

Andreas Dix

## Die ökologischen Folgen der modernen Weltwirtschaft des 19. Jahrhunderts in Deutschland

### WELTWIRTSCHAFT UND IHRE ÖKOLOGISCHEN FOLGEN – EIN HISTORISCHER PROBLEMAUFRISS

Das Bewusstsein, dass die Menschheit in den letzten dreihundert Jahren zu einem über-  
ragenden Wirkfaktor im Ökosystem Erde geworden ist, hat sich allgemein durchgesetzt.  
Mittlerweile geht der Atmosphärenchemiker Paul Crutzen sogar so weit, auch in geolo-  
gischen Zeitdimensionen vom Anbruch eines neuen Erdzeitalters, des »Anthropocän« zu  
sprechen.<sup>1</sup> An einer ganzen Reihe von Faktoren lässt sich belegen, wie stark der »öko-  
logische Fußabdruck« des Menschen geworden ist und wie grundlegend und teilweise  
irreversibel der Mensch natürliche Prozesse und Systeme umgestaltet hat. Allein die Zahl  
der Menschen verzehnfachte sich in diesem Zeitraum auf über sechs Milliarden, paral-  
lel stieg auch die Zahl der von ihnen gehaltenen Rinder, die heute auf ca. 1,4 Milliar-  
den geschätzt wird. Die durch die Menschheit bewegte Menge an Stoffen aller Art und  
Aggregatzustände hat entsprechende Ausmaße angenommen. So gelangt durch die Ver-  
brennung fossiler Kohlenstoffe mittlerweile mehr als die doppelte Menge an Schwefel-  
dioxid in die Atmosphäre als aus allen anderen Quellen zusammen. Der anthropogene  
Eintrag von Stickstoff ist ebenfalls höher als aus allen anderen Prozessen.<sup>2</sup> Im Hinblick  
auf den globalen Wasserhaushalt wird geschätzt, dass heute die Hälfte des gesamten  
Süßwasservorrates der Erde genutzt wird. Seine Nutzung hat sich in der Zeit von 1687  
bis 1987 um das 35fache erhöht.<sup>3</sup>

Sichtbar wird der wachsende Eingriff besonders auch an der Veränderung der Land-  
oberflächen und dem Rückgang von Pflanzen- und Tierarten. Beide Veränderungen hän-  
gen eng zusammen, wie der Artenschwund durch die fortschreitende Rodung des tropi-  
schen Regenwaldes belegt. Aber auch darüber hinaus ist die Veränderung der Vegeta-  
tion vorrangig durch landwirtschaftliche Nutzung ein entscheidender Faktor für gra-  
vierende Umweltveränderungen. So wird geschätzt, dass heute bereits über 40% der  
Landoberfläche der Erde durch den Menschen verändert worden sind.<sup>4</sup> Neben sichtba-  
ren Veränderungen, wie besonders der Verschiebung in den Artenspektren von Pflanzen  
und Tieren, der Erosion von Böden und der Veränderung von Bodenprofilen, tritt eine  
ganze Vielzahl von Veränderungen im biogeochemischen Kreislauf einzelner Elemente

1 Paul J. Crutzen *Geology of mankind*, in: *Nature*, 415, 3. Januar 2002, S. 23.

2 Paul J. Crutzen/Eugene F. Stoermer, *The »Anthropocene«*, in: *IGBP-Newsletter*, 41, 2000, S. 17–18.

3 Mark I. L'vovich/Gilbert F. White, *Use and transformation of terrestrial water systems*, in: *Billie L. Turner* (Hrsg.), *The earth as transformed by human action. Global and regional changes in the biosphere over the past 300 years*, Cambridge 1990, S. 235–252, hier: S. 245.

4 Peter M. Vitousek u.a., *Human domination of earth's ecosystems*, in: *Science*, 277, 25. Juli 1997, S. 494–499, hier: S. 495; hierzu auch Kees Klein Goldewijk, *Estimating global land use change over the past 300 years. The HYDE database*, in: *Global Biogeochemical Cycles*, 15, 2001, S. 417–434. Lee Hannah u.a., *A preliminary inventory of human disturbance of world ecosystems*, in: *Ambio*, 23, 1994, S. 246–250.

auf, wie dem Kohlenstoff, Stickstoff und Phosphor, die ebenfalls weitreichende, wenn auch oft schleichende Umweltveränderungen zur Folge haben.<sup>5</sup> Alle diese Prozesse zeigen ein räumliches und zeitliches Muster, das in den verschiedenen Regionen der Welt unterschiedlich verlaufen ist. Trotzdem sind einige generelle Trends unverkennbar. So ist in allen Erdteilen zwischen 1700 und 1980 der Anteil an Ackerland dramatisch gestiegen, speziell in Europa von 67 Millionen Hektar auf 137 Millionen Hektar, was einem prozentualen Zuwachs von ca. 105% entspricht. Nicht nur in Europa, sondern auch in anderen Erdteilen wurde das Ackerland vorrangig durch Rodung der Waldflächen gewonnen, die folglich überall kontinuierlich abnahmen. Aber auch Gras- und Weideland als genuin anthropogene Ökosysteme dehnten sich aus, wurden gelegentlich aber durch die Ausdehnung des Ackerlandes wieder zurückgedrängt.<sup>6</sup>

Während die Forschung zu den Auswirkungen anthropogener Eingriffe auf globaler Ebene schon weiter fortgeschritten ist, ist die historische Analyse der zugrunde liegenden sozialen und ökonomischen Prozesse erst später vorangekommen. In Anlehnung an das Konzept der Ökosysteme hat in den letzten Jahren das Konzept des gesellschaftlichen Metabolismus Karriere gemacht. Ausgehend von dem naturwissenschaftlichen Stoffwechselbegriff und der oben beschriebenen Tatsache der Umweltwirksamkeit anthropogener Stoffströme, wird untersucht, wie eine Gesellschaft diese Stoffströme erzeugt. Die Gesellschaft wird in dieser Sichtweise als ein »materielles Subsystem der Biosphäre« verstanden.<sup>7</sup> Je nach vorhandenen natürlichen Ressourcen, sozialer Organisation und technologischem Entwicklungsstand kann dieser Stoffwechsel mit der Natur ganz unterschiedliche qualitative und quantitative Ausprägungen annehmen. Eine vorindustrielle, feudal organisierte Gesellschaft folgt einem anderen Stoffwechsel, baut gewissermaßen eine andere Stoffökonomie auf, die andere ökologische Folgen nach sich zieht, als eine industrielle Gesellschaft, die sich auf die Ausbeutung fossiler Ressourcen stützt.<sup>8</sup> Diese Stoffströme sind nichts Virtuelles, sondern lassen sich im Raum verorten, ihr räumliches und zeitliches Muster, mithin ihre Umweltauswirkungen, zeigen jeweils charakteristische Ausprägungen.<sup>9</sup>

Das komplexe stoffliche Wechselspiel zwischen Gesellschaft und Natur lässt sich in drei große Bereiche unterteilen: Stoffgewinnung, Stoffumwandlung und Stoffverbrauch, die als zentrale Schaltstellen des jeweiligen Metabolismus bezeichnet werden können. Die Stoffgewinnung umfasst alle Bereiche der Urproduktion sowohl in der Land- und Forstwirtschaft wie im gewerblich-industriellen Sektor. Die Stoffumwandlung und -verarbeitung bezeichnet den Bereich der gewerblich-industriellen Produktion, in dem Rohstoffe

5 Zur Analyse dieser vom Menschen dominierten ökosystemaren Prozesse siehe Bruno Messerli u.a., From nature-dominated to human-dominated environmental changes, in: *Quaternary Science Review*, 19, 2000, S. 459–479.

6 John F. Richards, Land transformation, in: *Turner*, S. 163–178, hier: S. 164.

7 Zum Konzept des gesellschaftlichen Stoffwechsels siehe Robert U. Ayres/Udo E. Simonis, *Industrieller Metabolismus. Konzept und Konsequenzen mit umfassender Bibliographie*, Berlin 1993 (Wissenschaftszentrum Berlin, FS II 93-407); Marina Fischer-Kowalski/Helmut Haberl, Stoffwechsel und Kolonisierung. Konzepte zur Beschreibung des Verhältnisses von Gesellschaft und Natur, in: dies. u.a. (Hrsg.), *Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie*, Amsterdam 1997, S. 3–12, hier: S. 3. Bereits mit globaler Perspektive Helga Weisz u.a., Global environmental change and historical transitions, in: *Innovation*, 14, 2001, S. 117–142.

8 Hierzu im Überblick als eine Art Stufenmodell Rolf Peter Sieferle, *Rückblick auf die Natur. Eine Geschichte des Menschen und seiner Umwelt*, München 1997.

9 Im Hinblick auf Industrialisierung und Landnutzung siehe z.B. Fridolin Krausmann, Land use and industrial modernization: an empirical analysis of human influence on the functioning of ecosystems in Austria 1830–1995, in: *Land Use Policy*, 18, 2001, S. 17–26.

zu benutzbaren Fertig- und Endprodukten umgewandelt oder veredelt werden. Das Feld des Stoffge- und -verbrauchs ist bisher zu wenig beachtet worden. Doch auch der Konsum und schließlich die Wiederverwendung oder Ablagerung von Abfällen kann erhebliche Konsequenzen haben.<sup>10</sup>

Für eine umweltgeschichtliche Analyse ist es bedeutsam, dass die räumliche Anordnung und Ausprägung dieser Sektoren höchst unterschiedlich sind. Sie können sich auf der Mikroebene fast vollständig überlagern oder auf der globalen Ebene viele tausend Kilometer auseinanderliegen. Die räumliche Wirksamkeit der Prozesse, die den einzelnen Teilbereichen zugeordnet werden können, lässt sich anhand der Kategorien des Stoffentzugs, der Stoffumverteilung und des Stoffeintrags untersuchen. Damit können alle Aspekte der Mensch-Umwelt-Beziehung und nicht nur die des Stoffeintrags wie im Falle der Umweltverschmutzung abgedeckt werden.<sup>11</sup>

Ein grundlegendes Kennzeichen der europäischen Industrialisierung des 19. Jahrhunderts ist die wachsende räumliche Differenzierung und komplexer werdende Verschränkung dieser Teilbereiche innerhalb einer relativ kurzen Zeitspanne von wenigen Jahrzehnten. Eine wichtige Funktion kommt dabei der technischen Ausgestaltung der Übertragungswege (Verkehr, Energieübertragung) zu. Daran knüpft sich die Beobachtung, dass die entstehende Weltwirtschaft mit ihren neuen räumlichen Verknüpfungen innerhalb der Stoffökonomie auch neue ökologische Folgen nach sich zog. Durch die Intensivierung der Austauschbeziehungen veränderte sich die Umwelt auch in Europa. Dazu gehörte vor allem agrarische Flächennutzung und die Veränderung von Pflanzen- und Tierartenspektren. Es entstanden neue Fabrikationsorte zur Weiterverarbeitung überseeischer Rohstoffe, gleichzeitig stiegen aber auch einheimische Rohstoffe zu Welthandelsgütern auf, deren Produktion über den bisherigen regionalen Maßstab hinauswuchs. Im Folgenden sollen an einigen Beispielen aus Deutschland die ökologischen Auswirkungen des Welthandels untersucht werden.

