

Aalener Jahrbuch 1992

Herausgegeben vom Geschichts-
und Altertumsverein Aalen e.V.

Bearbeitet von Karlheinz Bauer

Konrad Theiss Verlag
Stuttgart und Aalen

Eiserne Pferde in der Ostalb

Die erste Dampfmaschine des Landes stand in Unterkochen

Karlheinz Bauer

Der schwäbische Techniker, Tüftler und Schriftsteller Max Eyth (1836–1906) schrieb 1899: „Es ist ein . . . Unergründliches, Unerklärliches, das haben wir Ingenieure vor anderen Menschen voraus: Unsere Geister kommen nicht aus der Welt, die war, sondern aus der, die sein wird.“¹ Technik ist auf Zukünftiges angelegt. Erfindungen eilen häufig ihrer wirtschaftlichen Notwendigkeit voraus, sie sind oft unabhängig von einer vorausbestimmten Zwecksetzung.

Vom Steinwerkzeug zur Dampfmaschine

In den elementarsten Erfindungen offenbaren sich die Erscheinungsformen der Energie. Das griechische Wort „Energeia“ wird heute übersetzt mit „treibender Kraft“ oder mit „Tatkraft“; es findet sich erstmalig in den metaphysischen Schriften des Aristoteles (384–322 v. Chr.) in der Bedeutung von „verwirklichter Zustand innerer Kräfte“ oder „verwirklichter Zustand von Möglichkeiten“. Energie ist das in einem System oder Stoff oder materiellen Körper gespeicherte Vermögen, Arbeit zu verrichten oder Wärme abzugeben, sie kann weder erzeugt noch vernichtet werden, sie kann nur ihre Erscheinungsformen ändern: mechanische Energie, Wärme, chemische Energie, Kernenergie, Strahlung und Elektrizität. Menge und Art dieser Energie, die dem Menschen jeweils zur Verfügung standen, bilden Marksteine im Entwicklungsverlauf von Kultur und Technik, beginnend von der Beherrschung des Feuers bis, überspitzt ausgedrückt, zum Druckknopf oder zur Taste, die heutzutage oft die einzigen Bezugspunkte von Nichtfachleuten zu technischen Dingen sind.²

Ein erstes technisches Hilfsmittel hatte bereits der Urmensch in seinem primitiven steinernen Werkzeug geschaffen; die Antike hatte dann schon die sieben Grundformen herausgearbeitet, auf denen sich noch heute das technische Gerät aufbaut: Hebel, Welle, Rolle, Rad, schiefe Ebene, Keil und Schraube.³ Als mechanische Energie kannte der Mensch jahrtausendlang nur seine eigene Muskelkraft oder die seiner Haustiere. Wasser und Wind – mechanische Energie als Lage- und Bewegungsenergie – zu nutzen, blieb in Europa ein Traum bis zum Mittelalter. Seit dem 8./9. Jahrhundert ver-

breitete sich das Wasserrad, im 12. Jahrhundert zog die Windmühle ein.⁴ Immer vollkommener erfüllten die Mühlwerke als frühe Kraft- und Arbeitsmaschinen ihre Aufgabe, den Menschen von schwerer Arbeit und sich wiederholenden Bewegungen zu entlasten. Trotz aller Fortschritte auf dem Gebiete der Produktionstechnik behielt diese jedoch bis ins 18. Jahrhundert den Charakter der Handarbeit bei, denn fast ausnahmslos führte der Mensch das zur Produktion benötigte Werkzeug noch immer von Hand. Inzwischen stieg der Bedarf an gewerblichen Gütern stetig, nicht zuletzt wegen des weltweiten Handels. Auch konnte der rasch steigende Energiebedarf infolge zunehmender Technisierung durch Muskel-, Wasser- und Windkraft nicht mehr gedeckt werden. Sollte nicht die gesamte technische Entwicklung zum Stillstand kommen, mußten neue Energiequellen erschlossen und neue Maschinen erfunden werden, die diese nutzen konnten. Eine solche Maschine war die Dampfmaschine. Sie lieferte gegenüber den Wasser- und Windrädern ein Vielfaches an Antriebsenergie für die Arbeitsmaschinen. Zudem war sie unabhängig von natürlichen Gegebenheiten wie Wassermangel oder Windstille.⁵

Maschinen befreien von körperlicher Arbeit

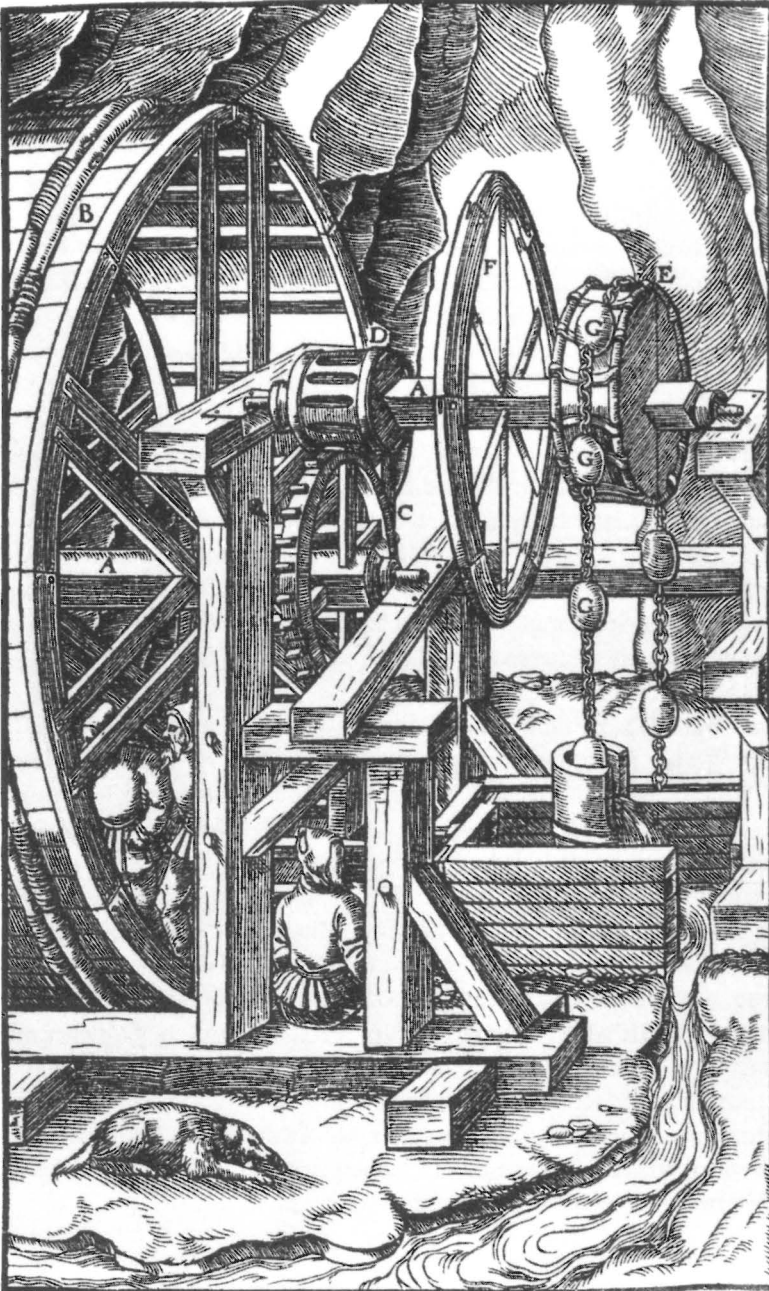
Experimente in der Konstruktion von Maschinen und der Erarbeitung neuer Arbeitstechniken rissen seit der Renaissance nicht mehr ab. Die Maschine sollte die Handarbeit durch mechanische Kraft ersetzen. Arnold Toynbee (1889–1975) schrieb dazu: „Der Gebrauch von Maschinen ist das hervorstechendste Merkmal der industriellen Revolution. Die Werkzeuge des Menschen sind so alt wie die Menschheit, aber ein Werkzeug vermehrt nur die menschliche Kraft, ohne sie zu ersetzen. Eine Maschine befreit den Menschen von körperlicher Arbeit; sie tut sie für ihn und mit einer Schnelligkeit und in einem Ausmaß, die über menschliche Kräfte gehen. Wenn der Mensch eine Maschine konstruiert hat, braucht er sie nur in Gang zu setzen, sie zu überwachen und in Betrieb zu halten.“⁶ Die Maschinen des 18. Jahrhunderts waren noch aus Holz gefertigt und ihr Betrieb bediente sich häufig tierischer Kraft; noch die erste Spinnmaschine von Richard Arkwright (1768) wurde durch Pferde betrieben.⁷

Der entscheidende Umschwung in der Technik begann erst mit der Anwendung bis dahin nicht genutzter Antriebskräfte. Die geringe Energiemenge, die in den Wasser- und Windmühlen und Tiergöpeln zur Verfügung stand, wurde für die Entwicklung der industriellen Technik zu einem begrenzenden Faktor, der insbesondere einer weiteren Steigerung der Produktion von Metallen im Wege stand. Im Bergbau führte der Kampf mit dem Grubenwasser zu den „Stangenkünsten“, komplizierten Systemen zur Übertragung der Kraft eines Wasserrades auf die Pumpen im Bergwerk. Zu ihrem Betrieb waren in großer Zahl Pferde eingesetzt. Schon früh zeigten sich die Grenzen des mit tierischer und Wasserkraft Erreichbaren. Vor allem reichten die traditionellen

