine wirtschaftliche Erklärung, da im Wirtschaftsleben der Ehrgeiz nach Originalität zurücktreten muß vor der Rentabilität, und die deutsche Wirtschaft zu arm war, um sich kostspielige und zweifelhafte Experimente leisten zu können. So mußte man das Gute nehmen, wo es zu finden war. Die Verwertung fremder Traditionen in ideeller Hinsicht oft abgelehnt, ist in geschäftlicher Beziehung eine Notwendigkeit. Wenn der deutsche Maschinenbau die von anderen bereits gemachten Er-

fahrungen nicht noch einmal machen wollte, so war dies sein gutes Recht. In der Technik beginnt der Diebstahl erst beim Patentraub. Wenn die englische Maschine als Muster benutzt wurde, so tat man das, was alle Welt und auch die Amerikaner während der ersten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts mit der gleichen Unbekümmertheit taten; wenn man später amerikanische Konstruktionen kopierte, so tat man das gleiche, was die Amerikaner unter sich nicht minder zu tun pflegten. Daß die Engländer aus Stolz, konservativer Gesinnung und infolge von Hemmungen seitens der Arbeiterverbände das, was ihnen ihre Schüler boten, nicht benutzten, war ein Fehler, den sie später hier wie auf anderen Gebieten schwer bezahlen mußten.

Nur der Bedarf weckt Erfindungen von bleibendem wirtschaftlichen Wert. Der neuzeitliche Bedarf wurde durch den Kapitalismus geboren, der in England früher entwickelt war und sich in Amerika rascher entwickelte als in Deutschland. Das Mittelalter hatte eine Reihe von bahnbrechenden deutschen Erfindungen gebracht (Uhren, Schießpulver, Buchdruckerkunst usw.). Um die Reformationszeit stand das deutsche Handwerk in höchster Blüte. Es ist kaum erforderlich, auf die Erfolge des deutschen Bergbaues und Dampfmaschinenbaues, der Chemie und der Elektrotechnik hinzuweisen, von denen die ersten drei aus den natürlichen Verhältnissen Deutschlands heraus entstanden, und deren Schöpfungen gern von den Amerikanern übernommen wurden. Wenn diese behaupten, daß sie den Deutschen an sich konstruktiv überlegen seien, so hat das nur für die formwandelnden Maschinen und Apparate Sinn, und für diese müssen sie den Beweis dahingehend führen, daß die Deutschen unter den gleichen politischen, wirtschaftlichen, sozialen und geographischen Verhältnissen Schlechteres hervorgebracht haben würden. Dieser Beweis dürfte schwer zu führen sein. Der alte deutsche Werkzeugmaschinenkonstrukteur stand nicht so wie der amerikanische unter dem Druck der Not. Facharbeiter waren reichlich vorhanden, die Löhne waren niedrig, der Ansporn der amerikanischen Leutenot und hohen Löhne fehlte. Infolgedessen blieb das blitzartige Erfassen des für die verschiedenen industriellen Bedürfnisse Notwendigen, das eifrige Aufspüren neuer Ideen, ehe sie bereits ein Anderer in die Praxis umgesetzt hatte, ungeweckt; die Möglichkeit bequemen Nachbauens guter Vorbilder ließ den Erfindungsgeist auf dem Gebiete der Metallbearbeitung erschaffen.

Seit der Jahrhundertwende ist der deutsche Werkzeugmaschinenbau einigermaßen selbständig geworden. Es ist nicht mehr nötig, daß die deutschen Fachleute nach Amerika gehen, um dort, wie noch vor wenigen Jahrzehnten, die hohe Schule des Werkzeugmaschinenbaues kennenzulernen. Leider scheint es allerdings, als ob die fünf Kriegsjahre den Amerikaner stärker zu Neuerungen angeregt haben als den Deutschen; die Einspannung der Werkstücke durch Druckluft, die selbsttätige Steuerung und Schaltung der Maschinen durch Druckwasser und andere Einzelheiten haben sich dort zu hoher Vollendung entwickelt. Allerdings saß den amerikanischen Technikern im Kriege das Messer nicht so an der Kehle, wie den deutschen, sie hatten mehr Zeit, sich einzurichten. Diesen Vorsprung gilt es in den nächsten Jahren einzuholen.

Erste Periode. (Englischer Einfluß.)

Daß Deutschland zur Zeit der Entstehung der Industrien im heutigen Sinne die von seiner Industrie gebrauchten Maschinen erst verhältnismäßig spät selbst zu erzeugen begann und noch später als Konkurrent Englands und Frankreichs auf

dem Weltmarkt auftreten konnte, lag, wie schon angedeutet, an der Ungunst seiner politischen und der sich daraus ergebenden wirtschaftlichen Verhältnisse und anderen die bürgerliche Entwicklung hemmenden Umstände. Die gewerbliche Blüte des deutschen Mittelalters wurde durch den Dreißigjährigen Krieg, die Kleinstaaterei zerstört; im 18. Jahrhundert fehlte zu einer Konzentration des Kapitals die staatliche Anregung und das Interesse der Intelligenz, die sich von materieller Betätigung zurückhielt, keinen Unternehmungsgeist besaß und nur in der Schaffung geistig-kultureller Werte Befriedigung fand. In Preußen tat zwar Friedrich der Große manches für die Bildung einheimischer Industrien; nach Angaben des Ministers v. Hertzberg vom Jahre 1785¹⁾ betrug damals die Anzahl der in der Eisen- und Metallindustrie Beschäftigten in Preußen 3000 bei 2 Millionen Taler Jahresumsatz; die Gesamtzahl der Beschäftigten belief sich auf 165 000 Köpfe mit 30¼ Millionen Taler Jahresumsatz. Im Vergleich mit der damaligen Einwohnerzahl von 6 Millionen sind diese Ziffern (die dazu noch als übertrieben hoch gelten) sehr mäßig. Auf den Maschinenbau wirkte diejenige Industrie, die auch in Zeiten reglosen Wirtschaftslebens betrieben werden mußte, der Bergbau. Pumpen und Förderwerke wurden im Inlande angefertigt, die Dampfmaschinen (Newcomensche Feuermaschinen) von England bezogen. Die ersten — einflußlosen — Versuche, mit Dampfkraft Wasser zu heben, wurden in Deutschland schon in den Jahren 1705, 1715 und 1722 angestellt. Nach Matschoß war die Newcomensche Maschine um das Jahr 1770 in Deutschland ziemlich allgemein verbreitet; in diesem Jahre wurde die erste derartige Maschine im Inlande angefertigt, und zwar mit den primitivsten Hilfsmitteln; der 732 mm weite und 3 m lange Zylinder wurde ausgeschabt und mit losem Schmirgel ausgeschleuert. Die ersten Ausbohrmaschinen entstanden damals erst in England.

Im Jahre 1785 wurde die erste Wattsche Dampfmaschine von 108 PS-Leistung in Betrieb gesetzt. Sie wurde nach englischen Vorbildern, aber aus deutschem Material und von deutschen Arbeitern gebaut. Der Zylinder wurde im Königlichen Gießhause in Berlin gegossen, ausgeschabt und sauber poliert. Zum Ausschaben diente ein Eichenholzkopf mit eingesetzten Messern, der durch ein Wasserrad angetrieben wurde. Die runden Drehteile wurden auf gewöhnlichen Drechslerbänken bearbeitet. Weitere Maschinen folgten; sie dienten vor allem oder durchweg der Wasserhaltung in Bergwerken und der Winderzeugung in Hütten. Seit dem Jahre 1794 baute Holtzhausen in den schlesischen Hüttenwerken Malapane (wo im Jahre 1785 die erste Bohr- und Drehmühle aufgestellt worden war), nachher in Gleiwitz (gebaut 1796) Dampfmaschinen, zuerst atmosphärische, dann Wattsche Maschinen; bis zum Jahre 1825 stellten die schlesischen Werke mehr als 50 Dampfmaschinen mit zusammen 770 PS her.

Sehr groß waren die Schwierigkeiten, die das schlechte deutsche Gußeisen verursachte. Nach Matschoß entsprach es, selbst wenn die Abmessungen zwei- bis dreimal so groß waren als die der englischen Maschinen, nicht den Anforderungen.

Das oberschlesische Bergwerksrevier war überhaupt der Sitz des frühen deutschen Maschinenbaues. Hier waren (nach Matschoß in „Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie“ Bd. III, 1912) schon Ende des 18. Jahrhunderts richtige Werkstattzeichnungen mit Maßen in Gebrauch, während in Privatfabriken noch nach 1840 die ersten Entwürfe mit Kreide auf ein Brett gezeichnet wurden. Die gleiche Quelle bringt Abbildungen von interessanten Werk-

¹⁾ Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Bd. III, 1912, S. 309.

zeugmaschinen von Holtzhausen für den eigenen Bedarf der Hütten in Malapane und Gleiwitz. Ein Bohrwerk für Gebläsezyylinder mit Holzrahmen und sehr schwachen gußeisernen Lagerböcken; der Zylinder stand fest, die Bohrstange drehte sich und ihr Bohrkopf wurde mittels einer in ihr eingebetteten Zahnstange mit Ritzel und Gewichtshebel selbsttätig achsial vorgeschoben. Eine schon bedeutend bessere Maschine aus dem Jahre 1804 besitzt einen Rollwagensupport für die Bohrstange, während die Zahnstange fest auf dem Holzrahmen gelagert ist.

1804—1805 wurde die Kgl. Eisengießerei in Berlin (zunächst mit 6 Arbeitern) gebaut, der im Jahre 1806 ein Bohr- und Schleifwerk angegliedert wurde. Die Gießerei pflegte besonders den Kunst- und Bauguß.

Die weitaus umfangreichste Industrie des 18. Jahrhunderts, das Textilwesen, blieb von geringem Einfluß auf den Maschinenbau. Textilmaschinen wurden, soweit das fast nur handwerksmäßig betriebene Gewerbe solche benutzte, aus England eingeführt.

Der damals wichtigste Zweig der Metallbearbeitung, der einzige, der eine gewisse Massenerzeugung darstellte, war die Gewehrfabrikation. Die ältesten deutschen Gewehrindustrien sind die von Nürnberg, Suhl, Zella, Essen und Solingen, wo das Waffenhandwerk seit mehreren Jahrhunderten unter besonderem Schutz der Obrigkeit stand. Im Jahre 1722 wurde die Spandau-Potsdamer Fabrik gegründet, die in den ersten Jahren etwa 10 000 Gewehre lieferte. Die Fabrikation wurde durchaus handwerksmäßig betrieben. Die einzige in der Frühzeit benutzte Maschine war der Aufwurfhammer zum Laufschiemen. Der Übergang zur eigentlichen modernen Fabrikation begann im Jahre 1827, als Feilschablonen und Lehren eingeführt wurden und Handarbeit teilweise durch Maschinenarbeit ersetzt wurde. Besser waren die Fertigungsverfahren in der im Jahre 1809 in Neiße gegründeten Gewehrfabrik, wo insbesondere die Spezialisierung der Arbeit besser durchgeführt wurde. Immerhin blieb die Gewehrfabrikation bis nach 1870 ein zünftlerisches Geheimhandwerk.

Von einem Austauschbau war weder in der Gewehrfabrikation noch anderswo die Rede. Der Schweizer Bodmer betrieb zwar schon um das Jahr 1811 eine Fabrik für die austauschbare Herstellung von Handfeuerwaffen in St. Blasien (im Schwarzwald) und baute dort eine Anzahl von Spezialmaschinen für die bis dahin mit der Hand ausgeführten Arbeitsstufen. Das Gewehrschloß soll er jedenfalls maschinenfertig hergestellt haben. Gefräst hat er anscheinend noch nicht; er soll aber gleichmäßigere und billigere Fabrikate als üblich hergestellt haben. (Einzelheiten sind nicht bekannt geworden und waren auch durch Rückfrage in St. Blasien nicht zu erfahren.) Die Bodmersche Fabrik blieb jedenfalls in Deutschland ganz einflußlos.

Zu Anfang des 19. Jahrhunderts fehlte es in Deutschland fast völlig an geschickten Maschinenbauern; der Erfindergeist schlief. Wo eine Werkzeugmaschine zum Bohren von Geschützen oder Maschinenzylindern gebraucht wurde, da stellte man sie für den vorliegenden Zweck zusammen; von einem planmäßigen Hilfsmaschinenbau war keine Rede. Es scheint auch nicht, als ob man derartige Maschinen in der damaligen Zeit von England bezogen habe. Der dortige Werkzeugmaschinenbau war noch nicht so weit, daß er für den Verkauf arbeitete, und ob sich überhaupt der Bezug derartiger Maschinen gelohnt hätte, erscheint fraglich. Das Gießen und Ausbohren größerer Zylinder verstanden nur wenige Werke, man behalf sich deshalb im Hüttenwesen an Stelle der viel leistungsfähigeren englischen Zylindergebläse mit den leichter herzustellenden Balg- und Kastengebläsen, die man im Inlande herzustellen verstand.

Die Einführung der Gewerbefreiheit in Preußen im Jahre 1810 bildete zusammen mit der ungehinderten Einfuhr fremder Eisenwaren eine schwere Schädigung für die einheimische Industrie.

Im Jahre 1812 gab es erst zwei Betriebsdampfmaschinen in Preußen, eine in der Berliner Porzellanmanufaktur und eine in einer Leinenweberei. Die Regierung beschloß deshalb, drei weitere Maschinen zu bauen, zwei davon kostenlos an Berliner Fabriken abzugeben und die dritte in der Kgl. Eisengießerei in Berlin als Muster aufzustellen. Die Maschinen wurden von der Kgl. Eisengießerei gebaut, die einzelnen Teile wurden nach auswärts vergeben. Die Zylinder dieser Maschinen wurden ebenso roh bearbeitet, wie die der Newcomenmaschine der siebziger Jahre des 18. Jahrhunderts, d. h. sie waren nicht gebohrt, sondern gescheuert. Große Schwierigkeiten machte auch die Bearbeitung der Kolbenstangen. Jedenfalls bedeuteten diese drei ersten Maschinen einen Mißerfolg.

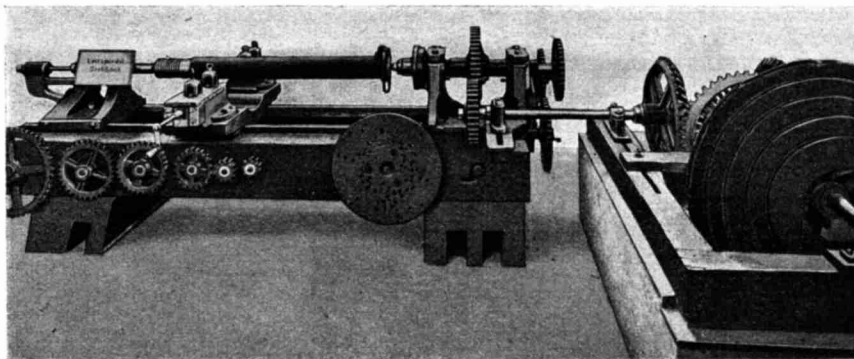


Abb. 1. Englische Leitspindeldrehbank.

Erbauer unbekannt, deutsches Museum, 1810 von König nach Deutschland gebracht. Holzbett mit Gußführungen, geradflankige, roh gegossene Zahnräder, Links- und Rechtsganggetriebe auf dem Fußboden (anscheinend für Pferdeöpelantrieb). Leitspindel mit Spitzgewinde, Doppelstahlhalter. Glatte Planscheibe mit Bolzenlöchern.

Die Kgl. Eisengießerei baute in den Jahren 1816 und 1818 auch zwei Lokomotiven nach englischen Vorbildern, die aber ebensowenig Erfolg hatten, wie ihre Dampfmaschinen.

Nach Beendigung der Befreiungskriege ging man in den führenden deutschen Staaten tatkräftig an die Schaffung inländischer Industrien, um den Nationalwohlstand und die Staatseinkünfte zu heben.

Die behelrende Einwirkung der Staatsbehörden war in Deutschland viel größer als je in England und Amerika, allerdings handelte es sich dabei stets um die Stärkung des handwerksmäßigen Unternehmertums, nicht um die Schaffung einer Großindustrie. Preußen war im Jahre 1815 noch so sehr Agrarstaat, daß 80 vH der Bevölkerung von der Landwirtschaft und nur 10 vH von Handel und Gewerbe lebten.