#### ENTWICKLUNGSBEDINGUNGEN DER MODERNEN WELTWIRTSCHAFT IM 19. JAHRHUNDERT

Austauschbeziehungen von Rohstoffen und Fertigwaren über weite Distanzen lassen sich für den europäisch-mediterranen Raum schon sehr früh nachweisen, wie dies der Bernsteinhandel, die weite Verbreitung von Mühlsteinen aus Mayen in der Eifel oder das Vorkommen von Marmor aus dem heutigen Sri Lanka in den Ruinen der Villa Hadriana bei Rom belegen. Während dieser Handel aus europäischer Perspektive noch auf die eurasisch-nordafrikanische Hemisphäre beschränkt war, so änderte sich die Situation grundlegend seit dem europäischen Ausgreifen auf Nord- und Südamerika,

10 Beispiele für eine stoffökonomische Betrachtung der Industrialisierung einzelner europäischer Länder siehe *ders.*, Rekonstruktion der Entwicklung von Materialflüssen im Zuge der Industrialisierung. Veränderung im sozioökonomischen Biomassenmetabolismus in Österreich 1830 bis 1998, Stuttgart 2001 (= Der Europäische Sonderweg, Band 3); *Heinz Schandl/Niels Schulz*, Eine historische Analyse des materiellen und energetischen Hintergrundes der britischen Ökonomie seit dem frühen 19. Jahrhundert (= Der Europäische Sonderweg, Band 4), Stuttgart 2001.

11 Zu diesem Ansatz erstmals *Frieder Leistner*, Ansätze zur Analyse und Einschätzung territorialer Umweltwirksamkeit der Industrie, in: Methoden und Instrumentarien der geographischen Strukturanalyse (= Beiträge zur Geographie, Band 35), Berlin 1991, S. 185-223; zur Verknüpfung beider Ansätze siehe *Andreas Dix*, Historisch-geographische Perspektiven einer Umweltgeschichte des Industriezeitalters, in: *Klaus-Dieter Kleefeld/Peter Burggraaff* (Hrsg.), Perspektiven der Historischen Geographie. Siedlung – Kulturlandschaft – Umwelt in Mitteleuropa. Bonn 1997, S. 219-234.

beginnend mit Columbus 1492. Diese europäische Expansion erfasste bis ins 19. Jahrhundert bereits große Teile der bekannten Welt und führte zu einer kontinuierlich dichter werdenden wirtschaftlichen Verflechtung, die auf Ausbeutung der abhängigen Gebiete beruhte.<sup>12</sup> Bergbau, vor allem der Abbau des Silbers, und die tropisch-subtropischen Plantagenwirtschaften zur Gewinnung von Nahrungsmitteln wie Rohrzucker und agrarischen Rohstoffen wie Baumwolle waren die vorherrschenden Wirtschaftsformen. Andererseits wurden neue Pflanzen aus der Neuen Welt importiert und in Europa eingebürgert. Der erfolgreichste und dauerhafteste Import war die Kartoffel. Das Jahr 1492 markiert damit den Beginn einer wirklichen Weltwirtschaft, andererseits auch den damit verbundenen dramatischen ökologischen Wandel, den der amerikanische Historiker Alfred W. Crosby als »columbian exchange« bezeichnet hat.<sup>13</sup> Die dramatischen ökologischen Folgen der europäischen Eroberungen und Kolonisierungen standen seitdem im Vordergrund der Forschungen, Europa erscheint hier eher als eine ökologisch stabile und unbeeinflusste Weltregion.<sup>14</sup> Verschiedene Vertreter der »big history« heben diese stabilen Verhältnisse hervor, wenn sie nach Bestimmungsgründen für die europäische Expansion suchen.<sup>15</sup> Wie stark allerdings die europäische Umwelt durch die entstehende Weltwirtschaft selbst verändert wurde, ist bisher umfassend noch nicht untersucht worden.<sup>16</sup>

Mit der Entstehung des modernen Welthandels seit der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts veränderte sich nicht nur das alte »Weltsystem«, sondern es nahmen auch die ökologischen Auswirkungen in Europa selbst zu.<sup>17</sup> Sie hingen sehr eng mit den qualitativen und quantitativen Veränderungen des Welthandels zusammen. Für die Entwick-

- 
- 12 *Frédéric Mauro*, Die europäische Expansion, Stuttgart 1984; *Wolfgang Reinhard*, Kleine Geschichte des Kolonialismus, Stuttgart 1996, S. 79–88.
  - 13 *Alfred W. Crosby*, The Columbian exchange. Biological and cultural consequences of 1492 (= Contributions in American Studies, Band 2), Westport 1972; ders., The Columbian voyages, the Columbian exchange and their historians (= Essays on global and comparative history), Washington 1987.
  - 14 *Ders.*, Ecological imperialism. The biological expansion of Europe 900–1900, Cambridge 1986.
  - 15 *Eric L. Jones*, The European Miracle. Environments, economics and geopolitics in the history of Europe and Asia, Cambridge, 2. Aufl. 1987; *David S. Landes*, The Wealth and Poverty of Nations. Why some are so rich and some so poor, New York 1998.
  - 16 Siehe neuerdings für die Frühe Neuzeit *Erich Landsteiner*, Nichts als Karies, Lungenkrebs und Pellagra? Zu den Auswirkungen des Globalisierungsprozesses auf Europa (1500–1800), in: *Friedrich Edelmayr* u.a., (Hrsg.), Die Geschichte des europäischen Welthandels und der wirtschaftliche Globalisierungsprozeß, München 2001, S. 104–139; vielfältige Hinweise finden sich in den vorliegenden Überblickswerken zur globalen Umweltgeschichte, z.B. *Clive Ponting*, A green history of the world. Nature, pollution and the collapse of societies, London 1991; mit weiterreichenden Überlegungen und einer Kritik an Crosbys Konzept siehe *Joachim Radkau*, Natur und Macht. Eine Weltgeschichte der Umwelt, München, 2. akt. u. erw. Aufl. 2002, S. 188–201. Unter dem Blickwinkel der Beschleunigung und Globalisierung von Umweltverschmutzung und Naturzerstörung siehe *John McNeill*, Something new under the sun. An environmental history of the twentieth-century world, New York 2000.
  - 17 Zum Begriff und zur Theorie des Weltsystems siehe *Immanuel Wallerstein*, The Modern World System. Capitalist agriculture and the origins of the European World-Economy in the sixteenth century, New York 1974. Zu Bestimmungsfaktoren, Periodisierung und Abgrenzung des modernen Welthandels von älteren Formen siehe in der Übersicht *Hans Pohl*, Aufbruch der Weltwirtschaft. Geschichte der Weltwirtschaft von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis zum Ersten Weltkrieg, Stuttgart 1989, S. 1–25; *Irma Adelman*, The genesis of the current global economic system, in: *Amnon Levy-Livermore* (Hrsg.), Handbook on the globalization of the world economy, Cheltenham, 1998, S. 3–28, hier: S. 3–4; *Richard Tilly*, Globalisierung aus historischer Sicht und das Lernen aus der Geschichte (= Kölner Vorträge zur Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, Band 41), Köln 1999.

lung eines wirklich die gesamte Welt umspannenden und durchdringenden Welthandelssystems entscheidend war zunächst die dauerhafte europäische Besiedlung von Regionen mit gemäßigt bis subtropischem Klima. In Nordamerika, in einigen Bereichen Südamerikas, in Südafrika, Australien und Neuseeland entstanden so europäische Siedlerkolonien, die bereits im 18. Jahrhundert anfangen, einen aktiveren Part innerhalb des Welthandelssystems zu übernehmen.<sup>18</sup>

Das Bevölkerungswachstum besonders in Europa, ein stetig steigendes Pro-Kopf-Einkommen und damit steigende Konsummöglichkeiten weiter Bevölkerungskreise, die rasante technologische Entwicklung, nicht zuletzt aber auch sich verändernde politische und rechtliche Rahmenbedingungen waren die zentralen Triebkräfte für ein quantitatives und qualitatives Wachstum der Weltwirtschaft, das zu einer vorher unbekannten Durchdringung auch entferntester Regionen und wachsenden wirtschaftlichen Integration aller Erdteile führte. Das weltweite Bevölkerungswachstum war der Beginn eines starken säkularen Trends. Die europäische Bevölkerung wuchs in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts um ca. 43 Prozent, in der zweiten Hälfte lag die Zuwachsratesogar bei 50 Prozent.<sup>19</sup> Gleichzeitig stieg das Pro-Kopf-Einkommen in allen europäischen Ländern, die Nahrungs- und Lebensgewohnheiten auch der breiten Masse der Bevölkerung änderten sich. Viele Güter, die in Europa bis zum ausgehenden 18. Jahrhundert Luxusprodukte für eine kleine Bevölkerungsschicht waren (Zucker, Baumwolle), wurden zum Massenartikel. Besonders grundlegend änderte sich das Nahrungsangebot und Nahrungsverhalten der europäischen Bevölkerung. Traten bis in das erste Drittel des 19. Jahrhunderts durchaus noch Hungerkrisen auf, so konnte dieses Problem durch erhebliche Ertragssteigerungen und z.B. die Intensivierung des Kartoffelanbaus sowie durch erheblich verbesserte Transportmöglichkeiten weitgehend gelöst werden.<sup>20</sup> Weitreichende Konsequenzen hatten die sich verändernden Nahrungsgewohnheiten, hier an erster Stelle der Fleischkonsum. Nahm der Fleischkonsum seit dem 16. Jahrhundert in der Tendenz noch ab, so stieg er spätestens seit der Mitte des 19. Jahrhundert nachhaltig an. Der Pro-Kopf-Verbrauch von Rind- und Schweinefleisch in Deutschland steigerte sich von ca. 8,4 kg im Jahre 1816 auf ca. 37,1 kg in der Zeit zwischen 1895 und 1904 an. Dementsprechend stieg auch die Zahl der Rinder in demselben Zeitraum von 9,6 Millionen auf 19,3 Millionen an – mit allen Konsequenzen für Futterbedarf und Weideflächen.<sup>21</sup> Ausdifferenzierung und Variabilität in der Ernährung wurde auch durch eine Vielzahl von technischen Innovationen im Bereich der Nahrungskonservierung möglich, wie der Durchsetzung der Konserve oder der Entwicklung des Fleischextraktes 1857 durch Liebig. Es war von Anfang an ein Welthandelsgut. So wurden in Uruguay ab 1864 Fleischextraktfabriken für den Export gegründet, die das Fleisch von jährlich bis zu 200.000 Rindern für den Export verarbeiten konnten.<sup>22</sup> Aber nicht nur in der

18 Dazu ausführlich Reinhard, Kleine Geschichte des Kolonialismus, S. 97–150, systematisierend Jürgen Osterhammel, Kolonialismus. Geschichte, Formen, Folgen, München 1995.

