

Die erste Phase der Industrialisierung, 1840er–1870er Jahre (ZIEGLER 2005)

1. Allgemeines: Leitsektoren — Chronologie der Industrialisierung

a. *Definition Leitsektor.* (1) *Hohe Produktivität* schafft Anreiz für die Mobilität von Produktionsfaktoren in diesen Sektor → überdurchschnittlich *hohes Wachstum* dieses Sektors u. mittelfristig *hoher Anteil an der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung*. — (2) *Koppelungseffekte.* Leitsektoren stellen für zahlreiche andere Sektoren Vorleistungen bereit u. beziehen umgekehrt zahlreiche Produkte aus vorgelagerten Sektoren.

b. *Chronologie und Erscheinungsbild der Industrialisierung in Deutschland.* (1) *Leitsektoren.* Eisenbahnbau war durch Senkung der Transportkosten in einem kaum durch Wasserstrassen erschlossenen Binnenland zentraler Leitsektor. Im Vgl. zu England, Frankreich, Schweiz war dagegen der Textilsektor von geringer Bedeutung. — (2) *Chronologie.* (i) Bis ca. 1850 *Frühindustrialisierung:* Langsame Adaptation von Innovationen (mechan. Textilverarbeitung, Puddelverfahren, Steinkohle). (ii) 3. V. 19. Jh. Beschleunigung der Industrialisierung durch Eisenbahnbau, rasche Adaptation von Innovationen in der Stahlherstellung. (iii) 1880er J.–frühes 20. Jh. *Hochindustrialisierung:* Neue, wissenschaftsbasierte Sektoren (Chemie, Elektrotechnik), Großunternehmen.

2. Der Textilsektor (KIRCHHAIN 1973)

a. *Ausgangssituation.* Das vorindustrielle Textilgewerbe war in Gewereregionen weit verbreitet (vgl. 16.11.10, §2.a). Zentrale Innovationen: Mechanische Spinnerei, in England ab 4. V. 18. Jh.; mechanische Weberei, in England ab 1820er J. Die Verfahren eigneten sich zunächst v. a. für die Baumwollverarbeitung, wo die Arbeitsproduktivität bis ins 2. V. 19. Jh. in Spinnerei (sog. *Selfactor*) ca. um den Faktor 100, in der Weberei ca. um den Faktor 10 stieg. Deshalb Substitution v. a. von Leinwand durch Baumwollgewebe u. v. a. in den 1840er J. Krise in Leinwandgebieten (Schlesien, Ostwestfalen). Wegen langsamer Diffusion von Innovationen im 1. V. 19. Jh. Abnahme des Selbstversorgungsgrads Deutschlands mit Baumwollgarn.

b. *Industrialisierung.* Ab den späten 1840er J. verbreiteter Einsatz mechanischer Spinnmaschinen u. bis in die 1870er J. rasches Wachstum der Produktion von Baumwollgarn. Wichtige Standorte: Frühe Mechanisierung in Elsass u. Sachsen, ab 1840er J. in Niederschlesien/Lausitz u. Rheinland (Wuppertal, Mönchengladbach); neue Standorte insbes. Baden, Westmünsterland. In den 1870er J. wurde die Selbstversorgung mit Garn erreicht, u. es setzten Exporte auf breiter Front ein. Der Anteil der Baumwollindustrie an der industriellen Wertschöpfung lag allerdings maximal bei 5,2% (1859/61).

3. Der Eisenbahnbau (FREMDLING 1985)

a. *Allgemeines.* Als Binnenland war D durch hohe Transportkosten geprägt; die Beseitigung dieses Engpasses konnte damit einen starken Impuls auslösen → höheres Gewicht des Eisenbahnbaus in der Industrialisierung als in anderen Ländern (insbes. GB, auch USA). Anteil des Eisenbahnsektors an den gesamten Nettoinvestitionen 1851/4 11,9%, 1875/9 25,8%; der Anteil an den gewerblichen Investitionen betrug im ganzen Zeitraum