Im Jahre 1820 wurde nach englischen und französischen Vorbildern der Berliner „Verein zur Beförderung des Gewerbflusses“ von Beuth gegründet, der sich die Einführung vorbildlicher englischer Maschinen besonders angelegen sein ließ. Die seit 1822 erscheinenden Verhandlungsberichte dieses Vereins bildeten ebenso wie Dinglers Polytechnisches Journal seit 1820 ausgezeichnete Lehrkurse für die preußische und deutsche Industrie. Den Hauptinhalt lieferten englische Vorbilder. Beuth schuf eine öffentliche Bibliothek für mechanische Technologie und

andere Bildungsstätten (Gewerbeschulen, Gewerbeinstitut). 1822 fand die erste Ausstellung in Preußen statt; die Beteiligung war schwach und kam nur durch staatlichen Zwang zustande.

Übrigens war es nicht leicht, die Kenntnis der englischen Modelle zu erwerben. Schon durch die 1806 eingeführte Kontinentalsperre war die Einführung englischer Neuerungen völlig unterbrochen worden. Nachher war England selbst ängstlich darauf bedacht, seine Geheimnisse zu hüten; die Maschinenausfuhr wurde verboten und konnte nur in einzelnen Fällen durch behördlichen Beschluß gestattet werden. Ebenso wurde die Auswanderung von Mechanikern untersagt. Beuth ließ deshalb

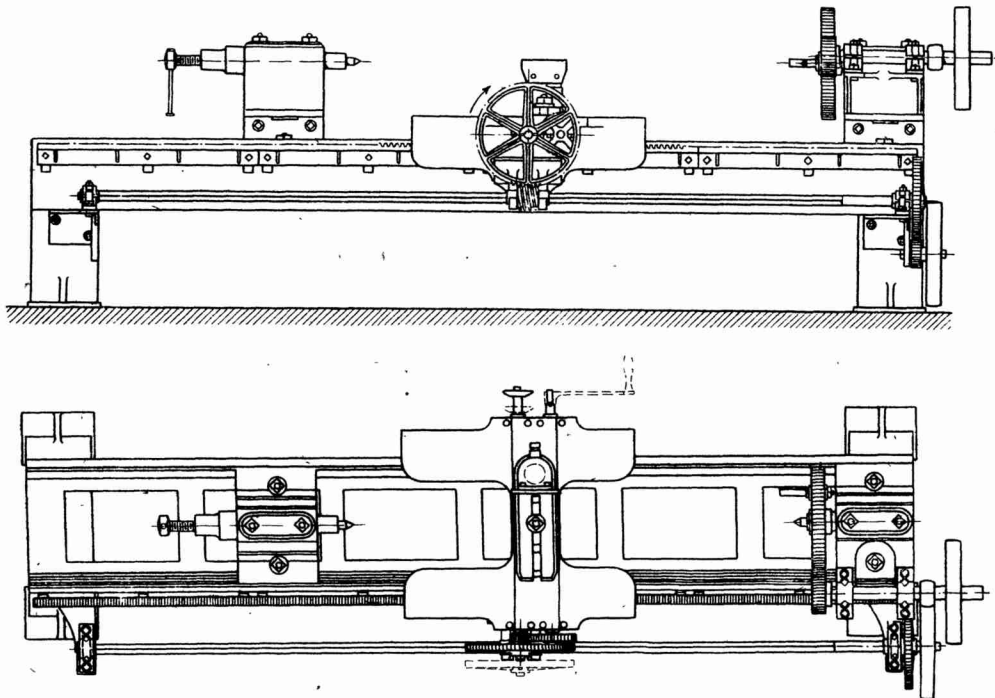


Abb. 2 und 3. Zugspindeldrehbank von Fox in Derby (England).

Spitzenhöhe etwa 320 mm. Tote Spitzen. Keine Leitspindel. Supportlängsantrieb durch Vierkantwelle. Arbeitete in der Metallwerkstatt des Kgl. Gewerbe-Instituts in Berlin.

Aus: Verhandl. d. Ver. z. Beförd. d. Gewerbefleißes 1831.

die in England gekauften Maschinen in einzelne Teile zerlegen und diese getrennt verschicken. Zum Studium der englischen Technik sandten die verschiedenen deutschen Regierungen Beamte hinüber, deren Berichte sie untereinander austauschten. Es wurden auch hie und da englische Arbeiter herübergeholt, welche die neuartigen Werkzeugmaschinen bedienen mußten; sie waren aber teuer und schwierig zu behandeln. Da die Löhne auf dem Kontinent niedriger waren als in England (die Lebensbedürfnisse waren in den zwanziger Jahren in England sechsmal teurer als in Süddeutschland und viermal teurer als in Frankreich), so war die Konkurrenzfurcht Englands einigermaßen verständlich. Für Deutschland kam als Hauptmaschinenlieferant Frankreich in Betracht, das aber bei weitem nicht auf der technischen Höhe wie England stand. Dingler behauptet im Jahre 1824, daß Maudslay — der erste und bedeutendste englische Werkzeugmaschinenfabrikant — infolge

des Ausfuhrverbotes seit 7 Jahren Bestellungen für 20 000 £ nicht annehmen konnte; er verlangte deshalb vom Parlament die Erlaubnis zur Ausfuhr, da besonders Deutschland viele Maschinen bestellen würde; eine Konkurrenzgefahr läge nicht vor, da das deutsche Gußeisen so schlecht und teuer sei, daß die Maschinen in Deutschland um 25 vH teurer werden würden (also trotz der niedrigen Löhne!). Die gleiche Quelle gibt ein Bild der Schwierigkeiten, mit denen man selbst die Ausfuhrerlaubnis zu nehmen hatte; die Fracht- und Aufstellungskosten einer englischen Dampfmaschine in Deutschland waren mindestens so hoch wie der ganze Maschinenpreis, die Einführung der Dampfmaschine als Betriebsmaschine konnte deshalb im allgemeinen nicht empfohlen werden, da Pferde billiger seien (!). Von den in der Frühzeit ein-

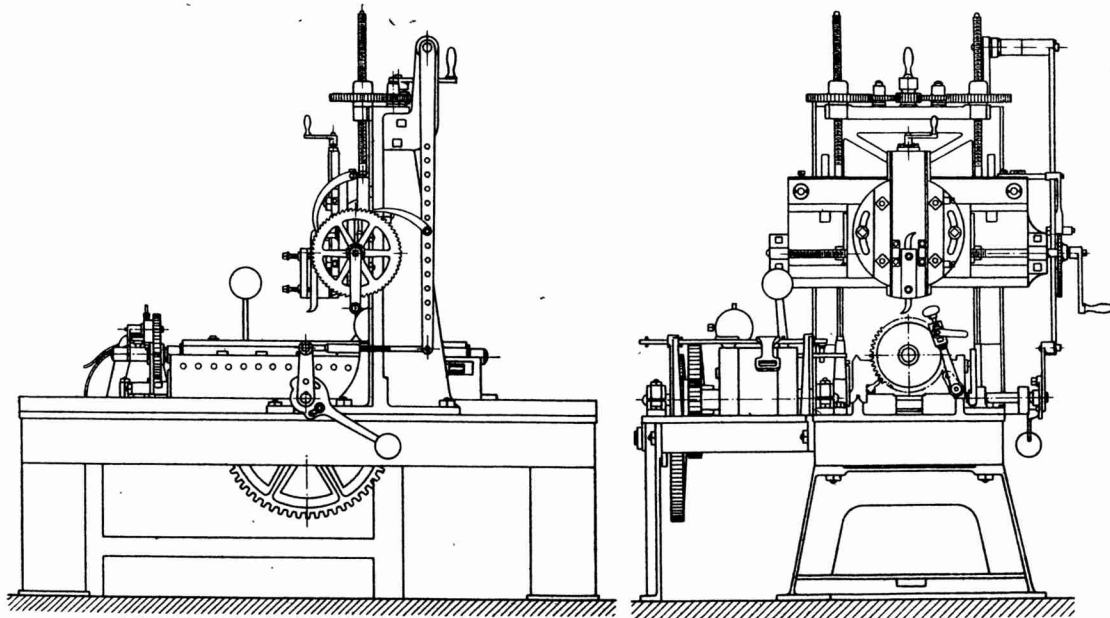


Abb. 4 und 5. Hobelmaschine von Fox in Derby (England).

Gebaut für die Werkstatt des Kgl. Gewerbeinstituts in Berlin. Durchgang zwischen den Ständern 1' 2'' preußisch = 366 mm. Antrieb durch einen gekreuzten und einen offenen Riemen und Rädergetriebe mit Zahnstangen. Umschaltung vom Tisch aus mit Handhebel. Teilvorrichtung zum Hobeln kantiger Gegenstände. Selbstgang in wagerechter Richtung durch Schraubenspindel, Sperrad, Klinke, Gestänge, Tischanschlag und Fallhebel. (Die Klinke wird je nach Höhe des Querbalkens in passenden Löchern des Gestänges befestigt.)

Aus: Verhandl. d. Ver. z. Beförd. d. Gewerbefleißes 1833.

geführten englischen Werkzeugmaschinen ist die im Jahre 1810 von König bezogene große Drehbank im Deutschen Museum aufbewahrt. (Abb. 1.) Der Kreuzsupport wurde um 1815 bekannt und war in den zwanziger Jahren in den meisten deutschen Werkstätten eingeführt. Um 1830 wurden durch Beuth englische Drehbänke, Hobelmaschinen, Zahnräderschneidemaschinen usw. eingeführt und zum Teil im Kgl. Gewerbeinstitut in Berlin aufgestellt; zum Teil wurden englische Maschinen den Fabrikanten kostenlos überlassen und nur die Bedingung gestellt, daß sie auch benutzt würden. Auch französische und amerikanische Maschinen und Apparate wurden angekauft und kopiert, oder es wurden Werkzeichnungen danach hergestellt und verteilt.

Allmählich begann die preußische Maschinenindustrie sich zu entwickeln, allerdings sehr langsam und nur unter steter Unterstützung durch die Regierung,

die noch im Jahre 1825 darüber klagt, daß in allen Landesteilen der Fabrik- und Handelsgeist fehle. Im Jahre 1816 wurde die Freundsche Dampfmaschinenfabrik, die im gleichen Jahre ihre erste Dampfmaschine baute, 1821 die erste private Eisengießerei mit mechanischer Werkstatt (für Dampfmaschinen usw.) in Berlin von Egells gegründet, der um 1840 eine der besteingerichteten Maschinenfabriken Preußens besaß und doch nur eine einzige Supportdrehbank sein eigen nannte. 1838 eröffnete Freund seine Eisengießerei, der im Jahre 1844 die von Wöhlert folgte. Im Jahre 1838 wurde die Maschinenbaugesellschaft Nürnberg gegründet, vom Jahre 1845 an baute die Maschinenfabrik Augsburg, die aus der Reichenbachschen Maschinenfabrik hervorging, Dampfmaschinen. In den vierziger Jahren trat Krupp mit seinen Gußstahl-Gewehr- und -Geschützläufen hervor. Mitte der dreißiger Jahre entstand der Eisenbahnbau mit seinem Bedarf an starken Bearbeitungsmaschinen. Im Jahre 1835 wurde die erste Eisenbahn Nürnberg—Fürth eröffnet, 1836 folgte die Strecke Leipzig—Dresden, 1838 Berlin—Potsdam. Im Jahre 1840 bestanden etwa 470 km, 1845 etwa 2140 km, 1850 etwa 6140 km Bahnstrecke. Die Fabrik von Henschel & Sohn in Cassel war schon im Jahre 1817 für den Bau von Maschinen gegründet worden. 1837 wurde die Fabrik von Borsig (die später auch Bohrmaschinen baute), 1852 Schwartzkopff gegründet. 1835 gründete Egestorff in Linden-Hannover eine Dampfmaschinenfabrik und Eisengießerei, die sich um die industrielle Entwicklung des Königreichs Hannover große Verdienste erwarb. Matschoß nennt eine große Zahl von deutschen Fabriken, die in den Jahren 1838 bis 1869 Lokomotiven bauten, darunter Egells in Berlin.

Folgende Firmen (die auch heute noch Lokomotiven bauen) stellten nach der gleichen Quelle ihre erste Lokomotive fertig:

Borsig, Berlin, 1841; Maffei, München, 1841; Maschinenbaugesellschaft Karlsruhe, 1842; Egestorff, Linden-Hannover, 1846; Masch.-Fabrik Eßlingen, 1847; Henschel & Sohn, Cassel, 1848; Richard Hartmann, Chemnitz, 1848; Uniongießerei Königsberg, 1855; Vulcan, Stettin, 1859; Schichau, Elbing, 1860; Schwartzkopff, Berlin, 1867; Krauß & Co. A.-G., München, 1867.

Das erste Dampfschiff wurde in Deutschland im Jahre 1816 bei Spandau von dem Engländer Humphrey gebaut; die Maschinen dazu wurden aus England bezogen, die übrigen Teile lieferte das Inland. Es fuhren dann mehrere Dampfer von Berlin nach anderen Städten, aber erst in den dreißiger Jahren wurde die Binnendampfschiffahrt entwickelt. 1837 wurde die Werft von Schichau gegründet. 1856 begann die Hamburg-Amerika-Linie, 1857 der Norddeutsche Lloyd mit dem Überseeverkehr.

Mitte der dreißiger Jahre entstand eine große Anzahl neuer Dampfmaschinenfabriken; die Dampfmaschine blieb aber doch bis 1850 noch verhältnismäßig wenig verbreitet. Im Jahre 1837 gab es in Preußen 423 Dampfmaschinen mit 7513 PS, davon 62 Betriebsmaschinen von Maschinen- und Metallbearbeitungsfabriken mit 1281 PS.

Die Anzahl der 1852 in Preußen arbeitenden Dampfmaschinen betrug 2832 mit 92 462 PS; davon entfielen auf Betriebsdampfmaschinen für Maschinen- und Metallbearbeitungsfabriken 405 mit 8415 PS. 1861 waren es 8669 Maschinen mit 865 631 PS.

1842 fand die erste gemeinsame Ausstellung der deutschen Einzelstaaten in Mainz, 1844 die erste deutsche Gewerbeausstellung in Berlin statt, die der Industrie großen Nutzen brachte.

Nach Beck („Geschichte des Eisens“) wurde in den vierziger Jahren im englischen Parlament gesagt, daß die französischen und preußischen Eisen- und Stahlwaren sich seit 25 Jahren gebessert hätten und den englischen in Amerika Konkurrenz machten. Nach Fleischmann (1850) standen die deutschen Eisenwaren den englischen weder an Schönheit noch an Qualität nach. Übrigens wurde viel Handwerkszeug nach amerikanischen Vorbildern hergestellt. Die Jahre 1847 und 1851 bedeuteten Höhepunkte in der Entwicklungsgeschichte der deutschen Eisenindustrie; in letzterem Jahre zeigte Krupp seinen großen Gußstahlblock und seine den englischen überlegenen Geschütze auf der Londoner Weltausstellung.

So finden sich in der ersten Jahrhunderthälfte eine ganze Reihe von Entwicklungsansätzen, zu einer Entfaltung kam es aber nicht. Das geistige Leben Deutschlands war von politischen, gelehrt-philosophischen und romantisch-künstlerischen Bestrebungen in Anspruch genommen, technische Betätigung war wenig geachtet, der Nationalwohlstand war gering, das private Kapital stand der jungen Industrie

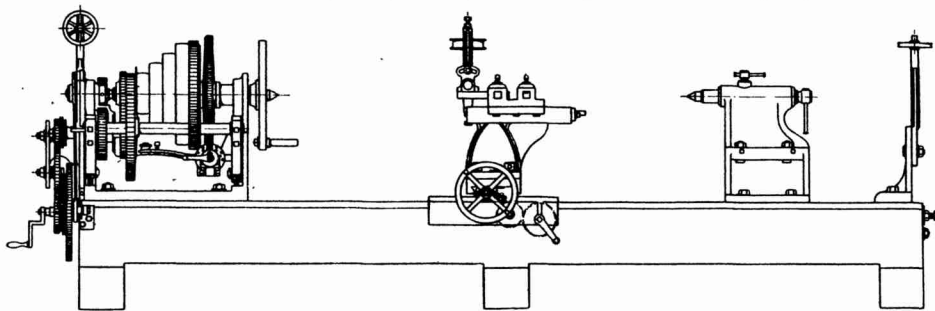


Abb. 6. Leitspindeldrehbank mit Fräs- und Teilapparat von Hamann in Berlin.

