Die Industrielle Revolution in Europa

Bergwerke und Fabriken gehören seit vielen Jahrhunderten in Europa zum festen Bestandteil der Gesellschaft, ebenso wie Handels- und Transportwege für die daraus gewonnenen Produkte. Ab Mitte des 18. Jahrhunderts waren die Wirtschaftssysteme Großbritanniens und einiger anderer Länder in immer stärkerem Maße von ‚Industrie' betroffen. Bezeichnete der Begriff ursprünglich eine Tugend (engl. für „Fleiß"), so wurde er nun zum Synonym für die Produktion von Waren im großen Stil. Manche Städte wurden mehr und mehr von Fabriken beherrscht und waren zudem von einem Netz von Kanälen und Eisenbahnen durchzogen, auf denen die Rohstoffe geliefert und die fertigen Produkte abtransportiert wurden. Ein immer größerer Anteil der Bevölkerung wurde zu Städtern. Diese ‚Industrielle Revolution' war ein sich selbst tragender Prozess. Seine Folgen haben die Gesellschaft eines jeden europäischen Landes im 19. und 20. Jahrhundert geprägt, seine globalen Auswirkungen bestimmen unsere Zukunft. Nichtsdestotrotz ist der Begriff in mancherlei Hinsicht irreführend. Die Wurzeln für die sprunghaften Zuwächse Mitte des 18. Jahrhunderts reichen sehr weit zurück. Bewertet man also das industrielle Wachstum als ein rein britisches oder nur auf das 18. Jahrhundert beschränktes Phänomen, kann dies dazu führen, die industrielle Entfaltung in anderen Ländern zu übersehen, die doch in einigen Fällen schon lange vor dem 18. Jahrhundert eingesetzt hatte.

Industrie war abhängig vom Handel, vom Austausch von Gütern, gleich ob es sich um Bodenschätze wie Salz oder Mineralien handelte oder um Fertigerzeugnisse, die je nach lokalen Gegebenheiten mühelos hergestellt werden konnten. Wie weit die Tradition des europäischen Handels in die Vergangenheit zurückreicht, belegen am besten die Handelshäuser, die in etlichen Städten der Hanse überdauerten. Die Hanse war ein Zusammenschluss von Kaufmannsgilden in rheinischen Städten und Ostseehäfen, der zwischen dem 13. und dem 15. Jahrhundert seine Glanzzeit erlebte. Der Hansetag, die oberste Instanz der Gemeinschaft, kam das letzte Mal im Jahre 1699 zusammen, aber das Kontor in Bergen hielt sich bis 1763, und der so genannte Deutsche Kai (Tysksebryggen) mit farbenfrohen Speicherbauten aus Holz, die nach einem Großfeuer im Jahr 1702 wieder aufgebaut wurden, blieb bis ins 20.Jahrhundert als Drehscheibe zwischen Nord- und Südeuropa bestehen. Räucher- und Trockenfisch gelangte in den Sommermonaten nach Bergen, wo er frisch verpackt und vor seiner Ausfuhr gelagert wurde. Einige unter den Kaufleuten hatten dafür Salz aus den Verdunstungsanlagen an der Mittelmeerküste und am Golf von Biskaya mitgebracht. Die Stadt Bergen lebte wie viele große Handelsstädte von den Ressourcen ihres Hinterlandes, mit dem sie durch einen regen Schiffsverkehr vieler kleiner Schiffe verbunden war, die zwischen den Fjorden und Inseln der norwegischen Westküste hin- und herfuhren. Newcastle handelte mit Kohle, Memel mit Bauholz und Lissabon mit Salz. In manch einer Stadt bestand die Währung im einschlägigen lokalen landwirtschaftlichen Erzeugnis: So wurde in Bordeaux und Porto mit Wein gehandelt, Danzig verschiffte Korn aus seinen Holzspeichern, Neapel handelte mit Olivenöl und Amsterdam und Bristol exportierten ihren Käse. Auch die einflussreichen Handelsstädte des 17. Jahrhunderts erhielten nun Erzeugnisse einer nach heutigem Sprachgebrauch industriellen Produktion aus dem Hinterland: Kupferbarren und schmiedeeiserne Stangen gelangten von Dalarna nach Stockholm, flämisches Leinen erreichte Antwerpen, eine Vielfalt von Textilwaren ging nach Venedig. Hinweise auf den blühenden Handel in Europa vor der Industriellen Revolution finden sich überall. Als im Jahre 1681 der norwegische Kurzwarenhändler John Hovell starb, hinterließ er in seinem Geschäft Rasseln, Trommeln und Puppenhausmöbel sowie Spielzeugtiere wie Hühner und Pfauen aus Holz, die aller Wahrscheinlichkeit nach aus Holland stammten, wo sie von Schnitzern gefertigt wurden, die ihre Kunst bei Handwerkern aus Nürnberg oder aus dem Schwarzwald gelernt hatten. Am Rheinufer bei Andernach, am Mainufer bei Würzburg und am Moselufer bei Trier finden sich Hebekräne für Weinfässer, die genauso gut für Kunden in vielen anderen Teilen Europas hätten bestimmt sein können. Die Waren reisten langsam die großen Flüsse entlang, den Rhein, die Seine, die Donau, den Severn. Mancherorts wurden die Boote von Männern stromaufwärts gezogen. Einige Güter wurden auf dem Rücken von Packpferden oder in schwerfälligen Wagen über die Straßen befördert.

An den wichtigsten europäischen Lagerstätten von nichteisenhaltigen Metallen war man schon lange vor 1700 vertraut mit den Fördermethoden des Bergbaus und den umweltschädlichen Auswirkungen der Verhüttung. In Falun deuten archäologische Funde daraufhin, dass Kupfererz schon im 8. Jahrhundert v. Chr. gewonnen wurde, und Besucher des Museums bei der großen Kupfermine können die Gründungsurkunde des Unternehmens sehen, die aus dem Jahr 1288 stammt. Der Bergbau kam in Falun erst 1992 zum Erliegen. Die frühesten Anfänge des Abbaus

This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG III B Community Initiative
nwe eno INTERREG IIIB NORTH WEST EUROPE

von Silber, Blei und Eisenerz gehen in Banska Stiavnica bis in das 13. Jahrhundert zurück, und die geologischen und mineralogischen Sammlungen werden im Haus eines Händlers aus dem 16. Jahrhundert ausgestellt. Eines der wichtigsten Bergwerke im Harz beherbergt den „Rathstiefsten Stollen“, der Mitte des 12. Jahrhunderts gebaut wurde. In der Gegend um Goslar und Zellerfeld lässt sich der Bergbau aufgrund zahlreicher Spuren für jedes der nachfolgenden Jahrhunderte bis zum 20.Jahrhundert belegen. Bergleuten aus dem Harz schreibt man die Entdeckung von silberhaltigen Erzen nahe Freiberg im Jahre 1168 zu, und die umliegende Gegend, das Erzgebirge, war über viele Jahrhunderte eine wichtige Quelle für Metallerze.

Hebekran zur Verladung von Weinfässern auf Lastkähne an der Mosel bei Trier

Mit den Produkten aus Europas Wäldern wurde schon vor 1700 in großem Umfang gehandelt. Holzflöße, deren Fracht für den Haus- und Schiffsbau bestimmt waren, trieben auf zahlreichen Flüssen stromabwärts, wie etwa der Garonne, der Dordogne, dem Severn, der Wolga, dem Niemen, in erster Linie jedoch auf dem Rhein. Bis ins Zeitalter der Eisenbahn lebten nicht weniger als 400 Personen auf Flössen mit einer Länge von bis zu 200 m, die ihre Reise im Schwarzwald und in der Eifel begannen und die Landestellen und Werften von Dordrecht ansteuerten. Holz war das wichtigste Heizmaterial in vielen europäischen Städten. Paris bekam seinen Brennstoff aus vielen Teilen Frankreichs geliefert. Über die Land- oder Wasserstrassen gelangte er in die Hauptstadt. Die meisten europäischen Wälder wurden im 18.Jahrhundert bewirtschaftet und bildeten einen mehr oder weniger in sich geschlossenen Wirtschaftskreislauf. Sie lieferten Stammholz zum Bau von Häusern, Schiffen und Mühlen, Dauben, die von den Böttchern zu Fässern verarbeitet wurden, Klafterholz, das nach etwa 20 Jahren geschlagen wurde und zur Kohlegewinnung oder als Stangen für Hopfen- und Weinanbau diente. Unterholz und Stecken fanden in der Korbflechterei Verwendung, Bäcker benutzten zum Anfeuern im Holzofen Reisigbündel. Aus der Holzasche wurde Pottasche gewonnen, die zur Herstellung von Seife und Glas verwendet wurde. In Nordeuropa stellte man in Brennöfen Holzteer her, der als Konservierungsmittel gehandelt wurde. Der Handel mit Fertigerzeugnissen aus waldreichen Regionen war weit verbreitet. Als Beispiel seien hier Spielzeug aus dem Erzgebirge und dem Schwarzwald genannt sowie Stühle aus Chiltern Hills und Wyre Forest. Bezogen auf den größeren Kontext europäischer Geschichte kam indessen dem Stammholz die größte Bedeutung in diesen Regionen zu. Es wurde geflößt oder auf Lastkähnen zu den Seehäfen befördert. Man benötigte es für den Bau der großen seetüchtigen Schiffe, ohne die keine Handelsbeziehungen zu anderen Kontinenten möglich gewesen wären.

Eine Stadt entwickelte sich in erster Linie aus einem schon bestehenden Marktflecken. Um diesen Marktflecken herum fanden sich im 18. Jahrhundert Menschen ein, die nützliche Dinge herstellten, von denen die meisten für den Handel mit dem Hinterland bestimmt waren. Einige bereiteten Nahrung zu, andere buken Brot, brauten Bier oder zerlegten Fleisch. Schneider fertigten Kleidung und Schuster Schuhe, während Schmiede, Böttcher und Schreiner die Dinge des täglichen Lebens herstellten, die ein Haus bewohnbar machten. Einige Gewerbe beanspruchten eine größere Betriebsfläche als nur eine Werkstatt. Um Korn zu mahlen, benötigte man eine wind- oder wassergetriebene Mühle. Um Gerste zu mälzen, brauchte man ein Gebäude mit einer Zisterne, die mit Wasser gefüllt werden konnte, ausreichend Platz auf dem Boden und einen Röstofen mit rauchfreiem Feuer. In Gerbereien wurden Felle und Tierhäute verarbeitet. Dafür musste man Gruben mit Kalkwasser und Gerbflüssigkeit anlegen, die aus Eichenrinde gewonnen wurde, sowie mehrstöckige Gebäude zum Schneiden und Trocknen. Keiner dieser Gewerbetreibenden produzierte notwendigerweise für Kunden, die weiter als etwa eine Tagesreise von seiner Arbeitsstätte entfernt wohnten. Einige städtische Handwerker fertigten jedoch Güter für weiträumigere Absatzmärkte an. In England wurden ihre Betriebe im frühen 18. Jahrhundert oft ‚Manufakturen’ genannt. Viele entwickelten sich aus traditionellen lokalen Gewerbezweigen, waren aber nicht zwangsläufig erfolgreicher als Einzelbetriebe. So vertrieb man beispielsweise Lebkuchen unter anderem in Aachen, Deventer und Ashbourne, aber er hätte ohne weiteres auch in fast jeder anderen Stadt in Europa hergestellt werden können. Rund ein Dutzend Handwerker übten im 18. Jahrhundert in Woodstock das Metallkunsthandwerk aus. Uhrenfedern aus Pershore,

This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG III B Community Initiative
nwe eno INTERREG IIIB NORTH WEST EUROPE

Messer aus Cirencester und Peitschen aus Daventry befriedigten größtenteils die landesweite Nachfrage nach ebensolchen Produkten. Wenn auch viele lokale Spezialprodukte dieser Art mit der zunehmenden Industrialisierung verschwanden, wurden einige dennoch zum Ausgangspunkt für international tätige Unternehmen.

