

# **„Land der Tüftler und Erfinder“ – die technische Entwicklung Badens und Württembergs im Überblick**

## **1. Vorbemerkung**

Baden und Württemberg haben zur allgemeinen technischen Entwicklung keinen unbedeutenden Beitrag geleistet, so setzte etwa der deutsche Südwesten mit der Erfindung der Draisschen Laufmaschine, des Autos und des Zeppelins die Welt buchstäblich in Bewegung. Nicht zu Unrecht versteht sich Baden-Württemberg auch heute noch als das Land der „Tüftler und Erfinder“: 13.347 der rund 48.000 Patent-Anmeldungen, die 2006 beim Deutschen Patent- und Markenamt (DPMA) in München eingingen, kamen aus Baden-Württemberg, nur Bayern meldete mehr Erfindungen (14.010 Patent-Anmeldungen). Bezieht man jedoch die Einwohnerzahlen der einzelnen Bundesländer mit ein, so lag Baden-Württemberg mit 125 Patent-Anmeldungen je 100.000 Einwohner sogar auf Platz Eins, und dies bei einem Bundesdurchschnitt von 58 Patent-Anmeldungen je 100.000 Einwohner.

Gleichwohl sollte nicht von einer spezifischen Technikgeschichte Badens und Württembergs bzw. Baden-Württembergs gesprochen werden, denn beide Länder standen stets mit anderen Regionen Deutschlands und dem Ausland in einem Kreislauf des wechselseitigen Austauschs von technischem Know-how. Von daher erscheint es als verständlich, dass bis auf den heutigen Tag noch keine umfassende Abhandlung über die technische Entwicklung Badens und Württembergs geschrieben wurde. Wohl aber entstand eine kaum noch zu überschauende Zahl von Monographien zu einzelnen Wirtschafts- und Technikzweigen, zu einzelnen Erfindungen, Fahrzeug- und Flugzeugtypen, zu Firmen und zur wirtschaftlich-technischen Entwicklung einzelner Orte und Regionen. Der vorliegende Aufsatz kann daher nicht mehr leisten, als einen – zwangsläufig beispiel- und lückenhaft bleibenden – Überblick über die technische Entwicklungen Badens und Württembergs zu geben. Hierbei findet der Zeitraum von der Römerzeit bis hin zum Beginn der so genannten „dritten industriellen Revolution“ in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts Berücksichtigung.

## **2. Römerzeit**

Mit der im 1. Jahrhundert nach Christus erfolgenden Einbeziehung von mehr als zwei Dritteln des heutigen Baden-Württemberg in das römische Provinzialsystem gelangten auch die Errungenschaften der römischen Technik in das Land zwischen Oberrhein, Bodensee und Schwäbischer Alb: Landvermessung, Straßenbau, Kalkbrennerei (z. B. Ladenburg-Heidelberg, Rottweil), Ziegelherstellung (z. B. Rottweil, Ludwigsburg-Hoheneck), Steinbau – darunter auch die Anlage von Wasserleitungen (Rottenburg) sowie von Thermen (Baden-Baden, Badenweiler, Heidenheim, Rottweil) –, Töpferei (z. B. Rottweil, Waiblingen, Wimpfen), die Herstellung von Terra-Sigillata (Nürtingen, Waiblingen und Stuttgart-Kräherwald), Metallguss (Heidenheim, Cannstatt, Ladenburg, Wimpfen), Bergbau (Wiesloch, Südschwarzwald) und wohl auch die Anlage von Glashütten am Oberrhein und im Neckarland. Zum Einsatz gebracht wurden weiter Wasserschöpfwerke und mit Wasserrädern betriebene Mahlmühlen (mit Wasserrad, Winkelgetriebe, Mühleisen und Mühlsteinen). Die Tradition der Mülhentechnik blieb – hier eine Parallele zu Errungenschaften der römischen Agrartechnik wie Obst- und Weinbau – nach dem Abzug der Römer erhalten und wurde in die Epoche des Frühmittelalters tradiert.

### 3. Früh-, Hoch- und Spätmittelalter

Als das technische Symbol des Mittelalters muss die Wassermühle mit ihrem die Muskelkraft ersetzenden mechanischen Antrieb gelten. Erst der Einsatz von Wasserkraft, hydraulischer Energie, ermöglichte die Mechanisierung der mittelalterlichen Wirtschaft. Vom 10. bis zum 15. Jahrhundert entstand eine große Zahl von verschiedenen, seit etwa 1200 auch überschlächtig angetriebenen Anwendungsarten der Mühle (erster bildlicher Nachweis einer überschlächtigen Wassermühle in der Heidelberger Handschrift des Sachsenspiegels, um 1300). So gab es Getreide-, Öl-, Senf-, Knochen-, Pulver-, Stein-, Gips-, Gewürz-, Flachs-, Walk-, Loh-, Schleif- (Nürtingen 1432, Stuttgart 1453), und Drahtzieh- (seit dem späten 14. Jahrhundert), Waid-, Papiermühlen (frühe Beispiele: 1393 Ravensburg, 1461 Ettlingen, 1477 Urach, 1512 Freiburg i. Br., 1519 Reutlingen), aber auch Sägewerke (1304 Kirchheim/Teck, 1314 Pfaffenweiler im Schwarzwald) und Hammer- und Pochwerke (seit dem 11. Jahrhundert bereits bei der Metallverarbeitung genutzt).

Der früheste archäologische Nachweis einer Wassermühle in Baden-Württemberg gelang für die Siedlung Mittelhofen bei Lauchheim an der Jagst, deren Mahlmühle vom 6. bis zum frühen 12. Jahrhundert existierte. Eine besonders große Mühlenanlage entstand im Spätmittelalter in Konstanz am Ausfluss des Bodensee-Obersees. 1427 wurde in die dortige Rheinbrücke eine Mühlenanlage eingebaut, die um 1540 aus zwei Häusern mit vier Wasserrädern bestand. 1793 wurde die Anlage modernisiert und fortan konnten die Wasserräder um zwei Meter gehoben oder gesenkt werden, womit eine Anpassung an den schwankenden Wasserstand erreichbar war. Alles in allem gehörten 1793 zu der Konstanzer Mühlenanlage eine Getreidemühle mit 13 Mahlgängen, eine Säge-, eine Schleif- und eine Walkmühle.

Mit dem Aufkommen des Städtewesens im 12./13. Jahrhundert entwickelte sich ein differenziertes Handwerk und Gewerbe, quellenmäßig gut belegt für Freiburg, Ulm (Leinweberei und Tuchweberei), Ravensburg (Leinwand), Konstanz (Goldschmiedekunst, Leinwand, Tuch- und Barchentweberei), Schwäbisch Hall (Salzsiederei), Freiburg (Tuchweberei, Leinwand, Schmiedehandwerk, Eisengießerei, Goldschmiedekunst, Edelsteinschleiferei), Schwäbisch Gmünd (Sensenschmieden; Gesamtsensenproduktion Schwäbisch Gmünds im Jahr 1547: 133.025 Stück; ältestes historisches Beispiel für die Massenherstellung von landwirtschaftlichem Arbeitsgerät) und Heilbronn (Kupferhämmer, 2. Hälfte 15. Jahrhundert). Die technischen Voraussetzungen des auffällig leistungsstarken Textilgewerbes im schwäbischen Raum bildeten hierbei seit dem 13. Jahrhundert der waagerechte Trittwebstuhl für zwei Arbeiter, das Spinnrad (seit Ende des 14. Jahrhunderts auch mit Tretantrieb) und die Flachsbreche. Besondere Aufmerksamkeit verdient die Eisenverarbeitung im oberen Kocher- und Brenztal, die durch Erzfunde auf der Albhochfläche und am Albrand ermöglicht wurde. Die erste Nachricht über Eisenverarbeitung im Brenztal stammt aus dem Jahr 1365, und bis zum 16. Jahrhundert entfaltete sich im oberen Kocher- und Brenztal eine auf Eisengewinnung und -verarbeitung ausgerichtete protoindustrielle Gewerbelandschaft mit zahlreichen Eisengießereien und Hammerwerken. Standorte waren Unter- und Oberkochen, Heidenheim, Mergelstetten, Itzelberg und v. a. Königsbronn mit seinem 1529 vom Zisterzienserkloster Königsbronn unter Abt Melchior Ruof gegründeten Eisenwerk. Das Königsbronner Eisenwerk stellte zu Beginn des 16. Jahrhunderts hochwertige Gussteile, kunstvolle Ofenplatten, Kanonenkugel und Masseisen für die Weiterverarbeitung her. Als SHW Casting Technologies GmbH besteht es noch heute, kein Eisenwerk Deutschlands kann eine längere Kontinuität des Bestehens vorweisen. Um das damals österreichische Laufenburg bildete sich gleichfalls ein Zentrum des Eisengewer-

bes heraus (1494 Laufenburger Bund der Hammerschmiede), dem zu Beginn des 16. Jahrhunderts 36 Eisenwerke zuzurechnen waren. Die badische Metallindustrie hatte im Markgräflerland um Kandern, Hausen, Badenweiler ihre frühen Standorte, beispielsweise ließ Markgraf Christoph (1475-1515) dort qualitativ hochwertige Kanonenkugeln herstellen.

Herausragende Bauhöfen fanden sich in Freiburg und Ulm. Der um 1200 im spätromanischen Stil begonnene Bau des Freiburger Münsters wurde in der Mitte des 16. Jahrhunderts mit der Vollendung des spätgotischen Chors abgeschlossen, der Turm war bereits in der Mitte des 14. Jahrhunderts – als einziger gotischer Turm des Mittelalters – vollendet worden. In Ulm leiteten die mit der Grundsteinlegung zum Münster im Jahr 1377 entstandene Bauhütte zunächst Mitglieder der Parler-Familie, dann ab 1391 Ulrich von Ensingen, auf den das ehrgeizige Projekt zurückgeht, den höchsten Kirchturm des christlichen Abendlandes zu errichten. Nachdem die erste Münsterbauhütte 1543 geschlossen worden war, wurde der Ulmer Westturm (Höhe: 161,53 Meter) freilich erst 1890 vollendet.

Beeindruckende Konstruktionen bewerkstelligte auch der im Hochmittelalter wieder in Gang gekommene Brückenbau. Rheinbrücken entstanden bei Breisach (vor 1283) und bei Konstanz (vor 1296), Brücken über den Neckar bei Heidelberg (vor 1284) und Esslingen (Pliensaubücke; vor 1259; ursprünglich 9 bis 10 Brückenbögen, Gesamtlänge der Brücke ca. 200 m) und eine Donaubrücke bei Ulm bereits vor 1240.

In hohem Maße war der mittelalterliche (wie auch der frühneuzeitliche) Mensch auf die regenerative Ressource des Holzes angewiesen, diente Holz doch als Wärme- und Energiequelle und als Roh-, Bau- und Werkstoff. Um das Holz von den weitgehend unbesiedelten Waldgebieten zu den menschenreicheren Regionen, insbesondere in die urbanen Gewerbezentren zu bringen, wurde an Rhein (erster Beleg 1209), Neckar, Würm, Enz, Nagold, Murg, Kinzig und Schutter die Flößerei entwickelt. Diese entwickelte sich seit dem Spätmittelalter zu einem das gesamte Wirtschaftsleben dynamisierenden technischen System, das seine volle Entfaltung zu Zeiten des „Holländerhandels“ im 18. Jahrhundert erreichte. Um die Flößerei zu ermöglichen, mussten Gleitbahnen, auf denen die Stämme zu den Wasserstraßen niedergingen, geschaffen, Wasserstuben angelegt, Vorrichtungen zum Auffangen von Triftholz (sogenannte Essel) und Triftkanäle angelegt werden. Flüsse und Bäche wurden mit großem Arbeitsaufwand floßbar gemacht und eine komplexe Floßbautechnik entwickelt (z. B. das Einbinden der Stämme zu einem trapezförmigen Gestör mittels Wieden und die Koppelung mehrerer Gestöre zu einem bis zu 300 m langen Gestör-Floß).

Die waldreichen Regionen Badens und Württembergs ermöglichten auch das Harzgewerbe, das seit dem 15. Jahrhundert insbesondere um Baiersbronn zentriert war. Die Harzer sammelten, schmolzen und reinigten das Harz, das dann vor allem den Schiffs- und Fassbauern als Abdichtmaterial diente.