Kraftquellen zum Antrieb der Pumpenanlagen nicht mehr aus, als man gezwungen war, dem wachsenden Bedarf an Kohle und Erzen durch Ausbau der Bergwerke in größere Tiefen zu entsprechen. Nun wurde die Beseitigung des Grubenwassers noch dringender als die Steigerung der Förderleistung selbst. Die Erfindung einer wirkungsvolleren Kraftmaschine und damit das Nutzbarmachen anderer Naturkräfte war ein dringendes technisches und ökonomisches Bedürfnis. Mit der zunehmenden Abteufung der Schächte trat an die Technik die neue Frage heran: Wie läßt sich Wasser mit Feuer heben? Bei der Suche nach einer solchen neuen Kraftmaschine konzentrierte man sich seit langem auf die Ausnutzung der Dampfkraft. Erst die Dampfmaschine machte die Überwindung der Grenzen möglich, welche die geringe Kraft der Wasserräder dem Bergbau setzte.⁸

Auf der Suche nach der neuen Kraftmaschine

Von dem italienischen Naturforscher Giambattista della Porta (um 1538–1615) stammt die erste Zeichnung und Beschreibung einer Vorrichtung zum Heben von Wasser mit Dampf. 1690 baute der Franzose Denis Papin (1647–1712) eine erste Versuchsdampfmaschine, bei der in einem Zylinder Wasser bei Atmosphärendruck abwechselnd verdampft und kondensiert wurde, was eine hin- und hergehende Kolbenbewegung hervorrief. Doch der Bau einer betriebsfähigen Maschine scheiterte an Papins geringen praktischen Kenntnissen. Es blieb den Engländern überlassen, die Dampfmaschine zur vollen technischen Ausführung zu bringen. Thomas Savery (1650–1715) glückte 1698 ein erster Durchbruch mit seiner Dampfmaschine, die zur Wasserversorgung von Landhäusern angewendet wurde; allerdings erschien sie wegen ihrer geringen Leistung dem Gewerbe kaum tauglich. Bergmännische Förder- und Hubarbeit großen Stils leistete hingegen seit 1712 die (dem Papinschen Prinzip von 1690 entsprechende) atmosphärisch wirkende „Feuermaschine“, die Thomas Newcomen (1663–1729) entwickelt hatte. Sie kam als ein haushohes Ungetüm, das respektable Mengen Kohlen oder Unmengen Holz verschlang, bald in den Bergbaurevieren zum Einsatz. Der enorme Brennstoffbedarf und bescheidene Wirkungsgrad dieser vielbestaunten Maschine forderte eine Weiterentwicklung geradezu heraus. Mit den Neuerungen, die 1769 dem Universitätsmechaniker James Watt (1736–1819) in Glasgow patentiert wurden, begann der eigentliche Siegeszug der Dampfmaschine. Die Wattsche Maschine verbrauchte bei gleicher Leistung nur noch ein Viertel der Kohlen, die von der alten Newcomen-Maschine benötigt worden waren. Dennoch löste auch diese wesentlich ökonomischere Kraftmaschine nicht auf einen Schlag alle Antriebsprobleme im Bergbau. So war es anfangs kaum möglich, sie angesichts ihrer immer noch erklecklichen Größe, ihres Sauerstoffbedarfs und der Brandgefahren in den engen Grubenräumen unter Tage unterzubringen. Auch im Zeitalter des Dampfes

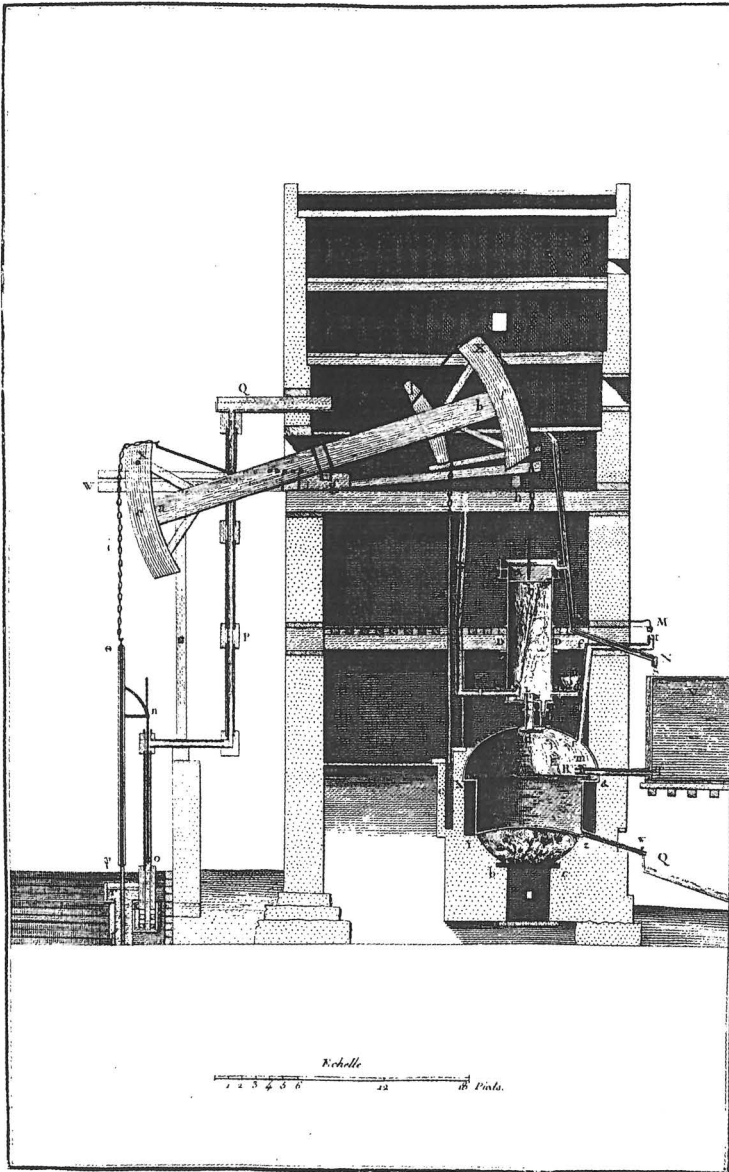


Durch Holzräder betriebenes Schöpfwerk für Grubenentwässerung. Aus: Georg Agricola, De re metallica, 1556.

konnte man in Bergwerken noch lange Zeit nicht ganz auf Pferde- und Wasserkraft verzichten. Aber als Schachtförder- und Wasserhebemaschinen über Tage fanden die „eisernen Pferde“ seit den Tagen Watts ihren festen Platz im Bergbau, zumal im Kohlebergbau größeren Zuschnitts.⁹

Die Urform der Wattschen Erfindung erfuhr eine Reihe technischer Verbesserungen. Die ersten Dampfmaschinen waren als senkrechte Kolbendampfmaschinen relativ einfache Antriebe; ihre hin- und hergehende Kolbenbewegung konnte leicht zur Entwässerung der Kohlengruben benutzt werden. In liegender Bauweise dienten sie als Antrieb rotierender Arbeitsmaschinen.¹⁰ Damit stand Ende des 18. Jahrhunderts eine Kraftmaschine zur Verfügung, welche die chemische Energie des Brennstoffs in mechanische Energie – erstmals mit vertretbarem Wirkungsgrad – umwandelte.¹¹ Es gelang auch, den ursprünglichen Mangel der Dampfmaschine, daß sie nur eine Hin- und Herbewegung erzeugte, rasch zu beheben; die Bewegung des Arbeitskolbens ließ sich in eine Drehbewegung umsetzen.¹² Dies eröffnete weite technische Perspektiven, und die neue Erfindung befriedigte nicht nur die ursprünglichen Bedürfnisse des Bergbaus, welche diese Entwicklung hauptsächlich vorangetrieben hatten, sondern auch vieler anderer Bereiche. Die Wattsche Dampfmaschine mit Drehbewegung wurde seit 1787 als Antrieb in Textilbetrieben verwendet, vor allem als Kraftquelle für die neuentwickelten mechanischen Spinnmaschinen und Webstühle. Aber auch Hüttenwesen, Maschinenbau und Transportwesen zogen langfristig aus der neuen Technologie reichen Nutzen.

Umwälzend war, daß die neue Kraftquelle das Gewerbe nicht nur von Wasser und Wind, von Wetter und Jahreszeit, sondern vor allem vom Standort unabhängig machte. Waren bisher Mühlwerke und damit Manufakturen und Fabriken von der Existenz eines Wasserlaufes abhängig, der genügend Gefälle hatte, um Wasserräder zu treiben, so ließen sich nun durch die Einführung der Dampfkraft die Produktionsstätten an Orten zusammendrängen, wo Kohle und Wasser zur Dampferzeugung in ausreichender Menge vorhanden waren. Die Dampfmaschine wurde zur Mutter der Industriestädte. Dieses hatte auch Karl Marx im Auge, wenn er schrieb: „Erst mit Watts zweiter, sog. doppeltwirkender Dampfmaschine war ein erster Motor gefunden, der seine Bewegungskraft selbst erzeugt aus der Verspeisung von Kohlen und Wasser, dessen Kraftpotenz ganz unter menschlicher Kontrolle steht, der mobil und ein Mittel der Lokomotion, städtisch und nicht gleich dem Wasserrad ländlich, die Konzentration der Produktion in Städten erlaubt, statt sie wie das Wasserrad über das Land zu zerstreuen, universell in seiner technologischen Anwendung, in seiner Residenz verhältnismäßig wenig durch lokale Umstände bedingt.“¹³



Die Frühform der Dampfmaschine im 18. Jahrhundert war die „Atmosphärische Feuer-
maschine“, hier zur Wasserhaltung im Bergwerk. Der Kolben im Zylinder über dem
Dampfkessel (rechts) ist durch Ketten und den Schwingbalken („Balancier“) mit dem Pum-
pengestänge (links) gegenläufig verbunden. Hochdrücken des Kolbens durch den Dampf-
druck, Niedergang durch den äußeren Luftdruck = Arbeitshub. Aus: Diderot/d’Alembert,
Enzyklopädie.