Einige Städte entwickelten Produkte, für deren Herstellung Rohstoffe aus tropischen Ländern importiert wurden, mit denen man in Handelsbeziehungen stand, sei es mit einheimischen Regierungen oder mit dort ansässigen Siedlern. Dies war ein Ergebnis der Entdeckungsfahrten nach Afrika, Indien, Fernost und Nord- und Südamerika im 15. und 16. Jahrhundert. Häfen, die Handelsbeziehungen zu Amerika unterhielten wie beispielsweise London, Bristol, Glasgow und Amsterdam, verarbeiteten Zucker, Tabak und Kakao. Häfen, die Beziehungen zu Asien pflegten, verkauften Gewürze, Kaffee, Farbstoffe und Reis an Händler und Haushalte weiter. Von dem kleinen Hafen von Lancaster aus versorgte im 18. Jahrhundert ein einzelner Hersteller Kunden in ganz England mit Möbeln, die aus Mahagoni gefertigt waren, das per Schiff aus der Karibik nach England gebracht wurde. Am eindrucksvollsten wird uns dieser Aspekt europäischer Industriegeschichte in Zaandam überliefert, wo 400 Windmühlen an den Ufern des Zaan Produkte sowohl aus fernen Kontinenten als auch aus europäischen Ländern weiter verarbeiteten zu Mehl, Holzbohlen, Papier, Tabak, Speiseöl, Malerfarben, Senf und Scheuermitteln.

Darstellung des Spinnvorgangs auf den Treppen vom Roten Haus in Monschau

Stoffe gehörten zu den wichtigsten Handelsgütern in Europa. Der Wandel in der Textilherstellung vollzog sich während des 18. Jahrhunderts durch die Einführung von Maschinen, die in großen mehrstöckigen Gebäuden untergebracht wurden. Die Textilindustrie hatte jedoch Wurzeln, die sehr weit in die Vergangenheit zurückreichten, und ein erheblicher Teil ihrer Vermarktungsstrukturen stammte aus der Zeit, als Stoffe zu Hause beim Hersteller gemacht und zu Marktständen in Tuchhallen oder zu Lagerhäusern gebracht wurden. Das Stadtzentrum von Ypres wird von der Ruine der großen Tuchhalle aus dem 15. Jahrhundert beherrscht, die in den Kämpfen des 1. Weltkrieges zerstört wurde. Demgegenüber ist die Piece Hall aus dem Jahr 1777 in Halifax, dem einzigen noch verbleibenden Baudenkmal dieser Art in der von der Textilindustrie geprägten Gegend von Yorkshire, heutzutage eine touristische Attraktion. Die Landschaft rund um die Gemeinde Saddleworth, die zwischen den Grafschaften Yorkshire und Lancashire in den Pennine Hills liegt, ist noch heute von der heimischen Textilindustrie geprägt. Ihre Stadtviertel beherbergen viele Häuser aus dem lokal gewonnenen, unverwüstlichen Stein mit besonders lichtdurchlässigen Fenstern, hinter denen die Weber an ihren Webstühlen saßen. Die fertigen Wollstoffe brachten sie zum Markt nach Huddersfield. Etliche kleine wassergetriebene Mühlen in Saddleworth ermöglichten im ausgehenden 18. Jahrhundert das mechanische Wollkämmen. Die Wollkämmer und ihre Familien lebten mit ihren Maschinen unter einem Dach. Hierin zeigte sich der unmerkliche Wandel von der Heim- zur Fabrikproduktion. Ein eher patronatsartiges System heimischer Produktion findet sich in Monschau, einem prachtvollen Fachwerkstädtchen in der Eifel am Ufer des Laufenbaches. Das Rote Haus von 1752, ein siebenstöckiges Gebäude im Barockstil, bildete den Mittelpunkt einer heimischen Produktionsweise. Geschäftsbücher belegen, dass innerhalb kürzester Zeit den Spinnern und Webern Rohstoffe zur Verfügung gestellt sowie Garne und Stoffe wieder angeliefert wurden. Die Haupttreppe ist mit 21 hölzernen Tafeln geschmückt, auf der die verschiedenen Produktionsschritte bei der Stoffherstellung dargestellt sind, wobei die Arbeiter eher Rokokoengeln gleichen als einheimischen Eifelbewohnern. Ein weiterer Beleg für das Heimgewerbe sind die Siedlungen für Textilarbeiter, die man in den meisten europäischen Ländern noch bis weit ins 19. Jahrhundert antrifft. Einer der eindrucksvollsten noch erhaltenen Manufakturbetriebe ist die Tuchfabrik Dijonval in Sedan, ein 3-stöckiges Gebäude anno 1755, dessen bauliche Ursprünge auf das Jahr 1646 zurückgehen. Die Anlage ist ein eindeutiger Beleg dafür, dass sich staatliche Großunternehmen, wie sie in vielen Ländern Europas unter dem *Ancien Regime* gang und gäbe waren, nicht notwendigerweise auf die Waffenproduktion beschränkten.

This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG III B Community Initiative
nwe eno INTERREG IIIB NORTH WEST EUROPE

Brownhill Mill, Saddleworth, eine Spinnerei aus dem späten 18. Jahrhundert, in der die Wollkämmer und ihre Familien mit ihren Maschinen unter einem Dach lebten.

Die Industrielle Revolution in Großbritannien

In England setzten umwälzende gesellschaftliche Veränderungen in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts ein. Innerhalb kürzester Zeit wurde eine Fülle von Erfindungen gemacht, während Unternehmer, die eher durch unternehmerische als durch technologische Fähigkeiten glänzten, den Produktionsablauf neu organisierten, wie beispielsweise Richard Arkwright in der Textilbranche, Abraham Darby II in der Eisen- und Josiah Wedgwood in der Keramikproduktion. Arbeit und Kapital wurden in überwiegend städtischen Großunternehmen konzentriert. Gesellschaftliche Strukturen orientierten sich künftig eher an dem Verhältnis zwischen Kapital und Arbeit in Fabriken als an den herkömmlichen Bindungen, die ländlicher Grundbesitz mit sich brachte. Die Geschwindigkeit, mit der sich der Wandel in Großbritannien vollzog, wurde von vielen Beobachtern einschließlich Adam Smith, Claude de Saint-Simon und Friedrich Engels aufmerksam verfolgt. Sie kamen – von unterschiedlichen Standpunkten ausgehend – zu dem Schluss, dass die Entwicklung in der industriell betriebenen Produktion radikale Veränderungen der Gesellschaft zur Folge haben müsse. Diese ‚Revolution' hatte auch Auswirkungen auf die wirtschaftlichen Beziehungen zwischen Großbritannien und Europa, und eine Zeitlang war Großbritannien als Wachstumsmodell für das Festland ein Vorbild.

Die Textilindustrie galt als einer der ‚Schlüsselsektoren' im Zusammenhang mit der Industriellen Revolution in Großbritannien. Hier wurden - mit Ausnahme des Bergbaus - zum ersten Mal Arbeiter in großen Gruppen organisiert und bestimmten Aufgaben zugeteilt, denn die Herstellung war in viele einzelne, einfache Arbeitsschritte gegliedert. Hier wurde Wasserkraft im Produktionsprozess eingesetzt, ab etwa 1780 auch Dampfmaschinen. Der Textilsektor war eng mit dem internationalen Handel verflochten, durch die Einfuhr von Rohmaterialien, insbesondere Baumwolle, und die Ausfuhr von Fertigprodukten. Das Fabriksystem fand zum ersten Mal Anwendung in der Seidenproduktion. 1721 baute John Lombe eine fünfgeschossige Fabrik in Derby. Sie beherbergte auf den untersten zwei Etagen kreisförmige Seidenzwirnmaschinen nach italienischem Vorbild, während auf den oberen drei Stockwerken Reihen von Spulmaschinen untergebracht waren, die allesamt von horizontalen und vertikalen Wellen über ein Wasserrad angetrieben wurden. Die italienischen Maschinen, die Lombe nachgebaut hatte, wurden im Aldini-Valeriani-Museum in Bologne rekonstruiert. Die Fabrik stand neben einem Haus von 1704, in dem Thomas Cotchett erfolglos versucht hatte, holländische Seidenzwirntechnologie anzuwenden. Sie blieb ungeachtet starker Zerstörungen durch ein Feuer erhalten und beherbergt heute das Industriemuseum von Derby. In den folgenden Jahrzehnten wurden etliche Seidenspinnereien in England nach den gleichen Kriterien gebaut. Sieben von ihnen befanden sich in Cheshire. Eine davon war die so genannte *Old Mill* in Congleton, die 73 m in der Länge, 7,3 m in der Breite und 14,6 m in der Höhe maß und elf Seidenzwirnmaschinen umfasste. In den zwanziger Jahren des 18. Jahrhunderts galt die Spinnerei von Derby als touristische Attraktion, und statistische Angaben über ihre Produktionsweise wurden in Reiseführern verbreitet.

In der Baumwolle verarbeitenden Textilindustrie wurde die Produktion von Richard Arkwright auf das Fabriksystem umgestellt. Arkwright gehörte Mitte des 18. Jahrhunderts zu den zahlreichen Menschen in der Gegend von Bolton in Lancashire, die sich lebhaft für die Verbesserung von Spinnmaschinen interessierten. Er zog 1768 nach Nottingham, und im folgenden Jahr ließ er eine von ihm konstruierte Spinnmaschine patentieren. Sie arbeitete mit einer Vielzahl von Walzen, die unterschiedlich schnell rotierten. Da sie mit Wasserkraft betrieben wurde, erhielt sie den Namen *Waterframe*. Er entwickelte auch Krempelmaschinen und entwarf ein komplettes Produktionssystem, mit dessen Hilfe rohe Baumwolle auf maschinellem Weg in Garn umgewandelt wurde, das von Webern und Wirkern verarbeitet werden konnte. Mit Hilfe von Partnern errichtete er zunächst in Nottingham eine mit Pferdekraft betriebene Fabrik, der er eine wassergetriebene Spinnfabrik in Cromford folgen ließ. Das Land für Letztere erstand er 1771. Die Spinnerei in Cromford ist möglicherweise nicht vor 1774 in Betrieb gegangen, wurde dafür aber bald erweitert. Eine zweite Fabrikanlage, Masson Mill mit

This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG III B Community Initiative
nwe eno INTERREG IIIB NORTH WEST EUROPE

dem Anstrich eines herrschaftlichen Wohnsitzes, wurde in den frühen Achtzigern des 18. Jahrhunderts errichtet. Gleichzeitig entstanden Reihenhaussiedlungen für die Arbeiter, eine Getreidemühle und ein Gasthaus. Cromford war eine Zeitlang einer der meistbesuchten Industriestandorte Englands. An ihm orientierten sich viele andere Baumwollspinnereien, sei es in Provinzstädten oder ländlichen Gegenden wie Milford und Belper im Derwent Valley oder in New Lanark oder aber in großen Städten wie etwa Manchester. Einige der Spinnereien wurden ab den achtziger Jahren des 18. Jahrhunderts mit Dampfmaschinen betrieben. Edmund Cartwright ließ 1785-87 einen mechanischen Webstuhl patentieren, der sowohl mit Wasserkraft als auch mit Dampf betrieben werden konnte. Dies ermöglichte den Unternehmern, die fabrikmäßige Herstellung der Baumwollgarne. Gleichwohl bestand die extensive Fabrikation auf Handwebstühlen in Heimarbeit für viele Jahrzehnte fort.

North Street, Cromford, einige der ersten Häuser, die Richard Arkwright für seine Arbeiter errichten ließ. Die Räume mit den besonders großen Fenstern im obersten Stockwerk dienten vermutlich Webern oder Strumpfwirkern als Werkstatt.

