

Klepper, Rainer

Working Paper

Energie in der Nahrungsmittelkette

Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie, No. 06/2011

Provided in Cooperation with:

Johann Heinrich von Thünen Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries

Suggested Citation: Klepper, Rainer (2011) : Energie in der Nahrungsmittelkette, Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie, No. 06/2011, Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Braunschweig, <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:253-201108-dn048963-1>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/48858>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

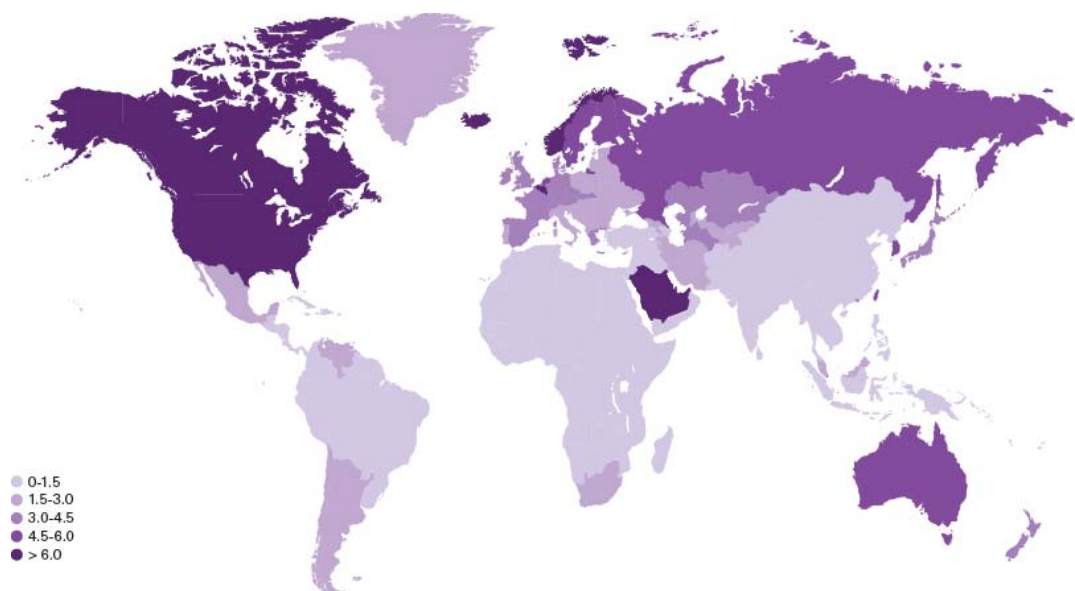
Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Energie in der Nahrungsmittelkette



Primärenergieverbrauch pro Kopf in Tonnen Öläquivalent, Quelle: BP, <http://www.bp.com>

Rainer Klepper

Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie

06/2011

Braunschweig, im August 2011

Rainer Klepper ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Marktanalyse und Agrarhandelspolitik.

Die Studie entstand auf Anregung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

Adresse: Institut für Marktanalyse und Agrarhandelspolitik (MA)

 Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI)
 Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei

 Bundesallee 50
 D-38116 Braunschweig

e-mail: rainer.klepper@vti.bund.de

Diese Studie stellt einen vorläufigen, nur eingeschränkt begutachteten Bericht über Arbeiten aus dem Institut für Marktanalyse und Agrarhandelspolitik des Johann Heinrich von Thünen-Instituts dar. Die in der Studie geäußerten Meinungen spiegeln nicht notwendigerweise die des Institutes wider. Kommentare sind erwünscht und sollten direkt an den Autor gerichtet werden.

Vorliegende Studie kann unter
<http://www.vti.bund.de/de/startseite/institute/ma/publikationen.html> heruntergeladen werden.

Zusammenfassung

Die Auswirkungen steigender Energiepreise betreffen nahezu alle Marktteilnehmer einer Volkswirtschaft. Verbraucher müssen befürchten, dass sich die Produkte des täglichen Bedarfs vom Nahrungsmittel bis zum Kraftstoff verteuern und Unternehmen müssen Preisaufschläge für Betriebsmittel und Vorleistungen mit Energiebezug sowie für die in der Produktion eingesetzte Energie verkraften. Wer auf den verschiedenen Stufen entlang der Wertschöpfungskette und in welchem Umfang die erhöhten Kosten tragen muss, hängt von zahlreichen Faktoren ab und ist nicht leicht zu beantworten.

Ziel der Studie ist es, zunächst den physischen Energiebedarf und die damit verbundenen Kosten für den Ernährungssektor vom Landwirt über die Verarbeitung und den Handel bis zum Konsumenten darzustellen. Daraus werden die finanziellen Belastungen auf den einzelnen Stufen abgeleitet und bewertet. In einem weiteren Schritt werden neben dem Einspar- und Anpassungspotential entlang der Kette mögliche Preiseffekte im Kontext der Marktstrukturen abgeschätzt.

Steigende Energiepreise zeigen zwei Wirkungsrichtungen für die landwirtschaftliche Primärproduktion. Zum einen wirken sie als Kostenfaktor bei der Erzeugung selbst und zum anderen können sie den Landwirten Möglichkeiten eröffnen, über die Bereitstellung von Bioenergie am Prozess steigender Preise teilzuhaben. Welcher Pfad letztendlich eingeschlagen wird, hängt von dem Verhältnis der Energie- resp. Kraftstoffpreise zu den Agrarrohstoffpreisen ab.

In der Frühphase steigender Energiepreise ist zu erwarten, dass der Preisanstieg zunächst nur kostenseitig wirkt. Besonders im Ackerbau sind die Energiekostenbestandteile mit bis zu 30 % an den Gesamtkosten signifikant und es ist zu erwarten, dass die zusätzlichen Kosten in der Regel nur unvollständig und zeitverzögert weitergegeben werden können. In der Veredelung, wie auch in der Milchwirtschaft, hingegen, treten die direkten Energiekosten mit ca. 5 % weit hinter andere Kostenbestandteile zurück. Gleichwohl ist auch hier mit zusätzlichen Belastungen aus den indirekten energiepreisbedingten überwälzten Futterkosten aus dem Ackerbau zu rechnen, die wegen des hohen Futterkostenanteils, besonders in den Mastverfahren, die direkten Energiekosten weit überschreiten. In der Verarbeitung von Lebensmitteln und im Handel liegen die Aufwendungen für Energie, von einigen Ausnahmen abgesehen, mit durchschnittlich 2-3 % noch unter den direkten Kosten im Veredelungsbereich und sind damit insgesamt eher vernachlässigbar.

Die Verbraucher fragen, insbesondere in wirtschaftlich hoch entwickelten Ländern wie Deutschland, Nahrungsmittel wegen des geringen Ausgabenanteils an ihrem Gesamtbudget und wegen des Grundbedürfnisses Essen preisunelastisch nach. Daher ist anzunehmen, dass tendenziell die energiebedingte Mehrkosten innerhalb der Verarbeitungskette und dem Handel bis zum Endkunden über die Preise weitergegeben werden. Die Höhe der Preistransmission in der Kette hängt jedoch neben dem Verbraucherverhalten auch stark von der Marktmacht der (übrigen) Marktteilnehmer bzw. dem Wettbewerb unter den Marktteilnehmern ab und ist daher schwer vorhersehbar. Aktuell wird der Wettbewerbsdruck insbesondere auf der Stufe des Le-

bensmitteleinzelhandels (LEH) als sehr hoch eingeschätzt, so dass die Weitergabe steigender Energiekosten an den Endkunden eher unwahrscheinlich ist. Gleichzeitig ist Marktmacht des LEH insgesamt gegenüber dem lebensmittelverarbeitenden Gewerbe hoch, so dass sich derzeit beobachten lässt, dass steigende Energiekosten und höhere Agrarrohstoffbezugskosten eher durch Kosten dämpfende Maßnahmen bei den Verarbeitern aufgefangen werden. Wo dies nicht ausreicht, werden auch schrumpfende Margen in Kauf genommen. Die Landwirte profitierten während der Energiepreishochphase von einem für sie günstigen Marktumfeld mit knappem Angebot an Agrarrohstoffen und konnten trotz deutlich höherer Energiekosten ihre wirtschaftliche Lage deutlich verbessern.

Auch unter der Annahme einer vollständigen Weitergabe der höheren Energiekosten an den Endverbraucher, gehen Schätzungen, gestützt auf Beobachtungen in den 70er Jahren und in jüngster Zeit sowie in Modellrechnungen, von einem vernachlässigbaren energiepreisbedingten Anstieg der Nahrungsmittelpreise für die privaten Haushalte aus. Selbst eine Verdopplung der Mineralölpreise lässt nur einen moderaten Preisanstieg bei Nahrungsmitteln von nur 3 bis max. 5 % erwarten. Auch wenn es wegen der geringen Preiseffekte kaum zu wesentlichen Änderungen im Konsumverhalten der Verbraucher bei Lebensmittel kommen wird, so sind durchaus Verschiebungen bei der Zusammensetzung des Warenkorb wahrscheinlich. Erwartet wird eine gewisse Zurückhaltung beim Kauf von Produkten mit Conveniencecharakter und eine Tendenz zur stärkeren „Reprivatisierung“ dieser Leistungen.

Die Wirkung stärker steigenden Energiepreisen bis zu 300 US-\$ je Barrel innerhalb von wenigen Jahren, wie zunächst in der Studie angedacht, käme einem Strukturbruch gleich und kann nicht valide abgeschätzt werden. Doch legen ähnliche Entwicklungen während der ersten Ölkrise Anfang der 70er Jahren, mit ebenfalls rasch ansteigenden Energiepreisen, den Schluss nahe, dass bei einem solchen Szenario die indirekten Wirkungen, wie nachhaltig hohe Inflationsraten, budgetäre Sekundäreffekte mit schwindender Kaufkraft hin bis zur Rezession der gesamten Volkswirtschaften, die übrigen, oben diskutierten, Energiekosten induzierten direkten Preiswirkungen bei weitem überdecken.

In dem „Teller oder Tank“-Kapitel wurde der Frage nachgegangen, ob und ab welchem Energiepreisanstieg der Landwirt in die Funktion eines Bioenergielieferanten eintreten kann und sich so die Nahrungsmittelpreise stärker an den Energiepreisen orientieren müssen. Die rasanteste Ausdehnung der Biokraftstofferzeugung in den letzten Jahren, parallel zum Energiepreisanstieg, lässt dies zunächst erwarten. Genauere Analysen der Produktionskosten zeigen jedoch, dass die rasch ansteigenden Biokraftstoffmengen im Wesentlichen durch die staatlichen Eingriffe in Form von Beimischungszwängen und Zuschüssen unterschiedlicher Ausprägung getragen waren und auch weiterhin sind. In nahezu keiner Phase der vergangenen Jahre wäre die Ethanolherzeugung in den USA und der EU ohne diese unterstützenden Maßnahmen ausgekommen und hätte sich zu einem selbsttragenden Betriebszweig entwickeln können. Wird die Energie- und Agrarrohstoffpreisrelation aus Beobachtungen der letzten Jahre fortgeschrieben, so ist es allerdings unter c.p.-Bedingungen (nur die Energiepreise steigen an, während die übrigen Preise konstant gehalten werden oder nur marginal steigen) denkbar, dass die Rentabilitätsschwelle auch ohne Stützungsmaßnahmen erreicht wird, wie dies für Brasilien in weiten

Teilen bereits heute der Fall ist. Berechnungen, die alle Rückkopplungseffekte solch stark steigender Energiepreise in Modellen endogenisieren, liegen nicht vor. Somit ist keine abschließende Bewertung, ob es tatsächlich (ohne jegliche Art der Förderung) zu der genannten Teller oder Tank-Konkurrenz kommen wird, möglich. Unstrittig ist, dass die derzeitige Bio-kraftstoffpolitik mögliche Nahrungsmittelknappheiten verschärft und offensichtlich und nachweislich Gefahr läuft Preis treibend auf Agrarrohstoffe und Nahrungsmittel zu wirken.

Wie bereits erwähnt, trifft die Verteuerung der Energie insbesondere die Primärerzeugung und hier am stärksten die Getreideackerkulturen mit den hoch energiebefrachteten Betriebsmitteln, Stickstoffdünger und Treibstoff. Diese Betriebsmittel sind auch mögliche Ansatzpunkte Energie einzusparen bzw. die Energieeffizienz zu erhöhen. Hierzu zählt vor allem eine modifizierte Kulturführung mit dem Übergang zur Minimalboden- oder der pfluglosen Bodenbearbeitung, eine verlustärmere bodennahe und dem Vegetationsstand angepasste Düngerausbringung, der Übergang zur Präzisionslandwirtschaft, ein Kraftstoff sparender Fuhrpark und vieles mehr. Auch in den übrigen Bereichen der Primärerzeugung und Veredelung sind Einsparungen möglich, vorwiegend im Bereich Heizung und Lüftung, aber auch bei der Fütterung. Doch sind die realisierbaren Einsparmöglichkeiten dort in der Regel absolut und relativ geringer. In der Verarbeitung und dem Handel liegt die Höhe der relativen direkten Energieinputs noch weit unter denen der vorgelagerten Bereiche. Demnach tritt die Bedeutung steigender Energiepreise hinter der Bedeutung indirekter Energiekostenkomponenten über den Bezug von Vorleistungen in Form der Agrarrohstoffe zurück. Gleichwohl gibt es auch hier Felder, den Energieverbrauch zu reduzieren. Hierzu zählen die Beheizung der Räume, die Wärmerückgewinnung von Prozesswärme, Nutzung von energieeffizienten Kühlsystemen und Motoren einschließlich deren Steuerung in der Verarbeitung und die Beleuchtung durch verstärkte Nutzung energiesparender Beleuchtungsmittel. Im Handel lässt sich ein Energieminderverbrauch vorwiegend durch die Optimierung der Logistikkette in Kombination mit dem Einsatz von effizienzoptimierten Antriebstechnik im Transportbereich erzielen. Im Einzelhandel gelten die Kühleinrichtungen wie auch das Lichtregime als wichtige und vielversprechende Ansatzpunkte zur Energieeinsparung.

Die deutschen Privathaushalte werden bei steigenden Energiepreisen nur in geringem Umfang durch höhere Nahrungsmittelpreise belastet. Zum einen deshalb, weil sie insgesamt nur rund 10 % des verfügbaren Einkommens für Nahrungsmittel ausgeben und zum anderen weil der Energiekostenanteil am Endprodukt Lebensmittel marginal ist und die Preiseffekte daher in der Regel begrenzt sind. Deutlich stärker und direkter wirken die Energiekostensteigerungen bei den privaten Haushalten in anderen Konsumbereichen. An erster Stelle gilt dies für die erhöhten Aufwendungen für die Raumwärme, gefolgt von Mehrausgaben für Treibstoffe, um die Bedürfnisse nach Mobilität zu befriedigen, sowie die Warmwasserbereitstellung im häuslichen Umfeld. Dies liegt zum einen an den deutlich höheren Energiekostenbestandteilen in diesen Konsumbereichen, wo dann höhere Energiepreise unmittelbarer wirken und zum anderen an den höheren und im Verlauf der letzten Jahre steigenden Ausgabenanteile dieser Bereiche am Gesamtbudget selbst, sowie der unmittelbaren und deutlich höheren Preistransmission.

Entlastungen der Marktteilnehmer bei steigenden Energiepreisen durch politische Maßnahmen, wie Steuersenkungen auf Energie oder ähnliches, wurden auch bei dem zuletzt beobachteten Anstieg der Rohölpreise gefordert und teils auch gewährt. Als kurzfristige und zeitlich klar begrenzte Maßnahme können sie ein zielführendes Mittel zur Abschwächung oder Abwendung möglicher rezessiver Gefahrenpotentiale bei sehr rasch ansteigenden Energiepreisen sein, die häufig mit Wohlfahrtsverlusten einhergehen. Mittel- und langfristig gewährt, verhindern sie jedoch die notwendigen Anpassungsreaktionen der Wirtschaftssubjekte hin zu einem Minderverbrauch bzw. einer Steigerung der Energieeffizienz im Wirtschaftskreislauf und sollten daher bei moderaten Energiepreissteigerungen unterbleiben. Eine Verbilligung der Energieträger führt nachgerade zu unerwünschten kontraproduktiven Nebeneffekten. Sie forciert den Energieverbrauch und wirkt so zusätzlich Preis treibend und ist daher abzulehnen. Die Chance und die erwünschten Anreize notwendige Anpassungsprozesse zu befördern, insbesondere unter dem Aspekt global schwindender fossiler Energieressourcen, werden unterbunden.

Werden langfristig weiter stark steigende Energiepreise erwartet, so muss es eher Ziel politischer Maßnahmen sein Anreize zu schaffen, die Abhängigkeit der Volkswirtschaft von Energie zu verringern. Erreicht werden kann dies durch eine Verteuerung der Energie, flankiert durch Fördermaßnahmen im investiven Bereich zur Erhöhung der Energieeffizienz und des Minderverbrauchs. Der bedeutendste und effektivste Ansatzpunkt ist der Gebäudebereich (Dämmung), wo das größte Energieeinsparpotential besteht und auch der Großteil der Energie verbraucht wird. Aber auch die übrigen Wirtschaftsbereiche haben Sparpotentiale in den bereits genannten Bereichen.

Die realisierbaren Energieeffizienzgewinne werden gesamtwirtschaftlich gesehen auch dann kaum über dem langjährigen Durchschnitt von 1-2 % liegen und die Belastungen rasch steigender Preise, wie in den letzten Jahren, kaum verhindern können. Doch vermindert eine geringere Energieintensität die Anfälligkeit der Gesamtwirtschaft gegenüber Energiepreisschocks erheblich und verbessert so die Wettbewerbsfähigkeit auch unter schwierigen wirtschaftlichen Randbedingungen.

Ziel der Studie

Zur Zeit der rasch steigenden Energiepreise der Jahre 2004 bis Mitte 2008 stellte sich die Frage nach deren Wirkung auf die verschiedenen Marktteilnehmer. In der Studie, die auf Anregung und im Auftrag des BMELV erstellt wurde, sollte primär auf die bestehende Literatur zurückgegriffen werden. Konkret möchte das BMELV besser vorbereitet sein für den (möglicherweise unwahrscheinlichen, aber nicht mehr auszuschließenden) Fall, dass die Erdölpreise weiterhin stark ansteigen. Eine Zielmarke von 300 US-\$ für 2015 wurde vorgegeben.

Die Darstellung von Wirkungszusammenhängen war primäres Ziel dieser Arbeit, wobei es durchaus galt qualitative und quantitative Abschätzungen der Auswirkungen steigender Energiepreise auf den verschiedenen Stufen vom Produzenten bis zum Verbraucher vorzunehmen, diese zu bewerten und gegebenenfalls notwendige Handlungsoptionen und -empfehlungen abzuleiten.

Im Einzelnen wurde in Absprache mit dem BMELV folgenden Aspekten nachgegangen:

- a. Auswirkungen des Erdölpreisanstiegs auf die Agrarpreise (bushel barrel correlation; Anstieg Faktorpreise)
 - ✓ *Preisentwicklung auf den Commoditymärkten (Erdöl, und ausgewählte Agrar- und Faktorpreise, 1980 – 2009)*
 - ✓ *Preisentwicklung in der Vergangenheit*
 - ✓ *Beziehungen zwischen Agrar- und Energiepreisen (Wirkungspfade)*
 - *direkt via Inputs (Kosten)*
 - *indirekt (Nutzungskonkurrenz)*
 - ✓ *Entwicklung des Energieeinsatzes und der Energieproduktivität in der Landwirtschaft (D, EU)*
 - ✓ *Inputs und Kostenstruktur ausgewählter Produktionsverfahren unter Aspekten des direkten und indirekten Energieeinsatzes*
- b. Auswirkungen des Agrarpreisanstiegs auf die Nahrungsmittelpreise (Preistransmission in der Kette)
 - ✓ *Inputs und Kostenstruktur unter Aspekten des Energie- und Rohwareneinsatzes in der Lebensmittel verarbeitenden Industrie*
 - ✓ *Entwicklung des Energieeinsatzes und der Energieproduktivität im Lebensmittel verarbeitenden Gewerbe (D, EU)*
 - ✓ *Einflussfaktoren auf die Preistransmission (Wettbewerb, agrarpolitische Maßnahmen, ...)*
 - ✓ *Preistransmission auf den einzelnen Stufen und für ausgewählter Produkte*
- c. Auswirkungen von Preissteigerungen und Realeinkommensverlusten auf die Nachfrage nach Lebensmitteln, Rückwirkungen auf die Nahrungsmittel- und Agrarpreise

- ✓ *Ausgabenstruktur und Ausgabenentwicklung der privaten Haushalte mit Fokus auf Nahrungsmittel und Energie*
 - ✓ *Einkommens- und Preiselastizitäten von Nahrungsmitteln und Energie*
 - ✓ *Abschätzung von Anpassungsreaktionen auf steigende Preise entlang der Wertschöpfungskette anhand von Ökobilanzen (LCA) ausgewählter Produkte*
 - ✓ *Analyse der Anpassungspotentiale der privaten Haushalte auf steigende Lebensmittel- und Energiepreise*
- d. Auswirkungen des Erdölpreisanstiegs auf sonstige Preise, die für die Landwirtschaft wichtig sind (Dünger, Pflanzenschutzmittel, Technik)
- ✓ *Preisentwicklungen und Anpassungsreaktionen unter dem Aspekt steigender Energiepreise auf Erzeugerebene, Verarbeitungs- und Verbraucherebene*
 - ✓ *Anbautechnik und Anbauverfahren, Produktspektrum*

INHALT

ZUSAMMENFASSUNG UND ZIEL DER STUDIE I

1 EINLEITUNG 1

2 ENERGIE- UND AGRARPREISE 3

2.1 Primärenergieverbrauch in Deutschland 3

2.2 Nominalpreisentwicklung auf den Energie- und Agrarmärkten 4

2.3 Unterschiede zwischen Energie- und Agrarmärkten 5

2.3.1 Energiemärkte 6

2.3.2 Agrarmärkte 7

2.4 Preisentwicklungen auf den Energie- und Agrarmärkten 8

2.4.1 Künftige Entwicklung auf den Energiemärkten 11

2.4.2 Künftige Entwicklungen auf den Agrargüter- und Nahrungsmittelmärkten 13

2.5 Einfluss der Bioenergiepolitik auf die Nahrungsmittelmärkte 14

3 ENERGIE IN DER LANDWIRTSCHAFT 19

3.1 Energieverbrauch 19

3.2 Energiekosten und Entwicklung der Wettbewerbsfähigkeit zwischen Deutschland und den USA 22

3.3 Preisentwicklung und Verbrauch energierelevanter Betriebsmittel 27

3.4 Energie im Ackerbau 28

3.4.1 Energiekosten- und Verbrauchsstruktur ausgewählter Ackerbauverfahren 30

3.5 Energie in der Tierhaltung 34

3.5.1 Energie in ausgewählten Tierhaltungsverfahren 36

3.6 Energie bei Sonderkulturen und im Gartenbau 39

3.7 Energie in der konventionellen und ökologischen Landwirtschaft 40

3.7.1 Ackerbau 40

3.7.2 Tierhaltung 41

3.8 Energie in der Bewässerungslandwirtschaft 42

3.8.1 Bewässerungsfläche und Wasserverbrauch 42

3.8.2 Bewässerungskosten und Energiepreise 44

4 ENERGIE IN DER ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT 47

4.1 Energieverbrauch und Energiekosten 47

4.2 Energieeffizienz in der deutschen Landwirtschaft und Ernährungsindustrie 49

5 ENERGIE UND LEBENSMITTEL IM PRIVATEN HAUSHALT 51

5.1 Energieverbrauch, sowie Energie - und Nahrungsmittelausgaben 51

5.2 Einkommens- und Preiselastizitäten 56

5.2.1 Elastizitäten für Lebensmittel 56

5.2.2 Elastizitäten für Lebensmittelprodukte und -produktkategorien 57

5.2.3 Elastizitäten für Energie 59

5.3 Stoffstromanalyse vom Produzenten zum Konsumenten 64

5.4 Energiepreisschocks mit vielfältigem Wirkungsspektrum 68

5.4.1 Budgetäre Effekte 68

5.4.2 Inflation und Preistransmission 69

5.4.3 Wachstumseinbußen 69

6 PREISTRANSMISSION, MARKTMACHT UND MARKTTRANSPARENZ 71

6.1 Variabilität von Produktpreisen 71

6.2 Asymmetrien auf den Märkten 72

7 ANPASSUNGREAKTIONEN ENTLANG DER KETTE 77

7.1 Anpassungspotentiale im Ackerbau 77

7.1.1 Anbauverfahren 77

7.1.2 N-Düngung: Nährstoffverluste vermeiden 78

7.1.3 GPS gesteuertes Precision Farming von der Bestandsführung bis zur Ernte 78

7.1.4 Anbauspektrum 79

7.1.5 Getreide- und Heutrocknung 79

7.1.6 Bewässerung im Ackerbau 80

7.2 Anpassungspotentiale im Gartenbau 80

7.3 Anpassungspotentiale in der Tierhaltung 81

7.3.1 Schweine und Geflügel 81

7.3.2 Milchgewinnung 82

7.3.3 Biogas 82

7.4 Ökologischer Landbau 83

7.5 Anpassungspotentiale in der Verarbeitung 83**7.6 Anpassungspotentiale im Handel 84****7.7 Anpassungspotentiale in den Privathaushalten 84****8 BIOGENE VERSUS FOSSILE KRAFTSTOFFE 89****8.1 Ziele der Förderung biogener Kraftstoffe 89****8.2 Rentabilität der Bioethanolherstellung aus Mais 91**

8.2.1 Rückwirkungen auf die Rohstoffmärkte 95

8.3 Rentabilität der Bioethanolerzeugung aus Zucker 96**8.4 Der Landwirt als Energiewirt? 98**

8.4.1 Agrarrohstoffpreise steigen weniger stark als die Energiepreise 101

8.4.2 Agrarrohstoffpreise steigen in gleichem Umfang wie die Energiepreise 103

8.4.3 Agrarrohstoffpreise steigen stärker als die Energiepreise 106

8.4.4 Wirkung von Subventionen und technischem Fortschritt für Biokraftstoffe 108

9 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND HANDLUNGSOPTIONEN 111**10 LITERATURVERZEICHNIS 117****11 ANHANG A1**

ABBILDUNGEN

Abb. 1: Primärenergieverbrauch nach Energieträgern in PJoule	3
Abb. 2: Weltmarktpreise ausgewählter Leitprodukte (nominal, indexiert 2000 = 100, Basis US-\$)	4
Abb. 3: Weltmarktpreise ausgewählter Agrarleitprodukte und von Rohöl (indexiert und deflationiert, 2000 = 100, Basis US-\$)	8
Abb. 4: Real- und Nominalpreisentwicklung verschiedener Energieträger seit 1950	10
Abb. 5: Vergleichende Rohölpreisprojektionen und -notierungen in US-\$ je Barrel, 1985 - 2030	11
Abb. 6: Energieverbrauch in der Landwirtschaft Deutschlands und der EU (1990-2009)	19
Abb. 7: Energieflüsse eines Landwirtschaftsbetriebs	20
Abb. 8: Energieverbrauch in der Landwirtschaft der USA 2002 (linke Graphik) und Deutschlands	21
Abb. 9: Energiekosten- und Ertragsstruktur landwirtschaftlicher Unternehmen in den USA und Deutschland, 2000-2010	23
Abb. 10: Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten und dem Produktionswert für die USA und Deutschland sowie der Preisindex ausgewählter Betriebsmittel für Deutschland	25
Abb. 11: Globale Preisentwicklung von Düngemitteln und Mineralöl (indexiert, Basis 2000 = 100 in US-\$, nominal)	27
Abb. 12: Preisindex ausgewählter Düngemittel und Mineralöl, sowie jährlichen Änderungsraten im Verbrauch von Düngemitteln für Deutschland, 2000-2010	28
Abb. 13: Kostenstruktur und Ertragsentwicklung der Ackerbaubetriebe in den USA sowie Entwicklung des Mineralölpreises und der Energieintensität	29
Abb. 14: Anteilige sowie absolute Energiekosten in US-\$/acre verschiedener Ackerkulturen in den USA	30
Abb. 15: Energiekostenanteil und absolute Energiekosten in US-\$/acre für Mais, Weizen und Sojabohnen in den USA	32
Abb. 16: Energie Inputs und Kostenstruktur in der Maiserzeugung	33
Abb. 17: Entwicklung der Energiekosten der Tierhaltungsbetriebe in den USA	36

Abb. 18: Anteile der Energiekosten an den Gesamtkosten und Verkaufserlösen verschiedener Tierhaltungsverfahren in den USA, rechte Abbildung einschließlich Futterkosten	37
Abb. 19: Kostenstruktur in der Schweinemast nach Ländern, 2004	38
Abb. 20: Energieverbrauch bei Fleisch, Milch und Eiern.....	38
Abb. 21: Relativer Energieverbrauch konventioneller und ökologischer Anbauverfahren in Großbritannien	40
Abb. 22: Energieeffizienz im ökologischen und konventionellen Ackerbau Großbritanniens.	41
Abb. 23: Energieverbrauch in der Ernährungsindustrie Deutschlands und der EU	48
Abb. 24: Energieausgabenanteile im Verarbeitenden Gewerbe, 2005	49
Abb. 25: Energieeffizienz in der Landwirtschaft und Ernährungsindustrie Deutschlands.....	50
Abb. 26: Ausgabenanteile energierelevanter Produkte der Privathaushalte (2006)	53
Abb. 27: Ausgabenstruktur der Privaten Haushalte 1991-2009	54
Abb. 28: Preis- und Einkommenselastizitäten nach Konsumkategorien Deutschlands und der EU	56
Abb. 29: Einkommens- und Preiselastizitäten nach Produktgruppen aus dem Ernährungsbereich für D und die EU	57
Abb. 30: Einkommens- und Preiselastizitäten ausgewählter Produkte	58
Abb. 32: Energieverbrauch der Wertschöpfungskette Ernährung in MJ.....	65
Abb. 33: Energieanteile verschiedener Produktlinien vom Produzenten zum Konsumenten...	66
Abb. 34: Variationskoeffizienten ausgewählter Lebensmittelpreise in den Mitgliedstaaten der EU im Juni 2008	72
Abb. 35: Preisentwicklung in der Lebensmittelkette der EU-27.....	73
Abb. 36: Produktionskostenentwicklung fossiler und biogener Kraftstoffe, 2004-2008	90
Abb. 37: Grenzpreis der Ethanolrentabilität als Relation vom Rohölpreis zum Maispreis	92
Abb. 38: Beziehung zwischen Mais-, Kraftstoff- und Ethanolpreis in den USA, 1982-2009 ..	94
Abb. 39: Grenzpreis für die Rentabilität der Ethanolherstellung aus Zucker (1982-2010).....	96
Abb. 40: Rentabilitätsentwicklung der Ethanolerzeugung bei unterschiedlichen Rohöl- und Maispreisen.....	100

Abb. 41: Agrarrohstoffpreise steigen weniger stark als die Energiepreise	102
Abb. 42: Agrarrohstoffpreise steigen im gleichen Umfang wie die Energiepreise	104
Abb. 43: Agrarrohstoffpreise steigen stärker als die Energiepreise.....	107
Abb. 44 Technischer Fortschritt und Biokraftstoffe	108
Abb. 45: Korrelation zwischen den Energiepreisen von Erdöl und Gas und Kohle.....	A4
Abb. 46: Primärenergieverbrauch nach Regionen, 1965-2008	A4
Abb. 47: Primär- und Endenergieverbrauch in Deutschland, der EU und der USA.....	A5
Abb. 48: Monatliche Preisentwicklung von Ethanol und Benzin, 1982-2009	A5
Abb. 49: Preisentwicklung Fleisch und Rohöl	A5
Abb. 50: Preisentwicklung bei Getreide 1983-2009	A6
Abb. 51: Preisentwicklung bei den Pflanzlichen Ölen	A6
Abb. 52: Preisentwicklung bei Düngemitteln, Rohöl und Weizen	A7
Abb. 53: Preisentwicklung wichtiger Ausgangsprodukte zur Biokraftstoffgewinnung und des Rohöls	A7
Abb. 54: Entwicklung ausgewählter Industrie- und Nahrungsmittelindices 2000-2009	A8
Abb. 55: Schätzungen zur Beziehung zwischen dem US-Maispreis und Rohölpreis im Zeitablauf.....	A8
Abb. 56: Bevölkerungswachstum 2007	A9
Abb. 57: Prognose zum Bevölkerungswachstum und zur Einkommensentwicklung.....	A9
Abb. 58: Entwicklung des Primärenergieverbrauches in Deutschland bis 2050	A10
Abb. 59: Primärenergieverbrauch pro Kopf in Tonnen Öläquivalent	A10

TABELLEN

Tabelle 1: Biokraftstoffbeimischungsziele und -verpflichtungen	16
Tabelle 2: Treibhausgase pro Kopf und Konsumbereich in Deutschland 2009	52
Tabelle 3: Nachfragepreis- und Einkommenselastizitäten für Öl, Kraftstoff, Heizung und Strom	60

1 Einleitung

Preissteigerungen von Energieträgern, wie 2008 und zu Zeiten der beiden Ölkrisen in den 70er Jahren, können die Grundfesten von Volkswirtschaften erschüttern. Der Energiepreisschock von 1973 und auch die folgenden kleineren Preisspitzen hatten eine nachhaltige Wirkung. Es dauerte in der Regel Jahre bis sich die Volkswirtschaften von den wirtschaftlichen Folgen erholten und ähnliche Wachstumsraten erreichten wie vor dem wirtschaftlichen Einbruch (IMF, 2010 und 2011). Die aktuellen Entwicklungen deuten darauf hin, dass nach einer tiefen rezessiven Phase der langfristige Wachstumspfad wieder deutlich rascher eingeschlagen wird, und dies vor allem in den Industrieländer- und einigen Schwellenländern. Kritische Stimmen halten hingegen die Energie- und Finanzkrise von 2007 für noch nicht überwunden.

Der Mitte 2008 zu Zeiten der Hochpreisphase vergebene Auftrag des BMELV zur Untersuchung der Folgen von Erdölpreissteigerungen bis auf 300 US-\$ bei einem Zeithorizont bis 2015 schien unter damaliger Einschätzung zwar „extrem“, jedoch nicht ganz abwegig. Im Ergebnis sollte die Studie im ersten Schritt ein 300 US-\$-Preisgerüst für wichtige Ausgangsstoffe und Produktpreise der landwirtschaftlichen Erzeugung liefern, das dann als Ausgangsbasis für Simulationen im vTI-Modellverbund dienen sollte.

Nach interner Diskussionen und Absprache mit dem BMELV wurde der Auftrag auf eine Abschätzung von Wirkungen von steigenden Energiepreisen auf der Grundlage vorhandener Literatur und daraus abgeleiteten eigenen Darstellungen und Einschätzungen beschränkt. Letztendlich würde nach Meinung des Autors ein dauerhafter Rohölpreisanstieg auf 300 US-\$ innerhalb einer recht kurzen Periode von nur sieben Jahren bis 2015 Strukturbrüche provozieren und daher eine valide Abschätzung künftiger Preise und Modellparameter für Modellkalkulationen nicht zulassen.

Die hiesige Literaturrecherche legt den Fokus auf die Analyse von Wirkungen von Energiepreissteigerungen auf den verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette und gliedert sich wie folgt. In einem einleitenden Kapitel wird zunächst die Entwicklung auf den Gütermärkten (Energie mit dem Leitprodukt Mineralöl, die energieintensiven agrarischen Faktormärkte mit Stickstoffdünger als Leitprodukt und die Agrarmärkte) analysiert und die Interaktionen unter ihnen aufgezeigt. In den Folgekapiteln wird der Energieverbrauch auf den verschiedenen Stufen vom Landwirt über die nachgelagerten Bereiche bis zum Konsumenten dargestellt, um die Folgen steigender Energiepreise in der Produktion sowie Verarbeitung und Handel bis hin zum Verbraucher besser abschätzen zu können. Kenntnisse des Energieaufwands und der Ausgaben für Energie verschiedener Verfahren im Ackerbau und der Tierhaltung können Hinweise darauf geben, welche Betriebe oder Betriebsbereiche besonders von Preissteigerungen für Energie betroffen sind und wie deren Reaktionen aussehen könnten. Ähnliches gilt für die Verarbeitung, wo sich aus der Verbrauchs- und Kostenstruktur Hinweise auf die Notwendigkeit und Möglichkeit von Anpassungsreaktionen auf Preissignale ableiten lassen. Auf Konsumentenebene wird die Betrachtung der Ausgaben- und Präferenzstruktur sowie der Preis- und Einkommenselastizitäten genutzt, um mögliche Reaktionen und Anpassungspfade bei einer Verteuerung der Energie auch auf die Nahrungsmittelnachfrage abzuschätzen und Kon-

sumbereiche der privaten Haushalte mit hohem Energieeinsparpotential zu identifizieren. Daran schließt sich ein Kapitel zur Preistransmission an, das der Frage nachgeht, wie und in welchem Umfang Preissignale über die verschiedenen Stufen der Kette bis zum Endverbraucher weitergegeben werden und wo aktuell Wissensdefizite erkennbar sind, die eine valide Abschätzung der Energiepreiseffekte erschweren. In einem weiteren Kapitel wird zusammenfassend dargestellt, welche Handlungsoptionen die Akteure bei steigenden Energiepreisen haben und ob und inwieweit die Politik zur Abfederung der Belastungen der Marktteilnehmer durch die hohen Energiepreise eingreifen sollte. Da die „Teller oder Tank“-Diskussion in letzter Zeit einen breiten Raum eingenommen hat, wird dieser unter dem Aspekt der Wettbewerbsfähigkeit unter verschiedenen förderpolitischen Konstellationen und möglichen künftigen Entwicklungen ein eigenes Kapitel gewidmet. Mit Politikempfehlungen schließt die Studie ab.

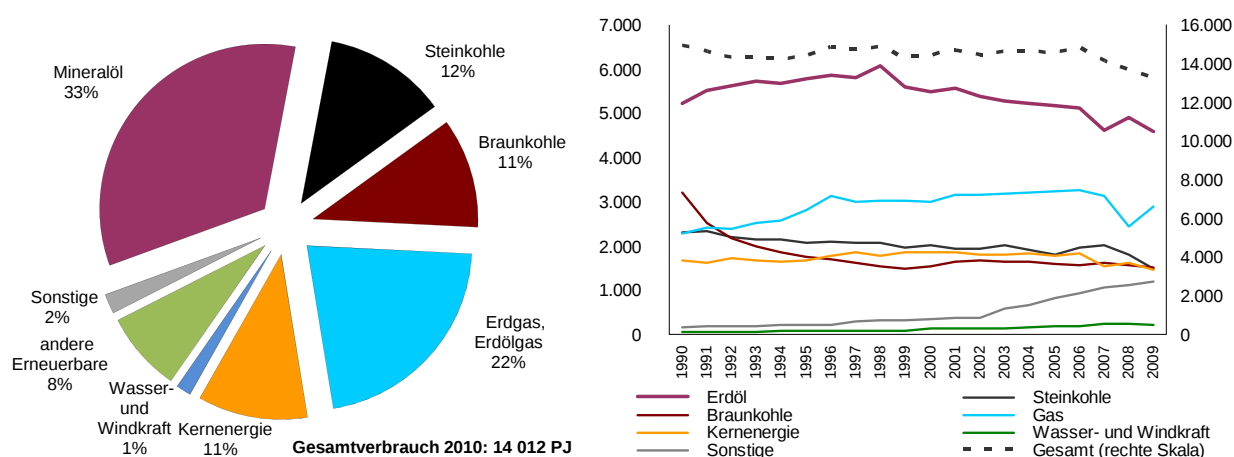
2 Energie- und Agrarpreise

2.1 Primärenergieverbrauch in Deutschland

Der Gesamtprimärenergieverbrauch in Deutschland liegt bei ca. 14 000 PJoule (2010), mit nur marginal abnehmender Tendenz im Zeitablauf von 0,2 % pro Jahr. Einzig von 2008 auf 2009 sank der Energieverbrauch konjunkturbedingt um über 5 % (AGEB, 2011). Weltweit betrachtet hat Deutschland einen Anteil von 3 % am globalen Verbrauch an Energie. Hierunter ist Mineralöl mit rund 36 % der wichtigste Energielieferant.

Auch in Deutschland ist Mineralöl mit 33 % der wichtigste Energieträger, klar vor Gas mit 22 % sowie Stein- und Braunkohle mit 12 bzw. 11 %. Die regenerativen Energien (Wind-, Wasser- und Erneuerbaren Energien) haben mit etwa 10 % einen gleich hohen Anteil wie die Kernenergie. (BMWi, 2010; AGEB, 2009, 2010 und 2011).

Abb. 1: Primärenergieverbrauch nach Energieträgern in PJoule



Quelle: BMWi, 2010; AGEB (Arbeitsgemeinschaften Energiebilanzen, Stand April 2010), 2010

Der leichte Rückgang im Energieverbrauch im Verlauf der letzten beiden Dekaden wurde in erster Linie von den fossilen Energieträgern Braunkohle (-2,4 % p. a.), Steinkohle (-1,4 % p. a.) und Mineralöl (-0,9 % p. a.) getragen. Die regenerativen Energien hingegen, im obigen Schaubild unter Sonstige und andere Erneuerbare subsummiert, ließen als einzige einen deutlichen Zuwachs - wenn auch von niedrigem Niveau - von +11 % p. a. erkennen. Ähnlich hoch lag auch der Zuwachs bei Wasser- und Windkraft mit einer Zunahme von +8,1 % p. a. (BMWi, 2010).

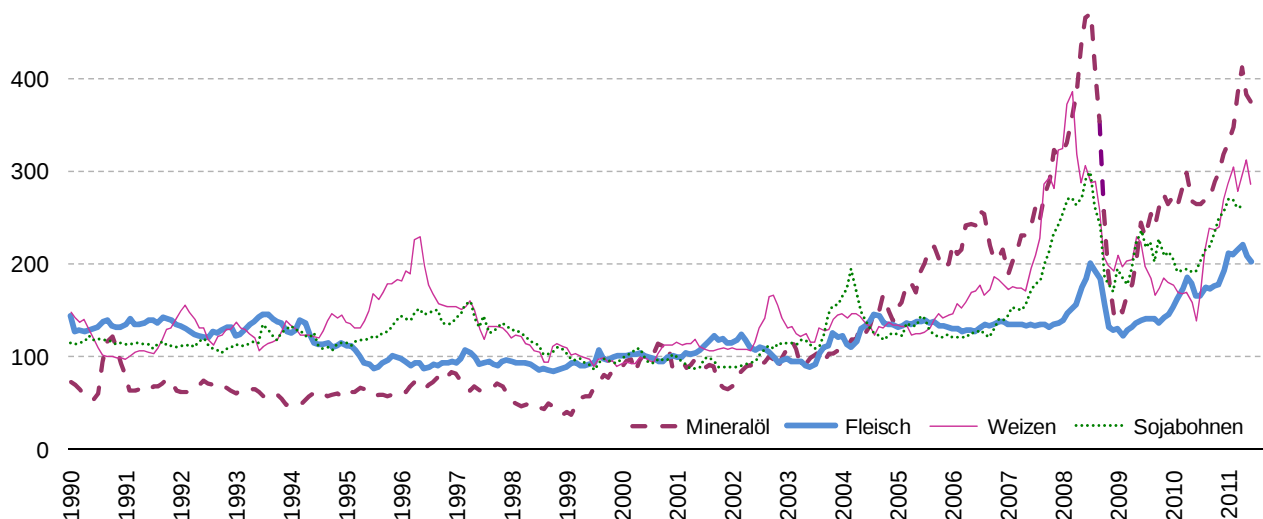
Zwischen den in der Statistik der AG Energiebilanzen e.V. (AGEB) üblichen vier Kategorien Industrie, Verkehr, Haushalten sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) verteilt sich der Energieverbrauch zu etwa gleich großen Anteilen von 28 % auf die drei Bereiche Industrie, Verkehr und (private) Haushalte, während der GHD-Sektor, worunter auch die Landwirtschaft, das lebensmittelverarbeitenden Gewerbe wie auch der Lebensmitteleinzelhandel fällt, einen Anteil von 16 % hat (AGEB, 2011).

Bei den privaten Haushalten in Deutschland dominiert beim Energieverbrauch der Lebensbereich Wohnen mit knapp 40 % weit vor dem Energieverbrauch für die Ernährung mit knapp 9 % (DESTATIS, 2008). Andere Quellen nennen für den Ernährungsbereich deutlich höhere Werte bis über 30 %. Unterschiede im methodischen Vorgehen und bei der Definition von Abgrenzungskriterien sowie bei den Berechnungsmethoden erklären die Differenzen (UNEP, 2010).

2.2 Nominalpreisentwicklung auf den Energie- und Agrarmärkten

Die Preise für zahlreiche landwirtschaftliche und industrielle Rohstoffe verzeichnen einen seit Beginn des Jahrzehnts bisher nicht gekannten, lang anhaltenden Anstieg. Am ausgeprägtesten war der Preisanstieg bei Mineralöl, für das zeitweise über 145 US-\$ je Barrel bezahlt wurde, gegenüber einem Preis von 25 US-\$ zu Beginn des Booms im Jahr 2000 (EIA website, 2010). Nach einem erneuten Preistief Ende 2008 von knapp über 30 US-\$, bewegte sich der Ölpreis 2009 und 2010 zunächst wieder in der Bandbreite der Prognosen einschlägiger Finanzinstitute wie Morgan Stanley, Goldman Sachs u. a. (nach Getoil, 2010) von ca. 70 – 90 US-\$, um bei Fertigstellung der Studie (2011) erneut die 100 US-\$-Marke deutlich zu überschreiten (<http://www.finanzen.net/rohstoffe/>, 02.05.2011). Preisspitzen für Erdöl/Energie¹, wie sie 2008 und auch aktuell zu beobachten sind, sind zwar recht selten, doch wurden auch in der Vergangenheit, wie zum Beispiel zu Beginn und am Ende der 70er Jahre ähnlich extreme Preisbewegungen beobachtet.

Abb. 2: Weltmarktpreise ausgewählter Leitprodukte (nominal, indexiert 2000 = 100, Basis US-\$)



Quelle: World Bank 2011, pink sheets; eigene Berechnungen und Darstellung

¹ Wegen der engen Preisbeziehung zwischen Energieträgern wird der Begriff Energie als Synonym für die Energieträger Mineralöl, Gas und Kohle verstanden. Dies gilt insbesondere für Deutschland, wo der Gasimportbezugspreis zurzeit vertraglich an den Mineralölpreis gekoppelt ist. Siehe auch Abb. im Anhang zu der Preiskorrelation zwischen Energieträgern.

Die Agrarrohprodukte folgten der Energiepreisrallye in deutlich geringerem Umfang und teils mit einer erheblichen zeitlichen Verzögerung von bis zu drei Jahren oder waren sogar gegenläufig. So verdoppelte sich der Mineralölpreis von 2004 bis 2007, während der Weizenpreis nur vergleichsweise moderat anstieg, um ab 2007 wiederum kräftiger als der Ölpreis anzuziehen. Auch der Preisindex für Fleisch zeigt sich bis Ende 2008 unbeeinflusst von der Ölpreisentwicklung und erfuhr zum Zeitpunkt der Hochphase der Ölpreise nur vergleichbar geringe Preisimpulse nach oben. Ebenso setzten die Preiskorrekturen bei Weizen bereits zur Jahreswende 2007/08 ein, während der Mineralölpreis weiter und kräftig bis Juli 2008 zulegte. Der Preisrückgang ab Mitte 2008, war bei Mineralöl ebenfalls deutlich ausgeprägter und erreichte mit 30 US-\$ nahezu wieder das Ausgangsniveau von 2000. Dem erneuten Anstieg der Energiepreise 2009 folgen die Preise für landwirtschaftliche Rohstoffe zunächst gar nicht und seit 2010 uneinheitlich (vergleiche Abb. 2.). Während sich die Energiepreise seit Januar 2009 bis Mitte 2011 wieder mehr als verdreifachten, büßte der Weizen weiter an Wert ein und erreichte zum Zeitpunkt der wieder stark ansteigenden Energiepreise im Juni 2010 seinen Tiefststand mit knapp 160 US-\$/t. Seither kennen jedoch fast alle Agrarrohstoffpreise bis zum Redaktionsschluss (Juni 2011) nur eine Richtung, nach oben. So notiert der Weizen fast wieder auf dem Niveau von 2008, ähnlich wie auch Mais. Fundamentaldaten des globalen Angebots und der Nachfrage, stützen nach Meinung vieler Experten dieses Preisniveau nicht (Bickert, 2010). Gänzlich ausgenommen von dem Preisanstieg waren, von wenigen kurzen Phasen abgesehen, Fleischprodukte, insbesondere Schweine- und Geflügelfleisch. Deren Preise folgten eher dem langfristigen nominal leicht ansteigenden und real sinkenden Preistrend (vgl. auch Abb. 3). Auch die Zuckerpreise zeigten ein anderes Muster. Hier führt ein Mix von agrar- und energiepolitischen Maßnahmen, witterungsbedingten Ernteschwankungen und eine oligopolistische Anbieterstruktur zu sehr starken Angebots- und Preisschwankungen (Uhlenbrock, 2011; AgE, 2011a).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Preisbewegungen sowohl zwischen Mineralöl und den landwirtschaftlichen Rohstoffen als auch zwischen den Agrarrohstoffen selbst uneinheitlich verlaufen. Zwar lässt sich aus der Entwicklung der Preise ein gleichgerichteter, leicht ansteigender Trend erkennen, dessen Ursache jedoch eher in der globalen gesamtwirtschaftlichen Entwicklung als in einem direkten Kausalzusammenhang zwischen den betrachteten Rohstoffen selbst zu sehen ist. Auch aus der teilweisen Parallelität von Preisereignissen alleine lässt sich noch keine grundsätzlich enger werdende Bindung der beiden Märkte bzw. zwischen den Rohstoffen ableiten. Vielmehr scheinen vorübergehend gleichgerichtete Angebots- und Nachfragetrends, als auch Anlagestrategien der Finanzbranche die Ursache für die Parallelität zu sein, wie im Folgenden erläutert wird.

2.3 Unterschiede zwischen Energie- und Agrarmärkten

Generell findet die Preisbildung aus einer Wechselwirkung von Angebot und Nachfrage statt. Sowohl angebotsseitig als auch nachfrageseitig unterscheiden sich die Mineralöl- bzw. Energiemärkte und die Agrarmärkte erheblich, wie in den folgenden Abschnitten erläutert wird. Die in letzter Zeit zusätzlich und stärker in die Diskussion gerückten Einflüsse auf die Preisfindung sind Aspekte zu den Lagerbeständen, Lagermöglichkeiten sowie die Einschätzungen

zu freien Förderkapazitäten (bei Mineralöl) bzw. Möglichkeiten zur Flächenausdehnungen sowie Intensivierung der Erzeugung (bei landwirtschaftlichen Produkten). Auch, wenn deren Wirkung bei der Preisfindung augenscheinlich eher mittel- und längerfristiger Natur sind, so gewinnen diese sog. Reboundeffekte neben dem diskutierten Einfluss der Spekulation in der Fachliteratur an Bedeutung (Fattouh, 2010; Turner et al., 2011). Unter den hierbei kontrovers diskutierten Reboundeffekten wird der Einfluss langfristig erwarteter Knappheiten auf die kurzfristige Preisbildung bezeichnet.

2.3.1 Energiemärkte

Die Energiemärkte, mit Mineralöl als Leitprodukt, sind von monopolistischen Strukturen auf der Angebotsseite geprägt (BP, 2010). Das OPEC-Ölkartell mit seinem 40%igen Marktanteil an der globalen Förderung hat einen signifikanten Einfluss auf die Preisbildung (von Hirschhausen et al., 2009; Hamilton, 2008; Heilmann, 2009). Wie stark der Einfluss der OPEC-Länder über die intern vereinbarten Förderquoten auf die Mineralölpreise ist, wird aus zahlreichen Untersuchungen deutlich. Allein kostenbasierte Betrachtungen liefern offensichtlich kein hinreichendes und plausibles Erklärungsmuster für die hohen Ölpreise. So stehen geschätzten Förderkosten in den großen Ölförderländern des Nahen Ostens von 1-5 US-\$ je Barrel (Preuß, 2006; NAPIMS, 2011) bis maximal 10-20 US-\$ je Barrel (Sinn, 2009; Horn, 2004; IEA/WEO, 2006) Marktpreise von derzeit über 100 US-\$ je Barrel (Mitte 2011) gegenüber. Zumindest bis zum Beginn der Unruhen im Nahen Osten Ende 2010 wurde der von dem OPEC-Kartell als angemessen und „fair“ eingeschätzte untere Preiskorridor von 70-90 US-\$ durch eine gezielte Anpassung der OPEC-Fördermengen weitgehend eingehalten (BP, 2010, Menzel, 2011). Die derzeitige Stärke des OPEC-Einflusses wird auch daran deutlich, dass die Kapazitätsauslastung der aktiven Ölfelder einiger dieser wichtigen Förderländer aktuell mit 80-85 % ausgewiesen wird und so durchaus Spielraum ließe, um dem derzeit sehr hohen Preisniveau von 115 US-\$ (Juni 2011) zu begegnen (HB, 09.06.2011). Erklärtes Ziel der OPEC-Staaten ist es jedoch, den Preis nur nach unten durch eine entsprechenden Anpassung der Förderquoten abzusichern, nicht jedoch Preisspitzen nach oben durch eine Ausdehnung der Angebotsmengen zu begrenzen (Fattouh, 2010). Wie erfolgreich die Maßnahmen der OPEC unter Federführung von Saudi-Arabien, dem wichtigsten Förderland, waren, zeigt sich schon daran, dass selbst in der Phase gedämpften bis rückläufigen Wachstums 2009 und 2010 mit verminderter Nachfrage die Mineralölpreise stetig stiegen.

Die Höhe der Nachfrage nach Energie und Mineralöl ist primär vom weltweiten Wirtschaftswachstum abhängig. Überlagert werden die konjunkturbedingten Nachfrageschwankungen durch ein kontinuierliches Wachstum der Weltbevölkerung, das insgesamt zu einer leicht steigenden Energienachfrage im Zeitablauf von künftig ca. 1,2 - 1,7 % pro Jahr führt (ExxonMobil, 2010, BP, 2011). Die endlichen fossilen Ressourcen, bei leicht ansteigendem Bedarf, lassen einen fortgesetzten langfristigen Anstieg der Energiepreise wahrscheinlich erscheinen. Kurzfristig führt eine sehr geringe Preiselastizität der Nachfrage – auch bei einem ausgeprägten Preisanstieg wird die Nachfrage nichteingeschränkt - in Kombination mit einer ebenfalls niedrigen Angebotselastizität – die Förderung wird auch bei ansteigenden Energiepreisen nur geringfügig ausgeweitet - zu Knappheiten und zu sehr ausgeprägten kurz- und mit-

telfristigen Preisreaktionen auf den Märkten, wie in den zurückliegenden Jahren zu beobachten war (vergleiche auch Kapitel 5.2). Welcher Stellenwert dabei spekulativen Einflüssen gegenüber Erwartungshaltungen zu künftigen Entwicklungen der angebotenen und nachgefragten Mengen zukommt, wird kontrovers diskutiert. So ist es kaum erklärbar, weshalb es trotz reichlicher Marktversorgung mit Mineralöl zu Beginn 2008 zu einem weiteren massiven Preisanstieg kam. Ebenso wenig verständlich ist der massive Preisrückgang im Zusammenhang mit der Finanzkrise ab September 2008 von 145 auf 30 US-\$ je Barrel allein durch die physischen Angebots- und Nachfragemenge am Markt (Fattouh, 2010; Greenberger, 2010; Turner et al., 2011). Der manipulative Einfluss von Wirtschaftsakteuren auf Teilmärkten mit Rückwirkungen auf den gesamten Rohölmarkt wird derzeit in einem Verfahren vor Gericht in den USA untersucht (HB, 25.05.2011).

2.3.2 Agrarmärkte

Anders ist die Lage auf den globalen Agrarmärkten. Dort werden Preisbewegungen in erster Linie durch die Angebots(ernte)mengen aus der Landwirtschaft hervorgerufen und weniger durch die Fluktuationen im Konsum bei den Privathaushalten. Nachfrageseitig sorgt das stetige Wachstum der Weltbevölkerung und die vergleichsweise geringen Einkommensschwankungen für einen kontinuierlich, leicht wachsenden Bedarf an Nahrungsmitteln. Dem steht ein schwankendes Angebot gegenüber. Unkalkulierbare und ungünstige Witterungsbedingungen in einigen wichtigen Exportländern, aber auch die geänderte stärker marktorientierte Agrar- und Handelspolitik (die Verringerung der nationalen Lagerhaltung, weitgehende Abkehr von einer preisgestützten Agrarpolitik) sowie die Bioenergiepolitik, um nur einige Faktoren zu nennen führten in den letzten Jahren auf den Agrarmärkten zu Engpässen und ungewöhnlich starken Preisausschlägen. Innerhalb Jahresfrist sorgt die naturbedingte Saisonalität des Anbaus in Zusammenhang mit einer ungleichen globalen Verteilung der Anbaubereiche für diskontinuierliche angebotswirksame Erntemengen und entsprechenden regionalen Preisbewegungen. Die kurz- und mittelfristige Einschränkungen bei der Flächenanpassung wie auch die zeitlich und mengenmäßig begrenzten Lagermöglichkeiten von Agrarrohstoffen lassen eine rasche und abpuffernde Wirkung über den Abbau von Lagerbeständen zur Abfederung von Preisschwankungen bei Agrargütern nur bedingt zu (unelastische Angebotsfunktion). Demnach dürfte die Preisvolatilität bei Nahrungsmitteln anders als bei den Energieprodukten primär durch Angebotsschocks bedingt sein (Collins and Duffield, 2005).

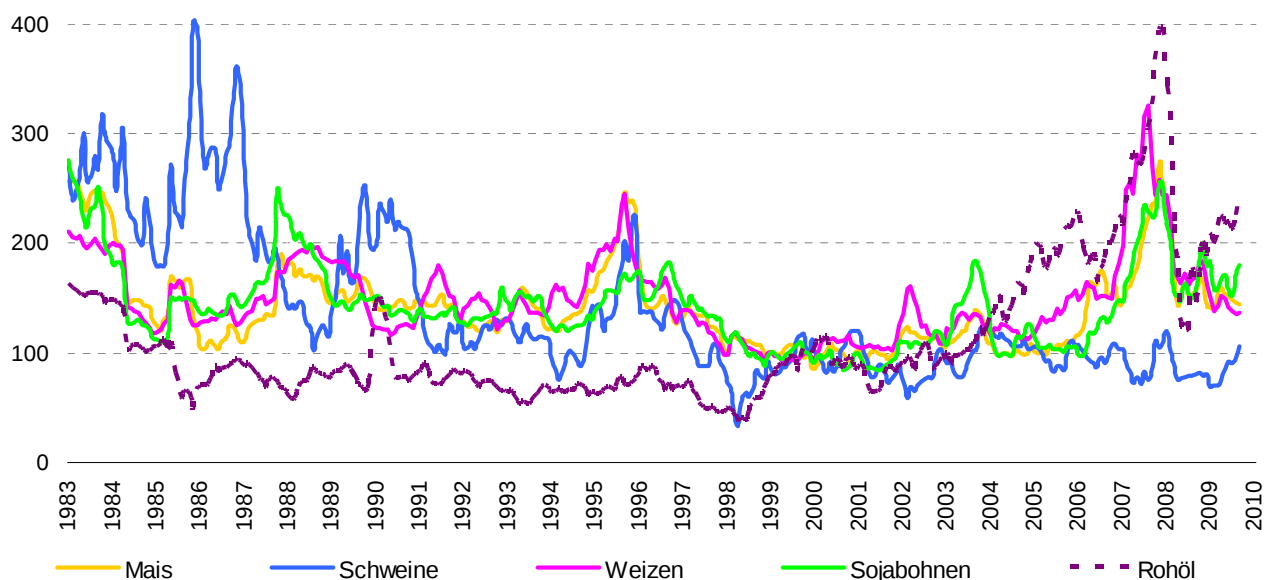
Die Reaktionen auf der Nachfrageseite sind wegen der geringen Preiselastizitäten der Nachfrage nach Nahrungsmitteln zusätzlich beschränkt (vergleiche Kapitel 5.2). Rückwirkend betrachtet verschärften ad hoc Maßnahmen, wie Exportsteuern bis hin zu generellen Exportverboten, zahlreicher Nationalstaaten mit dem Ziel der Ernährungssicherung der eigenen Bevölkerung, die knappheitsbedingten Preiseffekte in der letzten Hochpreisphase zusätzlich (EU, 2009a). Ob auch hier spekulative Elemente an den Finanzmärkten zu der drastischen Preisentwicklung beigetragen haben, wird in der Wissenschaft und Politik sehr vielfach und widersprüchlich diskutiert (AGE, 2011; Becker-Weigel, 2010; Häring, 2010; Jacks, 2007; Robles et al., 2009; Rose, 2010; Sanders et al., 2009; Yang et al., 2005). Als weitgehend sicher gilt, dass die veränderten strukturellen Marktbedingungen als Folge agrar- und finanzpolitischer Neu-

orientierung einen signifikanten Einfluss auf die Preisbewegungen der letzten Jahre hatten. Hierzu zählen Maßnahmen wie der massive Abbau von Lagerbeständen z.B. in der EU durch die Umstellung auf eine flächenbezogene Förderpolitik, geänderter Finanzmarktregularien in Verbindung mit hoher Liquidität, die einen Einfluss auf die Höhe der Preisausschläge und Preisgefüge auf den future- und/oder cash-Märkten ausüben, sowie die genannten ad hoc Maßnahmen auf nationaler Ebene zu Ernährungssicherung der heimischen Bevölkerung (Drescher et al., 2010; Triebe, 2010).

2.4 Preisentwicklungen auf den Energie- und Agrarmärkten

Ein nur moderat wachsender Bedarf an Nahrungsmitteln, bedingt durch ein noch geringes Wirtschaftswachstum in den Entwicklungs- und Schwellenländern und dem wirtschaftlichen Zusammenbruch der Sowjetunion, stand über Jahrzehnte hinweg einem durch verbesserte Produktivität und staatliche Anreizpolitiken kontinuierlich wachsenden Nahrungsmittelangebot gegenüber. Niedrige Weltmarktpreise für Grundnahrungsmittel seit den 80er Jahren bis um die Jahrtausendwende waren die Folge. Noch 2005 wurde von der FAO in einer offiziellen Verlautbarung über (zu) niedrige Agrarpreise für die Entwicklungsländer geklagt, um ein adäquates Einkommen der ländlichen Bevölkerung zu gewährleisten. Real sanken die Preise für Agrarrohstoffe, von wenigen Ausnahmen abgesehen, seit Beginn der 80er Jahre. Selbst die extremen Preisausschläge 2008 lagen danach „nur“ auf dem Niveau wie Mitte der 80er Jahre, wie folgende Abbildung veranschaulicht (World Bank (pink sheets) und IMF, 2011).

Abb. 3: Weltmarktpreise ausgewählter Agrarleitprodukte und von Rohöl (indexiert und deflationiert, 2000 = 100, Basis US-\$)



Quelle: World Bank (pink sheets) und IMF, 2011, MUV, 2011, eigene Berechnungen

Anmerkung: Preise wurden mit dem Manufactures Unit Value (MUV) der World Bank deflationiert

Real versus nominal

Die Preise hier und in den folgenden Graphiken wurden mit dem Manufactures Unit Value (MUV) der Weltbank deflationiert um über die von der Inflation bereinigten Preise (Realpreise, hier auf Basis von US-\$ und des Jahres 2000) eine bessere Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Perioden zu gewährleisten. Nicht um die Inflation bereinigte Nominalpreise lassen insbesondere bei hohen Inflationsraten, wie z. B. Ende der 70er und Anfang der 80er Jahre, keinen direkten Vergleich der tatsächlichen (realen) Preisentwicklung zu. Insbesondere bei längeren Preisreihen, wie bei der Preisentwicklung verschiedener Energieträger, wie in Abb. 4, werden die Unterschiede zwischen den beiden Bezugsgrößen real und nominal deutlich sichtbar. So lagen die Realpreise für Mineralöl in den 70er Jahren in etwa auf dem gleichen Niveau wie bei dem Preishoch 2008, während die Nominalpreise im gleichen Zeitraum sich in etwa verdreifachten. Einen zusätzlichen schwer abzuschätzenden Effekt auf die übergeordnet zu bewertende Zielgröße Wohlfahrt (oder Kaufkraft auf Konsumentenebene im (Import-)Land selbst) haben Wechselkursschwankungen, die eine vergleichende Beurteilung über Ländergrenzen und Zeiträume hinweg zusätzlich erschweren. Dies zeigt ebenfalls Abb. 4, der auf ECU/EURO-Basis 1980 bis 1985 noch deutlicher als auf US-\$-Basis oberhalb des Preises von 2008 und dem aktuellen Preis lag.

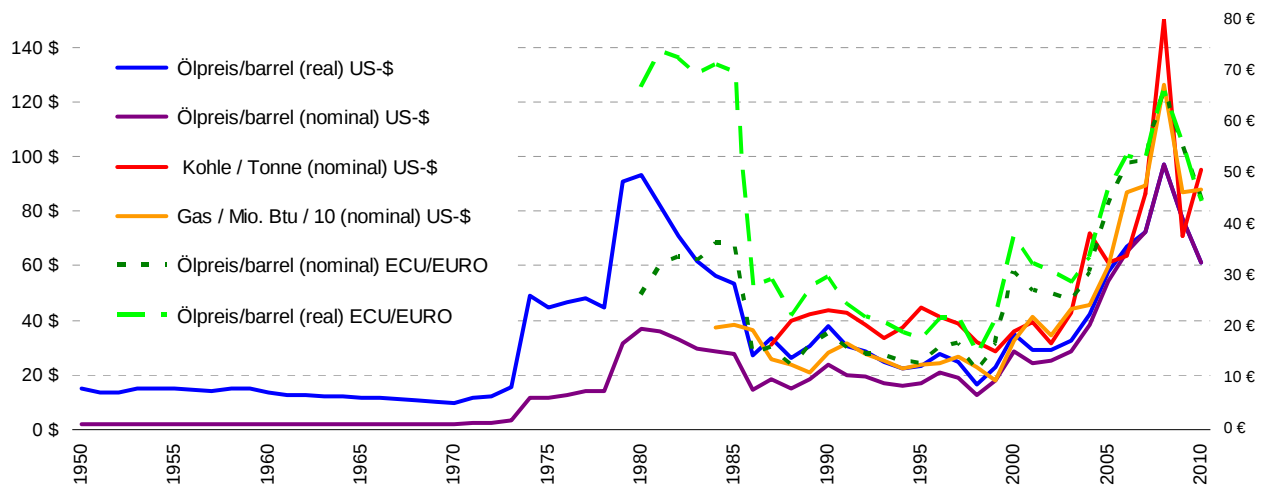
Ähnlich wie die Agrarpreise sanken die Preise für Rohöl und andere Energieprodukte auf Realpreisbasis seit Anfang der 80er Jahre bis zur Jahrtausendwende. Die durch die OPEC und andere geopolitische Prozesse induzierten Preissignale zu Beginn und am Ende der 70er Jahre setzten Prozesse zur Effizienzsteigerung im Umgang mit Energie in Gang, so dass der Mineralölverbrauch erst Mitte der 90er Jahre wieder das Verbrauchsniveau von Anfang der 80er Jahre erreichte (BP, 2009). Der seit Anfang 2000 dann rasch ansteigende Energiebedarf der Schwellenländer ließ sich zunächst noch durch die Überkapazitäten im Förderbereich und die Energieeffizienzreserven decken. Die Preise für Mineralöl blieben daher zunächst noch stabil (World Bank, 2011).

Erst allmählich machten sich die strukturellen Defizite bemerkbar. Ausschlaggebend hierfür waren die seit den 80er Jahren über Jahrzehnte real niedrigen und zeitweise sinkenden Rohölpreise, die zu unzureichenden Investitionen bei der Erschließung von neuen Quellen und Defiziten beim Ausbau von Ölförderkapazitäten führten, mit den bekannten Folgen für die Preisentwicklung seit 2003. Die Förderung konnte mit dem lang anhaltenden starken Wirtschaftswachstum seit 2000 und dem damit verbundenen steigenden Energiebedarf vor allem der Schwellen- und Transformationsländer nicht länger Schritt halten und die Preise erreichten im Sommer 2008 ein Allzeithoch von 145 US-\$ je Barrel. Auf die kontroverse Diskussion, inwieweit nicht durch Fundamentaldaten von Angebot und Nachfrage gedeckte Einflüsse hierbei eine Rolle spielten, wurde bereits hingewiesen.

In Folge der Finanzkrise ab Mitte 2007 sowie den Unsicherheiten über den künftigen kurz- und mittelfristigen Mineralölverbrauch und der nur schrittweisen möglichen und unzureichenden Anpassung der Fördermengen an die schrumpfende Mineralölnachfrage sank der Preis bis auf knapp 30 US-\$ je Barrel zum Jahresende 2008. Seither kam es zu einem kontinuierlichen Wiederanstieg der Mineralölnotierungen bis weit über 100 US-\$ je Barrel. Dies war in erster Linie durch die Erwartung unzureichender Lieferfähigkeit durch die Konflikte in wichtigen

Förderländern Nordafrikas und des Nahen Ostens und dem anhaltend hohen Bedarf der Schwellenländer Asiens und Südamerikas bedingt. Eine zusätzliche Nachfrage nach fossiler Energie wird der geplante Ausstieg aus der Atomenergie induzieren, mit bisher noch kaum abschätzbaren Folgen für die künftige Rohölpreisentwicklung.

Abb. 4: Real- und Nominalpreisentwicklung verschiedener Energieträger seit 1950



Quelle: BP, World Bank (pink sheets); IMF, 2011; MUV, 2011; eigene Berechnungen

Anmerkung: Preise wurden mit dem Manufactures Unit Value (MUV) der World Bank deflationiert

Marktorientierte Analysen legen den Schluss nahe, dass sich die Rohölpreise an den Produktionskosten des Grenzanbieters orientieren. Günstigste Förderbedingungen liegen in Saudi-Arabien, wie bereits erwähnt, mit geschätzten Förderkosten von 1-2 US-\$ je Barrel vor (Preuß, 2006). Am oberen Ende, und damit der preisrelevante Grenzanbieter, ist derzeit die Ölgewinnung aus kanadischen Ölsanden und Ölschiefern (Braune, 2007). Die Vorräte dort sind zwar nahezu unerschöpflich und reichen an die konventionellen Ölreserven heran, doch entstehen hierbei Förderkosten von ca. 60-80 US-\$ je Barrel Öl, bei erheblichem energetischen Aufwand und umweltpolitisch kritischen Methoden bei der Gewinnung. Mit den Förderkosten dazwischen liegen die übrigen OPEC-Staaten mit geschätzten Kosten in einer weiten Bandbreite von 5-33 US-\$ je Barrel (NAPIMS, 2011; Sinn, 2009). Die Angaben zu den Förderkosten für Westeuropa (vorwiegend Norwegen und England) liegen bei 57 US-\$ je Barrel (von Hirschhausen et al., 2009; Horn, 2004; IEA, 2008). Zu den reinen Förderkosten kommen noch geschätzte Transport-, Raffinierungs- und Vermarktungskosten von durchschnittlich 15 US-\$ je Barrel, wobei die Raffinierungs- und Vermarktungskosten über 90 % der Kosten ausmachen (PetroStrategies, 2011).