Von größerer Bedeutung im Bereich der Waldwirtschaft war die Glasmacherei, wobei die Produktionsstandorte infolge Waldverwüstung häufig wechselten. Zur Glasherstellung wurde in einem Schmelzofen, in dem eine Hitze von 1.100 Grad Celsius zu erzeugen war, ein Gemisch von Quarz-Sand und Holzrasche (als Flussmittel) zum Schmelzen gebracht. Hierbei wurden, um 100 kg Glas herzustellen, ca. 10 Tonnen Holz benötigt. Die bekannteste südwestdeutsche Glasmacheregion bildete der Schwarzwald mit über 200 nachgewiesenen oder vermuteten Höfenstandorten des 12. bis 19. Jahrhunderts. Die frühesten Belege für die Glasmacherei in den schriftlichen Quellen stammen aus der Zeit der Wende vom 12. zum 13. Jahrhundert (Langenwald, Freiamt). Im

Spätmittelalter bestanden Glashütten im Nordschwarzwald bei Völkersbach, im Nagoldtal bei Würm, bei Hirsau und Emberg, im Mittleren Schwarzwald im Bühler Tal, bei Oppenau, im Raum Freudenstadt, bei Lahr-Kuhbach, auf dem Langenhardt bei Lahr, bei Mundingen, bei St. Georgen, in Langenschiltach, bei Hinterstraß und Bräunlingen-Unterbränd. Im Südschwarzwald lassen sich Glashütten im Münstertal, südlich des Kandertals und im Gebiet des Klosters St. Blasien nachweisen. Im Schönbuch ist durch archäologische Ausgrabungen zwischen 1992 und 1999 die Glashütte Glaswasen unweit des Klosters Bebenhausen bekannt geworden. Die wohl 1476/77 in Zusammenhang mit der Errichtung der Gebäude für die Tübinger Universität in Betrieb genommene Glashütte stellte in protoindustrieller Massenfertigung v. a. Flachglas für Glasfenster her.

Der mittelalterliche Bergbau in Baden und Württemberg nahm z. T. schon im 9. Jahrhundert seinen Anfang (so in Wiesloch im Kraichgau), eine Blütezeit erlebte er im 13. und dann wieder im 15 und 16. Jahrhundert. Als Zentren des Bergbaus können Hohensachsen (Silber), Schriesheim (Silber), Weinheim (Silber, Kupfer, Blei), Wiesloch/Nußloch (Blei, Zink, Silber), Freiburg (Zink-, Blei- und Silberbergbau im Schauinsland; vgl. die Bergbaudarstellungen im Schauinsland- und Tulenhauptfenster des Freiburger Münsters), Sulzburg, Todtnau, Haslach, Hausach, Wolfach (Silberbergbau), Freudenstadt (Eisen, Silber), Neubulach (Kupfer, Silber), Königsbronn, Aalen und Wasseralfingen (Eisenerz) betrachtet werden. Der Vortrieb im Bergbau erfolgte durch Feuersetzen, Zertrümmern des Gesteins mit der Keilhau, seit dem 14. Jahrhundert auch mit Schlägel und Meisel und die Förderung des gewonnenen Materials mit Trögen, Schubkarren und „Hunden“ (hölzernen Grubenwagen, belegbar für das 16. Jahrhundert).

Die Agrartechnik erfuhr während des Mittelalters starke Veränderungen. Die zeltengebundene Dreifelderwirtschaft, die bis ins 19. Jahrhundert die vorherrschende agrarische Nutzungsweise blieb, war im Altsiedelland im 8./9. Jahrhundert bereits eine weit verbreitete Institution, z. B. ist sie schon seit 763 bei Weigheim (Villingen-Schwenningen) nachweisbar. Im Zuge des hochmittelalterlichen Landesausbaus kamen dann weitere agrartechnische Neuerungen zur Anwendung: der Beetpflug mit Schar und Streichbrett (bald auch mit beweglichem Streichbrett und symmetrischer Pflugschar versehen), die allgemeine Verbreitung des hölzernen Dreschflügels, des gepolsterten Kummets sowie des Ortscheits und schließlich diverse Verfeinerungen von Sense und Egge.

#### **4. Frühe Neuzeit**

Der industriell-gewerbliche Aufschwung wie auch der technische Fortschritt wurde im 16., 17. und 18. Jahrhundert in Baden und Württemberg im Wesentlichen von der Eisenindustrie, der Textilindustrie, der Papierherstellung und von Luxusgütermanufakturen getragen. Bemerkenswerte Innovationen erfolgten auch auf dem Feld der Uhrenherstellung.

Die Eisenwerke an Kocher und Brenz, die noch im 18. Jahrhundert teils in württembergischer Hand (Heidenheim, Mergelstetten, Königsbronn, Itzelberg), teils im Besitz der Propstei Ellwangen (Ober- und Unterkochen, Wasseralfingen) gestanden hatten, waren seit 1803 unter dem Dach der württembergischen „Königlichen Hüttenwerke“ vereint. Das Königsbronner Eisenwerk stellte seit 1661 in technisch anspruchsvollem Stückguss Kanonen und Glocken her und bediente sich seit 1772 einer aufsehen erregenden technischen Neuerung, des „Eisernen Wasserkastens“. In

Auftrag gegeben vom damaligen Pächter des Königsbronner Werks, Johann Georg Blezinger, wurde im „Eisernen Wasserkasten“ das Wasser des Brenztopfs gesammelt und anschließend über Fallen zur Regulierung des Wasserstroms neun überschlächtigen Wasserrädern zugeführt, um hydraulische Energie für die Metallverarbeitung zu gewinnen. Zu einem weiteren Zentrum der württembergischen Metall verarbeitenden Industrie entwickelte sich seit dem frühen 17. Jahrhundert Christophstal, in dem mehrere Hammerwerke, eine Glockengießerei und eine Drahtzieherei betrieben wurden. In Baden arbeitete seit 1680 bei Pforzheim ein markgräfliches Eisenhammerwerk. 1756 kam es in den Besitz der Unternehmerfamilie Benckiser, unter deren Führung die Firma in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zu einem weltbekannten Brückenbau-Unternehmen heranwuchs.

Im Textilbereich kam es im gesamten Südwesten zur Gründung von großen Manufakturen. Bei der „Calwer Zeughandlungskompagnie“, die 1650 eine Gesellschaft von Färbern und Kaufleuten begründet hatte, handelte es sich um eine dezentralisierte Manufaktur, die mit verlagsmäßig organisierter Produktion verbunden war. So arbeiteten im Jahr 1787 933 Wollzeugproduzenten und 3.000-4.000 Spinnerinnen und Garnkämmer für die Zeughandlungskompagnie, von denen jedoch nicht mehr als 168 in der Manufaktur selbst arbeiteten. Gleichfalls im Württembergischen entstanden in Sulz (1744) und Heidenheim (1766) Kattunmanufakturen (Kattun: glattes, leinwandartig gewebtes, ziemlich dichtes Baumwollzeug), deren preisgünstige Produkte mit der Zeugmacherei und dem Leinengewerbe in Konkurrenz traten. Der Gründer der Heidenheimer Manufaktur, der Kaufmann, Erfinder, Techniker und Chemiker Johann Heinrich Schüler, entwickelte hierbei als erster Unternehmer in Deutschland ein Verfahren, um Kattunstoffe mit Kupferplatten zu bedrucken, was allerdings erst in der Schülerschen Kattunfabrik in Augsburg (gegr. 1770) zur Reife kam. Die älteste noch bestehende württembergische Baumwollweberei, Kolb & Schüle, wurde 1760 durch Johannes Kolb 1760 in Kirchheim/Teck begründet. Auch in der Kurpfalz entstand 1766 in staatlicher Regie eine Kattunfabrik, die Heidelberger Zitz- und Kattunfabrik. Sie beschäftigte um 1774 rund 200 Menschen, hatte jedoch nur bis 1784 Bestand. Hingegen wurde die 1753 in Lörrach gegründete Koechlinische Indiennefabrik (Indienne: farbig bemaltes oder bedrucktes Kattungewebe) im 19. Jahrhundert zu einem der größten Arbeitgeber Badens und existiert als Koechlin, Baumgartner & Cie. AG noch heute.

Zu einem Zentrum der deutschen, ja der europäischen Papierherstellung hatte sich in der frühen Neuzeit Ravensburg entwickelt, wo 1560 an einem Kanal des Flappbachs sechs Papiermühlen bestanden. Durch die ständige Zunahme der Buchproduktion erlebte die Papierproduktion seit dem frühen 16. Jahrhundert bis zum Dreißigjährigen Krieg und dann wieder mit dem Einsetzen der Aufklärung und dem Aufkommen des Zeitungswesens im 18. Jahrhundert einen markanten Aufschwung. Dieser wurde durch technische Neuerungen beschleunigt. Zum einen gingen die Papiermacher seit dem 16. Jahrhundert allmählich vom Glätten des Papiers auf einer Marmorplatte mit dem polierten Glättstein zum Glätten mit dem wassergetriebenen Hammer, im 18. Jahrhundert dann mit mechanischen Satinierwalzen über. Vor allem aber löste seit etwa 1720 der „Holländer“, eine in den Niederlanden entwickelte (Lumpen-) Zerfaserungsmaschine, die bisher in den Papiermühlen betriebenen Stampfwerke ab. 1809/10 bestanden dann in Baden wohl 21, in Württemberg 44 Papiermühlen, auf dem Gebiet des heutigen Bundeslandes Baden-Württemberg insgesamt 75 (letzte Angabe bezogen auf das Jahr 1800). Manufakturen für die Produktion von Luxuswaren wiesen häufig einen hohen Grad der Arbeitsteilung und technologisch komplexe Produkti-

onsprozesse auf. Fayence-Manufakturen entstanden 1709 in Ansbach, 1715 in Crailsheim, 1723 in Durlach, Porzellanmanufakturen 1755 in Frankenthal, 1758 in Ansbach und Ludwigsburg und 1770 in Mosbach. Lederfabriken arbeiteten in Ludwigsburg (seit 1724), Hirsau (seit 1766) und Mosbach (seit. 1775), eine Seiden- und Borten-Fabrik in Mannheim (seit 1765) und mit der Gründung der Pforzheimer Bijouterie im Pforzheimer Waisenhaus (1767) wurde der Grundstein für die Pforzheimer Schmuckindustrie gelegt. (Bis 1845 bildeten sich in Pforzheim 17 Schmuckbetriebe mit insgesamt 1.048 Arbeitern heraus.) Die von 1752 bis 1798 existierende Seidenstrumpf- und Seidenzeugmanufaktur in Heidelberg stellte schließlich mit im Jahr 1786 mit nahezu 500 Beschäftigten den ersten industriellen Großbetrieb Südwestdeutschlands dar.

Als neues Handwerk entstand seit der Mitte des 17. Jahrhunderts im Schwarzwald das Uhrmacherhandwerk. Es entwickelte sich im 18. Jahrhundert vor allem um Furtwangen, Lenzkirch und Neustadt und erlebte bis in die 40er Jahre des 19. Jahrhunderts eine Blütezeit. Die frühen Schwarzwälderuhren hatten ein aus Holz gefertigtes 12-Stunden-Uhrwerk, als Antrieb diente ein Feldstein an einer Schnur mit Gegengewicht. Ab etwa 1740 setzte sich die Pendeluhr durch, zeitgleich kamen die Kuckucksuhren auf, die ab 1850 im auf Friedrich Eisenlohr zurückgehenden „Bahnhäusle“-Design zu erwerben waren. Neben der Kuckucksuhr stellten die Jockele-Uhr (Kleinwanduhr, Bezeichnung nach Jacob „Jockele“ Herbstreith aus Hinterzarten, ab 1790), die Sorg-Uhr (extrem kleine Wanduhr, benannt nach der Uhrmacherfamilie Sorg in Neustadt, ab 1820) und die Lackschilduhr der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts bekannte Schwarzwälder Uhrentypen dar.

Das theoretische Wissen um den Uhrenbau im Schwarzwald wurde sehr stark durch Thaddäus Rinderle, Benediktinerpater in St. Peter und Mathematikprofessor an der Universität Freiburg (1748-1824), gefördert. Rinderle – bei der Bevölkerung als „Uhrenpater“ bekannt und beliebt – tüftelte stets an neuen Uhrenmodellen und 1787 gelang ihm sogar der Bau einer astronomisch-geographischen Uhr (zu besichtigen im Deutschen Uhrenmuseum Furtwangen).

