

# Sicherung der Welternährung bei knappen Ressourcen



**rentenbank**

Förderbank für die Agrarwirtschaft

## Edmund Rehwinkel-Stiftung

Die Edmund Rehwinkel-Stiftung wurde 1974 von der Rentenbank in Erinnerung an die Tätigkeit von Bauernpräsident Edmund Rehwinkel, ehemaliger Vorsitzender des Verwaltungsrates der Bank, gegründet.

Ziel der Stiftung ist es, wissenschaftliche Arbeiten mit einem hohen unmittelbaren Nutzen für die Landwirtschaft zu fördern.

Edmund Rehwinkel-Stiftung der Landwirtschaftlichen Rentenbank  
Hochstraße 2  
60313 Frankfurt am Main  
[www.rehwinkel-stiftung.de](http://www.rehwinkel-stiftung.de)

ISSN 1868-5854

## Inhalt

Vorwort .....	5
<b>Welternährung 2020: Steigerung der globalen Nahrungsmittelproduktion trotz Bioenergie und knapper Ressourcen?</b> von Prof. Dr. Martina Brockmeier, Fan Yang, Tanja Engelbert .....	7
<b>Auswirkungen der Globalisierung und ausgewählter Politikmaßnahmen auf die Ernährungssicherheit: Welchen Beitrag kann der internationale Handel zur Sicherung der Welternährung leisten?</b> von Prof. Dr. Awudu Abdulai, Jan Dithmer .....	41
<b>Ressourceneffizienz der Rindfleischerzeugung in Deutschland, Argentinien und Brasilien im Vergleich</b> von Prof. Dr. Theodor Fock, Prof. Dr. Clemens Fuchs, Dr. Cristian Feldkamp, Dr. Davi José Bungenstab .....	77
<b>Auswirkungen eines verminderten Konsums von tierischen Produkten in Industrieländern auf globale Marktbilanzen und Preise für Nahrungsmittel</b> von Anette Cordts, Nuray Duman, Prof. Dr. Harald Grethe, Dr. Sina Nitzko, Prof. Dr. Achim Spiller .....	103
<b>Ökologische Landwirtschaft als ein Baustein zur Sicherung der Welternährung? Eine kritische Bestandsaufnahme und ökonometrische Analyse</b> von Barbara Heinrich, Nadine Würriehausen, Karla Hernández Villafuerte, Dr. Sebastian Lakner, Prof. Dr. Stephan von Cramon-Taubadel .....	137
Übersicht der Schriftenreihe der Rentenbank .....	178

## Vorwort

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

die Weltbevölkerung wächst Jahr für Jahr. Nach derzeit mehr als 7 Milliarden Menschen, sehen Prognosen im Jahr 2050 bereits über 9 Milliarden Menschen auf der Erde leben. Der größte Zuwachs wird in den Ländern Afrikas und Asiens erwartet. Angesichts dieser Zahlen wird vor allem eine Frage diskutiert: Reichen die natürlichen Ressourcen der Erde für die Ernährung der rasant wachsenden Bevölkerung aus?

Schätzungen zufolge verlangt das vorausgesagte Bevölkerungswachstum einen Anstieg der Nahrungsmittelproduktion um bis zu 70 Prozent gegenüber heute. Darüber hinaus entstehen weitere Herausforderungen. In den Schwellenländern wird beispielsweise eine wachsende Mittelschicht höherwertige Nahrungsmittel wie Milch, Eier und Fleisch konsumieren wollen. Die Erzeugung dieser Produkte erfordert wegen der dazu notwendigen Futtermittel ein Vielfaches der für den Anbau von Getreide oder Hülsenfrüchten benötigten Fläche. Ebenso nehmen der weltweite Anbau von nachwachsenden Rohstoffen und die energetische Verwertung von Biomasse weiter zu. Dadurch erhöht sich der Druck auf die global begrenzten landwirtschaftlichen Nutzflächen und die Wasservorräte zusätzlich.

Tragfähig ist daher nur eine Landwirtschaft, die gleichermaßen wirtschaftlich effizient, ökologisch verträglich und sozial kompatibel ist. Auf diese Weise kann das Produktionspotenzial der natürlichen Ressourcen erhalten werden und die Landwirtschaft auch in der Zukunft nachhaltig sein. Die Landwirte – auch hierzulande – sehen sich durch die zunehmende Ressourcenknappheit vor richtungweisende unternehmerische Entscheidungen gestellt.

Erforderlich ist aber auch ein gestaltendes Eingreifen der Politik weltweit. Denn Ernährungssicherung ist nicht nur eine Frage von Produktivität und Ressourcen, sondern ebenso eine von Verteilungsgerechtigkeit und fairen Handelsbedingungen – innerhalb der Länder und auf globaler Ebene.

Ein funktionierender und damit weitgehend freier internationaler Handel ist ein wichtiger Baustein zur Bewältigung der anstehenden Herausforderungen. Er ermöglicht es, die heute schon bestehenden Lücken zwischen Nahrungsmittelangebot und -nachfrage zu schließen. Den Weltmärkten kommt deshalb eine wachsende Bedeutung zu. Ihre Funktionsfähigkeit als Knappheitsmesser gilt es zu erhalten und zu stärken.

Die Edmund Rehwinkel-Stiftung hat sich mit ihrer Ausschreibung 2012 der aktuellen Frage nach der Sicherung der Welternährung bei knappen Ressourcen angenommen.

Dazu hat sie fünf wissenschaftliche Studien gefördert, die sich der Beantwortung dieser Frage aus ökonomischer, politischer und produktionstechnischer Sicht nähern. Allen Autorinnen und Autoren sei an dieser Stelle für ihre Arbeit gedankt.

Der Vorstand der Edmund Rehwinkel-Stiftung freut sich, Ihnen mit den vorliegenden Ergebnissen einmal mehr interessante Einschätzungen und Empfehlungen zu wichtigen Fragestellungen der Agrar- und Ernährungswirtschaft liefern zu können. Mögen die Inhalte wieder wichtige Impulse setzen und zur Entwicklung von praxisorientierten Lösungen beitragen.

Wir wünschen Ihnen eine anregende Lektüre.

Ihr



Dr. Horst Reinhardt  
Vorstandsvorsitzender der Edmund Rehwinkel-Stiftung  
Sprecher des Vorstands der Landwirtschaftlichen Rentenbank

## Welternährung 2020: Steigerung der globalen Nahrungsmittelproduktion trotz Bioenergie und knapper Ressourcen?

Prof. Dr. Martina Brockmeier, Fan Yang und Tanja Engelbert

Institut für Agrar- und Sozialökonomie in den Tropen und Subtropen  
Fachgebiet Internationaler Agrarhandel und Welternährungswirtschaft (490 B)  
Universität Hohenheim

### Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung .....	8
2 Aktuelle globale Entwicklung im Bereich der Weltagarmärkte .....	10
2.1 Nahrungsmittelproduktion .....	10
2.2 Ernährungssicherung .....	13
3 Theoretische Analyse auf Basis des Global Trade Analysis Project (GTAP) .....	16
3.1 Nahrungsmittelproduktion und Kalorienverbrauch .....	17
3.2 Bioenergie und Agrarökologische Zonen (AEZ) .....	17
3.3 Dekomposition der Einflussfaktoren .....	20
4 Empirische Analyse .....	21
4.1 Aufbau der Simulationen: Baseline und Politiksznarien .....	21
4.2 Ergebnisse .....	22
4.2.1 Veränderungen der Nahrungsmittelproduktion und des Kalorienverbrauchs .....	22
4.2.2 Veränderungen der Weltmarktpreise .....	27
5 Qualifikation .....	30
6 Zusammenfassung .....	32
7 Literaturverzeichnis .....	34
8 Anhang .....	38

## 1 Einleitung

Die Preissteigerungen auf den Weltagrarmärkten in den Jahren 2007/2008 und 2010/2011 haben gezeigt, wie sensibel die derzeitige Welternährungswirtschaft auf Schocks reagiert. Extreme Witterungen, Krisen auf den Energie- und Finanzmärkten sowie Exportverbote, Importsubventionen und zahlreiche andere politische Maßnahmen führten zu sprunghaft ansteigenden Weltmarktpreisen für Nahrungsmittel. Bereits im Vorfeld haben tendenziell ansteigende reale Preise auf den Weltagrarmärkten darauf hingewiesen, dass die im Agrarbereich verwendeten Ressourcen einem stärkeren Wettbewerb unterliegen. In Zukunft werden die Ansprüche an die Welternährungswirtschaft weiter ansteigen. Im Oktober letzten Jahres hat die Weltbevölkerung die Grenze der 7 Milliarden überschritten, und die Vereinten Nationen haben erst vor kurzem ihre Projektion zum Höchststand der Weltbevölkerung von 9 auf fast 10 Milliarden korrigiert. Dementsprechend müssen die globalen Ressourcen im Jahr 2050 dafür eingesetzt werden, 3 Milliarden Menschen mehr zu ernähren. Ein ambitionierteres Ziel stellt die signifikante Verbesserung der Ernährung von zusätzlich 2,1 Milliarden Menschen dar, die zurzeit auf der Basis eines Minimaleinkommens von 2 US\$ pro Tag leben müssen. Die FAO (2012b) schätzt, dass hierfür ein Anstieg der globalen Nahrungsmittelproduktion von ca. 70 % erforderlich wäre. In vielen Entwicklungsländern bedeutet dies eine Produktionssteigerung von nahezu 100 % bis zum Jahr 2050. Diesen wachsenden Ansprüchen muss die Welternährungswirtschaft bei sich verschlechternden Rahmenbedingungen genügen. So weisen die Hektarerträge für die wichtigsten Getreide in vielen Teilen der Welt bereits abnehmende Zuwachsraten auf. Wachstumsbedingungen für Getreide werden durch klimabedingten Temperaturanstieg, aber auch durch Strategien zur Verminderung von Treibhausgasen negativ beeinflusst, und ca. 50 % der Weltbevölkerung lehnt die Ernährung auf der Basis von genetisch modifizierten Produkten ab. Zudem gehen alle Prognosen der internationalen Organisationen davon aus, dass die Verwendung von Nahrungsmitteln für die Produktion von Biokraftstoffen mit steigenden Weltmarktpreisen für Rohöl weiter zunehmen wird (FAO, 2012a; FAO, 2012b; OECD-FAO, 2012; USDA, 2012).

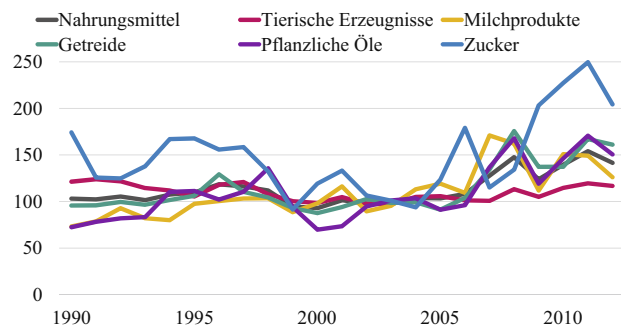
Welche zukünftigen Veränderungen im globalen ökonomischen und politischen Umfeld können den größten Beitrag dazu leisten, diesen Herausforderungen gerecht zu werden? Führen ansteigende Investitionen in Forschung und Entwicklung und die im Zusammenhang stehende technologische Fortschritte, vermindertes Bevölkerungswachstum oder aber Veränderungen in der Bodenqualität schneller zum Ziel? Wie wirken sich Bevölkerungs- und Einkommenswachstum auf Weltmarktpreise und die Produktion von Nahrungsmitteln aus? Welche Rolle spielt hierbei die Verwendung von Nahrungsmitteln für die Bioenergieproduktion?

Die vorliegende Studie setzt sich zum Ziel, einen Beitrag zur Beantwortung dieser Fragen zu leisten. Kapitel 2 gibt hierfür zunächst ein Überblick zu den globalen Entwicklungen im Bereich der Weltagrarmärkte. Für die quantitativen Analysen wird das Global Trade Analysis Project (GTAP) verwendet, das in Bezug auf die Quantifizierung der globalen Nahrungsmittelproduktion, die separate Integration der Bioenergie, die globale Landnutzung in Form von Agrarökologischen Zonen (AEZ) sowie die Dekomposition der Einflussfaktoren erweitert wird. Mit Hilfe der quantitativen Analyse wird die globale ökonomische Aktivität in das Jahr 2020 projiziert. Hierbei wird das Niveau der zukünftigen globalen Nahrungsmittelproduktion detailliert im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse der wichtigsten ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen betrachtet. Das sich anschließende Kapitel stellt die Ergebnisse der Baseline und der Politikszenerien vor. Diese Resultate werden in der Qualifikation im Hinblick auf die Faktoren diskutiert, die in der empirischen Analyse nicht berücksichtigt werden konnten. Eine abschließende Zusammenfassung gibt die wesentlichen Erkenntnisse der Studie wieder.

## 2 Aktuelle globale Entwicklung im Bereich der Weltagrarmärkte

Abbildung 1 dokumentiert die Veränderungen der Weltmarktpreise für ausgewählte Produkte und Nahrungsmittel insgesamt seit dem Jahr 1970. Hier wird deutlich, dass die realen Weltmarktpreise für Nahrungsmittel bis zum Ende des letzten Jahrhunderts eine leicht sinkende Tendenz aufweisen. Anfang 2000 wurde dieser

**Abb.1: Weltmarktpreisindex für ausgewählte Produkte und Nahrungsmittel insgesamt (2004–2006 = 100)**



Quelle: FAO (2013b)

auf den Weltmärkten zwar wieder gesunken. Viele Experten prognostizieren jedoch auch für die Zukunft einen Anstieg. Gleichzeitig hat die Volatilität der globalen Nahrungsmittelpreise deutlich zugenommen, und auch für diese Entwicklung wird für die Zukunft eine steigende Tendenz erwartet (Heady, Fan, 2008; FAO et al., 2011; FAO, 2011b; Wright, 2011). (2013b)

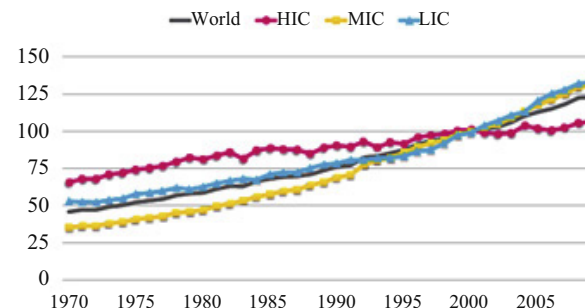
### 2.1 Nahrungsmittelproduktion

Wie hat sich die Produktion von Nahrungsmitteln in diesem Zeitraum entwickelt? Abbildung 2 präsentiert Indizes der Nahrungsmittelproduktion für den Zeitraum 1970 bis 2009, die als gewichtet<sup>1</sup> aggregierte Produktionsmenge für jedes Jahr im

<sup>1</sup> Hierbei handelt es sich um ein Aggregat unterschiedlicher Agrarprodukte, die mit den jeweiligen Weltmarktpreisen gewichtet worden sind. Erfasst wird die Netto-nahrungsmittelproduktion, die aus der Bruttonahrungsmittelproduktion abzüglich Futtermittel und Saatgut resultiert (vgl. Agricultural Production Indices FAO, <http://faostat.fao.org/site/612/default.aspx#ancor> und Kapitel 3.1).

Verhältnis zur Basisperiode 2004–2006 angegeben werden. Demnach ist die Produktion von Nahrungsmitteln insgesamt in der Betrachtungsperiode in der Welt sowie in Ländern mit mittlerem und niedrigem Einkommen unvermindert angestiegen. In den Ländern mit hohem Einkommen zeigt sich dagegen ein moderater Anstieg, der insbesondere seit der Jahrhundertwende nur sehr viel geringere Zuwachsraten als in der Welt insgesamt und in den beiden anderen Länderaggregaten aufweist. Eine

**Abb.2: Indizes der Nahrungsmittelproduktion<sup>1</sup> für Länder mit hohem (HIC), mittlerem (MIC) und niedrigem Einkommen (LIC) sowie der Welt insgesamt (2004–2006 = 100)**



Quelle: FAO (2013a)

Er kommt zu dem Ergebnis, das die Entwicklung in den letzten drei Jahrzehnten im Wesentlichen auf Intensivierung und einen Anstieg der Totalen Faktorproduktivitäten (TFP) und weniger auf eine Zunahme der Fläche und der Bewässerung zurückzuführen sind. Abweichend hiervon rekrutiert sich der Zuwachs in der Nahrungsmittelproduktion in Sub-Sahara-Afrika hauptsächlich aus der Extensivierung. Auch eine regional stärker aufgegliederte Betrachtung zeigt, dass die Zunahme der landwirtschaftlichen Nutzfläche in einer Region häufig durch rückläufige Entwicklungen in anderen Regionen kompensiert wird. (FAO, 2013a) Für die Zukunft zeichnen sich einige Restriktionen ab, die bis zum Erreichen der maximalen Weltbevölkerung Mitte dieses Jahrhunderts zu Nahrungsmittelknappheit und malthusischen Szenarien führen könnten. Global betrachtet werden die Böden mit höchster Qualität bereits in der landwirtschaftlichen Produktion genutzt. Allerdings sind bereits 25 % dieser landwirtschaftlichen Nutzfläche erheblich degradiert, und es ist zu erwarten, dass diese Bedingungen sich aufgrund der Klimaveränderungen in der Zukunft noch verschlechtern werden. Analysen auf Basis von AEZ zeigen zudem, dass zusätzliche landwirtschaftliche Nutzflächen mit geeigneter Qualität entweder in abgelegenen Regionen ohne

ähnliche Entwicklung ist anhand der Daten auch bei tierischen und pflanzlichen Erzeugnissen zu erkennen (nicht abgebildet). Allerdings verläuft die Entwicklung bei pflanzlichen Erzeugnissen aufgrund der größeren Witterungsabhängigkeit mit deutlich größeren Schwankungen. Fuglie (2012) analysiert die Bedeutung der Faktoren, die zur Steigerung der Nahrungsmittelproduktion geführt haben.

infrastrukturellen Zugang zu finden sind oder einer starken Konkurrenz durch die Produktion für Bioenergie oder außerlandwirtschaftlicher Nutzung unterliegen. Auch die globalen Begrenzungen der Verfügbarkeit von Wasser- und Phosphorressourcen werden zukünftig zu einer deutlicheren Reduzierung der Erträge und damit der Nahrungsmittelproduktion führen (Strzepek, Boehlert, 2010, S. 2928 ff; FAO, 2011c, S. 13 ff; FAO, 2012b, S. 10 ff; OECD-FAO, 2012, S. 69 ff). Die sinkenden Zuwachsraten in der Nahrungsmittelproduktion in Abbildung 2 legen nahe, dass der Prozess bereits begonnen hat und die Hektarerträge in den letzten Jahren gesunken sind. Diese Vermutung wird jedoch nur zum Teil durch die Daten bestätigt, die auf globaler Ebene zur Verfügung stehen. Tabelle 1 dokumentiert die Wachstumsrate für Nahrungsmittel insgesamt sowie für pflanzliche und tierische Erzeugnisse in Form eines 10-Jahresdurchschnitts. Die Zahlen in Tabelle 1 zeigen in den achtziger Jahren zwar eine Verlangsamung des Wachstums der Nahrungsmittelproduktion. Für den aktuellsten Jahresdurchschnitt (2001-2010) kann jedoch eine Erholung festgestellt werden, die insbesondere bei Betrachtung der Zuwachsraten für die Nahrungsmittelproduktion insgesamt und von tierischen Erzeugnissen pro Kopf deutlich wird. Tabelle 1 weist für Produktion pflanzlicher Erzeugnisse im gesamten Betrachtungszeitraum sinkende Zuwachsraten auf. Dies trifft auch für einzelne Regionen oder Entwicklungsländer zu, die vom globalen Trend abweichen und deutlich zurückgehende Zuwachsraten der Hektarerträge für Mais, Weizen,

**Tabelle 1: Zuwachsraten der Nahrungsmittelproduktion (%)**

	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010
<b>Nahrungsmittel insges.</b>					
Produktion	2,7	2,4	2,3	2,5	2,6
Produktion pro Kopf	0,7	0,6	0,6	1,0	1,4
<b>Tierische Erzeugnisse</b>					
Produktion	2,7	2,4	2,3	2,5	2,6
Produktion pro Kopf	0,9	0,4	0,3	1,1	1,5
<b>Pflanzliche Erzeugnisse</b>					
Produktion	2,9	2,5	2,4	2,2	2,2
Produktion pro Kopf	0,9	0,6	0,7	0,7	1,0

Quelle: FAO (2012a, S. 101)

Literatur herrscht Einigkeit darüber, dass es erhebliche Potentiale für Ertragssteigerungen bei pflanzlichen Erzeugnissen insbesondere in Entwicklungsländern gibt (vgl. World Bank, 2007; Lobell, Cassman, Field, 2009; Hertel, 2010; Licker et al.,

2010; FAO, 2012a; OECD-FAO, 2012). Ein Ausschöpfen des Ertragspotentials für Getreide würde direkte Auswirkungen auf die globale Produktion der pflanzlichen Erzeugnisse haben. Lobell, Cassman und Field (2009) berechnen beispielsweise, dass ein Schließen des sogenannten „Yield Gaps“<sup>2</sup> die globale Produktion von Mais um 50 %, von Reis um 40 %, von Sojabohnen um 20 % und von Weizen um 60 % steigern könnte. Berechnungen in der Studie von OECD-FAO (2012) mit dem Aglink-Cosimo Modell weisen darauf hin, dass allein die 10 % Schließung dieser Ertragslücke in Entwicklungsländern das globale Getreideangebot von Weizen, Futtermittelgetreide und Reis um jeweils 1,3 %, 1,8 % und 2,6 % steigern könnte. Diese Berechnungen gehen von einem „Yield Gap“ von bis zu 76 % in Sub-Sahara-Afrika aus (OECD-FAO, 2012).

## 2.2 Ernährungssicherung

Welcher Zusammenhang besteht zwischen der globalen Produktion von Nahrungsmitteln und der Ernährungssicherung? Derzeit stehen genügend Ressourcen zur Verfügung, um den globalen Bedarf an Nahrungsmitteln zu befriedigen. Die Ernährungssicherheit ist daher nicht unmittelbar von der physischen Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln abhängig. Ausschlaggebend ist vielmehr der Zugang zu Nahrungsmitteln, der vordringlich ein ökonomisches Problem darstellt und insbesondere über Einkommenssteigerungen verbessert werden kann (Sen, 1981; Tangermann, 2001). Die dramatisch ansteigenden Preise auf den Weltagrarmärkten in den Jahren 2007/2008 und 2010/2011 haben daher erheblichen Einfluss auf die Ernährungssicherheit. Ausschlaggebend für eine positive oder negative Entwicklung ist dabei im Wesentlichen, ob das betrachtete Land ein Nettoimporteur oder –exporteur von Nahrungsmitteln ist, ob der betreffende Haushalt einen Status als „Net Food Buyer“ oder „Net Food Seller“ hat und welche Politikmaßnahmen (z. B. Safety Nets, Exportrestriktionen) eingesetzt werden. In Afrika und Südostasien führten diese steigenden Weltmarktpreise zu einem Anstieg der Ernährungsunsicherheit<sup>3</sup> von 8 % bzw. 0.1 % (vgl. (FAO, 2011b, S. 11; Swinnen, Squicciarini, Vandemoortele, 2011, S. 414). Aktuelle Schätzungen der FAO (2010; 2012b) ermit-

<sup>2</sup> Licker et al. (2010, S. 8) definieren „Yield Gap“ als Differenz zwischen dem Ertrag, der unter den jeweils gegebenen klimatischen Bedingungen maximal möglichen ist, und dem aktuell erwirtschafteten Ertrag.

<sup>3</sup> Gemessen wird hierfür die Anzahl an Personen gemessen, die pro Tag nicht den Minimum Dietary Energy Requirement (MDER) überschreiten. „The MDER is the amount of energy needed for light activity and to maintain a minimum acceptable weight for attained height. It varies by country and from year to year depending on the gender and age structure of the population.“ (FAO, 2010, S. 8). Für weitere Informationen zur Berechnung siehe <http://www.fao.org/hunger/en/>.

teln für die Jahre 2005/07, dass ca. 16 % der Bevölkerung bzw. 827 Mio. Menschen in Entwicklungsländern unterernährt sind. Diese Schätzung übertrifft die FAO-Schätzung aus den Jahren 1990/1992, die damals von 810 Mio. unterernährten Personen bzw. 20 % der Bevölkerung ausging. Der vielversprechende Rückgang seit 1990 in Südasien, insbesondere in China, wurde somit durch den Anstieg der Ernährungsunsicherheit in Regionen Südostasiens und Afrikas in Folge der hohen Weltmarktpreise kompensiert. In den öffentlichen Medien wurde dieser dramatische Anstieg der Preise für Nahrungsmitteln daher auch als „Silent Tsunami“ bezeichnet (vgl. Economist, 2008). Die FAO (FAO, 2012b, S. 24) verwendet als ein Maß für die Welternährungssituation den Kalorienverbrauch pro Tag und Kopf.<sup>4</sup> Bei Zugrundelegung dieser Variablen wird deutlich, dass in den letzten Jahrzehnten deutliche Fortschritte gemacht wurden. Tabelle 2 zeigt das Kalorienäquivalent des Pro-Kopf-Verbrauchs von Nahrungsmitteln als 3-Jahresdurchschnitt. Innerhalb des Betrachtungszeitraums ist der Kalorienverbrauch für die Welt insgesamt von durchschnittlich 2373 kcal/Kopf/Tag auf 2772 kcal/Kopf/Tag angestiegen.

**Tabelle 2: Nahrungsmittelkonsum in der Welt und ausgewählten Regionen (kcal/Kopf/Tag)**

	1969/1971	1979/1981	1989/1991	1990/1992	2005/2007
<i>Welt</i>	2373	2497	2634	2627	2772
Welt ohne Südasien	2055	2236	2429	2433	2619
<i>Entwicklungsländer</i>	2049	2316	2497	2504	2754
Sub-Sahara-Afrika	2031	2021	2051	2068	2238
Naher Osten/Nordafrika	2355	2804	3003	2983	3007
Lateinamerika und Karibik	2442	2674	2664	2672	2898
Südasien	2072	2024	2254	2250	2293
Ostasien	1907	2216	2487	2497	2850
<i>Industrieländer</i>	3138	3223	3288	3257	3360

Quelle: FAO (2012b, S. 25)

Werden nur die Entwicklungsländer betrachtet, dann ergibt sich ein Anstieg von 2049 auf 2754 Kalorien pro Kopf und Tag. Im Gegensatz dazu erhöhte sich der Kalorienverbrauch in den Industrieländern bei bereits sehr hohem Ausgangsniveau nur um

<sup>4</sup> Die FAO (2012b, S. 24) spezifiziert diese Variable als innerhalb eines Landes durchschnittlich zur Verfügung stehende Kalorienmenge pro Person und Tag, die im Rahmen des „National Food Balance Sheets“ ermittelt werden (vgl. FAO, <http://faostat.fao.org/site/368/default.aspx#ancor>).

ca. 200 kcal/Kopf/Tag. Sub-Sahara-Afrika und Südasien sind jedoch nach wie vor Regionen, in denen der Kalorienverbrauch pro Kopf und Tag hinter der notwendigen Kalorienzufuhr zurückbleibt. Die in Tabelle 2 dargestellten Daten können Anhaltspunkte über die Ernährungssituation eines Landes liefern. Die Datenqualität ist von der Qualität der Erhebung der Daten für Produktion und Handel in dem jeweiligen Land abhängig. Bei detaillierterer Betrachtung müsste berücksichtigt werden, dass nicht die gesamte zur Verfügung stehende Menge an Nahrungsmitteln konsumiert wird. So trägt beispielsweise der Abfall bei Lagerung oder im Haushalt zu erheblicher Verminderung der Kalorienzufuhr bei.<sup>5</sup> Auch die Mangelernährung durch unzureichende Aufnahme der Energie oder Mikronährstoffe im menschlichen Körper findet beispielsweise keine Berücksichtigung. Insofern handelt es sich hierbei um Maximalwerte, die jedoch von der FAO zusammen mit der MDER (Minimum Dietary Energy Requirement)<sup>6</sup> zur Ermittlung der globalen Inzidenz der Unterernährung verwendet wird.

<sup>5</sup> USDA (2007, S. 2-1) gibt beispielsweise einen Überblick zu den Studien, die sich mit der Quantifizierung des Anteils von Abfall an den insgesamt zur Verfügung stehenden Nahrungsmitteln in den USA beschäftigt. Die meisten Studien kommen zu einem Ergebnis in der Größenordnung von 20–35 % für die USA. Ähnliche Größenordnungen ermittelt eine Studie der FAO (2011a, S. 6ff), die jedoch für unterschiedliche Regionen je nach Produkt sehr unterschiedlich sind. In den Kalorienangaben ist darüber hinaus nicht berücksichtigt, dass insbesondere in Entwicklungsländern eine Aufnahme von Kalorien häufig durch Resorptionsstörungen vermindert wird.

<sup>6</sup> Siehe Fußnote 3.



### 3 Theoretische Analyse auf Basis des Global Trade Analysis Project (GTAP)

Die quantitative Analyse dieser Studie basiert auf dem Global Trade Analysis Project (GTAP)-Modell. Eine ausführliche Dokumentation findet sich in Hertel (1997) und im Internet.<sup>7</sup> Im Folgenden wird daher nur ein kurzer Überblick über die wesentlichen Aspekte des Standard-GTAP-Modells gegeben. GTAP ist ein komparativ statisches, multiregionales, allgemeines Gleichgewichtsmodell, mit dem die globale ökonomische Aktivität der Welt und/oder einzelner Länder und Regionen erfasst wird. Das GTAP-Modell bildet die Interaktionen zwischen Landwirtschaft, Vorleistungs- und Ernährungsindustrie sowie gewerblicher Wirtschaft und Dienstleistungssektor ab. Berücksichtigung finden dabei die intra- und interregionalen Verflechtungen von Märkten und Akteuren sowie die daraus resultierenden Rückkopplungseffekte. Grundlage des GTAP-Modells ist ein simultanes System von nicht-linearen Gleichungen, die sich in zwei Arten unterteilen lassen. Hierbei handelt es sich zum einen um die Identitätsbedingungen, die dazu dienen ein Gleichgewicht im Modell und eine Identität zwischen Ausgaben und Einnahmen bzw. Kosten und Erlösen herzustellen. Zum anderen enthält das GTAP-Modell Verhaltensgleichungen, mit deren Hilfe die ökonomischen Aktivitäten der jeweiligen Akteure (z. B. Konsumenten, Produzenten) beschrieben werden. Produktnachfrage-, Produktangebots- und Faktornachfragefunktionen sind derart spezifiziert, dass Konsumenten, Staat und Produzenten den Nutzen bzw. Gewinn maximieren. Aus dem Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage resultieren vom Modell endogen bestimmte Preise und Mengen, die eine Räumung der Produkt- und Faktormärkte gewährleisten. Im Außenhandelsbereich des GTAP-Modells findet die von Armington (1969) definierte Annahme Anwendung, die Produkte entsprechend ihrer Herkunft differenziert. Auf dieser Basis kann die Handelsstruktur in Form einer Matrix von bilateralen Handelsströmen und unter Berücksichtigung von Transportleistungen abgebildet werden (Hertel, Tsigas, 1997; Brockmeier, 2003). Preisgleichungen ermöglichen im Standard-GTAP-Modell zudem politische Instrumente mit Hilfe von Preisverhältnissen abzubilden. Verwendet werden hierfür die Producer Support Estimates (PSE)-Werte der OECD. In der Standardform ist GTAP ein komparativ-statisches Gleichgewichtsmodell. Die Basislösung (Benchmark-Lösung) wird dabei mit der Alternativlösung (Counterfactual-Lösung) verglichen, die sich nach Veränderung von politischen und/oder ökonomischen Rahmenbedingungen ergibt (Brockmeier, 2003). Dieses Standard-GTAP-Modell wurde für die Fragestellung in diesem Bericht erweitert. Berücksichtigung fand dabei die Messung der globalen und regionalen aggregierten Nahrungsmittelproduktion, der damit im Zusammenhang stehende Kalorienverbrauch, die Modellierung von Bioenergie und AEZ sowie die Dekomposition der Einflussfaktoren. Diese Erweiterungen werden im Folgenden kurz vorgestellt.

<sup>7</sup> Vgl. [www.gtap.agecon.purdue.edu/products/gtap\\_book/default.asp](http://www.gtap.agecon.purdue.edu/products/gtap_book/default.asp)

#### 3.1 Nahrungsmittelproduktion und Kalorienverbrauch

Zur Berechnung der Nahrungsmittelproduktion wurde eine Erweiterung in das GTAP-Modell eingefügt, die sich an der Vorgehensweise der FAO<sup>8</sup> zur Konzeption der „Agricultural Production Indices“ orientiert. Hierzu werden die preisgewichteten, im Inland produzierten Mengen an Nahrungsmitteln unter Ausschluss der Verwendung als Futtermittel, Saatgut oder für die Nicht-Nahrungsmittelproduktion (z. B. Bioenergie) aggregiert. Diese Vorgehensweise wird im GTAP-Modell unter Berücksichtigung von intermediären Produkten umgesetzt, die eine separate Erfassung von Käufen der Sektoren zur Weiterverarbeitung ermöglicht.<sup>9</sup> Grundlage hierbei bildet die Differenzierung von intermediären Produkten in der GTAP-Datenbasis entsprechend Peterson (2008). Als zusätzlicher Indikator für die Ernährungssicherheit wird der tägliche Pro-Kopf-Kalorienverbrauch verwendet (vgl. Kapitel 2.2). Hierfür wird das Standard-GTAP-Modell um ein Kalorien-Sub-Modul erweitert. Die Sektoren und Regionen aus den Food-Balance-Sheets der FAO sind stärker disaggregiert als die Sektoren der GTAP-Datenbasis. Die Kaloriengehalte pro Einheit aus den Food-Balance-Sheets der FAO müssen daher auf das Niveau der Sektoren der GTAP-Datenbasis aggregiert werden, wobei die physischen Konsummengen als Gewichtung dienen. Die physischen Konsummengen und die Kaloriengehalte pro Einheit werden als zusätzliche Informationen in die GTAP-Datenbasis und das GTAP-Modell eingefügt. Mit Hilfe der Projektionen werden die prozentualen Veränderungen der Konsummengen der privaten Haushalte für das Jahr 2020 ermittelt und zur Berechnung des Kalorienverbrauchs pro Kopf und Tag in den jeweiligen Regionen im Jahr 2020 verwendet.

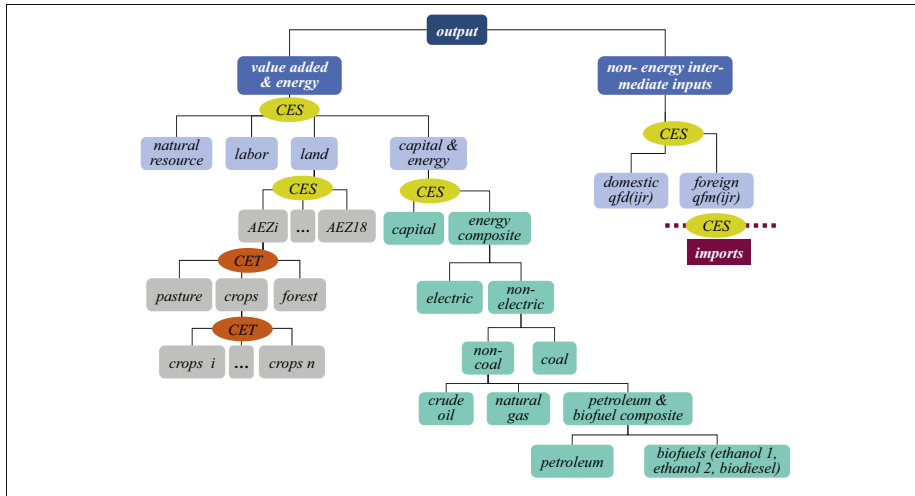
#### 3.2 Bioenergie und Agrarökologische Zonen (AEZ)

Zusätzliche Erweiterungen des GTAP-Modells betreffen die separable Betrachtung der Bioenergieproduktion, die mit Hilfe einer detaillierteren Produktions- und Konsumstruktur integriert wird (Taheripour et al., 2007; Hertel, Tyner, Birur, 2008; vgl. Golub et al., 2010; Taheripour, Tyner, 2011). Hierdurch werden substitutive und komplementäre Beziehungen der Biokraftstoffe zu anderen Energiequellen in Produktion und Konsum modelliert (vgl. Abbildung 3 und 4). Voraussetzung hierfür ist eine Erweiterung der GTAP-Datenbasis, die Informationen darüber enthält, welche Anteile der Nahrungsmittelproduktion in den Ländern und Regionen gegenwärtig und zukünftig in die Bioenergieproduktion fließen.

<sup>8</sup> Informationen zur Berechnung finden sich unter <http://faostat.fao.org/site/362/DesktopDefault.aspx?PageID=362>, mit Suche nach „agricultural production indices“.

<sup>9</sup> Eine exaktere Erfassung von Futtermittel, Saatgut und Bioenergie im diesem Nahrungsmittelindex würde zeitaufwendige Datenarbeiten und Programmierungen erfordern, die den Zeitrahmen dieser Studie übersteigen. Siehe hierzu auch die Qualifizierung in Kapitel 5.

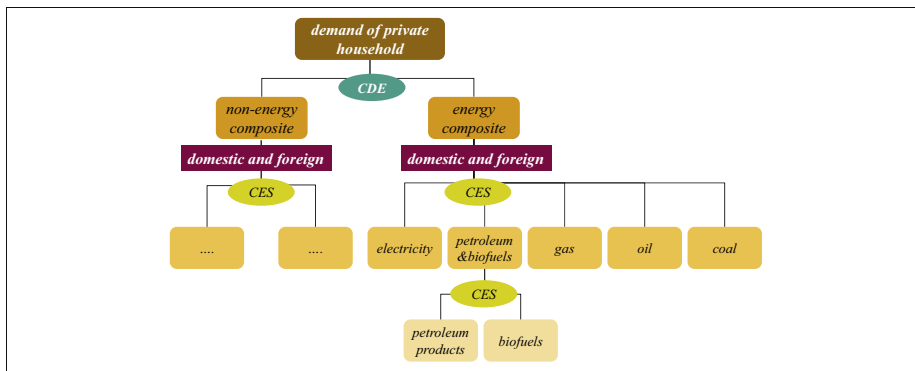
**Abb.3: GTAP-Produktionsstruktur mit Berücksichtigung von Bioenergie**



CES = constant elasticity of substitution; CET = constant elasticity of transformation.

