



universität
wien

DIPLOMARBEIT

**Eine sozialökologische Perspektive auf die
landwirtschaftliche Revolution in
England und Wales,
1700 - 1850**

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasser:	Reza Nourbakhch - Sabet
Matrikel-Nummer:	9705720
Studienrichtung /Studienzweig (lt. Studienblatt):	Ökologie
Betreuer:	ao. Univ.-Prof. Dr. Fridolin Krausmann

Wien, im November 2008

Diese Arbeit widme ich meinem Vater,
der am 3. September 2006 verstarb.

1	Danksagung	6
2	Einleitung	7
3	Methode und Quellen	10
3.1	Biomasse- und Energieflüsse - allgemein	10
3.1.1	Gesellschaft – Natur Interaktionen	11
3.1.2	Der gesellschaftliche Metabolismus	12
3.1.3	Landwirtschaft als gekoppeltes Natur-Gesellschaft System	18
3.1.4	Verortung der berechneten Flüsse	22
3.2	Berechnung ausgewählter Flüsse	24
3.2.1	Inputs	24
3.2.1.1	Domestic Extraction - Pflanzliche Produktion	25
3.2.1.2	Importe und Außenhandel im Allgemeinen	37
3.2.2	Outputs	38
3.2.2.1	Nutzenergie	38
3.2.2.2	Exporte	41
3.2.3	Interne Flüsse - Tierische Produktion	42
3.2.4	Nahrung als zusammengesetzter Fluss	45
3.3	Wandel der Landnutzung	47
3.3.1	Gesamtfläche	48
3.4	Quellenkritik	50
3.4.1	Umgang mit historischen Daten	50
3.4.2	Gregory King und der Umgang mit Primärquellen	52
4	Ergebnisse	55
4.1	Landnutzung und Viehbestand	55
4.1.1	Flächennutzung allgemein	55
4.1.2	Flächennutzung Acker	58
4.1.3	Flächennutzung Grünland	60
4.1.4	Flächennutzung Gebäude, Gewässer und Straßen	62
4.1.5	Viehbestand	63
4.2	Ergebnisse: Biomasse- und Energieflüsse	65
4.2.1	Inputs	65
4.2.1.1	Domestic Extraction - Pflanzliche Produktion	65
4.2.1.2	Domestic Extraction – Futtermittel	69
4.2.1.3	Importe	71
4.2.2	Outputs	74
4.2.2.1	Nutzenergie	74
4.2.2.2	Exporte	76
4.2.3	Interne Flüsse - Tierische Produktion	78
4.2.4	Nahrung	81

5	Diskussion	83
5.1	Bevölkerungsentwicklung und Nahrungsversorgung	84
5.2	Landwirtschaftliche Produktivitätssteigerungen und Intensivierung	90
5.2.1	Flächenproduktivität	90
5.2.2	Arbeitsproduktivität	93
5.2.3	Energy Return on Investment in der Nahrungsproduktion	95
5.2.4	Effizienz der Nahrungsproduktion	97
5.3	Antriebsfaktoren der landwirtschaftlichen Revolution	99
5.3.1	Landwirtschaftliche und agrartechnische Faktoren	99
5.3.1.1	Ausweitung und intensiviert Nutzung landwirtschaftlicher Flächen	100
5.3.1.2	Neue Feldfrüchte	102
5.3.1.3	Bodennährstoffe - Düngemittel	104
5.3.1.4	Pflanzliche und tierische Nahrungsproduktion	105
5.3.1.5	Konversionseffizienz des Viehbestandes	108
5.3.2	Institutionelle Faktoren	109
5.3.2.1	Die Entwicklung des Marktes	111
5.3.2.2	Handel und Transport	115
5.3.2.3	Themenkomplex Einhegungen	120
5.3.2.4	Import von Nahrungsmittel	131
5.3.2.5	Institutioneller Wandel – eine Zusammenfassung	134
5.3.3	Veränderte Energiesituation in der Landwirtschaft	135
5.3.3.1	Nutzenergieeinsatz in der Landwirtschaft	135
5.3.3.2	Fossile Energieträger: Kohle	137
5.3.4	Gründe für die landwirtschaftliche Revolution – ein Resümee	139
	Anhang	141
	Zusammenfassung	141
	Datenanhang	144
	Exkurse	147
	Lebenslauf	153
	Abbildungsverzeichnis	155
	Tabellenverzeichnis	156
	Literaturverzeichnis	158

1 Danksagung

Während des Studiums und bei der Ausarbeitung der vorliegenden Diplomarbeit haben mich viele Personen unterstützt. Dafür möchte ich mich hiermit von ganzem Herzen bedanken. Meinem Betreuer Dr. Fridolin Krausmann danke ich dafür, dass er mir stets ein offenes Ohr schenkte und mich geduldig unterstützte. Auch bei Dr. Heinz Schandl, der mir am Anfang der Arbeit konstruktive Anregungen zuteil werden ließ, möchte ich mich an dieser Stelle bedanken. Herzlichen Dank hat sich auch Stephan Mühlbacher verdient für die geduldige und wenig Vergnügen bereitende Aufgabe des Korrekturlesens dieser Arbeit. Meiner Familie danke ich für die Unterstützung in jeder Phase meines Studiums. Vor allem meiner Mutter, die in schwierigen Phasen oft über sich hinauswuchs, gilt meine Anerkennung. Zuletzt will ich auch all meinen Freundinnen und Freunden dafür danken, dass sie mir stets zur Seite standen und mir Kraft spendeten.

2 Einleitung

Hier soll mit einem persönlichen Zugang ein Einstieg in die Arbeit gefunden werden. Auf die Frage nach meinem Diplomarbeitstitel und der Antwort „Eine sozialökologische Perspektive auf die landwirtschaftliche Revolution in England und Wales¹, 1700 – 1850“ erntete ich oft fragende Blicke. Landwirtschaftliche Revolution – das Thema Industrielle Revolution ist gemeinhin bekannt, aber was war bloß die landwirtschaftliche Revolution? Und was ist Soziale Ökologie? Ein origineller spontaner Interpretationsversuch dieses Begriffs lautete: „Streichelt man da ganz sozial Rehe und andere nette Tiere?“

Natürlich beschäftigt sich die Soziale Ökologie nicht mit dem Streicheln von Rehen und die landwirtschaftliche Revolution ist auch kein Aufstand von rebellierenden Kartoffeln. Die angesprochene sozialökologische Perspektive im Titel der Arbeit meint einen Fokus auf die Wechselwirkungen zwischen Natur und Gesellschaft. Diese Wechselwirkungen werden in der Sozialen Ökologie anhand zweier Konzepte gefasst: Der *Gesellschaftliche Stoffwechsel*, der den materiellen und energetischen Austausch zwischen einer Gesellschaft und ihrer natürlichen Umwelt beschreibt und die *Kolonisierung von Natur*, eine dauerhafte, gezielte und intendierte Umgestaltung natürlicher Prozesse in Form von Arbeit durch die Gesellschaft (Fischer-Kowalski et al. 1997, Fischer Kowalski und Erb 2006).

Overton (1996) beschreibt die landwirtschaftliche Revolution in England als einen Prozess zweier miteinander verbundener Entwicklungen. Einerseits kam es zu deutlichen Output- und Effizienzsteigerungen und zum anderen zu einer Transformation agrarischer, sozioökonomischer Strukturen. Damit wird die landwirtschaftliche Revolution als eine wichtige Voraussetzung für die industrielle Revolution gesehen. Die landwirtschaftliche Revolution stellt somit ein fast maßgeschneidertes Untersuchungsfeld für sozialökologische Forschung dar.

Da sozialökologische Methoden eine starke quantitative Prägung haben, galt es in einem ersten Arbeitsschritt eine Datengrundlage zu bilden, um sich dem Ziel der Arbeit, einer biophysischen Darstellung der landwirtschaftlichen Revolution anzunähern. Ebenfalls war

¹ Aufgrund besserer Verständlichkeit wird im Folgenden nicht jedes Mal betont, dass das Untersuchungsgebiet England und Wales einschließt, sondern nur von England gesprochen auch wenn Wales, das seit dem frühen 16. Jahrhundert Teil der englischen Krone ist, ebenfalls gemeint ist.

es notwendig in der Literatur implizit gehandelte Thesen ausfindig zu machen, die anhand der sozialökologischen Methode überprüfbar waren. Dabei handelte es sich in erster Linie um die These, dass die englische Landwirtschaft vom Vorteil profitierte sich einen im internationalen Vergleich großen Bestand an Nutztieren aufgebaut zu haben. In weiterer Folge ergibt sich daraus auch, dass es zu einem Anwachsen an Arbeitsenergie in der Landwirtschaft kommen musste. Der systematische sozialökologische Zugang ermöglichte es diese These zu überprüfen und zu entkräften.

Ein weiteres Forschungsziel bestand im Ermitteln von EFA Indikatoren, um Referenzwerte für weitere internationale Vergleiche zu schaffen. Hier soll auch festgehalten werden, dass es nicht darum ging sich in die Debatte um eine möglichst genaue Datierung der Agrarrevolution² einzuschalten.

Die oben beschriebene Fragestellung spiegelt sich auch im Aufbau der Arbeit wider. Das Kapitel zu den Methoden und Quellen (Kapitel 3) beschäftigt sich eingangs ausführlich mit den Konzepten der Sozialen Ökologie, die das methodische Fundament der Arbeit ausmachen. Danach werden die unterschiedlichen Quellen genannt und es wird erklärt, wie aus den verschiedensten Datenquellen versucht wurde eine einheitliche Datengrundlage zu schaffen. Beendet wird dieses Kapitel mit einer Quellenkritik, die beim Arbeiten mit historischen Daten unumgänglich ist.

In Kapitel 4 werden die Ergebnisse präsentiert. Eingangs werden die Veränderungen der Landnutzung und im Viehbestand nachgezeichnet, um darauf aufbauend die Ergebnisse der Berechnungen der Biomasse- und Energieflüsse zu präsentieren.

Der Diskussionsteil (Kapitel 5) zeichnet zuerst die vielleicht auffälligste Entwicklung in der Untersuchungsperiode nach: das dramatische Anwachsen der Bevölkerung. Die besondere Leistung des Agrarsystems lag darin mit einer relativ konstanten Anzahl an Menschen, die im landwirtschaftlichen Sektor arbeiteten, die übrigen Menschen ausreichend zu ernähren. Diese Bevölkerungsgruppe wuchs jedoch innerhalb der Untersuchungsperiode um den Faktor 6 an. Daran anschließend wird gezeigt, dass diese Leistung verbunden war mit dem Anstieg von Flächen- und Arbeitsproduktivität, sowie einem Anwachsen der Effizienzen bei der Energienutzung und in der Nahrungsproduktion. Zuletzt werden Faktoren diskutiert, die potentielle Antriebsmotoren für diese Entwicklung

² Die Begriffe Landwirtschaftliche Revolution und Agrarrevolution sind synonym zu verstehen.

darstellten. Danach werden die Faktoren, die zur landwirtschaftlichen Revolution beigetragen haben, gruppiert und diskutiert. Es werden zunächst die landwirtschaftlichen und agrartechnischen Faktoren besprochen, um danach die institutionellen und zuletzt die energetischen Aspekte zu beleuchten.

3 Methode und Quellen

In der vorliegenden Arbeit wurden Veränderungen in der Landnutzung, sowie der historische Wandel ausgewählter Biomasse- und Energieflüsse in der englischen Landwirtschaft für die Zeitpunkte 1700, 1800 und 1850 untersucht. Aufgrund der spärlichen Datenverfügbarkeit bei diesen Untersuchungen lag der erste Arbeitsschritt im Zusammenstellen einer plausiblen und konsistenten Datengrundlage.

3.1 Biomasse- und Energieflüsse - allgemein

Eingangs folgt eine allgemeine Auseinandersetzung mit Konzepten und Methoden zu Untersuchungen von Gesellschaft – Natur Interaktionen (Kapitel 3.1.1), wie sie am Institut für Soziale Ökologie der Universität Klagenfurt entwickelt wurden und angewendet werden. Als zentrale Interaktionsform wird das Konzept des gesellschaftlichen Metabolismus (Fischer-Kowalski et al. 1997) vorgestellt, das den materiellen und energetischen Austausch zwischen Gesellschaft und Natur beschreibt und das theoretische Fundament dieser Arbeit darstellt (Kapitel 3.1.2). Die Material- und Energieflussanalyse (MEFA) ist das methodische Werkzeug, um diese Austauschprozesse zum Gegenstand empirischer Untersuchungen zu machen und zu quantifizieren. Auf Grundlage dieses Konzepts werden die Interaktionen im Falle der Landwirtschaft nach Krausmann (2006) beschrieben (Kapitel 3.1.3). Weiters wird ein Modell vorgeschlagen, das sich aus der Auseinandersetzung mit den beschriebenen Ansätzen ergibt, in dem auch die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Flüsse verortet werden (Kapitel 3.1.4).

Die Beschreibung der konkreten Vorgangsweise bei der Erstellung des dafür verwendeten Datenpools, sowie die Darstellung der wichtigsten Berechnungsschritte, die in der vorliegenden Arbeit unternommen wurden, erfolgen in Kapitel 3.2.

3.1.1 Gesellschaft – Natur Interaktionen

Zunächst soll hier ein schematisches Modell (Abbildung 1) dargelegt werden, das die grundlegenden Interaktionen zwischen Gesellschaft und Natur beschreibt. Es baut auf dem elaborierten humanökologischen Zugang von Boyden (1992) auf. Gesellschaft ist bei Boyden durch einen Bereich der Überlappung zwischen einer symbolisch, kulturellen und einer biophysischen Sphäre gekennzeichnet. Menschen treten über ihren Biometabolismus, den Technometabolismus und über Artefakte mit der Biosphäre in Interaktion. Diese im Wesentlichen humanökologische Auffassung erweitert Sieferle (1997) unter Rückgriff auf Luhmann (1986) um die Auffassung von Kultur als autopoietischem, auf rekursiver Kommunikation beruhendem System. Gesellschaft hingegen ist in diesem Sinne sowohl materiell als auch symbolisch. Folglich ist die Interaktion zwischen Gesellschaft und Natur nicht nur durch Menschen als individuelle Vertreter ihrer Spezies (eine tendenziell humanökologische Perspektive), sondern durch die gesellschaftliche Kommunikation und durch die Anleitung gesellschaftlichen Handelns durch Kultur geprägt. In diesem Sinne entsteht ein sozialökologisches Verständnis der Interaktionen zwischen Natur und Gesellschaft.

In äquidistanter Abgrenzung zu naturalistischen und kulturalistischen Ansätzen wird ein Gesellschaft-Natur Interaktions-Modell präsentiert, indem die Gesellschaft weder als Subsystem der Biosphäre, noch als von dieser unabhängiges kulturelles System betrachtet wird. Stattdessen stehen Gesellschaften sowohl in einem kulturalen als auch in einem naturalen Wirkungszusammenhang und werden als „[...] irreducible hybrids between a natural, material world and a cultural world of recursive communication [...]“ (Fischer-Kowalski und Weisz 1999, S. 244) gesehen. Der biophysische Teil der Gesellschaft steht dabei mit der Kultur in einem auf rekursive Kommunikation basierendem und mit der Natur in einem metabolisch vermitteltem Wirkungszusammenhang.

Dieser zuletzt beschriebene Austausch – *der gesellschaftliche Stoffwechsel* – lässt sich in Form von Material- und Energieflüssen quantifizieren und ist in dieser Form auch Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

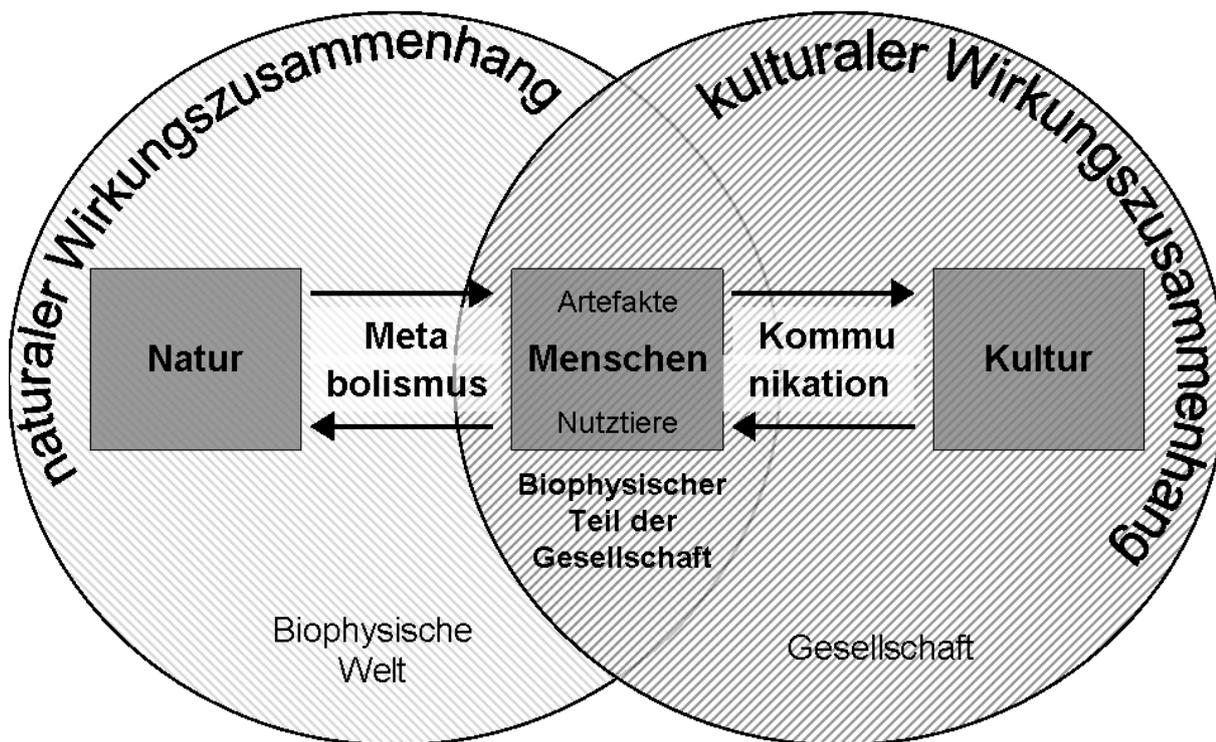


Abbildung 1: Gesellschaft-Natur Interaktionsmodell

Anmerkung: modifiziert nach Weisz 2002

3.1.2 Der gesellschaftliche Metabolismus

Der ursprünglich aus der Physiologie stammende Begriff des „Metabolismus“ (Moleschott 1857 in Fischer Kowalski 1997b) wurde von Marx erstmals auf Gesellschaften angewandt (Marx 2005, Foster 1999). In Analogie zum Stoffwechsel natürlicher Organismen wird die Entnahme von Rohstoffen aus ihrer natürlichen Umwelt als Input in die Gesellschaft angesehen. Ausgestoßene Abfälle, Abwasser und „Abluft“ stellen das gesellschaftliche System verlassende Outputs dar. Allgemeiner werden „[...] those material and energetic flows that sustain the material compartments of the system [...]“ (Fischer-Kowalski 1997b, S. 131) als Teil des gesellschaftlichen Metabolismus angesehen. Etwas von der Analogie zu natürlichen Organismen abweichend, muss auch der biophysische Austausch zwischen sozialen Systemen in Form von Importen und Exporten betrachtet werden.

Eine Unterscheidung wird außerdem zwischen dem basalen (Abbildung 2) und dem erweiterten Metabolismus (Abbildung 3) gemacht.

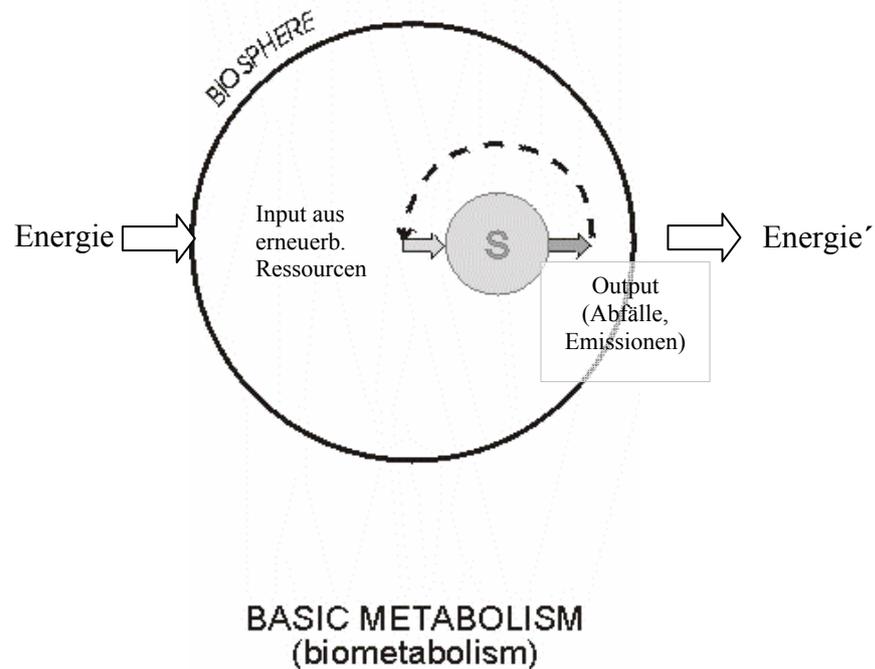


Abbildung 2: basaler Metabolismus

Anmerkung: S...Gesellschaft (Society); Fischer-Kowalski et al. 1997

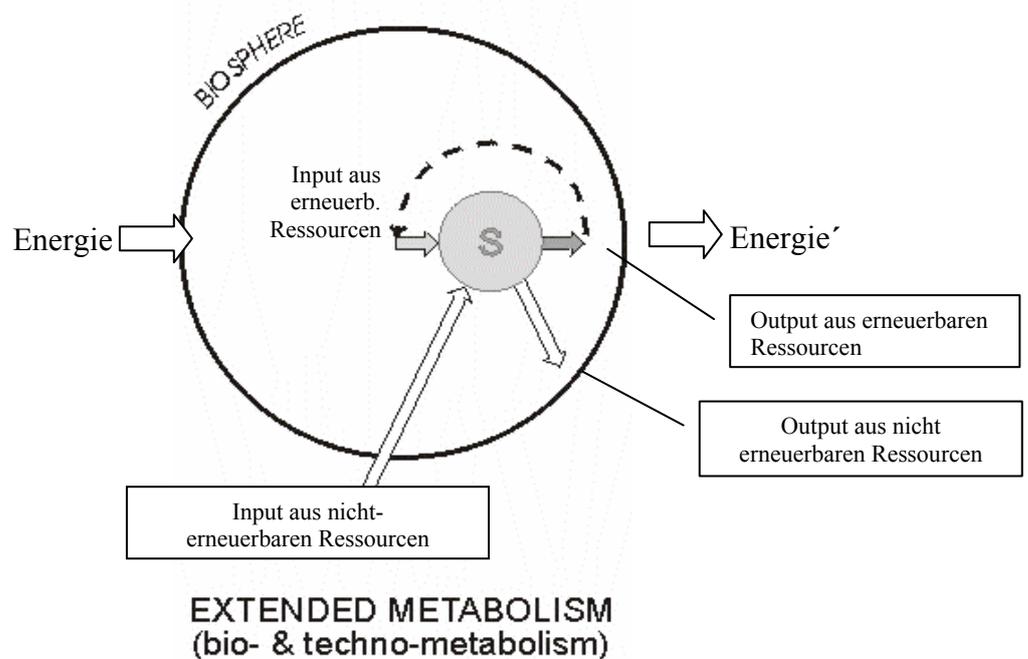


Abbildung 3: erweiterter Metabolismus

Anmerkung: S...Gesellschaft (Society); Fischer-Kowalski et al. 1997

Bei ersterem werden „[...] nur Biomasse, Sauerstoff, Wasser und vielleicht ein paar Mineralien [...] (auf Umwelt-Deutsch ‚erneuerbare Ressourcen‘)“ (Fischer - Kowalski und Haberl 1997, S. 5) metabolisiert, wobei letzterer auf „akkumulierte Bestände so genannter „nicht-erneuerbarer“ Ressourcen zurückgreift“ (Fischer - Kowalski und Haberl 1997, S. 7)³.

In beiden Abbildungen ist ersichtlich, dass Natur der Gesellschaft als Quelle von Rohstoffen und als Senke für die prozessierten Outputs dient. Diese Sichtweise wird auch in der detailreicheren schematischen Darstellung der MFA in Abbildung 4 deutlich. Aus der natürlichen Umwelt wird Material entnommen, das als „Domestic Extraction“ (DE) bezeichnet wird. Weitere Inputs in die Gesellschaft sind Importe anderer sozioökonomischer Systeme, die bereits zum Teil weiterverarbeitet sein können und mit der DE als „Direct Material Input“ (DMI) in die Materialflussrechnung Eingang finden. Wird dieser Input in die Gesellschaft im Detail betrachtet, und die „Upstream Resource Requirements“, also die Vorleistungen zur Erzeugung dieser Produkte, hinzugezählt, so spricht man vom „Total Material Requirement“. Aus methodischen Gründen ist die praktische Verwendung dieses Indikators jedoch noch umstritten (Schandl und Weisz 2002).

³ Dieser Übergang wird in der Literatur häufig diskutiert (Altvater 2004, Sieferle 2003a, Fischer-Kowalski et al. 2003, Wrigley 1988 etc.) und von Wrigley für England und Wales beschrieben, das sich als erstes Land der Erde von einer „entwickelten organischen Ökonomie“ zu einer „mineralischen Ökonomie“ entwickelt (1988).

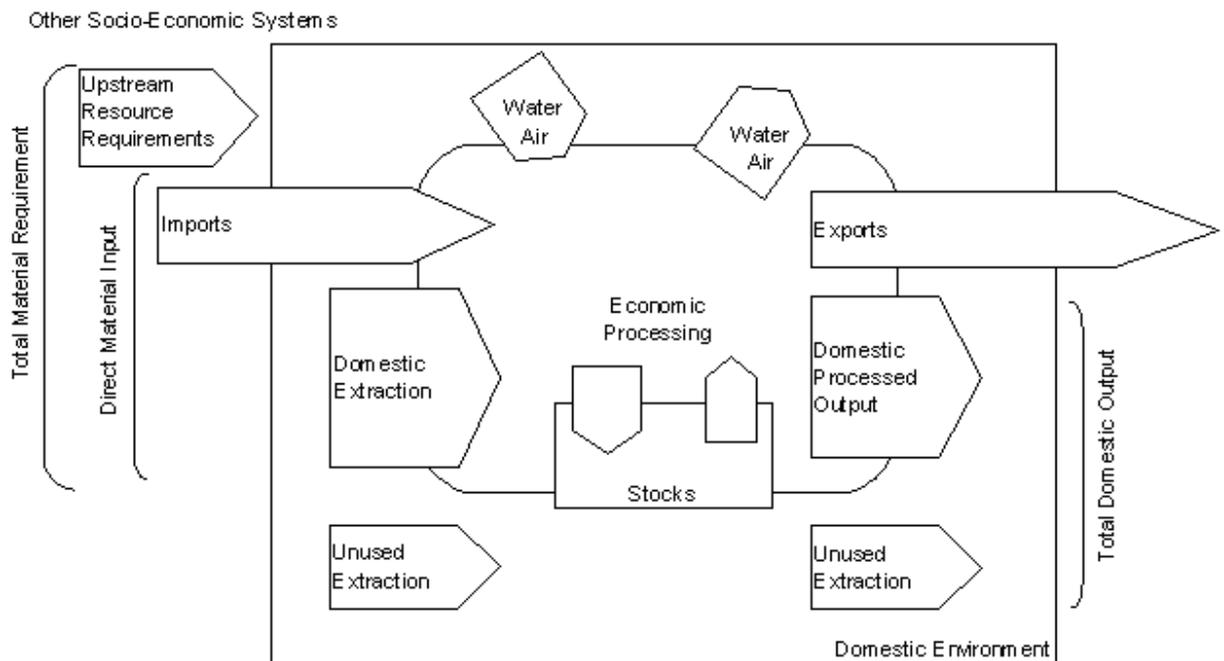


Abbildung 4: Schema der Materialflussanalyse

Anmerkung: modifiziert nach Weisz 2000

Abbildung 4 zeigt auch, dass diese Inputs im gesellschaftlichen System prozessiert, d.h. auf-, ab- oder umgebaut, werden können. Sobald sie länger als ein Jahr im System verbleiben, werden sie *per Definitionem* als Stocks bezeichnet. Dazu gehören neben den Menschen und Nutztieren auch alle langlebigen Güter, Bauwerke usw. Die verwendeten Wasser- und Luftmassen, die alle anderen Stoffströme überlagern würden, werden aufgrund ihrer Größendimension in der Darstellung der MFA aus pragmatischen Gründen nicht in die Analyse miteinbezogen.

Die Umwelt dient, wie oben schon erwähnt, auch als Senke und nimmt den „Domestic Processed Output“, den inländisch prozessierten Ausstoß, wieder auf. „Unused Extraction“ bezeichnet Materialströme, die nicht im sozioökonomischen System verarbeitet werden, wie Nebenprodukte. Abraum, das beim Abbau von nutzbaren Mineralen anfallende nicht nutzbare Material, kann hier als anschauliches Beispiel dienen. Zusammen mit dem „Domestic Processed Output“ werden sie als „Total Domestic Output“, bzw. inländische Gesamtentnahme, bezeichnet. Neben den beschriebenen Flüssen verlassen als weiterer Output die Exporte das sozioökonomische System.

Als Indikatoren, die über Gesellschaft – Natur Interaktionen Aufschluss geben, können folgende Größen dienen:

- Der direkte Materialinput (Direct Material Input – DMI) „measures the amount of materials directly used in an economy“ (Schandl und Weisz 2002, S. 26) und ergibt sich aus der inländischen Entnahme und den Importen. Sein energetisches Äquivalent stellt der direkte Energieinput dar (Direct Energy Input – DIE).

$$DMI = DE + Importe$$

- Im Gegensatz dazu werden beim inländischen Materialverbrauch (Domestic Material Consumption – DMC) nur Flüsse erfasst, die innerhalb des volkswirtschaftlichen Systems verbleiben. Sein energetisches Äquivalent ist der inländische Energieverbrauch (Domestic Energy Consumption – DIC).

$$DMC = DE + Importe - Exporte$$

- Die Physische Handelsbilanz (Physical Trade Balance - PTB) stellt einen Indikator für den gesamten Außenhandel dar und misst das „physical trade surplus or deficit“ (Schandl und Weisz 2002, S. 27). Auch hier kann natürlich in Form der energetischen Handelsbilanz eine energetische Darstellungsform gewählt werden.

$$PTB = Imports - Exports$$

Methodisch kompatibel zur MFA hat die EFA das Ziel „[...] a complete balance of energy inputs, internal transformations, and energy outputs of a society“ (Haberl 2002, S. 30) abzubilden. Genauso wie in konventionellen Energiebilanzen wird auch bei der EFA nach Primär-, End- und Nutzenergie unterschieden. Primärenergie umfasst generell jede Energie, die weder einem Umwandlungs- noch einem Transformationsprozess unterzogen wurde. Der Anteil dieser Primärenergie, der nach Umwandlung und Transport (und den damit einhergehenden Verlusten) dem Endkonsum zur Verfügung steht, wird als Endenergie bezeichnet. Aus dieser kann durch direkte Anwendung bzw. Umwandlung Nutzenergie gewonnen werden.

Im Gegensatz zu klassischen Energiebilanzen und Energiestatistiken wird jedoch für die EFA gefordert: „[...] an accounting system for the energetic metabolism of societies should also consider flows of nutritional energy for both livestock and humans“ (Haberl 2001b, S. 11). In Abbildung 5 wird dargestellt, wie die in Biomasse enthaltene Energie bilanziert wird. Man unterscheidet in Bezug auf Biomasse, dem „trophisch-dynamischen“ Ansatz folgend, die Primärenergie, die als Produktion pflanzlicher Biomasse definiert ist, von der Endenergie, der vom Menschen verzehrten Nahrung und prozessierten Futtermittel, sowie der Nutzenergie, das ist die von Mensch und Tier geleistete Arbeit. Nutztiere spielen hier eine wichtige Rolle und fungieren selbst in zweifacher Hinsicht als Konverter: im ersten Schritt wandeln sie pflanzliche Biomasse in tierische Nahrungsmittel um und im zweiten Schritt als Arbeitstiere Futtermittel in Nutzenergie (Haberl 2002). Auch die in der vorliegenden Arbeit berechneten Ergebnisse lassen sich in dieses Schema einteilen. Methodisch wird im Kapitel 3.2.2.1 detaillierter auf die vorgenommene Berechnung der Nutzenergie eingegangen.

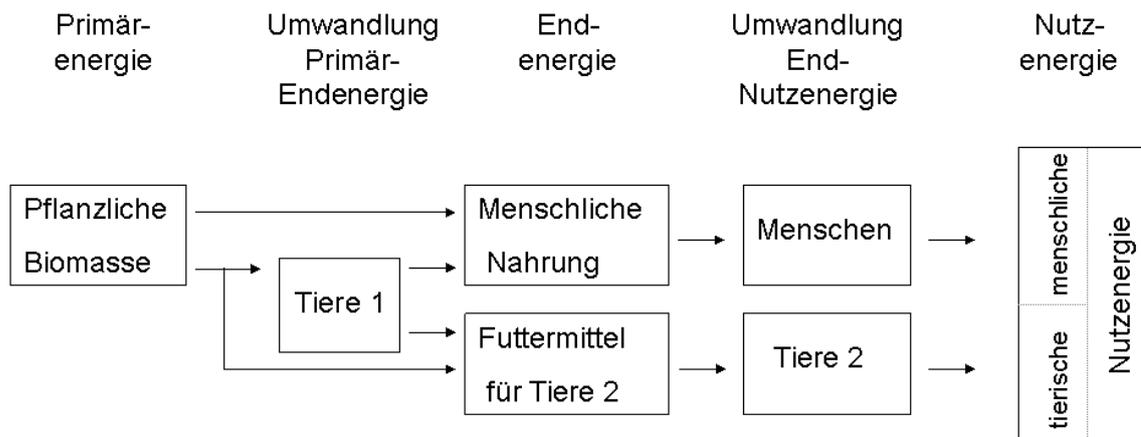


Abbildung 5: Primär-, End- und Nutzenergie (Biomasse)

Anmerkung: Modifiziert nach Haberl 2002 (Vgl. Darge 2002)

„Größenordnung, strukturelle Zusammensetzung und Entwicklung dieser Material- und Energieströme bestimmen den gesellschaftlichen Umgang mit der Natur wesentlich“ (Hüttler et al. 1997, S. 67). Das metabolische Profil eines sozialökologischen Systems wird von einer Reihe sozio-ökonomischer und technologischer Faktoren bestimmt: dem ökonomischen Aufbau, soziokulturellen Faktoren, naturräumlichen Gegebenheiten und dem Technologieniveau.

Das Bild, das durch die materielle und energetische Betrachtungsweise des Verhältnisses von Gesellschaft und Natur entsteht, wird durch das Konzept der „*Kolonisierung von Natur*“⁴ komplementiert (Haberl und Zangerl-Weisz 1997). Damit wird „[...] die dauerhafte, gezielte und intendierte Beeinflussung natürlicher Prozesse durch die Gesellschaft als Vorleistung für die Befriedigung gesellschaftlicher Ansprüche an die natürliche Umwelt“ (Fischer Kowalski und Erb 2006, S. 47) gemeint. Somit ist Kolonisierung „[...] zunächst kein stofflicher Vorgang, sondern eine Organisationsleistung“ (Fischer-Kowalski 1997, S. IX), jedoch können kolonisierende Eingriffe den materiellen Stoffwechsel erheblich beeinflussen. Dies wird besonders in Agrargesellschaften deutlich.

Für die beschriebenen Quantifizierungsansätze sind klar definierte und konsistente Systemgrenzen unumgänglich. Zur Frage der Verortung der Nutztiere bzw. -pflanzen wurden lange Debatten geführt, ob sie zur Gesellschaft, oder zur Natur zu rechnen sind. Die nun standardisierte Übereinkunft sieht vor, Nutztiere als Teil des gesellschaftlichen Kompartiments zu betrachten, während Nutzpflanzen als Elemente der Natur, oder exakter der *Naturkolonien*, aufgefasst werden⁵ (Fischer-Kowalski 1997).

3.1.3 Landwirtschaft als gekoppeltes Natur-Gesellschaft System

Die oben beschriebene Methodik der MFA eignet sich zur Analyse von Systemen unterschiedlichster räumlicher Ausdehnung: Auf Ebene von Betrieben (Weisz 2001b), von

⁴ Der Begriff Kolonisierung stammt vom lateinischen Wort für Pachtbauer (*colonus*) ab.

⁵ Für die Diskussion zur Grenzziehung zwischen Gesellschaft und Natur soll auf das Kapitel „Methodische Grundsatzfragen“ in Fischer-Kowalski et al. 1997 verwiesen werden.

Nationalstaaten (Hüttler et al. 1997), von Weltregionen (Haberl et al. 2006) und auch auf globaler Ebene (Schandl und Eisenmenger 2006) wurden Untersuchungen durchgeführt. Auch auf verschiedenen zeitlichen Skalenniveaus wurde diese Methodik angewandt (Krausmann et al. 2003).

Krausmann (2006) analysierte auf dieser Basis lokale, vorindustrielle landwirtschaftliche Systeme. Das dafür konzipierte Modell erwies sich aufgrund der Anschlussfähigkeit und der analytischen Schärfe auch bei der vorliegenden Arbeit auf nationalstaatlichem Niveau als nützlich. Eine Übersicht des Modells wird im Folgenden auf zwei verschiedenen Abstraktionsniveaus beschrieben, die in dieser Arbeit Verwendung fanden.

Krausmann (2006), der auf den Arbeiten Winiwarters (2001) und Winiwarters und Sonnlechners (2001) aufbauend, an der von Boserup (1965, 1981) aufgeworfenen Beziehung zwischen Bevölkerung, Produktionssystem und Landnutzung in der Landwirtschaft anknüpft und diese um die oben beschriebene (Kapitel 3.1.2) sozialmetabolische Dimension (Fischer-Kowalski 1998) erweitert, sieht Landwirtschaft als ein materiell und energetisch gekoppeltes System von Gesellschaft und Natur.

Die Zusammenhänge zwischen Agrarökosystem, Produktionssystem und Bevölkerungssystem stellt Krausmann (2006) schematisch wie in Abbildung 6 dar.

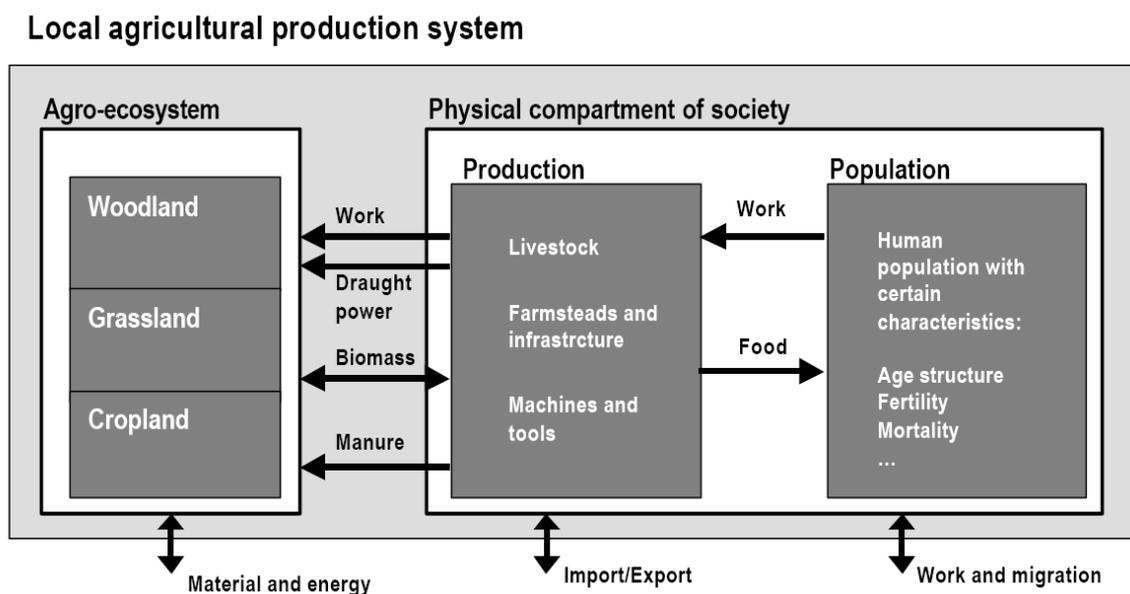


Abbildung 6: Agrarökosystem - Produktion - Population

Anmerkung: Krausmann 2006

Er differenziert das physische Segment der Gesellschaft im Vergleich zur Abbildung 1 (Fischer-Kowalski und Weisz 1999 und Weisz 2002) detaillierter und hebt das Bevölkerungssystem, sowie das Produktionssystem hervor. Sie stehen untereinander in einer positiven Feedbackschleife – ein mehr an Nahrung, das in das Bevölkerungssystem gelangt, führt im Weiteren auch zu einem mehr an Arbeit, die das Bevölkerungssystem nach Wachstum leisten kann. Gleichzeitig erfordert es auch einen höheren Arbeitsaufwand um diese Nahrung zu produzieren. Intern ist das Bevölkerungssystem auch durch Altersstruktur, Sterblichkeits- und Fruchtbarkeitscharakteristika strukturiert. Mit anderen Sozioökonomien ist es im Fall der Produktion über Importe und Exporte und im Fall der Bevölkerung über Migration und Arbeit verbunden. Der Logik des MEFA-Schemas folgend, stellen auch hier Nutztiere einen Teil des gesellschaftlichen Segments dar (Fischer-Kowalski 1997). Zu den physischen Bestandteilen des gesellschaftlichen Segments gehören weiters Artefakte aller Art, von Geräten bis hin zu infrastrukturellen Einrichtungen.

Das Agrarökosystem, hier nur grob in Acker-, Grasland und Wald unterteilt, steht der Gesellschaft gegenüber und befindet sich mit dieser in mannigfaltigem Austausch. Einerseits erfordert es zunächst menschliche und tierische Arbeit, die in das Agrarökosystem investiert werden muss, andererseits werden auch Dünger und Biomasse in die Naturkolonie eingebracht. Letztere jedoch wird vor allem in großem Maßstab der Naturkolonie entnommen.

Einer der Vorzüge dieses konzeptionell einfachen Modells ist die Ausbaufähigkeit. So können Submodelle im Hintergrund stehen und die Detailstufe und Komplexität beträchtlich erhöhen. Methodisch bleibt das in Abbildung 6 beschriebene Schema mit der MEFA - Methodik kompatibel. Das in Abbildung 7 dargestellte Modell stammt ebenfalls von Krausmann (2006) und stellt eine detailliertere Version des oben vorgestellten Modells dar, in der die wichtigsten materiellen und energetischen Austauschbeziehungen in einem landwirtschaftlichen System identifiziert werden. Es wurde aufgrund seiner guten Operationalisierbarkeit in der vorliegenden Arbeit verwendet.

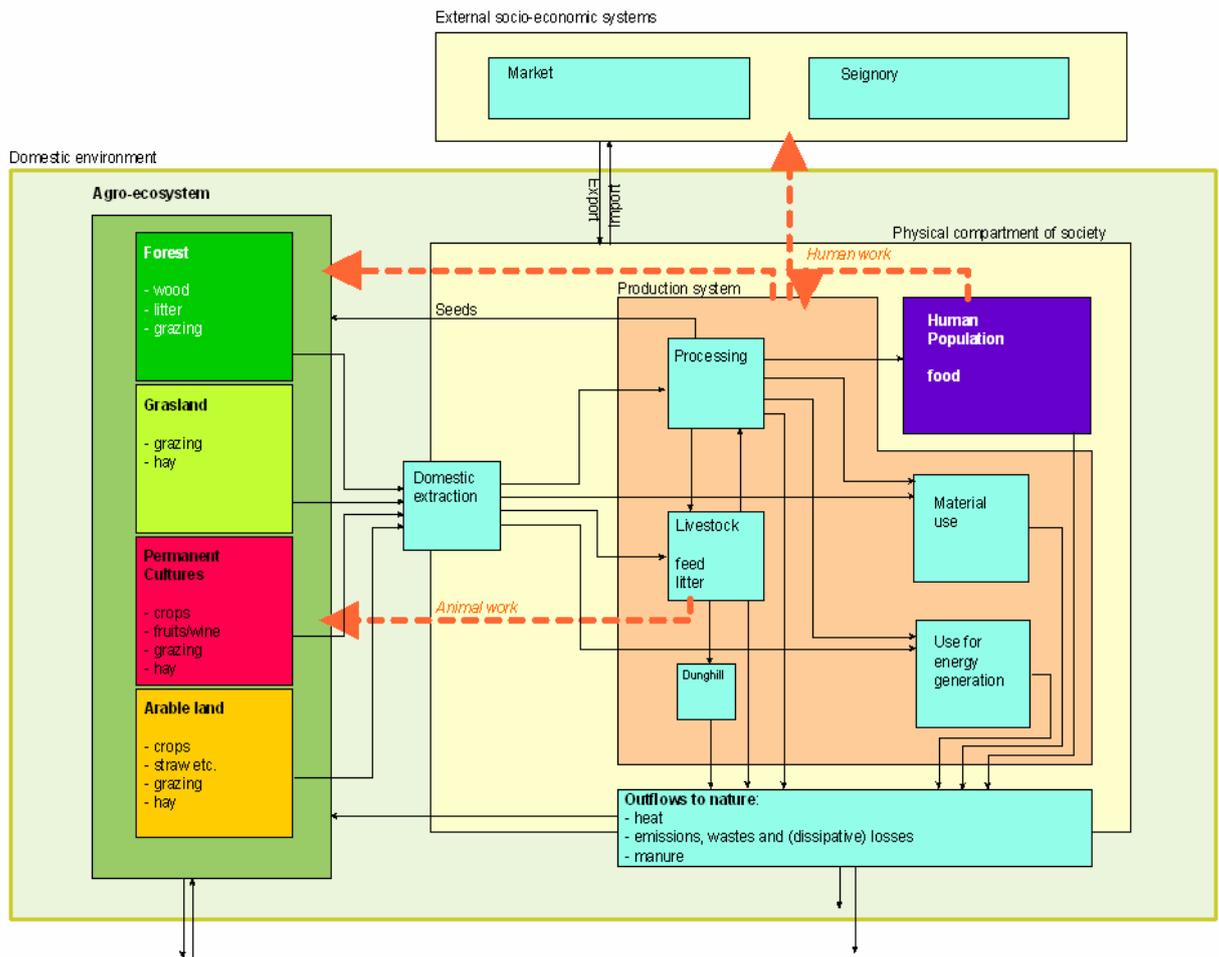


Abbildung 7: Material- und Energieflüssen in der vorindustriellen Landwirtschaft

Anmerkung: Krausmann 2006

Krausmann benennt die aus dem Agrarökosystem stammende inländische Entnahme detaillierter und gliedert sie in vier Kategorien (Wald, Grasland, Dauerkulturen und Ackerland). Besondere Bedeutung in vorindustriellen Systemen bekommt die DE als Nahrung für Mensch und Tier. Sie wird jedoch auch für gewerbliche Zwecke, sowie zur „Energiegewinnung“⁶ genutzt. Über Samen und indirekt über tierischen Dünger findet sie wieder zurück zum natürlichen System. Die meiste Materie und Energie verlässt das gesellschaftliche System in Form von nicht nutzbarer Abwärme, als Emissionen, oder Abfall. In Abbildung 7 wird auch die zentrale Rolle von Nutztieren deutlich. Importe und Exporte stellen den materiellen und energetischen Austausch mit externen sozioökonomischen Systemen dar. Auch die Rolle menschlicher und tierischer Nutzenergie

⁶ Die Anführungszeichen sollen betonen, dass nach dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik Energie nicht gewonnen, sondern nur umgewandelt werden kann.

wird im physischen Kompartiment, im Agrarökosystem und in externen sozioökonomischen Systemen dargestellt.

In der vorliegenden Arbeit werden nicht alle in Abbildung 7 dargestellten Flüsse quantifiziert: im Produktionssystem werden nur Biomasse und Energie für Futter und Einstreu berechnet, die Ausflüsse in die Natur werden so wie auch der Bedarf an Saatgut nicht berücksichtigt.

3.1.4 Verortung der berechneten Flüsse

In Abbildung 8 wird der Versuch unternommen das grundlegendere Gesellschafts-Natur Interaktionsmodell (Fischer-Kowalski und Weisz 1999) mit dem stärker auf empirische Anwendbarkeit ausgerichteten Modell von Krausmann (2006) zu verbinden und die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Flüsse im unten stehenden Modell darzustellen.

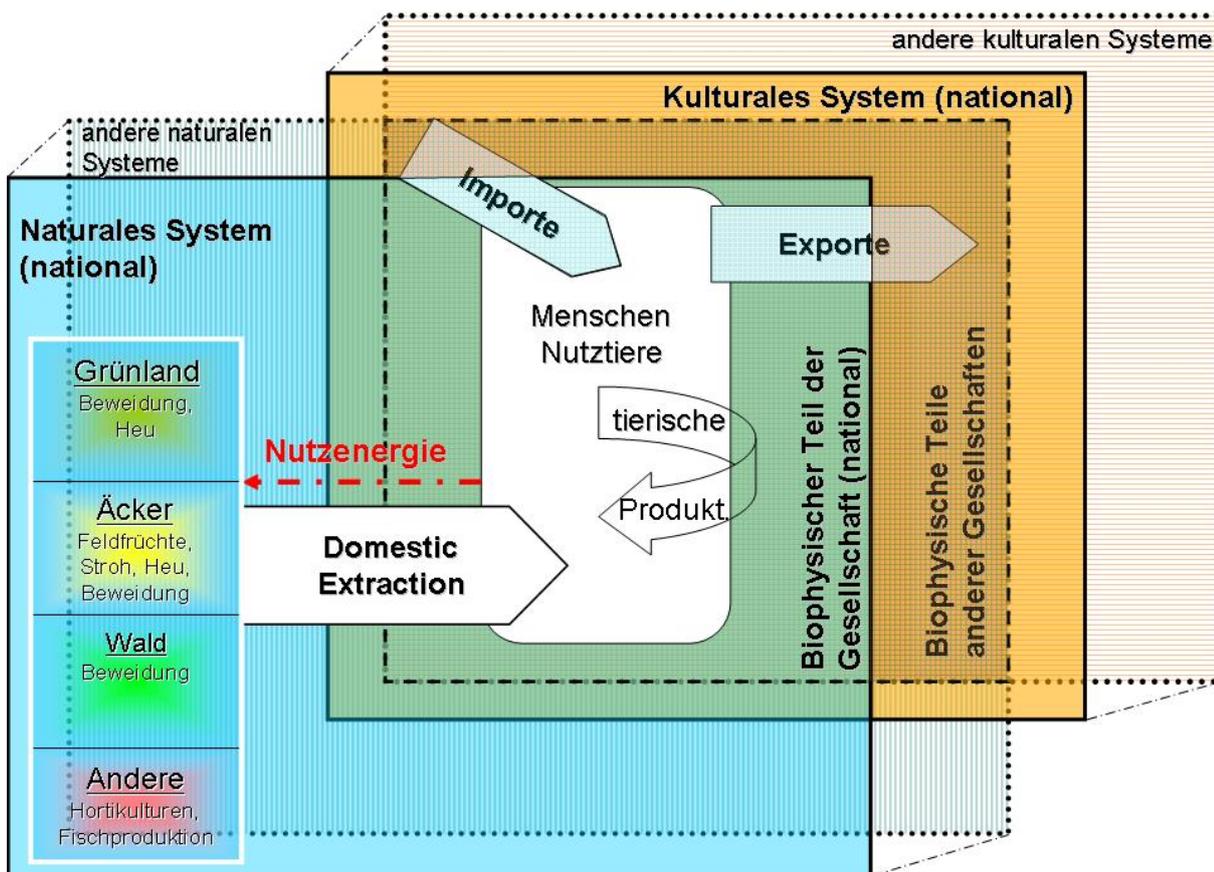


Abbildung 8: Berechnete Flüsse im Gesellschafts-Natur Interaktionsmodell (Landwirtschaft)

Anmerkung: eigene Darstellung

Ausgehend vom Gesellschafts-Natur Interaktionsmodell von Fischer-Kowalski und Weisz (1999) und Weisz (2002) werden weder dem kulturelem noch dem naturalen Wirkungszusammenhang hegemoniale Bedeutung beigemessen und es wird der Versuch unternommen dieses Modell operationalisierbarer zu machen. Deshalb wurde vorgeschlagen hinter den bereits bekannten überlappenden Sphären des natürlichen und kulturellen Systems des nationalstaatlichen Gebiets eine weitere Ebene einzuführen, die ebenfalls beide Systeme und deren Überlappungsflächen besitzt und stellvertretend für alle „anderen“ Gesellschaft-Natur Systeme stehen soll, also etwaiger anderer Nationalstaaten. So entsteht auch die Überlappungsfläche mit der Bezeichnung „biophysischer Teil anderer Gesellschaften“. Diese ist äquivalent zu den von Krausmann genannten „External socioeconomic systems“ (Vgl. Abbildung 7). Sie stellen den Ausgang von Importen und das Ziel von Exporten dar. Die DE bezeichnet eine Entnahme aus der natürlichen Umwelt des nationalen, natürlichen Wirkungszusammenhangs, wobei zurückverfolgt werden kann, aus welchem der angeführten Subsysteme (Grünland, Äcker, Wald, Andere) diese Entnahme stammt. Da in der vorliegenden Arbeit ausschließlich Biomasseflüsse untersucht wurden, die für die Ernährung der Menschen und der Nutztiere relevant sind, mündet die DE, sowie alle anderen Ströme auch in einem vom biophysischen Teil der Gesellschaft⁷ abgegrenzten Bereich.

