

Ulrich PFISTER

Industrialisierung im ausgehenden 18. und 19. Jahrhundert

19. Oktober 2021

»König Baumwolle«

Die Mechanisierung der Textilindustrie

Gliederung

- ◆ (sehr kurze) Vorgeschichte der Mechanisierung der Baumwollindustrie
- ◆ Technologische Entwicklung der Baumwollverarbeitung
Inklusive Seitenblick auf die Erzeugung von Rohbaumwolle
- ◆ Verbreitung der mechanischen Baumwollverarbeitung
Inklusive Ausblick auf andere Branchen der Textilproduktion

(sehr kurze)

Vorgeschichte der Mechanisierung der Baumwollindustrie

- ◆ Seit dem Hochmittelalter wurde Baumwolle zusammen mit Flachsgarn in Europa zu Mischgeweben (Barchent) verarbeitet
- ◆ Seit dem letzten Drittel des 17. Jahrhunderts fanden bemalte und bedruckte Baumwolltuche aus Indien in Europa wachsenden Absatz
- ◆ Im 18. Jahrhundert Bemühungen zur Importsubstitution
 - ◆ v. a. in Regionen, in denen schon bisher Mischgewebe hergestellt worden waren
 - ◆ Angesichts hoher Nachfrage scheint es zu einem Anstieg der realen Preise für Baumwollgarn gekommen zu sein, dessen Herstellung arbeitsintensiv war (pro Webstuhl waren ca. 8 Spinner*innen erforderlich)
 - Die Mechanisierung der Baumwollspinnerei stellt somit eine engpassbeseitigende Innovation dar
 - ◆ Die frühe Baumwollindustrie war v. a. in Regionen angesiedelt, die schon im 18. Jahrhundert Mischgewebe hergestellt hatten

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

3

Verarbeitungsstufen der Baumwollspinnerei

(1) Vorbereitung

- i. Baumwollballen müssen zuerst gelockert oder »*geöffnet*« werden
- ii. Die Flocken enthalten noch Reste von Baumwollsamensamen und Schmutz, müssen also *gereinigt* werden

(2) Vorwerk

- iii. Nun muss die Baumwolle durch *Kardieren* in die Einzelfasern aufgelöst werden; Ergebnis ist ein lockeres Vlies, das in Stränge (Kardenbänder) aufgeteilt wird.
- iv. Weiter werden die Fasern durch *Strecken* der Kardenbänder für das Zwirnen parallel zueinander gebracht. Die Stränge werden dabei vermehrt (doubliert) und verfeinert. Eine Drehung (Verzwirnung) erfolgt noch nicht.

(3) Spinnvorgang

- v. *Vorspinnen*: Nach dem Strecken sind die einzelnen Stränge immer noch zu dick für den Zwirnprozess, würden aber bei weiterem Strecken zerfallen. In mehreren Vorspinnvorgängen werden sie deshalb gleichzeitig gestreckt und leicht verdreht (Ergebnis: Lunte, Vorgarn).
- vi. *Reinspinnen*: Dabei wird das Vorgarn gleichzeitig stark verdreht und gestreckt