Quelle: Eigene Darstellung

**Abb.4: GTAP-Konsumstruktur mit Berücksichtigung von Bioenergie**

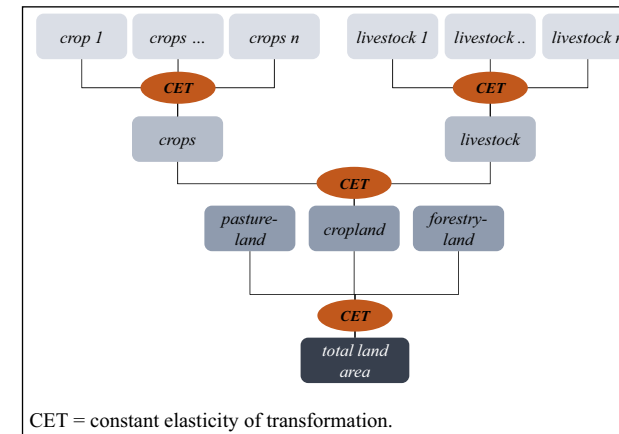


CES = constant elasticity of substitution; CDE = constant difference of elasticity.

Quelle: Eigene Darstellung

Das Standard-GTAP-Modell und die Standard-GTAP-Datenbasis wurde daher für dieses Projekt in Anlehnung an Taheripour et al. (2007; 2011) um die Sektoren für Ethanol und Biodiesel mit Hilfe des Programms Splitcom<sup>10</sup> und zusätzlicher Informationen über Kosten der Bioenergieproduktion erweitert.

**Abb.5: Landangebot in GTAP unter Berücksichtigung von agrarökologischen Zonen (AEZ)**



CET = constant elasticity of transformation.

Quelle: Eigene Darstellung

Darüber hinaus ist für die Studie eine detaillierte Abbildung der globalen Landnutzung von entscheidender Bedeutung (vgl. Abbildung 5). In der Zukunft wird die globale Landnutzung einem stärkeren Wettbewerb ausgesetzt sein. Dieser Wettbewerb entsteht durch wachsende Nahrungsmittelproduktion, die Biokraftstoffproduktion, den Klimawandel, ausländische Direktinvestitionen in Boden und im geringen Umfang auch durch

zunehmende Urbanisierung. Land wird im Standard-GTAP-Modell zwar als Faktor im Agrarbereich berücksichtigt, jedoch ist das Angebot konstant und spiegelt darüber hinaus keine nach Bodenqualitäten differenzierte Einteilung wider. Wichtig ist hier eine Ergänzung der GTAP-Datenbasis durch die AEZ, die einen Einsatz des Faktors Boden entsprechend seiner biophysikalischen Restriktionen ermöglicht. Mit Hilfe dieser Informationen wird das Gleichungssystem des GTAP-Modells entsprechend (Hertel, Rose, Tol, 2008; Taheripour, Hertel, Tyner, 2010) erweitert. Boden wird zunächst entsprechend seiner Verwendung für die Getreideproduktion als Weideland oder in der Forstwirtschaft unterschieden. Die jeweiligen Bodenflächen werden dann auf die unterschiedlichen Nutzungen in der Getreide- und Rinderproduktion eingebracht. Die Bodenqualität wird über die AEZ berücksichtigt, so dass ein Übergang von Land aus der Rinder- in die Getreideproduktion beispielsweise die geringere Produktivität von Weideland einbezieht.

<sup>10</sup> Weitere Informationen finden sich unter <http://www.monash.edu.au/policy/splitcom.htm>.

### 3.3 Dekomposition der Einflussfaktoren

Wie kann das erweiterte GTAP-Modell eingesetzt werden, um die Effekte variierender ökonomischer und politischer Rahmenbedingungen zu quantifizieren? Hierfür wird im GTAP-Modell eine Zerlegung des Gesamteffekts (z. B. Gesamtanstieg der Nahrungsmittelproduktion bis 2030) in einzelne Komponenten (z. B. Anstieg infolge der Bevölkerungsänderung oder der erhöhten Bioenergieproduktion) programmiert, die als sogenannte Dekomposition bezeichnet wird. Besondere Berücksichtigung finden dabei die langfristigen Einflussfaktoren Bevölkerung und Einkommen sowie die Veränderung in der Ausstattung der jeweiligen Volkswirtschaften mit Arbeit und Kapital. Auf politischer Ebene wird die Entwicklung der globalen und regionalen Bioenergieproduktion durch Verwendung der von der OECD-FAO (2012) prognostizierten Größen berücksichtigt.

## 4 Empirische Analyse

Die Simulationen basieren auf der GTAP-Datenbasis Version 8 mit 2004 als Basisjahr. Diese Datenbasis enthält bilaterale Handelsströme und Protektionsmatrizen, die 57 Sektoren in 119 Ländern und Regionen miteinander verbindet. Um den Ressourceneinsatz für die Simulationen in einem akzeptablen Rahmen zu halten, wurde die GTAP-Datenbasis nach der Erweiterung um die Bioenergiesektoren zu 17 Ländern und Regionen sowie 34 Sektoren aggregiert (vgl. Tabellen A1 und A2, Anhang). Mit Hinblick auf die Zielsetzung der vorliegenden Studie berücksichtigt die regionale Aggregation der GTAP-Datenbasis die wichtigsten Industrie- und Entwicklungsländer sowie weitere, entsprechend ihrem Einkommensstatus aggregierte Gruppen von Ländern. Bei der sektoralen Aggregation ist die maximale Detailtiefe im Agrar- und Ernährungssektor beibehalten worden. Die Berechnungen dieser Studie bestehen aus parallel durchgeführten Sequenzen von Simulationen. Hierbei handelt es sich um die Baseline, in der ökonomische und bereits beschlossene politische Rahmenbedingungen angepasst werden. Mit dem Politikscenario werden dann eine oder mehrere Politikmaßnahmen eingeführt. Die Simulationssequenzen beginnen beide im Jahr 2004 (Basisjahr der GTAP-Datenbasis) und enden im Zieljahr 2020. Ein Vergleich der Ergebnisse im Zieljahr 2020 ermöglicht Aussagen über die zu untersuchenden Politikmaßnahmen.

### 4.1 Aufbau der Simulationen: Baseline und Politikscenarien

Die Baseline des vorliegenden Projekts orientiert sich im Aufbau an den Baselines der FAO (2012b), der OECD-FAO (2012) und des USDA (2012). Die ökonomische Anpassung der Volkswirtschaft wird in der Baseline mit Hilfe des Projektionsmoduls erreicht, das Bevölkerung, Faktorausstattung und das BIP der Volkswirtschaften anpasst. Als Datenquellen dienen hierbei die Informationen über die Entwicklung von Bruttoinlandsprodukt (USDA<sup>11</sup>), der Bevölkerung (UN<sup>12</sup>) sowie der Arbeits- (IIASA<sup>13</sup>) und Kapitalausstattung (CEPII<sup>14</sup>). Entsprechend der langfristigen Entwicklung in der Vergangenheit (vgl. Kapitel 2.1) werden die Landressourcen im Betrachtungszeitraum nicht verändert.

---

<sup>11</sup> <http://www.ers.usda.gov/data-products/international-baseline-data.aspx>

<sup>12</sup> <http://esa.un.org/wpp/index.htm>

<sup>13</sup> <http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/POP/edu07/>

<sup>14</sup> [http://www.cepii.fr/francgraph/doctravail/resumes/wp\\_resume.asp?annee=2012&ref=3&NoDoc=4179](http://www.cepii.fr/francgraph/doctravail/resumes/wp_resume.asp?annee=2012&ref=3&NoDoc=4179)

Die Anpassung der politischen Rahmenbedingungen in der Baseline beinhalten die verbleibende Integration von Bulgarien und Rumänien in die EU sowie die Everything-But-Arms (EBA)-Initiative der EU (vgl. Brockmeier, Pelikan, 2008). Zusätzlich werden in der Baseline weitere Aspekte abgebildet. Entsprechend der Vorgehensweise von FAO (2012b), OECD-FAO (2012) und USDA (2012) wird dabei unterstellt, dass die WTO-Verhandlungen im Betrachtungszeitraum nicht abgeschlossen und umgesetzt werden. Übernommen werden in der Baseline darüber hinaus die Projektionen der OECD-FAO (2012) für die Bioenergieproduktion in den wichtigsten Produktionsländern, die unter Berücksichtigung der politischen Rahmenbedingungen entstanden sind. Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass die Politiken in den Ländern unverändert weitergeführt werden. Das Szenario berücksichtigt dieselben Anpassungen der ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen wie die Baseline. Darüber hinaus wird im Szenario jedoch eine optimistische Entwicklung unterstellt, bei der das Wirtschaftswachstum der Entwicklungsländer um 10 % höher als in der Baseline ist. Dementsprechend steigt das BIP im Betrachtungszeitraum in Entwicklungsländern um 10 % gegenüber der Baseline an. Die Ergebnisse dieser Simulationen werden im Folgenden vorgestellt.

## 4.2 Ergebnisse

Dieser Abschnitt diskutiert die Ergebnisse der Baseline und des Szenarios. Entsprechend der Fragestellung der Studie wird dabei ein Schwerpunkt auf die Entwicklung der globalen Produktion von Nahrungsmitteln und des Pro-Kopf-Kalorienverbrauchs gelegt. Die Ergebnisse werden in Mio. € des Jahres 2004 der GTAP-Datenbasis präsentiert. Zur Berechnung wird Version 11 der Software GEMPACK (Harrison, Pearson, 1996) verwendet. Als makroökonomische Schließung dient eine fixierte Handelsbilanz.<sup>15</sup>

### 4.2.1 Veränderungen der Nahrungsmittelproduktion und des Kalorienverbrauchs

In Tabelle 3 wird die Entwicklung der Nahrungsmittelproduktion anhand des Index dargestellt, der mit Hilfe des GTAP-Modells berechnet wurde (vgl. Kapitel 3.1). In der Baseline von 2004 bis 2020 ergibt sich für die Welt insgesamt demnach eine Steigerung der Nahrungsmittelproduktion von insgesamt 40,3 % bzw. eine Zunahme von 2,1 % pro Jahr. Die hier ermittelte jährliche Zunahme der Nahrungsmittelproduktion ist

<sup>15</sup> In den Berechnungen wird die Annahme getroffen, dass die Armington-Elastizität des oberen Nests zwischen inländischen Gütern und dem Verbund der Importgüter identisch ist mit der Armington-Elastizität des Nests von Importgütern aus unterschiedlichen Ländern. Aus Gründen der Konvergenz der Simulationen wird darüber hinaus die Armington-Elastizität für Reis gleich 2 gesetzt.

**Tabelle 3: Nahrungsmittelproduktion in der Baseline und dem Szenario für ausgewählte Länder und Regionen (%)<sup>1</sup>**

	Baseline		Szenario	
	2004 bis 2020	pro Jahr	2004 bis 2020	pro Jahr
<b>Welt</b>	40.3	2.1	44.4	2.3
<b>IL</b>	24.7	1.4	24.3	1.4
<b>EL</b>	59.4	3.0	69.3	3.3
<b>MIC</b>	60.1	3.0	72.3	3.5
<b>LIC</b>	60.8	3.0	67.5	3.3
<b>EU27</b>	22.9	1.3	22.4	1.3
<b>HEuropa</b>	20.3	1.2	20.4	1.2
<b>USA</b>	30.1	1.7	30.5	1.7
<b>NOAM</b>	36.4	2.0	33.2	1.8
<b>Ozeanien</b>	32.2	1.8	31.5	1.7
<b>Japan</b>	12.2	0.7	11.3	0.7
<b>HAsia</b>	43.5	2.3	39.6	2.1
<b>Brasilien</b>	52.2	2.7	64.6	3.2
<b>China</b>	65.3	3.2	78.3	3.7
<b>Indien</b>	74.4	3.5	100.3	4.4
<b>Lateinamerika</b>	47.7	2.5	54.3	2.7
<b>MAsia</b>	52.7	2.7	58.0	2.9
<b>LAsia</b>	52.2	2.7	63.3	3.1
<b>rSSA</b>	66.0	3.2	73.2	3.5
<b>LDC</b>	60.9	3.0	66.1	3.2
<b>ROW</b>	62.0	3.1	68.6	3.3

1) IL = Industrieländer; EL = Entwicklungsländer, MIC = Middle Income Countries, LIC = Low Income Countries, HEurope = High Income Europe, NOAM = Nordamerika ohne USA, HAsia = High Income Asia, MAsia = Middle Income Asia, LAsia = Low Income Asia, rSSA = Rest of Sub-Sahara-Africa, LDC = Least Developed Countries, ROW = Rest of the World. Für weitere Erklärungen zur Zusammensetzung der Regionen siehe Tabelle A1 im Anhang.

Quelle: Eigene Berechnungen

globalen Produktion bei. Besonders niedrig fällt dieser Zuwachs in Japan, HEuropa und der EU aus. Aber auch NOAM, die USA und Ozeanien zeigen mit jeweils 2,0 %, 1,8 % und 1,7 % nur geringe Zuwachsraten. Im Gegensatz dazu ergibt sich für die Entwicklungsländer insgesamt sowie für MIC und LIC ein weitaus höherer Wert von 3,0 % pro Jahr, der auf Länderebene bei Indien (3,5 %) und China (3,2 %) noch etwas höher liegt.

Im Szenario ist deutlich zu erkennen, dass der Zuwachs an Einkommen und die damit im Zusammenhang stehende Verbesserung der Technologien zu Steigerungen der Nahrungsmittelproduktion in Entwicklungsländern gegenüber der Baseline führt. Dies

niedriger als die Berechnungen der FAO (2012a) für den Zeitraum 1961 bis 2010 (vgl. auch Tabelle 1). Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit der Literatur, die aufgrund von stärker greifenden Restriktionen für die Landwirtschaft (z. B. aufgrund von Wasser- oder Phosphormangel) für die Zukunft sinkende Wachstumsraten für die Nahrungsmittelproduktion erwarten (vgl. World Bank, 2007; Alston, Beddow, Pardey, 2010).

Auf regionaler Ebene sowie in den einzelnen Ländern ist die Entwicklung der Nahrungsmittelproduktion in der Baseline sehr unterschiedlich. Die Industrieländer tragen im Betrachtungszeitraum nur mit 1,4 % pro Jahr zum Wachstum der

zeigt sich vor allem in den Wachstumsraten pro Jahr in MIC bzw. China und Indien, die auf 3,5 %, 3,7 % bzw. 4,4 % anwachsen. Auch für die Welt insgesamt kann hierdurch eine Zunahme der Nahrungsmittelproduktion auf 2,3 % pro Jahr erzielt werden. Im Gegensatz dazu vermindert sich die Wachstumsrate in den Industrieländern geringfügig. Die optimistische Zukunftsperspektive in Szenario führt daher offensichtlich insgesamt zu einer höheren Nahrungsmittelproduktion.

Welche Auswirkungen hat die Veränderung der ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen in der Baseline auf den Kalorienverbrauch? Tabelle 4 gibt die Ausgangs- und Endsituation im Betrachtungszeitraum, die absolute Veränderung und die Dekomposition aufgrund der Anpassung der ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen wieder. Eine Gegenüberstellung mit den Berechnungen der FAO (2012b) zeigt zunächst, dass die mit dem erweiterten GTAP-Modell für das Jahr 2004 ermittelten Werte eine vergleichbare Größenordnung mit den Werten der FAO aufweisen.

In der Baseline ergibt sich insbesondere ein Anstieg für den Kalorienverbrauch in Entwicklungsländern, während die Zunahme in den Industrieländern bei bereits sehr hohem Ausgangsniveau eher moderat ausfällt. Für die Region Sub-Sahara-Afrika ist der Kalorienverbrauch pro Kopf und Tag jedoch nach wie vor zu niedrig. Die tatsächlich zur Verfügung stehenden Kalorien aus Nahrungsmitteln vermindern sich im Durchschnitt aufgrund von z. B. Abfall in Produktion und Konsumption oder Resorptionsproblemen um ca. 20 % bis 35 % (vgl. USDA, 2007; FAO, 2011a). Tabelle 3 enthält daher eine zusätzliche Spalte, die als Näherungswert eine um 30 % reduzierten Schätzung des Kalorienverbrauchs im Jahr 2020 angibt. Dieser Wert liegt für die LDC nur geringfügig über dem minimalen durchschnittlichen Energiebedarf von 1800 Kalorien pro Kopf und Tag, den die FAO für die Berechnung der Anzahl der Hungernen verwendet.<sup>16</sup> Für die anderen Entwicklungsländer ergeben sich Kalorienangaben pro Kopf und Tag, die über den minimalen durchschnittlichen Energiebedarf liegen.

Interessant ist darüber hinaus die Dekomposition des Gesamteffekts, die ebenfalls in Tabelle 4 dargestellt wird. Erwartungsgemäß wirken sich die Zunahme der Bevölkerung und der damit auch einhergehende Zuwachs an Arbeitskräften negativ auf die tägliche Kalorienzufuhr pro Kopf und Tag aus. Dies gilt insbesondere in den Entwicklungsländern mit geringerem Einkommen (LIC, LAsia, rSSA und LDC), wo auch in den kommenden Jahren ein erheblicher Bevölkerungszuwachs zu erwarten ist. Geringfügigen Einfluss auf den Kalorienverbrauch hat das Bevölkerungswachstum dagegen in China und Indien.

<sup>16</sup> <http://www.fao.org/hunger/en/> in der Definition von „Undernourishment or Chronic Hunger“.

**Tabelle 4: Entwicklung des Kalorienverbrauchs pro Kopf und Tag in der Baseline (kcal/Kopf/Tag)<sup>1</sup>**

	2004	2020	2020 - 30% <sup>2)</sup>	Δ 2004/ 2020	Dekomposition des Gesamteffekts in				
					Bevölkerung	BIP	Arbeitskräfte	Kapital	Bioenergie
<b>Welt</b>	2835	3584	2509	749	-345	1432	-81	-252	-6
<b>IL</b>	3285	3523	2466	238	-250	864	-132	-234	-9
<b>EL</b>	2712	3593	2515	881	-383	1550	-74	-206	-6
<b>MIC</b>	2761	3579	2505	817	-359	1484	-85	-215	-7
<b>LIC</b>	2591	3461	2423	870	-479	1517	-57	-104	-6
<b>EU27</b>	3822	4094	2866	272	-147	746	-118	-202	-7
<b>USA</b>	4376	4615	3231	239	-427	1421	-300	-436	-18
<b>Brasilien</b>	3272	4283	2998	1011	-297	1659	-119	-223	-9
<b>China</b>	2949	4195	2936	1246	-118	2019	-88	-565	-3
<b>Indien</b>	2313	3006	2104	693	-206	1152	-55	-196	-1
<b>Lateinamerika</b>	2707	3429	2400	722	-334	1327	-91	-174	-6
<b>MENA</b>	2810	3517	2462	707	-590	1507	-74	-123	-14
<b>LAsia</b>	2385	3348	2343	963	-510	1981	-148	-357	-4
<b>rSSA</b>	2752	3468	2428	716	-676	1507	-48	-60	-6
<b>LDC</b>	1925	2672	1870	747	-524	1387	-28	-84	-5

1) IL = Industrieländer; EL = Entwicklungsländer, MIC = Middle Income Countries, LIC = Low Income Countries, MENA = Middle East and North Africa, Income Asia, LAsia = Low Income Asia, rSSA = Rest of Sub-Sahara-Africa, LDC = Least Developed Countries. Für weitere Erklärungen zur Zusammensetzung der Regionen siehe Tabelle A1 im Anhang. 2) Entsprechend Angaben in USDA (2007) und FAO (2011a) wird unterstellt, dass ca. 30% der verfügbaren Nahrungsmenge aufgrund von beispielsweise Abfall in Produktion und Konsum oder Resorptionsstörungen für die Ernährung nicht zur Verfügung steht.

Quelle: Eigene Berechnungen

**Tabelle 5: Entwicklung des Kalorienverbrauchs in der Baseline und in dem Szenario<sup>1)</sup>**

	2004	Baseline		Szenario	
		2020	%	2020	%
<b>Welt</b>	2835	3584	26.4	3835	35.3
<b>IL</b>	3285	3523	7.3	3507	6.8
<b>EL</b>	2712	3593	32.5	3898	43.7
<b>MIC</b>	2394	3156	31.8	3399	42.0
<b>LIC</b>	2591	3461	33.6	3797	46.6

1) IL = Industrieländer; EL = Entwicklungsländer, MIC = Middle Income Countries, LIC = Low Income Countries entsprechend der Definition der Weltbank. Für weitere Erklärungen zur Zusammensetzung der Regionen siehe Tabelle A1 im Anhang.

Quelle: FAO (2012a, S. 101)

Tabelle 4 weist darüber hinaus auch einen negativen Effekt eines wachsenden Kapitalstocks aus. Da die hierfür zu tätigen Investitionen sich aus den in- oder ausländischen Ersparnissen finanzieren, kann ceteris paribus nur ein geringerer Teil für Nahrungsmittel verwendet werden. Dieser Effekt ist besonders deutlich in China und LAsia zu beobachten. Schließlich zeigt Tabelle 4 auch den

Einfluss einer wachsenden Bioenergieproduktion, der sich in allen Ländern und Regionen erwartungsgemäß negativ auswirkt. Effekte sind hier vorrangig in den wichtigen Bioenergieproduktionsländern und -regionen (USA, Brasilien und EU) zu beobachten. Allerdings zeigen sich auch in Entwicklungsländern (z. B. MENA) etwas höhere Effekte. In Tabelle 5 werden die Ergebnisse für die tägliche Kalorienzufuhr pro Kopf und Tag aus der Baseline und dem Szenario sowie die jeweiligen prozentualen Veränderungen verglichen. Hierdurch wird deutlich, dass der Zuwachs im Kalorienverbrauch pro Kopf und Tag vor allem in den Entwicklungsländern im Betrachtungszeitraum sehr hoch ist und durch die positivere wirtschaftliche Entwicklung im Szenario nochmal beschleunigt wird. So erreichen insbesondere die LIC eine Steigerung von ca. 34 %, die im Szenario mit ca. 47 % deutlich höher liegt. Gleichzeitig steigt die Kalorienzufuhr für die Welt insgesamt in der Baseline um ca. 26 % und im Szenario um ca. 35 %, während die Industrieländer bei bereits sehr hohem Ausgangsniveau eine

Steigerung von ca. 7 % verzeichnen.

**Tabelle 6: Verhältnis der Kalorien aus tierischen und pflanzlichen Nahrungsmitteln (kcal/Kopf/Tag)**

	2004	Baseline 2020	Szenario 2020
<b>Welt</b>	27.8	29.8	29.7
<b>IL</b>	44.6	47.8	47.6
<b>EL</b>	16.4	19.8	20.5
<b>MIC</b>	18.5	22.6	23.2
<b>LIC</b>	13.1	15.7	16.5
<b>Brasilien</b>	31.6	35.0	35.6
<b>China</b>	26.0	38.9	40.8
<b>Indien</b>	6.9	9.3	9.9
<b>Lateinamerika</b>	24.3	27.0	27.5
<b>MENA</b>	9.4	10.6	11.0
<b>LAsia</b>	14.8	17.9	18.4
<b>rSSA</b>	7.3	7.9	8.1
<b>LDC</b>	7.4	9.7	10.5

Welche Auswirkungen haben diese Entwicklungen auf die Ernährungsstruktur? Zur Beantwortung dieser Frage werden in Tabelle 6 die Kalorien aus tierischen Nahrungsmitteln in das Verhältnis zu den Kalorien aus pflanzlichen Nahrungsmitteln gesetzt. Erwartungsgemäß ist dieses Verhältnis im Basisjahr für die Welt insgesamt (27,8 %) und in den Entwicklungsländern (16,4 %) deutlich niedriger als in den Industrieländern (44,6 %). Ein besonders niedriger Anteil der tierischen Nahrungsmittel zeigt sich für LAsia (14,8 %), rSSA (7,3 %),

1) IL = Industrieländer; EL = Entwicklungsländer, HEurope = High Income Europe, MIC = Middle Income Countries, LIC = Low Income Countries, MAsia = Middle Income Asia, LAsia = Low Income Asia, rSSA = Rest of Sub-Sahara-Africa, LDC = Least Developed Countries. Für weitere Erklärungen zur Zusammensetzung der Regionen siehe Tabelle A1 im Anhang.

Quelle: Eigene Berechnungen

LDC (7,4 %) und Indien (6,9 %). Letzteres ist allerdings maßgeblich durch den hohen Anteil an Vegetariern an der indischen Bevölkerung zu begründen.

In der Baseline steigt der Anteil der Kalorien, die durch tierische Nahrungsmittel zugeführt werden in allen Entwicklungsländern an. Vor allem in China ist in der Baseline eine deutliche Steigerung von 26,0 % auf 38,9 % in 2020 zu erkennen. Ein weiterer Anstieg vollzieht sich mit der positiveren wirtschaftlichen Entwicklung im Szenario, die den Wert hier nochmal um ca. 2 % auf 40,8 % ansteigen lässt. Die Ergebnisse in Tabelle 5 zeigen aber auch, dass der Anteil der Kalorien aus tierischen Erzeugnissen in den Ländern mit niedrigem Einkommen weiterhin kaum anwachsen wird. Dies ist vor allem durch die nur sehr geringfügige Veränderung in rSSA und den LDCs zu begründen. Demnach werden diese Länder auch in Zukunft sehr stark vom direkten Konsum von pflanzlichen Erzeugnissen abhängig sein, während die Veredlung nur eine untergeordnete Rolle spielt. Diese Ergebnisse stehen ebenfalls im Einklang mit der Literatur (vgl. FAO, 2012b, S. 50ff). Darüber hinaus verdeutlicht Tabelle 6, dass Indien die kulturell bedingte Ernährungsstruktur trotz erheblicher Einkommenssteigerungen beibehält. Der Anteil der Kalorien aus tierischen Nahrungsmitteln steigt hier nur sehr geringfügig von 6,9 % auf 9,3 % bzw. 9,9 % in Baseline und im Szenario an. Ebenso wird deutlich, dass die Industrieländer den bereits sehr hohen Anteil von Kalorien aus tierischen Erzeugnissen auch im Jahr 2020 beibehalten werden.

#### 4.2.2 Veränderungen der Weltmarktpreise

Der sprunghafte Anstieg der Preise auf den Weltagarmärkten in 2007/08 und die damit in Zusammenhang stehende Versorgung der Weltbevölkerung mit Nahrungsmitteln werden in zahlreichen Veröffentlichungen diskutiert. Als Ursachen werden Faktoren des Angebots und der Nachfrage sowie politische Faktoren genannt. Die Forschung ist sich einig, dass diese Faktoren sich gegenseitig stark beeinflussen und ihr jeweiliger Beitrag dadurch nur sehr schwierig zu isolieren ist (vgl. Piesse, Thirtle, 2009; Heady, Fan, 2010). So wurden beispielsweise die aufgrund von Bevölkerungswachstum und Einkommensanstieg bereits tendenziell erhöhten Weltmarktpreise für Grundnahrungsmittel durch die zusätzliche Nachfrage für die Produktion von Bioenergie weiter gesteigert. Welchen Beitrag Bioenergie zu dem Preisanstieg insgesamt geleistet hat, blieb jedoch unklar. Einige Autoren äußerten einen direkten und indirekten Effekt der Biokraftstoffproduktion in der Größenordnungen von 75 % (vgl. Mitchell, 2008). Vor diesem Hintergrund wird das erweiterte GTAP-Modell in dieser Studie dazu verwendet, Anhaltspunkte über die Bedeutung einzelner Faktoren zu ermitteln. Wie die Qualifikation in Kapitel 5 dokumentiert, kann es sich aufgrund der Qualität einiger der hier verwendeten Daten nur um grobe Schätzungen handeln.

Tabelle 7 beschreibt die Veränderungen der realen Weltmarktpreise für den Betrachtungszeitraum 2004 bis 2020 in der Baseline. Erwartungsgemäß ist die Preissteigerung bzw. -veränderung bei Verarbeitungsprodukten (-0,3 % bis 17,7 %) sehr viel geringer als bei den Primärprodukten des Agrarbereichs (32,7 % bis 64,3 %). Weiterhin zeigen

die Ergebnisse in Tabelle 7, dass die Preissteigerungen für pflanzliche Roh- und Verarbeitungsprodukte deutlich höher liegen als die für tierische Produkte. Diese Entwicklungen konnten auch während des sprunghaften Anstiegs der Preise auf den Weltagarmärkten in den Jahren 2007/08 sowie 2010/11 beobachtet werden.

Die ökonomische Anpassung der Volkswirtschaft wird in der Baseline mit Hilfe des Projektionsmoduls im erweiterten GTAP-Modell erreicht, in dem Bevölkerung, Faktorausstattung und das BIP der Volkswirtschaften angepasst werden. Hierdurch ergeben sich weltweite Verschiebungen der nationalen Angebots- und Nachfragekurven und die daraus resultierenden Anpassungen auf dem Weltmarkt und den dort herrschenden Preisen. Analog zu Tabelle 4 wird in Tabelle 7 das Gesamtergebnis der Baseline in die einzelnen Faktoren zerlegt, die diese Veränderung hervorrufen. Von besonderer Bedeutung sind die Entwicklungen der Arbeits- und Kapitalausstattungen der jeweiligen Ökonomien, die in vielen Sektoren einen deutlichen Anstieg der realen Weltmarktpreise hervorrufen. Positive Auswirkungen hat auch das Bevölkerungswachstum, wobei das Ausmaß des hervorgerufenen Anstiegs der Weltmarktpreise jedoch deutlich geringer ist. Veränderungen des BIP führen zu negativen Veränderungen bei den Weltmarktpreisen. Diese Entwicklung bedarf einer näheren Betrachtung. Zum einen ist der Anstieg des BIP in der Regel positiv mit der Nachfrage nach Produkten korreliert und verursacht daher Preisanstiege. Zum anderen steht ein Anstieg des BIP grundsätzlich immer im Zusammenhang mit technischem Fortschritt<sup>17</sup>, der preissenkend wirkt. In der Baseline dominiert die preissenkende Komponente und führt für die realen Weltmarktpreise der Rohstoffe und Verarbeitungsprodukte des Agrarsektors zu einem senkenden Effekt. Tabelle 7 differenziert darüber hinaus den Effekt, der auf eine Steigerung der globalen Bioenergieproduktion zurückzuführen ist. Wie in Kapitel 4.2 dargelegt, werden in der Baseline dafür die Projektionen der OECD-FAO (2012) für die Bioenergieproduktion in den wichtigsten Produktionsländern verwendet, die unter Berücksichtigung der politischen Rahmenbedingungen berechnet wurden. Tabelle 7 weist deutliche Effekte für die Futtergetreide- und Ölsaaten-sektoren aus, die vorrangig in der Bioenergieproduktion eingesetzt werden. Die Zunahme der Bioenergieproduktion führt demnach zu Steigerungen der Weltmarktpreise in einer Größenordnung von 6 % bzw. 3 % bei Futtergetreide und Ölsaaten. Am Gesamtpreiseffekt von 52 % bzw. 50 % auf dem Weltmarkt hat die Zunahme der Bioenergieproduktion somit einen Anteil von ca. 12 % bzw. 7 % für Futtergetreide und Ölsaaten. Deutliche Auswirkungen können

<sup>17</sup> Um das BIP im GTAP-Modell auf den projizierten Wert zu schocken, muss eine Technologievariable zur Anpassung endogenisiert werden. In diesen Simulationen würde hierfür die TFP-Variable gewählt. Eine Steigerung des BIP ist somit nicht nur mit einem Einkommensanstieg, sondern gleichzeitig auch mit einer Verbesserung der Technologie verbunden.

auch für die Produktion von Zuckerrüben und -rohr und die inländischen Preise festgestellt werden. Da diese Produkte jedoch auf den Weltmärkten nur in verarbeiteter Form gehandelt werden, kann dieser Effekt hier nicht ausgewiesen werden. Er findet sich jedoch in abgeschwächter Form in der Zunahme der Weltmarktpreise für Zucker wieder, der durch die Bioenergieproduktion hervorgerufen wird (1,2 %).

**Tabelle 7: Veränderung der realen Weltmarktpreise in der Baseline für ausgewählte Produkte (%)<sup>1)</sup>**

	Insgesamt	Bevölkerung	BIP	Arbeitskräfte	Kapital	Bioenergie
Weizen	32.7	6.3	-22.2	12.9	34.6	1.1
Futtergetreide	52.0	8.8	-20.7	16.5	41.2	6.3
Ölsaaten	50.0	8.6	-25.2	19.2	44.0	3.3
Obst & Gemüse	64.3	11.2	-21.2	14.3	58.7	1.3
Sonstige Getreide	39.1	7.9	-15.7	15.3	29.8	1.8
Milchprodukte	2.8	1.4	-10.2	5.8	5.2	0.6
Rindfleisch	6.4	1.7	-11.3	7.9	7.2	0.9
Schweine- & Geflügelfleisch	-0.3	0.5	-6.7	2.5	3.0	0.4
Pflanzliche Fette & Öle	10.3	3.5	-32.0	11.4	26.1	1.4
Zucker	5.7	2.8	-16.2	7.5	10.4	1.2
Reis	17.7	7.7	-45.5	14.7	40.1	0.6
Sonstige Nahrungsmittel	6.1	1.4	-8.7	4.1	8.7	0.5

1) Für weitere Erklärungen zur Zusammensetzung der Sektoren siehe Tabelle A2 im Anhang.

Quelle: Eigene Berechnungen

## 5 Qualifikation

Für die hier vorgestellten Ergebnisse wird ein GTAP-Modell verwendet, das insbesondere im Bereich der Baseline-Projektionen, der Messung der Nahrungsmittelproduktion und des Kalorienverbrauchs, der Bioenergie und der Landnutzung erweitert wurde. Trotz dieser Erweiterungen weist das GTAP-Modell einige Bereiche auf, in denen zusätzliche Modellierungsarbeiten oder eine bessere Qualität der Daten wünschenswert wären. Die im Folgenden genannten Modellierungsoptionen oder Verbesserungen der verwendeten Daten übersteigen jedoch den Zeitrahmen, der für dieses Projekt vorgegeben ist.

Insbesondere anzumerken sind die folgenden Punkte:

- Die Daten des Food-Balance-Sheets der FAO sind je nach Region, Land oder Sektor von sehr unterschiedlicher Qualität. Die FAO bemüht sich zurzeit um eine grundlegende Überarbeitung, die auch wichtige aktuelle Befragung auf Haushaltsebene mit einbezieht. Die hieraus abgeleiteten Daten können daher insbesondere in Entwicklungsländern nur Näherungswerte sein, die zur Orientierung der zukünftigen Entwicklung dienen. Die hier dargestellten Werte sind Durchschnittswerte für eine Region, die auf Haushaltsebene deutlich positiv oder negativ abweichen können. Wünschenswert wäre daher, die detaillierten Informationen auf Haushaltsebene mit der Betrachtung auf globaler Ebene enger zu verknüpfen, um die für den jeweils anderen Bereich essentiellen Informationen in die Betrachtung einzubeziehen.
- Die Vereinten Nationen haben ihre Prognosen zur Bevölkerungsentwicklung kürzlich korrigiert (FAO, 2012b, S. 19). Demnach könnte die hier unterstellte Bevölkerungsentwicklung konservativ sein, so dass die Prognosen für die Kalorienzufuhr im Jahr 2020 zu optimistisch sind.
- Die Modellierung der Bioenergieproduktion dieser Studie berücksichtigt noch nicht die Kuppelprodukte in der Bioenergieproduktion sowie die Biokraftstoffproduktion der zweiten Generation. Letzteres ist insbesondere auf die fehlenden Daten in diesem Bereich zurückzuführen. Die wenigen Studien (vgl. Taheripour, Hertel, Tyner, 2010; Taheripour, Tyner, 2011) zeigen jedoch, dass die Effekte nicht sehr hoch sind. Für die vorliegende Analyse bedeutet dies, dass die Ergebnisse eine etwas zu optimistische Darstellung der zukünftigen Entwicklungen der Veredlungsindustrie widerspiegeln.
- In der vorliegenden Analyse werden Wasserressourcen nicht berücksichtigt. In der Literatur gibt es nur sehr wenige Autoren, die in empirischen Analysen die globalen Wasserressourcen bei der Produktion von Agrarprodukten berücksichtigen (Berritella et al., 2007; Calzadilla, Rehdanz, Tol, 2011). Aufgrund der Ergebnisse dieser Autoren ist zu erwarten, dass Restriktionen im globalen Wasserangebot bei gleichbleibenden sonstigen ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen in der Zukunft zu höheren Inputkosten für den Agrarsektor führen und die Wettbewerbsfähigkeit einschränken. Somit würde die Berücksichtigung von globalen Wasserressourcen in der vorliegenden Analyse zu einer konservativeren Entwicklung führen.

- In der Literatur und auch in den Medien werden immer wieder Spekulationen als eine Ursache für Preissteigerungen auf den Weltagrarmärkten genannt. Bei aktueller Auswertung der Literatur finden Will et al. (2012) nur wenige und zudem nur schwache Befunde in wissenschaftlichen Studien dafür, dass die Zunahme der Finanzspekulation in den letzten Jahren das Niveau bzw. die Volatilität der Preise für Agrarrohstoffe hat ansteigen lassen. Nach jetzigem Kenntnisstand ist daher nicht zu vermuten, dass die vorliegenden Ergebnisse sich bei Berücksichtigung von Spekulation verändern würden.
- Diese Studie verwendet die neusten verfügbaren Daten für die Projektionen. Grundsätzlich sind jedoch gerade die Annahmen über die makroökonomische Entwicklung der Volkswirtschaften von sehr großer Bedeutung für die Ergebnisse. Es wäre daher wünschenswert, eine umfassendere Sensitivitätsanalyse dieser Bedingungen durchzuführen, als es in der vorliegenden Studie möglich ist.