An dieser Stelle seien noch zwei weitere herausragende Einzelpersönlichkeiten der Frühen Neuzeit genannt, die der Entwicklung der Technik in Württemberg ihren Stempel aufdrücken konnten, Heinrich Schickhardt und Philipp Matthäus Hahn. Heinrich Schickhardt (1558-1635) war im Dienst der Herzöge von Württemberg als Städteplaner (Entwürfe für die Stadtanlage von Freudenstadt), Architekt („Neuer Bau“ in Stuttgart), Ingenieur und Kartograph tätig und beschäftigte sich eingehend mit nahezu jeder technischen Frage seiner Zeit, so dass er nicht zu Unrecht als der „schwäbische Leonardo“ bezeichnet wird. Der Onstmettinger und Kornwestheimer Pfarrer Philipp Matthäus Hahn (1739-1790) kann hingegen als Pionier der feinmechanischen Industrie im Zollernalbkreis und insbesondere in Albstadt gesehen werden. Hahn konstruierte astronomische Instrumente, Barometer, Blitzableiter, Taschenuhren, Kirchturmuhren (Echterdingen), Sonnenuhren (Stadtkirche Balingen), Waagen und die ersten funktionstüchtigen Rechenmaschinen, darunter eine zwölfstellige Rechenmaschine, die nach dem Staffelwalzenprinzip arbeitete.

## **5. Frühindustrialisierung, Durchbruch der Industriellen Revolution und erste Phase der Hochindustrialisierung**

Der wissenschaftlichen Durchdringung aller Zweige der Technik und dem Transfer technischen Wissens sollten die technischen Hochschulen dienen, die in den 20er Jahren des 19. Jahrhunderts in Baden und Württemberg entstanden. In Karlsruhe wurde nach dem Vorbild der Pariser *École Polytechnique* 1825 das Polytechnikum gegründet und damit die erste technische Hochschule Deutschlands überhaupt. Württemberg zog 1829 mit der Eröffnung einer vergleichbaren Einrichtung, der Vereinigten Real- und Gewerbeschule in Stuttgart, nach. Exemplarisch kann auf das Wirken Ferdinand Redtenbachers (1809-1863), seit 1843 Lehrstuhlinhaber für Mechanik und Maschinenlehre am Karlsruher Polytechnikum, verwiesen werden. Redtenbacher gewann durch seine Lehrtätigkeit geradezu eine Schlüsselfunktion bei der wissenschaftlichen Grundlegung des Maschinenbaus und bildete sowohl Emil Kessler als auch Carl Benz aus.

Bemerkenswerterweise legte Baden zu dieser Zeit nicht nur Wert auf die Ausbildung einer technischen Elite, sondern auch auf eine theoretische Unterweisung der Handwerkerschaft während der Ausbildungsphase. Zu diesem Zweck wurden bereits 1834 in kommunaler Trägerschaft Gewerbeschulen mit Besuchspflicht für Lehrlinge eingerichtet – eine Pionierleistung auf dem Feld des Berufsschulwesens.

Ebenso wie der Ausbau des technischen Bildungswesens ist auch die Rektifikation des Oberrheins, geplant vom badischen Oberlandesingenieur Johann Gottfried Tulla (1770-1828), der Vorbereitungsphase der Industriellen Revolution zuzurechnen. Ziel des wohl bedeutendsten Landesmeliorations- und Wirtschaftsprogramms in der deutschen Geschichte war es, den Rhein in ein 200-250 Meter breites, möglichst geradliniges und gesichertes Bett zu verlagern, wodurch in erster Linie Boden melioriert, Kulturland gewonnen und Krankheiten wie Malaria, Ruhr und Typhus bekämpft werden sollten. Das gewaltige Unternehmen verwirklichte Baden in Kooperation mit den linksrheinischen Nachbarstaaten, ab 1817 (sechs Durchstiche im Gebiet nördlich von Karlsruhe) im badisch-bayerischen, ab 1840 im badisch-französischen Flussabschnitt. Technisch wurden die Rodungs-, Erd-, Ufersicherungs- und Deicharbeiten noch weitgehend von Hand ausgeführt, z. B. waren bei Karlsruhe-Eggenstein 1817/18 täglich 3.000 Arbeiter im Einsatz. 1876 (Abschluss der Oberrheinkorrektion bei Istein) verlief der Rhein schließlich in der zwischen den Anrainerstaaten vereinbarten Strombahn. Die Rheinbegradigung, die die Strecke zwischen Basel und Worms von 353 auf 272 Flusskilometer verkürzte, erwies sich über ihren ursprünglichen Zweck hinaus als unerlässliche Voraussetzung für die Erweiterung der Großschifffahrt. Die Schiffbarkeit des Oberrheins zwischen Mannheim und Straßburg für die Großschifffahrt wurde schließlich durch die Niederwasserregulierung (1907-1913) nach Plänen von Max Honsell sichergestellt. Weiter ermöglichte die Neuordnung der Flussverläufe von Rhein und Neckar in Mannheim die Anlage des Städtischen Industriefens (1897-1907), für den eine abgeschnittene Altrheinschlinge genutzt wurde.

Zeitgleich mit dem Beginn der Rheinbegradigung schuf Karl Friedrich Freiherr Drais von Sauerbronn (1785-1851) eine Schlüsselinnovation auf dem Weg zur individuellen Mobilität – die „Draisine“, den gemeinsamen Vorläufer des Fahrrads, des Motorrads und des Autos. In einer Zeit extrem hoher Getreidepreise (europaweite Missernten nach Ausbruch des Vulkans Tambora 1815) und damit auch extrem hoher Pferdehaltungskosten konzipierte der badische Forstmeister

nach Experimenten mit vierrädrigen Fahrzeugen 1817 eine hölzerne Laufmaschine mit Lenkstange, gefedertem Sitz, dosierbarer Klotzbremse, Ständer und einem Gewicht von ca. 20 kg. Drais wurde für seine Erfindung von Großherzog Karl 1818 zum Professor für Mechanik ernannt und seine Erfindung fand entgegen der älteren Forschungsmeinung recht weite Verbreitung, nicht zuletzt in Großbritannien (1819 Draisinen-Rennen in Ipswich) und den USA.

An der Frühphase der Industrialisierung in Deutschland war der Südwesten mehr reagierend als agierend beteiligt und fand – insbesondere Württemberg – nur verspätet Anschluss an die allgemeine technische Entwicklung: „Wir sind“ – konstatierte der Nationalökonom Moritz Mohl 1828 – „in den wichtigsten Partien der industriellen Mechanik um 20 bis 30 Jahre zurück ...“ Als Leitsektor der Industrialisierung wirkte in Baden und noch mehr in Württemberg zunächst die Textilindustrie, in der 1850 mehr als die Hälfte der Arbeiter Badens und Württembergs beschäftigt war. Zum zweiten Vorreiter der Industrialisierung Südwestdeutschlands wurde die Papiererzeugung, während das Eisenbahnwesen seine wirtschaftlich-technischen Rückwärts- und Vorwärtskopplungseffekte erst ab 1840/1846 zur Entfaltung brachte. Auffällig ist auch, dass noch bis zum Ende des 19. Jahrhunderts sowohl in Baden als auch in Württemberg in Abweichung vom Reichsdurchschnitt mehr Wasser- als Dampfkraft eingesetzt wurde. 1861 gewann z. B. Württemberg insgesamt 37.443 PS Antriebsenergie aus Wasserkraft und nur 2.654 PS aus insgesamt 236 Dampfmaschinen.

Im Bereich der Textilwirtschaft fand seit Beginn des 19. Jahrhunderts die maschinelle Produktion Eingang. Technischen Neuerungen aufgeschlossen war vor allem das Baumwollgewerbe, das der traditionellen Leinenweberei zunehmend den Rang ablief. 1809 nahm unter der Regie des Schweizer Johann Georg Bodmer die erste mechanische Baumwollspinnerei Badens im säkularisierten Kloster St. Blasien den Betrieb auf, der dort eingesetzte Spinnmaschinen-Typ stellte eine Kopie einer verbesserten Version der englischen Mule-Jenny dar. 1810 wurde durch Carl Bockshammer die erste wassergetriebene mechanische Baumwollspinnerei Württembergs in Stuttgart-Berg gegründet. Die dort genutzte Spinnmaschine war entgegen strengen Ausfuhrverboten und an der französischen Kontinentalsperre vorbei aus England eingeschmuggelt worden. 1812/13 erbaute auch Karl Ludwig von Hartmann (1766-1852) eine mit Wasserkraft angetriebene Maschinenspinnerei in Heidenheim, 1829/30 eine zweite Spinnerei im säkularisierten Kloster Herbrechtlingen. Beide Spinnereien zusammen betrieben 1844 insgesamt bereits 6.000 Spindeln. Mit einer Verzögerung einem Jahrzehnt ergriff die Mechanisierung dann auch die Baumwollweberei. Wieder in Heidenheim gründete der Kaufmann Gottlieb Meerbold (1796-1871) 1822 eine mechanische Kattunweberei, in der 120 im Hüttenwerk Wasseralfingen nach englischem Vorbild gebaute Webstühle Aufstellung fanden. Als Energie nutzte die Heidenheimer Weberei Wasserkraft, doch setzte Meerbold ab 1838 für seine 1834 gegründete Kattundruckerei bereits zwei Dampfmaschinen ein. 1835 gründete der Baseler Unternehmer Wilhelm Geigy-Lichtenhahn in Steinen im badischen Wiesental eine Textilfabrik mit 7 392 Spindeln und 40 mechanischen Webstühlen, ein weiteres Unternehmen entstand 1835 in Hagen. Ganz neue Maßstäbe setzte dann Franz Anton Buhl 1836 mit der Spinnerei und Weberei Ettlingen. Bei dieser Aktiengesellschaft handelte es sich bereits um ein vertikales Großunternehmen, in dem 1844 1.150 Arbeiter und Arbeiterinnen an 26.000 Spindeln und knapp 800 Webstühlen arbeiteten. Im Gegensatz zu manch anderem Traditionsbetrieb verpasste auch der auf das Jahr 1760 zurückgehende Baumwollverarbeiter Kolb und Schüle in Kirchheim/Teck den Anschluss an die neue Zeit nicht, sondern erweiterte seine Produk-



tion durch technische Neuerung (Modernisierung der Webstühle in den 1830er Jahren, Einsatz von Dampfmaschinen ab 1848, Einsatz des mittels Lochstreifen „programmierbaren“ Jacquard-Webstuhls zur Herstellung gemusterter Stoffe) und stieg zum Großbetrieb mit 750 Arbeitern (1852) auf. Stets auf dem neuesten Stand der Technik war auch die 1856 als Aktiengesellschaften gegründeten Firmen Württembergische Cattun-Manufaktur/Heidenheim (Hauptaktionäre Robert Meebold und Hermann Rothschild) und die Baumwollspinnerei und -weberei Esslingen, die mit 22.000 Spindeln und 450 Webstühlen das größte württembergische Unternehmen seiner Branche darstellte.

Nach der Reichsgründung wurde die Stuttgarter Firma Bleyle, die 1889 von Wilhelm Bleyle (1850-1915) gegründet worden war, zum größten Strickwarenhersteller Europas. Im Unterschied zu anderen Strickwarenherstellern ließ Bleyle die Kleidungsstücke nicht am Stück stricken, sondern mittels Strickmaschinen große Bahnen vorproduzieren, aus denen anschließend die benötigten Teile zugeschnitten und zusammengenäht wurden. Wohl das bekannteste Produkt des Unternehmens waren gestrickte Matrosenanzüge für Knaben, die im Zeitalter der Flottenbegeisterung auf große Nachfrage stießen.

Neue Akzente in der Textilindustrie konnte auch die Firma Schiesser/Radolfzell (gegr. 1876) setzen. Aufbauend auf eine Reihe von Patenten auf Materialien und Herstellungsverfahren entwickelte sich Schiesser nach seiner Gründung rasch zum Marktführer für Tages- und Nachtwäsche für Männer, Frauen und Kinder. Die Firma produzierte seit Ende des Jahrhunderts mit mehr als 120 elektrischen Rundstühlen und 700 Nähmaschinen. Auf der Pariser Weltausstellung 1901 erhielt Schiesser den „Grand Prix“ für mehrere Patente, unter anderem für eine „Abhärtungswäsche“ aus Leinen.