Das Leinengewerbe wurde in ähnlicher Weise von John Marshall modernisiert. Er war der Sohn eines unbedeutenden Tuchhändlers in Leeds, der ab 1787 zusammen mit Geschäftspartnern in einer wasserbetriebenen Fabrik nördlich von Leeds Flachswebstühle benutzte, auf die John Kendrew und Thomas Porterhouse aus Darlington das Patent hatten. John Marshall ersetzte die Webstühle durch Maschinen, die sein Mechaniker Matthew Murray entworfen hatte, der sich später als bedeutender Maschinenbauingenieur einen Namen machte. Ab 1791 bauten sie eine mit Dampf betriebene Fabrik südlich des Zentrums von Leeds. Sie erlangte später Berühmtheit durch das von Ignatius Bonomi errichtete Gebäude einer Fabrik im ägyptischen Stil, die so genannte *Temple Mill*, die zwischen 1831 und 1841 entstand. Ab 1793 arbeitete John Marshall mit den Wollhändlern Thomas und Benjamin Benyon aus Shrewsbury zusammen. Shrewsbury war bekannt für seinen Handel mit walisischen Wollstoffen. Ein gewisser Charles Bage, Landmesser und Weinhändler mit fundierten Kenntnissen im Eisenhandel, der 1796/97 die erste vollständig als Eisenskelettbau ausgeführte Tuchfabrik in Ditherington bei Shrewsbury errichtete, wurde zusätzlich als Geschäftspartner aufgenommen. Bald trennten sich die Partner, und die Benyon-Brüder und Bage bauten ein eigenes Unternehmen mit einer Fabrik in Shrewsbury auf, die ebenfalls mit einer Eisenkonstruktion versehen war, heute aber zerstört ist, sowie verschiedene Fabriken in Leeds. Den größten Anteil der vor 1830 gebauten Fabriken im Eisenskelettbau machten Flachsspinnereien aus, aber auch in anderen Sektoren waren sie durchaus anzutreffen. Die Fabrik von Saltaire aus dem Jahr 1851 markierte den Höhepunkt dieser Konstruktionsweise, wobei die Holzbauweise bei den meisten Fabriken überwog. Ab den sechziger Jahren des 19. Jahrhunderts setzte sich die Konstruktion mit Stahlträgern durch.

In der Wollindustrie gingen die Veränderungen viel zögerlicher voran. Die meisten Arbeitsabläufe beim Spinnen und Weben von Baumwollgarnen konnten auch auf Wollgarne übertragen werden, das Stoffangebot war jedoch viel umfangreicher. Einige wurden noch bis weit in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts von Hand verarbeitet. Kleine Wollfabriken wie beispielsweise jene in Saddleworth gehörten zu den ersten mit Wasserradantrieb. Mehrere bedeutende Wollfabriken wurden in England im ausgehenden 18. und im frühen 19. Jahrhundert gebaut. Dazu gehört auch Benjamin Gott's Fabrik Bean Ing in Leeds, ein sehr großer Fabrikkomplex aus dem Jahr 1792, der heute nicht mehr existiert, die ebenfalls in Leeds angesiedelte Armley Mill von 1805, in der heute das städtische Industriemuseum untergebracht ist, sowie Stanley Mill in Gloucestershire aus dem Jahr 1813, die über eine außergewöhnliche Eisenkonstruktion verfügt und einem herrschaftlichen Wohnsitz gleicht.

Im späten 18. Jahrhundert kamen in Großbritannien Textilproduktionsverfahren zum Einsatz, die viele Unternehmer in ganz Europa anzogen. Arkwrights System der Baumwollverarbeitung wurde in Deutschland von Johann Brügelman eingeführt, der gleich eine ganze Fabrikanlage in Ratingen errichten ließ. Sie trug den Namen Cromford nach dem Original aus Derbyshire. Auch in Frankreich und Böhmen diente Arkwrights Modell den Fabriken noch vor 1790 als Vorbild, und im nächsten halben Jahrhundert waren

This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG III B Community Initiative
nwe eno INTERREG IIIB NORTH WEST EUROPE

diese Fabriken vielerorts in Europa wegweisend für den rasanten industriellen Fortschritt.

Die Fabrik Cromford in Ratingen, 1782 erbaut von Johann Brügelmann; hier wendete er die Spinntechniken von Richard Arkwright aus Cromford, Derbyshire an.

Steinkohle bildete das Rückgrat der Industriellen Revolution in Großbritannien. Eine Schätzung der Kohleproduktion ist schwierig, aber bis 1800 hatte sie in England und Wales wahrscheinlich 15 Millionen Tonnen im Jahr erreicht, was einem Durchschnitt von etwa 1350 kg pro Kopf und Jahr entspricht. Der Anstieg der Kohleproduktion hatte Auswirkungen auf das gesamte Land. Er beflügelte die Wirtschaft in Regionen, in denen Öl oder sonstige Energiequellen bislang zu teuer gewesen waren. Kohle wurde zum wichtigsten Energieträger in der Eisenindustrie. Ihre Nutzung veränderte die Herstellung von Alkali (Natriumcarbonat) durch das Leblanc-Verfahren und erhöhte dadurch die Produktion von Glas und Seife. Die Zunahme von Keramikmanufakturen in North Staffordshire ist auf den Abbau von Kohle zurückzuführen. Kohle wurde zum Schmelzen von Kupfererz verwendet, das in Großbritannien in steigendem Maße abgebaut wurde. Daraus wurden Kupferplatten zur Verkleidung von Schiffsrümpfen hergestellt, so dass die Schiffe auf ihren Handelsreisen längere Strecken zurücklegen konnten. Vor 1800 nutzte die Mehrzahl der Textilfabriken Wasserkraft, aber die Maschinen in den meisten der nach dieser Zeit gebauten Industrieanlagen waren dampfmaschinenbetrieben. Die Dampfkraft ermöglichte einen ständig expandierenden Kohleabbau an immer neuen Standorten. Es entstanden ganze Kohlereviere. Deren starke Zunahme führte zu einem Wachstumszyklus, der sich selbst in Gang hielt.

Dass Wasserdampf die Eigenschaft besitzt, sich auszudehnen, war Wissenschaftlern im späten 17.Jahrhundert bestens bekannt. Es war Thomas Newcomen, der sich diese Eigenschaften praktisch zunutze machte, indem er 1712 eine Balanciermaschine zur Entwässerung einer Grube bei Dudley in den West Midlands baute. Seine Maschine hatte allerdings das Pech, in den Geltungsbereich von Patenten zu fallen, die zu einem früheren Zeitpunkt Thomas Savery erteilt worden waren und die, bis sie 1733 erloschen, von einem Bankenkonsortium kontrolliert wurden. Die Dampfmaschine von Newcomen stellte sich sehr rasch als äußerst nützlich heraus, besonders für Bergwerksbesitzer. An die 100 wurden in Großbritannien zwischen 1712 und 1733 installiert, und noch vor 1750 wurde dieser Maschinentyp auch in Schweden, Deutschland, Frankreich und Böhmen gebaut. Zahlreiche Ingenieure bemühten sich in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts um Verbesserungen, ganz besonders machte sich hier James Watt einen Namen: Ihm sind verschiedene Erfindungen zu verdanken, darunter der separate Kondensator, die zusätzliche Wärme dämmende Ummantelung der Zylinder, die Anwendung von Parallelbewegungen zur linearen Führung der Kolbenstange am Balancierbalken, die anfänglich durch ein Planetengetriebe erzeugte Umwandlung in eine Drehbewegung sowie die zweistufige Dampfmaschine. Sein Schlüsselpatent für den separaten Kondensator wurde ihm 1769 erteilt. 1774 zog er von Schottland nach Birmingham, wo er sich mit Matthew Boulton zusammentat. Sie bauten Maschinen für Bergwerke, Eisenhüttenwerke und Textilfabriken in Großbritannien und Übersee. Als 1800 die Patente erloschen, hatten die beiden Partner Boulton und Watt 24 Maschinen an das europäische Festland geliefert. Seit seinen frühesten Experimenten war es Watts Ziel gewesen, die thermische Effizienz der Dampfmaschine zu verbessern – für Textilfabriken oder Bergwerke nicht eisenhaltiger Erze ein entscheidendes Kriterium, wenn die Kohlevorkommen weit entfernt lagen. Bei Kohlegruben schlugen die Energiekosten nicht so stark zu Buche, da die Dampfkessel mit Kohlengrus beheizt werden konnten, der sich ansonsten nicht verkaufen ließ. Die Anzahl der in Großbritannien gebauten Dampfmaschinen schnellte Ende des 18. Jahrhunderts in die Höhe: Man schätzt, dass um 1800 zwischen 2500 und 3000 Maschinen in Betrieb waren.
Davon stammten jedoch nur etwa 400, also eine relativ geringe Anzahl, von der Firma Boulton & Watt. Die meisten anderen waren Newcomensche oder ‚gewöhnliche' Maschinen oder Maschinen anderer, jüngerer Bauart. Viele von ihnen waren so konstruiert, dass sie die Rotationskraft nutzten, und wurden zur Kohleförderung an Schachtanlagen eingesetzt.

This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG III B Community Initiative
nwe eno INTERREG IIIB NORTH WEST EUROPE

Die Vorwärmkammer des Hochofens in der Wenderenhütte im Rheinland, Deutschland.

Eisen wurde im Jahre 1700 in den meisten europäischen Ländern geschmolzen und geschmiedet. In einigen Regionen, wie z.B. dem Siegerland oder um Sheffield herum, wurden schon seit geraumer Zeit traditionell Werkzeuge und andere Gegenstände aus Eisen und Stahl gefertigt, die auf internationalen Märkten vertrieben wurden. In fast allen eisenproduzierenden Regionen wurde Eisen auf indirektem Weg gewonnen. Eisenerz wurde mit Kalkstein zusammen in einem Holzkohlehochofen geschmolzen. Für die Luftzufuhr sorgten mit Wasserkraft angetriebene Blasebälge. Der geschmolzene Eisenguss wurde abgeleitet, gewöhnlich zweimal am Tag, und zu einer Schmiede gebracht, die ebenfalls auf Holzkohlebasis mit Wasserkraft arbeitete, und dort zu Schmiedeeisen weiterverarbeitet. Der Hochofen war eine Erscheinung des Mittelalters und tauchte ursprünglich in Schweden und Deutschland auf. Bis zum 15. Jahrhundert gab es Hochöfen in Italien, in der Gegend um Lüttich und im Pays de Caux. Die Technologie gelangte schließlich auch nach Großbritannien und ins südliche und östliche Europa. Das alte, direkte Verfahren zur Eisengewinnung in den so genannten Renn- oder Schachtöfen, bei dem das Schmiedeeisen direkt aus dem Erz gewonnen wurde, hielt sich in manchen Gegenden wie beispielsweise in der Steiermark und in Kärnten bis ins späte 18. Jahrhundert, in den baskischen Provinzen und im Département von Ariège bis ins 19. Jahrhundert. Einige Schachtöfen, z.B. die Stücköfen in Österreich, konnten Luppen (schlackehaltige Roheisenbrocken) von bis zu 150 kg produzieren. Sie arbeiteten mit Wasserkraft und ähnelten in ihren Dimensionen den heutigen Hochöfen. Die Eisenverarbeitungsmethoden waren von regionalen Traditionen geprägt. In Nordeuropa waren die Schächte der meisten Öfen über vier im Quadrat angeordneten Bögen gebaut. Durch einen Bogen erfolgte die Luftzufuhr durch Winddüsen, die so genannten *tuyeres*, während das geschmolzene Eisen über ein Abstichloch in einem anderen Bogen abfließen konnte. In der Mittelmeerregion waren die meisten Öfen nach der Bergamasque-Bauart konzipiert, deren abgeflachte Fronten durch schmiedeeiserne, zwischen zwei Pfeilern angebrachte Stangen fixiert wurden. In Großbritannien floss das geschmolzene Eisen aus dem Hochofen eine aus Sand geformte Rinne entlang. Von dort wurde es in Seitenkanäle abgeleitet, von denen wiederum noch schmalere Abflüsse im 90°-Winkel abgingen, weshalb es zu dem bildlichen Vergleich mit einer Sau und ihren trinkenden Ferkeln kam. Das gewonnene Roheisen wurde daher ‚sow iron' genannt (‚sow'=Sau), oder noch gebräuchlicher ‚pig iron' (‚pig'=Schwein). In Frankreich lief das Roheisen in eine lange, schmale Mulde ab, die ihrer Form nach im damaligen Sprachgebrauch *saumon* (Lachs) genannt wurde, während es in der Steiermark eine flache Metallplatte bildete, die anschließend mit schweren Hämmern zerschlagen wurde. In Nordeuropa wurden die meist ledernen Blasebälge der Hochöfen und Schmieden in der Regel durch ein Wasserrad über eine Nockenwelle angetrieben. In Italien, in der Provence und in Spanien erzeugte man das Gebläse sowohl für Öfen als auch für Schmieden mit Hilfe von Wassertrichtern, wie man sie in gut erhaltenem Zustand heute noch in Capalbio und anderen Orten in der Toscana sehen kann. Im frühen 18. Jahrhundert florierte der internationale Eisenhandel. In Regionen, in denen vor Ort kein Eisen produziert werden konnte, musste es eingeführt werden, um den Bedarf an Hufeisen, Nägeln, Kamingeräten und Werkzeugen zu decken. Der schwedische Eisenfabrikant Reinhold Rücker Angerstein unternahm in den Jahren 1753 bis 55 im Auftrag der Vereinigung schwedischer Hüttenbesitzer *(Jernkontoret)*, die den nationalen Eisenhandel kontrollierte, ausgedehnte Reisen durch Europa. Er entdeckte die Vielfalt des britischen Eisenhandels, in dem ganz spezielle Bedürfnisse mit Importen aus Schweden, Russland, Spanien, den Niederlanden und den amerikanischen Kolonien befriedigt wurden.