Alternative Energiequellen und damit in Konkurrenz zum Rohöl stehen Kohle und Gas, die sich technisch und, bei weiter steigenden Preisen, auch wirtschaftlich rentabel zu flüssigen Brennstoffen umwandeln lassen. Ihre Reichweiten² liegen weit oberhalb der von Ölquellen. Sie beträgt bei Kohle nach aktuellem Stand mit ca. 140 Jahren ein 3-faches dessen von (konventionellen) Mineralölquellen. Schätzungen zu Gas liegen mit den neuesten Funden und Er-

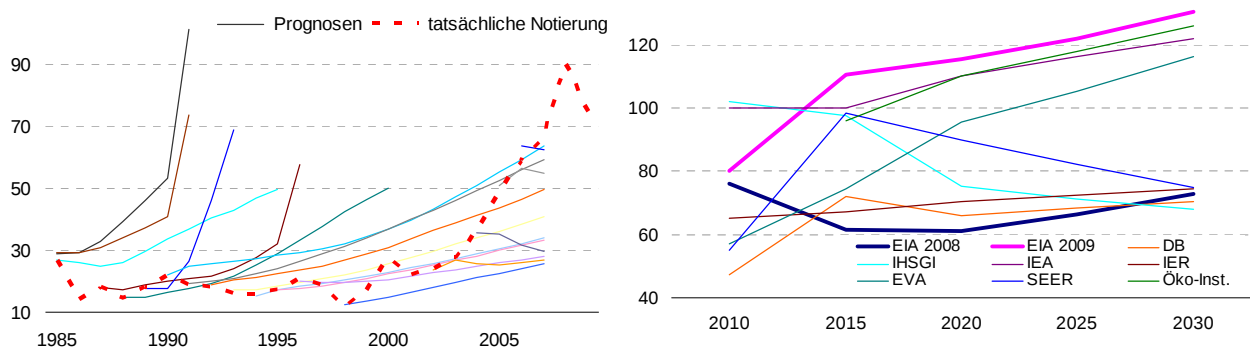
² Unter Reichweite werden wirtschaftlich förderbare Volumina unter den derzeitigen technologischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen bei konstantem Verbrauch verstanden

schließungstechniken eher noch drüber. Daher wird Kohle und Gas künftig für die Preisbildung auch für Mineralöl an Bedeutung gewinnen. Die Entwicklungen der Erschließungs- und Fördertechniken lassen jedoch klar erkennen, dass die Reichweite der fossilen Brennstoffe als dynamisches System zu verstehen ist. Mit steigenden Energiepreisen gewinnt es zusätzlich an Dynamik und zusätzlicher Reichweite (Horn, 2004; Remme et al., 2007). So sanken in jüngerer Zeit die Gasförderkosten und in Folge die Gaspreise in den USA durch die Entwicklung der Horizontalbohrtechnik und die Erschließung von Gasfeldern in Ölschieferschichten um 40 %. Damit lagen die Gaspreise teilweise unter dem Öl- und Kohlepreis je Energieeinheit (Komduur, 2010). Die EIA (2010) nahm in ihrer jüngsten Prognose hierauf Rücksicht und revidierte die Preisprognosen insbesondere für Gas bereits drastisch nach unten.

2.4.1 Künftige Entwicklung auf den Energiemärkten

Die Förderpolitik der OPEC-Staaten hat, wie bereits erwähnt, schon in den zurückliegenden Jahren einen signifikanten Einfluss auf die Preisbildung gehabt. Deren Fördervolumen macht aktuell rund 40 % der globalen Förderung aus. Zudem verfügen sie über mehr als 70 % der weltweiten derzeit wirtschaftlich erschließbaren (konventionellen) Ölreserven (BP, 2010; Preuß, 2006). Unter diesen Rahmenbedingungen lässt sich bei den erwarteten knapper werdenden fossilen Ölressourcen ein noch weiter zunehmender Einfluss der OPEC-Staaten auf die Preisfindung ableiten (BP, 2009; Fattouh, 2010). Ausgehend von der Komplexität der Einflüsse, vor allem auf der Angebotsseite, fallen die langfristigen Prognosen über die Preisentwicklung für Energie sehr unterschiedlich aus. Unsicherheiten in den Prognosen erwachsen auch aus den sehr unterschiedlichen Einschätzungen der Relevanz und der Anteile erneuerbarer Energien im künftigen Energiemix (IEA, 2010; Nicola, 2010).

Abb. 5: Vergleichende Rohölpreisprojektionen und -notierungen in US-\$ je Barrel, 1985 - 2030



Quelle: EIA, 2009; Matthes, 2010

Die Spannweite der Kurzfristprognosen für 2009/10 reichte von (realen) Preisen von 40-50 US-\$ bis ca. 120 US-\$ je Barrel Öl. Aktuell (Juni 2011) werden bereits Preis von 140 US-\$ bis Jahresende 2011 (HB, 27.06.2011), aber auch 125 US-\$ (HB, 26.07.2011) für möglich gehalten. Bei den mittelfristigen Prognosen bis 2015 gelten nahezu konstante Preise zwischen 75 bis 100 US-\$ je Barrel als am wahrscheinlichsten. Bis 2030 wird von der IEA und EIA ein Realpreis von 115 (IEA, 2009) bis 130 US-\$ je Barrel Öl (EIA, 2009) prognostiziert. Bei noch längeren Betrachtungshorizonten, unter der Annahme eines sehr effizienten Emissionshandels

und der verstärkten Nutzung biogener Alternativenergien, gilt ein Rückgang der Ölpreise von 110 US-\$ ab 2030 auf 40-60 US-\$ je Barrel bis 2050 als ein denkbare Szenario. Unterstellt wird hierbei zusätzlich ein konstanter bis rückläufiger Gesamtenergieverbrauch, wie er schon derzeit in einigen hochentwickelten Ländern beobachtet wird (BP, 2009). Wie schwierig es ist die Entwicklung der Mineralölpreise zu prognostizieren, zeigt die folgende Abb. 5, wo die Prognosen der EIA den tatsächlichen Notierungen gegenübergestellt sind. Bis zum Ende des letzten Jahrhunderts lagen die Prognosen in der Regel eher oberhalb der späteren Notierungen, wohingegen seit 2000 die Preisentwicklungen, wie auch aktuell, eher unterschätzt wurden (vergleiche auch Box im Anhang).

In ihren aktuellen Prognosen wird eine rückläufige Bedeutung von Knappheitseffekten bei der Energiepreisbildung erwartet. Insbesondere die IEA, wie auch BP (2010), haben in ihrem jüngsten Outlook die erschließbaren Gasvorkommen signifikant nach oben korrigiert und erwarten daher eine weitere Entspannung auf den Energiemärkten. Wie bereits erwähnt, wird ein Preiskorridor von bis zu 115 US-\$ je Barrel für 2030 als realistisch angesehen. Dies entspräche einem jährlichen (realen) Preisanstieg von knapp unter 2 % gegenüber dem Durchschnittspreis von 2009 und läge damit im Rahmen der Preiserwartungen anderer Rohstoffe. Diese revidierten Schätzungen stützen sich neben den genannten, erst seit kurzem wirtschaftlich erschließbaren Gasvorkommen innerhalb der Ölschieferschichten und auf die neu entdeckten Ölvorkommen in Westafrika, Russland sowie die off-shore - Vorkommen bei den Falklandinseln. Sie begrenzen nach Meinung der IEA und BP die künftige Preisgestaltung deutlich nach oben.

Wie stark Prognosen von den Annahmen abhängen, zeigen die Prognosen der EIA (2010). Sie betont die Bedeutung der politischen Rahmenbedingungen und modelliert in ihren Schätzungen drei Szenarien mit einer erheblichen Preisspanne von 55 - 210 US-\$ je Barrel für 2035, gegenüber 133 US-\$ je Barrel im Referenzszenario. In dem Hochpreisszenario geht die EIA von einer sehr restriktiven Förderung der OPEC aus, die stark preistreibend wirkt. Wohingegen bei koordiniertem Handeln, sowohl der Förderstaaten über adäquate Fördervolumina, als auch der Ölimporteure mit einer gezielten staatlichen Förderung von alternativen Energiekonzepten auch Preise von 55 US-\$ je Barrel möglich erscheinen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass erhebliche Unsicherheiten über künftige Preisentwicklungen für Energie bestehen. Diese resultieren sowohl aus unterschiedlichen Einschätzungen in Bezug auf die (wirtschaftlich) erschließbaren fossilen Vorkommen, die wiederum eng an die technologischen Entwicklungen gekoppelt sind, sowie dem Angebotsverhalten der OPEC-Staaten. Aber auch auf der Nachfrageseite ist noch nicht absehbar, wie rasch und in welchem Umfang alternative Energieformen in Konkurrenz und/oder als Ergänzung zu fossilen Energieträgern treten, welche Auswirkungen der geplante vollständige Ausstieg aus der Atomenergie auf die Rohölpreise hat, als auch wie rasch sich die globale Nachfrage nach Energie der Schwellenländer beim Übergang zu hoch entwickelten, weniger energiebasierten Gesellschaften stabilisiert oder gar sinkt und so global Wirkung zu zeigen vermag.

2.4.2 Künftige Entwicklungen auf den Agrargüter- und Nahrungsmittelmärkten

Die langfristige Preisentwicklung auf den Agrargüter- und Nahrungsmittelmärkten wird ebenfalls unterschiedlich eingeschätzt. Der Grund hierfür ist vor allem die außerordentliche Spannweite der Einschätzungen zu den Potentialen sowohl auf der Angebotsseite, sprich der Landwirtschaft, als auch der Entwicklung auf der Nachfrageseite, bei den Konsumenten. Insbesondere die Steigerungsmöglichkeiten beim Nahrungsangebot, selbst bei steigenden Preisen, werden überwiegend als sehr beschränkt angesehen. Ebenso wird umgekehrt auch bei der Nachfrage, selbst bei steigenden Preisen, kaum mit einem Rückgang gerechnet. Die Höhe des Angebotes wird durch das Produktionspotential, das durch die globale Anbaufläche, sowie durch die Entwicklung der Flächenerträge bestimmt wird, determiniert (Ludena et al., 2007). Für den künftigen Bedarf an agrarischen Rohstoffen sind die Bevölkerungs- und Einkommensentwicklung die wesentlichen Einflussgrößen. Während die Entwicklung der Weltbevölkerung unmittelbar nachfragewirksam wird, führen höhere Einkommen zu veränderten, stärker fleisch- und milchbasierten, Essgewohnheiten mit einem mittelbar höheren Bedarf an Agrarrohstoffen für die Veredelung. Daneben hat in den letzten Jahren die Bioenergiebranche als zusätzlicher Nachfrager nach Agrarrohstoffen stetig an Bedeutung gewonnen und hat bei ausgewählten Agrarrohstoffen bereits einen Anteil von bis zu 25 % an der globalen Erzeugung. Weltweit bindet derzeit die Ethanolherzeugung 150 Mio. t oder 8 % der globalen Getreideernte (FO.Licht, 2011: World Ethanol and Biofuels Reports; IEA, 2006; IGC, 2010; Searchinger et al., 2008).

Optimistische Untersuchungen gehen von einem erheblichen, bisher ungenutzten Anbauflächenpotential vor allem in Afrika und den Staaten der ehemaligen Sowjetunion aus (FAO, 2002 und 2008; Fischer, 2008; Jaroszewska, 2011). Wohingegen pessimistische Einschätzungen eine verringerte Flächenverfügbarkeit durch Versteppung, Versalzung und Urbanisierung befürchten, mit gravierenden negativen Folgen für die Nahrungsbereitstellung (FAO, 2002). Die Ertragsentwicklung, als die in der Vergangenheit und künftig wichtigste Determinante für das Angebot, lassen teils eine Verlangsamung der Ertragszuwächse erkennen, was zu einem ernsthaften Nahrungsdefizit führen könnte. Gleichwohl hält die FAO Ertragszuwächse von ca. 2 %, wie sie in den letzten Dekaden zu beobachten waren, zur globalen Ernährungssicherung für nicht notwendig. Nach ihrer Auffassung sind Ertragszuwachsraten von 1,2 %, sowie eine Intensivierung durch „multiple cropping“, ausreichend zur Ernährung der Weltbevölkerung für die nächsten 30 Jahre (FAO, 2002). Trotz einer intensivierten und ansteigenden Produktion wird es bei einem effizienteren Umgang mit der ebenfalls knappen Ressource Wasser nur in Ausnahmefällen zu Engpässen in der Bewässerungslandwirtschaft arider Regionen kommen (FAO, 2002; Earthscan, 2007). Bei anderen Betriebsmitteln, wie Dünger, wird einzig bei Phosphor ein Engpass erwartet. Wohingegen der stark ertragswirksame Stickstoffdünger, als synthetischer Dünger, keiner wesentlichen Mengenbegrenzung bei der Herstellung unterliegt, jedoch wegen hoher Energiekostenanteile bei der Produktion sehr preissensitiv auf höhere Energiepreise reagiert (Gellings and Parmenter, 2004). Die unterschiedlichen Einschätzungen zum künftigen Produktionspotential an Agrarrohstoffen zeigt auch die Diskussion im Zusammenhang mit dem aktuellen und künftigen globalen und regionalen Bioenergiepolitiken (Berndes et al., 2002; Fischer und Schrattenholzer, 2001; Zeddies, 2006). Je nach Einschätzung werden die aktuellen Bioenergiepolitiken als massives Risiko für die globale Ernäh-

runngssicherung oder als willkommene Einkommenssicherung für die ländlichen Einkommen über höhere Preise ohne Gefahren für die Welternährung gesehen wie in Kapitel 2.7 näher ausgeführt wird.

Dass der globale Nahrungsmittelbedarf auch künftig und stetig steigen wird, ist hingegen unumstritten. Die Höhe des erwarteten Bedarfs schwankt allerdings, je nach Einschätzung zur künftigen Bevölkerungsentwicklung – dem weitaus wichtigsten Faktor für den Nahrungsmittelverbrauch, neben der Einkommensentwicklung und dem damit einhergehenden veränderten Ernährungsmuster – erheblich. Zwischen acht und elf Milliarden Menschen könnte die Weltbevölkerung 2050 nach Schätzungen der UN betragen. Für 2100 liegen die Prognosen bei sechs und 15 Milliarden Bewohnern (UN, 2011). Unterschiedliche Annahmen für die Entwicklung der Geburtenraten, vor allem in den Entwicklungs- und Schwellenländern, führen zu diesen stark unterschiedlichen Einschätzungen (UN, 2009). Jüngste Untersuchungen deuten darauf hin, dass in diesen Ländern mit ihrem raschen Einkommensanstieg und dem zügigen Aufbau von Sozialsystemen ein deutlich stärkerer und früherer Geburtenrückgang verbunden ist als bisher angenommen (Economist, 2009). Bedingt hierdurch, wird bereits eine früher einsetzende rückläufige Bevölkerungsentwicklung prognostiziert, wodurch sich auch die Versorgungslage mit Nahrungsmitteln nachhaltig entspannen dürfte. Auch was die Ernährungsmuster anbetrifft, so haben die bevölkerungsstarken Schwellenländer bereits heute vielfach ein Einkommensniveau erreicht (Economist, 2009), bei dem sich ihre Ernährungsgewohnheiten soweit den Industrieländern angenähert haben, dass daraus kein wesentlicher zusätzlicher Impuls der Nahrungsmittelnachfrage erwartet wird. Zudem zeigt sich, dass in traditionell-kulturell geprägten Gesellschaften, wie z. B. Indien, die Essgewohnheiten sehr stabil sind und der Übergang zur fleisch- und milchorientierten Ernährung gar nicht oder nur zögerlich und in geringem Umfang erfolgt. Für die Agrar- und Nahrungsmittelpreise könnte dies bedeuten, dass sie künftig bei einem anhaltenden Produktionsfortschritt wieder dem Langfristtrend real sinkender Preise folgen (Prebisch-Singer, 1950).

Die jüngsten Entwicklungen und Analysen des IFPRI (Nelson et al., 2010) und der OECD/FAO (2010) zu den künftigen Entwicklungen der Preise für Agrarerzeugnisse und Nahrungsmittel lassen dies jedoch nicht erkennen, vielmehr sehen sie eher zusätzliche Gefahren bei der Versorgungssicherheit und Preisentwicklung durch die regional und global nur schwer abschätzbaren Wirkungen der erwarteten Klimaveränderungen wie auch der fortgesetzten Ausweitung der Bioenergiepolitiken, wie im Folgenden erläutert wird.

2.5 Einfluss der Bioenergiepolitik auf die Nahrungsmittelmärkte

Die derzeitige Ausgestaltung der Bioenergiepolitik bindet auf Produktebene teils erhebliche Mengen an Agrarrohmaterial für die Biokraftstoff- und die Bioenergieerzeugung. Der derzeitige globale Flächenbedarf für Ethanol wird auf bis zu 6 % der Getreidefläche oder knapp 8 % (0,15 zu 1,79 Mrd. t) der Weltgetreideernte geschätzt (FO.Licht, 2011; IEA, 2006; IGC, 2010; Searchinger et al., 2008). Mit einem Produktionsanteil von über 10 % bei pflanzlichen Ölen liegt Biodiesel noch darüber (Pfuderer et al., 2010; Zeddies, 2008). Je nach Ausgangsmaterial beansprucht die Biodieselherstellung zwischen 5 (Palmöl) und 26 % (Rapsöl) der globalen

Erzeugung an pflanzlichen Ölen (FO.Licht, 2011). Über den künftigen langfristigen Bedarf an Agrarrohstoffen für die Bioenergie und Biokraftstoffe bestehen Unsicherheiten, doch wird mit einer Abschwächung der Zuwachsraten gerechnet (FO.Licht, 2011). Die unsichere künftige politische Ausgestaltung der Rahmenbedingungen zur Bioenergie nach dem Auslaufen der bisher geltenden Regelungen sorgt für die sehr unterschiedlichen Einschätzungen. Noch 2006 ging die IEA in ihren Langfristprognosen unter der Annahme eines signifikanten Anstiegs des Anteils von Biokraftstoffen der zweiten Generation und der damit einhergehenden höheren Flächenproduktivität von einem rückläufigen Flächenbedarf auf nur noch 2,5 - 3,8 % der globalen Ackerfläche aus (IEA, 2006). Dies entspräche in etwa der Ackerfläche von Spanien und Frankreich. Derzeit besteht in weiten Teilen der Welt eine administrative Beimischungsverpflichtung unterschiedlicher Ausgestaltung. Sie sorgt für eine unelastische Nachfrage nach stärke- bzw. zuckerhaltigen Ausgangsmaterial wie Getreide (USA, EU) und Zuckerrohr (Brasilien) für Bioethanol sowie pflanzlichen Ölen (vorwiegend Raps, Palmöl und Soja in EU, Asien und Südamerika) für Biodiesel, bis zum Erreichen der mandatierten Mengen bzw. Anteile (DEFRA, 2010). Die Aussicht, dass zumindest bis 2020 weiterhin ein erhebliches Nachfragepotential besteht, ist wahrscheinlich. Schätzungen auf Grundlage der Biokraftstoffzielgrößen, die in einer Vielzahl von Ländern zwischen 5 und 10 % liegen (vgl. Tabelle 1), gehen von einem künftigen Bedarf zwischen fünf und 10 % der jeweiligen globalen Ernten aus (EU, 2007; Pfuderer et al., 2010). 2007 lag der Biokraftstoffanteil am Gesamtkraftstoffverbrauch weltweit bei 1,8 % (OECD, 2008).

In der jüngsten Prognose erwartet die IEA (2011) bei einem Zeithorizont bis 2050 eine Ausdehnung der Anbaufläche von derzeit 30 Mio. ha auf 100 Mio. ha. Ausgehend von derzeit rund 2 % kann dann bis dahin 27 % des globalen Kraftstoffbedarfes mit Biokraftstoffen gedeckt werden. Prozentual geht die IEA dann allerdings von einem Anbauflächenbedarf für Biokraftstoffe von heute 2 % auf 6 % der Ackerfläche aus (IEA, 2011).

Die Mehrzahl der internationalen Forschungseinrichtungen (USDA, FAPRI, IFRI, OECD, FAO) geht in ihren Projektionen auch von einem Fortbestand oder sogar eine Forcierung der Biokraftstoff- und Bioenergiepolitik aus und rechnen daher mit einem wachsenden Bedarf an agrarischen Rohstoffen und weiter ansteigenden Agrarrohstoffpreisen. Ob überhaupt und ab wann die Nahrungsmittelpreise daher dem langjährigen rückläufigen Preistrend zurückliegenden Jahre (bis zur Jahrtausendwende) folgen können, ist schwer abzuschätzen. Dies hängt im Wesentlichen von drei Faktoren ab: nachfrageseitig von der bereits beschriebenen Bevölkerungs- und Einkommensentwicklung, sowie dem Agrarrohstoffbedarf für die Bioenergie und angebotsseitig vom Produktivitätsfortschritt einschließlich der Möglichkeiten einer Intensivierung der Produktion sowie der Möglichkeiten der Ausweitung der Anbaufläche.

Einen Überblick über die angestrebten bzw. verpflichtenden Beimischungsmengen und -ziele gibt die folgende Tabelle. Die Beimischungsanteile sollen langfristig bis zu 25 % erreichen und damit einen erheblichen und ambitionierten Anteil der fossilen Treibstoffe ersetzen.

Tabelle 1: Biokraftstoffbeimischungsziele und -verpflichtungen

Land / Region	Aktuelles Mandat / Ziel	Künftiges Mandat / Ziel	Aktueller Status Mandat = M Ziel = Z
Argentinien	E5, B7	E5	M
Australien: New South Wales (NSW), Queensland (QL)	NSW: E4, B2 350 Mio. l	NSW: E6 (2011), B5 (2012); QL: E5 (bis Herbst 2011)	M
Bolivien	E10, B2,5	B20 (2015), E25 bis 2015	Z
Brasilien	E20-25, B5	E20, B5	M
Kanada	E5 (up to E8,5 in 4 Provinzen B2-B3 (in 3 Provinzen))	E5, B2 (national) (2012)	M
Chile	E5, B5	n.v.	Z
China (9 Provinzen)	E10 (9 Provinzen)	E20 (2020)	M
Kolumbien	E10, B10 in großen Städten	B20 (2012)	M
Costa Rica	E7, B20	n.v.	M
Dominikanische Republik	n.v.	E15, B2 (2015)	n.v.
Europäische Union	5,75% Biokraftsstoffe*	10 % Erneuerbare Energien im Transportsektor**	Z
Indien	E5	E20, B20 (2017)	M
Indonesien	E3, B2.5	E5, B5 (2015); E15, B20 (2025)	M
Jamaika	E10	Erneuerbare Energien im Transportsektor 11 % (2012); 12,5 %; 20 % (2030)	M
Japan	500 Mio.l/Jahr (Öläquivalent)	800 Mio.l/a (2018)	Z
Kenia	E10 (in Kisumu)	n.v.	M
Kolumbien	E10, B10	B20 (2012)	M
Korea	B2	B2,5 (2011); B3 (2012)	M
Malaysien	B5	n.v.	M
Mexiko	E2 (in Guadalajara)	E2 (in Monterrey and Mexiko City; 2012)	M
Mosambik	n.v.	E10, B5 (2015)	n.v.
Neuseeland	n.v.	3,4 % Erneuerbare Energien im Transportsektor**	
Norwegen	3,5 % Biokraftsstoffe	5 % vorgeschlagen für 2011; möglicherw. Anpassung an EU-Mandate	M
Nigeria	E10	n.v.	Z
Pakistan	E10	E10	M
Paraguay	E24, B1	n.v.	M
Peru	E7,8, B2	B5 (2011)	M
Philippinen	E5, B2	B5 (2011), E10 (Feb.2012)	M
Südafrika	n.v.	2 % (2013)	n.v.
Taiwan	B2, E3	n.v.	M
Thailand	B3	3 Mio.l/Tag Ethanol, B5 (2011), B&E20 (2012) 9 Mio.l/Tag Ethanol (2017)	M
Uruguay	B2	E5 (2015), B5 (2012)	M
USA	48 Mrd.l/Jahr, wovon 0,02 Mrd.l Zellulose-Ethanol	136 Mrd.l/Jahr, wovon 60 Mrd.l Zellulose-Ethanol (2022)	M
Venezuela	E10	E10	Z
Vietnam	n.v.	50 Mio.l Biodiesel, 500 Mio.l Ethanol (2020)	n.v.
Sambia	n.v.	E5, B10 (2011)	n.v.

B= Biodiesel (B2= 2 % Biodiesel Anteil); E=Ethanol (E2=2% Ethanol Anteil)

* Aktuell hat jedes Land individuell unterschiedliche Ziele und Mandate

** Biokraftstoffe auf Basis von Zellulose, Biomasseabfall und Reststoffen zählen doppelt und Strom aus Erneuerbaren Ressourcen zählt 2,5-fach

Quelle: IEA Analyse basierend auf Angaben der Regierungen. Siehe auch :<http://renewables.iea.org> und http://www.bioenergywiki.net/Renewable_fuel_targets

Der Umfang der Effekte der Biokraftstoffpolitik auf die Agrar- und Nahrungsmittelpreise wird sehr widersprüchlich eingeschätzt. Pfluderer (2010) zitiert verschiedene Untersuchungen, die die Preisbewegungen 2007/2008 analysieren und gibt eine Spannbreite der Preiseffekte der Biokraftstoffpolitik von 12 % bis 70 % an. Unterschiedliche methodische Ansätze, die die Preiseffekte direkt schätzen oder die nicht direkt erklärbaren Effekte der Restgröße Bioenergiepolitik zuordnen, erklären die erheblichen Unterschiede in den Einschätzungen. Bickert (2010) hält aktuell Preise von unter 100 €/t, bei einem Preis von ca. 200 €/t bei Fertigstellung der Studie, für Getreide ohne Einfluss der Biokraftstoffpolitik für adäquat. Die Hoffnung, dass sich künftig die Konkurrenz um Agrarerzeugnisse zwischen „Teller und Tank“ nachhaltig entspannt, liegt vor allem in der Erwartung auf Fortschritte bei der Herstellung von Biokraftstoffen der zweiten und dritten Generation begründet. Hierbei kommen vermehrt Reststoffe oder spezielle Energiepflanzen mit einer günstigeren Flächenausbeute wie auch in der Meeresaquakultur erzeugte Ausgangsstoffe zur Verwendung, so dass wieder Flächen für die Nahrungsmittelerzeugung frei werden könnten. Noch sind diese Verfahren aber weit von der Marktreife entfernt. Das Potential wird allerdings als sehr hoch eingeschätzt. Marktwirksame Mengen werden aber kaum vor 2020 erwartet (Eisentraut, 2010; IEA, 2008). Dem Thema „Teller oder Tank“ wird wegen seiner Bedeutung ein eigenes Kapitel (8) gewidmet.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Biokraftstoffpolitik in ihrer derzeitigen Form einen signifikanten Einfluss auf jene Agrarmärkte hatte, die Ausgangsmaterial für die Biokraftstoffherstellung bereitstellen. Nebeneffekte auf andere Nahrungsmittelmärkte sind durch die Konkurrenz um den knappen Faktor Boden wahrscheinlich, doch in ihrer Höhe und Umfang gegenüber anderen Effekten (Bevölkerung, wirtschaftliche Entwicklung) eher vernachlässigbar. Zu einer sich selbsttragenden Entwicklung haben sich Biokraftstoffmärkte bisher nicht entwickelt. Der Umfang des Marktangebotes als auch der Nachfrage an Biokraftstoffen ist nach wie vor eng an die Beimischungsziele und -verpflichtungen gebunden. Ohne dieses ist derzeit eine Biokraftstoffherstellung nicht nachhaltig aufrecht zu erhalten. Es wird für die nächsten zwei Dekaden ein weiter wachsender Bedarf an Agrarfläche und auch an Agrarrohstoffen für deren Herstellung erwartet. Erst ab 2020 mit der allmählichen Marktdurchdringung von Kraftstoffen der zweiten und dritten Generation wird eine Entlastung auf der Nachfrageseite nach Agrarrohmaterial, das in Konkurrenz zur Nahrungsmittelerzeugung steht, erwartet. Dies setzt jedoch drei Entwicklungen voraus: hohe Ölpreise, die die Wettbewerbsfähigkeit von Kraftstoffen der zweiten und dritten Generation verbessern, ein geringer Kostenanstieg bei der Biokraftstoffherstellung resp. niedrige Bezugskosten für die Ausgangsstoffe und erhebliche technische Fortschritte bei dem Übergang zur Herstellung von Biokraftstoffen der zweiten und dritten Generation (IEA, 2011).

3 Energie in der Landwirtschaft

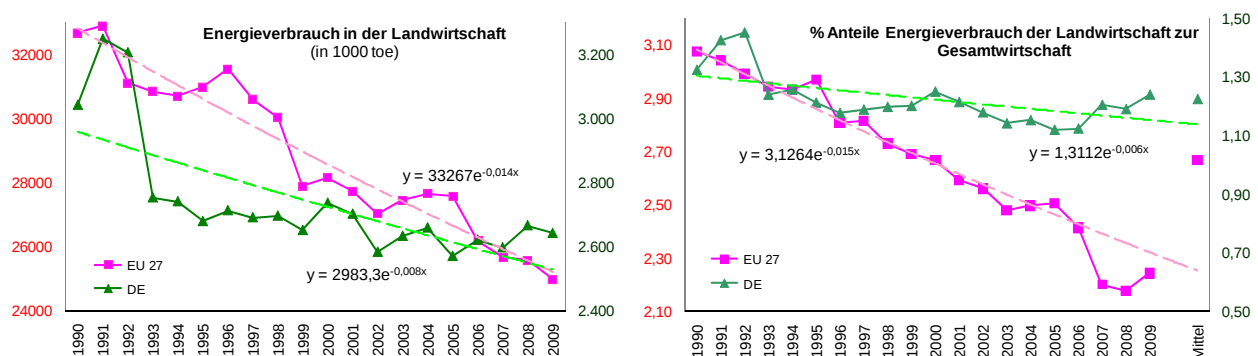
3.1 Energieverbrauch

Die (deutsche) Landwirtschaft ist im Vergleich zur Gesamtwirtschaft ein energieintensiver Wirtschaftszweig und so von steigenden Energiepreisen überdurchschnittlich stark betroffen. Einem 1,3 %igen Energieverbrauch steht ein Anteil am Bruttoinlandsproduktanteil von 1 % gegenüber. Ähnlich sind die Verhältnisse auch in der EU-Landwirtschaft.

Im Zeitablauf verringerte sich der Energiebedarf in der deutschen Agrarwirtschaft um durchschnittlich rund 0,5 % pro Jahr, und damit schwächer als in der EU-27 mit 1,4 % pro Jahr, wie Abb. 6 (linke Abbildung) veranschaulicht.

Im Vergleich des Verlaufs des Energieverbrauchs der Landwirtschaft zur Gesamtwirtschaft vermochte die Landwirtschaft der EU-27 (-1,5 % p. a.) ebenfalls einen rascheren Pfad einzuschlagen, was jedoch nicht weiter überrascht, da die EU-27 von einem deutlich höheren Energieverbrauch startete. Ihre Anteile am Gesamtenergieverbrauch sanken jeweils etwa in gleichem Umfang von rund 30 % innerhalb von zwei Jahrzehnten (AGEB, 2010; BMWI, 2010; EUROSTAT).

Abb. 6: Energieverbrauch in der Landwirtschaft Deutschlands und der EU (1990 – 2009)

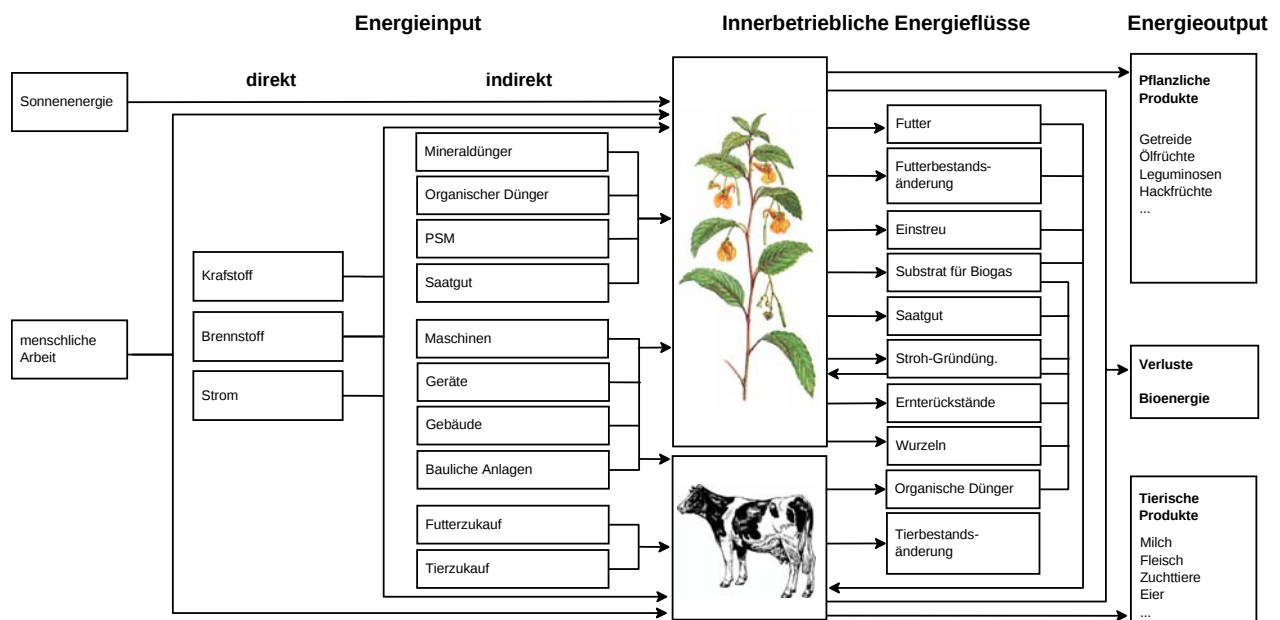


Quelle: EUROSTAT - Datenbank (code nrg_100a), eigene Berechnungen

Betrachtet man den Energieverbrauch der deutschen Landwirtschaft in der obigen linken Abbildung so wird ein klar abwärts gerichteter Trend im Zeitablauf sichtbar. Bei genauerer Betrachtung fällt jedoch auf, dass der Energieverbrauch von 2005 wieder leicht ansteigt, und dies trotz steigender Mineralöl- und Energiepreise. Dies überrascht zunächst, legt aber den Schluss nahe, dass die positive Produktpreisentwicklung trotz der extrem gestiegener Energiepreise genug Anreize bot, den Energieeinsatz bzw. die Energieintensität in der Produktion zu erhöhen. Die höheren Erlöse bzw. Erlöserwartungen schienen die Entscheidungen zur Intensivierung der Produktion stärker zu beeinflussen als die höheren Energiepreise. Anreize boten die Intensität der Erzeugung zu verringern, wie in einem späteren Kapitel noch genauer ausgeführt wird.

Bei der Vielzahl landwirtschaftlicher Produktionsverfahren kommen unterschiedliche Energieträger wie Öl, Kraftstoffe, Gas und Strom in unterschiedlicher Zusammensetzung zum Einsatz. Üblicherweise wird zwischen direkten und indirekten Energien unterschieden. Als direkter Energieverbrauch werden unmittelbar in der Erzeugung eingesetzte Energieträger bezeichnet. Als indirekt werden die Energien definiert, die zur Erzeugung und Bereitstellung von Vorleistungen im landwirtschaftlichen Produktionsprozess benötigt werden. Folgende Abbildung veranschaulicht diese teils sehr komplexen Zusammenhänge anhand der Energieflüsse im landwirtschaftlichen Betrieb einschließlich der innerbetrieblichen Energietransfers. Als Energierucksack oder Energiefussabdruck (foot print) im Rahmen einer Gesamtbilanz (auch LCA oder Ökobilanz) wird die Summe sämtlicher Energieinputs eines Produktes, einschließlich der Vorleistungen bezeichnet. Bei Fragen zur Ernährung schließt dies auch den Energieverbrauch bei der Zubereitung und Entsorgung der Nahrungsmittel sowie die verwendete investive Güter (Transportmittel, Geräte im Haushalt) mit ein.

Abb. 7: Energieflüsse eines Landwirtschaftsbetriebs



Quelle: Hülsbergen, 2009

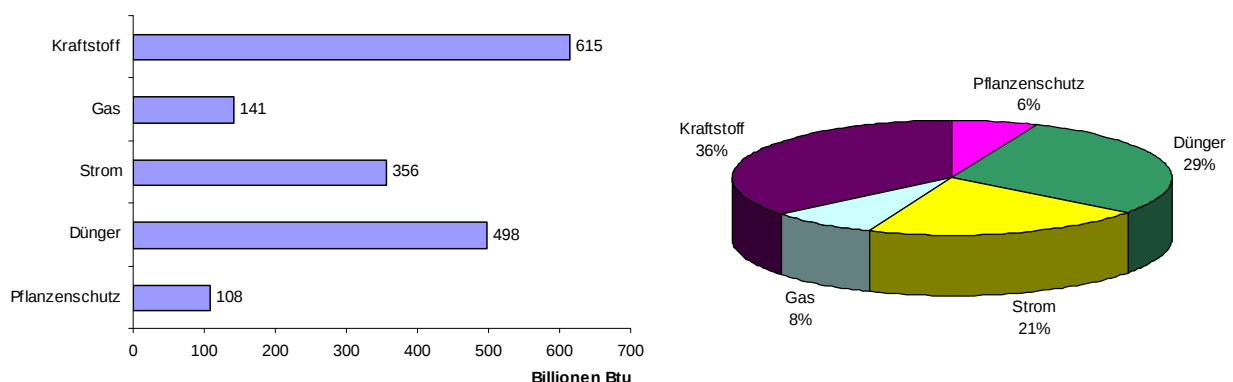
Die Graphik macht deutlich, dass die Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs und die Zuordnung zu den erzeugten Endprodukten (Ökobilanz) insbesondere bei mehrstufigen Produktionsprozessen mit der Nutzung einer Vielzahl von Betriebsmitteln verschiedener Herkunft und bei der zusätzlichen Erzeugung von Koppelprodukten nicht immer ganz leicht und teils durchaus problematisch ist. So muss z. B. in der Milchwirtschaft im ersten Schritt der direkte Energieverbrauch für Strom, Kraftstoffe etc. und der indirekte Energieaufwand für die innerbetriebliche Futtererzeugung, die zugekauften Futtermittel und anderer Vorleistungen, sowie die Aufzucht und Haltung der Tiere quantifiziert werden. In einem zweiten Schritt erfolgt dann die Zuordnung des Verbrauchs an Energie zu den erzeugten Produkten Milch, Fleisch und Nachzucht. Gleichzeitig findet der anfallende organische Dünger wiederum im Produktionsprozess Anwendung und muss ebenfalls in die Bilanz einfließen.

Die aus der Abbildung erkennbare und beschriebene Komplexität und Vielfalt der interaktiven landwirtschaftlichen Produktionsprozesse lässt reichlich Spielraum bei der Zuordnung und Abgrenzung von Energieinputs und erklärt die große Bandbreite der Ergebnisse zu nahrungskettenorientierten Untersuchungen zum Energieverbrauch (Ökobilanzen) in der Literatur. Daraus wird auch die Notwendigkeit weitergehenden Forschungsbedarfs zur Entwicklung vergleichbarer methodischer Ansätze verständlich.

Zu den direkten Energien zählt Diesel, Benzin und Gas. Diese werden vorwiegend im Ackerbau, Grünland und der Tierhaltung für den Anbau, die Ernte, Trocknung und Transport benötigt. Strom, der ebenfalls als direkte Energie klassifiziert wird, findet vorwiegend Verwendung in der Bewässerung bei den Ackerkulturen sowie bei der Klimatisierung der Ställe und der Fütterung in der Tierhaltung. Zu den indirekten Formen der Energie zählen alle Betriebsmittel, die außerhalb der landwirtschaftlichen Betriebe mit Energieaufwand produziert und für den Betriebsablauf bereitgestellt werden, wie z. B. Mineraldünger und Pflanzenschutzmittel. Der indirekte Energieaufwand im Anlagevermögen, wie z. B. der Erstellung von Gebäuden und industrielle Herstellung von Maschinen, hingegen bleibt in der Regel bei Ökobilanzen wegen ihrer marginalen energetischen Bedeutung im Vergleich zu den oben genannten Betriebsmitteln unberücksichtigt. Auf Produktbasis liegt ihr energetischer Anteil nach Schätzungen nur bei rund 2 % (Liska et al., 2009).

Miranowski (2005) bewertet den Bedarf einzelner energierelevanter Betriebsinputs auf rein energetischer Basis in Btu (British thermal units) im landwirtschaftlichen Betrieb in den USA. Hierdurch ist es möglich, unabhängig von den Energiepreisrelationen der einzelnen Energieträger, die Hauptverbrauchsquellen zu identifizieren und deren Bedeutung zu quantifizieren. Danach ist der direkte Energieverbrauch über Kraftstoff und Strom, wie Abb. 8 zeigt, in etwa doppelt so hoch, wie für Dünger und Pflanzenschutz. Für Deutschland liegen nur ältere Ergebnisse vor (Statistisches Bundesamt 1987, nach Boxberg et. al., 2002), die jedoch nicht wesentlich von den neueren amerikanischen Untersuchungen abweichen.

Abb. 8: Energieverbrauch in der Landwirtschaft der USA 2002 (linke Graphik) und Deutschlands



Quelle: Miranowski (2005)

DESTATIS, nach Boxberg et al., 2002

Ogleich die moderate Energiepreisentwicklung in den letzten Dekaden bis 2006 in Deutschland und den USA relativ geringe Anreize bot, den Energieeinsatz zu reduzieren, sank der direkte sowie der indirekte Energieverbrauch der Landwirtschaft jährlich um ca. 1 % (verglei-

che auch Abb. 6). Der Trend zu größeren Maschinen, einer reduzierten und energiesparenden Bodenbearbeitung, energieeffizientere Verfahren in der Tierhaltung sowie im Düngungsmanagement über eine stärker bedarfsorientierte Applikation werden als Hauptgründe für den Rückgang im Energieverbrauch angeführt (DESTATIS, 2011; Mari and Cangying, 2007; Miranowski, 2005). Nach Miranowski (2005) waren die Energieeinsparungen beim indirekten Energieverbrauch hierbei geringfügig höher als bei der direkten Energie. Insgesamt münden die ergriffenen Energiesparmaßnahmen für die USA innerhalb von 30 Jahren in einer Minderung von 30 % des direkten und 38 % des indirekten Energieverbrauches (Miranowski, 2005).

Aber auch in den vorgelagerten energieintensiven Bereichen der Dünge- und Pflanzenschutzmittelherstellung wurden Einsparpotentiale genutzt. Immerhin verbraucht die Düngermittelindustrie 1,2 % des globalen Energieverbrauchs, wobei der Großteil auf den Stickstoffdünger entfällt (IFA, 2009). Bei dessen Herstellung machen die Energiekosten 70-90 % an den Gesamtkosten aus, Anreiz genug die Effizienz zu steigern. So konnte der Energieaufwand im Verlauf der letzten Dekaden um bis zu 30 % gesenkt werden (Bhat et al., 1994, The Fertilizer Institute, 2004; IFA, 2009). Das Einsparpotential bei der Pflanzenschutzmittelherstellung hingegen ist sehr beschränkt, da insgesamt nur ca. 2-3 % der Herstellungskosten auf Energie entfallen. Die Kosten für Forschung und Entwicklung stehen dort im Vordergrund (DOANE, 2008).

3.2 Energiekosten und Entwicklung der Wettbewerbsfähigkeit zwischen Deutschland und den USA

Aus dem energetischen Verbrauch in der Landwirtschaft lassen sich wegen unterschiedlicher Preise der Energieträger noch keine Schlussfolgerungen der Kostenbelastung bei steigenden Energiepreisen für die Landwirte ableiten. Energie aus Kohle ist vergleichsweise günstig, wohingegen Energie in Form von Rohöl und deren Nachprodukte die teuerste Energiequelle ist (BP, 2010).

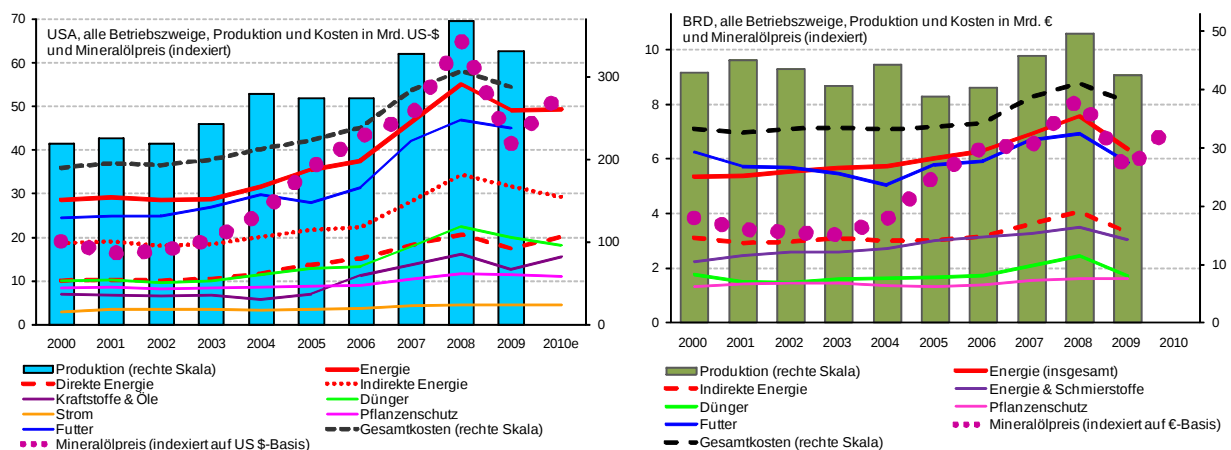
Die umfangreichsten und detailliertesten Erhebungen zur Kostenstruktur landwirtschaftlicher Unternehmen mit dem Focus auf Energie liegen für die USA vor (USDA (ERS und NASS), 2011). Im Folgenden werden diese Daten mit deutschen, weniger umfangreichen, Erhebungen verglichen (BMELV, Statistisches Jahrbuch für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 2011 und DESTATIS, 2011 verschiedene Fachserien). Bei der Interpretation der Ergebnisse ist Vorsicht geboten, da sowohl die Methodik der Datenerhebung als auch die Analyse der Daten zwischen den USA und Deutschland in Teilen mehr oder weniger voneinander abweichen³.

³ Die eingeschränkte Vergleichbarkeit erklärt sich auch aus den auf unterschiedlichen Quellen basierenden Informationen. Teils beruhen sie auf der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung, teils auf Zensusdaten. Gleichwohl können sie einen tieferen Einblick in die Tendenzen und wirtschaftlichen Entwicklungen der Landwirtschaft in den USA und Deutschland geben.

Gleichwohl lassen die folgenden Ausführungen eine genauere Einschätzung der Belastungen der Landwirte durch steigende Energiepreise zu. Zusätzlich zeigt die Analyse, dass die Entwicklung der Energie- und Produktpreise zwischen 2000 und 2009 zu einer beachtenswerten Einkommensentwicklung und deutlichen Veränderungen in der Wettbewerbsfähigkeit zwischen den beiden Ländern geführt hat.

Weder die Landwirte in den USA noch in Deutschland konnten sich dem Anstieg der Energiepreise im Verlauf der Jahre 2000 bis 2008 vollständig entziehen. Die Ausgaben für Energie stiegen kontinuierlich an. Allerdings war der Ausgaben- wie auch der Preisanstieg für die energierelevanten Betriebsmittel, in Form der direkten sowie der indirekten Energien deutlich geringer als der Anstieg der Mineralölnotierungen selbst. Weiterhin gibt es Unterschiede in der Preis- und Kostenentwicklung zwischen den beiden Ländern. So vervierfachte sich der durchschnittliche Mineralölpreis in den USA von 2001 auf 2008 nach Angaben der World Bank, während die sich die Energieausgaben der US-Landwirte nur in etwa von 28 Mrd. US-\$ auf 55 Mrd. US-\$ verdoppelten, wie Abb. 9 zeigt.

Abb. 9: Energiekosten- und Ertragsstruktur landwirtschaftlicher Unternehmen in den USA und Deutschland, 2000-2010⁴



Quelle: USDA ERS (Agricultural Income and Finance Situation Outlook) und NASS (Farm Production Expenditure)

<http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewTaxonomy.do;jsessionid=F232984B3DAC7714E82DFA13B55F66AC?taxonomyID=4>, BMELV, Statistisches Jahrbuch für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, World Bank (pink sheets), eigene Berechnungen

Deutsche Landwirte litten zwar auch unter dem Anstieg der Mineralölpreise, verspürten die Energiepreisentwicklungen im Vergleich zur USA jedoch in abgeschwächter Form, wie aus

Im Folgenden wird der Terminus „expenditure“ und „expenses“ aus den Statistiken des USDA mit den deutschen Begriffen Kosten, Ausgaben und Aufwand gleichgesetzt, um die Lesbarkeit zu erleichtern. Für „value of production“ dient als Vergleichswert der Produktionswert zu Herstellungspreisen der Angaben des deutschen Statistischen Jahrbuchs der Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

Als Energieausgaben werden die Ausgaben für die Betriebsmittel Kraft- und Schmierstoffe, Heizstoffe, Dünger und Pflanzenschutzmittel bezeichnet, ohne den reinen Energiekostenanteil der Betriebsmittel selbst zu berechnen.

⁴ In den Abbildungen wurde bei den indirekten Energiekosten Pflanzenschutzmittel, wie in den USA üblich, mit einbezogen, obgleich der Energieaufwand bei der Herstellung im Vergleich zu Dünger ungleich geringer ist.

Abb. 9 ersichtlich wird. Der Ölpreis auf Eurobasis verdoppelte sich in etwa, während die Energieausgaben, direkten und indirekten, in der Landwirtschaft vergleichsweise moderat um ca. 50 % von 5,3 auf 7,5 Mrd. € anstiegen. Hauptsächlich mitverantwortlich für die günstigere Entwicklung der Ausgaben für Energie für deutsche Landwirte war die Wechselkursentwicklungen zwischen US-\$ und € in den letzten Jahren. Stieg der Ölpreis, so verlor die US-Währung in der Regel an Wert, und vice versa. Hierdurch verbilligten sich Importe auf Dollarbasis, wie auch Rohöl, für Deutschland erheblich. Während sich der Dollarölpreis, wie bereits erwähnt, vervierfachte, stieg der Ölpreis auf Eurobasis nur auf das 2,5-fache an, da der Dollar fast die Hälfte an Wert verlor (EZB, 2011, siehe auch Abbildungen im Anhang). Der Verlauf der in Dollar (linke Graphik) und Euro (rechte Graphik aus Abb. 9) indexierten Mineralölpreise veranschaulichen diesen Zusammenhang. Danach stiegen die Preisnotierungen für Mineralöl in Euro deutlich verhaltener als auf Dollarbasis und führten so auch zu einem geringeren Energiekostenanstieg auf der Ausgabenseite für die deutsche Landwirtschaft.

Da sich zeitgleich die Produktpreise und in Folge auch die Erlöse der Landwirte für die produzierten Agrarerzeugnisse bis 2008 ähnlich rasant wie die Energiepreise nach oben bewegten, profitierten die landwirtschaftlichen Unternehmen in Form eines deutlichen Anstieg der Unternehmensgewinne. So musste die US-Landwirtschaft zwar von 2000 bis 2008 90 % mehr für Energie ausgeben, gleichzeitig lag der Produktionswert aber auch um 68 % höher. Im Vergleich der Perioden 2000 - 2003 zu 2006 - 2009 konnten hierdurch die Gewinne der US-Landwirtschaft erheblich um insgesamt 73 % zulegen (USDA (ERS), 2011). Ähnlich positiv war auch die Entwicklung für die deutschen Landwirte. Die entsprechenden Werte lauten: +40 % bei den Energiekosten, +16 % bei den Produktionserlöse und +36 % beim Unternehmensgewinn (BMELV, 2011).

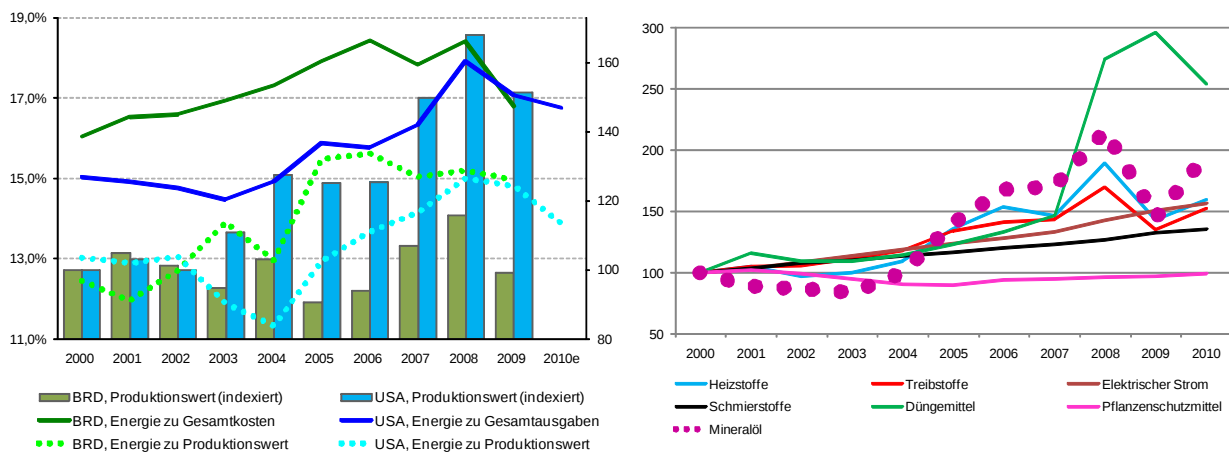
Ein Vergleich des Verlaufs der Graphiken (vgl. Abb. 10 linke Graphik) zeigt auch, dass sowohl das Risiko in Form starker Schwankungen der Kosten und Erlöse (Produktionswert) zwischen den Jahren wie auch die Entwicklung im Zeitablauf in den USA deutlich dynamischer waren als in Deutschland. Mitverantwortlich dafür ist die bereits erwähnte, seit Jahren zu beobachtende, Gegenbewegung zwischen dem Dollar/Eurowechsellkurs und den Preisen für wichtige (Agrar)Rohstoffe und Energie, sowie die im Langfristtrend stetige Abwertung des Dollars gegenüber dem Euro. Dies führte dazu, dass sich wichtige Importe wie Dünger zwar kontinuierlich „verbilligten“ aber auch den Wert der Produktion auf Eurobasis in Deutschland weniger stark ansteigen ließ als in den USA. So wuchs Wert der Produktion im Beobachtungszeitraum 1990 – 2009 in den USA auf Dollarbasis um 68 %, in Deutschland auf Eurobasis jedoch nur um 40 %.

Um die Währungs- bzw. Wechselkurseffekte zu eliminieren und damit die Aussagefähigkeit und Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den beiden Ländern mit unterschiedlicher Währung zu erhöhen, bietet es sich an den Quotienten aus den Energieausgaben und den Gesamtausgaben oder den Energieausgaben und der Produktion zu bilden und dessen Entwicklung im Zeitablauf gegenüber zu stellen. So lassen sich Fragen beantworten wie: Hat die USA einen Wettbewerbsvorteil durch einen Kostenvorteil bei den energierelevanten Vorleistung bzw. Betriebsmitteln, wie oft behauptet wird? Entwickelten sich die anteiligen Energiekosten im Zeitablauf zwischen den Ländern unterschiedlich und könnte daraus ein Wettbewerbsvor-

teil entstehen? Oder kann eher von einer allgemein gleichgerichteten globalen Bewegung der Preise gesprochen werden, die alle Wirtschaftssubjekte gleich trifft? Können sich andere Betriebsmittel überhaupt der Energiepreisentwicklung entziehen? Oder haben sich alle Betriebsmittel gleichgerichtet verteuert. Und wie sieht es mit den Produktpreisen aus? Haben sich die monetären Erträge bzw. Produktpreise im Zeitablauf ähnlich wie die Kostenseite entwickelt, so dass es zu keiner Schlechterstellung der Betriebe kam? Oder war die Produktpreisentwicklung von den Energiepreisen entkoppelt? Dies würde bedeuten, dass allein aus der Energiepreisentwicklung noch keine valide Abschätzung der wirtschaftlichen Situation bei künftig weiter steigenden Energiepreisen abgeleitet werden kann. Hängt wirklich „alles“ am Öl, wie vielfach behauptet wird?

Legt man nun diesen von der Preisentwicklung und Wechselkursschwankungen bereinigten Koeffizienten, berechnet als Betriebsaufwand für Energie zum Gesamtaufwand oder Betriebsaufwand für Energie zum Produktionswert für eine vergleichende Bewertung zu Grunde, so unterscheidet sich dieser Indikator nur unwesentlich zwischen Deutschland und den USA (vergleiche Abb. 10 linke Graphik), so dass sich daraus kein Wettbewerbsvorteil einer Region ableiten lässt. Im Durchschnitt der letzten Dekade (2000 - 2009) lag der Anteil der Energie- an den Gesamtausgaben bei 17,3 % für Deutschland und bei 15,7 % für die USA. Noch geringer fällt der Unterschied für den aussagefähigeren Indikator der Energiekosten zum Produktionswert mit 14,0 % für Deutschland und 13,3 % für die USA aus.

Abb. 10: Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten und dem Produktionswert für die USA und Deutschland sowie der Preisindex ausgewählter Betriebsmittel für Deutschland



Quelle: USDA ERS (Agricultural Income and Finance Situation Outlook) und NASS (Farm Production Expenditure)

<http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewTaxonomy.do;jsessionid=F232984B3DAC7714E82DFA13B55F66AC?taxonomyID=4>, BMELV, Statistisches Jahrbuch für Ernährung, Landwirtschaft und Forste; DESTATIS; World Bank (pink sheets), verschiedene Jahrgänge, eigene Berechnungen

Anmerkung: linke Graphik: Produktionswerte rechte Skala, anteilige Energiekosten linke Skala; rechte Graphik: Betriebsmittelpreise in Deutschland, indexiert, Basis 2000 = 100

Die obigen Abbildungen machen auch deutlich, dass sich im Verlauf der Jahre 2000 bis 2009 keine eindeutig den Energiepreisen folgende Tendenz der Relationen erkennen lässt. Vielmehr erreichte der Anteil der Energiekosten am Produktionswert für Deutschland seinen höchsten

Wert in den Jahren 2005 und 2006 mit 15,6 % (linke Graphik). Also bereits vor der Energiehochpreisphase 2008 (rechte Graphik indexierter Mineralölpreis) als der Anstieg der Energiepreise noch vergleichsweise moderat war. Dies deutet darauf hin, dass die Produzenten von den steigenden Produktpreisen stärker profitieren konnten als sie unter den rasch steigenden Energiepreisen zu leiden hatten. Zudem wird hieraus deutlich, dass sich wegen der Produktpreiskomponente allein aus steigenden Energiepreisen keine wirtschaftliche Schlechterstellung der landwirtschaftlichen Betriebe ableiten lässt.

In dem Quotienten der Energie- zu den Gesamtkosten spiegelt sich der Einfluss steigender Energiepreise direkter und deutlicher wieder als in dem vorgenannten Indikator, da die Produktpreiseffekte eliminiert sind. Er ist aber weniger aussagefähig zur Beurteilung der wirtschaftlichen Lage der Betriebe, da die monetären Erträge unberücksichtigt bleiben. Dieser Energie/Gesamtkosten-Indikator erreichte für Deutschland 2006 bis 2008 mit 18 % seinen Höhepunkt, um 2009 mit den sinkenden Energiepreisen wieder unter 17 % zu fallen. Damit erreicht er bereits 2006 einen Höchstwert und spiegelt den Verlauf des Ölpreises nur unzureichend wieder. In den USA hingegen folgten die anteiligen Energieausgaben nahezu vollständig der lang anhaltenden steigenden Energiepreisbewegungen von 2003 bis 2008, um ebenso den Rückgang der Energiepreise 2009 nachzuvollziehen.

Die absoluten Ausgaben für Energie erreichten hingegen, wie bereits erwähnt, zeitgleich für beide Länder 2008 ihren Höhepunkt. Die energiebezogenen Gesamtausgaben stiegen erheblich von 5,3 auf 7,5 Mrd. € oder um ca. 50% für die deutsche Landwirtschaft und von 28,5 auf 55 Mrd. US-\$ oder um 100 % für die USA. Auf das Betriebsergebnis hatten die steigenden Energiekosten, wegen des geringen Anteils an den Gesamtkosten und dem überproportionalen Anstieg der Produktpreise, keine negativen Auswirkungen.

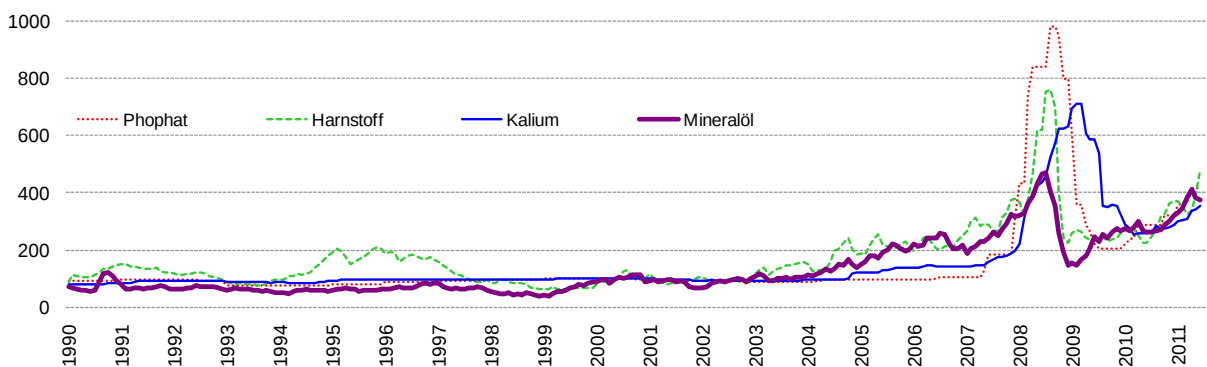
Etwas überraschend ist, dass sich die Indikatoren Energieausgaben zu den Gesamtausgaben wie Energieausgaben zur Produktion zwischen den Ländern im Zeitablauf auf 18 % bei den Gesamtausgaben bzw. 15 % beim Produktionswert angeglichen haben. Dies lässt sich als eine Besserstellung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Landwirtschaft gegenüber den USA im Zeitablauf deuten. Die kontinuierliche Abwertung des Dollar gegenüber dem Euro hat über einen relativ günstigen Energiebezug hierzu zweifelsohne einen entscheidenden Beitrag geleistet.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die gestiegenen Energiepreise und –ausgaben sowohl in den USA als auch in Deutschland keine negativen Auswirkungen auf das Betriebsergebnis hatten. Ursache hierfür ist, dass sich zum einen nur ein Teil der Energiepreisssteigerungen in den Betriebsmittelpreisen wiederfindet und dass zum anderen zeitgleich mit den Energiepreisen auch die Agrarproduktpreise und damit die Erlöse der Landwirte, jedoch überproportional stark, anstiegen. Die deutsche Landwirtschaft profitierte von der Abwertung des Dollars gegenüber dem Euro. Hierdurch verteuerten sich die Preise für energierelevante Betriebsinputs für deutsche Landwirte relativ weniger stark als für ihre Kollegen in den USA. Insgesamt verbesserte sich damit die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Landwirtschaft gegenüber den USA.

3.3 Preisentwicklung und Verbrauch energierelevanter Betriebsmittel

Die Frage, inwieweit sich die steigenden Energiepreise in den „Energiebetriebsmittelpreisen“ wiederfinden, kann aus den Ausgaben nicht unmittelbar abgeleitet werden, da in den Energieausgaben die Preiskomponente mit der Mengenkomponente multiplikativ verknüpft ist. Abb. 11 und Abb. 12 vergleicht daher die verschiedenen energierelevanten Betriebsmittelpreise direkt mit den Mineralölpreisen. Auffällig ist bei Betrachtung des Verlaufs der Preise, dass alle Düngemittelpreise besonders 2008 stärker als die Mineralölpreise ansteigen, wohingegen die Heiz- und Treibstoffe (vergleiche auch Abb. 10 rechte Graphik) zwar der Preisbewegung des Rohöles folgen, jedoch ist der Anstieg insgesamt geringer als bei Rohöl. Erst in jüngster Zeit, seit 2010, ist wieder eine nahezu parallele Preisbewegung zwischen den Mineralöl- und Düngemittelnotierungen erkennbar, wie Abb. 11 zeigt. Dies deutet auf eine Normalisierung der Markverhältnisse nach einer Phase überbordender Reaktionen auf den Düngemittelmärkten sowohl in Deutschland auch weltweit hin.

Abb. 11: Globale Preisentwicklung von Düngemitteln und Mineralöl
(indexiert, Basis 2000 = 100 in US-\$, nominal)

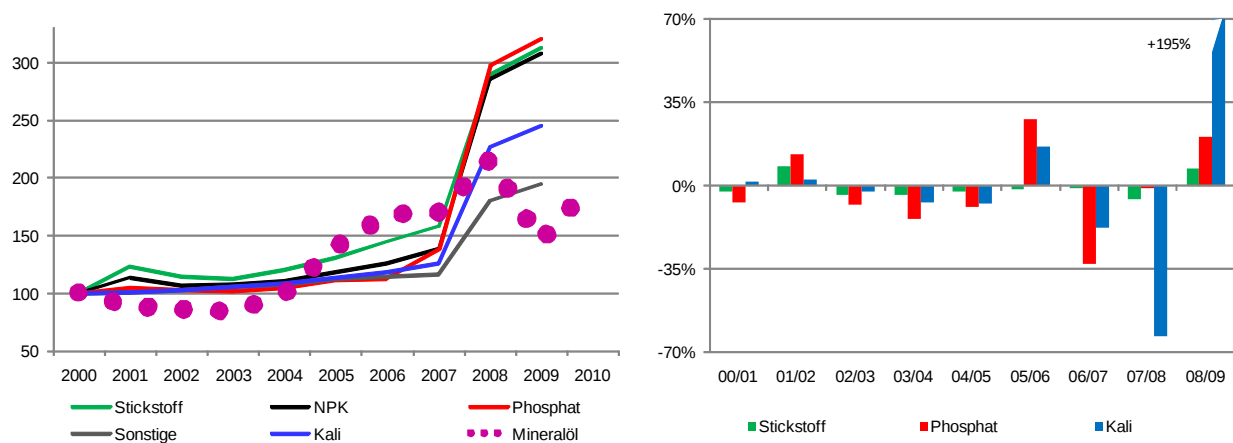


Quelle: World Bank (pink sheets), 2011; eigene Berechnungen, MUV deflationiert

Pflanzenschutzmittel und Schmierstoffe folgen hingegen ebenso wie Strom eher dem allgemeinen (Energie-)Preistrend. Der überproportionale Anstieg der Düngerpreise in Relation zum Ölpreis deutet darauf hin, dass die Preisbildung bei Dünger nicht allein produktionskostenseitig von der verteuerten Energie bestimmt war, sondern Knappheitseffekte an den Märkten einen wesentlichen Einfluss auf die Preise hatten. Dies ist bei Phosphatdünger besonders offensichtlich. Sein Preis hat sich trotz eines nur geringen Energieverbrauchs bei der Gewinnung auf Eurobasis in gleichem Umfang bzw. auf Dollarbasis deutlich stärker verteuert als der hoch energiebelastete Stickstoffdünger, wo bei einem 70 - 90 %igen Energiekostenanteil an den Produktionskosten ein dem Ölpreis vergleichbarer Preisanstieg durchaus plausibel erscheint.

Trotz der sehr stark gestiegenen Düngemittelpreise sind kaum direkte Anpassungen im Verbrauch während der Preisspitzen erkennbar. Vielmehr sank der Verbrauch an Mineraldünger von 1993 bis 2009, eher dem längerfristigen Trend folgend, zwischen 3 % bei Stickstoff und knapp 5 % p. a. bei Kali.

Abb. 12: Preisindex ausgewählter Düngemittel und Mineralöl, sowie jährlichen Änderungsraten im Verbrauch von Düngemitteln für Deutschland, 2000 - 2010



Quelle: DESTATIS, Fachserie 4 Reihe 8 und Fachserie 17, Reihe 1; BMELV, Statistisches Jahrbuch für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, World Bank (pink sheets), eigene Berechnungen und Darstellung

Anmerkungen: linke Graphik: Preisentwicklung Basis 2000 = 100, indexiert und auf Eurobasis

Auffällig sind aber die starken Schwankungen im Absatz von Phosphat- und ganz besonders bei Kalidünger von Jahr zu Jahr. Einem starken Verbrauchsrückgang von 2007/08 bei Kali von 50 % im Vergleich zum Vorjahr, folgte 2008/09 eine Rückkehr auf das vorherige Verbrauchsniveau. Überraschend ist dies umso mehr, da gerade Kali den geringsten Preisanstieg verbuchte (vergleiche Abb. 12). Ein Grund hierfür könnte die relativ ungünstige Gewinnentwicklung im Wirtschaftsjahr 2005/06 sein, die die weitgehend übliche, preisgünstigere vorjährige Kontraktierung verhinderte, so dass bei der Ausbringung zunächst und verstärkt auf die Dünger verzichtet wurde, die am wenigsten sensitiv auf den Ertrag wirken, wie Phosphor und vor allem Kali. Der Absatz von stärker und unmittelbar ertragswirksamem Stickstoffdünger hingegen, blieb im Verbrauch weitgehend unbeeinflusst und dies trotz einer Verdopplung der Preise für Stickstoffdünger.

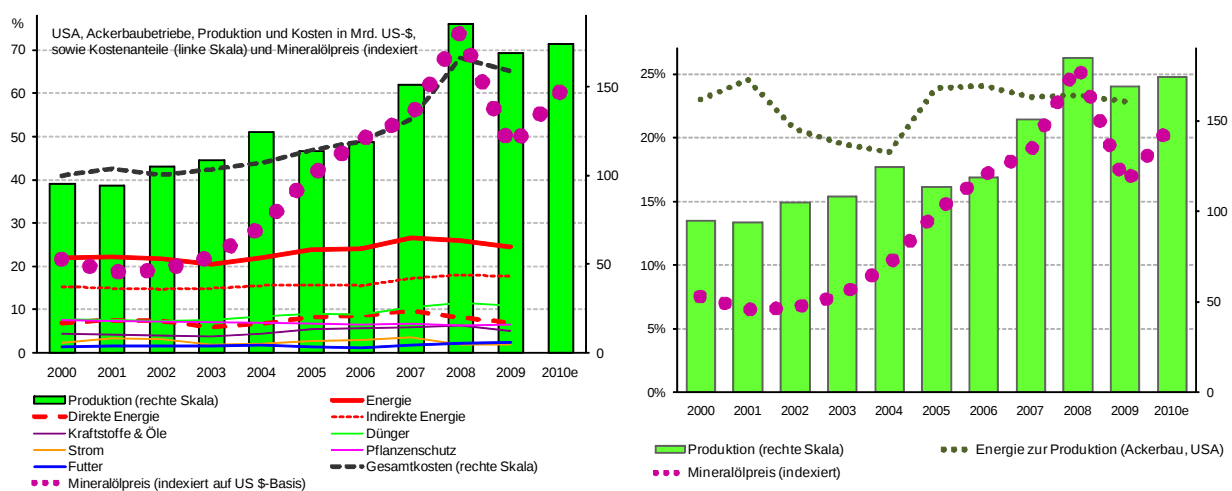
Als Fazit lässt sich sagen, dass der Preisanstieg bei Düngemitteln, besonders 2008, deutlich oberhalb der Bewegungen für Mineralöl lag. Die erhöhten Energiekosten bei der Herstellung rechtfertigen kaum die hohen Preise. Eine mögliche Erklärung für den Preisanstieg bei Dünger könnte die marktseitige, hohe globale Düngernachfrage mit Lieferengpässen in Folge hoher Preise für Agrarrohstoffe sein. Die Preisbewegungen bei Dünger hatten jedoch nur punktuelle Auswirkungen auf den Düngerabsatz in Deutschland.

3.4 Energie im Ackerbau

Innerhalb der verschiedenen landwirtschaftlichen Verfahren verspürt der Ackerbau wegen des hohen Anteils an energieintensiven Betriebsmitteln den Energiepreisanstieg am unmittelbarsten. Im Zeitraum 2000 - 2008 verdoppelten sich die Ausgaben für Energie der Ackerbaubetriebe der USA von etwas über 20 Mrd. US-\$ auf über 40 Mrd. US-\$. Die Betriebe vermochten sich somit den steigenden Energiepreisen, wie Rohöl, dessen Preis sich in dem gleichen

Zeitraum vervierfachte, nur unvollständig zu entziehen. Hauptkostentreiber in den USA waren die Düngemittel. Die Ausgaben hierfür stiegen auf das 2,5-Fache. Ähnlich stark verteuerten sich die Kraftstoffe mit einem Faktor 2,3. Am geringsten stiegen die Ausgaben für Strom und Pflanzenschutzmittel. Der Dünger zeigt nicht nur den stärksten Ausgabenanstieg, sondern hat auch den höchsten Anteil innerhalb aller Energiekostenpositionen. Von 2000 bis 2008 stieg der Anteil kontinuierlich von 35 % auf 45 % (USDA (ERS), 2011). Obgleich, wie bereits erwähnt, keine Zahlen für Deutschland vorliegen kann von ähnlichen Entwicklungen für Deutschland ausgegangen werden. Leicht kostendämpfend wirkte für deutsche Landwirte zweifelsohne die Abwertung des Dollars gegenüber dem Euro.