Die Arbeit von Menschen und Nutztieren, die in das naturale System eingebracht wird, unterscheidet sich von den übrigen Flüssen, da sie die direkte Anwendungsform der Energie darstellt. Dieser Nutzenergiefluss ist deshalb im Modell strichliert dargestellt (Vgl. Kapitel 3.1.2).

Diese Arbeit beschäftigt sich ebenfalls mit dem DEI, DEC; auch die energetische Handelsbilanz wird mit Hilfe der in Abbildung 8 dargestellten Flüsse berechnet (Vgl. Kapitel 3.1.2). Sie finden in der obigen graphischen Abbildung keine Entsprechung, werden hier aber aufgrund der Erwähnung aller berechneten Flüsse angeführt.

Eine Diskussion über Interaktionen zwischen den neu eingeführten Teilen des Modells und den etablierten würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen.⁸

⁷ Außer Menschen und Nutztieren sind auch Artefakte in diesem Segment angesiedelt, deren Auf-, Um- und Abbau nicht im Forschungsinteresse der vorliegenden Untersuchung liegt.

⁸ Als Beispiele für die Interaktion zwischen natürlichen Systemen könnten Neophyta oder Neozooa genannt werden. Rechtliche oder politische Veränderungen in der EU können als Beispiele für Interaktion zwischen den kulturellen Wirkungszusammenhängen dienen.

3.2 Berechnung ausgewählter Flüsse

Dieser allgemeinen methodischen Beschreibung, die auch den theoretischen Zugang dieser Arbeit umreißt, folgt nun im Speziellen eine Darstellung der methodischen Aspekte der berechneten Flüsse: Dabei werden ausgewählte Inputs (DE, sowie Importe), Outputs (Exporte und Nutzenergie), sowie interne Flüsse (Exkurs zur tierischen Produktion) betrachtet.

Die Berechnung aller Ströme fand sowohl in Material- [1000t] und Energieeinheiten [PJ] statt, wobei letztere für die Darstellung in der vorliegenden Arbeit verwendet wurden. Die DE wurde über Flächenproduktivitäten und Flächennutzungsangaben berechnet⁹ und mit Hilfe von Brennwertangaben in Energieeinheiten umgerechnet.¹⁰ Ebenso wurden die handelsbezogenen, sowie die internen Flüsse der tierischen Produktion in Material- und Energieeinheiten quantifiziert. Methodisch stellt die Nutzenergieanalyse angesichts ihrer Stellung in der EFA hier eine Ausnahme dar (Kapitel 3.2.2.1, Nutzenergie).

In die Berechnung flossen historische Primärdaten, Ergebnisse rezenter Arbeiten, sowie eigene Schätzungen auf Basis modellhafter Überlegungen ein. Erstere wurden in heute nicht mehr gebräuchlichen Einheiten des angelsächsischen imperialen Systems angegeben und mussten in SI-Einheiten umgerechnet werden (Tabelle 37 und Tabelle 38, Anhang). In diesem Kontext sind Besonders die Werke von Gregory King (1936 und 1973) zu nennen, der für den ersten Datenpunkt eine wesentliche Datenquelle darstellte.

Am Ende des Kapitels wird Kings Werk (1936 und 1973) einer Quellenkritik unterzogen, außerdem werden die Probleme und Grenzen der verwendeten Methode beleuchtet.

3.2.1 Inputs

Den biophysischen Teil der Gesellschaft im Mittelpunkt betrachtend werden alle Flüsse quantifiziert, die direkte Inputs in diesen darstellen.¹¹ Das sind alle Materialien, die dem natürlichen System entnommen werden, sowie die Importe, die aus biophysischen Teilen anderer Gesellschaften stammen. Da in der vorliegenden Arbeit nur die für die

⁹ Ausnahmen stellten hier nur die mengenmäßig untergeordneten Ströme aus der Fischproduktion und aus den Hortikulturen da.

¹⁰ Dieser Schritt wird in der Beschreibung der Methode im Weiteren nicht mehr angeführt.

¹¹ Die Upstream Resource Requirements wurden außer Acht gelassen.

Landwirtschaft relevanten Flüsse quantifiziert werden, beschränkt sich die Untersuchung der Importe auf Nahrungs- und Futtermittel¹². Dem MEFA Schema folgend kann aus den beiden obigen Inputs auch der landwirtschaftliche DMI bzw. DEI berechnet werden (siehe Abbildung 4). Den in Kapitel 3.1.2 beschriebenen Systemgrenzen folgend wird die tierische Produktion als interner Fluss angesehen und methodisch in Kapitel 3.2.3 besprochen.

3.2.1.1 Domestic Extraction - Pflanzliche Produktion

Im Folgenden wird die methodische Herangehensweise zur Berechnung der inländischen Entnahme von Biomasse beschrieben. Dazu sind Daten zur Landnutzung, sowie die dazugehörigen Flächenproduktivitäten erforderlich (Vgl. Kapitel 3.3). Um die DE zu quantifizieren werden diese Größen miteinander multipliziert.

Es werden plausible Quellen zur Ausdehnung der Landnutzungskategorien des Ackerlands, des Grünlands, des Waldes und sonstiger Flächen, sowie dazu gehörende Biomasseerträge identifiziert. Modellhafte Überlegungen werden angestellt, um für ökonomisch wenige relevante, aber in ihrer Masse sehr bedeutende Materialflüsse (z.B. Erntenebenprodukte, oder Weide-Biomasse) Daten zu generieren. Die dabei getroffenen Annahmen werden im Folgenden ebenfalls offen gelegt.

Ackerland

Im Falle des Ackerlands kommt es neben der Produktion von Feldfrüchten auch zur Entnahme von Biomasse über Stroh und zur Nutzung der Brachflächen für Weide. Die Landnutzung über Ackerwiesen wird, trotz ihrer örtlichen Zugehörigkeit zum Ackerland im darauf folgenden Abschnitt „Grünland“ besprochen.

Feldfrüchte

Bei der Analyse der Flächenausdehnungen der Subkategorien des Ackerlandes lieferte Holderness (1989) in der *Agrarian History of England and Wales* eine plausible und

¹² Aufgrund der hohen Transportkosten ist anzunehmen, dass der überwiegende Teil der Importe von Getreide und Agrarprodukten für menschliche Ernährungszwecke und nicht zur Fütterung von Nutztieren verwendet wurde.

konsistente Datengrundlage für die Jahre 1750, 1800, 1810 und 1850, die in die vorliegende Arbeit Eingang fand. Diese Daten resultieren aus einer breiten Diskussion von Primärquellen und gegenwärtigen Auseinandersetzungen mit diesem Thema, die in einer vergleichsweise konservativen Schätzung mündeten und folgende Kategorien anführten: Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Erbsen, Bohnen, Kartoffel und Rüben. Für das Jahr 1700 wurden die Primärdaten Kings (1936 und 1973) durch aktuelle Beiträge von Chartres (1985) und Allen (2000) ergänzt.

Daten zur Flächenproduktivität stammen in erster Linie von Turner et al. (2001). In diesem aufwändig recherchierten Werk macht er Produktivitätsangaben zu den Kategorien Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Erbsen und Bohnen, zu denen er über die Auswertung von „[...]accounts, memoranda books, cropping books, diaries, and other records [...]“ (Turner et al. 2001, S. 27)¹³ gelangt. Ergänzt wurden die Daten mit Produktivitätsangaben von Allen für das Jahr 1700, das bei Turner nicht behandelt wird (Allen 2000). Allens Angaben sind zwar nicht auf einer vergleichbar aufwändigen Recherche begründet, wirken aber im Gesamtbild plausibel. Kings Produktivitätsdaten wurden hier nicht verwendet, da sie von anderen Autoren als zu niedrig kritisiert wurden (Chartres 1985, Turner et al. 2001).

Stroh

Stroh spielte zum einen in der Ernährung der Raufutterverzehrer eine wichtige Rolle, wurde zum anderen aber auch als Einstreu in Ställen verwendet. Über *harvest indices* (Krausmann 2004), die den prozentuellen Anteil des Kornes an der Gesamtpflanze angeben, kann auf die insgesamt verfügbare Strohmenge geschlossen werden. Untersuchungen für das Jahr 1972 in England zeigten, dass nur 61% des Strohs weiterverwendet wurde (Foot 1977). In einer konservativen Annahme wurde dieser Anteil für die Untersuchungsperiode auf 70% erhöht. Die weitere Aufteilung nach Verwendungszweck über die weitere Nutzung als Einstreu und als Futter wurde über eine Bedarfsrechnung nach Angaben von Beer und Kotiath (1990) (nach Krausmann 2004) berechnet. Daraus ergab sich auch der übrige Teil des Strohs, der potentiell zur Ernährung der Raufutterverzehrer als Futterstroh verwendet werden konnte. Die für die Berechnung verwendeten Werte zum Einstreubedarf sind in Tabelle 1 dargestellt.

¹³ Turner et al. (2001) werten bis dato völlig unbeachtetes Material aus, das trotz seiner vorhandenen Schwächen („highly individualistic documents“ (S. 61)) aufgrund der Fülle und Diversität sehr aussagekräftig ist, wenn man es in einer großen Zusammenschau analysiert.

	Pferde	Rinder	Schweine	Schafe	Ziegen
Einstreubedarf [kg Stroh /Stück/d]	3,5	2,5	1	0,4	0,4

Tabelle 1: Einstreubedarf

Anmerkung: Krausmann 2004

Brachflächen

Die Veränderung im Umgang mit der Brache spielte im vorindustriellen England eine wesentliche Rolle, auf die hier nur kurz eingegangen werden kann (Vgl. Overton und Campbell 1991, Overton 1996, Prince 1989, etc.). In der klassischen Dreifelderwirtschaft wurde neben der Brachefläche ein Feld für das Sommergetreide und eines für das Wintergetreide verwendet. Den Brachen wurde einerseits eine wichtige Bedeutung in der Regenerierung der Bodennährstoffe zugemessen, andererseits lag ihre Verwendung in der Bekämpfung schädlicher Ackerbeikräuter (Overton 1996). Nachts wurden die raufutterverzehrenden Nutztiere auf den Brachen zusammengetrieben, die sie mit ihren Exkrementen düngten und außerdem die aufkommende Vegetation fraßen.

King (1936) gibt bei seinen Angaben zum Anbau von Gerste an, dass jährlich ein Drittel der Flächen in Brache liegen. Überträgt man dieses Verhältnis auch auf die übrigen Landnutzungskategorien der Ackerflächen, so wirkt Allens (2000) diesbezügliche Angabe für das Jahr 1700 plausibel. Als weitere Quellen zur Beschreibung der Flächenausdehnung der Brachflächen dienten für 1750 und 1810 die Werte der *Agrarian History of England and Wales* (Holderness 1989). Diese beiden Werte wurden interpoliert um Angaben für das Jahr 1800 zu erhalten. Für den darauf folgenden Untersuchungszeitpunkt im Jahre 1850 werden James Cairds (1866 in John 1989) Angaben verwendet. Cairds Daten gewinnen an Plausibilität, vergleicht man sie mit den Ergebnissen der *Agricultural Statistics* des Jahres 1854. Diese statistischen landwirtschaftlichen Erhebungen wurden in elf Grafschaften durchgeführt. Rechnet man ihre Ergebnisse proportional zur Landesfläche hoch, unterscheiden sie sich nur kaum von Cairds Angaben¹⁴ (*Agricultural Statistics 1854* in John 1989). Die oben genannten Angaben zur Brachfläche finden sich in Tabelle 2 wieder.

¹⁴ Der Unterschied beträgt 42.000ha, das sind umgerechnet 0,7% der landwirtschaftlich genutzten Fläche.

	1700	1700	1750	1800	1810	1850	1854
Quelle	King (1936)	Allen (2000)	Holderness (1989)	interpoliert	Holderness (1989)	Caird 1866 in John (1989)	Agr. Stat. 1854 in John (1989)
Brachfläche [mio. ha]	1,48	1,34	0,61	0,54	0,53	0,40	0,36

Tabelle 2: Brachfläche

Anmerkung: King (1936), Allen (2000), Holderness (1989), Caird (1866 in John 1989), Agricultural Statistics (1854 in John 1989)

Um die Entnahme der Biomasse über die Weide auf Brachflächen nicht zu unterschätzen, wurde angenommen, dass die Produktivität gleich groß wie die der Kulturweiden ist (Vgl. Tabelle 3).

Heu

Die methodische Herangehensweise der DE an die Produktion von Heu auf Ackerwiesen, die in der aufkommenden Fruchtfolgewirtschaft einen wichtigen Platz einnahmen, wird im nächsten Abschnitt im Kontext des Grünlands besprochen.

Grünland

Auch auf den britischen Inseln ist, wie in den meisten feucht-temperaten Regionen, die Klimaxvegetation Wald (Breckle 2002). Die weit verbreiteten Grünlandflächen sind als Ergebnis menschlicher Nutzung anzusehen. Hopkins fasst diese Entwicklung wie folgt zusammen: „Forest clearance for timber, cultivation of clearings for crops, and the control of regeneration by cattle and sheep, or by cutting, have formed the majority of our pastures” (Hopkins 2000, S. 2).

Erste Aufzeichnungen von offizieller Seite zur Verbreitung von Grünlandflächen sind erst für das Jahr 1875 zu finden¹⁵ (Hopkins, 2000). Der erste systematische *Graslandsurvey*, der sich auch der Zusammensetzung der Hutweiden widmete und diese zum Forschungsobjekt erhob, fand sogar erst 1938 statt (Stapleton und Davis 1948). Dies spiegelt die relative niedrige Bedeutung dieser Flächen in ökonomischer Hinsicht wider.

¹⁵ Die Untersuchungen fanden auf der Landesfläche von Großbritannien statt und nicht nur für England und Wales.

Die Kategorisierung der Subtypen des Graslands ist historisch nicht immer einheitlich vorgenommen worden und selbst heute gibt es Probleme in der einheitlichen Übersetzung, Nomenklatur und Klassifizierung (Soldi et al. 2004). Die Kategorisierung nach einem vereinheitlichten Schema von Eurostat (Eurostat 2001 und Ribaille 2001) wird übernommen.¹⁶ Am Ende des Abschnitts zur methodischen Herangehensweise bei der Nutzung des Grünlands werden die Flächenproduktivitäten tabellarisch aufgelistet (Tabelle 3).

Ackerwiesen

Ackerwiesen sind ein Bodennutzungssystem, bei dem sich der Anbau von Getreide mit dem Anbau von Klee- und Grasarten abwechselt. “They occupy the soil from one to five years and are made up of graminaceous plants or of grasses mixed with legumes and other species but graminaceous are the majority” (Soldi et al. 2004). Ackerwiesen lassen sich auch als Wechselwirtschaft bezeichnen. Dieser Begriff beschreibt den Wechsel zwischen Ackerbau und anderen Bodennutzungsformen. Dominierende Arten sind *Lolium perenne* und *Lolium multiflorum*, oft in Kombination mit Leguminosen. Das ausgewogene Wechselspiel zwischen Ackernutzung und Graslandnutzung im System der Ackerwiesen bringt eine nachhaltige Nutzung der Bodenfruchtbarkeit mit sich und reduziert das Aufkommen von Schädlingen, Unkräutern und Pflanzenkrankheiten. Heute kommen Ackerwiesen nur noch im ökologischen Landbau vor¹⁷, sie mussten im Konkurrenzkampf um immer höhere Erträge der Spezialisierung auf bestimmte Feldfrüchte weichen (Hopkins 2000).

Der Ursprung der Ackerwiesen liegt hunderte Jahre vor dem Untersuchungszeitraum der vorliegenden Arbeit zurück. Von einem weit verbreiteten Erfolg dieser Bebauungsart konnte aber noch nicht gesprochen werden, obwohl die Einsatzarten und Vorzüge der angebauten Gräser und Kleearten mannigfaltig waren. Vor allem die höheren Erträge, sowie die Fähigkeit zur Stickstofffixation der Leguminosen sind dabei ausschlaggebend. „The use of clover as a means of improving the nutrient status of soils became widespread after 1780“ (Price 2003).

¹⁶ Der Stand der von Eurostat anvisierten Vereinheitlichung bezieht sich auf die EU-15 Staaten.

¹⁷ Hopkins (2000) bezieht sich hier wahrscheinlich auf Europa, da Ackerwiesen in dünn besiedelten außereuropäischen Ländern, wie Neuseeland auch heute noch anzutreffen sind.

Die Daten zur Flächenausdehnung für die Jahre 1700 und 1750 wurden Allen (Allen 2000) entnommen. Die *Agrarian History of England and Wales VI* (Chartes 1989) lieferte die restlichen Daten für die Jahre 1800, 1810 und 1850. Produktivitätsangaben konnten für die untersuchte Zeitspanne nicht ausfindig gemacht werden, deshalb wurde die Flächenproduktivität von Stapleton und Davis (1948) aus dem Jahre 1939 als Richtwert herangezogen: „A well-constituted young ley will produce over the first four or five years of its life an average annual output of from two to four tons per acre of dry matter“ (Stapleton und Davis 1948). Es wurde davon ausgegangen, dass die Produktivität der Ackerwiesen im Jahre 1850 im unteren Bereich des angegebenen Spektrums lag. Die zeitliche Dynamik der Erträge innerhalb der Untersuchungsperiode wurde anhand der Entwicklung der Produktivitäten der best dokumentierten Feldfrüchte (Weizen, Gerste, Hafer) modelliert. Um die Datenunsicherheit nicht zu verschleiern, wurde eine Spanne von $\pm 10\%$ zum Mittelwert angegeben, innerhalb derer sich der tatsächliche Wert mit einer hohen Wahrscheinlichkeit befindet.

Dauergrünland

Nach heutiger Definition ist Dauergrünland eine mindestens 5 Jahre alte kurzrasige Vegetationsform mit relativ geschlossener Grasnarbe, die von einer Pflanzengemeinschaft aus Gräsern, Kräutern und Leguminosen gebildet wird. Hier dominieren *Poa. spp.*, *Agrostis spp.*, *Holcus lanatus* (Hopkins 2000, Stapleton und Davis 1948, Eurostat 2001). Eurostat liefert Definitionen und standardisierte Übersetzungsangaben. Es wurde in erster Linie nach Intensität und Art der Bewirtschaftung unterschieden. Dabei wird Dauergrünland unterteilt in Dauerwiesen, die der Heugewinnung dienen, und Kulturweiden, die dem grasenden Nutzvieh zur Verfügung stehen. Letztere wurden weiter in wenig produktive und deshalb auch kaum bewirtschaftete Hutungen und produktivere Kulturweiden eingeteilt (Eurostat 2001).

Dauerwiesen und Kulturweiden

Die Daten zur Ausbreitung dieser Landnutzungskategorie wurden King (1936 und 1973), der für das Jahr 1700 auch von Allen (2000) zitiert wird, entnommen. Für das Jahr 1800 wurde Comber herangezogen (1808), der ebenfalls von Prince (1973) und Allen (Allen 2000) herangezogen und zitiert wurde. Um den Wert für das Jahr 1750 zu schätzen, wurde

linear interpoliert. Um auf die Ausdehnung zur Zeit des letzten Datenpunkts zu schließen, wurden die Flächenangaben der *Agricultural Statistics* von 1854 (in John 1989) verwendet. Abgesehen vom Datenpunkt von 1850 wurden in dieser Landnutzungskategorie Dauerwiesen und Kulturweiden nicht getrennt voneinander ausgewiesen. Aufgrund der deutlich unterschiedlichen Flächenproduktivität ist aber eine Differenzierung unumgänglich (Vgl. Tabelle 3). Bei King findet sich eine Schätzung des Werts der absolut produzierten Heumenge (King 1973). Über den Preis, der in der *Agricultural History of England and Wales VI* (John 1989) angegeben ist, konnte so auf die Menge des produzierten Heus geschlossen werden. Mit Hilfe der Flächenproduktivität von Wiesen (Bowden 1985), konnte so ein Eindruck der Flächenausdehnung der Dauerwiesen gewonnen werden. Dieser Anteil an der Gesamtfläche der Dauerwiesen und Kulturweiden ist jenem, der über die Flächenangaben in den *Agricultural Statistics* von 1854 (in John 1989) errechnet wurde, erstaunlich ähnlich. Die Angaben liegen jedoch unter den Werten, von denen Schandl (in Sieferle et al. 2006) für das Vereinigte Königreich ausging.

Bowden (1985) beschreibt für die Mitte des 18. Jahrhunderts einen fiktiven Modellbetrieb, der sich auf Viehwirtschaft spezialisierte. Dabei schätzt er auch die Produktivität von Kulturweiden. Wie schon im Fall der Ackerwiesen wurde wiederum eine zeitliche Entwicklung der Produktivitäten auf Basis der Weizen-, Gerste- und Hafererträge modelliert.

Zu Flächenproduktivitäten von Kulturweiden finden sich für die Untersuchungsperiode keine Angaben. Da es auf Hutungen und alten Kulturweiden zu ähnlichen Artenzusammensetzungen wie auf Kulturweiden kommen kann (Stapleton und Davis 1948, Hopkins 2000, Lazenby 1981), wurden auch die Flächenproduktivitäten an diese angepasst. Es wurde angenommen, dass im Jahr 1700 Kulturweiden und Hutungen sich kaum unterschieden, deshalb wurden die gleichen Produktivitäten angenommen. Weiters wird angenommen, dass diese in der Untersuchungsperiode ansteigen und ca. so ertragreich werden, wie Dauerwiesen in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts. Über Flächenangaben und die Produktion von Heu auf Kulturweiden für die Jahre 1886 bis 1896 (Mitchell 1988) wurden Produktivitätsangaben für die betreffende Zeitspanne berechnet. Für das Jahr 1850 am Ende der Untersuchungsperiode wurden diese Angaben als Orientierungshilfe herangezogen und die Erträge knapp unter diesen veranschlagt. Um die

dazwischen liegenden Produktivitäten zu ermitteln, wurde in der Berechnung linear interpoliert.

Hutungen

Unter Hutungen wurde in England vor allem uneingehegtes Land, das durch minderwertiges Klima, Boden- und Expositionsverhältnisse geprägt ist, verstanden. Charakterisiert durch schlechte Futterqualität werden sie vom Menschen nicht durch den Anbau von Kulturpflanzen genutzt. *Molinia caerulea*, *Deschampsia* spp., *Nardus stricta* und *Festuca ovina* sind die dominanten Grasarten. Daneben sind auch *Pteridium aquilinum*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium* spp. kennzeichnend für diese Flächennutzungskategorie (Hopkins 2000, Stapledon und Davis 1948, Soldi et al. 2004). Die Artenzusammensetzung und die zum Teil daraus resultierende Produktivität betreffend, kommen bei Hutungen klimatische und bodenbedingte Faktoren stärker zum Ausdruck als auf permanenten Weiden in tieferen Regionen (Hopkins 2000). Historisch spielten Hutungen eine wichtige Rolle, da sie massiv der Gewinnung von Ackerland zum Opfer fielen (Mingay 1989).

Auch in rezenten Landnutzungsstatistiken zeichnen sich Hutungen durch das Zusammenfassen von Flächen mit verschiedenem Artenvorkommen, diversen naturräumlichen und klimatischen Faktoren und daraus resultierenden unterschiedlichen Produktivitäten aus (Stapleton und Davis 1948, Soldi et al. 2004).

Um die Biomasseentnahme zu quantifizieren, wurde analog zu Allen (2000) vorgegangen: Die Kategorien *heaths, moors, mountains and barren lands*¹⁸, die als Hutungen angesehen werden können, und „*forest*¹⁹, *parks, commons*“ (King 1936 und 1973), die vor allem durch Allmendeflächen geprägt sind, werden zusammengefasst. Durch die Zusammenlegung der Hutungen mit den *forest, parks, commons* könnte es zu einer Überschätzung der Nutzung kommen, da Hutungen in der Regel stärker genutzt werden. Diese Überschätzung erscheint im Gesamten jedoch als relativ gering, da *forest, parks, commons* schon 1700 nur etwa 20% der Gesamtfläche ausmachten und zudem in ihrer Ausdehnung im Laufe der Untersuchungsperiode dieser Arbeit kontinuierlich abnehmen.

¹⁸ Bei Allen als „waste“ bezeichnet, dies entspricht der Kategorie „rough pastures“ von Stamp (Stamp 1948 in Allen 2000)

¹⁹ Die hier erwähnten Wälder machen nur einen kleinen Teil der Gesamtwaldflächen aus, die King als „Woods and Coppices“ bezeichnet (King 1936).

Außerdem unterschieden sie sich als gemeinschaftlich genutzte Allmendeflächen stellenweise wenig von produktiven Hutungen.

Da davon auszugehen ist, dass der so berechnete Wert eine Überschätzung bei der Entnahme von Biomasse zur Folge hätte, wird in den Ergebnissen immer der um 20% verringerte Wert angeführt. Dies entspricht nun einer Minimalberechnung und es ist weiters davon auszugehen, dass das tatsächliche Ausmaß der Entnahme von Biomasse von diesen Flächen innerhalb einer Spanne von 80% und 100% liegt.

In ihrer Produktivität stellen Hutungen eine heterogene Landnutzungskategorie dar. Produktivitätsbestimmungen finden sich erst nach dem Ende des Untersuchungszeitraums vorliegender Arbeit. Die erste diesbezügliche systematische Forschungsarbeit wurde von Stapleton und Davis publiziert (1948). Sie unterteilten im Jahre 1938 die Hutungen Englands in 13 Subkategorien und bestimmten deren Flächenanteil. Diesen Subkategorien lassen sich mit Hilfe rezenter Arbeiten (Hopkins 2000) Angaben zu Flächenproduktivitäten zuordnen. Aus qualitativen Angaben zur Veränderung der Landnutzung (Prince 1989) wurde versucht, modellhaft eine Flächenzusammensetzung der Subkategorien der Hutungen zu erstellen. Mit dieser Flächenzusammensetzung und den dazugehörigen Produktivitäten konnte so ein Mittelwert der Flächenproduktivität von Hutungen berechnet werden.

In Tabelle 3 werden die Flächenproduktivitäten der oben genannten Landnutzungskategorien aufgelistet.

Flächenproduktivitäten [t TG/ha/a]	1700	1750	1800	1850
Ackerwiesen	3,21	3,81	3,95	4,94
Dauerwiesen	2,68	3,19	3,32	4,11
Kulturweiden	2,50	2,60	2,70	2,80
Hutungen	2,50	2,50	2,50	2,50

Tabelle 3: Flächenproduktivitäten Grasland

Anmerkungen: Quellenangaben, sowie getroffene modellhafte Überlegungen sind im oben stehenden Text beschrieben

Wald

In der vorliegenden Arbeit werden nur die Landwirtschaft betreffende Flüsse quantifiziert, da keine verwertbaren Daten²⁰ zur forstwirtschaftlichen Nutzung in der Untersuchungsperiode aufgenommen wurden. Da aber sowohl die Waldfläche Englands, sowie die durchschnittliche Entnahme von Holz aus Wäldern gering sind (Vgl. Sieferle et al. 2006), hat das Vernachlässigen der Holzproduktion nur geringfügige Auswirkungen auf die Gesamtergebnisse. Die Weidenutzung der Wälder in Form der Waldweide wird jedoch im Folgenden beschrieben.

Trotz seiner Stellung als Klimaxgesellschaft war Wald im Untersuchungszeitraum kaum noch auf den britischen Inseln anzutreffen (Sieferle et al. 2006). Schon in den 1660ern wurde der Mangel an Wäldern als Problem erkannt und "Forest preservation became a matter of high priority among policy makers" (Thirsk 1985, S. 374). Diese politischen Maßnahmen spiegeln sich in absoluten Zahlen jedoch kaum wider. Im Gegenteil, die Bestände an Hoch- und Niederwäldern nahmen im Untersuchungszeitraum sukzessive ab. Bei Niederwäldern machte und macht man sich die Regenerationsfähigkeit bestimmter Baumarten zu nutze, die nach Abholzungen zu Stockausschlägen fähig sind. Dabei entspringt aus so genannten schlafenden Augen in der Rinde des im Boden verbliebenen Wurzelstocks ein neuer Trieb, Neupflanzungen sind daher nicht notwendig.

Die damals in Niederwäldern genutzten Baumarten waren vor allem Eiche, Hasel, Esche, Birke, Hainbuche und Kastanie, wobei sich die Kultivierungsform von der heutigen unterschied. „Pure coppice was relatively rare“ (Collins 1989, S. 484), gängiger waren Mischformen aus Hoch- und Niederwald.

Um die Produktion der Waldweiden zu berechnen ist es jedoch notwendig aufgrund unterschiedlicher Flächenproduktivitäten zwischen Hoch- und Niederwald zu unterscheiden. Die ersten Aufzeichnungen, in denen dezidiert zwischen Hoch- und Niederwald unterschieden wird, finden sich 1905 mit dem *Report on Census of Woodlands* (Collins 1989, S. 489). Die *Forestry Commission* begann sogar erst 1920 mit ihrer Arbeit (Marks 1989). 1905 waren 5% von England und Wales von Wald bedeckt, 29% davon in Form von Niederwald (Agricultural Statistics 1905 in Collins 1989). Aufgrund der Schätzungen von Collins zu den Niederwäldern für 1800 und der Angaben Allens zur

²⁰ Weder in Mitchell (1994) noch in den Bänden der *Agrarian History of England and Wales* werden quantitative Angaben zur Holznutzung gemacht.

Ausdehnung der gesamten Waldfläche zu diesem Zeitpunkt lässt sich das Verhältnis zwischen Nieder- und Hochwäldern rekonstruieren. Für 1800 und 1905 stellt der Niederwald ca. ein Drittel der gesamten Waldfläche. Die Aufteilung in Hoch- und Niederwälder für 1850 wurde in der vorliegenden Arbeit interpoliert. Für den Zeitpunkt 1700 wurde wegen fehlender Angaben in der Literatur²¹ zwei verschiedene Verhältnisse angenommen: Für die erste Variante wurde der Wert auf Basis der Werte von 1800 und 1905 interpoliert und bei der zweiten Variante das Verhältnis von 1800 beibehalten. Letzteres wurde als konservative Annahme für die Berechnung der DE verwendet.

Zu den Produktivitäten der Waldweiden im Hoch- bzw. Niederwald finden sich in der Literatur ebenfalls keine exakten Angaben. Deshalb wurde entsprechend der Schätzungen von Pötsch und Berger (1998a und 1998b) angenommen, dass die Ertragsfähigkeit von Waldweiden etwa 10 bis 20% von Reinweiden beträgt (Vgl. Tabelle 3). In Niederwäldern ist das Blattdach weniger dicht geschlossen und es trifft mehr Licht auf den Boden. Daher wurde auch der Ertrag von Waldweiden in Niederwäldern auf 15% des Ertrags von Reinweiden geschätzt, in Hochwäldern auf 10%. Auf Basis dieser Flächenproduktivitätsschätzungen und der Modellierung der Flächen von Hoch- und Niederwald wurde auf die DE geschlossen.

Sonstige Biomasse-Flüsse

Als weitere Inputs wurden Fischfang und die Produktion in Hortikulturen quantifiziert. Beide stellen einen vergleichsweise kleinen Teil der DE dar (weniger als 0,1% der landwirtschaftlichen DE); quantitative Angaben zu diesen Kategorien finden sich jedoch kaum. Deshalb wurde in beiden Fällen eine grobe Schätzung unternommen.

Fischfang

Entsprechend den Systemgrenzen des MEFA-Schemas stellt die Produktion von tierischen Produkten einen internen Fluss im physischen Teil der Gesellschaft dar, da Nutztiere Teil der physischen Bestände des sozial-ökologischen Systems sind (Vgl. Kapitel 3.1.2). So

²¹ Weder die Stichworte „coppice“, noch „Wood“ kommen im Index der AHEW V (AHEW 1985) vor, die sich mit der Zeitspanne 1660 – 1750 befasst. Alle anderen Angaben zu den „forests“ erhellen das Bild ebenso wenig.

würden auch Aquakulturen²² als interne Ströme aufgefasst werden. Da in England und Wales jedoch Meeresfischfang betrieben wurde, muss dies als gesellschaftliche Entnahme aus der Natur und somit als Teil der DE betrachtet werden.²³

King (1936 und 1973) zeichnet in seinem Manuskript ein monetäres Bild der Gesamtfischproduktion und unterteilt diese in Exporte und inländischen Verzehr. Aus den Preisangaben in der Exportstatistik 1697 (Schumpeter 1960) und den Bevölkerungsangaben (Wrigley und Schofield 1989) konnte ein Wert für den Fischverzehr Pro-Kopf errechnet werden. Der so ermittelte Wert erwies sich jedoch als hochgradig unplausibel und wurde nicht für die Berechnung verwendet²⁴. Deshalb wurde als Näherungswert für den Fischkonsum die Angabe des Pro-Kopf Verzehrs für Wien aus der *European Food History* (Teuteberg 1992) herangezogen und auf das Doppelte erhöht. Um die DE zu berechnen wurde dieser Wert (4,4 kg Fisch/cap.a) mit Angaben zur Bevölkerung (Wrigley und Schofield 1989) multipliziert.

Hortikulturen

Die Ausführungen Malcom Thicks (1985) zeichnen die wichtige Stellung der hortikulturellen Produktion in der Entwicklung Englands nach. Er bezieht sich jedoch nicht auf ernährungsenergetische Aspekte, sondern betont vor allem die Vorbildwirkung und die Diffusion der innovativen Anbautechniken in die restliche Landwirtschaft.

Quantitative Daten zu Anbauflächen und Produktion findet man zumeist nur für spezialisierte Regionen (Vgl. Perren 1989), wie zum Beispiel die Handelsgärtnereien im Umland von London, die für die Hauptstadt produzierten (Thick 1985). Aus diesen Flächenangaben wurden über die Bevölkerung Londons auf landesweite Pro-Kopf Angaben geschlossen und mit der Anzahl der englischen Bevölkerung und Maximalertragsschätzungen²⁵ multipliziert – so konnte eine Unterschätzung der DE aus Hortikulturen ausgeschlossen werden.

²² Im 18. Jahrhundert kommt es zu einem regelrechten „[...] enthusiasm for fish farming [...]“ (Thirsk 1985, S. 576). Dieser stellte aber nur einen Bruchteil der hier abgebildeten Küstenfischerei dar und ist daher vernachlässigbar.

²³ Auch die Jagd von Wild würde so einen Fluss darstellen. Da die diesbezügliche Datenlage aber mindestens ebenso spärlich ist, soll Fischfang exemplarisch quantifiziert werden, um zu zeigen, wie gering der Anteil an der DE ist.

²⁴ Der Wert lag bei ca. 15kg Fisch/cap/a, was bedeuten würde, dass landesweit im Durchschnitt monatlich mehr als ein Kilogramm Fisch verzehrt würde.

²⁵ Hierfür wurde die Flächenproduktivität von Kartoffeln mit 150 kg/ha verwendet.

3.2.1.2 Importe und Außenhandel im Allgemeinen

Im Sinne der Verständlichkeit und um Redundanzen zu vermeiden, werden im Gegensatz zur sonst üblichen Gliederung dieser Arbeit nach Inputs und Outputs nun allgemeine methodische Aspekte der Importe und Exporte gemeinsam besprochen.

Als statistische Quellen zur Quantifizierung des Außenhandels werden folgende Referenzen herangezogen:

- *English Overseas Trade Statistics, 1697-1808* (Schumpeter 1960)
- *British Historical Statistics* (Mitchell 1988)
- *Statistical Abstracts 14* (Statistical Department, Board o. T. 1867)

Die angeführten Quellen lassen sich in ihrer Qualität nicht mit heutigen Statistiken vergleichen. Es ist weder davon auszugehen, dass die drei Datensätze wirklich alle landwirtschaftlichen Produkte, die zu diesem Zeitpunkt gehandelt wurden, auflisteten, noch sind die Aufnahmeschema konsistent. Trotz allem muss festgehalten werden, dass der Datensatz ein hohes Maß an Plausibilität aufweist.

In Tabelle 4 sind jene Kategorien und Subkategorien des Außenhandels aufgelistet, die für die Ernährung von Menschen und Nutztieren relevant sind.

Alkoholische Getränke	Wein, Bier, Rum, Weinbrand und Schnaps
Zucker	Kandis-, Roh-, und raffiniertes Zucker, Melasse
Genussmittel	Kaffee, Tee, Kakao
Getreide und Getreideprodukte	Weizen, Hafer, Gerste, Roggen, Mais, Erbsen, Bohnen, Weizen- und Hafermehl
Tierische Produkte	Butter, Käse, Eier, Fische, Schinken, Speck, Schweine- und Rindfleisch
Früchte	Ribisel, Rosinen
Öle	Lebertran

Tabelle 4: Kategorien des Außenhandels

Die Handelsvolumina der vorkommenden Produktkategorien in Tabelle 1 (Kategorien des Außenhandels) wurden in SI-Einheiten umgerechnet und als Masse bzw. in ihrem Energiegehalt dargestellt.

Die Daten für 1700 beziehen sich auf England und Wales, für 1800 auf Großbritannien, das auch Schottland beinhaltet, und für 1850 auf das Vereinigte Königreich, das zusätzlich auch Irland einschließt. Welche Aussagekraft letztendlich diesen Ergebnissen, trotz der veränderlichen Systemgrenze bei der Berechnung zukommt, wird ebenfalls besprochen (Kapitel 4.2.1.3). Dabei wird eine Reihe von Faktoren berücksichtigt, die diese Herangehensweise rechtfertigen, wie beispielsweise die ökonomisch untergeordnete Stellung Schottlands und Irlands im Vergleich zur englischen, sowie die Rolle der *Corn Laws* (Kapitel 5.3.2.4).

3.2.2 Outputs

In dieser Arbeit werden Exporte und Nutzenergie als Outputs des biophysischen Teils der Gesellschaft quantifiziert. Exporte wurden, wie auch alle anderen Flüsse in der vorliegenden Arbeit, sowohl materiell, als auch energetisch abgebildet. Die ins natürliche System eingebrachte Nutzenergie nimmt hingegen einen besonderen Stellenwert ein, da sie nur energetisch quantifizierbar ist und im EFA-Schema im Gegensatz zu den bisher besprochenen Primärenergieflüssen bereits die direkte Anwendungsform der Energie darstellt (Haberl 2001b).

3.2.2.1 Nutzenergie

In Kapitel 3.1.2 wurde die Definitionen der Primär-, End- und Nutzenergie skizziert. Nutzenergie stellt dabei die in das landwirtschaftliche System eingebrachte Arbeitsenergie dar. Prinzipiell kann sie von Maschinen, Menschen und Tieren geleistet werden. In der vorliegenden Arbeit beschränken sich die Berechnungen auf die von Menschen, Pferden und Ochsen vollzogene Arbeit, da der Anteil, der nicht von Mensch oder Tier geleisteten maschinellen Arbeit vernachlässigbar gering ist (Sieferle et al. 2006, Collins 1999). Im Gegensatz zu den übrigen energetischen Quantifizierungen dieser Arbeit handelt es sich hier nicht um Primär- oder Endenergie. Die berechneten Nutzenergieoutputs wurden über

die Anzahl der in der Landwirtschaft arbeitenden Tiere und Menschen, deren Arbeitszeit in der Landwirtschaft und deren Arbeitsleistung ermittelt (Fluck 1992, Kander 2002). Die dafür getroffenen Annahmen und verwendeten Quellen werden angegeben.

Landwirtschaftlich Beschäftigte

Um aus der Gesamtheit der englischen Bevölkerung die Anzahl der landwirtschaftlich Beschäftigten zu eruieren, wurden Angaben zum Anteil der agrarischen Bevölkerung recherchiert und eine Altersgrenze festgesetzt, die Kinder ausschließt, die nicht in der Landwirtschaft arbeiteten.

Overton und Campbell beschreiben den Anteil der landwirtschaftlichen Bevölkerung an der Gesamtbevölkerung für die Jahre 1700, 1800, 1830 und 1871 (Overton und Campbell 1999). Um auf den Wert für 1850 zu schließen, wurde linear interpoliert.

Es wurde angenommen, dass die landwirtschaftliche Bevölkerung ab dem 14. Lebensjahr mit der gleichen Leistung und der gleichen Arbeitsdauer, wie die erwachsene Bevölkerung in der Landwirtschaft arbeitet. Diese Annahme wurde gewählt, um eine Unterschätzung auszugleichen, die durch das Ignorieren der Arbeitsleistung von Kindern unter diesem Alter entstehen würde.

Um die Anzahl der über 14 Jährigen in der landwirtschaftlichen Bevölkerung zu ermitteln wurden modellierte demographische Daten zur prozentuellen Verteilung der Alterskohorten von Wrigley und Schofield (1989) verwendet. Diesbezügliche Angaben beziehen sich zwar auf die Gesamtbevölkerung Englands, doch kann davon ausgegangen werden, dass sich die altersmäßige Zusammensetzung der Bevölkerung zwischen Stadt und Land nicht gravierend unterschied.²⁶

Pferde

Im Folgenden wird der Bestand der landwirtschaftlichen Pferde für 1700, 1800 und 1850 ermittelt.

King (1936 und 1973) setzt sich zur Jahrhundertwende des ausgehenden 17. und anfangenden 18. Jahrhundert ausführlich mit Pferden auseinander und liefert elaborierte Schätzungen zur Altersstruktur (Tabelle 39: Altersstruktur des Pferdebestandes im Jahre

²⁶ Siefertle beschreibt vorindustrielle Städte als „Bevölkerungssenken“ (Siefertle 1997, S. 132). Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass die Altersangaben für die ländliche Bevölkerung leichte Unterschätzungen waren.

1700) und zum Verwendungszweck des nationalen Bestandes.²⁷ Aus seinen Arbeiten wurde auch die Anzahl der landwirtschaftlichen Pferde entnommen.

Turners Berechnungen zum Bestand der Nutztiere für das Jahr 1800 wurden wie schon bei den anderen Nutztierkategorien auch im Falle der Pferde verwendet (Turner 1998). Für das Jahr 1850 wurden die Daten John (1989) entnommen. Um für die beiden letzten Datenpunkte das Verhältnis zur Aufteilung in landwirtschaftliche und andere Pferde herauszufinden wurde Thompson (1976) herangezogen, der für 1811 die Gesamtzahlen und die Zahlen für landwirtschaftliche Pferde für Großbritannien²⁸ angegeben hat. Dieses Verhältnis wird für England und Wales übernommen.

Ochsen

Um die Anzahl der landwirtschaftlichen Ochsen im Jahre 1700 zu ermitteln, wurden Holderness Schätzungen des Rinderbestands mit Kings Angaben zum Aufbau der nationalen Herde kombiniert (King 1936 und 1973, Holderness 1989).

Folgendermaßen wurde auf den nationalen Bestand der Ochsen für die Jahre 1800 und 1850 geschlossen: J.R. McCulloch (1837) (nach Wrigley 1988 und Turner 1998) schätzt die Zahl der Ochsen für das Jahr 1779 auf 150.000. Dieser Wert deckt sich mit qualitativen Beschreibungen über den drastischen Rückgang der Ochsenzahlen zu Gunsten der Pferde (Bowden 1985, Mingay 1989). Zur darauf folgenden Jahrhundertwende kam es jedoch zu einer zeitlich begrenzten Renaissance bei der Nutzung von Ochsen: "But then a change occurred [.....] and it is curious that from the late 1770s to about 1820 the use of draught oxen experienced a revival, [.....] spread quite widely throughout the country" (Mingay 1989, S. 289). Da McCullochs Schätzung der Ochsenzahl für 1779 den Anfang der Periode des eben beschriebenen Aufschwungs markiert, wurde angenommen, dass der Ochsenbestand bis zum Jahr 1800 weiter anstieg. Für die darauf folgende Zeitspanne bis zu dem letzten beschriebenen Datenpunkt in der vorliegenden Arbeit wurde von einem Abfall unter das Niveau von 1780 ausgegangen. Im Konkreten wurde für 1800 ein Wert von 180.000 und für 1850 ein Wert von 120.000 Tieren angenommen. Ihre Rolle in der landwirtschaftlichen Nutzung blieb jedoch untergeordnet: „There were still a small number

²⁷ Die daraus resultierenden Angaben zum Gesamtpferdebestand weichen geringfügig voneinander ab, den diesbezüglichen Fehlern wurde jedoch aufgrund ihrer Größenordnung nicht weiter nachgegangen.

²⁸ Von insgesamt 1.287.000 großbritannischen Pferden wurden laut Thompson (1976) 800.000 für landwirtschaftliche Zwecke eingesetzt.

of oxen in agricultural use [...] but their numbers were probably too few to have represented a significant element in estimating farm animal power“ (Wrigley 1988, S. 40). Geht man davon aus, dass 75% der Ochsen in der Landwirtschaft beschäftigt waren, spiegelt sich Wrigleys Aussage auch in den Ergebnissen wieder.

Um die Nutzenergie der in der Landwirtschaft arbeitenden Menschen und Tiere zu berechnen, wurde auf Basis von Literaturangaben die Arbeitsleistung (Smil 1991, Krausmann und Haberl 2002, Collins 1999) und die Arbeitsdauer (Löhr 1952, Smil 1991, Voth 2000) geschätzt. Aufgrund der fortschreitenden Intensivierung im Arbeitsprozess in der Zeitspanne der industriellen Revolution (De Vries 1994, Voth 2000) wurde auch von einer Ausdehnung der investierten Arbeitszeit in die Landwirtschaft ausgegangen.

		1700	1800	1850
	Durchschnittliche Leistung [W]	Jährliche Arbeitszeit [h]		
Pferde	700	1.100	1.300	1.400
Ochsen	400	800	1.000	1.100
landwirtschaftlich Beschäftigte	88	3.000	3.300	3.600

Tabelle 5: Leistung und Arbeitszeiten für die Berechnung der Nutzenergie

Anmerkung: Smil 1991, Krausmann und Haberl 2002, Collins 1999, Löhr 1952, Smil 1991, Voth 2000, De Vries 1994 und eigene Schätzungen

Bei den Ergebnissen werden ebenfalls Angaben zur installierten Leistung [$W/ha_{agr.}$] gemacht, die einen Parameter für die vorhandene Leistung im Agrarsystem darstellt.

3.2.2.2 Exporte

Exporte stellen einen Output aus dem biophysischen Teil der Gesellschaft dar, methodische Aspekte wurden aber bereits gemeinsam mit den Importen in Kapitel 3.2.1.2 besprochen.

3.2.3 Interne Flüsse - Tierische Produktion

Wie in Kapitel 3.1.2 (Der gesellschaftliche Metabolismus) ausführlicher beschrieben wurde, wird die landwirtschaftliche Produktion tierischer Lebensmittel in der MEFA als interner Fluss im biophysischen Teil der Gesellschaft beschrieben (Fischer-Kowalski 1997 und Schandl und Weisz 2002). Demgemäß findet sie keinen Eingang in die Berechnung der DE und wird eigenständig behandelt.

Im konkreten Falle der vorliegenden Arbeit wurde die historische Produktion von Fleisch, Milch und Eiern quantitativ untersucht.

Zur Berechnung der Fleischproduktion wurde folgendermaßen vorgegangen: Die Größe des Nutztierbestands wurde quantifiziert, im Speziellen wurden für Rinder, Schafe, Schweine in den Jahren 1700, 1800 und 1850 die Populationsgrößen bestimmt. Die Anzahl an Nutztieren wurde mit den jeweiligen jährlichen Schlachtungsraten und den dazugehörigen, errechneten Schlachtgewichten multipliziert. Die Vernachlässigung anderer Nutztierkategorien ergibt sich aus deren untergeordneter Stellung in der Gesamtfleischproduktion.²⁹

Des Weiteren wurde die Milch-, Ei- und Fischproduktion in Masse und Energieeinheiten dargestellt. Die Aufgabe, die Milchprodukte quantitativ zu erfassen, wurde über die Milchleistung gelöst, bei der Produktion von Eiern wurde eine grobe Überschlagsrechnung durchgeführt.

Viehbestand

Kings (1936 und 1973) Angaben für das Jahr 1700 zur Populationsgröße der Rinder und Schafe werden in der Literatur angezweifelt (Turner 1998, Holderness 1989). Deshalb wurde auf die Schätzungen von Holderness zurückgegriffen, der diese überzeugend begründet (Holderness 1989). Zur Aufteilung des Viehs in Jungrinder und erwachsene Rinder, sowie zum Bestand der Schweine erwiesen sich Kings Angaben (1936 und 1973) hingegen als schlüssig. Für die Ermittlung des nationalen Bestands an Rindern, Schafen, Pferden und Schweinen im Jahre 1800 wurde die Arbeit Turners verwendet. Er wertete Aufnahmen der englischen Regierung der Jahre 1796-1803 aus, in denen auch Daten zum Viehbestand abgefragt wurden. Diese Aufnahmen sind unvollständig und beschäftigten

²⁹ Der Anteil der berücksichtigten Kategorien belief sich 1700 auf ca. 94 % der Gesamtfleischproduktion.

sich mit ca. 25 % der englischen Landesfläche (Turner 1998). Turner errechnete über drei verschiedene Varianten den Gesamtbestand der Nutztierkategorien von England (ohne Wales) - die keine großen Abweichungen voneinander zeigten - unter anderem auch unter Verwendung der Annahme, dass sich die Anzahl der Nutztiere pro Fläche im Untersuchungsgebiet nicht von der landesweiten Verteilung unterschied. Für die vorliegende Arbeit wurde diese Annahme auch auf Wales angewandt. Die Angaben zum Viehbestand in der Mitte des 19. Jahrhunderts wurden den von John (1989) überarbeiteten *Agricultural Statistics* von 1854 entnommen. Seine Vorgehensweise ist bereits am Anfang des Kapitel 3.2.1.1 beschrieben worden.

Schlachtungsraten

Holderness gibt für den Anfang des 18. Jahrhunderts an, dass ein Viertel des Gesamtbestandes der einzelnen Nutztiergruppen jährlich geschlachtet wurde. Da in den Primärdaten von King für 1700 dieser Anteil schon bei 29% liegt und anzunehmen ist, dass er im zeitlichen Verlauf zunimmt, wurde für 1800 und 1850 angenommen, dass er auf ein Drittel anwächst (King 1973, Holderness 1989).

Es wurden Modifikationen in der Zusammensetzung der Schlachttiere vorgenommen, da davon ausgegangen kann werden, dass am Anfang der Untersuchungsperiode Jungtiere nur in Notfällen geschlachtet wurden. Außerdem kam es zu einer zunehmenden Spezialisierung in der Fleischproduktion und Milchproduktion (Turner et al. 2001). Dem wurde in der Berechnung entsprochen und für Rinder nach Angaben von Clarke (1878 in Holderness 1989) und Krausmann (2004) angenommen, dass der Anteil der geschlachteten Jungtiere unter allen geschlachteten Rindern von 12,5 auf 20% innerhalb der Untersuchungsperiode anstieg. Der Anteil der jährlich geschlachteten Jungtiere innerhalb der Nutztierkategorie der Schafe wurde für alle drei Zeitpunkte mit 12,5% als konstant angenommen, da es zu keinen vergleichbaren Spezialisierungsprozessen wie bei den Rindern kam.

Schlachtgewicht

Im Kontext der Getreideerträge wurde bereits der Ansatz von Turner et al. (2001) besprochen. Er wertete Aufzeichnungen landwirtschaftlicher Betriebe aus, um die Getreideerträge schätzen zu können. Den gleichen Weg wählte er um Angaben über

historische Schlachtgewichte machen zu können. Die in der vorliegenden Arbeit zur Fleischproduktion herangezogenen drei Nutztierarten wurden in insgesamt 12 Subkategorien nach Alter, Art und Geschlecht unterteilt. Dazu wurden Schlachtgewichte, sowie die Anzahl der Aufzeichnungen angegeben (Turner et al. 2001). Nach der Anzahl der Aufzeichnungen gewichtet wurden in dieser Arbeit die mittleren Schlachtgewichte für ausgewachsene Rinder, Schafe und Schweine, sowie für Kälber und Lämmer zu den Untersuchungszeitpunkten errechnet. Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse dieser Herangehensweise.