In den 50 Jahren nach Angersteins Reise kam es zu fortschrittlichen Entwicklungen in der britischen Eisenindustrie. Bereits im 17.Jahrhundert hatte es Versuche gegeben, die Hochöfen statt mit Holzkohle mit Kohle zu bestücken. Dies gelang jedoch erst im Jahre 1709 dem Eisengießer und Messinghersteller Abraham Darby I aus Bristol, der nach Coalbrookdale am Severn in Shropshire gezogen war. Er benutzte Koks von der Art, wie sie in Malzdarren verwendet wurde. Wie Angerstein feststellte, wurde das mit Koksbefeuerung hergestellte Eisen über mehrere Jahrzehnte hinweg nur für Gusswaren benutzt, doch in den frühen fünfziger Jahren des 18. Jahrhunderts begannen Abraham Darby II und seine Geschäfts-

This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG III B Community Initiative
nwe eno INTERREG IIIB NORTH WEST EUROPE

partner mit der Produktion von Eisen, das sich erfolgreich zu Schmiedeeisen weiterverarbeiten ließ. Sie nutzten auch Dampfmaschinen, um das Wasser, das über die Blasebälge gelaufen war, dem Kreislauf wieder zuzuführen, wodurch es möglich wurde, die Hochöfen das ganze Jahr über zu betreiben. Der Siebenjährige Krieg (1756 – 1763) kurbelte die Eisenproduktion erst richtig an. In einem Zeitraum von vier Jahren entstanden neun neue Hochöfen in Shropshire, und koksbetriebene Hochöfen nahmen in Südwales, im *Black Country* und in Schottland ihren Betrieb auf. Im Jahr 1776 benutzte John Wilkinson eine Dampfmaschine, um Luft mittels Hubbewegungen in einen Hochofen zu blasen, und machte damit das Wasserrad überflüssig. Die Nutzung von Dampfkraft und Koks beseitigte die früheren Beschränkungen in Bezug auf die Größe der Eisenhüttenwerke, und in den folgenden Jahrzehnten entstanden Industriekomplexe mit sechs oder sieben Hochöfen, groß angelegten Schmieden, Kokereien, Gießereien und Maschinenbaufabriken. Auch in der Eisenverarbeitung gab es technische Fortschritte. Henry Cort erfand 1784 das so genannte Puddel-Verfahren, bei dem in einem kohlegefeuerten Hochofen „Puddel"-Stahl aus Roheisen gewonnen wurde. Der so gewonnene Metallklumpen wurde unter einem möglicherweise dampfgetriebenen Hammer zu Stahlluppe verdichtet (obgleich der eigentliche Dampfhammer nicht vor den späten 1830er Jahren erfunden wurde). Im gleichen Maße, wie Arkwright das Baumwollspinnen verändert hatte, führte Cort eine Reihe von teilweise schon gängigen Verfahren ein und schaffte damit ein zusammenhängendes System.

Britische Gusseisentechnologie gelangte 1777 mit William Wilkinson nach Frankreich. Die französischen Behörden hatten ihn als Berater in dem Bestreben ins Land geholt in dem Bestreben, Geschütze britischer Qualität herzustellen. Er errichtete ein Gusseisenwerk in Indret an der Loiremündung. Mitte der 1780er Jahre wurde Charles de Wendel mit der Errichtung der Fonderie Royale (Königliche Waffenfabrik) in Le Creusot in Burgund beauftragt. Das Werk folgte im Gegensatz zu vergleichbaren britischen Hütten, die sich allesamt aus bescheidenen Anfängen entwickelt hatten, von vorneherein dem Konzept einer großen Industrieanlage mit symmetrischem Aufbau, ähnlich etwa einem Palast in einer Parklandschaft. Die Waffenfabrik existiert nicht mehr, aber die Königliche Glassfabrik (Crystallerie de la Reine), die im selben Zeitraum errichtet wurde, entspricht dem gleichen Muster. Ihre Architektur spiegelt die Rolle des Staates in der Industrie in einem Maße wider, wie sie – abgesehen von den königlichen Werften – in Großbritannien undenkbar gewesen wäre. Facharbeiter der Eisenindustrie gaben ihr Know-how in anderen europäischen Ländern weiter, und das Zeitalter der Eisenbahn, das in den dreißiger Jahren des 19. Jahrhunderts anbrach, eröffnete Eisenfabrikanten wie John Cockerill und Friedrich Krupp die sagenhafte Gelegenheit, große vertikal integrierte Konzerne aufzubauen und Schienen, Lokomotiven und Baustahl zu liefern.

Das Wachstum der britischen Wirtschaft im späten 18. Jahrhundert wurde vom Überseehandel beflügelt. Der Trend zu Baumwollstoffen ging von Indien aus, wo eine blühende Textilindustrie letztlich durch Importe aus England zerstört wurde. Ein Großteil der Rohbaumwolle, die in den englischen Fabriken verarbeitet wurde, kam aus den amerikanischen Kolonien, die sich seit 1784 die Südstaaten der Vereinigten Staaten nannten. Als Arbeitskräfte setzte man Sklaven ein, die in Afrika gegen Eisen, Metall- und Textilwaren aus England eingetauscht und über den Atlantik nach Amerika transportiert wurden. Zucker und Tabak aus der Karibik, Holzprodukte aus Maine, Neuschottland und Neubrunswick wurden in zunehmendem Maße nach England eingeführt. Der Osthandel bot neue Absatzmärkte und ermöglichte den Zugang zu Tee, Kaffee, Farbstoffen und unzähligen anderen Gebrauchsgütern. Man ließ sich allerhand Neues einfallen, um den internationalen Handel in Flussmündungshäfen wie etwa London, Glasgow und Liverpool abzuwickeln, die keine natürlichen Häfen mit tiefem Wassergang hatten. Schon zu Beginn des 18. Jahrhunderts wurden Schiffe in Schleusendocks repariert, aber der erste großzügig entworfene Handelsdockhafen waren die West India Docks in London, 1800/01 von Sir John Rennie fertig gestellt. Vor Anker liegende Schiffe konnten bei jedem Tidenhub be- und entladen werden. Sie konnten jedoch erst bei Flut wieder auf die Themse zurück. London, Liverpool, Bristol, Glasgow und Hull waren in erster Linie Schleusendockhäfen. Auch in anderen europäischen Ländern ging man dazu über, solche Häfen zu bauen. Parallel dazu entstanden mehrstöckige Lagerhäuser, die jedoch durch den Anschluss der Eisenbahn an das Hafengebiet aus der Mode kamen. An ihre Stelle traten Zwischenlager, wie sie beispielsweise in Antwerpen noch heute den alten Hafen schmücken. Das Albert Dock in Liverpool ist ein einzigartiges Beispiel für eine Hafenanlage aus der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, die gebaut wurde, bevor die Eisenbahn eine Rolle beim Güterumschlag spielte.

Das Straßennetz in Europa war von sehr unterschiedlicher Qualität, aber dort, wo die Straßen passabel waren, hatten sie einen erheblichen Einfluss auf die industrielle Entwicklung. Im 18. Jahrhundert wurden die meisten Hauptstraßen in Großbritannien von lokalen Treuhandgesellschaften kontrolliert. Ihre Einkünfte bezogen sie aus der erhobenen Maut. Ver-

This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG III B Community Initiative
nwe eno INTERREG IIIB NORTH WEST EUROPE

besserungen führten sie nur schrittweise ein, aber insgesamt war es in den zwanziger Jahren des 19. Jahrhunderts den schnellsten Kutschen möglich, die wichtigsten Provinzhauptstädte mit einer Geschwindigkeit von 16 km/h zu erreichen. In den meisten Ländern wurde das Straßennetz durch ähnliche Straßenzolleinkünfte finanziert, die an strategisch platzierten Zahlstellen erhoben wurden. In manchen Ländern spielte der Staat eine wichtige Rolle im Straßenbau. In Frankreich bekam das Straßennetz durch neue Strassenbeläge und regen Brückenbau ein neues Gesicht. Verantwortlich dafür war Jean Rodolphe Perronet (1708-94), der die Ecole des Ponts et Chaussées im Jahr 1774 gründete. In Großbritannien war der Staat am Straßenbau in lediglich zwei Fällen direkt beteiligt: in Schottland (aus militärischen Gründen) sowie bei der Verbindungsstraße zwischen Holyhead, dem Hafen von Dublin, und London. Für deren Verbesserung war ab 1815 eine Kommission zuständig, der Thomas Telford als verantwortlicher Ingenieur diente und die viele wichtige Bauwerke realisierte, darunter die Hängebrücke über die Menai Street in Wales, die 1826 eröffnet wurde und ein wichtiger Meilenstein in der Planung von Großprojekten war.

Zwischen den Städten der reicheren europäischen Länder sorgte der Kutschverkehr für eine regelmäßige Personenbeförderung. Die schnellsten Kutschen transportierten die Post im Auftrag der Regierungen. Die sogenannten ‚diligences' in Frankreich, die ab den vierziger Jahren des 18.Jahrhunderts regelmäßig verkehrten, wurden üblicherweise als eher kleine Fahrzeuge eingestuft, beförderten sie doch weniger als 10 Personen, im Gegensatz zu den Postkutschen, die sich ab dem 17. Jahrhundert allmählich in England durchgesetzt hatten. In den meisten deutschen Staaten unterstanden die Eilwagen von meist ähnlicher Bauart den Regierungen. Problematischer war der Straßenverkehr in Osteuropa aufgrund der Größe der Kutschen im Habsburger Reich, die nicht mehr als drei Personen beförderten. Als Alternative für Überlandreisen boten sich Mietkutschen an, Postkutschen in England, ‚voituriers' in Frankreich und ‚vetturinos' mit ihren ‚postilions' in Italien: Sie verkehrten in angemessenen Abständen zwischen Gast- oder Bauernhäusern, deren Besitzer sich verpflichteten, ihnen ausgeruhte Ersatzpferde zur Verfügung zu stellen. In den meisten Ländern verkehrten auch regelmäßige Postkutschen, in Deutschland die Postwagen, die kleinere Mengen von landwirtschaftlichen Produkten oder Fertigwaren über weite Entfernungen transportierten. Der Straßenverkehr veränderte sich durch den Bau von Kanälen und erhielt ein ganz neues Gesicht mit dem Aufkommen des Bahnfernverkehrs. Dennoch blieb er stets ein unverzichtbarer Bestandteil des industriellen Produktionssystems, mit dessen Hilfe Güter und Personen bis jenseits der Reichweite der neueren Transportsysteme gebracht werden konnten.