19 Hans Pohl, Aufbruch der Weltwirtschaft. Geschichte der Weltwirtschaft von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis zum Ersten Weltkrieg, Stuttgart 1989, S. 73. Daten bei Angus Maddison, Monitoring the world economy 1820–1992, Paris 1995, S. 104.

20 Hans-Jürgen Teuteberg/Günter Wiegelmann, Der Wandel der Nahrungsgewohnheiten unter dem Einfluß der Industrialisierung (= Studien zum Wandel von Gesellschaft und Bildung im 19. Jahrhundert, Band 3), Göttingen 1972, S. 71–73.

21 Zahlen aus Teuteberg/Wiegelmann, Wandel der Nahrungsgewohnheiten, S. 123, 126, 131–132; zu den Veränderungen der Ernährungsgewohnheiten auch Gunther Hirschfelder, Europäische Eßkultur. Eine Geschichte der Ernährung von der Steinzeit bis heute, Frankfurt/Main 2001.

22 Teuteberg/Wiegelmann, Wandel der Nahrungsgewohnheiten, S. 82.

gewerblich-industriellen Produktion führte eine Vielzahl von Schlüsselinnovationen zu neuartigen Gütern und neuen Herstellungsprozessen, entscheidend waren sie auch im Bereich von Verkehr und Kommunikation. Neben der Binnenerschließung von Ländern durch die Eisenbahn und die ersten transkontinentalen Eisenbahnverbindungen revolutionierte vor allem die Entwicklung im Hochseeschiffsbau die Transportverhältnisse und führte zu einer dramatischen Abnahme der Frachtkosten. Die Einführung des Stahls als Schiffsbaumaterial, die Erfindung der Schiffsschraube und Nutzung der Dampfmaschine als Antrieb verkürzte die Fahrzeiten und ermöglichte erstmals Linienverkehr nach Fahrplan. Für die Überquerung des Nordatlantiks benötigte das erste Dampfschiff 1819 noch 26 Tage, für dieselbe Strecke waren 1880 nur noch 8 Tage notwendig.<sup>23</sup> Die Frachtkosten fielen zwischen 1840 und 1913 um ca. 45%, was den Transport von Massengütern in vielen Fällen überhaupt erst attraktiv machte.<sup>24</sup>

Komplementär dazu ist die rasche Entwicklung der interkontinentalen Telegraphenkabelverbindungen zu sehen, die den Informationsfluss zwischen den Kontinenten ebenfalls revolutionierten, ein rasches wirtschaftliches Reagieren auf Bedarf und Nachfrage auch in globaler Dimension überhaupt erst ermöglichten. Erste Projekte für Unterseekabel konnten ab 1851 realisiert werden, ab 1866 gab es eine Verbindung zwischen Nordamerika und Europa. Bis zum Ersten Weltkrieg wurden dann alle wichtigen Städte und Häfen auf der Welt miteinander verbunden.<sup>25</sup>

Nicht weniger wichtig waren aber auch die rechtlichen und wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen. In einer großen Wellenbewegung entwickelte sich bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts ein liberales Freihandelssystem, dessen wichtigstes Vertragswerk der Cobden-Chevalier-Vertrag, abgeschlossen zwischen Großbritannien und Frankreich im Jahre 1860, darstellte. Im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts nahm der Protektionismus, auch in Deutschland, wieder zu, vor allem um die heimische Landwirtschaft vor dem Weltmarkt zu schützen. Da Kosten und Preise über die Rentabilität der Produktion entscheiden, war die Höhe der Zolltarife eine wichtige Einflussgröße in der Steuerung von Warenströmen. Durch die modernen Kommunikationsmittel wurde andererseits das Kapital im globalen Maßstab immer mobiler, die finanzielle Vernetzung ein durchgehendes Phänomen, das sich besonders in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts noch beschleunigte.<sup>26</sup>

Der wachsende globale Austausch von Rohstoffen und Waren war eng verknüpft mit der Industrialisierung in Europa. Die durch die Industrialisierung ermöglichte massenhafte Produktion zog große Mengen von Rohstoffen an und konzentrierte deren Verarbeitung so stark an einzelnen Orten, dass dort die ökologischen Veränderungen erstmals zu einem Problem wurden. Die Produktion von Rohbaumwolle erzeugte nicht nur in den entsprechenden Plantagegebieten Nord- und Südamerikas völlig neue ökologische Bedingungen, vielmehr hatten ebenso die riesenhaften Fabrikkomplexe der Baumwollverarbeitung enorme Auswirkungen. Nicht umsonst gehörten die ersten entstehenden, auf Baumwolle gründenden Industriegebiete wie die Region um Manchester zu den frühen ökologischen Krisengebieten.<sup>27</sup>

23 Daten nach Pohl, *Aufbruch der Weltwirtschaft*, S. 214–216.

24 Zahlen nach Kevin H. O'Rourke/Jeffrey G. Williamson, *Globalization and history. The evolution of a nineteenth-century atlantic economy*, Cambridge 1999, S. 33–36.

25 Überblick bei Cornelius Neutsch, Erste »Nervenstränge des Erdballs«: Interkontinentale Seekabelverbindungen vor dem Ersten Weltkrieg, in: Hans-Jürgen Teuteberg/Cornelius Neutsch, *Vom Flügeltelegraphen zum Internet. Geschichte der modernen Telekommunikation* (= Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, Beihefte, Band 147), Stuttgart 1998, S. 47–66.

26 Tilly, S. 23–36; zur Rolle einzelner Welthandelsgüter in diesem Prozess siehe Kenneth Pommeranz/Steven Topik, *The world that trade created. Society, culture and the world economy, 1400 – the present*, Armonk NY, 1999, S. 109–146.

Wie oben dargelegt, kann durch die genauere Analyse der sich ändernden Stoffströme und ihre Lokalisierung auch ihren ökologischen Auswirkungen nachgegangen werden. In einem ersten systematisierenden Zugriff können hier vier verschiedene Gruppen unterschieden werden: Zu einer ersten Gruppe gehören besonders die Pflanzen, die neu aus den Kolonien importiert wurden, in Europa das Nahrungs- und Genussmittelangebot erweiterten und dadurch gleichzeitig die Landnutzung veränderten. Dazu ist zunächst die Kartoffel zu zählen, die bereits im 16. Jahrhundert nach Europa eingeführt wurde, dann aber erst durch Züchtungen an die anderen ökologischen Bedingungen in Europa angepasst werden musste. Dadurch setzte sie sich erst ab Ende des 18. Jahrhunderts, dafür aber umso nachhaltiger, durch.<sup>28</sup> Die Anbaufläche der Kartoffel stieg in Deutschland von 300.000 ha um 1800 auf etwa 1,4 Millionen Hektar in der Mitte des 19. Jahrhunderts. Ihr Anbau wurde zunehmend möglich, weil die ehemaligen Brachflächen der Dreifelderwirtschaft immer mehr zum Anbau von Hackfrüchten genutzt wurden. Extrem war die Abhängigkeit schließlich in Irland, wo die Dominanz der Kartoffel im Anbau und der darauf folgende Schädlingsbefall zu der bekannten Hungerkatastrophe ab 1845 führte.<sup>29</sup> Der Mais wurde ebenfalls seit dem 16. Jahrhundert aus Südamerika eingeführt, spielte aber bis in die 2. Hälfte des 20. Jahrhundert außer in Südeuropa keine große Rolle.<sup>30</sup> Etwas größere Bedeutung erreichte der Tabakanbau, der aber auch aufgrund der klimatischen Bedingungen auf Südeuropa und in Deutschland auf einige Gunstgebiete beschränkt blieb, wo er seit der Mitte des 17. Jahrhunderts angebaut wurde.<sup>31</sup> Weitere Pflanzen wie die Tomate traten hinzu.

In einer zweiten Gruppe kann man die Rohstoffe zusammenfassen, die durch andere eingeführte Rohstoffe aus Qualitäts- oder aus Preisgründen ersetzt wurden. So wurden der Flachs-anbau und die Leinenproduktion in Deutschland seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts durch Baumwolle und Baumwollstoffe weitgehend substituiert. Die Anbaufläche von Flachs in Deutschland verringerte sich von 250.000 ha im Jahre 1850 auf 34.000 ha im Jahre 1900.<sup>32</sup> Ebenso ging der Hanfanbau in Deutschland von 1878 bis 1913 von 21.000 ha auf nur noch 1.000 ha zurück, weil er entweder durch andere Werkstoffe oder durch andere Bastfasern tropischen Ursprungs wie Jute oder Sisal ersetzt wurde.<sup>33</sup> Ebenso wurde die Eichenrinde als Gerbstoff durch tropische Gerbstoffe wie das Quebrachoholz ersetzt, weil es billiger war und einen höheren Anteil an Gerbstoffanteilen besaß. Bereits vor dem 19. Jahrhundert wurde der Waid als Färbepflanze durch den tropischen Indigo ersetzt.<sup>34</sup>

27 Hierzu *Brian Clapp*, *An Environmental History of Britain since the Industrial Revolution*, London u.a. 1994; *Ian G. Simmons*, *An Environmental History of Great Britain. From 10.000 years ago to present*, Edinburgh 2001, S. 167–175.

28 *Udelgard Körber-Grohne*, *Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie*, Stuttgart, 3. Aufl. 1994, S. 140–148.

29 *Zahlen zu Deutschland bei Friedrich-Wilhelm Henning*, *Landwirtschaft und ländliche Gesellschaft in Deutschland*, Band 2: 1750 bis 1886, Paderborn, 2. Aufl. 1988, S. 76–77; zu Irland: *Fred H.A. Aalen* u.a. (Hrsg.), *Atlas of the Irish Rural Landscape*, Cork 1997, S. 84–92.