Gebaut für die Werkstatt des Kgl. Gewerbeinstitutes in Berlin. Spitzenhöhe $19\frac{3}{4}$ preußisch = 517 mm, Spitzenentfernung etwa 10' preußisch = 3140 mm. Antrieb durch vierfache Stufenscheibe und 2 doppelte Rädervorgelege (auf je einer vorderen und hinteren Horizontalwelle). Leitspindel in der Mitte des Bettes (feste Mutter). Fräsapparat auf dem Kreuzsupport. Teilscheibe auf der Drehbankspindel.

Aus: Verhandl. d. Ver. z. Beförd. d. Gewerbefleißes 1849.

uninteressiert oder abwartend gegenüber. Staatliche Anregungen, um die Bildung von Aktiengesellschaften zu unterstützen, fehlten; die agrarischen Staatsleitungen besaßen nicht die geschäftliche Initiative der englischen, amerikanischen, französischen und belgischen Regierungen. Nur für den Bau und Betrieb der Eisenbahnen bildeten sich größere Gesellschaften. Der Zollschutz war schlecht; bis zum Jahre 1834, der Gründung des deutschen Zollvereins, bildete jeder der 40 deutschen Einzelstaaten ein Zollgebiet für sich. Die ungenügende Höhe der Einfuhrzölle bedeutete eine schwere Schädigung der deutschen Eisenindustrie; die deutschen Eisenbahnen wurden fast nur mit englischem und belgischem Material gebaut. Erst im Jahre 1844 entschloß man sich wegen der Notlage der Eisenindustrie zu einem mäßig hohen Zoll auf Roheisen.

Ein einheitliches Patentgesetz, wie es in England, Frankreich und Amerika anregend auf den Erfindergeist wirkte, besaß in Deutschland nicht; die einzelnen Staaten erteilten zwar Erfinderprivilegien auf Grund ministerieller Erlasse (Preußen im Jahre 1815, Bayern 1825, Württemberg 1836, Sachsen folgte 1853), aber es gab keine Prüfung und keine Veröffentlichung. Dazu mußte beispielsweise in Preußen die patentierte Erfindung geheim gehalten werden, so daß man ständig Gefahr lief, gegen Patente zu verstoßen. Das Privileg war kostenlos, die Dauer $\frac{1}{2}$ bis 15 Jahre (meist bis 5 Jahre). Der einzige Ansatz zu einem ordentlichen

Patentgesetz war die im Jahre 1842 erfolgte Einigung der deutschen Zollvereinsstaaten über die allgemeinen patentrechtlichen Grundsätze. Der Jahresdurchschnitt der in Preußen erteilten Patente betrug in den Jahren 1815—1821: 9, 1822—1837: 17, 1838—1848: 59 und stieg langsam bis auf 74 im Jahre 1870. Die Metallbearbeitung ist unter diesen Patenten der Zahl und der Bedeutung nach sehr gering vertreten; ausländische Anmelder finden sich dabei gar nicht. Die meisten Erfinderprivilegien erteilte Sachsen (von 1825 bis Mitte 1877 5006!).

Zu den genannten Schwierigkeiten trat der Mangel an Maschinenarbeitern.

Die Entwicklung der deutschen Industrie ging deshalb sehr langsam vor sich. Der Übergang zur Großindustrie, der Ausbau des Eisenbahnwesens, der Banken usw. erfolgte erst anfangs der fünfziger Jahre.

Von dem für die spätere Entwicklung der deutschen Industrie so wichtigen Fachschulwesen war in dieser Zeit noch wenig zu merken. Die Einführung der Gewerbefreiheit im Jahre 1810 hatte den Einfluß der Zünfte und das Interesse der Meister verringert, ein staatlicher Zwang bestand in Preußen (im Gegensatz zu anderen deutschen Staaten) noch nicht. Die ersten Fortbildungsschulen waren für die Textilindustrie, das Bauwesen und das Kunstgewerbe bestimmt. Erst in den sechziger Jahren entwickelte sich das Gewerbeschulwesen, unter dem Einfluß der entstehenden Großbetriebe und des bedrängten Handwerks. Erstere brauchten gut ausgebildete Arbeiter für ihre teuren Maschinen, letztere mußten durch bessere Ausbildung geschützt werden. Die Gewerbeordnung vom Jahre 1869 ermöglichte dann den Schulbesuch der Lehrlinge bis zur Vollendung des 18. Jahres.

Auf den Werkzeugmaschinenbau wirkten die Schwerindustrie, der Bergbau und der Eisenbahnbau ein. Der Bedarf an Gebrauchsmaschinen war gering, die Gewerfabrikation wurde zwar verhältnismäßig lebhaft, aber in der Hauptsache immer noch handwerksmäßig betrieben. Vorbilder fand der Werkzeugmaschinenbau vor allem an Whitworths Erzeugnissen, die denn auch in großem Umfang nachgebaut und in mancher Hinsicht weiterentwickelt wurden. Ein eigentliches Konstruieren gab es also noch nicht; Gestaltung und Fertigung waren Sache der Werkstatt.

Das Zentrum der Werkzeugmaschinenindustrie wurde in den fünfziger Jahren Chemnitz, wo die eingesessene Textilindustrie seit den vierziger Jahren einen verhältnismäßig entwickelten Textilmaschinenbau hervorgerufen hatte; vorher war England der alleinige Lieferant für diese Maschinen gewesen. Der neuere deutsche Werkzeugmaschinenbau ging also ganz wie der amerikanische aus der Textilmaschinenindustrie hervor. Zur Kennzeichnung der rührigen sächsischen Industrie kann die oben angeführte Tatsache dienen, daß Sachsen derjenige deutsche Staat war, der die meisten Patente erteilte. Über das sächsische Patentwesen in den Jahren 1825 bis 1877 liegt eine gute Statistik von Hartig vor. Danach entfällt von den innerhalb dieses Zeitraumes erteilten 5006 Patente die Höchstzahl, nämlich 30,6 vH, auf die Textilkategorie, hierauf kommen die Klassen „Maschinenbau“ und „Nahrungsmittel“ und dann kommt die „Industrie der Metalle“ mit 7,07 vH (354 Patenten). Von diesen wieder betrafen 122 Patente Werkzeugmaschinen aller Art. (In Preußen, wo eine Klasseneinteilung wie in Sachsen fehlte, wurde schätzungsweise seit 1815 etwa die Hälfte dieser Zahl an Metallbearbeitungspatenten erteilt.) Die Erfindertätigkeit in Sachsen war übrigens in der ersten Jahrhunderthälfte sehr gering. Erst im Jahre 1851 wurde eine Jahresziffer von 50 Patenten erreicht; 1860 wurden 134, 1870: 157, 1876: 457 erreicht. Von den in den Jahren 1825 bis 1875 erteilten Patenten wurden 42,2 vH an Inländer, 29,7 vH an andere Deutsche, 28,1 vH an Aus-

länder erteilt. (In der Klasse „Industrie der Metalle“ war die Beteiligung der Inländer und Ausländer etwas niedriger.) Eine Verlängerung auf 10 Jahre oder darüber (gegen eine Gebühr von 50 Taler) erfolgte nur bei knapp 4 vH aller Patente.

Ganz ähnlich wie Manchester und Leeds in England und die Oststaaten in Nordamerika, so zeigt auch Chemnitz, daß sich der frühe Werkzeugmaschinenbau in örtlicher Konzentration entwickelt.

Unter den führenden Firmen, die den Whitworthtyp zu einer hochwertigen und einheitlichen deutschen Maschinenklasse entwickelten, sind vor allem Zimmermann und Hartmann zu nennen.

Ehe eine Beschreibung der Einzelgeschichte der wichtigsten Werke stattfindet, sei bemerkt, daß sich für die meisten deutschen Werkzeugmaschinenfabriken nur sehr lückenhafte Entwicklungsbilder aufzeichnen lassen; nur wenigen Firmen ist ihre eigene Geschichte noch völlig bekannt, meist finden sich nur Aufzeichnungen aus den letzten Jahrzehnten.

Johann Zimmermann gründete 1844 eine Fabrik für die Herstellung von feineren Maschinenteilen, besonders Spinnmaschinenzylindern. Im Jahre 1848 nahm er den Bau von kleinen Drehbänken und Bohrmaschinen auf und erregte Aufsehen dadurch, daß er sich im Jahre 1854 auf die damals nur nebenher gebauten Werkzeugmaschinen spezialisierte. Zimmermanns Bestreben, deutsche Werkzeugmaschinen als Konkurrenten der englischen zu bauen, wurde geradezu bespöttelt, obgleich er schon im Jahre 1852 die erste öffentliche Anerkennung auf einer Ausstellung in München erhalten hatte. Im Jahre 1854 beschäftigte die Firma 50 Arbeiter; sie baute übrigens auch Holzbearbeitungsmaschinen, deren Herstellung damals noch ganz fremd in Deutschland war. Im Jahre 1862 erwarb Zimmermann auf der Londoner Ausstellung eine hohe Auszeichnung, die um so höher einzuschätzen war, als Whitworth selber zur Preisjury gehörte. Die Firma hatte Hobelmaschinen und Drehbänke nach englischem Muster ausgestellt; die von ihr gezeigten Maschinen gehörten zu den besten, die überhaupt ausgestellt waren. Sie waren etwas leichter als die englischen, aber das Gußeisen war fester und härter als das in England gebräuchliche. Auf dieser Ausstellung waren aus Preußen nur Berliner Firmen und diese nur mit wenigen Maschinen vertreten; überhaupt zeigte sie nicht viele außerenglische Werkzeugmaschinen. Im Jahre 1863 betrug die Arbeiterzahl 500 bis 550, an Arbeitsmaschinen waren 70 Drehbänke und 55 andere Maschinen vorhanden. Einen ersten Preis erhielt Zimmermann auch in Paris im Jahre 1867, während größere englische Werke sich mit geringeren Auszeichnungen begnügen mußten — zum großen Arger englischer Fachblätter. Hier fielen besonders die



Johann Zimmermann
geb. 1820. gest. 1901.

Zimmermannschen Stirn- und Kegelradhobelmaschinen mit Schablone auf. Nach dem Krieg 1870/71 wurde die Fabrik vergrößert und gleichzeitig (im Jahre 1871) in eine Aktien-Gesellschaft umgewandelt. In Wien 1873 (wo vor allem Chemnitzer Maschinen ausgestellt waren) sah man Spezialdrehbänke, Stehbolzenbohrmaschinen, Zahnradfräsmaschinen, Bolzenschneidemaschinen, eine Horizontalbohrmaschine und eine vierspindlige Mutternschneidemaschine; ferner eine verbesserte Whitworth-Radialbohrmaschine (dieser Typ war in Deutschland beliebter als die Fairbairnsche Bauart). Einige der ausgestellten Maschinen wurden auch von englischen Fachblättern gelobt.

Richard Hartmann richtete im Jahre 1837 eine kleine Werkstatt mit drei Arbeitern ein, in der er verschiedene Maschinen, darunter Textilmaschinen, herstellte.



Richard Hartmann
geb. 1809. gest. 1878.

1840 baute er die erste Dampfmaschine, 1848 die erste Lokomotive. Um diese Zeit wurden auch Gewehre fabriziert; so lieferte Hartmann 20 000 Zündnadelgewehre an die sächsische Regierung. 1854 wurde eine eigene Gießerei geschaffen, 1857 der Werkzeugmaschinenbau eingeführt; besonders wurden schwere Maschinen gebaut. In diesem Jahre beschäftigte das ganze Werk bereits 2000 Arbeiter mit 6 Dampfmaschinen von 150 PS und 540 Arbeitsmaschinen; der Werkzeugmaschinenbau konnte sich deshalb sogleich in größerem Maßstabe entwickeln. 1862 stellte Hartmann in London Langlochfräsmaschinen mit beweglichem Werkstück aus. Im Jahre 1864 war die Nachfrage nach schweren Werkzeugmaschinen für Geschützfabriken, Schiffswerften und Hüttenwerke schon so groß, daß ein eigenes Gebäude für ihre Herstellung gebaut wurde. In Paris 1867 zeigte Hartmann eine große Vertikalstoß-

maschine mit Antrieb durch elliptische Räder, eine Horizontalstoßmaschine mit ziehendem Stahl und Einzelantrieb usw.; er erhielt dafür eine erste Auszeichnung. Im Jahre 1870 erfolgte die Umwandlung des Werkes in eine Aktien-Gesellschaft. Die in Wien 1873 ausgestellten großen Bohrmaschinen, Blechkantenhobelmaschinen, Radbandagenspezialmaschinen usw. wurden hinsichtlich ihres konstruktiven Aufbaues und ihrer Ausführung sogar von englischen Berichterstattern sehr gelobt. Hartmann zeigte dort die größte Horizontalbohr- und -Fräsmaschine mit einem Gewicht von 9000 kg. Seine Radialbohrmaschinen waren nach Fairbairns Konstruktion gebaut. Im Jahre 1885 richtete die Firma eine besondere Werkstatt für den Bau kleinerer Werkzeugmaschinen ein; um 1896 beschäftigte sie 600 Arbeiter für Werkzeugmaschinen; ihre Jahresleistung betrug um diese Zeit über 1½ Mill. Kilogramm. Die Fabrik zog es vor, sich nicht zu spezialisieren; sie besitzt 5 Abteilungen: für Lokomotiven; Werkzeugmaschinen; Dampfmaschinen; hydraulische Motoren und Mühlen; Spinnereimaschinen, Webereimaschinen. An Werkzeugmaschinen über-

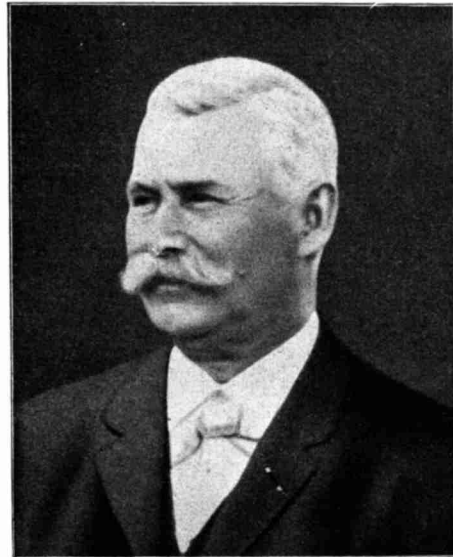
wiegt die Großmaschine; außer den verspannenden Maschinen werden Blechbearbeitungsmaschinen, Pressen, Fallhämmer usw. gebaut.

Die Fabrik von Sondermann & Stier in Chemnitz wurde im Jahre 1857 gegründet; zunächst wurden billige Horizontalstoßmaschinen und Wandbohrmaschinen gebaut. Im Jahre 1859 wurde der Bau schwerer Werkzeugmaschinen, Mutter-schneidemaschinen, Sondermaschinen für den Eisenbahnbedarf usw. aufgenommen; im Jahre 1862 zeigte die Firma in London eine Rohrgewindeschneidbank. Nach und nach stieg die Zahl der gebauten Maschinentypen auf 89; eine scharfe Beschränkung führte die Firma erst im 20. Jahrhundert durch. Die Jahresausbringung betrug im Anfang etwa 80 Maschinen, später stieg sie bis auf ca. 400 Maschinen.

An kleineren Fabriken ist Diehl, später „Werkzeugmaschinenfabrik Union“, zu erwähnen, die im Jahre 1852 gegründet wurde und im Jahre 1888 127 Arbeiter beschäftigte. Die Firma baute bis zur Jahrhundertwende alle Sorten von Werkzeugmaschinen. In den siebziger Jahren bestanden noch folgende Chemnitzer Fabriken: Limbach, Saxonia (Constantin Pfaff vom Jahre 1843 ab), Hermann Ulbricht, Werkzeugmaschinenfabrik „Vulkan“ (vorher Wilhelm Bendorf), Maschinenbauverein Chemnitz (vormals Schellenberg) und Hermann Michaelis. In Neuschönefeld bei Leipzig baute J. G. Schöne & Sohn Vertikalstoßmaschinen und anderes. — Unter den Fabrikaten dieser Firmen finden sich vor allem kleine Drehbänke, Bohrmaschinen und Eisenbahnschneidmaschinen, dagegen nur wenige Fräsmaschinen. Der Stil ist durchweg der gleiche: klobige schwere Formen, meist Hohlgußkörper, ohne harmonische Durchbildung der Konstruktion; Einkapselung der Zahnräder war — wie auch bei den ausländischen Maschinen — unbekannt.