über ½. Durchschnittl. jährl. Wachstumsrate 1850–1879 der t-km 15,1%, der Personen-km 7,4%. Dieses Wachstum lag über demjenigen der Kohleförderung (7,5%), der Roheisenproduktion (8,4%) u. der Baumwollgarnproduktion (7,3%). Länge des Eisenbahnnetzes in 1000 km: 1840 0,5, 1850 6,0, 1860 11,6, 1870 19,6, 1880 33,8, 1913 63,7.

b. *Vorwärtskoppelungseffekte,* d.h. Auswirkungen auf nachgelagerte Wirtschaftssektoren, die das Produkt des fraglichen Sektors weiterverarbeiten bzw. seine Dienstleistungen in Anspruch nehmen. Der mittlere Transportpreis pro t auf dt. Eisenbahnen sank 1840–1879 von 16,9 auf 4,6 Pf. Dies ist v. a. mit Skalenerträgen zu erklären: Mit der Ausweitung des Verkehrs wurde die nicht-teilbare Infrastruktur (Unterbau, Schienen) besser ausgenutzt, erkennbar anhand des ab 1850er J. steigenden Verhältnisses zwischen PS-Leistung aller Loks u. Länge des Streckennetzes. Als Folge der Tarifsenkung stieg z. B. auf preußischen Eisenbahnen der Anteil transportierter Kohle von 1% 1850 auf ca. 30% 1875. Gleichzeitig wurde Importkohle (aus GB, B) vom dt. Markt verdrängt. Erst die Eisenbahn ermöglichte den Anschluss der dt. Zechen an einen breiten Markt u. die durchgehende Umstellung der energetischen Basis auf Kohle. Analoger Impuls der Eisenbahn für die weiträumige Integration von Agrarmärkten.

c. *Rückwärtskoppelungseffekte,* d.h. Nachfrageeffekte auf vorgelagerte Sektoren. (1) *Maschinenindustrie.* S. §5. — (2) *Eisenverarbeitung.* V. a. für Schienen wurden große Mengen an Puddeleisen verbraucht; Achsen u. Räder wurden aus Stahl produziert. In den 1870er J. wurde schätzungsweise gegen ½ der preuß. Roheisenproduktion für den Eisenbahnsektor verarbeitet.

4. Der Montansektor (FELDENKIRCHEN 1983; HOLTFRERICH 1973; KRENGEL 1983)

a. *Stadien des Verarbeitungsprozesses.* (1) *Roheisen.* Entsteht durch Schmelzen in Hochofen zusammen mit Kohle. Wegen hohem Kohlegehalt (3–5%) nur zum Gießen geeignet. Seit 1830er/1840er J. allgemein Einsatz von Stein- statt Holzkohle. — (2) *Schmiedeeisen* mit Kohlegehalt von 0,5%; herkömmlicher Werkstoff. Mit Steinkohle verhüttetes Roheisen wurde in GB seit E. 18. Jh. im Puddelverfahren zu Schmiedeeisen gefrischt: Flammofen erhitzt auf einem umschlossenen Herd liegende Eisenmasse, die von einem Arbeiter durch eine Luke gerührt wird, um Kohlenstoff u. a. Begleitmaterialien (Silizium, Mangan, Phosphor) zu oxidieren. Es resultierten Lupen von ca. 100 kg in variabler Beschaffenheit (schwierige Regulierung der Hitze, ungleiche Arbeitsleistung). — (3) *Stahl* wurde zunächst durch Einschmelzen von Schmiedeeisen in feuerfesten Tiegeln gewonnen (Tiegelstahl). Dies verteilte den verbleibenden Kohlenstoff gleichmäßig; Schlacken konnten gut abgeschöpft werden. Tiegelstahl war 5–7mal teurer als Puddeleisen u. wurde nur in geringen Mengen hergestellt. — (4) *Halbfabrikate:* Bis ins frühe 19. Jh. wurde Schmiedeeisen mit wassergetriebenen Hämmern zu Stäben, Blechen u. Draht verarbeitet. Seit ca. 1800 verbreitete sich in GB das *Walzen* von Schmiedeeisen mit Dampfkraft, womit sich auch komplexere Profile (z. B. Schienen) herstellen ließen.