30 *Wolfgang Böhm*, *Zur Geschichte des Maisanbaues in Deutschland*, in: *Zeitschrift für Agrargeschichte und Agrarsoziologie*, 23, 1975, S. 52–58; *Martina Kaller-Dietrich*, *Mais – Ernährung und Kolonialismus*, in: *Daniela Ingruber/Martina Kaller-Dietrich*, *Mais. Geschichte und Nutzung einer Kulturpflanze (= Historische Sozialkunde, Band 18)*, Frankfurt/Main 2001, S. 13–33.

31 *Josef Wimmer*, *Geschichte des deutschen Bodens mit seinem Pflanzen- und Tierleben von der keltisch-römischen Urzeit bis zur Gegenwart*, Halle/Saale 1905, S. 257–258.

32 *Henning*, S. 130–131.

33 *Joseph Partsch*, *Geographie des Welthandels*, Breslau 1927, S. 254–255.

34 *Körber-Grohne*, S. 414–415.

Als dritte Gruppe sind die Rohstoffe zu sehen, die aus Preis- oder Qualitätsgründen an anderer Stelle der Welt günstiger produziert werden konnten und die einheimische Produktion zurückdrängten. Hierzu gehörten die Wolle und als eines der wichtigsten Welthandelsgüter das Getreide, vor allem der Weizen.

Viertens kann man als eine der wenigen, aber bedeutenden Ausnahmen den Fall der Zuckerrübe anführen. Hier tritt ein durch Züchtung optimiertes landwirtschaftliches Gewächs unter bestimmten Rahmenbedingungen in Konkurrenz zu den älteren globalen Welthandelsstrukturen des Rohrzuckers und ersetzt diese teilweise.

Im Falle der mineralischen Rohstoffe können auch zwei Gruppen unterschieden werden, nämlich solche, die bereits in Europa abgebaut, aber in Übersee leichter gewonnen werden konnten und solche, die neu entdeckt wurden. Dazu gehören die mineralischen Dünger, dann aber besonders das Erdöl.

#### BEISPIELE DER ÖKOLOGISCHEN FOLGEN IN DEUTSCHLAND

An einigen ausgewählten Beispielen sollen nun die ökologischen Auswirkungen durch die sich verändernden Welthandelsbeziehungen am Beispiel Deutschlands gezeigt werden. Diese sind zunächst eher unspektakulär gewesen und hatten schleichende Auswirkungen, auch weil sie über große Räume verteilt waren. Hierzu zählen insbesondere Veränderungen in der agrarischen und forstlichen Landnutzung. Die dadurch ausgelösten Veränderungen der Böden, Erosion und Veränderungen der lokalen Biotope traten als Problem hinter die durch die Industrie verursachten Luft- und Wasserverschmutzungen zurück, weshalb sie in den folgenden Fallbeispielen bewusst stärker in den Vordergrund gerückt werden sollen.

#### *Gerbstoffe*

Zum Gerben von Häuten und Fellen wurden seit alters her unterschiedliche Gerbstoffe zumeist pflanzlichen Ursprungs verwendet. Dazu gehörten Rinden, Blätter, Früchte und Wurzeln. Am begehrtesten war die als Lohrinde bezeichnete Rinde der Eiche, die einen der höchsten Gerbstoffgehalte einheimischer Pflanzen aufweist und hohe Lederqualitäten ermöglichte.<sup>35</sup> Der hohe Bedarf an Eichenlohe war neben der ausreichenden Verfügbarkeit von Wasser hoher Qualität immer ein zentraler Standortfaktor der Lederherstellung. Die Gewinnung der Eichenlohe hing eng mit der Niederwaldwirtschaft zusammen. In der Niederwaldwirtschaft wurde die Tatsache genutzt, dass bestimmte Baumarten wie Eiche und Buche die Fähigkeit haben, wieder auszuschlagen, nachdem ihre Krone und Äste abgeschnitten worden sind.<sup>36</sup>

Im Abstand von 15 bis 20 Jahren waren die »auf den Stock gesetzten« Bäume wieder so weit ausgetrieben, dass man die etwas mehr als armdicken neuen Baumstämme einschlagen konnte. Nicht Bauholz und Nutzholz, vielmehr Brenn- und Kohlholz, Pfähle

35 Zum Stand der vorindustriellen Nutzung von Gerbstoffen siehe u.a. J. Loth, Gerbsaeuren, in: J. S. Ersch/J. G. Gruber (Hrsg.), Allgemeine Encyclopädie der Wissenschaften und Künste, Berlin 1855, Sect. 1, 60. Theil, S. 354–365; Fritz Stather, Gerbereichemie und Gerbereitechnologie, Berlin 1948, S. 203–204.

36 Zu den biologischen Aspekten siehe Heinz Ellenberg, Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht, Stuttgart, 5. stark veränd. u. verb. Aufl. 1996, S. 53–58; Richard Pott, Farbatlas Waldlandschaften. Ausgewählte Waldtypen und Waldgesellschaften unter dem Einfluß des Menschen, Stuttgart 1993, S. 189–194.

für den Weinbau (Rahmbüsche) und nicht zuletzt die Eichenlohe standen hier im Vordergrund der Waldnutzung. Charakteristisch für diese Niederwaldwirtschaft war ihre Einbindung in eine bestimmte Abfolge meist mehrjähriger unterschiedlicher Nutzungen, die auch Ackerbau und Weide vorsah. Diese typisch bäuerlichen Waldbetriebsformen hatten ganz unterschiedliche regionale Ausprägungen und Benennungen, zu denen die Haubergswirtschaft im Siegerland, der Röderwaldbetrieb im Schwarzwald oder die Schiffelwirtschaft in der Eifel gehören.

Diese unterschiedlichen Formen der Niederwaldwirtschaft waren sehr weit verbreitet, besondere Schwerpunkte lagen in den Mittelgebirgen West- und Südwestdeutschlands.<sup>37</sup> Größere wirtschaftliche Bedeutung bis ins 20. Jahrhundert hinein erlangte insbesondere die sog. Haubergswirtschaft im Siegerland, in der der Niederwald noch in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts bis zu 45% der Fläche ausmachte.<sup>38</sup> Um 1910 betrug die Gesamtfläche in den preußischen Kreisen Siegen, Olpe und Wittgenstein um 50.000 ha.<sup>39</sup> Der Hauberg war zumeist in genossenschaftlichem Besitz und in verschiedene Nutzungspartellen eingeteilt. Der mehrjährige Nutzungszyklus sah Umtriebszeiten von ca. 16 bis 20 Jahren vor. Nach diesem Intervall wurden die jungen Eichenstämme zunächst geschält und somit die wertvolle Lohrinde gewonnen. Die Baumstämme selber wurden zur Herstellung von Holzkohle entnommen, während man den übriggebliebenen Reisig entweder als Brennholz nutzte oder auf dem Hauberg selbst verbrannte, um sie als Asche für die nachfolgende Phase des Ackerbaus zu nutzen. Der Boden wurde mit Hacke und Pflug bearbeitet, hernach Buchweizen eingesät. Danach folgten einige Jahre der Weidenutzung vor allem mit Rindern und Schafen, bis die entsprechende Parzelle wieder »hiebsreif« war. Durch die Einteilung in Nutzungspartellen konnte die Haubergsgenossenschaft in jedem Jahr eine Parzelle zur Loh- und Kohl- und Brennholzgewinnung nutzen.<sup>40</sup>

Für die Gewinnung von Lohrinde war es vorteilhaft, dass der Gerbstoffgehalt der Rinde von jungen Eichen, die sogenannte »Spiegelrinde«, bis zum Alter von 15 Jahren höher ist als bei älteren Bäumen.<sup>41</sup> Die Stämme wurden mit speziellen Lohmessern entrinde, die Rinde als ganzes Stück getrocknet und danach in spezialisierten Lohmühlen zerkleinert. In dieser Form konnte sie in der Gerberei verwendet werden. Der eigentliche Gerbungsprozess bestand darin, dass man in speziellen Lohgruben eine Gerbbühe aus Wasser und Lohrinde ansetzte, in die die Häute und Felle eingehängt wurden. Je nach Dicke und Beschaffenheit der Häute war es erforderlich, sie bis zu 18 Monaten in dieser Lohbrühe zu belassen.<sup>42</sup> Dieser lange Zeitraum zur völligen Durchgerbung der Häute war erforderlich, weil der Anteil an Gerbstoffen in der Rinde im Vergleich zu später verfügbaren synthetischen Gerbstoffen relativ niedrig war.

Die Niederwaldwirtschaft stellte immer einen erheblichen Eingriff in Waldökosysteme dar. So wurde in der Haubergswirtschaft in periodischen Abständen immer wieder der

37 *Josef Schmithüsen*, Der Niederwald des linksrheinischen Schiefergebirges. Ein Beitrag zur Geographie der rheinischen Kulturlandschaft (= Beiträge zur Landeskunde der Rheinlande, Zweite Reihe, Band 4), Bonn 1934.

38 *Wilhelm Müller-Wille*, Der Niederwald im Rheinischen Schiefergebirge, in: Westfälische Forschungen, Band 1, 1938, S. 51–86.

39 *Karl Steinbrück*, Karl, Haubergswirtschaft, in: Handwörterbuch der Staatswissenschaften, hrsg. von J. Conrad u.a., Jena, 3. gänzl. umgearb. Aufl. 1910, 5. Band, S. 403–404.

40 *Winfried Ranke/Gottfried Korff*, Hauberg und Eisen. Landwirtschaft und Industrie im Siegerland um 1900. München 1980, S. 25–30; Bilder aus dem Hauberg. Naturschutz außerhalb von Schutzgebieten (= Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalen, Band 1), Düsseldorf 1995.

41 *Schmithüsen*, S. 18–20.

42 *Stather*, S. 255–262.