Abb. 13: Kostenstruktur und Ertragsentwicklung der Ackerbaubetriebe in den USA sowie Entwicklung des Mineralölpreises und der Energieintensität



Quelle: USDA ERS (*Agricultural Income and Finance Situation Outlook*) und NASS (*Farm Production Expenditure*),

<http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewTaxonomy.do;jsessionid=F232984B3DAC7714E82DFA13B55F66AC?taxonomyID=4>, World Bank (pink sheets), eigene Berechnungen und Darstellung

Die Energieintensität gemessen als Anteil der Energiekosten am Produktionswert lag bei den US-Ackerbaubetrieben im Durchschnitt der Jahre 2000 - 2009 bei rund 22 %. Die Energieintensität schwankte zwar zwischen den Jahren, eine eindeutige Tendenz im Zeitablauf ist gleichwohl nicht erkennbar. Vielmehr lagen die Energiekostenanteile bereits 2000 und 2001 etwa auf dem gleichen Niveau wie während der Energiepreishochphase 2008. Auch die Schwankungen zwischen den Jahren waren überraschend gering.

Die stark gestiegenen Produktpreise und Erlöse aus Verkäufen machten diese, für die Betriebe erfreuliche, Entwicklung, trotz der höheren Energiepreise, möglich. Entsprechend günstig war auch die Gewinnentwicklung. Während zu Beginn der Untersuchungsperiode ohne staatliche Transferzahlungen keine Gewinne hätten erzielt werden können (der Produktionswert lag unterhalb der Gesamtkosten, vgl. Abb. 13), verbesserte sich die Rentabilität der amerikanischen Ackerbaubetriebe trotz steigender Energie- und sonstiger Kosten kontinuierlich. Verantwortlich hierfür war allein der erwähnte, zu den Energiepreisen überproportionale, Anstieg der Preise der landwirtschaftlichen Verkaufserzeugnisse aus dem Ackerbau. Auf der Ausgabensei-

te stiegen die Gesamtkosten zwar um 50 % doch die Erlöse stiegen noch stärker (USDA (ERS), 2011).

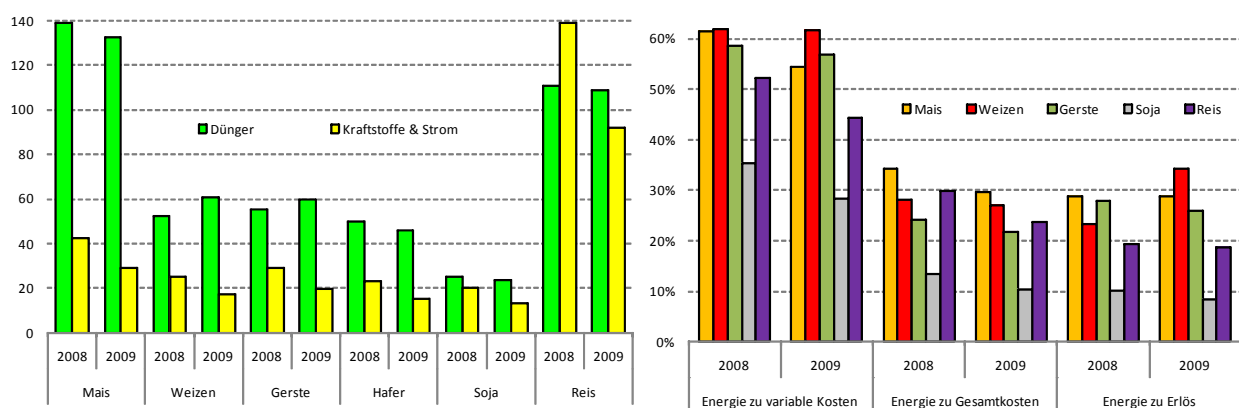
3.4.1 Energiekosten- und Verbrauchsstruktur ausgewählter Ackerbauverfahren

Der Ackerbau nutzt eine Vielzahl von Energieformen zur Produktion von Nahrungsmitteln, Futter und nachwachsenden Rohstoffen. Kraftstoff für die Traktoren dient zum Pflügen, der Saatbettvorbereitung, der Ausbringung des Düngers und der Applikation von Pflanzenschutzmitteln, sowie anderer Pflegemaßnahmen während der Vegetationsperiode, wie auch der Ernte einschließlich des Abtransports des Erntegutes. Der ebenfalls zur Kategorie der direkten Energien zählende Strom sichert, vor allem in den USA, die Erträge durch eine teils intensive und weitverbreitete Bewässerung. Die indirekten Energieinputs im Ackerbau, wie Dünger und Pflanzenschutzmittel, dienen zur Ertragssteigerung und Gesunderhaltung der Pflanzenbestände. Pflanzenschutzmittel wurden in den folgenden Abbildungen über die Kostenstruktur von Ackerkulturen nicht in die Darstellungen einbezogen, da deren Preise kaum von den Energiepreisen beeinflusst werden, wie bereits ausgeführt wurde.

Energiekosten

In Abb. 14 sind die absoluten Energiekosten (linke Graphik, mit Dünger, Kraftstoffe, Schmieröle und Strom) und die Energiekostenanteile (rechte Graphik) nach Erhebungen des USDA ERS (2011) für verschiedene Ackerkulturen der USA für 2008 und 2009 dargestellt.

Abb. 14: Anteilige sowie absolute Energiekosten in US-\$/acre verschiedener Ackerkulturen in den USA



Quelle: USDA ERS (Agricultural Income and Finance Situation Outlook) und NASS (Farm Production Expenditure), eigene Berechnungen und Darstellung

Augenscheinlich ist, dass unter allen Energiekostenbestandteilen die Düngerkosten alle übrigen dominieren. Eine Ausnahme bildet Reis, wo die Kraftstoff-, Schmierstoff- und Stromkosten im Durchschnitt der Jahre 2008 und 2009 etwa gleich hoch waren. Die höchste Düngungsintensität hat Mais mit ca. 130 US-\$/acre⁵, unmittelbar gefolgt von Reis. Nur etwa ein Drittel

⁵1 acre entspricht etwa 0,4 ha, damit entsprechen 120 US-\$/acre ca. 325 US-\$/ha oder 230 €/ha (1,4 US-\$ = 1€)

bis halb so hoch ist der Aufwand bei den übrigen Kulturen. Eine Ausnahme bildet Soja, wo mit nur 20 US-\$ je acre etwa ein Sechstel im Vergleich zum Mais für Dünger aufgewendet wird. Obgleich die Energiepreisentwicklung der Jahre 2008 und 2009 sehr unterschiedlich war, unterschieden sich die flächenbezogenen Kosten für Energiebetriebsmittel vergleichsweise wenig. Vergleicht man die Ausgaben für den direkten und indirekten Energieeinsatz zwischen den Jahren 2008 und 2009 miteinander, so sind über alle Kulturen die Unterschiede zwischen 2008, bei hohen Energiepreisen, und 2009, bei bereits wieder gefallenem Energiepreisen, bei den Kraftstoff- und Stromkosten weitaus größer als beim Dünger. Dies deutet darauf hin, dass das Düngermanagement, zumindest in den USA, über geringere Ausbringungsmengen 2008 an die höheren Preise angepasst wurde.

Die anteiligen Kosten für Energie an den variablen Kosten liegen für die Getreidekulturen Mais, Weizen und Gerste mit 55 % bis knapp über 60 % sehr nahe beieinander (Abb. 14 rechte Graphik). Auch auf Basis der Gesamtkosten und des Erlöses zu den Energiekosten sind die Unterschiede zwischen verschiedenen Getreidearten gering. Die Differenzen der anteiligen Energiekosten zwischen den beiden wirtschaftlich sehr unterschiedlichen Beobachtungsjahren 2008 und 2009 sind ebenfalls gering. Ähnlich wie bei den flächenbezogenen Kosten, fällt Soja bei den relativen Energiekostenbestandteilen mit besonders niedrigen Werten auf. Soja hebt sich hier, vor allem wegen des bereits erwähnten außerordentlich geringen Düngeraufwands, mit einem erlösbezogenen Energiekostenanteil um die 10 % deutlich von den übrigen Getreidearten ab, die zwischen 22 % und 34 % liegen. Wie zu erwarten, entwickeln sich die absoluten Energiekosten wie auch die anteiligen parallel zur Energiepreisentwicklung 2008 auf 2009 für alle Feldfrüchte leicht rückläufig (USDA ERS, 2011).

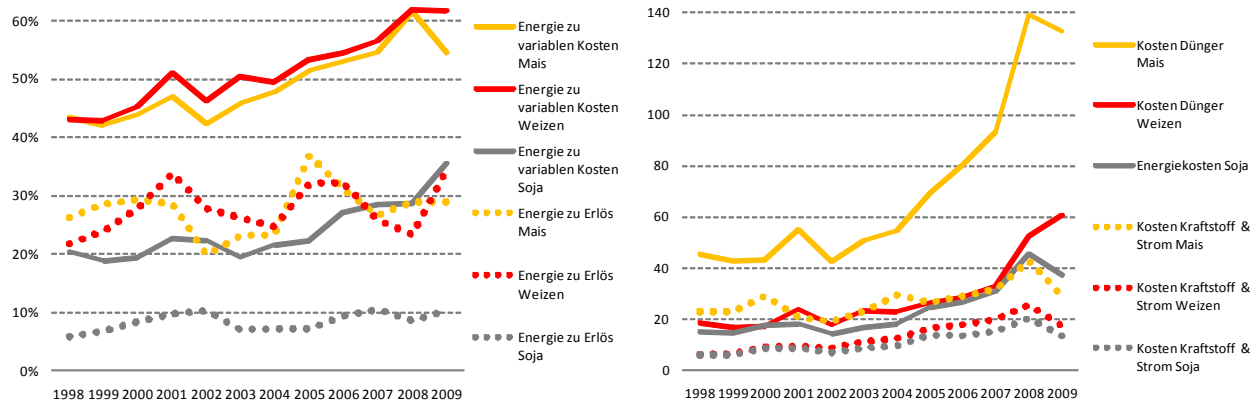
Der Energieanteil an den variablen Betriebskosten gibt, unter c.p.-Bedingungen gleiches oder zumindest wenig verändertes Produktpreissegefüge, Hinweise über das kurzfristige Anbauverhalten bei steigenden Energiepreisen. Danach müsste es kurzfristig, bei höheren Energiekosten wegen der überproportional ansteigenden Ausgaben für Energie, zu einer stärkeren Einschränkung im Getreideanbau kommen, während der Sojaanbau mit einem nur 10 %-igen Energiekostenanteil ausgedehnt wird.

Dass jedoch die einseitige Betrachtung der Kostenseite durchaus zu betrieblichen Fehlentscheidungen führen kann und für eine Bewertung der Rentabilität von Verfahren nicht ausreicht, zeigt der Vergleich der Energiekostenanteile zum Verkaufserlös für 2008 und 2009 in Abb. 15 für Weizen. Trotz deutlich niedrigerer Energiepreise in 2009 waren die erlösanteiligen Energiekosten 2009 höher als in der Energiehochpreisphase 2008. Der überproportionale Preisrückgang bei Weizen war die Ursache für diese Entwicklung. Die Relationen bei den übrigen Fruchtarten blieben trotz der Energiepreishalbierung wegen des zeitgleichen Abwärtstrends der Produktpreise nahezu konstant (USDA ERS, 2011; vgl. auch Kap. 2.4).

Energiekostenvorteile einzelner Kulturen zeigten in den letzten Jahren bei der Anbauplanung kaum Wirkung. Vielmehr wurden die Anbauentscheidungen scheinbar stärker von der erwarteten günstigen Produktpreisentwicklung bzw. den Erlöserwartungen als von den steigenden Energiekosten getrieben. Dies gilt ganz besonders für den Maisanbau in den USA. Trotz der Verdreifachung der Preise für Dünger und der weitaus höheren notwendigen Düngergaben pro

ha wurde die Anbaufläche dort kontinuierlich um jährlich rund 1 % ausgeweitet (USDA (ERS), vergleiche auch Abb. 11 und Abb. 15).

Abb. 15: Energiekostenanteil und absolute Energiekosten in US-\$/acre für Mais, Weizen und Sojabohnen in den USA



Quelle: USDA (ERS, *Agricultural Income and Finance Situation Outlook*) und NASS (*Farm Production Expenditure*), eigene Berechnungen und Darstellung

Etwas überraschend ist die Stabilität der „Energiequotienten“ (Energiekosten zu Erlös) trotz der Energiepreissprünge im Zeitablauf (vgl. Abb. 15). Auch bei einer längerfristigeren Betrachtung sind die anteiligen Energiekosten, wie bereits im vorherigen Kapitel für den gesamten Sektor gesehen, kaum verändert. So liegt die Relation der Energieausgaben zu den Erlösen im Maisanbau mit 29 % (2008 und 2009) im langjährigen Durchschnitt (1998 - 2009) von 28 % bei einer Spannweite von allerdings 20 - 37 %. Weizen liegt im Mittel gleichauf mit Mais, allerdings mit einer geringen Streuung 22 - 34 %, wobei 2008 und 2009 mit 23 und 34 % eher Extremwerte darstellten. Zwar unterscheidet sich das Niveau der Energiekostenanteile zwischen Kulturen, doch ist insgesamt keine klare gerichtete Tendenz der anteiligen Energiekosten einzelner Feldfrüchte, wie bei den Energiepreisen, im Zeitablauf erkennbar. So lässt sich aus der bisherigen Entwicklung kein eindeutiger Wettbewerbsvorteil von einzelnen Ackerfrüchten ableiten. Daher ist auch eine Aussage über die künftigen Entwicklungen zu einem geänderten Anbauverhalten der Landwirte nur schwer möglich. Dies spricht für weitgehend funktionierende Märkte bei der Produktpreisbildung, die bei Knappheiten oder Überangebot mit entsprechenden Preissignalen und Angebotsanpassungen reagieren.

Offensichtlich ist, dass sowohl die absoluten (nominalen) Energieausgaben als auch die Energiekosten an den variablen und Gesamtkosten an Bedeutung gewonnen haben und kontinuierlich gestiegen sind. Hierunter haben die Düngerkosten, insbesondere der Stickstoffdünger, wie dies bei Mais und Weizen in Abb. 15 besonders verdeutlicht wird, den größten Anteil. Die Düngemittelkosten bei Mais waren in etwa doppelt so hoch wie bei Weizen, zeigten aber im Verlauf mit einer Verdreifachung einen vergleichbaren Anstieg seit 1998. Die Kraftstoff- und Stromkosten hingegen blieben auf einem eher moderat ansteigenden Pfad.

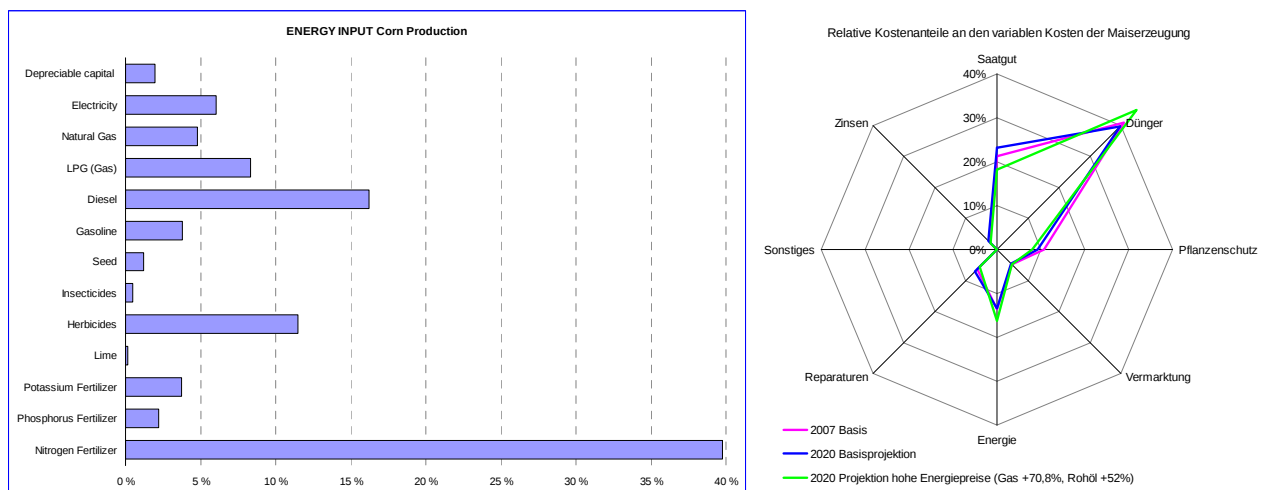
Der Doane Advisory Service (2008) nimmt eine Abschätzung von möglichen künftigen Entwicklungen der Energiepreise auf die Kostenstruktur in der Produktion von Mais vor. Dieser Studie zufolge ändern sich die relativen Kostenbestandteile der Energie zu den übrigen variab-

len Produktionsmitteln bei Getreide kaum. Dieses Ergebnis steht damit in gewissem Widerspruch zu der retrospektiven Betrachtung für die USA, wie es Abb. 15 vermittelt. Auch in einem Extremszenario mit einem Preisanstieg von 70 % bei Gas und 52 % bei Öl bis 2020 bleibt der Düngerkostenanteil nach der DAONE-Studie mit 40% zwar dominierend aber kaum verändert (Doane Advisory Services, 2008, vgl. Abb. 15). Dahingegen sind nach Auswertungen des USDA die Energiekostenanteile bei Mais und Weizen um knapp die Hälfte von 40 auf 60 % innerhalb eines Jahrzehnts angestiegen (vgl. Abb. 15).

Energieverbrauch

Eine etwas weitergehendere, auf den physischen Energiebedarf und nicht auf die Energiekosten gerichtete Betrachtung über die gesamte Wertschöpfungskette vom Saatgut bis zum Handel nehmen Hülsbergen et al. (2001) am Beispiel von Weizen für Deutschland vor. Danach liegt der Energieinput über die Düngung mit 39 % vor dem Treibstoffaufwand für die Bestandespflege, Ernte sowie den Transport des Erntegutes mit 14 %. Ungewöhnlich hoch ist der Energieaufwand für die Saatguterzeugung und –bereitstellung für die Aussaat mit 12 %. Sie liegt danach noch vor der Saatbettvorbereitung (9 %).

Abb. 16: Energie Inputs und Kostenstruktur in der Maiserzeugung



Quelle: Liska et al. (2009), eigene Berechnungen
USDA

DOANE Advisory Services (2008) n.

Zu vergleichbaren Ergebnissen kommt Liska et al. (2009). Auch hier wird für den Maisanbau in den USA die Dominanz des Stickstoffdüngers im Energiebedarf mit allein knapp 40 % hervorgehoben, gefolgt von den Treibstoffen und dem Pflanzenschutz. Als einer der wenigen Autoren berechnen sie auch den Energieaufwand für die investiven Güter, wie Maschinen und Gebäude, und kommen dabei auf einen äußerst geringen Wert von nur 2 %. Übereinstimmend belegen damit alle Analysen sowohl aus energetischer Sicht als auch aus Kostensicht die überragende Bedeutung des Düngers.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Energieausgaben im Ackerbau sind zu den Energiepreisen gestiegen sind, allerdings im (relativen) Umfang deutlich geringer. Sie folgten der raschen Aufwärtsbewegung seit 2000 ebenso wie der Abwärtsbewegung in 2009.

Die Bedeutung der Energiekosten hat ebenfalls zugenommen. Dies gilt jedoch nicht in gleichem Umfang für alle energierelevanten Betriebsinputs gleichermaßen. Bei Düngemitteln, der wichtigsten Einzelposition war der Anstieg besonders ausgeprägt. Innerhalb der letzten zehn Jahre verdreifachten sich die Düngerausgaben, so dass der Energiekostenanteil an den variablen Kosten für Mais und Weizen in den USA von rund 40 auf 60 % anstieg. Legt man einen für die Rentabilität aussagefähigeren Parameter den Quotienten der Energiekosten zu den Erlösen als Maßstab zugrunde, so ist hier kein Zusammenhang mit den steigenden Energiepreisen erkennbar. Der Anteil lag, bei großen Schwankungen, ohne einen den Energiepreisen folgendem Trend bei ca. 30 % im Beobachtungszeitraum. Für diese insgesamt positive Entwicklung der wirtschaftlichen Situation der US-Ackerbaubetriebe waren letztendlich die im Vergleich zu den Energiepreisen überproportional stark gestiegenen Produktpreise verantwortlich. Betrachtet man die Ackerbaukulturen untereinander, so zeichnet sich insbesondere der Sojaanbau durch einen geringen Energieaufwand im Vergleich zu Mais und Weizen aus, so dass aus Energiekostensicht eine Ausweitung des Sojaanbaus in den USA zu erwarten wäre. Die hohen Maispreise boten jedoch scheinbar einen höheren Anreiz die Maisanbaufläche in den letzten Jahren kontinuierlich auszuweiten als die hohen Energiekosten diesen Anbau einzuschränken. Obgleich für Deutschland keine detaillierten Zahlen vorliegen, so sind in global integrierten Märkten die Ergebnisse in der Tendenz übertragbar. D.h. heißt auch für deutsche Ackerbaubetriebe hat sich die wirtschaftliche Situation durch den starken Anstieg der Getreidepreise eher verbessert als verschlechtert, und dies trotz dem rasanten Anstieg der Energiepreise.

3.5 Energie in der Tierhaltung

Die Abschätzung des Energieaufwandes in den Tierhaltungsverfahren ist deutlich komplexer als bei den Ackerkulturen. In den Tierhaltungsverfahren werden, anders als im Feldbau, in der Regel weit mehr und vielfältige energiebefrachtete Vorleistungen bezogen. Ihre Zusammensetzung bzw. die Einzelkomponenten, wie z.B. bei Mischfutter, sind nur selten bekannt ebenso wenig, wie deren Herkunft als auch die Verfahren bei ihrer Erzeugung. Diese haben jedoch einen erheblichen Einfluss auf die Ökobilanz. Dies zwingt zu zahlreichen Annahmen und erschwert die exakte Zuordnung und Berechnung des Energieverbrauchs über die komplette Kette bis zum Endprodukt Fleisch oder Milch und stellt die Belastbarkeit vieler Analysen in Frage. Insbesondere in spezialisierten Mastbetrieben mit hohem Fremdfutterbezug ist eine valide Abschätzung daher schwierig. Denn bevor das fertige Futter verfüttert werden kann, durchläuft es, neben dem Anbau selbst, energieintensive Verarbeitungsprozesse (Schroten, Mischen, Pelletieren) meist in Verbindung mit einem beträchtlichen und mehrfachen Transportaufwand, einschließlich dem Ein- und Auslagern im Handel. Die Vielfalt möglicher Futterkomponenten wie auch die zahlreichen Bezugsquellen, einschließlich des transnationalen Handels, macht eine verlässliche und exakte Abschätzung der Stoff- bzw. Energieströme bis zum Futtertrog oder gar Endprodukt nahezu unmöglich. Hier bieten Verbundsysteme mit vollständiger vertikaler Integration Vorteile bei der Abschätzung der Stoffströme.

Zusätzlich erschwert wird die sachgerechte Analyse auch durch die energetische Bewertung von Koppelprodukten, die verschiedenen Verwendungen zugeführt werden oder wenn nur

bestimmte Anteile in der Tierhaltung Verwendung finden, wie z. B. bei Sojabohnen. Bei deren Verarbeitung entstehen primär Öle für die menschliche Ernährung und für die Herstellung von Biokraftstoffen (Biodiesel). Das „Nebenprodukt“ Sojaextraktionsschrot ist ein begehrtes Ergänzungsfutter in der Mast. Beiden Endprodukten muss ein adäquater Anteil der verbrauchten Energie des Herstellungsprozesses zugeordnet werden. Bisher übliche Verfahren, die sich bei der Berechnung des Energieaufwands für die einzelnen Verarbeitungsprodukte allein an deren Energiegehalt orientieren, sind eher unbefriedigend.

Ähnliches gilt für Tierhaltungsverfahren, bei denen es bisher kein methodisches Einvernehmen für die Aufteilung des Energieverbrauchs für die Herstellung der gekoppelten Produkte gibt. Als Beispiel sei hier die Milcherzeugung und Rindermast genannt. Der Energieaufwand für Fütterung und Haltung bei der Erzeugung muss hierbei auf die Produkte Kuh, Kalb, Milch und Fleisch aufgeteilt werden. Wegen dieser, im wissenschaftlichen Diskurs, methodisch noch ungeklärten Zuordnungsfragen beschränken sich die Analysen bei den Tierhaltungsverfahren in der Regel auf Schätzungen zum direkten Energieverbrauch von Strom, Gas und Heiz- und Kraftstoffe. Die energetische Berücksichtigung von Vorleistungen und die Bewertung von anderen zugekauften und intermediären Betriebsmitteln mit Energierucksack unterbleibt in der Regel. Gleichwohl wird im folgenden Kapitel für die einige Tierhaltungsverfahren auch eine grobe Schätzung dieser wichtigen indirekten Effekte, wie z. B. über die Futterkomponente, vorgenommen, um den Einfluss der Energiepreise besser einschätzen zu können und nicht systematisch zu unterschätzen.

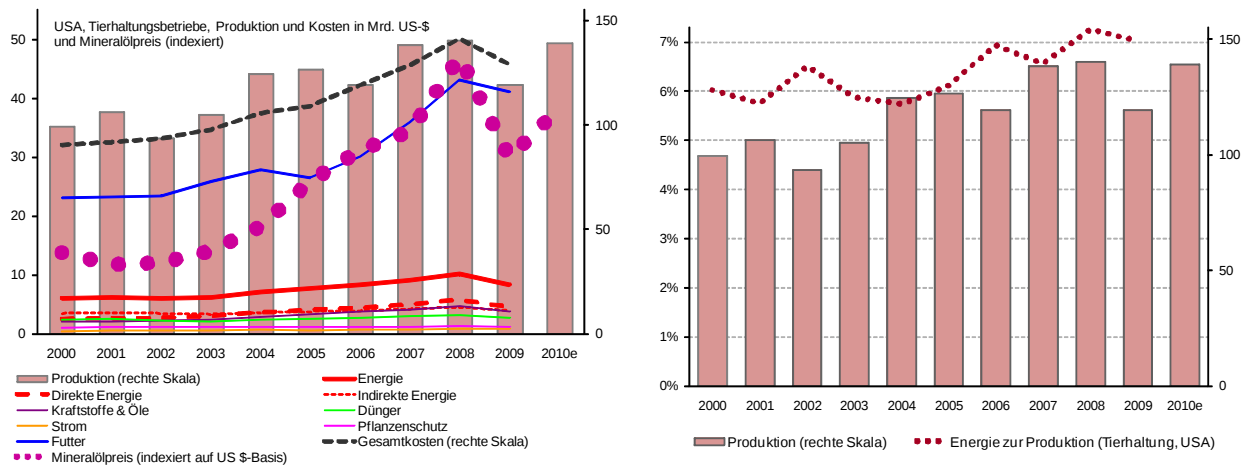
Detaillierte Daten zum Energieverbrauch und der Kostenstruktur für Betriebe mit Tierhaltung liegen nur für die USA vor. Auch wenn die Produktionsstruktur der Tierhaltung in den USA nur bedingt mit Deutschland vergleichbar ist, so können die Daten dennoch ein Bild über Entwicklungen und die Bedeutung der Energie als Kostenfaktor in der Tierhaltung liefern.

In tierhaltenden Verfahren werden vorwiegend Kraft- und Brennstoffe wie auch Strom als Energieträger eingesetzt. Brennstoffe (Öl und Gas) für die Raumwärme und Strom für die Milchgewinnung, wie auch die Fütterung, sind die Hauptverbrauchsquellen auf den landwirtschaftlichen Betrieben. Die Futterzuteilung erfolgt mit stationären strombetriebenen Fütterungseinrichtungen, aber auch vielfach mit selbstfahrenden kraftstoffbetriebenen Fahrzeugen, die ebenso für die Entsorgung der Abfallprodukte Gülle und Mist dienen.

Der Energieverbrauch im Tierbereich, ohne die indirekte Energie über das Futter, ist in seiner absoluten Höhe und im Vergleich zum Acker- und Feldfutterbau gering und eher vernachlässigbar (USDA (ERS), 2011; Miranowski, 2005). Die auf den Erlös aus der Produktion bezogenen Anteile liegen im mittleren einstelligen Prozentbereich (6 – 7%), und betragen damit weniger als ein Viertel der Energiekosten im Vergleich zum Ackerbau. Im Zeitablauf der letzten zehn Jahre macht sich der rasante Anstieg des Rohöl- und der sonstigen Energiepreise nur in geringem Umfang mit steigenden Energiekosten bemerkbar. Einer Vervierfachung des Mineralölpreises stehen rund 70 % höhere Energiekosten innerhalb des Beobachtungszeitraums gegenüber. Allerdings ist ein klar aufwärts gerichteter Trend der anteiligen Energiekosten zum Produktionswert von knapp 6 auf über 7 % im Beobachtungszeitraum erkennbar (vgl. Abb. 17). Geradezu von einer Kostenexplosion kann hingegen bei Futter gesprochen werden. In keinem anderen Kostenbereich war der Anstieg der Kosten mit 77 % innerhalb einer Dekade

so dramatisch (vgl. Abb. 17). Selbst für die Summe über alle Energien war der Kostenanstieg geringer. Gründe hierfür sind der starke Anstieg der Preise für Mais, der sich im selben Zeitraum in etwa verdreifacht hat und in der Regel einen hohen Anteil in den Futtermischungen ausmacht (World Bank, 2011).

Abb. 17: Entwicklung der Energiekosten der Tierhaltungsbetriebe in den USA



Quelle: USDA (ERS) (Agricultural Income and Finance Situation Outlook) und NASS (Farm Production Expenditure),

<http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewTaxonomy.do;jsessionid=F232984B3DAC7714E82DFA13B55F66AC?taxonomyID=4>, World Bank (pink sheets), eigene Berechnungen und Darstellung

Innerhalb der Energiekosten sind die Brenn-, Kraftstoff- und Schmierstoffkosten (Benzin, Diesel, Gas und Schmieröle) über alle Verfahren geringfügig höher als die Stromkosten (USDA (ERS), 2011; Miranowski, 2005).

3.5.1 Energie in ausgewählten Tierhaltungsverfahren

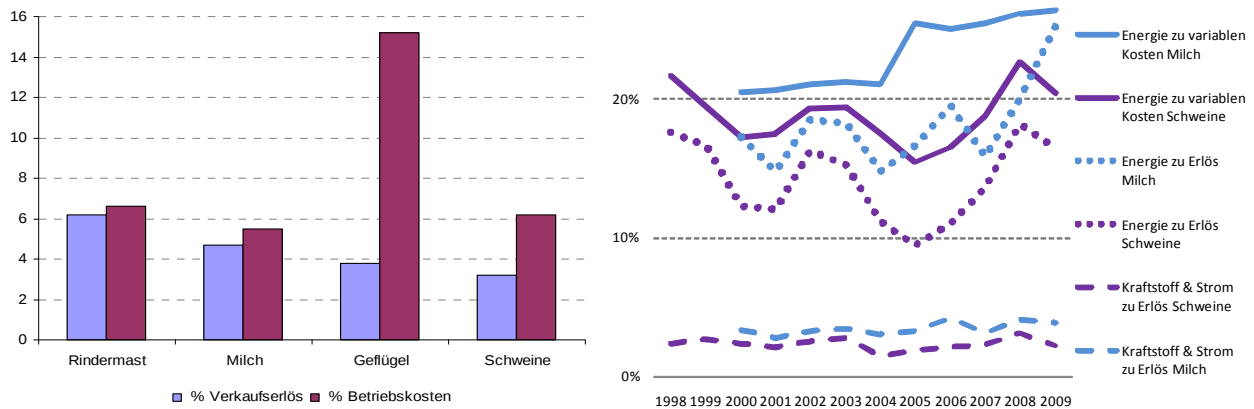
Insgesamt sind die Energiekosten (Strom, Heiz- und Kraftstoffe) in der Veredelung und Milcherzeugung, wie bereits erwähnt, eher vernachlässigbar. Betrachtet man einzelne Tierhaltungsverfahren, so schwanken die Anteile der Energiekosten an den variablen Kosten nach Miranowski (2005) stark.

Die niedrigsten anteiligen Energiekosten in den USA hat die Milcherzeugung mit 5,5 %, die höchsten die Geflügelmast mit 15,2 %. Die Rinder- und Schweinemast liegt mit 6,6 % bzw. 6,2 % dazwischen. Mit der Bezugsgröße des prozentualen Energieanteils am Verkaufserlös nähern sich die Energiekostenanteile einander an und liegen zwischen 3 und 6 % auf US-\$-Basis (vgl. auch Abb. 18). Auffällig sind die hohen anteiligen Energiekosten in der Geflügelmast. Ursache hierfür sind die hohen Heizkosten in der Frühphase der Mast in Kombination mit der in den USA üblichen heizkostenintensiven Leichtbauweise.

Auch Auswertungen der Daten des USDA-Testbetriebsnetzes im Zeitablauf (1998 bzw. 2000-2009) zeigen ein ähnliches Bild, allerdings auf etwas niedrigerem Niveau (vgl. Abb. 18). Auf die Verkaufserlöse bezogen schwanken die Energieausgaben zwischen 2,7 und 4,1 % bei der

Milch und 1,5 und 3,1 % bei Schweinen, mit Mittelwerten von 3,4 und 2,3 %. Wählt man die variablen Kosten als Bezugsbasis so lauten die Durchschnittswerte 4,5 % und 3,1 % (USDA (ERS), 2011).

Abb. 18: Anteile der Energiekosten an den Gesamtkosten und Verkaufserlösen verschiedener Tierhaltungsverfahren in den USA, rechte Abbildung einschließlich Futterkosten



Quelle: USDA NASS nach Miranowski, 2005
und Darstellung

Quelle: USDA (ERS), 2011, eigene Berechnungen

Anmerkung zur rechten Abbildung: zur Abschätzung des Gesamtenergieaufwandes in den tierhaltenden Verfahren, einschließlich der wichtigsten energiebefrachten Vorleistung Futter, wurde für Futtermittel eine 30 %iger kostenbasierter Energierucksack unterstellt und einberechnet.

In der rechten Graphik von Abb. 18 wurde auch der Energierucksack über die Futtermittel mit in die Schätzungen zum Energieaufwand einbezogen. Angenommen wurde ein 30 %-iger „Energiekostenanteil“ im Futter und eine vollständige Weitergabe dieser Kosten an die tierhaltenden Betriebe. Die energetische Kostenbelastung reicht dann von 13 % und 18 % in der Schweinemast bis auf 17 % und 23 % in der Milcherzeugung, jeweils auf Basis der Verkaufserlöse und der Gesamtkosten. Die anteiligen Energiekosten an den variablen Kosten bewegen sich bei dieser umfassenderen Betrachtung mit rund 25 % dann fast auf dem gleichen Niveau wie im Getreidebau.

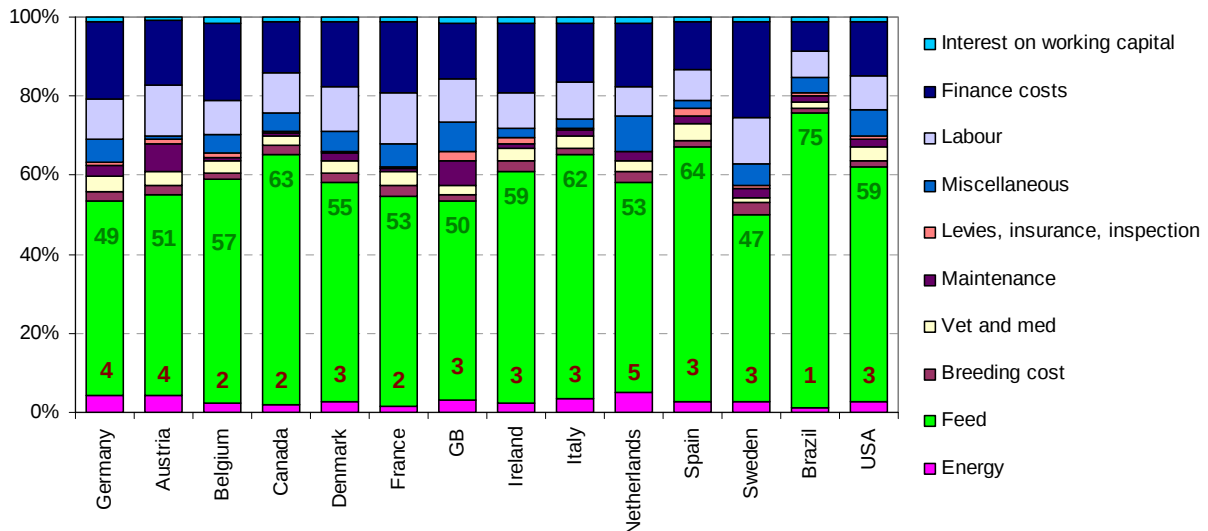
Schweinmast – Kostenstruktur und Energieverbrauch

Für europäische Verhältnisse, sowie für die USA und Brasilien, liegen Untersuchungen der InterPIG Arbeitsgruppe für die Schweinemast vor. Die Ergebnisse unterscheiden sich nur unwesentlich von den obigen amerikanischen Ergebnissen. Allerdings weicht die Berechnungsmethode etwas von der des USDA ab, da Kapital und Unterhaltskosten der Gebäude mit einbezogen wurden. Dadurch wurden die Energiekostenanteile um ca. 20 % unterschätzt.

Die (direkten) Energiekosten schwanken regional für die Schweinemast auf Basis der Zahlen von 2004 zwischen 2 und 5 %. Neuere Zahlen zeigen eine leicht steigende Tendenz. So stieg die Energiekostenbelastung für deutsche Schweinemäster von 4,1 % 2003 auf rund 5,3 % 2009 (InterPIG, 2008 nach Haxsen, 2009-2011; Haxsen, 2008). Wird auch hier ein etwa 30 %iger Energiekostenanteil im Futter unterstellt, so liegt die Summe der Energiekosten aus

direkten und indirekten (Futter)Energiekosten bei etwa 20 – 25 %. Deutschland liegt hierbei eher am unteren Rand der Spannbreite, wie Abb. 19 zeigt.

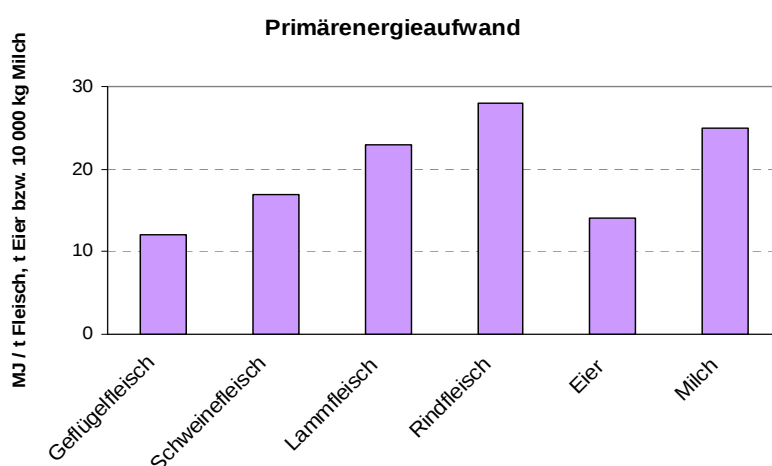
Abb. 19: Kostenstruktur in der Schweinemast nach Ländern, 2004



Quelle: InterPIG, 2008, Haxsen persönliche Mitteilungen (2009-2011), eigene Darstellung

Die britische DEFRA-Studie (2006) legt in ihren Untersuchungen den Schwerpunkt auf den physischen Energieaufwand und weniger auf die Energiekostenseite. Mittels Lebenszyklus-Analyse (LCA) oder Ökobilanzen, unter Berücksichtigung aller Vorleistungen errechnen die Autoren die Effizienz verschiedener Produktlinien mit Bezug zu dem erzeugten Endprodukt als Energieinput in MJ zum physischen Mengenoutput (Williams et al., 2006).

Abb. 20: Energieverbrauch bei Fleisch, Milch und Eiern



Quelle: Williams et al. (2006), eigene Darstellung

Danach ist der Gesamtenergieaufwand je erzeugter t Rindfleisch mit 28 MJ fast dreimal so hoch wie beim Geflügel mit ca. 12 MJ. Die Werte für Schweinefleisch und Lammfleisch liegen dazwischen.

Dabei ist der tägliche Zuwachs der Schlüssel zur Energieeffizienzverbesserung in den Mastverfahren. Höhere Zuwachsraten verringern den notwendigen Anteil am Futter für den Er-

haltungsbedarf der Tiere. Damit steht ein größerer Futteranteil für den Zuwachs zur Verfügung verringert so den Energieverbrauch je Produkteinheit Fleisch unmittelbar und verbessert die Effizienz. Eine hohe Reproduktionsrate kann die Effizienz nochmals verbessern, weshalb

Geflügelfleisch unter dem Gesichtspunkt der Energieeffizienz günstiger als alle übrigen Fleischarten abschneidet (Williams et al., 2006).

Als Fazit lässt sich zusammenfassen, dass die direkten Energiekosten bzw. der direkte Energieverbrauch in allen Tierhaltungsverfahren in ihrer Bedeutung weit hinter dem Energieaufwand im Acker- und Pflanzenbau zurücktreten. Die auf den Erlös bzw. die Gesamtkosten bezogenen Energiekosten liegen im niedrigen einstelligen Prozentbereich. Die Unterschiede zwischen verschiedenen Verfahren der Fleischerzeugung und auch der Milcherzeugung sind gering. Daher sind auch starke Anstiege der Energiekosten nur bedingt kosten- und ertragsrelevant. Werden allerdings die indirekten Energiekosten der Vorleistungen und hier überwiegend die Energierucksäcke über das Futter mit einbezogen, so liegen die anteiligen Energieaufwendungen an den Verkaufserlösen mit durchschnittlich 15 - 20 % in ähnlicher Größenordnung wie im Getreidebau. Der (Physische) Energieaufwand je Produkteinheit (Energieinput zu Mengenoutput) unterscheidet sich erheblich zwischen den verschiedenen Fleischarten. Geflügel weist die günstigste Bilanz aus, Rindfleisch die ungünstigste mit 12 bzw. 28 MJ je erzeugtes kg Fleisch.

3.6 Energie bei Sonderkulturen und im Gartenbau

Ogleich der Freiland- und Unterglasgartenbau, hierunter zählt der Obst- und Gemüsebau, sowie Blumen und Zierpflanzen, insgesamt nur eine geringe Fläche einnimmt, ist deren wirtschaftliche Bedeutung mit knapp 11 % an den Verkaufserlösen der deutschen Landwirtschaft nicht unerheblich (DESTATIS, 2010). Auch unter dem Aspekt des Energieverbrauches zählt der Gartenbau zu den energieintensiven Anbausystemen. Ein überdurchschnittlich hoher Aufwand für die Beheizung, Bewässerung, häufige Pflanzenschutzmaßnahmen und ein intensives Düngungsregime treibt den Energieaufwand insgesamt nach oben. Aus energetischer Sicht dominierend beim Energieverbrauch ist die Beheizung, wobei in Deutschland Heizöl mit einem Anteil von 50 %, gefolgt von Gas und Kohle, die wichtigsten Energielieferanten sind (Gurrath, 2006; Ruhm et al. 2009). In den USA hat der Garten-, Obstbau und Gemüsebau einschließlich Zierpflanzen einen Anteil am Energieverbrauch der Landwirtschaft insgesamt von 20 % (USDA, NASS, 2002). Für deutsche Verhältnisse liegen keine Zahlen vor.

Der hohe absolute und flächenbezogene Energieverbrauch des Gartenbaus spiegelt sich nicht im erlös- oder produktionswertbezogenen Energieaufwand wieder. Über alle Gartenbaukulturen liegt dieser eher unterhalb der des Ackerbaus. Nicht zuletzt die hohe Produktionsintensität mit hohen Umsätzen bzw. Deckungsbeiträgen je Flächeneinheit lassen den auf den Verkaufserlös bezogene Energieaufwand auf moderate Größenordnungen schrumpfen. Für die USA errechnet Miranowski (2005) durchschnittliche direkte Energiekosten für die Kulturführung von 5 % bis 6 % in Relation zu den Gesamtkosten und knapp über 4 % oder 0,042 US-\$ auf US-\$ Verkaufserlösbasis. Zum Vergleich: Im Ackerbau liegen die entsprechenden Werte über 20 %.

Auch die Ausgaben für Energie der deutschen Unterglasbetriebe liegen in der gleichen Größenordnung. Den Aufwand für Heizmaterial weist Richter (2011) mit 3,5 % bis 7,0 % für den Gemüsebau und 5,9 % bis 8,3 % für den Zierpflanzenbau aus. In der Periode 2000 - 2009 ist

kein klarer Trend ansteigender Ausgabenanteile für Energie erkennbar. Die Durchschnittswerte lagen bei 4,9 % bei den Zierpflanzen und 7,0 % bei Untergrasgemüse. Der absolute Aufwand innerhalb der letzten zehn Jahre stieg allerdings mit rund 50% im Zierpflanzenbau und rund 30 % im Gemüsebau erheblich an (Richter, 2011).

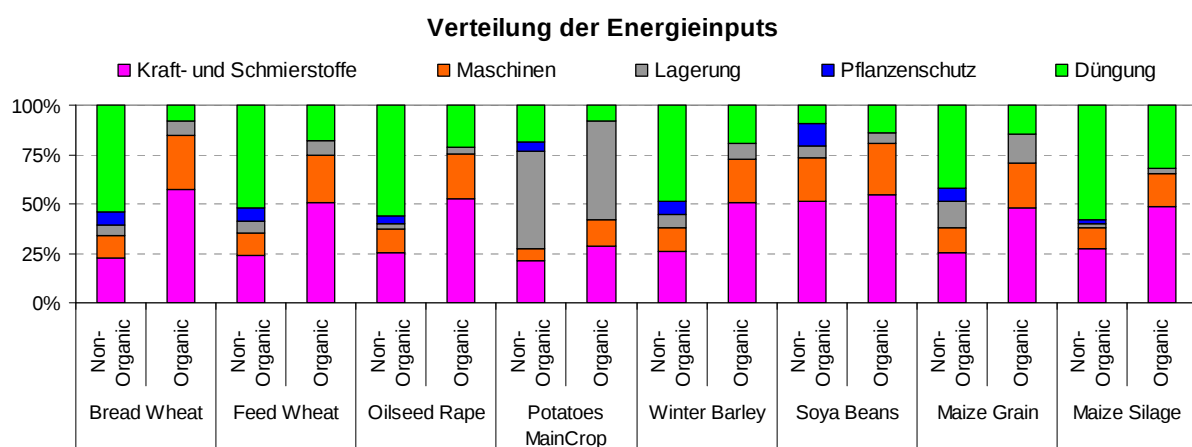
Einzelne Gartenbaukulturen können jedoch deutlich höhere Energiekostenanteile haben und damit bei stark steigenden Energiepreisen an Wettbewerbsfähigkeit verlieren, wie Ruhm et al. (2009) zeigen. Die Autoren schätzen im Licht der Ölpreisentwicklung der letzten Jahre die Effekte steigender Energiekosten für eine Junggeranienkultur unter deutschen Verhältnissen. Allein die direkten Heizkosten belaufen sich danach bei einem Ölpreis von 0,60 €/l auf etwas über 21 %. Steigt der Ölpreis um 50 % verteuert sich nach diesen Berechnungen die Kulturführung von Geranien, je nach Verfahren, in einer Bandbreite von 2 % bis zu 8 %.

3.7 Energie in der konventionellen und ökologischen Landwirtschaft

3.7.1 Ackerbau

Aus dem Verzicht auf energiebefrachteten Mineraldünger und herkömmliche Pflanzenschutzmittel resultiert im ökologischen Pflanzenbau in der Regel ein geringerer Energieverbrauch je Flächen- und Produkteinheit als in den konventionellen Verfahren. Im Ökolandbau wird stattdessen nur ein mit geringem Energierucksack befrachteter organischer Dünger ausgebracht. Dies führt zu einem signifikant geringeren Energieverbrauch bei der Düngung, der in etwa bei einem Zehntel im Vergleich zum konventionellen Anbau liegt (Mari and Changying, 2007). Da im organischen Anbau die Applikation von Pflanzenschutzmitteln entfällt, verbessert sich die Energiebilanz zusätzlich geringfügig (Williams et al., 2006).

Abb. 21: Relativer Energieverbrauch konventioneller und ökologischer Anbauverfahren in Großbritannien



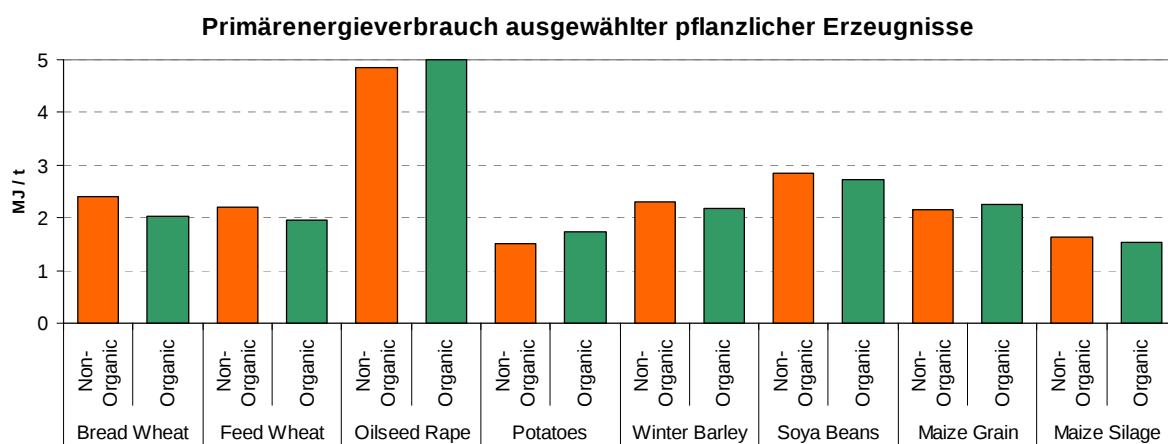
Quelle: Williams et al., 2006

Die mechanische Pflege muss im Ökolandbau hingegen deutlich intensiviert werden und zwingt zu einem 20 % – 40 % höheren Maschinen- und Arbeitseinsatz (vgl. Abb. 21), mit ei-

nem entsprechend höheren Verbrauch an Energie in Form von Kraft- und Schmierstoffen. In der Gesamtenergiebilanz schneidet der konventionelle Anbau energetisch sowohl bei einem Flächen- als auch einem Outputmengenbezug schlechter ab als der Ökolandbau (von Koerber und Kretschmer, 2007).

Mari und Changying (2007) quantifizieren auch die Unterschiede. Danach ist der direkte und indirekte Energieaufwand je Flächeneinheit in organischen Maisanbausystemen in etwa halb so hoch wie in konventionellen Anbausystemen. Betrachtet man die Effizienz als Energieinput zu Energie bzw. Mengenoutput, so können trotz geringer Flächenerträge in der energieeffizientesten, pfluglosen ökologischen Anbauvariante 12,5 MJ Energie in Form von Körnermais bzw. 0,96 kg Mais je MJ Energieaufwand erzeugt werden. Beim konventionellen Anbau liegen die Werte bei 6,9 MJ und 0,54 kg je MJ Energieaufwand.

Abb. 22: Energieeffizienz im ökologischen und konventionellen Ackerbau Großbritanniens



Quelle: Williams et al., 2006

Auch andere Untersuchungen zeichnen ein ähnliches Bild. Im Ökolandbau liegt danach der direkte und indirekte Energieverbrauch pro Hektar um ein 30 (Williams et al., 2006; Haas et al., 1995; Mari and Chanying, 2007) bis 50 % niedriger (Wechselberger, 2000; Hülsbergen, 2007 und 2009) als im konventionellen Anbau. Untersuchungen der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) kommen bei Getreide sogar zu Energieersparnissen von bis zu zwei Dritteln (Bockisch et al., 2000).

Wird die Energieeffizienz, wie oben definiert, als Energieaufwand je physisch produzierte Menge als Maßstab zu Grunde gelegt, verringert sich in einigen Untersuchungen aufgrund der geringeren Flächenerträge im Ökolandbau der Vorsprung teils deutlich oder kehrt sich sogar bei einzelnen Kulturen um, wie die Ergebnisse der DEFRA-Studie für Raps und Kartoffeln und Abb. 22 zeigen (Williams et al., 2006).

3.7.2 Tierhaltung

Ökologische Produktionsverfahren haben in der Regel einen größeren (Stall-)Flächenbedarf als konventionelle Verfahren. Daraus resultieren höhere direkte Energiebelastungen je produ-

zierter Mengeneinheit. Dem steht andererseits aber ein erheblich geringerer indirekter Energierucksack in der Fütterung über die biologisch erzeugten Futtermittel bzw. den Verzicht auf die anorganische Düngung im Grünland gegenüber.

Wegen der Vielfalt möglicher Tierhaltungsverfahren ist das Bild jedoch nicht einheitlich. Die ökologisch orientierten Produktionssysteme schneiden nicht immer besser ab. Wie erwähnt, wirken sich die geringeren energetischen Rucksäcke bei biologisch angebautem Futter generell positiv auf die Energiebilanz der Fleischerzeugung aus. Andererseits zehrt die geringere Intensität der biologischen Verfahren (höherer Flächenbedarf pro Stallplatz und auch ein höherer Flächenbedarf für die Futterbereitstellung, Einstreuhaltungsverfahren) den Biofutterenergieeffizienzvorteil zum Teil wieder auf. Trotzdem bleibt der Vorsprung gemessen am Energieaufwand je Erzeugungseinheit besonders bei Rindern (53 %) und Schafen (26 %) erheblich. In der ökologischen Geflügelmast als auch bei den Legehennen wirkt sich hingegen die geringere Intensität in der Haltung (geringerer Flächenbesatz und höhere Endgewichte bei der Mast) negativ auf die Energieeffizienz aus, so dass die konventionellen Verfahren günstiger liegen (Williams et al., 2006).

Vergleicht man die ökologische und konventionelle Milcherzeugung miteinander, so schneidet die ökologische Variante auf Grünlandbasis deutlich besser ab. Der absolute Energieaufwand in den konventionellen Verfahren ist in etwa viermal so hoch wie in den ökologischen Verfahren. Auch hier führt primär der mineralischen Dünger zu dem hohen Energiebedarf (MAFF, 2000). Je kg erzeugter Milch ist die Energieeffizienz bei Ökomilch um 30 – 40 % besser (Azeez and Helwett, 2008).

Betrachtet man die komplette Kette von der Erzeugung bis zum Verzehr (einschließlich der unterschiedlichen Verzehrsgewohnheiten, mit in der Regel auch geringerem Fleischkonsum), so führt eine konventionelle Ernährungsweise zu einem um 15 % höheren Energieverbrauch bzw. Treibhausgasemissionen (Grieshammer et al., 2010), wie in einem späteren Kapitel noch genauer erläutert wird.

Zusammenfassend ist aus den Studien klar erkennbar, dass die Energieeffizienz in organisch-ökologischen Systemen deutlich höher ist als in konventionellen Systemen. Der energetische Vorteil bei der Erzeugung liegt nach Schätzungen über alle Produktkategorien in einer Größenordnung von ca. 26 % je erzeugter Mengeneinheit (Azeez and Helwett, 2008; Williams et al., 2006). Danach ist zu erwarten, dass die ökologische orientierte Landwirtschaft auf Energiepreissteigerungen insgesamt weniger sensibel reagiert als die konventionelle Landwirtschaft mithin sogar von Energiepreisanstiegen tendenziell profitieren könnte.

3.8 Energie in der Bewässerungslandwirtschaft

3.8.1 Bewässerungsfläche und Wasserverbrauch

Auch wenn die Bewässerung im Ackerbau in Deutschland im Vergleich zu den USA eher die Ausnahme darstellt, so ist sie für einzelne Regionen mit leichten Böden auch in Deutschland

in Form der Beregnung nicht wegzudenken. Nur 2,9 % der Fläche oder 491 000 ha werden nach Angaben von Fricke (2006) und Schätzungen des Bundesfachverbandes für Beregnung in Deutschland derzeit beregnet. Die Erhebungen des Statistischen Bundesamtes von 2002 weisen sogar nur einem halb so hohen Anteil von 1,4 % und 235 000 ha aus (DESTATIS, 2004). Rückschauend ist im Zeitablauf eine leicht steigende Tendenz erkennbar (Sourell, 2010a). In den USA sind es 12,5 % der Ackerbaufläche oder rund 14 Mio. ha, die beregnet werden (Golleshon and Quinby, 2006). Noch höhere Bewässerungsanteile haben Länder mit traditionellem Nassreisanbau wie Japan (50 %) und Korea (46 %). Aber auch in einigen EU-Staaten sind die Anteile beträchtlich mit 29 % für die Niederlande, 17 % für Dänemark und Italien und 16 % für Griechenland und Portugal (OECD, 2010).

Der Wasserverbrauch der Landwirte in Deutschland liegt bei rund 150 Mio. m³ pro Jahr oder 3 % des Gesamtwasserverbrauchs Deutschlands (DESTATIS, 2004). Zum Vergleich: In den USA benötigt die Landwirtschaft rund 41 % des nationalen Wasserverbrauchs, und davon 96 % für die künstliche Bewässerung (Golleshon and Quinby, 2006). In den ariden Mittelmeerlandern liegt der Bewässerungsanteil am Gesamtverbrauch der Landwirtschaft zumeist über 60 % und reicht bis zu knapp 90 % in Griechenland (OECD, 2010).

In Deutschland haben die Betriebe mit landwirtschaftlichen Kulturen⁶, neben den Betrieben mit Gartenbau- und Dauerkulturen, den größten Anteil am Wasserverbrauch (50 %) wie auch den größeren Anteil an der bewässerten Anbaufläche (75 %). Umgekehrt verfügen nur 2600 landwirtschaftliche Betriebe über die Möglichkeit der Bewässerung, gegenüber 5300 und knapp 1000 gartenbaulichen Betrieben bzw. Betrieben mit Dauerkulturen. Regional betrachtet liegt der überwiegende Teil der beregneten Fläche Deutschlands in Niedersachsen (60 %, DESTATIS, 2004).

Die Bewässerung großer Flächen erfordert hohe Beschaffungsinvestitionen in die Ausrüstung und Infrastruktur. Nur wenn entsprechende Mehrerträge erzielt werden können, lohnen die hohen Anschaffungskosten und der energie- und arbeitskostenträchtige Betrieb. Fricke (2006) rechnet im langjährigen Durchschnitt mit Mehrerträgen von ca. 30 %.

In den USA ist die Bewässerung kostengünstiger und daher deutlich verbreiteter als in Deutschland. Einzelne Kulturen, wie z.B. der Reisanbau, sind ohne Bewässerung gar nicht denkbar und tragen so auch zu dem hohen Anteil beregneten Fläche in den USA bei. Sie ist in den USA insgesamt mehr als fünfmal so hoch wie in Deutschland. Klimatisch und geographisch bedingt werden zwischen 13 % - 28 % der landwirtschaftlichen Fläche in den einzelnen Bundesstaaten in den USA bewässert (National Agricultural Statistics, 1999a; USDA NASS, 2004). Auf die Fruchtart bezogen lag der Bewässerungsanteil zwischen 6 % (Weizen) und 100 % (Reis). Ebenfalls hohe Bewässerungsraten hatten Sonderkulturen wie Obstplantagen (82 %), Gemüsebau (69 %), aber auch Kartoffeln (82 %). Niedriger lag die Bewässerungsrate bei Sojabohnen (7 %), höher hingegen schon bei Mais (14 %, USDA NASS, 2004). Da die Beregnung bedarfsorientiert erfolgt, schwanken die Flächenanteile insgesamt und regional

⁶ In der Statistik des Statistischen Bundesamtes (DESTATIS) zum Wasserverbrauch in der Landwirtschaft wird zwischen den Kategorien landwirtschaftlichen Kulturen und den Garten- und Dauerkulturen unterschieden.

zwischen den Jahren erheblich. In den USA dominiert Strom zur Bewässerung, in Deutschland eher Kraftstoff (USDA NASS, 1999a und b; Sourell, 2010a).

3.8.2 Bewässerungskosten und Energiepreise

Auf die berechnete Fläche bezogen werden die variablen Bewässerungskosten mit durchschnittlich rund 50 US-\$ je acre⁷ angegeben. Die Spannbreite ist allerdings, in Abhängigkeit von der verwendeten Förder- und Verteiltechnik sowie dem Wasserbezug, mit 7 – 176 US-\$ je acre erheblich (USDA NASS, 1999b). Die Bewässerungskosten liegen damit, je nach Getreidepreisen und Erträgen, bei nicht unerheblichen 10 % – 30 % des durchschnittlichen Verkaufserlöses bei Getreide (USDA NASS, 2008) und ist damit etwa doppelt so hoch wie bei den Intensivkulturen im Gartenbau.

In Deutschland sind die Beregnungskosten je Beregnungsmenge wegen in der Regel höherer Energie- und Wasserkosten deutlich höher. Bei den hier üblichen Beregnungsmengen, die deutlich geringer als in den USA sind, müssen ca. 150 (variable Kosten) bis 200 € je ha (Vollkosten) einkalkuliert werden. Dem stehen, kulturabhängig, Mehrerträge von 300 bis 600 €/ha gegenüber, so dass bei extrem steigenden Energiepreisen, ohne Produktpreisanpassung, die Rentabilität von Grenzstandorten und bestimmten Kulturen in Frage gestellt ist.

Auf Basis der variablen Gesamtkosten liegt der Energiekostenanteil für die Beregnung in Deutschland verfahrensabhängig zwischen 30 % bis 50 % oder 1,23 €/mm bis 2,61 €/mm Beregnungsmenge. Die Gesamtkosten der Beregnung belaufen sich auf 2,00 – 4,00 € je mm und ha oder 0,10 bis 0,35 €/m³ Beregnungsmenge (Fricke, 2006; Fricke und Riedel, 2008, Sourell, 2010b). Die Höhe der Beregnungsmengen lag in einem Langzeitversuch mit Kartoffeln bei 60 - 275 mm pro Jahr und ha (Fricke, 2006). In den USA hingegen liegen die durchschnittlichen Beregnungsmengen je nach Autor bei ca. 500 bis 840 mm (Golleshon and Quinby, 2006, OECD, 2010).

Wie sich steigende Energiepreise auswirken ist schwer abzuschätzen. In den USA wird bereits seit dem Ölpreisanstieg 2000 eine Verschiebung im Anbauspektrum beobachtet. Bewässerungsmais mit traditionell hohem Bewässerungsbedarf wurde verstärkt durch Sorghum ersetzt, der keiner Bewässerung bedarf. Ob diese Effekte in Kansas allerdings auf den gestiegenen Energiekosten oder der Entwicklung der relativen Produktpreise von Mais zu Sorghum beruhen, konnte noch nicht abschließend geklärt werden (Gurda et al., 2009). Die Autoren betonen jedoch auch die relative Stabilität bestehender Anbausystem, die vielfach auch ackerbaulich (Fruchtfolge) und klimatisch bedingt (Temperatur und Niederschlagsverteilung) sind und eine Änderung im Anbauverhalten erschweren. Umstellungen sind in der Regel auch mit zusätzlichen Investitionen in die Technik verbunden und bleiben in der Regel zunächst aus. In dem 2008er Zensus des USDA (USDA (NASS), 2010) lässt sich zumindest keine Einschränkung der Beregnungsfläche seit 1997 erkennen.

⁷ 50 US-\$ je acre entsprechen ca. 90 € je ha bei einem Wechselkurs von 1,4 US-\$ je €

Die Energiekosten für die Beregnung sind zumindest nachweislich und signifikant angestiegen. Je nach Bewässerungssystem sind sie nach der 2008er Erhebung um 37 bis 56 % auf 36 bzw. 61 US-\$ je acre zwischen 2003 und 2008 angestiegen (USDA NASS, 2010). Doch auch hier ist für eine valide Abschätzung künftiger Entwicklungen bei steigenden Energiekosten entscheidend wie sich auf der anderen Seite die Produktpreise entwickeln.

Nach Simulationsrechnungen von Dvoskin und Heady (1977) haben Energiepreissteigerungen einen nicht unerheblichen Einfluss auf die beregnete Fläche. Nach ihren Modellrechnungen führt eine Verdopplung der Energiepreise bereits zu einem 21 %-igen Rückgang der bewässerten Kartoffelanbaufläche. Vervierfachen sich die Energiekosten wird die bewässerte Fläche nochmals um 21 % eingeschränkt, so dass sich die Anbaufläche nahezu halbiert.

Zusammenfassend lassen steigende Energiepreise zwei Anpassungsoptionen möglich erscheinen. Unter der Annahme, dass die Energiepreise weiter steigen, die Produktpreise jedoch nicht entsprechend nachziehen ist die Rentabilität der Beregnung - zumindest bei einigen landwirtschaftlichen Kulturen - wegen der doch hohen Energiekostenanteile an den Gesamtkosten der Beregnung in Frage gestellt und könnte entsprechend vermindert oder völlig eingestellt werden. Dies gilt insbesondere wenn Entscheidung über Neuanschaffungen für die Beregnung anstehen. Besonders Getreide scheint weniger beregnungswürdig bei höheren Energiepreisen, wohingegen sich die Beregnung bei Kartoffeln und Zuckerrüben als stabiler zeigt. Insgesamt höhere flächenbezogene Deckungsbeiträge bei den Hackfrüchten tragen dazu bei (Fricke, 2006). Sollten sich höhere Produktpreise durchsetzen lassen, so wird die Beregnung im Wesentlichen in dem Umfang beibehalten werden. Bei einem Verzicht auf die Beregnung werden Anpassungen im Anbauspektrum notwendig werden, da sich die Beregnung in der Regel auf bereits schlecht mit Wasser versorgten Böden etabliert hat und ohne Beregnung die Rentabilität von z.B. Kartoffeln nicht mehr geben ist.

Anders sieht dies bei den nicht landwirtschaftlichen Kulturen wie gärtnerische und Dauerkulturen aus, wo in der Regel ein Verzicht auf die Beregnung nicht denkbar ist, da damit erhebliche Ertragsminderungen bzw. Ertragsrisiken einhergehen. Sollten sich dort keine höheren Produktpreise realisieren lassen, so muss dies zu Lasten der Gewinnmarge gehen, es sei denn an anderen Stellen eröffnen sich (Energie)Einsparmöglichkeiten.

4 Energie in der Ernährungswirtschaft

Global werden die Umsätze der Lebensmittelindustrie auf 3 Billionen US-\$ oder rund 2 Billionen € geschätzt (Rabobank, 2008b), die Umsätze für Deutschland belaufen sich auf rund 150 Mrd. € und sind damit etwa dreimal so hoch wie in der Landwirtschaft (BVE, 2010).

Die Ausgaben für Essen und Trinken (ohne außer Haus-Verzehr) der privaten Haushalte in Deutschland machen mit knapp 200 Mrd. € etwas über 10 % der verfügbaren Einkommen aus. Damit wird für die Ernährung weniger ausgegeben als für die Mobilität mit ca. 13 % und dem Wohnen, dem größten Einzelposten, mit rund 25 %. Mit steigendem Einkommen nimmt der Anteil der Ausgaben für Nahrungsmittel in Deutschland von etwas über 14 % in der untersten Einkommensgruppe auf unter 10 % in der höchsten ab. Gleichwohl wird mit höherem Einkommen absolut mehr für die Ernährung ausgegeben (DESTATIS, vergleiche auch Abb. 27 S 52).

Mit den veränderten Konsumgewohnheiten und der Nachfrage der Konsumenten nach stärker verarbeiteten Produkten hat die Bedeutung der industriellen Verarbeitung von Agrarprodukten für die Ernährungssicherung kontinuierlich zugenommen. Nur noch ein Viertel der weltweit verzehrten Nahrungsmittel wird nicht zuvor zusätzlich industriell aufbereitet, bevor sie den Konsumenten erreichen (Rabobank, 2008b). In den Industrieländern dürfte der Anteil noch geringer sein. Dies spiegelt sich nicht zuletzt auch in einem hohen Anteil des Außer-Haus-Verzehrs von 63 Mrd. € oder ca. 25 % der Konsumausgaben für Lebensmittel wieder (BVE, 2010).

Auch die Struktur der lebensmittelverarbeitenden Industrie hat sich hin zu einer stärkeren Spezialisierung, Arbeitsteilung und weitergehenden mehrstufigen Verarbeitungstiefe entwickelt. Nur noch ein Viertel ihres Erlöses gibt die Nahrungsmittelindustrie für Vorleistungen in Form von Agrarrohprodukten, die unmittelbar aus der Landwirtschaft stammen, aus. Fast ebenso viel wird inzwischen für Vorleistungen in Form von Halbprodukten von Partnerbetrieben der Ernährungsindustrie selbst bezogen (EUROSTAT, Input-Output-Tabellen, 2011).

4.1 Energieverbrauch und Energiekosten

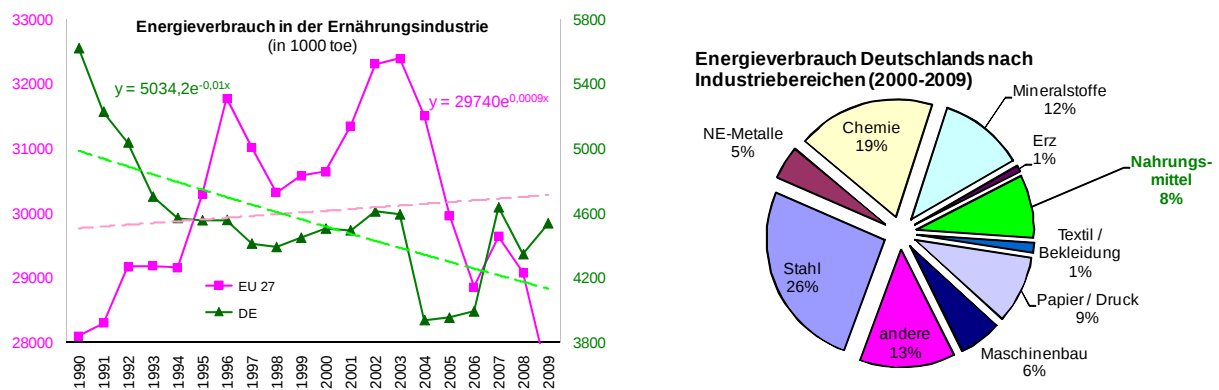
Trotz der mehrstufigen und stärkeren Veredelung von Nahrungsmitteln, mit einem deutlichen geringeren Aufwand bei der Zubereitung zu Hause (Convenienceprodukte), sind die Energieausgaben in der Nahrungsindustrie im Vergleich zu anderen Industriebereichen und auch im Vergleich zur Landwirtschaft gering. Der Anteil des direkten (monetären) Energieaufwands am Gesamtaufwand in der Lebensmittelverarbeitenden Industrie⁸ wird je nach Quelle (EUROSTAT, DESTATIS) mit 2 - 3 % angegeben, gegenüber einem mehr als doppelt so ho-

⁸ Definitionsgemäß wird unter der Ernährungswirtschaft sowohl die Lebensmittelverarbeitende Industrie als auch der Handel einschließlich des Großhandels und des Einzelhandels verstanden. Der Begriff der Lebensmittelverarbeitenden Industrie oder des Lebensmittelverarbeitenden Gewerbes umfasst hingegen nur die Verarbeitung ohne den Handel und wir hier synonym mit Ernährungsindustrie und Ernährungsgewerbe benutzt.

hen Energiekostenanteil von 5 - 9 % in der Landwirtschaft (nur direkte Kostenanteile für Kraftstoffe, Heizenergie und Strom in der Pflanzlichen Erzeugung; CRS-Report, Schnepf, 2004).