Kanäle waren im 18. Jahrhundert durchaus kein Novum. In Frankreich wurde der Briare-Kanal, Europas erste Wasserstraße mit einer Scheitelhöhe, 1642 fertig gestellt, und der Canal du Midi (oder Canal de Languedoc), der die Atlantische mit der Mittelmeerküste verband, war ab 1681 befahrbar. Im Hinblick auf technologische Merkmale von Wasserstraßen kannte man bereits im 15. Jahrhundert in Italien die Stauschleuse, und lange und mächtige Aquädukte aus Mauerwerk leiteten Trinkwasser nach Avignon, Sevilla und in andere Städte des Römischen Reiches. Die Niederlande verfügten über ein dichtes Netz von Entwässerungskanälen, während die so genannten ‚trekvaarten' einen Linienverkehr für Güter und Personen unterhielten. In Russland, Preußen, Schweden und Irland wurden im späten 17. und frühen 18. Jahrhundert ehrgeizige Pläne für Wasserstrassen in die Tat umgesetzt. Dennoch war der 8 km lange Verbindungskanal zwischen Worsley und Manchester, der 1761 von Francis Egerton, dem dritten Herzog von Bridgewater, fertig gestellt wurde, von großer innovativer Bedeutung, zeigte er doch, dass durch die Überquerung des Flusses Mersey auf einem Aquädukt bei Barton, der zu einer Attraktion für Besucher wurde, Kanäle mitten durch die Landschaft gezogen werden konnten, ohne notwendigerweise dem natürlichen Wasserlauf zu folgen. Gleichzeitig war der Kanal ein Beweis für die rentable Kohleversorgung einer großen Stadt auf dem Wasserweg. In den folgenden Jahrzehnten wurde auf ähnlichen Kanälen Kohle nach Coventry, Liverpool und Birmingham verschifft, und nach dem Vorbild des Bridgewater-Kanals entstand in England bis 1805 ein Kanalnetz, das mit einer bis dahin nie gekannten Effizienz den Transport von Kohle zu den meisten wichtigen Städten und von landwirtschaftlichen Produkten sowie von Fertigwaren zu den Einzelhändlern ermöglichte. Die Kanäle, die in den folgenden Jahrzehnten in Deutschland, Frankreich und Belgien gebaut wurden, entstanden alle gemäß dem Leitspruch des Herzogs von Bridgewater, demzufolge „der Kanalbau der Kohle auf dem Fuß folgen sollte". Sie alle trugen maßgeblich zum wirtschaftlichen Aufschwung der jeweiligen Regionen bei.

Der Erfolg der in Großbritannien neu entwickelten Technologien im späten 18. Jahrhundert erregte sowohl aus kommerziellen wie auch aus strategischen Gründen viel Aufmerksamkeit. Britische Gusseisentechnologie war deshalb von besonderem Interesse, weil zwar zu jener Zeit Kenntnisse im Hüttenwesen noch frei von strategischen Hintergedanken waren, andere Länder aber durchaus bestrebt

This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG III B Community Initiative
nwe eno INTERREG IIIB NORTH WEST EUROPE

waren, Geschütze von der gleichen Qualität wie die britischen zu produzieren. Know-how im Schiffsbau und bei der Segeltuchherstellung hatte ebenfalls eine zweifellos strategische Bedeutung. Regierungen waren auch darum bemüht, neue Technologien in der nationalen Textil- und Eisenproduktion einzuführen, um im Export mit anderen Ländern konkurrenzfähig zu bleiben. Mehrere Jahrzehnte lang verbrachte der Katholik und Jakobit John Holker, geboren 1719 bei Manchester, damit, im Auftrag des französischen Regierungsvertreters Daniel-Charles Trudaine, Direktor des Bureau de Commerce, und nach dessen Tod 1769 in Zusammenarbeit mit dessen Sohn und Nachfolger Troudaine de Montigny, Einzelheiten der in England angewandten Technologien in Erfahrung zu bringen, an Warenmuster, Werkzeuge und Mineralien heran zu kommen und erfahrene englische Arbeiter mit ihrem Fachwissen nach Frankreich abzuwerben. Die britische Regierung reagierte mit einer Reihe von Gesetzen, die den Export wichtiger Werkzeuge und Maschinen verbot und die Reisetätigkeit von Facharbeitern auf den Kontinent beschränkte. Holkers Interesse galt der Textiltechnologie, insbesondere Textilveredelungstechniken wie Mangeln, Färben und Bleichen, sowie der Herstellung von Schwefelsäure. Abgesehen davon lag ihm daran, den Franzosen technisches Know-how in der Herstellung von Stahl und Stahlblechen, in der Lederverarbeitung, im Hochofenbau, und in der Erzeugung hochwertiger Schamottsteine zu vermitteln. Viele Engländer wurden nach Frankreich geholt, einige auch mit ihren Familien. Bei den meisten handelte es sich um anonyme Facharbeiter, von denen wenig bekannt ist. Aber immerhin gehörte auch John Kay dazu, der Erfinder des fliegenden Weberschiffchens, der im Jahr 1746 emigrierte und abgesehen von ein paar vereinzelten Besuchen bis zu seinem Tod im Winter 1780/81 in Frankreich blieb. Auch William Wilkonson, Bruder des namhaften Eisenfabrikanten John Wilkinson, hielt sich in Frankreich auf. Der Technologietransfer war mit vielen Schwierigkeiten verbunden. Selbst wenn Industriespione in anderen Ländern willkommen waren, hinderten sie doch sprachliche Barrieren und fehlendes Wissen daran, ihre Beobachtungen weiterzuvermitteln. Und wenn erfahrene Arbeiter davon überzeugt werden konnten, ins Ausland zu gehen, war es aufgrund abweichender Rohmaterialbeschaffenheit oder unterschiedlicher Verfügbarkeit geeigneter Werkzeuge und Bautechniken oftmals schwierig, die Produktionsprozesse, an die sie gewöhnt waren, vollständig zu kopieren.

Im 18. Jahrhundert fand Technologietransfer in viele Richtungen statt, nicht nur von Großbritannien aufs Festland. Der Aufschwung der Alkaliindustrie ging auf das von dem Franzosen Nicolas Leblanc (1742-1806) erfundene Verfahren zurück, und die Technologie für die Glasherstellug in dem berühmten Werk von Ravenhead, Lancashire, stammte ebenfalls aus Frankreich. Porzellan wurde ab 1710 im sächsischen Meissen bei Dresden hergestellt, bevor Kenntnisse vom Herstellungsverfahren etwa 20 Jahre später nach Frankreich und dann nach England gelangten.

Die industrielle Entwicklung in Großbritannien hing von privatwirtschaftlichem Unternehmertum ab, davon, wie tüchtig einzelne Unternehmer wie Richard Arkwright, John Wilkinson, Josiah Wedgewood und Matthew Boulton darin waren, sich Geld für ihre Investitionen zu leihen und ihre Fabriken, Brennöfen und Bergwerke rentabel zu führen. Einige Industriekonzerne wie beispielsweise der Bridgewater Canal und die dazugehörigen Bergwerke oder die Kohlegruben der Marquis von Londonderry in der Grafschaft Durham waren Bestandteil von adligem Vermögen, andere wie die Textilfabriken von Saddleworth entstanden aus der Notwendigkeit der Bewohner, zusätzliche Einkommensquellen in Gegenden zu erschließen, in denen sich landwirtschaftliche Produktion als mühselig erwies. In Schweden unterschieden sich Eisen produzierende Dörfer (bruks) im Besitz Adliger von denjenigen, in denen Öfen und Schmieden von Bauernkooperativen betrieben wurden. In Frankreich und Preußen, dessen Landesgrenzen beim Wiener Kongress 1815 bis zum Rheinland ausgedehnt wurden, spielten die Regierungen bei der Förderung industrieller Belange eine entscheidende Rolle. In nahezu jedem europäischen Land waren die Regierungen direkt in die Herstellung von Waffen eingebunden, insbesondere von Kriegsschiffen, und die Waffenfabriken von Wien, Neapel und Venedig sowie die Werft von Karlskrona zeugen von der Rolle der Regierungen bei der Industrialisierung im 18. und frühen 19. Jahrhundert.

Die soziale Frage

In mancherlei Hinsicht sorgte das industrielle Wachstum für zunehmenden Wohlstand. Billige Textilien, die einen häufigen Wechsel von Kleidern und Bettwäsche möglich machten, Seife, die mit der wachsenden chemischen Industrie aufkam, und eine größere Verfügbarkeit des Brennstoffs Kohle verbesserten den allgemeinen Gesundheitszustand. Einige Industriestandorte im späten 18. und frühen 19. Jahrhundert, insbesondere wasserbetriebene Textilfabriken, deren Besitzer zur Philanthropie neigten, mögen idyllisch angemutet haben. In städtischen Produktionsanlagen sah die Situation ganz anders aus. Häuser wurden ohne Trinkwasserversorgung oder angemessene Abwasserkanäle gebaut, während andererseits dampfbetriebene Fabriken und die Verwendung von Kohle als Heizmittel für erhöhte

This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG III B Community Initiative
nwe eno INTERREG IIIB NORTH WEST EUROPE

Luftverschmutzung sorgten. Die Situation wurde noch verschlimmert durch den Ausbruch ansteckender Krankheiten, von denen die Asiatische Cholera, die in den späten zwanziger und frühen dreißiger Jahren des 19. Jahrhunderts nach Westeuropa gelangte, die verheerendste war.

Eine der tief greifendsten sozialen Veränderungen, die die Industrielle Revolution mit sich brachte, war der Zwang zur zeitlichen Disziplinierthеit, die Vorstellung, dass die Arbeitszeit eines Arbeiters einen monetären Wert hatte und dass sich ein Arbeitgeber diese Zeit kaufen konnte. Äußere Symbole für diese Veränderungen waren Uhren, Glocken unter Kuppeldächern und Dampfpfeifen, die einen festen Bestandteil vieler Arbeitsstätten in der damaligen Zeit bildeten. Kleine Kinder, von denen manche nicht älter als vier oder fünf Jahre alt waren, wurden in zahlreichen Betrieben des späten 18. und frühen 19. Jahrhunderts beschäftigt. Diese Praxis wurde in den meisten Ländern nach und nach gesetzlich geregelt. Das erste bedeutsame Gesetz zur Kinderarbeit wurde in Großbritannien in den vierziger Jahren des 19. Jahrhunderts verabschiedet. Frauen wurden in großer Zahl in einigen Industriezweigen eingestellt, sogar im Bergbau. Ob sie auch unter Tage arbeiteten, hing von örtlichen Gepflogenheiten ab. In Großbritannien wurde Frauenarbeit unter Tage 1842 gesetzlich verboten.

Das Elend in den frühen Industriestädten führte mancherorts zur Gründung von idealistisch inspirierten Gemeinschaften, die an Fabriken angeschlossen waren, jedoch von den Versuchungen städtischen Lebens abgekoppelt waren. Eine der berühmtesten war New Lanark, wo der Fabrikbesitzer Robert Owen in den ersten Jahren des 19. Jahrhunderts Schulen sowohl für Kinder als auch für seine erwachsene Arbeiterschaft einrichtete sowie Gemeinschaftsküchen bereitstellte. Nach Owens Vorstellungen entstanden etliche andere von Idealismus geprägte Gemeinschaften, in Orbiston in Schottland und in Manea Fen und Tytherley in England, aber sie waren nur von kurzer Lebensdauer. Einer eher individuellen Tradition waren die fünf Landkolonien verpflichtet, die in den 1840er Jahren von der Chartist Land Company gegründet wurden. Hier kam die tiefe Sehnsucht der Industriearbeiter nach einem unabhängigen Lebensstil zum Ausdruck. Obwohl nicht als Reaktion auf die Industrialisierung gegründet, waren die drei englischen Kolonien der Herrenhuter Brüdergemeinde mit ihren markanten Gebäuden in West Yorkshire, Derbyshire und Manchester Ausdruck dafür, wie sich religiöse Bewegungen im Landschaftsbild widerspiegeln konnten. In Frankreich spielten die Schriften von Charles Fourier, einem Vertreter des utopischen Sozialismus, eine bedeutsame Rolle, und 1859 errichtete der Eisenhüttenbesitzer Jean-Baptiste Godin in Guise um seine Gießerei eine Arbeitersiedlung, deren Entwurf eng an die Ideen von Fouriers Schriften angelehnt war.