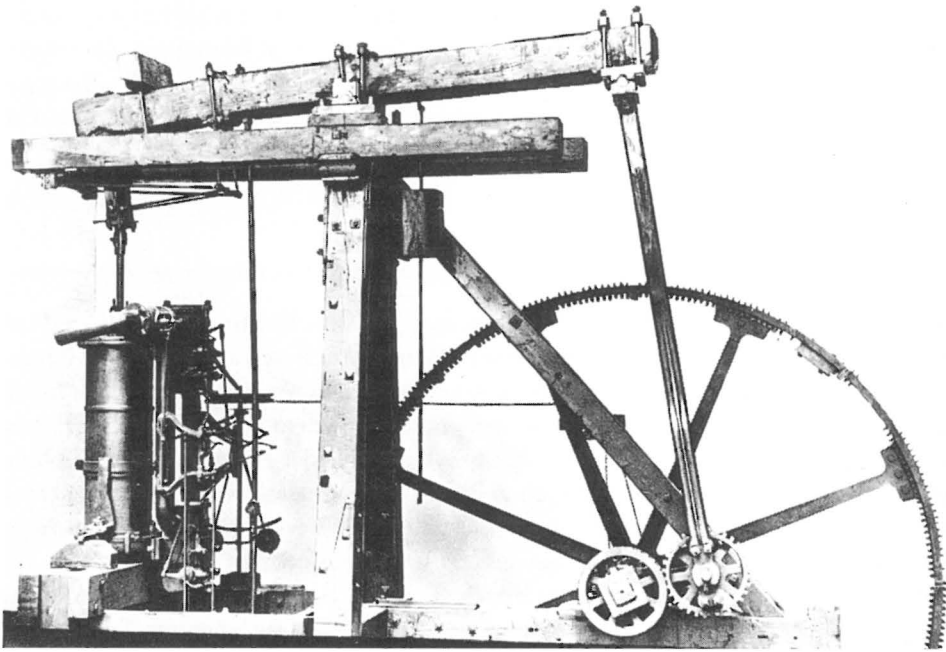
Die Welt wird dampfmaschinentoll

Die Dampfmaschine konnte rasch spektakuläre Erfolge verbuchen. Die Welt wurde „dampfmaschinentoll“, wie Watt sich ausdrückte. Weitblickende Unternehmer gingen zum Serienbau von Dampfmaschinen über.¹⁴ Mit der Verwendung der Dampfkraft erhielt die Steinkohle, mit dem Bau der Werkzeuge und Maschinen das Eisen eine außerordentliche Bedeutung im Wirtschaftsleben. Der gewaltige Verbrauch von Holz für Heizungszwecke, für Wärmeentwicklung in der Produktion, für Bauwerke, Werkzeuge und Betriebsanlagen hatte die Wälder aufgezehrt. Holz wurde zu teuer, und mit Holzkohle ließen sich im modernen Hochofenprozeß nicht mehr die erforderlichen Hitzegrade erzeugen. Als Ersatz für Holz mußte mehr Kohle und Eisen gewonnen werden. In früheren Jahrhunderten hatten die waldreichen Berge den Eishütten die Holzkohle geliefert und die Bergflüsse die Eishämmer angetrieben. Jetzt mußte zur Verhüttung das Erz zur Kohle wandern, wenn nicht Eisen- und Kohlenlager benachbart lagen. Mit dem großen Rüstungsbedarf in den Kriegen nach der Französischen Revolution und in der Zeit Napoleons stieg die Nachfrage nach Eisen beträchtlich. Hier ermöglichte die Dampfmaschine eine ungeahnte Steigerung der Kohlen- und Erzförderung. Mit ihrer Hilfe war die Wasserhaltung in den Bergwerken gelungen; Kohle konnte in großen Mengen gewonnen werden. Auch die Vergrößerung der Hochofen wurde erst möglich, als genügend Koks bereitlag und dampfgetriebene Gebläsemaschinen für die nötige Luftzufuhr sorgten. Die pro Hochofen und Tag erzeugte Menge Roheisen konnte so von 2 Tonnen, die ein guter Holzkohlehochofen lieferte, auf 20–30 Tonnen bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts gesteigert werden. Das Zeitalter des Eisens war angebrochen; Eisen und Stahl wurden wichtigste Werkstoffe.¹⁵

Die Dampfmaschine, die der Epoche der Industrialisierung das Gesicht gab, griff auch auf das Verkehrswesen über. Dampfschiff und Dampfisenbahn waren die neuen Transportmittel, ohne welche die gewaltige Produktionssteigerung in den Fabriken nicht möglich gewesen wäre. Sprunghaft vergrößerte die Dampfkraft auch die seit undenklichen Zeiten unveränderte Reisegeschwindigkeit.¹⁶

Aus den Versuchen, die Wattsche Dampfmaschine zum Antrieb von Schiffen einzusetzen, war das Dampfboot des Amerikaners Robert Fulton hervorgegangen, mit dem er 1807 zum erstenmal den Hudsonfluß befahren hatte. Schon 1818 fuhr das erste Dampfschiff von New York nach Liverpool und überquerte damit in 29 Tagen den Atlantik. Nur ungern heuerten die Seeleute auf einem „Dampfsarg“ an, in dem man kalt und heiß sterben konnte. Trotzdem – dem Dampfschiff gehörte die Zukunft. Man ging dazu über, Schiffe aus Eisen statt aus Holz zu bauen. Die eisernen Dampfschiffe verdrängten zunehmend die hölzernen Segelschiffe. Der transozeanische Handel wurde ungemein belebt. Die Erdteile rückten einander näher.¹⁷

Mit der anwachsenden Massenproduktion machte sich im Transportwesen immer



Die doppelwirkende Dampfmaschine, 1790.

stärker die Unzulänglichkeit der Menschen- und Tierkraft als Energiequelle bemerkbar. Im Bergbau wurden immer noch die Grubenwagen durch Pferde auf Holzschienen gezogen. Aber der Mangel an Holz und der Aufstieg des Eisenwesens führte schon im 18. Jahrhundert zu schmiedeeisernen (später gewalzten) Gleisbahnen. So dann lag nahe, die zur Förderung und Wasserhaltung eingeführte neue Antriebskraft, die Dampfmaschine, auch zum Antrieb für den Transport auf Schienen zu nutzen. Aus der Verbindung von eiserner Gleisbahn und Dampfswagen wurde in den Kohlenrevieren das „Dampfroß“ gezüchtet. Der geniale Engländer Richard Trevithick (1771–1833), der schon 1798 eine brauchbare Hochdruckdampfmaschine konstruiert hatte, baute 1804 die erste Schienenlokomotive der Welt. Doch erst Robert Stephenson (1803–1859) schuf 1829 im Anschluß an die Vorarbeiten seines Vaters, George Stephenson, eine entwicklungsfähige Dampflokomotive, die berühmte „Rocket“. Schon 1830 konnte die erste Personendampfisenbahn der Erde, die Linie von der Hafenstadt Liverpool nach der 53 km entfernten Baumwollstadt Manchester eröffnet werden. Die Eisenbahn war ursprünglich im Interesse der Grubenbesitzer und der Eisenindustrie für den Massentransport in der Erz- und Kohlegewinnung entwickelt

worden, führte aber später, als sich die Eisenbahn allgemein als Verkehrsmittel durchgesetzt hatte, zu einer erheblichen Steigerung des Eisen- und Stahlabsatzes. Der wachsende Bedarf an Eisen und Stahl für den Gleisbau, für Lokomotiven und Waggon garantierte sichere Aufträge für die Unternehmen. Das Eisenbahnfieber brach aus. Die Eisenbahnlinien wurden die Blutbahnen der Industrie.¹⁸

England – die erste Werkstatt der Welt

Sehr viel langsamer als in England vollzog sich auf dem Kontinent der Prozeß der Emanzipation von Wirtschaft, Gewerbe und Manufakturwesen aus staatlicher Bevormundung. Insbesondere die von Napoleon verhängte Kontinentalsperre hinderte bis 1813 jeden Güterimport nach Deutschland und brachte dem liberalen England einen Vorsprung in Technologie und Produktion, vor allem in der Nutzung der Dampfmaschine, der in Deutschland erst drei Jahrzehnte später aufgeholt werden konnte. Dann aber wurde England für lange Zeit nicht nur „die erste Werkstatt der Welt“, sondern auch der Lehrmeister in der Maschinentechnik schlechthin.¹⁹

Für die Beförderung schwerer Lasten hatte man hierzulande stets die größeren Flüsse den meist schlecht ausgebauten Landstraßen vorgezogen. Das langsame Treideln der Kähne stromauf durch Menschen oder Pferde wurde entbehrlich, seitdem Dampfschiffe, mit englischen Maschinen betrieben – zuerst auf der Weser (1817), dann auf der Elbe, dem Rhein und der Donau (1830) – die Schlepparbeit übernahmen. Auf dem Bodensee ging in der Dampfschiffahrt, damals eine bahnbrechende Zukunftstechnologie, Württemberg voran. 1824 nahm das Dampfschiff „Wilhelm“ seinen Dienst auf. Es war mit französischer Hilfe gebaut und mit einer englischen Dampfmaschine ausgestattet. Der „Wilhelm“ verkehrte zwischen Friedrichshafen und Rorschach, bedient von einem englischen Maschinisten.²⁰