Im Zeitablauf ist der physische Energiebedarf der deutschen Ernährungsindustrie mit etwa 1 % pro Jahr leicht rückläufig und mit der Entwicklung in der Landwirtschaft vergleichbar, während in der EU- Ernährungsindustrie, bei erheblichen erratischen Ausschlägen, keine klare Entwicklung erkennbar ist (vergleiche Abb. 23 und Abb. 6 S. 18). Dies ist durchaus bemerkenswert, da mit der Zunahme der angebotenen Nahrungsmittel mit Convenience-eigenschaften, wie Fertiggerichte, zusätzliche Arbeitsschritte bei der Verarbeitung notwendig werden und somit ein höherer Energieaufwand notwendig wird. Es ist anzunehmen, dass Investitionen in energieeffizientere Maschinen und die Optimierung der Abläufe und Verfahren bei der Verarbeitung kontinuierlich zu Energieeinsparungen führten. (EUROSTAT, DESTATIS).

Abb. 23: Energieverbrauch in der Ernährungsindustrie Deutschlands und der EU



Quelle: EUROSTAT, DESTATIS

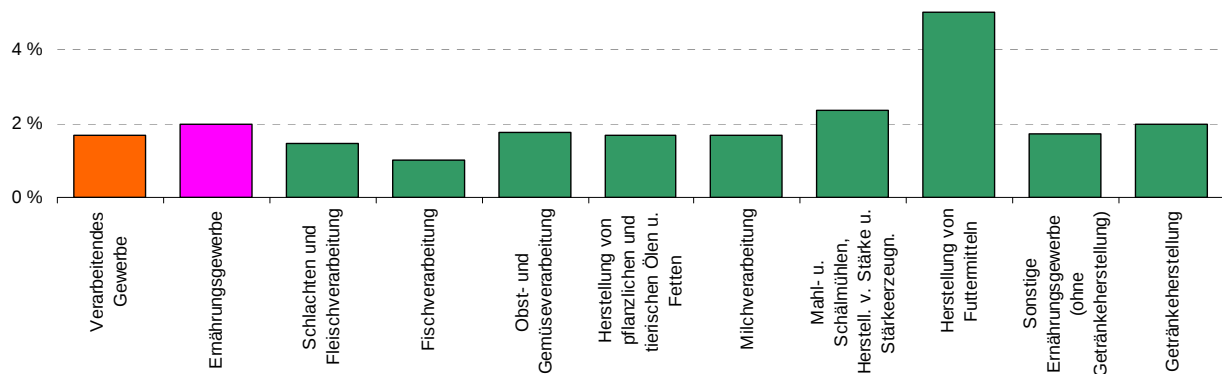
Aus energetischer Sicht ist das Ernährungsgewerbe mit einem Anteil von 8 % am Endenergieverbrauch aller Industriebereiche in Deutschland ein Leichtgewicht. Die Stahl- und Metallbranche hat im Durchschnitt 2000 - 2009 den höchsten Anteil mit 26 %, gefolgt von der Chemischen Industrie mit 19 %. Seit 1990 gab es keine wesentlichen Verschiebungen in der Rangfolge (EUROSTAT).

Wie aus Abb. 24 ersichtlich wird, liegt der direkte monetäre Energieaufwand im Durchschnitt aller Branchen des Ernährungsgewerbes bei 2 %. Damit ist die Höhe der Energiekosten in der Ernährungsindustrie mit den Maschinenkosten vergleichbar, treten jedoch weit hinter andere Kostenbestandteile der Produktion, wie z. B. die Kosten der Arbeitserledigung mit 17 %, zurück. Die Unterschiede bei den Ausgaben für Energie zwischen den Branchen der Ernährungsindustrie sind mit einer Bandbreite von 1,3 % – 2,2 % generell gering. Eine Ausnahme bildet die Futtermittelindustrie⁹. Dort liegen die Energiekosten bei knapp 5 % der Ausgaben (DESTATIS, Kostenstrukturerhebung bei Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes). Eine

⁹ Die Futtermittelindustrie wird in der Systematik des Statistischen Bundesamtes der Ernährungsindustrie zugeordnet.

überschaubare Verarbeitungstiefe (Mehrwert) bei einem hohen Energiebedarf für das Mischen, Schroten und Pelletieren tragen zu dem höheren Energiekostenanteil bei.

Abb. 24: Energieausgabenanteile im Verarbeitenden Gewerbe, 2005



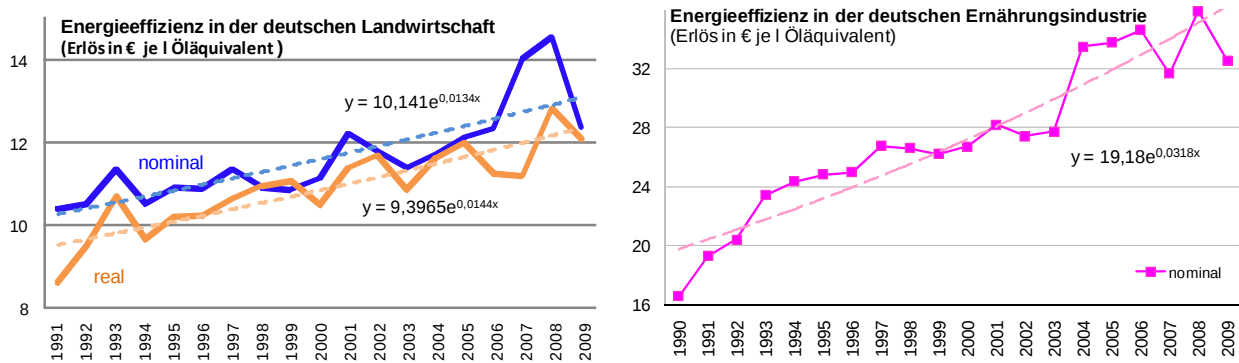
Quelle: DESTATIS; Kostenstrukturhebung der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe, Fachserie 4 / Reihe 4.3

Die (indirekten) Energiekosten aus den Vorleistungen sind bei dieser Betrachtung jedoch nicht berücksichtigt. Wird ein durchschnittlicher Agrarrohwarenanteil von 25 % in der Ernährungsindustrie (Rabobank, 2008a) und ein Energiekostenanteil in der Primärerzeugung über alle Produkte von rund 20 % (Schnepf, 2004) angenommen, errechnet sich ein Kostenanteil über alle direkten und indirekten Energieinputs (foot prints, Energierucksack) von 7 % bis 8 % für die Ernährungsindustrie. Werden weitere nach der Rabobankstudie (2008a) bedeutsamen Vorleistungen der Verarbeitungsindustrie mit Energierucksack einberechnet, wozu vor allem die Verpackung zählt, so dürfte der Energiekostenanteil für die gesamte Kette bis zum fertigen Nahrungsmittel im Durchschnitt 10 % kaum überschreiten.

4.2 Energieeffizienz in der deutschen Landwirtschaft und Ernährungsindustrie

Veränderungen von einzelnen Preisen für Betriebsmittel, wie z.B. der rasche Preisanstieg für Energie, führen zu Veränderungen der Preisrelationen zwischen Produktionsinputs und zwingen zu entsprechenden Anpassungen im Produktionsablauf. Historisch zu beobachten war dies in hohem Maße in Folge der Ölkrise in den 70er Jahren. Die seither vielfach erfolgten Umstellungen und Optimierungen der Produktionsprozesse, mit dem Ziel Energie einzusparen, mündeten insgesamt in einer geringeren Anfällig- und Abhängigkeit der Wirtschaft von Schwankungen der Energiepreise.

So sank nach Angaben der EIA (2008) im Langfristtrend seit den 50er Jahren der Indikator Energieintensität, gemessen als Energieaufwand je Bruttoinlandsprodukteinheit, über alle Sektoren der entwickelten Länder von knapp 20 auf ca. 8. Auch die deutsche und europäische Landwirtschaft vermochte den Energieaufwand zu verringern. Seit 1990 sank der absolute Energieverbrauch für die Landwirtschaft Deutschlands um 0,8 % und der EU um 1,4% pro Jahr. Die deutsche Ernährungsindustrie erreichte etwa gleichhohe jährliche Energieeinsparungen. Trotz real sinkender Energiepreise, die wenig Anreize boten den Energieverbrauch zu reduzieren, kam es zu diesem beachtenswerten Minderverbrauch.

Abb. 25: Energieeffizienz in der Landwirtschaft und Ernährungsindustrie Deutschlands

Quelle: DESTATIS Fachserie 19, Reihe 1, EUROSTAT, Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, eigene Berechnungen und Darstellung

Da sich die Erlöse bzw. der Umsatz der Landwirtschaft Deutschlands im Zeitablauf positiv entwickelten und der Energieverbrauch sank, verbesserte sich die Energieeffizienz kontinuierlich und noch deutlicher als der Energieverbrauch selbst. So stieg die (nominale und reale) Energieeffizienz, gemessen als Verkaufserlös je Öläquivalent, in der Landwirtschaft in den letzten beiden Dekaden im Durchschnitt rund 1,4 % p. a. (DESTATIS, EUROSTAT, vgl. Abb. 25) und liegt damit im Gleichklang mit der Entwicklung der Energieeffizienz der Gesamtwirtschaft mit 1,6 % (DESTATIS, 2011).

Die deutsche Ernährungsindustrie steht, rückschauend, unter Energieeffizienzaspekten im Vergleich zur Landwirtschaft und Gesamtwirtschaft noch besser dar. Innerhalb der letzten 25 Jahre sank der Energieverbrauch um 1 % pro Jahr (EUROSTAT, vergleiche auch Abb. 23). Gleichzeitig stieg der Bruttoproduktionswert der Ernährungsindustrie nominal um 1,7 % p. a. (DESTATIS, 2011). Der Umsatz stieg noch stärker. Führt man die Entwicklung des Umsatzes mit der Entwicklung des Energieverbrauches zusammen, so stieg die Energieeffizienz in der deutschen Ernährungsindustrie mit 3 % pro Jahr mehr als doppelt so stark wie in der deutschen Landwirtschaft, wie obige Schaubilder anschaulich verdeutlichen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es sowohl der Landwirtschaft als auch der Ernährungsindustrie Deutschlands gelungen ist, den (direkten) Energieverbrauch trotz der Entwicklung zu einer stärkeren Mechanisierung und Automatisierung der Produktionsabläufe seit 1990 um rund 1 % pro Jahr zu senken. Die Energieeffizienz verbesserte sich noch stärker bei einem wachsenden Umsatz mit bis zu 3 % pro Jahr. Die direkten Energieausgabenanteile sind in der Ernährungsindustrie mit 2 % deutlich geringer als in der Landwirtschaft und im Gesamtkontext eher vernachlässigbar. Werden alle Vorleistungen energetisch mit einbezogen, so liegt die energetische Kostenbelastung auf das Endprodukt bezogen kaum über 10 %.

5 Energie und Lebensmittel im privaten Haushalt

5.1 Energieverbrauch, sowie Energie - und Nahrungsmittelausgaben

Private Haushalte verbrauchen Energie in verschiedenen Lebensbereichen. Dazu gehören beispielsweise der Bereich Wohnen und der Individualverkehr. Beide Verbrauchsbereiche werden dem direkten Energieverbrauch zugerechnet, weil der Energieverbrauch unmittelbar durch die privaten Haushalte beim Heizen, dem Gebrauch von Haushalts- und Kommunikationsgeräten oder bei der Nutzung privater Pkws entsteht. Weniger offensichtlich, aber von großer Bedeutung, ist der Energieverbrauch, der durch den Konsum von Waren und Dienstleistungen verursacht wird. Zwar sind die Haushalte nicht unmittelbar am Energieverbrauch beteiligt, durch ihre Konsumnachfrage beeinflussen sie jedoch den Energieeinsatz indirekt. Dieser indirekte Energieverbrauch der privaten Haushalte betrifft die Produktion von Waren sowie die Bereitstellung von Dienstleistungen sowohl im Inland als auch im Ausland (DESTATIS, 2008).

Die finanzielle Belastung der privaten Haushalte durch Ausgaben für direkte Energie (Wohnen und Individualverkehr) ist mit rund 8 % aller Ausgaben vergleichsweise gering (DESTATIS, 2008). Werden jedoch die über die Konsum- und Investitionsgüter gebundenen Energien mit einbezogen, so liegen die Ausgaben bei ca. 20 % für Deutschland.

Beim physischen Energieverbrauch dominiert die in Konsumgütern gebundene indirekte Energie mit einem Anteil von ca. 60 %, gefolgt von den direkten Verbrauchskategorien Wohnen und Mobilität. Unter den letztgenannten Bereichen des direkten Energieverbrauches rangiert das Wohnen vor dem Individualverkehr. Je nach Quelle und Berechnungsmethode schwanken die relativen Anteile fürs Wohnen zwischen 27 % (DESTATIS, 2008) und 32 % (DESTATIS, 2010; Loske et al., 1997) am Gesamtenergieverbrauch, mit klar steigender Tendenz im Zeitablauf. Innerhalb des Wohnbereiches hat der Raumwärmebedarf mit über 70 % den größten Anteil, gefolgt von der Warmwasserbereitstellung mit knapp über 10 %. Gas nimmt hierbei als Energieträger den ersten Rang ein, wohingegen Mineralöl und Strom in ihrer Bedeutung abfallen (DESTATIS, 2008; Grieshammer et al., 2010). Einen noch höheren Anteil für das Wohnen weist eine UNEP Studie (2010) mit 44 % aus. Diese Studie bezieht jedoch sowohl die direkten als auch indirekten (Verbrauchs-)Energien, sowie die im Hausbau gebundenen Energien mit ein.

Die Preise für Haushaltsenergie stiegen von 2000 - 2007 nahezu parallel mit den Ausgaben der privaten Haushalte für Energie um ca. 50 % (DESTATIS). Dies lässt darauf schließen, dass die Haushalte nicht in der Lage waren den Energieverbrauch im Haushalt den gestiegenen Preisen anzupassen und entsprechend zu reduzieren, sondern Mehrbelastungen über die gestiegenen Energiepreise in Kauf nehmen mussten, die für andere Konsumbereiche fehlten.

Neben dem Wohnen (32 %) ist auch die Ernährung ein wichtiger Verbrauchsbereich für Energie. Bis zu 20 % des (direkten und indirekten) Energieverbrauchs der privaten Haushalte fließen dorthin und damit ist die Ernährung energetisch bedeutender als der Bereich Freizeit,

definiert als Freizeit- und Urlaubsmobilität, mit 17 % (Loske et al., 1997). Die Angaben zum Energieverbrauch für die Ernährung schwanken in der Literatur allerdings, je nach Methode und Definition der Systemgrenzen, sowie einer oft unzureichenden Datenlage und unterschiedlicher Schätzmethode, erheblich zwischen 9 % und 20 % (DESTATIS, 2008; Grieshammer et al., 2010; Kramer et al., 1994 nach Rose (2007); Loske et al., 1997; Quack und Rüdener, 2004; Taylor, 2000; UNEP, 2010; Wiegmann et al., 2005).

Die zugrundeliegende Fragestellung hat ebenso Auswirkungen auf die Höhe des Energieverbrauchs. Als besonders sensibel auf die Ergebnisse erweist sich die Festlegung der Systemgrenzen bei der Ernährung. In den meisten Untersuchungen beschränkt sich die Analyse auf die Nahrungsmittel selbst, so bleibt der Einkauf, die Lagerung sowie die Zubereitung in dem Komplex Ernährung, wie auch in Tabelle 2: Treibhausgase pro Kopf und Konsumbereich in Deutschland 2009, ausgeklammert. Auch die energetische Bewertung des Außer-Haus-Verzehrs, sowie die Berechnung des Energierucksacks von importierten Nahrungsmitteln verlangt nach spezifischen Annahmen und Informationen. Diese liegen nur selten vor. Insbesondere bei Importen liegen meist keine oder nur unzulängliche Informationen zu den Anbaumethoden, der Art und dem Umfang der Weiterverarbeitung, sowie der Transportwege und der Transportmittel vor (DESTATIS, 2008) und erschweren die Abschätzung des Energieverbrauchs oder machen sie sogar unmöglich. Auch die verwendeten Energieträger selbst mit ihren unterschiedlichen Konversionskoeffizienten sind nur selten dokumentiert, beeinflussen die Energiebilanz jedoch teils erheblich.

Tabelle 2: Treibhausgase¹⁰ pro Kopf und Konsumbereich in Deutschland 2009

Konsumbereiche	Treibhausgase (in t CO ₂ e)	Anteil
Heizung	2,08	18,1 %
Strom	0,79	6,9 %
Pkw	1,65	14,3 %
ÖPNV	0,12	1,0 %
Flug	0,90	7,8 %
Ernährung	1,74	15,2 %
Sonstiger Konsum	2,91	25,3 %
Infrastruktur	1,31	11,4 %
Gesamt	11,50	100,0 %

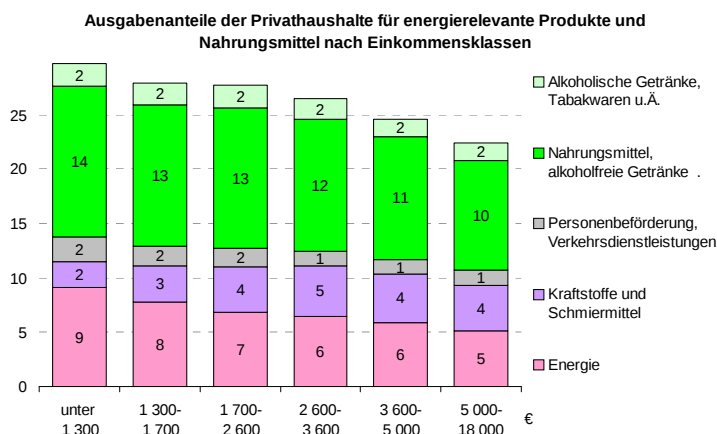
Quelle: Grieshammer et al. (2010), Anmerkung: Die Angaben wurden von dem Basisjahr 2005/06 durch die Autoren auf 2009 hochgerechnet.

Welche Bedeutung den indirekten Effekten des Energiekonsums der privaten Haushalte zukommt, machen Grieshammer et al. (2010) deutlich. Sie schätzen nach Angaben des Statistischen Bundesamtes den indirekten Energieverbrauch (Energierucksack) für Waren und Dienstleistungen der privaten Haushalte auf das 1,5-fache des direkten Energieverbrauchs.

¹⁰ Auch wenn die Treibhausgase mehr als den reinen Energieverbrauch umfassen, so können sie doch einen Eindruck über die Verbrauchsstruktur vermitteln. In der Regel liegen die Werte der THG-Emissionen bei der Ernährung oberhalb der entsprechenden energetischen Werte. Für die übrigen Bereiche sind die Differenzen eher marginal.

Die finanzielle Belastung der Privathaushalte durch Energie errechnet sich aus dem Energieverbrauch (Energiefracht) zur Bereitstellung der nachgefragten Waren/Dienstleistungen und der Zusammensetzung des Warenkorb, sowie der Energiepreise selbst. Mit zunehmender Verarbeitungstiefe sinkt in der Regel der Ausgabenanteil für Energie an den Produkten. Der Energiekostenanteil bei Dienstleistungen ist generell noch geringer als von Konsumgütern. Da mit zunehmender wirtschaftlicher Entwicklung die Nachfrage nach hoch verarbeiteten Produkten und insbesondere nach Dienstleistungen steigt, sinkt c.p. der Anteil der Ausgaben für Energie der Konsumenten im Zeitablauf kontinuierlich.

Abb. 26: Ausgabenanteile energierelevanter Produkte der Privathaushalte (2006)



Quelle: DESTATIS, Fachserie 15, Reihe 1, eigene Berechnung und Darstellung

13 % etwas weniger als die Hälfte wie für das Wohnen aus. Steigende Energiepreise wirken sich hier jedoch nur geringfügig aus, da der Kostenanteil der Nicht-Energiekosten in beiden Bereichen gegenüber den Energiekosten klar überwiegen (DESTATIS, 2008). Anders in dem Bereich „Energie“ der Privathaushalte, worauf ebenfalls rund 20 % der Ausgaben entfallen, mit folgenden Verbrauchsquellen: Raumwärme, Warmwasser, mechanische Energie, Beleuchtung, sonstige Prozesswärme. Hierunter hat die Raumwärme mit allein 75 % des Gesamtwärmebedarfs den größten Anteil (DESTATIS, 2008 und 2010 Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (VGR)). Bei der Ernährung steht ein ca. 13 %-iger Budgetanteil einem 10 %-igem Energieanteil gegenüber. Beim Wohnen liegt der Energieanteil bei 15 % bei einem Ausgabenanteil von rund 20 %, so dass sich Energiepreisanstiege sich im Lebensbereich Wohnen doppelt so stark und unmittelbarer auswirken als beim Essen.

Die zusätzlichen Belastungen von knapp 30 % der privaten Haushalte im Wohnbereich (Wohnen und Energie) in zehn Jahren resultieren fast ausschließlich aus den steigenden Aufwendungen aufgrund der anziehenden Energiepreise und Mietsteigerungen. Der energetische Verbrauch blieb in den letzten Jahren hingegen nahezu konstant. Der relative Ausgabenanteil am Einkommen war ebenfalls unverändert im Zeitablauf (DESTATIS, 2008 und 2010 (VGR), vergleiche auch Abb. 27).

Anders bei den Nahrungs- und Genussmitteln. Trotz des starken Energiepreisanstiegs stiegen die Ausgaben für Nahrungsmittel nur um 17 % innerhalb von zehn Jahren (DESTATIS, 2010

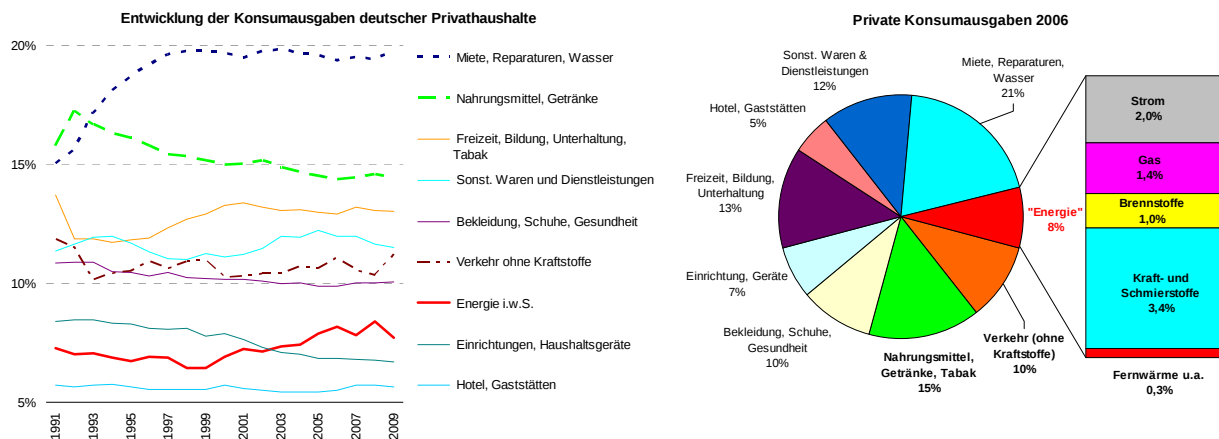
Zu den energiesensitivsten Produktgruppen des „privaten Warenkorb“ zählen, wie bereits erwähnt, der Energiebereich selbst, mit Raumwärme und Strom, sowie die Kraftstoffe, aber auch die Ernährung.

Ausgabenanteil bindet der gesamte Wohnbereich als größte Einzelposition (Wohnungsbau bzw. –miete einschließlich aller Nebenkosten ohne Energie) 20 % des Einkommens, unmittelbar gefolgt von der Kategorie Ernährung mit Nahrungsmittel, Getränke und Tabak. Für das Essen geben die privaten Haushalte mit rund

(VGR). Bei den anteiligen Ausgaben ist der Verlauf noch günstiger. Seit Beginn der 90er Jahre bis heute sanken die anteiligen Nahrungsausgaben um 2 % von rund 15 auf 13 % (2009, DESTATIS, 2010 (VGR)). Ursache für den Rückgang der relativen Kosten der Ernährung sind die seit längerem real sinkenden Preise für Nahrungsmittel sowie die überproportional steigenden Energiepreise und Preise anderer Güter (Rabobank, 2008a, DESTATIS, 2008).

Diese beiden Entwicklungen führten dazu, dass zu Beginn der 90er Jahre die privaten Haushalte erstmals mehr für das Wohnen als für die Ernährung ausgegeben haben und bis heute doppelt so viel dafür ausgeben. Für die Zukunft ist unter der Annahme steigender Energiepreise mit einer weiteren Verschiebung zu rechnen, da, energetischerseits, allein für die Beheizung der Räume doppelt und für den gesamten Wohnkomplex dreimal so viel Energie aufgewendet wird wie für die Bereitstellung von Nahrungsmittel.

Abb. 27: Ausgabenstruktur der Privaten Haushalte 1991 - 2009



Quelle: DESTATIS, Fachserie 18, Reihe 1.4, eigene Berechnungen und Darstellung

Am deutlichsten sichtbar werden die steigenden Energiepreise bei der hier definierten summarischen Kategorie „Energie i.w.S.“ in Abb. 27 mit Strom, Gas, Brennstoffe einschließlich Fernwärme wie auch Kraft- und Schmierstoffe. Zwar hat dieser Energiekomplex einen niedrigen relativen Ausgabenanteil, doch wirken sich dort, wegen des hohen wertmäßigen Energieanteils an den Produkten, Veränderungen der Energiepreise unmittelbarer als bei Lebensmitteln aus. So stieg der relative Ausgabenanteil für diese Kategorie seit 1999 kontinuierlich von 6,4 % auf einen Höchstwert von 8,4 % für 2008 an, um danach – den sinkenden Energiepreisen folgend – 2009 wieder leicht abzufallen (vgl. Abb. 27). Absolut stiegen die Energieausgaben von 2007 auf 2008 um 10,2 % an um dann bis 2009 wieder um 8,2% unterhalb des Niveaus der Vorjahre zu fallen. Zum Vergleich: der Rohölpreis stieg im gleichen Zeitraum zunächst um 36 % und fiel dann im Folgejahr wieder um 36 % (DESTATIS, Fachserie 18, Reihe 1.4). D. h. danach kommen bei dieser groben Schätzung nur ca. ein Viertel bis ein Fünftel der Energiepreissteigerungen, wie z. B. bei Mineralöl, bei den Privathaushalten beim Kauf von „Energieprodukten“ an. Bei weniger energiebelasteten Konsumprodukten ist der Anteil noch deutlich geringer, wie später noch gezeigt wird.

Aus der Tatsache, dass die Preise für Energie der Privathaushalte etwa doppelt so schnell wie die Energieausgaben der Haushalte stiegen, ist erkennbar, dass die Verbraucher ihr Nachfra-

geverhalten nach Energie den steigenden Energiepreisen angepasst haben. Jedoch vermochten sie dies nicht in dem Umfang zu tun wie die Preise anzogen (DESTATIS, Fachserie 18, vgl. Kapitel 5.2).

Bei Nahrungsmitteln ist die Situation etwas anders. Dort wirken sich Energiepreisänderungen nur marginal auf die Preise für Nahrungsmittel aus. Zum einen hängt dies, wie bereits erläutert, von dem hohen Verarbeitungsgrad ab – der wertmäßige landwirtschaftliche Rohwarenteil in der Lebensmittelverarbeitung beträgt in der Regel unter 30 % (Rabobank, 2008a) – sowie dem geringen Energieverbrauch in der Lebensmittelindustrie bei der Weiterverarbeitung der Rohprodukte und zum anderen von dem teils geringen Grad der Preistransmission entlang der Wertschöpfungskette (USDA, 2009).

So war, trotz des starken Preisanstiegs der landwirtschaftlichen Ausgangsprodukte von 14 % (2006 bis 2008) wie auch für Energie von 16 % - 33 %, der Preisanstieg für Nahrungsmittel mit 10 % moderat. Die Spannbreite war allerdings mit 6 % (Fleisch und Fleischwaren) bis 21 % (Milchprodukte und Eier) erheblich (DESTATIS, 2010 (VGR)). Die Höhe des Preisanstieges bei Nahrungsmitteln lag zeitweise oberhalb dessen, was aus den Energieanteilen der Produkte und den zusätzlichen Energiekosten zu erwarten wäre. Danach hätte der Preisanstieg bei Nahrungsmitteln rechnerisch unterhalb von 5 % liegen müssen. Die hohen beobachteten Preise lassen daher vermuten, dass insbesondere auf dem Milchmarkt, aber auch auf den Getreidemärkten, nicht die Energiekosten, sondern Knappheiten und andere Marktelemente (wie z. B. die Preisentwicklung anderer Produktionsfaktoren), preisbestimmend waren.

Zu noch geringeren Preiseffekten bei Nahrungsmitteln, wenn sich die Energie verteuert, kommen Liska et al. (2009). In ihren Modellanalysen würde ein Anstieg der Energiepreise von 80 % nur zu 3 % höheren Verbraucherpreisen für Nahrungsmittel führen (siehe auch Kap. 6 zu Preistransmission, Marktmacht und Markttransparenz).

Zusammenfassend lässt sich festhalten: Die Ausgabenstruktur der privaten Haushalte lässt insbesondere im Wohn- und Mobilitätsbereich eine erhebliche finanzielle Belastung bei steigenden Energiepreisen erwarten. Dahinter treten die zu erwartenden Preiswirkungen bei Lebensmitteln weit zurück. Obgleich in der Primärproduktion die Energiekostenanteile noch vergleichsweise hoch sind, verlieren sie mit zunehmender Verarbeitung bis zum fertigen Verkaufsprodukt an Bedeutung, so dass nur geringe energiepreisbedingte Effekte beim Kauf von Nahrungsmitteln beim Konsumenten ankommen dürften. Die Preissteigerungen bei Nahrungsmitteln in den letzten Jahren waren mit ca. 10 % pro Jahr sehr hoch und lassen sich nicht allein aus den Energiekostenanteilen bei den Lebensmitteln selbst und den höheren Energiepreisen ableiten. So dürften nach Liska et al. (2009) selbst bei einem Preisanstieg für Energie von 80 % die Nahrungsmittelpreise nur um 3 % steigen. Legt man die Abschätzungen aus vorherigen Kapiteln zugrunde, die den Energiekostenanteil bis zum fertigen Nahrungsmittel im LEH auf ca. 10 % schätzen, so müssten die Preisanstiege zwar höher als bei Liska et al. (2009) liegen, jedoch deutlich unter 10 %. Die Diskrepanz zwischen den beobachteten und den rechnerisch zu erwartenden Energiepreiseffekten bei Nahrungsmitteln lässt auf Intransparenzen und Marktmacht im Marktgeschehen schließen.

5.2 Einkommens- und Preiselastizitäten

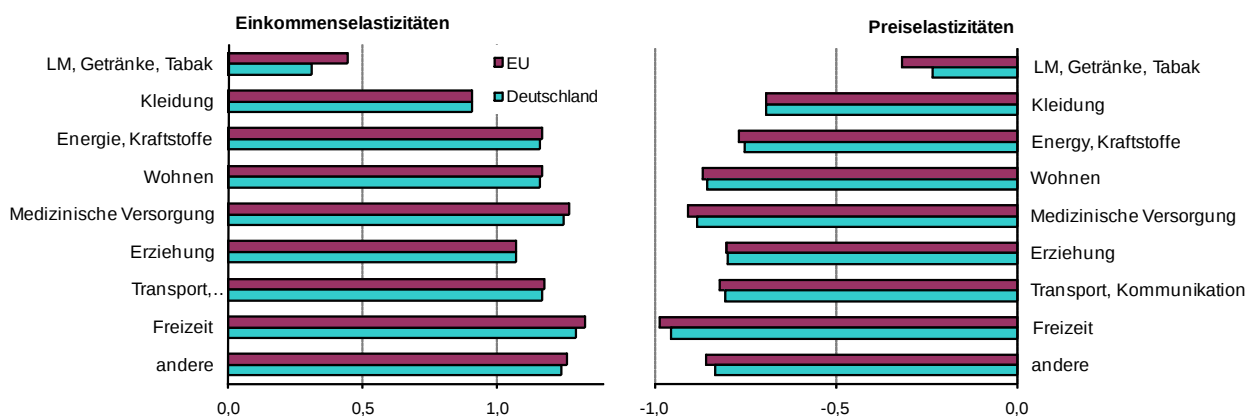
Einkommens- und Preiselastizitäten geben darüber Auskunft wie sich Einkommens- bzw. Preisänderungen auf das Konsumverhalten auswirken. Eine fast unüberschaubare Anzahl von Publikationen zu Elastizitäten liegen vor, deren Schätzungen jedoch stark streuen (Bergtold et al., 2004; Seale et al., 2003; Rabobank, 2009a; USDA (ERS), 2011a und b). Ursache hierfür sind unterschiedliche methodisch ökonometrische Ansätze sowie unterschiedliche Zeithorizonte. Die umfangreichste Sammlung hält das USDA (ERS, 2011b) in einer Datenbank aus einer Literaturrecherche bereit.

5.2.1 Elastizitäten für Lebensmittel

Übereinstimmend in allen Untersuchungen ist, dass die Konsumenten bei Lebensmitteln auf Preis- und Einkommensschwankungen weitgehend unelastisch reagieren (Kratena et al., 2009; Seale et al., 2003). Essen als Grundbedürfnis und die volumenmäßige Begrenztheit der Nahrungsaufnahme, die ein „Essen auf Vorrat“ für Mangelzeiten oder eine „mehr Essen“ bei höheren Einkommen unmöglich macht, sind Gründe hierfür.

Mit steigendem Wohlstand sinken die Elastizitäten zusätzlich. So sind die Preis- und Einkommenselastizitäten für Lebensmittel in den Industrieländern generell niedriger als in Entwicklungsländern. Dies spiegelt sich auch im Vergleich der EU insgesamt und Deutschland wieder. In nahezu allen Konsumbereichen zeigt sich Deutschland - mit einem hohen Lebensstandard - weniger preis- und einkommenssensitiv als die EU als Ganzes. Innerhalb einzelner Kategorien sind die Elastizitäten für Lebensmittel die niedrigsten und in der Regel weniger als halb so hoch wie für die Nicht-Nahrungsbereiche, wie auch die folgende Darstellung für Deutschland und die EU veranschaulicht.

Abb. 28: Preis- und Einkommenselastizitäten nach Konsumkategorien Deutschlands und der EU



Quelle: Seale et al., 2003, eigene Berechnung und Darstellung

Bei Preis- und Einkommenselastizitäten für Nahrungsmittel von ca. $\eta_{xp} = -0,25$ bzw. $\eta_{xe} = +0,25$ ändert sich das Kaufverhalten bei Preisänderungen von Nahrungsmitteln oder Einkommensänderungen nur unwesentlich (Seale et al., 2003). So führt eine 10 %-ige Anhebung der Preise für Lebensmittel zu einem Rückgang in der mengenmäßigen Nachfrage nach

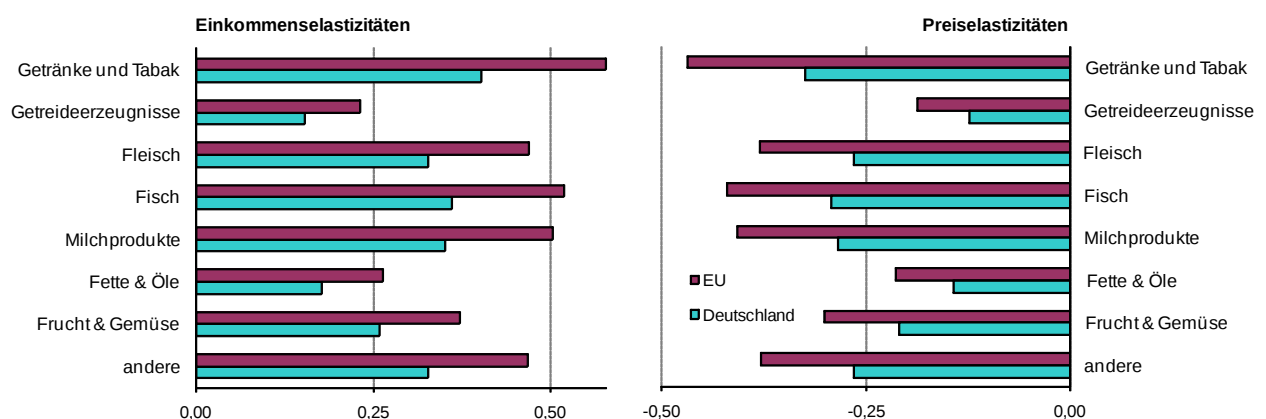
Lebensmittel um nur 2,5 %. Im Umfang ähnlich wirken Einkommensrückgänge. Sinkt das verfügbare Einkommen - z. B. auch indirekt wegen stark gestiegener Ausgaben für Energie und andere Lebensbereiche - um 10 % würde dies ebenfalls zu einem Nachfragerückgang nach Lebensmittel in gleicher Größenordnung wie bei einem Preisanstieg von rund 2,5 % führen. Aus Abb. 28 wird auch deutlich, dass der Konsum bei Preis- und Einkommensänderungen für den Non-Foodbereich erheblich stärker angepasst werden würde, da dort die Mehrzahl der Elastizitäten oberhalb von $\eta_{xe} = +1$ beim Einkommen bzw. nahe bei $\eta_{xp} = -1$ für Preise liegen (Seale et al., 2003). Das bedeutet, dass zur Abfederung möglicher Preissteigerungen im Ernährungsbereich, der Konsum in den übrigen Bereichen massiv eingeschränkt werden würde, um das Ernährungsverhalten, bei dann real sinkendem Einkommen, weitgehend stabil halten zu können.

Wie die Anpassung innerhalb des Ernährungsbereiches erfolgt, d. h. welche Produkte bei ansteigenden Preisen stärker von einem Minderkonsum betroffen sind, lässt sich aus dem Vergleich der Elastizitäten nach Nahrungsmittelgruppen und einzelnen Lebensmitteln ableiten. Während die Nahrungsmittelausgaben bei Änderungen der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen insgesamt weitgehend konstant bleiben, ist allerdings mit teils erheblichen Änderungen bei der Zusammensetzung des Warenkorb „Ernährung“ zu rechnen, wie im folgenden Kapitel erläutert wird.

5.2.2 Elastizitäten für Lebensmittelprodukte und -produktkategorien

Insgesamt sind die Elastizitäten für Nahrungsmittel in Deutschland mit $\eta_{xp} = -0,25$ (Preise) bzw. $\eta_{xe} = +0,25$ (Einkommen), wie bereits erwähnt, im Vergleich mit dem Nicht-Nahrungsmittelbereich niedrig (Rabobank, 2009a; Seale et al., 2003; USDA, 2010).

Abb. 29: Einkommens- und Preiselastizitäten nach Produktgruppen aus dem Ernährungsbereich für D und die EU



Quelle: USDA, 2010, <http://www.ers.usda.gov/Data/InternationalFoodDemand>, eigene Berechnung und Darstellung

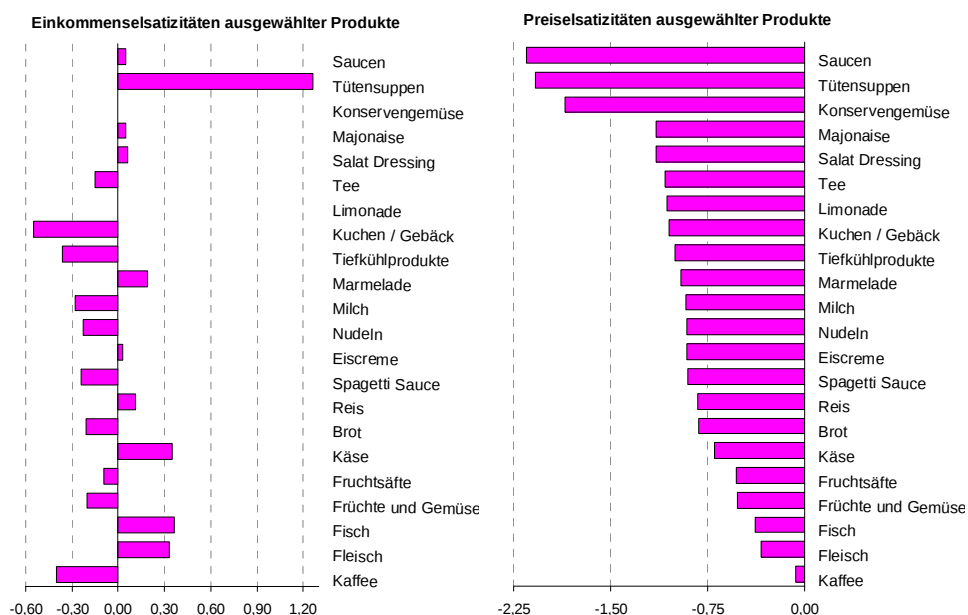
Mit höherem Einkommen wird die Nachfrage nach Nahrungsmitteln noch unelastischer. Dies zeigt ein Ländervergleich. So liegt die durchschnittliche Preiselastizität über alle Lebensmittel einschließlich Tabak in Luxemburg bei $\eta_{xp} = -0,10$, in den Baltischen Staaten hingegen bei

$\eta_{xp} = -0,38$. Noch größer sind die Unterschiede innerhalb von Produktgruppen. Eine Preiselastizität für Milchprodukte von $\eta_{xp} = -0,58$ in den Baltischen Staaten lässt eine erhebliche Einschränkung des Konsums bei Preisanstiegen erwarten, wohingegen die Luxemburger mit $\eta_{xp} = -0,11$ ihr Konsumverhalten nur geringfügig ändern würden (Seale et al., 2003). Ähnlich liegen die Verhältnisse auch bei Fleisch und Fisch. Noch größer sind die Unterschiede bei Getränken und Tabak. Diese Entwicklung zu einer unelastischeren Nachfrage mit steigendem Einkommen ist leicht verständlich, da mit steigendem Einkommen der Ausgabenanteil für Nahrungsmittel abnimmt und so auch Preisanstiege bei einzelnen Lebensmitteln das Haushaltbudget weniger stark belasten und so leichter verkraftet werden können. Mithin besteht dann kaum eine Notwendigkeit das Kaufverhalten bei der Wahl der Nahrungsmittel wesentlich zu verändern.

Generell sind die Nachfragepreiselastizitäten für Grundnahrungsmittel, wie Getreideerzeugnisse und Fette und Öle, mit $\eta_{xp} = -0,12$ und $\eta_{xp} = -0,14$ nur in etwa halb so hoch wie für Fleisch, Fisch und Milchprodukte ($\eta_{xp} = -0,29$ bis $\eta_{xp} = -0,27$). Verteuern sich die Produkte in gleichem Umfang, so würde der Absatz erstgenannter Produkte weniger leiden als der Absatz der veredelten Nahrungsmittel Fleisch, Fisch und Milchprodukte.

Für das Einkommen ist das Bild ähnlich. Sinkt das Realeinkommen, z. B. wegen erhöhter Inflationsraten mit nicht entsprechenden Lohnzuwächsen, so würde es zu Veränderungen in der Zusammensetzung des Warenkorb kommen, vergleichbar in Art und Umfang wie bei Preissteigerungen.

Abb. 30: Einkommens- und Preiselastizitäten ausgewählter Produkte



Quelle: Bergtold et al., 2004, Seale et al., 2003, Rabobank, 2009a

Verarbeitete Produkte wären besonders von einem Nachfragerückgang betroffen. Die Schätzungen der auf Produkten basierenden Elastizitäten machen deutlich, dass die einzelnen Branchen des Lebensmittelsektors in unterschiedlichem Umfang von Veränderungen der Preise oder des Einkommens betroffen wären. Produkte mit Conveniencecharakter, wie Saucen, Fertigsuppen und Salatdressing werden bei steigenden Preisen zugunsten von Grundnahrungsmitteln gemieden und die Verarbeitung bzw. Zubereitung von Speisen wird wieder stärker „reprivatisiert“.

Zu der entscheidenden Frage, ob eine Veränderung der Ernährungsgewohnheiten, weg von Produkten mit Conveniencecharakter und hin zu weniger verarbeiteten Nahrungsmitteln, letztendlich zu einem geringeren Energieaufwand in der kompletten Kette führt, gibt es nach Kenntnis des Autors keine Untersuchungen. Dass die industrielle Aufbereitung zu einem Convenienceprodukt im großtechnischen Stil einschließlich der Verbringung in den Lebensmittelhandel zunächst einen höheren Energieaufwand bedeutet als die Bereitstellung der Agrarausgangsprодукte, ist unstrittig. Dem steht jedoch ein möglicher, deutlich niedrigerer Energieaufwand bei der Zubereitung im Haushalt gegenüber. Letztendlich ist für den Energieverbrauch bis zum Verzehr weniger entscheidend wo, sondern wie die Speisen zubereitet werden. Dies gilt vor allem für die Zubereitung und auch die Lagerung(szeiten) im Haushalt. Dass der Schlüssel für eine wenig energiekonsumptive Ernährung im privaten Haushalt liegt, wird schon daran deutlich, dass innerhalb der kompletten Kette knapp 30 % der Energie im Haushalt verbraucht werden, wie auch in Kap. 5.3 näher erläutert wird.

Für den Außer-Hausverzehr kommt eine Rabobankstudie (2009a) aus der Analyse der Umsatzentwicklung verschiedener gastronomischer Betriebstypen in den USA im Verlauf der letzten Jahre seit der Finanzkrise zu dem Schluss, dass der Außer-Hausverzehr nur moderat eingeschränkt wird. Stattdessen werden von den Konsumenten vermehrt preisgünstigere Außer-Hausverzehrmöglichkeiten, wie Schnellrestaurants, aufgesucht. Diese konnten sogar, im Vergleich zu Vorkrisenverhältnissen, ein absolutes Umsatzplus verzeichnen. Von ähnlichen Entwicklungen berichtet auch die Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie (BVE, 2010).

5.2.3 Elastizitäten für Energie

Preiselastizitäten

Die Nachfragerreaktionen auf steigende Energiepreise sind seit den 70er Jahren intensiv untersucht worden. Die Preiselastizität für die verschiedenen Energieträger einschließlich Kraftstoff sind – teils methodisch bedingt - sehr stark streuend (Hamilton, 2008). Die Angaben schwanken zwischen fast Null bis $\eta_{xp} = -0,86$.

Eindeutig ist, dass es kurzfristig bei Preiselastizitäten von $\eta_{xp} = -0,05$ bis $\eta_{xp} = +0,07$ (Cooper, 2003; Dahl, 1993; Hughes, 2008) für Öl nur in äußerst geringem Umfang möglich ist, den Energiekonsum unmittelbar und wesentlich einzuschränken. Die jedoch sehr große Spannbreite der geschätzten Elastizitäten (bis $\eta_{xp} = -0,7$; Horn, 2004) deutet auf Effekte der Schätzmethoden, unterschiedliche Zeithorizonte sowie auf eine regionale Komponente in den zugrundeliegenden Daten hin (siehe Tabelle 3: Nachfragepreis- und Einkommenselastizitäten für Öl, Kraftstoff, Heizung und Strom).

Auch langfristig bleiben die Reaktionen im Verbrauch auf Preisänderungen mit geschätzten Elastizitäten von $\eta_{xp} = -0,26$ bis $\eta_{xp} = -0,3$ nach den meisten Studien überraschend gering. Eine Erklärungshypothese könnte sein, dass die für größere Einsparpotentiale notwendigen Investitionen in effizientere Technologien womöglich doch einen längeren Planungshorizont

erfordern und können daher auch nur bei sehr langfristiger Betrachtung ihre verbrauchsmindernde Wirkung entfalten. Als eine zweite Erklärung könnte der bereits erzielte hohe Energieeffizienzstatus sein, der einen Rückgang in der Energienachfrage bei ansteigenden Preisen kaum mehr oder nur mit sehr hohen, kaum wirtschaftlichen, Zusatzinvestitionen zulässt.

Tabelle 3: Nachfragepreis- und Einkommenselastizitäten für Öl, Kraftstoff, Heizung und Strom

Studie	Merkmal	Methode	Preis		Einkommen
			kurzfristig	langfristig	langfristig
Dahl & Sterner, 1991	Kraftstoff	Literatur	-0,26	-0,86	0,48 – 1,21
Espey, 1998	Kraftstoff	Literatur	-0,23	-0,43	0,39 – 0,88
Graham & Glaister, 2004	Kraftstoff	Literatur	-0,25	-0,77	0,93
Graham & Glaister, 2002	Kraftstoff	Literatur			1,1 – 1,3
Brons et al., 2008	Kraftstoff	Literatur	-0,34	-0,84	
Hughes et al., 2008	Kraftstoff		-0,03 - 0,07		0,5 – 0,8
Dahl, 1993	Öl, EL	Literatur	-0,07	-0,30	1,32
EIA, 2001	Öl	k.A.	-0,2		
Cooper, 2003	Öl	Regression	-0,05	-0,21	
Horn, 2004	Öl	k.A.	-0,6/-0,7	EL	0,7
				TL	0,4
				IL	0,3
Gately & Huntington, 2002	Öl/Energie	Regression	OECD		0,55
			Nicht-OECD		1,17
			Öl exportierende Länder		1,11
Dargay & Gately, 2010 OECD-Länder/G7	Öl	Regression		-0,20/-0,05	0,80/0,89
	Heizöl	Regression		-0,59/-0,25	0,56/1,04
	Kraftstoffe	Regression		-0,21/-0,34	0,91/0,68
	andere Öle	Regression		-0,18/-0,04	1,11/1,20
World Bank, 2007	Energie	k.A.	Low income		0,45
			Lower middle income		0,72
			Upper middle income		0,92
			High income		1,1
Kratena et al., 2009	Kraftstoff	Regression	-0,47		0,48
Kratena et al., 2009	Heizung	Regression	-0,26		0,31
Kratena et al., 2009	Elektrizität	Regression	-0,12		0,33

Anmerkung: EL=Entwicklungsländer, TL=Schwellenländer, IL=Industrieländer, k.A.=keine Angaben

Zu Bereichen mit geringen Elastizitäten jedoch hohen Potentialen, aber einem erhöhten Investitionsbedarf mit nur langfristiger Rentabilität, zählt der Gebäudebereich. Mit der energetischen Sanierung von Altgebäudesanierung, wo auch der Schwerpunkt des aktuellen Energiekonzepts der Bundesregierung liegt, erwartet die Bundesregierung Energieeinsparungen von bis zu 80 % bis 2050 (BMWI BMU, 2010). Dass gerade der Bereich Wohnen ein besonderes Einsparpotential bietet, wird schon daraus deutlich, dass – je nach Autor – zwischen 26 (DESTATIS, 2008; Mayer und Flachmann, 2008) und rund 40 % (Verbraucherzentrale Bun-

desverband, 2010) des Gesamtenergieverbrauches der privaten Haushalte dort anfallen. Ursache für die geringe Investitionsbereitschaft resp. niedrigen Elastizitäten sind struktureller Natur

Etwas anders sieht dies bei der privaten Mobilität (Kraftstoffe für den Individualverkehr) aus. Dort scheint zumindest langfristig ein größerer Verbrauchsrückgang bei steigenden Preisen bei Elastizitäten bis $\eta_{xp} = -0,86$ sehr wahrscheinlich und möglich. Kurzfristig hingegen zeigen sich die Verbraucher in der Regel ebenso wenig preisreaktiv wie bei der Energienachfrage insgesamt mit Werten von $\eta_{xp} = -0,03$ bis $\eta_{xp} = -0,34$. Einschränkungen werden zunächst bei nicht unbedingt notwendigen Fahrten im Freizeitbereich vorgenommen.

Hughes et al. (2008) findet bei einem Vergleich zweier Perioden (1975 - 1980 zu 2001 - 2006), dass die Verbraucher in den USA im Zeitablauf zunehmend unelastischer auf höhere Kraftstoffpreise reagieren. Dies deckt sich mit den Schätzungen von Dargay und Gately (2010), die die G7-Staaten generell weniger preisreaktiv einschätzen als die 30 OECD-Staaten. Die effizienteren Motoren und die höheren Einkommen verbunden mit einem geringeren Anteil an Ausgaben für Kraftstoffe führen, selbst bei einem stärkeren Anstieg der Preise, im Vergleich zu früher zu insgesamt geringeren budgetären Belastungen und lassen das heutige, unelastischere Nachfrageverhalten der Konsumenten nach Ansicht der Autoren plausibel erscheinen. Die Autoren schließen daraus, dass die Besteuerung von Kraftstoffen aktuell erheblich stärker angehoben werden müssten als früher, um eine Lenkungswirkung in Richtung eines geringeren Verbrauches zu bewirken.

Für Deutschland ist eine Anpassungsreaktion an die gestiegenen Kraftstoffpreise erkennbar. Von 1995 bis 2006 stiegen die Kraftstoffpreise um ca. 70 %. Gleichzeitig stiegen die Ausgaben der Verbraucher für Kraftstoffe um 50 % von 30 auf 45 Mrd. €, so dass von Änderungen im Verhalten und/oder technischem Fortschritt im Verbrauchsmanagement ausgegangen werden kann. Dies reichte jedoch nicht aus, um die Preissteigerungen vollständig zu kompensieren. Der Budgetanteil für Kraftstoff stieg im gleichen Zeitraum von 3,0 auf 3,5 %, so dass die Verbraucher zu Minderausgaben in anderen Bereichen gezwungen waren (DESTATIS, 2008).

Die relativ preisunelastische Energienachfrage zeigt, dass auch langfristig in keinem Nachfrage-segment der Energie- bzw. Kraftstoffverbrauch soweit eingeschränkt werden kann, dass Preiserhöhungen ohne budgetäre Folgen bleiben. Bei Öl errechnet sich bei einer Verdopplung der Ölpreise eine um 70 – 80 % höhere finanzielle Belastung für die Privathaushalte, allerdings ohne Berücksichtigung möglicher Reboundeffekte. Bei den Kraftstoffen sind es immerhin noch 15 – 40 % Mehrbelastung.

Mit steigendem Wohlstand/Einkommen reagieren die Konsumenten, wie bereits erwähnt, aber auch die übrigen Marktteilnehmer zunehmend weniger reaktiv auf Änderungen der Preise für Energie. D.h. auch bei steigenden Preisen ist in den entwickelten Volkswirtschaften nur mit einem verhaltenen Rückgang im Verbrauch zu rechnen, wie verschiedene Autoren übereinstimmend feststellen (vergleiche auch Tabelle 3: Nachfragepreis- und Einkommenselastizitäten für Öl, Kraftstoff, Heizung und Strom). So war für die OECD-Länder die Preiselastizität 1970 - 1989 noch viermal so hoch wie in der Periode 1990 - 2008 (Dargay and Gately, 2010, $\eta_{xp} = -0,65$ zu $\eta_{xp} = -0,15$). Erklärt wird dies mit strukturellen Veränderungen in der Wirtschaft, so dass höhere Energiepreise das Budget der privaten Haushalte insgesamt weniger

stark belasten. Die energieintensive Primärerzeugung und industrielle Produktion verliert an Bedeutung, wohingegen weniger energieintensive Bereiche, wie der Dienstleistungssektor, ausgedehnt werden. Die Energieintensität, definiert als monetärer Output (Produktionswert bzw. die Bruttowertschöpfung) je Energieinputeinheit, sinkt so dass Energiepreissteigerungen budgetanteilig an Bedeutung verlieren. So ist bei Waren die Energieintensität je GDP-Einheit um den Faktor drei höher als bei Dienstleistungen, bei Energiegütern selbst ist sie, fast neunmal so hoch wie bei den Dienstleistungen. Insgesamt sinkt so der Ausgabenanteil für Energie. Mithin sind die Verbraucher auch bei steigenden Energiepreisen eher in der Lage die Zusatzausgaben zu antizipieren und zeigen nur geringe Veränderungen im Nachfrageverhalten.

Einkommenselastizitäten

Einkommensentwicklungen sind eng an das Wirtschaftswachstum gekoppelt. Daher ist die Kenntnis der Nachfrage nach Energie bei verändertem Einkommen (Einkommenselastizität) und das Wirtschaftswachstum entscheidend für Prognosen zur künftigen Nachfrage nach Energieprodukten, wie z.B. Mineralöl und Gas.

Ähnlich wie die Energiepreiselastizitäten sind die Schätzungen zu den Einkommenselastizitäten stark streuend ($\eta_{x,e} = 0,3$ bis $1,3$, vergleiche auch Tabelle 3: Nachfragepreis- und Einkommenselastizitäten für Öl, Kraftstoff, Heizung und Strom, S.60) und teils widersprüchlich. Auch hier haben die angewendeten Methoden und Zeitperioden, aber auch die Produktgruppierungen bzw. –spezifikationen und untersuchten Länder bzw. Regionen Einfluss auf die Ergebnisse und erschweren einen Vergleich. Nach Gately and Huntington (2002) sind Einkommenselastizitäten für Energie (bzw. Öl) in den 25 OECD-Ländern mit $\eta_{x,e} = 0,55$ nur halb so hoch wie in den elf Nicht-OECD ($\eta_{x,e} = 1,17$) und elf Öl exportierenden Ländern ($\eta_{x,e} = 1,11$). In Zeiten der Rezession mit rückläufigem Einkommen würde danach der Energieverbrauch in den Industrieländern relativ geringer eingeschränkt als in den Entwicklungsländern. In aktuelleren Untersuchungen stellen Dargay and Gately (2010) jedoch eine Angleichung der Einkommenselastizitäten zwischen Ländergruppen feststellen. Die Spannweite der Einkommenselastizitäten für alle Öl- und Ölprodukte liegt zwischen $\eta_{x,e} = 0,75$ bis $0,85$, die für Treibstoffe mit $\eta_{x,e} = 0,69$ bis $\eta_{x,e} = 1,0$ etwas darüber. Die Ursache für die Annäherung der Einkommenselastizitäten zwischen Ländern sehen die Autoren darin, dass sich die Einkommen in ihrer Höhe zwischenzeitlich angeglichen haben und es ab einem Einkommen von ca. 10 000 US-\$ zu keinen wesentlichen Veränderungen der Elastizitäten kommt. Danach ist künftig eine im Gleichschritt mit der Einkommensentwicklung verlaufende Nachfrage zu erwarten.

Für ihre Prognosen zum künftigen Energieverbrauch unterstellt das US Department of Energy (IEA, International Energy Agency) jedoch durchaus Unterschiede in Abhängigkeit vom Wirtschaftswachstum zwischen Ländern. So erwartet die IEA in ihren Projektionen (World Economic Outlook) für die OECD-Staaten je Prozentpunkt Wirtschaftswachstum einen Anstieg im Ölverbrauch von 0,26 Prozentpunkten, wohingegen sie für China 0,61 Prozentpunkte an zusätzlicher Ölnachfrage für ihre Projektionen zugrundelegt (nach Hughes et al., 2008).

Entsprechend den unterschiedlichen Annahmen zum Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum sowie der Preisentwicklung und den Elastizitäten liegen die Erwartungen in der Ölnachfrage

bis 2030 verschiedenen Institutionen (DOE, IEA, and OPEC) zwischen 1,0 % und 2,1 % Zuwachs pro Jahr (Dargay and Gately, 2010).

Substitutionsbeziehung zwischen Energieträger

Aufschlussreich sind die Untersuchungen zum Konsumverhalten der privaten Haushalte in Österreich von Kratena et al. (2009). Sie geben genauere Auskunft darüber, wie sich Energiepreisänderungen auf den nachgefragten Energiemix aus Raumwärme, Kraftstoff und Strom auswirken. Über die geschätzten Kreuzpreiselastizitäten erhält man auch Einblicke inwieweit und in welchem Umfang einzelne Energieträger durch andere ersetzt werden (substitutiv) können und welche ergänzend oder gekoppelt (komplementär) zueinander stehen. Die Analysen können so hilfreiche Hinweise für die zielgerichtete Ausgestaltung energiepolitischer Maßnahmen geben.

Erwartungsgemäß reagieren die Konsumenten am sensibelsten auf den Anstieg der Treibstoffpreise ($\eta_{x,p} = -0,47$) und kaum auf höhere Preise für die Raumwärme ($\eta_{x,p} = -0,26$) und noch weniger auf steigende Strompreise ($\eta_{x,p} = -0,12$). Innerhalb der Energienachfrage besteht eine substituive Beziehung zwischen Treibstoffen und Heizenergie sowie zwischen Treibstoffen und Elektrizität. Hierfür machen Kratena et al. (2009) die Präferenzstruktur der Haushalte und deren Budgetbeschränkung verantwortlich, die dazu führen, dass nicht unbedingt notwendige Fahrten mit dem Auto eingeschränkt werden oder es erfolgt der Umstieg auf kostengünstigere Alternativen wie die des öffentlichen Nahverkehr. Komplementär zueinander verhalten sich die Nachfrage nach Heizenergie und nach Elektrizität. Die Autoren vermuten hier technologische Entwicklungen als Ursache. Bei steigenden Energiepreisen gewinnen Wärmepumpen zur Nutzung der Solarthermie o.ä. zur Unterstützung der Warmwasserbereitung und Heizung an Attraktivität. Ihre vermehrte Nutzung kann den Gesamtenergieverbrauch senken und die Energieeffizienz im Haushalt steigern, führt jedoch zu einem erhöhten Stromverbrauch für Pumpen und Wärmetauscher. Die danach erwarteten Entwicklungen im Energiemix decken sich mit Untersuchungen von Mayer und Flachmann (2008), die bei insgesamt konstantem Energieverbrauch im Wohnbereich einen starken Anstieg des Stromverbrauches von 25% bei zeitgleichem Rückgang bei den übrigen Energieträgern im Zehnjahreszeitraum erwarten. Die Projektionen und das Energiekonzept der Bundesregierung trägt diesem Umstand bereits Rechnung. Prognostiziert wird auch dort ein überproportionaler Verbrauchsanstieg bei Strom. Entsprechend liegen die Förderschwerpunkte im Energiekonzept in der Ausweitung der Stromerzeugung sowie bei Investitionen zur Gebäudedämmung zur Reduzierung des Raumwärmebedarfs (BMWI BMU, 2010).

Beide Untersuchungen (Kratena et al., 2009; Mayer und Flachmann, 2008) stützen die Schätzungen zu niedrigen kurz- und deutlich höheren langfristigen Energiepreiselastizitäten. Energieeinsparungen bei den Hauptenergieverbrauchsquellen der Privathaushalte, wie im Gebäudemanagement oder im Mobilitätsbereich, unterliegen langfristigen Planungs- und Investitionsentscheidungen. Einmal getätigt führen sie dann zu einer nachhaltigen Wirkung und liefern einen signifikanten Beitrag zur Senkung des Energieverbrauchs. Über einen längeren Betrachtungszeitraum schätzen Kratena et al. (2009) das Anpassungspotential an steigende Energiepreise als sehr hoch ein und erwarten einen angepassten, drastischen Minderverbrauch. Eine

Verdopplung der Preise führe nach ihren Berechnungen langfristig zu einem Minderverbrauch bei Kraftstoff von 50 bis 80 %, bei Öl von 20 bis 70 %, und bei Heizwärme von 26%. Der Stromverbrauch könnte danach allerdings, wie bereits erwähnt, moderat ansteigen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich in entwickelten Ländern, wie in Deutschland, das Konsumverhalten bei Nahrungsmitteln und Energie mit höheren Preisen nur unwesentlich ändern wird. Andere Konsumbereiche sind weitaus stärker vom Konsumverzicht betroffen. Dies liegt zum einen an den relativ geringen Budgetanteilen der privaten Haushalte für Nahrungsmitteln von knappüber 10 %, so wie an dem Grundbedürfnis der Nahrungsaufnahme. Die Nahrungsmittelpreiselastizitäten einzelner Produkte deuten jedoch darauf hin, dass es allerdings zu Verschiebungen im Warenkorb kommt, weg von den vergleichsweise teuren Convenience- und Functionalfoodprodukten hin zu weniger stark verarbeitet und veredelten Produkten. Die Weiterverarbeitung und Zubereitung der Agrarprodukte als Form der häuslichen Veredelung wird wieder stärker in die privaten Haushalte zurückverlagert. Die Betroffenheit bei Energiepreissteigerungen der privaten Haushalte im Komplex Wohnen und Mobilität ist evident, da hierfür zum einen erhebliche Ausgabenanteil des Einkommens verausgabt werden und zum anderen höhere Energiepreise eine unmittelbare Wirkung bei den Energieendprodukten Öl, Gas, Kraftstoffe und in geringerem Umfang auch bei Strom haben. Die kurzfristigen Preiselastizitäten lassen nahezu keine Verhaltensänderung erwarten, langfristig besteht über investive Maßnahmen durchaus Einsparpotential und da vor allem im Gebäude- und weniger im individuellen Mobilitätsegment.

5.3 Stoffstromanalyse vom Produzenten zum Konsumenten

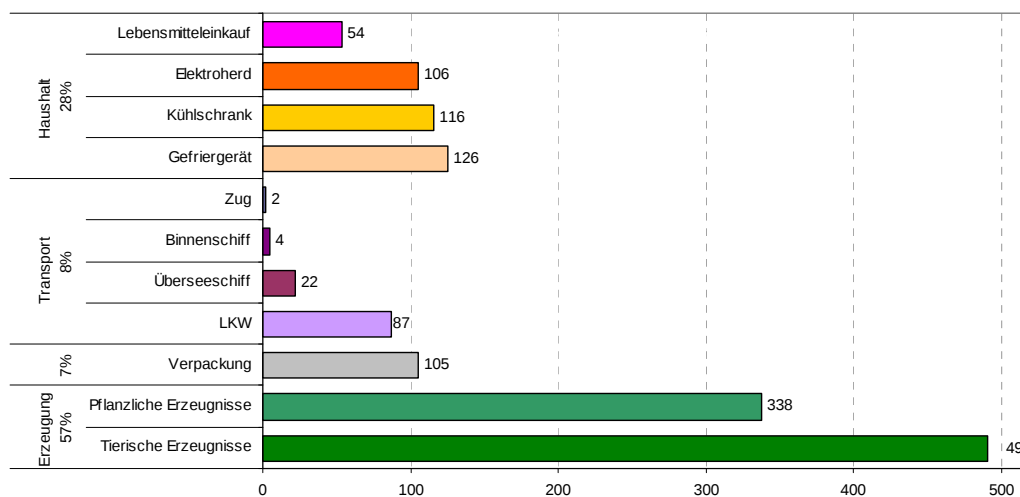
In den vorherigen Kapiteln wurde bereits auf die Ausgabenstruktur der privaten Haushalte, ebenso wie auf die Bedeutung des Energieverbrauchs im häuslichen Bereich hingewiesen. Haupteinsparpotentiale liegen danach im Komplex Wohnen. Er bietet mit einer besseren Wärmedämmung und einer intelligenteren Heiz- und Warmwasseraufbereitung einschließlich der Nutzung von Solarthermie die kostengünstigste und effiziente Möglichkeit den Belastungen steigender Energiepreise zu begegnen (BMWI BMU, 2010; DESTATIS, 2008; IPCC, 2007, Kratena et al., 2009). Bei Nahrungsmitteln sind die Energiesparpotentiale wegen des geringen Energieinputs am Endprodukt Nahrungsmittel von rund. 10 % geringer. Eine Ernährungsumstellung kann zwar grundsätzlich einen wichtigen, wenn auch nur begrenzten Beitrag zur Minderung des Energieverbrauchs leisten, setzt jedoch auch einen langfristigeren Ansatz voraus, da eingeübte Ernährungsgewohnheiten kurzfristig und umfassend kaum beeinflussbar sind.

Während bisher jeweils nur Teilbereiche, wie Landwirtschaft, Verarbeitung und die Privathaushalte unter Energieaspekten separat betrachtet wurden, soll der Fokus in diesem Kapitel umfassender auf das Produkt Nahrungsmittel in Form einer Stoffstrom- bzw. Lebenszyklusanalyse (LCA oder Ökobilanz) gelegt werden. Hierdurch ist ein eingehendere energetische Bewertung der einzelnen Stufen wie der Erzeugung und Verarbeitung gegenüber dem Verbrauch einschließlich häuslicher Lagerung und Zubereitung bis zur Entsorgung möglich. Zu-

dem lassen sich die Bereiche mit den größten Energieeinsparpotentialen entlang der Kette leichter benennen.

Eine Ökobilanz, auch LCA genannt, betrachtet nicht nur Teilabschnitte eines Produktes in der Prozesskette, sondern schließt alle Energiefußabdrücke (energy foot prints oder Energierucksäcke) vom Erzeuger über die Verarbeiter und den Handel bis zum Konsumenten ein. Dies umfasst im Falle von Nahrungsmitteln auch die Zubereitung im Haushalt und die Entsorgung der Reststoffe. Ebenso werden die Energierucksäcke von Vorleistungen bei der Primärerzeugung und in der Verarbeitung sowie beim Handel in die Berechnung für das Endprodukt Nahrungsmittel mit einbezogen. Die LCA gibt damit ein deutlich umfassenderes Bild und lässt eine exakte Schwachstellenanalyse unter dem Aspekt des effizienten Umgangs mit der Resource Energie zu. Ansatzpunkte und Potentiale zur Energieeinsparung können so nicht nur leichter identifiziert, sondern auch quantifiziert werden.

Abb. 31: Energieverbrauch der Wertschöpfungskette Ernährung in MJ



Quelle: Taylor (2000); Anm.: Erzeugung = Primärerzeugung einschl. Verarbeitung

runungskette (Heller and Keoleian, 2000; Kramer et al., 1994; Taylor, 2000). Hierunter hat nach Taylor (2000) die Erzeugung einschließlich der industriellen Weiterverarbeitung bis zum fertigen Produkt einen anteiligen Energieverbrauch von 57 %. Tierische Produkte, wie Fleisch und Milch benötigen durch die Veredelungsverluste bei der Erzeugung ca. 50 % mehr Energie als rein pflanzliche. Heller und Keoleian (2000) unterscheiden zusätzlich zwischen dem Energieaufwand für die Primärerzeugung und die Verarbeitung und schätzen den jeweiligen Energiebedarf auf 34 und 23 % für die genannten beiden Stufen in der Kette.

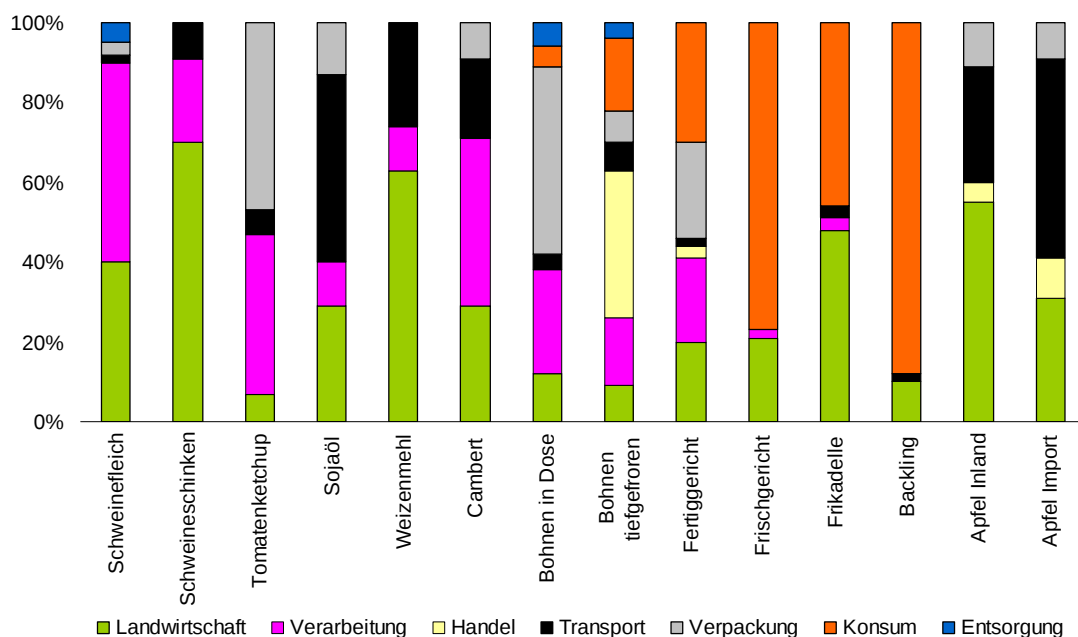
Der Energieaufwand im Privathaushalt ist mit 28 % für den Einkauf, die Lagerung sowie die Zubereitung wesentlich und höher als für die komplette Verarbeitung oder den Transport einschließlich des Groß- und Einzelhandels. Die energieintensive Verbrauchsquellen im häuslichen Bereich sind insbesondere die Kühlgeräte (Gefrier- und Kühlschrank) wegen ihres kontinuierlichen Energiebedarfes, aber auch die Zubereitung auf dem Herd (Heller und Keoleian, 2000; Taylor, 2000). Allein die Kühlung der Nahrungsmittel im Haushalt verbraucht mit 6 % fast ebenso viel Energie wie die Lebensmittelindustrie für die komplette Herstellung (Kramer et al., 1994). Großen Einfluss auf die Energiebilanz hat auch die Art der Zubereitung. Mit dem

Grob überschlagen beanspruchen die drei Bereiche Primärerzeugung, Verarbeitung einschließlich Handel sowie der Privathaushalt jeweils ein Drittel des Energieaufwandes der gesamten Nahrungskette.

klassischen Herd wird 3 bis 5 Mal so viel Energie aufgewendet wie mit der Mikrowelle (Carlsson-Kanyama und Faist, 2000).