Dies sind die für die voramerikanische Periode in Deutschland wichtigsten Firmen des Werkzeugmaschinenbaues. Die nachher noch aufzuführenden süddeutschen, elsässischen, westdeutschen und Berliner Firmen sind für diesen Zeitabschnitt von viel geringerer Bedeutung als die des Chemnitzer Zentrums.

Weniger wichtig für diese erste Blütezeit des deutschen Werkzeugmaschinenbaues war die Fabrik von J. E. Reinecker, die aber doch in diesem Zusammenhange schon erwähnt werden soll. Ihre Bedeutung lag zunächst nur im Werkzeugbau; sie ging nicht wie die vorigen aus dem allgemeinen Maschinenbau hervor. Die Firma nahm auch deshalb eine Sonderstellung im Chemnitzer Bezirk ein, weil sie sich als erstes der dortigen Werke von amerikanischen Werkzeugvorbildern befruchten ließ und für den eigenen Bedarf frühzeitig amerikanische Maschinen einführte. Die erste ganz kleine Werkstatt wurde im Jahre 1859 eingerichtet, zunächst für die Herstellung von Gewindeschneidewerkzeugen. Im Jahre 1867 waren 9 Ge-



Julius Eduard Reinecker
geb. 1832. gest. 1895.

helfen mit 3 Werkzeugmaschinen beschäftigt, 1876 52 Arbeiter mit 30 Maschinen, 1891 226 Arbeiter und 211 Maschinen. Anfangs der siebziger Jahre wurde die erste Fräsmaschine für allgemeine Arbeiten, wie sie damals außer in Amerika noch nicht zu kaufen war, selbst gebaut, 1873 wurden die ersten amerikanischen Maschinen von Brown & Sharpe gekauft. Frühzeitig erkannte Reinecker die Bedeutung der 1873 in Wien ausgestellten hinterdrehten Fräser von Brown & Sharpe; da eine



Abb. 7. Erste Werkstätte und Werkzeug-handlung von J. E. Reinecker in Chemnitz, Brotgasse. 1859.

Maschine zu ihrer Herstellung von Amerika nicht und in Deutschland erst Ende der siebziger Jahre, aber sehr teuer, zu erhalten war, so verlegte sich Reinecker selbst auf ihren Bau und brachte im Jahre 1882 seine erste Hinterdrehbank heraus. Von nun an erfolgte die Fabrikation hinterdrehter Fräser in großem Umfange; es bedurfte aber großer Anstrengungen, um dieses Werkzeug einzuführen. Es folgte die Schaffung des hinterdrehten Schneckenradfräasers. Mitte der achtziger Jahre begann der Bau von Sondermaschinen, die für den bald einsetzenden Motorwagenbau von großer Bedeutung wurden, so die Maschinen zur Erzeugung von Schneckenrädern mit achsialen Vorschub des Fräasers, die erste deutsche ganz selbsttätige Zahnradfräsmaschine, die Bilgramsche Abwälzhobelmaschine für Zahnräder. Dem allgemeinen Werkzeugmaschinenbau wandte sich die Firma in größerem Maßstabe erst anfangs der neunziger Jahre zu; so baute Reinecker die ersten starken Rundschleifmaschinen in Deutschland.

Von den süddeutschen Firmen wurde die Fabrik Manhard in München, die u. a. Bohrmaschinen baute, im Jahre 1848 gegründet; die Firma J. G. Weissner Söhne in St. Georgen wurde im Jahre 1856 gegründet; die Firma baute kleine Drehbänke und andere Maschinen sowie Werkzeuge für Uhrmacher und beschäftigte zunächst 10, im Jahre 1888 100 Arbeiter.

Die Firma Collet & Engelhardt in Offenbach a. M. wurde 1862 gegründet; ihre erste Einrichtung wurde gänzlich aus England bezogen. Zunächst wurden als Spezialität Bolzen- und Mutternschneidemaschinen (nachher nach Sellers' System) und Horizontalbohr- und -Fräsmaschinen gebaut; dazu kamen alle wichtigen übrigen Werkzeugmaschinen und Ende der sechziger Jahre auch Knopfautomaten für Elfenbein- und Knochenknöpfe. Auf der Pariser Ausstellung 1867 und in Wien 1873 standen verschiedene normale Maschinen. Ende der siebziger Jahre betrug die Arbeiterzahl etwa 100. Später waren

die Hauptfabrikationsgebiete: Sondermaschinen für Eisenbahnwerkstätten, mittel-schwere Normalmaschinen verschiedener Art und endlich tragbare Maschinen mit elektrischem Antrieb. Die Firma Gebr. Böhlinger, Göppingen (Württemberg) wurde im Jahre 1845 für den Bau von Textilmaschinen, Holzbearbeitungs- und später Dampfmaschinen begründet. Ende der sechziger Jahre wurden Transmissionen und Werkzeugmaschinen als Hauptgegenstand hergestellt, von 1875 ab wurden nur noch Werkzeugmaschinen aller Art, kleine und schwere Modelle, gebaut. Die Arbeiterzahl betrug im Jahre 1860 20, im Jahre 1890 250.

In Wien sah man 1873 noch Maschinen von Riedinger, Augsburg (der als Spezialität Zahnradhobelmassen mit Schablonen und zwei Stählen nach Leupolts Patent baute, die schwerer und leistungsfähiger waren als die Maschinen von Zimmermann), Estever-Altötting, Lismann-München, Honer-Ravensburg, Thomas-Dresden, Kühn-Gera, Etterich-Stuttgart,

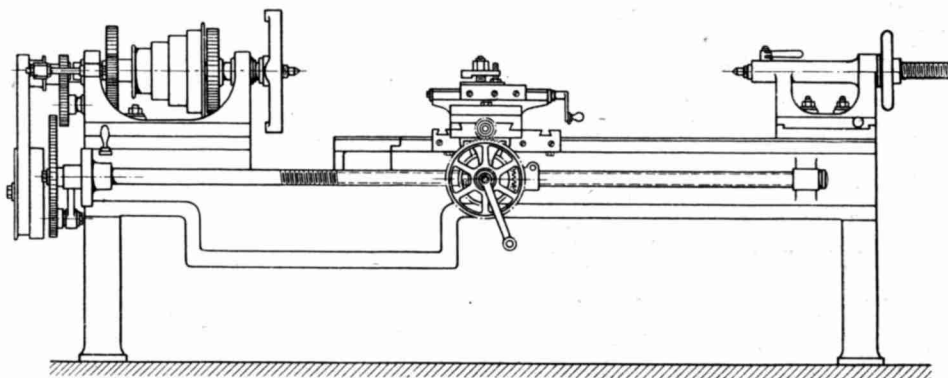


Abb. 8. Leitspindeldrehbank von Joh. Zimmermann in Chemnitz.

Spitzenhöhe 220 mm. Spitzenentfernung 1360 mm. Spindeltrieb durch vierfache Stufenscheibe und doppeltes Räder-vorgelege, Kreuzsupport. Antrieb des Supports durch Leitspindel. Keine Zugspindel.

Aus: Hartig, Versuche über Leistungen und Arbeitsverbrauch der Werkzeugmaschinen. Leipzig 1873.

Kerzdörfer-Ansbach, Henrich & Sohn-Hanau, Reichenbach-Augsburg, Gschwindt & Co.-Karlsruhe — alles Firmen, die zum größten Teil später eingingen, deren damalige Erzeugnisse den Chemnitzern ähnelten und zu besonderer Besprechung keinen Anlaß geben. Jedenfalls sah man in Wien die Erzeugnisse aller wichtigen Firmen; diese Ausstellung bedeutete den Höhepunkt des deutschen Werkzeugmaschinenbaues. Die meisten Maschinen lehnten sich an englische, ein Teil schon an amerikanische Vorbilder an; verschiedene Maschinen, wie die von Riedinger, waren Originalkonstruktionen.

Als eine der frühen deutschen Werkzeugfabriken ist die von Sautter & Meßner in Aschaffenburg zu nennen, die im Jahre 1862 von Hock gegründet wurde. Ähnlich wie Reinecker ließ sich auch dieser von Anfang an von Amerika beeinflussen. Zuerst stellte die Fabrik nur Schublehren, dann Winkel und Lineale, später Mikrometer, Normal- und Grenzlehren sowie Meßmaschinen her. Die Arbeiterzahl betrug zuerst weniger als 10 und stieg später bis auf 150. Auf Ausstellungen und in der Literatur tritt die Firma wenig hervor.

Carl Mahr in Eßlingen (Württemberg) gründete im Jahre 1861 eine Fabrik für Schublehren, die später die Herstellung der verschiedensten sonstigen Meßwerkzeuge für den Maschinenbau aufnahm.

Die erste deutsche Fabrik für Maschinen und Werkzeuge für Uhrmacher nach schweizerischen Vorbildern gründete G. Boley 1870 in Eßlingen (Württemberg). Die Arbeiterzahl betrug im Anfang 20 bis 30 Mann, der Umsatz 100 000 bis 200 000 M.; im Jahre 1891 150 Mann und 500 000 M.

In Mitteldeutschland entstand die Firma Billeter & Klunz in Aschersleben im Jahre 1857, zunächst für Reparaturarbeiten. Vom Jahre 1865 ab wurden Werkzeugmaschinen (Drehbänke, Bohr-, Hobel- und Fräsmaschinen) gebaut. Die Spezialisierung auf Hobelmaschinen (besonders Einpilastermaschinen) und Luftdruckhämmer erfolgte erst nach der Jahrhundertwende.

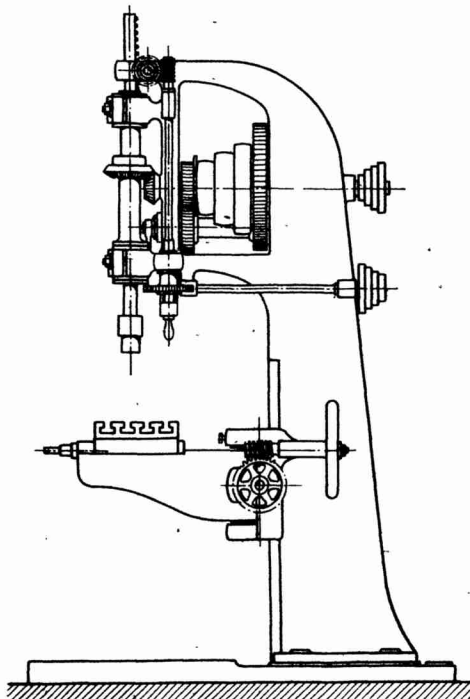


Abb. 9. Vertikalbohrmaschine mit Hohlfußgestell.

Ausladung 375 mm. Antrieb durch Stufenscheibe mit exzentrisch ausschwenkbarem, doppeltem Rädervorgelege. Selbsttätiger und Handvorschub durch nicht ausschwenkbaren Schneckenantrieb und Stirnradtrieb. Tisch mit Senkrechtverstellung, Querschlitzen mit Lotrecht-drehzapfen.

Aus: J. Hart, Die Werkzeugmaschinen. Heidelberg 1867.

Ein alteingesessener Werkzeugmaschinenbau ist im Elsaß zu Hause. Die Vorgängerin der Firma Heilmann, Ducommun & Steinlen in Mülhausen wurde 1834 gegründet und baute in den vierziger Jahren Werkzeugmaschinen aller Art. Ihre in Wien 1873 gezeigten Maschinen, besonders Universalfräsmaschinen und Revolverdrehbänke, waren mit die besten der von deutschen Firmen gezeigten und wurden auch von englischen Berichterstattern gelobt. Die Elsässische Maschinenbaugesellschaft Grafenstaden entstand im Jahre 1872 durch Vereinigung zweier Firmen, deren eine, André Koechlin & Cie., im Jahre 1826 für den Bau von Textilmaschinen, dann auch für Dampfmaschinen und Lokomotiven gegründet wurde. Die andere, die Maschinenfabrik Grafenstaden, wurde im Jahre 1821 für den Bau von Brückenwagen gegründet, später wurden auch Winden und vom Jahre 1841 ab Werkzeugmaschinen gebaut. Gegen Ende des Jahrhunderts beschäftigten die beiden deutschen Werke der Firma (Mülhausen und Grafenstaden) zusammen 6000

Personen; fabriziert wurden außer Werkzeugmaschinen die verschiedensten Textilmaschinen, Eisenbahneinrichtungen, Dampfmaschinen, Dampfkessel und anderes. Stehelin & Huber in Bitschweiler bauten um 1840 Vertikal-Zylinder-ausbohrmaschinen, J. J. Meyer in Mülhausen anfangs der vierziger Jahre Horizontalstoßmaschinen, Meßner in Grafenstaden horizontale Zylinder-ausbohrmaschinen um 1850.

Westdeutschland, wo zuerst englische und belgische, später auch sächsische Maschinen benutzt wurden, ist für den deutschen Schwermaschinenbau, weniger für die hier hauptsächlich in Frage kommenden leichteren Maschinen von Bedeutung geworden. Die Fabrik von Ernst Schieß in Düsseldorf wurde im Jahre 1866

mit 4 Arbeitern gegründet, baute zuerst Lokomobilen, Dampfmaschinen, kleine Fördermaschinen usw. und wandte sich im Jahre 1869 mehr und mehr dem Bau von Werkzeugmaschinen zu. Im Jahre 1888 betrug die Arbeiterzahl 250. Eine Spezialisierung fand nicht statt, es wurden die verschiedensten normalen und Sonderzwecken dienenden Drehbänke, Fräsmaschinen, Bohr- und Horizontalbohrmaschinen, Schrauben- und Mutter-, Abstech-, Schleifmaschinen, Pressen und Blechbearbeitungsmaschinen, und zwar vor allem mittlerer, und schwerer Größe gebaut. Der Stil war fast durchweg der alte Chemnitzer, bei einigen Maschinen machte sich amerikani-scher, besonders Sellers-scher Einfluß geltend. Bis zum Jahre 1900 wurden 7000 Werkzeugmaschinen verkauft.

H. O. Wagner grün-deté im Jahre 1865 die Firma Wagner & Co. in Dortmund, eine der ersten Werkzeugmaschi-nenfabriken für den Bedarf von Rheinland und West-falen, zunächst in ganz kleinem Rahmen. Ge-schulte Arbeitskräfte fehlten damals in jener Gegend völlig und mußten deshalb in Sachsen angeworben werden. Auf der Wiener Weltausstellung im Jahre 1873 war die Firma ver-treten. Im Jahre 1867 gründeten Froriep und Klingelhöffer eine kleine Maschinenwerkstatt in Rheydt; im Jahre 1876 trennten sich beide, Fro-riep blieb in Rheydt,

Klingelhöffer zog nach Grevenbroich. Im Anfang baute Froriep Werk-zeuge, Schleifmaschinen (die von der Naxos-Union in Frankfurt a. M. vertrieben wurden) und verschiedene kleinere Maschinen. Später gingen beide Firmen zu mittelgroßen und schweren Werkzeugmaschinen für Hütten-, Walz-werk- und Eisenbahnbedarf über. Die Arbeiterzahlen waren mäßig (Froriep im Jahre 1876: 40, im Jahre 1886: 160).

1872 wurde die Maschinenfabrik „Deutschland“ in Dortmund gegründet, die mit zuerst etwa 80 Arbeitern Eisenbahnbedarf aller Art, darunter Achsdreh-bänke herstellte.