Boden freigelegt. Bedingt durch die ackerbauliche Nutzung kam es zu erhöhter Erosion. Außerdem veränderte sich durch die wiederkehrende Aufflichtung des Waldes die floristische Zusammensetzung. Insgesamt wurde das Artenspektrum von Waldpflanzen hin zu Offenlandpflanzen verschoben, die »normalerweise« in diesen Gebieten nicht vorkamen. Insgesamt war der Niederwald durch seine Zyklizität sehr artenreich.<sup>43</sup>

Ökonomisch attraktiv war der Hauberg nicht in erster Linie durch seine Nutzung als Acker und Weide, sondern durch den Verkauf der Holzkohle und Lohrinde an das nahe Eisen- und Ledergewerbe. Besonders die Lohe war ein knappes Gut, da man große Mengen benötigte. Im Regelfall musste von der Lohe das fünffache des Gewichtes der rohen Häute eingesetzt werden. Umgerechnet benötigte man für eine Ochsenhaut die Lohrinde von etwa 1 Hektar Eichenniederwald.<sup>44</sup>

Deshalb suchte man bereits in der frühen Neuzeit nach Ersatzstoffen, z.B. den Sumach, die Blätter eines Strauches, dessen beste Qualitäten von Pflanzungen in Sizilien bezogen wurden. Die Valonea genannten Früchte einer im östlichen Mittelmeer vorkommenden Eichenart waren bereits länger bekannt. Besonders in Großbritannien, wo aufgrund der geringen Walddichte ein dauerhafter Lohmangel herrscht, wurde bereits im 18. Jahrhundert mit der Einfuhr von Gerbstoffextrakten begonnen, die z.B. aus der Rinde der in Nordamerika vorkommenden Hemlocktanne oder der Mangrovenrinde hergestellt wurden. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts waren bereits 250 Pflanzen und Pflanzenbestandteile mit hohen Gerbstoffkonzentrationen bekannt. Ende des 18. Jahrhunderts machte die Lederherstellung einen tiefgreifenden technologischen Rationalisierungsprozess durch, in dem die vermehrte Anwendung von Gerbstoffextrakten eine wichtige Rolle spielte.<sup>45</sup>

Die wachsende Einfuhr von tropischen Gerbstoffen veränderte die Situation nachhaltig. Zum wichtigsten Gerbstoff wurde das Kernholz des besonders in Argentinien vorkommenden Quebrachobaumes, das 14-26% Gerbstoffe enthält und seit den Siebzigerjahren des 19. Jahrhunderts in wachsendem Maße nach Deutschland importiert wurde. Der Vorteil war, dass man hier den gesamten Baumstamm zur Gerbstoffgewinnung verarbeiten konnte. In der Regel wurde nicht das Holz verschifft, sondern noch im Lande ein Extrakt aus dem Holz hergestellt, das dann in fester Form nach Europa versandt wurde. Nach Deutschland hingegen mussten die ganzen Stämme importiert werden, weil der Import von Gerbstoffen mit hohen Schutzzöllen belegt war. Trotz dieses Umweges lohnte sich die Herstellung von Quebrachoextrakt in Deutschland, das sogar in großen Mengen wieder exportiert wurde. Eichenlohe war doppelt so teuer wie die eingeführten Stoffe. 1903 kostete ein Kilo Eichenlohenextrakt 1,14 Mark, eine gleiche Menge Extrakt aus Mangrovenrinde oder Quebrachoholz zwischen 50 und 60 Pfennigen.<sup>46</sup>

Der Bedarf an Gerbstoffen war durch die Entwicklung der Lederindustrie noch gewaltig angestiegen. Nach der Entwicklung neuer Konservierungsverfahren konnten in großem Stil Rohhäute aus Südamerika importiert werden. Der Bedarf an Gerbstoffen hätte allein durch die Lohrinde gar nicht mehr gedeckt werden können. Besonders durch den Preisverfall der Lohrinde nahm die Rentabilität der Haubergswirtschaft immer mehr ab. Zwischen 1880 und 1910 war der Preis für die Lohe um die Hälfte gesunken, sodass immer mehr Hauberge aufgegeben wurden und infolgedessen seit dem Ende des 19. Jahr-

43 Erwin Manz, *Linksrheinische Niederwälder. Zeugen einer historischen Waldnutzungsform* (= Rheinische Landschaften, Band 44), Köln 1995, S. 7–22; Pott, *Farbatlas Waldlandschaften*, S. 190–194.

44 Klaus Schlottau, *Von der handwerklichen Lohgerberei zur Lederfabrik des 19. Jahrhunderts. Zur Bedeutung nachwachsender Rohstoffe für die Geschichte der Industrialisierung* (= Sozialwissenschaftliche Studien, Band 29), Opladen 1993, S. 275.

45 Ebd., S. 298–299.

46 Ebd., S. 275.

hunderts die Haubergswirtschaft stark zurückging.<sup>47</sup> Ähnlich verlief die Entwicklung im linksrheinischen Schiefergebirge, wo im Rahmen der sogenannten Lohheckenwirtschaft die Lohgewinnung im Vordergrund stand. Die Lohe wurde speziell im Trierer Raum von einer Vielzahl kleiner handwerklich betriebener Gerbereien abgenommen, die Ende des 19. Jahrhunderts durch die Häute- und Gerbstoffimporte unter Konkurrenzdruck gerieten. Existierten 1870 im Bezirk der Handelskammer Trier noch 300 Gerbereien, so waren es 1905 nur noch 43. Vorher war die Gewinnung der Eichenlohe wirtschaftlich so attraktiv gewesen, dass viele Waldbesitzer fast ihren gesamten Waldbestand in Niederwald umgewandelt hatten.<sup>48</sup> Zum Ende des 19. Jahrhunderts änderten sich die Verhältnisse. Die Lohhecken waren nicht mehr rentabel und wurden nutzlos, weil man außer Brennholz keine anderen wirtschaftlich interessanten Produkte mehr gewinnen konnte. So ließ man die Hecken auf, die Bäume wuchsen durch, was zu den an vielen Stellen heute noch bemerkenswerten Wuchsformen führte. Weite Bereiche wurden aber auch mit Nadelhölzern, mit Fichten oder Douglasien, aufgeforstet, was in den betroffenen Arealen die Begleitflora und -fauna völlig veränderte.<sup>49</sup>

### Wolle

Die Textilindustrie war einer der Pioniersektoren der Industrialisierung. Dies galt insbesondere für die Baumwollverarbeitung, aber auch die Schafwolle hatte als Textilrohstoff in der Frühindustrialisierung eine noch ungleich größere Bedeutung als später.<sup>50</sup> Umfang und Produktivität der Wollerzeugung hingen eng mit der Struktur und Organisation der Schafhaltung zusammen. Im Vergleich zur Haltung von Schweinen und Rindern, die in großem Maßstab auch in bäuerlicher Hand waren, hing die Schafhaltung überwiegend an grundherrlichem Recht. Es waren meist die Grundbesitzer, die die Schafhaltung selbst auf ihren Höfen betrieben oder sie in Form der Herden und Triebgerechtigkeiten verpachteten. Vielerorts war die Schafhaltung den Bauern sogar ausdrücklich verboten.

Schafhaltung wurde entweder stationär oder als ausgesprochen weiträumig organisierte Wanderschäfferei betrieben. Zur Weide wurden entweder die abgeernteten Ackerflächen im Herbst und auch die extensiv genutzten Allmendflächen der Dorfgemarkungen genutzt. Durch den intensiven Verbiss der Schafe wurden auf diese Weise überhaupt viele Flächen freigehalten.<sup>51</sup> Eine Erhöhung der Wollproduktion und Verbesserung der Qualität wurde zum einen durch eine Vergrößerung der Herden und zum anderen durch systematische Züchtung erreicht. Im 18. Jahrhundert war es eines der vorrangigen Ziele merkantilistischer Wirtschaftspolitik, beide Ziele zu verfolgen, um die heimische Textilwirtschaft ausreichend mit Wolle zu versorgen. Begehrte waren vor allem die hohen Wollqualitäten, feinere Wollen, die von den Merinoschafen gewonnen wurden. Diese Schafrasse wurde seit dem 18. Jahrhundert in steigendem Maße in vorhandene Landrassen eingekreuzt. Allerdings gelang es nie, die ausländischen Qualitäten zu erreichen.<sup>52</sup>

47 Steinbrück, Haubergswirtschaft, S. 403–404.

48 Schmithüsen, Niederwald, S. 22, 43.

49 Ebd., S. 50–53.

50 Zur Rolle der Wollindustrie im Laufe der Industrialisierung siehe Hubert Kiesewetter, Industrielle Revolution in Deutschland 1815–1914, Frankfurt/Main 1989, S. 171–176.

51 Hans Becker, Allgemeine Historische Agrargeographie, Stuttgart 1998, S. 145–149.

52 Josef Schoerner, Die geographische Verbreitung der deutschen Schafhaltung im 19. und 20. Jahrhundert, Phil. Diss., Würzburg 1936, S. 11–13.

Eine Ausdehnung der Wollproduktion war dagegen nur durch eine Vergrößerung der Schafherden und eine Ausweitung der Weideflächen zu erreichen. Im Gegensatz zu England, wo die Grundbesitzer in großem Stil bisher ackerbaulich genutzte Flächen durch die sog. »enclosures« einhegten und zu Weideland für die Schafherden umwandelten, war dies in Deutschland aufgrund der vielfältig differierenden Verhältnisse nicht möglich und blieb auf die bereits bisher extensiv genutzten Allmendländereien beschränkt, die zum größten Teil aus sonst nicht verwertbarem Land, wie z.B. Heideflächen bestand. Besonders in schon großbetrieblich und gutswirtschaftlich orientierten Regionen hat es allerdings nicht an Versuchen gefehlt, auch Bauernland zusammenzulegen und zu Schafweiden umzuwandeln, wie dies der Agrarökonom Albrecht Daniel Thaer (1752–1828) im Sinne der Entwicklung einer rationellen Landwirtschaft mit großem ökonomischen Erfolg ab 1811 vorexerzierte und bis in die Details auch beschrieb.<sup>53</sup>

Bis zur Mitte des 19. Jahrhundert war es in den deutschen Staaten noch gelungen, die Versorgung der Weber und Tuchmanufakturen mit inländischer Wolle zu gewährleisten. Dementsprechend stieg die Zahl der Schafe von 8.260.000 im Jahre 1816 auf 19.329.000 im Jahre 1864 stark an.<sup>54</sup> Ab dieser Zeit sanken der Schafbestand und auch die einheimische Wollproduktion kontinuierlich ab. So wurden 1895 nur noch 10% der von der Industrie benötigten Rohwolle erzeugt.<sup>55</sup> Die Voraussetzungen in Übersee, besonders in Australien, Neuseeland, Südafrika und Südamerika, wurden immer günstiger. Große Flächen extensiv zu nutzender Grasländer und verbesserte Züchtungen ermöglichten es, Wolle in großen Partien von gleichbleibend hoher Qualität und trotz der langen Seewege nach Europa zu konkurrenzlos günstigen Preisen zu erzeugen.<sup>56</sup>

Komplementär zum Rückgang in Europa nahm die Zahl der Schafe in den genannten Ländern dramatisch zu. Nachdem z.B. in Australien die Schafzucht ab 1797 eingeführt worden war, betrug die Zahl der Schafe 1821 290.000 um bis 1891 auf 106.420.000 anzuwachsen.<sup>57</sup> Die Wolle wurde in der Regel ungewaschen nach Europa transportiert, um hier in großen spezialisierten Wollwäschereien, die sich an speziellen Plätzen wie Bradford in Großbritannien, in der wallonischen Stadt Verviers oder in Bremen konzentrierten. Diese Wollwäschereien führten mit ihrem hohen Wasserbedarf und der großen organischen Abwasserfracht zu großen punktuellen Umweltproblemen.<sup>58</sup>

Durch den Niedergang der Schafhaltung wurde nun die Bewirtschaftung der Allmendflächen unrentabel, die keiner anderen Weidenutzung oder intensiveren ackerbaulichen Nutzung zugeführt werden konnten. Gerade die Heideflächen mit ihrer schütterten Vegetation, Sandverwehungen und dem charakteristischen Wacholder verschwanden nun nach und nach aus dem Landschaftsbild. Dieser Rückgang ließe sich in vielen Regionen belegen; generell war er im Westen stärker als im Osten. Im Kreis Euskirchen am Rande der Eifel nahm die Heidefläche von 286 ha im Jahre 1820 auf nur noch

53 Walter Achilles, *Deutsche Agrargeschichte im Zeitalter der Reformen und Industrialisierung*, Stuttgart 1993, S. 182–185.