Die erste deutsche Eisenbahn fuhr 1835 von Nürnberg zum 6,2 km entfernten Fürth. Diese Bahn war als reine Personenbahn eigentlich dazu gebaut worden, daß die Juden, die in Nürnberg Handel trieben, aber in Fürth wohnen mußten, jeden Freitagabend rechtzeitig vor Sabbath-Anfang zu Hause waren. Trotz ihrer lokalen Bedeutung bildet diese „Vizinalbahn“ einen Markstein in der Geschichte des deutschen Verkehrswesens. Es war bezeichnend, daß zwar die Waggon dieser Bahn in Bayern hergestellt wurden, die Dampflokomotive „Adler“ aber aus Stephenson's Fabrik in Newcastle bezogen werden mußte. Auch Lokführer Wilson war ein Engländer. Er bezog das Geld eines Ministerialrates, weil er nicht nur den „Dampfwagen“ aus Tausenden von Einzelteilen wieder zusammengesetzt hatte, sondern auch den Lokführernachwuchs schulte.²¹ Die erste wirtschaftlich bedeutende deutsche Eisenbahnlinie war die 1839 dem Verkehr übergebene Linie zwischen Leipzig und Dresden.²²

Watts doppelwirkende Dampfmaschine mit Drehbewegung wurde auch in Deutsch-

land zur Voraussetzung für die rasche Entwicklung des Industriegewesens. Im Gegensatz zu England, wo die Dampfmaschine verstärkt in der Baumwollspinnerei, also im Textilgewerbe, eingesetzt war, stand in der deutschen Industrie der Metallbereich stärker im Zentrum der Entwicklung. Um die Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert gab es zwei Zentren für die Schwerindustrie, Oberschlesien und das Saargebiet. Hier fanden sich jeweils Eisen und Kohle zusammen. Das Rhein-Ruhrgebiet folgte erst später. König Friedrich II. der Große bemühte sich sehr, die Dampfmaschine in Preußen einzuführen. Schon 1785 wurde die erste im Lande gebaute Dampfmaschine im Bergbau bei Hettstedt unweit Mansfeld zur Wasserförderung in Betrieb genommen. Die Firma Boulton & Watt in Soho bei Birmingham hatte dazu Zeichnungen und Monteuere geliefert. Seit 1794 baute August Friedrich Holtzhausen mit Erfolg Dampfmaschinen in Gleiwitz/Oberschlesien. Er hatte zuvor eine englische Maschine in Soho bestellt und begann, diese, unterstützt von einem Engländer, nachzubauen. Die erste Dampfmaschine Westfalens wurde 1798/99 mit Hilfe eines englischen Fachmannes auf der Saline Königsborn bei Unna errichtet. Die erste auf einer westfälischen Kohlenzeche, der Zeche Wohlgenuth, erbaute Feuermaschine kam 1801 aus Schlesien. In Deutschland verwandte man die Dampfmaschine zunächst vornehmlich im Berg- und Hüttenwesen. Als Antrieb in Fabriken drang sie hier gegenüber England nur langsam vor.²³

Gebremster Siegeslauf der Dampfmaschine in Württemberg

Allzu langsam regte sich industrielles Wachstum in Württemberg. Der industrielle Ausbau blieb im „Ländle“ bis 1850 hinter dem der übrigen Gebiete des späteren Deutschen Reiches weit zurück. Die erste württembergische Gewerbetabelle von 1832 zeigte, wie schwach die heimische Fabrikindustrie damals noch war; erst 0,5% betrug der Anteil der Fabrikarbeiter an der Gesamtbevölkerung. Von diesen Arbeitern waren 71% in Spinnereien und Webereien tätig. Die Schlüsselindustrie der Frühzeit war in Württemberg die Textilwarenproduktion. Sie konnte ihre führende Rolle über die 1860er Jahre hinaus halten. Dieser Rückstand im Gesamtrahmen der deutschen Industrialisierung lässt sich mit der ungünstigen wirtschaftsgeographischen Lage oder dem Fehlen jeglicher Steinkohlevorkommen nicht erklären. Zögernd quälte sich die Wirtschaftspolitik der Stuttgarter Regierung dahin. Bis weit in die 1840er Jahre herrschte im Lande die Meinung vor, Württemberg sei ein Agrarstaat und müsse es auch bleiben. Ja, es bestand eine wahre Feindschaft gegen alles Fabrikwesen, und lange schien keine Brücke zur Industrialisierung zu führen.²⁴ Dennoch gab es Köpfe im Lande, die solcher Politik heftig widersprachen. Einer davon war der Aalener Abgeordnete der Deutschen Volkspartei, Moritz Mohl (1802–1888). 25 Jahre vertrat er seinen Wahlkreis in den Parlamenten, zuletzt im Reichstag. Sein Rezept lautete, wer für den Wohl-

stand Württembergs sei, müsse eine ins Große getriebene Industrie wollen.²⁵ Ein Wandel im Denken trat erst mit der bürgerlichen Revolution von 1848 angesichts einer allgemeinen politischen und wirtschaftlichen Krise ein.

Grundvoraussetzung für eine Industrialisierung war auch in Württemberg die Maschine. Einheimische Gewerbetreibende waren bald auf den enormen technischen Fortschritt in England aufmerksam geworden. Zur Fortbildung wurden Ingenieure und Mechaniker ins Ausland geschickt. Der langjährige Aalener Abgeordnete Moritz Mohl hatte wichtige Jahre seines Lebens in Frankreich verbracht und trug in Veröffentlichungen maßgeblich zur Hebung des württembergischen Gewerbes bei. Der Heidenheimer Schlosser und spätere Firmengründer Johann Matthäus Voith, dessen Familie aus Aalen stammte, kam 1855 von der Pariser Weltausstellung mit dem Eindruck zurück, daß das Ende der kleinen Gewerbe sehr nahe sei und man vereint oder allein das Geschäft mit den neuesten besten Werkzeugen (=Maschinen) fabrikmäßig betreiben müsse.²⁶ Auch Aalen sandte seinen Spion aus. Essigfabrikant Christoph Friedrich Fürgang, mit 15 000 Gulden Vermögen einer der reichsten Bürger der Stadt, unternahm 1847 eine „wissenschaftliche“ Reise in die Vereinigten Staaten von Nordamerika und trug sich mit dem Gedanken, in Wien eine Gesellschaft zur Essigsiederei zu etablieren.²⁷

Akut wurde für die aufblühende Industrie die Frage nach einer geeigneten Energiequelle. Wichtigster Energieträger war hierzulande noch immer das Wasser. Die vielbesungene klappernde Mühle war ein bewährtes Mittel, als Kraftmaschine die frühindustriellen Etablissements in Bewegung zu bringen. Fantasie und Erfindungsgeist der Mühlentechnik hatten eine Vielfalt von Einsatzmöglichkeiten erschlossen und dazu beigetragen, in Württemberg den Siegeslauf der Dampfmaschine abzubremsen. Die Verwendung von Dampfmaschinen stand in den 1830er Jahren in Württemberg noch im Versuchsstadium. Wegen ihres anfänglich hohen Energieverbrauchs an Holzkohle konnte sich diese zukunftsweisende Erfindung gegen die billigere Kraft des Wassers schwer durchsetzen.²⁸ Selbst als die Eisenbahn die Befuhr der Steinkohle ermöglichte, galt hier das kostensparende Prinzip, nach Möglichkeit ein Maximum an Wasserkraft auszunützen, dagegen teure Dampfkraft nur im notwendigen Minimum, wenn einfallender Wassermangel oder niedriger Wasserstand es unvermeidlich machten. 1858 genügte der Maschinenfabrik Eßlingen zur zeitweisen Ergänzung der Wasserkraft eine aufgebockte alte Lokomotive aus Manchester mit 36 PS; sie stand als Reserve für den Fall bereit, daß der vorbeiführende Neckar bei Niedrigstand als Energiespender ausfallen sollte. Bei einem Vergleich der genutzten Wasserenergie und der vorhandenen Dampfkraft sowie ihrer Progression im Laufe der Jahrzehnte ist daher zu berücksichtigen, daß die Dampfmaschine zumeist nur als Ersatzkraft diente.²⁹ 1846 gab es in Württemberg erst 23, in Preußen aber schon 1491 mit Dampf betriebene Maschinen.³⁰ Nach einer Erhebung von 1861 stammten noch 93% des gesamten Energiepotentials aller Betriebe in Württemberg aus Wassertriebwerken. Selbst noch um 1900 war in

Württemberg die vom Wasser direkt erzeugte Energiemenge kaum größer als die, welche durch Dampfmaschinen gewonnen wurde. Lediglich Unternehmen, die zum Antrieb ihrer Arbeitsmaschinen über keine oder keine ausreichende Wasserkraft verfügten, waren gezwungen, mit Dampf zu arbeiten und sich kostspielige Dampfmaschinen anzuschaffen.³¹