## 6 Zusammenfassung

Der sprunghafte Anstieg der Preise auf den Weltagarmärkten in den Jahren 2007/08 und 2010/11 und die damit in Zusammenhang stehende Versorgung der Weltbevölkerung mit Nahrungsmitteln ist ein wichtiges Thema in der öffentlichen und wissenschaftlichen Diskussion. Bei wachsender Weltbevölkerung, veränderten ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen sowie zunehmend restriktiveren Umweltbedingungen werden die Ansprüche an die Welternährungswirtschaft in Zukunft weiter zunehmen. Wird die Versorgung der Weltbevölkerung mit Nahrungsmitteln zukünftig schwieriger, so dass die Ernährungsunsicherheit nicht nur aufgrund von mangelnder Kaufkraft sondern auch aufgrund von unzureichender globaler Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln weiter zunimmt? Die vorliegende Studie widmet sich dieser Frage.

Hierfür wird zunächst die langfristige Entwicklung der Preise und der Produktion von Agrar- und Nahrungsmitteln auf den Weltagarmärkten analysiert. Mit Hilfe des Index der Nahrungsmittelproduktion (FAO, 2013a; FAO, 2013b) kann gezeigt werden, dass die Nahrungsmittelproduktion in den letzten 50 Jahren um 2,3 % bis 2,7 % angestiegen ist. Die Erzeugung tierischer Produkte wächst dabei stärker als die der pflanzlichen Produkte. Als weiterer globaler Indikator der Ernährungssicherheit wird die tägliche Kalorienzufuhr pro Kopf (FAO, 2012b) untersucht, die im Betrachtungszeitraum ebenfalls deutlich angestiegen ist. Trotz dieses Wachstums kann insbesondere in letzter Zeit ein Anstieg der realen Weltmarktpreise für Produkte des Agrar- und Ernährungssektors festgestellt werden (FAO, 2013b). Die Analysen der zukünftigen Entwicklungen basieren auf dem Global Trade Analysis Project (GTAP), das im Modell und der Datenbasis weitgehend auf die Fragestellung ausgerichtet worden ist. Berücksichtigung fand dabei die Messung der globalen und regionalen aggregierten Nahrungsmittelproduktion, der damit im Zusammenhang stehende weltweite und regionale Kalorienverbrauch, die Modellierung von Bioenergie und agrarökologischen Zonen (AEZ) sowie die Dekomposition der Einflussfaktoren. Außerdem wurde ein Projektionsmodul mit aktuellen Informationen über die wichtigsten makroökonomischen Variablen programmiert, um das GTAP-Modell vom Basisjahr 2004 in das Jahr 2020 zu projizieren.

Die Ergebnisse zeigen, dass die globale Nahrungsmittelproduktion im Betrachtungszeitraum 2004 bis 2020 um 2,1 % pro Jahr ansteigen wird. Dieses Wachstum wird zum überwiegenden Teil in Entwicklungsländern (3,0 %) stattfinden, während Industrieländer nur eine mäßige Produktionssteigerung von 1,4 % realisieren. Der Kalorienverbrauch pro Kopf und Tag nimmt auch weiterhin zu. Für die Welt insgesamt ergibt sich eine Steigerung von 2835 auf 3584 Kalorien pro Kopf und Tag, die maßgeblich durch eine Erhöhung der Kalorienzufuhr in Entwicklungsländern hervorgerufen wird. Dennoch wird der kritische Wert von 1800 Kalorien pro Kopf und Tag in den LDC auch im Jahr 2020 nur geringfügig überschritten. Das Wachstum der Nahrungsmittel-

produktion und die Zunahme der Kalorienzufuhr werden vor allem durch Einkommenssteigerungen hervorgerufen. Bevölkerungswachstum sowie Veränderungen in der Arbeitskräfte- und Kapitalausstattung führen dagegen zu einer Verminderung der globalen Kalorienzufuhr. Auch die zunehmende Bioenergieproduktion wirkt sich negativ auf die Kalorienzufuhr aus. Steigende Einkommen führen außerdem zu einer Veränderung der Ernährungsstruktur, die zu einer deutlichen Verschiebung zugunsten von tierischen Produkten in den Entwicklungsländern führt. Eine detaillierte Analyse der Weltmarktpreisveränderungen zeigt schließlich, dass auch hier die Einkommenssteigerung der dominante Einflussfaktor ist, während die zunehmende Bioenergieproduktion insbesondere bei Futtergetreide und Ölsaaten zu Weltmarktpreissteigerungen von 12 % bis 7 % führt.

## 7 Literaturverzeichnis

- ALSTON, J.M., BEDDOW, J.M., PARDEY, P.G. (2010):  
Global Patterns of Crop Yields and Other Partial Productivity Measures and Prices. In: Alston, J.M., Babcock, B.A., Pardey, P.G. (Eds.), *The Shifting Patterns of Agricultural Productivity Worldwide*. Midwest Agribusiness Trade Research and Information Center, Iowa State University. 39–61.
- ARMINGTON, P. (1969):  
A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Origin. *International Monetary Fund Staff Papers* 16 (1) 159–178.
- BERRITTELLA, M., HOEKSTRA, A.Y., REHDANZ, K., ROSON, R., TOL, R.S.J. (2007):  
The Economic Impact of Restricted Water Supply: A Computable General Equilibrium Analysis. *Water Research* 41 (8) 1799–1813.
- BROCKMEIER, M. (2003):  
Ökonomische Auswirkungen der EU-Osterweiterung auf den Agrar- und Ernährungssektor – Simulation auf der Basis eines Allgemeinen Gleichgewichtsmodells. *Agrar-ökonomische Studien*. Bd. 22. Kiel: Wissenschaftsverlag Vauk.
- BROCKMEIER, M., PELIKAN, J. (2008):  
Agricultural Market Access: A Moving Target in the WTO Negotiations? *Food Policy* 33 (3) 250–259.
- CALZADILLA, A., REHDANZ, K., TOL, R.S.J. (2011):  
The GTAP-W Model: Accounting for Water use in Agriculture. *Kiel Institute for the World Economic Working Paper* 1745.
- Economist. (2008):  
The Silent Tsunami. (17. April 2008) 43.
- FAO. 2013a. *FAO Food Balance Sheets*. Available from <http://faostat.fao.org/site/354/default.aspx> (accessed 02. Februar 2013).
- – –. 2013b. *FAO Food Price Index*. Available from <http://www.fao.org/worldfood-situation/wfshome/foodpricesindex/en/> (accessed 02. Februar 2013).
- – –. 2012a. *The State of Food and Agriculture - Investing in Agriculture for a Better Future*.
- – –. 2012b. *World Agriculture Towards 2030/50: The 2012 Revision*.
- – –. 2011a. *Global Food Losses and Food Waste. Extent, Causes and Prevention*.
- – –. 2011b. *The State of Insecurity in the World: How does International Price Volatility Affect Domestic Economies and Food Security?* .
- – –. 2011c. *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture – Managing Systems at Risk*.
- – –. 2010. *The State of Food Insecurity in the World. Addressing Food Insecurity in Protracted Crises*.
- FAO, IFAD, IMF, OECD, UNCTAD, WFP, World Bank, WTO, IPFRI, UN HLTF. (2011):  
*Price Volatility in Food and Agricultural Markets: Policy Responses*.
- FUGLIE, K.O. (2012):  
Productivity Growth and Technology Capital in the Global Agricultural Economy. In: Fuglie, K.O., Wang, S.L., Ball, V.E. (Eds.), *Productivity Growth in Agriculture: An International Perspective*. CAB International, Wallingford, UK. 335-368.
- GOLUB, A., HERTEL, T.W., TAHERIPOUR, F., WALLACE, T. (2010):  
Modeling Biofuels Policies in General Equilibrium: Insights, Pitfalls and Opportunities. *GTAP Working Paper* 61, [https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res\\_display.asp?RecordID=3406](https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=3406).
- HARRISON, J.W., PEARSON, K.R. (1996):  
Computing Solutions for Large General Equilibrium Models using GEMPACK. *Computational Economics* 9 (2) 83–127.
- HEADY, D., FAN, S. (2010):  
Reflections on the Global Food Crisis: How did it Happen? how has it Hurt? and how can we Prevent the Next One? *Research Report of the International Food Policy Research Institute* 165.
- HEADY, D., FAN, S. (2008):  
Anatomy of a Crisis. the Causes and Consequences of Surging Food Prices. *IFPRI Discussion Paper* 00831.
- HERTEL, T. W. (ED.) (1997):  
*Global trade analysis. modeling and applications*, Cambridge University Press.
- HERTEL, T.W., ROSE, S., TOL, R.S.J. (2008):  
Land use in Computable General Equilibrium Models: An Overview. *GTAP Technical Paper* 39, <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/3659.pdf>.

HERTEL, T.W., TSIGAS, M.E. (1997):  
Structure of GTAP. In: Hertel, T.W. (Ed.), *Global Trade Analysis: Modeling and Applications*. University Press, Cambridge. 13–73.

HERTEL, T.W. (2010):  
The Global Supply and Demand for Agricultural Land in 2050: A Perfect Storm in the Making? GTAP Working Paper 63.

HERTEL, T.W., TYNER, W.E., BIRUR, D.K. (2008):  
Biofuels for all? Understanding the Global Impacts of Multinational Mandates. GTAP Working Paper 51.

LICKER, R., JOHNSTON, M., FOLEY, J.A., BARFORD, C., KUCHARIK, C.J., MONFREDA, C., RAMANKUTTY, N. (2010):  
Mind the Gap: How do Climate and Agricultural Management Explain the 'Yield Gap' of Croplands Around the World? *Global Ecology and Biogeography* 19 (6) 769–782.

LOBELL, D.B., CASSMAN, K.G., FIELD, C.B. (2009):  
Crop Yield Gaps: Their Importance, Magnitudes, and Causes. *Annual Review of Environment and Resources* 34 (11) 179–204.

MITCHELL, D. (2008):  
A Note on Rising Food Prices. Policy Research Working Paper 4682, World Bank. OECD-FAO. 2012. *Agricultural Outlook 2012–2021*.

PETERSON, E. (2008):  
Chapter 8.A: Food and Agricultural Data Base. GTAP Resource 2931, <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/4178.pdf>.

PIESSE, J., THIRTLE, C. (2009):  
Three Bubbles and a Panic: An Explanatory Review of Recent Food Commodity Price Events. *Food Policy* 34 (2) 119–129.

SEN, A. (1981):  
Ingredients of Famine Analysis: Availability and Entitlements. *Quarterly Journal of Economics* 96 (3) 433–464.

STRZEPEK, K., BOEHLERT, B. (2010):  
Competition for Water for the Food System. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365 (1554) 2927–2940.

SWINNEN, J.F.M., SQUICCIARINI, P., VANDEMOORTELE, T. (2011):  
The Food Crisis, Mass Media and the Political Economy of Policy Analysis and Communication. *European Review of Agricultural Economics* 38 (3) 409–426.

TAHERIPOUR, F., BIRUR, D.K., HERTEL, T.W., TYNER, W.E. (2007):  
Introducing Liquid Biofuels into the GTAP Database. GTAP Research Memorandum 11, <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/3939.pdf>.

TAHERIPOUR, F., HERTEL, T.W., TYNER, W.E. (2010):  
Implications of the Biofuels Boom for the Global Livestock Industry: A Computable General Equilibrium Analysis. GTAP Working Paper 58.

TAHERIPOUR, F., TYNER, W.E. (2011):  
Introducing First and Second Generation Biofuels into the GTAP Data Base Version 7. GTAP Research Memorandum 21, <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/5179.pdf>.

TANGERMANN, S. (2001):  
Hunger und Überfluß: Wie sicher ist die Welternährung? In: Ringleben, J. (Ed.), *Bursfelder Universitätsreden*. Bd. 18. Göttingen: Verlag Göttinger Tageblatt GmbH & Co. KG. USDA. 2012. *USDA Agricultural Projections to 2021*.  
— — —. 2007. Exploratory Research on Estimation of Consumer-Level Food Loss Conversion Factors. , [http://www.rti.org/pubs/0210449\\_food\\_loss\\_report\\_7-07.pdf](http://www.rti.org/pubs/0210449_food_loss_report_7-07.pdf) (accessed January 25th, 2013).

WILL, M.G., PREHN, S., PIES, I., GLAUBEN, T. (2012):  
Schadet oder nützt die Finanzspekulation mit Agrarrohstoffen? – Ein Literaturüberblick zum aktuellen Stand der empirischen Forschung. Diskussionspapier Nr. 2012–26, Lehrstuhl für Wirtschaftsethik an der Martin-Luther-Universität. [www.iamo.de/publikation/diskussionspapier2012-26](http://www.iamo.de/publikation/diskussionspapier2012-26).

WORLD BANK. (2007):  
World Development Report. Agriculture for Development. Washington DC.

WRIGHT, B. (2011):  
Price Volatility in Agricultural Commodities: Market Fundamentals.

## 8 Anhang

**Tabelle A1: Aggregation der Länder und Regionen der GTAP-Datenbasis (Version 8)**

Länder und Regionen	Abkürzung
<b>1 EU 27</b> Österreich, Belgien, Zypern, Tschechische Republik, Dänemark, Estland, Finnland, Frankreich, Deutschland, Griechenland, Ungarn, Irland, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Polen, Portugal, Slowakei, Slowenien, Spanien, Schweden, Vereinigtes Königreich, Bulgarien, Rumänien	<b>EU27</b>
<b>2 Hohe Einkommensländer in Europa</b> Schweiz, Norwegen, Rest der EFTA	<b>HEUROPE</b>
<b>3 Vereinigte Staaten von Amerika</b>	<b>USA</b>
<b>4 Nordamerika</b> Kanada, Mexiko, Rest von Nordamerika	<b>NOAM</b>
<b>5 Brasilien</b>	<b>BRAZ</b>
<b>6 Lateinamerika</b> Argentinien, Bolivien, Chile, Kolumbien, Ecuador, Paraguay, Peru, Uruguay, Venezuela, Rest von Südamerika, Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panama, El Salvador, Rest von Zentralamerika, Karibik	<b>LATAM</b>
<b>7 Ozeanien</b> Australien, Neuseeland, Rest von Ozeanien	<b>OCEA</b>
<b>8 China</b>	<b>CHN</b>
<b>9 Japan</b>	<b>JPN</b>
<b>10 Hohe Einkommensländer Asien</b> Hongkong, Korea, Taiwan, Singapur	<b>HAsia</b>
<b>11 Mittlere Einkommensländer Asien</b> Indonesien, Malaysia, Philippinen, Thailand, Vietnam	<b>MAsia</b>
<b>12 Niedrige Einkommensländer Asien</b> Mongolei, Rest von Ostasien, Pakistan, Sri Lanka	<b>LAsia</b>
<b>13 Indien</b>	<b>INDIA</b>
<b>14 Mittlerer Osten und Afrika</b> Rest von Westasien, Ägypten, Marokko, Tunesien, Rest von Nordafrika	<b>MENA</b>
<b>15 Rest Sub-Sahara Afrika</b> Kamerun, Cote d'Ivoire, Ghana, Nigeria, Kenia, Mauritius, Zimbabwe, Botswana, Namibia, Südafrika	<b>rSSA</b>
<b>18 Die ärmsten Länder der Welt</b> Kambodscha, Laos, Restliches Südostasien, Bangladesch, Nepal, Rest von Südostasien, Senegal, Rest von Westafrika, Rest von Zentralafrika, Rest von Süd-Zentralafrika, Äthiopien, Madagaskar, Malawi, Mozambique, Tansania, Uganda, Sambia, Rest von Ostafrika, Rest der südafrikanischen Zollunion	<b>LDC</b>
<b>19 Rest der Welt</b> Albanien, Belarus, Kroatien, Weißrussland, Russland, Ukraine, Rest von Osteuropa, Rest von Europa, Kasachstan, Kirgisistan, Rest der ehemaligen Sowjetunion, Armenien, Aserbaidschan, Georgia, Bahrein, Iran, Israel, Kuwait, Oman, Katar, Saudi-Arabien, Türkei, Vereinigte Arabische Emirate	<b>ROW</b>

**Tabelle A2: Aggregation der Sektoren der GTAP-Datenbasis (Version 8)**

Sektoren	Abkürzung
<b>1 Rohreis</b>	<b>pdr</b>
<b>2 Weizen</b>	<b>wht</b>
<b>3 Futtergetreide</b>	<b>gro</b>
<b>4 Ölsaaten</b>	<b>osd</b>
<b>5 Zuckerrohr &amp; Zuckerrüben</b>	<b>c_b</b>
<b>6 Obst &amp; Gemüse</b>	<b>v_f</b>
<b>7 Pflanzliche Fasern</b>	<b>pfb</b>
<b>8 Sonstige Getreide</b>	<b>ocr</b>
<b>9 Waldbau</b>	<b>frs</b>
<b>10 Rohmilch</b>	<b>rmk</b>
<b>11 Rinder</b>	<b>ctl</b>
<b>12 Wolle</b>	<b>wol</b>
<b>13 Schweine und Geflügel</b>	<b>oap</b>
<b>14 Milchprodukte</b>	<b>mil</b>
<b>15 Rindfleisch</b>	<b>cmt</b>
<b>16 Schweine- und Geflügelfleisch</b>	<b>omt</b>
<b>17 Pflanzliche Fette &amp; Öle</b>	<b>voln</b>
<b>18 Zucker</b>	<b>sgr</b>
<b>19 Getränke &amp; Tabak</b>	<b>b_t</b>
<b>20 Reis</b>	<b>pcr</b>
<b>21 Sonstige Nahrungsmittel</b>	<b>ofdn</b>
<b>22 Fischerei</b>	<b>fsh</b>
<b>23 Mineralien</b>	<b>omf</b>
<b>24 Ethanol aus Futtergetreide</b>	<b>eth1</b>
<b>25 Ethanol aus Zuckerrohr</b>	<b>eth2</b>
<b>26 Biodiesel</b>	<b>biod</b>
<b>27 Kohleprodukte</b>	<b>coa</b>
<b>28 Öl</b>	<b>oil</b>
<b>29 GAS</b> Gas, Gasproduktion	<b>gas</b>
<b>30 Erdöl und Kohle-Produkte</b>	<b>oil_pcts</b>
<b>31 Elektrizität</b>	<b>electricity</b>
<b>32 Energieintensive Industrien</b> Chemikalien, Gummi, Kunststoffprodukte, Eisenmetalle, Metalle nec, Metallprodukte	<b>en_int_ind</b>
<b>33 Rest Industrie und Dienstleistungen</b> Textilien und Bekleidung, Lederprodukte, Holzprodukte, Papierprodukte, Mineralprodukte nec, Kraftfahrzeuge und -teile, Transportausrüstung, Elektronische Geräte, Maschinen und Ausstattung, Industrieerzeugnisse nec, Absatz, , Baugewerbe, Handel, Transport nec, Wassertransport, Lufttransport, Kommunikation, Finanzdienstleistungen nec, Versicherung, Dienstleistungsgeschäft nec, Freizeit, Erholung und andere Dienstleistungen	<b>oth_ind_se</b>
<b>34 Dienstleistungen, die keine CO<sub>2</sub> Emission erzeugen</b> Wasser, Öffentliche Verwaltung/Verteidigung/Gesundheit/Ausbildung, Wohnraum	<b>ntrdservices</b>

# Auswirkungen der Globalisierung und ausgewählter Politikmaßnahmen auf die Ernährungssicherheit: Welchen Beitrag kann der internationale Handel zur Sicherung der Welternährung leisten?

Prof. Dr. Awudu Abdulai, Jan Dithmer

Institut für Ernährungswirtschaft und Verbrauchslehre  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

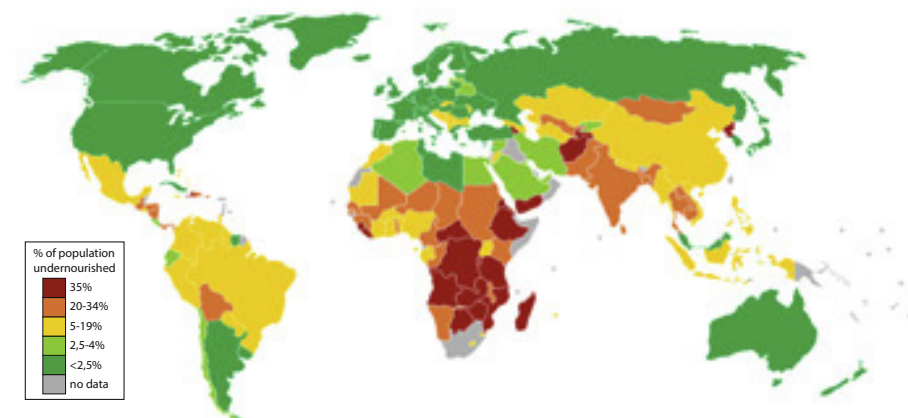
## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b> .....	42
<b>2 Einfluss der Handelsöffnung auf die Ernährungssicherheit</b> .....	46
2.1 Theoretische Zusammenhänge .....	46
2.2 Panelanalyse der Determinanten von Ernährungssicherheit .....	47
2.2.1 Empirische Modellspezifikation .....	48
2.2.2 Datenbeschreibung und empirische Ergebnisse .....	50
<b>3 Preistransmissionsanalyse</b> .....	55
3.1 Die Modellierung asymmetrischer Preistransmission .....	56
3.2 Empirische Ergebnisse der Preistransmissionsanalyse .....	57
3.2.1 Daten und Tests auf Stationarität .....	57
3.2.2 Ergebnisse der Kointegrationsanalyse .....	59
3.2.3 Schätzung eines asymmetrischen Fehlerkorrekturmodells .....	60
<b>4 Zusammenfassung der Ergebnisse und Politikempfehlungen</b> .....	62
<b>5 Literaturverzeichnis</b> .....	64
<b>6 Anhang</b> .....	69

## 1 Einleitung

Derzeit leiden nach Angaben der FAO (2012) etwa 900 Millionen Menschen an Hunger und chronischer Unterernährung, der Großteil davon in Entwicklungs- und Schwellenländern (siehe Abbildung 1). Die Wirtschafts- und Finanzkrise, die Folgen des Klimawandels und der Rückgang der weltweit landwirtschaftlich nutzbaren Fläche werden die Situation weiter verschärfen. Darüber hinaus wird bis 2050 ein Anstieg der Weltbevölkerung auf über 9 Mrd. Menschen und ein Anstieg der weltweiten Nachfrage nach Lebensmitteln um 60 % erwartet (FAO, 2012). Die größte Herausforderung für die Welt wird daher auch in Zukunft sein, eine ressourcenschonende Lebensmittelversorgung für die stetig wachsende Weltbevölkerung zu ermöglichen. Die ausreichende Verfügbarkeit von Nahrung und der Zugang zu gesunden Lebensmitteln sind entscheidend für eine nachhaltige Entwicklung und Wohlstandssteigerung auf allen Kontinenten (FAO, 2012). Zur Sicherung der Ernährung wird weltweit eine hochproduktive und an die jeweiligen Standortbedingungen angepasste Landwirtschaft benötigt. Dies impliziert, dass die Produktion und der Konsum von Nahrungsmitteln örtlich nicht zusammenfallen müssen, da je nach Standort die Produktion verschiedener Nahrungsmittel effizient oder überhaupt möglich sein kann. Auf globaler Ebene bildet somit der internationale Handel die Verbindung zwischen der Produktion von und der Nachfrage nach Lebensmitteln. Generelle Offenheit gegenüber dem Handel ermöglicht Nahrungsmitteln aus Regionen mit Angebotsüberschüssen in Regionen mit Angebotsengpässen zu fließen und so Angebotslücken zu schließen, sowohl innerhalb von als auch zwischen Ländern (vgl. Runge et al., 2003). Wenn dieser Mechanismus durch Handelsbarrieren gestört ist, könnten damit negative Folgen für die Ernährungssicherheit verbunden sein. Die Liberalisierung des Handels könnte im Umkehrschluss die Ernährungssicherheit verbessern. Ermöglicht eine Integration in den Weltmarkt zudem dringend benötigte Wissens- und Technologietransfers, kann dies auch auf globaler Ebene mit einer effizienteren und sichereren Nahrungsmittelproduktion einhergehen.

Abb.1: Anteil der Unterernährten weltweit, 2010–2012

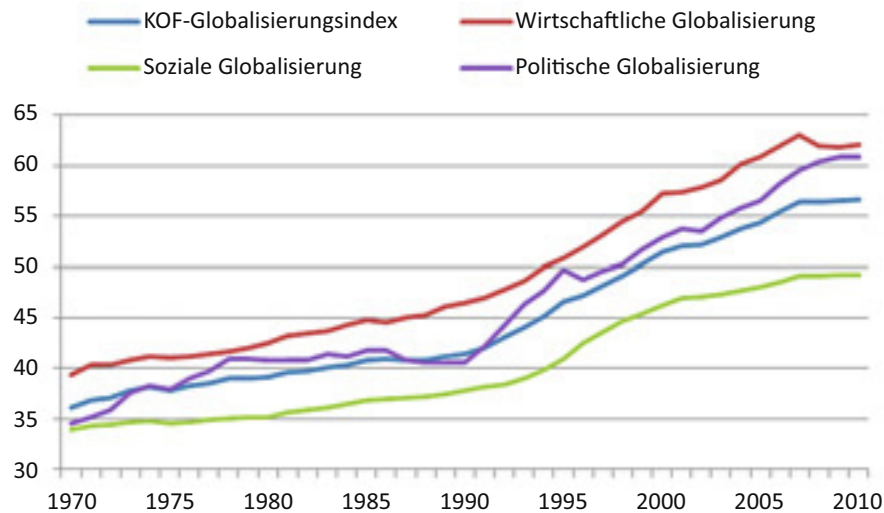


Quelle: FAO, 2012

Die Globalisierung wird gemeinhin verstanden als die zunehmende Verflechtung von Volkswirtschaften und Gesellschaften in der Welt. Zur Veranschaulichung der Entwicklung der Globalisierung kann der KOF (Konjunkturforschungsstelle)-Globalisierungsindex herangezogen werden. Der aktuelle Globalisierungsindex umfasst 187 Länder und den Zeitraum 1970–2010. Die wirtschaftliche Dimension des KOF-Index misst einerseits die tatsächlichen Handels- und Investitionsvolumina sowie andererseits das Ausmaß, in dem Länder Handels- und Kapitalverkehrsrestriktionen anwenden. Die soziale Dimension der Globalisierung spiegelt das Ausmaß wider, in dem sich Informationen und Ideen verbreiten, während die politische Dimension das Ausmaß der politischen Zusammenarbeit zwischen den Ländern abbildet.<sup>1</sup> Der Globalisierungsindex zeigt, dass die weltweite Verflechtung von Ländern seit 1970 stark zugenommen hat, wobei sich dieser Prozess mit Beginn der 1990er Jahre nochmals beschleunigte. Der KOF-Index zeigt aber auch, dass das Voranschreiten der Globalisierung durch die jüngste Wirtschafts- und Finanzkrise, welche vor allem einen deutlichen Knick im wirtschaftlichen Globalisierungspfad hinterlassen hat, deutlich abgebremst wurde.

<sup>1</sup> Vgl. <http://globalization.kof.ethz.ch/>.

**Abb.2: Entwicklung der Globalisierung, 1970–2010**



Quelle: Dreher et al., 2009; eigene Darstellung

In den 1960er- und 70er-Jahren haben die Regierungen vieler Länder versucht, ihre heimischen Märkte durch Zölle und Steuern, Subventionen oder mengenmäßige Beschränkungen für die Ein- und Ausfuhr von Waren abzuschotten. In den 1980er und 90er-Jahren durchgeführte Strukturanpassungsprogramme (SAPs) unter der Aufsicht der Weltbank und des Internationalen Währungsfonds führten zu einem Abbau der Protektion (vgl. Blouin et al., 2007). Die Liberalisierungsmaßnahmen hatten das Ziel, die Effizienz der Ressourcenallokation und Anreize zur Produktion zu erhöhen, indem die Wirtschaft marktorientierter gestaltet wird. Dies sollte zu wirtschaftlichem Wachstum sowie der Verringerung der Armut und Ernährungsunsicherheit beitragen. Insbesondere die Bedeutung des Außenhandels hat infolge der Handelsreformen der letzten Jahrzehnte stetig zugenommen. Der Anteil der exportierten Waren und Dienstleistungen am Welt-BIP erhöhte sich von 1950 bis heute von etwa 8 auf mehr als 30 %. Die Zunahme der Exporte über die letzten 60 Jahre betrug jährlich durchschnittlich 6 %, wobei aber beispielsweise der Anstieg bei Fertigwaren (7,5 %) weitaus größer ausfiel als bei Landwirtschaftsprodukten (3,5 %).<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Vgl. [http://www.wto.org/english/res\\_e/statis\\_e/its\\_e.htm](http://www.wto.org/english/res_e/statis_e/its_e.htm).

Die Auswirkungen von Handelsreformen zu verstehen ist wichtig, da sie die Grundlage der Argumentation in Welthandelsrunden bilden und dabei helfen, zukünftige Reformen optimal zu gestalten (FAO, 2003). Darüber hinaus haben nur wenige Regierungen, besonders in Entwicklungsländern, gut entwickelte Ernährungspolitiken und sind sich oft nicht im Klaren über den Einfluss, den nationale Politiken in anderen Sektoren, beispielsweise dem Handel oder der Landwirtschaft, auf die Ernährungssituation haben (Weltbank, 2006). Die Auswirkungen von Handelsreformen auf die Ernährungssicherheit sind jedoch bisher weitgehend ungeklärt (Traub und Jayne, 2008). Daher soll der Fokus in dieser Studie auf der Analyse des Einflusses der Globalisierung und Handelsoffenheit auf die Ernährungssicherung gelegt werden. Nahrungsmittelpreise spielen eine zentrale Rolle sowohl für die Nachfrage nach als auch dem Angebot an Nahrungsmitteln. Daher wurde in diesem Projekt im zweiten Teil auch die Frage analysiert, wie sich Handelsliberalisierungspolitiken, die in der Regel Preisverzerrungen beheben sollen, auf die Transmission von Weltmarktpreisen zu heimischen Preisen auswirken. Wenn Produzenten nur einen geringen Anteil am Weltmarktpreis für den Verkauf ihrer Güter erhalten und wenig an Preissteigerungen auf dem Weltmarkt partizipieren, kann sich das negativ auf ihre Einkommen und Produktionsanreize auswirken.

## 2 Einfluss der Handelsoffenheit auf die Ernährungssicherheit

Der internationale Handel wird als Schlüsselement zur Erreichung weltweiter Ernährungssicherheit gesehen (FAO, 2003). Es gibt jedoch nur wenige Studien, die den Zusammenhang zwischen Handelsreformen und der Ernährungssicherheit untersucht haben. Die FAO (2006) fasst die Ergebnisse von 15 Länder-Fallstudien zum Einfluss von Handelsreformen auf die Ernährungssicherheit zusammen. Der überwiegende Teil dieser und anderer Studien zu diesem Thema<sup>3</sup> verwendet allerdings rein deskriptive Analysemethoden oder Simulationsmodelle und betrachtet jeweils nur einen bestimmten Aspekt des Zusammenhangs, beispielsweise den Effekt auf Einkommen oder Preise, so dass der Gesamteffekt auf die Ernährungssicherheit nicht quantifiziert werden kann. Zudem werden größtenteils Armutskennzahlen statt direkter Ernährungssicherheits-Indikatoren verwendet, die auf Haushaltsebene kaum verfügbar sind (FAO, 2006). Von den wenigen existierenden Fallstudien kann daher keine generelle Schlussfolgerung hinsichtlich des Effekts der Handelsoffenheit auf die Ernährungssicherheit abgeleitet werden.

### 2.1 Theoretische Zusammenhänge

Neben einer Steigerung der heimischen Nahrungsmittelproduktion, z. B. durch Produktivitätserhöhungen, können bei einer generellen Offenheit gegenüber dem internationalen Handel auch Nahrungsmittelimporte zu einer besseren Ernährungssituation beitragen. Gerade wenn ein Land nicht genügend Ressourcen hat, um eine ausreichende Menge an Nahrungsmitteln selbst herzustellen oder es beispielsweise durch Ernteausfälle zu Angebotsengpässen kommt, kann diese Lücke durch Importe ausgeglichen werden (vgl. Dorosh, 2001). Freier Handel führt zudem gemäß den Aussagen internationaler Handelstheorien zu einer effizienteren Ressourcenallokation, maximiert den Gesamtoutput und ermöglicht so eine Steigerung des Konsums. Handelsreformen beeinflussen die nationale Verfügbarkeit von Nahrung auch durch die Folgen für Preise, die heimische Produktion und die Effekte auf Einkommen und Ausgaben der Haushalte. Insbesondere eröffnen sich für heimische Produzenten Möglichkeiten größere Absatzmärkte zu erreichen und Skaleneffekte zu realisieren. Zusätzlich wird der Zugang zu Inputfaktoren und neuen Technologien verbessert, was zur Ausweitung der heimischen Nahrungsmittelproduktion beitragen kann. Eine Ausweitung des Exportfruchtanbaus kann neben Einkommenssteigerungen für die Produzenten auch zu verbesserten Beschäftigungsmöglichkeiten und höheren

<sup>3</sup> Siehe Chilowa, 1998; Seshamani, 1998; Dorosh, 2001; Dorosh, Dradri und Haggblade, 2009; Pyakuryal et al., 2010.

Lohneinkommen für die ländliche Bevölkerung führen.<sup>4</sup> Werden Importzölle reduziert oder aufgehoben, sinken zudem die Preise für importierte Nahrungsmittel. Über diese Transmissionskanäle kann eine Handelsliberalisierung zu erhöhter Ernährungssicherheit beitragen.

Andererseits könnten mit der Handelsliberalisierung auch Probleme einhergehen, die sich im Endeffekt negativ auf die Ernährungssicherheit auswirken. Die „New Trade Theory“ verdeutlicht, dass Liberalisierungsmaßnahmen mit kurzfristigen Anpassungskosten verbunden sein können.<sup>5</sup> Zum einen kann es durch die Spezialisierung auf die Produktion einiger weniger Exportgüter, die in einem Land besonders effizient hergestellt werden können, zu erhöhter Vulnerabilität gegenüber Marktveränderungen, z. B. Nachfrageschocks oder internationaler Preisvolatilität, kommen. Dies kann sich negativ auf die Ernährungssicherheit auswirken, wenn ein Land auf die Exporteinnahmen durch Verkauf dieser wenigen Güter zur Finanzierung von Nahrungsmittelimporten angewiesen ist. Weiterhin ist es möglich, dass heimische Produzenten in vorher geschützten Sektoren aufgrund erhöhten Wettbewerbsdrucks durch ausländische Konkurrenten nicht bestehen können (vgl. Agénor, 2004). Dies kann sich einerseits direkt auf das Nahrungsmittelangebot auswirken, wenn es für Produzenten nicht mehr lohnend ist für heimische oder internationale Märkte zu produzieren, und dies auch langfristig, wenn dadurch weniger Anreiz besteht, in bodenerhaltende und produktivitätsverbessernde Maßnahmen zu investieren. Andererseits kann sich dieser Prozess indirekt über negative Auswirkungen auf Wirtschaftswachstum und Einkommen auf die Ernährungssicherheit auswirken.

Die vorausgehende Diskussion verdeutlicht, dass es aufgrund der konkurrierenden Effekte aus theoretischer Sicht unklar ist, ob Handelsoffenheit die Ernährungssicherheit erhöht oder verringert. Es gibt stichhaltige Argumente für als auch gegen einen vorteilhaften Einfluss der Handelsoffenheit, was nach einer empirischen Analyse verlangt, um festzustellen, ob der kombinierte Effekt der verschiedenen Faktoren auf die Ernährungssicherheit im Endeffekt positiv oder negativ ist. Im Folgenden werden wir daher den Einfluss der Handelsoffenheit auf die Ernährungssicherheit auf nationaler Ebene anhand einer globalen Panelanalyse untersuchen.

### 2.2 Panelanalyse der Determinanten von Ernährungssicherheit

Auf Basis einer analytischen Studie der FAO (2003) zum Zusammenhang zwischen Handelsreformen und Ernährungssicherheit wird die empirische Spezifikation des Modells hergeleitet. Die FAO identifiziert in ihrer Studie einige Grundkategorien,

<sup>4</sup> Vgl. Maertens und Swinnen, 2009, und Murshid, 2001.

<sup>5</sup> Vgl. Helpman und Krugman, 1989.



welche in einer länderübergreifenden Analyse der Ernährungssicherheit berücksichtigt werden sollten. Hierbei sollte angemerkt werden, dass es, obwohl der Agrarsektor generell als Schlüssel zur Verbesserung der Ernährungssicherheit angesehen wird, in einer derartigen makroökonomischen Analyse auf nationaler Ebene wichtig ist, für breiter gefasste Änderungen der Wirtschaft eines Landes Rechnung zu tragen, wenn der Einfluss auf die Ernährungssicherheit bestimmt werden soll. Dies gilt auch in Bezug auf Handelsreformen, die sich gleichzeitig in unterschiedlicher Weise auf verschiedene Wirtschaftssektoren auswirken können und dessen Nettoergebnis daher ganz anders sein kann als jenes, welches sich aus der alleinigen Betrachtung des Agrarsektors ergeben würde.<sup>6</sup> Zusammenfassend kann der konzeptionelle Rahmen, welcher der empirischen Analyse zu Grunde liegt, wie folgt beschrieben werden: Eine Handelsliberalisierung (Abbau von Zöllen, nichttarifären Handelshemmnissen, Ausfuhrsteuern etc.), andere Reformen (z. B. makroökonomische und institutionelle), exogene Schocks (z. B. Naturkatastrophen und gewaltsame Konflikte) sowie die wirtschaftliche und demographische Entwicklung wirken sich auf Preise und Mengen produzierter und gehandelter Güter sowie Produktivität und Einkommen aus. Diese Effekte können wiederum von strukturellen Besonderheiten der Länder abhängen, beispielsweise der Verfügbarkeit von Ressourcen, der Wichtigkeit des Agrarsektors, geographischen und agroklimatischen Bedingungen oder dem generellen Entwicklungsniveau. Über diese Transmissionskanäle wirken sich die erwähnten ursächlichen Faktoren dann schlussendlich auf die Ernährungssicherheit aus.