Kleinere billige Maschinen aller Art baute Jeep in Köln in den fünfziger Jahren, Berghausen in Köln baute um 1860 Zylinderbohrmaschinen, Josten in Düssel-

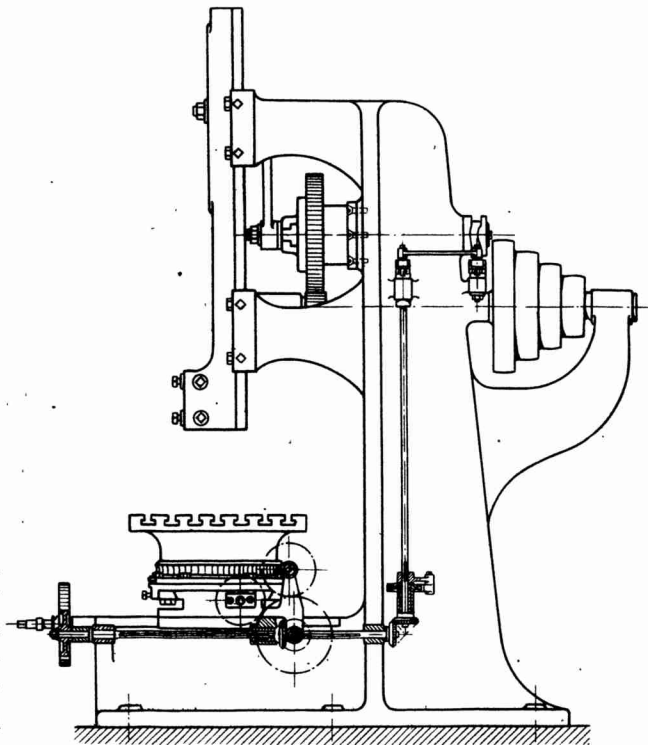


Abb. 10. Große Vertikalstoßmaschine.

Antrieb durch Umlaufkulisie. Ausladung etwa 360 mm. Hub etwa 240 mm. Rundtisch 565 mm Durchmesser. Selbsttätige Längs-, Quer- und Rundbe-wegung des Tisches.

Aus: J. Hart, Die Werkzeugmaschinen. Heidelberg 1867.

dorf und Lichthardt in Dortmund Ende der fünfziger Jahre verschiedene Sonderfräsmaschinen.

Der Berliner Werkzeugmaschinenbau trat, obgleich er älter war als der Chemnitzer und obgleich die Berliner Metallindustrie bedeutend war (sie beschäftigte im Jahre 1835 schon 4500, im Jahre 1856 10 200 Arbeiter), viel weniger klassenbildend auf als dieser. In den fünfziger bzw. sechziger Jahren werden in der Literatur besonders Drehbänke und Horizontalstoßmaschinen von Hamann, Spezialmaschinen für den Geschützbau, Bohr-, Fräs-, Vertikal- und Horizontalstoßmaschinen, Hobelmaschinen, Drehbänke, sowie Schraubenschneidmaschinen von Freund, Eisenbahnräderdrehbänke und Radialbohrmaschinen von Wöhlert, Hobelmaschinen mit elliptischem Räderantrieb von Ohm & Co., Horizontalstoß-

maschinen und Sellersche Bolzenschneidmaschinen von W. Wedding, Bohrmaschinen von Borsig, Spezialfräsmaschinen von J. Lehmann usw. erwähnt.

Das Jahrzehnt 1860 bis 1870 leitete den nach der Reichsgründung einsetzenden gewaltigen Aufstieg der deutschen Industrie ein: in diesem Jahrzehnt überflügelte die deutsche Stahlindustrie die französische und rückte hinter die englische und amerikanische. Hemmend wirkte, daß der Zollverein im Jahre 1862 vom Schutzzoll zum Freihandel überging.

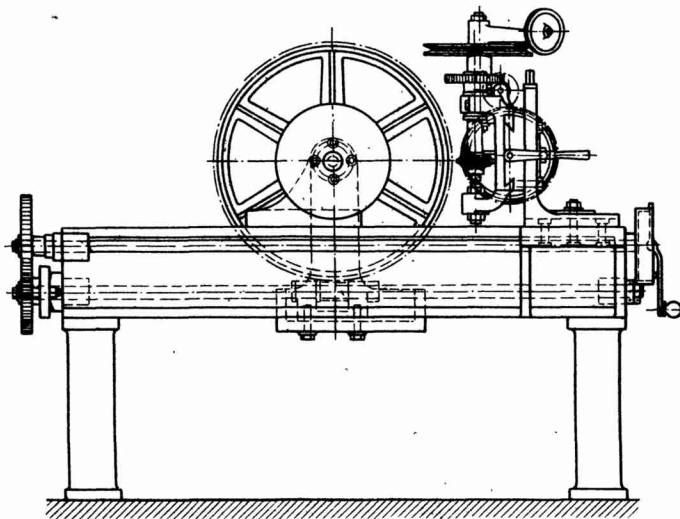


Abb. 11. Räderfräsmaschine nach Whitworths System.

Selbsttätige Vorschubbewegung des Fräser Schlittens. Rückwärtsbewegung von Hand. Schaltung durch Wechselräder, Schneckentrieb und Handkurbel mit ganzen oder halben Umdrehungen. Fräserantrieb durch Schnurscheibe. Durchmesser des Fräfers: 100 mm. Höhe des Fräfers über dem Bett: 175 mm.

Aus: J. Hart, Die Werkzeugmaschinen. Heidelberg 1867.

Einige zur Charakterisierung der deutsch-englischen Periode bestimmte Daten sind an dieser Stelle nachzutragen. Wann die einzelnen englischen Neuerungen in Deutschland bekannt wurden, ist nur zum Teil noch festzustellen. Das Hobeln kann um 1830 noch nicht allgemein üblich gewesen sein; als Beweis dafür dient z. B. die im deutschen Museum in München ausgestellte Plandrehbank dieser Zeit, die anscheinend deutsches Erzeugnis ist und deren Supportquerschlitzen sich statt auf einem Prisma auf einer Rundstange führt. Die Vertikalstoßmaschine wurde im Jahre 1839 bekannt; die Bolzenschneidmaschinen wurden um 1850 allgemein eingeführt. Kleinere Drehbankbetten bestanden Ende der dreißiger Jahre noch meist aus Hartholz; Drehbänke mit selbsttätigem Planzug waren in den fünfziger Jahren noch selten. An Fräsmaschinen wurden in dieser Zeit Mutterfräsmaschinen vielfach benutzt; für allgemeinere Zwecke kam die Fräsmaschine vom Ende der fünfziger Jahre ab in Anwendung. Typisch deutsche Maschinen gibt es wenige. Zu ihnen gehört die Zwillingbohrmaschine, d. h. eine Vereinigung von

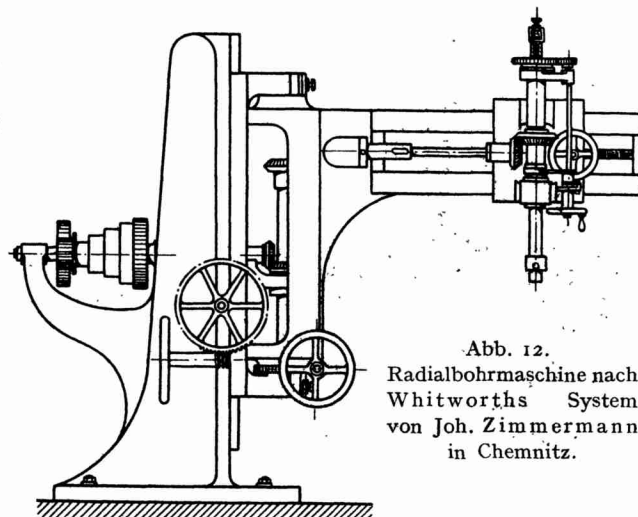
zwei mit dem Rücken gegeneinander stehenden Lotrechtbohrmaschinen mit gemeinsamem Ständer. Horizontal- und Vertikalstoßmaschinen sowie Hobelmaschinen mit Antrieb durch elliptische Räder waren in Deutschland anscheinend beliebter als in England, wo die Whitworthkulisze vorherrschte. Auch kleinere Hobelmaschinen mit Antrieb durch Whitworths Schwingkurbeltrieb wurden in Deutschland gern gebaut.

Die Güte der deutschen Werkzeugmaschinen der sechziger Jahre war anerkannt. Reuleaux behauptet im Jahre 1861, daß der deutsche Maschinenbau an Güte den englischen vollständig erreicht habe, wozu besonders die deutsche technische Fachbildung beigetragen habe.

Wie hoch die Genauigkeit der frühen deutschen Werkzeugmaschinen war, ist nicht festzustellen. Erwähnt sei, daß Karmarsch im Jahre 1851 das Schaben nur als ein Arbeitsverfahren bespricht, das dazu diene, weicherem Metall ein blankes Aussehen zu geben; von einer Anwendung auf das Passen wird nichts gesagt. Im Jahre 1866 erwähnt Karmarsch, daß gemeißelte, gefeilte und mit losem Schmirgel und Bleimutter geschliffene Schraubenspindeln noch öfters vorkommen, was dafür spricht, daß noch an manchen Stellen recht primitiv gearbeitet wurde. Jedenfalls bezeichnen Berichte aus der Mitte der sechziger Jahre die Genauigkeit der besten deutschen Werkzeugmaschinen

als sehr hoch. Eine englische Zeitschrift (The Practical Mechanic's Journal) bezeichnet die von Deutschland (und anderen Ländern des Kontinents) in Paris 1867 ausgestellten Werkzeugmaschinen in Konstruktion und Ausführung als den englischen, einschließlich der Whitworthschen ebenbürtig. „Engineering“ 1867 charakterisiert gelegentlich der Pariser Weltausstellung den deutschen (und französischen) Werkzeugmaschinenbau so, daß die erstklassigen Firmen sich zwar nicht mit Whitworth, aber mit den mittleren englischen Firmen vergleichen könnten. Dagegen seien die durchschnittlichen Maschinen Deutschlands und Frankreichs schlecht gegossen und schlecht gehobelt (wegen der ungenügenden Starrheit der Hobelmaschinen). Besonders fehle die den Whitworthschen Maschinen eigene Genauigkeit; die Verwendung von Kaliber- und Ringlehren sei auf dem Kontinent überhaupt eine Ausnahme, ein vollständiger Satz von Whitworthlehren in vielen Industriebezirken eine Seltenheit.

Die erwähnten guten Zeugnisse können übrigens nur für die großen deutschen Fabriken, besonders Hartmann und Zimmermann, gegolten haben;



Größter Bohrdurchmesser 140 mm. Ausladung 710 bis 1840 mm. Drehwinkel des Armes 160°.

Aus: Hartig, Versuche über Leistung und Arbeitsverbrauch der Werkzeugmaschinen. Leipzig 1873.

die kleineren Werke bauten unansehnliche Maschinen mit profilierten und verrippten Körpern.

Über die Ende der fünfziger Jahre im Chemnitzer Maschinenbau übliche Genauigkeit macht Ruppert (Z. d. V. d. I. 1912) Angaben. Feste Zahlenwerte für den Passungsspielraum der Wellen gab es nicht. Um diese Zeit begann unter dem Einfluß der Textilindustrie, die auswechselbare nachgelieferte Teile verlangte, die Einführung von Kaliberdornen und -Ringen, so daß die Reibahle nicht mehr wie bis dahin als Schneid- und Meßwerkzeug, sondern nur als Schneidwerkzeug diente. Vom Textilmaschinenbau aus griff dann diese systematischere und genauere Herstellung auf den allgemeinen Maschinenbau über. Im allgemeinen blieb Deutschland bis zum Anfang der siebziger Jahre aber auf dem vom englischen Maschinenbau übernommenen Standpunkt stehen, daß die Maschinen nur vorarbeiten, während die Fertigarbeit von Hand auszuführen sei. Die bereits aus Zeitschriften und Ausstellungen

bekannt gewordenen amerikanischen Methoden, maschinenfertige Arbeit herzustellen, wurden zwar von den besseren Fabriken einzuführen versucht, im allgemeinen aber fanden sie in Deutschland noch wenig Beifall, zumal auch der englische Lehrmeister sich noch fast durchweg ablehnend verhielt.

Es fehlten eben dem deutschen Werkzeugmaschinenbau die in Amerika vorwärtstreibenden Faktoren; die Löhne waren niedrig (Zimmermann zahlte im Jahre 1863 4 bis 7 Rtlr. wöchentlich) — Deutschland galt seit jeher als das klassische Land der billigen Fabrikation —, Handwerker gab es jetzt reichlich, ein Zwang zur Massenerzeugung lag wegen des kleinen Absatzgebietes und der gering entwickelten Metallindustrie nicht vor. Die

europäischen Konkurrenzindustrien (England, Frankreich, Österreich) übten keinen Druck von außen her aus, und die in Amerika den Bau erstklassiger Maschinen so sehr erleichternden günstigen Faktoren geographischer, politischer, persönlicher, bodennatürlicher und wirtschaftlicher Art lagen in dem politisch in Anspruch genommenen, an Nationalvermögen armen Deutschland nicht vor. Das Material war teuer und schlechter als das amerikanische. Die einzige Industrie, die unter dem Einfluß eines starken Druckes stand, die im Interesse der Allgemeinheit so rasch und gut fabrizieren mußte, wie die Technik dies gestattete, war der Gewehrbau. Hier erfolgte deshalb, ebenso wie in England (Enfield), der erste Einzug amerikanischer Fabrikationsmethoden.

Es kamen noch besondere Hemmungen hinzu, so die Gewerbeordnung vom Jahre 1869, welche die Industrie zuerst sehr behinderte, vor allem aber der immer noch bestehende Mangel eines modernen Patentgesetzes, denn die einzelstaatlichen Erfinderschutzgesetze waren dem englischen und amerikanischen Patentgesetz in keiner Weise gleichwertig. Es lohnte sich deshalb gar nicht, originale Ideen aus-

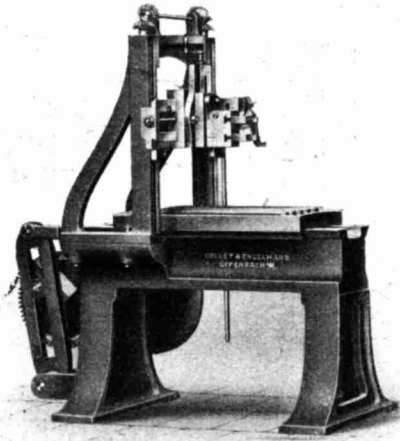


Abb. 13. Hobelmaschine von Collet und Engelhard in Offenbach a. M. 1865.
Antrieb des Tisches durch Schwingkulissee.

zuführen. Es ergab sich so der eigentümliche Zustand, daß Deutschland zwar mehr wissenschaftlich geschulte Techniker erzog, als irgendein anderes Land, dabei aber fast alle Neuerungen aus dem Ausland einführen mußte. Die höhere technische Erziehung war eben zu einseitig auf den Staatsdienst zugeschnitten, und die junge deutsche Industrie hatte so viel zu tun, um den Vorsprung anderer Länder einzuholen, daß sie zur Schaffung von Originalhilfsmaschinen keine Zeit hatte, die Vorbilder zu diesen vielmehr dort nehmen mußte, wo sie sich darboten. Das war schon vor 1870 der Fall, insbesondere aber nachher, zur Zeit des Gründungsfiebers. Daß der deutsche Arbeiter an sich dem amerikanischen nicht nachsteht, geht daraus hervor, daß ja die meisten amerikanischen Facharbeiter deutscher Herkunft sind. Aber es fehlten die günstigen Arbeitsbedingungen, vor allem das friedliche Zusammenarbeiten zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer, wie es sich in dem an allen Hilfsquellen der Natur reichen, aber an Menschen armen Amerika von selbst ergab.

Zweite Periode. (Amerikanischer Einfluß.)

Nach der Gründung des Reiches setzte — zum Teil unter dem Einfluß des industriereichen Elsaß-Lothringen — die trotz der zeitweisen starken Rückschläge und Unterbrechungen stetig aufwärts weisende Entwicklung des deutschen Erwerbslebens ein, die an dieser Stelle nur angedeutet zu werden braucht. Im Jahre 1882 lebten nur noch 42 vH der preußischen Bevölkerung von der Landwirtschaft, 45,5 vH vom Handel und Gewerbe (gegenüber 80 und 10 vH im Jahre 1815). Bis zur Jahrhundertwende stieg die Bevölkerungsziffer auf den dreifachen Betrag, es wurde die drittgrößte Eisen- und Textilindustrie, der zweitgrößte Schiffbau der Welt geschaffen. In den Jahren 1868 bis 1875 vervierfachte sich der deutsche Eisenbahnbau.