Die Dampfmaschine war aufgrund ihrer Größe und ihres hohen Preises nur für den Einsatz in großen Fabriken und Anlagen geeignet.³² Dieser verzögerte Durchbruch einer ebenso teuren wie modernen Technologie läßt sich insgesamt bei den südwestdeutschen Betrieben beobachten. Als 1828 in Baden endlich die erste Dampfmaschine installiert wurde, in einer Papierfabrik in Ettlingen, lag die Atlantiküberquerung eines Dampfschiffes schon neun Jahre zurück.³³

In Württemberg mußten noch weitere Jahre ins Land ziehen. Dabei gingen die Initiativen von der Ostalb aus. Heidenheim galt damals als das Zentrum der württembergischen Textilindustrie. 1828 hatte dort Johann Gottlieb Meebold (1796–1871) die erste mechanische Kattunweberei Württembergs mit 20 in England gekauften und 120 im Hüttenwerk in Wasseralfingen nachgebauten mechanischen Webstühlen eröffnet. Die WCM (Württembergische Cattunmanufaktur), wie ihre spätere Bezeichnung lautete, wurde wegweisend für die Industrialisierung des Landes. Dabei machten die Beschaffung von Energie und Maschinen sowie der Mangel an geeigneten Arbeitskräften dem Firmengründer ernste Sorgen. Der unregelmäßige Wasserstand der Brenz reichte zum Betreiben seiner Webstühle häufig nicht aus, und in bezug auf Maschinen war man völlig auf das Ausland angewiesen. Selbst die modernsten Maschinen nützten allein wenig; man brauchte auch Arbeiter, die sie bauen, reparieren und sachgerecht bedienen konnten.³⁴

Holmes und Rowlandson in Unterkochen

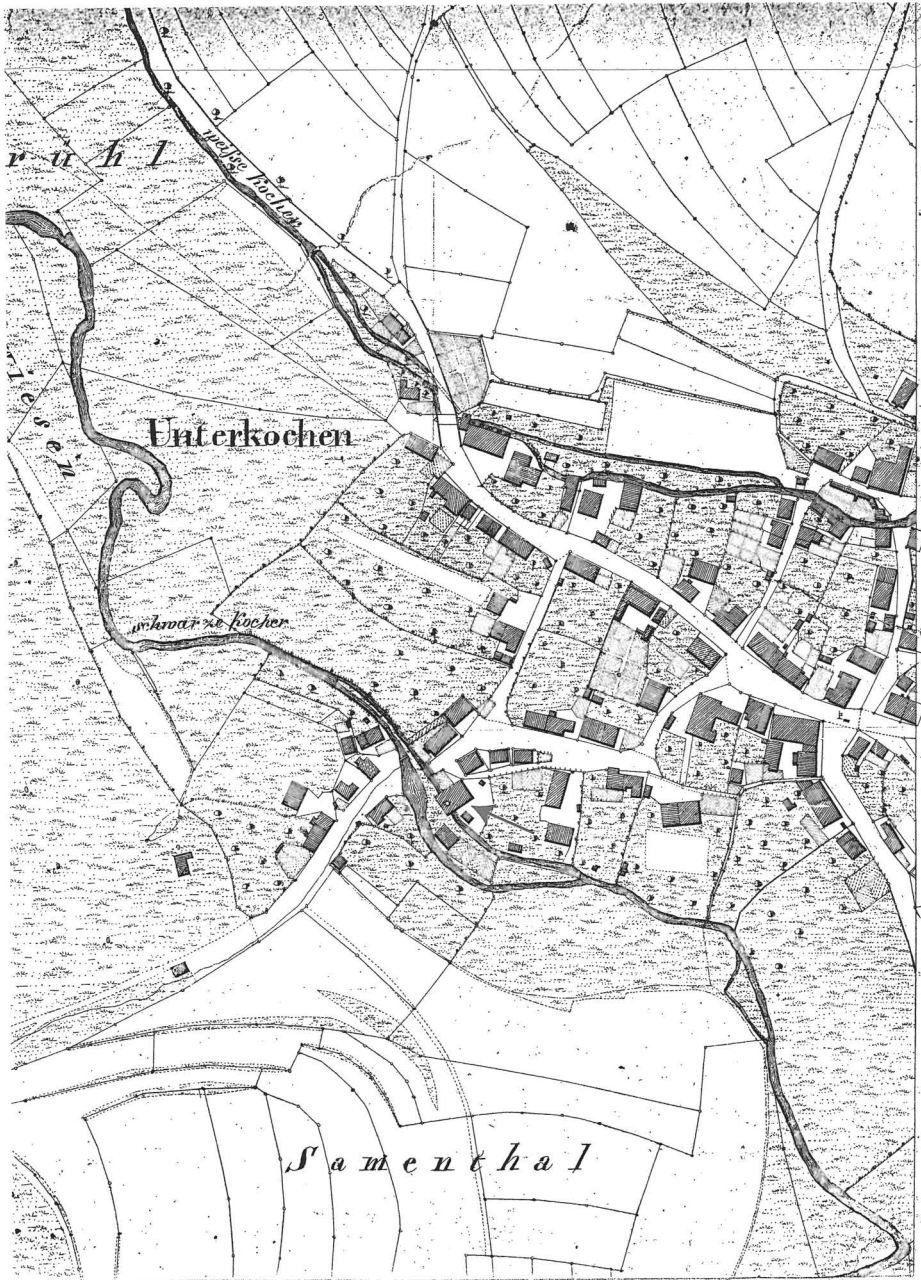
Die Bemühungen des Industriepioniers Meebold um technische Innovationen erreichten ihren Höhepunkt in dem Versuch, englische Mechaniker in der Nähe von Heidenheim anzusiedeln, um mit ihrer Hilfe das technische Defizit der Ostalb zu beheben. 1830 ließ Meebold seine äußerst komplizierte Tüllwebmaschine, die er für viel Geld in der Schweiz gekauft hatte, von einem eigens in England angeworbenen Mechaniker reparieren und nachbauen. Es war Richard Holmes aus Newcastle, der es dem Heidenheimer Unternehmer nach zahlreichen mißlungenen Versuchen überhaupt erst ermöglichte, die Produktion aufzunehmen. Daraufhin bemühte sich Meebold nachdrücklich, Richard Holmes und dessen Kollegen John Rowlandson, der bisher in den Diensten der preußischen Regierung stand, zu bewegen, sich in der Umgebung von Heidenheim gewerblich niederzulassen. Beide Engländer sollten die Möglichkeit erhalten, ein eigenes Geschäft zur Fertigung verschiedener, für Fabriken und

Ackerbau dienlicher Maschinen zu begründen. Meebold versprach sich von den großen Kenntnissen dieser englischen Techniker in der Verbesserung von Wasserrädern und der Erstellung von Triebwerken aller Art die Lösung bestehender Energieprobleme und eine kompetente Hilfe für technische Neuerungen bei relativ geringem finanziellem Risiko. Gegenüber der Gesellschaft für Beförderung der Gewerbe in Stuttgart pries er die Vorteile, welche die heimische Wirtschaft aus der Eröffnung einer solchen Werkstatt ziehen könnte, zumal die Engländer die feste Absicht hätten, noch weitere Spezialisten bei sich zu beschäftigen. Holmes und Rowlandson würden jede Maschine hier um 25 bis 30% billiger herstellen als dies die großen Maschinenfabriken Englands und Frankreichs, bei gleicher Solidität, zu fertigen vermöchten. Sogar Arbeitsplätze würden geschaffen, weil sie „unter Hinzuziehung inländischer Arbeiter . . . nach vorzulegenden Plänen (und) nach Bestellung“ arbeiteten.³⁵

Auf die Fürsprache des Fabrikanten Meebold wurde den beiden englischen Mechanikern 1831 die Bühlmühle in Unterkochen als Produktionsstätte zur Verfügung gestellt.³⁶ Dieses bereits 1339 urkundlich genannte Mühlwerk war 1811 in den Besitz des Eberhard Blezinger aus Königsbronn gelangt. Er hatte die baulichen Anlagen erneuert und darin einen Drahtzug eingerichtet. Bereits 1823 wurde Blezinger jedoch vergan- det. Das Anwesen ging über Oberfinanzrat Maier, Stuttgart, 1824/26 käuflich zu je einem Drittel an Stadtschultheiß Theodor Betzler, Aalen, Bortenmacher Johann Balthasar Fürgang, Aalen, und Kaufmann Johann Anderwerth, Cannstatt. Diese drei neuen Eigentümer firmierten unter der Bezeichnung „Betzler, Fürgang & Co.“ und erwarben 1828, ebenfalls aus der Gandmasse des Eberhard Blezinger, einen weiteren Drahtzug in der Erlau bei Aalen. Während das dreiköpfige Konsortium mit dem Betrieb der zuletzt genannten Anlage zum Gründer des heutigen Eisen- und Drahtwerkes Erlau wurde, diente ihm der ehemalige Drahtzug in Unterkochen als Spekulationsobjekt. Die Bühlmühle wurde durch Vermittlung des Heidenheimer Industriepioniers Meebold an die Engländer Holmes und Rowlandson verpachtet. Damit war ihnen eine reale Chance für ihre unternehmerischen Absichten gegeben.

Die beiden Engländer ließen eine stationäre Dampfmaschine in ihren Werkstatträumen aufstellen, die ihnen bei ihrer Produktion wertvolle Dienste leistete. Es war die erste Maschine dieser Art in Württemberg und damit eine technikgeschichtliche Pionierleistung. Rasch hatte sich die Firma einen guten Namen gemacht. Holmes und Rowlandson vermeldeten erste Erfolge, errangen eine Preismedaille und erhielten wegen ihrer Verdienste um die Einführung der maschinellen Spitzenfabrikation im Lande kostenlos die württembergische Staatsbürgerschaft. Letztere wurde ihnen nach Auseinandersetzungen Meebolds mit den Behörden zugestanden, die den Engländern zunächst mit Ausweisung gedroht hatten, falls sie nicht einen Heimatschein aus England beibringen würden.