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

4

Technische Entwicklung der Baumwollspinnerei Allgemeine Aspekte

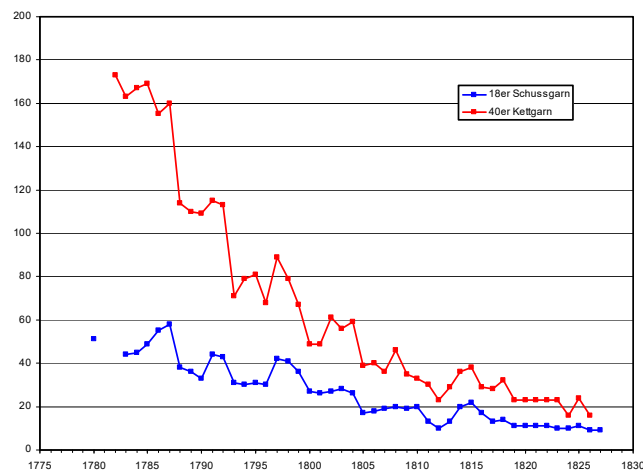
- ◆ Die Mechanisierung der Spinnerei setzte beim Reinspinnen ein und arbeitete sich zu den früheren Verarbeitungsstadien zurück
 - So entstand das vor dem späten 19. Jh. am stärksten durchmechanisierte technische System
- ◆ Hauptinnovationen datieren ins späte 18. Jh. und wurden v. a. von »Tüftlern« aus Lancashire bzw. Nottingham (Bandweberei) getätigt
- ◆ Es handelt sich um arbeitssparende Innovationen
 - bis ca. 2. Viertel 19. Jh. erhöhte sich die Arbeitsproduktivität in der Spinnerei um ca. den Faktor 100, in der Weberei ca. 10
- ◆ Koppelungseffekte
 - ◆ reale Garnpreise sanken ca. 1780–1827 um 80–90%, reale Tuchpreise um 75–80%
 - ◆ Aufgrund der Verbilligung von Garn konnte sich die Weberei (bzw. generell die Textilproduktion) stark ausdehnen
 - arbeitslos gewordene Handspinnerinnen verlegten sich auf die Weberei
 - ◆ In Gebieten mit umfangreicher Baumwollindustrie Stimulierung
 - ◆ ... des Maschinenbaus
 - ◆ ... der chemischen Farbenindustrie (z. B. Wuppertal/Bayer)

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

5

Entwicklung der realen Preise von Baumwollgarn in England (1780–1827; in Pence)



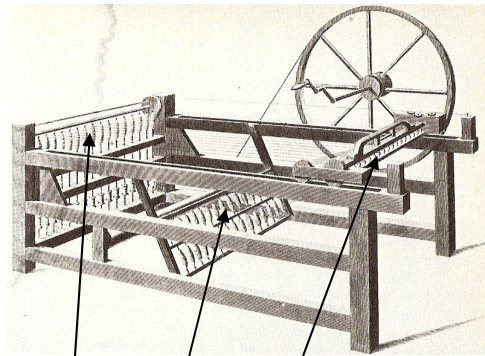
Quelle: C. Knick Harley, »Cotton textile prices and the industrial revolution«, *Economic History Review* 51 (1998), 49–83, hier S. 74.

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

6

Spinning Jenny (1767)



Spindeln Spulen mit Vorgarn Klauen

Erfinder: James Hargraves, Weber und Zimmermann aus Nordengland

Rund 16 bis einige Dutzend Spindeln sind auf einem Rahmen montiert

geleistet wird das Reinspinnen von grobem, lockerem Garn, das sich v. a. als Schussgarn eignet

Antrieb der Spindeln und Steuerung der auf einen Wagen montierten Klauen erfolgen von Hand. Ein Einsatz im individuellen Haushalt durch Einzelpersonen ist damit möglich

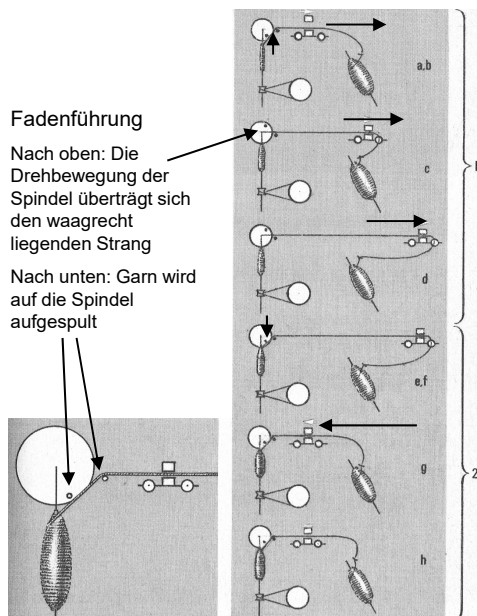
Quelle: Almut Bohnsack, *Spinnen und Weben: Entwicklung von Technik und Arbeit im Textilgewerbe* (Reinbek: Rowohlt, 1981), S. 197.