### 2.2.1 Empirische Modellspezifikation

Wir wählen einen dynamischen Modellansatz auf Basis von Paneldaten, um den Einfluss der Handelsoffenheit für ein umfassendes Sample von Ländern über den Zeitraum 1980–2007 zu untersuchen. Es gibt unserer Kenntnis nach bisher keine länderübergreifende Studie zu den Auswirkungen der Globalisierung und Handelsoffenheit auf die Ernährungssicherheit. Der nationale Fokus kann dadurch gerechtfertigt werden, dass die Verfügbarkeit von Ressourcen auf nationaler Ebene in hohem Maße das Ausmaß an Ernährungssicherheit einer Nation determiniert (FAO, 2003; IFPRI, 2006). Der Modellansatz ermöglicht uns dynamischen Effekten von Handelsreformen Rechnung zu tragen und für die potenzielle Endogenität einiger erklärender Variablen zu kontrollieren, die aufgrund von simultaner oder reverser Kausalität entstehen kann. Die Spezifikation eines statischen Modells würde hingegen implizieren, dass die Historie von Politikmaßnahmen und der wirtschaftlichen Entwicklung in einem Land keinen Einfluss auf das heutige Niveau an Ernährungssicherheit ausüben. Wir spezifizieren daher ein dynamisches Regressionsmodell und modellieren das

<sup>6</sup> Vgl. z. B. Anderson, 2002, und FAO, 2006.

derzeitige Ausmaß an Ernährungssicherheit als Funktion vergangener Ernährungssicherheit (welche auch den Effekt bisheriger Reformen erfasst) und gegenwärtiger Determinanten:

$$DES_{it} = \alpha + \beta DES_{it-1} + \gamma HO_{it} + \delta_i X_{it} + \mu_i + \mu_t + \vartheta_{it}$$

, wobei DES für das Nahrungsenergieangebot (engl. „dietary energy supply“) und HO für Handelsoffenheit steht. Das Nahrungsenergieangebot ist die Menge an Nahrungsmitteln, ausgedrückt in Kilokalorien (kcal) pro Tag, durchschnittlich verfügbar für jedes Individuum in der Gesamtbevölkerung, berechnet auf Basis von Food Balance Sheets (FAOSTAT). Dieses Maß wurde bereits in früheren Studien als Indikator für den Kalorienkonsum und die nationale Ernährungssicherheit verwendet und ist gemäß der FAO einer der Kernindikatoren der Ernährungssicherheit eng in Zusammenhang stehend mit dem Nahrungsmittelkonsum.<sup>7</sup> Zudem korrelieren Erhöhungen des Nahrungsenergieangebots hoch mit Verringerungen von Unterernährungsraten, für die jedoch nur unzureichend Daten verfügbar sind (FAO, 2006). Die verzögerte abhängige Variable wird aufgrund der vorangehenden Diskussion in das Modell eingefügt, so dass es dynamisch wird. Der verwendete Indikator für die Handelsoffenheit (HO) ist das Verhältnis des Gesamtaußenhandels am Bruttoinlandsprodukt (BIP). Dieses „offenbarte“ Maß der Offenheit eines Landes gegenüber dem internationalen Handel ist derjenige Indikator, welcher in der Regel in Wirkungsanalysen der Handelsliberalisierung zur Anwendung kommt.<sup>8</sup> Die Handelsoffenheit behandeln wir aufgrund potenzieller reverser Kausalität als endogen, da nicht nur Handelsoffenheit die Ernährungssicherheit beeinflusst, sondern dies auch umgekehrt der Fall sein könnte, da Länder oftmals protektionistische Maßnahmen in Reaktion auf Schocks in Bezug auf die Ernährungssicherheit anwenden, z. B. Exportrestriktionen. X ist eine Auswahl weiterer potenziell wichtiger Determinanten der Ernährungssicherheit, die im Folgenden noch näher erläutert werden. Die letzten drei Terme stehen erstens für den länderspezifischen Fixeffekt, der zeitinvariante Unterschiede zwischen den Ländern erfasst, zweitens für jährliche Fixeffekte, die für Schocks kontrollieren welche jedes Land gleichzeitig treffen können (z. B. globale Nachfrageschocks), und drittens für den stochastischen Fehlerterm.

Es stellt sich nun die Frage, wie ein solches Modell konsistent geschätzt werden kann. Ein Problem entsteht durch die Einbeziehung der verzögerten abhängigen Variable, die nicht exogen ist, da sie mit dem Fehlerterm korreliert, was in der Literatur als „dynamic panel bias“ bezeichnet wird.<sup>9</sup> Wir verwenden zur konsistenten Schätzung

<sup>7</sup> Siehe u. a. Smith und Haddad, 2001; Dawson und Sanjuán, 2011.

<sup>8</sup> Siehe u. a. Agénor, 2004; Loayza et al., 2012.

<sup>9</sup> Vgl. Arellano und Bond, 1991.

des dynamischen Modells eine Weiterentwicklung des „Difference GMM (Generalized Method of Moments)“-Schätzers von Arellano und Bond (1991), welche in der Literatur als „System GMM“ bezeichnet wird und potenziellen Schwächen des einfacheren Difference-GMM-Modells Rechnung trägt.<sup>10</sup> Es wird hierbei ein System von Gleichungen simultan geschätzt, erstens die Originalgleichung in Levels, wobei potenziell endogene Variablen mit verzögerten Differenzen ihrer selbst instrumentiert werden, und zweitens die Regressionsgleichung in ersten Differenzen, wobei potenziell endogene Variablen mit verzögerten Niveauwerten ihrer selbst instrumentiert werden. Dieser Systemschätzer des Modells ist konsistent, wenn die verwendeten Instrumente exogen, also unkorreliert mit dem Fehlerterm, sind. Drei Spezifikationstests zur Überprüfung der Modellspezifikation kommen zur Anwendung. Der „Hansen Test“ testet die Nullhypothese der gemeinschaftlichen Validität aller Momentenbedingungen (Instrumente). Eine Nicht-Ablehnung der Nullhypothese bestätigt die Modellspezifikation. Ein Autokorrelationstest ersten und zweiten Grades testet ob Autokorrelation der Residuen vorliegt. Während Autokorrelation ersten Grades (in Differenzen) aufgrund der Einbeziehung der verzögerten abhängigen Variablen erwartet werden kann, darf keine Autokorrelation zweiten Grades vorliegen, damit der Schätzer konsistent ist. Auch wenn theoretisch alle verzögerten Beobachtungswerte der instrumentierten Variablen verwendet werden können, ist man bei der GMM-Schätzung aufgrund der mit einer zu umfangreichen Auswahl an Instrumenten verbundenen Probleme in empirischen Analysen dazu übergegangen, ein eingeschränktes Set an Instrumenten zu verwenden.<sup>11</sup> Wir folgen dieser Konvention und verwenden ein reduziertes Instrumenten-Set. Roodman (2009) zeigt die Überlegenheit dieser Vorgehensweise, welche trotz leicht reduzierter Schätzeffizienz sowohl zu weniger verzerrten Schätzern führt als auch die Fähigkeit des Hansen-Tests ungültige Instrumente zu identifizieren, substantiell erhöht.

### 2.2.2 Datenbeschreibung und empirische Ergebnisse

Das Sample umfasst 158 Länder, für welche Daten bezüglich des Nahrungsenergieangebots über den Zeitraum 1980-2007 verfügbar sind. Das durchschnittliche Nahrungsenergieangebot über das gesamte Sample beträgt 2603 kcal pro Kopf und Tag, mit einem Minimum von 1465 kcal für Eritrea und einem Maximum von 3819 kcal für Österreich. Die Auswahl der erklärenden Variablen basiert auf dem Konzeptrahmen,

<sup>10</sup> Vgl. Blundell und Bond, 1998.

<sup>11</sup> Roodman (2009) diskutiert ausführlich das Problem „zu vieler“ Instrumente und Möglichkeiten das Instrumenten-Set zu reduzieren, indem beispielsweise weiter in der Zeit zurückliegende Werte der instrumentierten Variablen nicht verwendet werden.

der Ergebnisse bisheriger Studien zum Thema der Ernährungssicherheit<sup>12</sup> und der Verfügbarkeit der Daten. Das BIP pro Kopf wird stellvertretend für das durchschnittliche Einkommen und damit auch dem Entwicklungsniveau eines Landes verwendet. Geringe Einkommen können eine der Hauptursachen chronischer Ernährungsunsicherheit sein. Weiterhin wird die Wachstumsrate des BIP als Indikator des wirtschaftlichen Wachstums aufgenommen, welches die Armut verringern und die Nachfrage nach Nahrungsmitteln erhöhen sollte. Als eine wichtige Form exogener Schocks wird eine Variable für gewaltsame Konflikte mit einbezogen. Konflikte können als eine Hauptursache struktureller Ernährungsunsicherheit angesehen werden, aufgrund der potenziell nachteiligen Effekte auf die heimische Nahrungsmittelproduktion und den Zugang zu Märkten (FAO, 2003). Eine weitere wichtige Form exogener Schocks auf die Nahrungsmittelverfügbarkeit können Naturkatastrophen sein. Gemäß der FAO (2012) zählen Dürren zu einer der Hauptursachen von Ernährungsunsicherheit in Entwicklungsländern. Diese haben einen schädlichen Einfluss auf die heimische Nahrungsmittelproduktion und die Einkommen der Landwirte, die aufgrund von Dürren Ernteauffälle erleiden. Wir konstruieren daher eine Dummy-Variable, die den Wert 1 annimmt, in dem Fall, dass eine Dürre in einem Land aufgetreten ist. Als Variable, die das heimische Produktionspotenzial und die Ressourcenausstattung mit Agrarland abbildet, wird der Anteil der in einem Land landwirtschaftlich genutzten Fläche mit einbezogen. Als ein wichtiger struktureller landesspezifischer Faktor, der die Wichtigkeit des oder Abhängigkeit vom Agrarsektor abbildet, wird der Anteil der ländlichen Bevölkerung verwendet. Als weitere erklärende Variable wird das Bevölkerungswachstum eines Landes mit einbezogen, welches die demographische Entwicklung widerspiegeln soll. Hohes Bevölkerungswachstum führt zu erhöhtem Nahrungsmittelbedarf für die Gesamtbevölkerung und verringert *ceteris paribus* das Nahrungsangebot pro Kopf. Als letzte potenzielle Hauptursache von Ernährungsunsicherheit beziehen wir die Inflationsrate in einem Land als erklärende Variable in das Modell mit ein. Eine hohe Inflation verringert die Kaufkraft und kann sich daher negativ auf den Nahrungsmittelkonsum auswirken.<sup>13</sup>

Die Ergebnisse der Systemschätzung des obigen Modells, wobei für unbeobachtete Heterogenität (zeitinvariante länderspezifische Effekte) und potenzielle Endogenität kontrolliert wurde, stellen sich wie folgt dar.<sup>14</sup> Die Spezifikationstests zeigen, dass die Validität der verwendeten Instrumente und die Modellspezifikation nicht abgelehnt werden.<sup>15</sup> Die verzögerte abhängige Variable geht positiv und hochsignifikant in das

<sup>12</sup> Siehe Smith und Haddad, 2000; FAO, 2003; Behrman et al., 2004; Feleke et al., 2005; Guha-Khasnobis et al., 2007; Headey, 2013.

<sup>13</sup> Für eine Übersicht über die Daten siehe Tabelle 1 im Anhang.

<sup>14</sup> Für eine Übersicht über die Ergebnisse siehe Tabelle 2.

<sup>15</sup> Angegeben sind die p-Werte der Spezifikationstests.

Modell ein. Die Höhe des Koeffizienten von 0,75 zeigt, dass das Nahrungsenergieangebot persistent ist, sich über die Zeit also nur relativ langsam verändert, und signalisiert, dass die Spezifikation eines dynamischen Modells sinnvoll ist. Die Nicht-Berücksichtigung des dynamischen Effekts würde hingegen zu verzerrten Ergebnissen führen.<sup>16</sup> Die Handelsoffenheit stellt empirisch als hochsignifikant positive Determinante der Ernährungssicherheit heraus. Erhöht sich das Verhältnis des Gesamtaußenhandels am BIP um einen Prozentpunkt, steigt das Nahrungsenergieangebot *ceteris paribus* um 0,61 kcal. Wäre beispielsweise Myanmar so offen wie China in 2007, wäre das Nahrungsenergieangebot c. p. um ca. 44 kcal höher, was vor dem Hintergrund, dass das Nahrungsenergieangebot über den Betrachtungszeitraum in Myanmar lediglich um 285 kcal und weltweit um durchschnittlich 240 kcal zugenommen hat, als moderater aber nicht zu vernachlässigender Effekt angesehen werden kann. Dies impliziert, dass Handelsliberalisierungsmaßnahmen, die zu einer Erhöhung des Handelsvolumens beitragen, das Potenzial haben die Ernährungssicherheit in einem Land zu erhöhen. Auch die Einkommenshöhe und das wirtschaftliche Wachstum wirken sich positiv auf den Kalorienkonsum aus. Erhöht sich beispielsweise das Wachstum des realen BIP pro Kopf um einen Prozentpunkt, so erhöht sich das Nahrungsenergieangebot c. p. um 1,26 kcal. Gewaltsame Konflikte und Naturkatastrophen üben einen signifikant negativen Einfluss auf die Ernährungssicherheit aus, was verdeutlicht, dass auch nicht-ökonomische Faktoren wichtige Determinanten der Ernährungssicherheit sein können.<sup>17</sup> Tritt eine Dürre in einem Land auf, sinkt das Nahrungsenergieangebot c. p. um 9,87 kcal.<sup>18</sup> Die weiteren Ergebnisse deuten zudem auf einen positiven Effekt des Anteils an landwirtschaftlich genutzter Fläche hin. Der Anteil der landwirtschaftlichen Bevölkerung in einem Land wirkt sich hingegen negativ auf die nationale Ernährungssicherheit aus, was signalisiert, dass in landwirtschaftlich geprägten Ländern i. d. R. eine größere Armut und Ernährungsunsicherheit vorherrscht. Die beiden letzten potenziellen Haupteinflussfaktoren, das Bevölkerungswachstum und die Inflation, haben einen signifikant negativen Einfluss. Erhöht sich das Bevölkerungswachstum um einen Prozentpunkt, sinkt das Nahrungsenergieangebot c. p. um 20,81 kcal. Der Effekt einer Erhöhung der Inflation um einen Prozentpunkt ist ähnlich stark und senkt den Kalorienkonsum um durchschnittlich 18,31 kcal.

In der weiteren Analyse haben wir die erhaltenen Ergebnisse auf Robustheit in Bezug auf die Modellspezifikation, Zusammensetzung des Ländersamples und spezifischen Ländercharakteristika, alternativen Handelsliberalisierungsindikatoren und dem

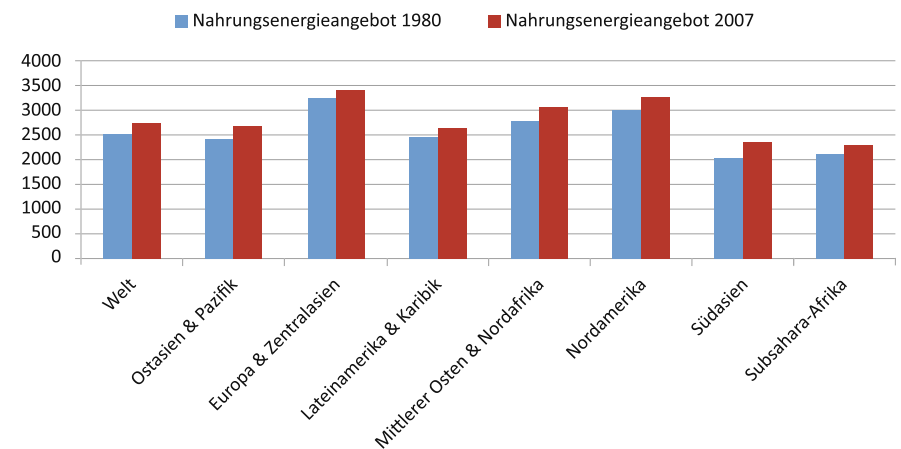
<sup>16</sup> Vgl. Baltagi, 2008.

<sup>17</sup> Eine alternative Variable für den Schweregrad einer Dürre, gemessen als die Anzahl an Betroffenen im Verhältnis zur Bevölkerung, bestätigte dieses Ergebnis.

<sup>18</sup> Es ist hierbei zu beachten, dass dies den durchschnittlichen Effekt für das nationale Nahrungsenergieangebot darstellt, wobei der Effekt für die betroffenen Bevölkerungsteile wesentlich höher sein dürfte.

Einbezug zusätzlicher erklärender Variablen getestet. Die Ergebnisse änderten sich lediglich marginal, wobei sich die Anzahl an Beobachtungen teilweise substantiell reduzierte. Eine Dummy-Variabe für Länder ohne Zugang zum Meer, welche eventuell weniger Möglichkeiten zum Austausch von Waren haben, war nicht signifikant. Die Aufnahme regionaler Dummy-Variablen ließ die Ergebnisse unverändert, zeigte aber dass die meisten Regionen eine signifikant höhere Ernährungssicherheit aufweisen als die Länder Subsahara-Afrikas. Die Entwicklung des Nahrungsenergieangebots weltweit und in verschiedenen Regionen (auf Basis der Weltbank-Länderklassifikation) von 1980–2007 wird in Abbildung 3 veranschaulicht.

**Abb.3: Nahrungsenergieangebot (kcal/Kopf/Tag) weltweit**



Quelle: FAOSTAT; eigene Berechnungen

Auch die Herausnahme von Ländern mit hohem Einkommen beeinflusste die Ergebnisse nur marginal. Die Verwendung alternativer Indikatoren für die Handelsoffenheit, erstens ein strukturangepasstes Maß der Handelsoffenheit (welches das Handelsvolumen um den Einfluss struktureller Ländercharakteristika bereinigt und damit die Verbindung zur Handelspolitik stärkt), zweitens ein direkteres Maß der Handelsoffenheit (Wertzölle), und drittens der in der Einleitung beschriebene KOF-Globalisierungsindex, bestätigten die Ergebnisse, dass Protektionismus nachträglich und die generelle Offenheit eines Landes zuträglich für die Ernährungssicherheit ist.<sup>19</sup> Steigen beispiels-

<sup>19</sup> Siehe Tabelle 2, wobei das strukturangepasste Maß der Handelsoffenheit mit „Policy-open“ benannt wird.

weise die Einfuhrabgaben in % von Importen um einen Prozentpunkt, sinkt das Nahrungsenergieangebot c. p. um 12,83 kcal. Erhöht sich dem hingegen der Globalisierungsindex um einen Punkt, steigt das Nahrungsenergieangebot um 2,15 kcal. Wäre also z. B. Eritrea in demselben Ausmaß integriert mit der Welt wie Ghana in 2007, hätte es c. p. ein um ca. 55 kcal höheres Nahrungsenergieangebot. Wäre Ghana wiederum so offen wie Deutschland, könnte das Nahrungsenergieangebot c. p. um 64 kcal höher sein. Als zusätzliche signifikant positive Determinanten der Ernährungssicherheit haben sich in einer Erweiterung des Grundmodells die Entwicklung der Infrastruktur, der vorhandene Kapitalstock im Agrarsektor, die Qualität der Regierungsführung sowie makroökonomische Politiken zur Vermeidung gesamtwirtschaftlicher Volatilität herausgestellt.<sup>20</sup> Diese Faktoren können die Funktionalität der Märkte beeinflussen und somit die Angebotsreaktion seitens der Produzenten und die Fähigkeit vom internationalen Handel zu profitieren. Die Zerlegung des Effektes des wirtschaftlichen Wachstums ergab, dass die Erhöhung des landwirtschaftlichen Wachstums im Vergleich zu industriellem und dem Wachstum im Dienstleistungssektor den größten Effekt auf die Ernährungssicherheit hat.

---

<sup>20</sup> Aufgrund des erheblich verringerten Datenumfangs wurden diese Variablen nicht in das Grundmodell mit einbezogen. Der positive Effekt der Handels-offenheit blieb jedoch auch hier erhalten.

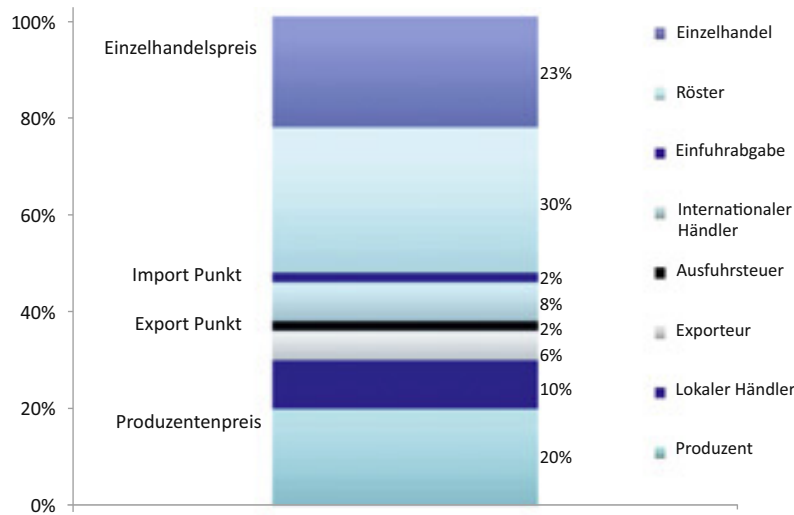
### 3 Preistransmissionsanalyse

Im zweiten Teil des Projekts wurde die Frage untersucht, wie sich bestimmte Politikmaßnahmen auf die Transmission zwischen Weltmarktpreisen und heimischen Preisen auswirken, hier am Beispiel des Kaffee-Marktes in Sambia und Tansania. Die Relevanz der Analyse der Preistransmission vom Weltmarkt zu heimischen Märkten ist in der Literatur weithin dokumentiert.<sup>21</sup> Allerdings wurde der Einfluss von Politikmaßnahmen auf das Ausmaß der Preistransmission bisher nur unzureichend untersucht. Trotz der seit Ende der 1990er Jahre stark gefallen Kaffee-Preise ist in beiden Ländern der Kaffee-Anbau und Export weiterhin ein wichtiger Wirtschaftszweig, gerade für viele Kleinbauern. In den 1980er und 90er Jahren durchgeführte Reformen zielten unter anderem darauf ab, dass Produzenten einen höheren Anteil am Weltmarktpreis beim Export ihrer Waren erhalten. Wir analysieren daher im Folgenden das Ausmaß in dem Änderungen in den Weltmarktpreisen auf heimische Preise übertragen werden und inwiefern das Ausmaß an Preistransmission durch Liberalisierungsmaßnahmen beeinflusst wurde. In diesem Zusammenhang ist es auch wichtig zu untersuchen, ob Preiserhöhungen und Preissenkungen unterschiedlich stark weitergegeben werden, also ob die Preistransmission asymmetrisch erfolgt, was Marktversagen signalisieren und Produzenten benachteiligen könnte. Dies kann vor allem auch dann passieren, wenn Teile der Wertschöpfungskette hoch konzentriert sind, was für Kaffee-Markt der Fall ist. Das spiegelt auch die Abbildung 4 wider, die die durchschnittliche Zusammensetzung des Endpreises für Kaffee im Einzelhandel in Hinblick auf die einzelnen Wertschöpfungsstufen darstellt. Insgesamt erhalten die Röstereien den größten Anteil am Endpreis. Betrachtet man nur den Weg bis zum Export des Kaffees, erhalten die Produzenten zwar den größten Anteil am Exportpreis, jedoch fällt auch ein großer Anteil den Weiterverkäufern des Kaffees zu. Im Folgenden werden die Methodik und anschließend die Daten und empirischen Ergebnisse vorgestellt.

---

<sup>21</sup> Vgl. Baffes und Gardner, 2003; Krivonos, 2004; Kilima, 2006; Ihle et al., 2009; Minot, 2011.

**Abb.4: Preisanteile entlang der Kaffee-Wertschöpfungskette**



Quelle: Economist Intelligence Unit, eigene Darstellung

### 3.1 Die Modellierung asymmetrischer Preistransmission

Als Ausgangspunkt der Analyse wird folgende Langfristbeziehung zwischen den Weltmarktpreisen und heimischen Preisen postuliert:

$$P_t^p = \beta_0 + \beta_1 P_t^w + \varepsilon_t$$

, wobei  $P_t^p$  und  $P_t^w$  Produzenten- bzw. Weltmarktpreise sind, jeweils zum Zeitpunkt  $t$ . Die Betas sind die zu schätzenden Parameter, und  $\varepsilon_t$  ist der Störterm. Nun kann untersucht werden, ob eine stabile langfristige Gleichgewichtsbeziehung zwischen den beiden Preissereien besteht. Dazu müssen die statistischen Eigenschaften des Fehlerterms analysiert werden (Engle und Granger, 1987). Es wird getestet, ob sich die heimischen Preise bei Änderungen der Weltmarktpreise unmittelbar an diese Langfristbeziehung anpassen. Hierbei wird jedoch unterstellt, dass diese Anpassungstendenz immer präsent ist. Das Vorhandensein von Transaktionskosten kann aber dazu führen, dass Produzenten ihre Preise nicht bei jeder Weltmarktpreisänderung sofort anpassen (Abdulai, 2000).

Schwellenwert-Kointegrationsmodelle („threshold cointegration“) modellieren diesen Sachverhalt, dass Preisänderungen erst bestimmte Schwellenwerte überschreiten

müssen, bevor Preisadjustierungen hin zum Gleichgewicht stattfinden. Wir verwenden daher das „two-regime momentum threshold autoregressive model (MTAR)“ von Enders und Siklos (2001) um die Einschränkungen des einfacheren Modells von Engle und Granger zu adressieren. Dieses Modell ist besonders nützlich, wenn Anpassungen asymmetrisch erfolgen, also wenn eine Preisserie mehr „Momentum“ in die eine als in die andere Richtung aufweist. Das MTAR erlaubt nun Abweichungen von der Langfristbeziehung in der Form eines Threshold-autoregressiven Prozesses:

$$\Delta \varepsilon_t = I_t \rho_1 \varepsilon_{t-1} + (1 - I_t) \rho_2 \varepsilon_{t-1} + \sum_{i=1}^p \gamma_i \Delta \hat{\varepsilon}_{t-i} + \mu_t$$

, wobei  $I_t$  als „Heaviside Indicator“ Funktion bezeichnet wird, so dass:

$$I_t = \begin{cases} 1, & \text{if } \Delta \hat{\varepsilon}_{t-1} \geq \tau \\ 0, & \text{if } \Delta \hat{\varepsilon}_{t-1} < \tau \end{cases}$$

, wobei „tau“ den Schwellenwert darstellt. Dieser kann auf Basis des Stichprobenmittelwerts von  $\hat{\varepsilon}_{t-1}$  geschätzt werden. Die Variable  $I_t$  hängt dabei von Vorperiodenänderung von  $\hat{\varepsilon}_{t-1}$  ab, also der Änderung der Preisdifferenz. Die Anpassung wird modelliert als  $\rho_1 \hat{\varepsilon}_{t-1}$ , wenn  $\Delta \hat{\varepsilon}_{t-1}$  den Schwellenwert übersteigt und durch den Term  $\rho_2 \hat{\varepsilon}_{t-1}$ , wenn  $\Delta \hat{\varepsilon}_{t-1}$  unter dem Schwellenwert liegt. Die Idee hinter dieser Modellierung des Anpassungsprozesses ist, dass aufgrund von Transaktionskosten Produzenten ihre Preise nicht bei jeder kleinen Änderung des Weltmarktpreises anpassen, sondern nur wenn die Differenz zum Weltmarktpreis ein gewisses Ausmaß annimmt, welches durch den Schwellenwert bestimmt wird. In dem Fall, dass asymmetrische Kointegration bestätigt wird, kann anschließend ein asymmetrisches Fehlerkorrekturmodell geschätzt werden, um die kurzfristigen Anpassungsvorgänge zu untersuchen.

### 3.2 Empirische Ergebnisse der Preistransmissionsanalyse

#### 3.2.1 Daten und Tests auf Stationarität

Bevor wir die verwendeten Daten beschreiben, sollen im Folgenden kurz die Kaffee-Märkte und durchgeführte Marktformen in Tansania und Sambia vorgestellt werden. In Tansania gehört Kaffee zu den wichtigsten Cash Crops, wobei ca. 95 % des Kaffees von Kleinbauern angebaut wird. Während in den 1980er und 90er Jahren Kooperativen und später auch private Händler für den Kaffee-Ankauf und Weiterverkauf an Exporteure zuständig waren, übernahm das Tanzania Coffee Board ab 1999/2000 verstärkt die Aufgabe des Kaffee-Verkaufs, so dass zurzeit nur noch ca. 20 % des Kaffees direkt an internationale Händler verkauft werden, während rund 80 % über

Auktionen durch das Coffee Board vertrieben werden. Diese und andere Faktoren haben dazu beigetragen, dass die Kaffee-Preise in Tansania weit unter dem Weltmarktpreis liegen und auch im Vergleich zu anderen Ländern Subsahara-Afrikas niedrig sind. Zusammenfassend führten die Marktreformen Ende der 90er Jahre in Tansania zu stärkerer Staatsintervention auf dem Kaffee-Markt.<sup>22</sup> In Sambia wird der Kaffee hingegen größtenteils von größeren Produzenten angebaut und in der Regel direkt über die „Zambian Coffee Growers Association (ZCGA)“ an Kaffeeröstereien exportiert. Alle Kaffee-Produzenten gehören der ZCGA an, welche alle Funktionen, also die Vermarktung, Qualitätskontrolle, Lagerung etc., übernimmt. Vor den Marktreformen war der Kaffee-Markt durch ein hohes Ausmaß an Staatsinterventionen gekennzeichnet, was einherging mit der Festsetzung von Preisen, der Übernahme des Transport, sowie der Bereitstellung von Inputs und Lagermöglichkeiten. Private Händler waren nicht zugelassen. In den 1990er Jahren implementierte die Regierung eine Serie von Liberalisierungsmaßnahmen, mit dem Ziel der marktbasieren Determination von Preisen und der Privatisierung staatlich geführter Unternehmen, so z. B. auch von Kaffeeplantagen. Seitdem kann man von einem liberalisierten Kaffee-Markt in Sambia sprechen, in dem Produzenten ihren Kaffee direkt an internationale Händler und Röstereien verkaufen. Dies führte unter anderem dazu, dass Kaffeeproduzenten in Sambia in den letzten Jahren den höchsten Anteil an den Weltmarktpreisen in ganz Sub-Sahara Afrika erhielten (ADB, 2010).

Wir verwenden monatliche Preisdaten von Arabica-Kaffee in Tansania und Sambia für den Zeitraum Januar 1986 bis September 2008, bereitgestellt von der Internationalen Kaffee-Organisation (ICO) und gemessen in US Cents pro Pfund. Die heimischen Preise sind die Produzentenpreise, die Kaffee-Bauern erhalten, während der Weltmarktpreis der ICO Composit Indicator Price ist, ein nach Kaffeesorten und Kaffeehandelsplätzen gewichteter Durchschnittspreis, der von der ICO täglich berechnet wird. Während der Betrachtungsperiode lag der Weltmarktpreis für Arabica-Kaffee durchschnittlich bei 1,10 US Dollar pro Pfund, während der durchschnittliche Produzentenpreis in Sambia 0,80 Dollar und in Tansania lediglich 0,58 Dollar betrug. Der zeitliche Verlauf des Weltmarktpreises (CIP) und der Produzentenpreise in Sambia und Tansania ist in Abbildung 5 (siehe Anhang) dargestellt. Augenscheinlich sind die heimischen Preise in Tansania über den gesamten Betrachtungszeitraum stärker an den Verlauf des Weltmarktpreises gekoppelt als die Preise in Sambia. Allerdings scheint dafür die Lücke zwischen dem Weltmarktpreis und den heimischen Kaffee-Preisen in Tansania größer zu sein, während auch die Preise in Sambia seit Ende der 1990er Jahre nahe am Weltmarktpreis verlaufen.

---

<sup>22</sup> Vgl. Baffes (2005).

Im Folgenden führen wir Tests auf Stationarität der Preissereien durch, welche eine Voraussetzung für die Preistransmissionsanalyse darstellt. Die Hypothese der Nicht-Stationarität der Preise wird anhand des Augmented Dickey-Fuller (ADF) und des Lee und Strazicich Lagrange Multiplier (LSLM) Strukturbruch-Einheitswurzeltests überprüft. Die LSLM-Methode überprüft alle potenziellen Brüche in den Daten um signifikante Strukturbrüche zu identifizieren. Beide Tests kommen zu dem Ergebnis, dass die Preissereien jeweils nicht-stationär in Levels, aber stationär in ersten Differenzen sind. Der endogen identifizierte Strukturbruch in der Preisserie für Sambia tritt im Mai 1998 auf, was mit dem Abschluss der Marktreformen im Agrarsektor zusammenfällt. Für Tansania fällt der Strukturbruch auf den Juni 2000, eine Periode der Rücknahme von Liberalisierungsmaßnahmen und Wiedereinführung des Coffee Marketing Boards. In der weiteren Analyse werden die Schätzungen daher getrennt für die jeweilige Vorreform- und Nachreformperiode in den beiden Ländern und zu Vergleichszwecken auch für den gesamten Betrachtungszeitraum geschätzt.

### 3.2.2 Ergebnisse der Kointegrationsanalyse

Auf Basis der Ergebnisse der Stationaritätstests, dass alle drei Preisreihen integriert vom Grade 1 sind, soll im Folgenden untersucht werden, ob die heimischen Preise in Sambia und Tansania und der Weltmarktpreis kointegriert, also durch eine langfristige Gleichgewichtsbeziehung miteinander verbunden sind. Dies kann erwartet werden, da Kaffee in beiden Ländern vorwiegend exportiert wird und sich die Produzentenpreise daher am Weltmarktpreis orientieren sollten. Andererseits könnte diese Beziehung durch Staatsinterventionen auf dem Kaffee-Markt in den beiden Ländern gestört sein. Liegt eine Kointegrationsbeziehung zwischen den Preisen vor, bedeutet dies, dass die Produzentenpreise zwar kurzfristig infolge von Schocks von der langfristigen Gleichgewichtsbeziehung abweichen können, aber langfristig immer wieder eine Anpassung hin zum Gleichgewicht stattfindet, sich die Produzentenpreise also wieder auf den Weltmarktpreis zubewegen. Technisch gesprochen liegt Kointegration dann vor, wenn mehrere integrierte Zeitreihen demselben stochastischen Trend folgen (Engle and Granger, 1987). Tabelle 3 im Anhang zeigt die Ergebnisse der Kointegrationsanalyse unter Verwendung des Engle-Granger Modells. Im Fall von Tansania ist der Koeffizient der Langfristbeziehung relativ stabil über die beiden Teilperioden und liegt zwischen 0,81 und 1,06, während er für Sambia zwischen 0,33 und 0,99 liegt. Nicht-Kointegration zwischen dem Weltmarktpreis und dem Produzentenpreis über die gesamte Periode wird abgelehnt. Hingegen wird in beiden Ländern bei Betrachtung der Teilperioden eine signifikante Langfristbeziehung zwischen den Preisen jeweils nur für die Periode des stärker liberalisierten Kaffee-Marktes bestätigt.

Im Folgenden wollen wir überprüfen wie sich die Ergebnisse ändern, wenn Schwellenwerte als Repräsentant von Transaktionskosten in die Analyse mit einbezogen werden.

Dafür wurde das MTAR-Modell auf die Preisserien angewendet, welches unterschiedliche Abweichungen von der Langfristbeziehung erlaubt, je nachdem ob die Preisdifferenz zwischen Weltmarkt- und Produzentenpreis den Schwellenwert überschritten hat oder nicht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 im Anhang dargestellt. Der Schwellenwert ist in fast allen Fällen signifikant von Null verschieden. Das bedeutet, dass diese bei der Schätzung auch nicht vernachlässigt werden sollten, da sie die Kointegrationsbeziehung beeinflussen können. Im Gegensatz zu den Ergebnissen des einfacheren Engle-Granger Kointegrationsmodells kann hier für jede Preisserie und Zeitperiode die Nullhypothese der Nicht-Kointegration abgelehnt werden, so dass wir eine langfristige Gleichgewichtsbeziehung zwischen den Weltmarktpreisen und den heimischen Preisen annehmen können. Wie zuvor erläutert wurde, kann der Unterschied in den Ergebnissen daher rühren, dass das Vorhandensein von Transaktionskosten eine kontinuierliche Anpassung der Preise seitens der heimischen Marktakteure verhindert, was im Engle-Granger Modell nicht berücksichtigt wird. Genauso kann auch die Nullhypothese symmetrischer Preistransmission abgelehnt werden, außer für Sambia in der Vorreform-Periode. Die Ergebnisse zeigen auch, dass ein Rückgang der Weltmarktpreise schneller bei den heimischen Produzenten ankommt als eine Erhöhung. Dies bestätigt die Hypothese asymmetrischer Preistransmission zwischen dem Weltmarkt und den heimischen Märkten Sambias und Tansanias. Beispielsweise implizieren die Schätzungen für Sambia und den gesamten Betrachtungszeitraum, dass nur ca. 9 % einer positiven Abweichung von der Langfristbeziehung und 33 % einer negativen Abweichung innerhalb eines Monats eliminiert werden. In Tansania werden über den gesamten Betrachtungszeitraum ca. 20 % einer positiven Abweichung von der Langfristbeziehung und 6 % einer negativen Abweichung innerhalb eines Monats eliminiert. Wenn nun die Vorreform- und Nachreformperiode separat voneinander betrachtet werden, zeigen sich interessante Unterschiede in den beiden Politikregimen. In Sambia, wo Politikmaßnahmen zur Liberalisierung des Kaffee-Marktes beitragen, nimmt das Ausmaß an Preistransmission nach den Reformen zu. Hingegen nimmt in Tansania, wo Politikmaßnahmen zu einer Abkehr von den Liberalisierungsbestrebungen und stärkerer Staatsintervention führten, das Ausmaß der Preistransmission in der Nachreform-Periode ab.