Doch bald tauchten ernste Probleme auf. Die große Schwierigkeit der beiden englischen Mechaniker war das mangelnde Startkapital. Das Finanzministerium hatte eine



Unterkochen mit der am Schwarzen Kocher gelegenen Bühlmühle. Ausschnitt aus der Flurkarte von 1830.

Unterstützung abgelehnt. Meebold setzte sich deshalb mit der Gesellschaft für Beförderung der Gewerbe in Verbindung, die Pachtsumme von 150 Gulden für den Betrieb der mechanischen Werkstätte in Unterkochen zu übernehmen. Trotz vieler Arbeit und genügender Aufträge, so klagten die englischen Pächter, hätten sie noch nichts verdient. Zwar gingen ihre Maschinen an namhafte Unternehmen in Heidenheim (Meebold, Hartmann, Zoeppritz, Wollspinnerei und -weberei Wiedenmann), sodann an die Tuchfabrik in Ludwigsburg, die Tuchfabrik Barrier in Stuttgart, die Papierfabrik Beckh in Faurndau, das Hüttenwerk in Königsbronn u.a. Da aber die notwendigen Gewinne ausblieben und ein eigenes Vermögen fehlte, drohte den Engländern, bald wieder in ihre Heimat zurückkehren zu müssen. Ein Grund für ihre Geldverlegenheit lag auch darin, daß ihnen die Hüttenwerke in Königsbronn und Wasseralfingen, von denen sie Roheisen und Gußstücke bezogen, keinen Kredit mehr gewährten. Ab 1833 ließen sie ihren Guß nur noch in Wasseralfingen fertigen; das dortige Hüttenwerk hatte ihnen wieder einen Kredit über 1200 Gulden eingeräumt. Auch ein zusätzlicher Kredit über 800 Gulden vom Eisenwerk Unterkochen scheint ihre Geldsorgen nicht verringert zu haben; denn nach zunächst günstiger Konjunktur gingen jetzt die Aufträge immer spärlicher ein. Auch Meebold zog sich nach dem Scheitern seiner Spitzengrundfabrik von den Engländern zurück. Er riet der Gesellschaft für Beförderung der Gewerbe, nachdem sich die finanzielle Lage der englischen Techniker weiter verschlechtert hatte, sich genaue Rechenschaft über die Verwendung der Gelder, insbesondere der Pachtsummen, geben zu lassen.

Als die 1833 gegründete „Königlich Privilegierte Ludwigs-Eisenbahn-Gesellschaft“ für den Bau der ersten deutschen Eisenbahn zwischen Nürnberg und Fürth sich daran machte, eine Lokomotive zu bestellen, kam auch aus Unterkochen eine Offerte. Im ersten Geschäftsbericht dieser Eisenbahngesellschaft hieß es: „Die Herren Holmes und Rowlandson in Unterkochen bei Aalen, welche eine Dampfmaschine besitzen, machen sich verbindlich, einen Dampfwagen, wie solcher für unsere Bahn erforderlich ist, à 4500 fl zu liefern, mit der Garantie, daß er bei dreimonatlichem Gebrauch keiner Reparatur bedürfe, dem besten englischen Dampfwagen gleichkomme und nicht mehr Brennmaterial als dieser erfordere.“³⁷ Trotz dieses günstigen Angebotes erhielt der damals schon international bekannte englische Lokomotivkonstrukteur und -produzent Robert Stephenson aus Newcastle auf sein wesentlich höheres Angebot den Zuschlag.

So war dem hoffnungsvollen Unterkochener Unternehmen leider keine Zukunft beschieden. 1835 trennte sich Rowlandson von seinem Partner und gründete mit dem Mechaniker Klein eine Werkstatt in (Stuttgart-)Berg. Holmes zog 1837 nach Sachsen, wo er bei der „Leipzig-Dresdner-Eisenbahncompagnie“ bessere Produktionsbedingungen als in Württemberg vorfand.

Wasserkraft oder Dampfmaschine?

Um seinen Textilbetrieb in Heidenheim weiter zu technisieren und die Energieprobleme der WCM entscheidend zu verbessern, kaufte Kommerzienrat Meebold 1838 im Elsaß eine Dampfmaschine mit 12 PS. Sie gilt heute im Schrifttum allgemein als „die erste im Vaterlande“³⁸, doch hatte sie, wie eben nachgewiesen werden konnte, bereits eine Vorgängerin in der Mechanischen Werkstätte Holmes und Rowlandson in Unterkochen.

Im Bestreben, ihren technischen und maschinellen Standard zu heben, standen die weiteren Großbetriebe der Ostalb nicht nach. Schon 1842 trug sich das Hüttenwerk Königsbronn mit dem Gedanken, zur Ergänzung der vorhandenen Wasserkräfte eine Dampfmaschine anzuschaffen.³⁹ Trotz eingehender Voruntersuchungen konnten sich jedoch die Verantwortlichen zunächst noch nicht dazu entschließen, die dortigen Eisenwerke auf die neue Technologie umzustellen. Zum einen scheute man die erheblichen Kosten, zum anderen ermöglichten günstige Wasserverhältnisse dem Königsbronner Werk, auch gesteigerten Anforderungen nachzukommen. Brenz- und Pfefferquelle schütteten selbst in Zeiten größter Trockenheit noch erstaunliche Mengen an Wasser.⁴⁰

Dagegen kam es dann 1842/43 zum Kauf einer Dampfmaschine für das Hüttenwerk Wasseralfingen. Die Maschine sollte dort das Gebläse der Hochöfen verstärken. Sie wurde bei Hick und Sohn in Bolton bei Liverpool bestellt, kam am 31. Dezember 1842 in Wasseralfingen an und wurde am 20. Juni 1843 erstmals in Bewegung gesetzt. Der Monteur James Wain aus Bolton war über sieben Monate lang in Wasseralfingen damit beschäftigt, die Dampfmaschine, die 16 PS leistete, aufzustellen und einzurichten. Der Dampfkessel wurde mit den Gichtgasen der Hochöfen beheizt, und die Gesamtkosten betrugen 20 946 Gulden 11 Kreuzer. Diese technische Verbesserung der Hochofenanlage war der Initiative des Hüttenverwalters und Bergrates Wilhelm Faber du Faur (1786–1855) zu danken; sie stand im Zusammenhang mit durchgreifenden Umbauten und erheblichen Investitionen, die damals das Grundkapital des Werkes verdoppelt und die Produktion entscheidend verbreitert haben. Das Hüttenwerk Wasseralfingen zählte zu dieser Zeit immerhin zu den führenden Eisenproduzenten Deutschlands.⁴¹

Sehr früh hielt die Dampfmaschine auch im Eisen- und Drahtwerk Erlau, dem ältesten Aalener Industriebetrieb, Einzug. 1847 wurde unter der technischen Leitung von Louis Weberling, der zuvor dem Hüttenwerk Königsbronn vorstand, das Unternehmen zur Drahtstiftfabrik mit Hammer- und Walzwerk sowie Kettenschmiede erweitert. Gleichzeitig wurde zur Verstärkung der Wasserkraft ein großer Kanal gebaut und eine Dampfmaschine mit 20 PS als zusätzliche Kraftanlage aufgestellt.⁴²

Mit dem weiteren Fortschreiten des industriellen Wachstums bekam der Bau von Dampfmaschinen günstige Konjunktur. Der steigende Bedarf drängte einheimische

Maschinenfabriken, selbst stationäre, bald auch mobile Dampfmaschinen zu produzieren, um den Markt von englischen Lieferanten unabhängig zu machen. Es galt, den technologischen Vorsprung der westeuropäischen Industrieländer aufzuholen. So praktizierten auch schwäbische Unternehmer den Brauch, zunächst noch mit Hilfe englischer Ingenieure englische Maschinen fast originalgetreu nachzubauen, um eines Tages dann eine eigenständige Produktion aufzunehmen. Zu einem der bedeutendsten Hersteller von Dampfmaschinen entwickelte sich die 1846 gegründete Maschinenfabrik Eßlingen. Ihr schnelles Aufblühen, vor allem zur Lokomotivfabrik, verdankte sie dem damals in Württemberg aufkommenden Eisenbahnbau.⁴³ Zahllos sind die Maschinen, die von Eßlingen aus die Reise in alle Landesteile antraten, um jungen Betrieben neue Energiequellen zu erschließen.