Ähnlich wie in den Privathaushalten sind bei der industriellen Verarbeitung die Erhitzungs- und Kühlprozesse die Verbrauchsquellen mit dem höchsten Energieanspruch. Der Transport wird in der Regel überbewertet. Selbst Importe belasten die Energiebilanz wegen der gewaltigen transportierten Menge, wie z.B. in Schiffen, kaum. Der Energieaufwand für die komplette Transportlogistik entspricht in ihrem Umfang mit rund 10 % in etwa dem Aufwand allein für die Verpackung oder der Energie der Lagerung im Kühlschrank, wie Abb. 32 zeigt.

Abb. 32: Energieanteile verschiedener Produktlinien vom Produzenten zum Konsumenten



Quelle: nach Jungbluth, 1998

Der Energieverbrauch zwischen Nahrungsmitteln unterscheidet sich in der absoluten Höhe des Energiebedarfs erheblich. Der Energieinput je erzeugter Menge in kg schwankt zwischen 1,5 MJ (Honig) und 220 MJ (Shrimps) nach einer Schwedischen Erhebung erheblich (Carlsson-Kanyama et al., 2003). Generell führt eine mehrstufige Erzeugung (Veredelung) und Verarbeitung zu Produkten mit hohem Conveniencecharakter zu einem erhöhten Energieverbrauch. Dies gilt insbesondere bei Nahrungsmitteln mit Kühl- und Erhitzungsphasen bei der Verarbeitung (Kühlkost, chilled food, tierische Nahrungsmittel, wie auch vorgegarte Produkte), die darüber hinaus beim Transport, dem Handel und beim Verbraucher selbst in der Regel eine energieintensive kühle Lagerung notwendig machen. Bei wenig verarbeiteten Produkten muss bei der häuslichen Zubereitung der Speisen ein Großteil an der Gesamtenergie bereitgestellt werden. Neben der Tiefe der Verarbeitung hat bei einigen Produkten die Art der Verpackung, wie z.B. Glas und Dosen, einen hohen Anteil am Energieverbrauch. Aus der Vielfalt von möglichen Prozessschritten von der Erzeugung über die Verarbeitung bis zum Verbrauch und der Entsorgung wird klar, dass der individuelle Energieverbrauch sehr stark vom Ernährungsverhalten abhängt.

Art der Ernährung

Neben den Ernährungsweisen wirken auch Einflussfaktoren auf die persönliche Energiebilanz, auf die der einzelne nur wenig oder gar keinen Einfluss hat. Hierzu zählen Faktoren, wie wo wurden die Agrarrohprodukte erzeugt, welche Anbau- bzw. Haltungsverfahren wurden verwendet, woher stammen die Betriebsmittel für deren Erzeugung, wo finden welche weiteren Verarbeitungsschritte statt, wie viel Verarbeitungstufen umfasst die (industrielle) Weiterverarbeitung, wie viele Betriebsstätten werden durchlaufen, welche Entfernungen werden mit welchen Transportmitteln bis zum Endverbraucher zurückgelegt, um nur einige zu nennen. In der Regel erfolgen die Schätzungen zum Energieaufwand im Top-down-Ansatz¹¹, so dass die individuellen Fußabdrücke von den auf nationaler Ebene auf Durchschnittswerten beruhenden Angaben erheblich abweichen können.

Zu Beginn der Nahrungskette haben die Verfahren bei ihrer Primärerzeugung (konventionell gegenüber ökologisch) der Agrarrohprodukte einen erheblichen Einfluss auf den individuellen Energieverbrauch bei der Ernährung. Die Umstellung auf eine Ernährung, die auf ökologisch erzeugten Produkten basiert, kann hierbei beispielsweise einen wichtigen Beitrag zu einem geringeren Energieverbrauch leisten und wird daher immer wieder in Zusammenhang mit der Reduktion des Energieverbrauchs und der Emission von Treibhausgasemissionen in Verbindung gebracht. Loske et al. (1997) schätzen die Energieersparnis bei einer biologisch-ökologischen Primärerzeugung auf 30 %. Taylor (2000) kommt etwa zur gleichen Größenordnung über die komplette Kette vom Erzeuger bis zum Verbraucher einschließlich des Konsums und der Entsorgung. Die Ersparnisse resultieren, wie bereits erwähnt, hauptsächlich aus dem Verzicht auf den energieintensiven mineralischen Dünger bei der Erzeugung selbst, während sich die übrigen Verarbeitungsprozesse im Energieverbrauch nicht wesentlich unterscheiden.

Eine fleischlose, vegetarische Ernährung vermag die Energiebilanz (zusätzlich) in gleicher Größenordnung von bis zu 30 % zu verbessern (Taylor, 2000). Leicht verständlich wird dies bei einem Faktor¹² von 3 bis 8 für die Veredelung von Getreide zu Fleisch. Weltweit geht etwa die Hälfte der erzeugten Ackerfrüchte in die Veredelung (Nellemann et al. 2009, UNEP, 2010). Anzumerken ist jedoch, dass eine vegetarischer oder ökologischer Ernährung vorwiegend produktionsseitig Energieeinspareffekte ermöglicht, diese sich jedoch durch die hohen Energieinputs im Handel und der Verarbeitung sowie einer teils aufwendigeren Zubereitung im Haushalt wieder etwas relativieren.

Wie immens die Spannweite und damit das Einsparpotential sein kann, dokumentieren Carlsson-Kanyama et al. (2003). Je nach Ernährungsweise werden für eine ausgewogene Ernährung für eine Person und pro Tag 13 bis 51 MJ verbraucht. Für eine Mahlzeit

¹¹ Der top down Ansatz folgt dem Prinzip der Makroanalyse. Hierbei liegen nur Informationen über den Energieverbrauch auf nationaler Ebene vor, wie z.B. Transportleistungen im Güterverkehr die dann auf die (individuelle) Produktebene heruntergebrochen werden. Zahlreiche Annahmen über die Zuordnung zu einzelnen Produkten bzw. Produktgruppen sind hierfür notwendig. Im Gegensatz hierzu versucht der botto-up-Ansatz eine Stoffstromanalyse durchzuführen, in der die Energieinputs unmittelbar in der Prozesskette erfasst werden.

¹² Der Veredelungsfaktor ist die Menge an kg Getreideäquivalenten, die eingesetzt werden müssen, um 1 kg Fleisch zu erzeugen.

schwanken die Angaben zur Ökobilanz zwischen 6 und 19 MJ. Dies entspricht dem Faktor drei bis vier im Energieverbrauch, oder umgekehrt wäre eine Reduktion im Energieverbrauch von bis zu 75 % möglich. Hierbei beeinflussen mehrere Faktoren die Bilanz, wie Wahl der Lebensmittel (Rindfleisch versus Geflügelfleisch), Art der Erzeugung (Tomaten im Gewächshaus zu Karotten im Freiland) als auch die Herkunft und Verarbeitungstiefe (importierter Wein versus Wasser).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der vom Konsumenten beeinflussbare Energieverbrauch im Bereich Ernährung eher im Einkaufsverhalten und der Zubereitung im Haushalt als im Ernährungsverhalten oder der Wahl der Lebensmittel selbst liegt. Denn dieser haushaltsnahe Bereich als Teil der gesamten Kette von der Erzeugung über den Konsum bis zur Entsorgung macht ca. ein Drittel des Gesamtenergieverbrauches aus. Bei der Ernährung sind nur durch eine radikale Umstellung, wie z.B. auf eine vegetarische Kost in Kombination mit einer biologisch/ökologischen Erzeugung, dann aber durchaus bemerkenswerte Energieersparnisse bis zu 50 % erreichbar. Betrachtet man nicht nur das Ernährungsverhalten im engeren Sinne, sondern die komplette Kette von der Erzeugung über die Verarbeitung, Zubereitung und Entsorgung, so variiert der Energiebedarf sogar um den Faktor vier.

5.4 Energiepreisschocks mit vielfältigem Wirkungsspektrum

Rasch steigende Ölpreise wie zu Beginn und Ende der 70er Jahre wie auch während der letzten Hochphase der Ölpreise zeigen vielfältige Wirkungsstränge, sowohl auf mikro- als auch auf makroökonomischer Ebene.

5.4.1 Budgetäre Effekte

In der Regel führen Energiepreisanstiege in Volkswirtschaften wegen des trägen Nachfrageverhaltens ihrer Wirtschaftssubjekte zu nicht zu vernachlässigenden budgetären Belastungen. So stiegen die Energiekosten der Industrie von 1998 bis 2009 von 22 auf fast 30 Mrd. €. Ebenso mussten die privaten Haushalte im gleichen Zeitraum höhere Ausgaben für Energie von rund 40 auf 60 Mrd. €, 1000 auf 1600 € pro Haushalt oder knapp 300 € auf 750 € pro Person und Jahr verkraften. Bezieht man die Kraftstoffe, die die privaten Haushalte zur Befriedigung ihrer Mobilitätsbedürfnisse verbrauchen, mit in die Betrachtung ein, erhöhten sich die Energieausgaben auf 2601 € je Haushalt und Jahr (BMWI, 2010b). Die entspricht in etwa dem monatlich verfügbaren Haushaltseinkommen der Privathaushalte (DETSTAIS). Offenbar reichten die Einsparmöglichkeiten und Verbesserungen des spezifischen Energieeinsatzes sowie Substitutionen nicht aus, um den Anstieg der Energiepreise vollständig aufzufangen. So kam es zu erheblichen Verschiebungen der Geldströme sowohl bei den privaten Haushalten als auch bei dem Staatsbudget bzw. der Handelsbilanz insgesamt. In den Öl- bzw. Energienet-toimportländern, zu denen auch Deutschland zählt, binden die steigenden Energieausgaben erhebliche zusätzliche Mittel und führen zu einem signifikanten Kaufkraftentzug für andere, Nicht-Energie-Produkte und Dienstleistungen. Legt man die obigen Zahlen zugrunde, so liegt der Kaufkraftverlust der Konsumenten (c.p.) bei knapp 10 %.

5.4.2 Inflation und Preistransmission

Verstärkt wird der Kaufkraftverlust durch die energiekostenbedingten inflationären Preiseffekte bei solchen Produkten mit einem signifikanten Energierucksack. So wurden für das 2. Quartal 2008 für die USA und die EU die inflationären Preiseffekte steigender Energiepreise auf insgesamt 1,3 Prozentpunkte geschätzt (Wurzel et al., 2009).

Auch modellgestützte Untersuchungen, die diese allgemeinen Preiseffekte bei Energiepreisteigerungen abschätzen, liegen vor. Meyer (2007) untersucht die Wirkung eines 50 %-igen Preisanstiegs für (Import)energie um 50 % auf die inländischen Preise in Deutschland. Die Preise für Importgüter verteuern sich danach um insgesamt 5,9 %. Kaum verarbeitete Energieprodukte wie Mineralöl selbst, aber auch Ölprodukte ziehen im Preis um 23 % an. Die Preise für Energie und Kraftstoffe steigen um beachtliche 14 % für den Endverbraucher. D.h. ca. 30 % des Energiepreisanstieges auf globaler Ebene finden sich im Endverbraucherpreis für Energie wieder. Über den gesamten Warenkorb steigen die Verbraucherpreise mit 2,7 % vergleichsweise gering. Stellt man diesen Preisanstieg der oben genannten Ölpreissteigerung von +50 % gegenüber, so erreichen den Endverbraucher, bezogen auf den Konsum aller Waren und Dienstleistungen, (nur) ca. 5 % des globalen Energiepreisanstiegs (Meyer, 2007). Die unterstellte Energiepreisteigerung bei Mayer (2007) entspricht in etwa dem Preisanstieg von 2006 bis 2008 (BP, 2010), der allerdings nur vorübergehender Natur war und daher die volle Wirkung auf der Preisseite kaum entfalten konnte.

Baffes (2007 und 2009) schätzt die Effekte von Energiepreisteigerungen auf eine Reihe von Produkten. Auf den Nahrungsmittelindex bezogen, liegt danach die langfristige Transmission mit 0,27 (Baffes, 2009) höher als bei den oben zitierten Untersuchungen, wie auch bei Gilbert (1989) mit 0,25. Überraschend sind auch die Ergebnisse zu einzelnen Agrarrohprodukten und zu den verarbeiteten Nahrungsmitteln. Diese stehen im Widerspruch zu dem Energieaufwand in den verschiedenen Phasen der Produktion und Verarbeitung, die in der Regel in der Primärerzeugung deutlich höher sind als in der Verarbeitung und daher auch bei der Preistransmission von Energiepreisen ihren Niederschlag in höheren Werten bei der Primärproduktion finden sollten. Baffes (2009) schätzt jedoch die Preistransmission für Agrarrohstoffe mit 0,11 deutlich niedriger als für die verarbeiteten Lebensmittel bzw. dem Nahrungsmittelindex mit 0,27. Gleichzeitig ist die Preistransmission bei Dünger erwartungsgemäß mit 0,55 sehr hoch.

Wurzel et al. (2009) schätzen die Wirkung von Energiepreisteigerungen auf den gesamten Warenkorb geringer ein als Meyer (2007) und Baffes (2009). Bei ihnen führt eine 10 %ige Ölpreissteigerung zu einem Anstieg der Inflation von 0,2%-Punkten im ersten Jahr und 0,1 %-Punkten im zweiten Jahr. Die Schätzungen über die Preistransmission bei einer Verdopplung der Energiepreise über den gesamten Warenkorb aller Güter und Dienstleistungen liegen so mit 1-2% weniger als halb so hoch wie bei Meyer (2007) mit rund 5 %.

5.4.3 Wachstumseinbußen

Als weitaus schwerwiegender für die wirtschaftliche Entwicklung als die inflationären Preiseffekte werden allerdings die indirekten Folgeeffekte in der wissenschaftlichen Literatur er-

achtet. Preissteigerungen mit den budgetären Effekte bei den privaten Haushalten sowie den negativen Effekten auf die Handelsbilanz, wie auch den Unternehmen, münden vielfach in einem Rückgang der Wachstumsraten bis hin zur Rezession und Verwerfungen der terms of trade. Zwar profitieren die Nettoenergieexportländer durch die zusätzlichen Einnahmen, doch können die Impulse der zusätzlichen Kaufkraft dieser Länder die negativen Effekte des inländischen Kaufkraftentzuges und die inflationären Tendenzen wegen steigender Energiekosten in der Regel nicht vollständig ausgleichen (BMWI, 2010b). Vielmehr lösen derartige Preisschocks eine kaskadenartige Reaktion aus. In Folge der bereits hohen Energiepreise und der Unsicherheiten über die künftigen Preisentwicklungen einschließlich zunehmender Volatilitäten kommt es zu abnehmender Investitionsbereitschaft der Unternehmen, geringer Bereitschaft zu Neueinstellungen oder gar Entlassungen und schwindender Kaufkraft bei den Verbrauchern. Diese indirekten, sich teils selbst verstärkenden Effekte, beschleunigen die Abwärtsspirale mit Tendenzen zum Abschwung bis hin zur Rezession und werden als gefährlicher eingeschätzt als die direkten Preiseffekte. Insbesondere deshalb, da ihre rezessive Sogwirkung nach und nach alle Wirtschaftsbereiche und nicht nur die energieintensiven Branchen erfasst. Diese Stagnations- und Rezessionserscheinungen in Folge der steigenden Ölpreise sind mehrfach für die Jahre ab 1973 und 1979 belegt (Bernanke et al., 1997; Collyns, 2008; Guo and Kliesen, 2005; Hamilton, 2003 and 2009; Hamilton and Herrera, 2004; Jones et al., 2004; Lee et al., 1995; OECD-FAO, 2009; Roubini, 2011; Wurzel et al., 2009).

Wurzel et al. (2009) schätzen diesen Sekundäreffekt der Energiepreisentwicklung 2007/2008 auf das Wirtschaftswachstum der OECD-Staaten auf 0,2 Prozentpunkte Wachstumsminderung. Eine Sonderstellung nehmen nach Meinung der Autoren nur extrem exportorientierte Länder wie auch Deutschland ein, die seit 2002 durch die rasch wachsende Kaufkraft der Energienettoexporteure, aufgrund der immensen zusätzlichen Einnahmen aus den Öl- und Gasverkäufen, sogar von den steigenden Mineralöl- und Energiepreisen gesamtwirtschaftlich profitierten konnten.

Verbraucherseitig kommt es, zwangsläufig, auf breiter Front zu einem eingeschränkten Konsum sowie Verschiebungen in der Ausgabenstruktur bis hin zum Konsumverzicht bei einzelnen Produkten und Dienstleistungen. Die Rabobank (2009) konnte diese Effekte steigender Preise und budgetärer Restriktionen bei dem letzten Energie- und Lebensmittelpreisanstieg der Jahre 2007/2008 klar nachweisen.

6 Preistransmission, Marktmacht und Markttransparenz

Untersuchungen von externen Preisschocks und deren Weitergabe entlang der Wertschöpfungskette nehmen einen breiten Raum in der wissenschaftlichen Literatur ein. Einen umfassenden Überblick über mögliche Fragestellung zur Preisweitergabe sowie zur Analysenmethodik von Asymmetrien auf den einzelnen Marktstufen gibt Wohlgenant (2001).

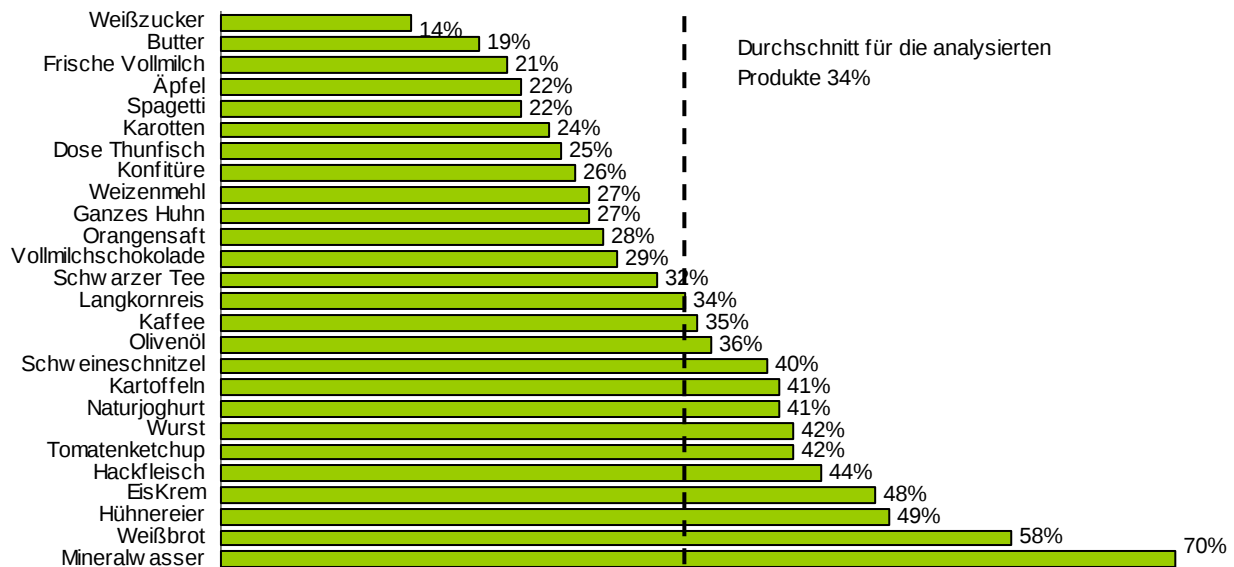
Während in den 80er und 90er Jahren Fragen zur Preistransmission zwischen Regionen im Vordergrund wissenschaftlicher Untersuchungen standen, steht mit der Veränderung der Marktstrukturen, wie die zunehmende Konzentration im Verarbeitungsgewerbe und Lebensmitteleinzelhandel, der weitgehende Wegfall des Großhandels und die Internationalisierung in diesen Branchen, die vertikale Preisweitergabe innerhalb der Lebensmittelversorgungskette stärker im Fokus. Üblicherweise bestehen dort heute zwischen den Marktteilnehmern erhebliche Ungleichgewichte hinsichtlich spezifischer Marktkennntnisse und der Verhandlungsmacht. Die Asymmetrie der Verhandlungspositionen kann unlautere Handelspraktiken zur Folge haben, wenn größere und mächtigere Akteure versuchen, vertragliche Vereinbarungen zu diktieren, die ihnen zum Vorteil gereichen – sei es aufgrund besserer Preise oder besserer Vertragsbedingungen. Auf der Ebene der unverarbeiteten Agrarrohprodukte haben es vergleichsweise kleine landwirtschaftliche Betriebe und Kooperativen häufig mit größeren Abnehmern – Lebensmittelproduzenten, Großhändlern oder Einzelhändlern – zu tun. Bei den verarbeiteten Lebensmitteln schließen zum einen kleine Nahrungsmittel verarbeitende Betriebe Verträge mit üblicherweise großen Einzelhändlern, was für die betreffenden Betriebe häufig die einzige Marktzugangsmöglichkeit ist. Zum anderen können große multinationale Lebensmittelproduzenten auch insofern eine erhebliche Verhandlungsmacht haben, als sie Markenprodukte anbieten, auf die die Einzelhändler bei ihrem Produktportfolio angewiesen sind (EU-KOM, 2009). Unter den derzeitigen Verhältnissen in Deutschland wird insbesondere die kleinteilige Verarbeitungsindustrie als schwächstes Glied in der gesamten Kette vom Produzenten bis zum Konsumenten angesehen (Rabobank, 2008a).

6.1 Variabilität von Produktpreisen

Wenngleich eine Quantifizierung der Ungleichgewichte auf den Teilmärkten mangels Datenverfügbarkeit oft schwierig ist, so gibt die Variabilität der Produktpreise in einem weitgehend offenen Markt, wie der EU, Aufschluss über die Transparenz, Effizienz und Funktionsfähigkeit der Märkte (EU-KOM, 2009, HB, 2010a-c). Je größer der produktspezifische Variationskoeffizient (vgl. Abb. 34) ist desto höher sind die Preisunterschiede zwischen den Mitgliedsstaaten.

Eine hohe Variabilität bei homogenen Produkten gibt Hinweise auf Ineffizienzen in den Märkten. Die folgende Abbildung veranschaulicht, sowohl die große Spannbreite zwischen den untersuchten Produkten in den EU-Ländern als auch einen recht hohen Durchschnittswert mit $VK = 34 \%$.

Abb. 33: Variationskoeffizienten ausgewählter Lebensmittelpreise in den Mitgliedstaaten der EU im Juni 2008



Quelle: EU-KOM, 2009

Nach den Untersuchungen der EU sind insbesondere die Unterschiede bei in der Regel regional erzeugten und weitgehend identischen Produkten, wie Mineralwasser, Hühnereiern, Eiskrem, Naturjogurt und Weizenmehl oder bei nicht aus EU-Staaten importierten Produkten wie Kaffee und Langkornreis, auffällig und weisen auf Defizite in der Durchlässigkeit von Preissignalen auf den Märkten hin.

6.2 Asymmetrien auf den Märkten

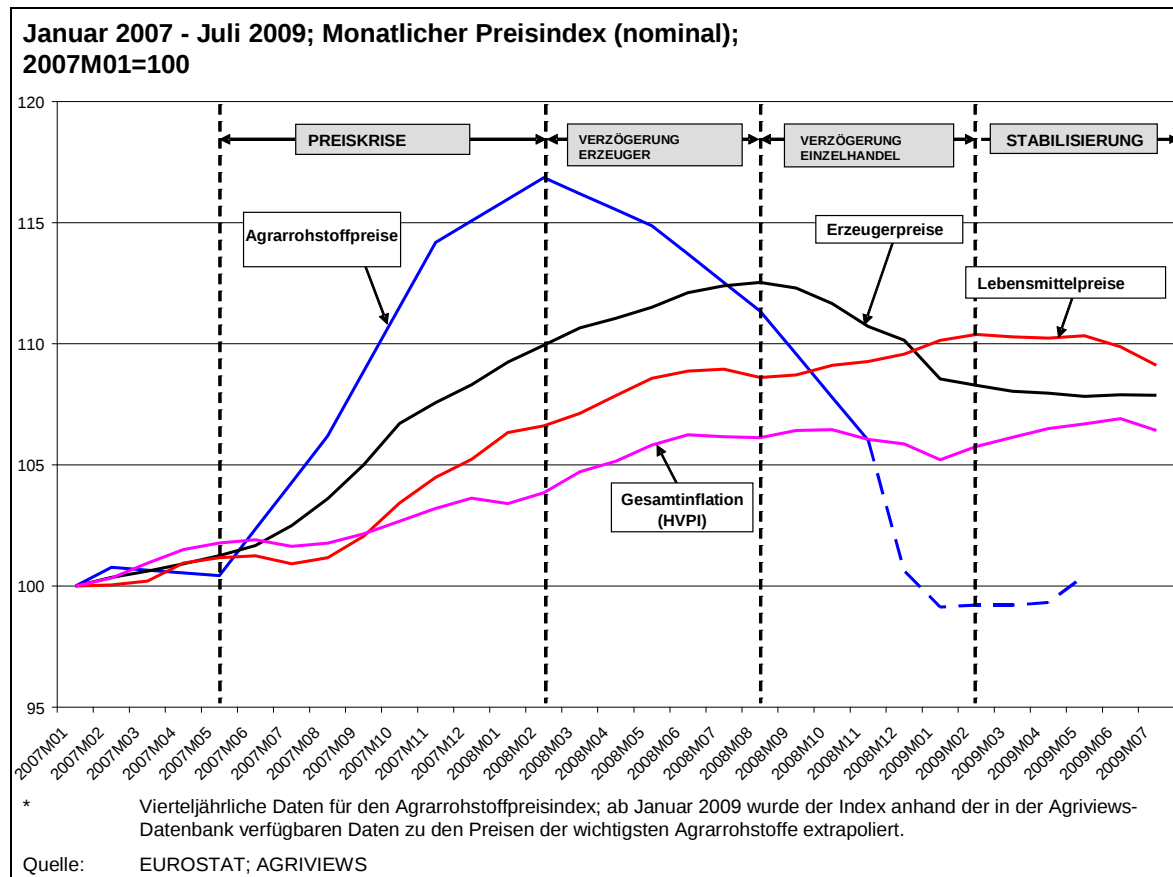
Neuere Untersuchungen der Produktlinien Schwein, Geflügel, Eier, Milch, Zucker und Äpfel in Dänemark analysieren die Folgen der dortigen Marktbedingungen auf die Weitergabe von Preissignalen in der Kette und kommen zu dem Schluss, dass unter dänischen Marktbedingungen eine deutliche aufwärtsgerichtete Asymmetrie vorliegt. Preiszugeständnisse auf der Erzeugerstufe werden danach nur unvollständig an den Verbraucher weitergegeben und führen so zu signifikanten Wohlfahrtsverlusten. Umgekehrt werden Preissteigerungen im Einkauf rascher und nahezu vollständig an den Verbraucher weitergegeben. Über alle Stufen betrachtet sind die Imbalancen auf der Stufe des Einzelhandels offensichtlich bedeutender als auf der Großhandelsstufe (Jensen und Möller, 2007).

So konnten die Verbraucher an den Agrarpolitiken der letzten Jahre, die zu niedrigeren Erzeugerpreisen führten, nur unvollständig teilhaben. Die Preisvorteile bei dem Bezug von landwirtschaftlichen Rohwaren wurden zumindest teilweise von den Verarbeitungs- und Handelsstufen absorbiert. Als Ursache für die unvollständige langfristige Preistransmission sehen die Autoren, aus theoretischer Sicht, einen (strukturell) unvollständigen Wettbewerb (Marktmacht). Für die mangelnde kurzfristige Preistransmission sind danach die Transaktionskosten von größerer Bedeutung. Welcher der beiden Faktoren, mangelnder Wettbewerb oder die

Transaktionskosten, jedoch aktuell dominiert, vermag die Untersuchung auch nicht zu klären (Jensen und Möller, 2007).

Eine Rabobank-Studie (2008a) versucht die Transmission bei steigenden Preisen in der Verarbeitung und dem LEH im Verlauf der Preisturbulenzen der letzten Jahre zu bewerten. Sie untersucht die Preisentwicklungen und schätzt hieraus die Margen auf den verschiedenen Stufen der Vermarktungskette für 2007 und 2008. Sie bestätigt die Einschätzungen der dänischen Untersuchungen einer absorbierenden Wirkung der Handelsstufen allerdings auch bei steigenden Preisen, was dem Verbraucher zugutekäme (vgl. auch Abb. 35)

Abb. 34: Preisentwicklung in der Lebensmittelkette der EU-27



Quelle: EU-KOM, 2009

Im Einzelnen stehen Energie- und Nahrungsmittelkostensteigerungen von 6 % für 2007 und 16 % für 2008 einer nur unvollständigen Weitergabe an den Handel und den Endverbraucher gegenüber. Nur etwa die Hälfte der zusätzlichen Kosten wurde danach über den LEH an den Endverbraucher überwält. Der Rest des Kostenanstiegs wurde versucht über Kostensenkungsmaßnahmen in der Verarbeitungsindustrie abzufangen. Dies gelang danach nur unvollständig, so dass die Margen um 1 Prozentpunkt auf 9,8 % schrumpften. Ein Grund ist nach ihrer Einschätzung der anhaltend harte Wettbewerb zwischen den Unternehmen der Verarbeitungsindustrie und innerhalb des LEH selbst. Er verhinderte eine vollständige und zügige Weitergabe der Preissignale an die Konsumenten. Die hierdurch bedingte Verringerung der Margen im LEH wurde billigend in Kauf genommen, in der Hoffnung weitere Marktanteile gewinnen zu können (Rabobank, 2008a).

Auch der Rückgang der Rohstoffpreise ab Oktober 2008 konnte die wirtschaftliche Lage der lebensmittelverarbeitenden Industrie kaum verbessern. Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen mit starken Anzeichen einer anhaltenden Rezession in 2009 veranlassten die Konsumenten bereits zu verändertem Kaufverhalten, hin zum niedrig preisigen No-name- und Discountersegment. Daher ist und wird der LEH kaum zu Preiszugeständnissen gegenüber der Verarbeitungsindustrie bereit sein. Zusätzlich ist ein Volumenrückgang von Käuferseite sehr wahrscheinlich (Rabobank, 2008a).

Ebenso wie die Rabobank Untersuchung (2008a) betont die EU-KOM-Studie (2009) den Aspekt des Wettbewerbs zwischen und innerhalb der Verarbeitungs- und Handelsstufen und definiert die weitgehend oligopolistische Marktstruktur im LEH nicht per se als konsumentenfeindlich (EU-KOM, 2009). Die Rabobankstudie (2008a) wie auch die EU-KOM-Studie (2009) machen darin deutlich, dass die Marktstruktur mit einem meist polypolistischen Anbieterverhalten in der Landwirtschaft und einer oligopolistischen Struktur in der Verarbeitung und der Vermarktung keineswegs immer zu Lasten der Konsumenten gehen muss. Der Wettbewerb in den Stufen der Verarbeitung und dem LEH kann Preisschwankungen durchaus abfedern. Als problematisch wird allerdings die Asymmetrie in der Preisbildung, in der Form einer raschen Weitergabe von Preisausschlägen nach oben und eine verzögerte und unvollständige Weitergabe bei Preisbewegungen nach unten an den Konsumenten, gesehen. Zudem sind Preiszugeständnisse an die Landwirte des nachgelagerten Bereiches bei besserer Ertragslage ebenfalls eher zögerlich zu beobachten (Rabobank, 2008a, EU-KOM, 2009). Die EU-KOM-Studie betont aber auch, dass der Umfang als auch die Effekte der Asymmetrie auf den einzelnen Stufen stark von der jeweiligen Branche und den dortigen Marktbedingungen abhängig sind und nicht generalisiert werden können.

Die EU-KOM (2009) führt nach ihren Analysen weiter aus, dass die unterschiedliche Preisentwicklung bei (Agrar)Rohstoffen und Lebensmitteln und die asymmetrische Reaktion der Lebensmittelpreise auf Fluktuationen bei den Rohstoffpreisen ebenso wie die relativ langsame und unvollständige Preisweitergabe zum Teil auf strukturelle Schwächen des Systems zurückzuführen sind. Weiterhin bringt sie ihre Sorge zum Ausdruck, dass solche Marktineffizienzen die Preisvolatilität auf den Märkten für Agrarrohstoffe noch weiter verschärfen (EU-KOM, 2009). Die EU-KOM (2009) sieht in einer größeren Transparenz auf den Stufen der Vermarktung und einer stringenteren Marktbeobachtung staatlicherseits eine Chance wettbewerbsverzerrenden Praktiken der Marktteilnehmer vorzubeugen.

Die widersprüchlichen und kaum belastbaren Ergebnisse bisheriger Untersuchungen zur Preistransmission auf verschiedenen Märkten haben auch die OECD veranlasst, sich in ihrem neuen Arbeitsprogramm diesen Fragestellungen wie auch der zunehmenden Preisvolatilität auf den landwirtschaftlichen Rohstoffmärkten, insbesondere im Zusammenhang mit den gestiegenen Nahrungsmittel- und Energiepreise der letzten Jahre, stärker zu widmen (IMF/OECD, 2008).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich die Weitergabe von Preissignalen auf den verschiedenen Stufen vom Produzenten bis zum Konsumenten sowie regional in den letzten Jahren sehr unterschiedlich entwickelt hat. Im Zeitablauf schwankende Marktspannen und eine große Spannbreite der regionalspezifischen Preise einzelner Produkte innerhalb der EU deuten

daraufhin. Generell scheinen die Produzenten von der weltweit knappen Versorgung mit Agrarrohstoffen 2007/2008 über hohe Erzeugerpreise profitiert zu haben, während der Wettbewerb sowohl in der Verarbeitung als auch im Lebensmitteleinzelhandel eher zugenommen hat. Dies kam in der Regel den Konsumenten in Form von einem verhaltenen Preisanstieg zu gute. Insbesondere die lebensmittelverarbeitende Industrie scheint unter den hohen Einstandspreisen einerseits und unter den oligopolistischen Bedingungen des LEH zu leiden und schrumpfende Margen in Kauf nehmen zu müssen. Doch auch die Konkurrenz innerhalb des LEH ist derzeit hoch, zum Vorteil der Verbraucher, der auch künftig kaum mit starken Preissprüngen bei Lebensmitteln zu rechnen hat.

7 Anpassungsreaktionen entlang der Kette

Teil der hiesigen Untersuchung sollte es auch sein, die Möglichkeiten der Anpassung bei steigenden Energiepreisen auf den verschiedenen Stufen von der Primärproduktion bis zum Konsumenten aufzuzeigen. Die Ansatzpunkte für Energieeinsparungen oder Effizienzsteigerungen lassen sich größtenteils unmittelbar aus den vorherigen Kapiteln ableiten. Da jedoch dieses Kapitel auch separat als Teil der Untersuchung lesbar sein sollte, ließen sich Aussagendoppelungen nicht immer vermeiden.

Bereits die massiven Energiepreissteigerungen in den 70er und noch mehr in den 80er Jahren haben gezeigt, dass erhebliche Energieeinsparmöglichkeiten in allen Wirtschaftsbereichen, wie auch in der Landwirtschaft, vorhanden sind. Umgekehrt haben die real sinkenden Energiepreise in den 90er Jahren und die sehr niedrigen Preise in den 60er Jahren gezeigt, dass unzureichende Preisanreize zu einem ungehemmteren Umgang mit Ressourcen führen. So sank die Energieeffizienz in den 60er und 70er Jahren bei real sinkenden Preisen kontinuierlich. Zeitgleich stieg der Energieverbrauch stark an. Andererseits kam es in den späten 70er und 80er Jahren auf breiter Front zu Anpassungen aufgrund der hohen Energiepreise, die durch die Ölkrisen 1974/75 und 1979 hervorgerufen wurden.

So sank auch der Energieverbrauch in der US-Landwirtschaft in den 80er Jahren kontinuierlich, um allerdings seit Beginn der 90er Jahre wieder anzusteigen (Miranowski, 2005). Für die deutsche Landwirtschaft liegen keine soweit zurückreichenden Informationen vor.

Möglichkeiten Energie einzusparen eröffnen sich in nahezu allen Bereichen vom Produzenten bis zum Konsumenten; doch nimmt das Einsparpotential und die Anreize Energie einzusparen von der Primärerzeugung bis zum Endverbraucher kontinuierlich ab, da die physischen Energieinputs bzw. Energiekostenanteile auf den einzelnen Stufen kontinuierlich abnehmen. Dass es trotz der erheblichen Fortschritte in der Energieeffizienz auch heute noch erhebliche Möglichkeiten für nahezu alle Wirtschaftsbereiche gibt, zeigt nicht zuletzt die jüngste Initiative der EU-Kommission. Hierbei sollen 1,5 % an Energie pro Jahr eingespart werden (EU-KOM, 2011). Im Gebäudemanagement will die Bundesregierung sogar 2 % Ersparnis pro Jahr bis 2050 erreichen (BMW i & BMU, 2010).

7.1 Anpassungspotentiale im Ackerbau

7.1.1 Anbauverfahren

Innerhalb der Landwirtschaft sind im Ackerbau die größten Energieeinsparpotentiale zu erwarten, da die Energiekosten zwischen Anbauverfahren stark schwanken und im Durchschnitt beachtliche 30 % ausmachen. Bei einzelnen Kulturen erreichen die Energiekosten bis zu 50 % der Gesamtkosten. Innerhalb der gesamten Energiefracht haben die Treibstoffe neben der Düngung die größte Bedeutung, daher liegen auch dort die wesentlichen Einsparmöglichkeiten.

Der Hauptansatzpunkt für Energieeinsparungen im Anbau liegt bei der vielfach bereits heute zu beobachtende Tendenz zur Minimal- oder pfluglosen Bearbeitung in Kombination mit der Direktsaat. Die Energieeinsparungen im Vergleich zur konventionellen Saatbettbereitung werden auf bis zu 50 % geschätzt. Die Synergien zu Umweltaspekten (geringere Erosionen und Stickstoffauswaschung, wie Erhöhung der Biodiversität) sind evident und unterstützen den Aspekt der Ressourcenschonung. Doch wird ein geringfügig höherer Pflegeaufwand des Pflanzenbestandes für die Unkrautbekämpfung in Kauf genommen.

7.1.2 N-Düngung: Nährstoffverluste vermeiden

Der Dünger, und hier zuvorderst der Stickstoffdünger, ist ein energieintensives und teures Betriebsmittel. 12 % der Betriebsmittelausgaben (USDA; NASS, 2010) entfallen für einen Ackerbaubetrieb in den USA auf die Düngung. Auf die variablen Kosten bezogen sind es 36 % bei den Hauptackerkulturen (DAONE, 2008) und damit die größte Einzelposition. Bei einigen Kulturen liegen die Anteile sogar bei über 50 % **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

Speziell bei der Produktion von stickstoffhaltigen Düngemitteln ist der Energiebedarf besonders hoch. Ca. 80 % der Herstellungskosten entfallen auf Energie. Energiepreissteigerungen wirken daher dort unmittelbar auf die Düngerpreise. Baffes (2007 und 2009) schätzt die Preistransmissionselastizität bei steigenden Energiepreisen für den Weltbank Düngemittelindex mit $\eta = 0,33$ bis $0,55$ entsprechend hoch. Effizienzverbesserungen bei der Herstellung sind inzwischen weitgehend ausgereizt, daher beschränken sich die Potentiale auf die exaktere bedarfsorientierte Ausbringung und die Verminderung der Verluste durch eine rasche, möglichst verlustfreie, Aufnahme durch die Pflanze selbst. Dazu beitragen kann z.B. eine dem Vegetationsstand angepassten wurzelnahen Nährstoffausbringung. Mit einer solchen, bisher noch nicht sehr weit verbreiteten, direkten Einbringung der Dünger in den Boden, lassen sich Stickstoffverluste durch N_2O -Emissionen signifikant verringern. Die Düngungskosten und der Energieaufwand können damit um ca. 20 % vermindert werden. Eine oberirdische Flüssigdüngung mit Stickstoff, insbesondere in Kombination mit Mulchsaaten, sollte vermieden werden. Hierbei steigen die N_2O -Emissionen unverhältnismäßig stark an und verteuern den Düngerbedarf erheblich (Kücke, 2010).

7.1.3 GPS gesteuertes Precision Farming von der Bestandsführung bis zur Ernte

Der Übergang zu leistungstärkeren Maschinen mit größerer Bearbeitungsbreite bietet sowohl aus Sicht der Energieeffizienz als auch aus Sicht der Arbeitseffizienz Vorteile, setzt jedoch in der Regel, aus Kostengründen, einen überbetrieblichen Maschineneinsatz voraus. Mit besserer technischer Ausstattung der Arbeitsgeräte in Form einer Präzisionslandwirtschaft (Precision Farmings) lässt sich über eine gezieltere und kleinräumige GPS gesteuerte Applikation der Nährstoffe (bodennährstoffverfügbarkeits- und ertragspotentialorientiert) bei der Düngung erhebliches Einsparpotential realisieren. Ähnliches gilt beim Pflanzenschutz zur Bestandsfüh-

rung, wo ebenfalls geodatenbasierte Informationsquellen genutzt werden können, um die Aufwandsmengen durch einen gezielteren Einsatz zu reduzieren.

7.1.4 Anbauspektrum

Eine ganze Reihe externer Faktoren beeinflusst die Anbauentscheidung des Landwirtes. Hierzu zählen die zu erwartenden Kosten, zu denen, in nicht unerheblichem Maße die Aufwendungen für die direkte und indirekte Energie (Dünger und Kraftstoffe) zählen. Aber auch die schwer abzuschätzenden zu erwartenden Produktpreise spielen eine wichtige Rolle. Einschränkung bei der Anbauentscheidung für eine bestimmte Kultur wirken zweifelslos vielfach auch Aspekte der Fruchtfolge sowie der Arbeitswirtschaft.

Insbesondere in den USA hätte es unter (Energie-)Kostenaspekten zu einer Verdrängung von energieaufwendigem Mais zugunsten von Soja aber auch Weizen kommen müssen. Das Gegenteil ist jedoch zu beobachten. Die Ethanolförderpolitik stabilisierte die Maispreise und setzte starke Anreize zur Flächenausdehnung trotz erheblicher zusätzlicher Belastungen durch steigender Dünger- und Kraftstoffpreise.

Ob sich bei weiter steigenden Energiepreisen der Anbau nachwachsender Rohstoffe zur energetischen und stofflichen Nutzung zu einem sich selbst tragenden Prozess auch ohne Förderung entwickelt und als „Anpassungsreaktion“ eine globale Ausdehnung dieser Kulturen erfolgt, erscheint derzeit fraglich (siehe auch Kapitel 8, S. 89). Ausgenommen sind einige regional begrenzte Gunstregionen in klimatisch begünstigten Regionen mit Zuckerrohranbau. Große Hoffnung wird in die zweite und dritte Generation von Biokraftstoffen gelegt, die in der Lage wären die energetische Flächenproduktivität mehr als zu verdoppeln. Die direkte energetische Nutzung von Biomasse (Holz, direkt und Biogas, indirekt) könnte eine weitere Ausdehnung erfahren, wird aber wegen ihres begrenzten Massepotentials und aus infrastrukturellen Gründen eine Nische bleiben.

7.1.5 Getreide- und Heutrocknung

Unter dem Aspekt des unterschiedlichen Trocknungsbedarfs bei Getreide gewinnt die Anbauplanung ebenfalls an Bedeutung. Unter ungünstigen Bedingungen kann die Trocknung bis zu ein Drittel der Erzeugungskosten ausmachen (Haselberg, 2003). Insbesondere der Körnermais bedarf unter den deutschen klimatischen Verhältnissen in der Regel einer intensiven Nachtrocknung und hat im Vergleich zu Silomais nur eine halb so hohe Energieeffizienz (Nemecek et al., 2001). Bei den übrigen Getreidearten ist der Nachtrocknungsbedarf in erster Linie von der Witterung abhängig und so kaum beeinflussbar.

Wegen des hohen Energieaufwandes bei der Heuaufbereitung, -werbung und vor allem der Heutrocknung wurde die Heufütterung zunehmend durch die Silagefütterung verdrängt. Dieser Prozess wird sich weiter fortsetzen mit positiven Effekten auf den Energie- und Arbeitsaufwand, sowie einem geringeren witterungsbedingten Ertragsrisiko.

7.1.6 Bewässerung im Ackerbau

Ca. 3 % oder 560.000 ha der Ackerfläche werden in Deutschland beregnet. Beregnungsschwerpunktregion ist Niedersachsen mit regionalen Beregnungsflächenanteilen bis zu 80 %. Eine weitere Intensivierung im Ackerbau in Form einer stärkeren Ausdehnung der Bewässerung scheidet in Deutschland in der Regel aus. Zum einen aus Rentabilitätsgründen, aber vielleicht bedeutender, wegen der zu erwartenden begrenzten Wasserverfügbarkeit (sinkende Grundwasserspiegel führen zu ansteigenden Wasserpreisen und erhöhen auch die Förderkosten, da kostenträchtigere Pumpentechniken notwendig werden). Nur auf sandigen Standorten und bei ausgewählten Kulturen, wo sich durch eine Bewässerung erhebliche Ertragsmehrleistungen erzielen lassen, ist der zusätzliche (Energie-, Arbeits- und Investitions) Aufwand vertretbar. Im Verlauf der letzten Jahre waren die Anreize für eine stärkere Ausdehnung des Beregnungsackerbaus nicht ausreichend (Fricke und Riedel, 2008).

Die klassische Beregnung (Hochdruckpumpen) ist eine Wasser ineffiziente und Energie intensive Bewässerungsmethode und wird bei steigenden Energiepreisen an Attraktivität verlieren. Ressourcenschonendere Bewässerungsverfahren, wie die Tröpfchenbewässerung und die bodennahen Bewässerung statt der großflächigen Springlerbewässerung sind zwar am Markt verfügbar, werden wegen der sehr hohen Investitionskosten jedoch nur zögerlich eingesetzt.

Sollte oder muss die Bewässerung klima- und kulturbedingt bei den Ackerbauverfahren beibehalten werden, kann über eine gezieltere Bewässerung nach Bodenfeuchte und Bedarf Energie und Wasser gespart werden. Zusätzliches Energieeinsparpotential wird bei der Wahl der Pumpentechnik gesehen. Auch die Quelle als Oberflächenwasser oder Grundwasser wirkt sich im Kosten- und Energieaufwand aus.

7.2 Anpassungspotentiale im Gartenbau

Die Energiekosten in Form von Gas und Öl (Heizung) sowie Strom und Treibstoffe (Bewässerung) werden im Gartenbau in der Regel überbewertet. Zwar sind sie in ihrer absoluten Höhe nicht zu vernachlässigen und bieten durchaus Einsparmöglichkeiten, doch sind die Energiekosten in Relation zu den hohen Flächenerträgen und anderen Kostenbestandteilen, wie den Arbeitskosten, gering.

Für den Freilandgartenbau kann im Wesentlichen auf die Ausführungen zur Bewässerung im Ackerbau verwiesen werden, gleichwohl kann im Gartenbau, insbesondere im Feldgemüsebau, auf eine intensive Bewässerung nicht verzichtet werden. Dies wäre mit erheblichen Produktionsrisiken und Ertragseinbußen verbunden. Hier stehen, um Wasser- und Energiekosten zu senken, insbesondere technische Maßnahmen (Tröpfchenbewässerung etc.) im Vordergrund. Doch unterscheidet sich die Kostenstruktur im Gartenbau grundsätzlich und erheblich von der im Ackerbau mit Konsequenzen fürs Management. Die sehr hohen Produktpreise und Deckungsbeiträge mit einem vergleichsweise hohen Arbeitskostenanteil lassen die Energiekosten als Maßnahme zur Kostenreduktion hinter andere effizienzsteigernde Maßnahmen in ihrer Bedeutung zurücktreten.

Im Unterglasanbau, der von steigenden Energiepreisen deutlich unmittelbarer, über die dann auch steigenden Heizkosten, als der Freilandgartenbau, betroffen ist, kommt und kam es bereits in den letzten Jahren mit den steigenden Energiepreisen sowohl zu erheblichen strukturellen Veränderungen als auch Anpassungen in der Kulturführung und dem Gebäudemanagement in Form von einem ganzen Bündel von Einzelmaßnahmen. Hierzu zählen u. a. die regionale Verlagerung der Produktion in Regionen mit einem günstigeren Energiebezugs oder günstigerer klimatischer Bedingungen mit einem geringeren oder keinem Heizbedarf, eine verbesserte Wärmedämmung durch eine doppelwandige Verglasung, eine gezieltere elektronisch gesteuerte Temperaturführung, ein verändertes Anbauspektrum bzw. der Übergang zu kälteresistenten Sorten, eine stärkere Arbeitsteilung (Bezug von Halbprodukten) und vieles mehr.

7.3 Anpassungspotentiale in der Tierhaltung

In der Tierhaltung sind den Energieeinsparungen engere Grenzen gesetzt als im Ackerbau, da der relative Energieaufwand gemessen als Energie bzw. Energiekosten in den Produktion bzw.- an den Gesamtproduktionskosten - die vorgelagerten Bereiche wie Futtermittel ausgenommen - vergleichsweise gering ist (ca. 5 %). Gleichwohl liegt der absolute Energieverbrauch von größeren tierhaltenden Betrieben (über 50 Großvieheinheiten) deutlich höher als der von Ackerbaubetrieben (Schloman et al., 2009). Gleiches gilt auch für die Landwirtschaft Deutschlands insgesamt. Bei den geflügel- und schweinehaltenden Betrieben werden als Energiequellen vorwiegend Strom für die Fütterung und Lüftung und in geringerem Umfang Öl und Gas für die Beheizung der Gebäude bei Geflügel und Schweinen genutzt. Bei der Milchgewinnung kommt ebenfalls Strom zur Anwendung mit den Hauptverbrauchsquellen Kühlung und Lüftung.

7.3.1 Schweine und Geflügel

Die Hauptverbrauchsquellen in der Schweine- und Geflügelhaltung sind die Heizung und in geringem Umfang die Lüftung. Damit liegt auch in diesen Verbrauchsbereichen das überwiegende Energieeinsparpotential. Über die Ausgestaltung der Gebäude, insbesondere einer adäquaten Isolierung im Decken- und Wandbereich und der Lüftungstechnik und -management, lassen sich die Energiekosten senken (Weiss, 2007; Worley et al. 2005). Bei geeigneter Bauweise lässt sich so im Winter Heizenergie (Isolierung) und im Sommer elektrische Energie wegen der geringeren Aufheizung der Gebäude (Lüftung) einsparen. Während in der Ferkelerzeugung wie auch der Geflügelmast die Heizenergie beim Energieverbrauch überwiegt (über 50%), ist in der Schweinemast und Sauenhaltung die Lüftung als Energieverbraucher von größerer Bedeutung (über 50%).

Auch bei der Lüftungstechnik kann der Landwirt den Energieverbrauch senken. Die Einsparmöglichkeiten liegen zwischen 30-50% bei einer entsprechend verbesserten technischen Ausgestaltung (energiesparende Motoren, Flügelformen und -anzahl, Einlasstrichter) und bedarfsgerechter Auslegung (Worley et al. 2005; Feller, 2005). Wird eine intelligente elektro-

nische Steuerung vorgeschaltet, so ist auch hier mit Minderkosten für Energie im einstelligen Prozentbereich zurechnen.

Zahlreiche weitere Management- und Ausgestaltungsmerkmale, die den Energieverbrauch beeinflussen, nennt Feller (2009), wie Management der Heizungsanlage mit optimierter Einstellung der Auslösetemperaturen bei Lüftung und Heizung, optimierte Anordnung der Temperaturfühler im Abteil, Anordnung der Heizkörper/Heizung, Zulufttemperatur im Zentralgang, Kalibrierung des Temperaturfühlers, Einstellung der Zuluft- bzw. Abluftklappen, Verluste durch ungedämmte Vor- und Rückläufe der Wärmeverteilung, weite Wege von der Heizung bis zum Verbraucher wie auch zu hohe Vorlauftemperaturen.

Auch die Fütterungstechnik bietet Potentiale. Spiralförderer senken den Energiebedarf um 90 % gegenüber der Flüssigfütterung und um 75 % gegenüber der herkömmlichen Seilfördertrockenfütterung (Feller, 2009).

Über die betriebsinterne Veredelung von Getreide kann zweifelsohne Energie eingespart werden. Der Kraftstoffaufwand für Transporte entfällt weitgehend. Auch wenn aus energetischer Sicht wünschenswert, so bleibt der Vorteil aus betriebswirtschaftlicher Sicht wegen hoher Kosten für die Bereitstellung von Lagermöglichkeiten, sowie und die Aufbereitung allerdings fraglich.

7.3.2 Milchgewinnung

Die Wärmerückgewinnung bei der Milchgewinnung, aber auch teils in der Schweinehaltung ist bei Neuanlagen bereits Standard, eröffnet aber bei Altanlagen weitere Energieeinsparmöglichkeiten.

Das Kraftfutter in der Fütterung als indirekte Energieverbrauchsquelle über seinen Energie-rucksack aus dem Ackerbau spielt für eine vollständige Energiebilanz in der Milcherzeugung eine wichtige Rolle. Je nach Standort schwankt der Kraftfuttereinsatz zwischen 0,24 und 0,51 kg oder 1,45 bis 3,58 MJ je erzeugtem kg Milch. Auf guten Standorten kann über eine hohe Grundfutterleistung die energiebelastete Kraftfuttermenge reduziert werden und den Energieverbrauch insgesamt und die Energieeffizienz je kg Milch senken (Kraenzlein, 2004). Ähnlich ist die Wirkung im ökologischen Landbau, wo der Einsatz von vergleichsweise teurem und energiebelastetem Kraftfutter auf eine Höchstmenge beschränkt bleibt.

7.3.3 Biogas

Über die Integration von Biogasanlagen in den Betriebsablauf mit Gülle, Futterreststoffen oder dem gezielten Energiepflanzenanbau als Ausgangsprodukte, lässt sich sowohl Strom als auch Wärme zusätzlich erzeugen und kann dann innerbetrieblich Verwendung finden. Alternativ oder ergänzend kann das aufbereitete Gas in das lokale öffentliche Netz eingespeist werden und die Gesamtenergiebilanz des Betriebes verbessern sowie ein zusätzliches Einkommen generieren.

7.4 Ökologischer Landbau

Generell bietet der ökologische Landbau, neben den positiven Wirkungen zu Umweltaspekten wie der Erhöhung der Biodiversität, auch Vorteile in Bezug auf den Energieverbrauch und die Energieeffizienz, wie in Kapitel 3.7 dargelegt wurde. Der Minderverbrauch an Energie macht bis zu 50% aus. Es ist jedoch fraglich, ob die Umstellung auf den ökologischen Landbau eine generelle Lösung für die Landwirtschaft darstellen kann, um steigenden Energiepreisen zu begegnen. Zwar ist derzeit die wirtschaftliche Lage der Ökolandbaubetriebe (wegen höherer Produktpreise) denen der konventionellen Betriebe vergleichbar, doch ist offen, ob der Preisabstand zwischen konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweise bei einer umfangreicheren Neuorientierung zu halten ist. Nach wie vor handelt es sich bei den ökologisch wirtschaftenden Betrieben um eine Nischenproduktion mit begrenztem Marktpotential von unter 5%. Schon geringe zusätzliche Mengen würden zu Preisanpassungen führen.

7.5 Anpassungspotentiale in der Verarbeitung

Die Hauptenergieverbrauchsquellen in der Verarbeitung und im Handel sind die Bereiche, bei denen Lebensmittel erhitzt oder (runter)gekühlt werden müssen. Die übrigen Quellen, wie zum Beispiel die Transportlogistik und Beleuchtung, treten gegenüber diesen Energieverbrauchsquellen weit zurück. Dies gilt sowohl für den innerbetrieblichen Transport als auch für den Transport beim Großhandel, soweit noch vorhanden, bis zum Lebensmitteleinzelhandel.

So liegen die Energieverbrauchsschwerpunkte in Fleischereien bei der Wurstherstellung vor allem beim Kochen, Trocknen und Räuchern sowie bei der Warmwasserbereitung. Besonders energieintensiv im Fleischereigewerbe sind die Kühleinrichtungen. Der spezifische Energieverbrauch liegt bei ca. 3,1 kWh je kg Fleisch in der Verarbeitung. Energieeffizienzmaßnahmen werden insbesondere in der Wärmerückgewinnung, einer gezielteren Temperaturabsenkung und der Nutzung von Kälteverbundanlagen gesehen (Kraenzlein, 2004).

Die Futtermittelindustrie, als eine Sparte des Lebensmittelverarbeitenden Gewerbes, ist durch weit überdurchschnittlich hohe Energiekostenanteile an den Gesamtproduktionskosten gekennzeichnet. Energieverbrauchsquellen sind der Mehrfachtransport (vom und zum landwirtschaftlichen Betrieb), sowie das Schroten und Mischen und vor allem das Pelletieren unter hohen Drücken und Wärmeeinsatz in Form von Wasserdampf. Eine Möglichkeit zur Energieverbrauchsreduktion wäre, wie bereits erwähnt, eine verstärkte innerbetriebliche Lagerung auf den landwirtschaftlichen Betrieben selbst einschließlich der dortigen Aufbereitung und Verfütterung (ohne Pelletierung) im Sinne stärker geschlossenerer innerbetrieblicher Kreisläufe. Entsprechende technische Lösungen zur Schrotung und für das Mischen müssten allerdings dann auf den Betrieben selbst vorgehalten werden, was nur für größere Betriebe rentabel sein dürfte und einer Entwicklung der letzten Jahrzehnte zur Spezialisierung entgegenlaufen würde.

Generell sieht die Rabobank Studie (2008a) für das Lebensmittelverarbeitende Gewerbe die größten Energieeinsparpotentiale jedoch nicht in der Produktion selbst, sondern eher bei der Verpackung, für deren Herstellung und umweltgerechte Entsorgung erhebliche Energien auf-

gewendet werden müssen. Die übrigen Bereiche in der Verarbeitung hält sie für weitgehend ausgereizt.

7.6 Anpassungspotentiale im Handel

Im Handel liegen die Einsparpotentiale erwartungsgemäß in der Logistik mit Rückwirkungen auf die Primärerzeugung und die Verarbeitung. Die Rabobank (2008) hält zum einen eine stärkere Bündelung in regionalen Logistikzentren verschiedener Anbieter, wie auch ein Auslieferung in größeren und besser ausgelasteten Einheiten zum Lebensmitteleinzelhandel (LEH) für naheliegend. Ferner erwarten sie auch eine Rückbesinnung auf geschlossene kleinräumigere Produktions- und Versorgungsregionen bei steigenden Energiepreisen als eine mögliche Entwicklung.

Dass der Handel einen großen Anteil an den Transportkilometern von Waren hat wird aus der Ökobilanz zum Komplex Ernährung aus Kapitel 5 (S. 51) deutlich, wo der Transportbereich nach Durchsicht zahlreicher Studien einen Energieanteil von rund 10 % hat. Mit zunehmender Veredelung in der Verarbeitung verliert die Transportlogistik an Bedeutung. Umgekehrt sind Frischprodukte durch den Transport besonders energiebelastet, wie z.B. der Gemüsesektor mit bis zu 50% (Carlsson-Kanyama und Faist, 2000).

Weitaus begrenzter sind die Energieeinsparmöglichkeiten im LEH. Hauptverbrauchsquellen sind dort die Beleuchtung, gefolgt von den Kühleinrichtungen und der Raumheizung. In allen drei Bereichen werden Einsparmöglichkeiten gesehen, die jedoch teils mit erheblichen Investitionen verbunden sind und daher nur langfristig Effekte erwarten lassen (Kraenzlein et al., 2009).

Insgesamt ist die Sensibilität für energiesparende Maßnahmen zwischen den Branchen sehr unterschiedlich. In der GHD-Studie (2009, Gewerbe, Handel, Dienstleistung) war bei 59% der Neuanschaffungen der Energieverbrauch ein Thema. Bei durchgeführten Maßnahmen rangierte ein besseres Beleuchtungsmanagement (63 %, Licht aus, 53 %, eff. Beleuchtung) vor einem verbesserten Gerätemanagement (52 %) über das Abschalten energieintensiver Anlagen. Bauliche Maßnahmen (Dämmung, Fenster) und die Raumheizung zur Steigerung der Energieersparnis hatten geringere Bedeutung (30-35 %). Ein kontinuierliches Energiemanagement mit Erfassung und Auswertung erfolgt bei knapp 20 % der Betriebe nie. Auffällig ist, dass die Bedeutung der Energiekostenanteile bei einer Reihe der Befragten erheblich überschätzt wird. Angegeben wurden Anteile bis 50 %. Im Durchschnitt lagen die Angaben der befragten Unternehmen bei 7 % und damit immer noch oberhalb der Anteile von 3 - 5 % auf Basis von Erhebungen (DESTATIS (Kostenstrukturerhebung); Kraenzlein et al., 2009).

7.7 Anpassungspotentiale in den Privathaushalten

Ein hoher Anteil der Ausgaben in den privaten Haushalten ist energiebedingt. Daher ist das mögliche Einsparpotential bei Energie nicht unerheblich. Dabei spielt der Ernährungsbereich als Quelle zur Energie- oder Energiekosteneinsparung insgesamt eine vergleichsweise geringe

Rolle. Nur ca. 10 % aller Ausgaben der privaten Haushalte entfallen auf Nahrungsmittel. Diese werden mit einer Energieintensität produziert, die, werden alle direkten und indirekten Energieinputs berücksichtigt, bei rund 10 % liegt. Daraus errechnet sich ein nur bescheidener ernährungsbedingter bzw. genauer nahrungsmittelbedingter Energieverbrauch.

Die Wirkungen energieseitige Preissteigerungen auf das Kaufverhalten der privaten Haushalte von Nahrungsmitteln ist beschränkt. Dies ist sowohl durch geringe Effekte von steigenden Energiepreisen auf die Lebensmittelpreise selbst bedingt als auch auf die geringen Einkommens- und Preiselastizitäten. Dies bedeutet jedoch nicht, dass es nicht auch bei entsprechendem Ernährungsverhalten erhebliche Einsparpotentiale gibt, auf die später eingegangen wird. Doch sollte insgesamt betrachtet anderen Konsumbereichen unter Energieeffizienzgesichtspunkten und möglichen Einsparpotentialen der Vorrang gegeben werden. Insbesondere bei den direkten Energieausgabenquellen Heizung, Treibstoffe, und Strom im Haushalt sind Einsparungen möglich. Dort wirken Energiepreissteigerungen wesentlich unmittelbarer und setzen hierdurch einen deutlich stärkeren Anreiz Energie einzusparen. Doch unterscheiden sich auch in diesen Bereichen die Elastizitäten, zumindest kurzfristig, nicht wesentlich von denen für Lebensmittel, so dass zusätzliche Anreize notwendig sind, um die möglichen Einsparpotentiale nutzen zu können.

Die Wirkungsintensität von steigenden Energiepreisen bei verschiedenen Produkten und Produktgruppen ist sehr unterschiedlich. Meyer (2007) erwartet eine knapp 50 %ige Preistransmission von Energiepreissteigerungen der internationalen Märkte auf die inländischen Preise für Öl- und Ölprodukten in Deutschland. Bei Energie und Kraftstoff liegt dieser Wert immerhin noch bei etwas über einem Viertel. Die Preissteigerungen über den gesamten Warenkorb reduzieren sich auf 2,7 % bei einem 100 %igen Anstieg der Energiepreise. Wurzel et al. (2009) schätzt den Effekt der Ölpreise auf die Inflation im 2.Quartal 2008 auf einen beachtlichen 1 Prozentpunkt.

Einsparmöglichkeiten der privaten Haushalte würden sich bei steigenden Energiepreisen, wie erwähnt, kurzfristig auf den direkten Energieverbrauch und nicht auf den Lebensmittelabsatz konzentrieren. Verhaltensänderungen der Konsumenten wären zunächst beim direkten Energieverbrauch, in der Bedeutung abnehmend in den Bereichen Raumwärme (Temperaturabsenkung, Beschränkung der Beheizung weniger Räume, Klimatisierung), Mobilität (Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel, Fahrgemeinschaften, Fahrrad statt Auto) und Freizeitverhalten zu erwarten. Längerfristig sind im Baubereich (Isolierung, Passivhaustechnologie) erhebliche Energieeffizienzgewinne bei Neubauten und Altbausanierungen möglich und zu erwarten (Satori und Hestnes, 2007). Wünschenswert und naheliegend wäre auch eine Erhöhung der Attraktivität des öffentlichen Verkehrswesens zur Reduktion des Energieverbrauchs im Individualverkehr mit positiven umweltrelevanten Nebeneffekten. Ein auch unter Energiegesichtspunkten wichtiger Baustein bei der Entwicklung neuer Konzepte zur Stadtentwicklungen wäre es auch, den Regional- und Lokalgedanken stärker zu betonen, so dass die Konsumenten auch beim Lebensmitteleinkauf lange Wege vermeiden und die Energiebilanz verbessert können. Positiv wirkten sich die wieder zunehmende Urbanisierung auf den Energieverbrauch aus, die eine deutlich geringere Gesamtmobilität erfordert und Energie einzusparen hilft.

Bei der Ernährung mit den Aspekten zum Konsummuster, Einkaufsverhalten und Zubereitung eröffnen sich durchaus erhebliche Energieeinsparpotentiale. Hierbei machen die beiden zuletzt genannten Bereiche mit Einkauf einschließlich Lagerung und Speisenzubereitung knapp ein Drittel des Energieaufwandes der Gesamtkette von der Erzeugung bis zur Entsorgung aus. Der überwiegende Energieverbrauch liegt allerdings tatsächlich in der Primärerzeugung und entzieht sich damit weitgehend dem Einfluss des Verbrauchers. Im Haushalt ließe sich durch die Verminderung der Einkaufsfrequenz und eine Umstellung auf energieeffizientere Transportmittel (Fahrrad, öffentliche Transportmittel) beim Einkauf Energie sparen. Von Bedeutung sind auch die Kühlung und die Speisenzubereitung im Haushalt selbst. Lange Lagerungszeiten bedingen große Kühlvolumina und erhöhen den Energieverbrauch. In wieweit sich eine energieeffizientere Zubereitung, wie z.B. Induktionsherde und Mikrowelle durchsetzt, ist noch offen. Untersuchungen zum vergleichenden Verbrauch der konventioneller Speisenzubereitung und der Nutzung der Mikrowelle liegen vor. Mit der klassischen Zubereitungstechnik wird 3 bis 5 Mal so viel Energie verbraucht (Carlsson-Kanyama und Faist, 2000).

Ob sich der Trend zu Convenienceprodukten positiv oder negativ auf die Gesamtenergiebilanz auswirkt oder ob es nur zu einer Verlagerung des Energieverbrauchs vom Konsumenten zum Produzenten kommt, ist bisher nicht hinreichend untersucht worden. Die Rabobankstudie (2008a) erwartet bei steigenden Energiepreisen jedoch primär aus budgetären Aspekten eine Tendenz zu wenig verarbeiteten, preisgünstigeren Produkten und eine Abkehr von teureren Fertigprodukten bzw. –mahlzeiten. Trifft jedoch keine Aussagen zur Wirkung dieser Verhaltensänderung auf die Gesamtenergiebilanz. Bedeutender halten die Autoren aber auch die Einkaufsverhaltensänderungen was die Stätten des Einkaufes anbetrifft. Die günstigeren Discounter gewinnen an Beliebtheit.

Die fortschreitende Technisierung der Haushalte hat Konsequenzen für den Energieverbrauch. Ca. ein Drittel bis die Hälfte des Stromverbrauchs der privaten Haushalte geht zu Lasten der Hausgeräte (DENA, 2011). In der Regel spielt bei der Kaufentscheidung der Energieverbrauch eine, wenn auch nicht entscheidende Rolle. Auch wenn der Austausch von funktionsfähigen Altgeräten unter Aspekten der Wirtschaftlichkeit nur selten attraktiv ist. So ist das Labelling hilfreich bei Neuanschaffungen den Energieverbrauch künftig und zielgerichtet zu senken. Die Potentiale werden als erheblich angesehen. Es besteht bereits derzeit für bestimmte Geräte eine Kennzeichnungspflicht, die in einem neuen Richtlinienvorschlag auf andere Hausgeräte ausgeweitet werden soll (EU-KOM (2008), KOM/2008/0778 endg. - COD 2008/0222).

Zweifelloos stellt auch die Umstellung der Ernährungsweise auf eine weniger Fleisch orientierte Kost eine Möglichkeit dar, den individuellen Energieverbrauch zu senken. Die Veredelungs“energie“verluste von immerhin 2 (Geflügel) und 8 (Rindfleisch) kg Getreide oder Getreidesubstitute pro kg Fleisch sind erheblich. Der deutlich geringere Energieverbrauch bei Geflügel liegt in der besseren Futterverwertung und der hohen Reproduktionsrate begründet. Der Trend der letzten Jahre, hin zum Geflügelfleisch und weg vom Rindfleischverzehr, ist so eine geeignete Handlungsoption zur Verbesserung der Energiebilanz ohne auf Fleisch vollständig verzichten zu müssen. Steigende Futtermittelkosten bei steigenden Energiepreisen so wie gesundheitliche Aspekte werden diesen seit Jahren anhaltenden Trend zum Geflügel-

fleischkonsum voraussichtlich zusätzlich befördern. Bei einer vollständigen Umstellung der Ernährung auf vegetarische Kost verbessert sich die Energiebilanz um ca. 30 %.

Die Umstellung auf eine ökologische Ernährungsweise ist, energetisch betrachtet, eine weitere Option, wird aber wegen der starken Preisspreizung zwischen den konventionellen und ökologischen Lebensmitteln aber nach wie vor nur begrenztes Potential besitzen. Energetisch gesehen ist das Einsparpotential mit rund 30 % dem einer fleischlosen Ernährung vergleichbar.

Das mögliche Einsparpotential veranschaulicht Carlsson-Kanyama et al. (2003) auf Basis von LCA's für Schweden. Orientiert an den Ernährungsempfehlungen und der Wahl der Nahrungsmittel schwankt die Energieaufwand für die Ernährung einschließlich der Zubereitung einer Person zwischen 13 und 51 MJ und Tag. In der schwedischen Erhebung selbst schwanken die Angaben zwischen 9 und 57 MJ je Person und Tag. Auf einzelne Lebensmittel bezogen reicht der Energieaufwand von 1,5 MJ bis 220 MJ bei Honig bzw. Schrimps je kg, was die großen ernährungsverhaltensbedingten Unterschiede plausibel erscheinen lässt.

Für den Außer-Hausverzehr wird in der Rabobankstudie (2008) weniger wegen der steigenden Energiepreise als vielmehr aus budgetären Erwägungen (indirekten Einkommenseffekte) eine Veränderung im Verzehrverhalten erwartet. Der Außer-Hausverzehr wurde nach dieser Studie während der Hochpreisphase von Lebensmitteln und Energie 2007-2008 zwar nicht wesentlich eingeschränkt, doch kam es innerhalb des Außer-Hausverzehrs zu einer Verschiebung zu günstigeren Fast-food-Ketten (Rabobank, 2008). Ob dies allerdings zu einer Minderung des Energieverbrauches beiträgt ist eher zweifelhaft.