Als Beispiel für den Bau moderner Textilmaschinen können Stücklen & Terrot (gegr. 1862) in Cannstatt (Herstellung von Rundwirkmaschinen, den so genannten „Französischen Rundstühlen“) sowie die auf das Jahr 1860 zurückgehende Nähmaschinenfabrik Haid & Neu in Karlsruhe gelten.

Im Bereich der Papierproduktion vollzog sich der Übergang zu industriellen Fertigungsmethoden wesentlich rascher als in der Textilindustrie. Zunächst wurde die Handpapierherstellung, die auf dem technischen Prinzip des Schöpfens basierte, aufgegeben. Stattdessen kamen Langsiebpapiermaschinen zum Einsatz, bei denen der Halbstoff kontinuierlich auf ein über Walzen laufendes Sieb gegossen wurde. Die frühesten Beispiele für die Aufstellung dieser sehr effizienten Endlospapiermaschinen bieten die Rauchsche Papierfabrik Heilbronn, in der seit 1824 eine Papiermaschine der Firma Bryan Donkin & Co./Bermondsey im Einsatz war, die Buhlsche Papiermühle Ettlingen mit einer Papiermaschine der Firma Risler frères & Dixon/Cernay (1828), die Papierfabrik Gustav Schaeuffelen in Heilbronn (1829) sowie Rau & Voelter in Heidenheim (1831). Bei den Papiermaschinen der beiden letztgenannten Firmen handelte es sich nicht mehr um ausländische Produkte, sondern bereits um deutsche Papiermaschinen, die von dem aus Heilbronn stammenden Mechaniker und Maschinenbauer Johann Jakob Widmann bzw. von Widmann und dem Heidenheimer Johann Matthäus Voith konstruiert worden waren. Die schmale Rohstoffbasis der Papierfabrikation – Hadern – stellte der Heidenheimer Papierfabrikant Heinrich Voelter noch vor der Jahrhundertmitte auf eine breite Grundlage. Er entwickelte das von dem sächsischen Weber Friedrich Gottlob Keller erfundene Holzschliffverfahren (Verfahren, Holz unter reichlicher Wasserzugabe durch einen Schleifstein zu zerfasern und den Faserbrei als Hadern-Ersatzstoff zu nutzen) weiter, wofür ihm 1847 auf der Münchner Industrieausstellung die große Gedenkmünze und im selben Jahr durch König Wilhelm I. von Württemberg die Medaille für Kunst und Wissenschaft

zugesprochen wurde. In der Folgezeit gelang es Voelter in Zusammenarbeit mit dem Mechaniker Johann Matthäus Voith industrietaugliche Maschinen zur Herstellung von Holzschliff zu konstruieren. Eine weitere Verfahrensverbesserung erbrachte die durch Voith und Voelter gemachte Erfindung des Raffineurs (1859), mit dessen Hilfe sich der Holz-Grobstoff weiter verfeinern ließ. In den 1870er Jahren hatte sich Holz schließlich als Hauptrohstoff für die Papierherstellung durchgesetzt. Allein in Baden entstanden demzufolge zwischen 1879 und 1886 acht Zellulosefabriken, unter denen die 1884 gegründete Zellstoff-Fabrik Waldhof die größte Europas werden sollte.

Dem Eisenbahnbau verhalf in Baden der Staatsrat Karl Friedrich Nebenius zum Durchbruch, denn erst auf Empfehlung Nebenius' beschloss der badische Landtag im März 1838 den Aufbau eines badischen Eisenbahnnetzes. Als erster Abschnitt der Hauptbahn wurde am 12.9.1840 die Strecke Mannheim-Heidelberg in Betrieb genommen, von Heidelberg aus wurde 1843 Karlsruhe, 1844 Offenburg und 1845 Freiburg erreicht. Nachdem 1848 das einzige größere natürliche Hindernis in der Oberrheinebene, der Isteiner Klotz nördlich von Efringen-Kirchen, durch zwei Tunnels und eine kurvenreiche Trassenführung überwunden worden war, kam die badische Hauptbahn 1855 in Basel und 1863 in Konstanz an. Zur besseren Koordination des im Aufbau begriffenen Eisenbahnwesens konstruierte der Karlsruher Physiker Wilhelm Eisenlohr einen Nachbau des Wheatstoneschen Telegraphen, der erstmals 1847 auf der Strecke Karlsruhe-Durlach zum Einsatz kam und sich glänzend bewährte. Zuständig für das Hochbauwesen der badischen Eisenbahn wurde der Weinbrenner-Schüler Friedrich Eisenlohr, der unter anderem die ersten Bahnhöfe von Heidelberg, Mannheim, Bruchsal, Karlsruhe, Baden-Baden und Freiburg erbaute.

In Württemberg hatte die Regierung 1836 durch Oberbaurat von Bühler und Generalmajor von Seeger Pläne für ein württembergisches Hauptbahnnetz, das Stuttgart/Cannstatt mit Heilbronn, der westlichen Landesgrenze, Ulm und Friedrichshafen verbinden sollte. Doch erst 1844 wurde mit dem Bau der Zentralbahn begonnen, deren erste Teilstrecke (Cannstatt-Untertürkheim) am 22.10.1845 eröffnet wurde. Schwierig gestaltete sich beim Bau der Zentralbahn die Verbindung zwischen Stuttgart und Cannstatt, für die in zweijähriger Arbeit (1844/46) zunächst unter der Mittelachse des Schlosses Rosenstein der erste Eisenbahntunnel Württembergs angelegt und anschließend der Neckar mittels der 200 Meter langen Rosensteinbrücke überspannt werden musste. Zeitgenossen galt das Ensemble von Tunnel und Brücke schlichtweg als technisches Wunderwerk.

Zu Wasser begann das Dampfzeitalter auf dem Gebiet des heutigen Bundeslandes Baden-Württemberg im Jahr 1818 und auf dem Bodensee. Eigner des ersten Dampfschiffes war der Konstanzer Spinnereibesitzer Johann Caspar Bodmer. Freilich fiel sein Schiff, die „Stephanie“, schon auf der Jungfernfahrt nach Meersburg mit Maschinenschaden aus und galt im Volksmund fortan als „Steh-Fahr-nie“. Das Zeitalter der Dampfschiffahrt auf dem Bodensee begann damit recht eigentlich erst 1824, als das auf Anregung des Tübinger Verlegers Johann Friedrich v. Cotta vom württembergische Staat 1823/24 erbaute Dampfboot „Wilhelm“ den regelmäßigen Fahrbetrieb zwischen Friedrichshafen und Rorschach übernahm. Das noch ganz aus Eichenholz gefertigte Schiff wies eine Länge von 30,6 Metern auf und hatte eine Wasserverdrängung von 90 Tonnen. Das erste eiserne Dampfschiff auf dem Bodensee ging 1837 auf Jungfernfahrt und wurde im Auftrag der Dampfboot AG Lindau auf der Verbindung Lindau-Rorschach-Konstanz eingesetzt.

Auf den großen, schwer zu befahrenden Flüssen Badens und Württembergs setzte die Dampfschiffahrt später als auf dem Bodensee ein. Seit 1831/33 verkehrten regelmäßig Dampfschiffe zwischen dem badischen Schröck (ab 1833: Leopoldshafen) und Mainz bzw. Köln, und 1842 wurde in Mannheim die erste Dampfschleppgesellschaft gegründet. Auf dem Neckar zeigten sich die ersten Dampfschiffe nicht vor 1841, zudem wurde auf dem Fluss die Dampfschiffahrt erst seit 1878 – mit dem Einsetzen der Kettenschiffahrt - konkurrenzfähig. Zwischen Mannheim und Heilbronn wurde eine 115 km lange Kette im Fluss verlegt, an der sich die Dampfkettenschlepper (sog. „Neckaresel“) mit angehängten Kähnen flussaufwärts zogen. Eine Dampfmaschine hob hierbei die Kette aus dem Wasser und diese lief über das Deck des Dampfers, um dann am Heck wieder im Strom zu versinken.

Die ersten badischen und württembergischen Lokomotiven waren noch aus England bzw. den USA importiert worden. Doch schon 1841 baute die in Karlsruhe angesiedelte Maschinenfabrik Emil Kessler die erste süddeutsche Lokomotive (die „Badenia“), was als wirkliche Geburtsstunde des Maschinenbaus im Südwesten gelten kann. Kesslers Karlsruher Maschinenfabrik verfügte über eine eigene Gießerei, arbeitete mit Dampfmaschinen und hatte bis 1847 schon die stolze Zahl von 108 Lokomotiven produziert. 1846 gründete Kessler auf Einladung und mit bedeutsamer Unterstützung des Königreichs Württemberg auch in Esslingen eine Lokomotiv- und Wagonfabrik. Die Maschinenfabrik Esslingen (ME) spielte eine herausragende Rolle bei der Industrialisierung Württembergs und stellte bis zum Tode Kesslers im Jahr 1865 insgesamt 800 Lokomotiven her, darunter auch die im Ausland begehrten Alb-Loks, die eigens zur Überwindung der Geislinger Steige konzipiert worden waren. Ein Produkt der ME tut sogar noch heute ihren Dienst: die zwischen den Haltestellen Südheimer Platz (Talstation) und Waldfriedhof verkehrende Standseilbahn Stuttgart (gebaut 1928/29).

Die von Kessler gegründeten Maschinenfabriken waren die mit Abstand bedeutendsten Maschinenbauenden und Metall verarbeitenden Unternehmen in Baden und Württemberg. Zu erwähnen wären aber noch einige weitere Betriebe, die den seit der Mitte des 19. Jahrhunderts ständig wachsenden Bedarf an Kraft- und Arbeitsmaschinen zu decken versuchten. Der bedeutendste Dampfmaschinenhersteller in Baden und Württemberg wurde die Firma Gotthilf Kuhn, Maschinen- und Kesselfabrik, Eisen- & Gelbgießerei, in Stuttgart/Berg. Seine Blütezeit erlebte das 1852 gegründete Werk nach der Reichsgründung, bis 1894 hatte Kuhn insgesamt um die 2.350 Dampfmaschinen und 2 150 Dampfkessel hergestellt, darunter auch höchst innovative Dampfbrauerei-Anlagen. In Mannheim produzierte Heinrich Lanz (1838-1905) für die Landwirtschaft ab 1879 Dampfdreschmaschinen und Lokomobile (bis 1907 insgesamt 20.000). Hierdurch stieg Lanz bis zum Ende des 19. Jahrhunderts zum bedeutendsten Landmaschinenhersteller Europas auf, der auch auf den Weltausstellungen in Paris (1900) und Brüssel (1910) durch Lokomobile mit bisher unerreichten Leistungen (460 bzw. 1.000 PS) großes Aufsehen erregte. Friedrich Voith (1840-1913) baute in seiner Heidenheimer Maschinenfabrik 1873 die erste brauchbare Francisturbine, seit 1881 aber auch komplette Papiermaschinen und erwarb sich bald als Hersteller von Turbinen und Papiermaschinen einen gleichermaßen hervorragenden Ruf. Weitere Maschinenfabriken mit klangvollen Namen entwickelten sich aus kleinen handwerklich-mechanischen Werkstätten, die im Umkreis von Betrieben mit Maschineneinsatz entstanden waren: so etwa Boehring in Göppingen (gegr. 1844) oder Vögele in Mannheim (gegr. 1836).

Zukunftsträchtige Betriebe bildeten sich weiter im Bereich der Fabrikation von Metallkurzwaren heraus. Zu nennen ist vor allem die 1819 gegründete Fabrik von Carl Deffner in Esslingen, die in Deutschland moderne Verfahren der Oberflächenveredelung von Metallen und der Verformung von Blechen (Walzen, Drücken, Ziehen) einführte und sich bis zur Jahrhundertmitte zu einem Großbetrieb entwickelte, der seine Qualitätsprodukte zu über 42% ins Ausland verkaufte.