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

7

Spinning Jenny das Grundprinzip



Zweiphasenspinnmaschine

i. Strecken und Verdrehen

- Klauen sind geöffnet bei der Spindel; die Fadenführung wird nach oben geschoben (Pfeil)
- Der Klauenwagen wird von den Spindeln weggezogen und das Rad (die Spindeln) gedreht → Vorgarn wird abgespult und locker verdreht
- Auf halbem Weg werden die Klauen geschlossen
- Der Wagen wird bei Weiterdrehen der Spindeln ganz nach hinten gezogen → das Garn wird verstreckt und verdrillt

ii. Aufspulen des Garns

- Fadenführung wird nach unten verschoben, damit Verdrehen endet und Garn auf die Spindeln aufgespult werden kann
- Der Klauenwagen wird an die Spindeln herangeschoben; mit Drehung der Spindeln erfolgt das Aufspulen
- Endpunkt
- Öffnen der Klauen → a.

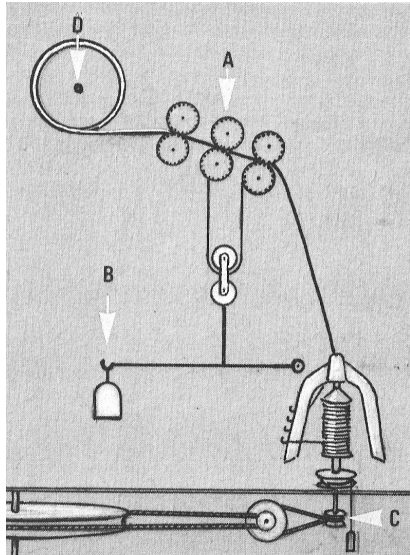
Quelle: Bohnsack, a. a. O., S. 199.

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

8

Water frame (Arckwright; Patent 1769)



- Einphasenspinnmaschine
- ◆ Verstreckung durch mehrere mit unterschiedlicher Drehzahl laufende Walzenpaare
 - Nachfolgende Walzenpaare laufen schneller als das jeweils vorangehende
 - ◆ Verdrehen durch Rotation des Flügels auf der Spindel
 - Die Spindel selber schleppt nach

Quelle: Bohnsack, a. a. O., S. 207.

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

9

Das System Arckwrights

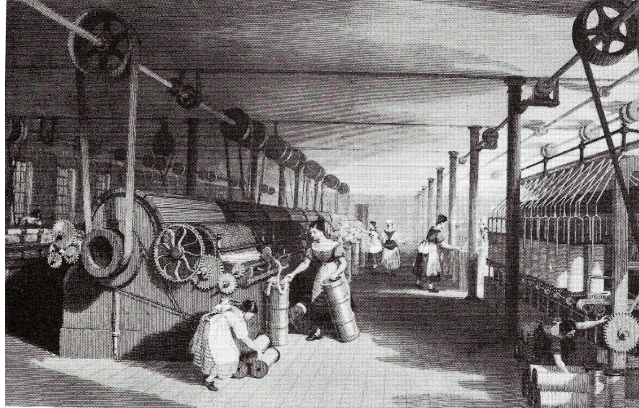
- ◆ Gezielte Zusammenarbeit mit Spezialhandwerkern
 - Uhrmacher, Uhrwerkzeugmacher, Schmied
- ◆ Water frame (Patent 1769)
 - ◆ einphasige Reinspinnmaschine; Einphasigkeit erlaubt mechanisches Zwirnen, z. B. mit hydraulischem Antrieb
 - ◆ Allerdings Eignung nur für die Herstellung grober Kettgarne
- ◆ Folgen einer großen optimalen Betriebsgröße
 - ◆ Mechanisches Zwirnen mit hydraulischer Energie erforderte große Mengen an Vorgarn
 - ◆ dieses lässt sich am leichtesten zentral bereit stellen, was zum Problem der zentralen Organisation teurer (da außerhäuslicher) Arbeitskräfte führte → Anreiz zur Mechanisierung des Vorwerks
- ◆ Anfänge der Mechanisierung des Vorwerks
 - ◆ 1775 verfügte Arkwright erstmals über eine mechanische Kardiermaschine
 - ◆ etwa gleichzeitig Konstruktion von Vorspinnmaschinen (aufbauend auf dem Prinzip des Hintereinanderschaltens von Walzen unterschiedlicher Drehzahl)
 - ◆ Bis 1792 erfolgte eine durchgehende Mechanisierung von Kardieren und Strecken

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

10

Die Mechanisierung des Vorwerks



Ganz links Streckwerk, links Kardiermaschine, rechts Vorspinnmaschinen. Zu beachten die an der Decke verlaufenden Kraftwellen und die Kraftübertragung mit Riemen.