Nach Schmoller stieg der Verbrauch an Eisen und Stahl auf den Kopf der Bevölkerung in kg folgendermaßen:

Jahr	Deutschland	England	Amerika
1840—47	12,5	—	—
1861—65	26	134	26
1891—95	—	176	128,8
1896—98	131	—	—

Deutschland wurde das erwerbsfreudigste, „amerikanischste“ Land Europas.

Die Jahre 1870—72 brachten der deutschen Industrie und damit auch dem Werkzeugmaschinenbau reiche Gewinne. Im Jahre 1873 begann die große Gründerkrise, und damit begannen auch für die Werkzeugmaschinenfabriken schwere Zeiten. Große Maschinenfabriken brachen zusammen und verkauften ihre Maschinenbestände sehr billig; neuer Bedarf trat nicht ein. Das Chemnitzer Werkzeugmaschinenzentrum verlor den Mut, viele Fabriken wandten sich anderen Zweigen zu.

Da begann man denn unter dem mächtigen wirtschaftlichen Druck sich auf Sonderfabrikationen einzustellen. Der Waffenbau war aus politischen Gründen vorangegangen, der Nähmaschinenbau, den der um 1870 erwachte deutsche Unternehmertegeist nach Deutschland verpflanzen wollte, folgte. (Die erste amerikanische Nähmaschine war im Jahre 1853 nach Deutschland gekommen; die deutsche Fabrikation wurde in den sechziger Jahren — besonders in Berlin — aufgenommen,

blieb aber bis zum Jahre 1870 unbedeutend.) Eine erfolgreiche Konkurrenzfabrikation von Nähmaschinen war aber mit Chemnitzer Werkzeugmaschinen nicht möglich; hierzu mußte man amerikanische Maschinen und amerikanische Arbeitsmethoden (Arbeitsteilung und Massenfabrikation) einführen und insbesondere dem Fräser das Feld einräumen, das ihm gebührte. Amerikanische Gebrauchsmaschinen, besonders Nähmaschinen, waren längst in Deutschland heimisch; amerikanische Werkzeugmaschinen folgten jetzt nach, und gleichzeitig mit ihrer Einfuhr begann man sie nachzubauen.

Zur selben Zeit setzte die Reform der Gewehrfabrikation ein. Von den veralteten Methoden der deutschen Gewehrfabriken entwarf Petzold in der Z. d. V. d. I. 1868

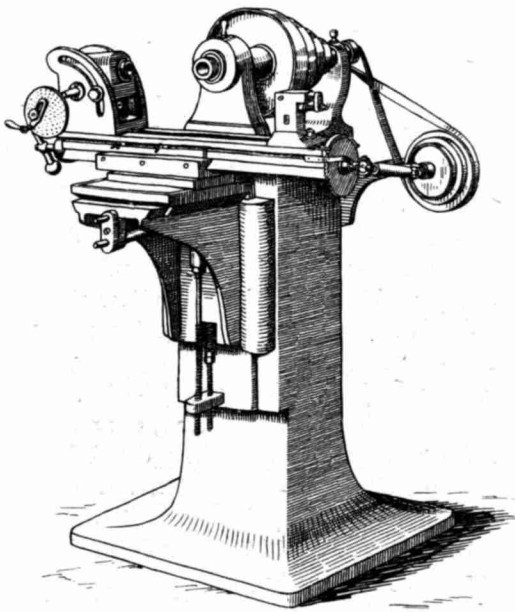


Abb. 14. Universalfräsmaschine der Brown & Sharpe Mfg. Co. Providence. Gebaut 1861, von 1865 an auch in Europa verkauft. Die Maschine besaß alle wichtigen Kennzeichen der heutigen Universalfräsmaschine, aber keinen Gegenhalter und kein Rädervorgelege. Tischantrieb durch Kreuzgelenkwelle. Aus: Scientific American 1862.

S. 93 ein trübes Bild. Dem Staat kosteten die Gewehre mehr als das Doppelte dessen, wofür sie sich nachweislich mit zeitgemäßer Einrichtung herstellen ließen. Außerdem besaßen die Gewehre infolge der ungenauen Herstellung eine sehr verschiedene Trefffähigkeit. Die meiste Arbeit erfolgte von Hand. Als nun im Jahre 1872 das Zündnadelgewehr durch das Modell 71 ersetzt werden sollte, wurde eine Kommission nach Amerika gesandt, amerikanische Fachleute begutachteten die deutsche Gewehrfabrikation, und es wurde ein Vertrag mit der Firma Pratt & Whitney geschlossen, nach dem diese die Gewehrfabriken Spandau, Erfurt und Danzig mit einer vollkommenen Einrichtung versehen sollten, die jedes Zusammenpassen mit der Feile ausschloß. Die Kaufwertsumme betrug 350 000 \$, sie umfaßte Maschinen, Werkzeuge, Lehren und eine Einrichtung zum Gesenkschmieden, das bis dahin in Deutschland noch so gut wie unbekannt war. Was in einer Privatfabrik nur unter großen Schwierigkeiten möglich gewesen wäre, die Umwandlung

der Handarbeiter in Maschinenarbeiter, vollzog sich in den staatlichen Werkstätten verhältnismäßig rasch, zumal die Arbeiter sich bei Stücklohn an der Maschine besser standen, denn die Ausbringung hatte sich gegen früher verdoppelt. Die private Industrie hatte sich mittlerweile, veranlaßt durch die im folgenden noch darzustellende Sonderfabrikation von Nähmaschinen, gleichfalls mit amerikanischen Maschinen und Werkzeugen ausgerüstet und war somit imstande, einzelne Gewehrteile herzustellen, die in den Staatsfabriken zusammengesetzt wurden (wie dies vorher nur in beschränktem Maße getan werden konnte). Mitte der siebziger Jahre war die Neubewaffnung vollendet.

Zu den Firmen, welche die amerikanischen Methoden dem allgemeinen Maschinenbau zugänglich gemacht und den deutschen Werkzeugmaschinenbau — zum

Teil sogleich, zum Teil erst später — von seinem erstarrten englischen Lehrmeister losgerissen haben, gehört besonders die von Ludwig Loewe begründete Kommanditgesellschaft auf Aktien. Ludwig Loewe war im Anfang des Jahres 1870 zum erstenmal in Amerika, um die dortigen Erfahrungen im Bau von Nähmaschinen auf seine in Deutschland Ende 1869 gegründete Nähmaschinenfabrik zu übertragen, und sah dort Fabrikationsmethoden, die in Deutschland völlig unbekannt waren. Die Bereitwilligkeit, mit der die Amerikaner, z. B. Colt, ihm ihre Einrichtungen zeigten, erleichterten Loewes Bestrebungen, und mit Hilfe von amerikanischen Maschinen und Hilfskräften konnte an die Einrichtung der ersten deutschen Privatfabrik nach amerikanischem Muster geschritten werden. Da gerade über diese Firma ausführlichere Daten vorliegen, so soll auf ihre Entwicklung näher eingegangen werden.

Außer den amerikanischen Maschinen fehlte alles zu einer Massenfabrikation Erforderliche; kein Hilfswerkzeug war fertig im Handel zu erhalten, alles mußte selbst hergestellt werden. Zur Bedienung der Maschinen waren Leute anzulernen. Im Jahre 1871 waren 10 000 Nähmaschinen in Arbeit, eine Jahreserzeugung von 20 000 Stück wurde erreicht; 1873 stand dieser Zweig auf dem Höhepunkt. Gleichzeitig wurde die Herstellung von Werkzeugmaschinen nach amerikanischem Muster, vor allem nach den Pratt & Whitneyschen Modellen aufgenommen, zunächst für eigenen Bedarf, da die amerikanischen Werke nicht rasch genug liefern konnten. Schon im Jahre 1873 konnten in Wien die ersten deutsch-amerikanischen Maschinen ausgestellt werden, die sich neben den dort gezeigten Originalmaschinen sehen lassen konnten. In konstruktiver Beziehung war kaum ein Unterschied vorhanden; den deutschen Verhältnissen (schwer bearbeitbares Eisen, ungeübtere Arbeiter) entsprechend, waren die Maschinen aber etwas schwerer gebaut. Übrigens bestanden die Ständer der Maschinen nicht durchweg aus Hohlguß; zum Teil waren sie profiliert. Über die Genauigkeit der deutschen Maschinen im Verhältnis zu den amerikanischen fehlen zuverlässige Angaben, eine Behauptung von Hiram Maxim im American Machinist 1895, daß die in Deutschland nachgebauten Maschinen drei- bis viermal so große Ungenauigkeiten zeigten als die amerikanischen Originale, erscheint mindestens stark übertrieben. Zeugnisse von Staatsfabriken aus den Jahren 1873 und 74 betonen die Ebenbürtigkeit mit amerikanischen Maschinen. Die Preise waren billiger als die der letzteren. Daß es an scharfen Kritiken englischer Zeitschriften nicht fehlte, ist begreiflich; eine mit niedrigen Löhnen arbeitende deutsche Erzeugerin der neuartigen amerikanischen Maschinen konnte eine gefährlichere Konkurrenz auf dem Kontinent werden als die Amerikaner selbst.



Ludwig Loewe
geb. 1837. gest. 1886.

Die Nähmaschinenfabrikation rückte an zweite Stelle, als Loewe Staatsaufträge

auf Gewehrteile für das neu einzuführende Infanteriegewehr Modell 71 erhielt. Im Jahre 1873 wurden beschäftigt:

für Werkzeugmaschinen:	92	Maschinen mit	172	Arbeitern,
„ Nähmaschinen:	129	„ „	131	„ „
„ Gewehrteile:	282	„ „	606	„ „

Der Wert der im Jahre 1875 erzeugten Maschinen und Werkzeuge betrug 634 000 Mark (dagegen wurden an Waffen und Munitionsteilen für über $3\frac{1}{4}$ Millionen Mark hergestellt). Vom Jahre 1875 ab erschienen ausführliche Kataloge, die einen den heutigen fast erreichenden (in Nebenartikeln überschreitenden) Typenumfang aufweisen. Im Jahre 1879 wurde die Nähmaschinenfabrikation aufgegeben, nachdem sie einen in der Hauptsache erzieherischen Einfluß auf den Betrieb ausgeübt hatte; sie konnten sich den amerikanischen Firmen gegenüber doch nicht halten. Die Herstellung von Werkzeugmaschinen und Werkzeugen nach amerikanischem System wurde neben dem Waffenbau zur Hauptsache. Nur sehr langsam gewöhnte sich die deutsche Industrie an die neuen, etwas teuren Maschinenarten. Im Jahre 1876 wird darüber geklagt, daß die in Deutschland allgemein gebauten Maschinen infolge scharfer Konkurrenz so billig seien, daß eine gute Qualität nicht möglich war. Loewe, als eine der wenigen Firmen, deren Erzeugnisse sich einigermaßen mit den amerikanischen messen konnten, fand nur ungenügenden Absatz im Inlande, selbst die meisten Staatsfabriken kauften lieber die schlechten billigen altmodischen Modelle (im Gegensatz zu den dem Kriegsministerium unterstellten Fabriken, die die beste Inlandskundschaft bildeten). Es traf sich auch schlecht, daß die junge

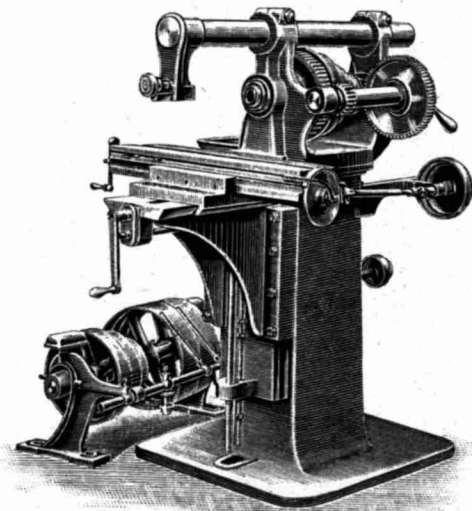


Abb. 15. Selbsttätige Fräsmaschine mit fester Arbeitsspindel von Ludwig Loewe & Co., Berlin 1887.

Tischbewegung in Richtung der Spindelachse (von Hand) $6\frac{1}{2}'' = 165$ mm. Tischbewegung quer zur Spindelachse $11\frac{3}{4}'' = 298$ mm.

Firma gerade in der Zeit der großen Krise mit ihren neuartigen Maschinen hervortrat, also zu einer Zeit, als das Kapital sehr knapp und der Sinn für Qualitätsware sehr gering war. Die Fabrik war deshalb zum guten Teil auf den Absatz im Auslande angewiesen, ließ aber nicht nach, in ihren Druckschriften immer wieder den Wert hoher Arbeitsgenauigkeit und maschinenfertiger Arbeit zu betonen. In der ersten Hälfte der achtziger Jahre stieg der Wert der erzeugten Maschinen und Werkzeuge im Verhältniss zu dem der Waffen ständig an und überstieg im Jahre 1885 den Betrag von 2 Millionen Mark, um dann allerdings wieder infolge der Neubewaffnung der deutschen Armee gegen den Gewehrbau stark zurückzutreten. Im Jahre 1888 wurde die Fabrik in drei getrennte Werke unterteilt: Massenfabrikation (besonders Gewehre), Werkzeugmaschinen, Werkzeuge.

In den siebziger und achtziger Jahren hatten die Loeweschen Fabrikate in Deutschland noch wenig Konkurrenz und waren deshalb hoch bezahlt. In den neunziger Jahren wurde die amerikanische Einfuhr fühlbarer, und sie zwang dazu, die in Moabit gebaute

neue Fabrik unter Benutzung aller zur Verfügung stehenden amerikanischen Arbeitsverfahren einzurichten. An Neukonstruktionen hat die Firma Loewe bis zur Jahrhundertwende wenig hervorgebracht. Ihre Bedeutung lag eben in der Erziehung des stagnierenden deutsch-englischen Werkzeugmaschinenbaues zum zukunftsreichen deutsch-amerikanischen, nicht in der Schöpfung neuer Methoden oder Maschinen, wie dies die großen Engländer, Amerikaner und Reinecker taten.

In kleinerem Maßstabe wirkte die Berliner Firma Frister & Roßmann für die Nutzbarmachung amerikanischer Vorbilder. Die im Jahre 1864 für die Herstellung von Nähmaschinen gegründete Firma nahm um 1876 die Erzeugung von Werkzeugmaschinen für eigenen Bedarf auf, die sie um 1886 auch zu verkaufen begann. Auch ihre Modelle lehnen sich fast durchweg an die Pratt & Whitneyschen Vorbilder an. Der Werkzeugmaschinenbau hielt sich übrigens in mäßigen Grenzen; außer ihm wurde eine bedeutende Waffenfabrikation betrieben.

Ebenfalls amerikanisch beeinflusst waren die Maschinen von Max Hasse & Co. Die Fabrik wurde im Jahre 1871 als kleine Werkstatt gegründet und beschäftigte gegen Ende des Jahrhunderts 200 bis 300 Arbeiter. Ihr Fabrikationsprogramm umfaßte Ende der siebziger Jahre normale kleinere und mittlere Werkzeugmaschinen verschiedener Art (darunter ihre patentierte Revolverdrehbank mit horizontal gelagertem quer verschiebbarem Revolverkopf, Abb. 20 und 21), sämtliche Maschinen zur Patronen-, Zünder- und Gewehrfabrikation sowie Sondermaschinen für die Nähmaschinen und Armaturenbearbeitung.

Die im Jahre 1850 gegründete Fabrik von L. Sentker baute normale Maschinen aller Art und lehnte sich in den siebziger Jahren mit ihren Revolverbänken, Fräsmaschinen und Schraubenmaschinen an amerikanische Vorbilder an, während die übrigen Maschinen noch in den achtziger Jahren das englische Vorbild verrieten. Zu erwähnen ist noch die im Jahre 1869 gegründete Fabrik von G. Kärger, die sich mit dem Bau von normalen Maschinen verschiedener Art (auch Revolverbänken mit horizontaler Kopflagerung) und Sondermaschinen für die Munitionsherstellung befaßte.