b. *Massenstahlverfahren ab 3. V. 19. Jh.* Innovationen, die die Stahlherstellung in einem Arbeitsgang aus Roheisen ermöglichten. (1) *Bessemerstahl* (Anwendungsreife ab frühen 1860er J., Investitionsboom in D späte 1860er/frühe 1870er J.). In ein oben offe-

nes Gefäß wird flüssigem Roheisen durch Ventile im Boden Luft zugeführt, was über die dadurch eingeleitete Oxidation von Silizium bereits nach ca. 20 Min. zur Produktion von ca. 5t Stahl führt. Das Verfahren funktioniert allerdings nicht bei phosphorhaltigen Eisenerzen. — (2) *Thomas-Gilchrist-Verfahren* (Patent 1878) für phosphorhaltiges Eisen: Die Bessemerbirne wird mit Kalk oder anderen basischen Stoffen (Dolomit) ausgekleidet, die Phosphorsäure neutralisieren. — (3) *Siemens-Martin-Verfahren* (1860er–1880er J.). Frischen erfolgt wie beim Puddelverfahren auf Herd, aber bei wesentlich höheren Temperaturen (sog. Regenerativ-Feuerung: Verwendung von Gasen u. a. aus Eisenverhüttung). Erlaubt bei geringer Geschwindigkeit genaue Steuerung des Frischprozesses → Herstellung qualitativ hochwertiger Stähle.

c. *Wachstum der Roheisen- und Stahlproduktion.* Die Roheisenproduktion wuchs von den 1820er J. bis 1913 ca. um den Faktor 100. Besonders hoch war das Wachstum im 3. V. 19. Jh. Dies weist auf den entstehenden Engpass in der Weiterverarbeitung hin, der Anreize für die rasche Adaptation von Massenstahlverfahren schuf. Die Massenstahlherstellung wuchs im Kaiserreich mit Jahresraten von über 10%. Es handelt sich klar um einen Führungssektor der deutschen Industrialisierung.

d. *Kohlebergbau.* (1) *Institutionelle Voraussetzungen und technologischer Wandel.* In Preußen schufen 1851/65 Bergrechtsreformen, die das staatl. Bergbauregal beendeten, die Voraussetzungen für ein Wachstum privater Investitionen in den Bergbau. Im Ruhrrevier 2. H. 1830er J. Übergang zu Tiefbauzechen: Lotrechte Schachte, die die Mergelschicht durchstoßen. Einsatz von Dampfmaschinen in der Entwässerung; ab 1860er J. dampfgetriebene Ventilatoren zur Bewetterung. — (2) *Wachstum und Koppelungseffekte.* Angebotsausweitung dank institutionellem Wandel u. (begrenztem) technologischem Fortschritt ermöglichte die Bereitstellung des zentralen Energieträgers der Industrialisierung zu bis in die 1880er J. stabilen realen Preisen: Verwendung in Dampfmaschinen sowie als Heizmaterial in der Eisenverarbeitung.

5. Die Maschinenbauindustrie

Die Maschinenbauindustrie entstand v. a. als Rückwärtskoppelungseffekt des Eisenbahnbaus: Bereits ab 1845 überstieg in Preußen der Anteil der von inländischen Produzenten gelieferten neuen Loks 50%; in den frühen 1850er J. war die Importsubstitution bereits weitgehend abgeschlossen (dominierend: Borsig/Berlin, Kessler/Karlsruhe, Maffei/München). Das große Gewicht des Lokbaus für den Maschinenbau wird aus dem Anteil der Loks an der gesamten in Preußen installierten Dampfmaschinen-PS-Zahl sichtbar: 1840 2,8%, 1855 55,0%, 1875 74,0%. In den folgenden Jahrzehnten Differenzierung der Produktpalette: Landmaschinen, Schiffsbau, Textilmaschinen etc. Lange arbeitsintensive Produktionsweise mit geringem Maschineneinsatz u. begrenzter inner- u. zwischenbetrieblicher Arbeitsteilung.