Quelle: E. Baines, A history of the cotton manufacture in Great Britain (London 1835), bei S. 207, Fig. 2; reproduziert u. a. bei Bohnsack, a. a. O., S. 207.

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

11

Die Mule Jenny von Crompton (1779)

- ◆ Reinspinn-Maschine, die das Walzwerk der Water frame mit dem ein- und auslaufenden Wagen der Spinning Jenny kombinierte
- ◆ Sie erlaubte auf bis zu 400 Spindeln das Herstellen auch feiner Garne sowie den mechanischen Betrieb
 - ◆ Zunächst Antrieb durch Wassermühlen, ab ca. 1790 Verbreitung des Einsatzes von Dampfmaschinen
 - ◆ Das Aufwinden erfolgte weiterhin durch manuelle Anstrengung (Zuschieben des Wagens)
- ◆ Bedienungspersonal
 - ◆ Die Maschinen selber wurden von Männern bedient
Spinnen war im vorindustriellen Gewerbe größtenteils Frauenarbeit
 - ◆ als Hilfskräfte (Aufspulen, Anknüpfen abgerissener Fäden) wirkten Kinder

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

12

Spätere Innovationen in der Baumwollspinnerei

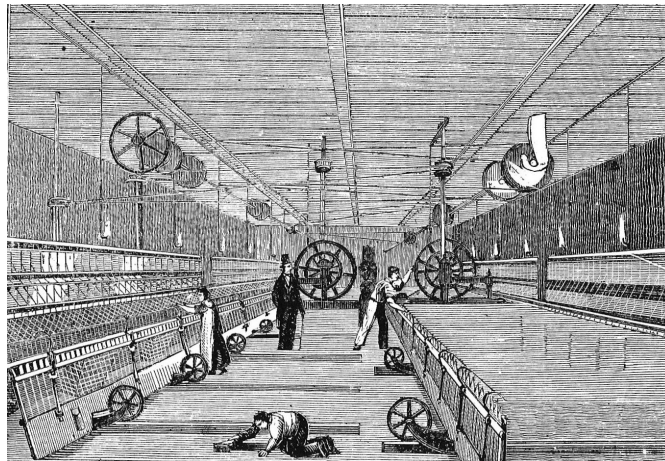
- ◆ 1813 Flyer, Verbesserung des Vorspinn-Vorgangs
Lösung der Antriebsprobleme erst in den 1820er Jahren
- ◆ 1815 Einsatz von Mules als Doppelstühle
→ Verminderung der Lohnkosten
- ◆ 1825 Selfactor
Vollständige Automatisierung des Spinnvorgangs auf der Basis der Mule Jenny
- ◆ 1832 Halbselfactor
 - ◆ Mechanischer Antrieb der Wageneinfahrt (Aufwinden)
 - ◆ sehr zuverlässig, ermöglichte größere Maschinen
- ◆ Ab 1830er Jahren Entwicklung der Ringspinnmaschine
 - ◆ Spinnen in einem einzigen Arbeitsvorgang
 - ◆ ihre Durchsetzung dauert bis in die 1880er Jahre
 - ◆ Die steigende Zuverlässigkeit der Reinspinnmaschinen und die Mechanisierung des Vorwerks bewirkten die Freisetzung von Frauen- und Kinderarbeit
 - ◆ Erst mit der Verbreitung von Selfactor und v. a. der Ringspinnmaschine erfolgte wieder eine Feminisierung der Spinnarbeit

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

13

Ein Spinnsaal mit Halbselfactoren



Spinnsaal mit Halbselfactoren

Quelle: A. Ure, The cotton manufacture of Great Britain (1835); reproduziert u. a. bei Peter Dudzik, *Innovation und Investition: Technische Entwicklung und Unternehmerentscheide in der schweizerischen Baumwollspinnerei 1800–1913* (Zürich: Chronos, 1987), Bild 42.