54 Heinrich Michaelis, *Die Wollindustrie*, in: *Die Hauptindustrien Deutschlands* (= *Handbuch der Wirtschaftskunde Deutschlands*, Band 3), Leipzig 1904, S. 622–651.

55 Pohl, *Aufbruch der Weltwirtschaft*, S. 165.

56 Zu den Veränderungen der Wollversorgung siehe Frauke Schönert-Röhlk, *Das »Handbuch für den Woll-Einkauf« eines bergischen Tuchfabrikanten als Spiegel der Veränderungen in der Rohstoffversorgung im 19. Jahrhundert*, in: Rainer Gömmel/Markus A. Denzel (Hrsg.), *Weltwirtschaft und Wirtschaftsordnung. Festschrift für Jürgen Schneider zum 65. Geburtstag* (= *Vierteljahrsschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte*, Beiheft 159), Stuttgart 2002, S. 209–212.

57 Partsch, *Geographie des Welthandels*, S. 266

58 Andreas Dix, *Industrialisierung und Wassernutzung. Eine historisch-geographische Umweltgeschichte der Tuchfabrik Ludwig Müller in Kuchenheim* (= *Beiträge zur Industrie- und Sozialgeschichte*, Band 7), Köln 1997, S. 228–234.

15 ha im Jahre 1900 ab.<sup>59</sup> Wie im Falle der Lüneburger Heide gehörten die Heiden zu den ersten Flächen, denen sich der aufkommende Naturschutz zum Ende des Jahrhunderts widmete. Entweder überließ man die Heideflächen der Sukzession oder sie wurden gezielt mit Kiefern oder Fichten aufgeforstet, um so einen rentableren Ertrag aus der Holznutzung zu erzielen. Damit ist schon ein für den heutigen Naturschutz bedeutsamer Vorgang skizziert, nämlich die Entmischung und klarere Abgrenzung von Flächennutzungen. Kennzeichen der vorindustriellen Landwirtschaft waren viele Flächen mit ganz unterschiedlichen Nutzungsgradienten und größtenteils extensiver Bewirtschaftung. Diese Flächen werden nun in großem Stil entweder zu Wald oder zu Ackerland und Intensivweide umgewandelt.

### Zucker

Keineswegs wurden aber nur einheimische Rohstoffe durch Importe ersetzt. Das komplexe Wechselspiel politischer und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen wie technologischer Innovationen konnte auch zu gegensätzlichen Entwicklungen führen. Ein zentrales Beispiel dafür sind Produktion und Handel mit Zucker, die von Anfang an in globalem Maßstab vollzogen wurden. Zwar war das Zuckerrohr durch die Mauren bereits im Mittelmeerraum bis nach Spanien gebracht und kultiviert worden, eine Ausdehnung des Anbaus im großen Stil vollzog sich erst im Zuge der europäischen Expansion in die Karibik und nach Südamerika.<sup>60</sup> In verschiedenen Zwischenstadien bildete sich das auf Sklavenarbeit und Plantagen basierende System des Zuckerrohranbaus heraus, das ausschließlich für den Export nach Europa produzierte. Bereits in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts begann man Rohrzucker zunächst aus der Karibik, dann aber in steigendem Maße aus Brasilien zu beziehen.<sup>61</sup> Während der folgenden drei Jahrhunderte beherrschte der koloniale Rohrzucker den europäischen Markt und war einer der wichtigsten Handelsgüter der Zeit.

Die Konkurrenz der europäischen Zuckerrübe hatte einen »technologischen Vorlauf«, der bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts zurückreichte.<sup>62</sup> 1747 hatte Sigismund Andreas Marggraf, Apotheker und Chemiker in Berlin, herausgefunden, dass die Runkelrübe (*beta vulgaris*) Zucker enthält. Sein Schüler Franz Karl Achard führte die Versuche fort und nahm 1802 im schlesischen Cunern die erste Rübenzuckerfabrik in Betrieb.<sup>63</sup> Forciert wurde die Rübenzuckerproduktion ab 1806 durch die napoleonische Kontinentalsperre, die ab 1806 Rohrzuckerimporte aus den Kolonien verhinderte. Später wurde der europäische Rübenzuckeranbau durch Schutzzölle und Ausfuhrprämien gestützt, und es kam zu einem intensiven Wettbewerb auf dem Markt, der erst mit der Brüsseler Zuckerkonvention von 1902, die gleiche Wettbewerbsbedingungen für die Rohr- wie für die Rübenzuckerproduktion festlegte, reguliert wurde. Um die Wende zum 19. Jahrhundert stieg der Anteil des Rübenzuckers an der Weltzuckerproduktion auf über 60 Prozent.<sup>64</sup> Weiterhin profitierte der Anbau der Zuckerrübe von dem sprunghaft ansteigenden Ver-

59 Waldflächenentwicklung im Rheinland 1820–1990, Teilbereich Kreis Euskirchen, hrsg. von der Höheren Forstbehörde Rheinland, Bonn, 1995, S. 47.

60 *Sidney W. Mintz*, Die süße Macht. Kulturgeschichte des Zuckers, Frankfurt/Main 1992, S. 53.

61 Ebd., S. 63–64.

62 Zur Zuckerrübe siehe *Peter Joerissen/Rita Wagner* (Hrsg.), Süßes Rheinland. Zur Kulturgeschichte des Zuckers, Bonn 1998; *Klaus Hermann*, Pflügen, Säen, Ernten. Landarbeit und Landtechnik in der Geschichte, Reinbeck 1995, S. 170–173.

63 *Wolfgang Franke*, Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen. Stuttgart, 6. neubearb. Aufl. 1997, S. 120.

64 *Pohl*, Aufbruch der Weltwirtschaft, S. 111–112.

brauch, der sich allein zwischen 1880 und 1900 und nochmals bis 1914 jeweils verdoppelte.<sup>65</sup> Damit wurde auch der Rübenzucker zu einem Welthandelsgut und verhalf Hamburg zu seiner überragenden Rolle als Zuckerexporthafen.

Der Anbau der Zuckerrübe als sog. »cash crop« veränderte die landwirtschaftlichen Verhältnisse nachhaltig. Die Zuckerrübe wurde zu einer Ackerkultur, die eng mit dem Prozess der Industrialisierung verflochten war, ja diesen in vielen Gegenden überhaupt angeschoben hat. Dazu gehörte die Investition in Zuckerfabriken und die dazugehörige Infrastruktur, wie Eisenbahnstrecken zur Abfuhr der Rüben wie auch die Erschließung von leicht abbaubaren Braunkohlevorräten, die die überaus energieintensiven Produktionsprozesse erst ermöglichte.

Die neuartigen ökologischen Auswirkungen des Zuckerrübenanbaus waren vielfältig. An erster Stelle steht hier die Veränderung der Rübensorten durch Züchtung. So war der Zuckergehalt der Rübe zu Beginn noch sehr gering und wurde erst durch die Züchtung neuer Sorten erhöht. Betrug er 1790 nur 2%, so waren es 1837 5,5% und 1914 16%. Bis heute ist der Gehalt auf 20% angestiegen.<sup>66</sup> Mit der Zuckerrübe begann erst die wissenschaftlich gestützte Pflanzenzüchtung großen Stils, die sich bald zu einer eigenen Saatgutindustrie entwickelte, deren erstes räumliches Zentrum im Zuckerrübenanbaugebiet der Magdeburger Börde lag. Besonders in den Bördegebieten mit Lössböden von hoher Fruchtbarkeit wurde die Zuckerrübe zur Leitfrucht und zur Haupteinkommensquelle der Bauern, deren »Rübenpaläste« bald von ihrem Reichtum zeugten. Besonders in der Magdeburger Börde waren die Voraussetzungen für den Anbau der Zuckerrübe günstig. Neben den guten naturräumlichen Voraussetzungen wie den fruchtbaren und hochproduktiven Böden sowie dem milden Klima kamen Braunkohlevorräte und günstige Verkehrsverbindungen hinzu. Dazu kamen günstige Bodenbesitzverhältnisse. Durch die Agrarreformen waren hier die Bauern Eigentümer ihres Landes und konnten frei über dessen Nutzung entscheiden. Außerdem hatte man seit Ende des 18. Jahrhunderts vermehrt die Zichorienwurzel angebaut. Dadurch waren Kenntnisse im Hackfruchtanbau, besonders aber in der für die Zuckerrübe so wichtigen tiefgründigen Bodenlockerung bereits vorhanden.<sup>67</sup> Ein regelrechter Boom des Zuckeranbaus setzte in den 1830er-Jahren ein. Nachdem in der Magdeburger Börde 1838 die erste Zuckerfabrik in Klein-Wanzleben gegründet worden war, stieg die Zahl der Zuckerfabriken bis 1857 auf 52.<sup>68</sup>

Die Zuckerrübe stellte sehr hohe Anforderungen an die Bodenbearbeitung. Ebenso wie für die Zichorie musste der Boden tiefgründig gelockert und auch das Saatbett für die Zuckerrübe intensiv geeeggt und gewalzt werden. Durch die wachsenden Anbauflächen und die Kosten des noch sehr hohen Arbeitseinsatzes gab es von Anfang an einen starken Druck agrartechnischer Innovationen. So wurde 1852 der sog. Wanzleber Pflug entwickelt, zum großflächigen Tiefpflügen gab es außerdem hier den dichtesten Besatz an Dampfpflügen in Deutschland, ebenso sog. Drillmaschinen zur maschinellen Aussaat der Rübe und schließlich in den 1860er-Jahren erste Maschinen für die Rübenernte. Der vermehrte Anbau der Zuckerrübe und mit ihr die Ausdehnung des Hackfruchtanteils an der gesamten Landnutzung führte zu einer Veränderung des Bodenprofils und einer Intensivierung der Bodenerosion in den betroffenen Gebieten.<sup>69</sup>

65 Ebd.

66 Franke, Nutzpflanzenkunde, S. 120.

67 Ursula Breymeyer, Rüben unter Dampf: Industrialisierte Landwirtschaft, in: Franz-Josef Brüggemeier u.a. (Hrsg.), Mittendrin. Sachsen-Anhalt in der Geschichte, Dessau 1998, S. 283–292, hier: S. 284–285.