8 Biogene versus fossile Kraftstoffe

8.1 Ziele der Förderung biogener Kraftstoffe

Mit der Förderung der Erzeugung von Kraftstoffen biogener Herkunft haben die nationalen Regierungen im Wesentlichen folgende Ziele verfolgt:

- Minderung der Treibhausgasemissionen
- Verringerung der Abhängigkeit der Energie- resp. Öl- und Treibstoffversorgung aus krisengefährdeten Regionen
- Sicherung des Energiebezugs und Verringerung der Abhängigkeit von Importen
- Stabilisierung der Agrarpreise
- Einkommenssicherung der in der Landwirtschaft Beschäftigten
- Schaffung von Arbeitsplätzen im eigenen Land durch Generierung von Wertschöpfung bei der Biokraftstoffherstellung
- Schonung der endlichen fossilen Ressourcen.

Die Förderung von Biokraftstoffen wurde als notwendig erachtet, um die genannten Ziele möglichst schnell zu erreichen. Das Spektrum an Förderungsinstrumenten ist äußerst vielfältig. Es reicht von Investitionszuschüssen auf verschiedenen Ebenen der Erzeugung und Verarbeitung über Zuschüsse bei der Beimischung bis zu Steuervergünstigungen bzw. –befreiungen für das Endprodukt Bioethanol oder Biodiesel. Indirekt begünstigt wurde der Ethanolabsatz in einigen Ländern, wie z.B. in Brasilien, auch durch eine Verteuerung der fossilen Alternativen. Entscheidend für die rasante Expansion sind jedoch die gesetzlich geregelten, stetig steigenden Beimischungsverpflichtungen von Biokraftstoffen zu den fossilen Kraftstoffen in einer Vielzahl von Ländern. Die Länderprogramme schreiben biogene Mindestanteile oder Mindestmengen im Treibstoff vor. Die Spannweite der gesetzlich vorgeschriebenen Anteile reicht von wenigen bis zu 25 %, wie Tabelle 1: Biokraftstoffbeimischungsziele und -verpflichtungen anschaulich verdeutlicht.

In den USA versechsfachte sich durch die Förderung die erzeugte Ethanolmenge innerhalb einer Dekade. 2010 wuchs die produzierte US-Ethanolmenge um 13 %, in ihrer Höhe vergleichbar mit den Vorjahren. Doch ist der Ethanolanteil am Weltprimärenergieverbrauch trotz der hohen Zuwachsraten mit 0,5 % nach wie vor sehr gering (BP, 2011). Global betrachtet ist Ethanol unter den Biokraftstoffen mit einem Anteil 82 % führend. Zuckerrohr/Zucker ist für die Ethanolherstellung das wichtigste Ausgangsprodukt mit einem Anteil von 60 %, dicht gefolgt von Mais und anderen Getreidearten. Für Biodiesel, dem zweit wichtigsten Biokraftstoff,

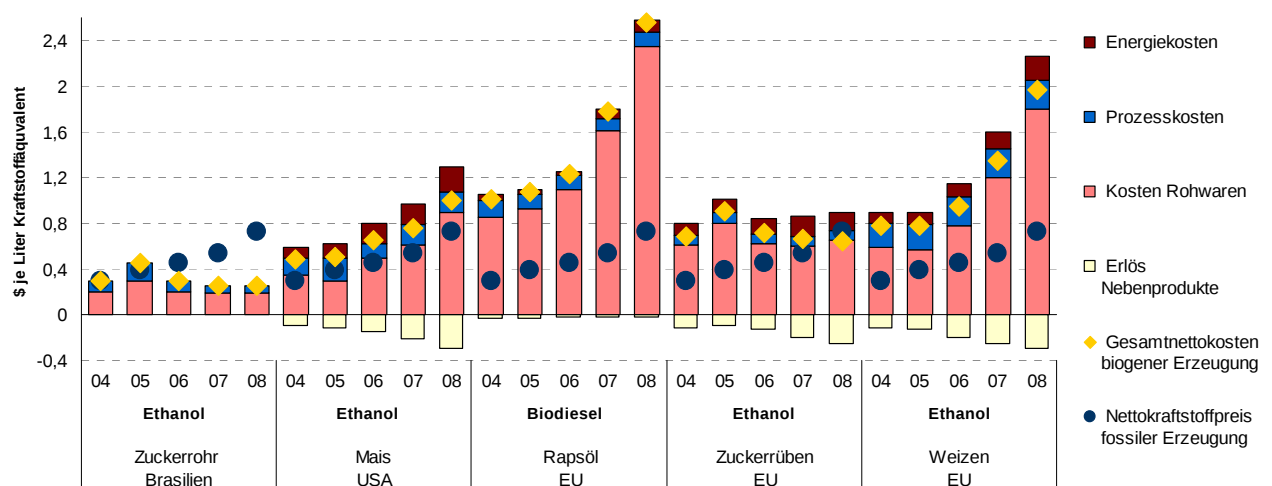
wird – in der Bedeutung abnehmend – Raps, Soja und Palmöl als Grundstoff für die Herstellung genutzt.

Importzölle und Importquoten auf Biokraftstoffe verhindern weitgehend den freien Handel mit Biokraftstoffen. Diese Handelsbeschränkungen sollen die regionale und lokale Erzeugung der Rohstoffe wie auch die regionale Verarbeitung zu Ethanol und Biodiesel stärken. Ungünstige physikalisch-chemische Eigenschaften insbesondere von Ethanol, dem international wichtigsten Biokraftstoff, schränken den kostengünstigen Transport über große Entfernungen via Pipeline stark ein und befördern so regionale Kreisläufe ohnehin. Bei Biodiesel, dem wichtigsten biogenen Kraftstoff in der EU, spielen ebenfalls spezifische physikalische Fließ- und Verbrennungseigenschaften eine wichtige Rolle beim Bezug und Absatz. Sie schränken den Einsatz von importiertem, kostengünstigem Palmöl als Basis für die Biodieselherstellung, insbesondere in den Wintermonaten, jahreszeitlich stark einschränken und begünstigen so ebenfalls die regionalen Wirtschaftskreisläufe.

Die Förderung der Biokraftstoffe nimmt inzwischen erhebliche finanzielle Ressourcen allein in Form von direkten Zuschüssen in Anspruch. Schätzungen gehen weltweit von 11 Mrd. US-\$ pro Jahr aus (Koplov, 2007; Steenblik, 2007). Für die USA allein werden die Subventionen auf 6 - 7,7 Mrd. US-\$ pro Jahr geschätzt (Koch, 2011). Über die indirekten Fördereffekte, wie z.B. Preisfestsetzungen fossiler Kraftstoffe, Handelsbeschränkungen etc. liegen keine Schätzungen vor. Sie spielen jedoch regional eine große Rolle. Die Summe der Maßnahmen garantierten in weiten Teilen und hohem Maße die Rentabilität der Erzeugung (CBO, 2009; de Gorter and Just, 2008), wie später noch gezeigt wird.

In diesem Kapitel soll daher der Frage nachgegangen werden, unter welchen Konstellationen Biokraftstoffe der ersten Generation zu fossilen Brennstoffen konkurrenzfähig sind und ob und unter welchen Bedingungen auch ohne staatliche Stützungsregularien selbsttragende Entwicklungen denkbar sind. Desweiteren soll angesprochen werden unter welchen Bedingungen eine zunehmende Bindung der Agrarmärkte an die Energiemärkte zu erwarten ist.

Abb. 35: Produktionskostenentwicklung fossiler und biogener Kraftstoffe, 2004-2008



Quelle: OECD, eigene Berechnungen

Rückblickend wäre im Verlauf der letzten Jahre die Bioethanolerzeugung ohne staatliche direkte und indirekte Stützungsmaßnahmen, mit Ausnahme der Erzeugung von Biokraftstoffen aus Zuckerrohr unter den geographisch-klimatischen Bedingungen Brasiliens, nicht kostendeckend gewesen (CBO, 2009). Abb. 36 veranschaulicht die Zusammenhänge.

Die Säulen in der Abbildung stellen die einzelnen Kostenkomponenten der Erzeugung von Biokraftstoffen dar, einschließlich der Gutschriften aus Nebenprodukten, wie z.B. Trockenschlempe (auch DDGS = „dried distillers grains and solubles“ genannt). Der Vergleich der Produktionskosten biogener Kraftstoffe (in der Abbildung die gelbe Raute) mit dem Nettopreis fossiler Kraftstoffe (in der Abbildung mit dem dunkelblauen Punkt markiert) in Abb. 36 macht auch deutlich, dass keiner der Agrarrohstoffe, Mais, Weizen und Zuckerrüben für Bioethanol und Raps für Biodiesel, kostenseitig auch nur annähernd mit Zuckerrohr wettbewerbsfähig ist. Die Produktionskosten für Bioethanol aus Zuckerrohr schwankten zwischen 0,3 und 0,5 US-\$ je l Kraftstoffäquivalent, wohingegen bei den übrigen Ausgangsstoffen die Vollkosten zwischen 0,5 und 2,4 US-\$ je l lagen und damit stets oberhalb des fossilen Kraftstoffsubstituts.

Weiterhin zeigt die Abbildung, dass sich im Zeitablauf die Wettbewerbsfähigkeit der Biokraftstoffe gegenüber Kraftstoffen fossilen Ursprungs, mit Ausnahme von Bioethanol auf Zuckerrohrbasis und teils auch auf Zuckerrübenbasis, und dies trotz des starken Preisanstiegs von Rohöl, kontinuierlich verschlechterte. Dazu trug nicht zuletzt der rapide Anstieg der Agrarrohstoffpreise bei, da bei der Biokraftstofferzeugung rund 80 % der Produktionskosten auf die agrarischen Ausgangsstoffe entfallen. Besonders ungünstig schneiden die in der EU verwendeten Ausgangsstoffe Weizen und Raps ab, wohingegen die Zuckerrübe, bei den damals niedrigen Zuckerpreisen, und der Mais näher an die Rentabilitätsschwelle (ohne Subventionen) heranreichen.

Der Preisvorteil der Erzeugung von Ethanol aus Zuckerrohr gegenüber fossilem Kraftstoff führte in Brasilien selbst dazu, dass dort 90 % der Neuwagenverkäufe mit Flexfuelmotoren ausgerüstet sind. Sie vertragen jegliches Mischungsverhältnis von fossilen zu biogenen Kraftstoffen und auch reines Bioethanol problemlos. Der günstige Bezugspreis von Bioethanol in Brasilien ließ den Biokraftstoffanteil landesweit 2008 erstmals die 25 % Marke überschreiten. In (zuckerrohr-)produktionsnahen Regionen wurde zeitweise wegen der günstigen Benzin/Ethanolpreisrelation auch reines Ethanol getankt. Eine Kombination aus hohen Zuckerpreisen, dem direkten Konkurrenzprodukt zu Ethanol, niedrige Ethanolpreise und die Aufwertung der brasilianischen Währung machten aber in jüngster Zeit auch in Brasilien eine künstliche staatliche Verteuerung fossiler Kraftstoffe und die Förderung von investiven Maßnahmen notwendig, um das Angebot und den Absatz von Bioethanol auf dem erwünschten Pfad zu halten.

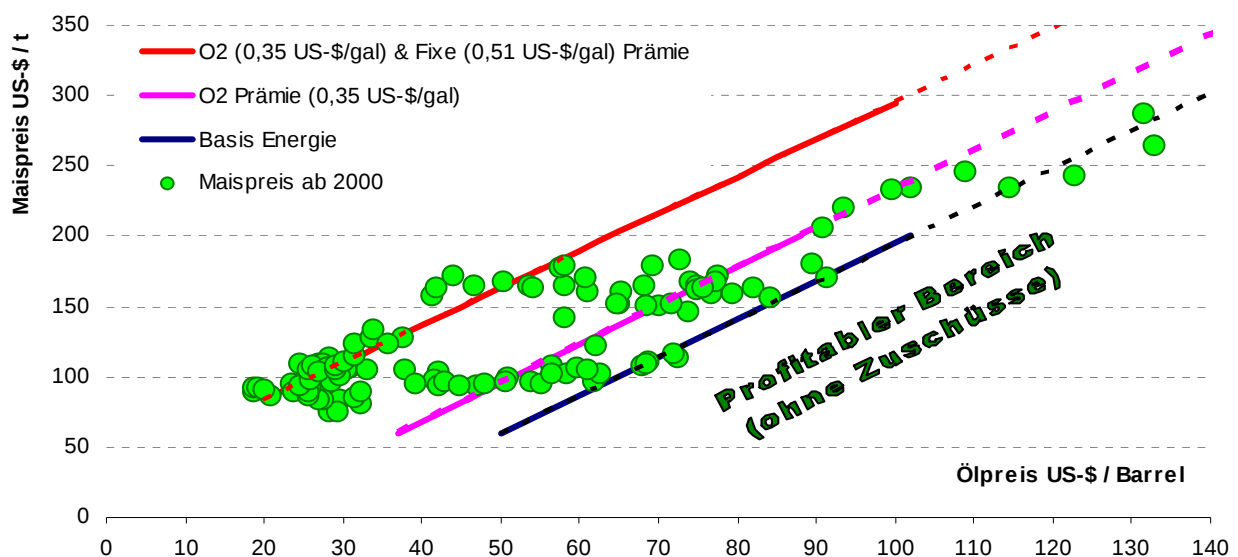
8.2 Rentabilität der Bioethanolherstellung aus Mais

Stärke- oder zuckerhaltige Rohstoffe sind die Ausgangsprodukte für die Herstellung von Bioethanol. Sie stellen den wesentlichen Kostenfaktor bei der Destillation dar. Ethanol wurde früher fast ausschließlich in der chemischen Industrie verwendet, konkurriert heute aber als

biogener Kraftstoff mit dem fossilen Pendant Benzin. Ob der Verbraucher dem biogenen Ethanol oder dem fossilen den Vorzug gibt, hängt von dem Preis der beiden Kraftstoffe zueinander ab. Wegen des geringen Energiegehaltes von Bioethanol liegt der Gleichgewichtspreis für Ethanol bei ca. 70 % des Preises von Benzin. Während der Ethanolpreis weitgehend durch den Mais bzw. Getreidepreis resp. Zuckerpreis bestimmt wird, leitet sich der Benzinpreis aus dem Rohölpreis ab. Dem Marktvolumen folgend ist der Benzin- bzw. Mineralölmarkt der Leitmarkt. Der globale Anteil der fossilen Kraftstoffe liegt bei rund 95 % (BP, 2011). Damit bildet der Ölpreis bzw. der abgeleitete Benzinpreis zugleich die Schwelle für die Rentabilität für die Ethanolherzeugung aus Mais oder anderen stärkehaltigen Rohstoffen.

Mehrere Untersuchungen (Tyner, 2007; Schnitkey and Gupta, 2007; CBO, 2009; Kojima et al., 2008) schätzen hieraus die Grenzpreisrelation der Agrarrohstoffpreise zu den Mineralölpreisen, die noch eine profitable Erzeugung von Biokraftstoffen zulassen. Tyner (2007) wie auch Schnitkey and Gupta (2007) berechnen in ihren US-Studien den Schwellenwert (ethanol break even) als Relation des Ölpreises zu Mais aus, während die CBO-Studie die Rentabilitätsschwelle zwischen dem Endverbraucherpreis für Kraftstoff und dem Maispreis berechnet (CBO, 2009). Kojima et al. (2008) hingegen haben den Zuckermarkt im Fokus und schätzen den Zucker/Mineralölgleichgewichtspreis. All diese Untersuchungen lassen eine Abschätzung zur Rentabilität der Erzeugung unter verschiedenen c.p.-Preisszenarien zu. Ferner können sie die Bedeutung der direkten staatlichen Förderung (ohne Investitionsförderung) für die Ethanolindustrie veranschaulichen und quantifizieren helfen.

Abb. 36: Grenzpreis der Ethanolrentabilität als Relation vom Rohölpreis zum Maispreis



Quelle: Tyner, 2006, Schnitkey and Gupta, 2007, eigene Darstellung

Abb. 37 veranschaulicht den Zusammenhang zwischen dem Mais- und Mineralölpreis für den US-Markt. Der Maispreis ist auf der y-Achse und der Ölpreis auf der x-Achse abgetragen. Die diagonalen Linien stellen jeweils die Rentabilitätsschwelle bei unterschiedlicher Förderung dar. Die hellgrünen Punkte in dem Diagramm sind die monatlichen Notierungen der Mais- und Rohölpreise seit 2000 (World Bank, pink sheets). Unterhalb der Diagonalen liegt, unter den Bedingungen einer Vollkostenrechnung, der profitable Bereich oberhalb der Diagonalen der

Verlustbereich. Die unterste dunkelblaue Linie stellt die Rentabilitätsschwelle ohne staatliche Förderung dar.

Die Produktionsentscheidung leitet sich aus Produzentensicht – ohne Förderung - einzig und allein aus der Relation des aus dem Maispreis abgeleiteten Ethanolpreises zum Benzin bzw. Mineralölpreis ab. Liegen die Mais/Ölpreispunkte unterhalb der dunkelblauen untersten Linie/Rentabilitätsschwelle, so können auch ohne staatliche Zuschüsse Gewinne erzielt werden. Da so gut wie keiner der Mais/Ölpreispunkte unterhalb dieser Linie liegt, wäre die Bioethanolherstellung ohne staatliche Hilfe im Beobachtungszeitraum ab 2000 nicht aufgenommen worden. Einschränkend muss erwähnt werden, dass es sich bei dieser Art der Darstellung um eine kostenbasierte Bewertung eines sog. Durchschnittsbetriebes mit der durchschnittlichen technischen Ausstattung und durchschnittlicher Kostenstruktur handelt. Das unter diesen Randbedingungen bereits erzeugte Ethanol hätte unter den Herstellungskosten (Vollkosten) angeboten werden müssen und daher nur mit Verlusten abgesetzt werden können. Die beiden anderen magentafarbenen und roten Diagonalen stellen die zwei in den USA üblichen Förderzuschüsse dar. Die untere Linie steht für die O₂ - Prämie, die darüber liegenden für die Summe aus der O₂ – und „Blender“ – Prämie. Mit der Gewährung beider Prämien konnten in der Mehrzahl der Monate seit 2000 Gewinne erwirtschaftet werden. Doch selbst mit der staatlichen Unterstützung gab es Zeiten in denen nicht alle Kosten gedeckt werden konnten. Einige namhafte Hersteller mussten daher trotz der großzügigen Förderung in den USA Konkurs anmelden (F.O.Licht, 2009).

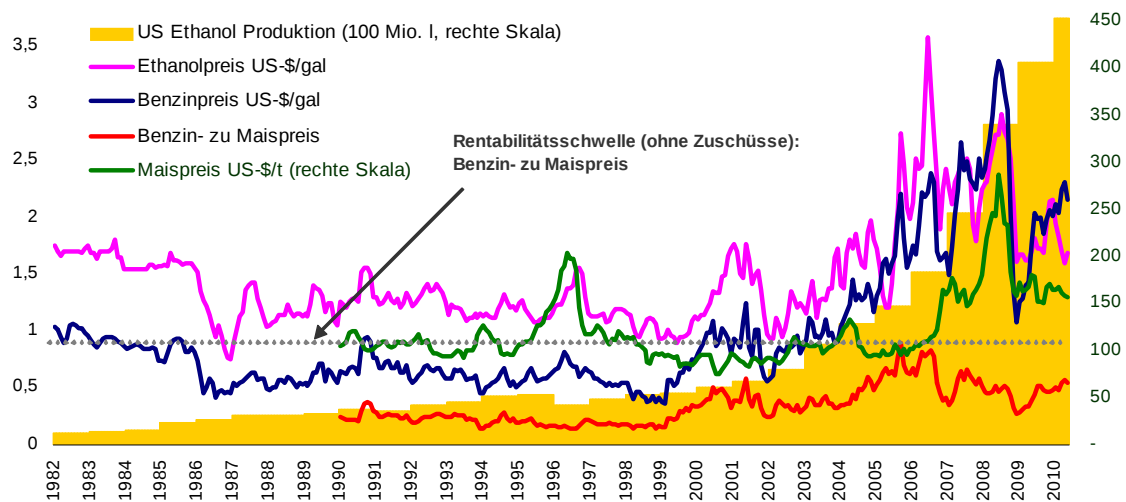
Aus Abb. 37 lässt sich auch ablesen, wie die Zahlungsbereitschaft der Verarbeiter für Mais durch die Förderung beeinflusst wird. Liegt beispielsweise der Rohölpreis, wie aktuell (Mai 2011), bei rund 100 US-\$/Barrel, so kann der US-Durchschnittsethanolhersteller *ohne* Förderung oberhalb von ca. 200 US-\$/t Mais keinen Gewinn mehr aus dem Ethanolverkauf erwirtschaften. Kann der Verarbeiter jedoch mit der üblichen Ethanolförderung rechnen, kann er sogar bei diesem Maispreis noch Gewinne erzielen und wird auch bereit sein bis zu 300 US-\$/t Mais zu bezahlen. Oder anders formuliert, die Ethanolproduzenten sind mit Förderung unter den aktuellen Ölpreisen bereit 50% mehr für den Rohstoff Mais zu bezahlen als ohne Förderung, wo der Gleichgewichtspreis bei 200 US-\$/t läge.

Zu einer ähnlichen Größenordnung kommen auch de Gorter and Just (2008). Sie errechnen einen geringfügig niedrigeren Preisvorteil bei einer Förderung von 80 US-\$/t Mais für die USA. Insgesamt scheint die Ethanolerzeugung in den USA mit der derzeitigen staatlichen Förderung hochprofitabel zu sein, so dass die Ethanolerzeuger auf höhere Absatzmengen hoffen und daher auf eine Anhebung des zulässigen Ethanolanteils im Kraftstoff von 10 auf 15 % drängen. Aktuell wird andererseits erheblicher Zweifel daran geäußert, ob die amerikanische Biokraftstoffpolitik ihrem Ziel, die Treibhausgasemissionen kosteneffizient zu reduzieren, gerecht wird. Immerhin liegen die direkten budgetwirksamen Kosten bei 6 Mrd. US-\$ pro Jahr, keine geringe Summe bei der derzeit angespannten Finanzlage der USA. Aktuell sind starke Bestrebungen erkennbar, die die Förderung, wenn nicht ganz aussetzen, so zumindest massiv einschränken wollen (Koch, 2011).

Das CBO Paper von 2009 analysiert ebenfalls rückblickend die Kostenstruktur der Biokraftstoffherzeugung aus Mais in den USA (CBO, 2009; Schnitkey et al., 2007). Daraus leiten die

Autoren ebenfalls eine Rentabilitätsschwelle, allerdings als Benzin-Maispreisrelation, (rote Linie in Abb. 38) ab, wobei der Benzinpreis wiederum aus dem Rohölpreis errechnet wird. Auch hier ist die Kernfrage, ob in der Vergangenheit auch ohne staatliche Unterstützung eine rentable Ethanolherzeugung möglich gewesen wäre bzw. unter welchen Rahmenbedingungen die Ethanolherzeugung zu einem selbsttragenden Produktionszweig auch ohne Zuschüsse werden könnte.

Abb. 37: Beziehung zwischen Mais-, Kraftstoff- und Ethanolpreis in den USA, 1982 – 2009



Quelle: CBO (2009), IMF (2009), World Bank (2009), Official Nebraska Government website (2010), RFA website (2010), eigene Berechnungen und aktualisierte Darstellung

Abb. 38 veranschaulicht die Ergebnisse in einem umfangreicheren Zeitablauf der Jahre 1982 - 2010. Als Break-even-limit ohne staatliche Zuschüsse errechnen die Autoren eine Kraftstoffpreis-Maispreisrelation von 0,9 (grau gepunktete Linie, Schnitkey et al., 2007). Bei dieser Preisrelation können alle fixen Kosten zum Aufbau der Betriebsanlagen und der variablen Kosten zum Betrieb der Anlagen abgedeckt werden. Mit anderen Worten, wenn eine Gallone Benzin mehr als 90 % des Preises eines Bushel Mais ausmacht, ist die Ethanolherstellung rentabel. Sinkt der Benzinpreis darunter oder steigt der Maispreis, so dass der Quotient (unterste rote Linie) von 0,9 (grau gepunkteten Linie) unterschritten wird, ist keine rentable Erzeugung mehr ohne staatliche Unterstützungsmaßnahmen möglich. Oberhalb dieses Wertes werden ausreichende wirtschaftliche Anreize zur Erzeugung gesetzt und es ist ein weiterer Ausbau der Verarbeitungskapazitäten zu erwarten. Danach waren seit 1982 nur ein einziges Mal, Mitte 2005, die Preisverhältnisse so, dass ein Durchschnittshersteller ohne Zuschüsse kostendeckend hätte produzieren können (rote durchgezogene oberhalb der grau gepunkteten Linie). Selbst in den Hochphasen des Ölpreises 2008, wo eine profitable Produktion zu erwarten gewesen wäre, stieg der Maispreis jedoch so stark an, dass auch die ebenfalls angestiegenen Kraftstoffpreise nicht ausreichten, um die Kosten der Ethanolherzeugung ohne Unterstützung zu decken. Zu vergleichbaren Einschätzungen kommen auch Tokgoz et al. (2008) in ihren Untersuchungen.

Technologische Erneuerungen dürfen bei der Abschätzung künftiger Entwicklungen nicht außer Acht gelassen werden. Dieser Fragestellung gehen die Autoren der CBO-Studie (2009)

ebenfalls nach. So würde, bei einer verbesserten Ausbeute von 2,8 Gallonen Bioethanol je Bushel Mais auf einen Wert von 3,0, der Benzin-Maispreis-rentabilitätsgrenzwert von 0,9 auf 0,8 sinken, und die Destillereien hätten rückblickend in einigen Phasen auch ohne staatlichen Zuschüsse Gewinne erzielt.

Ähnlich wie der technische Fortschritt wirken die Subventionen. Werden die derzeit gewährten direkten Subventionen von 0,51 US-\$/Gallone (Investitionszuschüsse in Höhe von 0,35 US-\$/Gallone Produktionskapazität bleiben unberücksichtigt) bei der Rentabilitätsberechnungen einbezogen, so liegt der Vollkostengrenzwert (Kraftstoff/Maispreisrelation) bei ca. 0,7 (CBO, 2009). Wird auch der Investitionskostenzuschuss mit einberechnet, sinkt der Grenzwert weiter und es wird klar, warum die Ethanolkapazitäten in den USA so rasch ausgebaut wurden. Aktuell (2011) gehen die Prognosen, wegen des rückläufigen Kraftstoffverbrauches und dem massiven Ausbau der Anlagen, für die USA bereits von Überkapazitäten von ca. 10 % aus, die nur durch eine Anhebung der sog. „blending wall“, Preiszugeständnissen oder einen höheren Exportanteil aufgefangen werden können.

Für Europa sind die Chancen einer wirtschaftlichen Ethanolerzeugung ohne staatliche Unterstützung noch geringer, da die Summe der direkten und indirekten Zuschüsse hier etwa dreimal so hoch ist wie in den USA (Steenblik, 2007) und die Rohstoffkosten zusätzlich oberhalb von denen in den USA liegen.

8.2.1 Rückwirkungen auf die Rohstoffmärkte

Die preistreibende Wirkung der Biokraftstoffpolitik auf den Agrarrohstoffmärkten wird zunehmend kritisch gesehen. Wie stark letztendlich die Rückwirkungen dieser Biokraftstoffpolitik auf die Mais- und auch andere Agrarrohstoffpreise sind, ist sehr umstritten. Die Schätzungen für den US-Maismarkt reichen von 3 bis 70 %. In absoluten Werten errechnet Tyner (2006) einen Nachfrage bedingten Preisanstieg von ca. 2 US-\$ je Bushel Mais (ca. 80 US-\$/t Mais), was in etwa 30 % entspräche. Ähnliche Einschätzungen liefert eine jüngste Studie des International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD). Sie schätzen die beiden Effekte der Beimischungsverpflichtungen und der Beimischungszuschüsse getrennt und kommen auf Maispreiseffekte von 21 und 7 %, was bei dem aktuellen Maispreis einem Zuschlag von etwas über 2 US-\$ je Bushel Mais entspräche. Der Autor betont jedoch auch, und dies mag auch eine Erklärung für die große Spannbreite der geschätzten Preiseffekte in der wissenschaftlichen Literatur sein, dass die Höhe der Effekte stark von den jeweiligen Markt- und Preisbedingungen für Mineralöl, Mais und auch Ethanol abhängen. So liegt der Subventions-schätzanteil für 2009 mit 17 % rund 2,5-mal so hoch wie zwei Jahre zuvor 2007 (Babcock, 2011). In allen Untersuchungen sind übrigens die Preiseffekte für die übrigen Agrarrohstoffe deutlich geringer.

Abbildung 38 veranschaulicht auch die sich verstärkenden Preisausschläge. Ob Preisbewegungen alleine durch die Biokraftstoffpolitik induziert sind, scheint fraglich, doch führt der Beimischzwang in den USA und der EU zu einer preisunelastischen Nachfrage nach den Ausgangsstoffen für die Bioethanolherstellung (vgl. auch Kapitel 8.4), so dass preisbedingte Anpassungsreaktionen der Nachfrage weitgehend ausgeschlossen sind. Die erhöhte Volatilität der

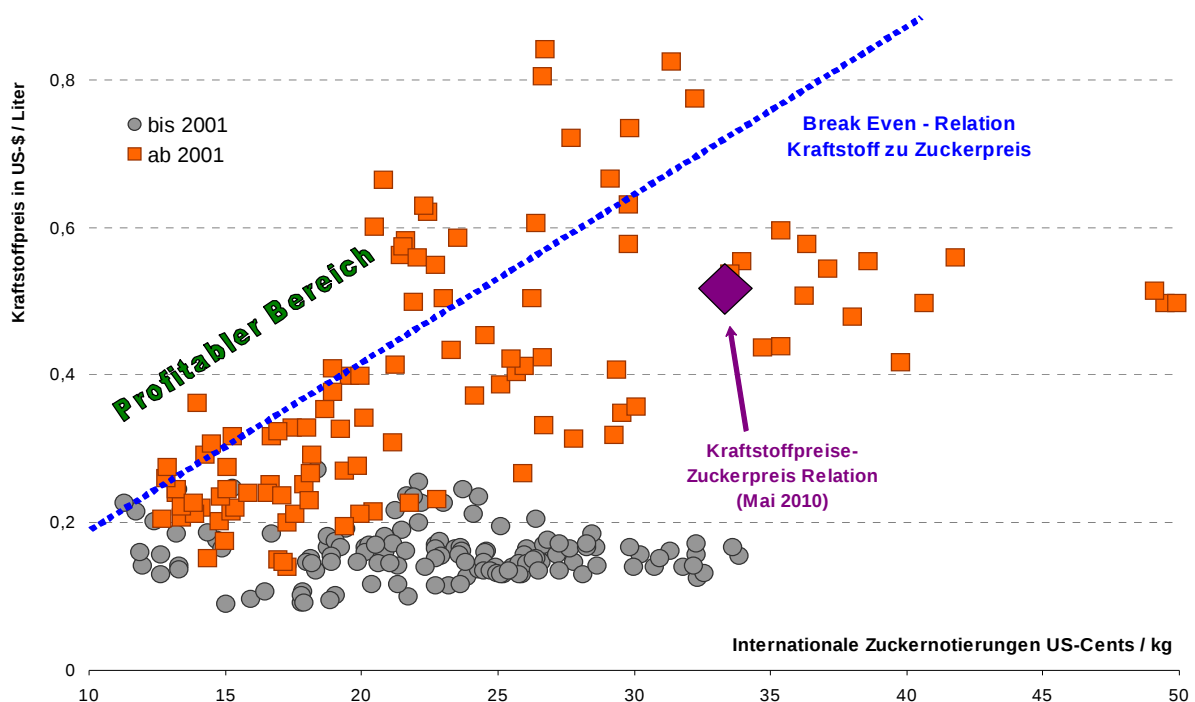
Preise sowohl auf der Rohstoffseite als auch beim Ethanol- und Benzinabsatz wirken verstärkend auf das Produktionsrisiko der Ethanolproduzenten. Unter diesen Bedingungen kam es im Zusammenwirken mit anderen ungünstigen Marktbedingungen 2008/2009 trotz der staatlichen Förderpolitiken zu einer zurückhaltenderen Investitionsbereitschaft und zum Konkurs einiger namhafter Hersteller, wie z.B. Vera-Sun (F.O.Licht, 2009).

8.3 Rentabilität der Bioethanolerzeugung aus Zucker

Kojima et al. (2008) widmen sich in ihren Untersuchungen dem Zucker bzw. Ausgangsprodukten der Zuckerherstellung als Basis zur Ethanolproduktion. Sie berechnen den Grenzwert für die Rentabilität zwischen dem Kraftstoffpreis und den Rohzuckernotierungen ohne staatliche Förderung.

Der Aufbau der Abb. 37 zur Rentabilität der Bioethanolherstellung aus Zucker bzw. zuckerhaltigen Agrarrohstoffen ist Abb. 39 ähnlich. Hier liegt allerdings der profitable Bereich oberhalb der Diagonale. Die Diagonale selbst stellt den Grenzwert für die Kraftstoff-Zuckerrelation dar, bei der eine Erzeugung wirtschaftlich ist. Graphisch wurden die Kraftstoff/Zuckerpreisnotierungen so aufbereitet, dass die kreisförmigen grauen Punkte die monatlichen Notierungen von 1980 bis 2000 für Zucker und Kraftstoff darstellen, während die orangefarbenen Rauten die Notierungen ab 2001, also den Beginn des Energiepreisanstiegs, beinhalten.

Abb. 38: Grenzpreis für die Rentabilität der Ethanolherstellung aus Zucker (1982-2010)



Quelle: Kojima et al., 2007, Darstellung modifiziert/ergänzt, monatliche Preise ab 1982

Die Abbildung veranschaulicht zunächst, dass die Zuckernotierungen vor 2001 gänzlich unabhängig vom Rohölpreis bzw. von dem abgeleiteten Kraftstoffpreis waren (graue runde Mar-

kierungen). Auffällig sind auch die geringen Schwankungen des Kraftstoffpreises in einer Spannbreite von 0,1 bis 0,3 US-\$ je Liter im Verlauf von 20 Jahren. In dieser Phase wurde zudem so gut wie nie die Schwelle zur Wirtschaftlichkeit bei der Ethanolherzeugung aus Zucker bzw. Zuckerrohr erreicht, so dass ohne zusätzliche Anreize kein Bioethanol erzeugt worden wäre. In dieser Phase wurden ausschließlich in Brasilien – mit staatlicher Förderung – nennenswerte Mengen erzeugt. Ab 2001 wird der statistische Zusammenhang zwischen Kraftstoff- und Zuckerpreis enger, doch auch in dieser Phase ist er mit $R^2 = 0,33$ eher schwach. In einem einleitenden Kapitel wurde bereits darauf hingewiesen, dass der Zuckerpreis sein Preistief während der Energiehochpreisphase erreicht hatte und sich auch danach die Zucker- und Rohölpreise nahezu unabhängig voneinander verhielten. Nicht zuletzt wegen der notorisch niedrigen Zuckernotierungen verbesserten sich ab 2001 die Chancen, Bioethanol mit Gewinn aus Zuckerrohr bzw. Zuckerrüben herzustellen. In einigen Zeitabschnitten hätten selbst ohne Zuschüsse Gewinne erzielt werden können.

Staatliche Zuschüsse führen in Abb. 39 zu einer Verschiebung der Referenzlinien nach unten und lassen somit auch eine wirtschaftliche Erzeugung von Bioethanol bei höheren Zuckernotierungen oder niedrigeren Kraftstoffpreisen zu.

In den USA waren die Marktbedingungen nie ausreichend, um die Rentabilitätsschwelle zur Herstellung von Bioethanol aus Rohzucker oder Zuckerrohr zu erreichen. Daher wird in den USA fast ausschließlich Ethanol aus Mais gewonnen. Auch in der EU war die Erzeugung trotz der massiven staatlichen Stützungsmaßnahmen in der Form von Steuerbefreiungen nur in Ausnahmefällen auf Basis von Zuckerrüben rentabel zu gestalten, bzw. die Zuckerherzeugung stellte die attraktivere Verwertungsmöglichkeit von Zuckerrüben dar. Anders in Brasilien.

Der Fall Brasilien

In Brasilien war es seit Beginn der 70er Jahre das Ziel, durch die Förderung der Bioethanolherzeugung die Abhängigkeit des Landes von Importen fossiler Energieträger zu reduzieren. Gleichzeitig strebten die Regierungen an, der Landwirtschaft und Zuckerindustrie neue Absatzmärkte zu erschließen, da das reichliche Zuckerangebot und die niedrigen Zuckerpreise auf den globalen Märkten die heimische Industrie stark gefährdeten. Die Marktdurchdringung durch und die Erzeugung von Ethanol verlief zunächst nur schleppend und erreichte kaum nennenswerte Mengen. Der Absatz war fast ausschließlich regional und national orientiert.

Nur mit dem Zusammenwirken mehrerer Faktoren wird die aktuell starke Stellung Brasiliens auf dem (globalen) Bioethanolmarkt verständlich. Dies war zum einen die Entwicklung der Flex-Fuel-Autos, die ein Ethanol/Benzingemisch in jeglicher Zusammensetzung flexibel tanken können. Inzwischen liegt der Anteil der Flex-Fuel Autos beim Neukauf in Brasilien bei über 90 % und im Durchschnitt aller benzinbetriebenen Fahrzeuge bei 45 % (F.O.Licht, 2011b). Und zum anderen war die Preisentwicklung von Zucker und Ethanol bzw. Mineralöl von großer Bedeutung. Hohe Rohölpreise in Kombination mit niedrigen Zuckerpreisen veranlassten die Zuckerraffinerien den Ausstoß von Ethanol zu Lasten von Zucker zu erhöhen. Die Nachfrage nach biogenem Substitut Ethanol stieg mit den steigenden Rohölpreisen an, während das fossile Benzin Marktanteile verlor. Hierdurch überschritt 2008 der Anteil an Bio-

ethanol in Brasilien 2008 erstmals landesweit die Marke von 25 %. Die gesamte Entwicklung und deren aktuelle Dynamik wurde jedoch erst dadurch möglich, dass in den 70er und 80er Jahren in der Aufbauphase der Ethanolindustrie Investitionszuschüsse und zinsgünstige Darlehen staatlicherseits gewährt wurden. Direkte Zuschüsse, wie in den USA, gab und gibt es jedoch nicht. Auch der technische Fortschritt spielte eine entscheidende Rolle. Die Produktivität je ha stieg in den letzten 30 Jahren um rund 4 % pro Jahr. Um produktionsseitig flexibel auf Veränderungen der Preisrelationen zwischen Zucker und Ethanol reagieren zu können, wurden insbesondere Anlagen gefördert, die je nach Bedarf aus Zuckerrohr beide Produkte herstellen können.

Dass sich diese Strategie bewährt hat zeigt sich heute. Ein Teil der brasilianischen Anlagen ist in der Lage flexibel auf Veränderungen der Preisrelationen zwischen Zucker und Ethanol zu reagieren. So ist klar erkennbar, dass es, in Abhängigkeit von den Zuckernotierungen, zu entsprechenden Verschiebungen beim Ausstoß von Ethanol zu Zucker kommt. In Zeiten niedriger Zuckernotierungen und hoher Rohölpreise 2007 bis 2009 wurde die Ethanolerzeugung forciert. Brasilien fühlte sich so stark und wettbewerbsfähig auf den globalen Märkten, dass sie die Importzölle auf Null senkte. In den Folgejahren, insbesondere in den Zuckerhochpreisperioden 2010 und aktuell, verschob sich die Ethanolerzeugung zu Gunsten von Zucker so stark, dass die angestrebten Ethanolmindestanteile im Kraftstoff in Gefahr gerieten (F.O.Licht, 2011b). Dies führte dann, im Zusammenhang mit Wechselkursverschiebungen und einer schlechten Ernte in Brasilien, sogar dazu, dass 2010 und 2011 vorübergehend Ethanolimporte aus den USA, allerdings in geringem Umfang, zugelassen wurden. Die Erzeugung von Zucker aus Zuckerrohr für den Weltmarkt versprach höhere Renditen für die Raffinerien als die Biokraftstofferzeugung für den heimischen und globalen Markt. Entsprechend sank der Biokraftstoffanteil im Kraftstoff wieder unter die angestrebten 25 % (F.O.Licht, 2011b).

Da dieses marktkonforme Verhalten der Fahrzeughalter jedoch die Ethanolbeimischziele Brasiliens in Frage stellte, wurde und wird versucht durch eine flexible Verteuerung fossiler Kraftstoffe (Besteuerung) die Attraktivität biogener Kraftstoffe erhöht, um einerseits die Ethanolabsatzmengen auf dem gewünschten Niveau zu stabilisieren und andererseits die notwendigen Importe fossiler Kraftstoffe niedrig zu halten.

Außerhalb von Brasilien wird nur in der EU aus Nebenprodukten der Zuckerherstellung oder aus über der Quote liegenden Zuckerrüben Ethanol in geringem Umfang gewonnen. Möglich ist dies allerdings nur durch den hohen Außenschutz der EU, der über bestimmte Importquoten hinausgehende Importe von Ethanol nicht zulässt bzw. prohibitiv besteuert und so in Kombination mit den Beimischungsverpflichtungen wie eine Subvention für Ethanolproduzenten wirkt. Zudem können Übermengen an Zucker der EU wegen der WTO-Urteile nur begrenzt exportiert werden, so dass die Ethanolerzeugung als Alternative zur Nutzung von über Zuckerrübenübermengen attraktiv ist und genutzt wird.

8.4 Der Landwirt als Energiewirt?

In den beiden vorherigen Kapiteln konnte gezeigt werden, dass unter den Rahmenbedingungen der letzten Jahre nur mit finanzieller direkter und indirekter staatlicher Unterstützung (Investi-

tionszuschüsse, Verarbeitungszuschüsse, Steuerermäßigungen oder -befreiungen) und einem Außenschutz (Importzölle, Importquoten, Exportverbote oder -beschränkungen) die wirtschaftliche Rentabilität gesichert und die Produktions- und Beimischziele erreicht werden konnten. Eine Ausnahme bildete, wie erwähnt, Brasilien und vergleichbar klimatisch und infrastrukturell begünstigte Regionen, die im Verlauf der letzten Jahre in der Regel ohne Förderung auskamen (von Braun und Qaim, 2009). Für die übrigen Regionen der Welt hingegen wäre Bioethanol, weder aus Getreide noch aus Zucker bzw. Zuckerrüben ohne die kontinuierliche Förderung einerseits und dem Außenschutz andererseits, mit fossilen Kraftstoffen nicht nachhaltig konkurrenzfähig gewesen. Somit wären die Biokraftstoffziele ohne Eingriffe und verpflichtende Vorgaben nicht zu erreichen gewesen. Umgekehrt führten die Kombination aus den genannten direkten und indirekt wirkenden Förderinstrumenten sowie die Festlegung von verpflichtenden Beimischmengen bzw. -anteilen in einigen Ländern zu gewaltigen Zuwachsraten im Ethanolausstoß von über 10% pro Jahr (BP, 2011).

Unbeantwortet bleibt damit jedoch die Frage, wie sich die Wirtschaftlichkeit der Biokraftstoffherstellung bei weiter steigenden Energiepreisen darstellt. Wie bereits ausgeführt, hängt letztendlich die Entscheidung zur Aufnahme der Ethanolherzeugung bzw. die Nachfrage nach Ethanol als Treibstoff von der Relation der Preise für die fett-, stärke- oder zuckerhaltigen Ausgangsprodukte zur Ethanolherstellung, wie Mais, Weizen, Raps, Palmöl, Zuckerrohr und Zuckerrüben, um nur die wichtigsten zu nennen, zu dem aus dem Ölpreis abgeleiteten Kraftstoffpreisen ab. Werden staatliche Zuschüsse gewährt, so wirkt dies wie eine Verbilligung der Ausgangsstoffe zur Ethanolherzeugung und die Rentabilitätsschwelle wird eher erreicht.

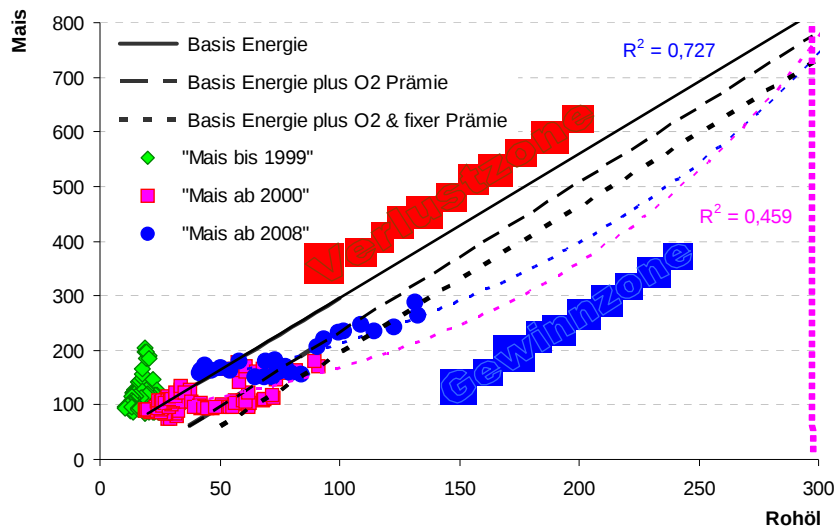
Um eine Vorstellung über die Rentabilität der Biokraftstoffherstellung bei höheren Rohölpreisen (bis 300 US-\$/Barrel) zu erhalten, wurde die Rentabilitätsgrenzpreisrelation (Mineralölpreis/Maispreis), wie in den vorherigen Kapiteln beschrieben, mit Projektionen für Mineralölpreis/Mais verknüpft. Die Grenzpreisrentabilitätsschwelle (Mineralöl- zu Maispreis) wurde hierbei konstant gehalten. Die Annahme einer konstanten Relation, auch bei steigenden Preisen, kann durchaus kritisch hinterfragt werden kann, da sich Verschiebungen der Preise einzelner Produktionsinputs in der Regel in einer Verschiebung der Einsatzrelationen zwischen Produktionsinputs widerspiegeln müssten. Die Mais- und Rohölpreisrelation wurde mittels Regression (ln als Basis) aus den zurückliegenden Notierungen des Mais- und Rohölpreis ab 2000 bzw. 2008 geschätzt, um auch bei höheren Ölpreisen eine Abschätzung der zu erwartenden Rentabilität der Ethanolherzeugung vornehmen zu können.

Abb. 40 veranschaulicht die Schätzungen, in dem sie die auf Basis der Jahre ab 2000 (pink) bzw. ab 2008 (blau) projizierten Preisnotierungen für Rohöl zu Mais (World Bank (pink sheets), 2010) mit den Schwellenwerten für eine rentable Ethanolherzeugung aus Mais vergleicht. Die Rentabilitätsschwellen wiederum wurden, wie in Abb. 37 aus den Berechnungen von Tyner (2006) und Schnitkey and Gupta (2007), mit und ohne staatliche Unterstützung, abgeleitet. Das Diagramm kann allerdings wegen der oben genannten Vorbehalte (c.p.-Bedingungen, statische Kostenstruktur, Regression) nur Anhaltspunkte für mögliche Entwicklungen geben.

Zunächst ist aus dem Vergleich Mais/Mineralöl-preispunkte ersichtlich, dass sich die Beziehung zwischen dem Mais und Mineralölpreis im Verlauf der Jahre unterschiedlich entwickelt

hat. Die Maispreise zeigen bis 2000 (hellgrüne Rauten) ein von den Mineralölpreisen noch relativ unabhängigen Verlauf. Ab 2000 wird diese Beziehung offensichtlich deutlich enger. Die Korrelation ist allerdings für den Abschnitt 2000 - 2007 mit $R^2 = 0,459$ ebenfalls noch relativ schwach. Deutlich ausgeprägter wird Korrelation für den Abschnitt ab 2008 mit $R^2 = 0,727$. Dies deutet auf eine im Zeitablauf enger werdende Beziehung zwischen Mais und dem Mineralölpreis hin..

Abb. 39: Rentabilitätsentwicklung der Ethanolherzeugung bei unterschiedlichen Rohöl- und Maispreisen



In der Abbildung ist auch erkennbar, dass, wie bereits erwähnt und auch aus Abb. 38 ersichtlich, die Ethanolherzeugung in den USA (Weltmarktpreise unterstellt) rückblickend nur in wenigen Phasen rentabel gewesen wäre, wenn nicht staatliche Ausgleichszahlungen gewährt worden wären (vgl. auch CBO, 2009).

Die Projektionen geben zusätzlich Hinweise darauf, dass unter den derzeitigen Förderbedingungen die Wirtschaftlichkeit bei steigenden Mineralölpreisen gegeben sein dürfte. Inwieweit sich dieser hier dargestellte Trend auch oder gerade bei noch weiter steigenden Energiepreisen fortsetzen wird, ist unklar, da die hier für die Projektion zugrunde liegende Preisentwicklung zweifelsohne nicht unbeeinflusst von den damaligen wirtschaftlichen Randbedingungen wie auch explizit von den Fördermaßnahmen sind. Insbesondere stellt sich die Frage, ob es auch künftig eine statistisch signifikante Parallelbewegung von Energie- und Agrarrohstoffpreisen geben wird, wie es zumindest seit 2001 zu beobachten ist. Welches sind die Gründe hierfür, wodurch werden sie hervorgerufen und bleibt der Zusammenhang weiterhin so eng oder wird er sich noch verstärken? (Ai et al., 2006; Baffes, 2009). Die Strukturmerkmale der beiden Märkte sind zumindest sehr unterschiedlich. Wenn die Entwicklung jedoch durch Fundamentaldaten einer wachsenden „Energiekonkurrenz“ getragen ist, würde dies für einen anhaltenden Paralleltrend sprechen. Oder ist etwa das Anlageverhalten von Fonds der Grund für das bisherige sog. Co-Movement der Preise für Energie und zahlreiche Agrarrohstoffe verantwortlich. Damit beschäftigen sich jüngste Analyse der EU und des HMS. Sie können die Frage, welches die treibenden Kräfte sind, jedoch auch nicht abschließend beantworten. Schenkt man der hier geschätzten Regression/Projektion Glauben, so würde sich bei steigenden Energiepreisen die Rentabilität der Ethanolherzeugung aus Mais kontinuierlich verbessern und ab ca. 150 US-\$ je Barrel Rohöl wäre eine Erzeugung auch ohne staatliche Unterstützung wirtschaftlich rentabel.

Noch ist der Rohölpreis jedoch deutlich unter 150 US-\$ je Barrel Öl, daher wäre derzeit eine Aussetzung der staatlichen Förderung bzw. die Beimischungsverpflichtungen kritisch (CBO,

2009). Zwar würde es nicht gleich zu einer vollständigen Einstellung der Ethanolherstellung kommen, doch würden nach Untersuchungen von Babcock (2011) beim Wegfall der Beimischungsverpflichtungen die Erzeugung in den USA deutlich heruntergefahren, so dass die Beimischungsziele nicht mehr eingehalten werden können.

Rückläufige Mineralölpreise würden sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit der Ethanoldestillation auswirken. Gleiches gilt, wenn sich die Ausgangsstoffe der Bioethanolherzeugung überproportional stark verteuern würden. Die Wahrscheinlichkeit, dass sich die Energieträger wieder verbilligen, ist jedoch nach Meinung des Autors relativ gering. Dass sich die Agrarrohprodukte jedoch weiterhin verteuern, erscheint, angesichts der Prognosen zur Bevölkerungs- und Einkommensentwicklung, wahrscheinlicher, so dass die Wirtschaftlichkeit der Bioethanolherstellung noch verstärkt unter Druck geraten könnte und das subventionsfreie Erreichen der Rentabilitätsschwelle in noch weitere Ferne rücken könnte.

Ogleich sich hohe Mineralöl- bzw. Energiepreise, wie oben beschrieben, zunächst als Vorteil für den Absatz und die Ethanolhersteller darstellen, so ist das Bild nicht ganz so eindimensional. Da bei der Verarbeitung von Getreide zu Ethanol auch Energieträger, wie Gas oder Mineralöl, benötigt werden, verteuert sich bei steigenden Energiepreisen die Produktion und verschlechtert die Absatzchancen.

Wie aus den obigen Ausführungen erkennbar wird, ist die Frage, wie sich die Märkte entwickeln werden und was dies für die Ethanolhersteller bedeutet, nicht leicht zu beantworten. Im Folgenden werden mögliche Angebots- und Nachfrageentwicklungen zwischen Energie- und Agrarrohstoffen dargestellt, und die entsprechenden Preisreaktionen und Antworten zur Rentabilität abgeleitet.

8.4.1 Agrarrohstoffpreise steigen weniger stark als die Energiepreise

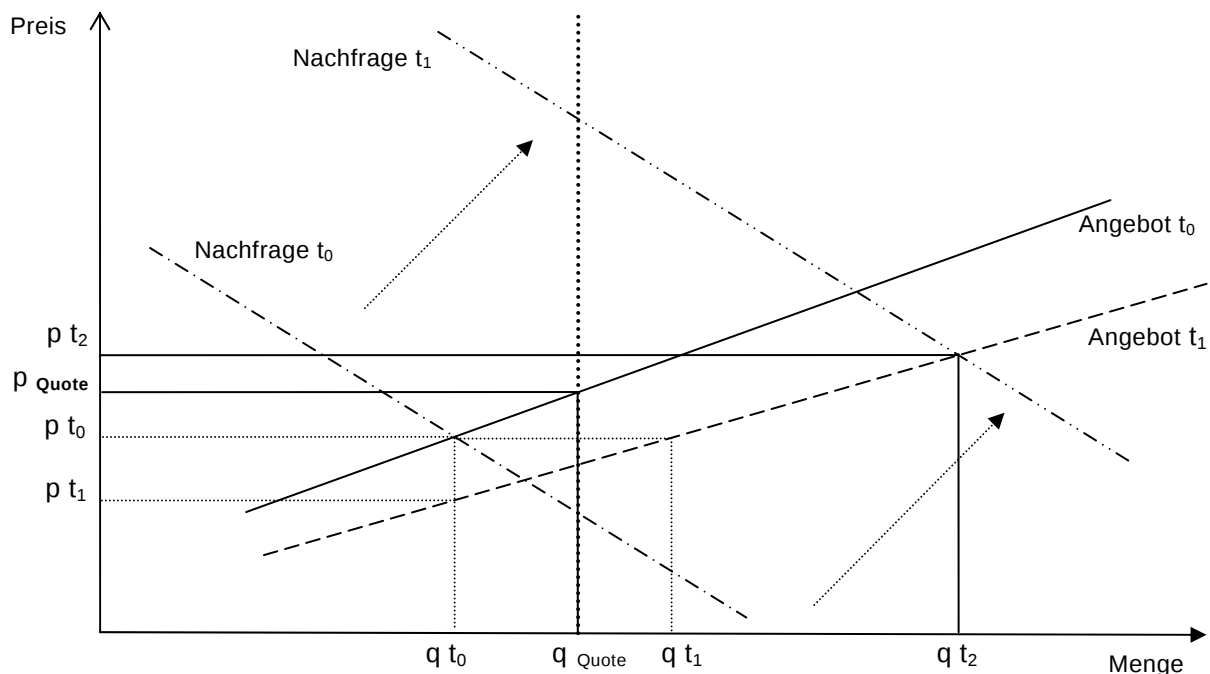
Ein Szenario ist, dass die Agrarrohstoffpreise weniger stark als die Energiepreise steigen. Unter diesen Bedingungen wird die Produktion von Bioethanol zunehmend attraktiver und Bioethanol gegenüber fossilem Treibstoffe verstärkt nachgefragt, da der aus dem Mineralöl abgeleitete Benzinpreis stärker steigt als der agrarrohstoffbasierte Ethanolpreis. Bei diesem Szenario ist es sehr wahrscheinlich, dass sich der Anbau von Agrarprodukten für den Landwirt als lohnend erweist, da es zu einer Nachfrage respektive Produktion von Ethanol über die Mandatierung hinaus kommen könnte.

Die Ethanolnachfrage wird so lange ansteigen bis der Ethanolpreis den energetischen Gleichgewichtspreis von Benzin erreicht hat. Der erhöhte Agrarrohstoffbedarf für Ethanol wird die Preise für geeignete Agrarausgangsstoffe für die Ethanolherstellung parallel zum Ethanolpreis ansteigen lassen. Die in der derzeitigen Form gewährte staatliche Förderung wird zunehmend an Bedeutung verlieren, da eine auf einem festen Betrags basierende und volumenorientierte Förderung mit steigenden Preis zu einer Verringerung des Subventionsanteils an den Kosten der Ethanolproduktion führt. Mit zunehmendem Preisabstand zwischen dem fossilen und biogenen Kraftstoff könnte die Förderung und Mandatierung überflüssig werden und darauf voll-

ständig verzichtet werden. Dabei müsste jedoch sichergestellt sein, dass die nationalen Beimischungsanteile erreicht werden.

Umgekehrt könnte es sogar dazu kommen, dass in bestimmten agrarrohstoffnahen Regionen die Beimischungsanteile gesetzlich nach oben beschränkt werden müsste oder flächendeckend gesetzlich verpflichtend eine auf fossilen Brennstoffen basierende Alternative vorgehalten werden müsste, um zu verhindern, dass die am Markt befindlichen Fahrzeuge durch die hohen Bioethanolanteile im Kraftstoff Schaden nehmen. Eine diesem Szenario vergleichbare Situation besteht in Teilen der USA, wo die Ethanolindustrie bei den derzeitigen Förderbestandteilen bestrebt ist, auch über die gesetzlich fixierte Quote von 10 % Ethanol dem fossilen Kraftstoff beimischen zu dürfen. Dies allerdings nur bei den aktuell geltenden hohen Fördertatbeständen.

Abb. 40: Agrarrohstoffpreise steigen weniger stark als die Energiepreise



Quelle: eigene Darstellung

Abb. 41 veranschaulicht die Zusammenhänge. Das Angebot t_0 und Nachfrage t_0 stellen die jeweilige Angebots- und Nachfrageausgangssituation dar. Unter (freien) Marktverhältnissen würde sich der Preis p_{t_0} einstellen und die Menge q_{t_0} einen Käufer finden. Da es eine Beimischverpflichtung gibt und die freiwillig absetzbare Menge unterhalb der Pflichtquotenmenge q_{Quote} liegt, ist die Mineralölindustrie gezwungen vollkommen unelastisch zu dem Preis p_{Quote} die geforderte Menge q_{Quote} einzukaufen.

Die Preisdifferenz von p_{Quote} zu p_{t_0} ist der finanzielle Beitrag, den die Industrie und der Verbraucher zum Klimaschutz leisten. Steigen die Agrarrohstoffpreise weniger stark als sie Energiepreise, so verschiebt sich die Angebotsfunktion nach rechts/unten zu Angebot t_1 . Die Hersteller können dann bei gleichem Ethanolpreis, wegen geringerer Rohstoffkosten, eine relativ größere Menge q_{t_1} anbieten oder die gleiche Menge Ethanol kann zu einem relativ günstigeren Preis p_{t_1} von den Herstellern bezogen werden. Der zum fossilen Benzin relativ günstigere

Ethanolpreis führt jedoch zu einer höheren Nachfrage nach Ethanol, d.h. die Nachfragefunktion verschiebt sich nach rechts/oben. Es stellt sich dann ein neues Gleichgewicht am Schnittpunkt der Angebots- und Nachfragefunktion t_1 ein. Die am Markt absetzbare Menge an Ethanol q_{t_1} wäre dann größer als verpflichtende Beimischmenge q_{Quote} .

Entscheidend für die Ausdehnung der Nachfrage nach Ethanol ist, wie sich die Vorzüglichkeit bzw. der Preisabstand zwischen Ethanol und Öl entwickelt. In dem im Diagramm dargestellten Fall steigt die Nachfrage nach Ethanol stark nach t_1 an, da sich der fossile Treibstoff überproportional verteuert hat, so dass über die Quotenmenge q_{Quote} hinaus Ethanolnachfrage generiert wird. Dies ist wahrscheinlich, wenn sich Mineralöl als Ausgangsprodukt für die Raffinierung von Benzin stark verteuert und die Agrarrohstoffe für Ethanol deutlich weniger stark im Preis anziehen. Dann würde die Ethanolmenge q_{t_1} zum Preis von p_{t_1} abgesetzt werden können. Eine Mandatierung wäre hinfällig, da die Industrie mehr Ethanol nachfragen bzw. beimischen würde ($q_{t_1} > q_{\text{Quote}}$) als gesetzlich vorgeschrieben ist, und dies trotz des höheren Preises von Ethanol im Vergleich zur Ausgangssituation ($p_{t_1} > p_{\text{Quote}}$). Allenfalls Erwägungen der Unverträglichkeit von größeren Mengenanteilen Ethanol im Treibstoff bei älteren Autos könnte es notwendig machen, dass der Absatz an Ethanol beschränkt wird. Als Alternative wäre ein gesetzlich verpflichtendes Angebot von Benzin mit einem geringeren Anteil denkbar.

Was bedeutet dies nun für die Nahrungsmittelpreise? Mit einer Ethanolnachfrage, die oberhalb der Quotenverpflichtung liegt, würde die Kopplung der Nahrungsmittelpreise an die Preise für Öl, Benzin und landwirtschaftliche Rohstoffe deutlich enger werden. Hierdurch würden sich Schwankungen der Ölpreise direkter und stärker auf die Agrarrohstoffe und auch Nahrungsmittelpreise auswirken, dass nicht nur die zur Erfüllung der Quote notwendige Menge an Agrarrohstoffen nachgefragt würde. Vielmehr würde die Agrarrohstoffnachfrage bis zum neuen, und von den Energiepreisen abhängigen, Gleichgewichtspreis ausgedehnt. D.h. die globale Nachfrage nach landwirtschaftlichen Rohprodukten leitet sich nicht allein aus der Einkommensentwicklung, dem Bevölkerungswachstum und den (witterungsbedingten) Angebotschwankungen sowie den Beimischungsverpflichtungen ab, sondern auch und in zunehmendem Maße aus den Schwankungen der Öl- bzw. der Energiepreise. Die Quote bildet zwar im Prinzip die untere Schwelle, unter die die Rohwarenpreise landwirtschaftlichen Ursprungs nicht absinken können, diese wird aber in der Regel keine Bedeutung haben, da die Ethanolnachfrage wegen der günstigen Bezugsmöglichkeiten oberhalb der verpflichtenden Quotenmenge liegt. Die Differenz aus q_{t_1} und q_{Quote} wäre der markt- und preisinduzierte positive Klimabeitrag.

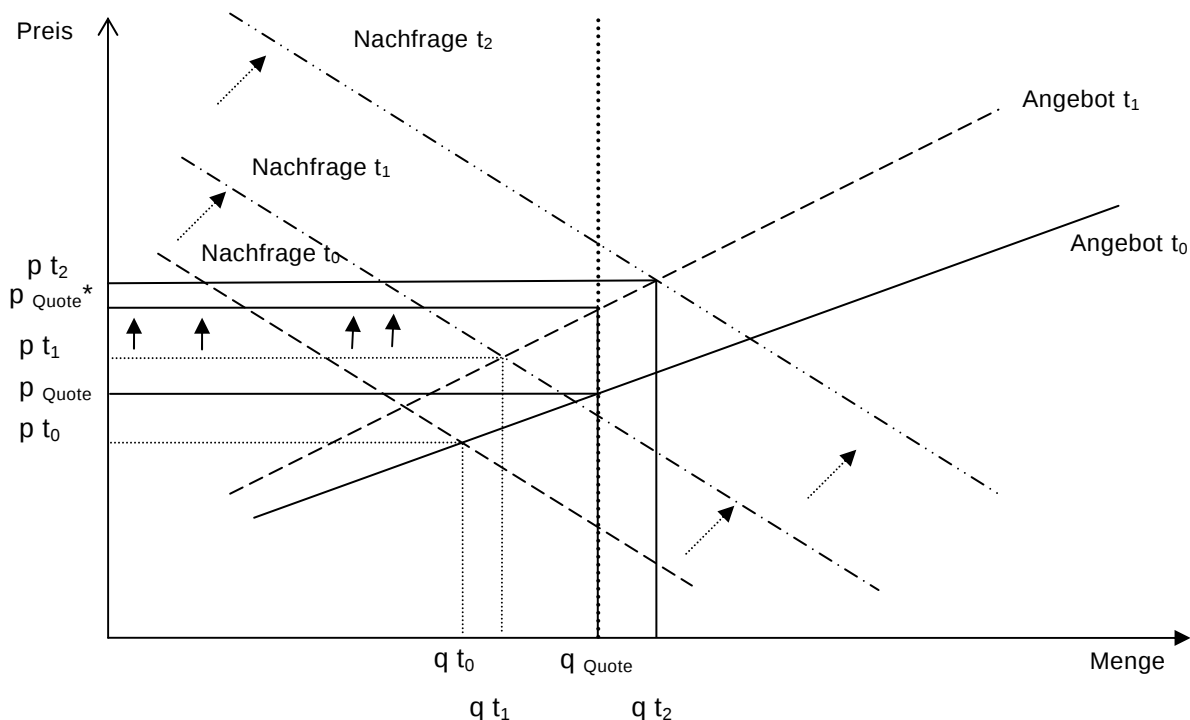
8.4.2 Agrarrohstoffpreise steigen in gleichem Umfang wie die Energiepreise

In diesem Szenario steigen die Agrarrohstoffpreise in gleichem Umfang wie die Energiepreise. Damit bleibt der Anreiz Ethanol zu tanken bzw. beizumischen in etwa gleich. Die Erzeugung wird zumindest im Umfang möglicher ansteigender Beimischungsziele ausgedehnt werden. Eine über die Mandatierung hinausgehende Erzeugung ist zwar möglich, jedoch unwahrscheinlich. Nur bei einer kostengünstigeren Erzeugung von Ethanol durch eine höhere Flä-

chenausbeute (technischer Fortschritt, vgl. Abb. 44) oder durch eine weitergehendere staatliche Stützung ist ein Verkaufsvolumen über die Mandatsmengen zu erwarten.

Da sich bei gleichzeitigem Anstieg von Ölpreisen und Rohstoffpreisen die Vorzüglichkeit von Ethanol nicht wesentlich verändert (der überwiegende Teil der Ethanolherstellungskosten erwächst aus den Rohstoffkosten für die landwirtschaftlichen Ausgangsprodukte), wird sich das Angebots- und Nachfrageverhalten kaum ändern. Abb. 42 veranschaulicht die Zusammenhänge.

Abb. 41: Agrarrohstoffpreise steigen im gleichen Umfang wie die Energiepreise



Quelle: eigene Darstellung

Die Ausgangssituation ist die gleiche wie in Abb. 41. Vor der Preissteigerung wird mandatsbedingt die Menge q_{Quote} zum Preis p_{Quote} vollkommen unelastisch nachgefragt. Die Menge/Preisgleichgewichte ohne Mandatierung liegen sowohl im Preis als auch der Menge mit p_{t_0} und q_{t_0} unterhalb von den Werten mit Beimischungspflicht mit p_{Quote} und q_{Quote} . Die jeweiligen Differenzen, $p_{t_0} - p_{\text{Quote}}$ bzw. $q_{t_0} - q_{\text{Quote}}$, wären wiederum die Beiträge, die sich aus der Mandatierung ableiten und von den Marktteilnehmern erbracht werden müssen.

Nach dem Anstieg der Preise für Rohöl wird sich die relative Vorzüglichkeit für Ethanol verbessern. Doch ist unsicher, ob sich die Preisrelation von Benzin zu Ethanol so stark zugunsten von Ethanol verschiebt, dass sie ausreicht, um die Beimischungspflichten auch ohne Mandatierung zu gewährleisten. Höhere Mineralölpreise lassen das Ethanolangebot ansteigen von Angebot t_0 auf Angebot t_1 . Gleichzeitig würde auch mehr Ethanol nachgefragt, da Benzin als Konkurrenzprodukt teurer geworden ist. Die Nachfragekurve verschiebt sich von Nachfrage t_0 auf t_1 . Die Gleichgewichtsrelation liegt bei p_{t_1} und q_{t_1} und würde noch nicht an die notwendige Pflichtquote q_{Quote} heranreichen. Zur Erfüllung müsste nach wie vor eine Mandatierung

festgeschrieben werden und die Mineralölindustrie (und die Verbraucher) wären gezwungen zum erhöhten Preis p_{Quote^*} , zu kaufen, um die Pflichtquote q_{Quote} zu erfüllen, statt zum Preis p_{t_1} .

Für den Fall, dass die Mandatierung nicht mehr greift, müsste sich die Attraktivität für Ethanol so stark verbessern, dass die Nachfragekurve über Nachfrage t_1 hinaus nach Nachfrage t_2 bewegt, z.B. in einem Szenario in dem sich Öl noch stärker verteuert hätte. Der Gleichgewichtspreis läge dann bei p_{t_2} und die nachgefragte Menge mit q_{t_2} oberhalb der Quotenverpflichtung q_{Quote} . Die Marktbedingungen wären mit denen von Abb. 41 mit p_{t_1} und q_{t_1} vergleichbar.

Was bedeuten diese Marktbedingungen für die Nahrungsmittelpreise? Steigt die Nachfrage bis auf t_2 , da relativ günstigere (landwirtschaftliche) Rohwarenpreise oder technologischer Fortschritt einen Preisvorteil von Ethanol zu fossilem Benzin bewirken, ist die Situation der aus Abb. 41 vergleichbar. Die Situation ist ähnlich den Verhältnissen in Brasilien und einigen anderen Ländern mit wettbewerbsfähiger Ethanolerzeugung auch ohne staatliche Stützung. Die Nachfrage nach agrarischen Rohstoffen orientiert sich zunehmend am Ölpreis. Wenn dieser schwankt werden auch die Nahrungsmittelpreise schwanken.

Steigt die Nachfrage nur auf t_1 und das Angebot ebenfalls nur auf t_1 , so ändert sich grundsätzlich nichts im Vergleich zur Ausgangssituation. Unabhängig vom Preis der Agrarrohstoffe werden die notwendigen Agrarrohstoffmengen zur Erfüllung der Quotenverpflichtung nachgefragt und ziehen die Lebensmittel gleichgerichtet nach oben. Der Ölpreis hat keinen (direkten) Einfluss auf die Lebensmittelpreise.

Wie sieht es für die Landwirte aus? Hier wirken zahlreiche Primär- und Sekundäreffekte. Steigen die Agrarrohstoffpreise in gleichem Umfang wie die Energiepreise, so müssten unter c.p.-Bedingungen die Landwirte profitieren, da die Energiekosten, wie in Kap. 3.4 ausgeführt, einen unter 50 % liegenden Anteil an den Gesamtkosten haben. Verschiedene Effekte wirken jedoch den zunächst günstig erscheinenden Effekten und den positiven Gewinnerwartung bei parallel steigenden Preise entgegen. Zum einen orientieren sich die zu zahlenden Bodenpreise bzw. Pachten an den erzielbaren Gewinnen, so dass sich mit steigender Profitabilität im Ackerbau die Bodenpreise und Pachten entsprechend anpassen werden. Dies gilt auch für andere Inputs, die entweder durch die höheren Energiepreise unmittelbar betroffen sind, wie zum Beispiel Stickstoffdünger, oder deren Preise wegen der stärkeren Nachfrage von den Zulieferern angepasst werden. Und zum anderen steigt der Energiekostenanteil an den Gesamtkosten mit steigenden Energiekosten auch in der landwirtschaftlichen Erzeugung an, so dass der Gewinn auch hierdurch zunehmend geschmälert wird. Auch in den nachgelagerten Bereichen, insbesondere in der Logistikkette, verteuern sich die angebotenen Leistungen energiekostenbedingt. Anziehende Agrarrohstoffpreise werden auch die Bereitschaft der Verarbeiter und Vermarkter dämpfen, hohe Preise zu zahlen. Und schließlich verringert sich rechnerisch der Außenschutz in Form von Importzöllen für Biokraftstoffe, da die Abgaben auf Mengenbasis erhoben werden und setzt die heimischen Erzeuger von Ethanol einem erhöhten Druck der importierenden Anbieter aus. Damit verringert sich der relative Preisvorteil aus heimischer Erzeugung. Importiertes Ethanol gewinnt an Wettbewerbsfähigkeit. Ähnliches wie für die Importzölle gilt auch für die staatlichen Maßnahmen zur Förderung der Biokraftstoffherzeugung.