Württemberg wurde aber auch zu einem wichtigen Spielzeugproduzenten, v. a. zur Heimat des Blechspielzeugs. Zu einem der bedeutendsten Blechspielzeughersteller des 19. Jahrhunderts überhaupt wuchs die Kinderspielwarenfabrik Rock & Graner in Biberach heran („Biberacher Blechspielzeug“), deren Waren 1851 auf der Londoner Weltausstellung Begeisterung hervorriefen. 1891 produzierten die Gebrüder Märklin für die Leipziger Frühjahrsmesse erstmals eine Uhrwerkbahn mit Schienenanlage in Form einer Acht, womit der Grundstein für den Welterfolg der Märklin-Eisenbahnen gelegt war. Die Firma Margareta Steiff in Giengen an der Brenz machte erstmals 1879 durch einen Filz-Spielzeugelefanten auf sich aufmerksam, da sich dieses Spielzeugtier als viel strapazierfähig und weicher als vergleichbare Produkte anderer Hersteller erwies. 1902 entwickelte Steiffs „Filz-Spielwarenfabrik“ dann das zukünftige Top-Produkt des Unternehmens, den Teddybären 55 PB. Nach anfänglichen Misserfolgen wurden 1903 auf der Leipziger Spielwarenmesse 3.000 Exemplare dieser Bären verkauft und 1907 wurden schon knapp eine Million Bären für das In- und Ausland gefertigt. Produktionsstätte der Teddybären war bemerkenswerterweise seit 1903 ein hochmodernes Fabrikgebäude in revolutionär wirkender Glasbauweise, das den Beschäftigten sehr gute Arbeitsbedingungen bot.

## 6. Die zweite industrielle Revolution

Die „zweite industrielle Revolution“, die mit den 80er Jahren des 19. Jahrhunderts einsetzte, bedeutete einen Staffelwechsel zugunsten neuer Leitbranchen – der Elektrotechnik, der Großchemie und des Maschinenbaus. Im Gegensatz zur ersten Industrialisierungsphase in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts hielt der deutsche Südwesten dieses Mal von Anfang an den Anschluss an die technische Entwicklung, ja er wirkte sogar Maßstäbe setzend mit. Auf diese Weise entwickelten sich Baden und Württemberg bis 1914 zu führenden Industrieregionen Europas.

In Württemberg und noch mehr in Baden gewann der elektrische Strom, die „weiße Kohle“, eine zentrale Bedeutung, da mit Hilfe der Elektrifizierung die Rohstoffarmut und der Nachteil der dezentralen Gewerbe- und Industriestruktur der Länder ausgeglichen werden konnte. In Stuttgart entstand 1882 die erste deutsche Blockstation zur Belieferung elektrischer Beleuchtungsanlagen, schon 1883 wurde das Hoftheater elektrisch erleuchtet und 1895 wurden das erste E-Werk und eine elektrische Straßenbahn in Betrieb genommen. Vergleichbare Pionierleistungen konnte das badische Mannheim vorweisen, wo seit 1881 (und damit im selben Jahr wie in Berlin) ein Ortsfernsprechnet aufgebaut wurde und 1885 drei private Blockstationen zur Stromerzeugung bereitstanden.

Dass der deutsche Südwesten auf dem Gebiet der Elektrizität zu Pionierleistungen fähig war, wurde 1891 europaweit buchstäblich sichtbar: Während der Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt a. M. erfolgte zwischen Lauffen am Neckar und Frankfurt am Main, d. h.

über eine Distanz von 175 Kilometern, erstmals die leistungsstarke Fernübertragung von Strom. Hierbei wurde Strom durch eine Wasserturbinenanlage des Württembergischen Portland-Cement-Werks Lauffen erzeugt und über eine von der AEG und der schweizerischen Maschinenfabrik Oerlikon erbauten Hochspannungsleitung bei einem Energieverlust von nur 25% als hochgespannter Drehstrom mit 15.000 Volt nach Frankfurt übertragen. Am 25.8.1891 erstrahlten in Frankfurt 1.060 Glühlampen als Schriftzug „Kraftübertragung Lauffen-Frankfurt“, und ein Drehstrommotor mit 100 PS ermöglichte den Betrieb eines haushohen Wasserfalls. Das Kraftwerk Lauffen übernahm nach diesem erfolgreichen Feldversuch die Stromversorgung der nahen Oberamtsstadt Heilbronn, das damit zur ersten Stadt der Welt mit einem öffentlichen Drehstrom-Netz wurde.

Mit der Wechselstromübertragung von Lauffen nach Frankfurt hatte die Geburtsstunde des modernen Kraftwerks als Stromfabrik geschlagen. 1898 wurde in Rheinfelden das erste große Laufwasserkraftwerk in Europa nach vierjähriger Bauzeit vollendet, konzessioniert durch das Großherzogtum Baden und den Kanton Aargau. Das Kraftwerk bestand im Wesentlichen aus einem den Fluss querenden Damm, der das Wasser in einen Uferkanal drängte, und einem am Ufer stehenden 150 Meter langen Maschinenhaus, in dem 20 Turbinenpaare mit einer Gesamtleistung von 12.000 kW arbeiteten.

Ähnlich wie Rheinfelden war das 1907 bis 1912 erstellte Kraftwerk Augst-Wyhlen konzipiert, wohingegen beim Bau des Kraftwerks Laufenburg (1909-1914) architektonisch und flussbaulich Neuland beschritten wurde, da Wehr und Maschinenbau quer zum Fluss standen. Laufenburg wurde mit einer Leistung von 40.000 kW nicht nur das leistungsstärkste Kraftwerk seiner Zeit, sondern auch zum Vorbild für alle modernen Laufwasserkraftwerke. Der Anlage in Laufenburg folgte im Verlauf des nächsten halben Jahrhunderts der Bau einer ganzen Reihe weiterer Kraftwerke am Hochrhein, namentlich Eglisau (1914-19), Ryburg-Schwörstadt (1928-31), Albruck-Dogern (1929-34), Reckingen (1939-1948), Birsfelden (1950-54), Rheinau (1951-56), Schaffhausen (1960-63) und Säckingen (1961-66). Der im Wasserkraftwerk Wyhlen erzeugte Strom erlaubte dem Großherzogtum Baden eine weitere technische Großtat. 1913 wurden die Wiesentalbahn (zwischen Zell im Wiesental und Basel) und die Wehratalbahn (zwischen Schopfheim und Säckingen) als erste Bahnstrecken Deutschlands vollständig elektrifiziert und seither mit Elektroloks des Typs A 1 (Maffei/Siemens/Schuckert-Werke) und kurz darauf auch A 2 (Hersteller wie A 1) und A 3 (Maschinenfabrik Karlsruhe/BBC) befahren.

Ein auf dem Feld der Elektrotechnik tätiger Großbetrieb wuchs mit der Schweizer Firma Brown, Boveri & Co. heran, die sich 1898 in Mannheim ansiedelte. BBC baute in Mannheim das erste Kraftwerk (1899/1900) und im Jahr 1900 in Zusammenarbeit mit Siemens die Wagen für die Mannheimer „Elektrische“ (1900). Nachdem BBC ab 1904 bereits entscheidende Erfolge im Turbinenbau erzielt hatte, gelang es dem bei BBC tätigen Elektroingenieur Ludwig Roebel 1912 den nach ihm benannten Wicklungsstab („Roebelstab“) zu entwickeln, der den Bau von Generatoren und großen Elektromotoren revolutionierte. Auf der Basis dieser technischen Fortschritte lieferte BBC 1914 für das Kraftwerk Elverlingsen die größte Turbine der Welt mit einer Generatorleistung von 20.000 kW. Weltweit bekannt für ihren Turbinenbau war auch die Firma Voith in Heidenheim. So erhielt Voith Siemens Hydro 1903 den Auftrag, für das Niagara-Kraftwerk in Hamilton/Kanada zwölf je 12.000 PS leistende Francis-Zwillingsturbines für die Stromerzeugung zu liefern.

Absolut bahnbrechend wirkte die südwestdeutsche Industrie gegen Ende des 19. Jahrhunderts durch die von ihr ausgehende Motorisierung des Individualverkehrs. Gottlieb Daimler (1834-1900) und Wilhelm Maybach (1846-1929), die beide zuvor für die Gasmotorenfabrik Deutz gearbeitet hatten, machten in ihrer Cannstatter Versuchswerkstätte den von Nikolaus August Otto entwickelten Gasmotor für die Verwendung von flüssigen Kraftstoffen, insbesondere von Benzin, verwendbar. Im Jahr 1885 patentierte Daimler seinen nur 92 kg schweren, stehenden Einzylinder-Viertaktmotor (600 U/min), die so genannte „Standuhr“. Als erster Versuchsträger für diesen Verbrennungsmotor diente Daimler und Maybach 1885 ein so genannter „Reitwagen“, ausgerüstet mit zweiseitigen Stützrädern und einem luftgekühlten stehenden Ein-Zylinder-Motor. Damit hatten Daimler und Maybach das erste Fahrzeug mit Benzinmotor bzw. das erste Motorrad konstruiert. 1886 wurden in gleicher Weise eine vierrädrige Kutsche und ein Boot motorisiert, 1887 eine (Schienen-) Draisine und 1888 ein Luftschiff. 1889 präsentierten Daimler und Maybach auf der Pariser Weltausstellung ihr erstes Komplett-Automobil, den „Stahlradwagen“ (ausgestattet mit dem ersten Zahnrad-Wechselgetriebe der Welt) und 1896 den weltweit ersten LKW (2 Zylinder, 5,6 PS, Höchstgeschwindigkeit 12 km/h, Nutzlast 1 250 kg). Vier Jahre später baute die „Daimler-Motoren-Gesellschaft“ (DMG) für Emil Jellinek den ersten „Mercedes“ (benannt nach Jellineks Tochter mit dem Kosenamen Mercedes). Mit diesem „Mercedes 35 PS“ löste sich die Automobilkonstruktion endgültig von der Kutsche. Indizien hierfür waren die gleich großen Räder an Vorder- und Hinterachse, der lange Radstand, der niedrige Schwerpunkt und der Pressstahlrahmen des Mercedes.

Der gebürtige Karlsruher Carl Benz (1844-1929) gründete 1883 in Mannheim die Benz & Cie - Rheinische Gasmotoren-Fabrik. Im Unterschied zu Daimler war es von Anfang an Benz' Hauptziel, einen Kraftwagen zu schaffen, bei dem Motor, Fahrgestell und Antrieb exakt aufeinander abgestimmt waren. Am 29.1.1886 konnte Benz einen „Motorwagen mit Gasbetrieb durch Petroleum, Benzin, Naphta etc.“ beim Reichspatentamt als seine Erfindung anmelden. Der Benzsche Patent-Motorwagen verfügte über einen Einzylinder-Viertakt-Benzinmotor mit einem Gesamthubraum von 954 cm<sup>3</sup>, der bei 400 Umdrehungen 0,75 PS entwickelte und das dreirädrige Fahrzeug eine Geschwindigkeit von bis zu 18 km/h verlieh. Auf der Weltausstellung von Chicago (1893) stellte Benz das erste Serienmobil der Welt vor, das vierrädrige „Velociped“ (1,5 PS, Höchstgeschwindigkeit 20 km/h), von dem zwischen 1894 und 1901 insgesamt 1.200 Stück verkauft wurden. Schon 1911 gelang Benz & Cie dann der erfolgreiche Angriff auf die magische 200 km/h-Grenze. Der „Blitzen-Benz“, ein Rennwagen mit 21.504 cm<sup>3</sup> und 200 PS, erzielte auf dem Ormond-Beach nahe Daytona eine Geschwindigkeit von 228 km/h und war damit schneller als jede Eisenbahn und jedes Flugzeug der damaligen Zeit.

NSU (gegr. 1873 in Riedlingen, 1880 Verlegung nach Neckarsulm) produzierte ab 1886 Fahrräder, ab 1901 Motorräder und ab 1906 auch Autos („Neckarsulmer Motorwagen“). Mit seinen Motorrädern wurde NSU rasch deutscher Marktführer, zumal ein NSU-Motorrad 1909 mit 124 km/h einen Geschwindigkeitsweltrekord aufstellte.

Eine wesentliche Innovationen für die noch junge Kraftfahrzeugindustrie brachte 1897 Robert Boschs (1861-1942) Stuttgarter Werkstätte für Feinmechanik und Elektrotechnik auf den Markt. Bosch gelang es, einen Magnetzündapparat an die hoch drehenden Kraftfahrzeugmotoren zu adaptieren, womit eines der größten Probleme der damaligen Automobiltechnik gelöst war. Mit der Entwicklung von Hochspannungsmagnetzündern für Benzinmotoren und den an die Daimler-

Motoren-Gesellschaft gelieferten Zündkerzen (1902) legte Bosch schließlich die Grundlagen für den Aufstieg seiner Firma zum Weltkonzern.