### 3.2.3 Schätzung eines asymmetrischen Fehlerkorrekturmodells

Um die kurzfristige Anpassungsdynamik der Preise zu untersuchen, wurde ein asymmetrisches Fehlerkorrekturmodell für jedes Weltmarktpreis-Produzentenpreis-Paar und die drei Zeiträume geschätzt. Der Kürze halber und da die Ergebnisse noch anschaulich anhand von Impuls-Response-Funktionen dargestellt werden, soll hier lediglich ein kurzer Überblick über die Ergebnisse gegeben werden. Es ergeben sich asymmetrische Preisanpassungen sowohl für den gesamten Zeitraum als auch die Teilperioden. Insgesamt zeigt sich, dass sowohl positive als auch negative Änderungen der Weltmarktpreise Änderungen der Produzentenpreise hervorrufen. Hingegen

reagieren die Weltmarktpreise nicht auf Änderungen der Produzentenpreise, was nicht weiter verwundert, da sowohl Sambia als auch Tansania geringe Weltmarktanteile im Kaffee-Sektor aufweisen. Insgesamt gibt es auffällige Unterschiede im Hinblick auf die Anpassungsvorgänge in beiden Ländern. Betrachtet man den gesamten Zeitraum, werden in Sambia negative Abweichungen von der Langfristbeziehung (also Weltpreissenkungen) schneller ausgeglichen als positive, im Fall von Tansania hingegen dreht sich dieses Verhältnis um. In Sambia in der Vorreform-Periode wurden Preiserhöhungen auf dem Weltmarkt schneller weiter gegeben als Preissenkungen, was mit dem Ziel der Staatsinterventionen, die Produzentenpreise zu stabilisieren, kompatibel ist. Dies ist auch in Tansania in der Nachreform-Periode, in der stärkerer interveniert wurde, der Fall. Nach den Liberalisierungsmaßnahmen in Sambia wurden sowohl Erhöhungen als auch Senkungen der Weltmarktpreise relativ schnell transmittiert. Beispielsweise implizieren die Ergebnisse, dass die Produzentenpreise in Sambia sich derart anpassen, dass ca. 75 % einer negativen Abweichung aber nur 32 % einer positiven Abweichung von der Gleichgewichtsbeziehung ausgelöst durch eine Änderung der Weltmarktpreise, eliminiert werden.

In den folgenden Abbildungen (siehe Anhang) sollen die Ergebnisse graphisch anhand von Impulse-Response-Funktionen dargestellt werden. Diese bilden die dynamischen Anpassungsvorgänge in Reaktion auf Schocks im System, hier Änderungen in den Weltmarktpreisen, ab. Die Abbildungen zeigen den Effekt von positiven und negativen Schocks auf die Preisdifferenz zwischen dem Weltmarkt und den heimischen Märkten, separat für die gesamte Periode und die jeweiligen Teilperioden.<sup>23</sup> Die Impulse-Response-Funktionen sind konsistent mit einer langfristigen Gleichgewichtsbeziehung und asymmetrischer Preistransmission zwischen Weltmarkt- und Produzentenpreisen in beiden Ländern. Beispielsweise zeigt Abbildung 6, dass die Preisdifferenz zwischen Weltmarkt- und Produzentenpreisen innerhalb von 13 Monaten nach einem negativen Schock (also einer Weltmarktpreissenkung) zum Gleichgewicht zurückkehrt, wobei ein positiver Schocks erst innerhalb von 35 Monaten ausgeglichen wird.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse der Preistransmissionsanalyse, dass Handelsliberalisierungsmaßnahmen die Verbindung der Produzentenpreise zu den Weltmarktpreisen verbessern können, so dass Produzenten mehr an Weltmarktpreiserhöhungen partizipieren, was Produktions- und Investitionsanreize schafft und die Effizienz der Nahrungsmittelproduktion erhöhen kann. Allerdings zeigt sich auch, dass die Asymmetrie der Preistransmission in den Beispielländern nicht durch die Liberalisierungsmaßnahmen beseitigt werden konnte, so dass weiterhin Weltmarktpreissenkungen in höherem Ausmaß an Produzenten weitergegeben wurden als Preiserhöhungen.

<sup>23</sup> Da die Hypothese symmetrischer Kointegration für Sambia in der Vorreform-Periode nicht abgelehnt werden konnte, wurde für diese Periode keine Impulse-Response-Funktion geschätzt.

## 4 Zusammenfassung der Ergebnisse und Politikempfehlungen

Wir haben anhand der globalen Panelanalyse versucht, den Einfluss des internationalen Handels und der Handelsoffenheit auf die Ernährungssicherheit für ein umfassendes Sample an Ländern zu untersuchen. Aus den empirischen Ergebnissen lassen sich einige Politikempfehlungen ableiten. Zuerst kann festgehalten werden, dass das Nahrungsenergieangebot in den untersuchten Ländern persistent ist und sich über die Zeit nur relativ langsam verändert. Es konnte gezeigt werden, dass sich gewaltsame Konflikte negativ auf die Ernährungssicherheit auswirken. Die Ergebnisse untermauern daher die Forderung der internationalen Gemeinschaft (vgl. z. B. FAO, 2006), Konfliktprävention und konfliktmindernde Maßnahmen in Ernährungssicherheitspolitiken mit einzubeziehen. Regierungen sollten traditionellen Frühwarnsystemen zur Ernährungssicherung zudem hohe Aufmerksamkeit schenken, um den Effekt von Naturkatastrophen, v. a. Dürren, auf die betroffenen Bevölkerungsteile zu mildern. Langfristig sollten in diesem Kontext eine Verbesserung von Wassermanagement- und Bewässerungssystemen eine zentrale Rolle spielen, um die Nahrungsmittelproduktion v. a. in trockenen Gebieten zu sichern. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass wirtschaftliches und vor allem landwirtschaftliches Wachstum entscheidend für eine Verbesserung der Ernährungssituation sind, so dass Politiken, die den Agrarsektor stärken, beispielsweise die Sicherstellung der Versorgung mit produktiven Ressourcen, ein Element jeder Ernährungssicherungsstrategie sein sollten. Öffentliche Investitionen in die Infrastruktur könnten darüber hinaus dabei helfen, den Zugang zu Nahrungsmitteln zu verbessern und Kleinbauern in lokale, regionale und internationale Märkte zu integrieren. Zudem dürfte die Einrichtung von Institutionen mit dem Ziel des Schutzes natürlicher Ressourcen, beispielsweise des Agrarlandes, und der Verbesserung des Kapitalstocks im Agrarsektor zuträglich für eine nachhaltige Nahrungsmittelproduktion sein. Überdies sollten heimische Politiken mit dem Ziel das Bevölkerungswachstum auf ein nachhaltiges Maß zu reduzieren<sup>24</sup>, sowie Stabilisierungspolitiken zur Vermeidung makroökonomischer Volatilität hilfreich bei der Erreichung langfristiger Ernährungssicherheit sein. Ein stabiles makroökonomisches Umfeld zusammen mit durch Infrastrukturmaßnahmen bedingten geringeren Transaktionskosten könnte den heimischen Firmen dann dabei helfen im Wettbewerb mit ausländischer Konkurrenz zu bestehen und in Exportmärkten zu expandieren.

<sup>24</sup> Welche Höhe des Bevölkerungswachstums als nachhaltig eingeschätzt werden kann, bleibt offen zur Debatte. Allerdings ist es wahrscheinlich, dass Wachstumsraten von über 20 % innerhalb einer Dekade, wie sie z. B. in einigen afrikanischen Ländern zu finden sind, zusätzliche Probleme für die Ernährungssicherung mit sich bringen (vgl. FAO, 2006).

Schlussendlich soll noch betont werden, dass auf globaler Ebene der internationale Handel die Verbindung zwischen der Produktion von und der Nachfrage nach Lebensmitteln bildet. Aus diesem Grund kommt dem Handel mit Nahrungsmitteln eine zentrale Rolle zur Sicherung der Welternährung zu, da er Nahrungsmitteln ermöglicht, aus Ländern reichlicher Produktion in Länder mit unzureichendem Angebot zu fließen. In der Panelanalyse bestätigte sich die Hypothese des positiven Einflusses der Handelsoffenheit auf die Ernährungssicherheit. Dies impliziert, dass Handelsliberalisierungsmaßnahmen, die zu einer Erhöhung des Handelsvolumens beitragen, das Potenzial haben die Nahrungsmittelsicherheit in einem Land zu erhöhen. Auch die Verwendung alternativer Indikatoren für die Handelsoffenheit bestätigte die Ergebnisse, dass Protektionismus nachträglich und die Offenheit eines Landes gegenüber dem internationalen Handel zuträglich für die Ernährungssicherheit ist. Daher sollte die generelle Offenheit gegenüber dem internationalen Handel eine fundamentale Komponente eines umfassenden Politik-Mix zur Verbesserung der Ernährungssicherheit darstellen, wobei Handelsliberalisierungsmaßnahmen, z. B. durch Abbau von Zöllen und Exportrestriktionen, ein effektives Instrument für diesen Zweck darstellen können. Zölle sollten zudem nicht als Schutzmittel für heimische Landwirte angewendet werden, da sie die Kosten für Nahrungsmittel erhöhen können und damit gerade die Bevölkerungsteile hart treffen, die sich teurere Lebensmittel am wenigsten leisten können. Die Industrieländer können ihren Beitrag vor allem durch eine weitere Reduktion protektionistischer Maßnahmen, z. B. Subventionsabbau, Abbau von Importquoten und Zöllen, leisten. Weiterhin dürfen Qualitätsstandards für Agrarprodukte nicht als Schutz für heimische Landwirte missbraucht werden. Jongwanich (2009) weist darauf hin, dass Industrieländer diese Standards oftmals sehr restriktiv auslegen, um das Schutzniveau für heimische Landwirte zu erhöhen, was eine unüberbrückbare Hürde für Bauern aus ärmeren Ländern darstellen kann. Der Abschluss der Doha-Runde unter der Berücksichtigung nationaler Interessen der Entwicklungsländer und die Umsetzung der Doha-Entwicklungsagenda wären weitere wichtige Schritte hin zu einer gerechteren Ausgestaltung des Welthandels, wobei die Ernährungssicherung als zentraler Aspekt Berücksichtigung finden sollte. Zudem können die Industrieländer durch Bereitstellung technischer und finanzieller Hilfe einen wichtigen Beitrag zur Ernährungssicherung in Entwicklungsländern leisten. Interessant wäre es in zukünftigen Forschungsprojekten die Analyse auf nationaler Ebene um systematische Analysen auf mikroökonomischer Ebene zu ergänzen, um den Effekt spezifischer Handelspolitiken auf bestimmte Bevölkerungsgruppen, insbesondere ernährungsunsichere Haushalte, zu quantifizieren.



## 5 Literaturverzeichnis

- ABDULAI, A. (2000):  
Spatial Price Transmission and Asymmetry in the Ghanaian Maize Market.  
*Journal of Development Economics* 63(2), 327–349.
- ADB (African Development Bank) (2010):  
Coffee Production in Africa and the Global Market Situation.  
Commodity Market Brief, Vol. 1, Issue 2.
- AGÉNOR, P-R (2004):  
Macroeconomic Adjustment and the Poor: Analytical Issues and Cross-Country Evidence. *Journal of Economic Surveys* 18(3), 351–408.
- ANDERSON, K. (2002):  
Economywide Dimensions of Trade Policy and Reform. In Hoekman et al. (eds.):  
*Development, Trade, and the WTO: A Handbook*. Washington DC: The World Bank.
- ARELLANO, M. und BOND, S. (1991):  
Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *Review of Economic Studies* 58(2), 277–297.
- BAFFES, J. (2005):  
Tanzania's Coffee Sector: Constraints and Challenges.  
*Journal of International Development*, Vol. 17, 21–43.
- BAFFES, J. und GARDNER, B. (2003):  
The Transmission of World Commodity Prices to Domestic Markets Under Policy Reforms in Developing Countries. *Policy Reform* 6(3), 159–180.
- BALTAGI, B. (2008):  
*Econometric analysis of panel data*, John Wiley and Sons, Chichester.
- BLOUIN, C., BHUSHAN, A., MURPHY, S., und WARREN, B. (2007):  
Trade Liberalization: Globalization Knowledge Network Synthesis Paper 4. Draft paper prepared for the WHO Commission on the Social Determinants of Health.
- BLUNDELL, R. und BOND, S. (1998):  
Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models.  
*Journal of Econometrics* 87(1), 115–143.
- CHANG, R., KALTANI, L., und LOAYZA, N.V. (2009):  
Openness can be good for growth: The role of policy complementarities.  
*Journal of Development Economics* 90(1), 33–49.
- CHILOWA, W. (1998):  
The impact of agricultural liberalization on food security in Malawi.  
*Food Policy* 23(6), 553–569.
- DAWSON, P.J. und SANJUÁN, A.I. (2011):  
Calorie consumption and income: panel cointegration and causality evidence in developing countries. *Applied Economics Letters* 18(15), 1455–1461.
- DEJONG, D. und RIPOLL, M. (2006):  
Tariffs and growth: an empirical exploration of contingent relationships.  
*The Review of Economics and Statistics* 88 (4), 625–640.
- DOROSH, P.A. (2001):  
Trade Liberalization and National Food Security: Rice Trade between Bangladesh and India. *World Development* 29(4), 673–689.
- DOROSH, P.A., DRADRI, S., und HAGGBLADE, S. (2009):  
Regional trade, government policy and food security: Recent evidence from Zambia.  
*Food Policy* 34(4), 350–366.
- DREHER, A., GASTON, N., und MARTENS, P. (2009):  
*Measuring Globalization – Gauging its Consequences*, Springer, New York.
- ENDERS, W. und SIKLOS, P. L. (2001):  
Cointegration and Threshold adjustment. *Journal of Business and Economic Statistics* 19(2), 166–76.
- ENGLE, R. und GRANGER, C.W.J. (1987):  
Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing.  
*Econometrica*, Vol. 5, 251–76.
- FAO (2012):  
*State of Food Insecurity in the World 2012*. FAO, Rome.
- FAO (2009):  
*State of Food Insecurity in the World 2012*. FAO, Rome.

- FAO (2006):  
Trade Reforms and Food Security: Country Case Studies and Synthesis, Rome.
- FAO (2003):  
Trade Reforms and Food Security: Conceptualizing the Linkages. FAO, Rome.
- FELEKE, S. T., KILMER, R. L., und GLADWIN, C.H. (2005):  
Determinants of Household Food Security in Southern Ethiopia at the Household Level. *Agricultural Economics* 33(3), 351–363.
- GUHA-KHASNOBIS, B., ACHARYA, S.S., und DAVIS, B. (2007):  
Food Security Indicators, Measurement, and the Impact of Trade Openness. Oxford University Press, WIDER Studies in Development Economics Series.
- HEADEY, D. (2013):  
Developmental Drivers of Nutritional Change:  
A Cross-Country Analysis. *World Development* 42(2), 76–88.
- HELPMAN, E. und KRUGMAN, P. (1989):  
Trade Policy and Market Structure. Cambridge, MA: MIT Press.
- IFPRI (2006):  
How much will trade liberalization help the poor? Comparing global trade models, Research Brief, International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- IHLE, R., VON CRAMON-TAUBADEL, S., und ZORYA, S. (2009):  
Markov-Switching Estimation of Spatial Maize Price Transmission Processes between Tanzania and Kenya. *American Journal of Agricultural Economics* 91(5), 1432–1439.
- JONGWANICH, J. (2009):  
The Impact of Food Safety Standards on Processed Food Exports from Developing Countries. *Food Policy* 34(5), 447–457.
- KILIMA, F.T.M. (2006):  
Are Price Changes in the World Market Transmitted to Markets in Developing Countries? A Case Study of Sugar, Cotton, Wheat and Rice in Tanzania. IIS Discussion Paper no. 160.
- KRIVONOS, E. (2004):  
The Impact of Coffee Market Reforms on Producer Prices and Price Transmission. World Bank Policy Research Working Paper 3358.
- LOAYZA, N.V., OLABERRIA, E., RIGOLINI, J., und CHRISTIAENSEN, L. (2012):  
Natural Disasters and Growth: Going Beyond the Averages. *World Development* 40(7), 1317–1336.
- MAERTENS, M. und SWINNEN, J.F.M. (2009):  
Trade, Standards, and Poverty: Evidence from Senegal. *World Development* 37(1), 161–178.
- MINOT, N. (2011):  
Transmission of World Food Price Changes to Markets in Sub-Saharan Africa. TMD Discussion Paper No. 01059.
- MURSHID, K. (2001):  
Implications of Agricultural Policy Reforms on Rural Food Security and Poverty. Background paper for the Structural Adjustment Participatory Review Initiative (SAPRI) Second National Forum.
- NIASSANKE, M. und THORBECKE, E. (2006):  
Channels and Policy Debate in the Globalisation-Inequality-Poverty Nexus. *World Development* 34(8), 1338–1360.
- OGUNDARI, K. und ABDULAI, A. (im Erscheinen):  
Examining the Heterogeneity in Calorie-Income Elasticities: A Meta-Analysis. *Food Policy*.
- PYAKURYAL, B., ROY, D., und THAPA, Y. B. (2010):  
Trade Liberalization and Food Security in Nepal. *Food Policy* 35(1), 20–31.
- ROODMAN, D. (2009):  
A Note on the Theme of Too Many Instruments. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 71(1), 135–158.
- RUNGE, C., SENAUER, B., PARDEY, P.G., und ROSEGRANT, M.W. (2003):  
Ending hunger in our lifetime: food security and globalization. Washington, DC, International Food Policy Research Institute.
- SESHAMANI, V. (1998):  
The impact of market liberalization on food security in Zambia. *Food Policy* 23(6), 539–551.

SMITH, L.C. und HADDAD, L. (2000):  
Explaining Child Malnutrition in Developing Countries: A Cross-Country Analysis.  
Washington, DC: International Food Policy Research Institute.

SMITH, L.C. und HADDAD, L. (2001):  
How important is improving food availability for reducing child malnutrition in  
developing countries? *Agricultural Economics* 26(3), 191-204.

TRAUB, L.N. und JAYNE, T.S. (2008):  
The effects of price deregulation on maize marketing margins in South Africa.  
*Food Policy* 33(3), 224-236.

WELTBANK (2006):  
Repositioning nutrition as central to development: A strategy for large-scale action.  
Washington, DC.

WILLIAMS, A. (2009):  
On the release of information by governments: Causes and consequences.  
*Journal of Development Economics* 89(1), 124-138.

WINTERS, A., MCCULLOCH, N., und MCKAY, A. (2004):  
Trade Liberalisation and Poverty: The Evidence so far.  
*Journal of Economic Literature* vol. XLII, 72-115.

## 6 Anhang

**Tabelle 1: Datenbeschreibung und Quellen**

Nahrungsenergieangebot pro Kopf	dietary energy supply (DES), Quelle: FAOSTAT
Handelsoffenheit	Importe plus Exporte in % vom BIP; PENN World Table (PWT) 6.3
BIP pro Kopf (log)	PWT 6.3
BIP pro Kopf Wachstum	PWT 6.3
Bewaffneter Konflikt	Variable mit Werte 0 für keinen, 1 für minderschweren Konflikt, 2 für Krieg; UCDP/PRIO
Dürre	Dummy mit Wert 1, wenn Dürre aufgetreten ist; Quelle: EM-DAT
Landwirtschaftlich genutzte Fläche (% der Landesfläche)	World Development Indicators (WDI)
Ländliche Bevölkerung (% der Gesamtbevölkerung)	WDI
Bevölkerungswachstum (jährlich%)	WDI
Inflation (jährlich %)	IMF's International Financial Statistics (IMF)
Wertzölle	Einfuhrabgaben in % von Importen; Quelle: DeJong und Ripoll (2006)
KOF-Globalisierungsindex	Quelle: Dreher et al., 2009
landumschlossen	Dummy-Variable mit dem Wert 1 für landumschlossene Länder und 0 sonst; Quelle: CEPII
Struktur-angepasstes Handels-offenheitsmaß	Residualgröße einer Regression der Handelsoffenheit auf die Landes- und Bevölkerungsgröße, und Dummies für ölexportierende und landumschlossene Länder; Quelle: Chang et al. (2009)
Infrastruktur	Telefonleitungen (pro 100 Personen); WDI
Landwirtschaftlicher Kapitalstock	Wert des physischen Kapitals verfügbar im Agrarsektor; FAOSTAT
Qualität der Regierungsführung	Transparenz-Index; Umfang an Daten berichtet an WDI und IMF; Quelle: Williams (2009)
Gesamtwirtschaftliche Volatilität	Standardabweichung der BIP Wachstumsrate

**Tabelle 2: Handelsoffenheit und Ernährungssicherheit**

	(1) Grundmodell	(2) Policy-open	(3) Wertzölle	(4) KOF-Index
DES_L1	0,7501*** (0,0635)	0,7333*** (0,0611)	0,7796*** (0,0567)	0,7516*** (0,0660)
HO				
Policy-open		0,5887*** (0,1798)		
Wertzölle			-12,8275** (5,3201)	
KOF-Index	0,6065*** (0,2071)			2,1481*** (0,7953)
BIP pro Kopf	51,2506*** (18,1473)	60,9127*** (17,0631)	56,4832*** (18,9530)	40,5972*** (14,9881)
BIP-Wachstum	1,2641*** (0,2568)	1,2260*** (0,2504)	1,6885*** (0,6350)	1,1495*** (0,2898)
Konflikt	-9,6508** (4,6337)	-9,4546** (4,7260)	-6,1177 (13,3257)	-7,5850 (5,0745)
Agrarland	0,6629** (0,3164)	0,5934** (0,2923)	0,5571 (0,3659)	0,3356 (0,2740)
Anteil ländl.	-1,5033*** (0,5026)	-1,3292*** (0,4548)	-0,7290* (0,4227)	-0,8762** (0,3953)
Bevölkerungswachstum	-20,81*** (7,1575)	-21,1189*** (7,0418)	-5,8876 (6,0114)	-14,4853*** (5,5765)
Dürre	-9,8724** (4,3414)	-12,2934*** (4,0582)	-19,671*** (6,4453)	-13,0363*** (4,0196)
Inflation	-18,3084* (9,3824)	-20,9389** (8,6819)	-10,5442 (7,3525)	-18,2620** (8,4595)
Beobacht.	3.734	3734	1476	3681
Anz. Länder	158	158	125	156
Instrumente	49	49	39	46
AR1 Test	0,000	0,000	0,000	0,000
AR2 Test	0,305	0,311	0,389	0,304
Hansen Test	0,970	0,915	0,772	0,741

Robuste Standardfehler in Klammern. \*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

**Abb.5: Produzenten- und Weltmarktpreise für Kaffee (in US-Dollar pro Pfund)**

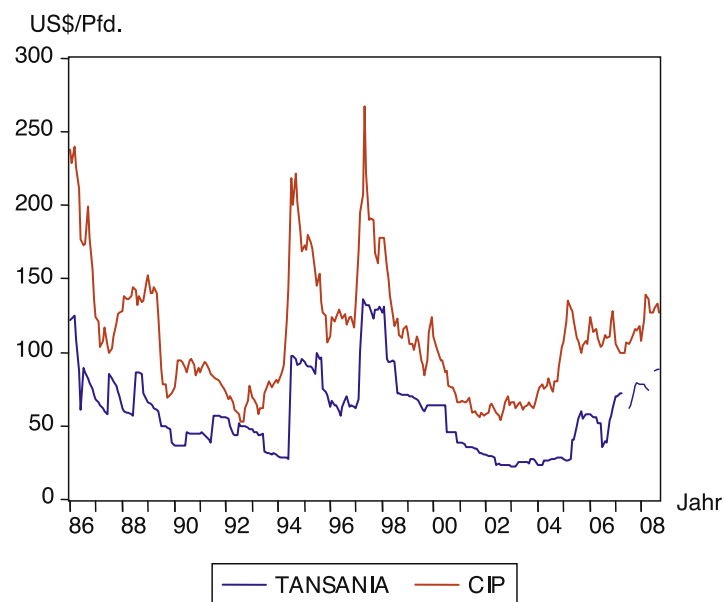
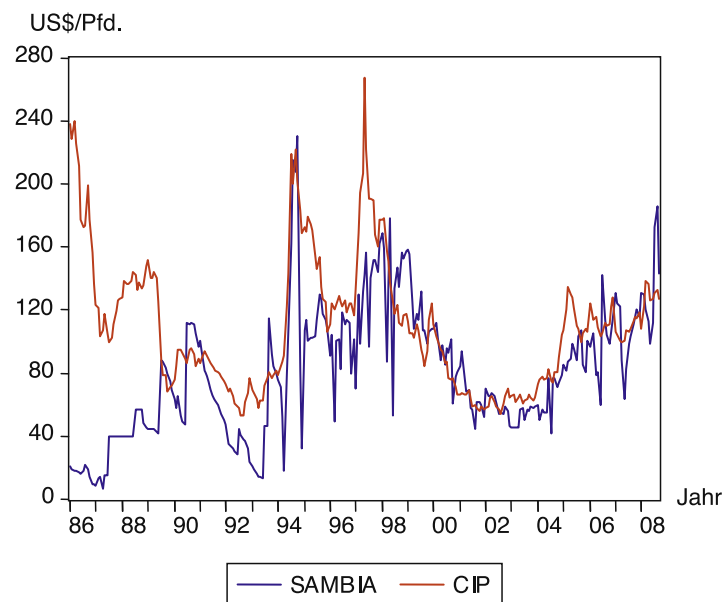


Tabelle 3: Engle-Granger Kointegrations-Tests

Sambia-World Prices				
Sample	$\beta_0$	$\beta_1$	$R^2$	$\rho_1$
1986:01-2008:09	2,690 (5,5433)	0,330 (3,096)	0,978	-0,124*** (-3,595)
1986:01-1998:05	2,000 (2,616)	0,428 (2,667)	0,967	-0,091 (-2,024)
1998:05-2008:09	-0,042 (-2,024)	0,998 (13,705)	0,998	-0,332*** (-3,845)
Tansania-World Prices				
Sample	$\beta_0$	$\beta_1$	$R^2$	$\rho_1$
1986:01-2008:09	-0,661 (3,039)	1,001 (21,389)	0,995	-0,117*** (-4,093)
1986:01-2000:06	0,285 (1,193)	0,816 (16,210)	0,997	-0,150*** (-3,301)
2000:06-2008:09	-1,088 (-2,320)	1,068 (10,145)	0,994	-0,111 (-2,422)

**Anmerkung:** Werte in Klammern sind t-Werte bezüglich der Nullhypothese der Nicht-Kointegration (also  $\rho_1 = 0$ ). Die Werte sind signifikant verschieden von Null auf dem \*\*\*1%, \*\*5% und \*10% -Niveau.

Tabelle 4: MTAR Testergebnisse

Sambia-World Prices						
Sample	$\tau$	$\rho_1$	$\rho_2$	$\phi$	$\varphi$	DW
1986:01-2008:09	-0.149	-0.094** (-2.702)	-0.327*** (-3.869)	10.535***	6.760**	2.039
1986:01-1998:05	-0.159	-0.1003* (-1.988)	-0.348** (-2.897)	5.787*	3.806	2.019
1998:05-2008:09	-0.167	-0.127 (-1.235)	-0.753*** (-4.315)	9.399***	11.467***	2.049
Tanzania-World Prices						
Sample	$\tau$	$\rho_1$	$\rho_2$	$\phi$	$\varphi$	DW
1986:01-2008:09	-0.040	-0.207** (-3.546)	-0.055 (-1.249)	6.532*	5.048*	1.990
1986:01-2000:06	-0.098	-0.089 (-1.639)	-0.393*** (-4.331)	9.982***	9.191***	2.032
2000:06-2008:09	0.042	-0.280** (-3.692)	-0.018 (-0.337)	7.353**	6.043*	1.995

**Anmerkung:** Werte in Klammern sind t-Werte. Die Werte sind signifikant verschieden von Null auf dem \*\*\*1%, \*\*5% und \*10% -Niveau.

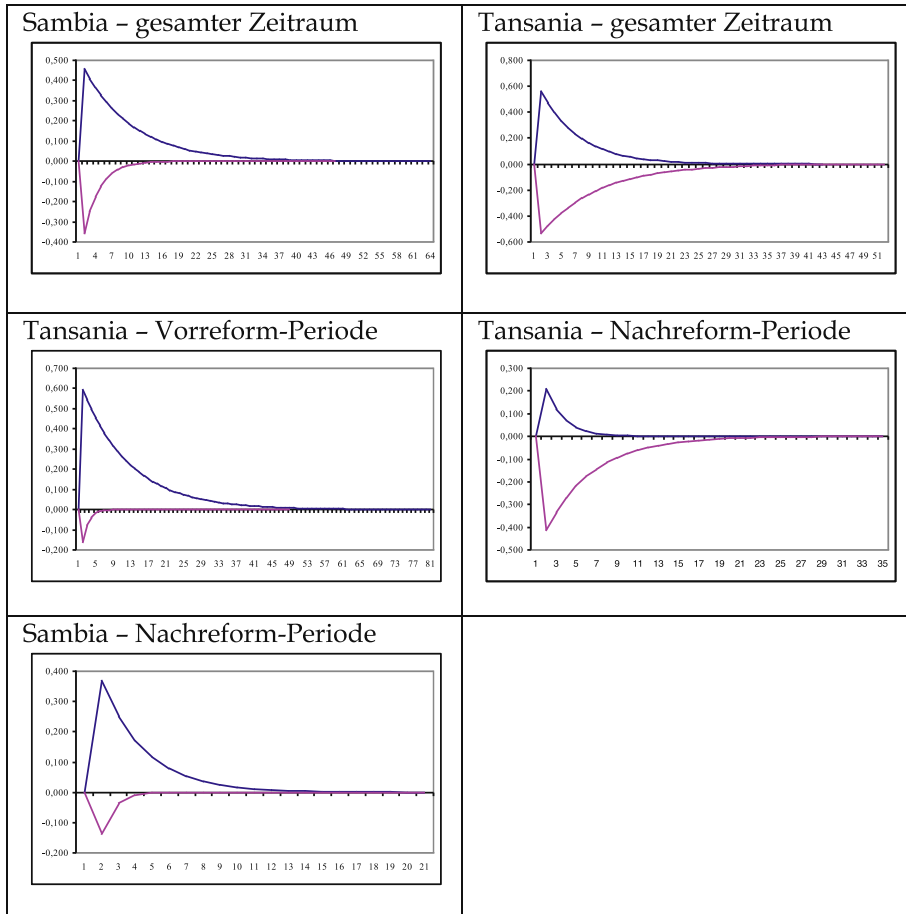
$\rho_1$  und  $\rho_2$  sind die geschätzten Parameter der Threshold-Kointegration

$\phi$  sind F-Werte für die Nullhypothese der Nicht-Kointegration ( $\rho_1 = \rho_2 = 0$ )

$\varphi$  sind F-Werte für die Nullhypothese symmetrischer Kointegration

( $\rho_1 = \rho_2$ ). DW steht für den Durbin-Watson Autokorrelationstest.

**Abb.6: Impulse-Response-Funktionen**



# Ressourceneffizienz der Rindfleischerzeugung in Deutschland, Argentinien und Brasilien im Vergleich

Prof. Dr. Theodor Fock, Prof. Dr. Clemens Fuchs (Hochschule Neubrandenburg),  
Dr. Cristian Feldkamp (Concepción del Uruguay, Argentinien) und  
Dr. Davi José Bungenstab (Campo Grande, Brasilien)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b> .....	78
1.1 Vorbemerkungen .....	78
1.2 Rindfleischerzeugung .....	79
<b>2 Daten und Methoden</b> .....	83
2.1 Datengrundlagen und Annahmen .....	83
2.2 Berechnungsmethodik .....	84
<b>3 Ergebnisse der vergleichenden Analyse</b> .....	88
3.1 Technische Effizienzanalyse .....	88
3.2 Ökonomische Effizienzanalyse .....	92
<b>4 Diskussion der Ergebnisse</b> .....	94
<b>5 Ausblick</b> .....	96
<b>6 Zusammenfassung</b> .....	98
<b>7 Literaturverzeichnis</b> .....	99

## 1 Einleitung

### 1.1 Vorbemerkungen

Die globale Nachfrage nach Fleisch und anderen tierischen Erzeugnissen wird in den kommenden Jahrzehnten durch Bevölkerungswachstum, besonders aber durch einen ansteigenden Pro-Kopf-Verbrauch in vielen Schwellen- und Entwicklungsländern voraussichtlich deutlich zunehmen. Erwartet wird ein Anstieg um bis zu 70 % bis 2050 gegenüber 2010 (FAO, 2011). Daher ist auch mit einem deutlichen zunehmendem Ressourcenverbrauch für die globale Tierproduktion und Fleischerzeugung zu rechnen. Auf den Weltagrarmärkten ist ein nachfragebedingter Preisanstieg zu verzeichnen, der zumindest für die kommenden Jahre anhalten soll. Die für die Landwirtschaft nutzbaren globalen Flächen- und Wasserressourcen sind begrenzt, so dass eine ressourceneffiziente Erzeugung sowie weitere Produktivitätssteigerungen wichtig sind, um die zukünftige Sicherung der Welternährung zu ermöglichen (FAO, 2012; OECD/FAO, 2012). Für Geflügelfleisch und Schweinefleisch werden wachsende Anteile in intensiven Produktionssystemen erwartet, die vielfach standortunabhängig relativ ähnlich organisiert sind. Zudem ist hier eine Verlagerung hin zu intensiven Produktionssystemen festzustellen. Dagegen ist die Rindfleischerzeugung zwischen Ländern, aber auch innerhalb einzelner Länder durch verschiedene Intensitäten und damit unterschiedliche Ressourcenverbräuche gekennzeichnet. Intensive, semiintensive und extensive Produktionssysteme existieren nebeneinander und es ist davon auszugehen, dass diese verschiedenen Produktionssysteme auch zukünftig parallel fortbestehen werden. Die vergleichende Analyse des Ressourceneinsatzes und eine Ermittlung der Ressourceneffizienz in der Rindfleischproduktion sind vor diesem Hintergrund ein wichtiger Teilaspekt für die Sicherung der Welternährung.

Die Messung und Beurteilung von Ressourceneffizienz kann über verschiedene methodische Ansätze erfolgen. Ökobilanzierungen und der ökologische Fußabdruck (Kohlendioxid- bzw. Treibhausgasemissionen sowie der virtuelle Wasserverbrauch) stellen jeweils Ansätze dar, mit denen der spezifische oder umfassende Ressourcenverbrauch von Produkten sowie Produktionsprozessen ermittelt werden kann. Die Ansätze unterscheiden sich durch die Bezugnahme auf die jeweilige Leitressource (z. B. Wasser, Fläche oder Energie) und unterschiedliche Systemabgrenzungen. Für die Fleischerzeugung lässt sich feststellen, dass unabhängig vom gewählten Ansatz der Ressourceneinsatz für die Futtererzeugung die wesentliche Bestimmungsgröße für die Ressourceneffizienz darstellt (z.B. MEKONNEN und HOEKSTRA, 2012; ALIG et al., 2012). Die Futtermittelverwertung als wichtige Kennziffer der Ressourceneffizienz in der Produktion ist für die Rindfleischerzeugung allein aber nicht aussagekräftig, da im Unterschied zur Geflügel- und Schweinefleischerzeugung auch Ressourcen ohne oder mit geringen Opportunitätskosten in viel größerem Umfang eingesetzt werden können.

In dieser Untersuchung wird die Rindfleischerzeugung in Deutschland mit typischen Produktionssystemen in Argentinien und Brasilien über produktionstechnische und ökonomische Effizienzparameter verglichen. Ein Vergleich der Rindfleischerzeugung dieser drei Länder ist aus verschiedenen Gründen interessant. Zum einen handelt es sich um wichtige Produktionsstandorte und Länder mit großen Exportanteilen. Zum anderen können Produktionssysteme mit sehr unterschiedlichen Intensitäten im Hinblick auf den Futtereinsatz und die Mastdauer vergleichend analysiert werden. Auf dieser Grundlage erfolgt eine Beurteilung unterschiedlicher Ansätze zur Rindfleischerzeugung, die einen Beitrag zur zukünftigen Welternährung leisten.

### 1.2 Rindfleischerzeugung

Auf den Weltfleischmärkten wird für die kommende Dekade weiteres Wachstum von 1,8 % pro Jahr erwartet. Höhere Inputpreise sollen durch höhere Erzeugerpreise ausgeglichen werden. Im Unterschied zum vergangenen Jahrzehnt wird für die Weltrindfleischherzeugung eine ähnliche Produktionsentwicklung wie für Fleisch insgesamt erwartet. Vor allem für Schwellenländer ist ein weiterer Anstieg des Pro-Kopf-Verbrauchs zu erwarten, allerdings vor allem für Geflügelfleisch, während der Rindfleischverbrauch pro Kopf im Wesentlichen konstant bleiben soll (OECD FAO 2012). Der Fleischkonsum wird durch länderspezifische Konsumgewohnheiten beeinflusst. Auch für den Welthandel haben nationale, nicht harmonisierte Einfuhrregelungen eine erhebliche Bedeutung. Etwa 12 % der Welterzeugung werden derzeit gehandelt, die Exportmenge beträgt 7,91 Mio. t und der Anteil am Weltfleischhandel insgesamt beträgt 27 %.