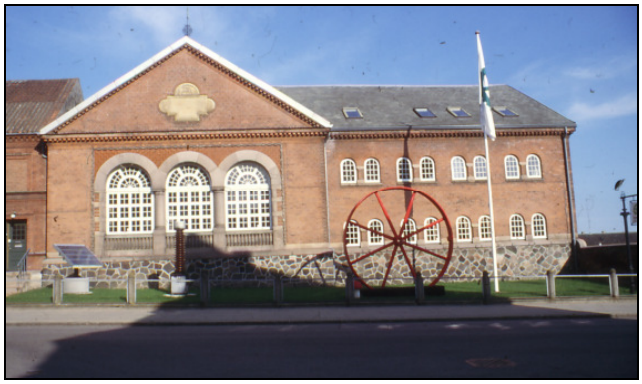
Ab Mitte des 19. Jahrhunderts entstanden in jeder größeren europäischen Stadt großzügige öffentliche Bauten, um gesündere Lebensbedingungen zu schaffen. Trinkwasser wurde mit Hilfe von Dampfmaschinen aus Flüssen gepumpt oder in Kanälen oder Wasserleitungen aus Bergregionen herbeigeleitet. Abwässer liefen durch tiefe Kanalisationsröhren, bevor sie von Dampfmaschinen zu Kläranlagen gepumpt wurden. In ganz Europa spiegelte sich der unerschütterliche Glaube, Städte zu sicheren lebenswerten Plätzen machen zu können, in der Architektur der Wasser- und Abwässerpumpwerke wider. Viele von ihnen waren in Parklandschaften eingebettet und mit Kacheln, Terrakotta und Buntglas verziert. Am berühmtesten sind die Anlagen von Otto Wagner in Wien aus dem ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts.

Im Jahr 1802 wurden die dampfbetriebenen Fabriken von Boulton & Watts mit Kohlengas beleuchtet, dessen brennbare Eigenschaften von dem ehemaligen Maschinenbauingenieur William Murdock nachgewiesen worden waren. Die Firma ging dazu über, Gasversorgungsanlagen zu liefern, zuerst an Großunternehmer, die ihre Produktionsstätten beleuchten wollten, später auch an Stadtwerke, die zunächst Gas für die Straßenbeleuchtung bereit stellten und später auch die Privathaushalte mit Gas für Licht, Kochen und Heizen versorgten. In jedem Land stiegen die industriellen Wachstumsraten, als die Eisenbahn auch die kleinsten Städte mit Kohle für die Gaswerke beliefern konnte. In großen Städten nahmen Gaswerke riesige Ausmaße an. Im Laufe des 20. Jahrhunderts stellten kleine Gaswerke aufgrund ihrer Vernetzung mit größeren Versorgern ihren Betrieb ein, und in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts ersetzten natürliche Gasvorkommen das Kohlengas. Gleichwohl wird das Erdgas über die Leitungsnetze, die einst für das Kohlengas errichtet wurden, an die Haushalte geliefert.

Die Stromversorgung entwickelte sich ab den achtziger Jahren des 19. Jahrhunderts nach ähnlichem Muster. Das Pearl Street Kraftwerk von Thomas Alva Edison in New York aus dem Jahr 1882 war das erste Strom produzierende Werk, auf das der Begriff „zentral“ im Sinne von „für die Öffentlichkeit bestimmt“ zutraf. Das französische Wort ‚centrale’ für Kraftwerk leitet sich davon ab. In den ersten Kraftwerken wurden die Generatoren noch von kleinen Dampf- oder Dieselmaschinen angetrieben, aber ab etwa 1910 wurden Dampfturbinen in fast allen neuen

This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG III B Community Initiative
nwe eno INTERREG IIIB NORTH WEST EUROPE

Anlagen verwendet. Der Dampf wird durch kohle-, diesel- oder gasgefeuerte Betriebskessel erzeugt bzw. seit den 50-er Jahren durch Atomreaktoren.



Das städtische Kraftwerk von 1906, in dem das Museum für Arbeit, Handwerk und Industrie in Horsens untergebracht ist

Im ausgehenden 20. Jahrhundert war der Trend zu immer größeren Kraftwerken wieder rückläufig. In bergreichen Regionen wurde Strom in Wasserkraftwerken gewonnen. Zu den ersten dieser Art gehört das 1880 von Sir William Armstrong erbaute Kraftwerk in Cragside. Großkraftwerke im frühen 20. Jahrhundert in Frankreich, Italien, Bayern, in der Schweiz, in Schweden und Norwegen ermöglichten erst die Elektrifizierung der Eisenbahn und das Wachstum besonders energieintensiver Industrien wie der Aluminiumindustrie und Teilbereichen der Chemieindustrie.

Der Fortschritt kommt auf Schienen

Die Geschichte der Eisenbahn in Europa reicht bis weit in die Vergangenheit zurück. Die früheste Erscheinungsform, die in Erzbergwerken in deutschsprachigen Ge-genden auftauchte, scheint der Grubenhund gewesen zu sein, ein Kastenwagen mit breiten Holzrädern, der auf parallelen Holzbalken lief und von einem Spurnagel geführt wurde, der von der Stirnseite nach unten in den Zwischenraum der Balkenschienen ragte. Solche Fahrzeuge wurden von Georgius Agricola im 16. Jahrhundert beschrieben. Einzelne Exemplare sind in Luzern und Eisenerz erhalten. Ab dem 17. Jahrhundert entwickelten sich in England zwei Transportsysteme in den Kohlerevieren. Im Nordosten beförderten Holzgleise mit einer Spurweite von etwa 1m Waggons mit einer Lastkapazität von bis zu 2 1/2 Tonnen von den Gruben zu hölzernen Plattformen, den sogenannten ‚staithes' auf schiffbaren Gewässern, wo die Kohle durch die Bodentüren der Waggons in den Laderaum der Schiffe entladen wurde. Im frühen 18. Jahrhundert gab es Schienenwege von bis zu 20 km Länge mit beachtlichen Brücken. Causey Arch (mit ihrem Brückenbogen) ist die eindrucksvollste unter den Veteranen. In Shropshire entstand ein anderes System mit einer Spurweite von weniger als 1 m. Manche der Schienen verliefen unter Tage in den Kohlebergwerken. Die Waggons hatten niedrige Seitenwände, und die Mineralien wurden durch schmiedeeiserne Bügel gehalten. Ab 1729 wurden Räder aus Eisen verwendet, ab den vierziger Jahren des 18. Jahrhunderts schiefe Ebenen, und ab 1767 Eisengussstücke für Niedrigprofilschienen. Winkelschienen und Roheisenschienen (*Plateways*) wurden ab ca. 1790 eingeführt. Das Shropshire-System fand auch in anderen Gegenden Anklang, ganz besonders in Südwales.

Eine Grubenlore (‚Hunt') im Transportmuseum von Luzern.

Etwa ab 1800 nahm der Schienenverkehr mit dem Bau von so genannten ‚Hybridbahnen' an Umfang zu. Dabei wurden verschiedene Zugkraftsysteme wie Pferde, Lokomotiven und schiefe Ebenen miteinander kombi-niert. Manche die-ser Systeme unterstanden der öffentlichen Hand, was ihnen den Vorteil verschaffte, ihre Streckenführung durch Zwangskäufe durchzusetzen, ihnen aber zugleich Verpflichtungen als öffentliches Transportunternehmen auferlegte. Im Nordosten wurde die Dampflokomotive zum brauchbaren Zuggerät für Waggons entwickelt, und 1820 führte James Birkinshaw von dem Bedlington Hüttenwerk die schmiedeeiserne T-Nutschiene ein, die seinen Namen trägt. Es gibt noch viele Reste dieser Hybrideisenbahnen in Großbritannien zu sehen. Das eindrucksvollste Monument, das auf dem europäischen Festland an diese Epoche der Transportgeschichte erinnert, ist die Zuglinie zwischen Linz und Ceske Budejovic (Budweis), eine mit Pferden betriebene Eisenbahnverbindung, die zwischen 1831 und 1870 in Betrieb war und von der 19 Bahnhöfe und einige Brücken erhalten sind.

This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG III B Community Initiative
nwe eno INTERREG IIIB NORTH WEST EUROPE

Der Causey Arch im County Durham, eine Bogenbrücke aus dem Jahr 1727. Auf dieser Eisenbahnstrecke wurde Kohle zu schiffbaren Gewässern transportiert.

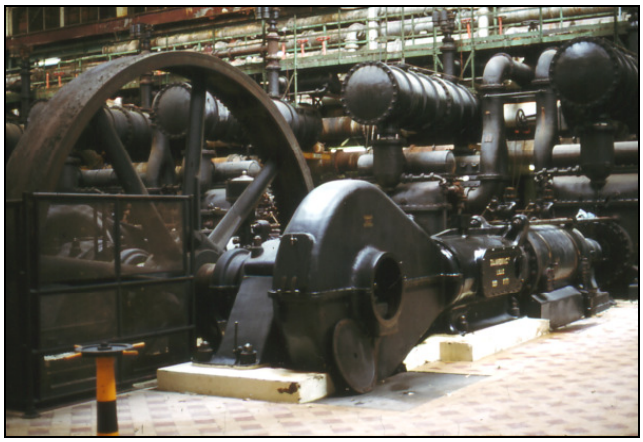
Eine gewalzte Eisenbahnschiene in der Dowlais Eisenhütte in Südwales, die im Norwegischen Eisenbahnmuseum in Hamar ausgestellt ist.

Die Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester nahm 1830 ihren Betrieb auf. Sie verfügte über spezielle Gleise und mechanische Zugkraft und unterlag öffentlich-rechtlicher Aufsicht. Ihr oblag als öffentliches Beförderungsmittel auch der Personenverkehr. Keine andere Bahnlinie hatte bis zu diesem Zeitpunkt alle diese Kriterien erfüllt, die zum wesentlichen Kern des Fernliniennetzes wurden, das sich in den folgenden Jahrzehnten quer durch Europa erstreckte. 9700 km Schienennetz gab es in Großbritannien bis 1850, 1911 waren es über 32000 km. In Frankreich eröffneten die ersten Fernverkehrslinien im Jahr 1832, in Deutschland und Belgien 1835, in Österreich 1837, in Italien und den Niederlanden 1839 und in Spanien 1848. 1914 gab es bereits 61.000 Eisenbahnkilometer im Deutschen Reich, 47.000 im Habsburger Reich und 64.000 in Russland. ‚Der Fortschritt kommt auf Schienen.' war ein beliebter Spruch in Italien um die Mitte des 19. Jahrhunderts, und in vieler Hinsicht traf dies zu, denn mit der Eisenbahn rollte die Industrielle Revolution in fast jede Stadt in Europa. Die Bahn lieferte billigere Energiequellen, gewöhnlich handelte es sich dabei um Kohle. Sie brachte fabrikgefertigte Konsumgüter für den lokalen Handel und erleichterte den Absatz von land- und forstwirtschaftlichen Produkten auf überregionalen Märkten. Sie schaffte Eisen und Koks heran, doe europaweit unerlässlich für die Errichtung von Maschinenbaufabriken waren. Sie verband Gemeinden mit ihren Landes- und Bezirkshauptstädten und sie bot sich als Verkehrsmittel zu den Häfen an, von wo aus die europäischen Auswanderer zu anderen Kontinenten aufbrachen.