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

14

Mechanisierung der Baumwollweberei

- ◆ Schnellschütze von John Kay (1733)
 - ◆ Der Schütze wurde nicht mehr von Hand, sondern durch Reißen an einer Schnur durch das Webfach geschossen
 - ◆ knapp Verdoppelung der Arbeitsproduktivität
 - ◆ Erst ab 1760er Jahren langsame Verbreitung, was den Garnmangel verstärkte
- ◆ Mechanischer Webstuhl von Edmund Cartwright (1785/88; Geistlicher)
 - ◆ Prototyp, der bereits alle wesentlichen Elemente der späteren Webstühle enthielt
 - ◆ ... der sich aber v. a. wegen mangelnder Präzision der Einzelteile noch nicht produktiv einsetzen ließ
 - ◆ Erst durch die Lösung von Einzelproblemen um 1800 und Verbesserung des Maschinenbaus (Stahlkonstruktionen → steigende Präzision der Einzelteile) ab 1820er Jahren ermöglichten ab den 1830er Jahren die Mechanisierung der Weberei unter Einsatz von Wasser- bzw. Dampfmaschinenantrieb

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

15

Die Verbilligung von Rohbaumwolle

- ◆ Die Kosten für die Beschaffung von Rohwaren machten in der Textilindustrie einen erheblichen Teil des Kostenblocks aus
 - Um 1830 entfiel vom Garnpreis je die Hälfte der Kosten auf Rohbaumwolle bzw. das Verspinnen
- ◆ Die massive Ausweitung der Baumwollverarbeitung ab Ende des 18. Jh. hätte eigentlich zu einer Verteuerung der Rohbaumwolle führen müssen; tatsächlich aber sank ca. 1770–1830 der relative Preis von Rohbaumwolle zu Flachs und Rohwolle um 70–85%
- ◆ Erklärungen
 - ◆ Erfindung des cotton gin zur mechanischen Entfernung des Samens in Rohbaumwolle (1793, USA)
 - ◆ Ausdehnung der Baumwollproduktion im Süden der USA in Zonen mit fruchtbareren Böden
 - ◆ Bessere Rohbaumwollsorten 1810er–1840er Jahre führten zu höheren Flächenerträgen und erlaubten rascheres Pflücken
 - ◆ Pressen von Rohbaumwolle ab 1840er Jahren reduzierte das Transportvolumen

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

16

Verbreitung der mechanischen Baumwollverarbeitung Übersicht

- ◆ ... zuerst in Lancashire, der führenden Baumwollregion des 19. Jahrhunderts
- ◆ Die Baumwollverarbeitung als Leitsektor in der ersten Phase der Industrialisierung in Großbritannien
- ◆ Räumliche Schwerpunkte der Baumwollindustrie in Europa und in Deutschland bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts
- ◆ Entwicklung der Baumwollindustrie vor allem in Deutschland im Verlauf des 19. Jahrhunderts
- ◆ Ausblick auf andere Zweige der Textilherstellung

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

17

Die Entwicklung der Baumwollindustrie in Lancashire

- ◆ Lancashire blieb führende Baumwollregion in Großbritannien
Im 1. Drittel 19. Jh. war konstant gut ein Drittel der Bevölkerung des County im Baumwollgewerbe beschäftigt
- ◆ langsame Verbreitung des Fabrikwesens
(abgesehen von der raschen Vermehrung mechanischer Baumwollspinnereien)
 - ◆ 1787 bestanden 44, 1825 600, 1841 1105 zentralisierte Fabriken
 - ◆ In der Weberei beschäftigten viele Unternehmer lange auch noch Heimweber*innen
Puffer gegen konjunkturelle Fluktuationen
 - ◆ Geringe Betriebsgröße
 - ◆ 1841 hatte rund die Hälfte der Fabriken weniger als 100 Beschäftigte
 - ◆ immerhin noch 21,7% verwendeten Wasser als Triebkraft
- ◆ Raumstrukturelle Folgen der Umstellung auf Dampfkraft
 - ◆ zunächst waren die Betriebe an Wasserläufen zerstreut (hydraulischer Antrieb)
 - ◆ Der Übergang zur Verwendung von Dampfkraft führte zu einer Konzentration ...
 - ◆ in Städten, insbes. Manchester
 - ◆ in Gebieten mit Kohlevorkommen