Bildeten nur wenige Großbetriebe die Vorreiter der technischen Entwicklung, so fand die Dampfmaschine im Raum Aalen bei Mittel- und Kleinbetrieben erst nach 1860 verstärkten Einsatz. Auch hier besaß die Wasserkraft noch lange Zeit große Bedeutung. Kein Wunder, die meisten Unternehmen hatten sich entlang der Flüsse angesiedelt; sie waren aus Mühlwerken herausgewachsen. Selbst das Hüttenwerk Königsbronn begann erst seit 1860/61 für den Fall eines eintretenden Wassermangels sich der Dampfmaschine zu bedienen.⁴⁴

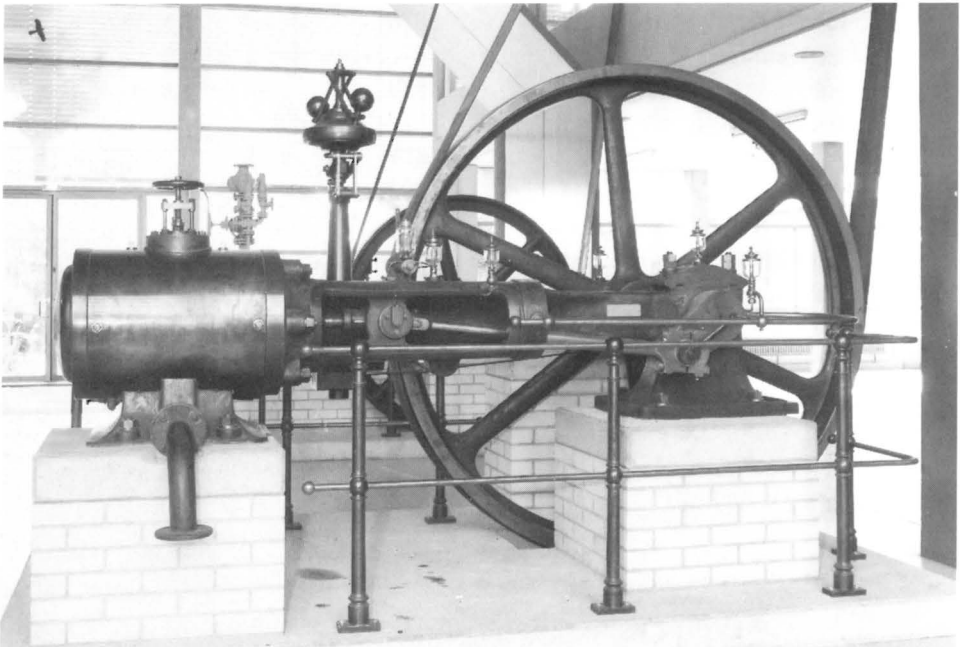
Nach einer Statistik von 1884 arbeiteten in der Stadt Aalen von 26 Betrieben erst 12 mit Dampfkraft. Drei davon setzten neben der Dampfkraft nach wie vor das Wasser als zusätzliche Energiequelle ein. Vor allem die älteren Unternehmensgründungen behielten verstärkt die Wasserkraft bei, während sich in jüngeren Betrieben zunehmend die neue Technik durchsetzte.⁴⁵ Die nachstehende Darstellung möge dies verdeutlichen:

Lfd. Nr.	Firma	Gründung	Wasserkraft	Dampfkraft	Gas
1	Eisen- und Drahtwerk Erlau	1828	x	x	
2	Essigfabrik Friedrich Majer	1840			
3	Drahtstiftfabrik Gebr. Simon	1841	x		
4	Drahtstiftfabrik Gebr. Simon, Erlau	1842	x		
5	Mechanische Werkstätte Ankele/Pfleiderer	1842	x		
6	Mechanische Werkstätte Louis Seydelmann	1842	x	x	
7	Tuchwalke und Spinnerei Louis Seydelmann	1842	x		
8	Klavierfabrik Heinrich Hägele	1846	x		

Lfd. Nr.	Firma	Gründung	Wasser- kraft	Dampf- kraft	Gas
9	Essigfabrik Julius Mayer	1857			
10	Kofferfabrik Wilhelm Stützel	1861			
11	Schokoladefabrik Karl Bader	1866			x
12	Aktiengesellschaft Union	1866	x	x	
13	Eisenbahnreparaturwerkstätte	1866		x	
14	Mineralwasserfabrik Weyßer	1868	x		
15	Kassenschrankfabrik Ostertag	1868		x	
16	Kunst-, Waid- und Schön- färberei Ferdinand Enßlin	1870		x	
17	Wollfärberei und Tuchappretur Julius Fürgang	1871		x	
18	Silberwarenfabrik Hornbacher	1872			
19	Lebkuchen- und Süßwaren- fabrik Gustav Pahl	1874			x
20	Woll- und Baumwollgarn- Druckerei und Bleicherei Binder u.Co.	1876		x	
21	Eisenwarenfabrik Rudolf Deusch	1878		x	
22	Handschuhlederfabrik Gebr. Enßlin	1879	x		
23	Eisengießerei Julius Jedele	1882		x	
24	Eisengießerei und Mechanische Werkstätte Heinrich Rieger	1882		x	
25	Tonwarenfabrik Stützel	1882			
26	Fettglanzwichsefabrik Wilhelm Seydelmann	1883		x	

Maschinen ersetzen den Arbeiter

Die kohlebefeuerte Dampfmaschine hat als stationäre und mobile Kraftmaschine die erste industrielle Revolution eingeleitet. Ihr Einsatz ermöglichte dem Bergbau das Vordringen in größere Tiefen und gab dem Unternehmer größere Freizügigkeit in der Standortwahl von Fabriken, da er für die Energieversorgung nicht mehr auf natürliche Wasserläufe angewiesen blieb. Vor allem aber übertraf die Leistungsfähigkeit der Dampfmaschine die bis dahin üblichen Antriebsquellen bei weitem, führte dadurch zur Konzentration der Arbeitsvorgänge, zur Einsparung von Arbeitskräften, zur Verwendung wesentlich größerer und effizienterer Arbeitsmaschinen, insgesamt brachte sie die Steigerung der Produktivität und den zunehmenden Einsatz von Sachkapital. Die Konstruktion der Dampfmaschine wirkte unmittelbar auf die Weiterentwicklung des Maschinenbaus. Nur im Maschinenbetrieb möglich, ging der steile Aufstieg der Textilindustrie Hand in Hand mit dem Vormarsch von Steinkohle, Eisen und Stahl. Der Bau von Dampfschiffen und Dampfeisenbahnen schuf die Voraussetzungen dafür, daß der gewaltig zunehmende Warentransport bewältigt werden konnte. Die Dampfmaschine kennzeichnete ein Niveau der Technik, das noch von einer leicht



Dampfmaschine der Brauerei Koepf, Aalen, gebaut 1896 von der Maschinenfabrik Esslingen (heute aufgestellt im Foyer der Fachhochschule Aalen).

überschaubaren Mechanik bestimmt war. Für lange Zeit blieb sie die wichtigste Antriebsmaschine, bis sie in kleineren Anlagen durch Verbrennungsmotoren, in großen durch Dampfturbinen verdrängt wurde.

Die Einführung der Dampfmaschine war mehr als die Aufnahme einer neuen Produktionstechnik. Sie erschütterte geradezu die wirtschaftliche und soziale Struktur der Gesellschaft des 19. Jahrhunderts. War schon die vorindustrielle Zeit durch vielfache Nöte belastet, so führte der Industrialisierungsprozeß neue, bisher nicht gekannte Krisen herauf. Der industrielle Aufbau vollzog sich unorganisiert, unkontrolliert und unreguliert. Eine wachsende Kluft entstand zwischen Handarbeit und Massenproduktion. Die neue Produktionsweise spaltete die Industriegesellschaft politisch in zwei unversöhnliche Lager. Merkmal der Fabrik war, daß sich nun erstmals Werkstatt, Werkzeug, Rohstoff und Kraftquelle in ein und derselben Hand befand. Erst die Dampfmaschine hat den Industriekapitalismus zur vollen Entfaltung gebracht. Der sprunghafte Aufstieg der neuen Unternehmerschaft zu Reichtum und gesellschaftlicher Macht machte sie wagemutig, unternehmungslustig und skrupellos. Die gleichzeitige Expansion der Textilindustrie, der Montanwirtschaft und des aufstrebenden Maschinenbaus führte zur Zusammenballung von Arbeitskräften in immer größeren Industriebetrieben und -städten. Zahllose Maschinen wurden geschaffen und wiederum Maschinen nur zur Herstellung von Maschinen. Die Maschine aber ersetzte den Arbeiter. „Die Maschinerie wirft unaufhörlich Erwachsene aus der Fabrik heraus“ (Karl Marx).⁴⁶ In vielen Branchen genügten für die mit Dampf angetriebenen Arbeitsmaschinen die schwachen Kräfte von Frauen und Kindern. So drohte die Maschine, die berufen war, den Fluch schwerer körperlicher Arbeit zu lösen, den Menschen zunächst im Dampf zu ersticken. Um jedoch dem Vormarsch des Hungers Herr zu werden, gab es keine Alternative zur Industrialisierung. Inzwischen hat sich die Technik stürmisch ausgebreitet, so sehr, daß die Frage nach Sinn und Grenzen lebendig wird. Ein fortwährend steigendes technisches Potential birgt zugleich Freiheit wie Gefahr. Doch das prinzipielle Infragestellen der Industriegesellschaft reflektiert heutiges Problembewußtsein und nicht die Aufbruchstimmung des 19. Jahrhunderts.