68 Breymeyer, Rüben unter Dampf, S. 285.

69 Zu Faktoren und räumlicher Verteilung der Bodenerosion in Teilen Deutschlands siehe Gerold Richter, Bodenerosion. Schäden und gefährdete Gebiete in der Bundesrepublik Deutschland (= Forschungen zur Deutschen Landeskunde, Band 152), Bad Godesberg 1965.

Der hohe Düngerbedarf der sich ausbreitenden Monokulturen war durch Stallmist und Gründüngung mit Hilfe des Kleeanbaus nicht mehr länger zu decken. Basierend auf den beginnenden Forschungen der Agrikulturchemie um Justus von Liebig wurden mineralische Dünger entdeckt und in die Landwirtschaft eingeführt. Ihr Einsatz lohnte sich besonders in den Bereichen der Marktproduktion. Deshalb wurde die Ausbeutung mineralischer Phosphat- und Nitratlager in Südamerika profitabel. Auf diese Weise begann ab 1830 die Ausbeutung der Guanolager vor der peruanischen Küste, Ablagerungen von Vogelexkrementen auf Inseln, die systematisch abgebaut wurden. Auch die Entdeckung der Salpeterlager in Chile machte zum ersten Mal Nitrate in großen Mengen verfügbar. In den extrem ariden Wüstengebieten liegt hier der Salpeter als Gemisch verschiedener chemischer Verbindungen natürlich vor. In vorindustrieller Zeit hatte man bereits versucht, ihn mühsam aus Ausblühungen von Mauern zu gewinnen, unter anderem als Rohstoff für die Schießpulverherstellung. Ab 1825 wurden die chilenischen Lager in großem Maßstab abgebaut und im wesentlichen nach Europa exportiert. Der Gesamtexport zwischen 1840 und 1900 wurde auf 26 Millionen Tonnen geschätzt.<sup>70</sup> Hier allerdings änderten sich die Rohstoffbeziehungen wieder, denn mit der Ammoniakgewinnung, zunächst aus Nebenprodukten der Steinkohleverkokung, ab 1890 und später aus der Luft, wurde der Stickstoffbedarf nach 1900 wieder fast ausschließlich aus dem Inland gedeckt.<sup>71</sup> Der hohe Nährstoffbedarf der Rübe und der weiterhin starke Zwang zur Mehrproduktion ließ auch die Gewinnung anderer Mineraldünger im Inland rentabel werden. 1857 wurden im Abraum der Steinsalzgewinnung Kalisalze gefunden, die sich für eine mineralische Düngung eigneten. Bald darauf setzte der bergmännische Abbau dieser Salze ein, der sich bald stürmisch entwickelte. Die Fördermengen stiegen von 2000 Tonnen im Jahre 1861 auf über 11 Millionen Tonnen im Jahre 1912. Noch 1890 war in 172 von 787 Kreisen des Deutschen Reiches die Kalidüngung unüblich, während sie bereits 1906 überall praktiziert wurde.<sup>72</sup> Bis zum Ersten Weltkrieg hatten die deutschen Gruben ein Weltmonopol an Kali. Die Weltmarktproduktion war im Inland mit entsprechenden Folgen wie einer extremen Wasserverschmutzung an den entsprechenden Flüssen verbunden.<sup>73</sup>

Auch die industrielle Weiterverarbeitung des Zuckers führte zu punktuell hohen Abwasserbelastungen und damit zu Umweltschäden ganz neuer Dimension. Das Waschen und der chemische Aufschluss der Rüben führte zu einer hohen Belastung der Gewässer mit organischer Abwasserfracht, die streckenweise zu katastrophalen Flussverschmutzungen und auch zu frühen Protesten dagegen führte. Der Schriftsteller Wilhelm Raabe hat das Eindringen dieser neuen Belastungen in vormals idyllische ländliche Bereiche in »Pfisters Mühle« eindrücklich geschildert. Diese 1884 veröffentlichte Erzählung basiert auf realen Verhältnissen in der Nähe von Braunschweig.<sup>74</sup>

70 *Partsch*, *Geographie des Welthandels*, S. 273.

71 *Pohl*, *Aufbruch der Weltwirtschaft*, S. 135.

72 *Jürgen Büschenfeld*, Vernetzung der Umweltmedien Boden und Wasser: Kaliindustrie und Umwelt in der Geschichte, in: *Veränderung von Böden durch anthropogene Einflüsse. Ein interdisziplinäres Studienbuch*, Berlin 1997, S. 165–193, hier: S. 169.

73 Zur Kaliproduktion siehe *Partsch*, *Geographie des Welthandels*, S. 327–330; zur Abwasserproblematik *Jürgen Büschenfeld*, Flüsse und Kloaken. Umweltfragen im Zeitalter der Industrialisierung (1870–1918) (= *Industrielle Welt*, Band 59), Stuttgart 1997, S. 289–406; *Ulrich Eisenbach*, Kaliindustrie und Umwelt, in: *ders./Akos Paulinyi* (Hrsg.), *Die Kaliindustrie an Werra und Fulda. Geschichte eines landschaftsprägenden Industriezweiges* (= *Schriften zur hessischen Wirtschafts- und Unternehmensgeschichte*, Band 3), Darmstadt 1998, S. 194–222.

74 *Wilhelm Raabe*, *Pfisters Mühle*. Ein Sommerferienheft, Stuttgart 1985.

## BIOLOGISCHE TRANSAKTIONEN UND INVASIONEN

Ohne eine Betrachtung der ungewollt eingeführten Pflanzen und Tiere wäre das Bild der durch die Weltwirtschaft verursachten ökologischen Veränderungen unvollständig. Mit den Rohstoffen, mit neuen Pflanzen und Tieren wurde auch eine Vielzahl neuer Pflanzen, Insekten und anderer Tiere eingeschleppt, die ganz unterschiedlich auf die neuen Ökosysteme reagieren konnten.<sup>75</sup> Am Beispiel des Weinbaus und der Reblaus lassen sich diese Folgen sehr gut zeigen, es steht stellvertretend für eine große Zahl weiterer Einzelfälle. Wie jede agrarische Monokultur wird der Weinbau seit jeher von einer großen Zahl von Krankheiten und Schädlingen bedroht. Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts waren die europäischen Weinbaugebiete davon jedoch immer nur regional betroffen. Die schwerste Krise in seiner Geschichte erlebte der europäische Weinbau aber mit dem Auftreten neuer und schwer zu bekämpfender Schädlinge wie dem Echten Mehltau seit den 1850er- und der Reblaus seit den 1860er-Jahren. Sie erfasste alle europäischen und bis zur Jahrhundertwende darüber hinaus auch alle anderen Weinanbaugebiete der Welt.<sup>76</sup>

Der Mehltau war durch importierte Zierreben aus Amerika eingeschleppt worden und in den 1850er-Jahren in vielen europäischen Ländern aufgetreten. Der Pilz vermehrte sich rasch. Die Folge waren stark zurückgehende Erträge. Frankreich war als bedeutendstes Weinbauland besonders betroffen. Ende der 1840er-Jahre hatte die jährliche Weinproduktion durchschnittlich 45 Millionen Hektoliter im Jahr betragen, bis 1854 ging sie auf nur noch 11 Millionen Hektoliter zurück. Es drohte erstmals die Zerstörung des Weinbaus in Frankreich und anderen europäischen Ländern. In der Not, schnell handeln zu müssen, suchte man nach verschiedenen Wegen, den Mehltau wieder zu verdrängen. So wurde schließlich entdeckt, dass einige amerikanische Rebsorten gegenüber Mehltau resistent waren. In der Folge stieg der Import amerikanischer Reben rapide an. Auf diesen Reben saß aber die Reblaus. So holte man sich durch die erhoffte Lösung eines Problems ein noch weit größeres ins Land.<sup>77</sup> Erste Anzeichen eines Reblausbefalls wurden 1864 in Südfrankreich beobachtet. Nur zwanzig Jahre später galten alle Weinbauregionen Frankreichs als reblausverseucht. Die Reblaus wurde 1872 erstmals in Österreich, 1874 in der Schweiz und in Deutschland und nach und nach in allen anderen Ländern mit Weinbau entdeckt.<sup>78</sup>

Betrachtet man den Verlauf des Reblausbefalls im Deutschen Reich näher, ergibt sich ein typisches Verlaufsmuster, das so auch in den anderen Ländern anzutreffen war. So tauchten die ersten Fälle durchweg in Handelsgärtnereien, Rebschulen und Versuchsgütern auf. Die ersten befallenen Reben im Deutschen Reich wurden in Bonn auf der Domäne Annaberg der Landwirtschaftlichen Akademie Poppelsdorf im Jahre 1874 gefunden. Nachforschungen ergaben, dass die befallenen Reben aus den USA stammten und der Akademie vom preußischen Landwirtschaftsministerium für Versuchszwecke zur Verfügung gestellt worden waren. Vorausgegangen war eine Anfrage des »Acclimatisations-Vereins für die königlich Preussischen Staaten«, die dieser an das amerikanische Landwirtschaftsministerium gerichtet hatte. Ziel dieses Vereins wie auch seiner Schwestervereine in anderen Ländern war es, durch Einbürgerung neuer Pflanzen

75 Einen guten Überblick hierüber gibt *Bernhard Kegel*, *Die Ameise als Tramp. Von biologischen Invasionen*, Zürich, 3. Aufl. 2000.

76 *Tim Unwin*, *Wine and the Vine. An Historical geography of viticulture and the wine*, London 2. Aufl. 1996, S. 283–296.

77 *Unwin*, *Wine and the Vine*, S. 283–287.