In Deutschland ist die Anzahl der Rinder vor allem durch zurückgehende Milchkuhbestände in den vergangenen Jahren determiniert und zunächst von 14,6 Mio. Rindern (2000), darunter 4,6 Mio. Milchkühen, auf 12,7 Mio. (4,1 Mio.) Tiere im Jahr 2006 zurückgegangen. Seit einigen Jahren sind die Rinderbestände im Wesentlichen konstant. Für 2011 lauten die aktuellen Zahlen: 12,7 Mio. Rinder, darunter 4,2 Mio. Milchkühe und 700.000 Mutterkühe. Die Rindfleischproduktion ist dadurch zwischen 2000 und 2006 zunächst um rund 150.000 t auf 1,23 Mio. t deutlich gesunken und bis 2011 wieder auf 1,28 Mio. t leicht angestiegen. Der Anteil an der Wertschöpfung des Sektors Landwirtschaft lag 2010 bei 6,9 %. Der Pro-Kopf-Verbrauch, der vor der BSE-Krise noch über 20 kg pro Kopf und Jahr betrug, liegt seit mehreren Jahren bei rd. 12 kg. Im Außenhandel mit Rindfleisch (hier nur Ein- und Ausfuhr von Rindfleisch frisch, gekühlt und gefroren) wurden 2010 267.000 t im Wert von 1,29 Mrd. € eingeführt und 413.000 t im Wert von 1,46 Mrd. € ausgeführt. Beim Import spielen Argentinien und Brasilien als Nicht-EU-Länder mit 28.000 bzw. 7.000 t die größte Rolle. Beim Export stellt Russland neben dem innergemeinschaftlichen Handel den wichtigsten Absatzmarkt dar. Der Selbstversorgungsgrad betrug in 2010 für Rindfleisch 119 %, während dieser für Fleisch und Fleischerzeugnisse insgesamt 113 % betrug (alle Angaben



STAT JHB ELF, 2011). Nahezu 50 % aller landwirtschaftlichen Betriebe halten noch Rinder, so dass im Vergleich zu anderen Tierarten die Konzentration vergleichsweise gering ist. Im Durchschnitt werden 87 Rinder je Rinderhalter gehalten. In größeren Einheiten mit über 200 Tieren werden nur 44 % der Tiere gehalten. Insgesamt ist Rindfleischproduktion, Konsum und Außenhandel durch eine vergleichsweise geringe Dynamik geprägt. Da der indirekte Einfluss der Milcherzeugung weiterhin hoch ist, bleibt abzuwarten, inwieweit mit dem Wegfall der Milchgarantiemengenregelung zum 01.04.2015 dies auch die Tierzahlen für die Rindfleischerzeugung beeinflussen wird. In Deutschland dominiert Bullenmast auf der Basis von Schwarzbunten Holstein- oder Fleckviehkälbern und Absetzern aus der Mutterkuhhaltung (mit unterschiedlichen Rinderassen) die Erzeugung, andere Systeme wie Ochsenmast oder Kalbfleischerzeugung spielen nur eine untergeordnete Rolle (DEBLITZ et al, 2008). An der Rindfleischproduktion hat die ökologische Erzeugung, einen Anteil von 3,4 %, während bei der Mutterkuhhaltung immerhin knapp 18 % der Tiere auf Öko-Betrieben stehen (AMI, 2012).

In Argentinien stellt die Rindfleischerzeugung die zweitwichtigste Wertschöpfungskette im Agrarsektor nach der Sojaproduktion dar (CEPAL, 2010). Seit 1979 liegt der Tierbestand mit gewissen Schwankungen, aber ohne einen klaren Trend bei rd. 53 Mio. Tieren (OBSERVATORIO GANADERO, 2012). Der Exportanteil liegt traditionell bei rd. 20 % der Gesamterzeugung. Die Exporte gehen in mehr als 50 Länder, darunter auch Deutschland und die Europäische Union. Deutschland stellt vom Wert der Rindfleischexporte den wichtigsten Handelspartner dar. Mehr als 90 % der Tierbestände befinden sich in auf Rinderhaltung spezialisierten Betrieben und die wichtigsten Rassen sind Angus und Hereford. Nur 9 % der Kühe (rd. 1,8 Mio. Tiere) werden für die Milchproduktion verwandt, so dass nur ein geringer Anteil des Schlachtaufkommens aus der Milchviehhaltung stammt (IRIATE, 2008). In der Rinderhaltung gibt es eine Spezialisierung auf Mutterkuhhaltung oder Mastbetriebe. Die Erzeugung von (Absetzer-) Kälbern findet auf Weideland in extensiver Weise statt. Mastbetriebe übernehmen die Absetzertiere und mästen diese in unterschiedlicher Weise von extensiv bis intensiv bis zur Schlachtreife.

Extensive Mastverfahren finden ausschließlich auf Weideland statt mit Ansaaten von Paspalum (Dallisgras), Bromus (Trespen), Trifolium (Klee), RyeGrass (Lolium, Weidelgras), oder Alfalfa (Luzerne), während Intensivmast als 90-tägige Endmast mit Sojaschrot und Körnermais durchgeführt wird. Semi-intensive Verfahren gewinnen an Bedeutung mit Weidehaltung und Ergänzungsfütterung mit Körnermais oder Maissilage. Aktuell erholen sich die Rinderbestände gerade von dem historischen Tiefstand in 2011 mit 48 Mio. Tieren. Diese Entwicklung ist zum einen auf die Folgen der schweren Dürre in 2008 und 2009 in vielen Landesteilen zurückzuführen, die zu einem deutlichen Rückgang der Abkalbungen führte, zum anderen auf die äußerst problematischen staatlichen Interventionen in Marktpreise und Exporte. Als Folge ging der durchschnittliche

Rindfleischverbrauch in Argentinien von 70 kg pro Kopf in 2009 auf 55 kg 2011 zurück (OBSERVATORIO GANADERO, 2012). Die knappe Marktversorgung führte zu hohen Marktpreisen in 2010 und 2011 sowie zu hohen Aufzuchttraten weiblicher Tiere und niedrigen Schlachtraten. Der Bestandsaufbau führt nunmehr zu niedrigeren Preisen, allerdings hat der Export noch nicht wieder das frühere Niveau erreicht.

Auch in Brasilien stellt die Rindfleischerzeugung die zweitwichtigste Wertschöpfungskette im Agrarsektor nach der Sojaproduktion dar. Der Rinderbestand ist in den vergangenen Jahrzehnten kontinuierlich gewachsen und hat aktuell rund 200 Mio. Tiere erreicht. Der Tierbestand wird zu 83 % überwiegend für die Rindfleischproduktion und nur zu 17 % für die Milchproduktion gehalten (ANUALPEC, 2011; IGBE, 2012). Die Rindfleischerzeugung hat sich bis in die 1990er Jahre von Südost-Brasilien nach Zentral-Brasilien ausgedehnt und in den beiden vergangenen Jahrzehnten vor allem in die nördlichen Landesteile. In einigen traditionellen Regionen der Rinderhaltung, wie z. B. im Bundesstaat Mato Grosso do Sul, ist die Anzahl der Rinder gesunken (hier in zehn Jahren von 22 auf 19 Mio. Tiere), aber die Produktion selber konstant geblieben. Die Rindfleischproduktion ist mit 80 % auf den Binnenmarkt ausgerichtet, aber Exporte vor allem nach Russland und in den Nahen und Mittleren Osten sind gleichfalls wichtig für den Sektor. Die Europäische Union ist auch ein wichtiger Absatzmarkt, vor allem für hochwertige Teilstücke mit deutlich höheren Preisen im Vergleich zu den anderen Exportregionen. Die brasilianische Rinderherde besteht vor allem aus Zeburindern der Rasse Nelore. In Südbrasilien kommen auch die europäischen Rassen Angus und Hereford vor, während in Zentral- und Nordbrasilien auf einigen Betrieben Kreuzungstiere mit Nelore gehalten werden, die zu deutlich besseren Produktionskennziffern als die traditionellen Systeme führen, wenn Ernährung und Management stimmen. Das Produktionssystem ist im Grundsatz extensiv und basiert auf Weidehaltung mit Palisadengras (*Brachiaria* SP) und der Produktionszyklus benötigt bis zur Schlachtreife bis zu 48 Monaten. Aufzucht und Mast sind getrennt organisiert, auch wenn sie auf dem gleichen Betrieb stattfinden. Die Mutterkuhhaltung ist praktisch immer eine reine Weidehaltung ohne Zufütterung. In der Mastperiode erhalten etwa 10 % der Tiere eine getreidebasierte Konzentratfütterung in den letzten drei bis vier Monaten. Von diesen Tieren befinden sich etwa 50 % in Feedlot-Betrieben, in denen die Futterration aus Maissilage, Körnermais und Sojaschrot besteht.

Die Preise für Rindfleisch weisen insbesondere in Abhängigkeit vom Rinderzyklus Variationen auf, aber insgesamt sind günstige Relationen zwischen den Erzeugerpreisen und den Produktionskosten zu verzeichnen. Dennoch können Verluste insbesondere durch eine schleichende Verschlechterung des Weidelandes auf Grund schlechten Managements oder von Nährstoffverlagerungen eintreten, die sich dann in sinkender Besatzdichte niederschlagen und deren Ursachen von den Landwirten häufig nicht erkannt werden. In anderen Fällen tritt Nutzungskonkurrenz um den Boden insbeson-

dere mit dem Soja- und Zuckerrohranbau auf. Die Übergabe von Betrieben im Zuge des Generationswechsels lässt dann ineffiziente Betriebe aus der Rinderhaltung aussteigen oder zwingt diese Betriebe, ihre Produktionstechnik zu verbessern. Die Bedeutung von integrierten Ackerbau-Rinder- oder Ackerbau-Rinder-Forstplantagen-Systemen hat besonders in Zentral-Brasilien zugenommen und dadurch zu einem Anstieg semi-extensiver oder intensiver Systeme geführt.

## 2 Daten und Methoden

Vorbemerkung: An dieser Stelle erfolgt nur eine summarische Darstellung der Datengrundlagen und Berechnungsmethodik. Details können gegebenenfalls bei den Autoren erfragt werden.

### 2.1 Datengrundlagen und Annahmen

Für jedes Land werden drei bzw. vier typische und bedeutsame Produktionssysteme in die Analyse einbezogen. In Argentinien und Brasilien sind dies jeweils extensive, semi-extensive bzw. semi-intensive und intensive Systeme, deren Abgrenzung nach der Intensität länderspezifisch erfolgt. Für Deutschland wird Bullenmast auf der Grundlage des Kälberzukaufs aus der Milchproduktion entweder von Milchrindern (als Koppelprodukt Schwarzbunte Holstein) oder von Zweinutzungsrasen (Fleckvieh) und die Mast von Absetzern aus der Mutterkuhhaltung berücksichtigt, wobei hier noch nach Fütterung mit Silomais bzw. als Kraftfuttermast unterschieden wird. Die Auswahl der Produktionssysteme erfolgte entsprechend der jeweiligen Bedeutung für die Rindfleischherzeugung und auf der Unterschiedlichkeit im Ressourceneinsatz. Bei intensiven Produktionssystemen in der Rindermast erhöht sich der Anteil des energiereichen Futters in der Ration gegenüber extensiven Systemen, die vor allem auf Weidehaltung beruhen. In intensiven Produktionssystemen steigt auch der Einsatz von Maschinen, anderer Technik und Gebäuden und baulichen Anlagen an, selbst wenn aufgrund der klimatischen Bedingungen eine ganzjährige Weidehaltung möglich ist. Durch höhere Fütterungsintensität steigen die täglichen Zunahmen, so dass sich die Dauer des Produktionszyklus verkürzt und häufig höhere Mastendgewichte erreicht werden. Semi-extensive oder semi-intensive Systeme sind dadurch gekennzeichnet, dass auf eine extensive Aufzuchtphase eine intensive Mastphase bzw. Endmast folgt.

Für die Beschreibung der verwandten Produktionssysteme und die Kalkulation des Ressourceneinsatzes wurden unterschiedliche Datengrundlagen verwandt. Bei den definierten Produktionssystemen für Argentinien handelt es sich ausschließlich um spezialisierte Rindermastverfahren. Diese beinhalten zum einen Mutterkuhhaltung, die extensiv auf Weideland betrieben wird und zum anderen drei Mastverfahren, die sich durch unterschiedliche Fütterungsintensitäten im Einsatz von Maissilage und Körnermais unterscheiden. Das System Mutterkuhhaltung liefert den Systemen der Mastverfahren die Kälber und veräußert darüber hinaus gemerzte Mutterkühe und Bullen. In der Rindermast werden Kälber zugekauft und Schlachttiere an Schlachthöfe verkauft. Die verwandten Effizienzkoeffizienten in allen untersuchten Systemen entsprechen nicht dem nationalen Durchschnitt, sondern denen von überdurchschnittlich gut geführten Betrieben (DONATO, 2009; SIIA, 2012; NRC, 1996; CRUZATE und CASAS, 2009; MINISTERIO de la PRODUCCION, 2012; BERTOIA et al., 2010; CSIRO,

1990; RODRIGUEZ et al., 2012; CREA, 2012a; CREA, 2012b; MARGENES AGROPECUARIOS, 2012). Die für Brasilien definierten Systeme entsprechen grundsätzlich denen in Argentinien. Als Datengrundlage wurden insbesondere verschiedene Quellen des staatlichen Forschungsinstituts EMBRAPA sowie einige Daten lokaler Betriebe verwendet. Die Mutterkuhhaltung wird ebenfalls extensiv auf der Grundlage von Brachiaria Weideland durchgeführt, das nur mit geringer Intensität gedüngt wird. Extensive (End-)Mastsysteme werden in gleicher Weise durchgeführt. Semi-extensive Systeme basieren ebenfalls auf Brachiaria-Weiden, aber mit besserem Management und einer Ergänzungsfütterung mit Trockenfutter für die letzten 100 Tage vor der Schlachtung. Intensive Endmastsysteme sind so definiert, dass für 100 Tage eine Endmast im Feedlot stattfindet mit der Fütterung von Maissilage, Körnermais und Sojaschrot.

Für Deutschland wurden als Datengrundlagen Forschungsberichte, Datensammlungen und Betriebszweigabrechnungen von verschiedenen Institutionen wie Landesforschungsanstalten, Landesämtern, Landwirtschaftskammern und größeren Beratungsunternehmen wie der LMS in Mecklenburg-Vorpommern herangezogen. Die Daten stammen von Betrieben aus den Bundesländern Baden-Württemberg, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen. Zusätzlich wurden auf ausgewählten Betrieben dieser Bundesländer (mit Ausnahme von Niedersachsen) eigene Daten erhoben, um eine Einordnung der unterschiedlichen Datengrundlagen vornehmen zu können. Soweit möglich, wurden differenzierte produktionstechnische und wirtschaftliche Daten erfasst und ansonsten aus vorhandenen Datensammlungen verwendet. Insgesamt besteht eine große Streuung der Daten zwischen Einzeljahren (insbesondere bei den wirtschaftlichen Daten), zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Betrieben sowie nach den natürlichen Standortverhältnissen.

Für die Umrechnung des Inputs der Produktionsfaktoren und Vorleistungen in Indikatoren der Ressourceneffizienz wie z. B. Ausstoß von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) in CO<sub>2</sub>-Äquivalente werden Standardkoeffizienten verwendet. In einigen Fällen (z. B. durchschnittlicher Energieverbrauch je Maschinenstunde) wird auf Koeffizienten der Arbeit von BUNGENSTAB (2005) zurückgegriffen.

## 2.2 Berechnungsmethodik

Für die definierten Produktionsverfahren werden das Produktionsergebnis, der dazu erforderliche Ressourceneinsatz und die Wirtschaftlichkeit der jeweiligen Verfahren berechnet. Der Einsatz der unterschiedlichen Ressourcen wird vorrangig über die beiden Indikatoren Fläche und Treibhausgasemissionen zusammenfassend erfasst. Die Berechnung der technischen und ökonomischen Indikatoren erfolgt jeweils auf der Grundlage je kg Output, d. h. je kg Rindfleisch. Der Output ergibt sich aus dem Mastendgewicht und dem durchschnittlichen Ausschachtungsgrad. Hierbei bestehen je nach Produk-

tionsverfahren große Unterschiede. Tabelle 1 gibt einen Überblick über ausgewählte, zentrale Kennzahlen, die in die Berechnungen eingegangen sind. Als Preisdaten werden Jahresdurchschnittspreise von 2012 bzw. mehrerer Quartale aus 2012 herangezogen entsprechend der jeweiligen Verfügbarkeit.

**Tabelle 1: Technische und wirtschaftliche Kennzahlen im Ländervergleich**

Kennzahl	Argentinien	Brasilien	Deutschland
Wechselkurse (31.12.2012)	6,4848 Pesos	2,7036 Reais	1 Euro
Kälberpreise	Schwarzbunt, männlich	---	2,46 €/kg LG
	Fleckvieh, männlich	---	5,18 €/kg LG
Fresserpreise	Jungbulle zur Mast	1,77 €/kg LG	1,33 €/kg LG
	Schlachtkuh extensive	1,78 €/kg SG	1,88 €/kg SG
Schlachtviehpreise	Endmast	2,34 €/kg SG	Schwarzbunt: 3,52 €/kg SG
	semi-extensiv, Fleischbulle	2,43 €/kg SG	2,13 €/kg SG
	Intensiv, Fleischbulle	2,53 €/kg SG	2,13 €/kg SG
Ausschlachtung	Schlachtkuh	52%	KF-Mast <sup>2)</sup> : 4,85 €/kg SG
	Fleischrind	56%-58% <sup>3)</sup>	52%-53% <sup>3)</sup>
Lebendgewicht	Mutterkuh	420 kg	450 kg
	extensive Endmast	450 kg	480 kg
Mastendgewicht, lebend	semi-extensive Endmast	430 kg	500 kg
	Intensive Endmast	410 kg	500 kg

<sup>1)</sup> bis 200 kg LG; jedes weitere kg: 0,50 €/kg LG, <sup>2)</sup> Kraftfutter-Mast

<sup>3)</sup> extensiv bis intensive Mastverfahren, <sup>4)</sup> Schwarzbunte Bullen, <sup>5)</sup> Fleckvieh und Fleischerassen

Beim Ressourceneinsatz werden vor allem Diesel, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel, Gebäude und Maschinen sowie Futter berücksichtigt. Für den Futtereinsatz werden Mais- und Grassilage, Weide mit unterschiedlichen Bewirtschaftungsintensitäten für Argentinien und Brasilien, auch als Alfalfa-Weide, Getreide, Körnermais (in Argentinien und Brasilien), Sojaschrot und Mineralfutter als wichtigste Komponenten einbezogen.

Zusätzlich wird in Deutschland bei Kälbern als Koppelprodukt der Milchproduktion auch Milchaustauscher für die Kälberaufzucht eingesetzt. Der energetische Futterbedarf errechnet sich aus den jeweiligen Produktionsverfahren und für die Futtererträge werden landestypische Werte verwandt.

Die Ressourceneffizienz der Produktion wird über die beiden Größen Treibhausgasemissionen (THG-) sowie Flächenverbrauch ermittelt, zwei Indikatoren, die auch in anderen vergleichbaren Studien häufiger herangezogen werden (ALIG et al., 2012). Mit der Berechnung der THG-Emissionen werden die der Rinderhaltung zugeschriebenen Auswirkungen auf den Klimawandel erfasst. Mit dem Flächenverbrauch lässt sich insbesondere der Futterbedarf für die Erhaltungs- und Leistungsfütterung erfassen, die damit einer alternativen Verwendung als Futtergrundlage für andere Tierarten oder die direkte menschliche Ernährung nicht mehr zur Verfügung stehen. Den aus der Rinderhaltung stammenden Produkten Milch und Fleisch wird ein besonders hoher Ressourcenbedarf je Produkteinheit zugeschrieben. Die THG-Emissionen je Produkteinheit sind nicht nur durch die vergleichsweise schlechte Futterverwertung, sondern auch durch die verdauungsbedingten Methanemissionen generell hoch (z. B. WISS. BEIRAT, 2012; FAO, 2011). Für die THG-Emissionen werden sämtliche Größen erfasst: Anfassungen von der Herstellung der eingesetzten Maschinen und Gebäude, deren Emissionen anteilig den Produktionsverfahren zugeordnet werden, über die mit der Futtererzeugung verbundenen Effekte bis zur Lebensdauer der Tiere, die die Methanemissionen je kg Fleisch beeinflusst.

Der Indikator „Fläche“ setzt sich aus drei Kategorien zusammen: der Ackerfläche, der Grünlandfläche und einer so bezeichneten Schattenfläche. Beim Flächenverbrauch wird zum einen eine Differenzierung nach Acker- und Grünland vorgenommen. Soweit Ackerflächen (für die Futtererzeugung) in der Rindfleischproduktion eingesetzt werden, entstehen Opportunitätskosten für diese Flächen entweder für eine alternative Nahrungsmittel- oder Bioenergieverwendung oder einer Verfütterung an andere Tierarten. Beim Grünland sind die Opportunitätskosten dagegen gering mit Tendenz gegen null. Eine alternative Verwendung des Aufwuchses ist in der Regel nicht oder nur sehr eingeschränkt möglich. Eine Umwandlung in Ackerland ist zudem häufig entweder auf Grund der standörtlichen Bedingungen nicht möglich oder rechtlich nicht zulässig, wie z. B. in Deutschland. Zudem ist eine Umwandlung gesellschaftlich häufig nicht erwünscht wegen der verschiedenen negativen Umwelteffekte. Die Schattenfläche berücksichtigt den gesamten Energieverbrauch fossiler Energieträger (Diesel, N-Dünger, für Gebäude usw.). Dieser Energieverbrauch wird in Fläche transformiert, in dem die kalkulatorische Waldfläche für eine entsprechende CO<sub>2</sub>-Sequestrierung ermittelt wird, die aus den Treibhausgasemissionen sämtlicher Inputs und deren Herstellung resultieren. Es werden 6.600 kg CO<sub>2</sub>-Bindung je Hektar Forstfläche und Jahr angenommen. Die Methodik der Berechnung entspricht damit

grundsätzlich dem Ansatz des angepassten Ökologischen Fußabdruckes, allerdings ausschließlich auf den (fossilen) Energieverbrauch bezogen (BUNGENSTAB, 2005). Weitere mögliche Umweltindikatoren wie Ökotoxizität, Eutrophierung, Ozon oder Versauerung werden im Rahmen dieser Studie nicht berechnet und bewertet. Dies erfolgt beispielsweise detailliert in der Schweizer Studie von ALIG et al. (2012). Für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen der Produktionsverfahren werden die Direktkosten, die vor allem von den Futterkosten (Grundfutter- und ggf. Kraftfutterkosten) bestimmt werden, die Arbeiterledigungskosten (Lohn, Maschinenkosten) sowie sonstige Kosten berücksichtigt, die dann zu den Gesamtkosten je Tier bzw. je kg Rindfleisch addiert werden. Der hier berechnete betriebswirtschaftliche Gewinn berücksichtigt einen Zins- und Lohnansatz entsprechend der Kosten-Leistungsrechnung. Für Deutschland wird der Gewinn mit und ohne Prämienzahlungen ausgewiesen. Als Prämien werden zum einen die zwar grundsätzlich entkoppelten, aber dennoch einkommenswirksamen Direktzahlungen berücksichtigt, zum anderen quasi produktgebundene Zahlungen wie die Ausgleichszulage, die Öko-Prämie oder Prämien für eine umwelt- und naturschutzgerechte Bewirtschaftung des Grünlandes (in der Mutterkuhhaltung) sowie Prämien für eine besonders tiergerechte Haltung. Da sich die Bedingungen und die Höhe der Prämienzahlungen zwischen den Bundesländern und insbesondere für die Direktzahlungen über die Modulation auch betriebsgrößenabhängig unterscheiden, werden hier vereinfachend Pauschalwerte verwandt: 300 €/ha für die Direktzahlungen und 150 €/ha für die produktgebundenen Zahlungen, die ausschließlich bei der Mutterkuhhaltung anfallen.

### 3 Ergebnisse der vergleichenden Analyse

Nachfolgend werden die Ergebnisse für die zuvor skizzierten Produktionsverfahren in Argentinien, Brasilien und Deutschland vergleichend dargestellt. Bezugseinheit ist jeweils ein kg Rindfleisch. Zunächst wird auf die technische Effizienz eingegangen, anschließend auf die ökonomische Effizienz.

#### 3.1 Technische Effizienzanalyse

Abbildung 1 zeigt die Treibhausgasemissionen (THG) je kg Rindfleisch. Umgerechnet auf CO<sub>2</sub>-Äquivalente sinkt in Argentinien und Brasilien das Emissionsniveau insgesamt mit steigender Produktionsintensität. Zwar erhöhen sich die Summen der CO<sub>2</sub>-Äquivalente (-Äq.) in den Bereiche Futtererzeugung (Pflanzenbau) und Tierhaltung (einschließlich Maschinen- und Gebäudeinsatz), dies wird aber durch die sinkenden Methanemissionen der Tiere überkompensiert. Die mit Abstand höchsten THG-Emissionen aller Produktionsverfahren sind bei der extensiven, ausschließlich weidebasierten und besonders langen (bis zu 48 Monaten) Rindermast in Brasilien mit 12,6 kg CO<sub>2</sub>-Äq. je kg Rindfleisch zu verzeichnen. Besonders niedrige Werte zeigen sich bei den beiden intensiven Verfahren in Argentinien und Brasilien mit 6,9 bzw. 7,8 kg CO<sub>2</sub>-Äq. und den beiden Produktionsverfahren mit Fleischrinder-Kraftfuttermast bzw. Fleckviehbullenmast in Deutschland (als semi-intensiv bzw. intensiv bezeichnet), die 6,8 bzw. 7,1 kg CO<sub>2</sub>-Äq. aufweisen. Als semi-intensiv wird das in Deutschland nur regional bedeutsame Verfahren der Kraftfuttermast mit Fresserzukauf (Fleischrassen aus der Mutterkuhhaltung) definiert, während das intensiv Verfahren durch den Zukauf von Fleckviehkälbern und Mast auf Silomaisbasis gekennzeichnet ist. In Deutschland ergibt sich bei der Mast von schwarzbunten Bullenkälbern (Verfahren Koppelprodukt) mit 9,4 kg CO<sub>2</sub>-Äq. das höchste Emissionsniveau, das Mutterkuh-Absetzer-Verfahren führt zu Emissionen von 7,6 kg CO<sub>2</sub>-Äq.

Abb.1: Treibhausgasemissionen in Argentinien, Brasilien und Deutschland

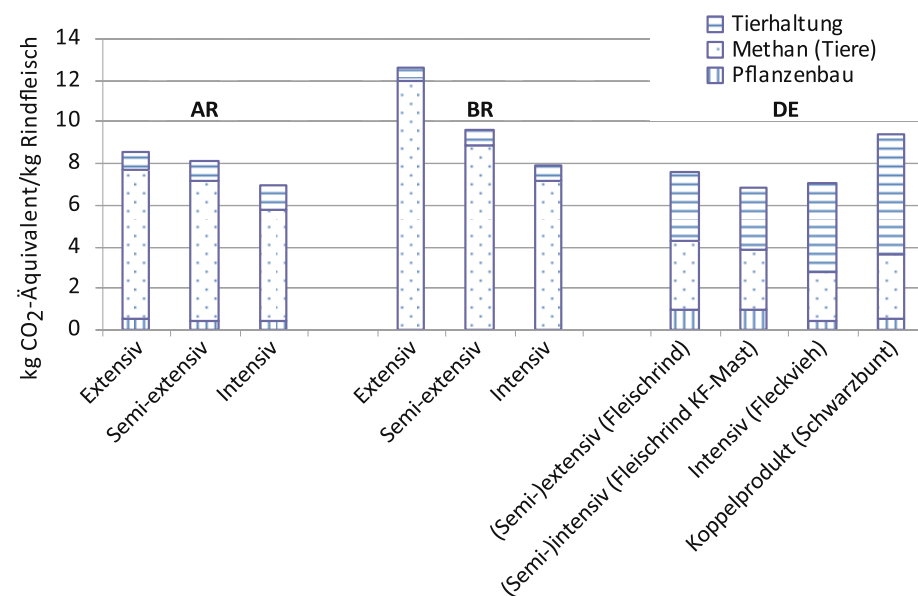


Abbildung 1 verdeutlicht auch, dass die Quellen für die jeweiligen THG-Emissionen sich zwischen den Ländern und den Produktionsverfahren deutlich unterscheiden. In Argentinien und Brasilien stammt der ganz überwiegende Anteil aus den Methanemissionen der Rinder; dieser liegt zwischen 95 % (in Extensiv-Brasilien) und 77 % (in Intensiv-Argentinien). Dagegen ist der Anteil der Methanemissionen in Deutschland deutlich niedriger mit 32–44 %. In Deutschland führt der Einsatz von Maschinen und Gebäuden zu vergleichsweise hohen THG-Emissionen. Dagegen ist für alle drei Länder der Einfluss der Futterproduktion (CO<sub>2</sub>-Äq. Pflanzenbau) auf die THG-Emissionen eher niedrig und liegt zwischen nahe Null (bei Extensiv-Brasilien mit Weide als alleiniger Futtergrundlage) und maximal 0,9 kg CO<sub>2</sub>-Äq. im Falle von Semi-Intensiv und Intensiv in Deutschland, wo der Einsatz von Futterkonzentraten die größte Bedeutung hat.

Als zweiter Indikator für die zusammenfassende Beschreibung des Ressourceneinsatzes wird der Flächenverbrauch in den drei Kategorien Ackerfläche, Grünland und die Schattenfläche als potenzielle Senke für den Verbrauch fossiler Energien berechnet. Abbildung 2 zeigt die Ergebnisse für die verschiedenen Produktionssysteme in Argentinien, Brasilien und Deutschland. Dabei weist die für die Erzeugung von 1 kg Rindfleisch kalkulatorisch benötigte Fläche eine erhebliche Spannweite entsprechend der Intensität der Produktionsverfahren auf: von 45 m<sup>2</sup> bei der extensiven Weidemast

in Brasilien bis zu 15 m<sup>2</sup> bei der Fleckviehbullenmast (Intensiv) in Deutschland. Wird nur der Flächenverbrauch bei Flächen mit (höheren) Opportunitätskosten, Ackerflächen und Schattenflächen, betrachtet, liegt die Spanne zwischen 1 bzw. 2 m<sup>2</sup> in den extensiven Weideverfahren in Argentinien bzw. Brasilien und bis zu 18 m<sup>2</sup> bei der Mast von Schwarzbunten Bullenkälbern in Deutschland (Koppelprodukt).

Für den Indikator Fläche sind die Unterschiede zwischen Deutschland und den beiden südamerikanischen Ländern insgesamt größer als bei den THG-Emissionen. Auch zwischen den einzelnen Produktionssystemen zeigen sich beträchtliche Niveauunterschiede, wie Abbildung 2 ebenfalls verdeutlicht. Allerdings ist die vergleichende Bewertung der Ressourceneffizienz von dem Aspekt abhängig, ob der gesamte Flächenverbrauch oder nur der Flächenverbrauch von Flächen mit Opportunitätskosten herangezogen wird. Extensive Verfahren, die allein auf Weidehaltung basieren, weisen einen sehr niedrigen Verbrauch von Flächen mit Opportunitätskosten auf und kommen für diesen Indikator entsprechend auf eine sehr gute Ressourceneffizienz. Für die Bewertung der Umwelteffekte anhand der THG-Emissionen ist eine Unterscheidung nach den unterschiedlichen Emissionsquellen nicht relevant.

**Abb.2: Flächenverbrauch in Argentinien, Brasilien und Deutschland**

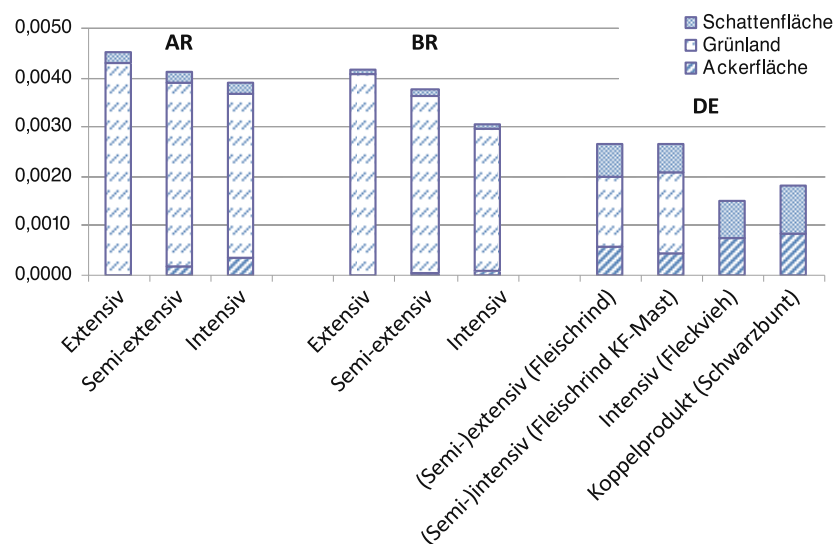


Tabelle 2 zeigt, wie sich der energetische Futterbedarf der verschiedenen Produktionsverfahren aus Gras/Weide, Silage und Kraftfutter zusammensetzt. Die Berechnungen zeigen, dass in allen argentinischen und brasilianischen Verfahren Gras die bedeutendste Futterressource darstellt, auch in den intensiveren Verfahren, denn diese stellen nur

einen kurzen Abschnitt des gesamten Lebenszyklus der Tiere dar. Dagegen erreicht der Grasanteil in Deutschland maximal 55 %. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass sich daher die Konkurrenzbeziehungen der Futterressourcen prinzipiell unterscheiden. In Deutschland wird der Futterbedarf der Rindfleischherzeugung überwiegend bis vollständig durch Futter mit hohen Opportunitätskosten gedeckt, in Argentinien und Brasilien dagegen nur anteilig bis gar nicht. Die Effizienz der Futterverwertung ist bei den intensiven Verfahren am höchsten. Beim intensiven Endmastverfahren in Brasilien werden lediglich 50 MJ Umsetzbare Energie (ME) pro kg Rindfleisch benötigt, während extensive Verfahren fast die Hälfte mehr benötigen.

**Tabelle 2: Futterbedarf und -effizienz der Rindfleischproduktion in AR, BR und DE**

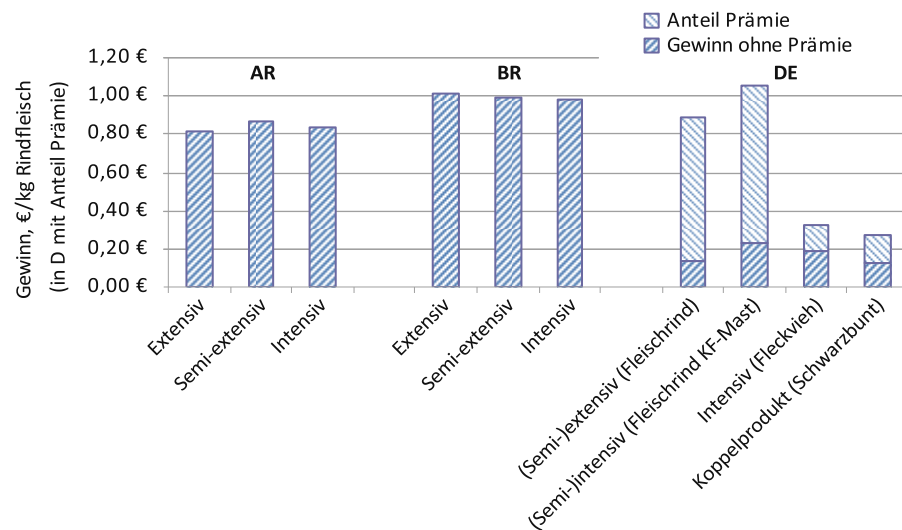
Region 1 und 2 Fresserherkunft	Argentinien			Brasilien		
	Mutterkuhhaltung			Mutterkuhhaltung		
Endmastverfahren	Extensiv	Semi-extensiv	Intensiv	Extensiv	Semi-extensiv	Intensiv
Futterbedarf MJ ME	32.360	30.123	24.642	33.258	31.009	24.177
Grasanteil	100%	85%	75%	100%	97%	92%
Silageanteil	0%	6%	10%	0%	0%	2%
Kraftfutteranteil	0%	9%	15%	0%	3%	6%
<b>Summe</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Rindfleischproduktion, kg Lebendgewicht	441	422	403	467	485	483
Futtermittel MJ ME/kg Rindfleisch	73	71	61	71	64	50

Region 3 Kälber-/Fresserherkunft	Deutschland			
	Fresser aus Mutterkuhhaltung		Kälber aus Milchproduktion	
Endmastverfahren	(Semi-)extensiv (Fleischrind)	(Semi-)intensiv (... & KF-Mast)	Intensiv (Fleckvieh)	Schwarzbunt
Futterbedarf MJ ME	38.016	34.939	38.473	41.736
Grasanteil	45%	55%	0%	0%
Silageanteil	42%	14%	70%	70%
Kraftfutteranteil	13%	31%	30%	30%
<b>Summe</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Rindfleischproduktion, kg Lebendgewicht	668	590	660	640
Futtermittel MJ ME/kg Rindfleisch	57	59	58	65

### 3.2 Ökonomische Effizienzanalyse

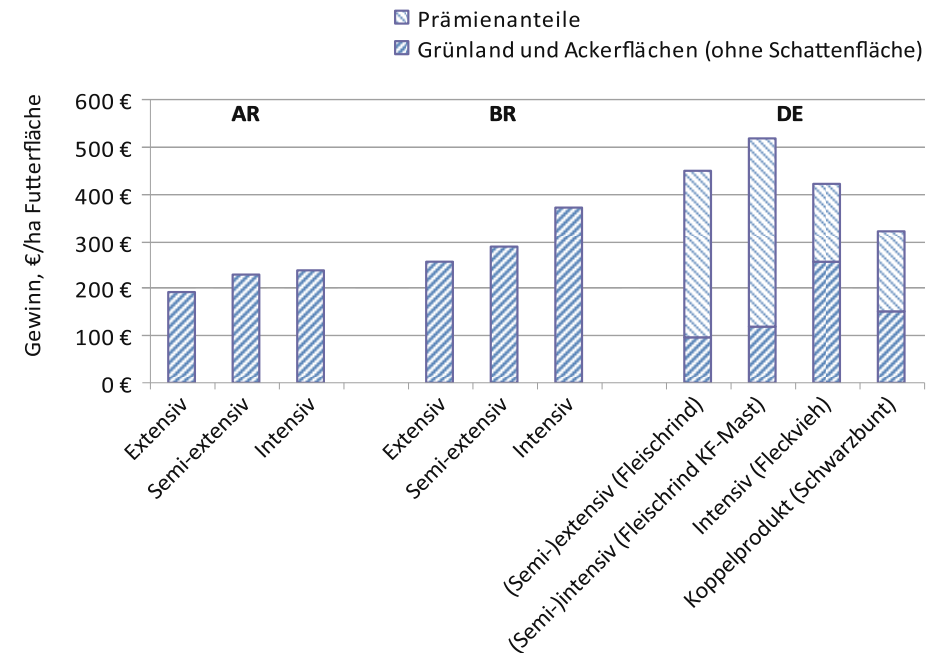
In Abbildung 3 ist die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Produktionssysteme dargestellt, für Deutschland differenziert nach Gewinn mit und ohne Prämie. Der errechnete betriebswirtschaftliche Gewinn je kg Rindfleisch ist in extensiveren Produktionssystemen im Allgemeinen höher als in intensiveren, da die Direktkosten niedriger liegen. In Argentinien und Brasilien fallen die Gewinne vergleichsweise hoch aus. Dies liegt zum einen an den aus dem Jahr 2012 stammenden Daten für Erzeuger- und Vorleistungspreise und zum anderen daran, dass produktionstechnische Daten von überdurchschnittlich produktiven Betrieben verwandt wurden. Für die deutschen Produktionssysteme erreichen das extensive und semi-intensive Verfahren betriebswirtschaftliche Gewinne in vergleichbarer Größenordnung wie in Argentinien und Brasilien. Allerdings ist dies vorrangig auf die den Produktionsverfahren zugerechneten Prämien zurückzuführen. Dagegen ist mit geringerer anteiliger Prämie bei der Fleckvieh- und Schwarzbuntenmast auch der Gewinn je kg Erzeugnis deutlich niedriger, während ohne Prämien die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Systeme vergleichbar ausfällt. Auch in Deutschland sind die verwandten Erzeugerpreise vergleichsweise günstig, so dass sich in allen Verfahren positive Gewinne einstellen. Die Berechnungsergebnisse bestätigen den großen Einfluss der Prämien auf die Wirtschaftlichkeit von Produktionssystemen mit Mutterkuhhaltung (DIETZE und HEILMANN, 2010; LMS, 2012).