Da diese Begünstigungen, zumindest in den USA, als mengenbasierter Festbetrag gewährt wird, verringert sich der Subventionsanteil mit steigenden Ethanolpreisen.

Daher werden die Landwirte kurzfristig von gleich stark steigender Energie- und Agrarrohstoffpreisen profitieren können, längerfristig werden sich bei begrenzter Bodenverfügbarkeit die Pacht- und Bodenpreise anpassen bzw. die Eigentümer der Flächen entsprechend der verbesserten wirtschaftlichen Situation zusätzliche Bodenrenten erzielen wollen. Da zahlreiche Betriebsinputs stark energiebelastet sind, werden auch die Preise für Vorleistungen nicht unberührt von ansteigenden Energiepreisen bleiben, ebenso wie sich eine steigende Nachfrage bei einer Intensivierung der Erzeugung wegen der höheren Agrarpreise in ansteigenden Betriebsmittelpreisen widerspiegeln wird.

8.4.3 Agrarrohstoffpreise steigen stärker als die Energiepreise

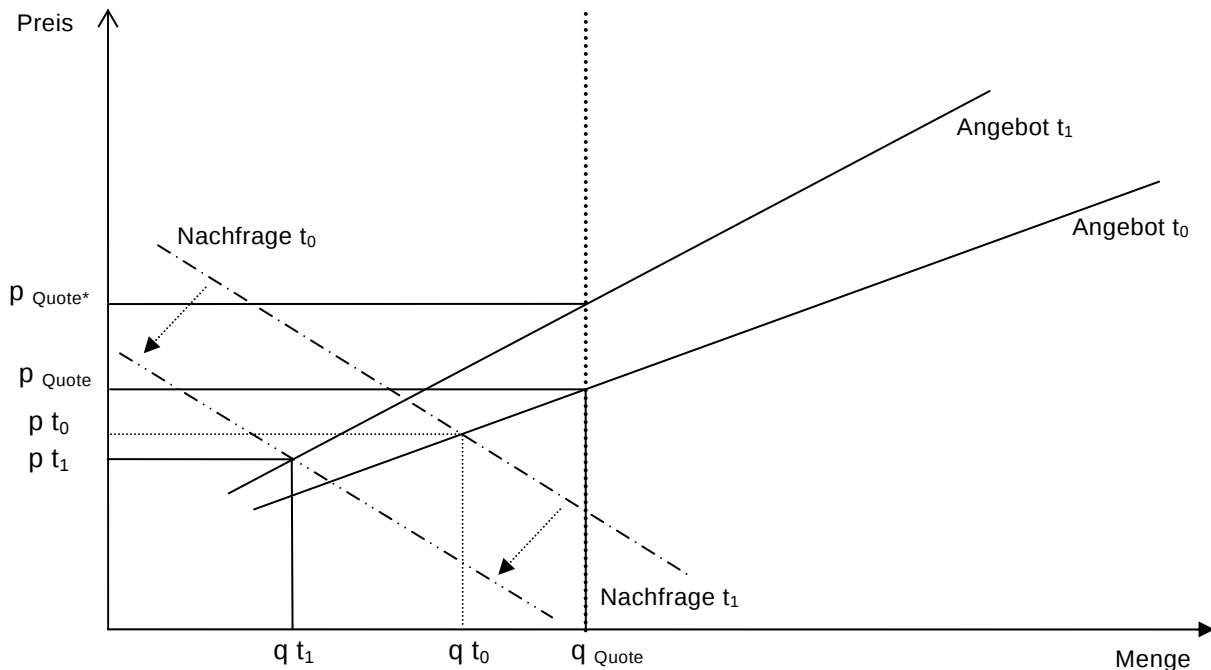
Es ist durchaus auch denkbar, dass die Agrarpreise wegen der stark wachsenden Nachfrage aus den Entwicklungs- und Schwellenländern stärker ansteigen als die Energiepreise. Führenden Forschungseinrichtungen (OECD/FAO, IFPRI, USDA) gehen zumindest von einem anhaltend starken Anstieg der Nahrungsmittelpreise in den kommenden Jahren aus.

Unter diesem Szenario, dass die Agrarrohstoffpreise stärker ansteigen als die Energiepreise, verliert Ethanol als Treibstoff gegenüber der fossilen Alternative an Attraktivität und es würde unter freien Marktbedingungen entsprechend weniger angeboten und auch nachgefragt. Doch da derzeit kaum von einem Ende der Mandatierung auszugehen ist, wird auch hier, unabhängig von den agrarischen Rohstoffpreisen, die Ethanolherzeugung weiterhin bis zu dem Erreichen der Beimischungsverpflichtungen aufrechterhalten werden. Eine Konstellation stärker steigender Agrarpreise als der Energiepreise scheint zunächst unwahrscheinlich, ist jedoch unter den oben genannten Annahmen und Rahmenbedingungen stark wachsender Nahrungsmittelnachfrage durchaus vorstellbar. Abb. 43 veranschaulicht die Zusammenhänge graphisch.

Ohne Mandatierung würde sich wieder der Gleichgewichtspreis p_{t_0} einstellen und die Menge Ethanol q_{t_0} abgesetzt werden können. Diese Menge wäre nicht ausreichend zur Erfüllung der Quotenverpflichtung, so dass nur mit einem zusätzlichen Preisanreiz p_{Quote} die Quote q_{Quote} erfüllt werden kann. Auch hier würde wieder ein „Umweltbeitrag“ in der Höhe von p_{Quote} minus p_{t_0} zu entrichten sein. Steigen die Agrarpreise überproportional stark an, wird Ethanol teurer und die Nachfrage sinkt (Nachfrage t_0 verschiebt sich nach links unten nach t_1). In Folge wird das Angebot auch angepasst und verringert sich, da die gleiche Angebotsmenge nicht mehr zu vorherigen Preis angeboten werden kann. (Angebot t_0 verschiebt sich nach oben nach t_1). Um die Ethanolquotenverpflichtungen einhalten zu können, muss nun ein großer Preisanreiz geschaffen werden. Erst bei einem Ethanolpreis von p_{Quote^*} würde ausreichend Ethanol verfügbar sein, um die Mandate erfüllen zu können. Der ursprüngliche Preisabstand zum Zeitpunkt t_0 zum Gleichgewichtspreis (ohne Mandatierung) als Quotenpreis p_{Quote} minus Marktpreis p_{t_0} wächst an und errechnet sich nun als p_{Quote^*} minus p_{t_0} . Dementsprechend vergrößert sich auch der Umweltbeitrag, den der Verbraucher bzw. die Unternehmen leisten müssen, um die Biokraftstoffquote zu erfüllen. Der Umweltbeitrag steigt um das Produkt aus der Quotenmenge multipliziert mit der Preisdifferenz p_{Quote} minus p_{t_1} . Unter Gleichge-

wichtsbedingungen ohne Mandate würde hingegen nur die Menge q_{t_1} zu einem Preis von p_{t_1} beigemischt.

Abb. 42: Agrarrohstoffpreise steigen stärker als die Energiepreise



Quelle: eigene Darstellung

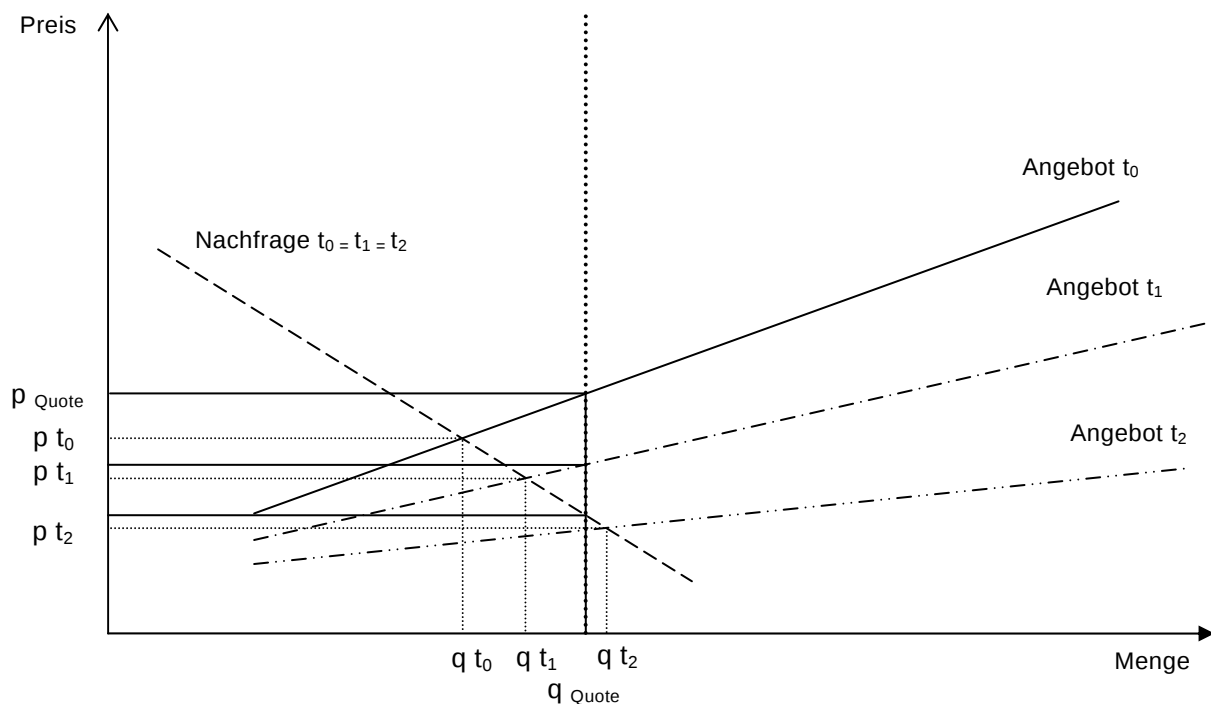
Der beschriebene stärkere Anstieg der Agrarrohstoffpreise im Vergleich zu den Energiepreisen scheint zunächst wenig plausibel. Steigt jedoch die Nachfrage nach Lebensmitteln wegen des Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstums rascher als die Nahrungsmittelerzeugung (vgl. auch Braun und Qaim, 2009; FAO, 2009), wohingegen die Energienachfrage weniger stark wächst, da dort die Effizienz überproportional gesteigert werden kann, sind überproportional ansteigende Agrarpreise möglich. Unterstützt wird solch eine Entwicklung noch durch eine langfristig preiselastische Nachfrage nach Energie ($\eta_{px} = -0,86$; vgl. auch Tabelle 3) und eine deutlich preisunelastischere Nachfrage nach Nahrungsmitteln ($\eta_{px} = -0,25$, vgl. Kap. 5.2.1), sowie der Begrenztheit von geeigneter Agrarfläche bzw. möglicher Degradierung und Klimabelastungen.

Für die Landwirte würde dies bei nur mäßig steigenden Energiekosten steigende Erlöse und Gewinne bedeuten. Die damit kurz- und mittelfristig ansteigenden Gewinne würden jedoch, wie bereits erwähnt, zu mittel- bis langfristigen Reaktionen auf den Faktormärkten (Boden- und Arbeitsmärkten, Vorleistungen) führen. Da die Agrarfläche kaum vermehrbar ist, werden die Boden- und Pachtpreise steigen müssen, ebenso die übrigen Inputs, wenn auch kaum in dem gleichen Umfang, bis zu einem neuen Gleichgewicht. Da die Quotenverpflichtungen weiterhin bestünden, würde die von dort ausgehende Nachfrage die Agrarrohstoffpreise, abhängig vom Umfang der Verpflichtungen und den Knappheitsverhältnissen, stützen. Der Einfluss der Ölpreise auf die Agrarrohstoffpreise beschränkt sich auf die Kostenkomponente in der Produktion und bliebe bei einem moderaten Energiepreisanstieg überschaubar.

8.4.4 Wirkung von Subventionen und technischem Fortschritt für Biokraftstoffe

Was bedeutet der technische Fortschritt oder Subventionen direkter oder indirekter Art für das Angebot bzw. die Nachfrage? Die Auswirkungen von technischem Fortschritt sind mit denen von Subventionen vergleichbar. Das Produkt kann zu einem günstigeren Preis angeboten werden, da sich die Produktion verbilligt (technischer Fortschritt) oder das Produkt direkt bezuschusst wird (Subventionen).

Abb. 43 Technischer Fortschritt und Biokraftstoffe



Quelle: eigene Darstellung

Abb. 44 veranschaulicht die Zusammenhänge. Die Ausgangssituation ist wiederum die gleiche, wie in den übrigen Szenarien. Der Gleichgewichtspreis und die –menge sind jeweils p_{t_0} und q_{t_0} . Dabei können die Quotenverpflichtungen nicht eingehalten werden. Erst bei einem Preis p_{Quote} wird ausreichend Ethanol von den Destillieren für die Beimischung bereitgestellt.

Mit dem kostensparenden technischen Fortschritt oder entsprechenden Zuschüssen für die Produktion oder das fertige Produkt, verschiebt sich die Angebotskurve t_0 auf t_1 und weiter auf t_2 . Zum Zeitpunkt t_1 würde zwar mehr Ethanol zum Preis von p_{t_1} erzeugt, diese Menge q_{t_1} wäre jedoch nicht ausreichend um die Quote q_{Quote} ($q_{t_1} < q_{\text{Quote}}$) zu erfüllen. Erst beim Übergang zum Zeitpunkt t_2 , wenn sich durch weitere technische Weiterentwicklungen die Ethanolherzeugung noch effizienter und kostengünstiger gestalten ließe oder die Zuschüsse für die Produktion weiter angehoben würden, stiege die erzeugte Ethanolmenge soweit an, dass die Verpflichtungen auch ohne Mandatierung ($q_{t_2} > q_{\text{Quote}}$) erfüllt und sogar leicht überschritten würden. Zudem läge der Ethanolpreis für die Kraftstoffindustrie bzw. die Verbraucher deutlich unterhalb des Ursprungsgleichgewichtspreises p_{t_0} und des Quotenpreises p_{Quote} zum Zeitpunkt t_0 . Unterstellt wurde eine konstante Nachfrage im Zeitablauf wegen der Quotenverpflichtung. Profitieren würden alle Marktteilnehmer.

Die Industrie würde dann sogar mehr als die vorgeschriebene Menge an Ethanol absetzen wollen, da Ethanol zu den fossilen Treibstoffen konkurrenzfähig wäre. Eine vergleichbare Situation liegt derzeit in den USA vor. Dort ist die Ethanolindustrie an einer höheren Mandatierung interessiert, da im Verlauf der letzten Jahre zum einen große Kapazitäten aufgebaut wurden und andererseits die Erzeugung von Ethanol trotz hoher Maispreise nach wie vor sehr lukrativ zu sein scheint. Dies gilt allerdings nur unter den derzeitigen Bedingungen einer massiven Subventionierung und eines erheblichen Außenschutzes.

9 Schlussfolgerungen und Handlungsoptionen

Von steigenden Energiepreisen sind die einzelnen Marktteilnehmer in sehr unterschiedlicher Weise betroffen. Besonders betroffen sind energieintensive Branchen, wozu, neben den Energieunternehmen selbst, auch einige Teilbereiche der Land- und Ernährungswirtschaft zählen. Die Endverbraucher leiden ganz besonders im Wohn- und Mobilitätsbereich unter hohen und steigenden Energiepreisen. Die Wirkungen beim Nahrungsmitelein Kauf bei steigenden Energiepreisen sind dahingegen vergleichsweise gering und eher vernachlässigbar.

Landwirtschaft als Konsument und Produzent von Energie

Die Landwirtschaft nimmt eine Sonderstellung unter den Wirtschaftsbranchen ein, da sie sowohl Konsument als auch Produzent von Energie ist oder sein kann. Die Landwirte können unter hohen Energiepreisen leiden, da ihre Ausgaben für Energie bei der Produktion steigen, sie können aber auch durchaus davon profitieren, wenn die Landwirte selbst Energie erzeugen und zum Lieferanten von Energie werden. Unter den derzeitigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen überwiegt die Bedeutung der Landwirtschaft als Nachfrager von Energie. Zwar wird auch Energie von ihr in verschiedener Form bereitgestellt und in die öffentlichen Netze eingespeist bzw. als Agrarrohstoffe industriell zu Biokraftstoffen verarbeitet, doch ist zum einen deren Anteil zum Gesamtenergieverbrauch gering und zum anderen ist diese Art der Energieerzeugung derzeit noch kein sich selbsttragender Wirtschaftszweig, da er auf unterstützende Maßnahmen wie Subventionen staatlicherseits angewiesen ist. Als überwiegender Konsument von Energie stellt sich daher zunächst nur die Frage, ob es notwendig und sinnvoll ist, die Landwirtschaft, aber auch die Ernährungsindustrie und den Verbraucher bei stark steigenden Energiepreisen zu entlasten und welche Maßnahmen hierfür als geeignet erscheinen.

Energieabhängigkeit reduzieren

In vielen Ländern wurden in den letzten Jahrzehnten die Steuern auf Treibstoffe systematisch erhöht. Dies führte zu einem Anstieg der Preise für Energie/Kraftstoffe, verringerte aber ebenso die Ölabhängigkeit durch Nutzung effizienterer Verfahren oder anderer Energiequellen. Politische Maßnahmen, die die Energieintensität verringern, machen c.p. die Volkswirtschaften weniger anfällig für Ölpreissteigerungen. Wenn langfristig mit steigenden Energiepreisen zu rechnen ist und die Energieabhängigkeit noch weiter verringert werden soll, so kann dies nur über eine Verbrauchsminderung in Kombination mit einer Erhöhung der Energieeffizienz erfolgen. Anreize könnten durch eine zeitgleiche Verteuerung der Energie und Förderprogramme zur effizienteren Nutzung gesetzt werden. Die gesetzliche Festlegung von Produktnormen zum Energieverbrauch bei der Zulassung sowie verpflichtende Angaben zum Energieverbrauch beim Betrieb könnten ergänzend wirken. Erfolgreiche und etablierte Beispiele sind die verpflichtenden Angaben bei Haushaltsgeräten und die Festlegung von Höchstwerten beim Verbrauch im Stand-by-Betrieb. Direkte Förderprogramme zur Energieeinsparung sollten langfristig angelegt sein und sich daher auf den investiven Bereich zur Energieverbrauchssenkung konzentrieren. Dies könnte alle Wirtschaftsbereiche umfassen, aber ein Schwerpunkt, mit dem größten Potential und den größten Ausgabenanteilen der Privathaushalte für Energie,

sollte im Gebäudemanagement (Raumwärme, Dämmung, effiziente Heizungssysteme, Nutzung regenerativer Energien) liegen. Begleitende Maßnahmen mit langfristigen positiven Effekten wären denkbar. Hierzu könnte die parallele, kontinuierliche und langfristige Verteuerung aller Energieträger zählen, die dann, durch die induzierten Energieeffizienzgewinne und Minderverbräuche, die Preis treibenden Nachfrage nach Energie, bei starkem Wirtschaftswachstum und steigenden Einkommen, reduzieren, wenn nicht gar verhindern können.

Die langfristigen Erfolge einer steuerlichen Verteuerung der Energie, nicht nur unter Energieeffizienzgesichtspunkten konstatiert die OECD (2008) in ihrem outlook, in dem sie die USA für doppelt so anfällig gegenüber Energiepreissteigerungen hält wie die EU. Die EU vermochte bereits in der Vergangenheit durch entsprechende Maßnahmen die Energieabhängigkeit verringern.

Energiekostenentlastung, mit Bedacht, zielgerichtet und zeitlich befristen

Die Frage, ob der Staat nicht unmittelbar und wie er reagieren soll, wurde vielfach diskutiert. Insbesondere die Stabilisierung der Energiepreise durch Steuerbefreiungen oder direkte Subventionen wurden und werden zahlreich, so auch in der EU, angewendet. Doch vor allem in den Entwicklungsländern mit schlecht entwickelter öffentlicher Verkehrsinfrastruktur kommen die Regierungen kaum um eine Verbilligung von Kraftstoffen herum, um die Wirtschaftskreisläufe aufrecht erhalten zu können (Wurzel et al., 2009).

Naheliegend und verständlich sind daher Maßnahmen, die den Endverbraucher bei einem Preisanstieg für Energie über Steuersenkungen oder ähnliches entlasten. Aus gesamtwirtschaftlicher und wohlfahrtökonomischer Sicht kann dies sinnvoll sein, um die Wirtschaftssubjekte von vorübergehenden, kurzfristigen Energiepreissteigerungen zu entlasten und um so die Volkswirtschaft nicht auf einen anhaltenden Rezessionspfad zu schicken. Unproblematisch ist dies jedoch nicht (Wurzel et al., 2009).

Der Internationale Währungsfonds (Cashion et al., 1999) hält solche preisstabilisierenden Maßnahmen nur dann für sinnvoll und gerechtfertigt, wenn es sich um zyklische (kurz- bis mittelfristige) Preisbewegungen handelt. Liegen jedoch Langfristtrends mit geringen Schwankungen vor, was in der Regel bisher für die meisten Rohstoffe galt, so wird eine Anpassung an die Marktgegebenheiten nur verhindert und führt gesamtwirtschaftlich zu Wohlfahrtsverlusten.

Im Vorhinein ist es allerdings äußerst schwierig abzuschätzen, ob die Preisbewegungen vorübergehender kurzfristiger Natur sind oder, ob es sich um durch Fundamenteffekte getragene langfristige Preisbewegungen handelt. Sind es tatsächlich nur zeitlich eng begrenzte Preisbewegungen nach oben, sollten diese durch die Marktteilnehmer ohne staatliche Eingriffe aufgefangen werden können. Wenn umgekehrt die Energiepreissteigerung sich überwiegend auf strukturelle Veränderungen der Angebots- und Nachfrageseite zurückführen lassen, würde eine Verbilligung der Energie falsche Anreize setzen. Die Strukturen würden verfestigt und Anpassungen der Wirtschaft und der Konsumenten hin zu alternativen Energiequellen, Sparmaßnahmen und einem effizienteren Umgang mit Energie, insbesondere bei Investitionsent-

scheidungen mit Langzeitwirkung, verhindert. Mittelfristig würde letztendlich die Energieabhängigkeit der Volkswirtschaften nicht verringert, sondern durch den steigenden Energiekonsum noch ansteigen und anhaltend die Energiepreise nach oben treiben.

Bei einer Verbilligung der Energie würden sich die Nachfrager gar kontraproduktiv verhalten und mehr Energie nachfragen. Wenn zahlreiche weitere Staaten dem Beispiel folgen, würde den Ölförderländer noch mehr Spielraum geben das Angebot weiter zu verknappen. Hierdurch würden sie dann in zweifacher Hinsicht profitieren: Zum einen über einen höheren Konsum und zum anderen über den höheren, indirekt durch staatliche Transferleistungen gestützten, Preis. Zudem würden die energieimportabhängigen Staaten Gefahr laufen, die einmal getroffenen Vergünstigungen im politischen Umfeld nur schwer wieder rückgängig machen zu können.

Sollte aufgrund energiepolitisch-wirtschaftlicher Erwägungen Energie verbilligt werden, um mögliche Sekundäreffekte eines nachlassenden Wirtschaftswachstums bis hin zur Rezession zu verhindern, so könnten durchaus Maßnahmen angedacht werden. Diese sollten jedoch zielgerichtet auf einzelne energieintensive Bereiche beschränkt sein und durch ein Ausstiegsszenario von vornherein zeitlich klar begrenzt sein. Eine Kopplung der Höhe der Vergünstigungen an das Energiepreinsniveau wäre eine Option, um Mitnahmeeffekte im Zeitablauf bei wieder sinkenden Energiepreisen möglichst zu vermeiden. Eine klar definierte Zeitachse zum Wiederabschmelzen der Zuschüsse muss gegeben sein.

Für die Privathaushalte Anreize zur Energieeinsparung setzen, Eingriffe bei Lebensmitteln nicht zielführend

Die generelle Entlastung der Konsumenten durch eine Verbilligung der Energie scheint wenig hilfreich. Zum einen, da niedrige Energiepreise einem hohen Verbrauch Vorschub leisten und zum anderen auch Gesellschaftsgruppen entlastet würden, für die aus wirtschaftlichen Gründen keine Notwendigkeit der Entlastung besteht. Hier sollten eher Anreize zu einem effizienteren Umgang mit Energien, vorwiegend im investiven Bereich (Raumheizung, Wohnbereich, aber auch Mobilität), gesetzt werden. Auch eine Entlastung der Verbraucher bei Lebensmitteln, auch indirekt über die Bereitstellung verbilligter Energie im Produktions- und Verarbeitungsprozess, erscheint abwegig, da Energiepreissteigerungen sich so gut wie nicht in den Lebensmittelpreisen wiederfinden. Weiterhin liegt der Anteil der Lebensmittelausgaben an den Gesamtausgaben nur bei ca. 10 %, so dass, selbst bei vollständiger Weitergabe der erwarteten Teuerungsraten in der Kette, die zusätzlichen finanziellen Belastungen der Konsumenten beim Lebensmitteleinkauf vernachlässigbar gering sein würden. In der Praxis lässt zudem aktuell der Wettbewerb in der Lebensmittel verarbeitenden Industrie und im Lebensmittelhandel kaum eine Weitergabe steigender Energiekosten über die Verkaufspreise an den Endverbraucher zu.

Eine zielgruppenorientierte Entlastung bei ansteigenden Lebensmittelpreisen ist kaum oder nur mit sehr hohem, administrativem Aufwand möglich. Eine generelle Nahrungsmittelverbilligung, wie es zum Beispiel über eine geringere Besteuerung möglich wäre, oder gar eine Preisfestsetzung staatlicherseits, wie es teilweise in Frankreich geschieht, kann die gesell-

schaftlich besonders betroffenen einkommensschwachen Gruppen nur unzureichend und wenig effizient erreichen. Vielmehr profitieren, wie bei einer generellen Verbilligung der Energie, alle Gesellschaftsgruppen, so auch die, für die die zusätzlichen Belastungen zu verkraften sind, in gleichem Maße. Wenn sollte ein Ausgleich über die Sozialsysteme oder direkte Transfers wie z.B. über die Einkommenssteuerepolitik erfolgen. Hierdurch würde man sich in weit geringerem Maße der Gefahr aussetzen, die erwünschten Energieeffizienzmaßnahmen großflächig zu verhindern und trotzdem ein zielgruppenorientiertes Handeln möglich machen.

Energiekostenbedingte Inflation wird meist überschätzt

Energiekostenbedingte inflationäre Tendenzen werden immer wieder als Problem angesehen. In der zurückliegenden Phase hoher Energiepreise konnte dies nicht verifiziert werden. Zwar stiegen die (direkten) Energiepreise erheblich, doch waren die Auswirkungen auf den Inflationsindex ohne Energie vernachlässigbar. Die Nahrungsmittelpreise stiegen hingegen merklich, doch eher angebots/nachfrage- als energiekosteninduziert. Schätzungen gehen davon aus, dass sich nur zwischen 2 und 5 % der steigenden Energiepreise in den Konsumentenpreisen wiederfinden. Bei lang anhaltenden Energiepreisanstiegen sind inflationäre Effekte jedoch nicht ganz auszuschließen. Hier muss über fiskalpolitische Maßnahmen vorsichtig gegengesteuert werden, um einerseits die Gefahr einer ausufernden Inflation zu verhindern und andererseits eine drohende Rezession zu verhindern.

Bioenergiepolitik verschärft Konkurrenz um Agrarrohstoffe und den Boden

Die Hoffnung vieler Landwirte bei steigenden Energiepreisen ebenfalls von steigenden Agrarrohstoffpreisen - wie bereits in den vergangenen Jahren - profitieren zu können muss mit vielen Fragezeichen versehen werden. Obwohl die Agrarrohstoff- und Energiepreise einen teilweise zeitlich gleichgerichteten Verlauf zeigten, waren deutlich unterschiedliche Einflussfaktoren (Witterung, Agrarpolitik, Handelspolitik) und Marktstrukturen (Marktmacht, Preistransmission) für die Preisentwicklung auf den beiden Märkten verantwortlich. Unabhängig davon ist es unstrittig, dass die Bioenergiepolitik durch ihre zusätzliche Nachfrage nach Agrarrohstoffen zur Biokraftstofferzeugung weltweit zu einem nachhaltig höheren Preisniveau bei Agrarprodukten geführt hat. Dies ist teils zur Einkommenssicherung der Landwirtschaft politisch erwünscht und ist teils den übergeordneten Zielen der (Bio-)Energie bzw. Klimapolitik geschuldet.

Die Rentabilität der Biokraftstofferzeugung hängt im Wesentlichen von der Relation der Kraftstoff bzw. Ölpreise zu den Agrarrohstoffpreisen ab. Steigende Agrarrohstoffpreise erschweren daher den Biokraftstoffabsatz. Hohe Ölpreise befördern ihn, wenn die Agrarpreise nur moderat ansteigen. Seit 2003 ist diese Preisrelation Kraftstoff- zu Agrarpreisen weltweit nur in Brasilien knapp ausreichend, um Ethanol rentabel erzeugen zu können. In allen anderen Ländern waren und sind begleitende Maßnahmen staatlicherseits wie Beimischungsverpflichtungen, Investitionsbeihilfen, Beimischungszuschüsse, Steuerbefreiungen, Außenschutz und andere staatliche Hilfen notwendig, um die Rentabilität zu gewährleisten bzw. die Produktion und den Absatz auf dem gewünschten Zielkorridor zu halten.

Zunächst erscheint es naheliegend, dass die Rentabilitätsschwelle bei steigenden Energiepreisen bald erreicht sein müsste. Dies setzt jedoch voraus, dass die Agrarpreise weniger stark oder zumindest nicht stärker ansteigen als die Energiepreise. Einfache Projektionen (vgl. Kap. 8) legen eine solche Entwicklung nahe. Auch aus betriebswirtschaftlicher, kostenorientierter Sicht erscheint es plausibel, dass die Landwirte von parallel steigenden Preisen profitieren, da die energiebedingten Kostenanteile bei Getreide unter 50 % liegen. So scheint es, bei kurz- bis mittelfristig stark ansteigenden Energiepreisen, durchaus denkbar, dass es unter diesen Bedingungen möglich sein wird, Biokraftstoffe ohne staatliche Unterstützung rentabel zu erzeugen.

Doch wird es, bei ebenfalls höheren Agrarrohstoffpreisen bzw. verbesserter Gewinnerwartung der Landwirte, zügig zu einer stärkeren Nachfrage nach Betriebsmitteln kommen und in Folge steigen die Preise neben den Agrarpreisen auch für die Betriebsmittel an. Insbesondere auf den begrenzten Bodenmärkten muss es zu Anpassungsreaktionen kommen, wie es schon derzeit zu beobachten ist. Zudem verteuern die höheren Energiepreise die Produktion, insbesondere wegen der notwendigen energieintensiven Inputs wie Düngemitteln und Treibstoffen. Auch die Bereitschaft der aufnehmenden Hand, hohe Preise für Agrarrohstoffe als Ausgangsprodukte für die Ethanolherstellung zu bezahlen, wird sich verringern, da auch dort der Energiekostenanstieg die Rentabilität schmälert.

Wie sich der Biokraftstoffsektor weiterentwickeln wird ist wegen der Komplexität der Zusammenhänge schwer zu sagen. Schon eine valide Vorhersage der Energie- bzw. Mineralölpreise ist schwierig, wie die Prognosen der letzten Dekaden immer wieder zeigten (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**S.11). Die Entwicklung der Agrarpreise unter stark veränderten Randbedingungen ist jedoch mindestens ebenso schwer vorherzusagen, wie die immer wieder revidierten Prognosen zeigen. Daher ist keine abschließende Aussage darüber möglich, ob es tatsächlich (auch ohne Förderung) zu der viel diskutierten „Teller oder Tank“-Konkurrenz kommen wird.

10 Literaturverzeichnis

(einschließlich weiterführender Literatur)

- Abdulai, Awudu und Linda Ramcke (2009): Einfluss von Biokraftstoff auf die Nahrungsmittelproduktion - Sorge um die Ernährungssicherheit in der Welt, Landpost, 31. Januar 2009
- AGEB (2009): Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen. <http://www.ag-energiebilanzen.de>
- AGEB (2011): Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen.
<http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=65AgE>
- AgE (2009): Afrikanische Savanne landwirtschaftlich nutzen, Agra-Europe, 27.06.09
- AgE (2011): Brussels dithers as France declares war on speculators. AgrarEurope No. 2448, 28.01.2011, S.1 und 11
- AgE (2011a): EU-Kommission gewährt Extra-Zuckerexporte und verzichtet auf finale Quotenkürzung, Agra-Europe 5/10, 01.02.2011
- Ahlenius, Hugo (2009): Current and potential arable land use in Africa, FAOSTAT, FAO Terrastat, UNEP. http://maps.grida.no/go/graphic/current_and_potential_arable_land_use_in_africa
- Ai, Chunrong, Chatrath, Arjun and Song, Frank M., (2006): On the Comovement of Commodity Prices. American Journal of Agricultural Economics, Vol. 88, No. 3, pp. 574-588, August 2006.
<http://ssrn.com/abstract=918548> or DOI: 10.1111/j.1467-8276.2006.00880.x,
http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=918548#
- Audsley, E., Alber, S., Clift, R., Cowell, S., Crettaz, P., Gaillard, G., Hausheer, J., Jolliett, O., Kleijn R., Mortensen, B., Pearce, D., Roger, E., Teulon, H., Weidema, B., and van Zeijts, H. (1997) Harmonisation of environmental life cycle assessment for agriculture, Final Report, Concerted Action AIR3-CT94-2028, European Commission, DG VI Agriculture, Brussels.
- Azeez, Gundula and K. Helwett (2008): The Comparative Energy Efficiency of Organic Farming, 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy, June 16-20, 2008
- Babuchowski, Andrzej (2007): Agriculture and Farmers Situation in 2030, Perspectives for Food 2030, Bruxelles, 17-18 April 2007. http://ec.europa.eu/research/conferences/2007/food2030/docs/food-2030-andrzej-babuchowski_en.pdf
- Babcock, Bruce A. (2011): The Impact of US Biofuel Policies on Agricultural Price Levels and Volatility, Issue Paper No. 35 des International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD), June 2011.
<http://ictsd.org/downloads/2011/06/babcock-us-biofuels.pdf>
- Bacon, Robert and Masami Kojima (2008): Oil price risks - Measuring the Vulnerability of Oil Importers, World Bank, Note Number 320. <http://rru.worldbank.org/PublicPolicyJournal>
- Baffes, John (2007): Oil spills on commodity prices, World Bank Policy Working Paper WPS4333 und Resources Policy, vol. 32, pp. 126-134. http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/IW3P/IB/2007/08/28/000158349_20070828090538/Rendered/PDF/wps4333.pdf
- Baffes, John (2009): More on the Energy/Non-Energy Commodity Price Link, World Bank Policy Working Paper WPS4982. http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/IW3P/IB/2009/06/30/000158349_20090630085856/Rendered/PDF/WPS4982.pdf
- Banse, Martin, Hans von Meijl, Andrzej Tabeau, and Geert Woltjier (2008): Will EU biofuel policies affect global agricultural markets? European Review of Agricultural Economics, Vol 35 (2), 117-141
- Becker-Weigel, Mechthilde (2010): So ticken die Spekulanten. DLG-Mitteilungen Heft 7/2010, S. 18-20
- Bergtold, Jason, Ebere Akobundu, and Everett B. Peterson (2004): The FAST Method: Estimating Unconditional Demand Elasticities for Processed Foods in the Presence of Fixed Effects, Journal of Agricultural and Resource Economics 29(2), 276-295
- Bernanke, B.S., M Gertler, and M. Watson (1997): Systematic Monetary Policy and Effects of Oil Shocks, Brookings Papers on Economic Activity, Vol. 1997, No. 1, 91-157

- Berndes, Göran, Monique Hoogwijk, and Richard van den Brock (2002): The contribution of biomass in the future global energy supply: a review of 17 studies, *Biomass & Bioenergy* 25, 1-28
- Bickert, Christian (2010): Die Hintergründe für das Auf und Ab, DLG-Mitteilungen, Heft 2/210, S. 18-19
- Birur, Dileep K., Thomas W. Hertel, and Wallace E. Tyner (2007): The Biofuels Boom: Implications for World Food Markets, Presentation at the Food Economy Conference, The Hague, 18-19 Oct. 2007, The Netherlands. http://www.agecon.purdue.edu/papers/biofuels/LEI_paper.pdf
- Bhat, Mahadev G., Burton C. English, Anthony F. Turhollow, Hezron O. Nyangito (1994): Energy in Synthetic Fertilizers and Pesticides: Revisited, Oak Ridge National Laboratory, Report Nr. ORNL/Sub/90-99732/2, Oak Ridge, Tennessee. http://www.osti.gov/bridge/product.biblio.jsp?osti_id=10120269
- Blanke, M. und B. Burdick (2005): Energiebilanzen für Obstimporte: Äpfel aus Deutschland oder Übersee? *Erwerbs-Obstbau* (2005) 47, 143–148. DOI 10.1007/s10341-005-0070-5
- BMELV (2011): Statistisches Jahrbuch für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Buchführungsergebnisse. <http://www.bmelv-statistik.de/de/agrarbericht-daten-und-fakten/> und <http://www.bmelv-statistik.de/de/testbetriebsnetz/buchfuehrungsergebnisse-landwirtschaft/>
- BMWi (2010): Energiedaten - nationale und internationale Entwicklung. <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/energiestatistiken.html>, 29.06.2010
- BMWi (2010b): Energie in Deutschland. Trends und Hintergründe zur Energieversorgung. Aktualisierte Ausgabe, Stand August 2010. <http://www.bmwi.de>, <http://www.energie-verstehen.de/Dateien/Energieportal/PDF/energie-in-deutschland,property=pdf,bereich=energieportal,sprache=de,rwb=true.pdf>
- BMWi BMU (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, 28.10.2010. <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/energiekonzept-2010,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>
- Bockisch, Franz-Josef, Hans-Jürgen Ahlgrimm, Hartwig Böhme, Andrea Bramm, Ulrich Dämmgen, Gerhard Flachowsky, Otto Heinemeyer, Frank Höppner, Donal P. L. Murphy, Jutta Rogasik, Manuela Röver, Silke Sohler (2000): Bewertung von Verfahren der ökologischen und konventionellen landwirtschaftlichen Produktion im Hinblick auf Energieeinsatz und bestimmte Schadgasemissionen, *Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft* 221, 206 S.
- Borensztein, Eduardo, and Carmen M. Reinhart (1984): The Macroeconomic Determinants of Commodity Prices, *IMF Staff Papers*, Vol. 41, 236-261
- Boysen-Hogrefe, Jens, Jonas Dovern, Klaus-Jürgen Gern, Nils Jannsen, Björn van Roye, Birgit Sander und Joachim Scheide (2008): Weltkonjunktur auf Talfahrt, *Kieler Diskussionsbeiträge*, Nr. 459/460, Institut für Weltwirtschaft, Kiel
- BP (2008): BP Statistical Review of World Energy, June 2008, <http://www.bp.com>
- BP (2009): BP Statistical Review of World Energy, June 2009, <http://www.bp.com>
- BP (2010): BP Statistical Review of World Energy, June 2010, <http://www.bp.com>
- BP (2011): BP Statistical Review of World Energy, release June 2011. http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2011/STAGING/local_assets/powerpoint/renewables_slidepack_2011.ppt und <http://www.bp.com/sectionbodycopy.do?categoryId=7500&contentId=7068481>
- BP (2011): Schwellenländer treiben Energienachfrage bis 2030 – erneuerbare Energien wachsen stärker als Öl – BP Analyse gibt Ausblick für den Energiesektor, <http://www.deutschebp.de/printgenericarticle.do?categoryId=2010149&contentId=7066816#7245962>
- Braune, Gerd (2007): Kanadas Ölsande können den Bedarf nicht decken, *HB* vom 29.10.2007, S. 14
- Brons Martjin, Peter Nijkamp, Eric Pels, and Piet Rietveld (2008): A meta-analysis of the price elasticity of gasoline demand. *A SUR approach Energy Economics*, Volume 30, Issue 5, September 2008, Pages 2105-2122. <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V7G-4PP777J-2/2/44ef85e7153a5b72c7b4fc4decc54065>
- BVE (2010): Jahresbericht 2009/2010, Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie. <https://www.bve-online.de/presseservice/veroeffentlichungen/jahresbericht-2010/>
- Carbotech (1994): Grobschätzung des Energieaufwandes für die Bereitstellung von ausgewählten Getränken und Nahrungsmittel, Studie im Auftrag von Greenpeace. Zürich, Schweiz

- Carlsson, Annika (1997): Greenhouse gas emissions in the life cycle of carrots and tomatoes, IMES/EESS Report 24, Lund University, Schweden
- Carlsson-Kanyama, Annika and Mireille Faist, (2000): Energy use in the food sector: a data survey, University of Stockholm and ETH Zürich. <http://www.infra.kth.se/fms/pdf/energyuse.pdf>
- Carlsson-Kanyama, Annika, Marianne Pipping Ekström, and Helena Shanahan (2003): Food and life cycle energy inputs: consequences of diet and ways to increase efficiency, *Ecological Economics* 44 (2003) 293/307. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800902002616>
- Cashion, Paul, Hong Liang, and C. John McDermott (1999): How Persistent Are Shocks to World Commodity Prices ? IMF Working Paper WP/99/80, Research Department des International Monetary Fund (IMF), Washington. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/1999/wp9980.pdf>
- Cassman, Kenneth G. (1999): Ecological intensification of cereal production systems: Yield potential, soil quality, and precision agriculture, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Vol. 96, 5952–5959, May 1999
- CBO (2009): The impact of ethanol use on food prices and greenhouse-gas emissions, Congress of the United States, Congressional budget office paper, Pub. No. 3155, April 2009, Washington D.C., USA. <http://www.cbo.gov/ftpdocs/100xx/doc10057/04-08-Ethanol.pdf>
- Cederberg, C. (1998) Life Cycle Assessment of Milk Production A Comparison of Conventional and Organic Farming, SIK-Rapport Nr 643, Göteborg University and the Swedish Institute for Food and Biotechnology, Göteborg
- Chaudhuri, Kausik (2001): Long-run prices of primary commodities and oil prices, *Applied Economics*, 33, 531-538
- Cheng, Kevin C. and Valerie Mercer-Blackman (2007): Rising Energy Costs High Oil Prices Challenge Policymakers, IMF Survey Magazine: IMF Research Department. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/survey/so/2007/RES1120A.htm>
- Collins, Keith (2006): U.S. Agriculture and the Emerging Bioeconomy, USDA, Technical Paper, 12.10.2006
- Collins K.J. and J.A. Duffield (2005): Energy and Agriculture at the crossroad of a New Future, in: Outlaw J., Collins K.J., Duffield J.A. (Eds.), *Agriculture as a Producer and Consumer of Energy*, CABI Publishing, Cambridge, Massachusetts, USA, 1-29.
- Collyns, Charles (2008): A small quarterly multi-country projection model with financial linkages and oil prices, IMF working paper, Dez. 2008, WP/08/280
- Cooper, John C.B. (2003): Price elasticity of demand for crude oil: estimates for 23 countries. *OPEC Review*, 27, 1–8. doi: 10.1111/1468-0076.00121
- Costantini, Valeria, Francesco Crespi, and Annalisa Zezza (2008): Biofuels public support and technological paths in the energy sector. http://www.dime-eu.org/files/active/0/Costantini_Crespi_Zezza_PAPER-SIEP.pdf
- Dahl, Carol A. (1993): A survey of oil demand elasticities for developing countries, *OPEC Review* 17 (winter), 399-419
- Dahl, Carol and T. Sterner (1991): Analysing gasoline demand elasticities: A survey, *Energy Economics*, 13, 203-210
- Dargay, Joyce M. and Dermot Gately (2010): World Oil Demand shift toward faster growing and less price-responsive products and regions. http://www.econ.nyu.edu/user/nyarkoy/OilDemand_DargayGately_Feb2010.pdf
- De Gorter, H. and D.R. Just (2007): The Law of Unintended Consequences: How the US Biofuel Tax Credit with a mandate subsidies oil consumption and Has No Impact on Ethanol Consumption, Department of Applied Economics and Management Working Paper 2007-20, Cornell University, 23.10.2007
- DEFRA (2006): Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities - LCA (ISO205). <http://www.nfuonline.com/documents/Policy%20Services/Environment/Climate%20Change/Resource%20Use%20Study%20-%20Executive%20Summary.doc>
- DEFRA (2010): The 2007/08 Agricultural Price Spikes: Causes and Policy Implications, London, UK. <http://www.defra.gov.uk/foodfarm/food/pdf/ag-price100105.pdf>

- Demmeler, Martin und Bernhard Burdick (2004): Energiebilanz von regionalen Lebensmitteln– eine kritische Auseinandersetzung mit einer Studie über Fruchtsäfte und Lammfleisch. – In: Der kritische Agrarbericht 2005, Rheda-Wiedenbrück
- DENA (2011): Hohes Einsparpotenzial bei Haushaltsgeräten, Pressemitteilung der Deutschen Energieagentur (DENA) vom 16.05.2011. <http://www.stromeffizienz.de/presse/presse0003/16052011.html>
- DESTATIS (2004): Statistik der Wasserversorgung in der Landwirtschaft, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/UmweltstatistischeErhebungen/Wasserwirtschaft/WasserversorgungLandwirtschaft5322401029004,property=file.pdf>
- DESTATIS (2008): Energieverbrauch der Privaten Haushalte – Wohnen, Mobilität, Konsum und Umwelt. Begleitmaterial zur Pressekonferenz 5.11.2008 in Berlin, Statistisches Bundesamt Wiesbaden. http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2008/UGR/pressebroschuere__uigr,property=file.pdf
- DESTATIS (2009): Umweltökonomische Gesamtrechnung, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- DESTATIS (2010): Private Haushalte zu einem Drittel durch Wohnkosten belastet. Pressemitteilung Nr. 343 vom 24.09.2010, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2010/09/PD10__343__632,templateId=renderPrint.psml oder <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Querschnittsveroeffentlichungen/WirtschaftStatistik/Monatsausgaben/KurznachrichtenSeptember2010,property=file.pdf>, Seite 792-793
- DESTATIS (2011): verschiedene Jahrgänge und Ausgaben, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. <https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/sfghome.csp>
- DESTATIS (2011): Kostenstrukturerhebung für das Jahr 2009 bei Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- Dixon, Peter, B. Osborne and M.T. Rimmer (2007): The economic-wide effects in the United States of replacing crude petroleum with biomass, 10th Annual Conference on Global Economic Analysis, 7-9 June 2007, Purdue, USA
- DOANE (2008): An analysis of the relationship between energy prices and crop production costs, Doane Advisory Services, May 200. http://epw.senate.gov/public/index.cfm?FuseAction=Files.View&FileStore_id=913e8327-06c5-45be-8ca3-c1d587786b0c
- Drescher, Ralf, Jörg Hackhausen, Michael Maisch, Christian Panster und Florian Willershausen (2010): Spekulanten treiben die Agrarpreise: Am Ende gewinnt immer die Bank, Handelsblatt vom 09.08.2010, 34-35
- Duvick, D. N. and K. G. Cassman (1999): Post-Green Revolution Trends in Yield Potential of Temperate Maize in the North-Central United States. CROP SCIENCE 39(4), 1630–1635
- Dvir, Eyal and Kenneth S. Rogoff (2009) Three Epochs of Oil, NBER Working Paper No. w14927. <http://fmwww.bc.edu/ec-p/wp706.pdf>
- Dvoskin, D. and E. O. Heady (1977). Economic and environmental impacts of the energy crisis on agricultural production. In: W. Lockeretz (Ed.) Agriculture and energy. Academic Press, St. Louis, Missouri, USA
- Earthscan (2007) ed. David Molden: Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute, London, UK. <http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/Publications/books.htm>
- Economist (2009): Reassessing the link between population and economic growth, 29.Okt. 2009. http://www.economist.com/PrinterFriendly.cfm?story_id=14743589
- EIA (2006): Energy Information Administration, Performance Profiles of Major Energy Producers, Office of Energy Markets and End Use, Washington, D.C., USA
- EIA (2009): Annual Energy Outlook 2009 - With Projections to 2030, Washington, D.C., USA. [http://www.eia.gov/oiaf/aeo/pdf/0383\(2009\).pdf](http://www.eia.gov/oiaf/aeo/pdf/0383(2009).pdf)
- EIA (2010): Annual Energy Outlook 2010 - With Projections to 2035, Washington, D.C., USA

(einschließlich weiterführender Literatur)

Eisentraut, Anselm (2010): Sustainable Production of second generation biofuels: Potential and perpectives of major economies and developing countries, IEA information paper, Paris, France.
http://www.iea.org/papers/2009/biofuels_exec_summary.pdf

Espey, M. (1998): Gasoline Demand Revisited: An International Meta-Analysis of Elasticities, *Energy Economics* 20, 273-295

EU (2007): The impact of a minimum 10% obligation for biofuel use in the EU-27 in 2020 on agricultural markets, Impact assessment of the Renewable Energy Roadmap - March 2007, 30. April 2007.
http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/markets/biofuel/impact042007/text_en.pdf

EU (2009): Historical price volatility. Economic analysis and evaluation, Paper vom 16.07.2009.
http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/tradepol/commodityprices/volatility_en.pdf

EU-KOM (2008): High Prices on Agricultural Commodity markets: Situation and Prospects: A Review of Causes of high Prices and outlook for World Agricultural Markets. July 2008.
http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/tradepol/worldmarkets/high_prices_en.pdf

EU-KOM (2008), KOM/2008/0778 endg. - COD 2008/0222: Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen durch energie-verbrauchsrelevante Produkte mittels einheitlicher Etiketten und Produktinformationen. KOM/2008/0778 endg. - COD 2008/0222.
http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=de&type_doc=COMfinal&an_doc=2008&nu_doc=778

EU-KOM (2009): Wofür werden die EU-Mittel ausgegeben? http://europa.eu/pol/financ/overview_de.htm

EUROSTAT (2006): Oil economy, *Statistics in focus*, 17/2006

EUROSTAT (2008): From farm to fork statistics, EUROSTAT pocketbooks, edition 2008

EUROSTAT (2011): Input Output-Tabellen,
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/esa95_supply_use_input_tables/data/workbooks

ExxonMobil (2010): The Outlook for Energy: A View to 2030.
http://www.exxonmobil.com/corporate/files/news_pub_eo_2010.pdf

Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D., and Tun-Hsiang Yu, (2008): Use of U.S. croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land-use change, *Science*, 319, 1238-1240

FAO (2002): World agriculture towards 2015/2030. An FAO Perspective, edited by Jelle Bruinsma, FAO, Rome, Italy. www.fao.org/fileadmin/user_upload/esag/docs/y4252e.pdf

FAO (2008): The State of food and agriculture – Biofuels: Prospects, risks and opportunities, FAO, Rome, Italy.
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0100e/i0100e.pdf>

Fattouh, Bassam (2010): Oil Market Dynamics through the Lens of the 2002-2009 Price Cycle, Oxford Institute for Energy Studies, WPM 39, January 2010. <http://www.oxfordenergy.org/pdfs/WPM39.pdf>

Fischer, Günther (2008): Implications for land use change, Expert meeting on global perpectives on fuel and food security, 18.-20.02.2008, FAO, Rome, Italy.
http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/foodclimate/presentations/EM56/Fischer3.pdf

Fischer, Günther und Leo Schrattenholzer (2000): Global bioenergy potentials through 2050. *Biomass and Bioenergy* 20, 151–159

Flassbeck, Heiner et al. (2011): Price formation in financialized commodity markets, UNCTAD, Genf, 2011.
http://www.unctad.org/en/docs/gds20111_en.pdf

F.O.Licht (2006): High Prices Bring New Uncertainties for Brazil's Sugar and Alcohol Industry, *World Ethanol and Biofuels Report*, Vol. 4(13): 293-299, 09.03.2006

F.O.Licht (2009): 2008 a challenging and unpredicted year for biofuels. *World Ethanol and Biofuels Report*, Vol. 7 (9), 15.01.2009, Vera-Sun bankruptcy

F.O.Licht (2011): Feedstock use for Biofuels – The Outlook for 2011, *World Ethanol and Biofuels Report*, Vol. 9(17), 11.05.2011

F.O.Licht (2011b): Revamping Brazil's Sugar and Ethanol Industry will require Patience, *International Sugar & Sweetener Report*, Vol. 143(20), 04.07.2011

- Fricke, Ekkehard (2006): Landwirtschaftliche Bewässerung - Ein Beitrag zur Ertragssicherung--, Wasser Berlin 04.06.2004. www.dlg.org/uploads/media/Fricke_01.pdf
- Fricke, Ekkehard und Angela Riedel (2008): Wirtschaftlichkeit der Beregnung steigt, Landwirtschaftskammer Niedersachsen.
http://www.fachverband-feldberegnung.de/pdf/Wirtschaftlichkeit-der-Beregnung-steigt_4-2008.pdf
- Gale, Fred and Kuo Huang (2007): Demand for Food Quantity and Quality in China, USDA ERS Report Nr. 32, Jan. 2007
- Gately, Dermot and Hillard G. Huntington (2002): The Asymmetric Effects of Changes in Price and Income on Energy and Oil Demand. *The Energy Journal* 23(1): 19-55
- Gellings, Clark W., Kelly E. Parmenter (2004): Energy efficiency in fertilizer production, in *Efficient Use and Conservation of Energy*, eds. Clark W. Gellings, and Kornelis Blok, in *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, [<http://www.eolss.net>]
- GETOIL (2010): Ölpreisprognose & Faktoren Ölpreisentwicklung.
<http://www.getoil.de/index.php/article/detail/2902>
- Gilbert, Christopher L. (1989): The Impact of Exchange Rates and Developing Country. Debt on Commodity Prices, *Economic Journal*, Vol. 99, 773-783
- Gisser, M. and T.H. Goodwin (1986): Crude Oil and the Macroeconomy: tests of some popular Notions, *Journal of Money, Credit, and Banking* 18, 95-103
- Gohin, A. (2008): Impacts of the European Biofuel Policy on the Farm Sector: A general Equilibrium Assessment, *Review of Agricultural Economics*, Vol. 30(4), 621-641
- Goldemberg, José, Suani Teixeira Coelho, Plinio Mario Nastari, Oswaldo Lucon (2004): Ethanol learning curve—the Brazilian experience, *Biomass and Bioenergy* 26, 301 – 304
- Goldemberg, José (2008a): The Brazilian Biofuels Industry, *Biotechnology for Biofuels* 1:6. doi:10.1186/1754-6834-1-6
- Goldemberg, José (2008b): The challenge of biofuels, *Energy & Environmental Science*, 2008 (1), 523-525
- Goldemberg, José, Suani Teixeira Coelho, and Patricia Guardabassi (2008): The sustainability of ethanol production from sugarcane, *Energy Policy* 36, 2086– 2097
- Gollehon, Noel and William Quinby (2006): Irrigation Resources and Water Costs. In *ERS (USDA) Agricultural Resources and Environmental Indicators, 2006 Edition (AREI)* / bulletin no. EIB-16, Chapter 2.1, S. 24 – 32, Washington, D.C., USA. <http://www.ers.usda.gov/publications/arei/eib16/Chapter2/>
- Goodwin, Phil, Joyce Dargay, and Mark Hanly (2004): Elasticities of Road Traffic and Fuel Consumption with Respect to Price and Income: A Review, *Transport Reviews*, Vol. 24, No. 3, 275–292, May 2004
- Graham, Daniel J. and Stephen Glaister (2002): The Demand for Automobile Fuel: A Survey of Elasticities, *Journal of Transport Economics and Policy*, 36, 1-26
- Graham, Daniel J. and Stephen Glaister (2004): A Review of Road Traffic Demand Elasticity Estimates, *Transport Reviews*, 24 (3), 261-276
- Greenberger, Michael (2009): Excessive Speculation: Position Limits and Exemptions, Testimony of Michael Greenberger before the Commodity Futures Trading Commission (CFTC), August 5, 2009.
http://www.michaelgreenberger.com/files/CFTC_AFR_Sign_On_Testimony_August_3.pdf
- Von Grebmer, Klaus, Heidi Fritschel, Bella Netorova, Tolulope Olofinbiyi, Rajul Panda-Lorch, und Yisehac Yohannes (2008): Welthunger-Index, Herausforderungen Hunger 2008, Bonn, Washington, Dublin.
http://www.welthungerhilfe.de/fileadmin/media/pdf/WHI/Welthunger-Index-2008_2.pdf
- Grieshammer, Rainer, Eva Brommer, Marah Gattermann, Stephanie Grether, Malte Krüger, Jenny Teufel und Wiebke Zimmer (2010): CO₂-Einsparpotentiale für Verbraucher, Öko-Institut.
<http://www.oeko.de/oekodoc/1029/2010-081-de.pdf>
- GSI (2007): Biofuels – At What Cost? Government support for ethanol and biodiesel in the selected OECD Countries, Global Subsidies Initiative, International Institute for Sustainable Development.
<http://www.globalsubsidies.org>
- Guo, Hui and Kevin L. Kliesen (2005): Oil Price Volatility and U.S. Macroeconomic Activity. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, November/December 2005, 87(6), 669-83.
<http://research.stlouisfed.org/publications/review/05/11/KliesenGuo.pdf>

(einschließlich weiterführender Literatur)

- Gurda, Nazim, Georg Ruhm, Wolfgang Bockelmann und Uwe Schmidt (2009): Die Auswirkungen von Heizölpreisteigerungen auf Sächsische Gartenbaubetriebe. Teil II: Ausgangs- und Energiesituation der der Unterglasbetriebe, Berichte über Landwirtschaft, Bd. 87, 1/2009, S. 87-106
- Gurrath, W. (2006): Ergebnisse der Gartenbauerhebung 2005, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- Hamilton, James D. (1983): Oil and the Macroeconomy since the World War II, *Journal of Political Economy*, 91, 228-248
- Hamilton, James D. (2003): What is an Oil Shock? *Journal of Econometrics*, 113(2), 363-98
- Hamilton, James D. and A.M. Herrera (2004): Oil Shocks and Aggregate Macroeconomic Behavior: The Role of Monetary Policy, *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 36, No. 2, pp. 265-286
- Hamilton, James D. (2009): Understanding Crude Oil Prices, *Energy Journal*, April 2009 und University of California Energy Institute's (UCEI) Energy Policy and Economics Working Paper Series 023, Berkeley, California, USA. http://www.ucei.berkeley.edu/PDF/EPE_023.pdf
- Häring, Norbert (2010): Rohstoffe den Spekulanten entreißen. HB vom 11.02.2010, 20-21
- Haxsen, Gerhard (2008): Calculating costs of pig production with the InterPIG network., *Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie* 04/2008, Braunschweig, 20 S., http://www.vti.bund.de/fallitdok_extern/bitv/dk040131.pdf
- Haxsen, Gerhard (2009 - 2011): persönliche Mitteilungen
- HB (2009a): Der Zucker schlägt sich gut. Ein Produktionsdefizit von mehr als zehn Millionen Tonnen treibt den Preis, *Handelsblatt* vom 08.04.2009, S. 28
- HB (2009c): Dürftige Ernte. Agraraktien galten einst als Hoffnungsträger – Jetzt stürzen sie ab. HB, S.25, 24.08.2009
- HB (2009d): Bondanleger stürzen sich auf K+S, *Handelsblatt* vom 21.09.2009, S.32
- HB (2010a): Neuer Schlag gegen Kartelle, 01.07.2010, S.2
- HB (2010b): Kartellamt knöpft sich Einzelhandel vor, 01.07.2010, S.20-21
- HB (2010c): Koalition nimmt Einzelhandel ins Visier, 05.07.2010, S.13
- HB (2011): Kriminelle Preistreiber auf dem Ölmarkt, 25.05.2011
- Heilmann, Dirk (2009): Die OPEC funktioniert prima – Der Ölpreis bewegt sich genau in der Wunschzone des Kartells, *Handelsblatt* vom 24.06.2009
- Heller, Martin C. and Gregory A. Keoleian (2000): Life Cycle-Based Sustainability Indicators for Assessment of the U.S. Food System, The Center for Sustainable Systems, Report no. CSS00-04, University of Michigan. http://css.snre.umich.edu/css_doc/CSS00-04.pdf
- Herrera, Santiago, Tala Khartabil, Gaobo Pang und Stefano Paternostro (2005): Preliminary Estimates of the Financing, Growth and Poverty Implications of the Oil Shock on Developing Nations, World Bank Washington D.C., USA
- Hertel, Thomas W., Wallace E. Tyner, and Dileep K. Birur (2008): Biofuels for all ? Understanding the Global Impacts of Multinational Mandates, GTAP working paper No. 51, Purdue, USA. agecon-search.umn.edu/bitstream/6526/2/469013.pdf
- Hoogwijk, M., Faaij, A., Van den Broek, R., Berndes, G., Gielen, D., Turkenburg, W. (2002): Exploration of the ranges of the global potential of biomass for energy. *Biomass and Bioenergy* 25(2), 119-133
- Horn, Manfred (2004): OPEC's optimal crude oil price, *Energy Policy* 32(29), 269-280. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421502002896>
- Hsieh, Ming-Feng, Paul D. Mitchell and Kyle W. Stiegert (2007): Demand for organic and conventional potatoes. Working Paper Series FSWP2007-01, 30 pp. <http://www.aae.wisc.edu/fsrg/publications/wp2007-01.pdf>
- Huang, K.S. (1993): A complete system of US demand for food, Technical Bulletin No. 1821, USDA/Economic Research Service, September 1993, Washington D.C., USA
- Huang, K.S. und B. Lin (2000) Estimation of food demand and nutrient elasticities from household survey data, Technical Bulletin No. 1887, USDA/Economic Research Service, August 2000, Washington D.C., USA
- Hughes, Jonathan E., Christopher R. Knittel and Daniel Sperling (2008): Evidence of a shift in short-run price. *The Energy Journal*, 29(1), 113-134

Hülseberg (2009): Wie kann der ökologische Landbau zur Reduktion von Energieeinsatz und zum Klimaschutz beitragen? ÖkoSozialesForum Österreich, Wintertagung in Wien, 10.02.2009

IEA (2008): From 1st to 2nd generation biofuel technologies, Paris, France

IEA (2009a): Short Term Energy and Summer Fuels Outlook. 14.04.2009
<http://www.eia.doe.gov/emeu/steo/pub/apr09.pdf>, 05.05.2009

IEA (2011): Technology Roadmap. Biofuels for Transport 2050,
http://www.iea.org/papers/2011/biofuels_roadmap.pdf

IFA (2009): Feeding the earth: Energy efficiency and CO₂ emissions in ammonia production, International Fertilizer Industry Association, Dec. 2009. [http://www.fertilizer.org/ifa/Home-Page/LIBRARY/Publication-database.html/Energy-Efficiency-and-CO₂-Emissions-in-Ammonia-Production.html](http://www.fertilizer.org/ifa/Home-Page/LIBRARY/Publication-database.html/Energy-Efficiency-and-CO2-Emissions-in-Ammonia-Production.html)

IGC (2010): Grain Market Reports, several issues, International Grain Council

IMF (2007): Volatilität Ölpreise, TER-Minassian (K)

IMF (2008a): Food and Fuel Prices: Recent Developments, Macroeconomic Impacts and Policy responses, June 2008, IMF, Washington D.C., USA

IEA / OECD (2004): Biofuels for Transport – an International Perspective, Paris, France

IEA / WEO (2006): World Energy Outlook 2006, International Energy Agency, Paris

IEA /WEO (2008): World Energy Outlook 2008, International Energy Agency / OECD, Paris

IEA / WEO (2009): World Energy Outlook 2009, International Energy Agency, Paris

OECD/IEA / WEO (2008): World Energy Outlook – Presentation to the Press. London, 12.11.2008

IMF (2006): World Economic Outlook: Financial Systems and Economic Cycles. World Economic and Financial Surveys, Washington, D.C., USA

IMF (2007): World Economic Outlook: Spillovers and Cycles in the Global Economy, International Monetary Fund, World Economic and Financial Surveys, Washington, D.C., USA

IMF (2009): IMF Primary Commodity Prices (database), Washington, D.C., USA.
<http://www.imf.org/external/np/res/commod/index.asp>, 05.06.2009

IMF (2010): World Economic Outlook October 2010, Recovery, Recovery, Risk, and Rebalancing, International Monetary Fund, World Economic and Financial Surveys, Washington, D.C., USA

IMF (2011): World Economic Outlook an update January 2011, Global Recovery Advances but Remains Uneven, International Monetary Fund, World Economic and Financial Surveys, Washington, D.C., USA

IMF/OECD (2008): Food and Fuel Prices - IMF/OECD/World Bank Workshop – 23.09.2008,
http://www.oecd.org/document/7/0,3343,en_2649_37401_41641671_1_1_1_1,00.html).

Jacks, David S. (2007): Populists versus theorists: Futures markets and the volatility of prices. Explorations in Economic History 44, 342-362

Jaroszewska, Justyna (2011): Ukraine und Russland – Landwirtschaft im Umbruch, dzz, Nr. 4, Juli, 2011, 20-21

Jensen, Jörgen Dejgaard and Möller, Anja Skadkaer (2007): Vertical price transmission in the Danish food marketing chain, FOI working paper, Mai 2007.

http://www.foi.life.ku.dk/publikationer/~media/migration%20folder/upload/foi/docs/publikationer/working%20papers/2007/wp%2008_2007.pdf.ashx

Jones, Donald W., Paul N. Leiby and Inja K. Paik (2004): Oil price shocks and the Macroeconomy: What have we learned since 1996, The Energy Journal, Vol 25, No. 2, 1-32. http://www.iaee.org/documents/vol25_2_.pdf

Jungbluth, Niels (1998): Ökologische Beurteilung des Bedürfnisfeldes Ernährung. UNS Working Paper No. 18. <http://www.esu-services.ch/fileadmin/download/jungbluth-1998-WP18.pdf>

Keeney, Roman and Thomas W. Hertel (2008): Indirect land use impacts of biofuels policies: The importance of acreage, yield and bilateral trade responses, GTAP Working Paper No. 52, Purdue, USA.
<https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/4104.pdf>

Kesicki, Fabian, Uwe Remme, Markus Blesl, Ulrich Fahl and Alfred Voß (2009): The third oil price surge – What is different this time and what are possible future oil price developments ? IER Bericht Nr. 7, 61 S., Juli 2009, Stuttgart

(einschließlich weiterführender Literatur)

Keystone Center report (2009): Field to Market: The Keystone Alliance for Sustainable Agriculture, Environmental Resource Indicators for Measuring Outcomes of On-Farm Agricultural Production in the United States, first report, January 2009. http://keystone.org/spp/env-sustain_ag.html

Kilian, Lutz (2008): The economic effects of energy price shocks, *Journal of Economic Literature*, 46(4), 871 – 909

Klann und Schulz (2001): Großflächige Ökobilanzen - Anwendungen der umweltbezogenen Input-Output-Analyse, Zwischenbericht aus dem Verbundprojekt der Hermann von Helmholtz- Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“, Stuttgart/Karlsruhe, 25.06.2001

Kletzan, Daniela, Kurt Kratena und Ina Meyer (2008): Volkswirtschaftliche Evaluierung einer ambitionierten Biomassenutzung in Österreich, *WIFO Monatsberichte* 7/2008, 537-542

Koch, Wendy (2011): Senate, House vote to end some ethanol subsidies, *USA TODAY*, 16.06.2011

Kojima, Masami, Donald Mitchell, and William Ward (2007): Considering Trade Policies for Biofuels. Renewable Energy – Special report 004/07, World Bank – Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). https://www.esmap.org/esmap/sites/esmap.org/files/SR_0407_Consideringtradeforliquidbiofuels.pdf

Komduur, Rik (2010): Europe not ready for unconventional gas, yet. *European Energy Review*, 21.06.2010. <http://www.europeanenergyreview.eu/index.php?id=2095>

Kramer, K. J., H.C. Moll, S. Nonhebel, H.C. Wilting et al. (1994): Schutz der Erdatmosphäre' Enequete Kommission des Deutschen Bundestages (Hrsg.) Band 1: Landwirtschaft. Studienprogramm: Teilband II. Bonn 1994, Economica Verlag. <http://kompakt.handelsblatt-service.com/ff/ch.php?cmd=go1397902008&vas=41643161>

Kratena, Kurt, Ina Meyer und Michael Wüger (2009): Ökonomische, technologische und soziodemographische Einflussfaktoren der Energienachfrage, *WIFO Working Papers*, Juni 2009, Heft 339/2009, 22 S. [http://www.wifo.ac.at/www/downloadController/displayDbDoc.htm?item=WP_2009_339\\$.PDF](http://www.wifo.ac.at/www/downloadController/displayDbDoc.htm?item=WP_2009_339$.PDF)

Kücke, Martin (2010): persönliche Mitteilungen, JKI, Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, Braunschweig

Lamm, R.M., Jr. (1982): A system of dynamic demand functions for food, *Appl. Econ.* 14(1982):375-389

Lee, K., S. Ni, and R.A. Ratti (1995): Oil shocks and the Macroeconomy: The role of Price variability. *The Energy Journal*, Vol. 16., No. 4, 39-56. <http://web.missouri.edu/~nix/oil.pdf>

Lewandowski, Jan, Mark Peters, Carol Jones, Robert House, Mark Sperow, Marlen Eve and Keith Paustian (2004): Economics of Sequestering Carbon in the US Agricultural Sector, USDA/ERS, Technical Bulletin No. 1909. <http://www.ers.usda.gov/publications/tb1909/tb1909.pdf>

Liska, Adam J., Haishun S. Yang, Virgil R. Bremer, Terry J. Klopfenstein, Daniel T. Walters, Galen E. Erikson, Kenneth G. Cassmann (2009): Improvements in Life Cycle Energy Efficiency and Greenhouse Gas Emissions of Corn-Ethanol, *Journal of Industrial Ecology*, 13: 58–74. doi: 10.1111/j.1530-9290.2008.00105.x

Loske, Reinhard, Raimund Bleischwitz, Wolfgang Sachs, Manfred Linz et al. (1997): Zukunftsfähiges Deutschland - Ein Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung, Studie des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie im Auftrag von BUND und Misereor, Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin, 453 S.

Ludena E. Carlos, Thomas W. Hertel, Paul V. Preckel, Kenneth Foster, and Alejandro Nin (2007): Productivity growth and convergence in crop, ruminant, and nonruminant production: measurement and forecasts, *Agricultural Economics* 37, 1-17

MAFF (2000): Energy use in organic farming systems, MAFF project code OF0182, http://orgprints.org/8169/1/OF0182_181_FRP.pdf

Mari, G. R., Ji Changying (2007): Energy Analysis of Various Tillage and Fertilizer Treatments on Corn Production. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 2(5), 486-497

Mati, Amine (2008): Energy Market Operation, Managing Surging Oil Prices in the Developing World, *IMF Survey Magazine*: IMF Fiscal Affairs Department. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/survey/so/2008/pol032008a.htm>

Matthes, F. (2010): Energiepreise für aktuelle Modellierungsarbeiten. Regressionsanalytisch basierte Projektionen, Teil 1: Preise für Importenergien und Kraftwerksbrennstoffe, Öko-Institut e.V.

Mayer, Helmut und Christine Flachmann (2008): Energieverbrauch der privaten Haushalte 1995 bis 2006, *Wirtschaft und Statistik*, 12/2008, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

Menzel, Stefan (2011): Ölpreis nimmt die Marke von 100 Dollar ins Visier – Innerhalb der Opec ist die Skepsis gegenüber einer Produktionsausweitung groß, HB vom 18.01.2011, S.35

Meyer, Bernd (2007): Oil Price, GDP and International Trade. The Case of Germany, University of Osnabrück and Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforshung mbH (GWS).
<http://inforumweb.umd.edu/papers/conferences/2007/berndmeyer.pdf>

Minn, Michael (2009): Energy use in American food production. <http://michaelminn.net/geography/2009-food-energy/2009-05-11-food-energy.pdf>

Mittal, Surabhi (2006): Structural Shift in Demand for Food: Projections for 2020. Indian Council for Research on International Economic Relations, Working Paper No. 184, August 2006

MLR BW (2009): Einkommenslage der baden-württembergischen Haufterwerbsbetriebe, Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg, Stuttgart. <http://www.mlr.baden-wuerttemberg.de/Einkommen/17070.html>

Mork, K. (1989): Oil Shocks and the Macroeconomy when Prices Go Up and Down: An Extension of Hamilton's Results. *Journal of Political Economy* 97, 740-744.