Schlachtgewicht [kg]	1700	1800	1850
Rinder	230	286	290
Schafe	24	30	31
Schweine	58	95	109
Kälber	36	56	64
Lämmer	13	16	15

Tabelle 6: Schlachtgewicht

Anmerkung: Turner et al. (2001) und eigene Berechnungen

Milchproduktion

Die zahlreichen Angaben zur Milchproduktion in Kings Manuskript sind bemerkenswert: Er schätzt den monetären Wert und das Gewicht von acht verschiedenen Milchproduktkategorien (King 1973). Eine plausible materielle und energetische Auswertung dieser Produktklassen erweist sich jedoch als unmöglich. Gründe dafür sind zum einen Kings Überschätzung der nationalen Herde³⁰, sowie Schwierigkeiten in der exakten Abschätzung der Energiegehalte der historischen Nahrungsmittel – es ist nicht davon auszugehen, dass die Zusammensetzung beispielsweise im Fettgehalt damaliger Erzeugnisse mit heutigen Produkten vergleichbar ist. Alternative Berechnungen erfolgten über die Anzahl der Kühe und deren Milchleistung:

Um die Anzahl der Kühe zu ermitteln, wurden Holderness Schätzungen des Rinderbestands mit Kings Angaben zum Aufbau der nationalen Herde kombiniert

³⁰ Selbst bei der Reduktion des Energiegehalts aller angegebenen Kategorien um den Prozentsatz seiner Rinderzahlüberschätzung (Holderness 1989), übersteigen die Ergebnisse die Berechnungen über die Milchleistung um 50%.

(Holderness 1989 und King 1973). Die systematischen Überlegungen zur Milchleistung³¹ (ca. 910 l/Kuh/a), die King in seinem Manuskript (King 1973) für den ersten Datenpunkt angibt, wirken im Licht anderer Publikationen plausibel (Kerridge 1967, Bowden 1985). Für das Jahr 1850 wurde die Milchleistung von 2046 l/Kuh/a den Arbeiten Gregory Clarks (Clark 1991) entnommen. Trow-Smith machte für 1800 (Trow-Smith 1959) Angaben zur Milchleistung (ca. 1730 l/Kuh/a), die fast linearen Interpolanten zwischen 1700 und 1850 entsprechen. Es finden sich auch qualitative Hinweise darauf, dass am Anfang der Untersuchungsperiode die Milchwirtschaft noch enormes Spezialisierungspotential hatte: „In the eighteenth century much of the milk and butter made in England was produced by cows not specially bred for the purpose“ (Holderness 1989, S. 160).

Eierproduktion

Aufgrund der quantitativ untergeordneten Stellung der Eierproduktion in der inländischen Entnahme wurde nur eine grobe Überschlagsrechnung vorgenommen, in der die Anzahl der Hennen mit der Eierlegeleistung multipliziert wurde. Die Anzahl des gesamten Geflügelbestands wird King (1936 und 1973) entnommen. Des Weiteren wurde angenommen, dass der Geflügelbestand proportional zur Bevölkerung bis 1850 anwächst und dass die Hälfte des Geflügels Hennen waren, die je 2 Eier pro Woche legten.

3.2.4 Nahrung als zusammengesetzter Fluss

In der vorliegenden Arbeit wird auch die menschliche Nahrung bilanziert. Im MEFA-Schema stellt sie einen Fluss dar, der sich aus Nahrungsquellen zusammensetzt, die sich aus der Entnahme von pflanzlicher Biomasse (Vgl. Kapitel 3.2.1.1), der tierischen Produktion (Vgl. Kapitel 3.2.3) und aus dem Außenhandel (Vgl. Kapitel 3.2.1.2) ergeben.³²

Die inländische Entnahme von Biomasse wird berechnet (Kapitel 4.2.1.1). Das darin vorkommende Grünfutter und ein bestimmter Anteil an Getreide (Daten von Overton 1999,

³¹ King integriert auch den Milchbedarf der Jungtiere in seine Rechnung und veranschlagt 10% der Gesamtmilchleistung für diese.

³² Dies setzt natürlich eine Fleischprodukte inkludierende Ernährungsform voraus. King (1973) schätzt die Zahl der Menschen, die maximal an zwei Wochentagen Fleisch konsumieren, auf 2,8 Mio. Weiters schätzt er, dass 1 Mio. Menschen Almosenempfänger sind, die nie Fleisch konsumieren.

im Anhang) werden von Nutztieren verzehrt. Der restliche Teil³³ steht der menschlichen Nutzung in Form von Nahrung potentiell zur Verfügung.

Es ist wichtig hier festzuhalten, dass es sich bei den errechneten Werten zur Nahrung um Angaben im Brennwert handelt, der menschliche Energiebedarf von ca. 4 GJ pro Kopf ist jedoch eine Nährwertangabe. Nicht der gesamte Brennwert ist für den menschlichen Körper verwertbar, insofern liegt der Nährwert unter dem Brennwert. Andererseits sind die angesprochenen Lagerungs- und Verarbeitungsverluste in Gewerbe und Haushalt und Abzüge für das Saatgut zu bedenken. Insofern sind die Angaben zur Nahrung als Bruttowerte zu verstehen.

³³ Ausgenommen davon sind pflanzliche Rohstoffe, die nicht für Ernährungszwecke angebaut werden und in der vorliegenden Arbeit nicht bzw. kaum (Vgl. 5.2.4) behandelt werden.

3.3 Wandel der Landnutzung

In der vorliegenden Arbeit wurde der historische Wandel von neun verschiedenen Landnutzungskategorien quantitativ nachvollzogen. Nach der Umrechnung in heute gültige Flächenangaben wurden ihre Flächenausdehnungen [ha], sowie dabei auftretende zeitliche Veränderung für drei Zeitschnitte in den Jahre 1700, 1800 und 1850 skizziert.

Gesellschaftliche Einflussfaktoren, die auf die Entwicklung der Landnutzung direkte und indirekte Auswirkung haben, wurden ebenfalls untersucht – das Kapitel 5.3.2 dieser Arbeit widmet sich ausschließlich dieser Fragestellung.

Die Ausdehnung [ha] folgender Landnutzungskategorien wurde quantitativ beschrieben:

1. Ackerflächen
2. Brachen
3. Ackerwiesen
4. Dauerwiesen
5. Kulturweiden
6. Hoch- und Niederwald
7. Wälder, Parks, Allmendeflächen
8. Hutungen
9. Gebäude, Gewässer und Strassen

Tabelle 7: Untersuchte Landnutzungskategorien

Die Quellen für die ersten acht Landnutzungskategorien sind im Kapitel 3.2.1.1 angeführt. Zur letzten Kategorie der „Gebäude, Gewässer und Strassen“ finden sich Angaben bei King (1936 und 1973) - es ist jedoch davon auszugehen, dass er ihre Ausdehnung überschätzt. Aus diesem Grund wurde auf Schätzungen von Allen (2000) zurückgegriffen, der auch für 1800 und 1850 plausible Angaben macht. Für das Jahr 1700 halbiert Allen Kings Schätzung der Flächenausdehnung der Kategorie „Gebäude, Gewässer, Straßen“ auf 2,6 % der Englischen Landesfläche. Im Lichte moderner Untersuchungsergebnisse zur Landnutzung (Haines-Young und Watkins 1996) erscheint Allens Vorgehen als plausibel.

Auch in Betracht der Gesamtfläche ist es plausibel diesen Wert nach unten zu korrigieren. Zu den Korrekturen der Gesamtfläche finden sich im nächsten Abschnitt weitere methodische Angaben. Eine detaillierte Zusammenstellung und Interpretation der Ergebnisse findet sich in Kapitel 4.1.

Die Wahl der Zeitpunkte ergab sich aus der Datenverfügbarkeit. Dabei entstand das Problem, dass zu den Untersuchungszeitpunkten drei unterschiedliche Ausdehnungen für die Gesamtfläche angegeben wurden, die allesamt nicht der tatsächlichen Ausdehnung Englands und Wales (151.221 km²) entsprachen. Wie damit umgegangen wird, ist im folgenden Kapitel beschrieben (Kapitel 3.3.1).

Neben den historischen Primärdaten flossen auch Schätzungen heutiger Autoren ein, die vorher auf ihre Plausibilität überprüft wurden.

3.3.1 Gesamtfläche

Die Notwendigkeit klar festgelegter Grenzen des Bezugssystems für die unternommenen Untersuchungen wird auch im Kapitel 3.1.2 besprochen. Einen Quell methodischer Schwierigkeiten stellen die verschieden großen Angaben zur Gesamtflächen dar, die auf mangelnd präzise Vermessungsmethoden zurück zu führen sind. Trotz der Tatsache, dass diese Fehler verhältnismäßig klein sind und sich in der Unschärfe der Gesamtberechnung bewegen, wurden sie bearbeitet.

In den vorliegenden Daten treten Abweichungen vom heute gültigen Wert der Gesamtfläche Englands um 1,7 bis 2,6% auf.³⁴ Es muss davon ausgegangen werden, dass die einzelnen Flächennutzungskategorien nicht in gleichem Maße unter- bzw. überschätzt wurden und dass das Untersuchungsinteresse die Genauigkeit bei der Herangehensweise bestimmte - ökonomische Wertigkeiten spielten hierbei eine zentrale Rolle. Aus diesem Grund wurde angenommen, dass vor allem die wenig produktiven Flächen in den Jahren 1700 und 1800 in ihrer Ausdehnung überschätzt wurden – in dieser Arbeit wurden die Ausdehnungen der Hutungen nach unten korrigiert.

Für das Jahr 1850 wurde die Gesamtlandesfläche des nationalen Territoriums um 2,5% unterschätzt. Neben den mangelnd präzisen Vermessungsmethoden könnten Landnutzungskategorien, die in der Zeitspanne vor 1850 eine untergeordnete Rolle

³⁴ In Kings Primärdaten tritt eine Abweichung von der heute gültigen Landesfläche um 4% auf, die in Anbetracht der damals zur Verfügung stehenden Methoden jedoch erstaunlich gering war.

spielten, und in Flächenaufzeichnungen nicht berücksichtigt wurden einen möglichen Erklärungsgrund für diesen Fehler darstellen. So finden sich beispielsweise Schätzungen zur Ausdehnung der Hortikulturen (McMulloch 1847 in John 1989), die zwar nur 17% des Fehlers ausmachen, jedoch nicht in den beschriebenen Landnutzungskategorien aufscheinen. Berücksichtigte man sie in der Darstellung der Gesamtfläche, belief sich der Fehler nicht mehr auf 2,5%, sondern nur noch auf 2,1%. Um der Bedingung der Flächenkonstanz des Systems zu entsprechen, wurde dieser Fehler berücksichtigt und ausgewiesen, indem eine Flächennutzungskategorie mit dem Namen „Restliche Flächen“ geschaffen wurde.

3.4 Quellenkritik

Im Folgenden wird die Qualität der Primär- und Sekundärdaten beschrieben. Generell ist dabei festzuhalten, dass es nach ausführlicher Datenrecherche möglich war, einen Datensatz aufzubauen, der in sich konsistent war und Gegenproben standhielt. Weiters wird der Umgang mit speziellen Inkonsistenzen dargestellt (Kapitel 3.4.1). Danach beschäftigt sich Kapitel 3.4.2 mit der wichtigsten Primärquelle für die vorliegende Arbeit: Gregory Kings *Natural and Political Observations and Conclusions Upon the State and Condition of England* (1973).

3.4.1 Umgang mit historischen Daten

“Anyone attempting to deduce trends in average crop yields before the 1880s, when annual records began to be collected, stumbles into a bramble thicket” (Holderness 1989, S.134).

Dieses Zitat soll stellvertretend für eine Reihe von Aussagen von Autoren stehen, die sich mit quantitativen Beschreibungen der englischen Landwirtschaft auseinandersetzten und aufgrund fehlend konsistenter Aufnahmekriterien und Kategorisierungen auf Schätzungen zurückgriffen, deren Plausibilität zur Diskussion steht (Turner 1999, Bowden 1985, Overton 1990, Allen und O Grada 1988).

Die im obigen Zitat angesprochenen Feldfruchterträge sind aufgrund ihres hohen ökonomischen und ernährungsenergetischen Stellenwerts eine der am besten untersuchten Kategorien. Andere Biomassekategorien wurden jedoch weniger genau untersucht. Jedoch zeigt die vorliegende Arbeit auch, dass es möglich ist einen Datenpool aufzubauen, der in seiner Gesamtheit ein hohes Maß an Plausibilität aufweist. Dies liegt daran, dass die verwendeten historischen Quellen gut aufgearbeitet und ausführlich diskutiert wurden (z.B. Holderness 1989). Zudem finden sich ausreichend abgesicherte Daten in der Sekundärliteratur (z.B. Turner et al 2001). Einzelne Werte und Schätzungen mögen strittig erscheinen, das Hauptaugenmerk der Arbeit lag jedoch auf der Darstellung von Entwicklungen, Trends und ihrer Größenordnung.

Die in der vorliegenden Arbeit verwendete systemische Darstellung ermöglicht Konsistenzüberprüfungen, die die Plausibilität der fragilen Datengrundlage deutlich erhöhen.

Aggregatbildungen

Bei einigen Landnutzungskategorien kommt es neben dem Fehlen von Angaben zu den Aufnahmekriterien zu Aggregatbildungen von Nutzungskategorien mit unterschiedlichen Produktivitäten. Über Informationen späterer Aufnahmezeitpunkte, qualitative Angaben zur historischen Entwicklung der betroffenen Landnutzungskategorien und modellhaften Berechnungen wurden die zusammengefassten Nutzungstypen disaggregiert.

Mehrfachnutzung von Flächen

Die vorindustrielle Landnutzung mit ihrer spezifischen multifunktionalen und multitemporalen Bewirtschaftungsweise kann zu Schwierigkeiten bei der in der vorliegenden Arbeit vorgenommenen Berechnung führen. Doppelzählungen, oder auch Untererfassungen von Flächen, treten beispielsweise beim Zwischen- und Nachanbau auf, wenn sie statistisch nicht, bzw. ihre Fläche im Gesamtergebnis doppelt erfasst werden. Die Mehrfachnutzung über die Weide von Wald- und Brachflächen wird in der vorliegenden Arbeit berücksichtigt. Diesbezügliche modellhafte Überlegungen sind im Kapitel 3.2.1.1 bereits beschrieben worden.

Hutungen

Der gewählte methodische Umgang mit der Landnutzungskategorie der Hutungen wurde bereits in Kapitel 3.2.1.1 beschrieben. Hier soll jedoch darauf hingewiesen werden, dass diese Landnutzungskategorie bei dem ersten Untersuchungszeitpunkt eine Ausdehnung von 25% der Gesamtfläche hatte, beim Zweiten 15% und beim Dritten 8%. Über die ersten verfügbaren Datenquellen, die Aufschluss über Zusammensetzung und Produktivität gaben (Stapleton und Davis 1948), wurde versucht auf das ursprüngliche Weidepotential, das zur Verfügung stand, zurück zu schließen (Vgl. Kapitel 3.2.1.1).

Ein weiteres Problem stellt die Inkonsistenz der Aufnahmekriterien für diese Landnutzungskategorie dar. Beispielsweise wurden auch *mountains* und *barren lands* (King 1936 und 1973) – Berge und unfruchtbares Ödland - in diese Kategorie

aufgenommen; zu welchem Anteil ist heute nicht mehr nachvollziehbar. Dieses Argument spricht dafür, dass es sich bei der Berechnung der inländischen Entnahme von Biomasse um eine leichte Überschätzung handelt.

3.4.2 Gregory King und der Umgang mit Primärquellen

Richard Stone³⁵ bezeichnete Gregory King, der mit seinen statistischen Angaben die wichtigste Primärquelle (1936 und 1973) der vorliegenden Arbeit lieferte, als den “first great economic statistician” (Lee 2005). Doch eigentlich war King seiner Ausbildung nach Herold “and seems to have worked out his estimates for his own curiosity” (Stone 1984, S. 117). Erst im Jahre 1695 wurde er in der finanzpolitischen Verwaltung des Staates angestellt und es wird davon ausgegangen, dass er über diesen Zugang zu vertraulichen Informationen hatte, die Eingang in seine Arbeit fanden. „Gregory King had also access to what official statistics there were, notably the Hearth Tax returns, but also excise taxation (for such things as beer consumption) as well as his own local surveys, which became true sampling techniques” (Mathias 2001, S. 23).

Zu Lebzeiten wurde Kings Werk nicht gewürdigt, seine Werke wurden sogar erst posthum im Jahre 1802 veröffentlicht.

Kings Intention beim Schreiben der *Natural and Political Observations and Conclusions Upon the State and Condition of England* war politischer Natur. Auf den Punkt bringt er dies im Vorwort seiner Arbeit (King 1973): „If to be appraised of the true State and Condition of a Nation, especially in the two main aspects of it, people and wealth, be a piece of knowledge of all others and at all times the most useful and necessary. Then surely at a time, when a Long and very Expensive War against a Potent Monarch [...] since to be at its Crisis, such a Knowledge of Our Nation must be of the highest Concern. [...] In Order whereunto I have made the following Observations & Conclusions [...]” (King 1973, S. 242).

³⁵ Britischer Ökonom, der 1984 den Nobelpreis für seine Leistungen bei der Entwicklung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) erhielt.

Diese Textpassage ist auch in Abbildung 9 dargestellt und soll einen optischen Eindruck des Manuskripts vermitteln.

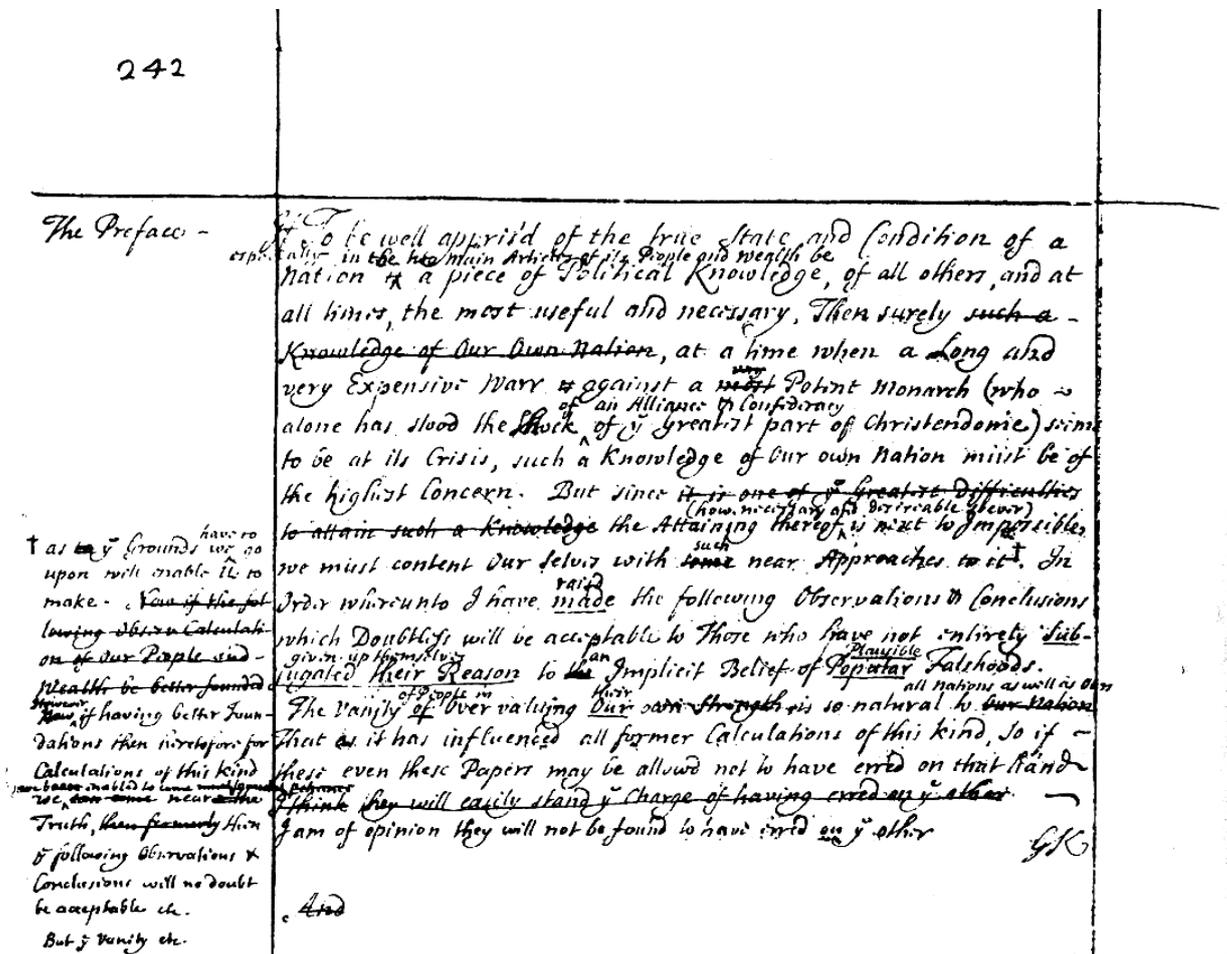


Abbildung 9: Kings Manuskript

Anmerkung: King 1973

Ein weiteres Charakteristikum seiner Arbeit stellen die nicht mehr gebräuchlichen Einheiten dar. *Bushel* beispielsweise ist ein angelsächsisches Hohlmaß, das in der vorliegenden Arbeit über das Volumen und die betreffende Dichte des zu untersuchenden Stoffes in heute gültige Gewichteinheiten umgerechnet wurde.

Auch bei einigen Produktkategorien ergaben sich Schwierigkeiten, wenn sie als Energieflüsse dargestellt werden sollten, aber die genaue Zusammensetzung und der Energiegehalt der Produkte unklar waren. Im Falle der Milchproduktion traf dies auf Kategorien wie *New Milk Cheese* und *Two Meal Cheese* zu. Die auf Basis der Daten Kings errechneten Ergebnisse waren in hohem Maße unplausibel. In diesem Fall wurde über die Milchleistung ein Alternativzugang gewählt.

Kings Daten gehen auf keine systematischen Erhebungen zurück, deshalb ist es auch nicht verwunderlich, dass einige seiner Angaben von rezenten Wissenschaftlern aus historischer Distanz als unplausibel kritisiert wurden. In diesem Falle wurden für die vorliegende Arbeit Plausibilitätsuntersuchungen durchgeführt, z.B. durch die Erstellung einer Futterbilanz und dann für die vorliegenden Berechnungen verwendet.

Aufgrund der mangelhaften Datenverfügbarkeit wurde auf „weiche“ Daten, Schätzungen und Annahmen zurückgegriffen. Um deren Plausibilität und Konsistenz zu überprüfen, wurde eine Futterbilanz als Crosscheck vorgenommen, in die Ergebnisse aus fast allen Bereichen der Arbeit einfließen. Für Rinder, Schafe, Schweine und Pferde wurde der Futterbedarf errechnet. Die übrigen Nutztierkategorien wurden aufgrund ihrer untergeordneten Stellung bewusst nicht berücksichtigt.³⁶ Der Futterbedarf wurde über Milchleistungen bzw. Gewichtsangaben der jeweiligen Nutztierkategorie berechnet (Löhr 1951, Haberl et al. 2007 a). Dem wurden aufkommenseitig die im Rahmen der DE bereits berechneten Produkte gegenübergestellt: Heu von Acker- und Dauerwiesen, Weidefutter von Hutungen, Kulturweiden, Brachflächen und Waldweiden, außerdem wurden von Ackerflächen Stroh (exklusive des Einstreubedarfs) und in geringem Maße Feldfrüchte (Overton und Campbell 1999) verfüttert. Einander gegenübergestellt müssen Futterbedarf und -aufkommen ein plausibles Bild ergeben.

³⁶ Der Futterbedarf von Ziegen, Hasen, Kaninchen und Geflügel wurde für 1700 errechnet und stellt 0,85% des Gesamtfutterbedarfs dar.

4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den Veränderungen der Landnutzung und des Viehbestandes (Kapitel 4.1) dargestellt, um darauf aufbauend im Kapitel 4.2 die Ergebnisse der Berechnungen der Biomasse- und Energieflüsse zu beschreiben. Der Aufbau dieses Kapitels ist somit nicht völlig analog zu der vorgenommenen Gliederung im Methodenteil (Kapitel 3) dieser Arbeit. Dieser Nachteil im formalen Aufbau der Arbeit wird aber zugunsten besserer Verständlichkeit in Kauf genommen.

4.1 Landnutzung und Viehbestand

Wie bereits in Kapitel 3.3 erwähnt, werden im Folgenden nicht nur Veränderungen von neun verschiedenen Landnutzungskategorien zu verschiedenen Zeitpunkten beschrieben, sondern auch die Entwicklungen von Faktoren, die mit der Landnutzung assoziiert sind. Nach der Darstellung von allgemeinen (Kapitel 4.1.1) und speziellen (Kapitel 4.1.2 und 4.1.4) Veränderungen in der Flächennutzung werden die Ergebnisse der Recherchen zur Anzahl der Nutztiere präsentiert (Kapitel 4.1.5).

4.1.1 Flächennutzung allgemein

Der zentrale Stellenwert der Landwirtschaft in der englischen Gesellschaft zu Beginn des 18. Jahrhunderts zeigt sich auch deutlich in der Flächennutzung (Abbildung 10). Vergleicht man die zwei größten Flächennutzungskategorien das Ackerland und das Grünland³⁷ zeigt sich im Jahr 1700 folgendes Bild: Das Ackerland bedeckt als größte Flächennutzungskategorie 29,4% der Landesfläche. Fast ebenso bedeutend ist die Grünlandnutzung über Wiesen und Weiden mit 26,8%. Diese wird bis zur Jahrhundertwende massiv ausgeweitet und löst bereits in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts das Ackerland als wichtigste Landnutzungskategorie ab. Diese Vorrangstellung bleibt durch massive Zuwächse vor allem bis in die ersten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts bestehen, obwohl auch die Ausdehnung des Ackerlandes bis in die Mitte

³⁷ Die Einteilung nach Ackerland und Grünland wird der in der Literatur übliche Kategorisierung angepasst. So fällt die Nutzung von Ackerwiesen in die Landnutzungskategorie Acker und unter Grünland werden Wiesen und Weiden verstanden, nicht aber extensiv genutzte Hutungen. Letztgenannte Landnutzungskategorie wird weiter unten im Text noch genauer besprochen.

des 19. Jahrhunderts auf 36,9% der Landesfläche vorangetrieben wird. Diese starken Zuwächse von Acker- und Grünland markieren die auffälligsten Veränderungen in der Entwicklung der Landnutzung. Zusammengerechnet wachsen diese Kategorien während der Untersuchungsperiode um 42%, oder absolut gesehen um 3,56 Mio. ha. Werden im Jahr 1700 56,2% des Landes landwirtschaftlich genutzt³⁸, sind es 150 Jahre später sogar 79,7%. Der größere Wachstumsanteil ist dabei auf Ausweitung des Grünlands zurückzuführen und findet mit Gesamtzuwächsen von 60% gemessen am Ausgangswert von 1700 bis ins Jahr 1850 statt. Wobei festzuhalten ist, dass die Ausdehnung des Grünlands rasant bis zum Datenpunkt im Jahr 1810 anwächst und bis 1850 sogar ein leichter Rückgang zu verzeichnen ist.

Im Gegensatz dazu zeigt in der Untersuchungsperiode die Kategorie Ackerland die bei Weitem größte Ausdehnung in der Mitte des 19. Jahrhunderts. Diese Zuwächse finden vor allem in den vier Jahrzehnten nach 1810 statt. In dieser Zeit werden zusätzlich zu den bisher genutzten 30,2% der Landesfläche weitere 6,9%, oder 1,01 Mio. ha ackerbaulich genutzt.

Die in Form von Grün- und Ackerland genutzte landwirtschaftliche Fläche wächst in der gesamten Untersuchungsperiode insgesamt um 3,56 Mio. ha bzw. 23,5% der Gesamtfläche Englands und Wales. Dieser enormen Ausweitung steht ein Rückgang der anderen Landnutzungskategorien gegenüber. Allmendeflächen, Parks, Wälder, aber auch Hutungen stellen ein knappes Drittel der Gesamtlandesfläche am Beginn der Untersuchungsperiode. Am Ende machen diese nach einem Rückgang um 25,1% nur noch 8% der Gesamtfläche aus. Zu beachten ist bei diesen Zahlen, dass auch Allmendeflächen, Parks, Wälder und Hutungen vor ihrer Umwidmung landwirtschaftlich genutzt wurden, wenngleich auch bedeutend extensiver. Die oben beschriebenen Veränderungen der Flächennutzung stellen deshalb auch in erster Linie eine Intensivierung dar, die zu einer weiteren Steigerung des Outputs beitragen.

Zur Landnutzungskategorie der Wälder ist zu sagen, dass sie bereits zu Beginn der Untersuchungsperiode aufgrund massiver Abholzungen einen sehr geringen Anteil an der Landesfläche einnahmen. Außerdem findet sich neben der Kategorie der Hoch- und

³⁸ Auch hier werden nur Ackerland- und Grünlandnutzung im engeren Sinne gemeint. Flächennutzungskategorien wie Hutungen und Waldweide werden hier nicht inkludiert.

Niederwälder im Jahr 1700 auch die Kategorie Parks, Wälder und Allmenden. Welchen Anteil Wälder in dieser recht kleinen Sammelkategorie hatten ist nicht mehr zu eruieren.

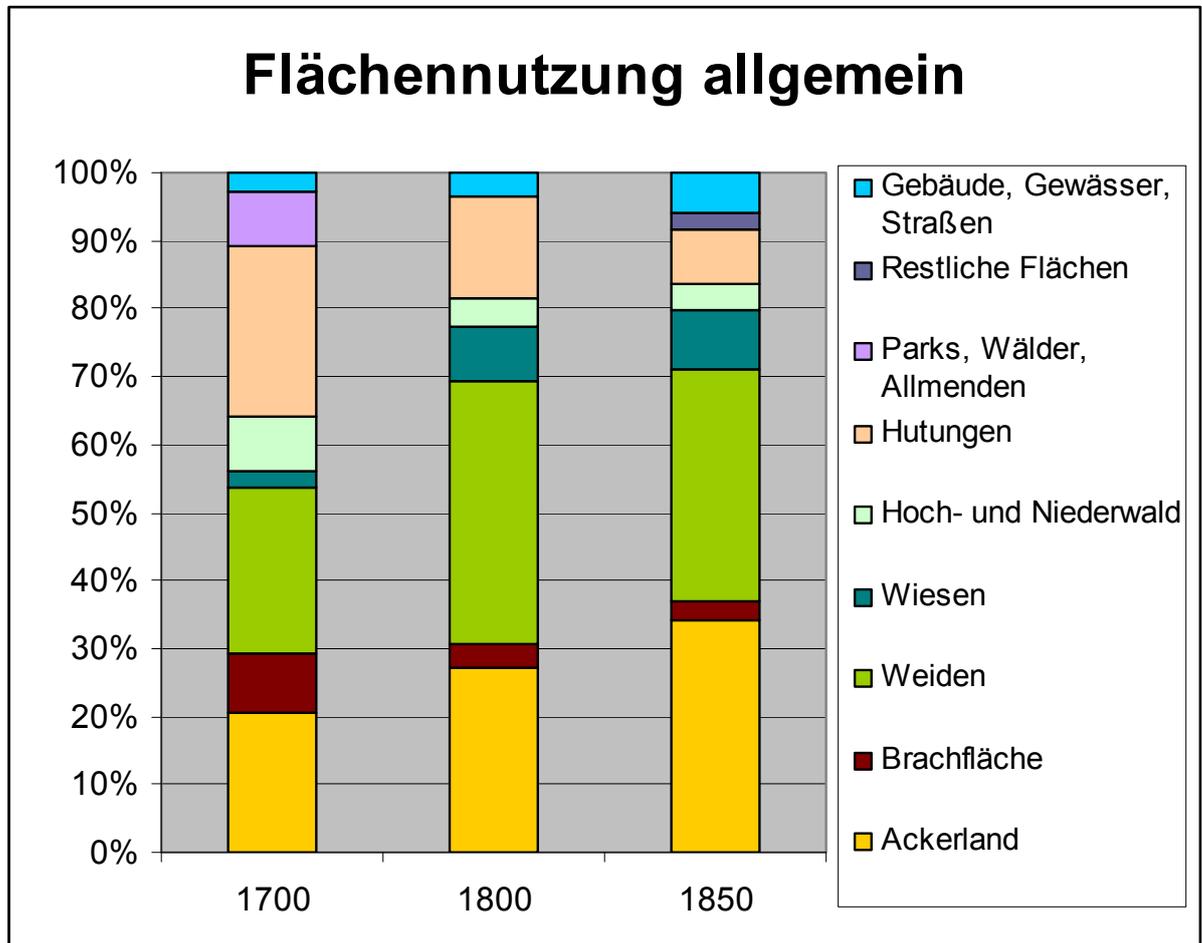


Abbildung 10: Flächennutzung allgemein in Prozent

Anmerkung: Die Kategorien „Parks, Wälder, Allmenden“ und „Restliche Flächen“ kommen nicht in allen drei Datenpunkten vor, siehe Methodenteil

4.1.2 Flächennutzung Acker

Im Folgenden sollen die Veränderungen der Flächennutzung bei Äckern hinsichtlich der Ausdehnung unterschiedlicher Feldfrüchte betrachtet werden. Das stärkste Wachstum ist bei der Anbaufläche von Rüben zu beobachten. Gemessen an der Gesamtfläche verfünffacht sich der Anteil der Anbaufläche von Rüben innerhalb der Untersuchungsperiode. Dieser Anteil ist absolut gesehen jedoch anfangs vergleichsweise gering. Er nimmt im Jahre 1700 3,6% der gesamten Ackerfläche und im Jahre 1850 14,5% ein.

Von einem vergleichbar niedrigen Ausgangswert ausgehend verbreiten sich Ackerwiesen mit einer ähnlich hohen Wachstumsrate insgesamt um den Faktor 4,4 innerhalb der untersuchten 150 Jahre.

Die Fläche, auf der Kartoffeln angebaut werden, stellt im Jahr 1700 mit 40 k ha noch die kleinste untersuchte Flächennutzungskategorie dar. Die Ausdehnung erfährt innerhalb der ersten Untersuchungsperiode absolut gesehen eine Vervierfachung.

Unter den traditionellen Getreidearten, die auch am weitesten verbreitet waren, sind es nur Weizen und Hafer, die zwischen 1700 und 1850 ein Wachstum in ihren Anbauflächen erfahren. Gemessen am Anteil der Gesamtackerfläche verdoppelt sich die Weizenanbaufläche. Dieser Anstieg ist vor allem auf rasante Zuwächse in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts zurückzuführen. Die Anbaufläche von Weizen stellt somit im Jahr 1850 die größte Ackernutzungskategorie dar und ist zu diesem Zeitpunkt mit 1,5 Mio. ha um 80% größer, als die des Hafers, der zweitgrößten Ackernutzungskategorie.

Die Anbauflächen für Hafer wachsen insgesamt um ein Drittel. Dieser Anstieg ist aber bereits zwischen 1700 und 1750 zu verzeichnen, im restlichen Zeitraum verändert sich der Anteil der Anbaufläche kaum noch.

Die anderen ebenfalls großflächig genutzten Getreidearten büßen Anbaufläche innerhalb der Untersuchungsperiode ein. Gemessen an der Anbaufläche wurde im Jahre 1700 auf 769 k ha Gerste angebaut. Die mit Gerste bebauten Flächen stellen zu Beginn der Untersuchungsperiode die größte Flächennutzungskategorie auf den Äckern dar. Diese populäre Rolle verliert der Gerstenanbau bereits in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts und fällt in der Anbaufläche hinter den Weizen-, aber auch hinter den Haferanbau zurück.

In den letzten 50 Jahren der Untersuchungsperiode kommt es noch einmal zu einer moderaten Trendumkehr.

Noch drastischer sind die Rückgänge bei den Flächen für den Roggenanbau. Im Vergleich zur Anbaufläche im Jahr 1700 werden 1850 nur noch 11% der ursprünglichen Fläche bestellt. Bereits 1810 werden nur noch 0,04 Mio. ha Ackerfläche mit Roggen bestellt. Dies entspricht einer Anbaufläche die nur ein Viertel so groß, wie die zweitkleinste Ackernutzungskategorie - den Kartoffeln - ist.

Brachflächen, die durch innovative Anbausysteme vermehrt obsolet werden, nehmen ebenfalls drastisch in ihrer Ausbreitung ab. Wird im Jahr 1700 noch ca. ein Drittel aller Ackerfläche in Brache belassen, sind es im Jahre 1850 nur noch 7,2%. Wichtig festzuhalten ist auch, dass der Rückgang der Brachflächen in den ersten 50 Jahren nach 1700 am stärksten erfolgt.

Resümierend lassen sich zwei große Entwicklungen festhalten, die für die Ausweitung des landwirtschaftlichen Landes wichtig waren. Einerseits die Umwandlung von Allmendeflächen, Wäldern und Hutungen in landwirtschaftliches Land, die mit einer Intensivierung einhergegangen ist und andererseits die effizientere Nutzung des landwirtschaftlichen Landes, indem Brachflächen reduziert wurden.

[Mio. ha]	1700	1750	1800	1810	1850	Vgl. 1700 und 1850 [%]
Weizen	0,57	0,73	1,01	1,17	1,46	+ 0,89
Roggen	0,36	0,20	0,12	0,04	0,04	- 0,32
Gerste	0,77	0,57	0,53	0,53	0,61	- 0,16
Hafer	0,49	0,81	0,81	0,85	0,81	+ 0,32
Bohnen und Erbsen	0,53	0,40	0,49	0,49	0,40	- 0,12
Rüben	0,16	0,40	0,53	0,65	0,81	+ 0,65
Kartoffel	0,04	0,08	0,12	0,16	0,16	+ 0,12
Ackerwiesen	0,20	0,40	0,49	0,69	0,89	+ 0,69
Brachfläche	1,34	0,61	0,54	0,53	0,40	- 0,93
Gesamtes Ackerland	4,45	4,21	4,63	5,10	5,58	+ 1,13

Abbildung 11: Flächennutzung Acker [Mio. ha]

Anmerkung: Daten siehe Methodenteil

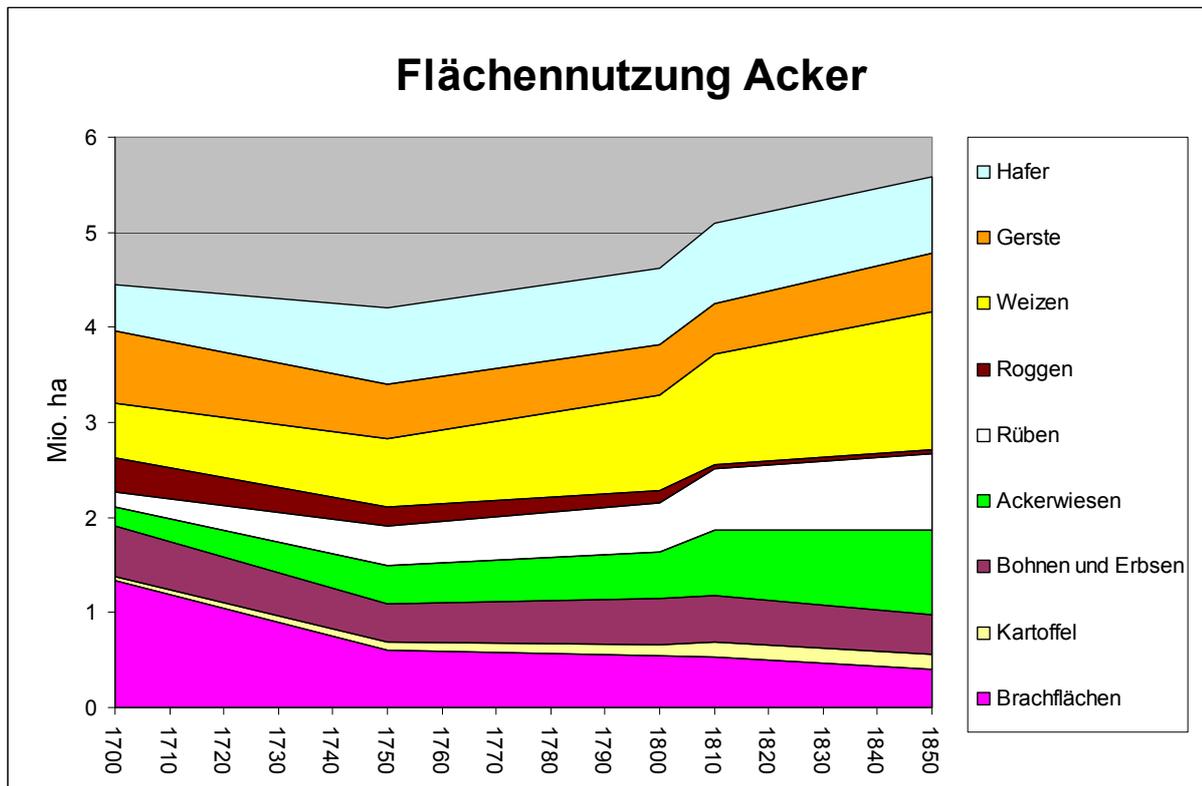


Abbildung 12: Flächennutzung Acker [Mio. ha]

Anmerkung: Daten siehe Methodenteil

4.1.3 Flächennutzung Grünland

Neben den Dauerwiesen und Kulturweiden werden nun auch Hutungen und Ackerwiesen als Grünflächen im weiteren Sinne besprochen. Dabei handelt es sich um Grünflächen, die im Fall der Hutungen besonders extensiv genutzt werden und bei den Ackerwiesen um besonders intensive genutzte Flächen. Die Intensität des Nutzungsgrades von verschiedenen Grünflächen und deren Verbreitung soll auch im folgenden Abschnitt behandelt werden.

In Abbildung 13 ist im Jahr 1700 zu erkennen, dass die Hutungen als besonders extensive Nutzungsform mit 47% der Flächen der gesamten Grünlandnutzung dominiert. Dieses Bild ändert sich massiv, nachdem im Jahre 1800 diese dominierende Rolle den Weiden zu kommt und die Hutungsflächen auf 59% ihres Ausgangswertes schrumpfen. Im Jahr 1850 bedeckt im Vergleich zur Verbreitung im Jahr 1700 nur noch ein knappes Drittel der

Hutungen englischen Boden und sowohl Kulturweiden, wie mittlerweile auch Dauerwiesen sind weiter verbreitet.

Andererseits erkennt man bei besonders intensiv genutzten Grünlandformen deutliche Anstiege. Dauer- und Ackerwiesen nehmen in ihrer Verbreitung über den gesamten Untersuchungszeitraum zusammen um 360% zu. Und an der Verbreitung der Kulturweiden, die extensiver als Acker- und Kulturwiesen, jedoch intensiver als Hutungen genutzt werden, lässt sich auch der allgemeine Trend von Grünlandflächen im weiteren Sinne ablesen: Nach einem Anstieg zwischen 1700 und 1800 kommt es zu einem moderaten Rückgang bis ins Jahr 1850. 1700 wurden knapp über 8.000 km² von Grünland im weiteren Sinne bedeckt. 1800 sind es nach einem Anstieg um ein knappes Viertel ca. 9.800km² und im Jahr 1850 liegt der Wert über dem Wert von 1700 bei knapp 8.600km². Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass in der Untersuchungsperiode besonders extensiv genutzten Hutungsflächen stark in ihrer Verbreitung abnehmen. Gleichzeitig zeigt der Trend für die Verbreitung von intensiv genutzten Grünlandflächen deutlich nach oben.

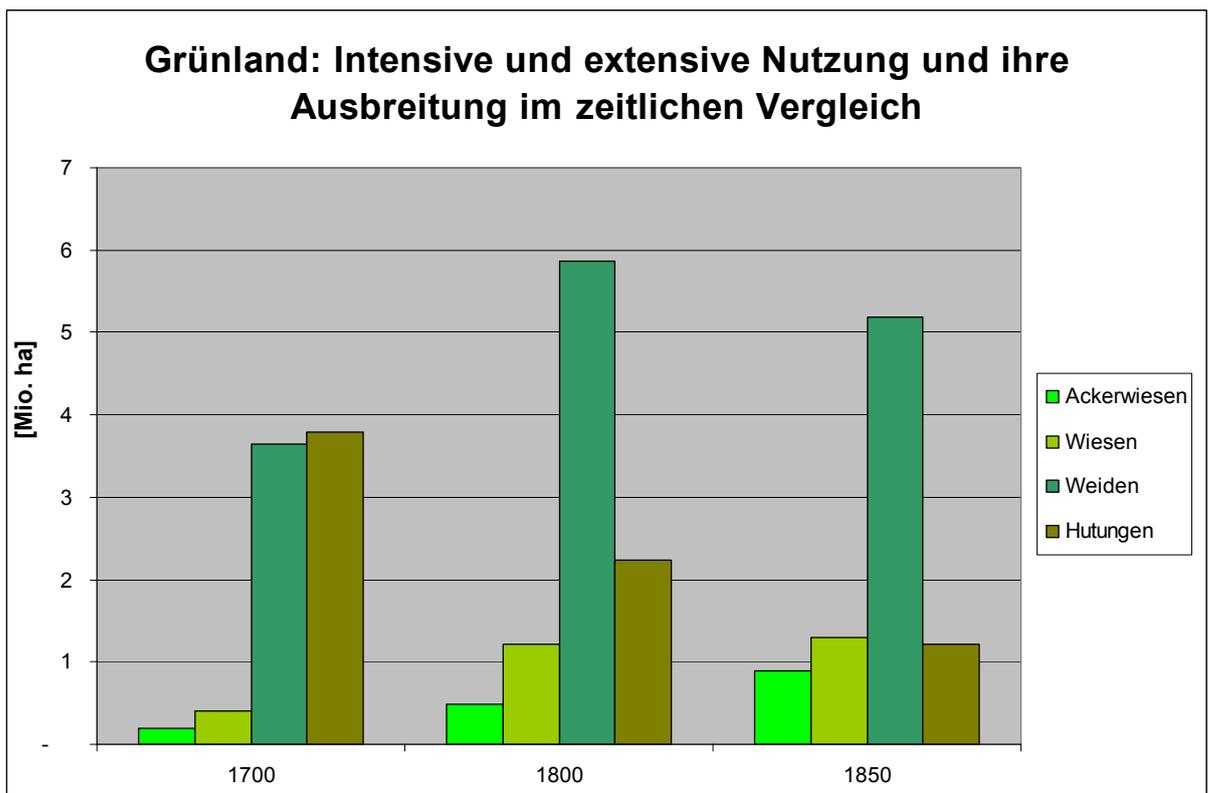


Abbildung 13: Grünlandnutzung: Intensive und extensive Nutzungsformen und ihre Ausbreitung im zeitlichen Vergleich

Anmerkung: Daten siehe Methodenteil

4.1.4 Flächennutzung Gebäude, Gewässer und Straßen

Die Sammelkategorie Gebäude, Gewässer³⁹ und Straßen wächst zwischen 1700 und 1800 um 30% und in den darauf folgenden 50 Jahren um weitere 69%. Es ist also auch hier ein deutlich stärkerer Zuwachs im letzten Drittel der Untersuchungsperiode zu verzeichnen. Über die Zusammensetzung dieser gemischten Kategorie lässt sich aufgrund des Fehlens diesbezüglicher Daten nur spekulieren. Es ist davon auszugehen, dass in dieser aggregierten Kategorie die Gewässer den größten Anteil ausmachen.

Laut Haines-Young und Watkins (1996) lag das Ausmaß der Gewässer und Feuchtgebiete im Jahr 1947, also knapp 100 Jahre nach Ende der Untersuchungsperiode noch immer bei ca. 197 k ha. Verglichen mit dem damaligen Wert entspricht der Wert von 1947 ca. der Hälfte der Ausdehnung der gesamten Kategorie von 1700.

Auf Grund der natürlichen Grenzen der flächenlimitierten Produktionsweise wurde versucht zusätzliches Land in die Produktion aufzunehmen. Zu diesem Zweck wurden während dieser agrarischen Landnahme auch Feuchtgebiete trockengelegt (Marshall et al. 1978). Aber auch die Regulierung von Flüssen führte dazu, dass die Fläche, die Gewässer bedeckten mit der Zeit abnahmen. Dieser Prozess begann bereits während der Untersuchungsperiode (Overton 1998). Aus diesen Gründen ist von einem abnehmenden Anteil der Gewässerflächen innerhalb der Sammelkategorie Gebäude, Gewässer und Straßen auszugehen.

Auch für den Anteil der Strassen innerhalb dieser Kategorie stehen keine Daten zur Verfügung. Versucht man nun den Anteil der Strassen innerhalb dieser Sammelkategorie abzuschätzen, helfen folgende Überlegungen. Für das Jahr 1830 besteht eine Schätzung zur Länge des Straßennetzes (Bogart 2005). Geht man von einer durchschnittlichen Straßenbreite von 8m aus, lässt sich die Straßenfläche für das Jahr 1830 berechnen. Interpoliert man nun die Ausdehnung der Sammelkategorie Gebäude, Gewässer und Straßen, um die gesamte Ausdehnung für das Jahr 1830 zu berechnen, lässt es sich mit der Anteil der Straßenfläche an der gesamten Sammelkategorie Gebäude, Gewässer und Straßen abschätzen. Der so berechnete Anteil beträgt ca. ein Fünftel.

³⁹ Es ist davon auszugehen, dass die Subkategorie „Gewässer“ nicht nur diese im engeren, herkömmlichen Sinne meint, sondern auch Feuchtgebiete, die im Übergangsbereich zwischen trockenen und dauerhaft feuchten Ökosystemen liegen mit einschließt.

Dieser Abschätzung zufolge ist davon auszugehen, dass die relative Ausdehnung des Straßennetzes in dieser Sammelkategorie eine untergeordnete Rolle einnimmt, deren Anteil jedoch im Laufe der Untersuchungsperiode zunimmt. Ebenso lässt sich daraus folgern, dass der Anteil an der Ausdehnung der Flächennutzungssubkategorie der Gebäude im Vergleich zu den anderen Subkategorien vergleichsweise hoch war, der im Verlauf der Untersuchungsperiode weiter anstieg.

4.1.5 Viehbestand

Wie in Tabelle 8 zu sehen ist, nimmt der Gesamtbestand der Nutztiere zu den untersuchten Zeitpunkten kontinuierlich zu. Insgesamt kommt es zu einem 14%igem Wachstum bis ins Jahr 1800 und von dieser Ausgangsbasis nimmt er in den weiteren 50 Jahren noch einmal um 31% zu. Aussagekräftiger als der allgemeine Trend der den Zuwachs des Nutztierbestandes beschreibt, ist die Betrachtung der einzelnen Kategorien nach Nutztierarten. Abgesehen von der Kategorie der Hasen, die für die Forschungsfrage in dieser Arbeit keine besonders relevante Rolle spielen, da sie weder hohen materiellen oder energetischen Input benötigen, noch hohen diesbezüglichen Output erbringen, steigt die Anzahl der Schafe am deutlichsten. Bis ins Jahr 1800 wächst der Bestand der Schafe um 16%. Dieser Zuwachs ist umso bedeutender, wenn man sich vor Augen führt, dass das Niveau von dem dieser Anstieg erfolgt bereits 1700 enorm hoch liegt. Verglichen mit dem ersten Datenpunkt beweiden ca. 1.729.000 zusätzliche Schafe die Weiden Englands.

Bei Schweinen und Rindern kommt es nur zu leichten Zuwächsen von 2% bzw. 4% bis ins Jahr 1800. Absolut gesehen fällt die Anzahl der Pferde in dieser Zeitspanne.⁴⁰ Unterscheidet man aber zwischen landwirtschaftlichen Pferden und sonstigen Pferden, schrumpft die Anzahl letzterer von 680.000 auf ca. 378.000 und nimmt somit um 44% ab. Die Anzahl der landwirtschaftlichen Pferde hingegen wächst von einem Ausgangswert von 520.000 um 19%. Diese Entwicklung setzt sich in den letzten 50 Jahren der Untersuchungsperiode fort und sowohl der Bestand landwirtschaftlicher, wie auch sonstiger Pferde wächst um ca. ein Drittel auf 814.000 bzw. 495.000 Tiere. Doch auch in dieser Zeitspanne dominiert der Zuwachs der Schafe. Im Vergleich zum Jahr 1800 wuchs

⁴⁰ Der Entwicklungstrend der Pferdepopulation wirkt unplausibel, da auch in der Literatur von einem erhöhten Bedarf an Pferden ausgegangen wird. Die Zahlen, die sich diesbezüglich finden lassen, zeigen jedoch einen gegenteiligen Trend an.

der Bestand der Schafe um ganze 47%. In Bezug gesetzt mit dem Bestand im Jahr 1700 werden sogar Zuwächse um 70% verzeichnet. Aber auch die zweitgrößte Nutztiergattung, die der Rinder, wächst bis ins Jahr 1850 von ca. 2.864.000 auf ca. 3.422.000 um ein knappes Fünftel. Die Anzahl der Schweine steigt zwar leichter jedoch auch um 14%.