**Abb.3: Flächenverbrauch in Argentinien, Brasilien und Deutschland**



Der Gewinn je ha Fläche (Acker- und Grünlandfläche ohne Schattenfläche) wird in Abbildung 4 veranschaulicht. Sofern Prämien in Deutschland in der Gewinnermittlung berücksichtigt werden, zeigt sich, dass die Gewinne bezogen auf die Flächeneinheit in Deutschland die in Brasilien und Argentinien deutlich übertreffen. Ebenfalls zeigt sich, – nicht überraschend – dass die Gewinne je Flächeneinheit in intensiveren Produktionssystemen die der extensiven Systeme generell übertreffen<sup>1</sup>. Die in den drei Ländern üblichen Produktionssysteme spiegeln daher die jeweiligen Faktorknappheiten generell gut wieder. In Argentinien und Brasilien sind vor allem die Gewinne je kg Rindfleisch in extensiven Verfahren höher wie in den intensiveren Verfahren. In Deutschland erhöht sich der Gewinn je ha mit steigender Intensität im Produktionssystem (Ausnahme Koppelprodukt). In Regionen mit einer hohen Flächenverfügbarkeit sind extensive Systeme wettbewerbsfähig oder überlegen, während in Deutschland eine optimale Flächenverwertung angestrebt wird.

**Abb.4: Gewinn je Fläche in Argentinien, Brasilien und Deutschland**



<sup>1</sup> In Deutschland hat die intensive Mast von Fleckviehbullen auf Silomaisbasis die höchste Flächenverwertung von 423 € Gewinn/ha Futterfläche, falls die in der Mutterkuhhaltung berücksichtigten Öko-Prämien in Höhe von ca. 150 €/ha herausgerechnet würden.

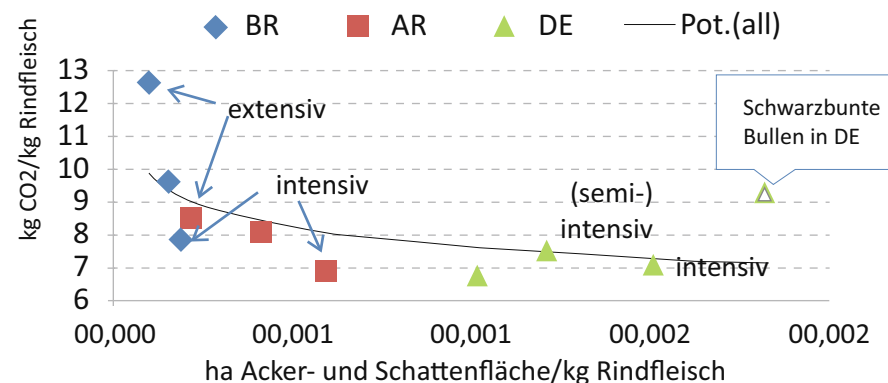
## 4 Diskussion der Ergebnisse

Die Berechnungsergebnisse zur Ressourceneffizienz zeigen zunächst erwartungsgemäß, dass intensivere Produktionsverfahren in der Rindfleischproduktion überwiegend zu geringeren Ressourcenverbräuchen je Output führen, hier gemessen an den Indikatoren THG-Emissionen und Flächenverbrauch. Ein Vergleich mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen wird dadurch erschwert, dass die angewandte Methodik zwar grundsätzlich vergleichbar ist, allerdings die Abgrenzung der Systeme, die Abgrenzung des Lebenszyklus und die Definition der jeweiligen Produktionsverfahren recht unterschiedlich vorgenommen wird. Für die Rindfleischerzeugung sind Fütterung und Haltung, aber auch der Einsatz der Rinderrassen im Vergleich zur Schweinefleisch- und Geflügelfleischerzeugung je nach Region immer noch wenig standardisiert, was die Einordnung der eigenen Berechnungsergebnisse erschwert. Für die THG-Emissionen liegen die eigenen Ergebnisse unter den vieler anderer Berechnungen. Während sich hier für die meisten Produktionssysteme CO<sub>2</sub>-Äq. von 10 kg und weniger pro kg Output in den eigenen Berechnungen ergeben haben, kommen andere Studien eher auf Werte von 15–30 kg CO<sub>2</sub>-Äq. (ALIG et al., 2010; BEAUCHEMIN et al., 2010 und die jeweils dort zitierte Literatur). Dies dürfte unter anderem darauf zurück zu führen sein, dass die Systemgrenzen hier auf die eigentliche Rindfleischerzeugung (ohne Transport, Weiterverarbeitung usw.) begrenzt wurden und mit produktionstechnisch überdurchschnittlichen Annahmen gearbeitet wurde. Bei einem Vergleich der Relationen zwischen eher intensiven und extensiven Verfahren zeigen andere Studien eine große Spannweite: die THG-Emissionen liegen in den extensiven Verfahren zwischen 15 und 100 % über denen intensiver Rindermast, in den eigenen Kalkulationen sind für Brasilien und Argentinien ähnliche Relationen festzustellen. Die besonders extensiven Produktionssysteme haben um 45 bzw. 18 % höhere THG-Emissionen. Für Deutschland sind die Ergebnisse nicht so eindeutig, da die intensive Bullenmast durch hohe THG-Emissionen beim Technikeinsatz gekennzeichnet ist, die die niedrigeren Methanemissionen durch die kürzere Haltungsdauer nahezu kompensiert. Auch beim Flächenbedarf liegen die eigenen Werte eher etwas niedriger als bei vergleichbaren Untersuchungen, wenn die in anderen Studien nicht berücksichtigte Schattenfläche abgezogen wird. An anderer Stelle finden sich typische Werte von 18–52 m<sup>2</sup> Fläche je kg Output im Vergleich zu 26–42 m<sup>2</sup> in den eigenen Berechnungen. Hier sind die Ergebnisse von 15 bzw. 19 m<sup>2</sup> für die Bullenmastsysteme in den eigenen Berechnungen deutlich niedriger, wenn die Schattenflächen herausgerechnet werden. Bei einem Vergleich mit der Ressourceneffizienz zwischen den Tierarten ergeben sich für Rindfleisch üblicherweise hohe Werte. Nimmt man die CO<sub>2</sub>-Äquivalente als Umweltindikator, liegen die Emissionen bei Rindfleisch um 100–200 % höher als bei Schweinefleisch und gegenüber Geflügelfleisch um 400 % und mehr darüber (ALIG et al., 2012 und die dort zitierte Literatur).

In Abbildung 5 wird die Relation zwischen THG-Emissionen in CO<sub>2</sub>-Äq. und dem Flächenverbrauch dargestellt. Intensive Verfahren – dargestellt durch die jeweils rechts liegenden Punkte bei den einzelnen Regionen (mit Ausnahme der Mast von Schwarzbunten Bullen in Deutschland) erlauben eine Reduktion der THG-Emissionen auf Kosten eines größeren Flächeneinsatzes, wobei hier nur Flächen mit Opportunitätskosten (Ackerfläche und Schattenfläche) berücksichtigt wurden.

Legt man die Nutzungskosten für Fläche, hier die Pachtpreise für Ackerland in den jeweiligen Ländern, zugrunde, so können aus dem Quotienten „zusätzliche Ackerpacht/eingespartes CO<sub>2</sub>“ die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten ökonomisch bewertet werden. Beim Wechsel von der extensiven zur intensiven Endmast betragen sie im Falle von Argentinien 50 €/t CO<sub>2</sub>-Reduktion und im Falle von Brasilien lediglich 3 €/t CO<sub>2</sub>-Reduktion. Die vergleichsweise höchsten CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten in Höhe von 109 €/t CO<sub>2</sub>-Reduktion entstünden in Deutschland, wenn aus Klimaschutzgründen auf die Grünlandnutzung<sup>2</sup> verzichtet und nur Silomais und Kraffutter<sup>3</sup> eingesetzt würden. Bei dieser Partialanalyse wurde allerdings nicht berücksichtigt, dass Grünland selbst auch eine Senke für CO<sub>2</sub> darstellen kann.

**Abb.5: Trade-Off zwischen Flächenverbrauch und Treibhausgasemissionen**



<sup>2</sup> Mutterkuhhaltung auf dem Grünland und Endmast der Fresser auf Silomaisbasis (semi-extensiv)

<sup>3</sup> Intensive Mast von Fleckviehbullen auf Silomaisbasis



## 5 Ausblick

Weltweit betrachtet leistet die Rindfleischproduktion einen quantitativen wie qualitativen wichtigen Beitrag zur Ernährung. Darüber hinaus ermöglicht sie die Verwertung von Rohstoffen, die ansonsten ungenutzt blieben. Die Rindfleischerzeugung weist gegenüber der Erzeugung von Schweine- und Geflügelfleisch oder auch Aquakulturen eine geringere Ressourceneffizienz auf, wenn Umweltindikatoren wie THG-Emissionen, Flächen- oder Futtermittelverbrauch herangezogen werden. Betrachtet man die Produktionssysteme der Rindfleischerzeugung vergleichend, sind üblicherweise intensive Systeme extensiveren Systemen in der Ressourceneffizienz überlegen. Diese Umweltindikatoren, die bereits vielfältige Effekte im jeweiligen Produktionsprozess integrativ erfassen, können allerdings nicht die verschiedenen Opportunitätskosten der unterschiedlichen Ressourcenansprüche der Produktionssysteme vollständig erfassen. Soweit Ressourcen wie Land oder Futter mit niedrigen oder gegen null tendierenden Nutzungskosten verwendet werden, tauchen neue Bewertungsprobleme auf. Soweit Getreide, Ölsaaten oder bestimmte Nebenprodukte der Ernährungsindustrie verfüttert werden, gibt es Verwendungsalternativen. Viele Systeme der Rindfleischproduktion stellen zudem „Mischsysteme“ dar. Es werden in unterschiedlichen Phasen der Produktion Ressourcen mit und ohne Verwendungsalternativen genutzt.

Rinderhaltung auf Weideland kann zudem weitere Umweltleistungen liefern: die Nutzung und den Erhalt des Weidelandes selbst, eine integrierte Rücklieferung von Nährstoffen über die Weidehaltung und positive Effekte für eine CO<sub>2</sub>-Fixierung in Grünland (im Vergleich zur Nutzungsalternative als Ackerland). Als gesellschaftlich besonders erwünschte Leistung entsteht der Erhalt und die Offenhaltung von Grünland, die in Deutschland u. a. über Cross-Compliance besonderen rechtlichen Schutz genießt, aber auch für außereuropäische Standorte Bedeutung hat (BEAUCHEMIN et al., 2010).

In Argentinien und Brasilien, aber auch in vielen Ländern gewinnen Feedlot-Systeme in der Rindfleischerzeugung aktuell zum Teil erheblich an Bedeutung. Die Produktion in Feedlots ist durch kurze Produktionszyklen (meist etwa 100 Tage), einfache Technik und Haltungssysteme sowie eine Fütterung gekennzeichnet, die ganz oder überwiegend auf zugekauften Konzentraten beruht. Steigende Preise für Getreide und Ölsaaten sind die Haupttriebfeder für diesen Prozess, denn die Vorzüglichkeit einer so organisierten Endmast erhöht sich durch die stark angestiegenen Nutzungskosten für das Weideland (wenn eine Nutzung als Ackerfläche möglich ist) mehr als der Anstieg der Futterkosten. Das verbleibende Weideland wird dann vor allem für Mutterkuhhaltung und Absetzerproduktion genutzt (DEBLITZ, 2012). Dadurch verändern sich die Relationen in der Ressourcennutzung zwischen denen mit und ohne Opportunitätskosten.

Eine Beurteilung der Ressourceneffizienz der Rindfleischerzeugung ist in hohem Maße von den verwandten Indikatoren und der Bewertung der genutzten Ressourcen abhängig, wie die Ergebnisse für Deutschland, Argentinien und Brasilien zeigen. Wird der Ressourceneinsatz anhand von Kriterien wie THG-Emissionen oder Flächenverbrauch bzw. dem ökologischen Fußabdruck bewertet, fallen die Ergebnisse dann relativ eindeutig aus, wenn die Verwendung aller Ressourcen unabhängig davon bewertet wird, ob Opportunitätskosten bestehen. Die Ressourceneffizienz nimmt in extensiveren Produktionssystemen ab und ist verglichen mit der Erzeugung von Geflügel- und Schweinefleisch generell deutlich ineffizienter. Sind die Opportunitätskosten für nur in der Rinderhaltung einsetzbare Ressourcen niedrig oder nicht vorhanden, verändern sich die Ergebnisse deutlich (mit Ausnahme des Kriteriums Treibhausgase). Beim Flächenverbrauch oder Futtereinsatz sind extensive Produktionssysteme dann teilweise deutlich effizienter im Ressourcenbedarf. Weitere Ökosystemdienstleistungen der Grünlandnutzung bzw. Weidehaltung wie eine höhere Biodiversität, Erosionsschutz oder landschaftsästhetische Aspekte kommen noch dazu. Für den Beitrag der Rindfleischerzeugung zur Sicherung der Welternährung haben extensive Produktionssysteme daher ihre Berechtigung.

## 6 Zusammenfassung

Die Ressourceneffizienz in der Rindfleischerzeugung zwischen Deutschland, Argentinien und Brasilien wird vergleichend analysiert. Dafür werden unterschiedliche Produktionssysteme definiert, die für die jeweiligen Länder typisch sind. Im Unterschied zur Geflügel- oder Schweinehaltung existieren Systeme nebeneinander, die darauf ausgerichtet sind, die jeweils knappsten Faktoren (Fläche, Futter, Tiere) am besten zu verwerten. In Argentinien und Brasilien sind dies Systeme, die alle auf einer längeren Phase von Weidehaltung beruhen, aber in der Endmast unterschiedliche Fütterungsintensitäten aufweisen. In Deutschland werden Absetzermast (mit Mutterkuhhaltung) sowie Bullenmast mit Fleckvieh- oder Schwarzbunkälbern betrachtet. Für die Beurteilung einer umfassenden Ressourcennutzung mit Umweltwirkungen (wie z. B. Klimaeffekte) oder Konkurrenzbeziehungen zu alternativer Verwendung (z. B. Fläche) gibt es verschiedene Indikatoren. Detailliert werden hier die Treibhausgasemissionen und der nach Acker- und Grünland differenzierte Flächenverbrauch untersucht. Ökonomische Kennziffern (Gewinn je Produkteinheit und Gewinn je Fläche) werden ebenfalls berechnet. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die unterschiedlichen Produktionssysteme vom Grundsatz an die jeweilige Faktorausstattung angepasst sind. Für den Ressourcenverbrauch und dessen Bewertung im Hinblick auf Umwelteffekte sowie Sicherung der globalen Ernährung ergibt sich ein differenziertes Bild. Das Ergebnis ist von den betrachteten Umweltwirkungen und möglichen Nutzungsalternativen geprägt. Das scheinbar eindeutige Ergebnis, dass die Ressourceneffizienz mit steigender Intensivierung des Produktionssystems ansteigt, gilt so nur im Grundsatz für den Indikator Treibhausgasemissionen. Für Indikatoren wie Flächen- oder Futterverbrauch spielt der Anteil „Gras“ eine wichtige Rolle und extensive Systeme gewinnen deutlich an Ressourceneffizienz.

## 7 Literaturverzeichnis

- ALIG, M., GRANDL, F., MIELEITNER, J., NEMECEK, T., GAILLARD, G. (2012): Ökobilanz von Rind., Schweine- und Geflügelfleisch, Abschlussbericht 151 S., Zürich
- AMI (2012): AMI Markt Bilanz Vieh und Fleisch 2012, Bonn.
- ANUALPEC (2011): Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo, SP: Instituto FNP/AGRA FNP Pesquisas Ltda, Consultoria & Comércio, 376p.
- BEAUCHEMIN, K.A., JANZEN, H.H., LITTLE, S.M., McALLISTER, T., MCGINN, S.M.: Life cycle assessment of greenhouse gas emissions from beef production in western Canada: A case study. In: *Agricultural Systems* 103 (201) (2010) 371–379.
- BERTOIA, L.M., GARCÍA STEPIEN, E., RODRIGUEZ, J.I., BOLANDELLI, M.S., NOSENZO, M. (2010): Evaluación de híbridos de maíz. Campaña 2009–2010. Determinación del rendimiento y la calidad de la materia seca. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, 203 pages.
- BRÜGGEMANN, D.H. : Anpassungsmöglichkeiten der deutschen Rindermast an die Liberalisierung der Agrarmärkte. Landbauforschung, Sonderheft 345, Braunschweig 2011.
- BUNGENSTAB, D.J. (2005): Environmental Impacts of Beef Production in Central Brazil: The Effect of Intensification on Area Appropriation, München.
- CEPAL (2010): Cambios estructurales en las actividades agropecuaria. De lo primario a la cadenas globales de valor (Anlló, G., Bisang, R., Salvatierra, G. Editors). United Nations, Santiago de Chile, Chile.
- CSIRO (1990): Ruminants: Feeding standards for Australian livestock. Standing Committee on Agriculture.
- CREA (2012a): Revista CREA. N 380, June. 2012.
- CREA (2012b): Series de precios agropecuarios. Update November 2012.

- CRUZATE G.A. y CASAS, R. (2009):  
Extracción de nutrientes en la agricultura argentina. *Informaciones agronómicas de Hispanoamérica (LACS)*: 44: 21–26
- DEBLITZ, C. (2012):  
Feedlots: A new tendency in global beef production? *Agri benchmark, Working Paper 2/2011* (updated in July 2012).
- DEBLITZ, C., BRÖMMER, J., BRÜGGEMANN, D. (2008):  
Beef production in Germany – production systems and their spatial distribution. In: *vTI Agriculture and Forestry Research 1/2 2008* (58): 29–44.
- DIETZE, M., HEILMANN, H. (2010):  
Die Wirtschaftlichkeit der Rindfleischproduktion in Mecklenburg-Vorpommern. *Zwischenbericht*, 26 S., Gülzow bei Güstrow ([www.lfamv.de](http://www.lfamv.de)), 2010.
- DONATO, L.B. (2009):  
Estimación del consumo potencial de gasoil par alas tareas agrícolas, transporte y secado de granos en el sector agropecuario. *X Congreso Argentino de Ingeniería Rural y II del Mercosur*. Rosario, Santa Fe, Argentina. (2009).
- FAO (2011): *World Livestock 2011 – Livestock in food security*, Rome 2011.
- FAO (2012): *The State of Food and Agriculture 2012*, Rome 2012.
- IBGE, (2010):  
Produção Pecuária Municipal 2010 (Efetivo dos Rebanhos – Brasil). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (official site). Acesso em 08/04/2012. [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=2002](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2002)HYPERLINK
- IRIARTE, I. (2008):  
Comercialización de ganados y carnes. *Cámara Argentina de Consignatarios de Ganado*. Buenos Aires, Argentina, 242 p.
- LMS (Landwirtschaftsberatung) (2012):  
LMS-Arbeitskreisbericht 2011 – Rinderhaltung in Mecklenburg-Vorpommern, Bericht, 58 S., Rostock.
- MÁRGENES AGROPECUARIOS (2012):  
Costo de silaje de maíz por contratistas, January 2012.
- MEKONNEN, M.M. und HOEKSTRA, A.Y.:  
A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products. In: *Ecosystems* (2012), 15: 401–415.
- MINISTERIO de la PRODUCCION (2012):  
Cadenas agroindustriales. Informe sectorial complejo: Harinas de soja y subproductos de molienda. Enero 2012 Ministerio de la Producción, Gobierno de La Pampa. (2012) 5 pages.
- NRC (1996).  
Nutrient requirements of beef cattle. Update 2000. Seventh revised edition. National Academy Press, Washington DC.
- OBSERVATORIO GANADERO (2012):  
Producción de carne bovina de Argentina: Análisis de factores determinantes. *Observatorio de la Cadena de la Carne Bovina de Argentina, Informe N° 1*. Buenos Aires, Argentina. 56 S.
- OECD/FAO (2012):  
OECD-FAO Agricultural Outlook 2012–2021, OECD Publishing, Paris 2012.
- RODRIGUEZ, M.G.R. de, Mancuso, W.A., Cancio, R.A. (2012):  
Costo operativo de implantación y protección de pasturas y verdeos de invierno en el Oeste de Entre Ríos. *Actualización 2012*. INTA EEA Paraná. 5 pages.
- SCHWARTZ, H.J., FELDKAMP, C.R., BUNGENSTAB, D.J. (2011):  
Energy efficiency, methane output, required carbon sequestration area and water productivity in extensive and semi-intensive beef production in South America – a comparison of ecological currencies. In: M. Benassy, S. Draggan and S. Yaya, *Global Food Insecurity: Rethinking Agricultural and Rural Development Paradigm and Policy*. Springer, Netherlands.
- SIIA (2012):  
Producción, área sembrada y cosechada, cotizaciones nacionales e internacionales. <http://www.sii.gov.ar/index.php/series-por-tema/agricultura> visited on 03.12.2012.
- STATISTISCHES JAHRBUCH ÜBER ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2011):  
2011, Münster.
- WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT FÜR AGRARPOLITIK BEIM BUNDES-LANDWIRTSCHAFTSMINISTERIUM (2012): *Ernährungssicherung und nachhaltige Produktivitätssteigerung, Stellungnahme*, 33 S., Berlin.

# Auswirkungen eines verminderten Konsums von tierischen Produkten in Industrieländern auf globale Marktbilanzen und Preise für Nahrungsmittel

Anette Cordts, Nuray Duman, Prof. Dr. Harald Grethe, Dr. Sina Nitzko,  
Prof. Dr. Achim Spiller

Institut für Agrarpolitik und Landwirtschaftliche Marktlehre  
Fachgebiet Agrar- und Ernährungspolitik, Universität Hohenheim

Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung  
Arbeitsbereich Marketing für Lebensmittel und Agrarprodukte  
Georg-August-Universität Göttingen

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b> .....	105
<b>2 Daten und Methodik</b> .....	106
2.1 Analyse der Daten der Nationalen Verzehrsstudie II .....	106
2.2 Eigene Befragung zum Fleischkonsum der deutschen Bevölkerung ...	106
2.3 Simulationsanalyse mittels des partiellen Gleichgewichtsmodells IMPACT	106
<b>3 Trends in Produktion und Konsum tierischer Lebensmittel</b> .....	107
3.1 Entwicklungstrends in der globalen Tierproduktion .....	107
3.2 Entwicklungstrends im globalen Konsum tierischer Nahrungsmittel ...	107
<b>4 Motivation für eine Verringerung der Nachfrage nach tierischen Lebensmitteln in Industrieländern</b> .....	108
4.1 Gesundheitliche Aspekte des Konsums tierischer Lebensmittel .....	108
4.2 Ressourcenintensität und Umwelteinwirkungen der Tierproduktion ...	108
4.3 Globale Ernährungssicherung .....	109
4.4 Aspekte des Tierwohls .....	109

<b>5 Handlungsoptionen zur Verringerung des Verbrauchs tierischer Produkte ...</b>	110
5.1 Übersicht über politische Steuerungsoptionen .....	110
5.2 Psychologische Determinanten des Fleischkonsums .....	111
5.3 Wirkungsabschätzung von Informationskampagnen .....	113
5.4 Typologisierung von Konsumenten auf Basis des Fleischverzehr und der Nachhaltigkeits- und Gesundheitsorientierung .....	115
<b>6 Partielle Gleichgewichtsanalyse: Auswirkungen eines verringerten Konsums tierischer Produkte .....</b>	120
6.1 Modellbeschreibung .....	120
6.2 Modellierung verschiedener Nachfrageszenarien .....	120
6.2.1 Annahmen zum Nachfragerückgang nach Fleisch .....	121
6.2.2 Formulierung der Nachfrageverschiebungen .....	121
6.3 Ergebnisdarstellung: globale und regionale Marktbilanzen und globale Agrarpreise .....	123
6.3.1 Nachfrageeffekte im Rest der Welt und Weltmarktpreisänderungen ...	123
6.3.2 Änderungen der globalen Agrarproduktion .....	125
<b>7 Schlussfolgerungen .....</b>	128
<b>8 Literaturverzeichnis .....</b>	130

## 1 Einleitung

Das wirtschaftliche Wachstum in vielen Schwellen- und Entwicklungsländern sowie die steigende Weltbevölkerung haben in den letzten Jahren zu einer starken Zunahme des Konsums tierischer Produkte geführt. Die hohe Einkommenselastizität des Fleischkonsums in diesen Ländern treibt die globale Nachfrage an. Im Gegensatz dazu wird der Fleischkonsum in vielen Industrieländern kritisch diskutiert. Seit einigen Jahren stagniert dort die Nachfrage, zudem sind es gerade einkommensstarke und meinungsführende gesellschaftliche Schichten, die Fleisch skeptisch gegenüber stehen.

Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich die folgende Ausarbeitung mit den Möglichkeiten der Reduktion des Fleischkonsums in Industrieländern. Angesichts der Herausforderungen einer globalen Nachhaltigkeit sprechen insbesondere Umwelt- und Klimaaspekte sowie Gesundheitsüberlegungen für eine zumindest moderate Reduzierung des Konsums tierischer Produkte. Zudem wird diskutiert, ob eine stärker pflanzliche Ernährung aufgrund der Veredelungsverluste der Tierproduktion ein Beitrag zur Verbesserung der Welternährung sein könnte. Schließlich wird die Tierhaltung in vielen Industrieländern aufgrund von Tierwohlbedenken hinterfragt.

Trotz der lebhaften öffentlichen Diskussion um die Höhe des Fleischkonsums in Industrieländern finden sich erstaunlich wenige Studien, die sich mit der Möglichkeit einer Nachfragereduktion oder mit den Auswirkungen auf globale Marktbilanzen und Preise beschäftigen. Die vorliegende Analyse verfolgt deshalb zwei Ziele. Im Kern geht es um die Folgen einer verringerten Nachfrage in den Industrieländern auf die globalen Agrarmärkte, spezifisch auf Agrarpreise und Produktionsmengen. Um diese Effekte abschätzen zu können, bedarf es einer Beschäftigung mit den Optionen einer Nachfrageveränderung in den Industrieländern. Gibt es überhaupt eine Bereitschaft zur Reduktion des Verbrauchs tierischer Produkte bzw. politische Optionen, eine stärker pflanzliche Ernährung zu fördern? Welche pflanzlichen Erzeugnisse würden als Substitute eingesetzt und entsprechend mehr nachgefragt? Auf der Basis einer solchen Potenzialermittlung soll mittels einer Modellsimulation abgeschätzt werden, wie die Auswirkungen eines Nachfragerückgangs nach Fleisch auf die globalen Agrarmarktbilanzen einzuschätzen sind.

Der Bericht ist folgendermaßen gegliedert: Zunächst wird die empirische Basis der Analyse vorgestellt (Kap. 2). Im Anschluss erfolgt ein knapper Überblick zur globalen Fleischwirtschaft (Kap. 3) und zu den wichtigsten Kritikpunkten an einem hohen Fleischkonsum in Industrieländern (Kap. 4). In Kapitel 5 werden psychologische Treiber der Nachfrage und Zielgruppen analysiert, auf denen eine Reduktionsstrategie aufbauen kann (vgl. Kap. 6). Schließlich werden in Kapitel 6 auf Basis eines partiellen Gleichgewichtsmodells die Auswirkungen verschiedener Szenarien einer Reduktion des Fleischkonsums in Industrieländern auf globale Marktbilanzen und Preise untersucht. Der Bericht schließt mit zusammenfassenden Schlussfolgerungen.

## 2 Daten und Methodik

### 2.1 Analyse der Daten der Nationalen Verzehrsstudie II

In die vorliegende Studie fließen mehrere Datensätze ein, die im Überblick kurz vorgestellt werden sollen. Die Daten der Nationalen Verzehrsstudie II (NVS II) wurden vom Max-Rubner-Institut (MRI) erhoben. Zwischen 2005 und 2007 wurden ca. 20.000 repräsentativ ausgewählte Personen (14 bis 80 Jahre) befragt (MRI, 2008a und b). Grundlage für die vorliegenden Analysen sind die Diet-History-Interviews (Erfassung des Verzehrs von Lebensmitteln und Getränken [Menge und Häufigkeit] in den letzten vier Wochen), soziodemographische Angaben, Verhaltensmerkmale, ernährungs-, gesundheits- und freizeitbezogene Einstellungen sowie anthropometrische Messdaten (MRI, 2008a). Die Daten der NVS II wurden zur Identifizierung verschiedener Verbrauchertypen (vgl. Kap. 5.4) herangezogen und stellen die Grundlage für die Simulationsmodellierung dar (vgl. Kap. 6).

### 2.2 Eigene Befragung zum Fleischkonsum der deutschen Bevölkerung

In einer Online-Fragebogen-Studie wurden der Fleischkonsum sowie damit in Zusammenhang stehende Aspekte untersucht. In Zusammenarbeit mit einem Panel-Anbieter wurde eine in Bezug auf Einkommen, Alter, Geschlecht und Region repräsentative Stichprobe deutscher Konsumenten (N = 1.175) erhoben. Im Rahmen eines experimentellen Ansatzes wurden die Konsumenten u. a. mit fingierten Ergebnissen wissenschaftlicher Studien bezüglich verschiedener negativer Auswirkungen des Fleischkonsums konfrontiert. Erfasst wurde, inwieweit solche Informationen Konsumenten in ihrem Fleischverzehr beeinflussen (vgl. Kap. 5.3).

### 2.3 Simulationsanalyse mittels des partiellen Gleichgewichtsmodells IMPACT

Zur Analyse der Effekte einer verringerten Fleischnachfrage in Industrieländern auf globale Marktbilanzen wurde das partielle Gleichgewichtsmodell „IMPACT“ (Rosegrant, 2012) genutzt. Im Kern besteht IMPACT aus Gleichungssystemen, die die Agrarsektoren von 115 Ländergruppen und ihre Interaktionen im Detail für 38 Produkte abbilden. Durch Verschiebungen der Nachfragekurven nach tierischen Produkten in Industrieländern lassen sich die Effekte auf Weltmarktpreise und globale Biomassebilanzen ableiten. Neben einer Referenzsituation wurden zwei Szenarien gerechnet: Ein Szenario, in dem ausschließlich die Fleischnachfrage in Industrieländern um 19 % verringert wurde; ein zweites kombiniert eine reduzierte Nachfrage nach Fleisch mit weiteren Nachfrageänderungen für pflanzliche Lebensmittel. Ausgangspunkt für die Verschiebung der Nachfragekurven bildet die aus der Befragung gewonnenen Erkenntnisse sowie Regressionsanalysen, mittels derer bestimmt wurde, auf welche Weise eine verringerte Fleischnachfrage durch andere Lebensmittel substituiert wird.

## 3 Trends in Produktion und Konsum tierischer Lebensmittel

### 3.1 Entwicklungstrends in der globalen Tierproduktion

Weltweit erzielen über 1,3 Milliarden Menschen ihr Einkommen überwiegend auf Basis der Produktion tierischer Lebensmittel; allein in Entwicklungsländern sind dies ca. 600 Millionen Kleinbauern (Herrero et al., 2009). Andere wichtige Funktionen der Tierhaltung sind ihr Beitrag als Düngelieferant für die Pflanzenproduktion, die Bereitstellung von Zugkraft sowie finanzielle Absicherung und Risikoabsicherung vieler Kleinbauern in Entwicklungsländern (Bradford, 1999; de Haan et al., 2001). Des Weiteren kann die Tierhaltung Ressourcen wie Weideland oder Futtermittel basierend auf Reststoffen, die nicht vom Menschen verzehrt werden können, verwerten und daraus hochwertige Lebensmittel liefern (Elferink et al., 2008; Godfray et al., 2010). Innerhalb der letzten Jahrzehnte ist die Tierhaltung jedoch einem starken Wandel unterzogen. Zum einen verlagerte sich die Tierproduktion zunehmend von der Rinderhaltung hin zur Produktion von monogastrischen Tieren (Geflügel und Schwein), die ein höheres Potenzial zur technisierten und arbeitsteiligen Produktion sowie höhere Futtereffizienzen aufweisen und schnellere Produktivitätsfortschritte erlauben (Bouwman et al., 2005; FAO, 2009). Zum anderen zeigt sich eine Verschiebung der Nutzung von extensiven, grünlandbasierten, hin zu intensiven, ackerfutterbasierten Produktionssystemen (Naylor et al., 2005). Die beschriebenen Veränderungen haben zu einem grundlegenden Wandel der traditionellen Funktionen der Tierhaltung geführt. Während die Tierproduktion früher überwiegend Ressourcen mit geringen Opportunitätskosten beanspruchte, hat sie sich zu einem intensiven Landnutzer in direkter Konkurrenz mit der Nahrungsmittelproduktion entwickelt (Steinfeld et al., 2006; Keyzer et al., 2005).

### 3.2 Entwicklungstrends im globalen Konsum tierischer Nahrungsmittel

Während der letzten Jahrzehnte konnte weltweit ein erheblicher Anstieg der Nachfrage nach tierischen Lebensmitteln beobachtet werden. Dabei ist die Diskrepanz der pro Kopf-Nachfrage zwischen Entwicklungs- und Industrieländern mit einem durchschnittlichen pro Kopf-Verbrauch von 31 kg bis 82 kg Fleisch pro Jahr laut FAO-Statistik immer noch enorm. Allerdings bedeutet der durchschnittliche pro Kopf-Verbrauch von 31 kg/Jahr in Entwicklungsländern, dass weiterhin ein hohes Potenzial für einen Nachfrageanstieg besteht: FAO-Projektionen erwarten in diesen Ländern bis 2050 einen Anstieg auf 44 kg/Kopf und Jahr. Auch für die Industrieländer wird ein weiterer Nachfrageanstieg bis auf jährlich 103 kg/Kopf im Jahr 2050 prognostiziert (FAO, 2006: 25). In der Konsequenz wird erwartet, dass die Nachfrage nach Fleisch ausgehend von den Jahren 2005/2007 bis 2050 um 85 % anwachsen wird (Bruinsma, 2009: 5). Neben dem generellen Nachfrageanstieg kam es in den letzten Jahrzehnten außerdem zu einer Verschiebung zwischen den Fleischkategorien. Während die weltweite Nachfrage nach Rindfleisch im Zeitraum 1981-2001 um 1,1 % pro Jahr anstieg, erhöhte sich die Nachfrage nach Schweine- und Geflügelfleisch um 2,9 % bzw. 5,1 %.

## 4 Motivation für eine Verringerung der Nachfrage nach tierischen Lebensmitteln in Industrieländern

### 4.1 Gesundheitliche Aspekte des Konsums tierischer Lebensmittel

Trotz seiner Funktion als bedeutsamer Nährstofflieferant wird Fleisch bei übermäßiger Verzehrsmenge in einer zunehmenden Zahl empirischer Studien mit negativen Gesundheitswirkungen (z. B. Herz-Kreislauf-Erkrankungen) in Zusammenhang gebracht (Micha et al., 2010; Aune et al., 2009). Dennoch sind die Ergebnisse nicht immer eindeutig, insbesondere bezüglich der Auswirkungen des Konsums roten Fleisches. Oft werden der Verzehr von rotem Fleisch und verarbeitetem Fleisch nicht getrennt voneinander untersucht, wobei einige bisherige Ergebnisse darauf hinweisen, dass speziell verarbeitetes Fleisch gesundheitliche Risiken beinhaltet und weniger das rote Fleisch an sich (Micha et al., 2010). Welche Verzehrsmenge als kritisch angesehen werden kann, ist zudem bislang ungeklärt. Es existieren ausschließlich Empfehlungen bzgl. der maximalen täglichen Verzehrsmenge von unterschiedlichen Organisationen (z. B. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V., 2011), welche eine Orientierungshilfe bieten.