MUV (2011): Manufactures Unit Value Index der World Bank.
<http://econ.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTDEC/EXTDECPROSPECTS/0,,contentMDK:20587651~menuPK:3279864~pagePK:64165401~piPK:64165026~theSitePK:476883,00.html>

Nampims (2011): Crude Oil Reserves / Production, National Petroleum Investment & Management Services.
<http://www.napims.com/crude.html>

Nebraska Ethanol Board (2009ff): Ethanol and Unleaded Gasoline Average Rack Prices in Nebraska, 1982-2011, USA. <http://www.neo.ne.gov/statshtml/66.html>

Nellemann, Christian (Editor in chief), Monika MacDevette, Ton Manders, Bas Eickhout, Birger Svihus, Anne Gerdien Prins, and Bjørn P. Kaltenborn (2009): The environmental food crisis – The environment's role in averting future food crises, A UNEP rapid response assessment, United Nations Environment Programme (UNEP), Norway. www.unep.org/pdf/foodcrisis_lores.pdf

Nelson, Gerald C., Mark W. Rosegrant, Amanda Palazzo, Ian Gray, Christina Ingersoll, Richard Robertson, Simla Tokgoz (2010): Food Security, Farming, and Climate Change to 2050: Scenarios, Results, Policy Options, IFPRI, International Food Policy Research Institute, Washington, D.C., U.S.A.,
<http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/Publications/books.htm>

Nicola, Stefan (2010): A solar revolution at the IEA. *European Energy Review*, 04.06.2010.
<http://www.europeanenergyreview.eu/index.php?id=2044>

Nitsch, Joachim (2007): Leitstudie 2007: Ausbaustrategie Erneuerbare Energien, Aktualisierung und Neubewertung bis zu den Jahren 2020 und 2030 mit Ausblick auf 2050, Untersuchung im Auftrag des BMU, Feb. 2007

OECD (2010): Sustainable Management of Water Resources in Agriculture, Recent Trends and Outlook for Water resources in Agriculture, Chapter 2, pp. 43-66, Paris, France

OECD-FAO (2008): Agricultural Outlook 2008 – 2017, Are high Prices here to stay ? Chapter 2, OECD-FAO, Paris und Rom

OECD-FAO (2010): Agricultural Outlook 2010-2019, Rome, Italy, http://www.agri-outlook.org/pages/0,2987,en_36774715_36775671_1_1_1_1_1,00.html OECD (2008): Biofuel Support Policies – An economic Assessment, Paris, France

Park, J.L., R.B. Holcomb, K.C. Raper, and O. Capps Jr. (1996): A demand system analysis of food commodities by US households segmented by income, *Amer. J. Agr. Econ.* 78, 2(1996): 290-300

Patrick (1977): Das Ende des Ölzeitalters, Essay, Bundeszentrale für politische Bildung

PetroStrategies (2011): <http://www.petrostrategies.org>

Pfuderer, Simone, Grant Davies, and Ian Mitchell (2010): The role of demand for biofuels in the agricultural commodity price spikes 2007/08, Annex 5, in DEFRA-report: The 2007/08 Agricultural Price Spikes: Causes and Policy Implications. <http://www.defra.gov.uk/foodfarm/food/pdf/ag-price-annex%205.pdf>

Pindyck, Robert S. and Julio J. Rotemberg (1990): The Excess Co-Movement of Commodity Prices, *Economic Journal*, Vol. 100, pp. 1173-1189

Preuß, Olaf (2006): Das Ende des Ölzeitalters, Bundeszentrale für Politische Bildung. Essay vom 25. April 2006. http://www.bpb.de/themen/QHVDZ4,0,0,Das_Ende_des_%D6lzeitalters.html

- Quack, I. und I. Rüdenauer (2004): Stoffstromanalyse relevanter Produktgruppen. Energie- und Stoffströme der privaten Haushalte in Deutschland im Jahre 2001, Öko-Institut, Freiburg
- Rabobank (2008a): Challenging Times in Processed Food - Dealing with Agricultural Commodity Price Inflation, Rabobank International Food & Agribusiness Research and Advisory
- Rabobank (2008b): North American Food & Agribusiness Outlook 2009, Rabobank International Food & Agribusiness Research and Advisory
- Rajagopal, Deepak and Zilberman, David (2007): Review of Environmental, Economic and Policy Aspects of Biofuels (September 1, 2007). World Bank Policy Research Working Paper No. 4341. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1012473>
- Rehrl, T. and R. Friedrich (2006): Modelling long-term oil price and extraction with a Hubbert approach: The LOPEX model, Energy Policy, vol. 34, pp. 2413-2428
- Remme, Uwe, Markus Blesl und Ulrich Fahl (2007): Global resources and energy trade: An overview for coal, natural gas, oil and uranium, MENGTECH-Projekt: Forschungsbericht (Band 101), 6th EU-Framework Programme: Research Project Nr. 20121, ISSN 0938-1228
- Remme, Uwe and Markus Blesl (2008): A global perspective to achieve a low-carbon society (LCS): scenario analysis with the ETSAP-TIAM model, Climate Policy, Vol. 8, 60-75
- Richter, Beate (2011). Statistischer Überblick über den Einsatz von Heizenergie im Unterglasanbau in Deutschland, Berlin.
http://www.energieportal-hortigate.de/download/Heizenergie_Unterglasanbau.pdf
- Robles, Miguel, Maximo Torero, and Joachim von Braun (2009): When speculation matters. IFPRI Issue Brief 57, Feb. 2009. <http://www.mediapart.fr/files/IFPRI-speculation.pdf>
- Rose, Peter (2007): Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen in verschiedenen gesellschaftlichen Bereichen – unter besonderer Berücksichtigung der Ernährung, Bachelorarbeit TUM München
- Rose, Frank S. (2010): Futures markets, portfolio diversification and food prices, Food outlook, June 2010, 52-57
- Röbisch, Karsten (2009): Dämm it ! Financial Times Deutschland,
<http://www.ftd.de/finanzen/immobilien/immobilien-daemm-it/50011440.html>, vom 17.09.09
- Roubini, Nouriel (2011): Gastkommentar im HB vom 25./26.03.2011
- Ruhm, Georg, Nazim Gurda, Wolfgang Bockelmann und Uwe Schmidt (2009): Die Auswirkungen von Heizölpreiserhöhungen auf Sächsische Gartenbaubetriebe. Teil II: Maßnahmen zur Energieeinsparung der Unterglasbetriebe. Berichte über Landwirtschaft, Bd. 87, 2/2009, S.246 - 265
- Sanders, D. R., S. H. Irwin, and R. P. Merrin (2009): A Speculative Bubble in Commodity Futures Prices? Cross-Sectional Evidence. Proceedings of the NCCC-134 Conference on Applied Commodity Price Analysis, Forecasting, and Market Risk Management, St. Louis, MO, USA.
<http://www.agecon.ksu.edu/tschroeder/AGEC805/Articles/Futures/Sandersetalsspeculativebubble.pdf>
- Sartori, I., A.G. Hestnes (2007): Energy use in the life cycle of conventional and low-energy buildings: a review article, Energy and Buildings 39 (2007), 249–257
- Schlich (2008): Erzeugung regionaler Lebensmittel nicht immer energiesparender als Import globaler Produkte, Mitteilung Justus-Liebig-Universität, Gießen vom 19.06.2008. http://www.interconnections.de/id_97644.html
- Schnepf, Randy (2004): Energy Use in Agriculture: Background and Issues, CRS Report for Congress, 19.11.2004, Order Code RL32677. http://assets.opencrs.com/rpts/RL32677_20041119.pdf
- Schnitkey, Gary and Anuj Gupta (2007): Impacts of Rising Crude Oil Prices on Corn and Soybean Production Costs, FEFO report 08-10, University of Illinois, USA.
http://www.farmdoc.illinois.edu/manage/newsletters/fefo08_10/fefo08_10.pdf
- Schnitkey, Gary, Darrel Good, and Paul Ellinger (2007): Crude oil price variability and its impact on break-even corn prices, FEFO report 07-11, University of Illinois, USA.
http://www.farmdoc.illinois.edu/manage/newsletters/fefo07_11/fefo07_11.pdf
- Schreijen, Sebastiaan (2008): Challenging times in processed food – dealing with agricultural commodity price inflation, FAR Report, Rabobank, NL
- Seale, James Jr., Anita Regmi, and Jason A. Bernstein (2003): International Evidence on Food Consumption Patterns, Technical Bulletin No. TB-1904, 70 pp, October 2003

- Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R. A., Fengxia Dong, Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D., and Tun-Hsiang Yu, (2008): Use of U.S. croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land-use change, *Science*, 319, 1238-1240
- Shoemaker, Robbin, David McGranahan and William McBride (2006): Agriculture and rural Communities are resilient to high energy costs, <http://www.ers.usda.gov/AmberWaves/April06/pdf/EnergyFeatureApril06.pdf>
- Sidwell, Brady (2008): The boom beyond commodities – The new era shaping global food and agribusiness, FAR Report, Rabobank, NL
- Sinabell, Franz (2008): Zur Entwicklung der Preise von Inputs und Outputs der Landwirtschaft, WIFO Monatsberichte, 9/2008, 707-714.
[http://www.wifo.ac.at/www/downloadController/displayDbDoc.htm?item=MB_2008_09_06_INFLATION_AGRARPREISE\\$.PDF](http://www.wifo.ac.at/www/downloadController/displayDbDoc.htm?item=MB_2008_09_06_INFLATION_AGRARPREISE$.PDF)
- Sinn, Hans-Werner (2009): Kurzarbeit auf den Bohrinseln, HB Nr. 101, S.7, 28.05.2009 und 20.07.2009.
<http://www.handelsblatt.com/meinung/gastbeitraege/kurzarbeit-im-umweltministerium;2434256>
- Smeets, Edward, André Faaij, and Iris Lewandowski (2004): A quickscan of global bio-energy potentials to 2050 - An analysis of the regional availability of biomass resources for export in relation to the underlying factors, Report NWS-E-2004-109, ISBN 90-393-3909-0, March 2004.
<http://www.bioenergytrade.org/downloads/smeetsglobalquickscan2050.pdf>
- Small, K. A. and K. van Dender (2007): Fuel Efficiency and Motor Vehicle Travel: The declining Rebound Effect, *The Energy Journal* 28(1), 25-51.
http://nordhaus.econ.yale.edu/documents/small_dender_rebound.pdf
- Smeets, Edward M.W., André P.C. Faaij, Iris M. Lewandowski and Wim C. Turkenburg (2006): A bottom-up assessment and review of global bio-energy potentials to 2050. *Progress in Energy and Combustion Science*, Volume 33, Issue 1, February 2007, 56-106.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360128506000359>
- Jahrbuch für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: verschiedene Jahrgänge
- Steenblik, R. (2007): Biofuels - at What Cost? Government support for ethanol and biodiesel in selected OECD countries. A synthesis of reports addressing subsidies for biofuels in Australia, Canada, the EU, Switzerland and the United States. The Global Subsidies Initiative of the International Institute for Sustainable Development, Genf, Schweiz, September 2007. http://www.globalsubsidies.org/files/assets/Brochure_-_US_Update.pdf
- Stookey, Hunt (2009): Ethanol's outlook sound in long term, *World grain*, April 2009, S48-52
- Storbeck, Olaf (2009): Vergessen Sie alle Prognosen zum Ölpreis, HB vom 11.05.2009
- Sourell, Heinz (2010a): Persönliche Mitteilungen, JKI, Braunschweig
- Sourell, Heinz (2010b): Die Kosten der Bewässerung -im Umfeld steigender Agrar- und Energiepreise.
<http://media.manila.at/oekl/gems/Koll08ReferatSourell.pdf>
- Taylor, Corinna (2000): Ökologische Bewertung von Ernährungsweisen anhand ausgewählter Indikatoren, Diss. Gießen
- Ter-Minassian, Teresa, Mark Allen, and Simon Johnson (2008): Food and Fuel Prices – Recent Developments, Macroeconomic Impact, and Policy Responses. IMF, Washington
- Tokgoz, Simla and Amani Elobeid (2006): An Analysis of the Link between Ethanol, Energy, and Crop Markets, Working Paper 06-WP 435, Center for Agricultural and Rural Development (CARD), Iowa State University. www.card.iastate.edu
- Tokgoz, Simla, Amani Elobeid, Jacinto Fabiosa, Dermot J. Hayes, Bruce A. Babcock, Tun-Hsiang (Edward) Yu, Fengxia Dong, and Chad E. Hart (2008): Bottlenecks, Drought, and Oil Price Spikes: Impact on U.S. Ethanol and Agricultural Sectors, *Review of Agricultural Economics*, Volume 30, Number 4, Pages 604–622
- Tokgoz, Simla (2009): The Impact of Energy Markets on the EU Agricultural Sector. Working Paper 09-WP 485, Center for Agricultural and Rural Development (CARD), Iowa State University. www.card.iastate.edu
- Triebe, Benjamin (2010): Das Märchen vom bösen Weizen-Zocker. Der spekulative Handel mit Agrar-Futures ist nicht verantwortlich für den Welthunger, *NZZ* vom 16.10.2010, S.9,
http://www.nzz.ch/nachrichten/wirtschaft/aktuell/das_maerchen_vom_boesen_weizen-zocker_1.8017534.html#
- Trostle, Ronald (2008): Global Agricultural Supply and Demand: Factors contributing to the recent increase in food commodity prices, USDA, WRS-0801, May 2008.
<http://www.ers.usda.gov/Publications/WRS0801/WRS0801.pdf>

(einschließlich weiterführender Literatur)

Turner, Adair, Jon Farrimond and Jonathan Hill (2011): The oil trading markets, 2003-2010: Analysis of market behaviour and possible policy responses, Oxford University WPM 42, April 2011.
<http://www.oxfordenergy.org/pdfs/WPM42.pdf>

Tyner, Wallace E., Frank Dooley, Chris Hurt, and Justin Quear (2007): Ethanol pricing issues for 2008, Purdue University, USA. www.agecon.purdue.edu/papers/biofuels/ethanol_pricing_issues_%202008.pdf

Tyner, Wallace E. (2007): U.S. Ethanol Policy - Possibilities for the Future, bioenergy, WP ID – 342 W, Purdue, USA. <http://www.extension.purdue.edu/extmedia/ID/ID-342-W.pdf>

Uhlenbrock, Stefan (2011): Der Markt steht vor der Wende, DLG-Mitteilungen, Heft 2/2011, 63-65

UN (2009): World Population Prospects: The 2008 Revision. <http://esa.un.org/unpd/wpp2008/index.htm>

UN (2011): World Population Prospects: The 2010 Revision, Pressemitteilung und Datenbank der United Nations, department of Economic and Social Affairs, Population Division, Population Estimates and Projections Section.

http://esa.un.org/unpd/wpp/Other-Information/Press_Release_WPP2010.pdf und

http://esa.un.org/unpd/wpp/unpp/panel_population.htm

UNCTAD (2007): World Investment Report, Genf, United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). <http://www.unctad-docs.org/files/UNCTAD-WIR2011-Full-en.pdf>, <http://www.unctad-docs.org/files/UNCTAD-WIR2011-Full-en.pdf>

UNEP (2010): Assessing the Environmental Impacts of Consumption and Production: Priority Products and Materials, A Report of the Working Group on the Environmental Impacts of Products and Materials to the International Panel for Sustainable Resource Management. Hertwich, E., van der Voet, E., Suh, S., Tukker, A., Huijbregts M., Kazmierczyk, P., Lenzen, M., McNeely, J., Moriguchi, Y.

http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DITx1262xPA-PriorityProductsAndMaterials_Report.pdf

USDA ERS (2009): DATA SETS: Price Spreads from Farm to Consumer: Components of the Marketing Bill. <http://www.ers.usda.gov/Data/FarmToConsumer/Data/componentstable.htm>

USDA ERS (2011): Commodity Costs and Returns: Data 2008 – 2009.

<http://www.ers.usda.gov/Data/CostsAndReturns/TestPick.htm#recent>

USDA ERS (2011a): International Food Consumption Patterns.

<http://www.ers.usda.gov/data/InternationalFoodDemand/>

USDA ERS (2011b): Commodity and Food Elasticities: Demand Elasticities from Literature.

<http://www.ers.usda.gov/Data/Elasticities/query.aspx>

USDA NASS (1999a): 1998 Farm and Ranch Irrigation Survey. 1997 Census of Agriculture.

http://www.agcensus.usda.gov/Publications/1997/Vol_1_Chapter_1_U._S._National_Level_Data/index.asp

USDA NASS (1999b): Energy expenses for on-farm pumping of irrigation water by type of energy: 1998 and 1994, Table 17, Farm and Ranch Irrigation Survey. 1997 Census of Agriculture.

<http://www.census.gov/prod/1/agr/92fris/table17.pdf>

USDA NASS (2004): Census data, nach CRS-Report (Report for Congress) by Randy Schnepf: Energy use in agriculture: Background and Issues, Order Code RL32677, 19.112004

USDA NASS (2008): 2007 Census of Agriculture, Farm and Ranch Irrigation Survey (FRIS).

http://www.agcensus.usda.gov/Publications/2007/Online_Highlights/Farm_and_Ranch_Irrigation_Survey/index.asp

USDA NASS (2010): 2007 Census of Agriculture, update July 2010, Farm and Ranch Irrigation Survey (FRIS), 2008), Volume 3, Special Studies, Part 1, AC-07-SS-1.

http://www.agcensus.usda.gov/Publications/2007/Online_Highlights/Farm_and_Ranch_Irrigation_Survey/index.asp

Verbraucherzentrale Bundesverband (2010): Energie- und Klimapolitik mit Augenmaß. Stellungnahme des Verbraucherzentrale Bundesverbandes zum Energiekonzept der Bundesregierung, 27.09.2010.

http://www.vzbv.de/mediapics/energiekonzept_bundesregierung_stellungnahme_27_09_2010.pdf

Von Haselberg, Christiane (2003): Getreidetrocknung umweltfreundlicher gestalten - energiesparendes Verfahren ist Forschungsziel, Pressemitteilung vom 21.07.2003 des Instituts für Agrartechnik Bornim.

http://www.atb-potsdam.de/Hauptseite-deutsch/ATB-aktuell/Presse/P-Archiv-aktuell/5_2003_Getreidetrocknung.pdf

- Von Hirschhausen, Christian, Franziska Holz, Daniel Huppmann und Claudia Kempfert (2009): Weltölmärkte: Angebotsmacht der OPEC ungebrochen, Nr. 23/2009, 76. Jahrgang, 03.06. 2009, DIW-Wochenbericht. http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.98929.de/09-23-1.pdf
- van der Werf, H.M.G., Petit, J. and Sanders, J. (2005) The Environmental Impacts of the Production of Concentrated Feed: the Case of Pig Feed in Bretagne, *Agricultural Systems*, 83, (2), 153-177
- Vavra, Pavel and Barry K. Goodwin (2005): Analysis of Price transmission along the food chain, OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers, No. 3. <http://www.oecd.org/dataoecd/36/55/40459642.pdf>
- von Koerber, Karl und Jürgen Kretschmer (2000): Zukunftsfähige Ernährung – Gesundheits-, Umwelt-, Wirtschafts- und Sozialverträglichkeit im Lebensmittelbereich, *ERNO* 1 (1), 39-46
- von Koerber, Karl, und Jürgen Kretschmer (2007): Klimafreundlich essen: weniger Fleisch, bio, regional und frisch, *Ökologie und Landbau*, 143, 3/2007, 20-22
- WEO (2009): World Energy Outlook 2009, IEA
- Wiegmann, Kirsten, Ulrike Eberle, Uwe R. Fritsche und Katja Hünecke (2005): Diskussionspapier Nr. 7: Umweltauswirkungen von Ernährung – Stoffstromanalysen und Szenarien. Öko-Institut Freiburg. BMBF-Forschungsprojekt „Ernährungswende“, Darmstadt/Hamburg
- Williams, A.G., E. Audsley, and D.L. Sandars (2006) Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities, Final report to Defra on project IS0205, Bedford: Cranfield University and Defra, London, UK. www.silsoe.cranfield.ac.uk and www.defra.gov.uk
- Wohlgenant, Michael K. (2001): Marketing Margins: Empirical Analysis, in Bruce Gardner and Gordon Rausser, ed. *Handbook of Agricultural Economics*, Volume 1, Amsterdam: Elsevier Science B.V., Kapitel 16, 934-970
- World Bank (2007): Agriculture for Development, World Bank, Washington, D.C., USA
- World Bank (2008): Rising Food and Fuel Prices: Addressing the Risk to Human Capital, World Bank, Washington, D.C., USA
- World Bank (2009a): Updates Global Economic Forecasts, World Bank, Washington, D.C., USA
- World Bank (2009b): Global economic Prospects 2009 – Commodities at the crossroad, , World Bank, Washington, D.C., USA
- World Bank (2009c): Awakening Africa's Sleeping Giant: Prospects for Commercial Agriculture in the Guinea Savannah Zone and Beyond, published by FAO and World Bank, Washington, D.C., USA
- World Bank (2011): pink sheets (database), <http://econ.worldbank.org>
- Wurzel, Eckhard, Luke Willard, and Patrice Ollivaud (2009): Recent Oil Price Movements - Forces and Policy Issues. OECD Economics Department Working Papers No. 737, ECO/WKP(2009)78 (unclassified), [http://www.oilis.oecd.org/olis/2009doc.nsf/LinkTo/NT000088AA/\\$FILE/JT03275799.PDF](http://www.oilis.oecd.org/olis/2009doc.nsf/LinkTo/NT000088AA/$FILE/JT03275799.PDF)
- Yang, Jian, R.Brian Balyeat and David J. Leatham (2005): Futures trading activity and commodity cash price volatility, *Journal of Business Finance & Accounting*, 32(1) & (2), 297-323. <http://agecon2.tamu.edu/people/faculty/leatham-david/papers/2005futurestrading.pdf>
- Yule, G.U. (1926): Why do we sometimes get nonsense correlation between time series?, *J. Royal Stat. Soc.*, 89, 1-69, 1926
- Zeddies, Jürgen (2006): Rohstoffverfügbarkeit für die Produktion von Biokraftstoffen, *Sugar Industry / Zuckerindustrie* 131, No.4, 793-797
- Zeddies, Jürgen (2008): Kosten und Verfügbarkeit von Biomassen, BtL-Kongress Berlin, 15.10.2008. http://www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/allgemein/pdf/veranstaltungen/BtL_Berlin_2008/1_Zeddies.pdf

11 Anhang

Box 1: Unsicherheiten bei Ölpreisprognosen

Bei Notierungen von knapp 150 US-\$ je Barrel Mitte 2008 schienen Preissteigerungen bis 2015 von 300 US-\$ als durchaus denkbar, unter den aktuellen Verhältnissen (Juli. 2009) bei Preisen um 60 US-\$ jedoch eher in weiter Ferne.

Zumindest kurz- und mittelfristig hält die Deutsche Bank für 2009 sogar einen weiteren Rückgang um ein Drittel auf 30 US-\$ für wahrscheinlich. Für das Gesamtjahr rechnen sie mit einem Durchschnittspreis von 47 US-\$ wegen der rückläufigen globalen Rohölnachfrage von 1% aufgrund der erwarteten wirtschaftlichen Rezession (Quelle: <http://www.guardian.co.uk/business/2008/dec/28/oil/print>). Die OPEC Staaten sprechen bereits von einem Rückgang der Ölfördermengen bzw. Nachfrage für 2009 in der Größenordnung von 1,8 % (HB, 15.07.2009(c)).

EIA (Energy Administration Information) erwartet einen Preis von 54 US-\$ für 2009 (<http://www.eia.doe.gov/steo>). Die Citigroup rechnet in ihren Prognosen mit durchschnittlich 65 US-\$ per Barrel für 2009. Barclays Capital prognostiziert 76 US-\$, obgleich sie es für wahrscheinlicher halten, dass der Preis unter diesen Wert fällt, als dass er darüber liegt. Auf gleicher Höhe mit ihren Schätzungen für 2009 und 2010 liegt die World Bank mit 75 US-\$ bzw. 76 US-\$ (WEO, 2009) und damit unterhalb der Schätzungen von Dresdner Kleinwort mit 84,50 US-\$.

Von einem nahezu konstanten Preis in der nächsten beiden Jahren von real 45 US-\$ ging das Institut für Weltwirtschaft in ihren Herbstprognosen 2008 aus und korrigierten diese Prognose im Februargutachten bereits nach unten auf 40 US-\$ (Boysen-Hogrefe et al., 2008 und 2009). Mit beiden Prognosen befinden sich die Autoren am unteren Ende der Preisprognosen.

Die Futuremärkte vermitteln nach Meinung des IMF den Eindruck, dass die Ölpreise sich innerhalb der nächsten fünf Jahre graduell wieder nach unten orientieren, mit einem hohen Grad an Unsicherheit (Ter-Minassian et al., 2008).

Längerfristige Modellanalysen der IEA (International Energy Agency) von 2008 für die Periode 2008-2015 rechnen mit vergleichsweise konstanten Preisen auf einem Niveau von 100 US-\$. Die Organisation korrigiert damit ihre Erwartungen aus dem Vorjahr, die im worst case szenario für 2030 bei 87 US-\$ und im Referenzszenario bei 60 US-\$ (2015) bzw. 62 US-\$ (2030) lagen, deutlich nach oben. Getragen wird die Anhebung mit einem anhaltend hohen erwarteten globalen Wirtschaftswachstum von 3,3 % und einer steigenden Primärenergienachfrage von 1,6 %. Für 2030 wird auf Realpreisbasis ein Preis von 120 US-\$ und nominal von 206 US-\$ prognostiziert (IEA, 2008). Durch die Finanzkrise bedingt hat die IEA im Juni 2009 ihre Prognose erneut korrigiert und erwartet einen Preis von 72,40 US-\$ bis 2014. Der globale Verbrauch steigt danach im best case Szenario um 0,6 % jährlich, im worst case Szenario sinkt er jährlich um 0,2 % (HB, 30.06.2009(b)).

Modellanalysen der Weltbank mit dem ENVISAGE Modell schätzen in den Szenarien eine Preispanne von 38 bis 122 US \$ für 2030 (World Bank, 2009).

Blesl et al. (2009) kombinieren in ihren neuesten Untersuchungen ein Ölmarkt- (Rehrl and Friedrich, 2006) mit einem globalen Energiemarktmodell (Remme and Blesl, 2008) und erwarten unter dem Standardszenario bis 2030 einen Preis von 150 US-\$ als oberes Limit. Wird technischer Fortschritt und eine effiziente CO₂-Handelspolitik einschließlich einer CO₂-Reduktion auf das Niveau von 2005 und die Entwicklung biogener Alternativenenergien unterstellt, so sind auch Preise von 115 in 2030 und 40-60 US-\$ für 2050 erreichbar.

Am oberen Ende mit ihren Prognosen liegt die EIA (2009). Drei Szenarien werden untersucht. Im Hochpreisszenario wird mit einem Realpreisanstieg bis 2015 auf 150 US-\$ und für 2030 auf 200 US-\$ gerechnet (EIA, 2009, <http://www.eia.doe.gov>).

Unter den gleichen globalen Rahmenbedingungen rechnet die OECD/FAO in ihren 2017 Projektionen vom Sept. 2008 mit einem kontinuierlichen Anstieg der Ölpreise auf 104 US-\$ für 2017 und 90 US-\$ für 2009 (OECD-FAO Agricultural Outlook 2008-2017, 2008). In ihren Simulationen zum Biokraftstoffmarkt von 2008 werden zumindest 130 US-\$ für 2017 für möglich gehalten. Die geringe Halbwertszeit von Rohölpreisprognosen wird an den Prognosen von 2005 deutlich. In ihren Prognosen von 2005 bis 2014 wird nach einem Anstieg des Ölpreises für 2005 ein Preis von 46 US-\$ und für das Ende des Betrachtungszeitraumes 2014 ein Preis von nur noch 34 US-\$ unterstellt (OECD, 2005), OECD Agricultural Outlook 2005-2014, OECD, Paris). In dem neueste Ausblick auf die Agrarmärkte vom Juni 2009 legt die OECD-FAO für ihre Abschätzungen einen Preis von 70 US-\$ bis 2018 zu Grunde, 60% oberhalb des Durchschnittspreises von 1997-2006 (OECD-FAO, 2009).

USDA Projektionen erwarten nach einem Preishoch für 2013 einen leichten Rückgang der Preise auf etwas über \$ 85 für 2017 auf Nominalpreinsniveau. Real erwarten sie nahezu konstante Preise.

Die World Bank sagt voraus, dass der Preis für Rohöl zumindest noch für einige Jahre oberhalb des Niveau der 90er Jahre verharren wird, bevor er wieder dem Langfristtrend nahezu konstanter Realpreise folgen wird (World Bank, 2009).

Ogleich Storbeck (2009) die Bedeutung von Ölpreisprognosen betont, da „Rohöl mit Sicherheit der mit Abstand wichtigste Einzelpreis der Welt ist“, schließt er aus dem Artikeln von Hamilton (2008), dass eine seriöse Ölpreisprognose nicht gemacht werden kann. Hamilton schätzt aufgrund der historischen Preisbewegungen Anfang 2008 den Ölpreis für 2009. Danach liegt der Preis zwischen 62 und 212 US-\$ bei 95%iger Wahrscheinlichkeit (random walk Methode). Bei einer Prognose über vier Jahre für 2012 liegen die Konfidenzintervallsgrenzen bei 34 und 391 US-\$.

Oligopolistische Strukturen auf der Angebotsseite machen eine solide Preisprognose nahezu unmöglich (von Hirschhausen et al., 2009, Hamilton, 2008, Heilmann, 2009, Horn, 2004, Sinn, 2009). Budgetäre Erwägungen und länderespezifische Gewinnoptimierungsstrategien

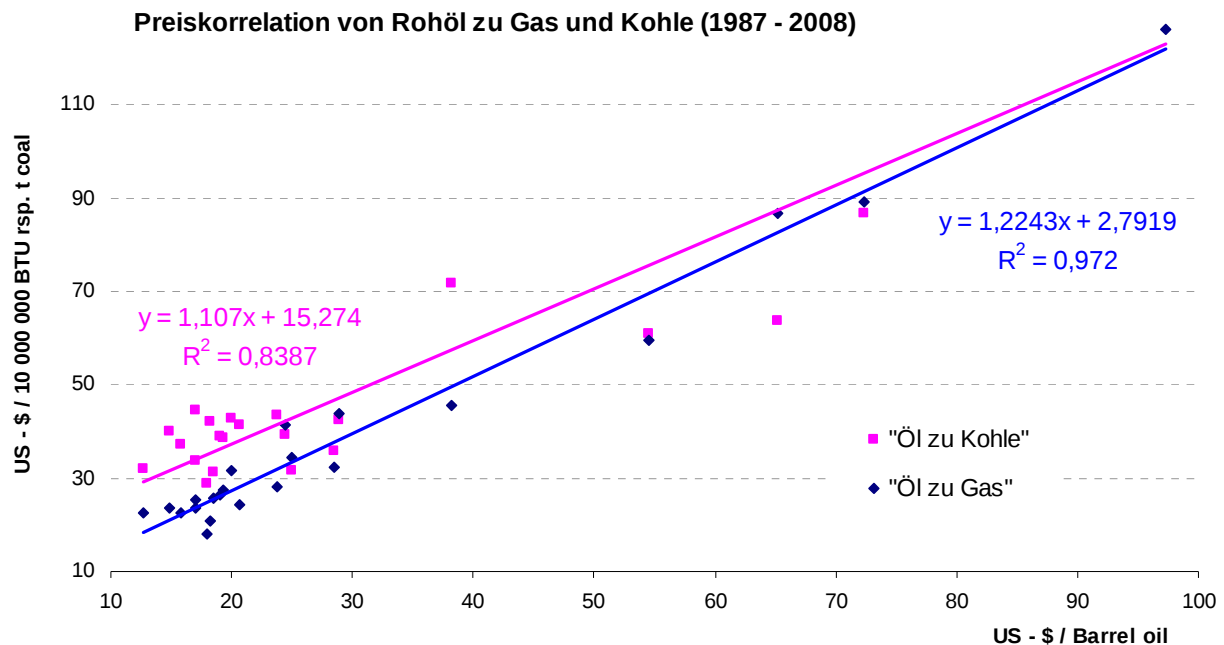
fürten bei den wichtigen OPEC-Förderländer bereits in der Vergangenheit zu einem inversen Marktverhalten. Ein oft verwendeter und geradliniger (Modell-)Ansatz, dass alle Produzenten danach trachten, ihre Gewinne kurzfristig zu maximieren, war nicht Ziel führend. Die beobachteten Öl- und Energiepreisentwicklungen waren damit nicht zu erklären. Statt bei hohen Ölpreisen die Produktion auszuweiten, fahren manche Staaten ihre Fördermengen bei hohen Preisen eher zurück. Dass die OPEC jedoch weder ein funktionierende oligopolistische Kartellsstrategie etablieren konnte noch eine freier Wettbewerb zwischen den Förderländern besteht, zeigt die Tatsache, dass unter perfekten Wettbewerbsbedingungen der Preis nur etwa auf der Hälfte des aktuellen Preises liegen dürfte, aber dass unter oligopolistischen Marktbedingungen der erzielbare Preis um das drei- bis vierfache über dem aktuellen Preis liegen müsste (von Hirschhausen et al., 2009).

Die unterschiedlichen Einschätzungen zur Versorgungslage mit Öl sorgen für große Unsicherheiten am Markt. Nicht zuletzt deshalb, da eine unvollständige Informationsweitergabe ein Teil der Geschäftspolitik vieler Förderländer darstellt. Während die World Bank (2009) und Blesl et al. (2009) von einer problemlosen langfristigen Versorgung sprechen, warnt die IEA (2008) vor Versorgungsengpässen. Es herrscht jedoch Einigkeit darüber, dass speziell der Übergang der Schwellenländer zum Lebensstandard der Industrieländer zunächst eine enorme Nachfrage nach Energie hervorrufen wird, und es erst danach zu einer Entspannung kommen kann. Dies und die Tatsache, dass die Erschließung neuer Quellen sich kaum kostengünstiger als heute gestalten wird, spricht für weiter steigende Energiepreise auf mittlere Sicht (Hamilton, 2008). Eine eingehendere Analyse und Bewertung von Rohölpreisprognosen würde den Rahmen dieses Papers jedoch bei weitem sprengen.

Nach Hamilton (2008) können nur drei Trendaussagen gemacht werden: Erstens sinkt die Nachfrage nach Öl kaum, wenn die Preise steigen. Zweitens steigt im Zuge der Industrialisierung Chinas, Indiens und anderer Länder der weltweite Bedarf an Rohöl. Drittens wird es immer schwerer, die Fördermengen zu erhöhen. Hamilton zieht daraus den Schluss, dass die Preise künftig eher steigen als fallen.

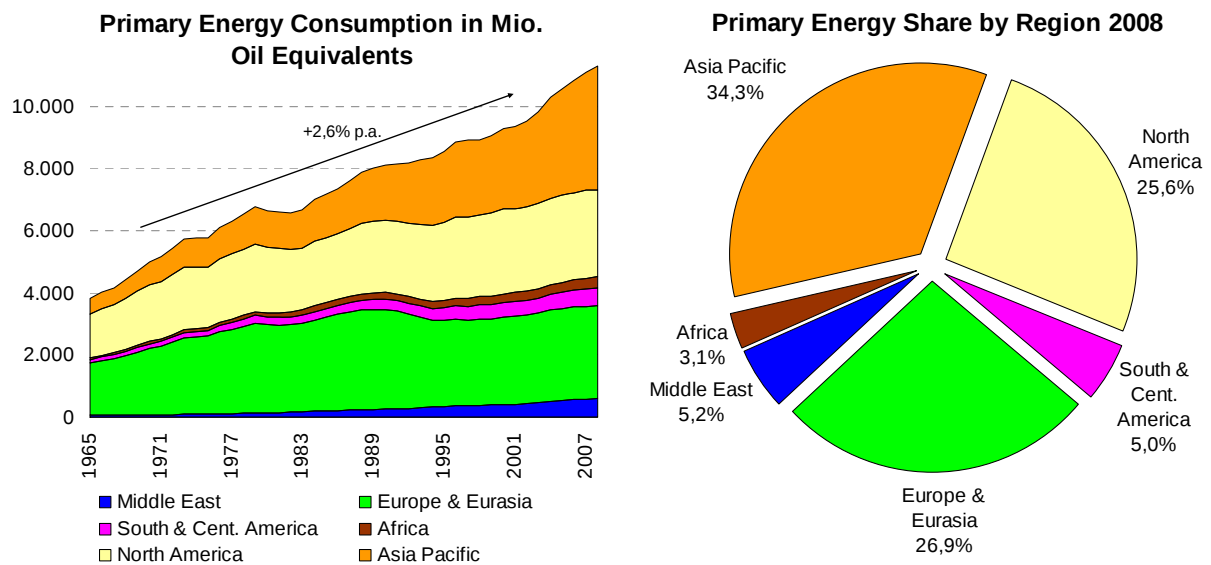
Ergänzende Abbildungen

Abb. 44: Korrelation zwischen den Energiepreisen von Erdöl und Gas und Kohle

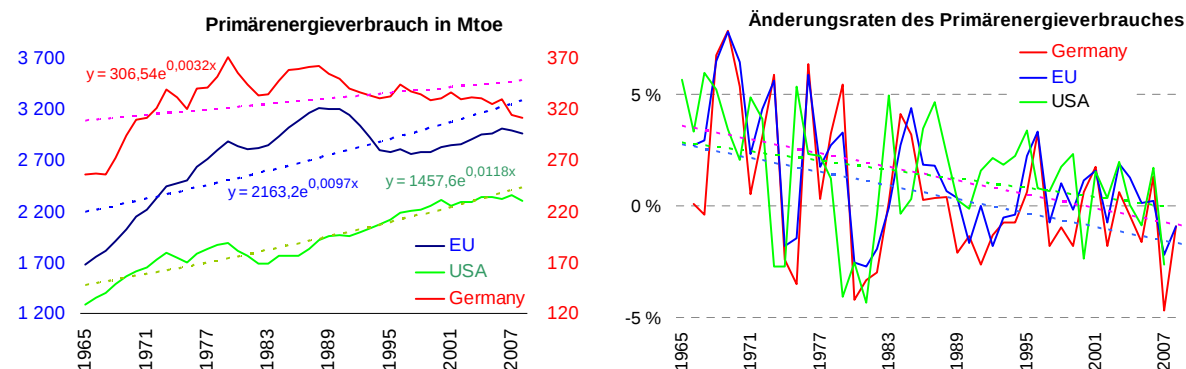


Quelle: BP report, 2009, eigene Berechnung und Darstellung

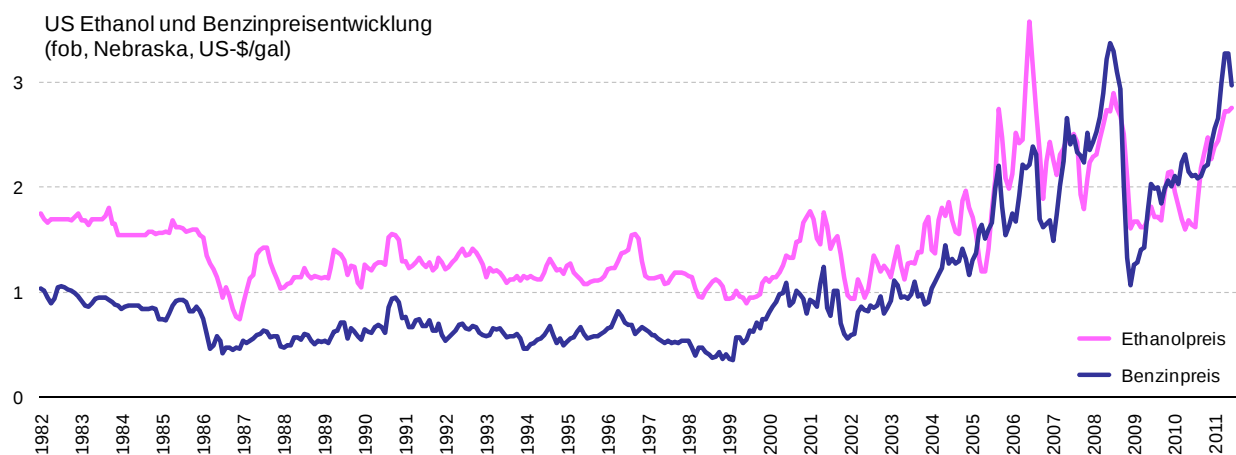
Abb. 45: Primärenergieverbrauch nach Regionen, 1965 - 2008



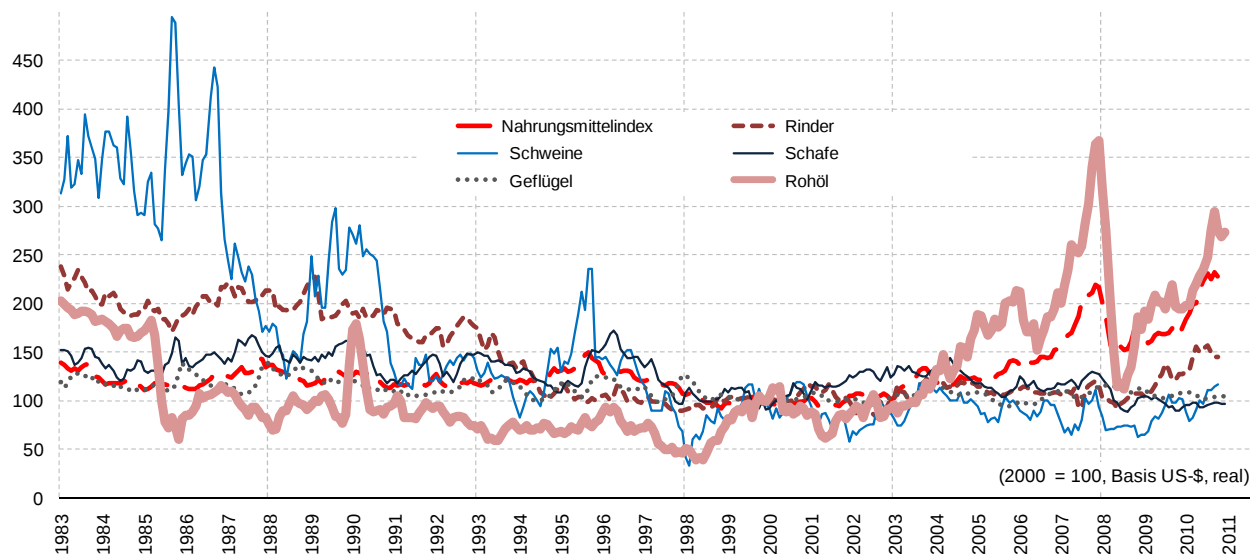
Quelle: BP Report, 2009, eigene Darstellung

Abb. 46: Primär- und Endenergieverbrauch in Deutschland, der EU und der USA

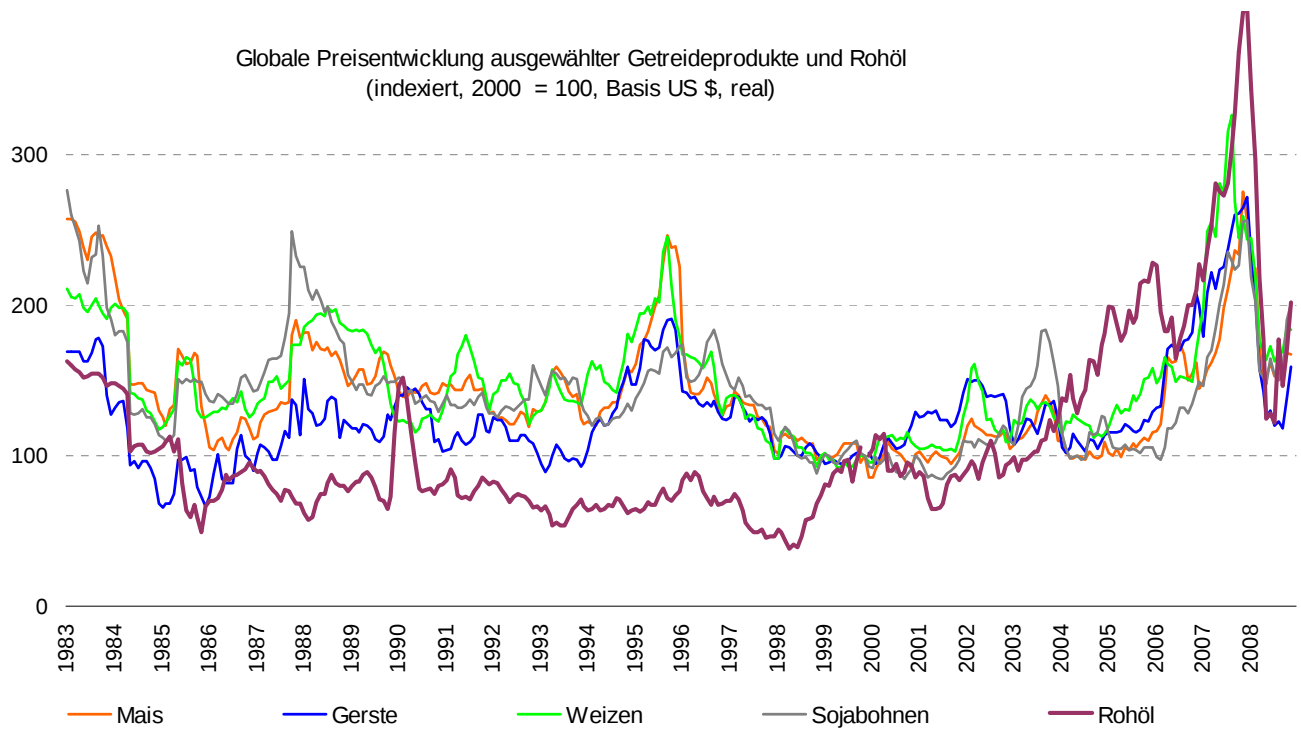
Quelle: BP, 2009

Abb. 47: Monatliche Preisentwicklung von Ethanol und Benzin, 1982-2009

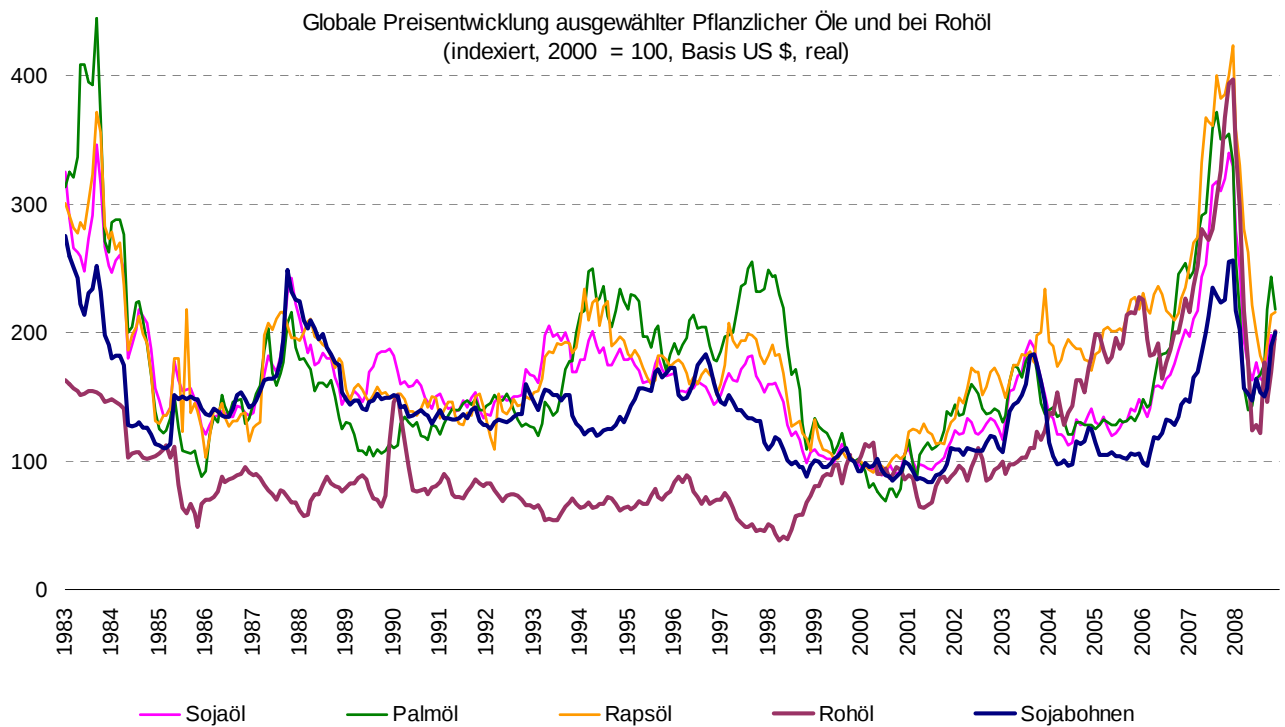
Quelle: Nebraska Ethanol Board, Lincoln, NE. Nebraska Energy Office, Lincoln, NE

Abb. 48: Preisentwicklung Fleisch und Rohöl

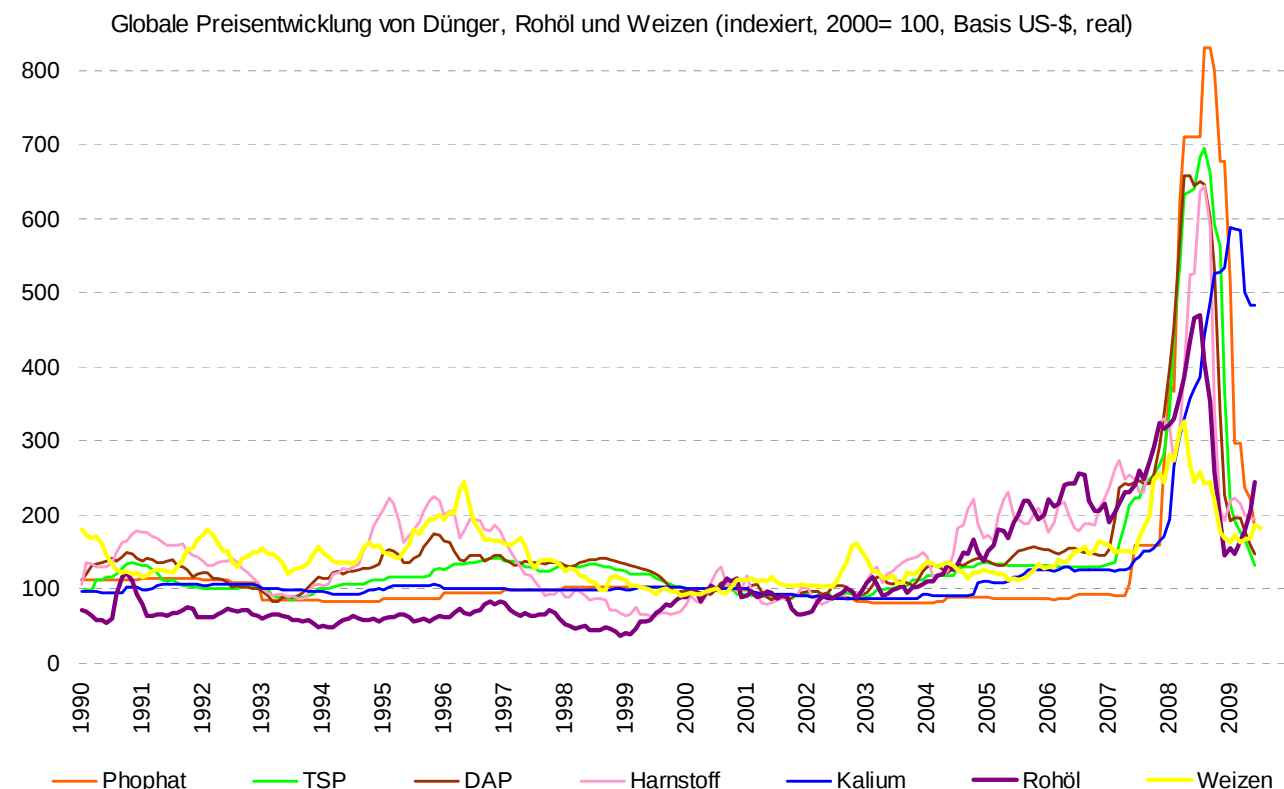
Quelle: IMF, 2011; World Bank (pink sheets), 2011, eigene Berechnungen und Darstellung

Abb. 49: Preisentwicklung bei Getreide 1983-2009

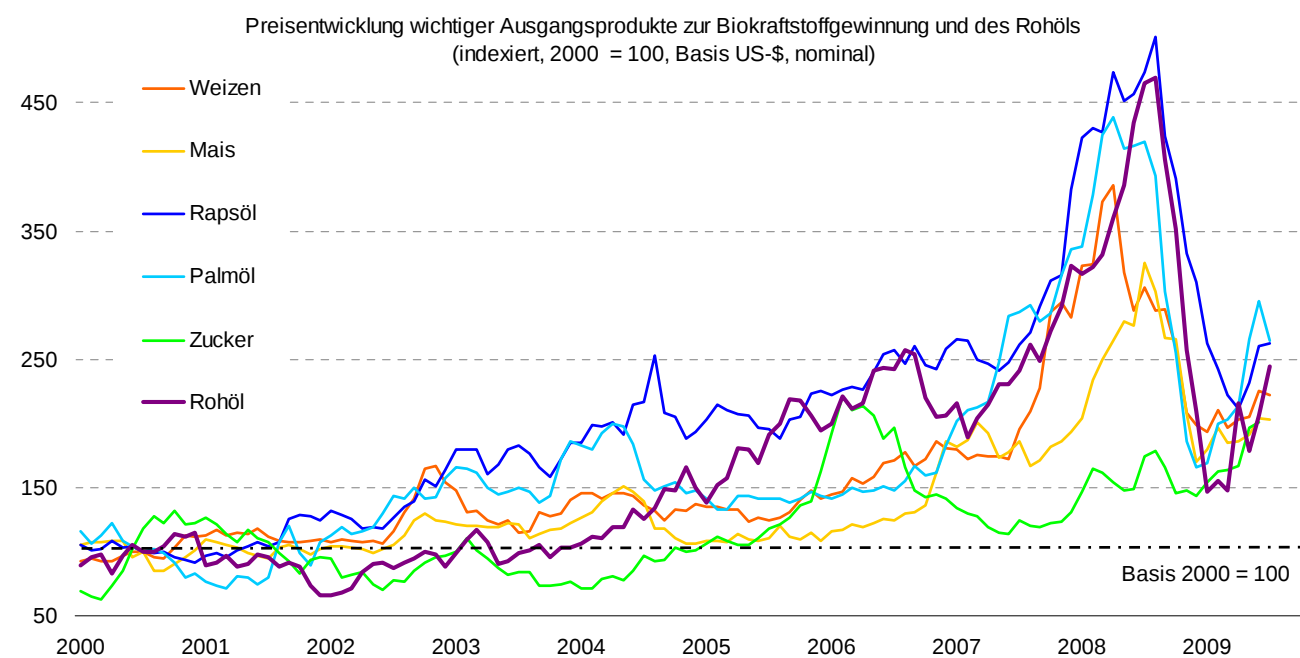
Quelle: IMF, 2010; World Bank (pink sheets), 2010, eigene Berechnungen und Darstellung

Abb. 50: Preisentwicklung bei den Pflanzlichen Ölen

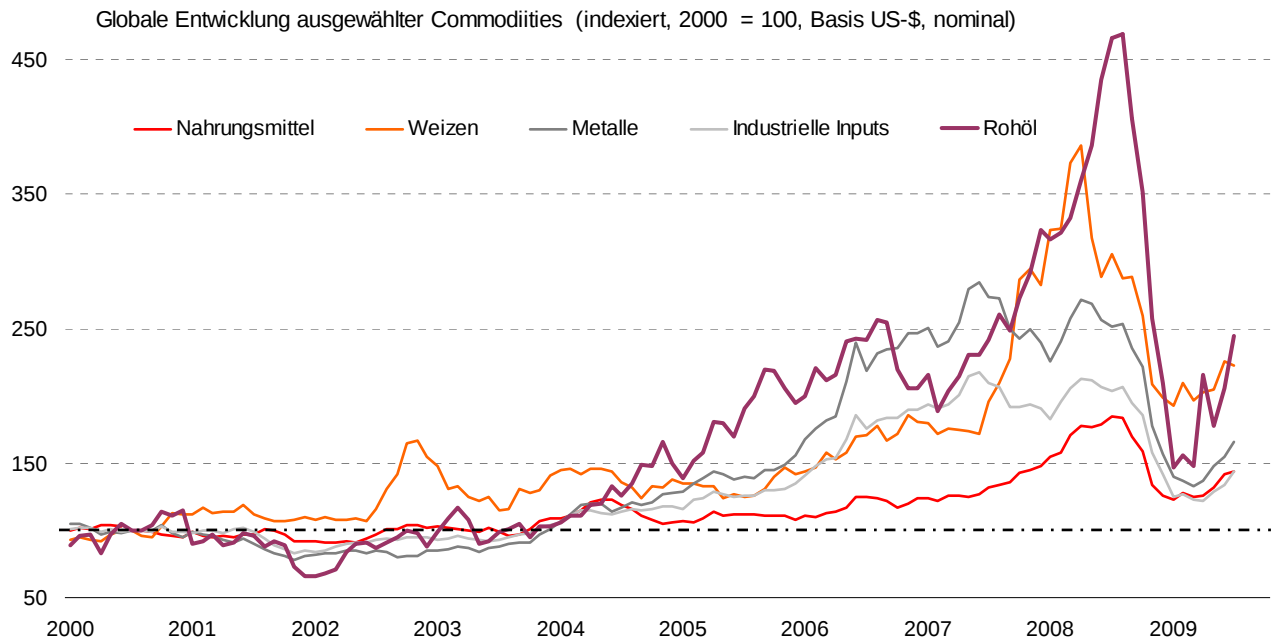
Quelle: IMF, 2010; World Bank (pink sheets), 2010, eigene Berechnungen und Darstellung

Abb. 51: Preisentwicklung bei Düngemitteln, Rohöl und Weizen

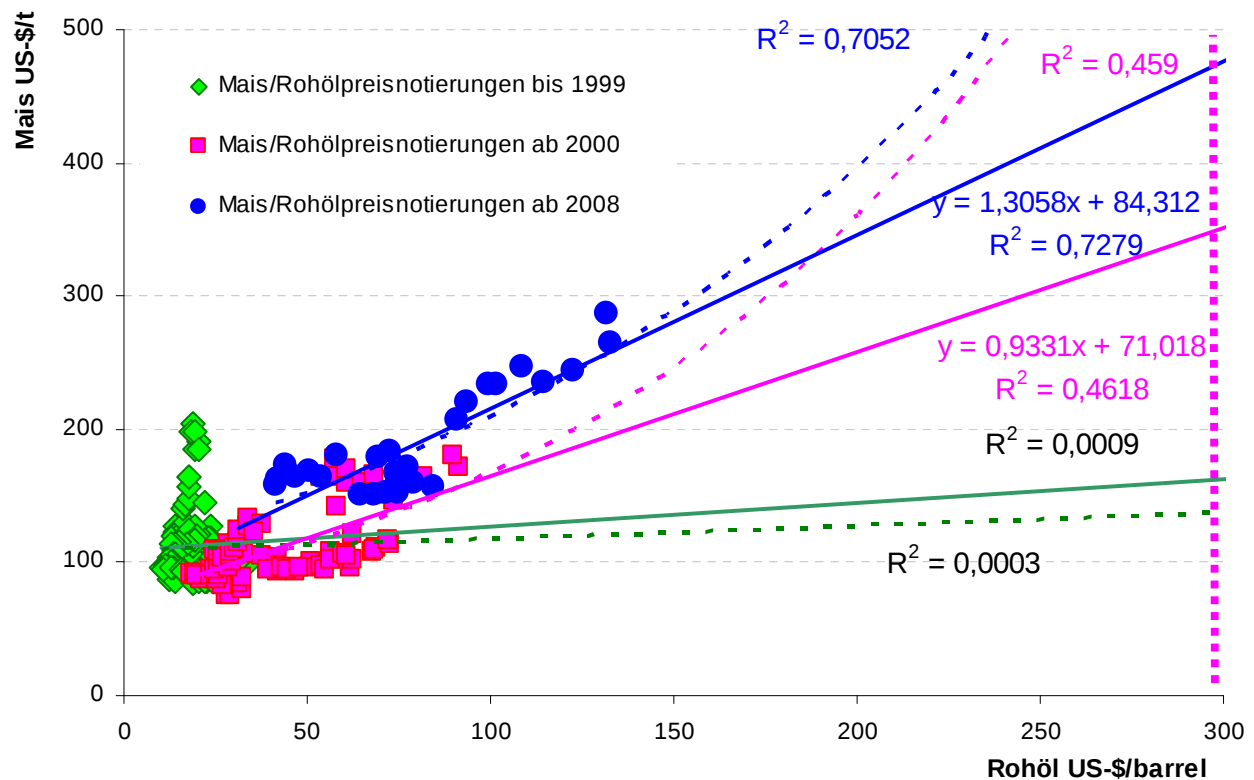
Quelle: IMF, 2010; World Bank (pink sheets), 2010, eigene Berechnungen und Darstellung

Abb. 52: Preisentwicklung wichtiger Ausgangsprodukte zur Biokraftstoffgewinnung und des Rohöls

Quelle: IMF, 2010; World Bank (pink sheets), 2010, eigene Berechnungen und Darstellung

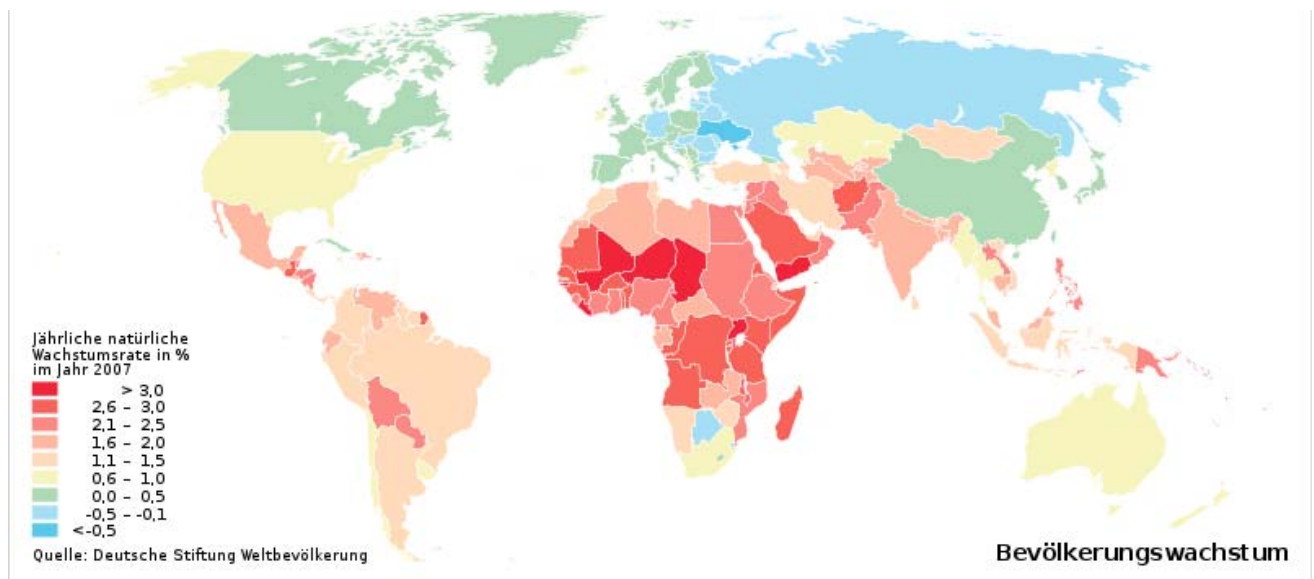
Abb. 53: Entwicklung ausgewählter Industrie- und Nahrungsmittelindizes 2000 - 2009

Quelle: IMF, 2010; World Bank (pink sheets), 2010, eigene Berechnungen und Darstellung

Abb. 54: Schätzungen zur Beziehung zwischen dem US-Maispreis und Rohölpreis im Zeitablauf

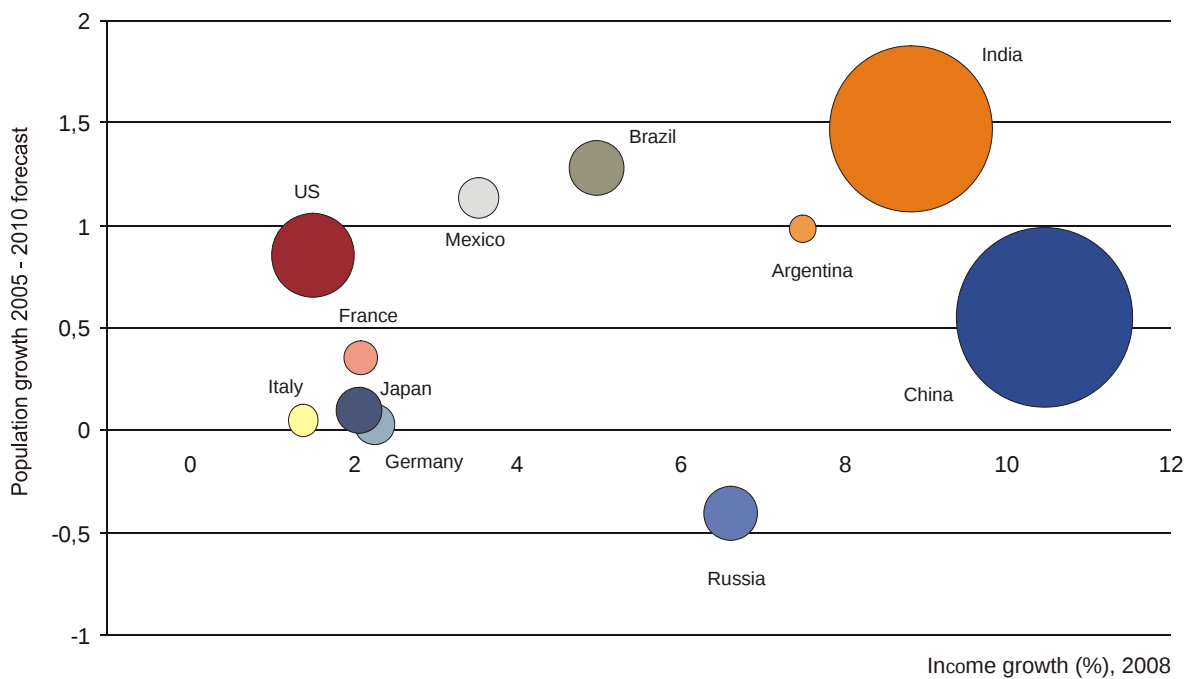
Quelle: IMF, 2010; World Bank (pink sheets), 2010, eigene Berechnungen und Darstellung

Abb. 55: Bevölkerungswachstum 2007



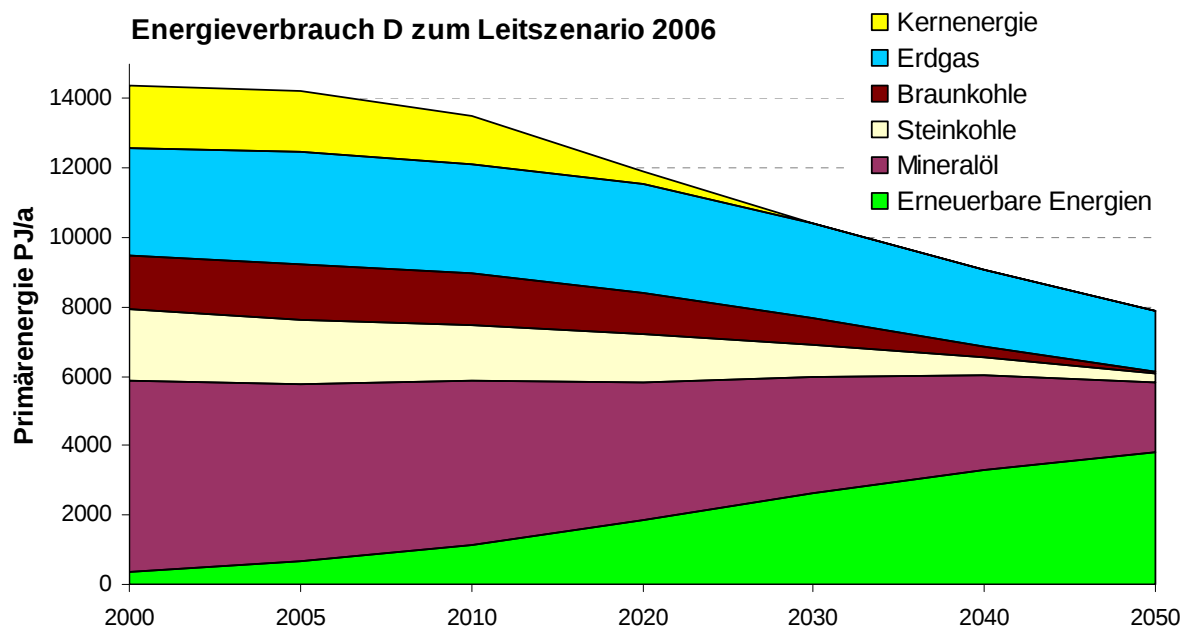
Quelle: Deutsche Stiftung Weltbevölkerung

Abb. 56: Prognose zum Bevölkerungswachstum und zur Einkommensentwicklung



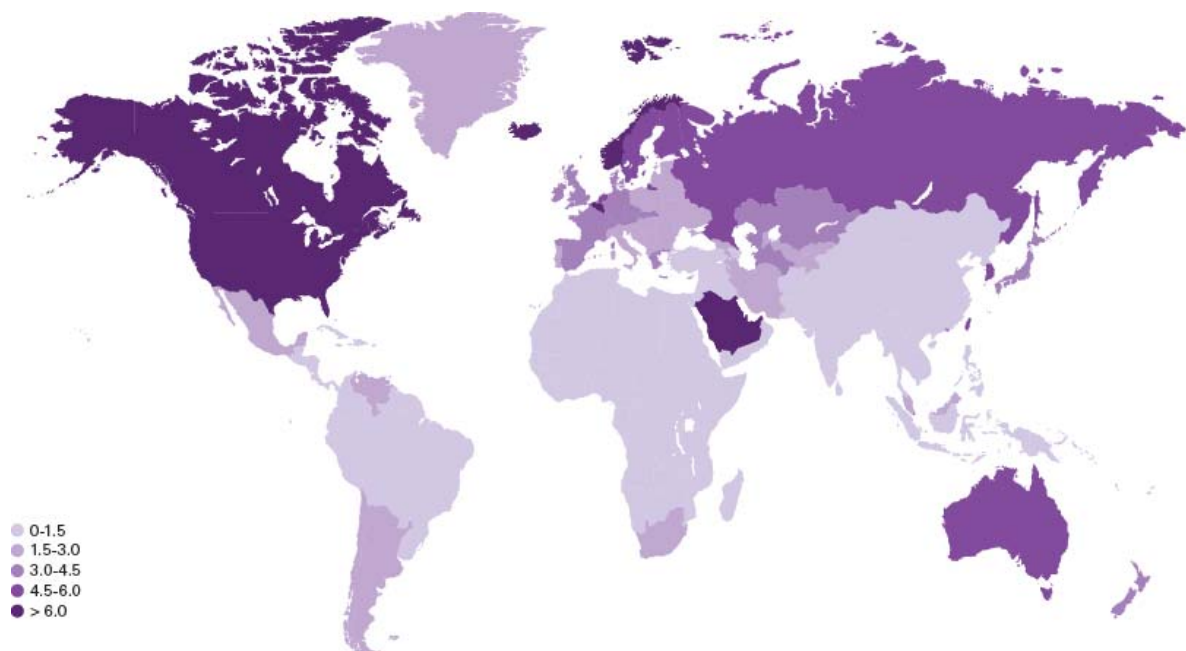
Quelle: IMF, World Bank, 2008

Abb. 57: Entwicklung des Primärenergieverbrauches in Deutschland bis 2050



Quelle: Nitsch (2007)

Abb. 58: Primärenergieverbrauch pro Kopf in Tonnen Öläquivalent



Quelle: BP, www.bp.com