Nach amerikanischen Vorbildern (besonders Pratt & Whitney) baute auch die Firma Schilling & Krämer in Suhl (gegründet 1863) kleinere und mittlere Werkzeugmaschinen aller Art und Sondermaschinen für die Herstellung von Militär- und Luxuswaffen, wie sie die dortige Waffenindustrie gebrauchte. Die

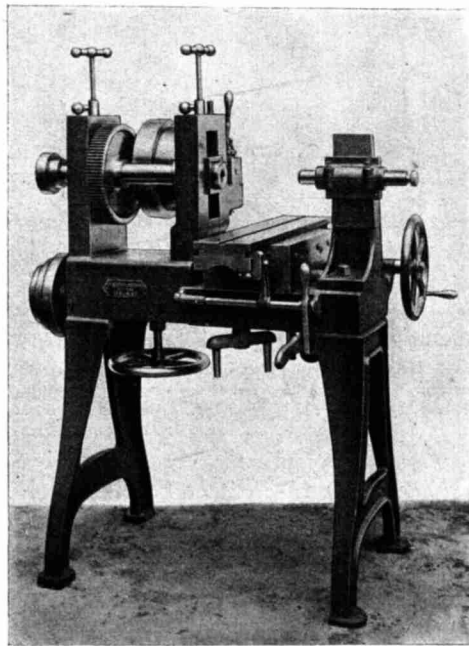


Abb. 16. Lincoln-Fräsmaschine von Frister & Roßmann A.-G., Berlin.

Höhenverstellung der Arbeitsspindel durch Handrad und verdecktes Stirnradgetriebe. Ausrückung der Arbeitsspindel durch Klauenkupplung und Hebel. Tischbewegung quer zur Achse der Arbeitsspindel: 380 mm. Selbstgang durch Schraubenspindel. Einstellbare Selbstauslösung.

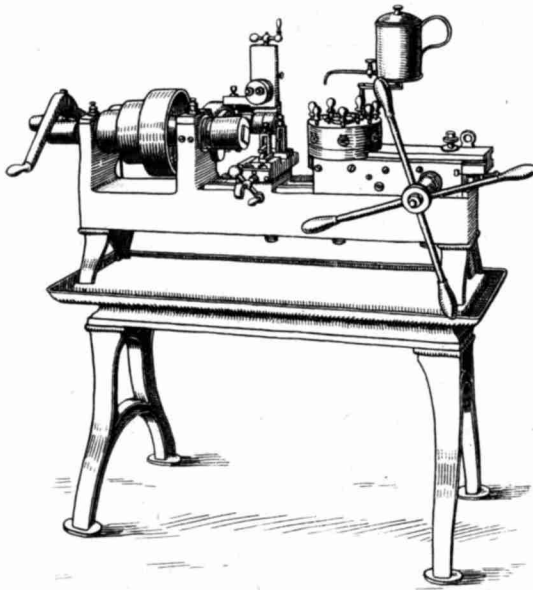


Abb. 17. Revolverdrehbank der Brown & Sharpe Mfg. Co. Providence. 1865.

Ausstattungen: Leitapparat zum Gewindeschneiden, Gewichtsvorschub, Deckenvorgelege mit Rechts- und Linksscheibe, Reibungskegeln und Muffenspannung. Gebaut in 3 Größen. Aus: Scientific American 1867.

Fabrik beschäftigte nur eine kleine Anzahl von Arbeitern (zur Zeit etwa 150 Mann). Auch J. G. Weißer Söhne in St. Georgen bauten in den siebziger Jahren Drehbänke, Mehrspindelbohrmaschinen, Universal- und Kopierfräsmaschinen, Revolverdrehbänke, Hobelmaschinen und Spannfutter nach amerikanischen Modellen (Pratt & Whitney).

Im allgemeinen wurden bis in die neunziger Jahre besonders Maschinen von Pratt & Whitney und Brown & Sharpe kopiert; vor allem kleinere und mittelgroße Drehbänke; dazu kamen die Sellersschen Hobelmaschinen und Bolzenschneidmaschinen. Verhältnismäßig spät ging man an einen Umbau der Bohrmaschinen nach amerikanischem Muster. Auf der Weltausstellung in Philadelphia im Jahre 1876 zeigte Amerika keine einzige Bohrmaschine mit Vorschub durch Exzenter und Sperrad, während diese Bauart in Deutschland noch gebräuchlich war.

Den alten Chemnitzer Fabriken fiel es natürlich sehr schwer, sich an die berlinisch-amerikanischen Neuerungen zu gewöhnen; trotz aller Anstrengungen und ihrer guten Leistungen im Sondermaschinenbau gelang es ihnen nicht, die frühere führende Stellung wieder zu erlangen. (Das gilt natürlich nicht für Reinecker.)

Eine schwere Schädigung erfuhr die deutsche Industrie durch ihren Mißerfolg in Philadelphia im Jahre 1876 und das ihr von Reuleaux ausgestellte Zeugnis, daß sie „billig und schlecht“ arbeite. Das galt mit wenigen Ausnahmen (z. B. die Zimmermannschen und Leupoltschen Kegelhobelmaschinen, die nach Wencelides besser waren als die ausgestellten amerikanischen) auch für die deutsche Werkzeugmaschine. Immerhin bildete dieses Mißtrauensvotum einen Ansporn zu erhöhter Leistung; auch da-

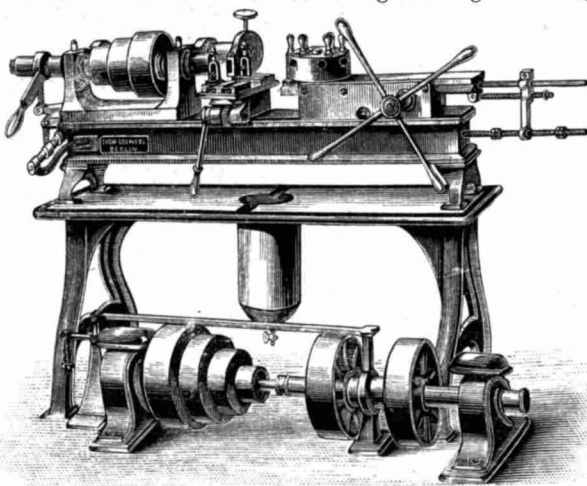


Abb. 18. Revolverdrehbank von Ludwig Loewe & Co. in Berlin.

3 Modelle von $\frac{3}{4}$ " = 19 mm bis $1\frac{1}{4}$ " = 31 mm Spindelbohrung gebaut. Ohne selbsttätigen Supportlängzug. Um 1881.

durch wirkte die Ausstellung Philadelphia anregend, daß viele deutsche Techniker durch das auf ihr Gezeigte veranlaßt wurden, die amerikanischen Werkstätten persönlich zu besuchen.

Ein stark fördernder Anstoß war der endlich erfolgende Erlaß des deutschen Patentgesetzes vom Jahre 1877, das sowohl die Erfinder stark anregte, als auch die Kapitalisten der Industrie ein erhöhtes Interesse zuwenden ließ.

Im Jahre 1876 waren erteilt worden:

in Preußen	463 Patente	in Bayern	217 Patente
„ Sachsen	457 „	„ Baden	187 „
„ Württemberg	263 „		

Bereits im ersten Halbjahre des Bestehens des neuen Gesetzes war die Anzahl der in Deutschland nachgesuchten Patente (566, darunter 11 in der Metallbearbeitung) höher als in England und Frankreich; nur Amerika wies eine noch höhere Zahl auf. Sehr wertvoll für die Industrie war die sorgfältige Vorprüfung auf Neuheit (die in England fehlte) und die Herausgabe klarer Patentschriften, wie sie in England und Amerika seit altersher üblich war. Nachteilig gegenüber den Patentgesetzen der konkurrierenden Länder war die Höhe der Patentgebühren und die Bestimmung, daß nur eine erfinderische Idee, nicht eine ganze Maschine, wie in Amerika, durch ein Patent geschützt werden konnte. Das war gerade für Werkzeugmaschinen ein Nachteil gegenüber Amerika, wo man sich eine ganze Maschine auf 20 Jahre zu einem Bruchteil der in Deutschland vorgesehenen Gebühren schützen lassen konnte; die Fortschritte auf dem Gebiete der Werkzeugmaschinen aber setzen sich meist aus kleinen konstruktiven Maßnahmen zusammen, die nur selten patentwürdig sind. Wenn aber häufig angenommen wird, daß die Metallbearbeitungstechnik ihre Entwicklung lediglich konstruktiven und betriebstechnischen Werten verdanke, und der Patentschutz für sie eine untergeordnete Rolle spiele, so steht dem entgegen, daß die Klasse 49 (Metallbearbeitung)¹⁾ vom Jahre 1877 an bis zum Ausgang des Jahrhunderts, soweit die Anzahl der erteilten Patente in Frage kommt, unter den 89 Patentklassen meist an 1., 2. und 3. Stelle steht oder kurz danach folgt. Die Gesamtzahl der in den Jahren 1877 bis 1900 angemeldeten Patente der Klasse 49 steht an 7., die der erteilten Patente an 3. Stelle. Die Wichtigkeit der Patente drückt sich in ihrer Dauer aus; auch in dieser Beziehung schneidet die Klasse 49 sehr gut ab. Bis Ende 1900 ist im ganzen für 996 Patente die 15. Jahresgebühr gezahlt worden; hierbei steht Klasse 49 mit 65 Patenten an 2. Stelle (nur von Klasse 22, „Farben usw.“

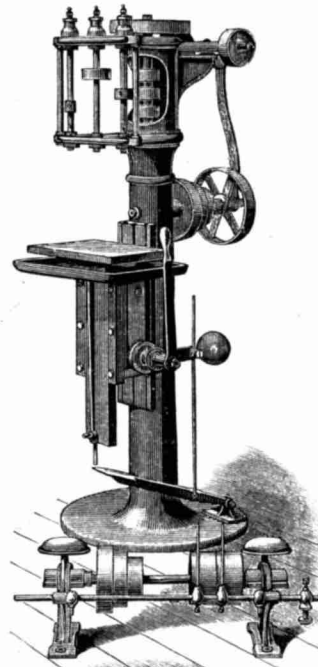


Abb. 19. Gefühlsbohrmaschine der Pratt & Whitney Co. Hartford. 1876.

Schnellaufende, 3- und 4 spindlige Bohrmaschine mit Handvorschub durch Anheben des ausgewichteten Tisches mit Hand- oder Fußhebel. Größter Bohrdurchmesser des kleineren Modells $\frac{7}{16}$ “, des größeren $\frac{1}{2}$ “.

¹⁾ Einschließlich Blech-, Röhren- und Drahtherstellung und -bearbeitung sowie Walzwerke, elektrisches Lötten und Brandmalerei; diese Gruppen wurden im Jahre 1900 in andere Klassen verteilt.

mit 72 Patenten übertroffen). Etwas weniger günstig steht Klasse 49, wenn man die Patentzahlen zusammenstellt, die von je 100 erteilten Patenten das 15. Schutzjahr erreichten. Diese Ziffern belaufen sich:

insgesamt	auf 2,6 vH	für Klasse 62 (Salinenwesen) . .	auf 5,7 vH
für Klasse 22 (Farben) . . .	„ 15,9 vH	„ „ 49 (Metallbearbeitung) „	5,3 vH
„ „ 58 (Pressen) . . .	„ 7,5 vH	dagegen	
„ „ 12 (Chemie) . . .	„ 7,3 vH	für Klasse 87 (Werkzeuge) nur.	„ 1,4 vH
„ „ 54 (Papier) . . .	„ 6,1 vH		

Die Anzahl der eingetragenen Gebrauchsmuster ist sowohl für Klasse 49 als für Klasse 87 verhältnismäßig gering.

Dritte Periode. (Selbständige Weiterentwicklung.)

Im Jahre 1879 begann wieder eine allmähliche Aufwärtsbewegung der deutschen Maschinenindustrie. Das deutsche Reich ging im Jahre 1876 auf Veranlassung der unter der englischen Konkurrenz schwer leidenden Eisenindustrie vom Freihandel zum Schutzzoll über, und die Eisenindustrie konnte erstarken. Die Erfindung des Thomasverfahrens setzte die deutsche Eisenverhüttung in den Stand, die Konkurrenz mit England aufzunehmen, dessen Erzeugung sie um die Jahrhundertwende erreichte. Die Berliner Gewerbeausstellung vom Jahre 1879 zeigte recht befriedigende Leistungen der deutschen Industrie. 1884 hatte der Werkzeugmaschinenbau die Nachwirkungen der Krise überwunden, und er begann (mit Unterbrechungen wie in den Jahren 1886 und 1893) wieder zu rentieren; gleichzeitig wurde die Qualität von Konstruktion und Ausführung ständig gesteigert. Man begann von der Gewohnheit, die Maschinen nur nach Gewicht zu kaufen, wieder etwas abzurücken. Allerdings hatte der deutsche schaffende Ingenieur die Freude an der Werkzeugmaschine stark verloren, er betrieb mit Vorliebe den Kraftmaschinenbau. Die fortschreitende Gesundung konnte also noch nicht von innen heraus erfolgen. Auf das amerikanische Vorbild konnte auch jetzt nicht verzichtet werden, es hatte aber nicht mehr ganz die gleiche Bedeutung wie in den siebziger Jahren. Reinecker und Hommel taten vor allem viel für die Entwicklung der Arbeitsgenauigkeit durch Herstellung sehr guter Lehren, Endmaße und Meßmaschinen.

Es wurde nunmehr auch im Werkzeugmaschinenbau in steigendem Maße Sonderfabrikation getrieben. 1871 wurde die Firma Naxos-Union in Frankfurt a. M. für Schmirgelscheiben gegründet, die Ende der siebziger Jahre auch den Bau von Schleifmaschinen aufnahm. Zunächst wurden einfache Schleifstöcke, dann Werkzeugschleifmaschinen, später Präzisionsschleifmaschinen aller Art gebaut. (Ausbringung 1880 etwa 250, 1890: 160, 1900: 425 Maschinen.) Im Jahre 1871 wurde die Firma Mayer & Schmidt in Offenbach a. M., 1879 Fontaine & Co. in Bockenheim-Frankfurt a. M. mit ähnlichen Fabrikationsgebieten wie die vorige gegründet. Im Jahre 1884 gründete F. Schmaltz in Offenbach a. M. ein Handelsgeschäft für Holzbearbeitungswerkzeuge und Schleifscheiben, das im Jahre 1888 drei Arbeiter beschäftigte, und aus dem sich im Jahre 1896 eine Fabrik für selbsttätige Sägeschärf- und andere Schleifmaschinen entwickelte. 1879 erfolgte die Gründung der Firma Fischer & Winsch in Dresden für leichte und mittlere Werkzeugmaschinen verschiedener Art, besonders Bohrmaschinen. Anfangs der neunziger Jahre spezialisierte sich die im Jahre 1872 gegründete Fabrik von H. Wohlenberg in Hannover, die bis

dahin leichte und mittlere Werkzeugmaschinen gebaut hatte, auf Drehbänke. Im Jahre 1893 wurden die Hommelwerke in Mainz für die Herstellung von Feinmeßwerkzeugen mit 40 Arbeitern und Angestellten gegründet. 1888 wurde die Fräsmaschinenfabrik von Moßdorf & Mehnert in Chemnitz (mit 30 Arbeitern und einer jährlichen Ausbringung von ca. 70 000 Mark in den ersten Jahren), 1889 die Firma Pittler in Leipzig gegründet; diese baute ihre bekannten Universaldrehbänke und Revolverdrehbänke. Ende der neunziger Jahre spezialisierte sich die im Jahre 1859 für Gerberei-, Näh- und Werkzeugmaschinen aller Art gegründete Fabrik von Carl Schoening in Berlin auf Horizontalstoßmaschinen.