[1.000 Stk.]	1700	1800	1850
Rinder	2.800	2.864	3.422
Schafe	11.000	12.729	18.700
Schweine	2.000	2.082	2.364
Pferde	1.200	999	1.309
Hasen	2.000	3.000	2.500

Tabelle 8: Nutztierbestand

Anmerkung: Daten aus Holderness 1989, Turner 1998, John 1989, eigene Berechnungen

Vergleicht man die Phase zwischen Anfang und Ende des 18. Jahrhunderts mit der zweiten Phase zwischen 1800 und der Mitte des 19. Jahrhunderts lässt sich feststellen, dass es bei letzterer deutlich stärkere Wachstumsraten gab. Bei Rindern unterscheiden sich die Zuwachsraten am deutlichsten. In der zweiten Phase wachsen sie um den Faktor 17 schneller als in der ersten. Aber auch bei Schweinen und Schafen zeigen sich deutlich unterschiedliche Zuwachsraten, die sich um den Faktor 6,6 bzw. 6 unterscheiden. Trotz der Abnahme der Hasen- und Pferdepopulation zeigt sich ein schnelleres Wachstum in der Zeitspanne zwischen 1800 und 1850. Im Vergleich zum Wachstum zwischen 1700 und 1800 ist es 4,3-mal größer. Bei diesem Vergleich der absoluten Zuwächse in Prozent pro Zeiteinheit, ist zu beachten, dass die Größenordnungen außer Acht gelassen werden und nur ein Verhältnis der beiden Wachstumsraten ausgedrückt wird.

4.2 Ergebnisse: Biomasse- und Energieflüsse

Anlehnend an die Strukturierung des Methodenteils (Kapitel 3.2) behandelt das folgende Kapitel die Ergebnisse der Berechnungen der verschiedenen Material- und Energieflüsse. Vergleicht man diese Ergebnisse miteinander, sieht man, dass keine großen Unterschiede in der materiellen und der energetischen Darstellungsform auftreten. Grund hierfür stellen die vergleichsweise geringen Unterschiede in den Brennwerten dar – also der in der Biomasse enthaltenen thermischen Energie. Um Redundanzen zu vermeiden werden deshalb im Folgenden nur die Ergebnisse der berechneten Energieflüsse besprochen. Wenn nicht anders angeführt, werden die Resultate der Berechnungen in Terrajoule [TJ] angegeben.

4.2.1 Inputs

Wie bereits in Kapitel 3.2. dargelegt, werden im folgenden Teil die Inputs in das gesellschaftliche System beschrieben: Diese Inputs bestehen zum einen aus der *Domestic Extraction* (DE), der Entnahme von Biomasse aus der Naturkolonie, und zum anderen aus den Importen, die als ein Teil der gesellschaftliche Austauschbeziehungen zu anderen Sozioökonomien zu verstehen sind.

4.2.1.1 Domestic Extraction - Pflanzliche Produktion

Insgesamt kommt es innerhalb der Untersuchungsperiode zu einem massiven Anstieg der inländischen Entnahme an Biomasse über Ernte und Weide, die darin enthaltene Energie steigt zwischen 1700 und 1850 um ca. ein Drittel. Es ist natürlich nicht anzunehmen, dass dieser Zuwachs einen stetigen Charakter hatte. Aufgrund der wenigen Datenpunkten können nur allgemeine Aussagen gemacht werden. Zwischen 1700 und 1800 kommt es im Durchschnitt zu jährlichen Wachstumsraten von 0,2%. Zwischen 1800 und 1850 fällt dieses durchschnittliche jährliche Wachstum mit Raten von 0,15% geringer aus.

Domestic Extraction [TJ]	1700	1800	1850
Hutungen	179.011	80.159	43.398
Kulturweiden	160.271	294.020	226.214
Stroh	85.628	133.078	196.001
Feldfrüchte	63.290	112.838	169.725
Brachflächen	59.762	26.078	20.283
Dauerwiesen	22.309	42.439	54.381
Ackerwiesen	9.431	27.858	63.842
Waldweide	8.252	4.401	4.126
Andere (Hortikulturen, Fisch)	231	396	766
Gesamt	588.201	721.284	778.757
Prozentuelle Zusammensetzung der DE			
Hutungen	30,4%	11,1%	5,6%
Kulturweiden	27,2%	40,8%	29,0%
Stroh	14,6%	18,5%	25,2%
Feldfrüchte	10,8%	15,6%	21,8%
Brachflächen	10,2%	3,6%	2,6%
Dauerwiesen	3,8%	5,9%	7,0%
Ackerwiesen	1,6%	3,9%	8,2%
Waldweide	1,4%	0,6%	0,5%
Andere (Hortikulturen, Fisch)	0,0%	0,1%	0,1%

Tabelle 9: Domestic Extraction und ihre prozentuelle Zusammensetzung

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen, bzw. siehe Methodenteil

Als erstes soll die Zusammensetzung der DE zu den verschiedenen Zeitpunkten betrachtet werden. Hier fällt zunächst auf, dass im Jahr 1700 die Weide auf Hutungen und auf Kulturweiden mit Anteilen von 30,4% bzw. 27,2% zusammen deutlich mehr als die Hälfte der Energie der gesamten entnommenen Biomasse repräsentieren. Auf Ackerland geerntetes Stroh stellt die drittgrößte Kategorie mit 14,6% und Feldfrüchte die viertgrößte Kategorie mit 10,8%. Stroh und Feldfrüchte machen daher nur einen relativ geringen Anteil aus.

Ein Jahrhundert später stellt die Weidenutzung auf Kulturweiden mit 40,8% den mit Abstand größten Anteil bei der Entnahme an inländischer Biomasse dar und spiegelt nicht Ernteertragssteigerungen, sondern vor allem Landnutzungsveränderungen (Vgl. Kapitel 5.2) wider. Eine solche Änderung stellt unter anderem die Umwandlung extensiv genutzter Hutungen in Kulturweiden dar. Der Energiegehalt der allein auf diesen Flächen geweideten Biomasse liegt in der gleichen Größenordnung, wie die der aufsummierte Ernte der Äcker

in Form von Feldfrüchten, Stroh, dem Heu der Ackerwiesen und der Weide auf Brachflächen, die gemeinsam 41,6% der entnommenen Biomasse darstellen. Die Entnahme von Biomasse auf den Flächen der Hutungen ging durch den starken Flächenrückgang rasant zurück und ihr Energiegehalt beträgt im Jahr 1800 nur noch ca. 11% der gesamten entnommenen Biomasse.

Bei Kulturweiden sind ebenfalls deutliche Veränderungen im Anteil der in der entnommenen Biomasse enthaltenen Energie zu verzeichnen. In ihrem Fall ist nach einem Anstieg in den ersten hundert Jahren ein massiver Rückgang um 11,7% zu bemerken.

Im Gegensatz zu den Entwicklungen bei den Kulturweiden steigen in den letzten 50 Jahren des Untersuchungszeitraumes die Anteile des Strohs und der Feldfrüchte zusammen um knappe 13%.

Die Energie, die durch die Entnahme des geernteten Heus auf Ackerwiesen Eingang in den biophysischen Teil der Gesellschaft fand, verzeichnet die stärksten durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten unter allen Kategorien. In der Zeitspanne zwischen 1700 und 1800 kommt es zu einer Verdreifachung des Energiegehalts der entnommenen Biomasse mit durchschnittlichen jährlichen Zuwachsraten von 1,1%, zwischen 1800 und 1850 zu einem Zuwachs der in der DE enthaltenen Energie um knapp 230% mit jährlichen Wachstumsrate von 1,7%. Die in der Biomasse enthaltenen Energie von Ackerwiesen ist zu Beginn der Untersuchungsperiode mit 1,6% der gesamten DE der Biomasse vergleichsweise gering. Durch die massiven Zuwächse beträgt dieser Anteil am Ende der Untersuchungsperiode jedoch bereits 8,2% der Energie, die in der gesamten entnommenen Biomasse enthalten ist.

Auffallend sind weiters die Veränderungen am Anteil des Energiegehalts der entnommenen Biomasse, die bei der Kategorie der Hutungen stattfinden. Durch ihre Größenordnung spielen die Hutungen im Vergleich zu den eben beschriebenen Ackerwiesen eine wesentlich bedeutsamere Rolle bei der DE. Im Laufe der Untersuchungsperiode sinkt der Anteil von Hutungen um ein knappes Viertel des ursprünglichen Anteils an der DE. Die durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten belaufen sich in der Zeitspanne zwischen 1700 und 1800 auf -0,8% und in der Zeitspanne zwischen 1800 und 1850 sogar -1,22%.

Die Energie, die über die Weide auf Brachflächen gewonnen wird, stellt einen weiteren bedeutsamen Anteil der DE. Im Jahr 1700 liegt ihr Anteil bei 10,2%, in einer

Größenordnung, die vergleichbar mit dem Anteil der Feldfrüchte ist. Dieser Anteil sinkt in dieser Zeitspanne bis ins Jahr 1800 noch rascher als der der Hutungen mit einer durchschnittlichen Wachstumsrate von -0,83% und stellt im Jahr 1850 nur noch 2,6% der gesamten DE dar. Festzuhalten ist auch, dass der Rückgang mit durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten von -0,5% in diesen fünf Jahrzehnten weniger schnell von statten geht, als im Jahrhundert zuvor.

Die Entnahme von Biomasse über Waldweide stellt ebenfalls eine sich rückläufig entwickelnde Kategorie am Anteil der DE und auch absolut dar. Auffällig ist auch, dass die fast 50%ige Abnahme bereits in den ersten hundert Jahren stattfand und danach nur noch marginal weiter sinkt. In diesem Kontext ist auch das geringe anfängliche Niveau der Energie, die über Waldweiden entnommen wird zu beachten. Am Anfang der Untersuchungsperiode beträgt der Anteil weniger als 1,5% und sinkt bis ins Jahr 1850 weiter.

Den kleinsten Anteil an der Energie der DE macht die Kategorie, die sich aus der Biomasseentnahme über Fischfang und Hortikultur ergibt, aus – ihr Anteil an der DE beträgt über die gesamte Untersuchungsperiode weniger als 0,1%.

Domestic Extraction [TJ]	1700	1800	1850
Acker	218.112	299.852	449.850
Grünland	361.591	416.619	323.993
Wald	8.252	4.401	4.126
Sonstige Biomasseflüsse	231	396	766
Gesamt	588.201	721.284	778.757

Tabelle 10: Nach Kategorien aggregierte Darstellungsform der Domestic Extraction

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen, bzw. siehe Methodenteil

Fasst man nun wie im Methodenteil (Siehe Abbildung 8) beschrieben, die unterschiedlichen Subkategorien in die Kategorien Acker, Grünland, Wald und sonstige Biomasseflüsse (Fischfang, Hortikulturen) zusammen, zeigt sich ein überschaubareres Bild (Tabelle 10). In die Kategorie Acker fällt die Ernte von Feldfrüchten, Stroh und dem Heu auf Ackerwiesen, genauso wie die Weide auf den brach liegenden Ackerflächen. Die gesamte Entnahme der Biomasse in der Kategorie Grünland setzt sich aus der Weide auf Hutungen und Kulturweide sowie dem geerntetem Heu auf Dauerwiesen zusammen. Die Kategorie Wald besteht ausschließlich aus der über Waldweide entnommenen Biomasse.

Die Kategorie der sonstigen Biomasseflüsse setzt sich aus der Biomasseentnahme über Fischfang und Hortikultur zusammen.

Zu Beginn der Untersuchungsperiode dominiert eindeutig die Entnahme von Biomasse von Grünflächen, deren Anteil am Energiegehalt der DE um zwei Drittel größer ist, als jene der Ackerflächen. Nach beträchtlichen Zuwächsen in beiden Kategorien nimmt dieser Abstand bis ins Jahr 1800 ab, beträgt jedoch weiterhin noch 40%. Im Jahr 1850 hat sich das Verhältnis bereits umgekehrt. Die Entnahme von den Ackerflächen beträgt knappe 450.000 TJ, wohingegen die DE vom Grünland auf ca. 323.000 TJ zurückgeht. Dies ist ein Rückgang um 22% verglichen mit dem Wert von 1800, der somit sogar 10 % unter dem Ausgangswert von 1700 liegt. Die DE der Ackerflächen verzeichnete jedoch in der gesamten Untersuchungsperiode mehr als eine Verdoppelung, wobei die jährlichen Wachstumsraten verglichen zu den ersten 100 Jahren in den letzten 50 Jahren sogar mehr als 2,5-mal so hoch waren.

Generell lässt sich auch feststellen, dass die Veränderungen am Anteil der DE in den 50 Jahren zwischen 1800 und 1850 stärker waren, als in den gesamten 100 Jahren zuvor.

4.2.1.2 Domestic Extraction – Futtermittel

Ein weiterer Aspekt, der an dieser Stelle beleuchtet werden soll, betrifft die Ernährung der Nutztiere und die Frage, von welchen Quellen die dafür nötige Biomasse, bzw. die in ihr enthaltene Energie kommt. Generell lässt sich zur Beantwortung dieser Frage eine grobe Unterteilung treffen in Futterquellen von Ackerland und Grünflächen. Zu der ersten Kategorie werden in diesem Kontext Futterstroh, Grünfütter von Ackerwiesen, verfütterte Feldfrüchte, sowie die Weide auf brach liegenden Ackerflächen gezählt. Demgegenüber stehen Grünflächen, hier finden sich Dauerwiesen, Kulturweiden und Hutungen. Aber auch Waldweiden, die zu allen drei Zeitpunkten nicht mehr als 2% des Gesamtfutteraufkommens ausmachen, werden in diesem Kontext aus pragmatischen Gründen zu den Grünflächen gezählt.

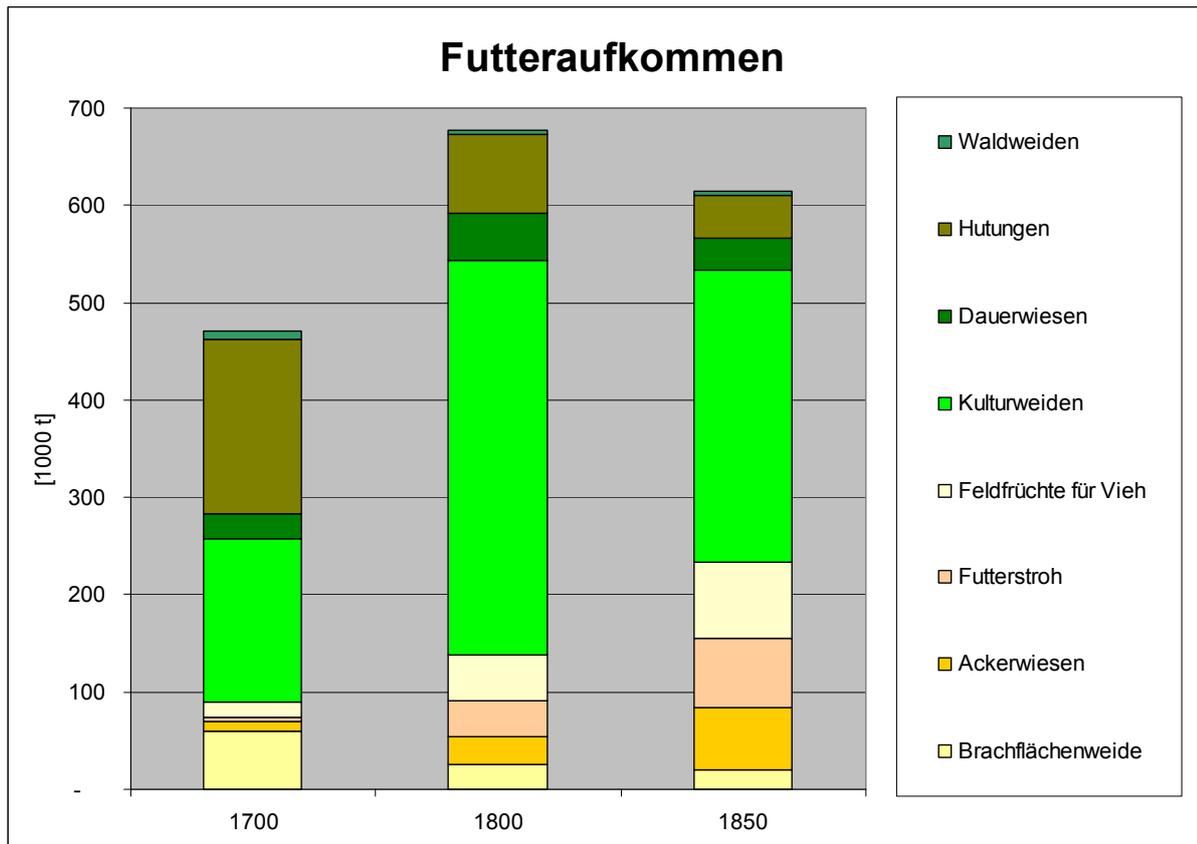


Abbildung 14: Futteraufkommen

Anmerkung: Daten siehe Methodenteil

Bevor der oben gestellten Frage nachgegangen wird, fällt zunächst auf, dass nach einer Steigerung des Gesamtfutteraufkommens zwischen 1700 und 1800 um ca. 44%, der Wert bis ins Jahre 1850 jedoch um knapp 10% sinkt. Zurückzuführen ist dieser Rückgang in erster Linie auf die Rückgänge in der Verbreitung von Grünlandflächen. Zwischen 1700 und 1800 verzeichnet die Kategorie der Hutungen bereits massive Rückgänge. In der Zeitspanne zwischen 1800 und 1850 kommt es sogar bei allen Grünlandkategorien zu einem Rückgang des Energieaufkommens. Generell muss diese Frage auch im Zusammenhang einer zunehmenden Intensivierung der Landwirtschaft gesehen werden, in diesem Kontext kommt es im konkreten Fall zu einer Ausdehnung der Ackerflächen auf Kosten des Grünlands.

Durch neue landwirtschaftliche Anbaumethoden wird die Möglichkeit geschaffen verstärkt Brachzeiten zu reduzieren. Dementsprechend kommt es auch bei der dazugehörigen Kategorie, der Weide auf Brachflächen zu Rückgängen. Dies ist jedoch die einzige Kategorie, die dem Ackerland zugeordnet wird, die Rückgänge verzeichnet. In allen

übrigen Ackerlandkategorien kommt es zu einer deutlichen Ausweitung des Futteraufkommens.

Betrachtet man nun die energetische Seite dieser Frage genauer, sieht man folgende Entwicklungen. Die Energie im Futteraufkommen vom Ackerland steigt zwischen 1700 und 1800 von knapp 90 PJ auf knapp 137 PJ. Im Zeitraum zwischen 1800 und 1850 sind die absoluten Zuwächse sogar doppelt so groß und lassen diesen Wert auf 234 PJ anwachsen. Andererseits muss auch festgehalten werden, dass selbst nach diesen massiven Zuwächsen die Rolle der Grünflächen bei weitem wichtiger in der Ernährung der Nutztiere ist. Die Energie die im Jahre 1850 über Ackerflächen gewonnen werden kann entspricht nur ca. 60% des Wertes von den Grünflächen im Jahre 1700. Interessant bei der Entwicklung des Futteraufkommens der Grünflächen ist auch, dass nach Zuwächsen bis ins Jahr 1800 auf den Wert von 540 PJ der Wert bis ins Jahr 1850 wieder auf den Ausgangswert von 1700 mit ca. 380 PJ zurückfällt. Die Zusammensetzung verändert sich jedoch deutlich. Am auffälligsten sind auch hier Folgeerscheinungen eines Intensivierungsprozesses, in dem extensiv genutzte Hutungen in deutlich intensiver genutzte Dauerwiesen und Kulturweiden umgewandelt wurden.

4.2.1.3 Importe

Wie im Methodenteil bereits beschrieben wurde, ist die Datengrundlage, auf die zurückgegriffen werden kann im Falle der Importe sehr dünn. Deshalb mussten für die Datenpunkte 1800 und 1850 Daten verwendet werden, die sich nicht auf das Untersuchungssystem England und Wales beziehen, sondern auf Großbritannien für das Jahr 1800 und auf das Vereinigte Königreich für das Jahr 1850. Die Daten, die im Anschluss beschrieben werden, stellen somit für die beiden letzten Datenpunkte eine Überschätzung dar (Vgl. Kapitel 3.2.1.2).

Betrachtet man die in den importierten Waren enthaltene Energie, die aus dem Nahrungs- und Futtermittelbereich⁴¹ stammen, die in Tabelle 11 abgebildet sind, zeigt sich ein massiver Anstieg innerhalb der Untersuchungsperiode. Nachdem sich der Wert in den ersten 100 Jahren um den Faktor 6,7 erhöht hat, kommt es innerhalb der letzten 50 Jahre

⁴¹ Da die Nahrungsmittel im Außenhandel quantitativ deutlich bedeutender waren als Futtermittel, wird zugunsten der Verständlichkeit im Weiteren nur von Nahrungsmittel gesprochen.

sogar zu mehr als einer Verachtfachung. Berechnet man die durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten zeigt sich für die gesamte Untersuchungsperiode ein Wachstum von 2,7%, wobei sie im ersten Jahrhundert 1,9% beträgt und in der Zeitspanne zwischen 1800 und 1850 auf 4,3% hinaufschnellt.

Da der Import in den untersuchten Kategorien noch wenig weit entwickelt war, finden sich in den Jahren 1700 und 1800 nur zwei bzw. drei der Sammelkategorien (Tabelle 11). Neben Zucker und alkoholischen Getränken im Jahr 1700 sind das im Jahr 1800 auch Getreide(-produkte). Dies heißt jedoch nicht, dass im Bereich der Nahrungs- und Futtermittel zu diesen beiden Zeitpunkten nur diese Produkte importiert wurden. Auch Getreideprodukte und Kaffee und Tee scheinen bereits in den Statistiken seit dem Jahr 1700 auf. Die importierten Mengen dieser Produkte und die darin enthaltene Energie sind jedoch von so geringem Ausmaß, dass sie nicht Eingang in die Tabelle 11 fanden.

Eine bemerkenswerte Entwicklung zeigt sich bei genauerer Betrachtung der Produktkategorien Getreide(-produkte) und Zucker. In den Jahren 1700 und 1800 stellt die im importierten Zucker enthaltene Energie den höchsten Anteil der in den Importen von Futter- und Lebensmitteln enthaltenen Energie. Und trotz der deutlichen Steigerung der Zuckerimporte und damit auch der darin enthaltenen Energie, sind die Steigerungen bei der Kategorie Getreide(-produkte) sogar noch stärker.

Weiters zeigt die Betrachtungsweise der Energieflüsse auch, dass der Import tierischer Produkte in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts schlagartig wichtiger wird, als der Import von alkoholischen Getränken, der im Gegensatz zu den erstgenannten eine sehr lange Tradition besitzt.

Importe [TJ]	1700	1800	1850
Getreide (-produkte)	0	352	18.884
Zucker	414	2.682	6.610
tierische Produkte	0	0	715
Alkoholische Getränke	90	328	686
Früchte	0	0	256
Öle	0	0	125
Kaffe, Tee, Kakao	0	0	32
Importe (Gesamt)	505	3.362	27.308

Tabelle 11: Importe [TJ]

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

Vergleicht man die Größenordnung der inländischen Entnahme an landwirtschaftlicher Biomasse mit der Größenordnung der Importe zeigt sich folgendes Bild: Im Jahr 1700 entspricht die Energiemenge der Importe einem Anteil von 0,1%, für das Jahr 1800 einem von 0,5% und für 1850 einem Anteil von 3,5 % der DE. Es soll aber bereits hier vorweggenommen werden, dass der Anteil der gehandelten Nahrung am Ende der Untersuchungsperiode mit über 20 % einen unverzichtbaren Teil des gesamten Nahrungsaufkommens darstellt. Dieser Aspekt wird ausführlicher in Kapitel 5.3.2.4 diskutiert werden.

4.2.2 Outputs

In der vorliegenden Arbeit wurden die in die Naturkolonie eingebrachte Nutzenergie und die Exporte als Outputs des biophysischen Teils der Gesellschaft quantifiziert. Die Berechnung der Energieflüsse in Form der Nutzenergieoutputs in das Agrarökosystem umfasst die geleistete tierische und menschliche Arbeit. Die der Exporte beinhalten nur die der gehandelten Nahrungs- und Futtermittel. Die Ergebnisse dieser Berechnungen werden im Folgenden dargestellt.

4.2.2.1 Nutzenergie

Die aufgebrauchte Nutzenergie, die in das Agrarökosystem investiert wird, dient als Vorleistung, um die Naturkolonie in einem bestimmten gewünschten Zustand zu bewahren, der notwendig ist, um die materiellen Bedürfnisse der Gesellschaft zu decken (Fischer- Kowalski und Erb 2006). Die Nutzenenergie als Output in die natürliche Umwelt setzt sich im konkreten Fall aus menschlicher und tierischer Arbeit zusammen. Der Anteil der nicht von Mensch und Tier geleisteten maschinellen Arbeit wird hier aufgrund seiner vernachlässigbar geringen Größe während der Untersuchungsperiode nicht angegeben. Zu beachten ist auch, dass die ins natürliche System investierte Nutzenergie nur energetisch quantifizierbar ist und im EFA-Schema im Gegensatz zu den bisher abgebildeten Primärenergieflüssen bereits die direkte Anwendungsform der Energie darstellt (Haberl 2001b).

Nutzenergie [TJ]	1700	1800	1850
Menschen	1.794	2.055	2.445
Pferde	1.392	2.030	2.864
Ochsen	857	259	190
Gesamtnutzenergie	4.043	4.344	5.499

Tabelle 12: Nutzenergie

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

Sieht man sich die gesamten Nutzenergieoutputs an, fällt vor allem ein deutlicher Anstieg in der Zeitspanne zwischen 1800 und 1850 auf, der mit durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten von 0,47% bedeutend stärker ausfällt als in den 100 Jahren zuvor (0,7%). Der Anstieg des Nutzenergieoutput in der gesamten Untersuchungsperiode von etwas mehr als 4000 auf ca. 5500 TJ in 150 Jahren stellt einen Zuwachs von 36% dar.

Menschliche Nutzenergie steigt im Untersuchungszeitraum stetig von 1794 TJ auf 2445 TJ an und verzeichnet die geringsten Wachstumsraten von jährlich durchschnittlich 0,21%. In der Zeitspanne zwischen 1800 und 1850 kommt es zu einem deutlich stärkeren Wachstum. Besonders augenscheinlich ist der Rückgang der von Ochsen geleisteten Nutzenergie von 857 auf 190 TJ, die im Gegenzug mit einem wachsenden Angebot an Nutzenergie von Pferden überkompensiert wird. Die von Pferden geleistete Nutzenergie steigt mit durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten von 0,38% in den Jahren zwischen 1700 und 1800. Zwischen dem Jahr 1800 und 1850 kommt es zu den stärksten Veränderungen unter allen „Nutzenergieentwicklungen“ mit durchschnittlichen Wachstumsraten von jährlich 0,69%.

Bei der Analyse der anteilmäßigen Zusammensetzung lässt sich zeigen, dass der Anteil an der gesamten aufgebrauchten Nutzenergie, der von Tieren geleistet wurde sich relativ konstant zwischen 53% und 56% hält. Dies überrascht vor allem, da sich die Zusammensetzung der Anteile, die von Ochsen, Pferden und Menschen aufgebracht wie oben beschrieben wurde bedeutend ändert.

Zusammenfassend ist ein Anstieg der Nutzenergie festzustellen, wobei die Zusammensetzung dieser variiert. Der starke Rückgang des Anteils der Ochsen wird durch den deutlichen Anstieg der von Pferden geleisteten Nutzenergie kompensiert. Im Diskussionsteil (Kapitel 5.3.3.1) wird die steigende Menge an verfügbare Nutzenergie mit der ebenfalls anwachsenden landwirtschaftlich genutzten Fläche in Beziehung gesetzt. So kann überprüft werden, ob der Anstieg der Nutzenergie als Grund für die landwirtschaftlichen Outputsteigerungen zu nennen ist.

4.2.2.2 Exporte

Die partielle Einschränkung der Aussagekraft der folgenden Daten aufgrund eines sich verändernden Bezugssystems für die Jahre 1800 und 1850 wurde bereits im Methodenkapitel beschreiben (Vgl. Kapitel 3.2.1.2).

Der generelle Trend, der auch bei den Importen zu erkennen ist, gilt auch für die sozioökonomischen Austauschbeziehungen in Form der Exporte bzw. der darin enthaltenen Energie. Diese steigt zwischen den Jahren 1700 und 1850 um den Faktor 16,3, wobei innerhalb der ersten hundert Jahre der Untersuchungsperiode dieser Faktor bereits 10,9 beträgt. Die Wachstumsraten betragen in der Zeitspanne zwischen 1700 und 1800 durchschnittlich 2,4% und in der Zeitspanne zwischen 1800 und 1850 0,8%. Erklärbar sind diese hohen Wachstumsraten durch die Tatsache, dass der Ausgangswert im Jahre 1700 ein sehr niedriger ist.

Auch an dieser Stelle soll ein grober Vergleich dienlich sein, um die Größenordnung der soeben beschriebenen Energieflüsse zu veranschaulichen. Die in den Exporten enthaltene Energie ist im Vergleich zu der der Importe um eine Zehnerpotenz kleiner und vergleicht man sie mit der Energie der inländisch entnommenen Biomasse findet sie sich im Promillebereich wieder.

Auffällig an den in Tabelle 13 dargestellten Daten ist, dass die Energieflüsse im Fall von Zucker nachdem im Jahr 1700 kein Zucker exportiert wurde vom Jahr 1800 bis ins Jahr 1850 auf die Hälfte abnehmen.

Exporte [TJ]	1700	1800	1850
tierische Produkte	43	116	319
Zucker	0	349	182
Alkoholische Getränke	0	0	99
Getreide (-produkte)	0	0	93
Exporte (Gesamt)	43	465	694

Tabelle 13: Exporte [TJ]

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

Aufgrund der Dominanz hinsichtlich der Menge der Importe im Vergleich zu den Exporten und in Folge dadurch auch in den Gütern des Außenhandels enthaltene Energie, unterscheidet sich die energetische Handelsbilanz (Tabelle 14) in ihrer Gesamtentwicklung kaum von der der Importe. Bei den Teilergebnissen fällt vor allem die negative energetische Handelsbilanz bei den tierischen Produkten in den Jahren 1700 und 1800 auf. Diese entsteht in einer Situation, in der der Handel mit Gütern noch auf wenige Produktklassen ausgeweitet war und bereits tierische Produkte exportiert werden, jedoch noch keine importiert wurden.

Energetische Handelsbilanz [TJ]	1700	1800	1850
Getreide (-produkte)	0	352	18.791
Zucker	414	2.334	6.427
tierische Produkte	-43	-116	396
Alkoholische Getränke	90	328	586
Früchte	0	0	256
Öle	0	0	125
Kaffe, Tee, Kakao	0	20	32
Energetische Handelsbilanz (Gesamt)	462	2.917	26.614

Tabelle 14: Energetische Handelsbilanz [TJ]

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

Betrachtet man die importierten, wie auch die exportierten Nahrungsmittel in ihrer Gesamtheit aus einem energetischen Blickwinkel, zeigt sich die deutliche Dominanz der Importe. Der Anteil der Import liegt zu den drei Zeitschnitten bei 92% im Jahre 1700, bei 88% im Jahre 1800 und sogar bei 98% am Ende der Untersuchungsperiode. Somit handelt es sich bei England in der damaligen Zeit um einen klassischen Netto-Nahrungsmittelimporteur.

In Abbildung 15 wird grafisch verdeutlicht, welchen Stellenwert die verschiedenen Nahrungsmittelkategorien im Außenhandel hatten. Die Dominanz des Handels mit Getreideprodukte mit ca. 70% der gesamten importierten Energie in der Mitte des 19. Jahrhunderts zeigt sich deutlich.

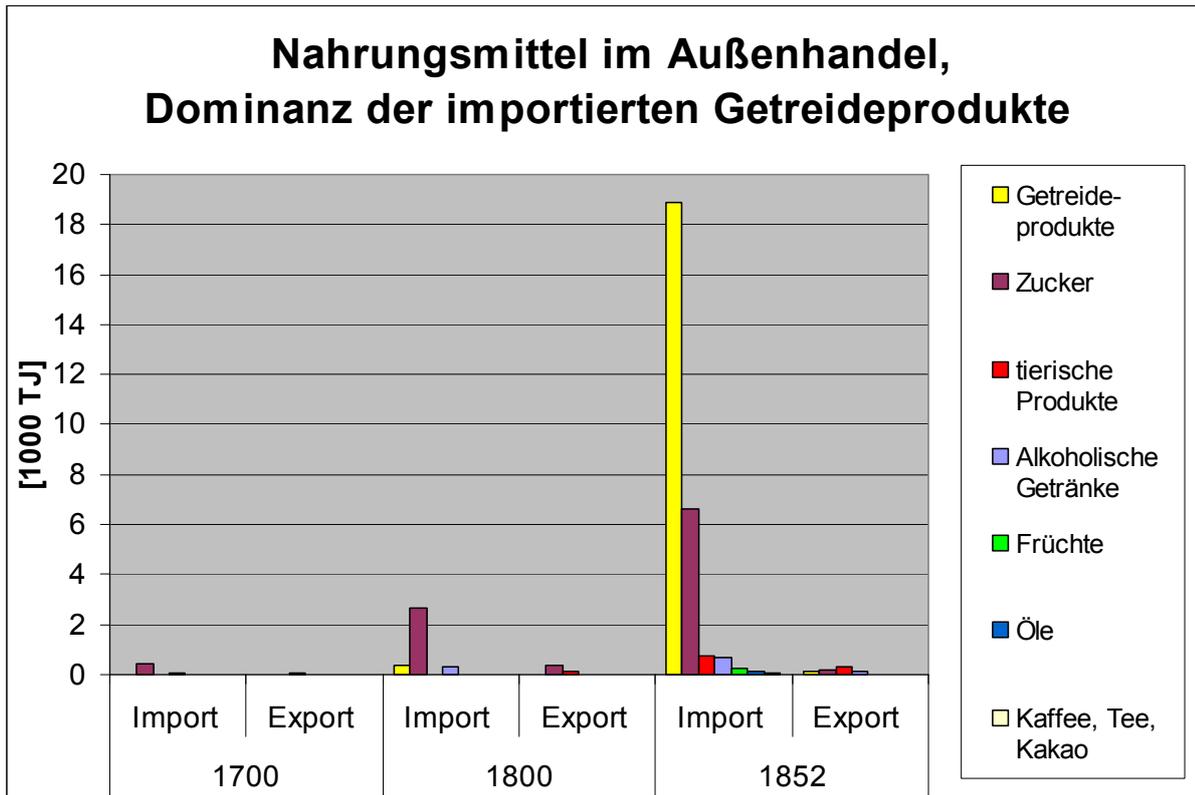


Abbildung 15: Nahrungsmittel im Außenhandel, Dominanz der importierten Getreideprodukte

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

4.2.3 Interne Flüsse - Tierische Produktion

Die Produktion von Fleisch wird im Schema der MEFA als interner Fluss behandelt, da domestizierte Tiere selbst als Teil des biophysischen Segments der Gesellschaft gefasst werden. Ebenso verhält es sich mit tierischen Lebensmitteln wie Milch und Eiern, die von diesen Tieren produziert werden.

Tierische Produktion [TJ]	1700	1800	1850
Milch	1.951	5.500	8.993
Eier	15	16	22
Fleischproduktion	4.042	6.558	8.519
Gesamte tierische Produktion	6.007	12.075	17.534

Tabelle 15: Produktion von Fleisch, Milch und Eiern [TJ]

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

Der Produktion tierischer Güter steigt in der Zeitspanne zwischen 1700 und 1850 stark an, dies lässt sich auch in der energetischen Betrachtungsweise zeigen. So kommt es innerhalb der Untersuchungsperiode zu einer knappen Verdreifachung der in tierischen Produkten enthaltenen Energie. Im Jahre 1700 beinhaltet das produzierte Fleisch zwei Drittel des Energiegehalts der gesamten tierischen Produktion, dieser Anteil fällt im Jahr 1800 auf 54% und im Jahr 1850 sogar auf nur noch 49%. Da der Anteil der in den Eiern enthaltenen Energie nie größer ist als 0,25% der gesamten in der tierischen Produktion enthaltenen Energie entspricht, lässt sich einfach zeigen, dass die in der produzierten Milch enthaltene Energie im Jahre 1850 etwas mehr als die Hälfte des gesamten Energieaufkommens der tierischen Produktion beinhaltet.

Diese starke Steigerung dieses Anteils von einem Drittel im Jahr 1700 auf 46% im Jahr 1800 bzw. 51% im Jahr 1850 ist vor allem durch zwei Faktoren erklärbar. Zum einen kommt es zwischen 1700 und 1850 zu einer Verdoppelung der Anzahl der Milchkühe, wobei durch die Spezialisierung in der Milchproduktion auch der Anteil der Milchkühe innerhalb der gesamten nationalen Rinderherde von 24% auf 40% steigt. Zum anderen kommt es durch Züchtungserfolge auch zu einem Anstieg der Milchleistung um 225%, von ca. 900 l auf ca. 2050 l pro Milchkuh und Jahr.

In den Ergebnissen in Tabelle 15 zeigt sich auch, dass sich der Anstieg, der in der produzierten Milch enthalten Energie relativ gleichmäßig vollzieht. So kommt es zu durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten von cirka einem Prozent über die gesamte Untersuchungsperiode.

Fleischproduktion [TJ]	1700	1800	1850
Rindfleisch	1.843	2.979	3.531
...davon Kalbfleisch	24	73	113
Schweinefleisch	1.201	2.052	2.680
Schaffleisch	998	1.527	2.308
...davon Lammfleisch	75	107	149
Fleischproduktion	4.042	6.558	8.519

Tabelle 16: Fleischproduktion [TJ]

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

Bei der Rindfleischproduktion ist auch in der energetischen Betrachtungsweise eine massive Steigerung zu beobachten. Im Jahr 1700 beträgt der Anteil der Energie, der über die Rindfleischproduktion gewonnen wird, ein knappes Drittel der Energie aus der gesamten tierischen Produktion. Die durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten liegen im Jahr 1800 bei 0,48% und fallen in der Zeitspanne zwischen 1800 und 1850 auf 0,34%. Somit kommt es während der gesamten Untersuchungsperiode zu einer Steigerung von 192%.

Im Jahr 1700 beträgt der energetische Output der Schweinefleischproduktion ca. 1200 TJ und stellt zu diesem Zeitpunkt ein Fünftel der Energiemenge der gesamten tierischen Produktion dar. Und obwohl die durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten in der Zeitspanne zwischen 1700 und 1850 beachtliche 0,54% betragen, geht im Laufe der Untersuchungsperiode aufgrund der fast doppelt so hohen jährlichen Wachstumsraten beim Energieoutput der Milchproduktion der Anteil an der gesamten tierischen Produktion kontinuierlich zurück. Im Jahr 1800 beträgt dieser Anteil nur noch 17% und im Jahr 1850 nur noch 15,3%.

Eine ähnliche Entwicklung findet bei der Produktion des Schaffleisches statt. Die darin enthaltene Energie wächst bis zum Ende der Untersuchungsperiode auf 231% ihres Ausgangswertes. Jedoch nimmt auch hier die relative Bedeutung, gemessen an der gesamten tierischen Produktion von ca. 17% auf 13% ab. Ein wichtiger Grund hierfür liegt bei den massiven Outputsteigerungen in der Milchproduktion.

In ist auch deutlich zu sehen, dass der Anteil der Energiemenge der tierischen Produktion, der über geschlachtete Jungtiere und Eier gewonnen wurde, relativ gering ist. Summiert man die Energie, die in den geschlachteten Lämmer und Kälber enthalten ist, beträgt ihr Anteil an der Energie der gesamten tierischen Produktion zwischen 1,7% im Jahr 1700 und 1,5% in den Jahren 1800 und 1850. Mit 0,2% 1700 und 0,1% in den Jahren 1800 und 1850 ist der energetische Anteil der Eierproduktion an der gesamten tierischen Produktion noch geringer.

4.2.4 Nahrung

Nahrung wird im MEFA-Schema als aus verschiedenen Quellen zusammengesetzter Fluss betrachtet. Um die gesamte Menge an inländisch verfügbarer Nahrung zu bilanzieren, wird zu den Untersuchungszeitpunkten eine Bilanz aus der mit anderen Sozio-ökonomien gehandelten Nahrung (Importe – Exporte), sowie der inländischen tierischen und pflanzlichen Nahrungsproduktion errechnet (Tabelle 17).

[TJ]	1700	1800	1850
Nahrung über den Außenhandel	462	2.917	26.614
Tierische Nahrung	6.066	12.327	17.937
Pflanzliche Nahrung	41.169	63.260	90.305
Inländisch verfügbare Nahrung	47.697	78.504	134.855

Tabelle 17: Inländisch verfügbare Nahrung [TJ]

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

Tabelle 17 zeigt den massiven Anstieg der inländischen verfügbaren Nahrung in der Untersuchungsperiode. Energetisch betrachtet steigt die Menge inländisch verfügbarer Nahrung um den Faktor 2,8. Der Netto-Nahrungsimport über den Außenhandel spielt wie bereits in Kapitel 4.2.1.3 und Kapitel 4.2.2.2 beschrieben am Anfang der Untersuchungsperiode de facto keine Rolle. Dieser Umstand ändert sich bis ans Ende der Untersuchungsperiode deutlich. Der Anteil des Außenhandels am Gesamtnahrungsaufkommen beträgt im Jahr 1700 nur 1% und im Jahr 1800 sind es immer nur noch 4%. Am Ende der Untersuchungsperiode wächst dieser Anteil jedoch auf beträchtliche 20% an. Damit stellt Nahrung aus dem Außenhandel einen bedeutsamen und unverzichtbaren Bestandteil der inländisch verfügbaren Nahrung dar.

Auffällig ist auch das dramatische Wachstum bei der Nahrung aus dem Außenhandel. Über die gesamte Untersuchungsperiode ist ein Anstieg um den Faktor 57,6 zu beobachten. Im Vergleich dazu wirkt das Wachstum bei der tierischen und pflanzlichen Nahrungsproduktion mit Faktoren von 3,0 und 2,2 vergleichsweise moderat. Doch gerade die inländische pflanzliche Nahrungsproduktion wächst ausgehend von einem

vergleichsweise hohen Niveau. So stellen die inländisch produzierten 41 PJ pflanzliche Nahrung im Jahr 1700 86% der gesamten verfügbaren Nahrung dar.

Welche Auswirkungen das drastische Bevölkerungswachstum auf die Pro-Kopf verfügbare Menge an Nahrung hatte, wird in Kapitel 5.1 besprochen. Indem die inländische Entnahme an landwirtschaftlicher Biomasse der daraus für den Menschen verfügbaren Nahrung gegenüber gestellt wird (Kapitel 5.2.4) kann ein Indikator für die Nahrungsproduktionseffizienz gebildet und diskutiert werden. Den Gründen für den rasanten Anstieg der importierten Nahrung geht Kapitel 5.3.2.4 nach.

5 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wird unter dem Begriff landwirtschaftliche Revolution ein Komplex unterschiedlicher Entwicklungen verstanden, die die englische Landwirtschaft und damit einhergehend die gesamte Gesellschaft grundlegend veränderten. Im Rahmen dieser Agrarrevolution gelingt es eine massiv anwachsende Bevölkerung mit Nahrung zu versorgen. Diese augenscheinlichste Leistung des englischen landwirtschaftlichen Systems, die mit einem massiven Anstieg des Nahrungsoutputs einherging, wird noch dazu mit einer konstanten Zahl an landwirtschaftlich arbeitenden Menschen erreicht. Die nicht im Agrarbereich tätige ländliche Bevölkerung wächst deutlich, doch noch schneller wächst die urbane Bevölkerungsgruppe. In Kapitel 5.1 wird diese in der englischen Geschichte bis dato beispiellose Bevölkerungsentwicklung diskutiert und gezeigt, dass eine konstante Nahrungsversorgung gelungen ist

Die Analyseebene des Kapitels 5.2 liegt sinnbildlich gesprochen eine Ebene tiefer. Wenn es gelang durch massive landwirtschaftliche Outputsteigerungen eine so rapide anwachsende Bevölkerung zu ernähren, müssen im Agrarsystem enorme Produktivitätssteigerungen zu verzeichnen sein. Genau das wird in diesem Abschnitt auch gezeigt: Sowohl Flächen-, wie auch Arbeitsproduktivität steigen an. Analysiert werden aber auch andere biophysische Parameter, wie der *Energy Return on Investment*. Danach wird der Frage der Nahrungsmittelproduktionseffizienz nachgegangen, indem gezeigt wird, dass die pro Einheit an inländisch entnommener Biomasse gewonnene Menge an Nahrung während der Untersuchungsperiode ansteigt.

Im darauf folgenden Kapitel (5.3) wird noch grundlegenden Fragen nachgegangen. Welche Gründe können ins Treffen geführt werden, die eine solche Leistung der Landwirtschaft ermöglichten? Dazu werden Antriebsfaktoren der Agrarrevolution im landwirtschaftlichen System selbst gesucht, indem unmittelbare landwirtschaftliche und agrartechnische Faktoren diskutiert werden. Des Weiteren werden institutionelle Faktoren und deren Wandel analysiert, die maßgebliche Rahmenbedingungen für die landwirtschaftliche Produktion schufen und beispielsweise in Form der Abschaffung der Schutzzölle auf Getreide auch direkte Auswirkungen auf die Ernährungssituation im Lande hatten. Danach werden energetische Faktoren diskutiert und deren Anteil an der landwirtschaftlichen Revolution diskutiert.

5.1 Bevölkerungsentwicklung und Nahrungsversorgung

In der vorliegenden Arbeit stellt die Wechselbeziehung zwischen dem Wachstum der Bevölkerung und der Herausforderung diese mit genügend Nahrung zu versorgen einen zentralen Forschungsschwerpunkt dar. Aus diesem Grund befindet sich dieses Kapitel auch zu Beginn des Diskussionsteils der vorliegenden Arbeit.

Die ausreichende Ernährung der Bevölkerung ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit von besonderer Relevanz. Für Lord Ernel (1912 in Overton 1999) war das nachhaltige Durchbrechen der magischen Schranke von 5,5 Millionen Menschen, die von der englischen Landwirtschaft ernährt werden konnten, der Hauptgrund, um eine landwirtschaftliche Revolution zu proklamieren. Im Folgenden soll die Entwicklung der Bevölkerung nachgezeichnet werden. Besondere Beachtung soll dabei dem sich radikal wandelnden Verhältnis zwischen agrarischer und nicht agrarischer Bevölkerung geschenkt werden. Anhand der Veränderungen in diesem Verhältnis lassen sich auch Aussagen über die enormen Effizienzsteigerungen in der damaligen Landwirtschaft machen. Danach wird die Nahrungsversorgung diskutiert. Die Pro-Kopf verfügbare Menge an Nahrung wird errechnet um zu zeigen, dass es der Landwirtschaft gelingt trotz dramatisch wachsenden Bevölkerungszahlen eine konstante Nahrungsversorgung aufrecht zu erhalten. Zuletzt wird der Frage nachgegangen, ob die Nahrungsverfügbarkeit ein Grund für das Bevölkerungswachstum war.

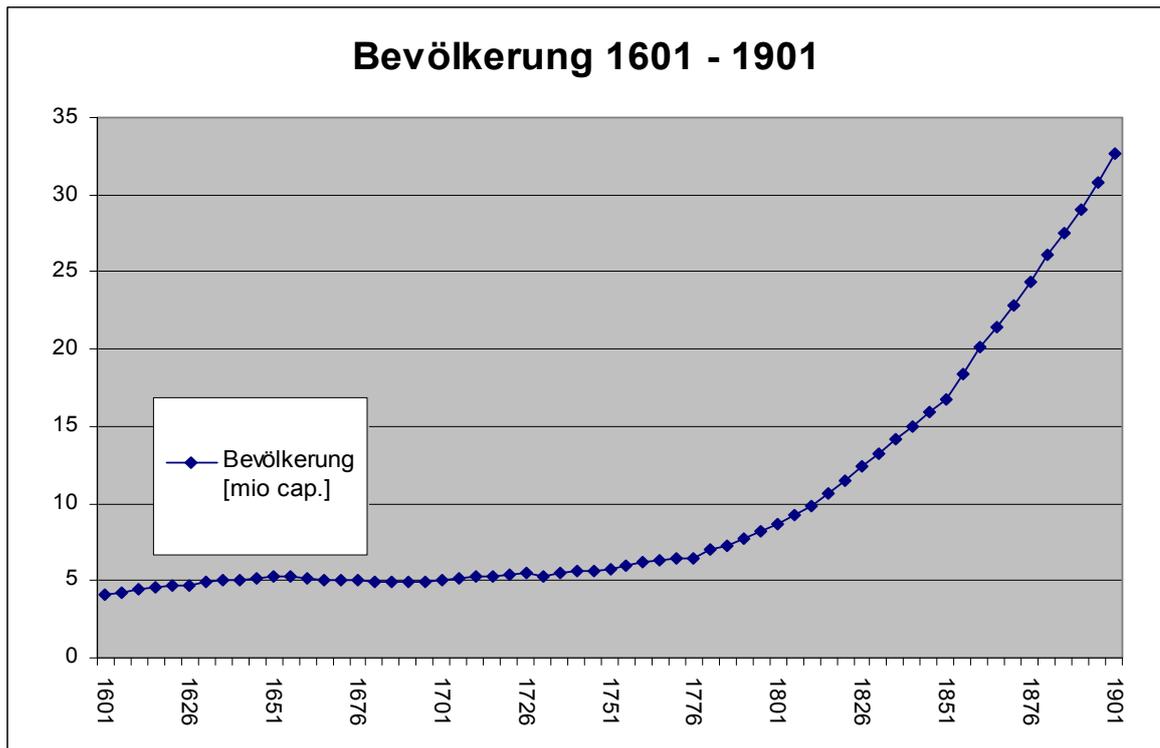


Abbildung 16: Bevölkerung 1601 - 1901

Anmerkung: Daten aus Wrigley und Schofield 1981

In Abbildung 16 ist die Bevölkerungsentwicklung in der Zeitspanne zwischen 1601 und 1901 zu sehen. Dabei fällt auf, dass es in der Untersuchungsperiode der vorliegenden Arbeit zu einem dramatischen Anstieg in der Bevölkerung kommt, der bis zu diesem Zeitpunkt völlig neu für die Bevölkerungsentwicklung des Landes war.

Im Jahr 1700 bevölkern 5,06 Millionen Menschen das Untersuchungsgebiet, bei einer Bevölkerungsdichte von 33,4 Menschen/km². Ein Jahrhundert später sind es bereits 8,66 Millionen Menschen und in der Mitte des 19. Jahrhunderts 16,74 Millionen Menschen, bei einer Bevölkerungsdichte von 110,7 Menschen/km².⁴²

Die daraus resultierenden kumulierten Wachstumsraten⁴³, die von einem exponentiellen Wachstumsvorgang ausgehen, sind ebenfalls in Abbildung 17 dargestellt und beziehen sich auf die jeweilige Dekade. Die Wachstumsraten bewegen sich zwischen -0,2% in den

⁴² Neben dem massiven Bevölkerungswachstum im Land, sollte man sich auch vor Augen führen, dass es zu dieser Zeit eine nicht zu unterschätzende Migration gab. Zwischen 1700 und 1800 wandern ca. 50.000 Menschen pro Dekade ab, vor allem in die Vereinigten Staaten (Engermann 1994).

⁴³ Berechnet wurde die *annual compound percentage rate of growth over preceding decade* [%], die prozentuelle kumulierte Wachstumsrate über die Dekade [%] folgendermaßen: Wachstumsrate (t₀, t) = [A(t)/A(t₀)]^{1/N} - 1, wobei N = t - t₀ der 10 Jahre der untersuchten Dekade entspricht und A(t) die Bevölkerungsanzahl im betrachteten Jahr.

1720er und +1,5% zwischen 1810 und 1830. Generell kann gesagt werden, dass die Wachstumsraten ab den 1780ern auf ein deutlich höheres Niveau wandern, als in der untersuchten Zeitspanne zuvor mit Wachstumsraten von durchschnittlich 1,2% bis zum Jahre 1850. Weiters lässt sich zeigen, dass in den ersten fünf Jahrzehnten der Untersuchungsperiode die durchschnittliche Wachstumsrate bei 0,3% liegt und somit genauso groß ist, wie in der Zeitspanne zwischen den Jahren 1550 bis 1700. In der Zeitspanne zwischen 1750 und 1800 wächst sie auf 0,8% an. Und in den letzten fünf Dekaden bis ins Jahr 1850 schnellte sie sogar auf 1,3% hinauf. Über die gesamten 150 Jahre der vorliegenden Untersuchungsperiode beträgt sie durchschnittlich 0,8%.