Bereits Daimler hatte 1888 die Gondel eines Gasballons mit einem Benzinmotor ausgestattet und damit ein Luftschiff konstruiert. Das erste starre und lenkbare Luftschiff erbaute zwölf Jahre später Graf Ferdinand von Zeppelin (1838-1917). Zeppelins LZ 1 wurde in einer schwimmenden Montagehalle auf dem Bodensee in der Bucht bei Manzell angefertigt, der Erstflug erfolgte am 2.7.1900. Das mit insgesamt 28,4 PS motorisierte Luftschiff wies ein starres 128 m langes Gerippe aus Leichtmetall, mit der eine Führer-Gondel fest verbunden war, und voneinander unabhängige Gaszellen mit 11.300 m<sup>3</sup> Wasserstoff auf.

Bis 1914 ließ Zeppelin (1908 Gründung der Luftschiffbau Zeppelin GmbH und 1909 – unter Beteiligung von Wilhelm Maybach – der Luftfahrzeuge-Motorenbau GmbH in Friedrichshafen) 21 Zeppelin-Luftschiffe bauen. Die solcherart um Friedrichshafen ins Leben gerufene Luftfahrtindustrie bildete wie die Autoindustrie die Anstoß- und Trägerindustrie für weitere Industrierwerke, so für die Rheinfeldener Fabrik der Aluminiumindustrie AG Neuhausen (1898), die erstmals in Deutschland größere Mengen Aluminium herstellte, weiter für die Aluminiumwalzwerke Wutöschingen und Singen 1910/1912 und für die Zahnradfabrik Friedrichshafen (1915). Wie die Zeppelin GmbH stellte zwischen 1909 und 1918 auch Schütte-Lanz in Brühl bei Mannheim Luftschiffe her, allerdings ausschließlich für militärische Zwecke. Das Charakteristikum der insgesamt 22 Schütte-Lanz-Luftschiffe bildete deren Holzgerippe, während bei Zeppelins Luftschiffen stets Aluminium als Material für Ringe und Längsträger verwendet wurde.

Die moderne chemische Großindustrie Südwestdeutschlands entwickelte sich im Mannheimer Raum, der auch in der Folgezeit ihr bevorzugter Standort blieb. Zu nennen sind die Vereinigung Chemischer Fabriken (gegr. 1869; Anilinherstellung), die Chemische Fabrik Rheinau (gegr. 1872; Sodafabrikation), C. F. Boehringer & Söhne (gegr. 1872; Chininherstellung; 1902 erste chemische Coffein-Synthese; 1906 Entwicklung der ersten intravenösen Darreichungsform von Strophanthin) und die 1873 gegründete Rheinische Hartgummifabrik. Die Rheinische Hartgummifabrik wurde zum ersten und bedeutendsten Celluloidhersteller Deutschlands und nannte sich deshalb 1885 in Rheinische Gummi- und Celluloidfabrik um. Weltberühmt wurde die Firma seit 1896 durch die Produktion der bruchfesten, abwaschbaren und farbechten Schildkröt-Puppen, die aus Celluloid im Pressblasverfahren gefertigt wurden.

Zum industriellen Aufschwung Badens und Württemberg trug nicht zuletzt die neuartige Lebensmittelindustrie bei. Die maschinelle Erzeugung von Nudeln erfolgte bei Birkel (gegr. 1896 in Schorndorf; ab 1909 Standort Endersbach) und bei der Ersten Badischen Dampfteigwarenfabrik in Weinheim (gegr. 1884, ab 1900 mit den Markennudeln „3 Glocken“). Instant-Produkte lieferte die Firma C.H. Knorr, die 1875 die Produktion von Suppenpräparaten aus Hülsenfrüchten, Gemüse und Gewürzen und ab 1889 die der Erbswurst aufnahm. Der Schweizer Michael Johannes Julius Maggi eröffnete 1887 in Singen eine deutsche Maggi-Niederlassung, die ab 1899 Maggis Suppenwürze, dann auch Suppen- und Soßen-Würfel und seit 1908 den legendären Fleischbrühwürfel produzierte.

Das Brauwesen erlebte in den 1880er Jahren durch die Einführung der von Carl von Linde erfundenen Ammoniak-Kompressionskältemaschine und der Dampfbrau-Anlagen ebenfalls eine technische Revolution, die um ein Vielfaches gesteigerte Produktionsraten ermöglichte. Größter Brau-

ereistandort Badens wurde Karlsruhe (Seldeneck, Sinner, Hoepfner, Printz, Schrempp), allerdings machte im Großherzogtum auch die Fürstenberg-Brauerei/Donaueschingen von sich reden, da Kaiser Wilhelm II. das von ihr im Jahr 1900 kreierte erste deutsche Pilsener Bier („Fürstenberg-Bräu“) zum „Tafelgetränk seiner Majestät“ erhob. In Württemberg bediente sich die Brauerei Dinkelacker/Stuttgart ab 1891 mit der Auslieferung des Biers durch Lkws neuester Technik, während Schwabenbräu/Vaihingen als eine der ersten Brauereien Deutschlands eine automatische Flaschenabfüllanlage in Betrieb nahm (1903).

Weltruhm erlangten schließlich zwei württembergische Firmen, die in völlig verschiedenen Branchen revolutionäre Neuerungen auf den Markt brachten. Der Stuttgarter Unternehmer Louis Leitz veränderte die Büroorganisation weltweit von Grund auf. Leitz schuf 1893 einen Ordner mit Hebelmechanik, der als „Leitzordner“ bis 1911 sein klassisches Aussehen (grau-marmorierter Einband, Schutzecken aus Metall, Kantenschienen und Griffloch auf dem Ordnerücken) erhielt. Eine ganz wichtige Ergänzung des Leitzschen Organisationssystems stellte ein separater Handlocher, der 1901 konzipierte „Phoenix“, dar. Die Württembergische Metallwarenfabrik/Geislingen (WMF, gegr. 1853) wandte dagegen seit 1892 ein vollkommen neues Versilberungsverfahren für Bestecke an, bei dem die Silberauflage so umverteilt wurde, dass sie an besonders beanspruchten Stellen doppelt so stark war. Durch diese noch heute zur Anwendung kommende „Perfect-Hartversilberung“ wurde WMF zu einer weltbekannten Firma und mit 4.000 Mitarbeitern (1910) zum größten Industrieunternehmen Württembergs.

## **7. Weimarer Republik und Drittes Reich bis zum Beginn des 2. Weltkriegs**

Nach 1918 setzte sich die Aufwärtsbewegung innerhalb der Führungssektoren der zweiten Industrialisierungsphase in Baden und Württemberg fort, wenn diese sich auch, v. a. in der Inflationszeit und ab 1929, schweren konjunkturellen Turbulenzen ausgesetzt sahen.

Im Bereich der Kfz-Industrie fusionierten 1926 die Daimler-Motoren-Gesellschaft und Benz & Cie. zur Daimler-Benz AG. Technisch neu waren bei Daimler und Benz der Einsatz von Kompressormotoren (ab 1921; Mercedes 6/20 PS und Mercedes 10/35 PS), Großpressen zur Herstellung von Karosserieteilen (seit 1928), die Einführung der Schwingachse (1931) und des Heckmotors (1933) sowie der Einbau von Dieselmotoren in Serien-Pkws (1936; Mercedes-Benz 260 D).

Die „Maybach-Motorenbau GmbH“ (bis 1918 Luftfahrzeug-Motorenbau GmbH) konnte aufgrund der Bestimmungen des Versailler Vertrags den Bau von Luftschiff- und Flugzeugmotoren nicht fortsetzen und konzentrierte sich auf den Bau von Luxusautomobilen (1929 12-Zylinder-Wagen Maybach 12; 1930 Maybach „Zeppelin“ mit 200 PS und einer Spitzengeschwindigkeit von 170 km/h). Auch baute Maybach mit Erfolg Dieselmotoren für die Reichsbahn. So legte 1933 der „Fliegende Hamburger“, angetrieben von zwei 12-Zylinder-Maybach-Dieselmotoren mit je 410 PS die 286 km lange Strecke Berlin-Hamburg in sensationellen 138 Minuten zurück.

Ferdinand Porsche (1875-1951), damals selbstständiger Leiter eines Konstruktionsbüros, entwickelte 1935/36 in der Garage seines Stuttgarter Privathaus die Prototypen des „Volkswagens“. Nach deren erfolgreicher Erprobung baute Daimler-Benz in Sindelfingen 30 Vorserienfahrzeuge mit der internen Bezeichnung „VW 30“. Der VW 30 verfügte über einen 4-Zylinder-Boxermotor



mit 985 cm<sup>3</sup>, der bei 3.200 U/min eine Leistung von 22 PS entwickelte. In Serie gebaut wurde der Volkswagen bekanntermaßen jedoch erst nach dem Ende des Hitler-Staates.

Walther Steiger produzierte zwischen 1918 und 1926 in Burgrieden (Landkreis Biberach) Personen- und Sportwagen. Steiger-Fahrzeuge, darunter der ab 1918 produzierte Steiger-Tourenwagen mit 2,6 Liter-OHC-Vierzylindermotor (50 PS), galten als die fortschrittlichsten deutschen Serienwagen ihrer Zeit, und auch im Rennsport erzielte Steiger in den 20er Jahren zahlreiche Erfolge.

Von 1924 bis 1927 wurde in Oberndorf am Neckar das Mauser-Einspur-Auto gebaut, das bei einer Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h nur 4,5 Liter Benzin auf 100 Kilometer verbrauchte. Der unorthodoxe, aber sehr zuverlässige Zweisitzer verfügte über zwei Haupt- und zwei seitliche absenkbare Stützräder, seine beiden Sitze waren hintereinander angeordnet.

Motorräder bauten weiterhin die NSU-Werke, neu hinzukamen als Anbieter auf dem Motorradmarkt der UT-Motorradbau aus Untertürkheim (seit 1922), die Standard-Fahrzeugfabrik GmbH Ludwigsburg (seit 1927) und die Maico-Werke GmbH in Pfäffingen (seit 1934).

Die Firma Mannheimer Lanz wurde mit dem 1921 durch den Ingenieur Fritz Huber (1881-1942) entwickelten 12-PS-HL-Bulldog zum Schrittmacher der Motorisierung der Landwirtschaft. Der Lanz-Bulldog verfügte über einen Glühkopfmotor und konnte mit den verschiedensten Kraftstoffen betrieben werden. Im Übrigen wies er bereits die wesentlichen Konstruktionsmerkmale nachfolgender Typen auf: großer Hubraum (6.200 cm<sup>3</sup>) bei nur einem Zylinder und niedrige Drehzahl (420 U/min). Eigentlich als fahrbare Kraftquelle für kleine Dreschmaschinen und andere landwirtschaftliche Arbeitsgeräte konzipiert, entwickelte sich der Bulldog bald zu einer zuverlässigen Zugmaschine für die Bodenbearbeitung. 1926 entstand der erste Großbulldog, der HR 2, und 1929 kamen die Kühlerbulldogs HR 5 und HR 6 auf den Markt, deren Kühlwasser wie beim modernen PKW durch die Umgebungsluft gekühlt wurde. 1939 umfasste das Bulldog-Programm sechs Grundtypen mit 15, 20, 25, 35, 45 und 55 PS; insgesamt wurden bis 1942 ca. 100.000 Lanz-Schlepper verkauft.

Neben den Schleppern aus Mannheim war in der südwestdeutschen Landwirtschaft auch ein von der Firma Kramer in Gutmadingen produzierter Kleinschlepper im Einsatz. Das populäre, von seinen Eigentümern liebevoll als „Alles-Schaffer“ bezeichnete Fahrzeug wurde von einem 3,5-PS-Zweitakt-Benzinmotor angetrieben und verfügte serienmäßig über ein Seitenmäherwerk.