Industriezweige des 19. Jahrhunderts

Die massenhafte Herstellung von Chemikalien während der Industriellen Revolution lieferte Bleichmittel für die chemische Industrie und machte die Fabrikation von Glas und Seife in größerem Stil möglich. Das Sodiumkarbonat oder Alkali wurde im 18. Jahrhundert auf natürlichem Weg aus rohem Soda oder Seetang gewonnen, bis Nicolas Leblanc (1742-1806) im Jahre 1787 ein neues Verfahren entwickelte, das zuerst in Frankreich, dann ab 1796 in Newcastle upon Tyne und schließlich in großem Maßstab ab etwa 1820 in Südlancashire angewendet wurde. Es verursachte schwere Luftverschmutzungen und große Abfallmengen. Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens wurde durch die Gewinnung von Salzsäure und Schwefel verbessert, aber ab den sechziger Jahren des 19. Jahrhunderts wurde es von dem neu entwickelten Ammoniakverfahren des Belgiers Ernest Solvay abgelöst, der als Rohstoff Salzlauge verwendete. Es entstanden große Fabriken in Dombasle und Tavaux in Frankreich, in der Nähe von Charleroi in Belgien, in Ludwigshafen in Deutschland und in Northwich in England, die Stoffe produzierten, die zur Herstellung einer ganzen Reihe von Produkten des 20. Jahrhunderts dienten. Phosphatfabriken aus dem späten 19. Jahrhundert, die ursprünglich Streichhölzer, Sprengstoff und Anilinfarbstoffe produzierten, erweiterten ihre Palette im Laufe der Zeit um viele völlig andere Produkte. Im 20. Jahrhundert fand die Elektrolyse wachsendes Interesse, und die Industrie verlagerte sich in zunehmendem Maße auf die Herstellung von petrochemischen Produkten. Zwar ändern sich die Verfahren beständig, aber sehr große Fabrikanlagen bleiben oft in Betrieb, weil ihr Standort günstig für Rohstoffe ist – seien es lokale Salzvorkommen, Abfallprodukte von nahe gelegenen Ölraffinerien oder auf dem Seeweg transportierte Güter – und weil es teuer ist, die Infrastruktur aus Leitungsnetzen, Stromversorgung und Transportsystem zu ersetzen.

This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG III B Community Initiative
nwe eno INTERREG IIIB NORTH WEST EUROPE



Dampfmaschinen in der chemischen Fabrik von Tavaux, Frankreich, die mit überschüssigem Dampf betrieben werden.

Das Wachstum der Mineralölindustrie in Europa verlief parallel zu der nordamerikanischen, die 1859 – so will es die Überlieferung - mit der Bohrung einer Ölquelle in Titusville, Pennsylvania, durch Edward Drake ihre Geburtsstunde erlebte. Die Nachfrage nach Lampenöl wurde im frühen 19. Jahrhundert noch durch die in Frankreich entwickelte Argandlampe gesteigert. Die Nutzung von Erdöl aus Sickergruben hatte im Elsass, auf Sizilien, in Galizien und Baku eine lange Tradition, aber 1840 wurde bei Lucacesti in Rumänien eine Raffinerie errichtet. J.J.I. Lukasievicz eröffnete 1859 eine Raffinerie in Polen, in Wien wurde 1862 ebenfalls eine gebaut. Die Raffinerie von Angelsberg in Schweden aus den Jahren 1875/76 dokumentiert besonders eindrücklich diese Phase der industriellen Entwicklung. Im frühen 20. Jahrhundert geriet die Ölindustrie in starke Abhängigkeit von Rohölimporten aus dem Mittleren Osten und den amerikanischen Kontinenten. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden viele chemische Produkte aus den Rohstoffen der Ölraffinerien hergestellt. Ab den 1960er Jahren hatten die Niederlande, Norwegen, Großbritannien und Irland Zugang zu unterseeischen Gas- und Ölvorkommen. Dies wiederum machte für die meisten Raffinerien Küstenstandorte erforderlich. Ein Museum in Stavanger zeigt die Geschichte der Off-shore-Ölindustrie auf.

Stahl ist eine Legierung aus Eisen und Kohlenstoff, die manchmal auch noch andere Elemente enthält. Im 18. Jahrhundert fand er bei der Herstellung von Werkzeugen und komplexen Bauteilen von Uhren und anderen Maschinen Verwendung und wurde üblicherweise in kleinen Mengen durch Einsatz- oder Tiegelgussverfahren hergestellt. Beide Techniken sind heute noch an gut erhaltenen Industriedenkmälern in Sheffield zu begutachten. Flusseisen (schweißbarer Stahl), der zuerst von Henry Bessemer 1856 hergestellt wurde, ist dagegen ein ganz anderes Material, das einige Eigenschaften sowohl vom Gusseisen als auch vom Schmiedeeisen aufweist und in großem Maßstab hergestellt werden kann. Er wurde zu einem der charakteristischen Merkmale der Zivilisation im 20.Jahrhundert. Wilhelm Siemens und Pierre-Emile Martin entwickelten 1863 ein alternatives Herstellungsverfahren von Weichstahl, das Herdfrischverfahren. Das Bessemer-Verfahren, bei dem ein kippbarer Konverter benutzt wird, konnte ursprünglich nur mit phosphorarmem Roheisen erfolgreich angewendet werden. Aber 1879 bewies Sidney Gilchrist Thomas, dass der Phosphor in einem mit Kalk beschichteten Konverter neutralisiert wird. Somit war die Herstellung von Stahl auch aus solchem Roheisen möglich, das aus phosphorreichen Eisenerzen gewonnen wurde. Das kam vor allem vielen Hüttenwerken in Großbritannien, Deutschland und Frankreich zugute. Das Abfallprodukt, die Thomas-Schlacke, kam in der Landwirtschaft als Düngemittel zum Einsatz. Gigantische Stahlwerke wurden ab dem späten 19. Jahrhundert überall in Europa zum Wahrzeichen, so in Südwales, Schottland, Nord-Yorkshire, Clydeside, Luxemburg, Lothringen, im Ruhrgebiet, in Picombino, Muiden und Borlange. Eisenerz, Kohle und Kalkstein waren die erforderlichen Rohstoffe. Die Kohle wurde verkokst und die daraus entstandenen Abfallprodukte an die Chemiefabriken weitergegeben, während das Erz in Sinteranlagen vorbereitet wurde, bevor es in einem Hochofen geschmolzen wurde. In einem neuen Werk des 20. Jahrhunderts wäre dies ein großer, mit feuerfester Masse beschichteter Hochofen aus Metallplatten, in den mit Hilfe von Winderhitzern (üblicherweise Cowper) Heißluft hineingepresst wird. Das gewonnene Roheisen wurde durch das Bessemer-Verfahren oder das Herdfrischverfahren in Stahl umgewandelt, der in Walzwerken zu Spulen oder Formstahl gewalzt wurde. Diese Entwicklungsstufe der Eisenindustrie lässt sich noch heute in Schweden an zwei Standorten ablesen: zum einen das Bessemer-Verfahren in relativ kleinem Maßstab im Werk von Hagfors, und zum anderen das Thomas-Siemens-Verfahren in Munkfors. Im Gegensatz dazu dokumentieren die noch erhaltenen Hochöfen in Völklingen im Saarland den Entwicklungsstand der Eisenindustrie im späten 19. Jahrhundert. Eine neue Form der Stahlherstellung ist das LD-Verfahren (Linzer Düsenverfahren), das erstmalig 1949 in Linz angewendet wurde und seitdem das einzige noch gängige Verfahren zur Flusseisenproduktion in westeuropäischen Stahlwerken ist. Ihre Zahl geht kontinuierlich zurück, die meisten von ihnen liegen an der Küste.

This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG III B Community Initiative
nwe eno INTERREG IIIB NORTH WEST EUROPE

Ein Blick aus der Ferne auf die Hochöfen von Völklingen im Saarland vor Beginn der umfangreichen Restaurationsarbeiten. Der Zug im Vordergrund hat ehemals Flusseisen in Torpedowaggons zu einem nahe gelegenen Stahlwerk gebracht.

Die Industrielle Revolution hatte im 18. und 19. Jahrhundert nur begrenzten Einfluss auf die Produktion von Gebrauchsgütern. Das Essen, das die Leute aßen, Kleidung und Schuhe, die sie trugen, die Möbel zu Hause stammten gewöhnlich alle aus heimischer Produktion. Es gab Schuhmacher, Schneider, Damenschneider, Möbelschreiner sowie Lebensmittelhändler in fast jeder Stadt. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts ging die Zahl dieser Handwerker zurück, denn die Produktion von Gebrauchsgütern nahm allmählich fabrikmäßige Züge an. In den späten 1850er Jahren hielt die Mechanisierung ihren Einzug in die Leder- und Textilindustrie mit der Einführung der Nähmaschine, die in den Vereinigten Staaten von Amerika von Elias Howe und Isaac Merit Singer entwickelt wurde. Ihre Gesellschaft gründete 1884 in Clydebank ein riesiges Werk, das ganz Europa versorgen sollte. Die Herstellung von Schuhwerk wurde in manchen Regionen zum produktiven Schwerpunkt, z.B. in Northhamptonshire in England, wo zwischen den 1860er und 1890er Jahren Werkstätten für Heimproduktion direkt neben Fabriken entstanden, oder in Offenbach in Rheinland-Pfalz. In den ärmsten Vierteln der großen Städte war die Textilindustrie angesiedelt, hier waren häufig eingewanderte Arbeiter anzutreffen. Jüdische Fabrikanten dominierten den Handel im 19. Jahrhundert im östlichen Teil Londons und in Leeds. Dort zeugt die imposante Fabrik von Montague Burton aus dem frühen 20. Jahrhundert sowohl von der Bedeutung der Textilindustrie in der Stadt als auch von der Rolle, die Filialunternehmen bei der Herstellung von kostengünstigen Kleidern für riesige Absatzmärkte zukam. Die Möbelproduktion war ebenfalls in den großen Städten angesiedelt, aber ebenso wie bei anderen Verbrauchsgütern ermöglichte der Zugang zum Eisenbahnverkehr auch den Möbelunternehmern, gut ausgelastete Fabriken überall im Land zu errichten.

Auch in der Lebensmittelindustrie gab es Veränderungen. Während des Bürgerkriegs in den 1860er Jahren in den Vereinigten Staaten entwickelte Gail Borden die Kondensmilch. Die Brüder Charles und George Page nutzten die Technologie in der Schweiz und eröffneten in den frühen 1870er Jahren Dosenmilchfabriken in England. 1905 wurde ihr Unternehmen von Henri Nestlé übernommen, der schon auf dem englischen Markt Fuß gefasst hatte. Bis 1914 war Nestlé schon in Norwegen, Deutschland und Spanien präsent und produzierte mittlerweile auch Schokolade, Pulverkaffee und viele andere Lebensmittelprodukte. In Norddeutschland, Irland, den Niederlanden und Skandinavien gründeten Milchbauern im ausgehenden 19. Jahrhundert Genossenschaftsmolkereien, in denen Käse und Butter in verlässlicher Qualität hergestellt und international vermarktet wurden. Ihr Erfolg hing größtenteils von dem Zentrifugalabscheider ab, den der Schwede Carl G.P. de Laval und der Däne L.C. Nielson erfunden und 1878 als Patent hatten eintragen lassen. Die an Ort und Stelle erhaltene Molkerei bei Hjedding in Jütland zeugt von dieser Phase industrieller Entwicklung. Margarine wurde 1870 als Butterersatz von dem Franzosen Hippolyte Méges-Mouriés entwickelt. Während die Molkereiindustrie sich durch die Gründung von Genossenschaften neu strukturierte, ging das neue Produkt auf ungebremsten Erfolgskurs, wie dies der holländische Konzern Van den Berg & Jurgens mit seinen Margarinefilialen in etlichen Ländern eindrucksvoll belegt.

Ein Gedenkstein an der vollständig erhaltenen Molkerei aus dem Jahr 1882 in Hjedding.

This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG III B Community Initiative
nwe eno INTERREG IIIB NORTH WEST EUROPE

Die fabrikmäßige Herstellung von Schokolade begann im späten 19. Jahrhundert. Schokoladeunternehmer bauten für ihre Arbeiter Dörfer mit Modellcharakter in Noisiel, Bournville und New Earswick (York). Fisch wurde an Land gebracht und mit der Bahn von industriell organisierten Fischereihäfen aus vertrieben. Grimsby, Boulogne, Esjberg und Zeebrugge stehen beispielhaft für Fabriken, in denen Fisch konserviert wurde, der nicht für den unmittelbaren Konsum bestimmt war, während die nichtverwertbaren Teile zu Fischmehl und Leim verarbeitet wurden.