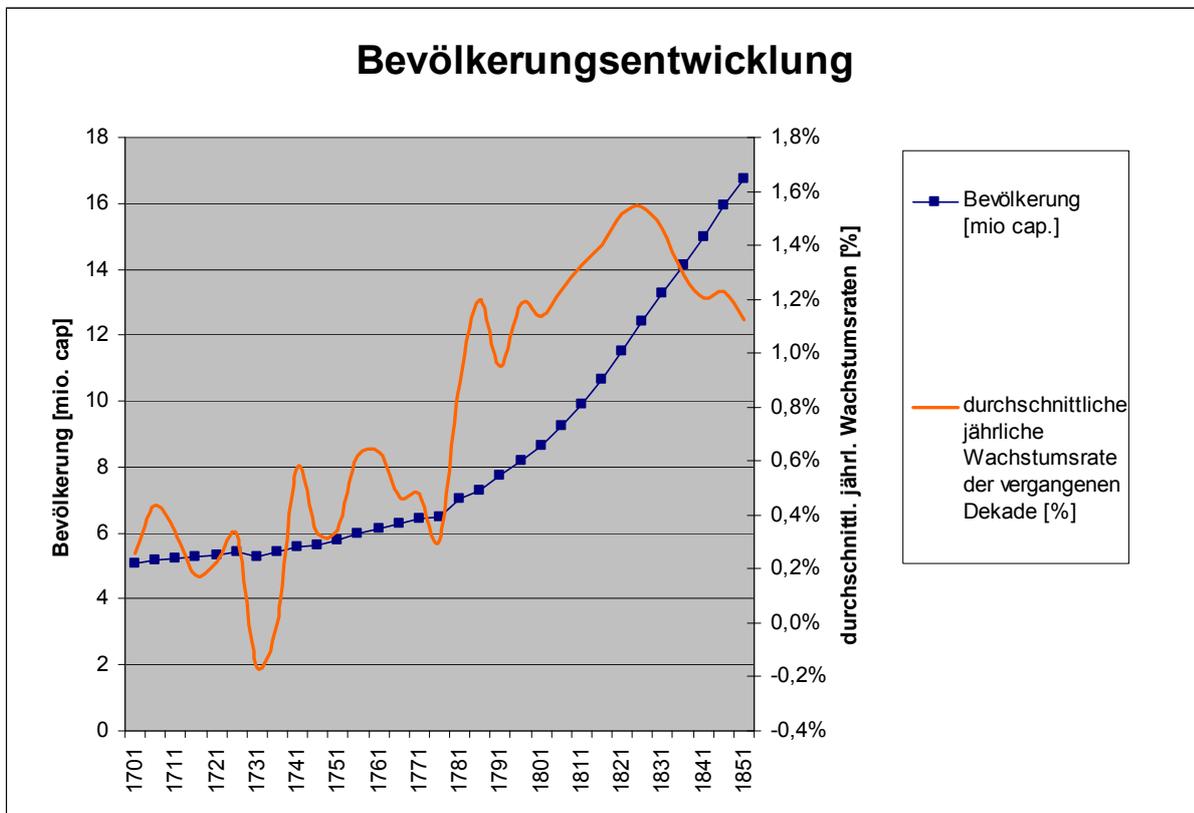


Abbildung 17: Bevölkerungsentwicklung und jährliche Zuwachsraten

Anmerkung: Daten aus Wrigley und Schofield 1981

Um die Erklärung dieser rasanten Entwicklung wurde lange ein wissenschaftlicher Streit geführt. Die bis in die 1970er vorherrschende Sichtweise machte Fertilitätswachse infolge medizinischer Fortschritte für den enormen Bevölkerungszuwachs verantwortlich. Kritisiert wurde dieser Zugang federführend von McKeown et al. (1965), der die

Reduktion der Mortalitätszahlen als Grund nannte. Er argumentierte, dass der gesteigerte Lebensstandard, der insbesondere auf die verbesserte Ernährungssituation im Zuge der Agrarrevolution zurück zu führen war, die Resistenz gegenüber infektiösen Krankheiten steigerte.⁴⁴

Der Frage, ob der Lebensstandard in Form einer günstigeren Ernährungssituation anstieg, wird in Abbildung 18 nachgegangen.

	1700	1800	1850
Bevölkerung [cap.]	5.057.790	8.664.490	16.736.084
Nahrung aus anderen Sozio-Ökonomien und aus inländischer Produktion [TJ]	47.697	78.504	134.855
Nahrungsversorgung [GJ/cap.a]	9,4	9,1	8,1

Abbildung 18: Nahrungsversorgung

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

Die obige Abbildung zeigt deutlich, dass das landwirtschaftliche System es trotz einer Bevölkerungsexplosion schafft, eine relativ konstante durchschnittliche Pro-Kopf Versorgung mit Nahrung aufrecht zu erhalten.⁴⁵ Eine Steigerung des Lebensstandards in Form einer verbesserten Nahrungsversorgung ist jedoch nicht zu verzeichnen. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen der *Cambridge Group for the History of Population and Social Structure*, deren Arbeit in der berühmt gewordenen *Population History of England and Wales* (Wrigley und Schofield 1981) von E. Anthony Wrigley und Roger S. Schofield mündete. Ihren Untersuchungen zufolge trugen die Steigerungen der Fertilität zweieinhalb Mal mehr zum Bevölkerungswachstum bei als die Reduktion der Mortalität durch verbesserte Lebensumstände. Ihre Ergebnisse basierten auf der Methode der Familienrekonstitution⁴⁶, bei der Geburts-, Sterbe- und Heiratsdaten aus Kirchenbüchern ausgewertet wurden. Doch wie kam die Steigerung der Fertilität zustande? Das Heiratsalter

⁴⁴ Link und Phelan (2002) betonen in ihrer Erklärung der Bevölkerungszuwächse in der Tradition von McKeown die sozialen Ursachen von Erkrankungen und dem Abnehmen der Sterberaten.

⁴⁵ Die im Kapitel 3.2.4 ausgeführten methodischen Anmerkungen erklären, weshalb die Pro-Kopf verfügbare Menge an Nahrungsenergie über dem physiologischen Minimum von 3,5 bis 4 GJ/cap.a liegen.

⁴⁶ Dieser aus dem englischen und französischen stammende Begriff entspricht dem älteren Begriff der Kirchenbuchverkartung im Deutschen.

der Frauen sank im so genannten langen 17. Jahrhundert (1680-1820) von 26,5 auf 23,5 Jahre, weiters schrumpften die Intervalle zwischen den Geburten. Zusätzlich sank der Anteil der Frauen, die nie heirateten, von 15% auf 7% (Wrigley 1983 und 1998, Wrigley und Schofield 1981, Vgl. Schellekens 2001).

Als Grund für die Bevölkerungsexplosion kann die Nahrungsversorgung nicht dienen, dennoch ist die Leistung der englischen Landwirtschaft enorm und verdient aus dem folgenden Umstand umso mehr Aufmerksamkeit: Der massiv wachsende Output der englischen Landwirtschaft wurde von einer annähernd konstanten Anzahl landwirtschaftlicher Arbeitskräfte erwirtschaftet.

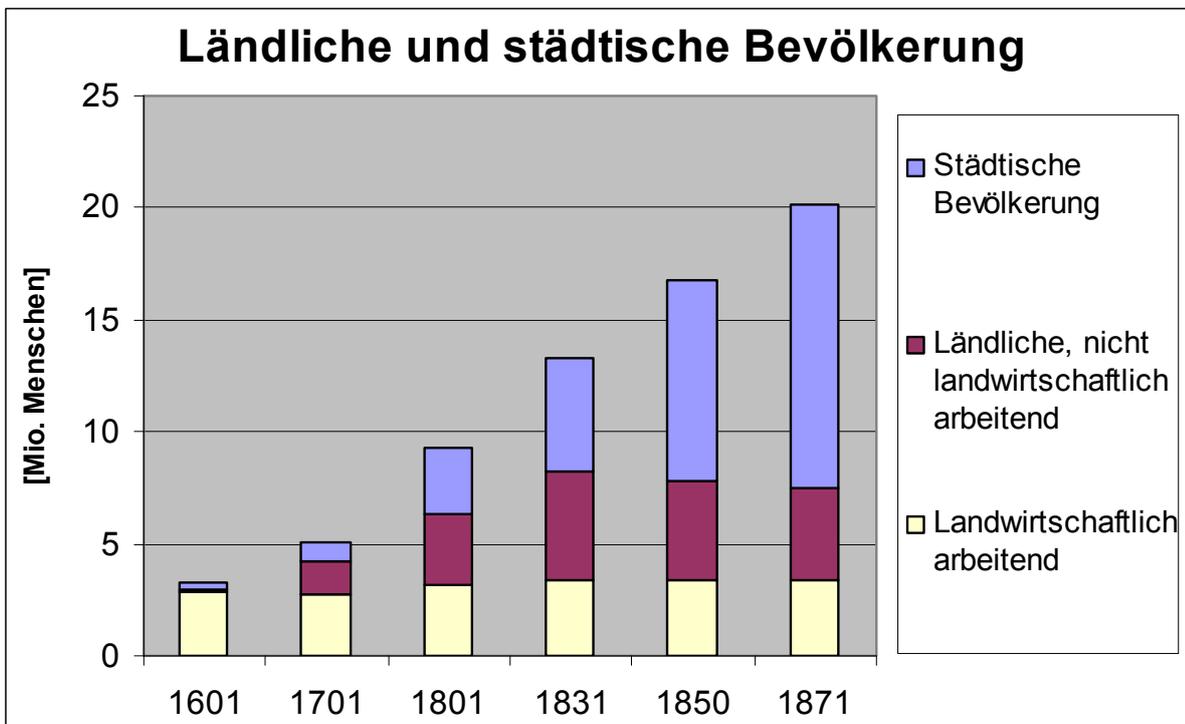


Abbildung 19: Ländliche und städtische Bevölkerung

Anmerkung: Daten aus Overton und Campbell 1999

In Abbildung 19 ist die Anzahl der in der Landwirtschaft arbeitenden Bevölkerung gelb dargestellt. Es fällt deutlich auf, dass die Anzahl der in der Landwirtschaft arbeiteten Bevölkerung seit Beginn des 17. Jahrhunderts bis ins späte 19. Jahrhundert fast konstant

bleibt, gleichzeitig jedoch die nicht in der Landwirtschaft arbeitende Bevölkerung⁴⁷ drastisch anwächst.

Es sind leichte Schwankungen in der Anzahl der in der Landwirtschaft arbeitenden Bevölkerung zu bemerken. Die Standardabweichung innerhalb der zur Verfügung stehenden Daten beträgt über 270 Jahre nur 240.000.

Der Anteil dieser Bevölkerungsgruppe fällt gemessen an der Gesamtbevölkerung von satten 87% im Jahr 1601 auf 55% im Jahr 1701. Im Jahr 1801 beträgt dieser Anteil nur noch ein Drittel und sinkt weiter rasant bis auf 20% zum Ende der Untersuchungsperiode.

Die kumulierten jährlichen Wachstumsraten der ländlichen, aber nicht in der Landwirtschaft arbeitenden Bevölkerung liegt über die 150 Jahre bei 1,2%, die der urbanen Bevölkerung sogar bei 1,6%.

Zusammenfassend soll noch einmal die besondere Leistung der englischen Landwirtschaft betont werden: Durch enorme Effizienzsteigerungen in der Landwirtschaft gelingt es einer annähernd konstanten Anzahl an landwirtschaftlich arbeitenden Menschen die drastisch anwachsende nicht landwirtschaftlich tätige Bevölkerung zu ernähren. Das folgende Beispiel soll diese Entwicklung illustrieren.

Am Anfang der Untersuchungsperiode werden noch 1,2 in der Landwirtschaft arbeitende Personen benötigt, um einen Menschen zu ernähren, der nicht in der Landwirtschaft arbeitet. 150 Jahre später können bereits 4 Menschen von nur einem landwirtschaftlich arbeitenden Menschen ernährt werden.

⁴⁷ Die ländliche, nicht in der landwirtschaftlich arbeitende Bevölkerung war zumeist in Manufakturen beschäftigt.

5.2 Landwirtschaftliche Produktivitätssteigerungen und Intensivierung

Die im obigen Kapitel (5.1) beschriebenen Leistungen des landwirtschaftlichen Systems implizieren eine massive Intensivierung in der landwirtschaftlichen Produktion. Als ein zentraler Eckpfeiler dieser landwirtschaftlichen Intensivierungsmaßnahmen während der Agrarrevolution werden im Folgenden die Produktivitätssteigerungen analysiert.

In Hinblick auf die Diskussion um steigende Produktivitäten ist generell zwischen Flächenproduktivität (Kapitel 5.2.1) und Arbeitsproduktivität (Kapitel 5.2.2) zu differenzieren. Unter ersterer ist im Allgemeinen der Quotient aus Ertragsmenge und dafür verwendeter Fläche zu verstehen. Unter letzterer versteht man den pro eingesetzte Arbeit gewonnenen Ertrag. Konkret können zur Ermittlung der Flächen- bzw. Arbeitsproduktivität verschiedene Indikatoren verwendet werden, die im betreffenden Abschnitt ebenfalls kurz vorgestellt werden.

Im Weiteren werden andere biophysische Intensivierungsaspekte beleuchtet. Begonnen wird mit dem Energieeffizienzindikator *Energy Return on Investment* (EROI). Er wird eingesetzt um das Verhältnis von investierter und gewonnener Energie in der Landwirtschaft zu beschreiben (Kapitel 5.2.3).

In Kapitel 5.2.4 wird der Output der Nahrungsproduktion mit der inländischen Entnahme an landwirtschaftlicher Biomasse verglichen. So kann ebenfalls ein Indikator gebildet werden, der die Effizienz der Nahrungsproduktion abbildet.

5.2.1 Flächenproduktivität

Im Folgenden werden in aller Kürze verschiedene Parameter zur Beschreibung der Flächenproduktivität vorgestellt und zur Anwendung gebracht.

Wie kann eine Gliederung der Indikatoren zur Flächenproduktivität aussehen? Generell ergibt sich die Flächenproduktivität aus der produzierten Ertragsmenge, die zu einem Bezugssystem, das zur Produktion des Outputs notwendig war, in ein sinnvolles Verhältnis gesetzt wird. Die eingangs erwähnten Ertragsmengen können nun in verschiedenen Formen angegeben werden. Geläufig im landwirtschaftlichen und agrarwissenschaftlichen Kontext ist die Darstellung der produzierten Menge in Gewichtseinheiten [t]. In

sozialökologischen Kontexten wird auch häufig eine energetische Darstellungsform [GJ] gewählt (die Beweggründe dafür sind in Kapitel 3.1 dargestellt).

Für bestimmte Fragestellungen ist es aber auch sinnvoll nicht die Fläche des Gesamtsystems, sondern nur einen bestimmten Teil der Flächen mit einem ebenso sinnvoll eingeschränkten Teil des Ertrags in Bezug zu setzen.

Kommen wir nun zu den im konkreten Fall ermittelten Flächenproduktivitätsparametern. Der erste dargestellte Faktor beschreibt die landwirtschaftliche Flächenproduktivität und stellt das Verhältnis zwischen der inländischen Entnahme von landwirtschaftlicher Biomasse und der dafür genutzten landwirtschaftlichen Fläche [GJ/ha_{agr}] dar. Dieser Indikator beinhaltet alle in der DE berechneten Kategorien, also auch Stroh und die Produkte der Brachflächen.

Ein weiterer Flächenproduktivitätsindikator bezieht sich auf die Erträge des wichtigsten Grundnahrungsmittels: Getreide. Ein Mittelwert der durchschnittlichen Getreideernteerträge [t_{FG}/ha_{Getreide}] wird gebildet, indem die Getreideerträge den dafür verwendeten Anbauflächen⁴⁸ gegenübergestellt werden. In diesem Zusammenhang ist wiederum die Unterscheidung in Frisch- (FG) und Trockengewicht (TG) notwendig. Im vorliegenden Fall wird der mittlere Getreideertrag in Frischgewicht pro Fläche berechnet.⁴⁹ Zur energetischen Darstellung der landwirtschaftlichen Flächenproduktivität [TJ/ha] wird der Quotient aus der inländischen Entnahme der landwirtschaftlichen Biomasse und der Fläche des gesamten Untersuchungssystems gebildet.

Bei der Berechnung der tierischen Produktionseffizienz [TJ/ha_{agr}] wird das Verhältnis zwischen der im tierischen Sektor produzierten Energie und der landwirtschaftlich genutzten Fläche⁵⁰ gebildet.

Die Nahrungsmittelproduktion pro landwirtschaftlicher Fläche [GJ/ha_{agr}] wird ebenfalls angegeben. Dabei wird sowohl pflanzliche, wie auch tierische Nahrung aus inländischer Produktion berücksichtigt.

⁴⁸ Die Getreideanbauflächen [ha_{Getreide}] schließen die Brachflächen nicht mit in der Berechnung ein.

⁴⁹ Der Wassergehalt der Getreidesorten beträgt 14% (Haberl 1995).

⁵⁰ Es soll hier darauf hingewiesen werden, dass diese landwirtschaftlich genutzte Fläche [ha_{agr}] im Fall Englands eine sehr heterogene Kategorie in Bezug auf ihren Nutzungsgrad darstellt. Besonders Hutungen und Waldweiden werden deutlich extensiver genutzt. Studien die genauere Aufschlüsse in Bezug auf diese Frage zulassen, bleiben abzuwarten. Rechnerisch wurde der Anteil der Hutungen, der agrarisch nicht genutzt wurde, konservativ mit 20% anberaumt. Diese Schätzung schlägt sich auch bei der Berechnung der DE nieder.

Die Flächenproduktivität neuer Feldfrüchte [GJ/ha_{nF}] wird ebenfalls berechnet. Dabei wird ein Mittelwert aus den durchschnittlichen energetischen Flächenproduktivitäten von Ackerwiesen, Rüben, Leguminosen und Kartoffeln gebildet.

		1700	1800	1850
Landwirtschaftliche Flächenproduktivität (DE)	[GJ/ha _{agr}]	43	51	71
Durchschnittliche Netto-Getreideerträge	[t _{FG} /ha _{Getreide}]	1,2	1,6	2,0
Tierische Produktion pro landwirtschaftliche Fläche	[GJ/ha _{agr}]	0,5	0,9	1,7
Nahrungsproduktion pro landwirtschaftliche Fläche	[GJ/ha _{agr}]	3,5	5,5	8,0
Flächenproduktivität neuer Feldfrüchte (DE)	[GJ/ha _{nF}]	34	48	62

Tabelle 18: Flächenproduktivitäten

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

Wie aus Tabelle 18 klar ersichtlich wird, kommt es im Untersuchungszeitraum zu einem deutlichen Anstieg der Flächenproduktivitäten bei allen analysierten Parametern.

Die energetische Betrachtungsweise der landwirtschaftlichen Flächenproduktivität über die inländische Entnahme an Biomasse zeigt folgendes Bild. Über die gesamte Untersuchungsperiode kommt es zu einem Anstieg um 65%. Dieser Anstieg verläuft dabei deutlich schneller in der Zeitspanne zwischen 1800 und 1850.

Die durchschnittliche Netto-Getreideernte steigt über den gesamten Untersuchungszeitraum um ca. 70%. Auch hier verlaufen die Zuwächse zwischen 1800 und 1850 bedeutend schneller. Besonders im Vergleich zu österreichischen Fallstudien zeigt sich die deutliche Überlegenheit der englischen Landwirtschaft in dieser Zeitspanne. In Österreich sind für das Jahr 1866 zwei Gebiete um Grünburg und um St. Florian untersucht worden, deren durchschnittliche Netto-Getreideerträge bei 1,1 bzw. 1,6 t_{FG}/ha lagen (Gradwohl 2004). Dieser Flächenproduktivitätsparameter ist für beide Gebiete für das Jahr 1949 ebenfalls ermittelt worden und lag zu diesem Zeitpunkt bei 1,3 und 1,5 t_{FG}/ha (Gingrich 2004, siehe aber auch Krausmann 2003).

Zur tierischen Produktionseffizienz ist zu sagen, dass diese unter den in Tabelle 18 abgebildeten Produktivitätsmaßen die zweitstärksten Steigerungen verzeichnet. Bereits

zwischen 1700 und 1800 kommt es zu Zuwächsen um 85% und zwischen 1800 und 1850 kommt es zu einer nochmaligen Steigerung um 85%. In der gesamten Untersuchungsperiode wächst die Produktivität im tierischen Sektor um den Faktor 3,4. Die Nahrungsmittelproduktion pro landwirtschaftliche Fläche erfährt über den Untersuchungszeitraum mit dem Wachstum um den Faktor 2,3 deutlich mehr als eine Verdopplung, wobei die durchschnittlichen jährlichen Zuwächse zwischen 1800 und 1850 stärker sind als zwischen 1700 und 1800.

Vergleicht man die Flächenproduktivitäten untereinander, fällt auf, dass die landwirtschaftliche Flächenproduktivität, die über die inländische Entnahme von landwirtschaftlicher Biomasse und der dafür genutzten Fläche errechnet wurde, sehr hoch ist. Die Flächenproduktivität der neuen innovativen Feldfrüchte liegt beispielsweise deutlich darunter. Der Grund dafür ist in der Berechnung des ersten Indikators zu suchen. Dabei wird die komplette landwirtschaftliche Entnahme an Biomasse, also auch sekundäre Ackerprodukte, wie Stroh und die Weide auf den Brachflächen, einbezogen. Würde man diese Produkte nicht in die Kalkulation einbeziehen, läge der Wert zwischen 20 und 40% unter der Flächenproduktivität der neuen Feldfrüchte. Der Wassergehalt von Rüben und Kartoffeln liegt ebenfalls deutlich höher.

Die tierische Produktion pro landwirtschaftliche Fläche erscheint im Vergleich zur landwirtschaftlichen Flächenproduktivität sehr gering. Grund dafür ist in erster Linie die vergleichsweise ineffiziente tierische Produktion. Diese spiegelt sich auch in der Nahrungsproduktion pro landwirtschaftliche Fläche wider.

5.2.2 Arbeitsproduktivität

Analog zur Besprechung der Flächenproduktivität sollen nun auch kurz Indikatoren zur Arbeitsproduktivität vorgestellt werden, um anschließend die Ergebnisse nach ihrer Anwendung zu diskutieren.

Generell analysiert man bei der Arbeitsproduktivität das Verhältnis zwischen eingesetzter Arbeit und gewonnenem Ertrag.

Die landwirtschaftliche Arbeitsproduktivität wird zunächst durch die Berechnung des Quotienten aus der inländischen Entnahme an landwirtschaftlicher Biomasse und der in der Landwirtschaft arbeitenden Bevölkerung dargestellt [GJ/cap_{Lawi}].

Ein weiterer Indikator wird gebildet, der zusätzlich zur pflanzlichen auch die tierische Produktion integriert. Dabei wird genauso vorgegangen, wie bei der Berechnung der Gesamtflächenproduktivität in Kapitel 5.2.1 [GJ/cap_{Lawi}].

Zuletzt wird angegeben, wie viele Menschen von einer landwirtschaftlichen Arbeitskraft ernährt werden konnten. Dazu wird die Anzahl der Gesamtbevölkerung durch die Anzahl der landwirtschaftlichen Arbeitskräfte dividiert. Es werden jedoch auch Menschen durch den Außenhandel ernährt. Dieser Anteil wird abgezogen.

		1700	1800	1850
landwirtschaftliche Produktion (DE) pro landwirtschaftliche Arbeitskraft	[GJ/cap _{Lawi}]	212	230	233
Nahrungsproduktion pro landwirtschaftliche Arbeitskraft	[GJ/cap _{Lawi}]	17	24	32
Anzahl an Menschen, die von einem landwirtschaftlichen Arbeiter ernährt wurden	[cap]	1,8	2,8	4,0

Tabelle 19: Arbeitsproduktivität

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

Die Arbeitsproduktivität pro landwirtschaftliche Arbeitskraft steigt innerhalb der Untersuchungsperiode um 10%. Dabei ist anzumerken, dass die Zuwächse pro Jahr innerhalb der ersten hundert Jahre deutlich stärker waren. Zwischen 1800 und 1850 steigt die Arbeitsproduktivität nur um 1,2%.

In der Nahrungsproduktion pro landwirtschaftliche Arbeitskraft ist ein deutlicherer Anstieg zu verzeichnen. In den ersten 100 Jahren der Untersuchungsperiode wächst der Wert um ca. 42%. Danach wächst er um 34% in den darauf folgenden 50 Jahren. Zwischen 1700 und 1850 verzeichnet die Nahrungsproduktion pro landwirtschaftliche Arbeitskraft einen Anstieg um 90%.

Deutlich zeigt sich der Anstieg der Arbeitsproduktivität anhand des letzten Indikators. Im Jahr 1700 ernährt eine landwirtschaftliche Arbeitskraft insgesamt 1,8 Menschen. Das heißt neben sich selbst, werden auch noch 0,8 andere Menschen ernährt, die sich nicht

landwirtschaftlichen Aufgaben widmen können. Im Jahr 1800 wird bereits so effektiv produziert, dass durch eine landwirtschaftliche Arbeitskraft insgesamt 2,8 Menschen ernährt werden konnten. Nur 50 Jahre später sind es sogar schon vier Menschen, die von einer landwirtschaftlichen Arbeitskraft ernährt wurden. Innerhalb dieser 150 Jahre kommt es demnach zu einer Steigerung um den Faktor 2,2. Erweitert man den Analysezeitraum, lässt sich feststellen, dass das Verhältnis zwischen landwirtschaftlich arbeitender und restlicher Bevölkerung Anfang des 17. Jahrhunderts bei 1:0,15 liegt und bis ins Jahr 1870 auf 1:5 anwächst. Dies stellt ein Wachstum um den Faktor 33,5 dar.

Das Verhältnis zwischen den beiden erst genannten Arbeitsproduktivitätsindikatoren birgt eine bedeutende Erkenntnis: Der Anstieg in der Nahrungsproduktion pro landwirtschaftliche Arbeitskraft steigt deutlich stärker als die Gesamtarbeitsproduktivität, die über die Entnahme an inländischer Biomasse errechnet wurde. Das ist ein Anzeichen dafür, dass die Nahrungsproduktionseffizienz ansteigt. Kapitel 5.2.4 beschäftigt sich mit dieser Thematik.

5.2.3 Energy Return on Investment in der Nahrungsproduktion

Der Energieeffizienzindikator *Energy Return on Investment* (EROI) bildet das Verhältnis von investierter und gewonnener Energie ab. Im vorliegenden Fall beschreibt er dieses Verhältnis für die Produktion von Nahrung.

Bei der vorliegenden Berechnung des *Energy Return on Investment* (EROI) (Vgl. Hall et al. 1986) werden die Inputs und die Outputs der landwirtschaftlichen Produktion einander direkt gegenübergestellt. Die Inputs in das landwirtschaftliche System sind im konkreten Fall ausschließlich über die investierte menschliche Arbeit zu quantifizieren (Vgl. Nutzenergieanalyse Kapitel 3.2.2.1). Demgegenüber stehen outputseitig inländisch produzierte pflanzliche und tierische Nahrung⁵¹. Auch hier sollte beachtet werden, dass Futterpflanzen nicht mitberechnet werden dürfen, um Doppelzählungen zu vermeiden.

⁵¹ Die Grenzziehung bei der Berechnung des EROIs deckt sich in Punkten tierischer Produktion nicht gänzlich mit der des MEFA-Schemas.

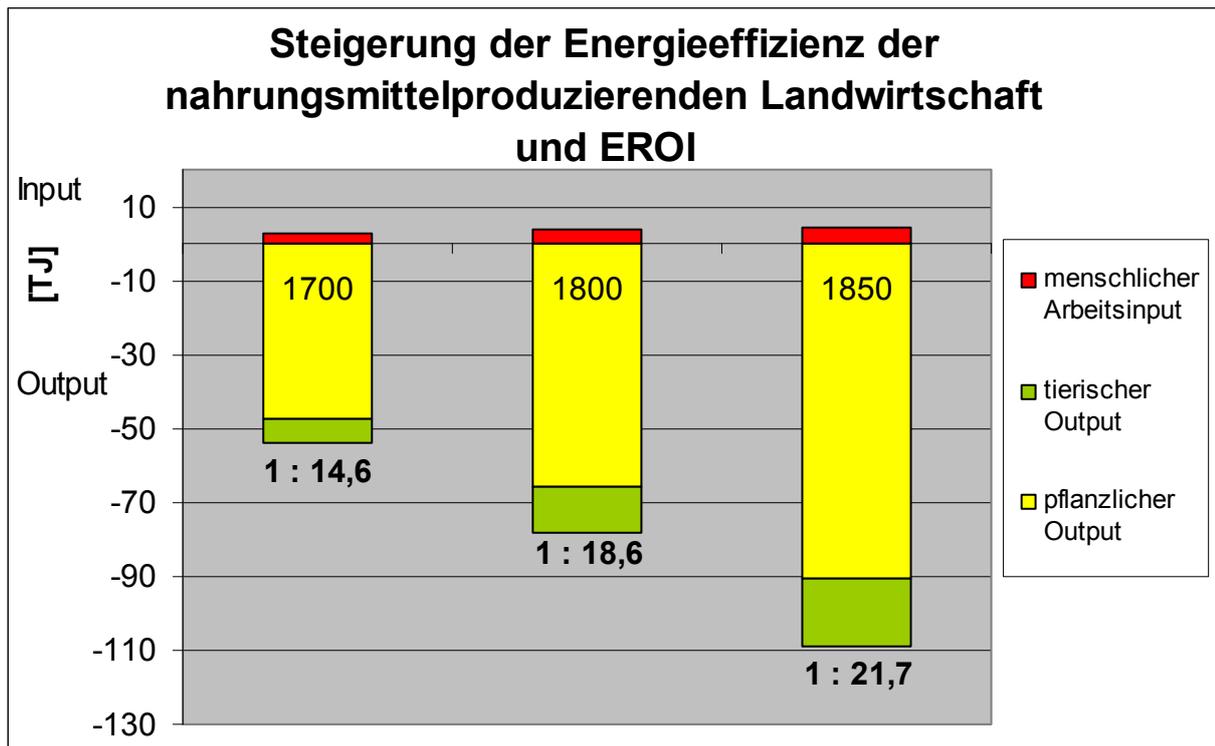


Abbildung 20: Steigerung der Energieeffizienz

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

Abbildung 20 zeigt deutlich, welche hohe Energieeffizienz in der damaligen Landwirtschaft vorherrschte. Pro investierte Joule konnten im Jahr 1700 14,6, im Jahr 1800 18,6 und 1850 sogar 21,7 Joule in Form tierischen und pflanzlichen Outputs gewonnen werden. Krausmann (2004) berechnet für die österreichische Landwirtschaft im Jahre 1830 ein Verhältnis von 1:6. Die Gründe für diese Vorreiterrolle Englands werden in Kapitel 5.3 ausgeführt.

Ein Vergleich mit der heutigen Landwirtschaft zeigt die fundamental unterschiedlichen Rollen der vorindustriellen und industrialisierten Landwirtschaft. Bei der Landwirtschaft Englands und Österreichs handelte es sich damals um einen energieproduzierenden Sektor. Mit steigenden Inputs mutierte die Landwirtschaft zu einem Energiekonsumenten, der im Fall Österreichs im Jahr 2000 mehr Energie benötigt, als er produziert (Krausmann 2004). Methodisch gesehen ist auch zu ergänzen, dass heutige Berechnungen des EROIs alle landwirtschaftlichen Produkte beinhalten. In der vorliegenden Berechnung wurde jedoch die Logik der restlichen Arbeit fortgeführt, demnach wurden ausschließlich die im weiteren Sinne nahrungsmittelproduzierende Landwirtschaft beleuchtet. Damit fallen

Produkte aus der Forstwirtschaft, sowie Leder, Wolle etc. aus der Berechnung heraus. Daraus ergibt sich, dass die vorliegenden Ergebnisse zum EROI leichte Unterschätzungen darstellen, vergleicht man sie mit Werten, die den gesamten vorindustriellen EROI abbilden.

Zuletzt soll noch die überraschende Höhe des englischen EROI hervorgehoben werden. Schätzt man mittels linearer Interpolation der Ergebnisse von 1800 und 1850 den EROI für das Jahr 1830, fällt auf, dass dieser mehr als dreimal so hoch ist, wie jener der österreichischen Landwirtschaft in der gleichen Zeit. Dieses Beispiel soll auch die deutliche Vorreiter-Position der englischen Landwirtschaft im internationalen Vergleich zeigen⁵².

5.2.4 Effizienz der Nahrungsproduktion

Die Entnahme und Mobilisierung landwirtschaftlicher Biomasse kann als Vorbedingung für die Produktion von Nahrung betrachtet werden. Stellt man hier die Frage nach der Effizienz, wäre festzuhalten: Je effizienter die Nahrungsproduktion wird, desto weniger landwirtschaftliche Biomasse muss pro Einheit produzierter Nahrung im gesellschaftlichen Metabolismus in Umlauf gebracht werden.

Dementsprechend wird um die Effizienz der Nahrungsproduktion zu analysieren im Folgenden der Anstieg der inländischen Entnahme landwirtschaftlicher Biomasse mit dem Anstieg an inländisch produzierter Nahrung verglichen. Dies exkludiert Nahrungsimporte bzw. -exporte.

Dabei wird deutlich, dass die inländisch produzierte Nahrungsmenge deutlich schneller ansteigt als die DE Biomasse. Letztere steigt innerhalb der Untersuchungsperiode auf ca. 130% des Werts von 1700 an, die inländisch produzierte Nahrung jedoch auf ca. 230%. Eine andere Sichtweise auf das gleiche Phänomen wird ebenfalls in Tabelle 20 dargestellt: Geht am Anfang der Untersuchungsperiode die Gewinnung einer Einheit Brutto-Nahrung noch mit der Entnahme von ca. 14 Teilen Biomasse einher, sind am Ende der

⁵² Interessanter und aussagekräftiger als ein Vergleich mit Österreich, das nicht zu den ökonomischen Vorreitern der ökonomischen Entwicklung gehörte, wäre natürlich ein Vergleich mit Chinas hoch entwickelter Landwirtschaft.

Untersuchungsperiode nur noch 7 Teile dafür notwendig. Dies kann als deutlicher Indikator für eine deutliche Steigerung der Nahrungsproduktionseffizienz gewertet werden.

[TJ]	1700	1800	1850
inländische Nahrungsproduktion	47.235	75.587	108.241
DE - Biomasse	588.186	721.268	778.735
Verhältnis Nahrungsproduktion - Biomasse DE	1:12	1:10	1:7

Tabelle 20: Effizienz der inländischen Nahrungsproduktion

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

Den Gründen, die eine solche Entwicklung ermöglichten, soll im Folgenden (Kapitel 5.3) nachgegangen werden.

In Kapitel 5.1 konnte gezeigt werden, dass es dem landwirtschaftlichen System gelingt, eine rasant anwachsende Bevölkerung zu ernähren. Dies war nur möglich indem die englische Landwirtschaft produktiver funktioniert. In diesem Kapitel (5.2) konnte gezeigt werden, dass alle untersuchten Produktivitätsindikatoren anwuchsen.

Das folgende Kapitel widmet sich den Faktoren, die diese Entwicklung ermöglichten.

5.3 Antriebsfaktoren der landwirtschaftlichen Revolution

In der vorliegenden Arbeit konnten mit Hilfe des sozial-ökologischen Ansatzes Einsichten gewonnen werden, die Erkenntnisse über die sich rasant verändernde Situation der biophysischen Funktionsweise Englands und Wales und im Besonderen über dessen Landwirtschaft lieferten. Dabei fällt auf, dass ein Element bei den biophysischen Darstellungen konstant und wiederkehrend auftaucht – landwirtschaftliche Intensivierungsprozesse. Diese ermöglichten die dramatisch anwachsende Bevölkerung zu ernähren. Im Folgenden werden Faktoren diskutiert, die potentielle Antriebsmotoren für diese Entwicklung darstellten.

Im Vorfeld soll jedoch festgehalten werden, dass ein solcher Versuch nur eine begrenzte Aussagefähigkeit hat. Die Schwierigkeiten liegen einerseits darin, dass die verschiedenen Faktoren zu großen Teilen in einem Abhängigkeits-, Verstärkungs-, oder zumindest in einem Wechselwirkungsverhältnis miteinander stehen. Andererseits sind die verschiedenen Faktoren, die zum Intensivierungsprozess beitragen, schwer miteinander vergleichbar, da die Auswirkungen teilweise auf unterschiedlichen Ebenen angesiedelt sind.

Im Folgenden werden die Faktoren, die zur landwirtschaftlichen Revolution beigetragen haben, gruppiert und diskutiert. Es werden zunächst die landwirtschaftlichen und agrartechnischen Faktoren besprochen (Kapitel 5.3.1), um danach die institutionellen (Kapitel 5.3.2) und zuletzt die energetischen Aspekte (Kapitel 5.3.3) zu beleuchten.

5.3.1 Landwirtschaftliche und agrartechnische Faktoren

Zunächst werden unmittelbare landwirtschaftliche und agrartechnische Faktoren besprochen, die einen Beitrag zu den agrarischen Outputsteigerungen lieferten. Dazu zählen sowohl das Ausweiten, wie auch die intensivere Bewirtschaftung der landwirtschaftlich genutzten Fläche (Kapitel 5.3.1.1). Die Verbreitung von neuen Anbausystemen und Feldfrüchten (Kapitel 5.3.1.2), mit Hilfe derer es möglich war die Brache zu reduzieren werden ebenso diskutiert, wie auch die Verfügbarkeit von Düngemitteln (Kapitel 5.3.1.3). Außerdem wird das Verhältnis von pflanzlicher und tierischer Nahrungsproduktion an dieser Stelle besprochen (Kapitel 5.3.1.4), dessen Modifikation ebenfalls das Potential zu einer effizienteren Nutzung von Ressourcen hat.

Züchtungserfolge können von dem zuletzt besprochenen Indikator dargestellt werden, der Konversionseffizienz des Viehbestandes (Kapitel 5.3.1.5).

5.3.1.1 Ausweitung und intensiviere Nutzung landwirtschaftlicher Flächen

Kommen wir nun zu dem in der Einleitung dieses Abschnitts zuerst genannten Grund. In Abbildung 21 wird dargestellt, dass es in der Untersuchungsperiode zu einer deutlichen Ausweitung von Ackerland, Wiesen und Weiden kam.

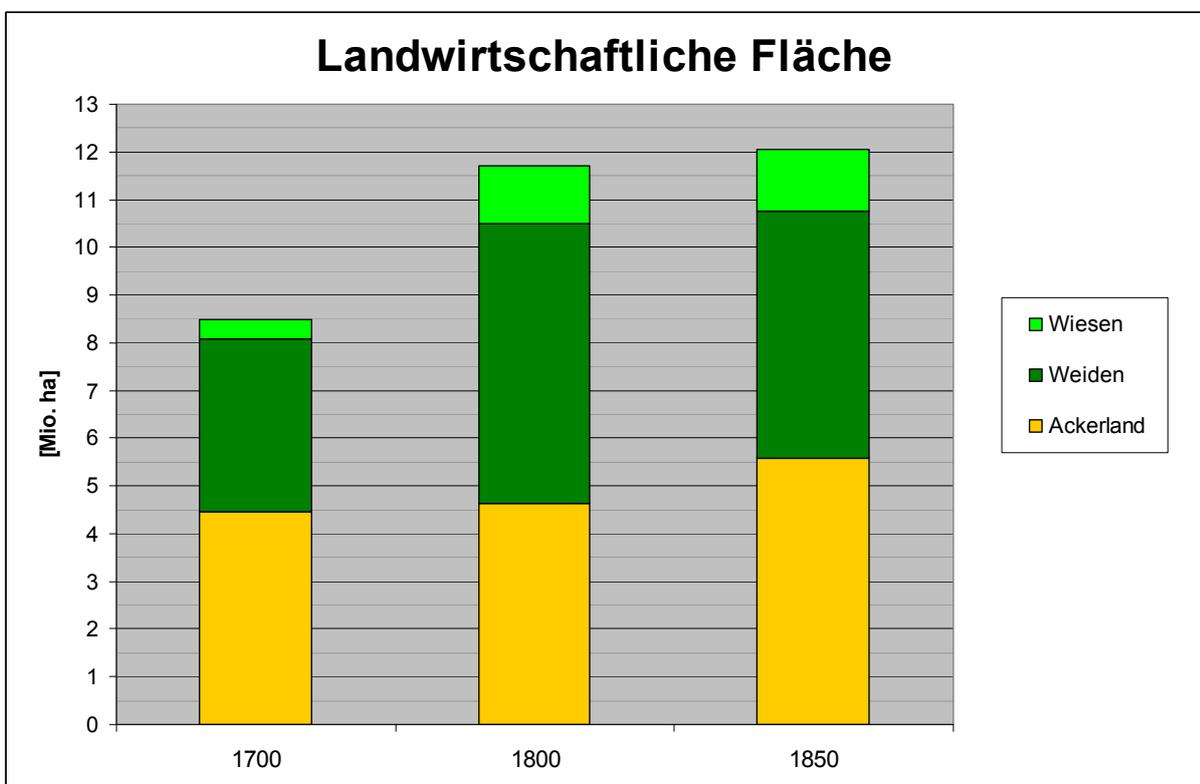


Abbildung 21: Landwirtschaftliche intensiv genutzte Flächen

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

Auffällig ist die massive Zunahme zwischen 1700 und 1800, die vor allem über Zuwächse bei Wiesen und Weiden stattfindet, sowie das Anwachsen des Ackerlandes in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Generell ist das 18. Jahrhundert und hier insbesondere die 2. Hälfte geprägt von einem massiven Anwachsen des nationalen Schafbestandes und damit einhergehend mit einem deutlichen Zuwachs an Weideland. Insgesamt wachsen die drei dargestellten Kategorien um über 40% des Wertes von 1700 an.

Abbildung 21 zeigt, dass die intensiv landwirtschaftlich genutzte Fläche wächst. Im Gegenzug schrumpfen Landnutzungskategorien, wie beispielsweise Hutungen, die in Abbildung 21 nicht dargestellt sind. Dabei ist natürlich zu bedenken, dass die Statistik hier möglicherweise trügerisch ist. Hutungen und andere Flächennutzungskategorien sind seit jeher landwirtschaftlich genutzt worden. Die exakte Grenzziehung zwischen einer extensiv genutzten Wiese und einer etwas intensiver genutzten Hutung ist für die im 18. Jahrhundert vorherrschenden statistischen Methoden kaum klar trennbar gewesen. Vor allem ist nicht davon auszugehen, dass über die Untersuchungsperiode hinweg die gleichen Grenzziehungsmethoden verwendet wurden. Insofern ist die Ausweitung der landwirtschaftlich genutzten Fläche etwas zu relativieren.

Doch nicht nur die Ausweitung von Wiesen, Weiden und Ackerland stellt eine Intensivierung der Landnutzung dar. In Kapitel 4.1.3 wurde mit Hilfe von Abbildung 13 bereits deutlich gezeigt, wie innerhalb des Grünlandes extensive Landnutzungsformen von arbeits- und materialintensiven Nutzungsformen abgelöst wurden. Die extensiv genutzten Hutungen schrumpfen bis ins Jahr 1850 auf ein Drittel ihres Werts von 1700. Auf der anderen Seite stellen die Ackerwiesen das Paradebeispiel für eine Landnutzungsform dar, die intensivste Bewirtschaftung benötigt. Ein Beispiel für besonders intensiv genutzte Wiesen stellen die Überschwemmungswiesen dar, denen während der vorliegenden Untersuchungsperiode eine wichtige Rolle zukam, trotz der Limitiertheit in Bezug auf Energieverfügbarkeit und Düngemitteln hohe Erträge zu erwirtschaften. Aus dem Wasser- und Nährstoffstrom eines Flusses wurde mittels kleiner Kanäle und Schleusen die Möglichkeit geschaffen Wiesen zu überschwemmen. Einerseits um so diese Flächen zu düngen, andererseits um im Frühjahr den Boden von Frost zu befreien und ihn im trockenen Sommer zu bewässern. Überschwemmungswiesen waren in ihrer Etablierung und Instandhaltung arbeitsintensiv, jedoch konnten sie beispielsweise auf Torfböden den ökonomischen Ertrag einer Wiese durch ein ausgeklügeltes Bewässerungssystem verzehnfachen (Cook et al. 2003, Cook et al. 2004).

5.3.1.2 Neue Feldfrüchte

Auch bei der Verbreitung der Feldfrüchte ist ein Wandel hin zur Intensivierung zu bemerken. Vermehrt werden neue Feldfrüchte angebaut. In Abbildung 22 ist zu beobachten, dass die Ausdehnung dieser neuen Feldfrüchte und Futterpflanzen einen Zuwachs um über 240% erfährt. Innerhalb 150 Jahren erreichen sie auch das Niveau, das die traditionellen Feldfrüchte zusammen im Jahr 1750 hatten (Vgl. Abbildung 22 und Abbildung 23). Die Ausweitung der Flächen, die traditionellen Feldfrüchten gewidmet wurden, ist in Abbildung 23 dargestellt. Es ist deutlich ersichtlich, dass ihr Wachstum ein bedeutend langsames ist. Zwischen 1700 und 1850 nimmt die mit traditionellen Feldfrüchten bebaute Ackerfläche um ein Drittel zu, wobei vor allem die Weizenflächen zunehmen, auch auf Kosten anderer traditioneller Kulturarten.

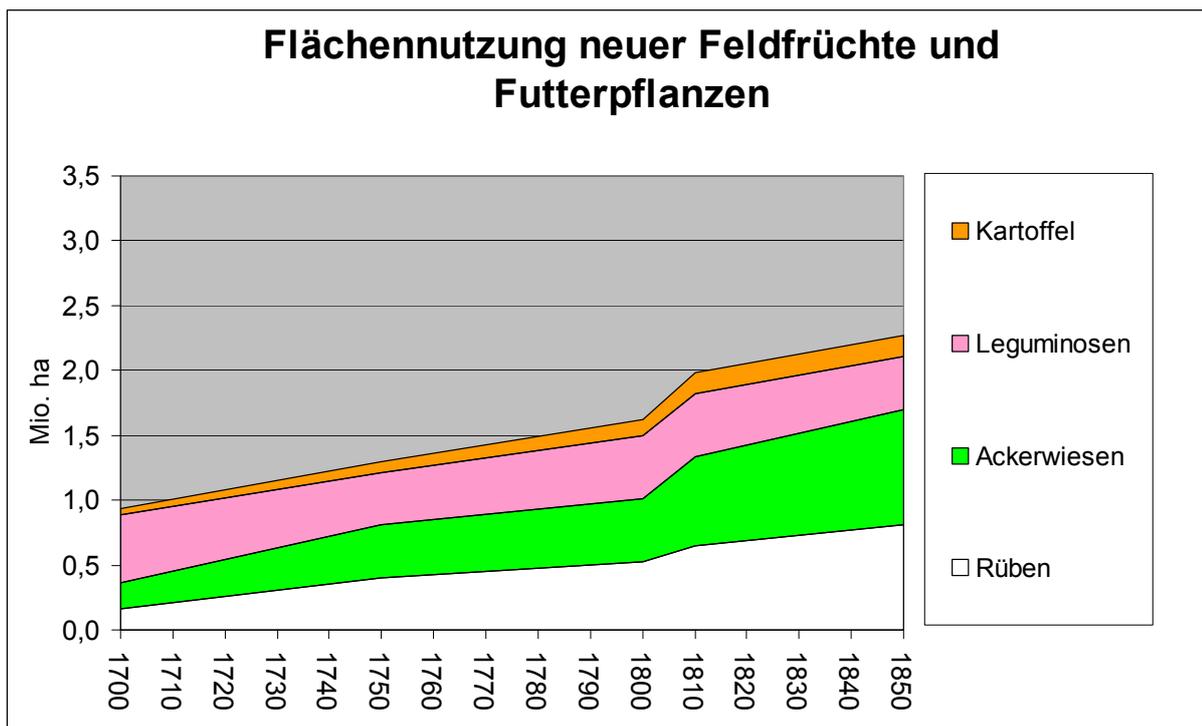


Abbildung 22: Steigender Anteil neuer Feldfrüchte

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

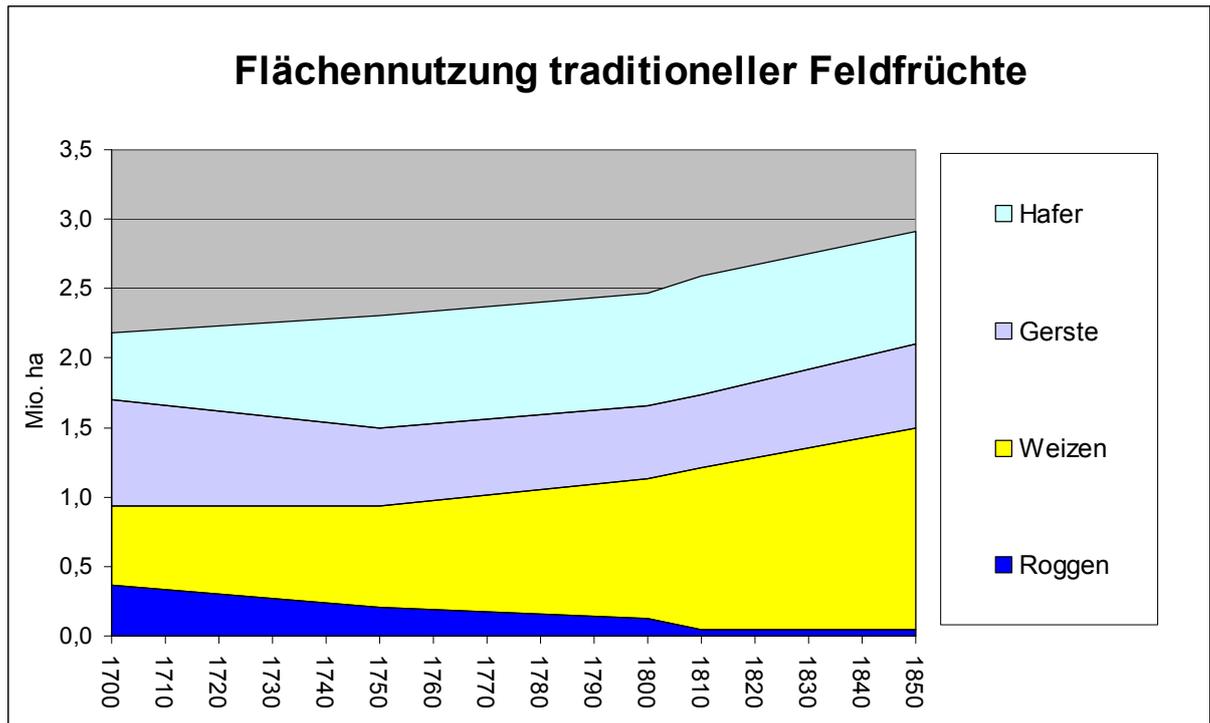


Abbildung 23: Traditionelle Feldfrüchte

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

Welche Vorteile hatten diese neuen Feldfrüchte und Futterpflanzen und weshalb setzten sie sich durch?

Kartoffeln wurden ab dem späten 16. Jahrhundert in England angebaut. Witterung und Böden kamen dieser neuen Feldfrucht entgegen. Und auch energetisch spielte sie als Energielieferant innerhalb der Untersuchungsperiode eine immer wichtigere Rolle (Overton 1999).

Durch den Anbau von Leguminosen konnte der Stickstoffmangel der ausgelaugten Böden bekämpft werden. Bei Rüben hingegen nützte man aus, dass ihre großen Blätter Unkräutern das Licht zum Wachstum nahmen und gleichzeitig Bodennährstoffe vor Auswaschung durch Regen teilweise schützen konnten. Rüben, Klee und Gras kam auch eine wichtige Rolle bei den neuen Fruchtfolgesystemen zuteil. Die *Norfolk four crop Rotation*, die ab ca. 1750 ihren Siegeszug antrat, war eine prominente Art des Fruchtwechsels in folgender Reihenfolge: Weizen – Rüben – Gerste oder Hafer – Klee oder Gras. Dieses Fruchtfolgesystem ermöglichte es weiter durch den Einsatz von Leguminosen die Brachzeiten zu verringern. Indem Futterpflanzen angebaut wurden, war es auch möglich auf die ganzjährige Stallfütterung von Nutztieren einzuführen. Dadurch

konnte die Futterqualität für das Vieh erhöht werden. Der ebenfalls effizienter erzeugte Stallmist wurde auf das Ackerland ausgebracht und trug dort dazu bei die Erträge zu steigern (Vgl. Krausmann 1998, Brunt 2007 und Allen 2008).