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

18

Die Baumwollindustrie als Leitsektor in Großbritannien

Anteile an der gewerblichen Wertschöpfung in %

	1770	1815	1841
Baumwollbranche	1 %	7 %	10 %
Wollbranche	14 %	10 %	8 %
Leinenverarbeitung	7 %	6 %	4 %
Seidenbranche	3 %	2 %	3 %
Bekleidungs-gewerbe	10 %	11 %	13 %
Lederverarbeitung	17 %	14 %	11 %
Metallverarbeitung	5 %	8 %	11 %
Nahrungsmittel-gewerbe	7 %	6 %	4 %
Papier und Druckereigewerbe	1 %	2 %	2 %
Bergbau	5 %	7 %	8 %
Baugewerbe	16 %	19 %	18 %
Rest	11 %	9 %	9 %

Jährliche Wachstumsraten der realen Wertschöpfung 1770–1841:
 Baumwollbranche 6,0%, Metallverarbeitung 3,3%, Bergbau 2,3%

Quelle: Harley, Knick: »Reassessing the Industrial Revolution: a macro view«, S. 160–205 in Joel Mokyr (Hg.), *The British industrial revolution: an economic perspective* (Boulder, CO: Westview, 1999²), 168, 171.

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

19

Räumliche Schwerpunkte der Baumwollindustrie

bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts

◆ ... in Europa

- ◆ wichtige Importeure von Rohbaumwolle 1850/54 (in 1000 t)
 - ◆ Großbritannien 320
 - ◆ Frankreich 67
 - ◆ Österreich-Ungarn 30
 - ◆ Russland 26
 - ◆ Deutschland 26
 - ◆ Schweiz 25
 - ◆ Spanien 16 (v. a. Katalonien)
 - ◆ Belgien 11
- ◆ Wichtige frühe Standorte außerhalb Großbritanniens
 Elsass, Nordfrankreich, Nordschweiz, Belgien, Sachsen

◆ ... in Deutschland

- ◆ Sachsen, Lausitz, Niederschlesien
- ◆ Rheinland: Wuppertal, Mönchengladbach
- ◆ Ab 3. Viertel 19. Jh.: Westmünsterland (von den Niederlanden her), Baden

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

20

Phasen der Entwicklung der Baumwollindustrie auf dem europäischen Festland

(1) Englische Marktdominanz, Anfänge der Imports substitution (bis ca. 1820)

- ◆ Ab ca. 1790 erschien englisches Maschinengarn auf den kontinentalen Märkten und begann grobes Handgarn zu verdrängen → strukturelle Arbeitslosigkeit von Handspinner*innen
- ◆ Napoleonische Kontinentalsperre (1807–1813): Versuche zum Aufbau lokaler Maschinenspinnereien, von denen nach 1813 viele wieder eingingen

(2) Imports substitution in führenden Baumwollregionen (1820er Jahre)

In den führenden kontinentaleuropäischen Baumwollregionen erfolgte eine weitgehende Substitution von englischem durch lokales Maschinengarn

(3) Zunehmende Exportorientierung und räumliche Ausweitung

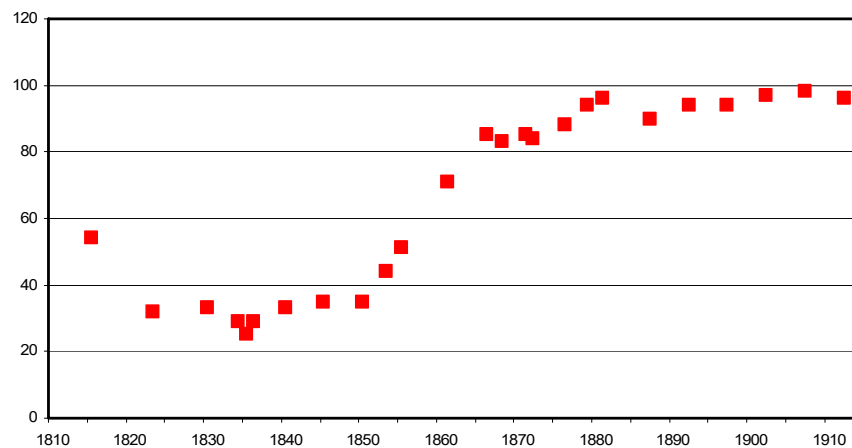
- ◆ Führende Regionen begannen im 2. Viertel des 19. Jahrhunderts Garn zu exportieren und ab den 1840er Jahren die Weberei zu mechanisieren
- ◆ Erhöhung der Betriebsgröße
 - ◆ Mittelwert der Anzahl Beschäftigten näherte sich 100 an
 - ◆ große Betriebe hatten über 10000 Spindeln
- ◆ Bedeutungsgewinn des Dampfmaschinenantriebs
 - z. B. dominierten im Rheinland um 1840 noch handbetriebene Jennies, Übergang zum Dampftrieb ab späten 1840er Jahren, Übergang 1860 abgeschlossen
- ◆ In Deutschland Aufstieg der mechanischen Garnproduktion im wesentlichen ca. 1835–1875