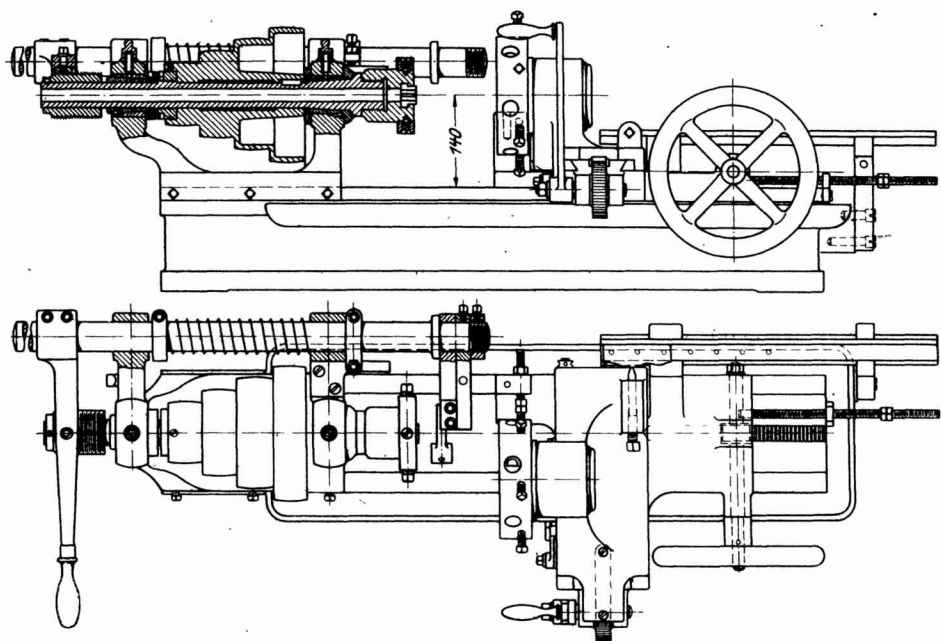


Abb. 20 und 21. Revolverdrehbank mit Sternrevolverkopf von Max Hasse & Co., Berlin.

1878 patentiert. Spitzenhöhe 140 mm. Mit Leitapparat zum Gewindeschneiden. Ohne Selbstgang des Supports. Ohne gleichwertiges amerikanisches Vorbild entwickelt.

Aus: Sammlung von Zeichnungen für die Hütte. Berlin 1888.

In den achtziger Jahren wirkte die emporblühende deutsche Maschinenindustrie stark auf den Werkzeugmaschinenbau ein. In der Elektrotechnik war Deutschland (und auch England und Frankreich) der amerikanischen Industrie gegenüber weit voran. 1867 hatte Siemens die erste Dynamomaschine, 1869 Gramme das erste industriell verwertbare Dynamo gebaut. 1879 lief die erste elektrische Bahn auf der Berliner Gewerbeausstellung, 1881 die erste öffentliche elektrische Bahn. 1883 wurde die deutsche Edison-Gesellschaft gegründet, die im Jahre 1887 in die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft umgewandelt wurde. Im Jahre 1876 erfand Otto seinen Viertaktmotor. Der Dampfmaschinenbau wurde durch den Dynamobau zu größerer Genauigkeit gezwungen und wirkte dadurch seinerseits wieder auf die Werkzeugmaschinen ein. Nach Kammerer wurde im Jahre 1883 die erste Hebemaschine mit elektrischem Betrieb, 1887 der erste elektrische Laufkran gebaut, und im letzten Jahrzehnt des Jahrhunderts

entwickelte sich der Hebezeugbau mit seiner starken Beeinflussung der Fahrradfabrikation.

Von großer Bedeutung wurden die Fahrradfabriken. Im Jahre 1885 brachte eine englische Firma das Niederrad auf den Markt, 1889 erfand Dunlop seinen Pneumatikreifen. Nach 1890 begann die Massenfabrikation des Fahrrades, die eine große Reihe von Sondermaschinen für die etwa 150 einzelnen Teile entstehen ließ (zum Teil nach amerikanischen Vorbildern) und der Entwicklung der Revolverdrehbänke, Automaten, Tieflochbohrmaschinen usw. einen starken Anstoß gab. Die Jahreserzeugung um die Mitte der neunziger Jahre betrug über $\frac{1}{4}$ Million Stück. Der Automobilbau begann mit dem Jahre 1883, dem Anmeldejahr des Daimlerschen Motorpatentes; wenige Jahre darauf liefen die ersten Daimler- und Benzwagen. Das letzte Jahrzehnt brachte den Ersatz des Hobelns durch das Fräsen in allen Fällen, wo dies empfehlenswert war, besonders durch die Bemühungen der Firma Reinecker.

Es entwickelten sich an originellen deutschen Maschinen die Reineckersche Hinterdrehbank, Universalwerkzeugschleifmaschine und Schneckenradfräsmaschine sowie die Pfautersche Abwälzräderfräsmaschine.

Auf der Pariser Weltausstellung vom Jahre 1889 fehlte Deutschland gänzlich (ebenso wie auf der vom Jahre 1878). Dagegen zeigte die deutsche Industrie 1893 in Chicago, daß sie sich sehen lassen konnte. 80 vH aller ausgestellten Maschinen wurden prämiert; Deutschland erhielt von allen Staaten, Amerika eingeschlossen, die meisten Preise. Der deutsche Werkzeugmaschinenbau war nicht lückenlos, aber seit Wien (1873) zum erstenmal wieder sehr gut vertreten und trat in offene Konkurrenz mit dem amerikanischen. Es wurden nur Originalmaschinen, keine kopierten Modelle ausgestellt; vor allem wurde Reinecker sehr gelobt, auch von Amerikanern, die ihre dem deutschen Werkzeugmaschinenbau wenig günstige Meinung gerade im Hinblick auf diese Firma änderten. Die deutschen Drehbänke konnten mit den amerikanischen konkurrieren, die Bohrmaschinen besaßen aber noch nicht durchweg den praktischen amerikanischen raschen Rückzug. Im ganzen waren die ausgestellten deutschen Werkzeugmaschinen schwerer als früher.

Groß angelegt und gut beschickt war die Berliner Gewerbeausstellung vom Jahre 1896.

Ziemlich vollwertig traten dann die deutschen Werkzeugmaschinen auf der Pariser Weltausstellung im Jahre 1900 neben die amerikanischen. Die in den neunziger Jahren sich stark entwickelnde Eisenindustrie stellte so starke Anforderungen an den Werkzeugmaschinenbau, daß das Inland sie nicht befriedigen konnte. In dieser Zeit setzte deshalb, begünstigt durch die große amerikanische Krise vom Jahre 1893 und das Unvermögen des deutschen Werkzeugmaschinenbaues, den großen Bedarf zu decken, eine starke Einfuhr amerikanischer Maschinen ein, die zum Teil billiger waren, als die in Deutschland gebauten. Diese Einfuhr wurde durch eine Reihe rühriger deutscher Händlerfirmen mit großen Lagern und vor allem durch den niedrigen deutschen Einfuhrzoll erleichtert. Der Umfang der Einfuhr amerikanischer Maschinen vor dem Jahre 1900 läßt sich statistisch nicht genau feststellen; jedenfalls war Deutschland frühzeitig das Hauptabsatzgebiet dafür; nach American Machinist (1900) nahm Deutschland im Jahre 1899 mehr als 40 vH der ganzen amerikanischen Ausfuhr auf. Die Befreiung von der amerikanischen Einfuhr erfolgte zuerst auf dem Gebiete der schweren Maschinen und der Blechbearbeitungsmaschinen; leichte und mittlere Präzisionsmaschinen, besonders Revolverdrehbänke

und Automaten, blieben nach wie vor ein begehrter Einfuhrartikel. Deutsche billige Bohrmaschinen dagegen schlossen von vornherein die amerikanische Konkurrenz aus. Für die Ausfuhr nach Amerika kamen besonders Reinecker, auch Wanderer in Frage. Umfangreich konnte diese Ausfuhr wegen des hohen amerikanischen Einfuhrzolles nicht werden. In diesem Jahrzehnt fand die Gründung einer Reihe neuer Werke, fast durchweg Spezialfabriken, statt. Weiter war charakteristisch, daß die Werkzeugfabrikation mehr als bisher Sache von Sonderfabriken wurde, statt daß sich die einzelnen Verbraucher ihre Werkzeuge selber herstellten.

Als nicht zu unterschätzender Faktor wirkten auf den Werkzeugmaschinenbau die deutschen Arbeiterschutzgesetze ein. Im Jahre 1871 war das Haftpflichtgesetz erlassen worden, 1884 folgte das Unfallversicherungsgesetz. Der Einfluß dieser Gesetze und der sich daraus entwickelnden berufsgenossenschaftlichen Betriebsaufsicht auf den Schutz der bewegten Teile, besonders der Zahnräder, ist bekannt; er erstreckt sich nicht nur direkt auf die einheimischen Maschinen, sondern auch indirekt auf die von Amerika eingeführten, die manchen Wünschen der deutschen Kundschaft nach Maßnahmen zur Unfallverhütung Rechnung tragen mußten.

Die Ausführung der deutschen Werkzeugmaschinen der achtziger Jahre ließ noch manches zu wünschen übrig; die Formgebung stand nur bei wenigen Firmen auf der Höhe der besten amerikanischen; viele Teile, wie Handkurbeln, Handräder usw. waren ohne Rücksichtnahme auf die Bearbeitungsmöglichkeit geformt. Die Drehbankspindeln der achtziger Jahre waren meist nicht hohl, der Spindelkopf vielfach ohne Zentrierbund, die Achsialdruckaufnahme erfolgte durch Schwanzschraube. Die Genauigkeit der Werkstättenmeßverfahren ließ nach Reuleaux' Urteil nach 1890 noch vielfach zu wünschen übrig. Dagegen hatten die deutschen Drehbänke auch manche Vorzüge gegenüber den amerikanischen. Sie besaßen fast durchweg einen Kreuzsupport und damit ein Mittel zur Feineinstellung des Stahls in Längsrichtung, das den amerikanischen Bänken fehlte; außerdem hatte die deutsche Drehbank dadurch eine größere Vielseitigkeit in der Verwendbarkeit. Der deutsche Reitstock war besonders starr. Die schwere Bauart der deutschen Maschinen machte sie für den Gebrauch in Werkstätten mit ungeschickter Arbeiterschaft, besonders in wenig zivilisierten Ländern geeigneter als die amerikanischen. Im ganzen blieben gerade die meisten deutschen Drehbänke immer noch den alten englischen Vorbildern treu. Die übrigen Maschinen lehnten sich an die amerikanischen an, und erst nach der Jahrhundertwende begannen die deutschen Werkzeugmaschinen sich selbständig weiter zu entwickeln, unterstützt durch den Umstand, daß der Schnellstahl schwere Maschinen verlangte, wie sie die englisch-deutsche Richtung seit altersher erzeugt hatte.

Den Stand der deutschen Bearbeitungstechnik gegen Ende des Jahrhunderts veranschaulicht ein Bericht des Amerikaners Miller vom Jahre 1897, der die deutschen Fabriken in 3 Klassen einteilt: 1. Altmodische, in denen ein großer Teil der Arbeit von Hand erfolgte, 30 bis 50 Jahre alte Arbeitsweisen vorherrschten und die Löcher noch mit dem Flachbohrer gebohrt wurden. 2. Alte Werkstätten, in denen alte und neue Maschinen nebeneinander liefen. 3. Moderne Werkstätten, welche amerikanische Arbeitsmethoden übernommen hatten. Der Einführung neuer Maschinenkonstruktionen stand übrigens stets eine gewisse Schwerfälligkeit des deutschen Arbeiters entgegen, der ungern neue Maschinen bediente; so machte es an manchen Stellen Schwierigkeiten, gelernte Dreher dazu zu bewegen, Zugspindelbänke ohne Leitspindel zu bedienen.

Im allgemeinen blieb für den deutschen Werkzeugmaschinenbau maßgebend, daß die geringe Größe des Landes eine weitgehende Spezialisierung nicht so nahe legte, wie dies in Amerika der Fall war; einen Ersatz für das fehlende Inlandsabsatzgebiet konnte nur eine starke Ausfuhr bieten, die aber während des 19. Jahrhunderts noch gering und auf wenige Werke beschränkt blieb. Verstärkt wurde die Schwierigkeit, eine Spezialisierung in dem für eine wirtschaftliche Reihenanfertigung gebotenen Ausmaße durchzuführen, durch die mangelnde Erziehung der Verbraucher, die ihre Sonderwünsche durchzusetzen suchten, statt sich die Vorteile der einfacheren Normalmaschine durch entsprechende Selbsterziehung zu sichern. Erst dem neuen Jahrhundert blieb es vorbehalten, hier Wandel zu schaffen. Dabei sprach neben der wirtschaftlichen Erstarkung vor allem der Umstand mit, daß die Führung im Werkzeugmaschinenbau zum Teil aus den Händen reiner Praktiker in die wissenschaftlich geschulter Fachleute überging, wodurch er den ihm gebührenden Platz in der technischen Wissenschaft und der Literatur erhielt und endlich methodisch durchgearbeitet werden konnte, so daß diejenige deutsche Betätigung, denen der deutsche Kraftmaschinenbau, die Elektrotechnik, die Chemie und das Hüttenwesen ihre Entwicklung verdankten, die methodisch wissenschaftliche und kritische Durchbildung und Betriebsforschung, auch in der Werkstattstechnik fruchtbringend wirken konnte. Das zeigte sich beispielsweise darin, daß die Grenzlehren und der elektrische Einzelantrieb der Maschinen in Deutschland rascher und weitgehender durchgeführt wurde als in Amerika (im Jahre 1908 erwähnt *American Machinist*, daß die in Deutschland üblichen Genauigkeitsgrenzen enger seien als die in Amerika und England gebräuchlichen; häufig seien sie übertrieben eng), und daß die systematische Untersuchung der Maschinen, Werkzeuge und Werkstoffe in Deutschland gründlicher entwickelt wurde als anderswo. Die Aufgabe der nächsten Zukunft besteht vor allem in einer Weiterbildung der konstruktiven Vereinfachung, d. h. vor allem der funktionellen Spezialisierung, die an die Stelle der übertriebenen Vielseitigkeit zu treten hat, in einer Verringerung der Typenzahlen und einer Spezialisierung der Fabriken unter Steigerung der Qualität und des wirtschaftlichen Wirkungsgrades.

Die Gesamtzahl der Werkzeugmaschinenfabriken für Holz und Metall in Deutschland betrug nach einer Zählung aus dem Jahre 1897 220, worunter viele kleinere Betriebe waren. In 208 Fabriken hiervon wurden für ca. 70 Millionen Mark Maschinen hergestellt; von diesen blieben etwa 75 vH im Inlande, der Rest wurde ausgeführt. Der Verein deutscher Werkzeugmaschinenfabriken wurde im Jahre 1898 gegründet. Nach Ruppert umfaßte der Chemnitzer Bezirk in diesem Jahre 24 Fabriken mit 5000 Arbeitern und einer jährlichen Erzeugung an Werkzeugmaschinen und Werkzeugen von 15 Millionen Mark. Die Hälfte dieser Fabriken stellte nur Werkzeugmaschinen, die anderen auch sonstige Fabrikate her. Chemnitz war bis zum Jahre 1890 etwa der Hauptsitz des deutschen allgemeinen Maschinenbaues, wurde dann aber von Berlin überflügelt, wo im Jahre 1901 insgesamt 430 Maschinenfabriken mit 60 000 Arbeitern bestanden.

Nach einer Umfrage des Vereins deutscher Werkzeugmaschinenfabriken aus dem Jahre 1912 betrug der Gesamtabsatz der deutschen Werkzeugmaschinenfabriken in diesem Jahre 225 000 t im Werte von 225 Millionen Mark. In ihnen waren 7000 Angestellte und 80 000 Arbeiter beschäftigt.

Quellen:

Hand- und Fachbücher von den fünfziger Jahren ab.

Ausstellungsberichte: Weltausstellung Wien 1873.

Weltausstellung Philadelphia 1876.

Weltausstellung Paris 1878.

Weltausstellung Chicago 1893.

Zeitschriften: Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes ab 1822.

Dinglers Polytechnisches Journal von 1820 ab

und andere.

Patentschriften.

Sammlung von Zeichnungen für die Hütte. Berlin 1853 f.

Alte Kataloge.

Briefwechsel mit etwa 35 älteren deutschen Firmen.

Geschäftsberichte.

Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie Bd. I—VIII. Berlin 1909—1918.

Für den ersten allgemeinen Teil: auch Matschoß, „Geschichte der Dampfmaschine“
und Beck, „Geschichte des Eisens“.