Der Fischmarkt in einem großen Betongebäude in Grimsby, erbaut 1934 von der London & North Eastern Railway. Grimsby war ein typischer „industrieller" Fischereihafen des späten 19. Jahrhunderts.

Die Produktion, die im späten 19. Jahrhundert immer größere Stückzahlen erreichte, fand ihre Entsprechung in der zunehmenden Massenbewegung der Arbeiterschaft, die sich entweder in Gewerkschaften zusammenschlossen, die im 20. Jahrhundert genügend Einfluss gewannen, um mit Regierungen zu verhandeln, oder in Genossenschaften, die Geschäfte für ihre Mitglieder unterhielten und Verbrauchsgüter in ihren eigenen Fabriken herstellten. Gewerkschaften unterstützten oder beteiligten sich gar an der Bildung von sozialistischen Parteien, was sich direkt oder indirekt in der Einführung von Unfall- und Krankenversicherung und von Rentenzahlungen niederschlug, die in unterschiedlichen Varianten in den meisten europäischen Ländern in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts eingeführt wurden.

Massenproduktion im 20. Jahrhundert

Fabrikgefertigte Haushaltsgeräte veränderten im 20. Jahrhundert europäische Haushalte. Küchenherde, die mit Gas oder festem Brennstoff, später auch mit Strom liefen, wurden von einigen der führenden Eisenindustriekonzerne des 19. Jahrhunderts hergestellt. Die Produktion von Staubsaugern, Kühlschränken und Waschmaschinen lag in den Händen mehrerer großer Firmen. Die amerikanische Firma Hoover produzierte in Europa ab 1919 Staubsauger und errichtete mit der Zeit Niederlassungen in mehreren Ländern. Die Gründung der schwedischen Firma Electrolux geht auf das Jahr 1908 zurück, als ein Schwede mit Namen Axel Wenner-Gren einen in Amerika hergestellten Staubsauger in einem Geschäft in Wien sah und beschloss, seine Fähigkeiten als Geschäftsmann auf die Gründung einer Firma zu verwenden, die dieses Produkt herstellt und vermarktet. Er kehrte 1912 nach Schweden zurück, wo er bei der Firma AB Lux anfing, die ursprünglich Lampen herstellte und seit 1907/08 eine Fabrik in Lilla Essingen bei Stockholm unterhielt. Er gründete seine eigene Firma, Elektron, die mit AB Lux 1918 fusionierte. Nach dem Ersten Weltkrieg vertrieb sie ihre Produkte in Dänemark, den Niederlanden, in der Schweiz und im Vereinigten Königreich. Es entstanden Fabriken in Tempelhof, Berlin, 1926 und später in Luton in England und Courbevoie in Frankreich. Produkte solcher Art haben die Lebensbedingungen und die Rolle der Frau in der Gesellschaft verändert, insbesondere in den Jahrzehnten nach dem Zweiten Weltkrieg.

In vielen Städten wurden Fabriken zur Produktion von Verbrauchsgütern errichtet, manche in ehemaligen Spinnereien und anderen, ursprünglich für andere Zwecke genutzten Gebäuden. Viele waren architektonisch unbedeutend. Dagegen hebt sich die von Peter Behrens (1868-1940) in Berlin für die Allgemeine Electricitätsgesellschaft (AEG) errichtete Fabrik deutlich ab. Die Turbinenfabrik (1908/10) und die Kleinmotorenfabrik in der Voltastrasse (1910/13) bewiesen eindeutig, dass Fabrikgebäude sowohl nützlich als auch schön sein konnten.

Die 1908/10 von Peter Behrens für AEG gebaute Turbinenfabrik in Berlin.

This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG III B Community Initiative
nwe eno INTERREG IIIB NORTH WEST EUROPE

Die Kleinmotorenfabrik in der Voltastrasse, Berlin, erbaut für AEG von Peter Behrens von 1910-13

Die Automobilindustrie ist der vielleicht typischste Industriezweig des 20. Jahrhunderts. Die Wiege der mobilen Verbrennungskraftmaschine stand in Südwestdeutschland: Karl Benz stellte 1893 sein erstes Vierradfahrzeug her, das erste serienmäßig hergestellte Modell, von dem 1899 572 Stück fertig gestellt waren. Gottlieb Daimler entwickelte 1889 ebenfalls ein Automobil und im Jahr 1894 den so genannten Phoenix-Motor. Unstimmigkeiten mit seinen Bankiers veranlassten ihn, seine Rechte am Phoenix-Motor und an der Verwendung des Namens Daimler in Großbritannien an Frederick Simmons zu verkaufen. So entstand die erste Automobilfabrik Englands in großem Stil, die Motor Mill in Coventry. Die Autoindustrie ging auf die unterschiedlichsten Wurzeln/Ursprünge zurück, auf Unternehmen, die Fahrräder oder Nähmaschinen in großem Umfang produziert hatten, auf Fahrzeughersteller, auf Unternehmer, die fasziniert waren von dem Konzept der pferdelosen Kutsche mit Potential an Vermarktung und Produktionsorganisation. Eine Coventry-Studie zeigt, dass Anfang des 20. Jahrhunderts etliche Firmen tatsächlich von familiären Werkstätten aus operierten, während andere ältere Betriebsgelände an die modernen Bedürfnisse angepasst hatten. Die ersten speziell errichteten Automobilfabriken stammen aus der Zeit um 1900. Die Massenproduktion von Autos auf Fließbändern wurde in Großbritannien in Henry Fords Fabrik in Trafford Park, Manchester im Jahr 1911 eingeführt, kurz bevor diese Produktionsweise auch in der Muttergesellschaft in Detroit Anwendung fand. Zwischen den beiden Weltkriegen nahm die Größe der Automobilfabriken stetig zu, viele europäische Firmen fusionierten mit amerikanischen Firmen oder wurden aufgekauft. Opel in Rüsselsheim und Vauxhall in Luton kamen zum General-Motors-Konzern, während Ford 1929/31 in Dagenham eine Fabrikanlage baute, in der die vertikal integrierte Fertigung so weit gediehen war, dass das Eisen für die Zylinderblöcke in unternehmenseigenen Hochöfen produziert wurde. Das Auto bewirkte eine noch tiefer greifende Veränderung für das Leben der Menschen, als dies die Eisenbahn ein Jahrhundert zuvor vermocht hatte. So konnte eine Werbung aus dem Jahr 1953 behaupten, dass das T-Modell von Henry Ford aus dem Jahr 1908 ‚das Prinzip des universellen Eigentums von Automobilen begründete….den Bau von asphaltierten Straßen erzwang… Kein anderes Einzelprodukt hat unsere heutige Lebensweise in jeder Hinsicht so nachhaltig beeinflusst'.

Dieser Einfluss machte auch vor den Straßen nicht Halt, auf denen die Autos fuhren. In den meisten europäischen Ländern wurden übermäßig stark befahrene Strecken in den zwanziger und dreißiger Jahren des 20. Jahrhunderts durch Umgehungsstrassen entlastet. In Deutschland und Italien wurde der Bau von neuen strategischen Verkehrswegen für den Fernverkehr am nachdrücklichsten betrieben. Ab den späten 1950er Jahren wurde der Straßenbau in den meisten Ländern wieder aufgenommen, und in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts verschob sich die Beförderung der unterschiedlichsten Güter vom Wasserstrassen- und Schienennetz hin zum Dieselschwerverkehr auf dem neuen Straßennetz.

In Europa setzte der Flugzeugbau im ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts ein. Indessen kurbelte der erste Weltkrieg die Produktion erst richtig an. Riesige Fabriken entstanden in Frankreich, Deutschland und England, aber die Nachfrage nach den Produkten verpuffte nach 1918 wieder. Nichtsdestoweniger legte die Luftfahrtindustrie in den 1920er und 1930er Jahren nach sehr bescheidenen Anfängen in der unmittelbaren Nachkriegszeit wieder zu. Die Niederlande, Frankreich und Großbritannien nutzten Flugdienste, bisweilen auch Flugboote für die Postbeförderung in ihre überseeischen Gebiete. Zeppelinluftschiffe aus Friedrichshafener Fabrikation gingen mit großem Öffentlichkeitsaufwand auf Weltreisen und beförderten ihre Passagiere in komfortablen und großzügigen Kabinen. Mit dem Absturz der britischen R101 1931 und der Feuerkatastrophe an Bord der *Hindenburg* 1937 und ihrer völligen Zerstörung erlitt der Luftschiffverkehr schwere Rückschläge, von denen er sich nie wieder erholte. Ende der 1930er Jahre jedoch standen transatlantische Flüge in viermotorigen Flugzeugen kurz vor ihrer Verwirklichung und überall in Europa waren Städte damit beschäftigt, kommunale Flughäfen zu bauen. Für den Luftverkehr ergaben sich im Zweiten Weltkrieg grundlegende Veränderungen. Produktionsanlagen wurden großzügig erweitert. Hunderte von Flugplätzen mit Start- und Landebahnen aus Asphalt oder Beton wurden gebaut. Der technische Fortschritt ermöglichte den Bau von Flugzeugen, die mit höherer Geschwindig-

This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG III B Community Initiative
nwe eno INTERREG IIIB NORTH WEST EUROPE

keit bei zunehmendem Ladegewicht immer größere Entfernungen zurücklegen konnten. Dies erforderte die Schaffung von Flugsicherungssystemen. Abertausende von Männern und Frauen lernten Flugzeuge zu fliegen und zu unterhalten. Nichtsdestoweniger blieben Flugreisen in der Nachkriegszeit ein teurer Luxus. Erst als sich die Bestimmungen in den 1990er Jahren lockerten, nahm der nationale Flugverkehr zwischen den Provinzstädten zu und so wurde Wirklichkeit, was in den späten 1930er Jahren vorausgesehen worden war.

Die Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl (Montanunion), die im Jahr 1952 gegründet wurde und die erste Stufe auf dem Weg zur Europäischen Union bildete, war das Spiegelbild eines Kontinents, der von Schwerindustrien wie zu Zeiten der Industriellen Revolution geprägt war. Die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts brachte eine rasche Folge von Veränderungen, in deren Verlauf zahlreiche Merkmale europäischer Industriegeschichte verschwanden, die bis dahin als unabdingbar gegolten hatten. 1952 wäre es undenkbar gewesen, dass die Kohleförderung in der Gegend um die belgische Stadt Mons oder im Nordosten Englands bis 2006 eingestellt würde, oder dass die große Kupfermine bei Falun geschlossen würde. Die meisten Produkte sind durch den Vormarsch der Computertechnologie beeinflusst worden, sei es nun direkt durch den Einbau dieser Technologie, wie dies bei Autos oder Haushaltsgeräten der Fall ist, oder einfach dadurch, dass Produktion und Vertrieb durch die neue Technologie kontrolliert werden. Viele Produktionsstätten sind im Besitz japanischer oder taiwanesischer Firmen, und seit der Öffnung des Eisernen Vorhangs haben etliche westeuropäische Betriebe ihre Fabriken in die ehemaligen kommunistischen Länder verlegt, wo die Löhne niedriger sind. Die moderne Industrie hat weit reichende Wurzeln. Der Ursprung einiger berühmter Herstellerfirmen geht bis in die Zeit der Industriellen Revolution oder sogar noch weiter zurück, und es gibt gewichtige historische Gründe für die Ansiedlung etlicher Fabriken an ganz bestimmten Standorten. Wollen wir das Europa von heute verstehen, müssen wir sein industriekulturelles Erbe berücksichtigen.

Text und Photos:
Barrie Trinder, Shrewsbury

Übersetzung:
Lorenz Töpperwien, Köln

This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG III B Community Initiative
nwe eno INTERREG IIIB NORTH WEST EUROPE