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

21

Selbstversorgungsgrad Deutschlands mit Baumwollgarn (%)



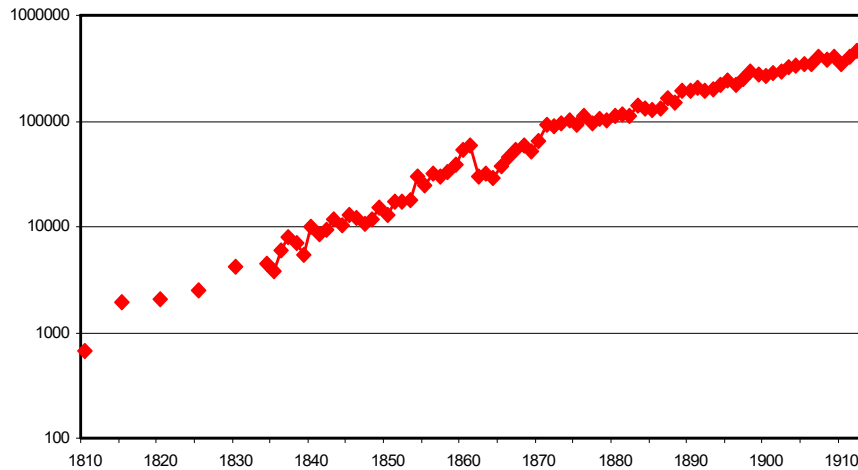
Quelle: Kirchhain, Günter: *Das Wachstum der deutschen Baumwollindustrie im 19. Jahrhundert: eine historische Modellstudie zur empirischen Wachstumsforschung* (Diss. Münster, 1973), S. 29 f.

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

22

Das Wachstum der deutschen Baumwollindustrie Produktion von Baumwollgarn (t), 1810–1913



Quelle: Kirchhain, Günter: *Das Wachstum der deutschen Baumwollindustrie im 19. Jahrhundert: eine historische Modellstudie zur empirischen Wachstumsforschung* (Diss. Münster, 1973), S. 29 f.

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

23

Entwicklung weiterer Branchen der Textilverarbeitung

Leinengewerbe

- ◆ Traditionelles Hauptgewerbe in vielen Gebieten des europäischen Festlands
Irland, Flandern, Ostwestfalen, Lausitz, Schlesien, Nordböhmen, Schwaben
- ◆ Verdrängung durch billigere Baumwollprodukte 1. Hälfte 19. Jh.
 - ◆ in vielen Regionen war die Hungerkrise 1847/48 eine Endkrise dieses Gewerbes
 - ◆ Spätestens um 1850 wies die Baumwollindustrie in Deutschland mehr Beschäftigte auf als das Leinengewerbe
- ◆ in Deutschland setzte erst in den 1850er Jahren die Mechanisierung ein

Wolle, Kammgarngewebe

- ◆ Die Mechanisierung erfolgte in kurzem Abstand nach dem Baumwollgewerbe
- ◆ Hauptregionen
 - ◆ Yorkshire, Nord- und Nordostfrankreich, Ostbelgien inklusive Aachen (Wolle)
 - ◆ Sachsen (Kammgarn)
 - ◆ Ansonsten in Deutschland oft neue Standorte (z. B. Nordwolle in Delmenhorst)

Seide

- ◆ Völlig andere, langsamere technologische Entwicklung, da Ausgangsmaterial kein Vlies bzw. Faser, sondern von Seidenraupe produzierter Endlosfaden
- ◆ Bedeutung gemusterter Artikel erschwerte Mechanisierung und Zentralisierung der Weberei noch im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts

19.10.2021

»König Baumwolle«: Die Mechanisierung der Textilindustrie

24