78 *Julius Wortmann*, *Über das Auftreten und den Gang der Reblausverseuchungen in den Preussischen Weinbaugebieten* (= Veröffentlichungen der Preussischen Hauptlandwirtschaftskammer, Band 5), Berlin 1924.

und Tiere oder neuer Sorten die landwirtschaftliche Produktion in vielerlei Hinsicht zu steigern.<sup>79</sup>

In einer zweiten Phase, die Anfang der 1880er-Jahre einsetzte, tauchte die Reblaus dann trotz schneller Vernichtungsmaßnahmen im Freiland auf und befiel nach und nach an einzelnen Stellen alle deutschen Weinbaugebiete. Insgesamt war der Befall wesentlich geringer als in Frankreich. In der preußischen Rheinprovinz, die die größeren Weinbaugebiete der Ahr, des Mittelrheins, der Mosel, Nahe und Saar umfasste, wurden zwischen 1883 und 1927 59 Gemarkungen erfasst.<sup>80</sup> Auf 392 ha befallener Rebfläche wurden die Rebstöcke vernichtet. Der Befall nahm insgesamt in Frankreich wesentlich größere Dimensionen an als in Deutschland. Schon 1882 waren von der gesamten Rebfläche Frankreichs von 2,5 Millionen ha bereits 763.000 ha zerstört.<sup>81</sup>

Im Gegensatz zu anderen katastrophalen Naturereignissen, die auch ohne den Eingriff des Menschen ablaufen würden, wurde das massenhafte Auftreten der Reblaus überhaupt erst durch anthropogene Eingriffe in Ökosysteme selbst möglich. Die Reblaus führte in ihrem ursprünglichen Verbreitungsgebiet im Osten Nordamerikas ein relativ unscheinbares Dasein, da die Anzahl wilder Weinreben an einem Ort immer begrenzt war und auch die Bodenverhältnisse eine Vermehrung der Reblaus oft nicht begünstigten. Ohne menschliches Zutun wäre es so geblieben. Erst die Kombination des Insekts mit einem neuen Ökosystem setzte das katastrophale Ereignis in Gang. Eine Rebenmonokultur und die fehlende Resistenz der Pflanzen schufen die idealen Voraussetzungen für eine schnelle Vermehrung und Ausbreitung des Insekts über große Entfernungen hinweg. Da in vielen Ländern und besonders in Frankreich die Rebflächen im Zuge der Industrialisierung und eines wachsenden Weinkonsums auch trotz des Auftretens des Mehltaus ausgedehnt worden waren, wurde die potenzielle Ausbreitungsfläche für die Reblaus nochmals erhöht. Es lässt sich also festhalten, dass Industrialisierung und wachsender Welthandel wichtige Triebkräfte für Ausbruch der Reblauskatastrophe waren.

So wie die Ausbreitung der Reblaus durch die Wirtschaftsentwicklung begünstigt wurde, so sehr stieß sie in den sich industrialisierenden Nationalstaaten Europas auch auf Strukturen, die sie wirkungsvoll bekämpfen konnten, denn diese Staaten waren in den meisten Fällen in der Lage, Abwehrmaßnahmen zentral zu organisieren und zu überwachen. Im Deutschen Reich wurden in dem 1875, also ein Jahr nach der Erstentdeckung, erlassenen ersten Gesetz zur Bekämpfung der Reblaus bereits weitreichende Regelungen zur Überwachung der Weinberge und zur Vernichtung befallener Rebstöcke getroffen. 1883 wurden alle Weinbaugebiete in ein feinmaschiges Netz sogenannter Weinbaubezirke eingeteilt, in denen Aufsichtskommissare den Weinbau überwachen sollten. Es entstand eine regelrechte Reblausbürokratie. Im Laufe der Reblauskatastrophe wurde zudem die Forschungskapazität im Hinblick auf Schädlingsbekämpfung laufend ausgebaut und schließlich 1905 eine zentrale Reichsbehörde, die Kaiserliche Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, gegründet.<sup>82</sup>

Man hatte frühzeitig erkannt, dass die Ausbreitung der Reblaus hauptsächlich durch den Handel mit Reben erfolgte. Deswegen versuchte man, diesen Handel in allen betroffenen Staaten lückenlos zu überwachen und einzuschränken, was aber nicht immer

79 Siehe z.B. *Elias Durand*, Die Weinstöcke und die Weine der Vereinigten Staaten von Nordamerika, in: *Zeitschrift für Akklimatisation*, N.F., 2, 1864, S. 280–302.

80 *Müller, Karl* (Hg.), *Weinbau-Lexikon für Winzer, Weinhändler, Küfer und Gastwirte*, Berlin 1930, S. 671–674

81 *Gilbert Garrier*, *Le Phylloxéra. Une guerre de trente ans 1870-1900*, Paris 1989, S. 30–36.

82 *Sarah Jansen*, An American insect in Imperial Germany. Visibility and Control in making the Phylloxera in Germany, 1870–1914, in: *Science in Context*, 13, 2000, S. 31–70.

gelang. Die für alle Länder gleichmäßig drohende Gefahr zwang zu einer frühzeitigen internationalen Zusammenarbeit, die mit einer 1877 einberufenen Internationalen Reblauskonferenz in Lausanne begann. Die schließlich 1881 zunächst zwischen dem Deutschen Reich, Frankreich, der Schweiz, Österreich-Ungarn und Portugal geschlossene Reblauskonvention bestimmte detailliert die Ein- und Ausfuhr von Reben sowie Grenzkontrollen.<sup>83</sup> Alle Maßnahmen, so viele Hoffnungen man auch in sie setzte, konnten aber ein weiteres Ausbreiten der Reblaus nicht nachhaltig verhindern.

Nachdem eine völlige Vernichtung der Reblaus bereits in den 1880er-Jahren immer mehr zu einer Fiktion wurde, probierte man wiederum den Einsatz von reblausresistenten amerikanischen Reben als Pfropfunterlage für die einheimischen Weinsorten aus. In Frankreich entbrannte eine heftige Diskussion zwischen Sulfuristen, den Befürwortern des Einsatzes von Schwefelkohlenstoff, und sog. Amerikanisten, den Befürwortern des Einsatzes amerikanischer Reben. Schließlich setzte sich dieser zweite Lösungsansatz durch, sodass heute in den Weinbergen bis auf wenige Reste fast nur noch Pfropfreben zu finden sind. Die Einführung der Pfropfreben war allerdings nicht innerhalb kurzer Zeit zu bewerkstelligen und erforderte den Auf- und Ausbau von Rebschulen und Versuchsgärten. Und auch dieses Mal wurde ein Schädling verschleppt, der sog. Falsche Mehltau, der 1878 in Frankreich das erste Mal entdeckt wurde und 1880 in Deutschland auftrat. Hier konnte man aber durch die Erfindung eines geeigneten Spritzmittels, der sog. »Bordelaiser Brühe«, einer Lösung aus Kupfersulfat und Kalk, ein wirksames Gegenmittel finden.<sup>84</sup>

Trotz dieser Schwierigkeiten wurde in den Gebieten, wo in Europa der Weinbau lohnend war, nach einer Phase des Rückgangs häufig wieder die alte Rebfläche erreicht. Der absolute Flächenverlust durch die Reblaus blieb sehr gering. Viel entscheidender waren die Auswirkungen, die indirekt durch die Antizipation der Krise ausgelöst wurden. So schien es angesichts der drohenden Ernteausfälle, der wachsenden Kosten für die Schädlingsbekämpfung und der Kosten für die Wiederherstellung der Rebplantagen für viele kleine Winzer in schlechten Lagen günstiger, den Weinbau ganz aufzugeben. Dies betraf die marginalen Randgebiete besonders, die bereits vorher durch die Konkurrenz anderer Weinbaugebiete unter ökonomischen Druck geraten waren. Auf diese Weise reduzierte sich die Rebfläche im Regierungsbezirk Köln von 324 ha im Jahre 1878 auf 68 ha im Jahre 1914. An der Ahr hingegen dehnte sich die Rebfläche in der gleichen Zeitspanne sogar noch aus.<sup>85</sup> Ähnliches ist für die anderen europäischen Länder zu konstatieren: überall ist ein Konzentrationsprozess auf die günstigen Lagen zu beobachten. In allen Staaten wurde den Winzern mit enormen Summen bei der Neupflanzung geholfen.

## FAZIT

Bereits die wenigen schlaglichtartigen Beispiele belegen, wie vielfältig die direkten und indirekten ökologischen Folgen des wachsenden Welthandels waren. Neben den direkten Folgen, wie etwa Landnutzungsänderungen, waren die dadurch ausgelösten indi-

83 Dazu auch *Madeleine Herren*, Hintertüren zur Macht. Internationalismus und modernisierungsorientierte Außenpolitik in Belgien, der Schweiz und den USA 1865-1914 (= Studien zur Internationalen Geschichte, Band 9), München 2000, S. 253–256.

84 *George Ordish*, The great wine blight, New York 1972, S. 103–119.

85 *Peter Zepp*, Der Rückgang der rheinischen Weinkultur nordwärts von Andernach (= Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins für die Preußischen Rheinlande und Westfalen, Band 84), 1927, S. 112–180.

rekten Folgen ebenfalls erheblich. Der Wandel vollzog sich nun schneller und grundlegender als bisher und mit meist tiefergehenden Auswirkungen auf die räumliche Verteilung der Rohstoffproduktion. Für die agrarische Produktion sind zweierlei Aspekte bedeutsam. Durch Innovationen wurde die Landnutzung flexibler. Gleichzeitig geriet sie durch die internationale Konkurrenz auch unter einen verstärkten Rentabilitätsdruck, der auf der einen Seite zu einer Intensivierung der Produktion, beispielsweise mit Hilfe von Mineraldünger, führte, auf der anderen Seite aber zu einer Flächenextensivierung, weil sich bestimmte Grenzertragsflächen nicht mehr rentabel bewirtschaften liessen. Es fällt auf, dass die inländische Produktion vieler agrarischer Rohstoffe Konkurrenz bekam, sei es durch neue Stoffe oder durch günstigere Produktionsbedingungen, die auch höhere Transportkosten wettmachten. Freilich war dies kein endgültiger Prozess, denn mit dem Aufkommen der Industrie, speziell der Chemischen Industrie, wurden Rohstoffe, die zum Teil über weite Strecken transportiert wurden, durch synthetische Stoffe ersetzt. Die Weiterverarbeitung der Rohstoffe etablierte sich hingegen an wenigen günstigen Standorten und verblieb dort auch über eine längere Phase. In allen Fallbeispielen stellte sie besonders in der Phase der Industrialisierung eine bedeutende Umweltbelastung für die nähere Region dar. In jedem Fall überstieg die Menge der im industriellen System umgeschlagenen Stoffe alle vorhergehenden Epochen.