6. Langfristige Wirtschaftsentwicklung — Ursachen der Industrialisierung

a. *Langsame Beschleunigung des Wirtschaftswachstums.* Jährl. Wachstumsraten des Pro-Kopf-Einkommens 1820–1850 ca. 0,3–0,5%, 1850–1880 0,4–0,8%, 1880–1913

1,4%. Erklärungen: (1) Der moderne Sektor blieb lange klein; noch 1871 war etwa die Hälfte der Erwerbstätigen in der Landwirtschaft beschäftigt; Relevanz ungleichgewichtigen Wachstums mit Leitsektoren. — (2) Durch die Außenhandelsverflechtung kamen Wohlfahrtsgewinne durch Produktivitätssteigerungen im modernen Sektor teilweise ausländischen Konsument(inn)en zu Gute. — (3) 1860er–frühe 1880er J. institutioneller Bruch, der moderne wirtschaftliche Institutionen auf nationaler Ebene schuf u. damit eventuell eine Beschleunigung des Wirtschaftswachstums begünstigte (13.01.16, §4).

b. *Ursachen 1: Protoindustrialisierung* (09.12.15, §4). Es besteht eine hohe Kontinuität zwischen vorindustriellen Standorten mit verdichteten regionalen Exportgewerben u. frühindustriellen Distrikten; z. B. Sachsen, westfälisches u. bergisches Sauerland, Rheinland, Nürnberg, Augsburg.

c. *Ursachen 2: Bevölkerungswachstum.* Die vormoderne Gesellschaft tolerierte Spontanheiraten, die aufgrund von vorehelichen Schwangerschaften zustande kamen (02.12.15, §3). Die Bevölkerung passte sich deshalb nur begrenzt Einkommensschwankungen an. Bei gegebenen Landressourcen führte Bevölkerungswachstum zur Vermehrung von landarmen u. landlosen Haushalten, die zur Sicherung ihres Lebensunterhalts auf ein nicht-landwirtschaftliches Einkommen angewiesen waren. Damit entstand ein Arbeitsangebot, das spätestens seit ca. 1700 den Strukturwandel zu nicht-landwirtschaftlichen Sektoren begünstigte (21.10.15, §1.a).

d. *Ursachen 3: Verbesserung der Handelstechniken, Marktintegration und Wandel des Konsums.* Bargeldloser Zahlungsverkehr (20.01.16, §4), verbesserte Ausbildung der Kaufleute sowie Entwicklung von Post u. Spedition (27.01.16, §2) senkten seit spätem 17. Jh. Handelskosten u. begünstigten Marktintegration u. Arbeitsteilung. Im 19. Jh. hatten Straßen- u. Eisenbahnbau denselben Effekt. Dadurch verbilligten sich die Absatzpreise gehandelter Güter, ohne dass die Erlöse der Produzenten sanken. Haushalte verlagerten ihren Verbrauch von Subsistenzgütern zu gehandelten Gütern (16.12.15), u. es entstanden große Märkte für gewerbliche Erzeugnisse. Da die mit technischen Innovationen erzielten Profite mit der Zahl möglicher Anwender(inn)en steigen, begünstigte Marktintegration langfristig die Industrialisierung der Erzeugung gehandelter Güter.

Zitierte Literatur

- FELDENKIRCHEN, Wilfried: *Die Eisen- und Stahlindustrie des Ruhrgebiets 1879–1914* (Wiesbaden: Steiner, 1982).
- FREMDLING, Rainer: *Eisenbahnen und deutsches Wirtschaftswachstum 1840–1879* (Dortmund: Ges. f. westfälische Wirtschaftsgeschichte, 1975; 2. erw. Aufl. 1985).
- HOLTFREYER, Carl-Ludwig: *Quantitative Geschichte des Ruhrkohlenbergbaus im 19. Jahrhundert* (Dortmund: Ges. f. westfälische Wirtschaftsgeschichte, 1973).
- KIRCHHAIN, Günter: *Das Wachstum der deutschen Baumwollindustrie im 19. Jahrhundert* (Diss. Münster, 1973).
- KRENGEL, Jochen: *Die deutsche Roheisenindustrie 1871–1913: eine quantitative-historische Untersuchung* (Berlin: Duncker und Humblot, 1983).
- ZIEGLER, Dieter: *Die industrielle Revolution* (Darmstadt: WBG, 2005).