Für die in Friedrichshafen beheimatete Luftschiffahrt begann Ende der 1920er Jahre nochmals eine große Blütezeit. Der LZ 127 „Graf Zeppelin“ begeisterte die Welt mit spektakulären Demonstrationenfahrten, einer Weltfahrt (1929), einer Polarfahrt (1931) und einer Ägypten-Palästina-Rundfahrt (1931). Ab 1930 wurde ein transatlantischer Liniendienst mit Zeppelin aufgenommen, in den 1936 auch der neue Zeppelin LZ 129 „Hindenburg“ eingebunden wurde. Die „Hindenburg“ war zusammen mit ihrem Schwesterschiff das größte je gebaute Luftfahrzeug der Welt (Länge 246,70 Meter, Höhe 44,7 m, Breite einschließlich der Luftschrauben 46,8 m, Dienstgewicht rund 220 t, Ladefähigkeit ca. 11 t, Unterbringungsmöglichkeit für 72 Passagiere, Gesamtmotorenleistung 4.200 PS, Marschgeschwindigkeit 125 km/h, Reichweite 16.000 km, Atlantiküberquerung 1936 in 61,5 Stunden). Mit der Explosion von LZ 129 bei der Landung in Lakehurst am 6.5.1937 fand dann freilich die glanzvolle deutsche Luftschiffahrt ein jähes Ende.

Die von Claude Dornier (1884-1969) 1922 gegründete Dornier-Metallbauten GmbH (Standort Seemoos, seit 1923 Manzell) produzierte ab 1922 das „Wal“-Flugboot, einen zweimotorigen Duralumin-Eindecker, der Dornier zu einer international bekannten Firma aufsteigen ließ. Der „Wal“

wurde in den 1920er und beginnenden 1930er Jahren in ganz Europa, in Süd- und Mittelamerika sowie in Japan mit eingesetzt, und auch die seit 1934 bestehende erste Luftpostverbindung nach Südamerika („Lufthansa-Südatlantikdienst“) unterhielt „Wal“-Flugboote. Eine weitere technische Glanzleistung der Dornier-Werke stellte die Do X dar. Das Riesenflugzeug (Länge 40,1 m, Spannweite 48 m, 12 Motoren mit je 640 PS, Reisegeschwindigkeit 170 km/h, 2.200 km Reichweite, Aufnahme von bis zu 160 Passagieren) brach 1931 zu einem „Weltflug“ auf, der das Flugzeug überall bekannt machte und neue Wege in der Passagierluftfahrt aufzeigte.

Leichtflugzeugbau fertigte ab 1926 die Klemm GmbH in Böblingen. Das bekannteste Flugzeug der Klemm-Werke wurde die Klemm Kl 25, von der über 600 Stück hergestellt, darunter auch in Lizenz in Großbritannien und den USA. In die Fluggeschichte ging die Klemm Kl 26 ein, mit der Elly Beinhorn 1931/32 im Alleinflug eine Weltumrundung durchführte.

Die Fluss- und Bodensee-Schifffahrt in Baden und Württemberg erlebte in den Zwanziger- und Dreißigerjahren erhebliche technische Veränderungen.

Auf dem Rhein nahm der von den Brüdern Jacob und Hermann Hecht geleitete Rhenania-Konzern/Mannheim 1932 den Verkehr mit Motorschiffen auf, die rascher als die bisher übliche Schleppschifffahrt Güter befördern konnten. 1938 fuhren für die (damals bereits „arisierte“) Rhenania bereits 30 Gütermotorschiffe mit einer durchschnittlichen Ladefähigkeit von 700 Tonnen. Der Neckar wurde zwischen 1921 und 1935 von Mannheim bis Heilbronn durch die Anlage von 11 Staustufen als Schifffahrtsweg ausgebaut, was das Ende der Neckar-Kettenschifffahrt bedeutete. In der Nachkriegszeit erfuhr der Ausbau des Neckars mit der Anlage von insgesamt 27 Staustufen und 24 Kraftwerken seine Fortsetzung, wodurch Stuttgart (1958) und Plochingen (1968) zu Hafenstädten wurden.

Auf dem Bodensee erschienen ab 1925 die ersten größeren deutschen Motorschiffe, doch es sollte noch bis 1963 dauern, bis mit der „Stadt Überlingen“ das letzte deutsche Dampfschiff auf dem Bodensee seinen Dienst einstellte.

Eine staatseigene Elektrizitätsversorgung und -verteilung baute Baden ab 1921 mit der Badischen Elektrizitätsversorgung AG (ab 1938 Badenwerk) auf. Zusätzlicher Strom wurde nicht nur durch den Bau weiterer Rheinkraftwerke gewonnen, sondern auch durch den Ausbau des während des Ersten Weltkriegs errichteten Murgkraftwerks und des Schwarzenbachwerks (1922-26) sowie den Bau des Großkraftwerks Mannheim (1921-1923) und des Schluchseewerks (ab 1928). In Württemberg hingegen entstand eine recht zersplitterte Elektrizitätslandschaft (mit allerdings drei Großwerken: Technische Werke Stuttgart, Neckarwerke AG Esslingen und Oberschwäbische Elektrizitätswerke Biberach); die noch 1935 nur 44% der in Baden zur Verfügung stehenden elektrischen Energie hervorbrachte.

Zeichen einer neuen Zeit war neben der zunehmenden Elektrifizierung auch das Aufkommen des Rundfunks. 1924 wurde in Stuttgart die Süddeutsche Rundfunk AG gegründet, die ihr Programm mittels eines MW-Rundfunksenders mit 0,25 kW Leistung ausstrahlte. 1926 erfolgte in Baden die Inbetriebnahme des Zwischensenders Freiburg. Radios produzierte seit 1924 die Württembergische Radio GmbH (WEGA), seit 1927 Saba in Villingen und seit 1934 Schaub in Pforzheim.

## 8. Wiederaufbau und Wirtschaftswunder

Nach 1945 erhielt die Wirtschaft im deutschen Südwesten durch Neuansiedlungen aus Ostdeutschland neue, auch technisch neue Impulse. Insgesamt wurden im Jahr 1948 in Baden und Württemberg 1.625 „Vertriebenen- und Zugewandertenbetriebe“ gezählt, ein besonders prominentes Beispiel bot Zeiss in Oberkochen. Nach wie vor blieb aber für den Südwesten eine breit gefächerte, viele mittelständische und dezentral angesiedelte Betriebe umfassende Wirtschaftsstruktur typisch. Diese sollte sich derjenigen anderer Bundesländer in den folgenden Jahrzehnten als überlegen erweisen, und nicht wenige Produktionsbereiche des neugegründeten Bundeslandes Baden-Württemberg erlebten überdurchschnittliche Wachstumsraten. Im Folgenden soll die technische Entwicklung innerhalb einiger dieser Branchen beleuchtet werden.

Mit der Währungsreform entwickelte vor allem der Motorradbau große Dynamik, da Zweiräder deutlicher günstiger zu erwerben waren als Automobile. NSU, das bis zur Mitte der Fünfzigerjahre zum größtem Zweiradhersteller der Welt aufstieg, produzierte neben dem beliebten Vorkriegsmodell NSU Quick (98 cm<sup>3</sup>, mit Pedalen) neue Modelle wie die NSU Fox (ab 1949, 100 cm<sup>3</sup>, 1-Zylinder-Viertakt, 5,2 PS), den in Lizenz gefertigten Motorroller NSU Lambretta (ab 1950; 125 cm<sup>3</sup>, 1-Zylinder-Zweitakt, 4,5 und 6,2 PS), die NSU Max (ab 1951; 250 cm<sup>3</sup>, 1-Zylinder-Viertakt, 17-18 PS) und das in großen Stückzahlen verkaufte Moped Quickly (ab 1953). Zugleich waren auf den Rennstrecken der Fünfzigerjahre NSU-Motorräder wie die Rennfox R 11 und die Rennmax R 22 erfolgreich und fuhren zahlreiche Titel und Weltrekorde ein. Kreidler brachte 1951 ein ungedrosseltes Motorfahrrad mit 50 cm<sup>3</sup> und einer Leistung von 2,2 PS auf den Markt, die Kreidler K 50. Ab 1957 wurde das wohl bekannteste Kreidler-Modell, die „Florett“, in zahlreichen Exemplaren verkauft, zuletzt (ab 1967) als mit 6,25 PS motorisiertes Kleinkrafttrad Florett RS mit Fahrtwindkühlung. Auf dem Motorroller-Markt waren neben NSU mehrere südwestdeutsche Hersteller aktiv, so Maico/Pfäffingen mit dem „Maicomobil“, die Progress-Werke/Oberkirch mit dem „Strolch“ und die Heinkel-Werke mit dem zwischen 1953 und 1965 (zunächst in Stuttgart, dann in Karlsruhe) produzierten „Tourist“. Beim Heinkel Tourist handelte es sich um einen robusten und zuverlässigen Roller mit Viertaktmotor und in Öl laufendem Kettenantrieb, der eine Zuladungskapazität von 194 kg aufwies und daher als „Ersatzauto“ galt.

Kleinwagen, die die Käufer vor allem seit der Mitte der 1950er Jahre anzogen, stellten Heinkel (drei- und vierrädiger Heinkel-Kabinenroller; 175 und 200 cm<sup>3</sup>, 9,2 bzw. 10 PS, Höchstgeschwindigkeit 90 km/h) zwischen 1956 und 1958 und Maico (MC 400/H und MC 500/4) zwischen 1955 und 1958 her.

Daimler-Benz brachte 1949 mit einer Diesel-Variante des Mercedes-Benz Typ 170 V den ersten Diesel-Pkw der Nachkriegszeit auf den Markt. 1953 folgte dann der Mercedes 180, bei dem es sich um den ersten Mercedes mit selbsttragender Karosserie ohne Kotflügel und Trittbretter („Pontonform“) handelte. Den Wunsch nach Luxus erfüllten ab 1954 der Mercedes 300 SL (als Coupé mit Flügeltüren oder als Roadster) und der Mercedes 190 SL (1955). Die deutsche Staatslimousine bis zur Einführung des Mercedes 600 im Jahr 1964 wurde der ab 1951 produzierte Mercedes 300, der „Adenauer-Mercedes“. Den Aufstieg von Daimler-Benz zum größten europäischen Lkw-Hersteller leiteten 1949/50 die in Mannheim gefertigten Modelle L 3250 (6,5 t) und L 3500 (der Standard-7,5-Tonner der Fünfzigerjahre) ein. Seit 1949 wurde auch der Unimog („Universal-Motor-Gerät“), ein allradgetriebener Kleinlastkraftwagen und Geräteträger für Land-

Forstwirtschaft, Militär und kommunale Aufgaben, produziert, zunächst bei der Boehringler Werkzeugmaschinen GmbH in Göppingen, ab 1951 im Rahmen des Produktionsprogramms von Daimler-Benz Gaggenau.

Der Sportwagenhersteller Dr. Ing. h. c. F. Porsche AG nahm 1950 in Stuttgart-Zuffenhausen mit dem Modell 356 die Nachkriegsproduktion auf. Ausgangsbasis dieses Modells war der 1948 von Ferry Porsche konzipierte Porsche Nr.1, ein zweisitziger Mittelmotorroadster mit Rohrrahmen und einem auf 26 kW (35 PS) gesteigerten 1,1-Liter-VW-Motor. Der Wagen konnte seit Beginn der Produktion als Coupé oder Cabrio erworben werden; hergestellt wurde er in mehreren Modell-Generationen (356, 356 A, 356 B, 356 C) bis 1965, dann erfolgte der Übergang zu den 911- und 912-Serien.

NSU ließ 1958 die Produktion des „Prinz“ anlaufen, der in verschiedenen Varianten (z. B. Prinz 1 mit 600 cm<sup>3</sup>; Sportprinz mit Bertone-Karosserie, Prinz 1200 TT mit 1.200 cm<sup>3</sup>) bis 1972 vom Band lief. Auch die Karosserie des NSU Wankel Spiders von 1963, des weltweit ersten Serienfahrzeugs mit Wankel-Kreiskolbenmotor, entsprach weitgehend der des „Sportprinz“.

Die Kässbohrer-Fahrzeugwerke (gegr. 1893) entwickelten 1951 den ersten selbsttragenden Omnibus (Setra S 8), bei dem auf ein Lkw-Gestell als Basis verzichtet werden konnte. Die Gottlob Auwärter GmbH & Co. KG (Stuttgart-Möhringen) stellte unter dem Markennamen Neoplan 1953 den ersten selbsttragenden Omnibus ihres Hauses vor und führte 1957 als erster Omnibushersteller eine neue Achskonstruktion mit Luftfederung und vorderer Einzelradaufhängung ein, was für Busreisende einen sprunghaft gesteigerten Fahrkomfort bedeutete. 1961 folgte von Auwärter der Bus-Typ „Hamburg“, der als der erste moderne Reisebus gelten kann (tiefer gelegter Fahrersitz, separate Frischluftversorgung für jeden Fahrersitz, vergrößerte Fensterflächen).