5.3.1.3 Bodennährstoffe - Düngemittel

Eine Herausforderung für die Landwirtschaft in der Untersuchungsperiode lag in der Rückführung der Bodennährstoffe. Krausmann (1998) beschreibt die unterschiedlichen Funktionsarten der Dreifelderwirtschaft, der Fruchtwechselwirtschaft und den Umgang mit Bodennährstoffen im „Zeitalter mineralischer Düngemittel“ (Krausmann 1998, S. 18). Am Anfang der vorliegenden Untersuchungsperiode spielen unter der Dominanz der Dreifelderwirtschaft die Brachen eine zentrale Rolle. Sie wurden von verschiedenen Bemühungen die Nährstoffzufuhr zu erhöhen⁵³ unterstützt. Mit dem Aufkommen der bereits skizzierten Fruchtwechselwirtschaft (siehe oben) konnte eine neue Qualität im Umgang mit Bodennährstoffen gefunden werden. In dieser Zeit beginnt sich auch die zunehmende Orientierung auf den Markt (Vgl. Kapitel 5.3.2.1) insofern auszuwirken, als dass sich die Nährstoffkreisläufe öffneten. Zu Zeiten der Dreifelderwirtschaft wurde mit landwirtschaftlichen Gütern kaum Handel betrieben und so verblieben die Nährstoffe auch zu guten Teilen in einem innerbetrieblichen Zyklus. Diese Situation änderte sich radikal mit der Produktion für einen Markt, sowie mit dem rasanten Anwachsen der städtischen Bevölkerung (Vgl. Foster 1999). Steigende Düngemittelinputs waren nötig, die zum Teil unter hohem Aufwand beschafft wurden. Ein Beispiel dafür stellt Guano dar, das ab 1840 von Peru nach England transportiert wurde. Turner et al. (2001, S. 140) zeigen jedoch, dass der Einsatz von Düngemitteln (siehe Tabelle 21) ab den 1820ern deutlich steigt, ohne eine korrespondierende Entwicklung bei den Erträgen der Ackerfrüchte zu hinterlassen. Ab der Mitte des 19. Jahrhunderts sinkt der Ertrag der Äcker bei exponentiell ansteigendem Düngereinsatz sogar (Turner 2001, S. 140). Dieser rasante Anstieg ist auch dann zu beobachten, wenn der Einsatz von kommerziellen Düngemitteln auf die Ackerfläche

⁵³ Hier sind vor allem die Gründüngung, die Verwendung von Stalldünger und Abfällen von Haushalten und landwirtschaftlichen Gewerben, sowie in geringem Umfang auch das Ausbringen von anorganischem Dünger (z.B. Mergeln, Kalken, Gipsen) zu nennen.

Um den Boden aufzulockern und diesen mit organischer (oft stickstoffreicher) Substanz anzureichern, werden bei der Gründüngung v.a. Leguminosen in die Erde untergepflügt.

bezogen wird. 1810 kamen ca. 7,5 kg/ha und 1850 bereits 47 kg/ha kommerzielle Düngemittel zum Einsatz auf englischen Ackerflächen.

[1000 t]	1825	1837	1851	1854	1872
Düngemittleinsatz	39	73	263	383	781

Tabelle 21: Einsatz von kommerziellen Düngemitteln

Anmerkung: Die oben stehenden Zahlen setzen sich aus den heimischen und importierten Mengen von Knochen, Superphosphaten, Nitraten, Guano und geringen Mengen importiertem Dung zusammen.⁵⁴ (Turner et al. 2001)

Welchen Stellenwert der Einsatz von Düngern genau hatte, kann hier nicht nachvollzogen werden. Turner et al. (2001) stellen die zentrale Bedeutung aufgrund der vergleichsweise geringen Mengen aber zumindest teilweise in Frage.

Völlig außer Acht lassen Turner et al. (2001) die Nutzung von tierischen Exkrementen als Düngemittel. In einer groben Überschlagsrechnung sind in der vorliegenden Arbeit für das Jahr 1700 ca. 6 Mio. t tierische Exkremente (Trockensubstanz) errechnet worden. Dies zeigt, dass schon im Jahr 1700 im Vergleich zum Jahr 1825 ca. 150mal mehr tierische Exkremente zur Verfügung standen als in Form von kommerziellen Düngemitteln eingesetzt worden sind⁵⁵.

Die industrielle und kommerzielle Herstellung von Düngemitteln beginnt erst am Ende der vorliegenden Untersuchungsperiode⁵⁶.

5.3.1.4 Pflanzliche und tierische Nahrungsproduktion

Da die pflanzliche Produktion im Vergleich zur tierischen weitaus effizienter ist (Pimentel und Pimentel 2003), könnte man annehmen, dass im Rahmen der landwirtschaftlichen Revolution die pflanzliche Produktion zunimmt.

Das Verhältnis zwischen pflanzlicher und tierischer Produktion wird in Tabelle 22 behandelt. Im Rahmen der tierischen Produktion werden Fleisch, Milch und Eier quantifiziert.

⁵⁵ Bei diesen Berechnungen werden die unterschiedlichen Stickstoffgehalte nicht berücksichtigt.

⁵⁶ So öffnet beispielsweise im Jahr 1842 in London Sir John Lawes Fabrik, die aus Knochen und Schwefelsäure Dünger herstellte.

[PJ]	1700	1800	1850
pflanzliche Nahrung	41	63	90
tierische Nahrung	6	12	18
Anteil tierischer Nahrung an der Gesamtnahrungsproduktion	12,8%	16,3%	16,6%

Tabelle 22: Verhältnis zwischen tierischer und pflanzlicher Produktion

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

Zwischen 1700 und 1800 steigt die Zunahme der tierischen Produktion schneller als die der pflanzlichen Produktion. Zwischen 1800 und 1850 verändert sich das Verhältnis kaum mehr. Über die Gründe dieser Entwicklung kann nur spekuliert werden. Die oben geäußerte These über die verhältnismäßige Zunahme der pflanzlichen Produktion während der Untersuchungsperiode ist jedoch nicht zu halten. Betrachten wir die tierische Produktion jedoch zunächst detaillierter.

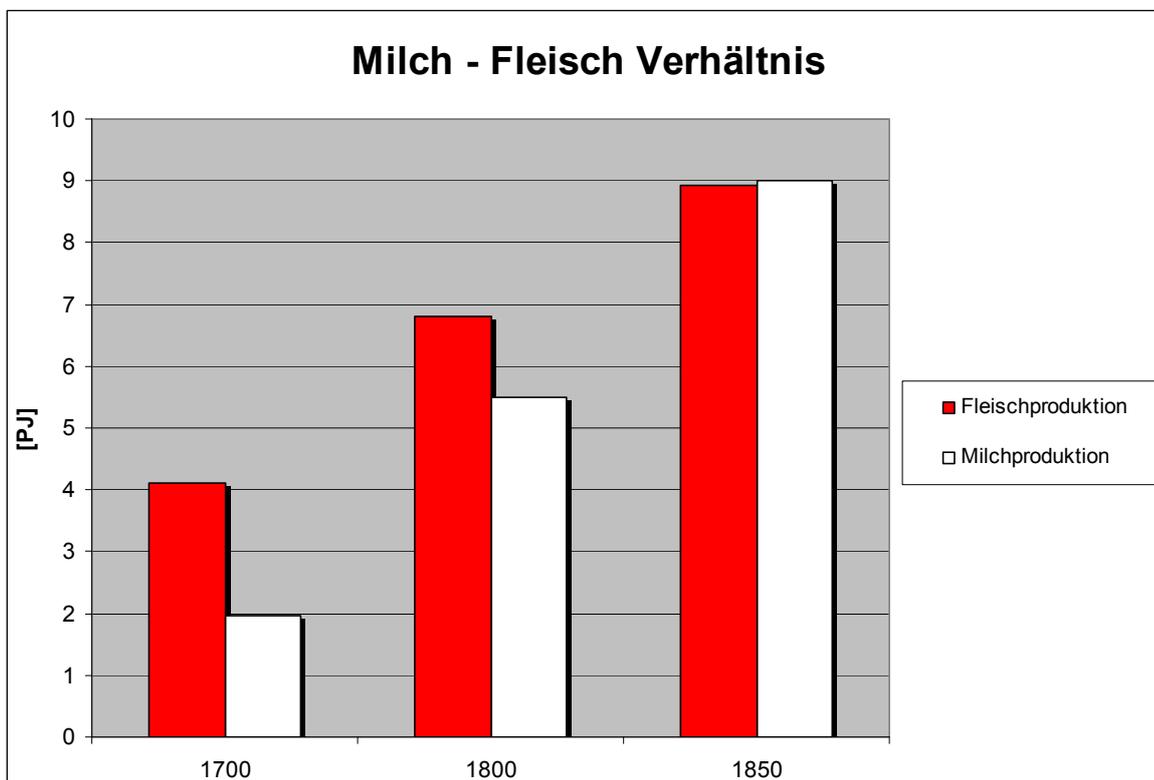


Abbildung 24: Milch - Fleisch Verhältnis

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

Ein Erklärungsansatz bedarf das Wissen darüber, dass sich das Verhältnis zwischen der Produktion von Milch und Fleisch deutlich zugunsten der Milchproduktion entwickelt. Betrachtet man dieses Verhältnis aus einer energetischen Perspektive, zeigt sich ein eindeutiger Trend. Wird 1700 noch ca. doppelt so viel Fleisch wie Milch produziert, so ist im Jahre 1850 das Verhältnis ausgeglichen: Energetisch betrachtet wird genauso viel Milch wie Fleisch produziert.

Die Effizienzvorteile der pflanzlichen Produktion gegenüber der tierischen hängen immer von den konkreten naturräumlichen Bedingungen ab. Generell ist davon auszugehen, dass die Produktion tierischer Nahrung bedeutend ineffizienter ist, als eine pflanzliche Produktionsweise. Ein Nutztier in der Fleischproduktion muss über Jahre hinweg mit sehr viel pflanzlicher Biomasse gefüttert werden, wobei der tierische Ertrag nach diesem so genannten Veredelungsschritt sehr gering ist (Pimentel und Pimentel 2003). Dies könnte ein Erklärungsansatz für die Tatsache sein, dass das Verhältnis zwischen tierischer und pflanzlicher Nahrung stagniert (Vgl. Tabelle 22). Jedoch ist festzuhalten, dass innerhalb der tierischen Produktion die Produktion von Milch verhältnismäßig effizienter ist als die Produktion von Fleisch (Vgl. Pimentel und Pimentel 2003).

Der eingangs beschriebene deutliche Anstieg der tierischen Produktion im Vergleich zur pflanzlichen Produktion zwischen 1700 und 1800 ging mit einer starken Ausbreitung des Grünlands einher. Die Zuwächse des Ackerlandes zwischen 1800 und 1850 korrelieren mit der Zunahme der pflanzlichen Produktion.

Eine Interpretation dieser Daten könnte folgendermaßen lauten. Um 1800 beginnt die englische Landwirtschaft an ihre Grenzen zu stoßen. Die Zuwächse in der tierischen Produktion werden vor allem über Spezialisierungseffekte gewonnen. Die ersten deutlichen Züchtungserfolge bei der Milchleistung zeigen sich bereits Ende des 18. Jahrhunderts: Jedoch gibt es noch große Unterschiede innerhalb des nationalen Viehbestandes. Nach wie vor gibt es viele Kühe, die sowohl für die Milchproduktion, wie auch für die Fleischproduktion gehalten wurden. Diese Kühe wurden oft auf Gemeindeflächen gehalten und ihre Ernährungssituation war in den Wintermonaten schlecht. Dies schlug sich auf ihre Milchleistung nieder. Erst mit dem Verschwinden der Allmendeflächen wurde die Effizienz der Milchwirtschaft allgemein erhöht. 1820 setzte

sich auch das Milch-Shorthorn durch und Spezialisierung trat an die Stelle der Zweifachnutzung zur Milch- und Fleischproduktion. Außerdem setzt sich eine regionale Spezialisierung durch, wobei es vor allem im Westen mit den hohen Niederschlägen in dieser feucht-temperaten Klimaregion zur Fokussierung auf Grünlandwirtschaft und im Osten auf Ackerbauwirtschaft kommt.

5.3.1.5 Konversionseffizienz des Viehbestandes

Die oben beschriebenen Züchtungserfolge bei Rindern, sowie die Verbesserung ihres Futters können mit Hilfe eines biophysischen Indikators analysiert werden. Die Berechnung der Konversionseffizienz des Viehbestandes veranschaulicht die Effizienzsteigerungen bei der Produktion von Milch und Fleisch. Die durchschnittliche Konversionseffizienz von Nutztieren wird in Tabelle 23 dargestellt. Sie beschreibt das energetische Verhältnis zwischen der eingesetzten Futtermenge, die zur Ernährung des Viehbestands notwendig ist (Input) und den Outputs, in Form tierischer Produkte. Im konkreten Fall sind dies Fleisch und Milch.

[TJ]	1700	1800	1850
Input (Futterbedarf)	291.349	372.143	473.748
Output (Milch, Fleisch)	6.051	12.311	17.914
Konversionseffizienz Viehbestand	48	30	26

Tabelle 23: Konversionseffizienz des Viehbestandes

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

In Tabelle 23 ist deutlich zu sehen, dass der Viehbestand mit deutlich geringeren Inputs auskommt, um die gleiche Menge an Outputs zu generieren. Sind im Jahre 1700 noch 48 pflanzliche Energieeinheiten notwendig, um eine nutzbare Energieeinheit in Form von Fleisch oder Milch zu gewinnen, sind es im Jahre 1850 nur noch 26.

Diese Ergebnisse zeigen wiederum die deutlichen Produktivitätssteigerungen und bieten zum anderen auch einen Erklärungsansatz, wie es möglich sein konnte, dass die Nahrungsproduktionseffizienz in der Untersuchungsperiode so massiv gesteigert werden konnte.

5.3.2 Institutionelle Faktoren

Während des vorliegenden Untersuchungszeitraumes treten massive institutionelle⁵⁷ Veränderungen auf. Diese stellen zwar auch *per se* relevante Entwicklungen dar, die es zu analysieren gilt, jedoch bilden sie auch zentrale Voraussetzungen, um das Leistungspotential der solarenergiebasierten Landwirtschaft auszureizen. Ohne die im folgenden Kapitel beschriebenen institutionellen Veränderungen wären die Steigerungen von Arbeits- und Flächenproduktivität, die zu enormen Outputsteigerungen führten, undenkbar gewesen. Ohne diesen institutionellen Wandel wäre es somit auch nicht möglich gewesen mit einer konstanten Anzahl landwirtschaftlicher Arbeitskräfte eine unglaublich anwachsende Anzahl der restlichen Bevölkerung zu ernähren. Dies bildete wiederum die Vorbedingung für Urbanisierung und Industrialisierung.

Nachdem nun grob skizziert wurde, wie bedeutend die Einflüsse der institutionellen Umgestaltungen auch im Kontext der vorliegenden Arbeit waren, werden sie in diesem Kapitel zum Gegenstand der Untersuchung gemacht.

Als veraltet wird eine reduktionistische Geschichtsauffassung betrachtet, nach der die Innovationsleistungen weniger kluger Köpfe als Antriebsmotor geschichtlicher Entwicklung angesehen werden. Overton beschreibt diesen idealistischen Ansatz ironisierend folgendermaßen: „[...] Jethro Tull, Lord Townshend, Arthur Young, Bakewell, Coke of Holkham and the Collings. These men are seen to have triumphed over a conservative mass of country bumpkins and single-handedly transformed English agriculture within a few years from a peasant subsistence economy into a thriving capitalist agricultural system capable of feeding the teeming millions in the industrial cities“ (Overton 1996, S. 3f).

Die Erklärungsansätze, die sich mit dem institutionellen Wandel innerhalb der Untersuchungsperiode beschäftigen, sind mannigfaltig und können deshalb in der vorliegenden Arbeit nur überblicksartig dargestellt werden. Als ein zentraler Antriebsmotor dieser Veränderungen wird häufig die steigende Kommerzialisierung genannt, die sich auch in der Entwicklung der Märkte⁵⁸ widerspiegelt (Berger 1980,

⁵⁷ Institutionen werden in der vorliegenden Arbeit als Regelsysteme gefasst, die eine bestimmte soziale Ordnung nach sich ziehen.

⁵⁸ Randell und Charlesworth (1996) gehen davon aus, dass die mit Ronald Reagan and Magret Thatcher eingeläutete politische Orientierung auf die freie Marktwirtschaft und der darin enthaltenen Rolle des Markts

Overton 1996). Aus marxistischer Tradition kommend thematisiert dies Ernest Mandel folgendermaßen: „In der Entwicklung dieser Lokalmärkte, die im wesentlichen durch die Überschüsse der Gebrauchswerte erzeugenden Produzenten versorgt wurden [...] muss man die Wurzeln des Agrarkapitalismus suchen“ (Mandel 1972, S. 319).

Die Herausbildung von Märkten und die damit verbundene Produktion nach marktwirtschaftlichen Kriterien wird in Kapitel 5.3.2.1 beschrieben. Genauer beleuchtet wird das Aufkommen von Groß- und Zwischenhändlern.

In Kapitel 5.3.2.2 werden die Entwicklungen des Transportsystems beschrieben. Diese Entwicklungen schufen erst die notwendigen Distributionsmöglichkeiten, die für eine grundlegende Neuausrichtung auf eine marktorientierte Produktionsweise notwendig waren.

Der Themenkomplex zu den Einhegungen, ein weiterer zentraler institutioneller Antriebsfaktor, wird im Kapitel 5.3.2.3 beschrieben. Einerseits kommt es zu einer folgenschweren Umstrukturierung der Eigentumsverhältnisse. Großgrundbesitzer waren die Nutznießer dieses Prozesses, ihre Anteile an Landbesitz wuchsen deutlich. Auf der anderen Seite verarmten große Teile der Kleinbauernschaft, die ihrer Allmenderechte beraubt in die (landwirtschaftliche) Lohnarbeit getrieben wurden. Zu großen Teilen durch die Einhegungen ausgelöst, kommt es zum Anwachsen der durchschnittlichen Betriebsgrößen. Diese Großbetriebe beschäftigten idealtypischer Weise landwirtschaftliche Arbeiter und produzierten profitmaximierend für den Markt. Dabei konnten Massenproduktionsvorteile – *Economies of Scale* – ausgenutzt werden, die ebenfalls einen weiteren wichtigen Eckpunkt bei dem untersuchten Intensivierungsprozess ausmachten.

auch auf wissenschaftlicher Ebene Spuren hinterließ. Diesem Ansatz folgend sind auch historische Erklärungsmodelle, die den Markt als zentralen Bezugspunkt begreifen, von politischen Diskursen beeinflusst.

5.3.2.1 Die Entwicklung des Marktes

„Markets of one form or another have occupied a key place in the social, economic or political cultures of all people throughout recorded history” (Randall und Charlesworth 1996, S. 1)

Schon lange vor dem Beginn der in der vorliegenden Arbeit gewählten Untersuchungsperiode kam es zur Herausbildung von Marktstrukturen. Etwas vereinfacht dargestellt, bietet der Markt noch zu Beginn des 16. Jahrhunderts dem subsistent lebenden Bauern nach dem Decken der eigenen/familiären Bedürfnisse die Möglichkeit, die produzierten Überschüsse zu verkaufen. Dabei tritt er in direkten Kontakt mit dem Käufer, der zugleich Konsument ist (Overton 1996). Im frühen 19. Jahrhundert findet man eine vollkommen andere Situation wieder: Der Produzent wurde vom Konsumenten separiert und über Zwischenhändler vermittelt, sie treten nur noch über den Markt in Verbindung. Der Markt nimmt außerdem eine zentrale Rolle ein, da über Angebot- und Nachfragemechanismen die Entscheidung des einzelnen Bauern massiv beeinflusst wird, welche Güter er produziert (Overton 1996b). Diese völlig neue Ausrichtung der Produktion für den Markt führt auch zu einer zunehmenden Spezialisierung auf die Produktion bestimmter landwirtschaftlicher Produkte, die sich mit hohen Profiten verkaufen ließen. In diesem Subkapitel soll nun genauer auf den Markt, seine unterschiedlichen Ausformungen und seine Entwicklungen eingegangen werden.

Da unter dem Wort *Markt* unterschiedliche Dinge verstanden werden können, findet vorerst eine kurze Differenzierung der Begrifflichkeiten statt. In den einleitenden Worten dieses Abschnitts sind bereits zwei verschiedene Wortbedeutungen verwendet worden: Zum einen wurde der Begriff im engeren Sinne des Wortes als örtlich abgegrenztes Forum, also als „topographischer Begriff“, gebraucht. Zum anderen wurde von der Entstehung eines Marktes gesprochen. Dabei ist der „ökonomische Ort des Tausches (Kauf, Verkauf)“ gemeint, der je nach Ausprägung unterschiedlich groß sein kann – „lokal, national und international“ - und marktwirtschaftlichen Spielregeln unterworfen ist (Brockhaus 1996, S. 237-238).

Als historisches Beispiel der ersten beschriebenen Kategorie können Marktflecken dienen. Es handelt sich dabei um Siedlungen, denen das Recht zugesprochen wurde Märkte abzuhalten. Die Güter, mit denen auf diesen Marktflecken gehandelt wurde, waren alltäglicher Natur und so wurden Marktflecken zur „[...] source of foodstuffs, crafts, and household wares [...]“ (Berger 1980, S. 124). Angesichts des Handels mit Produkten, die großteils Überschüsse darstellten und des vergleichsweise geringen Handelsvolumens können Marktflecken als Ausdruck der subsistenzwirtschaftlichen Ausrichtung bäuerlicher Produktion aufgefasst werden.

„The other formal marketing institution was the fair“ (Chartres 1985, S. 420). Diese Jahrmärkte unterschieden sich sowohl hinsichtlich ihres zeitlichen Auftretens, als auch in der Struktur der angebotenen Güter. Im Vergleich zu den nur ein bis zwei Mal jährlich stattfindenden Jahrmärkten gab es auf den kleineren Märkten in Marktflecken ein bis zwei Mal wöchentlich die Möglichkeit zum Handel. Jahrmärkte hatten ein vergleichsweise breiteres Angebot und boten auch Luxusgüter für die betuchtere Kundschaft an. Spezialisierungen auf bestimmte Gütergruppen, wie zum Beispiel die Konzentration auf Viehhandel (Vgl. Smithfield Market, John 1989), kamen zum Ende der Untersuchungsperiode häufiger vor. Dementsprechend größer war auch das Einzugsgebiet, aus dem Käufer und Verkäufer anreisten (Overton 1996).

Das bestimmende Element in der damaligen Entwicklung der Märkte war die Kommerzialisierung, also die Ausrichtung der Produktion auf den Markt unter ökonomischen Gesichtspunkten. Diese brachte widersprüchliche Konsequenzen mit sich. Lassen sich diese Kommerzialisierungseffekte auch quantitativ zeigen? Die Zunahme des Volumens, das über die Märkte gehandelt wurde, lässt sich zwar kaum nachvollziehen, jedoch gibt es Aufzeichnungen über die Anzahl der Marktflecken in England und Wales. Ihre Entwicklung wird in Tabelle 24 dargestellt. Sie spiegelt aber nicht die zunächst erwartete Zunahme des Handels wider. Es kam nicht zu einem quantitativen Aufblühen der Jahrmärkte und Marktflecken, ganz im Gegenteil, trotz der zunehmenden Orientierung der Produktion auf den Markt, nahm die Anzahl der Marktflecken ab (Tabelle 24).

	1640	1690	1693	1720	1792
Anzahl der Marktflecken in England und Wales	809	874	680	637	728

Tabelle 24: Rückgang der Marktflecken in England und Wales

Anmerkung: Daten aus Chartres 1985

Overton (1996) nimmt auf den beschriebenen Rückgang der Marktflecken Bezug und ergänzt: „The decline in fairs was even more pronounced”⁵⁹, differenziert jedoch weiter “but some continued to prosper well into the nineteenth century, especially for livestock” (S. 145). Perren (1989) betont den Aufgabenwandel der Jahrmärkte: „By 1750 some fairs had declined in importance, their trading aspects had diminished and they had become pleasure gatherings and places of entertainment” (S. 223). Wodurch kann nun diese scheinbar paradoxe Entwicklung der Marktflecken und der Wandel der Jahrmärkte erklärt werden? Die eingangs erwähnten Groß- und Zwischenhändler spielen hier eine Schlüsselrolle.

Groß- und Zwischenhändler

In ihrer ursprünglichen Ausprägung unterlagen Märkte einer starken Regulierung durch die Staatsgewalt - Regeln und Bräuche spielten in der Bestimmung des Preises eine zentrale Rolle und wurden nicht über Angebot und Nachfrage geregelt. Gesetzlich bevollmächtigte Kontrolleure sollten verhindern, dass sich Zwischenhändler in diese direkten Transaktionen einschalteten, die Preise künstlich hoch gehalten werden und in Zeiten der Not nicht genügend Nahrung auf dem Markt zur Verfügung steht (Overton 1996). Trotz der diesbezüglich strengen Gesetzgebung (Vgl. Hay 1999⁶⁰) hält Berger (1980) fest: “There is reason to believe, however, that the late sixteenth century witnessed an extensive and growing network of middlemen” (S. 125). Es fand eine beträchtliche Menge des

⁵⁹ Die Datenquellen, aus denen die Anzahl der Jahrmärkte herausgelesen werden können, sind noch lückenhafter als jene zu den Marktflecken. Erste verlässliche Daten beziehen sich auf 1756 und sprechen von annähernd 3.200 Jahrmärkten in England und Wales (Chartres 1985).

⁶⁰ Diese Kontrolleure hatten weitreichende Kompetenzen und Zwischenhändler hatten hohe Strafen zu befürchten. So beschreibt beispielsweise Hay (1999) den Gerichtsprozess gegen einen Zwischenhändler, der 1801 „to a fine of £1,000, four months' imprisonment, and continued imprisonment until his fine was paid, for criminal behaviour in the markets” verurteilt wurde (S.1).

Handels abseits der offiziellen Marktinstitutionen und somit illegal statt. Diese aufblühende Schattenwirtschaft kann den Rückgang der in Tabelle 24 dargestellten offiziellen Marktflächen erklären.

Durch die zunehmende Aktivität der Groß- und Zwischenhändler ist eine Vernetzung der verschiedenen lokalen Märkte zu beobachten. Als Folge davon lässt sich im Laufe der Untersuchungsperiode die Herausbildung eines national geschlossenen Marktes feststellen. Dieser ist eine wichtige Voraussetzung für die regionale Spezialisierung in der Produktion. Dieses Phänomen ist jedoch nicht erst in der vorliegenden Untersuchungsperiode anzutreffen. Seit dem frühen 16. Jahrhundert setzten sich englische Landwirtschaftsjournalisten mit der Thematik landwirtschaftlicher Regionen auseinander (Prince 1989). Die Möglichkeit sich auf regional unterschiedliche geologische Gegebenheiten, die Bodenbeschaffenheit, klimatische Faktoren, sowie neue Anbaumethoden zu spezialisieren, nahm im Untersuchungszeitraum deutlich zu. Grundlage dafür bot die Entwicklung des Marktes, sowie das sich rasant entwickelnde Transportsystem (Vgl. Sieferle et al 2006).

Die landesweite Standardisierung der Gewichtseinheiten, beispielsweise in Form des *imperial bushel* im Jahre 1826 muss ebenfalls im Kontext der Entstehung eines nationalen Marktes gesehen werden (Perren 1989, S. 226).

Die Integration der verschiedenen Güter in das nationale Markt stellt zeitlich gesehen keine einheitliche Entwicklung dar. „On the basis of the evidence of regional price movements it has been suggested that there was a national market in wheat by 1700.⁶¹ By the 1830s the market in most agricultural commodities, excluding the perishable products like milk and vegetables was a national one” (Overton 1996, S. 140). Diese zeitlichen Angaben dürfen jedoch nur als Richtwerte verstanden werden. Wichtiger als die genaue Datierung der Etablierung von Nationalmärkten für die verschiedenen Produktklassen, sind die daraus resultierenden sozialen Konsequenzen. Zunehmend üben ökonomische Überlegungen über die Inwertsetzbarkeit der produzierten Güter Einfluss auf die Entscheidung der einzelnen Landwirte aus. „[...] it was not until the later part of the eighteenth century that the market was beginning to determine the production decisions of a significant number of farmers” (Overton 1996b).

⁶¹ Gregory Clark (2001) zufolge entsteht dieser nationale Markt schon Jahrhunderte früher. Diese Meinung stellt jedoch eine Minderheitenposition dar. Der ökonomisch geführten Debatte, wann es zur Herausbildung eines nationalen Marktes kam, kann im vorliegenden Werk nicht nachgegangen werden.

Letztendlich arrangierte sich die aufstrebende Macht der Händler mit dem Gesetz und die strengen Regulierungen von offizieller Seite nahmen in dem Maße ab, in dem die Marktaktivitäten anwuchsen. Dies eröffnete der Etablierung kapitalistischer Marktstrukturen Tür und Tor.

Zusammenfassend zeigt sich der beschriebene Kommerzialisierungsprozess als ein entscheidender wirtschaftsgeschichtlicher Antriebsfaktor, der auf einer grundlegenden Ebene wirkmächtig war. Das Verschwinden der Anfang des 18. Jahrhunderts hegemonial vorkommenden, regional kleinräumig strukturierten Subsistenzwirtschaft war begleitet vom Aufkommen einer Produktionsform, die einzig und allein auf den freien Markt ausgerichtet war. Diese Produktionsform erleichterte es den Produzenten sich zu spezialisieren. Diese Spezialisierungen wiederum trugen bedeutend zur Steigerung von Flächen- und Arbeitsproduktivität bei, indem einerseits in Form von regionalen Spezialisierungen besser auf naturräumliche Faktoren eingegangen werden konnte (Vgl. Kapitel 5.3.1). Andererseits bot sich spezialisierten landwirtschaftlichen Betrieben die Möglichkeit zu Effizienzsteigerungen in Form von Rationalisierungen durch die Optimierung von Betriebsabläufen (Vgl. *Economies of Scale* im Kapitel 5.3.2.3).

5.3.2.2 Handel und Transport

Für die folgenreiche Entwicklung des Marktes, die im weiteren Verlauf noch genauer erläutert wird und die Entfaltung des Handels ist ein hoch entwickeltes Transportsystem unumgänglich. Einige grundlegende Überlegungen zum Transport in Agrargesellschaften sollen einen Rahmen liefern, um die Brisanz der danach beschriebenen konkreten Entwicklungen besser verstehen zu können.

Die einzige relevante Energiequelle in agrarischen Produktionssystemen stellt die Sonne dar, deren Sonnenstrahlen auf die Erdoberfläche treffen. Unter Verwendung von Pflanzen kann diese Energie für den Menschen nutzbar gemacht werden. Im Vergleich zu den heute genutzten fossilen Energieträgern sind jedoch die Knappheit an Energie und die geringe Energiedichte zentrale Charakteristika des agrarischen Solarenergiesystems. Daraus ergibt sich auch die Tatsache, dass die Produktion von Nahrung über große Flächen verteilt stattfindet und Anballungen von Bevölkerung und Gewerbe eine Ausnahme darstellen.

Diese Städte sind energetisch und materiell auf ihr Umland angewiesen. Ohne ein funktionierendes Transportsystem ist das Entstehen, Anwachsen und Überleben der städtischen Bevölkerung nicht denkbar (Sieferle et al. 2006).

Doch die Energieknappheit im agrarischen Solarenergiesystem wirkt sich auch auf den Transport selbst aus. Generell lässt sich feststellen, dass beim grundsätzlich schon sehr kostenaufwendigen Transport von Nahrungspflanzen (oder Holz) der Energieaufwand für den Transport nicht den Energiegehalt des zu befördernden Guts übersteigen darf.

Doch wie entwickelte sich das englische Verkehrswesen nun konkret? Die Fortschritte, die in der damaligen Zeitspanne erreicht wurden, werden in der Transportgeschichte sogar als Transportrevolutionen⁶² (Möser 2004) beschrieben. In England begann die erste der beiden hier skizzierten Transportrevolutionen vor 1750 und brachte „reduzierte Kosten, größere Regelmäßigkeit und höhere Geschwindigkeit“ (Möser 2004, S. 46) mit sich, die vorwiegend durch organisatorische und im Weiteren beschriebene infrastrukturelle Verbesserungen erreicht wurden (Popplow 2004). Zwischen 1790 und 1850 vollzog sich die durch technische Innovationen getragene zweite Transportrevolution, bei der die Dampfmaschine im Antrieb eine zentrale Rolle spielte (Möser 2004).

Bis zum Ende des 18. Jahrhunderts fanden qualitative Verbesserungen des Zustands der Straßen, sowie der Ausbau des Straßennetzes mit der spezifisch englischen Form der selbstorganisierten *Turnpikes* statt (Chartres 1977, 1989). Dieses sich im 17. Jahrhundert entwickelnde System der *Turnpike Trusts* bot den gesetzlichen Rahmen um „Kapital für die Instandsetzung eines bestimmten Straßenabschnittes aufzunehmen und dieses aus den Mautgebühren, die an den Schlagbäumen nach ausdifferenzierten Staffellungen erhoben wurden, mit einer moderaten Verzinsung zurückzuzahlen“ (Popplow 2004, S. 122f). „The 1750s and 1760s were the most significant period of adoption as over 300 trusts were established along 10,000 miles [Anmerkung: entspricht 16.093 km] of road. By the 1830s, the turnpike network expanded further and included around 1000 trusts managing 20,000 miles [Anmerkung: entspricht 32.187 km), or 17% of the entire road network in England and Wales“ (Bogart 2005, S. 2). Diesen Angaben zufolge misst das gesamte Straßennetz in den 1830ern knapp 190.000 km.

⁶² In der Transportgeschichte spricht man von drei Transportrevolutionen. Die beiden ersten werden in diesem Abschnitt skizziert. Die dritte, die über die Individualmotorisierung mit PKWs nach dem ersten Weltkrieg erreicht wurde, wird hier nicht beschrieben.

Bogart (2005b) zeigt ebenfalls eine signifikante Zunahme der Transportgeschwindigkeit und macht dafür vor allem die *Turnpikes* verantwortlich. Seine Berechnungen beziehen sich zwar auf die Reisegeschwindigkeit im Passagiersektor, können jedoch stellvertretend für eine allgemeine massive Zunahme der Transportgeschwindigkeit auf Strassen gedeutet werden. In der relativ kurzen Zeitspanne zwischen der Mitte des 18. und des ersten Drittels des 19. Jahrhunderts kam es zu einer Verdreifachung der durchschnittlichen Reisegeschwindigkeit (Siehe Tabelle 25).

Zeitspanne	Durchschnittliche Reisegeschwindigkeit im Passagiersektor [km/h]
1750–1759	4,20
1760–1769	4,92
1770–1779	7,55
1780–1789	8,63
1790–1799	10,07
1800–1809	8,13
1810–1819	11,02
1820–1829	12,81

Tabelle 25: Zunahme der Transportgeschwindigkeit

Anmerkung: Daten aus Bogart 2005b

Nachdem Bogart (2005b) zeigt, wie die institutionelle Veränderung der *Turnpike Trusts* direkt zu „increased infrastructure investment“ (S. 463) führt, kommt er zu folgendem Schluss: “The history of turnpike trusts has implications beyond the transport sector because it illustrates how institutional changes contributed to the process of economic development in eighteenth-century England” (S. 463).

Aber nicht nur zu Lande, auch beim Transport zu Wasser veränderten sich die Bedingungen massiv. Bevor der englische Kanalbau in Angriff genommen wurde, für den anfänglich⁶³ auch das System der *Turnpike Trusts* zum Vorbild stand, wurden Englands zahlreiche bereits bestehende, natürliche Flüsse schiffbar gemacht. Dieser Prozess reicht sogar bis in die zweite Hälfte des 16. Jahrhunderts zurück (Bagwell 1999). In den 60 Jahren nach 1660 kam es zu einer Zunahme der schiffbaren Flussstrecke um 57% (Siehe Tabelle 26).

⁶³ Ab 1790 wurden Kanalbauten zunehmend durch gewinnorientierte Aktiengesellschaften (Bogart 2005) finanziert.

Jahr	1660	1700	1720
Schiffbare Strecke auf Flüssen [km]	1127	1448	1770

Tabelle 26: Zunahme der schiffbaren Flusstrecke

Anmerkung: Daten aus Overton 1996

Rasante Entwicklungen können auch im Kanalbau im 18. Jahrhundert beobachtet werden, die „weitgehend nahtlos an eine Reihe von Maßnahmen zur Schiffbarmachung bestehender Flussläufe an[knüpften]“ (Sieferle 2003b, S 131, Popplow 2004). Kanäle waren eine spezifische Antwort auf den im Rahmen der industriellen Revolution wachsenden Bedarf an mineralischen Rohstoffen. Kanäle eignen sich besonders für die Rohstoffbeförderung zwischen Förderungs- und Verarbeitungsstätten. Der Transport der weiträumig verteilten landwirtschaftlichen Produkte rentierte sich in den meisten Fällen finanziell nicht. Trotzdem müssen die positiven Auswirkungen des Kanalbaus auf die landwirtschaftliche Entwicklung gesehen werden. Agrarische Regionen, die sich in der Nähe dieser neuartigen Rohstoffbeförderungswege befanden, profitierten enorm. Einerseits entstand so die Möglichkeit Nahrung kostengünstiger zu den Märkten zu befördern und andererseits war es möglich Kalk und Düngemittel für die innovativen Anbaumethoden zu beschaffen (Turnbull 1987).

Massive Zuwächse in der Küstenschifffahrt können ebenfalls beobachtet werden. “Between 1600 and 1702 there was a two third increase in the tonnage of costal shipping” (Overton 1996, S. 141). Vor allem größere Marktflecken profitierten anfänglich von den neuen Transportmöglichkeiten (Holderness 1989).

Zwischen 1825 und 1830 kam letztlich auch die Eisenbahn als neuartiges Transportmittel hinzu (Aldcroft 1991). Jedoch ist im Kontext der vorliegenden Arbeit wichtig hinzuzufügen, dass in den ersten Jahrzehnten des Eisenbahnbaus große städtische Zentren miteinander und mit Rohstofflagern, die insbesondere für die Industrialisierung benötigt wurden, verbunden wurden. Erst in den 1860ern wurde begonnen landwirtschaftlich genutzte, rurale Gegenden zu erschließen (Schwartz 2002). In Zeiten, in denen der

Transport von Gütern noch enorm kostenintensiv war, wurden vor allem Vieh und haltbare tierische Produkte gehandelt, die leicht zu transportieren waren, oder einen hohen Wert im Verhältnis zu ihrer Größe hatten (Overton 1996). Wie schon beim Kanalbau war der Ausbau von Eisenbahnstrecken anfänglich zu teuer. Wie in Tabelle 27 ersichtlich ist, wächst das Eisenbahnnetz dennoch innerhalb der Untersuchungsperiode deutlich. Dieser Ausbau erfolgte zwischen größeren Städten.

Damit waren direkte Auswirkungen auf die Landwirtschaft nicht gegeben. Verderbliche landwirtschaftliche Produkte wurden sogar erst ab den 1870ern, also nach dem Ende der Untersuchungsperiode dieser Arbeit gehandelt. (Schwartz 2002).

Jahr	Eisenbahnnetz [km]	Transportierte Passagiere
1832	267	
1841	2.857	
1851	10.947	
1861	12.587	145.797
1871	17.461	328.553
1881	20.611	558.676
1891	22.782	747.862
1901	24.628	1.021.179
1911	26.071	1.188.204

Tabelle 27: Wachstum des Eisenbahnnetzes in England und Wales

Anmerkung: Daten zum Transportvolumen existieren nicht. Angaben zu den transportierten Passagieren stehen stellvertretend für das Wachstum des gesamten Transportvolumens. Daten aus Schwartz 2002 zitiert nach Simmons 1978

Neben den technischen Innovationen war auch das Wissen über regionale Preisunterschiede gefragt, um Berechnungen der potentiellen Gewinnspannen zu ermöglichen. Ab dem späten 17. Jahrhundert bestand das dafür notwendige zentralisierte Wissen über Preisentwicklungen von Getreide für alle Teile Englands. Diese Informationen wurden über Postpferde aus dem ganzen Land nach London gebracht (Overton 1996).

Außerdem sollte noch erwähnt werden, dass die Transportkosten auf den unterschiedlichen Transportmedien variierten, abhängig von der Art des Transportes. Braudel (1986 in Siefertle et al. 2006 und Siefertle 2004) schätzt, dass im 18. Jahrhundert verglichen mit dem

Seeweg, der Transport über Kanäle dreimal so teuer war, die Nutzung von Fuhrwerken neunmal soviel kostete und Lasttiere 27-mal mehr Kosten verursachten. Lay (1994 in Sieferle 2003b) gibt an, dass der Transport mittels Eisenbahn 10-mal und über die Straße 30-mal teurer als der Transport mittels Kahn, kanalabwärts war.

Trotz der eingangs beschriebenen energetischen Hürden und Herausforderungen entwickelte sich zu einem guten Teil während der Untersuchungsperiode und damit unter vorindustriellen Bedingungen ein einzigartiges Transportsystem. Ohne die Etablierung dieses Transportsystems wäre der radikale Wandel weg von einer subsistenz-orientierten Produktionsweise, in der „von jedem alles produziert“ wurde, hin zu einer modernen, räumlich ausdifferenzierten Landwirtschaft, deren Produkte am Markt gehandelt wurden, undenkbar gewesen. Ebenso ist dieses Transportsystem als grundlegende Vorbedingung der rapide voranschreitenden Urbanisierung zu sehen. Weder das Verlangen nach Rohstoffen der städtischen Industrie, noch der Hunger der rasant anwachsenden Massen in den Städten wären ohne die Entwicklungen im Transportsystem zu stillen gewesen.

5.3.2.3 Themenkomplex Einhegungen

Die Debatte um Einhegungen⁶⁴ kann im Rahmen der vorliegenden Arbeit nur grob umrissen werden. „Unter ‘Einhegungen’ verstand man die Umgestaltung von ehemaligem Gemeindeland, oder offener Feldmark in abgeschlossene Einheiten privaten Landbesitzes oder die Aufteilung von ehemals der Gemeinde gehörendem, aber nicht bebautem Land (Waldgebiete, unebenes Weideland, ‘Ödland’, usw.) und seine Überführung in Privatbesitz.“ (Hobsbawm 1969, S. 102). Mit der Hervorhebung der sich verändernden Eigentumsverhältnisse unterstreicht Hobsbawm vor allem die politisch-soziale Dimension des Begriffs Einhegung. Ulrich Pfister (2005) betont in seinen Ausführungen stärker die Veränderung der Landnutzungsmuster. Die ehemals im Rotationsprinzip genutzten, in große schmale Streifen abgeteilten Felder (*open field system*), wurden zu geschlossenen Parzellen zusammengefasst, die starre Besitzstrukturen aufwiesen und in Folge nur mehr vom Eigentümer bewirtet wurden.

⁶⁴ Aufgrund der starken Dominanz englischer Beiträge zu diesem Thema wurde der Begriff für Einhegungen - *enclosures* - auch in einigen deutschsprachigen Beiträgen übernommen und nicht übersetzt.

Daneben werden unter den Begriff der Einhegung auch andere Themen, wie das Etablieren der Zeitpacht, Veränderungen in der Landnutzung und das Verschmelzen von Betrieben subsummiert. All diese unterschiedlichen Prozesse standen miteinander in Verbindung, doch kann nicht von Einhegungen als einem uniformen Prozess gesprochen werden. Teils traten die oben genannten Entwicklungen unabhängig voneinander, teils miteinander verbunden auf (Overton 1996, Allen 2000).

Im Folgenden wird versucht die wichtigsten Veränderungen im Zusammenhang mit dem Prozess der Einhegungen zu rekapitulieren. Dabei wird besonderes Augenmerk auf eine einführende Beschreibung, inklusive zeitlicher Verortung dieser Entwicklungen, deren Konsequenzen auf Eigentumsstrukturen und Betriebsgrößen und daraus resultierende soziale Konsequenzen gelegt.

Einhegungen - im engeren Sinne

Der Zeitpunkt, ab dem Einhegungen durchgeführt wurden, ist bereits im 12. Jahrhundert zu finden und entspricht damit nicht der zeitlichen Schwerpunktsetzung des Großteils der wissenschaftlichen Arbeiten, die sich diesem Thema annehmen. Erklärbar ist der wissenschaftliche Fokus durch den Umstand, dass die höchste Dynamik dieses Prozesses im 17. Jahrhundert zu finden ist. (Vgl. Tabelle 28).

Zeitspanne	[%]
bereits eingehgte Gebiete im Jahr 1550	ca. 45
Eingehgt zwischen 1500 und 1599	ca. 2
Eingehgt zwischen 1600 und 1699	ca. 24
Eingehgt zwischen 1700 und 1799	ca. 13
Eingehgt zwischen 1800 und 1914	11,4
Allmendeflächen, die bis 1914 bestanden haben	4,6

Tabelle 28: Chronologie der Einhegungen

Anmerkung: Daten aus Wordie 1983

Wordies (1983) Berechnungen bieten einen groben Überblick über die Chronologie der Einhegungen. „Auffällig daran ist, dass bereits in der frühen Neuzeit rund die Hälfte des Landes nicht mehr gemeinschaftlich bewirtschaftet wurde“ (Schandl 2006, S.145). Jedoch rief Wordies Arbeit auch Kritik hervor (Overton 1996). Vor allem die Ergebnisse für das 17. Jahrhundert, in dem seinen Daten zufolge die meisten Einhegungen stattfanden,

beruhen auf einer fragilen Grundlage, die hinterfragt werden muss. Turner (1986), der sich ebenfalls mit den Einhegungen beschäftigte⁶⁵, verweist auf eigene Berechnungen, die zwei eindeutige Peaks bei der Anzahl der durchgeführten Einhegungen in den 1760ern und 1770er, sowie nach einem kurzen Rückgang in dem darauf folgenden Jahrzehnt wieder ab ca. 1790 bis ca. 1815 zeigen. Er kommentiert Wordies Berechnungen folgendermaßen: „24 per cent of England’s land area *may have been enclosed* in the seventeenth century, but 18 per cent *was enclosed* by parliament in two short burst of activity“ (Turner 1986, S. 2, Hervorhebungen im Original).

Unumstritten ist jedoch, dass die parlamentarisch durchgeführten Einhegungen massive Auswirkungen gehabt haben. Allein die geographische Ausbreitung der Einhegungen, die rund ein Fünftel der Fläche Englands umfassten (Turner 1986), lässt auf die Bedeutung dieser Umwälzungen schließen. Im Rahmen der Einhegungen verschwanden sukzessive die kollektiv genutzten Allmendeflächen. „Um 1850 gab es in England praktisch keine Allmenden mehr. Jedes Land war exklusiv einem Betrieb zugeordnet“ (Schandl 2006, S. 148).

Hobsbawm (1969) zeigt, dass Einhegungen, die auf Parlamentsgesetze zurück gingen, vor allem in Gebieten stattfanden, in denen es eine mittelalterliche Gemeindeflur gab und die auf den Anbau von Feldfrüchten, besonders Getreide, spezialisiert waren. Betroffen war dadurch vor allem „[...] ein Dreieck mit seiner Basis entlang den Küsten von Yorkshire, Lincolnshire und Norfolk und seiner Spitze in Dorset“ (S. 102).

Die Debatte, ob es einen Zusammenhang zwischen der Einführung moderner Anbaumethoden und Einhegungen gab, wurde politisch aufgeladen und auch dadurch sehr kontroversiell geführt. „Eighteenth-century commentators regarded it as a prerequisite for improvement since the open-field system was supposed to have blocked advance“ (Allen 1999, S. 115), oder um einen Zeitgenossen zu zitieren “open-field farmers were impervious to new methods” (Ernle 1961, S. 199; zitiert nach Allen 2000, S. 115). Lange bestand die Ansicht, dass die Einhegungen und der Privatbesitz an Land erst die Grundlage schufen, um mit neuen Feldfrüchten und innovativen Anbaumethoden zu experimentieren. Diese Sichtweise ist mittlerweile in dieser Form nicht mehr haltbar. Fallstudien zeigen, dass sowohl auf eingehegten, sowie auch auf uneingehegten *open-fields* innovative Feldfrüchte angebaut wurden. Jedoch muss festgehalten werden, dass im generellen auf

⁶⁵ Hinzugefügt werden muss, dass Turners (1986) Untersuchungsperiode erst im Jahre 1750 beginnt.

eingehegten Flächen stärker mit innovativen Methoden experimentiert wurde und tendenziell höhere Erträge erzielt werden konnten als auf uneingehegten (Turner 1986, Allen 1999). „Enclosure could certainly make a good farmer better, but it could make these bad ones worse“ (Turner 1986, S. 3).

Landbesitz und Betriebsgrößen

Wie bereits erwähnt wurde, kommt es neben den Einhegungen auch zu einer weiteren teilautonomen Entwicklung mit ebenfalls weit reichenden Folgen: Das Zusammenlegen der Parzellen und die Konzentration von Landbesitz (*engrossing*) führte zu einer Umverteilung zugunsten der wohlhabenden Schichten. „Die Einhegungen waren nur der dramatische und sozusagen amtliche und politische Aspekt eines allgemeinen Vorgangs, durch den Bauernhöfe größer, Bauern weniger zahlreich und Dorfbewohner ärmer an Land wurden“ (Hobsbawm 1969, S. 104).

	c. 1690	c. 1790	1873 (England)
Großgrundbesitz	15-20	20-25	24
Adel	45-50	50	55
Kirche	5-10	10	10
Kleinbauern	25-33	15	10

Tabelle 29: Verteilung von Landbesitz

Anmerkung: Im Gegensatz zu 1690 und 1790 bezieht sich der letzte Datenpunkt nur auf die Fläche Englands, Daten aus Overton 1996 (S.168)

Die in Tabelle 29 dargestellten Daten sind als Richtwerte zu sehen und stellen keine präzisen Angaben dar⁶⁶. Trotzdem sind Entwicklungstendenzen zu erkennen, von denen eine besonders deutlich heraus sticht: Kleinbauern verlieren massiv an Landbesitz. Im Gegenzug vergrößern Großgrundbesitzer und der Adel ihre Anteile. Im Folgenden wird genauer auf die Rolle des Großgrundbesitzes eingegangen.

Der politische und soziale Status einer Person war in vormodernen Zeiten stark mit dem Besitz an Land verbunden, dies galt vor allem für Besitzer großer Ländereien. Als

⁶⁶ So ergibt sich auch das Faktum, dass die Summen der verschiedenen Kategorien sich nicht auf hundert Prozent ergänzen. Diese Angaben finden sich jedoch auch im Original (Overton 1996) in dieser Form und werden deshalb übernommen.

zusätzliche Einkommensquelle neben ihren Einkünften aus der Landwirtschaft bekleideten sie gut bezahlte Ämter im Staat. In Zeiten in denen die Einkünfte, die die Landwirtschaft abwarf, im Argen lagen, konnten sie auch deshalb im Vergleich zu Kleingrundbesitzern ökonomisch gesehen stabiler agieren. In der Mitte des 17. Jahrhunderts kommt es zu einer solchen krisenhaften Dynamik auf dem Land, die die Großgrundbesitzer für sich auszunutzen wussten. Die Preise für landwirtschaftliche Produkte und für Land nahmen ab und die Abgaben stiegen, was dazu führte, dass viele Kleingrundbesitzer verarmten. Sie mussten zunehmend ihr Land verkaufen, während die Klasse der Großgrundbesitzer aus dieser Situation profitiert. Im gegenseitigen Konkurrenzkampf stehend gab es den Druck den eigenen Landbesitz zu vergrößern, um so auch politisch und sozial weiter aufzusteigen. Auch lokale Studien zeigten, dass es in der Zeitspanne zwischen 1690 und 1750 zu einer massiven Landumverteilung zugunsten des Großgrundbesitzes kam (Habakkuk 1940, Vgl. Overton 1996). „Marx regarded the expropriation of the small owner as a feature of the later seventeenth and early eighteenth centuries, which smoothed the way for the emergence of agrarian capitalism” (Beckett 1984, S. 3).

Über den genauen zeitlichen Verlauf dieses Prozesses und die Intensität der Ausprägung gibt es unterschiedliche Sichtweisen. Habakkuk (1965), der wichtigste rezente Vertreter⁶⁷ dieser Argumentationslinie, hat seine ursprünglichen Angaben zur Chronologie des Aufstiegs des Großgrundbesitzes spezifiziert und die Zeitspanne dieser Dynamik auf die Zeit zwischen 1690 und 1720 eingegrenzt. Mingay (1962) unterstützt den Kern der Habakkuk'schen Argumentation, sieht die Dynamik und ihre Auswirkungen jedoch nicht ganz so drastisch wie Habakkuk. „The extent to which farms grew in size in the eighteenth century can never be known with accuracy, and must not be exaggerated” (S. 487). Overton (1996) schränkt die oben beschriebene Sichtweise ebenfalls ein: Der ökonomische Druck auf Kleinbauern stieg nur dann, wenn diese ihre Produktion bereits stark auf den Markt ausgerichtet hatten. Diejenigen, die das noch nicht getan hatten, hätten die Chance gehabt den niedrigen Preisen für agrarische Produkte zu umgehen, indem sie sich in die Subsistenzlandwirtschaft zurückzogen.