Anmerkungen:

- 1 Heinrich Bechtel, *Wirtschafts- und Sozialgeschichte Deutschlands*, München 1967, S. 350.
- 2 Friedrich W. Heilbronner, *Energie*, in: *Deutsches Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik*, hg. von Otto Mayr, München 1990, S. 87.
- 3 Friedrich Schmidt/Wally Schmelzer, *Wege der Völker*, Bd. 7: *Das neue Gesicht der Welt*, Berlin/Hannover 1949, S. 59.
- 4 Friedrich W. Heilbronner, a.a.O., S. 87, 88.
Friedrich Klemm, *Geschichte der Technik*, Reinbek 1983, S. 52, 54.
- 5 Ernst Rödl, *Produktion*, in: *Deutsches Museum ...*, a.a.O., S. 104.
- 6 Arnold Toynbee, *Menschheit und Mutter Erde – Die Geschichte der großen Zivilisationen*, Düsseldorf 1979, S. 478, 479.
- 7 Max Weber, *Wirtschaftsgeschichte*, Berlin 1958, S. 158, 251.
- 8 Lothar Suhling, *Aufschließen, Gewinnen und Fördern – Geschichte des Bergbaus*, Reinbek 1983, S. 180 ff.
Karl Otto Henseling, *Bronze, Eisen, Stahl – Bedeutung der Metalle in der Geschichte*, Reinbek 1981, S. 66, 67, 91, 92.
Max Weber, a.a.O., S. 158, 173.
- 9 Otto Johannsen, *Geschichte des Eisens*, Düsseldorf 1953, S. 281 ff.
Lothar Suhling, a.a.O., S. 181 ff.
Meyers Enzyklopädisches Lexikon, Bd. 6, Mannheim 1972, S. 214, 215.
Brockhaus Enzyklopädie, Bd. 5, Mannheim 1988, S. 106, 107.
- 10 Friedrich W. Heilbronner, a.a.O., S. 92.
- 11 Desgl., S. 86.
- 12 Otto Johannsen, a.a.O., S. 288.
- 13 Karl Marx, *Das Kapital*, Bd. 1, Hamburg 1890, S. 398.
- 14 Otto Johannsen, a.a.O., S. 289.
- 15 A.R.L. Gurland, *Wirtschaft und Gesellschaft im Übergang zum Zeitalter der Industrie*, in: *Propyläen Weltgeschichte* (hg. von Golo Mann), Bd. 8, Frankfurt/Berlin 1960, S. 289.
Friedrich Schmidt/Wally Schmelzer, a.a.O., S. 63, 64.
Karl Otto Henseling, a.a.O., S. 84 ff.
Friedrich Lütge, *Deutsche Sozial- und Wirtschaftsgeschichte*, Berlin/Heidelberg 1966, S. 485.
Max Weber, a.a.O., S. 250, 251, 262.
- 16 Friedrich Klemm, a.a.O., S. 141, 142.
Walther Gerlach, *Fortschritte der Naturwissenschaft im 19. Jahrhundert*, in: *Propyläen Weltgeschichte*, a.a.O., S. 245.
- 17 Friedrich Schmidt/Wally Schmelzer, a.a.O., S. 60.
Friedrich Klemm, a.a.O., S. 145, 146.
Karl Otto Henseling, a.a.O., S. 105.
Otto Johannsen, a.a.O., S. 314.
- 18 Karl Otto Henseling, a.a.O., S. 105.
Friedrich Klemm, a.a.O., S. 146.
Akos Paulinyi, *Industrielle Revolution*, Reinbek 1989, S. 182.
Heinrich Bechtel, a.a.O., S. 346.
- 19 Lothar Suhling, a.a.O., S. 187.
Heinrich Pleticha, *Deutsche Geschichte*, Bd. 9, Gütersloh 1987, S. 86.
Friedrich Schmidt/Wally Schmelzer, a.a.O., S. 59.
- 20 Heinrich Bechtel, a.a.O., S. 320.
Willi A. Boelcke, *Wirtschaftsgeschichte Baden-Württembergs von den Römern bis heute*, Stuttgart 1987, S. 212.
- 21 Heinrich Pleticha, a.a.O., S. 86, 87.
Otto Johannsen, a.a.O., S. 359.

- 22 Karl Otto Henseling, a.a.O., S. 106.
- 23 Friedrich Klemm, a.a.O., S. 136, 143.
Friedrich Lütge, a.a.O., S. 485.
Otto Johannsen, a.a.O., S. 349, 359.
- 24 Friedrich-Franz Wauschkuhn, Staatliche Gewerbepolitik und frühindustrielles Unternehmertum in Württemberg von 1806 bis 1848, in: Stadt in der Geschichte, Veröffentlichungen des Südwestdeutschen Arbeitskreises für Stadtgeschichtsforschung, Bd. 1: Zur Geschichte der Industrialisierung in den südwestdeutschen Städten, Sigmaringen 1977, S. 14–24.
- 25 Moritz Mohl, Über die württembergische Gewerbs-Industrie, Stuttgart und Tübingen 1828, S. 238, 240.
- 26 Günter Arns, Über die Anfänge der Industrie in Baden und Württemberg, Stuttgart 1986, S. 102.
- 27 Stadtarchiv Aalen, GR 1847, S. 319.
- 28 Herbert Hellwig, Heilbronn – Stadt und Umland im 19. Jahrhundert, in: Stadt in der Geschichte, a.a.O., S. 30.
Johannes Erichsen/Ulrike Laufer (Hg.), Aufbruch ins Industriezeitalter, Ausstellungskatalog, Bd. 4, München 1985, S. 54, 55.
Günter Arns, a.a.O., S. 16, 17.
- 29 Reiner Rinker/Wilfried Setzler, Die Geschichte Baden-Württembergs, Stuttgart 1986, S. 261.
- 30 Arnold Weller, Sozialgeschichte Südwestdeutschlands, Stuttgart 1979, S. 140.
- 31 Willi A. Boelcke, a.a.O., S. 262, 295.
- 32 Karl Otto Henseling, a.a.O., S. 92.
- 33 Wurzeln des Wohlstands, Bilder und Dokumente südwestdeutscher Wirtschaftsgeschichte, hg. von den Industrie- und Handelskammern in Baden-Württemberg, Stuttgart 1984, S. 66.
- 34 Michael Krüger, Heidenheim – die Stadt und ihre Industrie im 19. Jahrhundert, Heidenheim 1984, S. 26, 29 ff., 71, 148.
- 35 Desgl., S. 31–33.
- 36 Willi A. Boelcke, Wege und Probleme des industriellen Wachstums im Königreich Württemberg, in: Zeitschrift für Württembergische Landesgeschichte, Jahrgang 1973, 2. Heft, Stuttgart 1974, S. 478.
Kurt Seidel, Aalen und seine Bedeutung im Rahmen der Eisenbahngeschichte, in: Aalener Jahrbuch 1980, S. 193, 194.
Michael Krüger, a.a.O., S. 33.
Hans Meinzingler, Bodenständigkeit von Handwerk und Industrie am Weißen und Schwarzen Kocher, in: Unterkochen in Vergangenheit und Gegenwart – Ein Heimatbuch, Unterkochen 1954, S. 223, 224.
Karl Adolf Kling/Bruno Bieg, Unterkochen – Heimatgeschichte und Chronik (unveröffentlichtes Manuskript) 1949, S. 266, 267.
Hans Meinzingler +/überarbeitet von Karlheinz Bauer, Handwerk und Industrie, in: Unterkochen, Unterkochen 1989, S. 240.
Gemeindearchiv Unterkochen, Brandversicherungskataster 1808 (mit Fortschreibungen), fol. 28 b, 83 b, 93.
Wilhelm Heusel, Königsbronn – Das Kloster und die Eisenwerke, Königsbronn 1936, S. 43.
- 37 Österreichischer Eisenbahnbeamtenverein (Hg.), Geschichte der Eisenbahnen der österreichisch-ungarischen Monarchie, Bd. 1, 1. Teil, Wien 1898, S. 53 ff.
- 38 Das Königreich Württemberg. Eine Beschreibung von Land, Volk und Staat, Bd. 2, 1. Abt., Stuttgart 1884, S. 659.
Arnold Weller, a.a.O., S. 140.
Günter Arns, a.a.O., S. 100.
Ute Feyer, Die Anfänge der Industrie in Baden-Württemberg 1829/1832, Beiwort zur Karte XI 6, Historischer Atlas von Baden-Württemberg, Stuttgart 1973, S. 4, 5.
- 39 SHW-Werksarchiv Wasseralfingen, Bestand Königsbronn, Akten über die Aufstellung einer Dampfmaschine 1843.
- 40 Wilhelm Heusel, a.a.O., S. 48, 55, 56.
- 41 SHW-Werksarchiv Wasseralfingen, Hauptbuch des Hüttenkassenamtes Wasseralfingen 1842/43, S. 178.
SHW-Werksarchiv Wasseralfingen, Desgl., 1845/46, S. 151.

- SHW-Werksarchiv Wasseralfingen, Amtsgrundbuch des Königlichen Hüttenamtes Wasseralfingen 1845, S. 166.
Schwäbische Kronik vom 23.12.1890.
Julius Schall, Geschichte des Königl. Württ. Hüttenwerkes Wasseralfingen, Stuttgart 1896, S. 62, 63.
- 42 Festschrift 125 Jahre Eisen- und Drahtwerk Erlau 1828–1953, Aalen 1953, S. 4, 5.
- 43 Willi A. Boelcke, Wirtschaftsgeschichte ..., a.a.O., S. 196, 197, 262, 263.
Reiner Rinker/Wilfried Setzler, a.a.O., S. 257, 258.
- 44 SHW-Werksarchiv Wasseralfingen, Amtsgrundbuch des Königlichen Hüttenamtes Königsbronn 1880, S. 154, 161 ff., 227.
Wilhelm Heusel, a.a.O., S. 49 ff.
- 45 Hermann Bauer's Geschichte und Beschreibung der ehemaligen freien Reichsstadt Aalen, ergänzt und herausgegeben von Johann Georg Röhm, Aalen 1884, S. 172–176.
- 46 Karl Marx, a.a.O., S. 456.