Auf dem Feld der Elektrotechnik waren im Turbinenbau weiterhin Voith/Heidenheim, die Escher Wyss GmbH/Ravensburg und BBC/Mannheim tätig, wobei BBC sicherlich die breiteste elektrotechnische Produktpalette aufzuweisen hatte (z. B. Freileitungssysteme, Lichtbogenöfen, elektrische Förderanlagen, elektrische Ausrüstung von elektrischen Lokomotiven und Triebwagen, Elektromotoren, Elektromaschinen und Haushaltsgeräte). Die AEG-Betriebe in Stuttgart/Bad Cannstatt, Göppingen, Kirchheim/Teck und Backnang stellten Transformatoren, fernmeldetechnische Anlagen, Elektrowerkzeuge, Elektromotoren, aber auch Haushaltsgeräte wie Waschmaschinen (Lavamat, 1958) und Geschirrspüler (ab 1961) her. Auch Bauknecht (Stuttgart/Welzheim) hatte auf der Basis seines Elektromotoren-Programms seit 1948 zunehmenden Erfolg mit seinem Hausgeräteprogramm (Küchenmaschinen, Kühlschränke, Waschvollautomaten, Wärmegeräte), ebenso Bosch (ab 1967 als Bosch-Siemens-Hausgeräte GmbH). Neff in Bretten eroberte sich bis zur Mitte der 60er Jahre eine Spitzenposition innerhalb der Heiz- und Kochgeräteindustrie, während sich Eisfink (Asperg) und Stierlen-Maquet (Rastatt) auf den stark expandierenden Kühlgerätemarkt spezialisierten. Elektro-Kleinstmotoren (z. B. für Kameras, für Jalousien, aber auch für Raumfahrtzwecke) stellte ab 1955 die Dunkermotoren GmbH in Bonndorf/Schwarzwald her.

Im Bereich der Unterhaltungselektronik brachte die Stuttgarter Firma Südfunk 1957 den weltweit ersten volltransistorierten UKW-Empfänger heraus. Zum Siegeszug des mit Transistoren ausgestatteten Koffer- oder Taschenradios trug in den Sechzigerjahren wesentlich Schaub-Lorenz (ab 1948 Hauptsitz Stuttgart; 1958 aufgegangen in der SEL) bei, vor allem mit dem Touring 70 Universal. Autoradios produziert ab 1949 die Firma Becker in Pforzheim, die zwischen 1953 und 1960 100.000 Exemplare ihres „Mexico“-Modells, des weltweit ersten Autoradios mit automati-

schem Sendersuchlauf, verkaufen konnte. Dual produzierte seit Anfang der 1950er Jahre in St. Georgen mit großem Erfolg Plattenspieler, darunter die ersten Phono-Koffer. In der Produktion von Fernsehern war SABA/Villingen sehr stark engagiert. Saba brachte 1953 mit dem Schauinsland W II einen der ersten deutschen Fernsehempfänger heraus, entwickelte 1961 das zeilenfreie Fernsehen („Sabavision“) und stieg 1967 ins Farbfernsehgeschäft ein.

In diesem Zusammenhang ist auf den Bau des Stuttgarter Fernsehturms in den Jahren 1954-1956 hinzuweisen. Der 1959 mit dem Paul-Bonatz-Architekturpreis ausgezeichnete 216,62 Meter hohe Turm verkörperte die erste „Betonnadel“ der Welt“ und wurde damit Vorbild für alle späteren Fernsehtürme.

Eine Pionierleistung der Computerbranche erfolgte 1961 im Sindelfinger IBM-Werk, das für den europäischen Markt das IBM System 1401, den ersten mit Transistoren und gedruckten Schaltungen ausgerüsteten Computer, fertigte.

Vielfältig waren auch die Leistungen der baden-württembergischen Industrie auf dem Gebiet der Metallherzeugung und Metallwaren. Zum Beispiel nahm Escher Wyss in Ravensburg 1950 als erste deutsche Gießerei die Fabrikation von Sphäroguss auf und die Schwäbischen Hüttenwerke stellten seit Ende der Fünfzigerjahre hochwertiges perlitisches Gusseisen für Bremsscheiben her. Die Wieland-Werke AG/Ulm gewannen eine Spitzenstellung unter den europäischen Herstellern von NE-Halbzeugen (Bänder, Bleche, Rohre, Stangen, Drähte, Profile und Sondererzeugnisse) und bauten auf dieser Basis zwischen 1950 und 1960 eine weltweite Vertriebsorganisation auf. Die WMF-Werke Geislingen erlebten ab der zweiten Hälfte der 50er Jahre einen großen wirtschaftlichen Aufschwung durch den Verkauf von Cromargan-Bestecken und -Hohlwaren, wobei diverse Produktklassiker (v. a. nach Entwürfen von Wilhelm Wagenfeld) entstanden. 1954 setzte schließlich mit der Übernahme der Geschäftsleitung durch Reinhold Würth der kometenhafte Aufstieg der Künzelsauer Schraubenhandlung Würth zur Würth-Gruppe, einem global player im Bereich der Befestigungs- und Montagetechnik, ein.

Einen vergleichbaren wirtschaftlichen Erfolg wie Würth erzielte der Erfinder Artur Fischer (\*1919) aus Turmlingen. Fischer, der bis heute über 1.000 Patente angemeldet hat und insofern als der weltweit erfolgreichste Erfinder hinter Thomas Edison gelten kann, erfand 1958 den inzwischen weltbekannten Fischer-Spreizdübel aus Polyamid. 1965 stieg das Unternehmen mit den Fischertechnik-Produkten, die ursprünglich als Weihnachtsgeschenk für Kunden und Geschäftspartner gedacht waren, auch in die Spielzeugbranche ein.

Für die Leistungsfähigkeit und innovative Kraft der baden-württembergischen Maschinenindustrie gibt es zahlreiche Beispiele. Die Kaelble GmbH/Backnang fertigte im Zeitalter des Wiederaufbaus schwere Fahrzeuge für Erdbewegungen (Zwei- und dreiachsige Hinterkipper, 1952; Groß-Radlader, 1956). Das erste Produkt des 1949 gegründeten Familienunternehmens Liebherr war ein mobiler, leicht montierbarer und zudem preisgünstiger Turmdrehkran, bald machte Liebherr auch durch den Bau von sehr leistungsfähigen Hydraulikbaggern von sich reden. Der Stuttgarter Aufzughersteller Stahl stellte 1965 den damals schnellsten Aufzug Europas für den Messturm in Hannover her und lieferte 1967 die Aufzüge für den Fernsehturm Moskau, das damals höchste freistehende Gebäude der Welt.

Vorbildliches leistete in Baden-Württemberg auch die Industriegruppe Uhren-Feinmechanik-Optik. Anfang der 1960er Jahre stammten noch mehr als 90% der in der BRD produzierten Groß- und Kleinuhren aus dem deutschen Südwesten, allerdings wurde die Marktsituation der in Pforzheim, Schweningen, Schramberg und Schwäbisch Gmünd beheimateten Kleinuhrenhersteller zunehmend schwieriger. Den veränderten Gegebenheiten vermochte sich jedoch etwa Junghans/Schramberg und Philipp Weber/Pforzheim gut anzupassen. Junghans bot 1967 erstmals eine elektronische, transistorisierte Armbanduhr an, und Weber entwickelte 1971 die erste deutsche Quarz-Armbanduhr.

Die Zeiss Ikon AG (seit 1948 mit Sitz in Stuttgart) brachte eine breite Palette von Kamera-Produkten auf den Markt, darunter auch hochmoderne Spiegelreflexkameras wie die Contaflex, eine der erfolgreichsten Kameras der deutschen Kameraindustrie. Auch der Astronaut Edward H. White führte 1965 auf seinem Weltraumspaziergang im Rahmen des Gemini 4-Flugs eine Spiegelreflexkamera von Zeiss Ikon (eine Contarex) mit sich. Kodak, seit Kriegsende in Stuttgart-Wangen ansässig, setzte Anfang der Sechzigerjahre erstmals Kunststoff für den Bau seiner Kameragehäusen ein und entwickelte 1963 das Kassettenfilmsystem Instamatic.

Die Develop KG Dr. Eisbein & Co., anfangs in Stuttgart-Zuffenhausen, dann in Gerlingen, konstruierte 1948 als Weltneuheit den Blitzkopierer Develop D 10, den ersten nutzbaren Büro-Kopierer. Optisch selbsttätig preisanzeigende Waagen produzierten ab 1957 die Bizerba-Werke/Balingen, zudem ab 1960 Waagen, die dank einer Ausstattung mit einem elektronischen Kleinrechner und einem Drucker zugleich als Preisauszeichnungsgerät einsetzbar waren.

Im Sektor der chemischen Industrie gelang dem Pharmahersteller C. F. Boehringer & Söhne GmbH Mannheim 1953 die Synthese von Paraxin, einem Breitbandantibiotikum, und 1956 mit Nadisan die Einführung eines oralen Antidiabetikums. Die Familiengesellschaft Freudenberg/Weinheim, die bereits seit 1936 Buna und Perbunan verarbeitete, produzierte seit 1948 Vliesstoffe, die als Einlagestoffe, als Haushaltsprodukte der Marke „Vileda“ und von 1957 an als Filter eingesetzt wurden. 1963 begann Freudenberg dann die Produktion von Helia-Kunstleder. Erwähnung verdient auch die Rhodiaceta/Freiburg im Breisgau, die Ende der 1950er Jahre als einziges deutsches Textilfaser-Werk Nylon erzeugte.

Die Ernährungsindustrie hatte sich in der Nachkriegszeit neuen Konsumgewohnheiten anzupassen, was technische Innovationen erforderlich machte. Beispielsweise litt seit der Währungsreform das bundesdeutsche Mühlengewerbe unter Überkapazität, doch konnte Mannheim als Standort von Großmühlen mit modernen und besonders leistungsfähigen Anlagen („Erste Mannheimer Dampfmühle“, „Pfälzische Mühlenwerke“, „Hildebrand Rheinmühlenwerke“, „Verein Deutscher Ölfabriken“) seinen ersten Rang unter den Mühlenzentren Deutschlands verteidigen. Das Maggi-Werk Singen erkannte rechtzeitig den Trend zur vorgefertigten Mahlzeit und nahm 1958/60 die Produktion von Ravioli bzw. Suppen in Dosen auf. Einen ähnlichen Weg ging Knorr und errichtete 1969 in Heilbronn die modernste vollautomatische Suppenfabrik Deutschlands.

Ein Vorzeichen der dritten industriellen Revolution stellte der Baubeginn des Karlsruher Kernforschungszentrums im Februar 1957 dar. Bürgerproteste gab es damals nur in den unmittelbar betroffenen Gemeinden Linkenheim und Friedrichstal, während die breite öffentliche Meinung die neue Atomtechnik willkommen hieß. Am 12. Dezember 1962 nahm der erste deutsche Eigenbau-Reaktor, der schwerwassermoderierte Forschungsreaktor 2 (FR 2) mit einer thermischen Leistung von zunächst 12, später 44 MW seinen Leistungsbetrieb auf und stand bis zu seiner Abschaltung

im Dezember 1981 der deutschen Wissenschaft als Forschungsinstrument zur Verfügung. Der Ausbildung von Kerntechnikern diente am Kernforschungszentrum ein Exemplar des 1962 erstmals gebauten Siemens-Unterrichtsreaktors 100 (SUR 100), der bis 1996 in Dienst stand und heute im Landesmuseum für Technik und Arbeit in Mannheim zu besichtigen ist. Das erste kommerziell betriebene deutsche Atomkraftwerk wurde 1968 in Obrigheim in Betrieb genommen. Die mit einem Siemens-Druckwasserreaktor (357 MW) ausgestattete Anlage wurde in den 1980er Jahren zum Symbol im Streit um die Kernenergie, 2005 ist sie nach fast vierzigjähriger Laufzeit vom Netz gegangen.