Große Betriebe hatten das Potential mittels Arbeitsteilung produktiver zu wirtschaften und konnten positive Skaleneffekte (*Economies of Scale*) für sich ausnutzen. Im Vergleich zu kleinen Betrieben hatten größere niedrigere Betriebskosten pro Flächeneinheit. „The

⁶⁷ Schon im 18. Jahrhundert gab es Kritik von Zeitgenossen, die dem Argumentationsmuster von Habakkuk sehr ähnlich waren (Vgl. Mingay 1962).

capital needed for a 60 acre farm was probably the same as the amount needed for a 150 acre farm” (Overton 1996, S. 173). Da die Grundherren die Höhe der Abgaben ihrer Pächter von den Einkommen des Hofes abhängig machten, lag es auch in ihrem Interesse Höfe zusammenzulegen und möglichst große Betriebe zu verpachten (Overton 1996, S. 173).

Die letzte hier vorgebrachte Begründung, die ebenfalls eine Erklärung für das Zunehmen der Betriebsgröße anbietet, betrifft wetterabhängige Ernteengpässe und -überschüsse und ihre Konsequenzen. Schlechte Ernten betrafen Kleinbauern weitaus mehr als ihre großgrundbesitzenden Pendanten. In Jahren der Knappheit mussten sie zu hohen Preisen zusätzliche Nahrung kaufen und nach guten Erntejahren konnten sie ihre Überschüsse aufgrund des allgemeinen guten Angebots nur bei geringem Gewinn zu niedrigen Preisen verkaufen. Aber auch Hungersnöte hatten unterschiedliche Auswirkungen – Kleinbauern hatten stärker in Zeiten der Knappheit zu leiden.

Es gab aber auch gegenläufige Effekte: Beispielsweise vergrößerte die Aufspaltung des Landbesitzes durch Vererbung die Anzahl an Kleinbauern. Aber auch durch die Neubesiedlung von bis dato ungenutzten Flächen wuchs die Anzahl der Betriebe an (Overton 1996).

Zusammenfassend betrachtet waren die eingangs genannten Effekte stärker und die Gruppe der Kleinbauern nahm quantitativ ab (Overton 1999).

Allen (1992), der zu diesem Thema eines der einflussreichsten Werke schrieb, beschäftigt sich mit den Betriebsgrößen in den *South Midlands*. In dem bisher längsten durchgehenden Datensatz, beginnend im frühen 17. Jahrhundert und Anfang des 19. Jahrhunderts endend, analysierte er 1.305 Aufzeichnungen. Tabelle 30 und Tabelle 31 zeigen eine Zusammenfassung der Ergebnisse Allens (1992) zu den Veränderungen der Betriebsgrößen.

Uneingehegte Betriebe		Frühes 17. Jahrhundert	Frühes 18. Jahrhundert	Um 1800
Betriebsgrößen [ha]				
20-40	Prozentuelle Aufteilung [%]	7,3	6,5	0,7
40-61		4,6	8,5	2
61-121		16,2	20,1	6,9
121-243		34,8	24,1	20
243-405		25,6	18,3	15,2
405-809		9,8	19,3	26,2
809-1214		0,9	2,3	19,3
1214-1618		0,3	0,3	7,6
1618-2023		0,3	0,5	0
2023-4046		0,3	0	2
4046+		0	0	0
Gesamt			100	100

Tabelle 30: Veränderung in der Zusammensetzung von Betriebsgrößen uneingelegter Betriebe

Anmerkung: Daten aus Allen 1992

Eingehegte Betriebe		Frühes 17. Jahrhundert	Frühes 18. Jahrhundert	Um 1800
Betriebsgrößen [ha]				
20-40	Prozentuelle Aufteilung [%]	8,7	1,2	0,6
40-61		4,3	7,1	1,2
61-121		4,3	13,1	11,9
121-243		26,1	21,4	21,1
243-405		8,7	19	11,9
405-809		17,4	29,8	24,8
809-1214		13	4,8	15,9
1214-1618		4,3	1,2	8,6
1618-2023		0	1,2	2,8
2023-4046		8,7	1,2	1,2
4046+		4,3	0	0
Gesamt			100	100

Tabelle 31: Veränderung in der Zusammensetzung von Betriebsgrößen eingelegter Betriebe

Anmerkung: Daten aus Allen 1992

aggregierte Darstellung / Uneingehegte Betriebe		Frühes 17. Jahrhundert	Frühes 18. Jahrhundert	Um 1800
Betriebsgrößen [ha]				
20-243 (Familienbetriebe)	Prozentuelle Aufteilung [%]	33,5	24,7	7,6
243-405 (Transitionsbetriebe)		34,2	21,7	7,6
405+ (Kapitalistische Betriebe)		32,3	53,6	84,7
Gesamt		100	100	100

Tabelle 32: Aggregierte Darstellung der Betriebsgrößenzusammensetzung uneingelegter Betriebe

Anmerkung: Daten aus Allen 1992

aggregierte Darstellung / Eingehgte Betriebe		Frühes 17. Jahrhundert	Frühes 18. Jahrhundert	Um 1800
Betriebsgrößen [ha]				
20-243 (Familienbetriebe)	Prozentuelle Aufteilung [%]	6,4	12,6	8,1
243-405 (Transitionsbetriebe)		2,8	15,1	6,4
405+ (Kapitalistische Betriebe)		90,9	72,2	85,9
Gesamt		100	100	100

Tabelle 33: Aggregierte Darstellung der Betriebsgrößenzusammensetzung eingehgter Betriebe

Anmerkung: Daten aus Allen 1992

Um seine Ergebnisse zu interpretieren aggregiert und unterteilt Allen die Betriebsgrößen in drei Cluster⁶⁸ (Siehe Tabelle 32 und Tabelle 33). Den ersten Cluster zwischen 20-243 ha stellt er als Familienbetriebe vor, die eigentlich keine zusätzliche Arbeitskraft anstellen mussten. Im obersten Segment über 405 ha wurden Bauernhöfe vorwiegend von angestellten Arbeitern nach kapitalistischen Mechanismen bewirtschaftet. Das Zwischensegment zwischen 243 und 405 ha beschreibt er als in Transition begriffene Höfe, „employing roughly equal amounts of family and hired labour“ (Allen 1992, S. 57). Allen (1992) interpretiert seine Ergebnisse folgendermaßen: Bei den uneingelegten Betrieben zeigt sich im frühen 17. Jahrhundert eine gleichmäßige Verteilung, die sich bis 1800 drastisch ändert. Die radikalsten Veränderungen zeigen sich im 18. Jahrhundert, in dem sich die Betriebe durchsetzen, in denen kapitalistisch produziert wurde. Andererseits

⁶⁸ Diese Einteilung kann auch anders vorgenommen werden und führt auch zu differierenden Ergebnissen. Im Annex werden in Tabelle 44 und Tabelle 45 diese alternativen Darstellungsformen gewählt.

schließt er aus seinen Daten, dass es bereits sehr früh eingehegte Betriebe gab, die von kapitalistischen Strukturen durchzogen waren.

Den oben genannten Effekten, die in der Zunahme der Besitzgrößen mündeten, wurden durch politische Antriebsfaktoren weiter verstärkt. Nachdem unter Georg III ab 1760 die politische Macht im Parlament wieder bei den Grundherren lag, nutzten diese ihre Einflussmöglichkeit aus, um den beschriebenen allgemeinen Trend auch weiterhin in ihrem eigenen Interesse zu nutzen. Im Jahr 1790 besaßen die Grundherren bereits etwa drei Viertel der landwirtschaftlich genutzten Fläche, wohingegen die subsistent lebende Bauernschaft fast vollständig verschwunden war (Hobsbawm 1969).

Die generelle Zunahme der Betriebsgrößen in der Untersuchungsperiode ist signifikant und unumstritten. Die Rolle der Einhegungen ist jedoch auch aufgrund der schlechten Datenlage und politischen Brisanz des Themas nach wie vor wissenschaftlich umstritten. Simplifizierende Erklärungsmodelle, in denen Einhegungen einzig und allein zum Aufkommen steigender Betriebsgrößen herangezogen werden, stellen nicht mehr den aktuellen Forschungsstand dar. Neben ihnen sind auch Prozesse, wie der steigende Kommerzialisierungsdruck und die Vorteile der *Economies of Scale* von entscheidender Relevanz. Ohne die Identifizierung der politischen und ökonomischen Nutznießer bzw. Verlierer dieser Entwicklungen ergebe sich auch kein vollständiges Bild der institutionellen Veränderungen. Auch diese Frage wird im nachfolgenden Kapitel erörtert.

Soziale Konsequenzen

Die im obigen Kapitel beschriebene radikale Umstrukturierung der Eigentumsrechte innerhalb der englischen Bevölkerung ging nicht reibungslos von statten und führte letztendlich auch zum Abwandern von Arbeitskräften in die urbanen Zentren. Dieser Prozess steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Herausbildung einer städtischen Arbeiterklasse. Diese konnte durch die Überschüsse produzierende Landwirtschaft auch ernährt werden. Dieses Subkapitel soll sich mit den sozialen Folgeerscheinungen, der Frage nach Profiteuren und Leidtragenden dieser Entwicklungen beschäftigen.

Häusler⁶⁹ und Kleinbauern waren die Gruppe, die am stärksten unter den sich verändernden Rahmenbedingungen zu leiden hatte. Da ihr Besitz an Land zu klein war, um ihnen das Überleben zu ermöglichen, war diese Gruppe vom damaligen Recht Gemeindeland zu nutzen besonders abhängig. Mit dem Verlust dieses Anspruchs waren sie somit gezwungen ihr Einkommen durch Lohnarbeit zu ergänzen bzw. zu ersetzen. Sie wurden zu einfachen Landarbeitern, die im marxischen Sinne doppelt frei waren, frei von feudalen Zwängen, aber auch frei von jedem Eigentum an Produktionsmitteln (Marx 2005, Hobsbawm 1969, Hammond 1911 in Turner 1986).

Dagegen wurde argumentiert, dass die Hecken und Gräben, die die neuen Grundstücke voneinander trennten, erst errichtet und im weiteren Verlauf auch gepflegt werden mussten. Dies erforderte Arbeit und hatte den positiven Effekt, dass Arbeitsplätze geschaffen wurden (Turner 1986, Overton 1996).

Ebenso wurde versucht zu widerlegen, dass der Prozess der Einhegungen als Ursache für das Abwandern der Landarbeiter in die Städte zu sehen ist. Chambers (1953), der diese revisionistische Argumentationslinie entwarf, führte das Bevölkerungswachstum als treibenden Faktor für das Abwandern in die Städte an. „This revisionist view is now itself under revision“ (Overton 1996, S. 176). Zahlreiche Studien belegen die negativen Auswirkungen der Einhegungen auf die unteren sozialen Klassen. Overton (1996) führt eine Untersuchung an, die anhand von Namensänderungen von Landbesitzern die Veränderungen der Eigentumsstruktur beleuchtet. Sie kam zu folgendem Ergebnis: Nach Einhegungen kam es in 40 Prozent der Fälle zu Veränderungen im Besitz im Vergleich zu 25 Prozent bei uneingehetzten, oder bereits bei solchen bei denen, die Einhegung schon länger zurück lag.

Neeson (1984) führte Untersuchungen in Northamptonshire durch, wo zwischen 1750 und 1815 zwei Drittel des landwirtschaftlichen Landes eingehegt wurden. Dabei zeigten sich ähnliche Ergebnisse. Auch hier kam es zu häufigem Wechsel der Eigentümer des Landes, zu einem Rückgang der Betriebszahlen und zu einer Konzentration des Landbesitzes in den Händen weniger. Außerdem beschreibt sie eindrucksvoll das Bewusstsein über die negativen Auswirkungen der Einhegungen, das bei den Leidtragenden bestand: “[...] small owners knew how they lost their lands; that cottagers and landless labourers made no mistake about how they lost their winter fuel, the grazing for a cow and calf or a few

⁶⁹ Als Häusler werden diejenigen Kleinbauern beschrieben, die zwar selbst ein Haus besitzen, jedoch nur kleinste Anwesen ihr Eigen nennen dürfen.

sheep, the feed for pigs and geese. Enclosure had a terrible but instructive visibility” (Neeson 1984, S. 139). Turner (1986) bewertet die sozialen Auswirkungen der Einhegungen ähnlich und spricht von unbestreitbaren negativen sozialen Konsequenzen.

Nach der Streichung der Allmenderechte sahen sich viele Familien außer Stande für ihren Lebensunterhalt zu sorgen. Dies entlud sich in regelmäßig auftretenden Unruhen und Protesten. “[...] perhaps as many as two in three of all riots in that most disorderly of centuries were occasioned by food” (Rude 1964 zitiert nach Randell und Charlesworth 1996, S. 5).

Auf der anderen Seite gab es auch Profiteure dieser Entwicklungen. Durch die Reorganisation der Eigentumsverhältnisse konnten Großgrundbesitzer ihren Gewinn durch Pacht erhöhen (Turner 1986).

Neeson (1993) geht in ihrer Argumentation aber noch weiter und beschreibt die Interessen der Befürworter der Einhebungsbewegung, die explizit für die ersatzlose Streichung der Nutzungsrechte der *Commoners*⁷⁰ gekämpft haben. Die damit einhergehende Proletarisierung zahlreicher Kleinbauern, die auf die Nutzung der Allmendeflächen angewiesen waren, war kein Nebeneffekt, sondern ein bewusst verfolgtes Ziel (Vgl. Brakensiek 1999).

Ähnlich argumentiert Thompson (1987), der ebenfalls eine bewusst vorgenommene Umverteilung von Land zulasten der breiten Masse der Bevölkerung sah.

Marx (2005) Sichtweise, dass gewaltsam durchgeführte Vertreibungen die Grundlage bildeten, um über Einhegungen vermittelt die kapitalistische Klassenstruktur am Land durchzusetzen, wurde häufig kritisiert. Bei detaillierter Betrachtung zeigt sich, dass die Rolle der von Marx (2005) vorgebrachten gewalttätigen Vertreibungen, bei denen Dörfer zerstört wurden und ihre Bevölkerung vertrieben wurde, um ihren Besitz in Weideland von Großgrundbesitzern zu verwandeln nicht als alleinige Erklärung ausreicht und außerdem im Laufe der Zeit abnahm. Die Konsolidierung der Eigentumsrechte für Freibauern⁷¹ verhinderte zunehmend diese direkte Form der Vertreibung. Ökonomischer Druck bewirkte nun indirekt ähnliche Effekte und bis ins 18. Jahrhundert kam es weiterhin zu

⁷⁰ Als *Commoners* bezeichnet man den überwiegenden Großteil der ländlichen Bevölkerung, der ein Recht auf die Nutzung des Gemeindelands hatte. Mit dieser unterprivilegierten Bevölkerungsgruppe befasst sich Neeson auch in ihrem Buch (1992): *Commoners: Common Right, Enclosure and Social Change in England, 1700-1820*.

⁷¹ Freibauern sind Bauern, die im Gegensatz zu Leibeigenen kein Abhängigkeitsverhältnis zu ihren Grundherren hatten, sondern ihr Land von diesen gepachtet hatten.

einer signifikanten Konzentration des Landesbesitzes in den Händen von Großgrundbesitzern zulasten von Kleinbauern und Häuslern (Allen 1992, Gregson 1989, Hammond und Hammond 2005).

Die Zeilen eines Landarbeiters aus Norfolk an die „Gentlemen of Ashill“ vom 22. Mai 1816 sprechen für sich selbst: „Ihr habt uns in dieser Zeit die schwerste Last aufgebürdet und unter das härteste Joch gezwungen, das wir je gekannt haben. [...] Es ist zu hart für uns, das zu ertragen. [...] Ihr tut, was euch gefällt, ihr raubt den Armen ihre Allmendrechte, pflügt das Grad um, das Gott hat wachsen lassen, damit auch der Arme eine Kuh, ein Schwein, ein Pferd, oder einen Esel ernähren kann. [...] Fünf oder sechs von euch haben das ganze Land dieser Gemeinde in ihre Hände bekommen, und ihr wollt gerne reich sein und all die anderen, die arm sind, verhungern lassen“ (Thompson 1987, S. 253).

5.3.2.4 Import von Nahrungsmittel

Der in Kapitel 5.3.2.2 erwähnte Anteil des Transportsystems am institutionellen Wandel meint den Binnentransport. Einen weiteren Aspekt bei der Entwicklung von Transportmöglichkeiten spielt der Außenhandel. Die Relevanz der international gehandelten Nahrungsmittel wird in Kapitel 4.2.1.3 und 4.2.2.2 dargelegt. Dabei zeigt sich allzu deutlich, dass England ein Netto-Nahrungsmittelimporteur war. Die Größenordnung der Exporte liegt bis ins Jahr 1850 unter der Höhe der Importe von 1700 und ist somit als quantitativ vernachlässigbar einzustufen.

Pomeranz (2000) streicht ebenfalls die wichtige Rolle der Importe hervor und argumentiert sogar, dass der Import von *Ghost Acreages*⁷² (Pomeranz 2000, S. 313) die Vorreiterrolle des Vereinigten Königreichs mitzuverantworten hatte.

Bevor wir nun versuchen den Stellenwert des Außenhandels für die Nahrungsversorgung abzuschätzen, soll noch einmal darauf hingewiesen werden, dass aufgrund der schlechten Datenlage für die Jahre 1800 und 1850 die Außenhandelsdaten Großbritannien bzw. des Vereinigten Königreichs herangezogen wurden. Es sprechen einige Gründe dafür, dass der daraus resultierende Fehler sich in Grenzen hält. Gehen wir in einem ersten Schritt davon aus, dass sowohl Schottland, wie auch Irland zu gleichen Teilen wie England

⁷² Darunter ist ein ähnliches Konzept zu verstehen, das auch schon Sieferle (1982) mit seinem unterirdischen Wald ansprach – Virtuelle Fläche, die in einem Zustand der Flächenlimitierung in Permanenz eine wichtige Rolle spielte.

Nahrungsmittel importieren. Die Bevölkerung von England stellte im Jahr 1800 85% der Bevölkerung Großbritanniens dar und im Jahre 1850 66% der Bevölkerung des Vereinigten Königreichs. Die reziproken Prozentsätze markieren den maximalen Fehler, da nicht davon auszugehen ist, dass pro Einwohner in Schottland, oder Irland mehr importiert wurde als im wirtschaftlich florierenden England.

Es ist ganz im Gegenteil davon auszugehen, dass aufgrund der ökonomischen Rückständigkeit Schottlands und Irlands das englische Handelsvolumen deutlich über dem von Schottland und Irland lag. Die Preise der gehandelten Nahrungsmittel waren zudem sehr hoch. Auch dieser Umstand spricht dafür, dass die gehandelten Nahrungsmittel in deutlich geringerem Umfang nach Schottland und Irland transportiert wurden. Die hohen Preise ergaben sich aus den hohen Transportkosten und aus den Getreidezöllen. Diese *Corn Laws* spiegelten die Wirtschaftsweise des Merkantilismus wider. Hohe Importzölle sollten die einheimische Wirtschaft schützen. Diese protektionistischen Getreidezollgesetze dienten dazu die Ernährungssicherheit aufrecht zu erhalten bzw. keine Abhängigkeit von Nahrungsmittelimporten entstehen zu lassen. Der Hintergrund für diese Gesetzgebung lag auch in der politischen Vorherrschaft der landbesitzenden Klassen, die so ihre eigene Machtposition absicherten. Die Abschaffung dieser Gesetze wurde im Jahre 1846 beschlossen und im Jahre 1849 umgesetzt. Ab diesem Zeitpunkt entwickelte sich der internationale Handel aufgrund leistbarer Preise auch bei Lebensmittel rasant. Auch vor dem Fall der *Corn Laws* ist ein Anstieg in den Importen von Lebensmitteln in das Vereinigte Königreich zu beobachten, der in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts beginnt. Dies könnte ein Beispiel dafür sein, dass die Gesetzgebung der Entwicklung der technischen Möglichkeiten hinterherhinkte.

Doch woher stammte die importierte Ware? Vor allem aus einem Land, das noch nicht mit dem Problem fallender Grenzerträge, oder gar einer Flächenlimitierung zu kämpfen hatten, kamen die Importe, aus den Vereinigten Staaten von Amerika.

Ein dritter Themenkomplex, der gegen einen relevanten Import von Nahrung nach Schottland und Irland spricht liegt in den infrastrukturellen Defiziten im Vergleich zu England. Sowohl in Schottland, wie auch in Irland war die Wirtschaftsweise noch viel stärker subsistent und nicht wie in England auf den Markt ausgerichtet. Es waren kaum infrastrukturelle Voraussetzungen, wie Strassen, oder Häfen, noch die nötigen Marktstrukturen wie in England vorhanden.

All diese Gründe rechtfertigen die gewählte Herangehensweise, wenn auch festzuhalten ist, dass weitere Analysen notwendig sind, um die folgenden Ergebnisse abzusichern bzw. zu korrigieren.

Versuchen wir aber nun den Stellenwert der importierten Nahrung zu analysieren. Dazu wird der Anteil der Nahrung aus dem Außenhandel mit der gesamten inländisch verfügbaren Nahrung verglichen (Tabelle 34). Der stark wachsende Anteil des Außenhandels an der gesamten verfügbaren Nahrung wird dabei deutlich.

	1700	1800	1850
Nahrung aus dem Außenhandel [TJ]	462	2.917	26.614
Inländisch verfügbare Nahrung [TJ]	47.697	78.504	134.855
Anteil aus dem Außenhandel	1%	4%	20%

Tabelle 34: Anteil der Nahrung aus dem Außenhandel

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

An den beiden ersten Zeitpunkten ist dieser Anteil noch vernachlässigbar, er schnell jedoch bis ins Jahr 1850 auf 20%. Anders formuliert wären ohne die Abschaffung der *Corn Laws* in der Mitte des 19. Jahrhunderts durchschnittlich ein Fünftel weniger Nahrung zur Verfügung gestanden.

In Tabelle 35 wird eine andere Darstellungsform präsentiert und die inländische Nahrungsproduktion pro Kopf und die Nahrung aus dem Außenhandel pro Kopf verglichen. Dabei wird deutlich, dass die pro Kopf verfügbare Nahrung aus inländischer Produktion innerhalb der Untersuchungsperiode sinkt. Im Gegenzug wächst die pro Kopf verfügbare Nahrung aus dem Außenhandel jedoch und bewirkt eine Stabilisierung des Gesamtniveaus. Auch aus dieser Darstellung wird die Relevanz der Abschaffung der *Corn Laws* deutlich.

[MJ/cap.a]	1700	1800	1850
Inländische Nahrungsproduktion	9.339	8.724	6.468
Nahrung aus dem Außenhandel	91	337	1.590

Tabelle 35: Inländische Nahrungsproduktion und Nahrung aus dem Außenhandel (pro Kopf)

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

5.3.2.5 Institutioneller Wandel – eine Zusammenfassung

Wie bisher im Kapitel 5.3.2 ausgeführt wurde, lässt sich feststellen, dass sich das englische Gesamtsystem und im Besonderen das landwirtschaftliche System innerhalb der Untersuchungsperiode stark gewandelt haben. Diese Veränderungen sollen noch einmal speziell in Hinblick auf das landwirtschaftliche System und die Ernährung der englischen Bevölkerung rekapituliert werden.

Als grundlegendste Veränderung mit den geringsten direkten Einflüssen auf die Ernährungssituation der Bevölkerung waren die Errungenschaften im Transportsystem. Die beiden beschriebenen Transportrevolutionen haben völlig unterschiedliche Auswirkungen auf das landwirtschaftliche System: Der Einfluss der so genannten zweiten Transportrevolution, in der die Eisenbahn als Transportmittel entstand, hatte während der Untersuchungsperiode keine Auswirkungen auf das landwirtschaftliche System, da rurale Gebiete vom Eisenbahnnetz erst später erschlossen wurden. Jedoch wurde in Kapitel 5.3.2.2 auch die erste Transportrevolution beschrieben: Dabei kommt es zur stärkeren Verbreitung von *Turnpikes*, sowie durch den Bau von Kanälen und dem Anstieg der Küstenschiffahrt zu wachsenden Transportgeschwindigkeiten, einem dichteren Verkehrsnetz, sinkenden Preisen und höherer Regelmäßigkeit. Einerseits schufen diese Entwicklungen die Grundlage für die zunehmende Urbanisierung, indem Rohstoffe und Nahrung in die Städte gebracht werden konnten. Andererseits wird die Voraussetzung für eine weitere folgenreiche Veränderung geschaffen: die Entwicklung der kapitalistischen Produktion für den Markt.

In Kapitel 5.3.2.1 konnte gezeigt werden, dass der Kommerzialisierungsprozess weit reichende Konsequenzen auf das landwirtschaftliche System hatte: Die zuvor noch hegemonial vorkommende, regional kleinräumig strukturierte Subsistenzwirtschaft verschwand. Für die vorliegende Forschungsfrage ist besonders die Ausrichtung der Produktion auf den Markt wichtig, da in diesem Rahmen auch Spezialisierungen möglich

waren, die ihrerseits wieder dazu beitrugen sowohl Arbeits-, wie auch Flächenproduktivität zu steigern.

Ein vergleichbares Argumentationsmuster wird auch beim Themenkomplex zu den Einhegungen genutzt, um die Relevanz für die landwirtschaftlichen Outputsteigerungen zu betonen. In Kapitel 5.3.2.3 wird dargestellt, dass Einhegungen unter anderem auch zu einem Anwachsen der Betriebsgrößen führten. Im Gegensatz zu kleineren Betrieben war es landwirtschaftlichen Großbetrieben möglich positive Skaleneffekte - *Economies of Scale* - auszunutzen. Mit steigender Betriebsgröße kommt es zu einem relativen Rückgang der Betriebskosten pro Flächeneinheit. Diese Entwicklung kam vor allem den Großgrundbesitzern zu gute, die auf Kosten von Kleinbauern und Häuslern zu den Profiteuren dieses Prozesses zählten.

Unter den institutionellen Veränderungen hatte die Abschaffung der *Corn Laws* die direktesten Auswirkungen auf die Ernährungssituation. Diese Veränderungen behandelt Kapitel 5.3.2.4 und es zeigte sich deutlich, dass mit dem Fallen der merkantilistischen Schutzzölle deutlich mehr Nahrung importiert wurde. In der Mitte des 19. Jahrhunderts stammen ca. 20% der inländisch verfügbaren Nahrung aus dem Außenhandel.

5.3.3 Veränderte Energiesituation in der Landwirtschaft

Im folgenden Kapitel werden zwei verschiedene Faktoren betrachtet und ihr Einfluss auf die landwirtschaftlichen Outputsteigerungen diskutiert. Eingangs wird der Einsatz von Nutzenergie im landwirtschaftlichen System über die Arbeit von Mensch und Tier beleuchtet (Kapitel 5.3.3.1). Im Speziellen wird dabei folgender Frage nachgegangen: Kann der Anstieg der absolut verfügbaren Nutzenergie als Antriebsfaktor für die Agrarrevolution genannt werden?

Danach wird die Rolle von fossilen Energieträgern, respektive Kohle auf die landwirtschaftliche Entwicklung diskutiert (Kapitel 5.3.3.2).

5.3.3.1 Nutzenergieeinsatz in der Landwirtschaft

Landwirtschaftliche Beschäftigte und Nutztiere verändern mittels Arbeit das Agrarökosystem auf eine bestimmte, intendierte Weise, um zu erreichen, dass die nach der

vollbrachten Arbeit erzielten landwirtschaftlichen Erträge höher sind als ohne diesen Arbeitseinsatz. In der Untersuchungsperiode steigt die Anzahl an Menschen, die in England leben, beträchtlich. Außerdem kommt es zu einem Wechsel des Nutztierbestandes. Die langsameren und trägeren Ochsen wurden durch größere und leistungsstärkere Pferde abgelöst (Wrigley 1988). Daraus entstand die These, dass auch der Einsatz von Arbeit in Form von Nutzenergie innerhalb der Untersuchungsperiode ansteigt und diese „Vorleistung“ in der Naturkolonie einen elementaren Bestandteil für die landwirtschaftliche Revolution ausmachte.

In Kapitel 4.2.2.1 wurde der Anstieg an verfügbarer Nutzenergie beschrieben. Indem die installierte Leistung zur landwirtschaftlich genutzten Fläche in Beziehung gesetzt wird, wird an dieser Stelle überprüft, ob der Anstieg der Nutzenergie auch für den Anstieg der landwirtschaftlichen Outputs verantwortlich gemacht werden kann.

[W/ha _{agr.}]	1700	1800	1850
Installierte Leistung pro landwirtschaftlich genutzte Fläche	66	50	61
Installierte Leistung pro landwirtschaftlich intensiv genutzte Fläche	96	58	67

Tabelle 36: Installierte Leistung pro Fläche

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

Die in Tabelle 36 zusammengefassten Ergebnisse zur installierten Leistung pro landwirtschaftliche Fläche zeigen eine scheinbar paradoxe Entwicklung. Nachdem der Wert nach dem ersten Jahrhundert um ein Viertel des ursprünglichen Wertes abgenommen hat, steigt er in der Zeitspanne bis 1850 wieder um 20% an, bleibt aber knappe 10% unter dem Ausgangswert von 1700.

Eine ähnliche Entwicklung mit einem noch drastischeren Rückgang in den ersten 100 Jahren der Untersuchungsperiode und einem weniger starken Anstieg in den darauf folgenden 50 Jahren zeigt die installierte Leistung pro landwirtschaftlich intensiv genutzte Fläche (Tabelle 36). In die letztgenannte Kategorie fallen Ackerflächen, Wiesen und Weiden.

Zusammenfassend ist ein Anstieg der absolut verfügbaren Nutzenergie zu verzeichnen (Vgl. Tabelle 12). Dieser geht jedoch mit einer deutlich stärkeren Ausdehnung des

landwirtschaftlich genutzten Landes einher. Der Anstieg des intensiv landwirtschaftlich genutzten Landes ist sogar noch deutlicher. Dies führt zu den oben dargestellten Ergebnissen, die einen rückläufigen Trend bei der installierten Leistung pro Fläche zeigen. Demnach deutet viel darauf hin, dass die eingangs formulierte These in dieser Form nicht haltbar ist und die Verfügbarkeit von Nutzenergie nicht zur Steigerung des landwirtschaftlichen Outputs beitrug.

DeVries (2004) geht von einer Verlängerung der Arbeitszeiten während der Untersuchungsperiode aus. Es wurde versucht diesem Argument Rechnung zu tragen, wie im Methodenteil (Tabelle 5) beschrieben. Ob die angenommenen jährlichen Arbeitszeitverlängerungen zu gering sind, steht zur Disposition. Die nun zur Verfügung stehenden Ergebnisse deuten jedoch darauf hin, dass die anderen hier vorgestellten Antriebsfaktoren für die landwirtschaftliche Revolution umso stärker ins Treffen geführt werden müssen.

5.3.3.2 Fossile Energieträger: Kohle

Der zentrale Stellenwert fossiler Energieträger im Übergang von agrarischer zu industrieller Subsistenzweise wurde von vielen Autoren belegt (Sieferle 1982 und 2003, Sieferle et al. 2006, Fischer-Kowalski et al. 2007). Durch die Nutzung fossiler Energieträger konnte das Hemmnis agrarischer Zivilisationsformen, der Mangel an nutzbarer Energie, überwunden werden. Innerhalb relativ kurzer Zeit konnte die spärliche Energiedichte deutlich gesteigert werden. Das Vereinigte Königreich verbrauchte im Jahr 1700 3 Mio. Tonnen, im Jahr 1800 11 Mio. Tonnen und im Jahr 1850 bereits 53 Mio. Tonnen Kohle. Mit Hilfe von Kohle wurde die energetische Abhängigkeit von Holz ergänzt und schließlich ersetzt. Diese oben genannten Zahlen können eindrucksvoll anhand eines Beispiels verdeutlicht werden: Im Jahr 1840 steht dem Vereinigten Königreich über die Nutzung von Kohle eine virtuelle Waldfläche zur Verfügung, die so groß ist, wie das Vereinigte Königreich selbst (Sieferle et al. 2006).

Erdöl und Erdgas spielten zu diesem Zeitpunkt eine verschwindend geringe Rolle in der Energieversorgung. Doch war Kohle auch dafür ausschlaggebend, dass die Landwirtschaft sich in dieser beeindruckenden Weise entwickeln konnte?

Die neuen Energiequellen fanden nicht, wie in der heutigen modernen Landwirtschaft, in Form von Treibstoff, Düngemittel und Spritzmittel Eingang in die Landwirtschaft.

Das in der Untersuchungsperiode modernste Transportmittel war die kohlegefeuerte Eisenbahn. Eisenbahnlinien begannen aber erst in den 1860ern rurale Gegenden zu erschließen (Schwartz 2002). Kohlebetriebene landwirtschaftliche Maschinen wurden erst nach Ende der Untersuchungsperiode entwickelt⁷³. Auch Dünge- und Spritzmittel wurden in der Untersuchungsperiode nicht auf Basis von fossilen Energieträgern hergestellt. Als Zwischenbilanz muss festgehalten werden, dass es zu keiner direkten Entwicklung kam, die die landwirtschaftliche Revolution mit antrieb.

Damit soll natürlich nicht behauptet werden, dass es keine Auswirkungen der neuen Energieverfügbarkeit auf die Landwirtschaft gab. Der vielleicht wichtigste Faktor lag in der Möglichkeit mit Hilfe dieser neuen Energieträger Materie zu mobilisieren. Hier ist im Kontext der Landwirtschaft vor allem Eisen zu nennen. Am Anfang des 18. Jahrhunderts wurden im Vereinigten Königreich ca. 25.000 t Eisen produziert und am Ende der Untersuchungsperiode deutlich über eine Million t (Sieferle et al. 2006). Dieses Wachstum um den Faktor 40 wäre ohne die Nutzung von Kohle undenkbar gewesen. Eisen war durchaus ein strategisch bedeutsames Metall für die Landwirtschaft. Landwirtschaftliche Pflüge sind am Beginn der Untersuchungsperiode aus Holz gefertigt worden, wobei wegen der hohen Eisenpreise ausschließlich die Pflugkante mit einem Eisenmantel verstärkt wurde (Sieferle et al. 2006). Mit der gestiegenen Produktion von Eisen wurden nicht nur vermehrt Pflüge aus Gusseisen produziert, auch andere wichtige technische Innovationen für die Landwirtschaft wären ohne die Verfügbarkeit von günstigem Eisen nicht möglich gewesen.

Insofern spielt die Nutzung der relativ leicht verfügbaren Kohle eine nicht unerhebliche Rolle in der Entwicklung der Landwirtschaft. Der Einfluss dieses fossilen Energieträgers wurde jedoch nur über Umwege wirksam.

⁷³ John Fowler entwickelte in den 1850ern ein System zur Nutzung von Dampfpflügen in der Landwirtschaft.

5.3.4 Gründe für die landwirtschaftliche Revolution – ein Resümee

Die in Kapitel 5.3.1 dargestellte Ausweitung von landwirtschaftlich genutzten Flächen gehen einher mit einer intensivierten Bewirtschaftung dieser. Dabei spielen die Nutzung neuer Feldfrüchte, das erfolgreiche Experimentieren mit neuen Anbausystemen, sowie Züchtungserfolge bei Nutztieren und -pflanzen eine gewichtige Rolle. Der hier ebenfalls zu nennende Prozess der regionalen Spezialisierung zeigt deutlich die Schwierigkeit, die Bedeutung der unterschiedlichen Faktoren von einander klar abzugrenzen. Die Auswirkungen der regionalen Spezialisierung spielen sich auf der Ebene der landwirtschaftlichen Praxis ab, indem die Nutzungsmuster beeinflusst werden. Flexibel kann auf regionale und lokale naturräumliche Faktoren im Nutzungsgebiet eingegangen werden, um so eine Optimierung des Anbauplanes zu ermöglichen. Die Vorbedingungen für diese Entwicklungen sind jedoch auf institutioneller Ebene (Kapitel 5.3.2) angesiedelt. Vom Joch befreit für den eigenen Bedarf ausreichend produzieren zu müssen, werden die Vorzüge und Möglichkeiten der marktwirtschaftlichen Strukturen ausgenutzt. Erst durch die Etablierung von Marktstrukturen und die dafür notwendigen infrastrukturellen Entwicklungen, z.B. im Transportwesen und der Logistik konnte sich die landwirtschaftliche Praxis weiterentwickeln, auch in Form von regionalen Spezialisierungen. Ein weiterer zentraler Intensivierungsfaktor lag in den Veränderungen der Eigentumsstrukturen zugunsten von großgrundbesitzenden Schichten, die aufgrund von Massenproduktionsvorteilen ebenfalls zu den Outputsteigerungen beitrugen.

Durch die steigenden Flächen- und Arbeitsproduktivitäten wird es verstärkt möglich Menschen in Städten zu ernähren. Urbanisierung selbst wiederum trägt auch als Antriebsfaktor zur Etablierung von marktwirtschaftlich ausgerichteter Produktion bei.

Als weiterer Antriebsgrund der landwirtschaftlichen Revolution wurde die vermehrt verfügbare Nutzenergie in Form von Arbeitskraft von menschlichen Beschäftigten und Nutztieren betrachtet. Es stellte sich jedoch heraus, dass der geringe Anstieg an landwirtschaftlich genutzter Fläche die Bedeutung dieses Antriebsgrunds deutlich relativiert und nicht davon auszugehen ist, dass die pro landwirtschaftlich genutzte Fläche verfügbare Nutzenergie relevant anstieg (Kapitel 5.3.3.1).

Die Nutzung des fossilen Energieträgers Kohle ist ebenfalls nicht als direkter Antriebsmotor der landwirtschaftlichen Revolution zu nennen. Bis zum Ende der

Untersuchungsperiode kam es zu keiner relevanten Beeinflussung der landwirtschaftlichen Praxis. Selbst Eisenbahnlinien erschlossen erst nach Ende der Untersuchungsperiode das Land und konnten dann erst eine positive Rolle für die landwirtschaftliche Entwicklung spielen. Doch indirekt war Kohle dennoch von Bedeutung: Durch die Verfügbarkeit von Energie konnten auch für die Landwirtschaft nur in Mangel verfügbare Materialien leichter mobilisiert werden. Das oben genannte Beispiel der Eisenproduktion zeigt deutlich, dass auch die nicht direkt wirksamen Effekte der neuen Energieverfügbarkeit nicht unwichtig waren (Kapitel 5.3.3.2).

Der Import von Nahrungsmitteln wurde erst am Ende der Untersuchungsperiode auf einer quantitativen Ebene relevant. Dies hängt stark mit politisch-wirtschaftlichen Gründen zusammen, die sich in Form von Schutzzöllen manifestierten und den Import von quantitativ relevanten Mengen bis kurz vor die Mitte des 19. Jahrhunderts verhinderten. Auf Ebene der Ernährung kann These die von Pomeranz (2000) vom zentralen Stellenwert der Importe für die Entwicklung des Vereinigten Königreiches bestätigt werden (Kapitel 5.3.2.4).

Im Rückblick zeigt sich ein differenzierteres Bild. In der vorliegenden Arbeit konnten keine singulären Gründe für die agrarische Revolution ausgemacht werden, die besonders hervorstechen. Es zeigte sich vielmehr, dass ein ganzes Bündel aus verschiedenen, landwirtschaftlichen und agrartechnischen, sowie institutionellen Faktoren als Antriebsmotoren des Wandels fungierte.

Mit Hilfe der sozialökologischen Methodik dieser Arbeit konnten gewisse Gründe als Antriebsfaktoren der landwirtschaftlichen Revolution relativiert werden.

Zuletzt soll noch einmal betont werden, dass anhand dieses geschichtlichen Beispiels gezeigt werden konnte, dass die Veränderungen der materiellen Funktionsweise einer Gesellschaft nicht getrennt von ihren institutionellen sozio-politischen Entwicklungen gedacht werden können.

Anhang

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden biophysische Aspekte der landwirtschaftlichen Revolution in England und Wales in der Zeitspanne zwischen 1700 und 1850 analysiert. Die zentrale biophysische Entwicklung dieser Periode stellt das rasante Bevölkerungswachstum dar. Daraus ergibt sich für die vorliegende Arbeit die Frage, wie das landwirtschaftliche System eine konstante Nahrungsversorgung ermöglichen konnte und das trotz eines sinkenden Anteils an landwirtschaftlichen Arbeitskräften an der Gesamtbevölkerung.

Indem landwirtschaftliche Biomasse- und Energieflüsse, sowie die Landnutzung analysiert wurden, konnte die landwirtschaftliche Intensivierung quantitativ erfasst werden. Es wurde nachgezeichnet, dass es zu einem deutlichen Anwachsen der Flächen- und Arbeitsproduktivität kam. Aber auch die Effizienz der Energienutzung (*Energy Return on Investment*) und der Nahrungsproduktion wuchsen deutlich an.

Zuletzt wurde der Frage nachgegangen, welche Faktoren diese Entwicklungen ermöglichten. Dabei zeigte sich deutlich, dass es sich um einen Komplex an Ursachen handelte, die auf der einen Seite durch die Veränderung der landwirtschaftlichen Praxis sehr konkrete und direkte Auswirkungen auf die Steigerung des landwirtschaftlichen Outputs hatten. Auf der anderen Seite waren institutionelle Faktoren ebenso bedeutungsvoll. Sie bewirkten oft sehr viel grundlegendere Veränderungen und schufen damit die Rahmenbedingungen, die für die Agrarrevolution notwendig waren.

Zu den landwirtschaftlichen und agrartechnischen Antriebsfaktoren der Agrarrevolution sind das Ausweiten und die intensivierete Nutzung der landwirtschaftlichen Fläche zu zählen. Mittels Daten zur Landnutzung konnte dies auch quantitativ festgehalten werden. Neue Feldfrüchte wurden in neuen Systemen der Fruchtwechselwirtschaft angebaut. Vor allem in Kombination mit der ganzjährigen Stallhaltung von Rindern ermöglichte diese Bewirtschaftungsform einen nachhaltigeren Umgang mit Bodennährstoffen. Der Einsatz von importiertem Dünger scheint eine vergleichsweise geringe Rolle zu spielen.

Die These, nach der der Anteil der pflanzlichen Produktion aufgrund von Effizienzvorteilen in der Produktion steigt, konnte nicht nachgewiesen werden. Innerhalb des tierischen Produktionssektors ist jedoch ein Anstieg der Milchproduktion im Vergleich zur Fleischproduktion zu sehen. Milch kann deutlich effizienter produziert werden als

Fleisch. Es konnte ebenfalls quantitativ gezeigt werden, dass, durch Züchtungserfolge und qualitativ hochwertigeres Futter mitbedingt, die Konversionseffizienz des Viehbestandes steigt.

Die Einflüsse des kulturalen Wirkungszusammenhangs auf den materiellen und energetischen Stoffwechsel werden in Form des institutionellen Wandels beschrieben. Es konnte gezeigt werden, dass die beiden beschriebenen Transportrevolutionen unterschiedliche Auswirkungen auf das landwirtschaftliche System und die Nahrungsproduktion hatten. Der Einfluss der so genannten zweiten Transportrevolution, in der die Eisenbahn als Transportmittel entstand, hatte während der Untersuchungsperiode keine Auswirkungen auf das landwirtschaftliche System, da rurale Gebiete vom Eisenbahnnetz erst später erschlossen wurden. Durch die erste Transportrevolution konnten wachsende Transportgeschwindigkeiten, ein dichteres Verkehrsnetz, sinkende Transportkosten und höhere Regelmäßigkeit der Fahrten erreicht werden. Damit wurde die Grundlage für die Urbanisierung und die Entwicklung des kapitalistischen Marktes geschaffen.

Die Entwicklung der kapitalistischen Marktwirtschaft im Agrarsektor beeinflusste die Landwirte bei ihrer Entscheidung, welche landwirtschaftlichen Erzeugnisse sie produzieren sollten. Nicht mehr der Bedarf an Produkten, die zum Überleben notwendig waren, sondern die potentielle Inwertsetzbarkeit wurde zum bestimmenden Kriterium für die *Produktion*. Mit der Produktion für den Markt wurden Spezialisierungen möglich. Gleichzeitig kommt es auch durch Einhegungen ausgelöst zu einem deutlichen Anwachsen der Betriebsgrößen. Sowohl Spezialisierungen, wie auch das Anwachsen der Betriebsgrößen führten zu Effizienzsteigerungen. Diese können bei regionalen Spezialisierungen durch das Eingehen auf naturräumliche Faktoren erreicht werden. Bei dem Anwachsen der Betriebsgrößen nützt man positive Skaleneffekten aus. Mit steigender Betriebsgröße kommt es zu einem relativen Rückgang der Betriebskosten pro landwirtschaftlich genutzte Flächeneinheit. Diese Entwicklung kam vor allem den Großgrundbesitzern zu gute, die auf Kosten von Kleinbauern und Häuslern zu den Profiteuren dieses Prozesses zählten.

Zuletzt soll auch die zentrale Bedeutung des Außenhandels für die Ernährungssituation in der Mitte des 19. Jahrhunderts genannt werden. Mit der Abschaffung der merkantilistischen Schutzzölle auf Getreide (*Corn Laws*) stieg der Import von

Nahrungsmitteln rasant an. 1850 stammen ca. 20% der inländisch verfügbaren Nahrung aus dem Außenhandel.

Mit dieser Arbeit wurde aus einer sozialökologischen Perspektive die landwirtschaftliche Revolution betrachtet. Deren zentrale Leistung bestand darin für eine drastisch wachsende Bevölkerung eine konstante Nahrungsversorgung sicher zu stellen. Dies gelang trotz eines sinkenden Anteils landwirtschaftlicher Arbeitskräfte an der Gesamtbevölkerung. Die Gründe, die diese Entwicklung ermöglichten, sind nicht auf isolierte Wirkmechanismen zurückzuführen. Nur aus der Verflechtung biophysischer und kultureller Wirkungszusammenhänge heraus entstand ein plausibles Erklärungsmuster für die landwirtschaftliche Revolution.

Datenanhang

	bushel	m ³	Schüttdichte in kg/m ³ (in Ruhe)	kg
Weizen	1	0,036	800	29,1
Roggen	1	0,036	700	25,5
Gerste	1	0,036	650	23,6
Hafer	1	0,036	500	18,2
Erbsen	1	0,036	815	29,6
Bohnen	1	0,036	800	29,1
Leguminosen	1	0,036	600	21,8
Rüben	1	0,036	540	19,6
Kartoffeln	1	0,036	699	25,4
Heu	1	0,036	160	5,8

Tabelle 37: Umwandlung von bushel in kg

Anmerkung: Daten basieren auf Angaben von Tränker 1977 und Carrs Billington Agriculture 2008

Gewicht		Pfund [lb]	Hundredweight [cwt]	Unze [oz]
	Kilogramm [kg]	0,454	50,802	50,802
Volumen		Gallone [Imp. gal]	Quater [Imp. qr.]	
	Liter [l]	4,546	1,136	
Fläche		Acre [ac]		
	Hektar [ha]	0,405		

Tabelle 38: Umwandlung der gebräuchlichsten Einheiten des angelsächsischen imperialen Systems

Anmerkung: Daten basieren auf Angaben von John 1989, Sengpiel 2008, Edmunds 2008

Altersstruktur des Pferdebestandes			Anzahl
Alter			
0	bis	1	100.000
1	bis	2	99.000
2	bis	3	98.000
3	bis	4	97.000
4	bis	5	95.000
5	bis	6	92.000
6	bis	7	89.000
7	bis	8	85.000
8	bis	9	81.000
9	bis	10	76.000
10	bis	11	71.000
11	bis	12	65.000
12	bis	13	59.000
13	bis	14	52.000
14	bis	15	45.000
15	bis	16	38.000
16	bis	17	30.000
17	bis	18	23.000
18	bis	19	16.000
19	bis	20	10.000
20	bis	21	6.000
21	bis	22	3.500
22	bis	23	2.000
23	bis	24	1.000
24	bis	25	400
Gesamt			1.333.900

Tabelle 39: Altersstruktur des Pferdebestandes im Jahre 1700

Anmerkung: Daten von King 1973

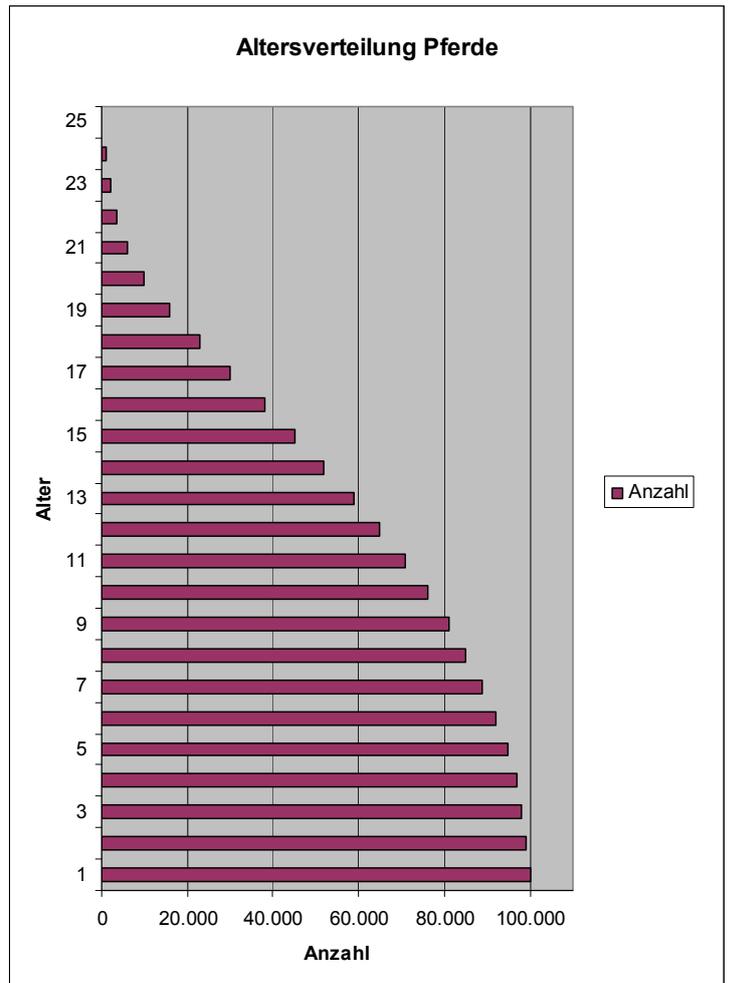


Abbildung 25: Altersstruktur des Pferdebestandes im Jahre 1700

Anmerkung: Daten von King 1973

[kg DM/ha]	1700	1720	1730	1740	1750	1760	1770	1780	1790	1800	1810	1820	1830	1840	1850
Weizen	989	1236	1307	1345	1386	1349	1217	1167	1173	1297	1309	1459	1649	1892	1699
Roggen	1051					1237			1379		1472			1836	
Gerste	1422	1867	1614	1836	1793	1898	1892	1577	1608	1750	1867	2028	2331	2356	2158
Hafer	1484	1571	1515	1904	1874	2214	2350	2096	2275	2337	2405	2504	3005	3079	2795
Rüben	411				475					475	538				601
Kartoffeln	2373				2373					2373	2373				2373
Ackerwiesen	3210				3810					3950					4940
Leguminosen (Erbsen, Bohnen)	1280			1539		1571			1293		1920			1830	

Tabelle 40: Erträge vom Ackerland

Anmerkung: Turner et al. (2001)

	1700	1800	1850
Energy Return on Investment (EROI)	14,6	18,6	21,7

Tabelle 41: Energy Return on Investment

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

	1700	1800	1850
Anteil der Importe am Gesamthandelsvolumen	92%	88%	98%

Tabelle 42: Anteil der Importe am Gesamthandelsvolumen [TJ]

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

[%]	1700	1800	1830	1871
Wheat eaten	98	98	98	98
Barley eaten	30	20	10	0
Barley brewed	68	78	86	95
Barley to livestock	2	2	4	5
Oats eaten	40	30	20	10
Oats to livestock	60	70	80	90

Tabelle 43: Getreide Nutzung

Anmerkung: Daten aus Overton und Campbell (1999)

Exkurse

Ad Betriebsgrößen

In Kapitel 5.3.2.3 wird Allens (1992) Interpretation seines Datensatzes beschrieben. Diese Daten können aber auch auf andere Weise ausgelegt werden. Leigh Shaw Taylor (Shaw-Taylor, in Vorbereitung) gibt dafür ein Beispiel, indem er eine andere Aggregation der Cluster vornimmt. Er begründet dies mit den Aufzeichnungen von Beschäftigungsverhältnissen, aus denen hervorgeht, dass in Betrieben in der Größe zwischen 81 und 121 ha im Jahre 1851 im Untersuchungsgebiet der *South Midlands* durchschnittlich 0,9 männliche Lohnarbeiter beschäftigt waren (Greeall 1983 zitiert nach Shaw-Taylor, in Vorbereitung).

aggregierte Darstellung / Uneingehegte Betriebe		Frühes 17. Jahrhundert	Frühes 18. Jahrhundert	Um 1800
Betriebsgrößen [ha]	Prozentuelle Aufteilung [%]			
20-121 (Familienbetriebe)		7,6	9,0	1,4
121-243 (Transitionsbetriebe)		25,9	15,7	6,2
243+ (Kapitalistische Betriebe)		66,5	75,3	92,4
Gesamt		100	100	100

Tabelle 44: Alternative Einteilung der Daten Allens (1992)

Anmerkung: Daten aus Shaw-Taylor, in Vorbereitung

aggregierte Darstellung / Eingehegte Betriebe		Frühes 17. Jahrhundert	Frühes 18. Jahrhundert	Um 1800
Betriebsgrößen [ha]	Prozentuelle Aufteilung [%]			
20-121 (Familienbetriebe)		1,1	3,5	1,9
121-243 (Transitionsbetriebe)		5,3	9,1	6,2
243+ (Kapitalistische Betriebe)		93,7	87,4	91,9
Gesamt		100	100	100

Tabelle 45: Alternative Einteilung der Daten Allens (1992)

Anmerkung: Daten aus Shaw-Taylor, in Vorbereitung

Den in Tabelle 44 dargestellten Resultaten zufolge befinden sich bereits im frühen 17. Jahrhundert zwei Drittel der Betriebe in kapitalistischer Produktionsweise. Diese Sichtweise steht zum Teil im Gegensatz zu Allens Darstellung und zeigt weiteren

Forschungsbedarf auf. Den generellen Trend der Zunahme der Betriebsgrößen bestätigt aber auch Shaw-Taylor (in Vorbereitung).

Ad Malthus

Betrachtet man die pro Kopf verfügbare Menge an inländisch entnommener landwirtschaftlicher Biomasse zeigt sich folgendes Bild.

		1700	1800	1850
DE pro Kopf	[GJ/cap]	116	83	47

Tabelle 46: DE pro Kopf

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

Die Energie, die durch die inländische Entnahme an landwirtschaftlicher Biomasse im Gesamtsystem pro Kopf zu Verfügung stand nahm deutlich ab. Sich diesen Umstand vor Augen führend, ist auch nachvollziehbarer, dass zum Ende des 18. Jahrhunderts Robert Malthus Aufsatz „The Principle of Population“ (1997, im Original 1798) erscheint, in dem er das Bevölkerungswachstum als exponentielle Wachstumskurve und den landwirtschaftlichen Output als lineare Wachstumsentwicklung in Form eines unumstößlichen Bevölkerungsgesetzes beschreibt. Abgesehen von den menschenverachtenden politischen Konsequenzen, die er vorschlägt, um der Überbevölkerung Einhalt zu gebieten, ist diese These auch inhaltlich zu kritisieren. Hauptvertreterin dieser Kritik ist Esther Boserup (1981), die Bevölkerungswachstum und landwirtschaftlichen Output in einem positiv rückgekoppelten Wirkungszusammenhang beschreibt. In Ländern des Südens zeigte sie, dass Bevölkerungswachstum zu Innovationen führte, die wiederum den Output steigern konnten. Dieser Trend ist auch im vorliegenden historischen Beispiel zu erkennen.

Ad EFA-Indikatoren: Direkter Energieinput und inländischer Energieverbrauch in der Landwirtschaft

Das vorgestellte MEFA-Schema (Kapitel 3.1.2) soll nicht nur ein methodisches Grundgerüst für die vorliegende Arbeit darstellen, die darin vorkommenden Indikatoren

sollen in leicht abgeänderte Form auch an dieser Stelle auch zur Anwendung gebracht werden. Die Ergebnisse zur inländischen Entnahme an Biomasse sind bereits diskutiert worden (Kapitel 4.2.1). Ein wichtiges Ergebnis dabei spielt die Zunahme von landwirtschaftlich entnommener Biomasse, die im Untersuchungszeitraum um ca. ein Drittel anwächst.

Im Folgenden sollen der direkte landwirtschaftlich Energieinput ($DEI = DE + \text{Importe}$) und der ebenfalls für die Landwirtschaft berechnete inländischen Energieverbrauch ($DEC = DE + \text{Importe} - \text{Exporte}$) betrachtet werden. Der landwirtschaftliche DEC erfasst sowohl die aus inländischer Entnahme und Importen gewonnene Energiemenge aus landwirtschaftlicher Produktion als auch die Exporte solcher Güter und bilanziert somit, wie viel Energie für den inländischen Konsum⁷⁴ zur Verfügung steht. Diese Indikatoren werden neben dem DEC per capita in Tabelle 47 dargestellt.

[PJ]		1700	1800	1850
landwirtschaftliche Biomasse (DE)	[PJ]	588	721	779
landwirtschaftliche Importe	[PJ]	0,5	3,4	27,3
landwirtschaftliche Exporte	[PJ]	0,0	0,5	0,7
landwirtschaftlicher DEI	[PJ]	589	725	806
landwirtschaftliche DEC	[PJ]	589	724	805
landwirtschaftliche DEC pro Kopf	[GJ/cap.a]	116	84	48

Tabelle 47: DEI und DEC in der Landwirtschaft

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen

Die obenstehende Tabelle zeigt deutlich, dass die Unterschiede zwischen dem landwirtschaftlichen DE, DEI und DEC sehr gering sind. In den Jahren 1700 und 1800 unterscheiden sich DE und DEC nur im Zehntelbereich, im Jahr 1850 ist der DEC 3,4% größer als der DE. Andererseits erkennt man, dass auch DEI und DEC kaum Größenunterschiede aufweisen. Die Unterschiede bewegen sich sogar nur im Hundertstelprozentbereich. Dies erklärt sich aus zwei Tatsachen. Erstens wurde erst ab Mitte des 19. Jahrhunderts der Import von Nahrung relevant und zweitens verbleiben bis zum Ende der Untersuchungsperiode Exporte in einer quantitativ vernachlässigbaren Größenordnung. Diese Erkenntnisse verwundern nicht, da bereits in Kapiteln 4.2.1.3 und 4.2.2.2 die quantitative Relevanz des Außenhandels diskutiert wurde und gezeigt wurde,

⁷⁴ Unter Konsum werden hier Endkonsum und intermediärer Input in die Produktionsprozesse gemeint.

dass Importe und Exporte im Vergleich zur inländischen Entnahme an Biomasse in der Untersuchungsperiode vernachlässigbar gering waren. In Kapitel 5.3.3.2 wird den Gründen nachgegangen, weshalb die Nahrungsimporte vor 1846 (bzw. 1849) so gering waren.

Der landwirtschaftliche DEC pro Kopf sinkt in der Untersuchungsperiode, wobei auch hier das rasante Bevölkerungswachstum als Grund für diese Entwicklung zu nennen ist. Die für den inländischen Konsum zur Verfügung stehende Energie musste demnach effizienter eingesetzt und verwaltet werden. Dies konnte nur durch eine institutionell neu strukturierte Landwirtschaft erreicht werden, die sich von ihrer kleinräumigen Strukturiertheit verabschiedete, somit Skaleneffekte ausnutzen konnte, für den Markt produzierte und auf ein hoch entwickeltes Transportsystem aufbauen konnte.

Krausmann et al. (2008) ermittelten den DEC pro Kopf für das gesamte sozioökonomische System des Vereinigte Königreich (Tabelle 48). Vergleicht man nun diese Werte mit dem landwirtschaftlichen DEC pro Kopf aus der vorliegenden Arbeit fällt auf, dass dieser Wert ansteigt. Zwischen 1750 und 1830 wächst der DEC pro Kopf mit 8% nur gering. Der 80% Zuwachs zwischen 1830 und 1870 innerhalb von 40 Jahren ist hingegen sehr beeindruckend.

	1750	1830	1870
DEC pro Kopf [GJ/cap.a]	63	68	122

Tabelle 48: DEC pro Kopf (Vereinigtes Königreich)

Anmerkung: Daten aus Krausmann et al. (2008)

Der wesentlichste Faktor für den Anstieg des DEC pro Kopf im Vereinigten Königreich ist die rasante Zunahme in der Nutzung von Kohle.

Im Folgenden wird deshalb die landwirtschaftliche Biomasseentnahme der Kohleförderung, sowie die inländische Holzentnahme gegenübergestellt (Abbildung 26 und Tabelle 49). Dies erfolgt über eine sehr grobe Methode, da in erster Linie die Größenordnung der betreffenden Kategorien verglichen werden sollen.

Die englischen Waldflächen sind aus der Berechnung der Waldweide bekannt (Vgl. Kapitel 3.2.1). Außerdem fließen bei dieser Berechnung Daten zum Holzertrag und zum Energiegehalt ein: In einer Maximalertragsschätzung wird von 3,6t/ha (Vgl. Sieferle et al. 2006, Krausmann et al. 2001) ausgegangen, sowie von einem Brennwert bezogen auf das

Frishgewicht von 14,6 MJ/kg (Sieferle et al. 2006). Bei der Kohleförderung wird auf Daten von Schandl (in Sieferle et al. 2006) zurückgegriffen, der für das Vereinigte Königreich die betreffenden Daten zusammenstellte. Kohleförderung fand zum allergrößten Teil in England statt, nur im Süden von Schottland wurden noch geringe Mengen an Kohle gefördert. In Irland wurde praktisch keine Kohleförderung betrieben. Trotz allem stellen die verwendeten Daten zur Kohleförderung eine Überschätzung dar.

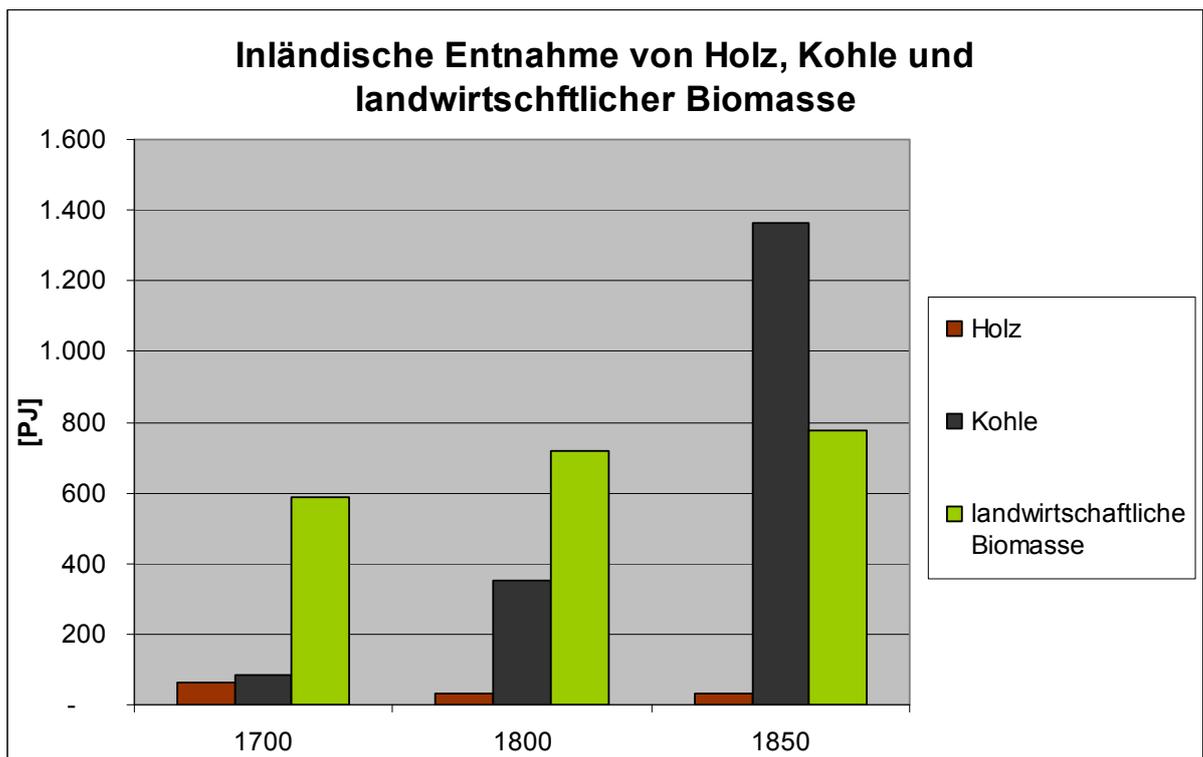


Abbildung 26: Inländische Entnahme von Holz, Kohle und Biomasse

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen, sowie Sieferle et al. (2006)

Abbildung 26 zeigt die Größenordnungen der inländischen Entnahmen von Holz, Kohle und Biomasse. Gut zu erkennen ist einerseits das relativ niedrige Niveau der inländischen Entnahme von Holz. Andererseits zeigt die Abbildung, dass durch die Energiegewinnung durch über Kohle die Nutzung von Holz substituiert werden konnte und trotz zurückgehender Holzerträge die gesamt verfügbare Energie ansteigt. Bemerkenswert ist auch der rasante Anstieg der Kohleentnahme, der die Zuwächse in der DE von Biomasse deutlich übersteigt.

Diese drei Posten stellen die wichtigsten Kategorien bei der Berechnung der DE des gesamten sozioökonomischen Systems dar.⁷⁵ Der Anteil der Entnahme von landwirtschaftlicher Biomasse an der gesamten DE wird in Tabelle 49 dargestellt. Dieser Anteil schrumpft bis zum Ende der Untersuchungsperiode auf weniger als die Hälfte seines Ausgangswertes zusammen und das bei einem gleichzeitigen Anstieg in der Entnahme landwirtschaftlicher Biomasse. Der Anteil der Kohleextraktion macht im Jahr 1700 ca. ein Zehntel der inländischen Entnahme aus. Dieser Anteil wächst um den Faktor 5,5 auf 63% im Jahre 1850. Diese radikale Umstrukturierung in der Gesellschafts-Umweltbeziehung und in der Energieverfügbarkeit brachte weit reichende Konsequenzen mit sich, die hier nicht behandelt werden können (siehe Sieferle et al. 2006, Fischer-Kowalski et al. 2007, Krausmann et al. 2008). Der Frage, welchen direkten und indirekten Einfluss diese neuartige Situation der Energieverfügbarkeit auf die Landwirtschaft hatte, wird in Kapitel 5.3.3.2 nachgegangen.

[PJ]	1700	1800	1850
DE landwirtschaftliche Biomasse	588	721	779
DE Holz	62	34	33
DE Kohle	83	353	1.363
DE	733	1.108	2.175
Anteil der Biomasseentnahme an der DE	80%	65%	36%
Anteil der Kohleextraktion an der DE	11%	32%	63%

Tabelle 49: DE unter Einbeziehung von Holz und Kohle

Anmerkung: Daten basieren auf eigenen Berechnungen, sowie Sieferle et al. 2006

⁷⁵ In der Untersuchungsperiode stellen metallische und nicht-metallische Mineralien bei der Berechnung der gesamten inländischen Entnahme einen untergeordneten Stellenwert dar.

Lebenslauf

NOURBAKHCH – SABET Reza
am 01. März 1979 in Uromieh/Iran geboren
österreichische Staatsbürgerschaft
Zivildienst im Jahre 1998 abgeleistet

AUSBILDUNG

- 1997 – 2008 Studium der Ökologie, Universität Wien
Diplomarbeit am IFF, Institut für Soziale Ökologie, der
Universität Klagenfurt
Rechercheaufenthalt an der „London School of Economics“
- 2004 – 2006 jährliche Teilnahme an den „Summer Schools on
Participatory Integrated Assessment of Sustainability“ unter
der Leitung von Prof. Mario Giampietro (INRAN, Rom)
- 1989 – 1997 Bundesrealgymnasium Wien VI, Marchettigasse 3,
naturwissenschaftlicher Schwerpunkt, Matura im Mai
1997

WISSENSCHAFTLICHE ERFAHRUNG

- 2007 Vortrag zum Thema „Gesellschafts-Natur-Interaktionen aus
sozialökologischer Perspektive“ auf der 4. Tagung der NGU
in Berlin
- 2006 – 2007 Studienassistent am Institut für Soziale Ökologie, IFF-
Fakultät für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung
Universität Klagenfurt
- 2006 Erstellung eines Berichts zum Thema: „Nachhaltige Nutzung
natürlicher Ressourcen“ im Rahmen der Erstellung des
österreichischen Positionspapiers zur EU-
Ressourcenstrategie
- 2005 – 2007 Tutorentätigkeit am Institut für Soziale Ökologie, IFF-Fakultät
für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung Universität
Klagenfurt
- 2005 Projektmitarbeit am Institut für Soziale Ökologie im Rahmen
des FWF – Projekt „Historischer Wandel der
gesellschaftlichen Naturverhältnisse: vom agrarischen zum
industriellen System“
- 2004 Datenerhebung im IIASA/IFF Projekt „Die Umweltaus-
wirkungen des Konsums: Forschungsmethoden und Driving
Factors“

BERUFLICHER WERDEGANG

2008	Organisation der 5. Tagung der NGU „Objektive Analyse und normative Ziele? Wandel gesellschaftlicher Naturverhältnisse und die Rolle der Wissenschaft“
2007 – 2008	Trainer im Bereich der Erwachsenenbildung am Berufsausbildungszentrum des bfi wien
2004 – 2006	Mitglied des Organisationsteams der jährlich stattfindenden „Summer School on Developing Toolkits on Integrated and Participatory Analyses of Sustainability“ in Murcia (Spanien) und Deutschlandsberg (Österreich)
2006	Mitarbeit bei der ConAccount-Konferenz 2006; Internationale Konferenz zum Thema Materialflussanalyse
2005	Organisatorische Tätigkeiten am Institut für Soziale Ökologie (GAIA – Herausgebertreffen, iff-lectures, etc.)
2005	Freizeitbetreuung von Menschen mit Behinderung im Verein GIN (Gemeinwesenintegration und Normalisierung)
2003 – 2005	Journalist bei den Magazinen der Österreichischen Hochschülerschaft der Uni Wien („Unique“, Auflage ca. 60.000 Stück) und der Bundesvertretung („Progress“, Auflage ca. 100.000 Stück)
2002	Betreuer und Ausbildner bei den Flusstagen des Jugendumweltnetzwerks für Schüler und Schülerinnen
2001 – 2002	Journalist im Redaktionsbüro „Langbein, Skalnik und Partner“ mit dem Schwerpunkt gesundheitsrelevanter Berichterstattung
2000 – 2001	Erstellung einer medizinischen Datenbank für die Internetplattform www.surfmed.at
1998 – 2000	Nachhilfelehrer in den Fächern Mathematik, Physik, Chemie, Biologie

PUBLIKATION

Materialflüsse in den USA, Saudi Arabien und der Schweiz mit Eisenmenger, Kratochvil, Krausmann et al., 2005.
Social Ecology Working Paper 74. Wien, IFF

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gesellschaft-Natur Interaktionsmodell.....	12
Abbildung 2: basaler Metabolismus	13
Abbildung 3: erweiterter Metabolismus	13
Abbildung 4: Schema der Materialflussanalyse	15
Abbildung 5: Primär-, End- und Nutzenergie (Biomasse)	17
Abbildung 6: Agrarökosystem - Produktion - Population	19
Abbildung 7: Material- und Energieflüssen in der vorindustriellen Landwirtschaft.....	21
Abbildung 8: Berechnete Flüsse im Gesellschafts-Natur Interaktionsmodell (Landwirtschaft).....	22
Abbildung 9: Kings Manuskript	53
Abbildung 10: Flächennutzung allgemein in Prozent.....	57
Abbildung 11: Flächennutzung Acker [Mio. ha].....	59
Abbildung 12: Flächennutzung Acker [Mio. ha].....	60
Abbildung 13: Grünlandnutzung: Intensive und extensive Nutzungsformen und ihre Ausbreitung im zeitlichen Vergleich	61
Abbildung 14: Futteraufkommen.....	70
Abbildung 15: Nahrungsmittel im Außenhandel, Dominanz der importierten Getreideprodukte	78
Abbildung 16: Bevölkerung 1601 - 1901	85
Abbildung 17: Bevölkerungsentwicklung und jährliche Zuwachsraten.....	86
Abbildung 18: Nahrungsversorgung.....	87
Abbildung 19: Ländliche und städtische Bevölkerung.....	88
Abbildung 20: Steigerung der Energieeffizienz	96
Abbildung 21: Landwirtschaftliche intensiv genutzte Flächen	100
Abbildung 22: Steigender Anteil neuer Feldfrüchte.....	102
Abbildung 23: Traditionelle Feldfrüchte	103
Abbildung 24: Milch - Fleisch Verhältnis	106
Abbildung 25: Altersstruktur des Pferdebestandes im Jahre 1700	145
Abbildung 26: Inländische Entnahme von Holz, Kohle und Biomasse	151

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einstreubedarf	27
Tabelle 2: Brachfläche	28
Tabelle 3: Flächenproduktivitäten Grasland	33
Tabelle 4: Kategorien des Außenhandels	37
Tabelle 5: Leistung und Arbeitszeiten für die Berechnung der Nutzenergie	41
Tabelle 6: Schlachtgewicht	44
Tabelle 7: Untersuchte Landnutzungskategorien	47
Tabelle 8: Nutztierbestand	64
Tabelle 9: Domestic Extraction und ihre prozentuelle Zusammensetzung	66
Tabelle 10: Nach Kategorien aggregierte Darstellungsform der Domestic Extraction	68
Tabelle 11: Importe [TJ]	73
Tabelle 12: Nutzenergie	74
Tabelle 13: Exporte [TJ]	76
Tabelle 14: Energetische Handelsbilanz [TJ]	77
Tabelle 15: Produktion von Fleisch, Milch und Eiern [TJ]	78
Tabelle 16: Fleischproduktion [TJ]	79
Tabelle 17: Inländisch verfügbare Nahrung [TJ]	81
Tabelle 18: Flächenproduktivitäten	92
Tabelle 19: Arbeitsproduktivität	94
Tabelle 20: Effizienz der inländischen Nahrungsproduktion	98
Tabelle 21: Einsatz von kommerziellen Düngemitteln	105
Tabelle 22: Verhältnis zwischen tierischer und pflanzlicher Produktion	106
Tabelle 23: Konversionseffizienz des Viehbestandes	108
Tabelle 24: Rückgang der Marktflecken in England und Wales	113
Tabelle 25: Zunahme der Transportgeschwindigkeit	117
Tabelle 26: Zunahme der schiffbaren Flusstrecke	118
Tabelle 27: Wachstum des Eisenbahnnetzes in England und Wales	119
Tabelle 28: Chronologie der Einhegungen	121
Tabelle 29: Verteilung von Landbesitz	123
Tabelle 30: Veränderung in der Zusammensetzung von Betriebsgrößen uneingelegter Betriebe	126
Tabelle 31: Veränderung in der Zusammensetzung von Betriebsgrößen eingelegter Betriebe	126
Tabelle 32: Aggregierte Darstellung der Betriebsgrößenzusammensetzung uneingelegter Betriebe	127
Tabelle 33: Aggregierte Darstellung der Betriebsgrößenzusammensetzung eingelegter Betriebe	127
Tabelle 34: Anteil der Nahrung aus dem Außenhandel	133
Tabelle 35: Inländische Nahrungsproduktion und Nahrung aus dem Außenhandel (pro Kopf)	134
Tabelle 36: Installierte Leistung pro Fläche	136
Tabelle 37: Umwandlung von bushel in kg	144
Tabelle 38: Umwandlung der gebräuchlichsten Einheiten des angelsächsischen imperialen Systems	144

Tabelle 39: Altersstruktur des Pferdebestandes im Jahre 1700	145
Tabelle 40: Erträge vom Ackerland	146
Tabelle 41: Energy Return on Investment	146
Tabelle 42: Anteil der Importe am Gesamthandelsvolumen [TJ]	146
Tabelle 43: Getreide Nutzung	146
Tabelle 44: Alternative Einteilung der Daten Allens (1992)	147
Tabelle 45: Alternative Einteilung der Daten Allens (1992)	147
Tabelle 46: DE pro Kopf	148
Tabelle 47: DEI und DEC in der Landwirtschaft	149
Tabelle 48: DEC pro Kopf (Vereinigtes Königreich)	150
Tabelle 49: DE unter Einbeziehung von Holz und Kohle	152

Literaturverzeichnis

- Aldcroft, Derek (1991): The Railway Age. In: *ReFresh* 13, pp. 1-8.
- Allen, Robert C. (1991): The two English agricultural revolutions, 1450-1850. In: Campbell, Bruce M. S. and Overton, Mark (Eds.): *Land, labour and livestock: historical studies in European agricultural productivity*. Manchester, New York: Manchester University Press Bd. 9, pp. 236-254.
- Allen, Robert C. (1992): *Enclosure and the Yeoman, The Agricultural Development of the South Midlands, 1450-1850*. Oxford: Clarendon Press.
- Allen, Robert C. (2000): Agriculture during the industrial revolution. In: Floud, Roderick and McCloskey, Deirdre (Eds.): *The Economic History of Britain Since 1700*. Cambridge: Cambridge University Press Bd. 1, pp. 96-123.
- Allen, Robert C. (2008): The Nitrogen Hypothesis and the English Agricultural Revolution. A Biological Analysis. In: *Journal of Economic History* 68(1), pp. 182-210.
- Altvater, E. (2004): *Aufstieg und Niedergang des fossilen Energieregimes*, <http://www.polwiss.fu-berlin.de/people/altvater/Aktuelles/Fossil.pdf>
- Bagwell, Phillip S. (1988): *The Transport Revolution*. London: Routledge
- Beckett, J. V. (1984): The Pattern of Landownership in England and Wales, 1660-1880. In: *Economic History Review* 37(1), pp. 1-22.
- Beer, K, Kotiath, H, and Podlesak, W (1990): *Organische und mineralische Düngung*. Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag
- Berger, Ronald M. (1980): The Development of Retail Trade in Provincial England, ca. 1550 - 1700. In: *The Journal of Economic History* 40(1), pp. 123-128.
- Bogart, Dan (2005): Did Turnpike Trusts Increase Transportation Investment in Eighteenth-Century England? In: *The Journal of Economic History* 65(12), pp. 439-468.
- Bogart, Dan (2005): Turnpike trusts and the transportation revolution in 18th century England. In: *Explorations in Economic History* 42(4), pp. 479-508.
- Boserup, Ester (1965): *The conditions of agricultural growth. The economics of agrarian change under population pressure*. Chicago: Aldine/Earthscan
- Boserup, Ester (1981): *Population and Technology*. Oxford: Basil Blackwell

- Bowden, Peter J. (1985): Statistics. In: Thirsk, Joan (Ed.): *Agrarian History of England and Wales V, 1640 - 1750*. Cambridge: Cambridge University Press, Appendix, pp. 827-903.
- Boyden, Stephen V. (1992): *Biohistory: The Interplay Between Human Society and the Biosphere - Past and Present*. Paris, Casterton Hall, Park Ridge, New Jersey: UNESCO and Parthenon Publishing Group (Man and the Biosphere Series; 8)
- Brakensiek, Stefan (1999): Die Privatisierung der kollektiven Nutzung des Bodens im 18. und 19. Jahrhundert, Neue Forschungsergebnisse und Deutungsangebote der europäischen Geschichtsschreibung. - <http://hsozkult.geschichte.hu-berlin.de/BEITRAG/TAGBER/sagra6.htm>.
- Brunt, Liam (2007): Where There's Muck, There's Brass: The Market for Manure in the Industrial Revolution. In: *Economic History Review* 60(2), pp. 333-372.
- Braudel, Fernand (1986): *Sozialgeschichte des 15. -18. Jahrhunderts. Der Handel*. München: Kindler
- Breckle, Siegmund-Walter (2002): *Walter's Vegetation of the Earth. The Ecological Systems of the Geo-Biosphere*. New York: Springer
- Brockhaus (1996): *Brockhaus. Die Enzyklopädie in vierundzwanzig Bänden*. Leipzig, Mannheim: F.A. Brockhaus14)
- Caird, James (1986): *Agriculture in 1850-51*. London: Longman, Brown, Green & Longmans
- Chambers, J. D. (1953): Enclosure and Labour Supply in the Industrial Revolution. In: *Economic History Review* 5(3), pp. 319-343.
- Chartres, J. A. (1985): The Marketing of Agricultural Produce. In: Thirsk, Joan (Ed.): *Agrarian History of England and Wales V, 1640 - 1750*. Cambridge: Cambridge University Press Bd. 17, pp. 406-503.
- Clark, Gregory (1991): Yields Per Acre in English Agriculture, 1250-1860: Evidence from Labour Inputs. In: *Economic History Review* 44(3), pp. 445-460.
- Clark, Gregory (2004): The Significance of the English Industrial Revolution. -
- Cook, Hadrian F., Cutting, Roger L., Buhler, Willie, and Cummings, Ian P. F. (2003): Productivity and soil nutrient relations of bedwork watermeadows in southern England. In: *Agriculture, Ecosystems and Environment* 102, pp. 61-79.
- Cook, Hadrian F., Cutting, Roger L., Buhler, Willie, and Cummings, Ian P. F. (2004): The origins of watermeadows in England. In: *Agricultural History Review* 51(2), pp. 155-162.

- Collins, E. T. J. (1989): The Coppice and Underwood Trades. In: Mingay, G. E. (Ed.): *Agrarian History of England and Wales VI, 1750 - 1850*. Cambridge: Cambridge University Press Bd. 5, pp. 485-501.
- Collins, E. J. T. (1999): Power availability and agricultural productivity in England and Wales, 1840-1939. In: van Bavel, Bas J. P. and Thoen, Erik (Eds.): *Land productivity and agro-systems in the North Sea area (middle ages - 20th Century). Elements for Comparison*. Brepols, Thurnhout , pp. 209-229.
- Comber, W. T. (1808): *An Inquiry Into the State of National Subsistence: As Connected with the Progress of Wealth and Population*.
- Darge, Ekkehard (2002): *Energieflüsse im österreichischen Landwirtschaftssektor 1950-1995, Eine humanökologische Untersuchung*. Wien: IFF Social Ecology (Social Ecology Working Paper; 64).
- DeVries, Jan (1994): The Industrial Revolution and the Industrious Revolution. In: *Journal of Economic History* 54(2), pp. 249-270.
- Dirlinger, Helga, Fliegenschnee, Martin, Krausmann, Fridolin, Liska, Gerhard, Schmid, Martin A., and Winiwarter, Verena (1998): *Bodenfruchtbarkeit und Schädlinge im Kontext von Agrargesellschaften*. Wien: IFF Social Ecology (Social Ecology Working Paper; 51).
- Eurostat (2001): Pflanzliche Erzeugung. Luxemburg
- Fischer-Kowalski, Marina and Haberl, Helmut (1997): Stoffwechsel und Kolonisierung: Ein universalhistorischer Bogen. In: Amsterdam: Gordon & Breach Fakultas Bd. 1.3, pp. 25-35.
- Fischer-Kowalski, Marina (1997): Methodische Grundsatzfragen. In: Fischer-Kowalski, Marina et al. (Eds.): *Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur*. Amsterdam: Gordon & Breach Fakultas Bd. 2.1, pp. 57-66.
- Fischer-Kowalski, Marina, Haberl, Helmut, Hüttler, Walter, Payer, Harald, Schandl, Heinz, Winiwarter, Verena, and Zangerl-Weisz, Helga (1997): *Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie*. Amsterdam: Gordon & Breach Fakultas
- Fischer-Kowalski, Marina and Haberl, Helmut (1998): Sustainable Development: Socio-Economic Metabolism and Colonization of Nature. In: *International Social Science Journal* 158(4), pp. 573-587.
- Fischer-Kowalski, Marina and Weisz, Helga (1999): Society as Hybrid Between Material and Symbolic Realms. Toward a Theoretical Framework of Society-Nature Interaction. In: *Advances in Human Ecology* 8, pp. 215-251.
- Fischer-Kowalski, Marina, Krausmann, Fridolin, and Schandl, Heinz (2003): The transformation of society's natural relations: from the agrarian to the industrial system. Research strategy for an empirically informed approach towards a

European Environmental History. Wien: IFF Social Ecology (Social Ecology Working Paper; 69).

- Fischer-Kowalski, Marina and Erb, Karl-Heinz (2006): Epistemologische und konzeptuelle Grundlagen der Sozialen Ökologie. In: *Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft* 148, pp. 33-56.
- Fischer-Kowalski, Marina and Haberl, Helmut (2007): *Socioecological transitions and global change: Trajectories of Social Metabolism and Land Use*. Cheltenham, UK, Northampton, USA: Edward Elgar
- Floud, Roderick and McCloskey, Deirdre (2000): *The Economic History of Britain Since 1700*. Cambridge: Cambridge University Press 1; 2; 3)
- Fluck, Richard C. (1992): Energy of Human Labor. In: Fluck, Richard C. (Ed.): *Energy in Farm Production*. Amsterdam, London, New York, Tokyo: Elsevier, Energy in World Agriculture Bd. 3, pp. 31-37.
- Foot A. S., 1977. Under-Used Products from Crops and Animals. In: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, Vol.281, No. 980: 221-230.
- Foster, John B. (1999): Marx's Theory of Metabolic Rift: Classical Foundations for Environmental Sociology. In: *American Journal of Sociology* 105(2), pp. 366-405.
- Gingrich, Simone (2004): Veränderungen von Landnutzung und Energieflüssen in ausgewählten Agrarökosystemen Oberösterreichs 1866 - 2000, Mag.rer.nat., Universität Wien.
- Gradwohl, Markus (2004): Biomasse- und Energieflüsse in vorindustriellen Agrarökosystemen. Vergleich zweier Gebiete des Alpenvorlandes und der Donauebene 1864, Mag.rer.nat., Universität Wien.
- Gregson, Nicky (1989): Tawney Revisited: Custom and the Emergence of Capitalist Class Relations in North-East Cumbria, 1600-1830. In: *Economic History Review* 42(1), pp. 18-42.
- Habakkuk, H. J. (1940): English landownership, 1680 - 1740. In: *Economic History Review* 10(1), pp. 2-17.
- Habakkuk, H. J. (1965): Landowners and the Civil War. In: *Economic History Review* 18(1), pp. 130-151.
- Haberl, Helmut (1995). Menschliche Eingriffe in den natürlichen Energiefluß von Ökosystemen: Sozio-ökonomische Aneignung von Nettoprimärproduktion in den Bezirken Österreichs. Wien, Social Ecology Working Paper [43].

- Haberl, Helmut and Zangerl-Weisz, Helga (1997): Kolonisierende Eingriffe: Systematik und Wirkungsweise. In: Fischer-Kowalski, Marina et al. (Eds.): *Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie*. Amsterdam: Gordon & Breach FakultasBd. 3.1, pp. 129-148.
- Haberl, Helmut (2001a): The Energetic Metabolism of Societies, Part II: Empirical Examples. In: *Journal of Industrial Ecology* 5(2), pp. 71-88.
- Haberl, Helmut (2001b): The Energetic Metabolism of Societies, Part I: Accounting Concepts. In: *Journal of Industrial Ecology* 5(1), pp. 11-33.
- Haberl, Helmut (2002): Economy-Wide Energy Flow Accounting. In: *Handbook of Physical Accounting. Measuring bio-physical dimensions of socio-economic activities. MFA - EFA - HANPP*. Vienna: Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Environment and Water Management, pp. 30-48.
- Haberl, Helmut, Weisz, Helga, Amann, Christof, Bondeau, Alberte, Eisenmenger, Nina, Erb, Karl-Heinz, Fischer-Kowalski, Marina, and Krausmann, Fridolin (2006): The energetic metabolism of the EU-15 and the USA. Decadal energy input time-series with an emphasis on biomass. In: *Journal of Industrial Ecology* 10(4), pp. 151-171.
- Haberl, Helmut, Erb, Karl-Heinz, Krausmann, Fridolin, Gaube, Veronika, Bondeau, Alberte, Plutzer, Christof, Gingrich, Simone, Lucht, Wolfgang, and Fischer-Kowalski, Marina (2007): Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's terrestrial ecosystems. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104, pp. 12942-12947.
- Haines-Young, Roy and Watkins, Charles (1991): The Rural Data Infrastructure. In: *International Journal of Geographical Information Science* 10(1), pp. 21-46.
- Hammond, J. L. and Hammond, Barbara (2005): *The Village Labourer*. South Carolina: The History Press
- Hall, Charles A. S., Cleveland, Cutler J., and Kaufmann, Robert K. (1986): *Energy and Resource Quality. The Ecology of the Economic Process*. New York: Wiley Interscience
- Hay, Douglas (1999): The State and the Market in 1800: Lord Kenyon and Mr Waddington. In: *Past and Present* (162), pp. 101-162.
- Hobsbawm, Eric (1969): *Industrie und Empire. Britische Wirtschaftsgeschichte seit 1750*. Frankfurt: Suhrkamp
- Holderness, B. A. (1989): Prices, Productivity and Output. In: Mingay, G. E. (Ed.): *Agrarian History of England and Wales VI, 1750 - 1850*. Cambridge: Cambridge University PressBd. 2, pp. 84-190.
- Hopkins, Alan (2000): *Grass. Its production and utilisation*. Oxford: Blackwell Science

- Hüttler, Walter, Payer, Harald, and Schandl, Heinz (1997): Der Material-Stoffwechsel. In: Fischer-Kowalski, Marina et al. (Eds.): *Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur*. Amsterdam: Gordon & Breach FakultasBd. 2.2, pp. 67-80.
- John, A. H. (1989): Statistical Appendix. In: Mingay, G. E. (Ed.): *Agrarian History of England and Wales VI, 1750 - 1850*. Cambridge: Cambridge University PressBd. Appendix, pp. 972-1156.
- Kander, Astrid (2002): *Economic growth, energy consumption and CO2 emissions in Sweden 1800-2000*. Lund: Lund University (Lund Studies in Economic History 19;
- Kerridge, Eric (1976): *Agricultural Revolution*. London: Augustus M. Kelley Publishers
- King, Gregory (1936): *Two Tracts by Gregory King*. Baltimore: Johns Hopkins Press
- King, Gregory (1973): Natural and political observations and conclusions upon the state and condition of England. In: Laslett, Peter (Ed.): *The Earliest classics*. Farnborough: Gregg
- Krausmann, Fridolin (1998): Von der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit zur Steigerung der Erträge. Technisch-naturwissenschaftliche Aspekte. In: Dirlinger, Helga et al. (Eds.): *Bodenfruchtbarkeit und Schädlinge im Kontext von Agrargesellschaften*. Wien: IFF Social Ecology, pp. 5-26.
- Krausmann, Fridolin and Haberl, Helmut (2002): The process of industrialization from the perspective of energetic metabolism. Socioeconomic energy flows in Austria 1830-1995. In: *Ecological Economics* 41(2), pp. 177-201.
- Krausmann, Fridolin, Schandl, Heinz, and Schulz, Niels B. (2003): Long Term Industrial Transformation: A Comparative Study on the Development of Social Metabolism and Land Use in Austria and the United Kingdom 1830-2000. Vienna: IFF Social Ecology (Social Ecology Working Paper; 70).
- Krausmann, Fridolin (2004): Milk, Manure and Muscular Power. Livestock and the Industrialization of Agriculture. In: *Human Ecology* 32(6), pp. 735-773.
- Krausmann, F. (2006): The Transformation of Central European Land Use Systems: A Biophysical Perspective on Agricultural Modernization in Austria since 1830. In: *Historia Agraria* in print.
- Krausmann, Fridolin, Schandl, Heinz, and Siefert, Rolf P. (2008): Socio-ecological regime transitions in Austria and the United Kingdom. In: *Ecological Economics* 65(1), pp. 187-201.
- Lay, Maxwell G. (1994): *Die Geschichte der Straße: Vom Trampelpfad zur Autobahn*. Frankfurt/New York: Campus
- Lazenby, A. (1981): British grasslands; past, present and future. In: *Grass & Forage Science* 36(4), pp. 243-266.

- Lee, Peter M. (2005): Gregory King, English genealogist, civil servant and "the first great economic statistician." - <http://www.york.ac.uk/>.
- Link, Bruce G. and Phelan, Jo C. (2002): McKeown and the Idea That Social Conditions Are Fundamental Causes of Disease. In: *American Journal of Public Health* 92(5), pp. 730-732.
- Löhr, Ludwig (1952): *Faustzahlen für den Landwirt*. Graz: Leopold Stocker Verlag
- Luhmann, Niklas (1986): *Ökologische Kommunikation: Kann die moderne Gesellschaft sich auf ökologische Gefährdungen einstellen?* Opladen: Westdeutscher Verlag
- Malthus, Thomas R. (1997): *An Essay on the Principle of Population; or, A View of its Past and Present Effects on Human Happiness; with an Inquiry into our Prospects Respecting the Future Removal or Mitigation of the Evils which it Occasions*. London:
- Mandel, Ernest (1972): *Marxistische Wirtschaftstheorie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp
- Marks, H. F. and Britton, D. K. (1989): *A Houndred Years of British Food & Farming; a Statistical Survey*. London: Taylor & Francis
- Marshall, E. J. P., Wade, P. M., and Clare, P. (1978): Land Drainage Channels in England and Wales. In: *The Geographical Journal* 144(2), pp. 254-263.
- Marx, Karl (2005): *Das Kapital*. Köln: Glb Parkland
- Mathias, Peter (2001): *The First Industrial Nation, An Economic History of Britain 1700-1914*. London: Routledge
- McKeown, Thomas, Brown, R. G., and Record, R. G. (1972): An Interpretation of the Modern Rise of Population in Europe. In: *Population Studies* 26(3), pp. 345-382.
- Mingay, G. E. (1962): The Size of Farms in the Eighteenth century. In: *Economic History Review* 14(3), pp. 469-488.
- Mingay, G. E. (1989): Farming Techniques. In: Mingay, G. E. (Ed.): *Agrarian History of England and Wales VI, 1750 - 1850*. Cambridge: Cambridge University Press Bd. 4, pp. 275-384.
- Mitchell, B. R. (1988): *British Historical Statistics*. Cambridge: Cambridge University Press
- Möser, Kurt (2004): Prinzipielles zur Transportgeschichte. In: Sieferle, Rolf P. and Breuninger, Helga (Eds.): *Transportgeschichte im internationalen Vergleich*. Stuttgart: Breuninger Stiftung, der europäische Sonderweg , pp. 45-86.
- Neeson, J. M. (1984): The Opponents of Enclosure in Eighteenth-Century Northamptonshire. In: *Past and Present* 105, pp. 114-139.

- Neeson, J. M. (1993): *Commoners: common right, enclosure and social change in England, 1700 - 1820*. Cambridge: Past and Present Publications
- Office for National Statistics (ONS), 1867. Annual Abstract of Statistics (Statistical Abstract for the United Kingdom). Her Majesty's Stationery Office, London.
- Overton, Mark (1998): English agrarian history 1500-1850. In: *NEHA-Jaarboek* (4), pp. 46-65.
- Overton, Mark (1990): Re-estimating Crop Yields from Probate Inventories: A Comment. In: *The Journal of Economic History* 50(4), pp. 931-935.
- Overton, Mark and Campbell, Bruce M. S. (1991): Productivity change in European agricultural development. In: Campbell, Bruce M. S. and Overton, Mark (Eds.): *Land, labour and livestock: historical studies in European agricultural productivity*. Manchester, New York: Manchester University Press
- Overton, Mark (1996): *Agricultural Revolution in England*. Cambridge: Cambridge University Press (Cambridge Studies in Historical Geography; 23)
- Overton, Mark and Campbell, Bruce M. S. (1999): Statistics in production and productivity in English agriculture, 1086-1871. In: van Bavel, Bas J. P. and Thoen, Erik (Eds.): *Land productivity and agro-systems in the North Sea area (middle ages - 20th Century)*. *Elements for Comparison*. Brepols, Thurnhout, pp. 189-209.
- Perren, Richard (1989): Markets and Marketing. In: Mingay, G. E. (Ed.): *Agrarian History of England and Wales VI, 1750 - 1850*. Cambridge: Cambridge University Press Bd. 3, pp. 190-275.
- Pimentel, David and Pimentel, Marcia (2003): Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. In: *American Journal of Clinical Nutrition* 78(3), pp. 660-663.
- Pomeranz, Kenneth (2000): *The Great Divergence: China, Europe, and the Making of the Modern World Economy*. Princeton: Princeton University Press
- Popplow, Marcus (2004): Europa auf Achse. Innovationen des Landtransports im Vorfeld der Industrialisierung. In: Sieferle, Rolf P. and Breuninger, Helga (Eds.): *Transportgeschichte im internationalen Vergleich*. Stuttgart: Breuninger Stiftung, der europäische Sonderweg, pp. 87-154.
- Pötsch, Erich M., Bergler, Franz, and Buchgraber, Karl (1998a): Produktivität von Almen, Waldweiden und abgestockten Flächen - Ergebnisse aus dem Steirischen Almprojekt, Teil III. In: *Der Alm- und Bergbauer* (10), pp. 253-258.
- Pötsch, Erich M., Bergler, Franz, and Buchgraber, Karl (1998b): Produktivität von Almen, Waldweiden und abgestockten Flächen - Ergebnisse aus dem Steirischen Almprojekt, Teil I. In: *Der Alm- und Bergbauer* (6-7), pp. 163-168.
- Prince, Elisabeth (2003): *Lowland grassland and heathland habitats*. London: Routledge

- Prince, H. C. (1973): England circa 1800. In: Darby, H. C. (Ed.): *A new historical geography of England after 1600*. Cambridge: Cambridge University Press Bd. 8, pp. 369-464.
- Prince, Hugh C. (1989): The Changing Rural Landscape, 1750 - 1850. In: Mingay, G. E. (Ed.): *Agrarian History of England and Wales VI, 1750 - 1850*. Cambridge: Cambridge University Press Bd. 1, pp. 7-84.
- Randall, Adrian and Charlesworth, Andrew (1996): *Markets, Market Culture and Popular Protest in Eighteenth-century Britain and Ireland*. Liverpool: Liverpool University Press
- Ribaille, Sylvie (2001): Pflanzliche Erzeugung. Luxemburg: Statistisches Amt Europäische Gemeinschaften – Eurostat
- Schandl, Heinz and Schulz, Niels B. (2001): Eine historische Analyse des materiellen und energetischen Hintergrundes der britischen Ökonomie seit dem frühen 19. Jahrhundert. Stuttgart: Breuninger Stiftung
- Schandl, Heinz, Grünbühel, Clemens M., Haberl, Helmut, and Weisz, Helga (2002): Handbook of Physical Accounting. Measuring bio-physical dimensions of socio-economic activities. MFA - EFA - HANPP. In: Vienna: Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Environment and Water Management, pp. 1-75.
- Schandl, Heinz and Eisenmenger, Nina (2006): Regional patterns in global resource extraction. In: *Journal of Industrial Ecology* 10(4), pp. 133-147.
- Schellekens, Jona (2001): Economic change and Infant Mortality in England, 1580-1837. In: *Journal of Interdisciplinary History* 32(1), pp. 1-13.
- Schipper, Lee and Grubb, Michael (2000): On the rebound? Feedback between energy intensities and energy uses in IEA countries. In: *Energy Policy* 28, pp. 367-388.
- Schumpeter, Elisabeth B. (1960): *English Overseas Trade Statistics, 1697 - 1808*. Oxford: Clarendon Press
- Schwartz, Robert M. (2005): Railways and Rural Development in England and Wales, 1850-1914.
- Shaw-Taylor, Leigh (2008): The rise of agrarian capitalism and the decline of family farming in England.
- Sieferle, Rolf P. (1982): *Der unterirdische Wald. Energiekrise und Industrielle Revolution*. München: C.H.Beck (Die Sozialverträglichkeit von Energiesystemen);
- Sieferle, Rolf P. (1997): *Rückblick auf die Natur: Eine Geschichte des Menschen und seiner Umwelt*. München: Luchterhand

- Sieferle, Rolf P. (2003a): Nachhaltigkeit in universalhistorischer Perspektive. In: Siemann, Wolfram (Ed.): *Umweltgeschichte Themen und Perspektiven*. München: C.H. Beck, pp. 39-60.
- Sieferle, Rolf P. (2003b): Der Europäische Sonderweg: Ursachen und Faktoren, 2. erweiterte Auflage. Stuttgart: Schriftenreihe "Der Europäische Sonderweg", Breuninger-Stiftung, Band 1
- Sieferle, Rolf P., Möser, Kurt, Popplow, Marcus, Kim, Nancy, and Weintritt, Otfried (2004): *Transportgeschichte im internationalen Vergleich: Europa - China - Naher Osten*. Stuttgart: Der Europäische Sonderweg, Breuninger Stiftung, Band 12
- Sieferle, Rolf P., Krausmann, Fridolin, Schandl, Heinz, and Winiwarter, Verena (2006): *Das Ende der Fläche. Zum Sozialen Metabolismus der Industrialisierung*. Köln: Böhlau
- Smil, Vaclav (1991): *General Energetics. Energy in the Biosphere and Civilization*. Manitoba, New York: John Wiley & Sons
- Soldi, Rossella, Torta, Giuliana, and Kirk, Geoffrey R. A. (2004): Definitions and terminology harmonisation.
http://agrifish.jrc.it/marsstat/Pasture_monitoring/PASK/INDEX.HTM.
- Stapleton, George and Davis, William (2008): Ley Farming. - <http://journeytoforever.org/>.
- Stone, Richard (1984): The Accounts of Society, Nobel Memorial Lecture. - <http://nobelprize.org>.
- Teuteberg, Hans-Jürgen (ed.) (1992): *European Food History. A Research Review*. Leicester: Leicester University Press
- Thick, Malcom (1985): Market Gardening in England and Wales. In: Thirsk, Joan (Ed.): *Agrarian History of England and Wales V, 1640 - 1750*. Cambridge: Cambridge University Press Bd. 18, pp. 503-533.
- Thirsk, Joan (1985): Agricultural Policy: Public Debate and Legislation. In: Thirsk, Joan (Ed.): *Agrarian History of England and Wales V, 1640 - 1750*. Cambridge: Cambridge University Press Bd. 16, pp. 298-389.
- Thompson, E. P. (1987): *Die Entstehung der englischen Arbeiterklasse*. Frankfurt am Main: Suhrkamp
- Thompson, F. M. L. (1976): Nineteenth-Century Horse Sense. In: *Economic History Review* XXIX(1), pp. 60-81.
- Trow-Smith, Robert (1959): *A History of British Livestock Husbandry, 1700 - 1900*. London: Routledge
- Turnbull, Gerard (1987): Canals, Coal and Regional Growth during the Industrial Revolution. In: *Economic History Review* 40(4), pp. 537-560.

- Turner, Michael (1986): Parliamentary Enclosures: Gains and Costs. In: *ReFresh* 3, pp. 1-4.
- Turner, Michael (1998): Counting Sheep: Waking up to New Estimates of Livestock Numbers in England c 1800. In: *Agricultural History Review* 46(2), pp. 142-161.
- Turner, Michael E., Beckett, J. V., and Afton, B. (2001): *Farm Production in England 1700-1914*. Oxford: Oxford University Press
- Voth, Hans-Joachim (2000): *Time and Work in England 1750-1830*. Oxford: Clarendon Press
- Weisz, Helga (2002): Gesellschaft-Natur Koevolution: Bedingungen der Möglichkeit nachhaltiger Entwicklung, Dissertation, Humboldt Universität, Berlin.
- Weisz, Ulli (2001): Materialflüsse im Krankenhaus, Entwicklung einer Input-Output Methodik. Wien: IFF Social Ecology (Social Ecology Working Paper; 60).
- Winiwarter, Verena and Sonnlechner, Christoph (2001): *Der soziale Metabolismus der vorindustriellen Landwirtschaft in Europa*. Stuttgart: Breuninger Stiftung (Der Europäische Sonderweg; 2)
- Winiwarter, Verena (2001): Landwirtschaft, Natur und ländliche Gesellschaft im Umbruch. Eine umwelthistorische Perspektive zur Agrarmodernisierung. In: Ditt, Karl et al. (Eds.): *Agrarmodernisierung und ökologische Folgen: Westfalen vom 18. bis zum 20. Jahrhundert*. Paderborn: Schöninghausen, pp. 733-767.
- Wordie, J. R. (1983): The chronology of English enclosure, 1500 - 1914. In: *Economic History Review* 36(4), pp. 483-505.
- Wrigley, Anthony E. and Schofield, Roger (1981): *Population History of England, 1541 - 1871*. London.
- Wrigley, Edward A. (1983): The Growth of Population in Eighteenth-Century England: A Conundrum Resolved. In: *Past and Present* 98(1), pp. 121-151.
- Wrigley, Edward A. (1987): *People, Cities and Wealth*. Oxford: Basil Blackwell.
- Wrigley, Edward A. (1988): *Continuity, Chance and Change. The Character of the Industrial Revolution in England*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wrigley, Anthony E. (1998): Explaining the Rise in Marital Fertility in England in the 'Long' Eighteenth Century. In: *Economic History Review* 51(3), pp. 435-464.