### 4.2 Ressourcenintensität und Umwelteinwirkungen der Tierproduktion

Verglichen mit pflanzlichen Lebensmitteln ist die Produktion tierischer Lebensmittel, insbesondere von Fleisch, deutlich ressourcenintensiver und zudem mit zahlreichen Umweltproblematiken verbunden. Ressourcen- und Umwelteffekte werden überwiegend durch die Produktion der Futtermittel verursacht (Elferink et al. 2008), welche große Mengen an Land, Wasser und Energie benötigt (z.B. Pimentel/Pimentel, 2003; Steinfeld et al., 2006; Aiking, 2011). Gemäß Asner et al. (2004) werden 25 % der globalen Landoberfläche in Form von Grünland für die Tierhaltung genutzt. Die Nutzung von extensiven Grünlandflächen für die Tierproduktion kann eine effiziente Methode sein, Lebensmittel zu produzieren, da Grünland nicht immer für andere landwirtschaftliche Nutzungsformen geeignet ist und mit dem Grünlandumbruch häufig negative Klimawirkungen verbunden sind. Aber schon heute sind viele Grünlandflächen durch Übernutzung und resultierende Landdegradation gekennzeichnet (Steinfeld et al., 2006; Asner et al., 2004).

Schätzungen gehen davon aus, dass derzeit 33 % bis hin zu 60 % des weltweiten Ackerlandes für die Futtermittelproduktion eingesetzt werden, mit steigender Tendenz aufgrund der Zunahme intensiver Haltungssysteme (Steinfeld et al., 2006; Elferink/Nonhebel, 2007). Neben der Konkurrenz um Land trägt die Produktion von Tierprodukten auch zu einer Verknappung anderer Ressourcen (z. B. Wasser) bei. Gemäß aktuellen Schätzungen werden derzeit 30 % des in der Landwirtschaft genutzten Wassers für die Tierhaltung verbraucht (Herrero et al., 2009). Steinfeld et al. (2006)

schätzen, dass die globale Tierproduktion bis zu 18 % der globalen Treibhausgasemissionen verursacht, wobei Rindfleisch im Allgemeinen höhere Treibhausgasemissionen als Geflügel oder Schweinefleisch verursacht.

### 4.3 Globale Ernährungssicherung

Häufig wird in der öffentlichen Diskussion ein direkter Zusammenhang zwischen übermäßigem Fleischkonsum in Industrieländern und der Unterernährung in Entwicklungsländern hergestellt: Mit dem direkten Verzehr der eingesetzten Futtermittel könne man einen größeren Beitrag zur menschlichen Ernährung leisten, als mit den tierischen Nahrungsmitteln. Diese Argumentation ist zwar technologisch richtig, allerdings verkennt sie die Hauptursache der Unterernährung: Armut. Mit einem geringeren Fleischkonsum in Industrieländern kann zwar die globale Verfügbarkeit von Biomasse verbessert werden (Rosegrant et al., 1999; Stehfest et al., 2009), allerdings hat dies ohne Veränderung der Kaufkraft unterernährter Bevölkerungsgruppen und dem damit verbundenen verbesserten Zugang zu Nahrungsmitteln einen eher geringen Effekt auf die Ernährungssicherheit (Grethe et al., 2011). Dies liegt auch daran, dass die Absenkung des Verbrauchs tierischer Lebensmittel in Industrieländern über den Mechanismus eines geringeren Weltmarktpreises indirekt zu einem Anstieg des Konsums insbesondere kaufkräftiger Bevölkerungsgruppen in Schwellen- und Entwicklungsländern führen würde, wodurch der Rückgang der globalen Tierproduktion gedämpft würde.

### 4.4 Aspekte des Tierwohls

Die Tierhaltung steht in den Industrieländern unter einem großen Wettbewerbs- und Produktivitätsdruck, so dass vielfach Kompromisse zwischen den Anforderungen der Wirtschaftlichkeit und des Tierwohls gemacht werden (Spiller/Schulze, 2008). Zugleich steigen die Anforderungen der Gesellschaft an ethische Aspekte des Tierwohls (Deimel et al., 2010). Soziologen sprechen von einer Feminisierung der Gesellschaft: als weiblich assoziierte Werte wie Mitfühlen, Schutz und Wärme gewinnen langfristig an Bedeutung und beeinflussen den Blick auf das Tier. Zudem haben sich die meisten Verbraucher heute von der Landwirtschaft entfremdet. Der Blick auf das Tier wird derzeit durch das Erleben der Haustiere und durch anthropozentrische Gesichtspunkte geprägt. Schließlich liefert die moderne tierethologische Forschung zunehmende Hinweise auf die kognitiven wie emotionalen Kompetenzen der Nutztiere. Die genetischen Unterschiede zwischen Mensch und Tier sind relativ gering, was Auswirkungen auf die wachsende Achtung vor den Bedürfnissen der Tiere hat. Insgesamt gehören ethische Aspekte des Tierwohls zu den zentralen langfristigen Treibern der gesellschaftlichen Diskussion um die moderne Landwirtschaft (Kayser et al., 2012).

## 5 Handlungsoptionen zur Verringerung des Verbrauchs tierischer Produkte

Die skizzierten negativen Effekte eines hohen Fleischkonsums auf Individuen und Gesellschaft haben in den letzten Jahren eine Diskussion um Reduktionsstrategien in Gang gesetzt (z. B. Veggie-Days). In Kapitel 5.1 wird in systematischer Form abgeleitet, welche Steuerungsvarianten die Politik auf der Nachfrageseite nutzen kann, wenn sie eine Reduktion des Fleischkonsums anstrebt. Angesichts der bestehenden Unsicherheiten in der Bewertung des Fleischkonsums spricht vieles für Interventionen mit geringer Eingriffstiefe, so dass Informationsmaßnahmen, die auf psychologischen Zusammenhängen beruhen, im Vordergrund stehen.

### 5.1 Übersicht über politische Steuerungsoptionen

Grundsätzlich steht der Politik ein Portfolio verschiedener Steuerungsoptionen auf der Angebots- wie auf der Nachfrageseite zur Verfügung. Auf der Angebotsseite könnten z. B. Subventionen für die Tierhaltung reduziert werden, wobei zu beachten ist, dass relativ wenige Fördermaßnahmen direkt der Tierhaltung zugutekommen. Weitere Optionen auf der Angebotsseite könnten in der Begrenzung von Betriebserweiterungen und Stallneubauten liegen, wie sie zurzeit in der Auseinandersetzung um das privilegierte landwirtschaftliche Bauen oder um Emissionsfilter bei Ställen diskutiert werden. Letztlich zielen Instrumente der Angebotssteuerung auf eine Erhöhung der Kosten und können in Abhängigkeit von der Preiselastizität der Konsumenten zu einem Rückgang des Konsums führen, bei offenen Märkten aber auch zu Produktionsverlagerungen. Inwieweit es gelingt, eine Erhöhung der Kosten durch einen höheren Preis zu kompensieren, hängt vor allem von dem Ausmaß der internationalen Marktintegration sowie komplementären Politiken zur Verringerung einer potenziellen Verlagerung der Tierhaltung in das Ausland ab (Grethe, 2007).

Im Vordergrund der folgenden Ausführungen stehen Maßnahmen der Nachfragebeeinflussung, die direkt beim Konsumenten ansetzen (vgl. Abb. 1). Dabei lassen sich Instrumente der Verbraucherinformation von finanziellen Anreizsystemen und ordnungsrechtlichen Mechanismen abgrenzen (Bievert, 1982; Tänzler et al., 2005; Eckert, 2008). Grundsätzlich stehen Eingriffe in die Konsumfreiheit der Verbraucher in einem marktwirtschaftlichen System unter hohem Rechtfertigungsdruck (BDI, o. J.; Lau, 2011). Gleichwohl zeigt das Beispiel der Anti-Tabak-Politik, dass der Staat über ein breites Instrumentarium zur Beeinflussung der Nachfrage verfügt. Ordnungsrechtliche Maßnahmen wie etwa Rauchverbote wirken dabei besonders einschneidend. Die hohe Tabaksteuer hat erhebliche konsumlenkende Wirkung. Anti-Raucher-Kampagnen, Produktwarnhinweise und Werbeverbote bezwecken Präferenzänderungen und eine soziale Ächtung des Rauchens.

Im Gegensatz zur Anti-Tabak-Politik, die auf einer deutlichen wissenschaftlichen Evidenz zur Gefährlichkeit des Rauchens aufbauen kann, stehen die in Kap. 4 dargestellten Kritikpunkte an einem hohen Fleischkonsum auf „schwächeren Füßen“. Vor diesem Hintergrund spricht vieles dafür, dass die Politik – wenn sie überhaupt bereit ist, konsumsteuernde Maßnahmen zu ergreifen – auf Instrumente geringer Interventionstiefe zurückgreifen wird (Ahlheim, 2011). Solche Informationskampagnen, die den Verbrauchern die Wahlmöglichkeiten belassen, werden in der neueren Literatur als libertärer Paternalismus bezeichnet (Buyx, 2010; Kirchgässner, 2012). Im Gegensatz zu Ge- oder Verboten (harter Paternalismus), die bestimmte Optionen ausschließen, oder finanziellen Anreizen, die die Kosten der nachteiligen Konsumvariante erhöhen (weicher Paternalismus), werden hier die positiv besetzten Optionen beworben (Informationskampagnen zur Steigerung des Konsums pflanzlicher Produkte), der Konsum von Fleisch diskriminiert oder Substitute durch bessere Platzierung u. ä. in den Vordergrund gerückt (Nudging, Thaler/Sunstein, 2008).

**Abb.1: Übersicht über nachfragepolitische Maßnahmen und Beispiele**

Verbraucherinformation/ Verbraucherbildung/Nudging		Finanzielle Anreize	Ordnungsrecht	
Information/Produkt- kennzeichnung	Nudging	Steuern	Gebote	Verbote
Libertärer Paternalismus		Weicher Paternalismus	Harter Paternalismus	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationskampagnen</li> <li>• Werbeverbote</li> <li>• Labelling</li> <li>• Produktwarnhinweise</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktplatzierung</li> <li>• Voreinstellungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fettsteuer</li> <li>• Fleischsteuer</li> <li>• Subventionen für Fleischsubstitute</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veggie-Day-Verpflichtungen in GV-Einrichtungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obergrenzen für Fleischportionen in Gerichten</li> </ul>
-> Zunehmende Eingriffstiefe in Marktprozesse ->				

Aufgrund der vergleichsweise geringen Interventionstiefe werden im Weiteren potenzielle Wirkungen von Informationskampagnen untersucht, in denen Verbraucher über negative Effekte eines zu hohen Fleischkonsums oder über positive Wirkungen einer fleischarmen Ernährung aufgeklärt werden. Die Wirkung wird dabei beeinflusst von der Ansprache geeigneter Konsummotive (vgl. Kap. 5.2) und der Überzeugungskraft verschiedener Kampagnenmotive (vgl. Kap. 5.3).

### 5.2 Psychologische Determinanten des Fleischkonsums

Das menschliche Verzehrverhalten in Bezug auf Fleisch wird durch eine Vielzahl von Faktoren determiniert (Gossard/York, 2003). Betrachtet man soziodemographische Aspekte, so zeigt sich, dass Männer im Vergleich zu Frauen mehr Fleisch konsumieren (de Boer et al., 2007). Zudem nimmt der Konsum von Fleisch mit zunehmendem Alter (ab dem jungen Erwachsenenalter) kontinuierlich ab. Weiterhin geht in entwickelten



Ländern seit einigen Jahrzehnten ein geringerer Bildungsgrad mit einem höheren Fleischkonsum einher (de Boer et al., 2007).

Um das Konsumentenverhalten bezüglich Fleisch erklären und beeinflussen zu können, ist Wissen über die zugrundeliegenden Kaufmotive von Bedeutung. Im Folgenden soll deshalb im Rahmen einer Regressionsanalyse (vgl. Tab. 1) die Bedeutung von vier Motiven betrachtet werden: (1) Gesundheitsaspekte, (2) persönliches Image, (3) Umweltaspekte und (4) Tierwohl. Die Identifizierung der vier Determinanten erfolgte mit Hilfe konfirmatorischer Faktorenanalysen. Datengrundlage ist die in Kap. 2 dargestellte repräsentative Online-Verbraucherbefragung.

**Tabelle 1: Regressionsanalyse zu Determinanten des Fleischkonsums (R<sup>2</sup> = .203)**

Prädiktor	Standardisierter Regressionskoeffizient $\beta$	Signifikanz
Gesundheitsbewertung des Fleischkonsums	-.329	.000
Image von Fleischkonsum	.062	.046
Umweltschädigung durch Fleischkonsum	-.120	.000
Tierleid	-.062	.069

Abhängige Variable: Höhe des Fleischkonsums (Fleisch und Fleischprodukte) auf einer 5-stufigen Skala (1 = „an 0 Tagen pro Woche“; 2 = „an 1 bis 2 Tagen pro Woche“; 3 = „an 3 bis 4 Tagen pro Woche“; 4 = „an 5 bis 6 Tagen pro Woche“; 5 = „an 7 Tagen pro Woche“) bei Frühstück, Mittagessen und Abendessen. Für die Berechnungen wurde der Mittelwert aus den drei Variablen berechnet.

**Gesundheitsaspekte:** In verschiedenen Studien konnte gezeigt werden, dass die Wahrnehmung von problematischen Gesundheitskonsequenzen, aufgrund eines hohen Fleischverzehr, negative Effekte auf die konsumierte Menge von Fleisch haben kann (Guenther et al., 2005; Lea/Worsley, 2001). So geht der Verzehr von Fleisch mit einem erhöhten Risiko für die Entwicklung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Huijbregts et al., 1995), Diabetes mellitus (Song et al., 2004) und verschiedenen Krebsarten einher (Chao et al., 2005; Tavani et al., 2000). Die vorliegende Regressionsanalyse verdeutlicht, dass die Wahrnehmung der gesundheitsbeeinträchtigenden Wirkung mit einer beachtlichen Reduktion des Fleischverzehr verbunden ist, diese ist im Vergleich zu den übrigen drei Faktoren am größten. **Tierleid:** Das Wissen um negative Effekte der Produktion tierischer Produkte auf das Tierwohl hat Einfluss auf die Einstellung zu Fleisch. Grunert (2006) konnte nachweisen, dass Tiergerechtigkeit einen Lebensstil-Trend in Bezug auf Fleischkonsum darstellt. So bevorzugen nachhaltigkeitsorientierte Konsumenten Fleisch von Tieren, welche artgerecht gehalten wurden (Harper/Henson, 2001). Verschiedene Studien geben Hinweise, dass Tierwohlbedenken mit einer Reduktion des Fleischverzehr verbunden sind (z. B. de Boer et al., 2007). In der vorliegenden Regressionsanalyse konnte allerdings nur ein

schwach signifikanter, reduzierender Effekt ( $p = .069$ ) der Einstellung zu Tierwohl auf den Fleischkonsum nachgewiesen werden.

**Umweltschädigung:** Insgesamt deuten bisherige Studien darauf hin, dass ein ausgeprägtes Umweltbewusstsein mit einem geringen Fleischkonsum einhergeht (z. B. Cordts et al. 2013). Auch Wandel und Bugge (1997) zeigten, dass der Fleischkonsum durch klima- und umweltschutzbezogene Einstellungen beeinflusst werden kann. Demgegenüber konnten McCarthy et al. (2004) keinen Einfluss von umweltschutzbezogenen Besorgnissen auf die Einstellung zu Fleisch nachweisen, so dass die Datenlage hier inkonsistent ist. Die Ergebnisse der eigenen Regressionsanalyse zeigen, dass Umweltaspekte eine Rolle in Bezug auf den Fleischkonsum spielen. Nach der Gesundheit ist der Umweltaspekt der zweitwichtigste Prädiktor hinsichtlich der Höhe des Fleischkonsums.

**Imageverlust:** Bislang liegen kaum Befunde dazu vor, inwieweit ein negatives persönliches Image, welches mit dem Konsum von Fleisch assoziiert sein kann, sich auf den Fleischkonsum auswirkt. Fleisch stellt heute in Industrieländern immer seltener ein Symbol von Wohlstand dar. Vielmehr zeigen Studien, dass ein erhöhter Fleischkonsum in unteren Bildungsschichten vermehrt anzutreffen ist (MRI, 2008b). Die Befunde der Regressionsanalyse verdeutlichen einen geringen, aber signifikanten Effekt des Images auf die Konsumhöhe. Konsumenten, die Fleisch als Wohlstandssignal und positiv-männlich besetztes Produkt wahrnehmen, essen mehr Fleisch et vice versa.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Gesundheitsbedenken den bedeutendsten Prädiktor für den Fleischkonsum darstellen. Verbraucher, die Fleisch als gesundheitlich problematisch bewerten, konsumieren erheblich weniger Fleisch und Fleischprodukte. Ebenso erweisen sich Umweltschutzaspekte als wichtige Determinanten. Das sich in jüngerer Vergangenheit wandelnde Image von Fleisch, das bei einem Teil der Konsumenten sehr positiv besetzt ist, bei anderen dagegen immer weniger als Luxus-, denn als billiges Massenprodukt gilt, wirkt sich ebenfalls auf den Fleischkonsum aus. Der Einfluss von tierschutzrelevanten Aspekten ist eher gering. Der Anteil der aufgeklärten Varianz durch die vier einbezogenen psychologischen Faktoren liegt bei 20,3 %. Da Variablen wie Geschmackspräferenzen, Gewohnheiten oder Geschlecht, die den Fleischkonsum stark beeinflussen, außen vor gelassen wurden, stellen 20 % Erklärungskraft eine beachtliche Einflussstärke dar. Nach diesem Ergebnis sollten Informationskampagnen zur Fleischreduktion vornehmlich auf den Gesundheitsaspekt abheben.

### 5.3 Wirkungsabschätzung von Informationskampagnen

Nach der Betrachtung der Bestimmungsgründe des Fleischkonsums wird die Frage nach der Effektivität von Informationskampagnen fokussiert. Im Marketing werden

Informationsmaßnahmen zur Verhaltensänderung in der Bevölkerung als Social Marketing bezeichnet (Kotler/Zaltman, 1971). Bekannte Kampagnen sind z. B. die Anti-Aids-Plakate und Verkehrserziehungsaktionen. Im Gesundheitsbereich sind Informationsmaßnahmen zur Steigerung des Obstund Gemüsekonsums („fünf am Tag“) positiv auf ihre Wirksamkeit analysiert worden (Christoph et al., 2006).

Während die Effektivität von Informationskampagnen grundsätzlich unstrittig ist, bleiben zwei offene Felder: Problematisch ist die Erreichbarkeit von Personen mit geringem Problembewusstsein und niedrigem Bildungsstand (Knowledge Gap-Hypothese). Zweitens liegen wenige empirische Studien zur Wahl geeigneter Kampagnenbotschaften vor. Die folgenden Ausführungen richten sich auf die zuletzt genannte Frage. Getestet wird, welche der in Kap. 4 skizzierten negativen Effekte eines hohen Fleischkonsums in einer Informationskampagne angesprochen werden sollten und inwieweit Verbraucher für eine solche Kampagne aufgeschlossen (änderungsbereit) sind. Datengrundlage ist die Online-Verbraucherbefragung.

Als Methodik wird ein experimentelles Setting (split-sample design Framing-Studie) genutzt. Die Stichprobe wurde in vier Sub-Samples geteilt, denen jeweils eine unterschiedliche Zeitungsanzeige präsentiert wurde. Die – ansonsten identisch aufgemachten – Anzeigen beinhalten die Darstellung von Umweltschäden, Gesundheitsfolgen, Tierschutzproblemen oder eines negativen Fleischimages. Anschließend wurden die Probanden zu intendierten Verhaltensänderungen und der wahrgenommenen Glaubwürdigkeit des jeweiligen Artikels befragt.

**Tabelle 2: Wirkung der Informationsvariablen (Frames) auf die Experimentalgruppen**

Item <sup>1 2</sup>	Gruppe 1: Umwelt M (SD)	Gruppe 2: Image M (SD)	Gruppe 3: Gesundheit M (SD)	Gruppe 4: Tierleid M (SD)
Glauben Sie, dass Sie zukünftig eher mehr, eher weniger oder in etwa genauso viel Fleisch essen werden?	weniger: 18.8 % gleich: 81.3 % mehr: -	weniger: 12.1 % gleich: 83.9 % mehr: 4.0 %	weniger: 23.5 % gleich: 75.7 % mehr: 0.7 %	weniger: 28.5 % gleich: 69.5 % mehr: 2.0 %
Die Studienergebnisse stimmen mich besorgt. ***	3.27 (1.04)	2.40 (1.19)	3.01 (1.26)	3.91 (1.05)
Ich glaube nicht, dass ich mein Essverhalten tatsächlich ändern werde. ***	3.50 (1.04)	3.84 (.99)	3.59 (1.16)	3.29 (1.09)
Was in den Medien berichtet wird, ist oft nicht glaubwürdig. Ich vertraue den Ergebnissen nicht. ***	3.15 (.90)	3.53 (.94)	3.24 (.94)	2.80 (1.08)

<sup>1</sup> Skalierung: 1 = „trifft ganz und gar nicht zu“ bis 5 = „trifft voll und ganz zu“

<sup>2</sup> \*\*\* p < .000

Die Unterschiede in der Wirkung der simulierten Medienberichterstattung verdeutlicht die differierende Überzeugungskraft verschiedener Botschaftsinhalte. Etwas

überraschend ist dabei die starke Wirkung des Tierwohlargumentes, das höhere Werte als die Ansprache der persönlichen Gesundheit aufweist. 28,5 % der Probanden geben nach dem Lesen des Tierwohltexes an, zukünftig weniger Fleisch essen zu wollen. Als weniger überzeugend erweisen sich Umwelt- und Klimaschutzargumente sowie Imagegesichtspunkte. 23,5 % der Befragten würden sich durch den Gesundheitsframe beeinflussen lassen. Bei diesem Bericht liegen allerdings die höchsten Standardabweichungen vor (vgl. Tab. 2).

Als Zwischenfazit kann festgehalten werden, dass zwischen 20 % und 30 % der Befragten eine Reduktionsbereitschaft erkennen lassen, was erste Größenordnungen für die Simulation von Marktprozessen in Kap. 6 liefert. Eine solche bekundete Intention ist nicht gleichzusetzen mit einer Verhaltensänderung und sagt zudem nichts über die Höhe der Reduktion aus. Ernährungsumstellungen sind aufgrund der Habitualisierung des Verhaltens und der Wirkung sensorischer Prägungen schwierig.

#### 5.4 Typologisierung von Konsumenten auf Basis des Fleischverzehr und der Nachhaltigkeits- und Gesundheitsorientierung

Im Folgenden wird eine Typologisierung von Konsumenten auf Basis des Fleischverzehr sowie der Nachhaltigkeits- und Gesundheitsorientierung durchgeführt. Die Bevölkerung wird dabei in Personengruppen segmentiert, die sich in der Höhe ihres Fleischkonsums und in ihrer Gesundheits- und Nachhaltigkeitsorientierung voneinander unterscheiden, um Ansatzpunkte für eine Reduktion des Fleischkonsums bestimmen zu können. Datenbasis der Analyse ist die in Kap. 2.1 vorgestellte Nationale Verzehrsstudie II, deren Daten vom Max Rubner-Institut auszugsweise zur Verfügung gestellt wurden.

Aus bisherigen Segmentierungsstudien lässt sich ablesen, dass Personengruppen mit einem geringen Fleischkonsum i. d. R. insgesamt eine bewusstere Ernährung praktizieren. Zugleich legen diese Verbraucher häufig besonderen Wert auf nachhaltigkeits- und gesundheitsbezogene Aspekte (Cordts et al., 2013; Stieß/Hayn, 2005; Weiss, 2007). Dabei wurde die Typologisierung bei fast allen betrachteten Studien auf Basis von Einstellungen oder Lebensstilmerkmalen vorgenommen, lediglich in der eigenen Studie (Cordts et al., 2013) wurde der Lebensmittelverzehr (Obst, Gemüse und Fleisch) als clusterbildende Variablen herangezogen. Eine Clusteranalyse, die auf einer Kombination einstellungs- und verzehrbezogener Segmentierungsvariablen basiert, wurde u. W. bisher noch nicht durchgeführt.

In der vorliegenden Studie wurde deshalb eine Clusterzentrenanalyse (K-Means), die auf einer Kombination von Einstellungen für den Fleischkonsum und dem tatsächlichen Fleischverzehr basiert, durchgeführt. Dabei beinhaltet die Variable „Fleisch“ den

mittels der Diet-History-Interviews (vgl. Kap. 2) erhobenen Verzehr von Fleisch, Wurstwaren und Fleischerzeugnissen sowie Gerichten auf Basis von Fleisch in Gramm pro Tag. Die zweite clusterbildende Variable umfasst mehrere Items aus der Frage „Wie wichtig sind Ihnen die folgenden Punkte beim Kauf von Lebensmitteln?“, die Teil der schriftlichen Befragung der Teilnehmer an der NVS II war. Die verwendeten Kriterien (z. B. fair gehandelte Produkte, Bioprodukte, Nährstoffangaben) wurden im Rahmen einer Faktorenanalyse zu dem Faktor „Nachhaltigkeits- und Gesundheitsorientierung“ (KMO-Wert: 0,92; Cronbach's Alpha: 0,87) zusammengefasst. Für die Bestimmung der optimalen Clusterzahl wurde mit Post-hoc-Mehrfachvergleichen die Trennschärfe der clusterbildenden Variablen analysiert, zusätzlich wurden inhaltliche Erwägungen berücksichtigt. Eine Diskriminanzanalyse diente der statistischen Absicherung der gewonnenen Clusterlösung. Die resultierende Verbrauchertypologie umfasst fünf Gruppen (vgl. Tab. 3), die sich neben deutlichen Unterschieden in Fleischverzehr sowie Nachhaltigkeits- und Gesundheitsorientierung auch hinsichtlich weiterer Merkmale des Verzehrverhaltens, der Kaufkriterien, des gesundheitsbezogenen Lebensstils und soziodemographischer Charakteristika unterscheiden.

Das erste Cluster der „*fleischliebenden Viel-Esser*“ (Typ 1) vereinigt nur 1,7 % der Befragten, besteht fast ausschließlich aus Männern und isst mit Abstand am meisten Fleisch. Mit Ausnahme von Milchprodukten und Obst liegt dieser Typ auch beim Verzehr der übrigen untersuchten Lebensmittel erheblich über dem Bevölkerungsdurchschnitt. Dabei fallen insbesondere der äußerst hohe Limonadenkonsum und die hohe Verzehrsmenge von häufig fetthaltigen Soßen und würzenden Zutaten auf. Einen geringen Stellenwert nehmen bei diesem Cluster nachhaltigkeits- und gesundheitsbezogene Kaufkriterien ein, eine größere Rolle beim Kauf von Lebensmitteln spielen v. a. der Preis und Fertigprodukte. Mit Blick auf gesundheitliche Aspekte sind der vergleichsweise geringe Anteil sportlich Aktiver und der mit knapp 40 % höchste Raucheranteil bemerkenswert. Aus soziodemographischer Perspektive auffällig sind das geringe Durchschnittsalter, der mit Abstand geringste Anteil an Akademikern und der vergleichsweise hohe Anteil Alleinstehender.

Das Cluster der „*gleichgültigen Fleischfans*“ (Typ 2) umfasst knapp 10 % der Stichprobe, weist ähnlich wie Typ 1 einen sehr hohen Anteil jüngerer Männer auf und verzehrt die zweithöchste Menge an Fleisch. Nachhaltigkeits- und Gesundheitskriterien nehmen einen geringeren Stellenwert ein als bei allen übrigen Clustern. Neben Fleisch werden auch Milchprodukte und Limonaden in großer Menge verzehrt, Obst und Gemüse dagegen nur in geringer Menge. Wie bei Typ 1 sind ein geringer Preis und Fertigprodukte entscheidende Punkte beim Kauf von Lebensmitteln, der Anteil an Rauchern und Alleinstehenden ist groß. Der Bildungsgrad liegt unter dem Bevölkerungsdurchschnitt.

Die „*nachhaltigkeitsaffinen Fleischliebhaber*“ (Typ 3) gruppieren 22 % der Teilnehmer und unterscheiden sich in vielerlei Hinsicht von den ersten beiden Typen. So wird zwar überdurchschnittlich viel Fleisch gegessen, der Verzehr weiterer Lebensmittel liegt jedoch nahe am Stichprobendurchschnitt. Gesundheit, artgerechte Tierhaltung und die biologische Erzeugung sind wichtige Kriterien beim Lebensmittelkauf. 63 % der Personen dieses Clusters, die größtenteils mit einem Partner/einer Partnerin zusammenleben, sind Männer. Alter und Bildungsgrad sind durchschnittlich, auffällig ist dagegen der hohe Anteil übergewichtiger Personen.

Typ 4, die „*unauffälligen Wenig-Esser*“, umfasst 29 % der Befragungsteilnehmer, von denen 58 % Frauen sind. Der Konsum von Fleisch und der übrigen Lebensmittel fällt unterdurchschnittlich bzw. teilweise durchschnittlich aus. Nachhaltigkeits- und Gesundheitsaspekte sind wie bei den Typen 1 und 2 von untergeordneter Bedeutung, wichtig ist ein niedriger Preis. Auffällig ist der vergleichsweise geringe Anteil übergewichtiger Personen. Die „*nachhaltigkeitsaffinen Obst- und Gemüsefans*“ (Typ 5) bilden mit 38 % der Befragten das größte Cluster, weisen das höchste Durchschnittsalter auf und bestehen zu 73 % aus Frauen. Personen dieses Clusters verzehren u. a. Fleisch, Süßwaren und Limonaden nur in geringer Menge und essen viel Obst und Gemüse. Milchprodukte werden in durchschnittlicher Menge verzehrt. Die Nachhaltigkeits- und Gesundheitsorientierung ist deutlich stärker ausgeprägt als bei den übrigen Clustern, während ein geringer Preis und Fertigprodukte vergleichsweise unwichtig sind. Weiterhin zeichnet sich dieses Cluster durch den geringsten Raucheranteil, den höchsten Anteil sportlich Aktiver und einen leicht überdurchschnittlichen Bildungsgrad aus.

Nachdem die identifizierten Zielgruppen beschrieben wurden, sollen nun jene selektiv betrachtet werden, welche sich als Risikogruppen in Bezug auf ihren (zu hohen) Fleischkonsum charakterisieren lassen: die „*fleischliebenden Viel-Esser*“, die „*gleichgültigen Fleischfans*“ und die „*nachhaltigkeitsaffinen Fleischliebhaber*“. Sie überschreiten die von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE, 2011) empfohlene Obergrenze von 300–600 g Fleisch pro Woche deutlich. Dabei ist bei den „*fleischliebenden Viel-Essern*“ und den „*gleichgültigen Fleischfans*“, die zusammen einen Anteil von rund 11 % der Stichprobe ausmachen, kaum von einer Bereitschaft zur Konsumreduktion auszugehen, da das Bewusstsein für eine gesunde Ernährung und Lebensweise gering ist. Beide Typen orientieren sich beim Lebensmitteleinkauf besonders am Preis und den Convenience-Eigenschaften. Der Gesundheitswert eines Lebensmittels ist kein Kriterium. Auch der hohe Anteil an Rauchern deutet auf ein eher geringes Gesundheitsbewusstsein hin. Zudem haben beide Gruppen an Umwelt- und Tierschutzfragen nur ein geringes Interesse. Letztlich ist eine Verhaltensänderung bei diesen Verbrauchergruppen nur in zwei Fällen zu erwarten: zum einen wenn die gesundheitlichen Folgen des hohen Fleischkonsums – eingebettet in einen insgesamt wenig gesundheits-

**Tabelle 3: Detaillierte Charakterisierung der Verbrauchertypen (N = 13.370)**

	Typ 1 (1,7 %)	Typ 2 (9,6 %)	Typ 3 (21,6 %)	Typ 4 (29,3 %)	Typ 5 (37,8 %)	Gesamt (100 %)
Cluster bildende Variablen (Mittelwerte)						
Fleisch <sup>1</sup> (g/Tag)***	<b>469</b>	233	163	82	64	114
Nachhaltigkeits- und Gesundheitsorientierung <sup>2</sup> ***	-0,79	-1,28	0,22	-0,83	<b>0,88</b>	0,00
beschreibende Variablen: Lebensmittelverzehr (Mittelwerte)						
Obst <sup>3</sup> (g/d)***	221	182	257	233	<b>319</b>	265
Gemüse <sup>4</sup> (g/d) ***	<b>267</b>	206	250	200	<b>269</b>	239
Kartoffeln <sup>5</sup> (g/d)***	<b>117</b>	89	85	64	66	73
Milch(-Produkte) <sup>6</sup> (g/d)*	225	<b>257</b>	240	234	240	240
Soßen und würzende Zutaten***	<b>68</b>	41	34	24	20	27
Limonaden***	<b>660</b>	370	132	141	42	132
beschreibende Variablen: Kaufkriterien (Mittelwerte) <sup>7</sup>						
Bio-Produkte***	1,88	1,60	2,45	1,83	<b>2,99</b>	2,38
Artgerechte Tierhaltung***	2,36	2,08	3,10	2,42	<b>3,49</b>	2,94
Gesundheit***	2,81	2,57	3,31	2,90	<b>3,63</b>	3,23
geringer Preis***	<b>2,69</b>	<b>2,73</b>	2,63	<b>2,69</b>	<b>2,54</b>	2,62
Fertigprodukte***	<b>2,22</b>	<b>2,22</b>	2,06	2,06	1,96	2,04
beschreibende Variablen: Gesundheitsaspekte (Mittelwerte und Prozentwerte)						
BMI > 24,9 (kg/m <sup>2</sup> ) (%)***	54,0	49,4	<b>64,6</b>	48,3	54,2	54,2
Raucher <sup>8</sup> (%)***	<b>37,8</b>	31,6	21,4	21,4	13,2	19,6
Sportlich aktiv <sup>9</sup> (%)***	54,5	58,3	56,6	58,5	<b>64,5</b>	60,3
beschreibende Variablen: Soziodemographie (Mittelwerte und Prozentwerte)						
Alter***	36	35	47	41	52	46
Männer (%)***	<b>91,9</b>	86,5	63,0	41,9	27,5	46,1
Mit Partner/in zusammenlebend (%)***	53,6	50,8	<b>75,5</b>	56,9	<b>74,4</b>	66,9
(Fach-)Hochschulabschluss (%)***	8,7	17,4	20,4	21,8	22,2	21,0

<sup>1</sup> Fleisch und Gerichte auf Fleischbasis. <sup>2</sup> Auf Basis der Frage: „Wie wichtig sind Ihnen die folgenden Punkte beim Kauf von Lebensmitteln?“, Faktormittelwerte bestehend aus folgenden Items: Bio-Produkte, artgerechte Tierhaltung, Fairtrade, Ökologische Verpackung, keine Gentechnik, wenig Zusatzstoffe, regionale Produkte, Saisonalität, Gesundheit, Nährstoffangaben. <sup>3</sup> Inkl. Obsterzeugnisse. <sup>4</sup> Gemüse, Pilze, Hülsenfrüchte und Gerichte auf Basis von Gemüse, ohne Kartoffeln. <sup>5</sup> Inkl. Kartoffelerzeugnisse. <sup>6</sup> Milch, Milcherzeugnisse, Käse und Quark. <sup>7</sup> Frage: „Wie wichtig sind Ihnen die folgenden Punkte beim Kauf von Lebensmitteln?“; die ersten drei Kriterien sind zugleich im clusterbildenden Faktor enthalten. Skala: von 1=unwichtig bis 4= sehr wichtig. <sup>8</sup> Frage: Sind Sie Raucher/in, Gelegenheitsraucher/in, Ehemalige/r Raucher/in oder Nichtraucher/in. Prozente bezogen auf die Antwort „Raucher/in“. <sup>9</sup> Frage: „Sind Sie sportlich aktiv?“ ja/nein; \*\*\* p < 0,001, \*p < 0,05. Berechnet über Mittelwertvergleiche bzw. Chi-Quadrat-Tests bei Prozentangaben.

tigkeits- und Gesundheitsaspekte beim Kauf von Lebensmitteln. Insbesondere die eigene Gesundheit und die artgerechte Tierhaltung stellen relevante Kriterien für den Lebensmitteleinkauf dar. Personen aus der Gruppe der „nachhaltigkeitsaffinen Fleischliebhaber“ sind häufiger als andere Personen übergewichtig. In diesem Zusammenhang könnte eine Verringerung des Fleischverzehrs auch insofern zu einer Gewichtsreduktion beitragen, als dass Personen dieses Clusters einen etwas überdurchschnittlichen Konsum von (i. d. R. fetthaltigen) Soßen zeigen, die häufig als Beigabe zu Fleischgerichten auf den Tisch kommen. Alles in allem handelt es sich bei den „nachhaltigkeitsaffinen Fleischliebhabern“ um eine relativ große Zielgruppe (knapp 22 %) mit realistischem Reduktionspotenzial.

Die „unauffälligen Wenig-Esser“ und „nachhaltigkeitsaffinen Obst- und Gemüesfans“ weisen einen vergleichsweise geringen Fleischkonsum und damit auch mengenmäßig lediglich ein geringes Reduktionspotenzial auf.

orientierten Lebensstil – durch Krankheiten erkennbar werden und zum anderen, wenn finanzielle Anreize für eine fleischärmere Ernährung geschaffen werden oder das Angebot an Fleischgerichten zurückgefahren wird. Insgesamt bilden die „fleischliebenden Viel-Esser“ und die „gleichgültigen Fleischfans“ somit schwierige Zielgruppen, die mit Informationskampagnen vermutlich kaum erreichbar sind.

Die „nachhaltigkeitsaffinen Fleischliebhaber“ besitzen, im Gegensatz zu den anderen beiden fleischorientierten Clustern, ein relativ ausgeprägtes Bewusstsein für Nachhal-

## 6 Partielle Gleichgewichtsanalyse: Auswirkungen eines verringerten Konsums tierischer Produkte

### 6.1 Modellbeschreibung

Für die Simulationsanalyse wurde das IMPACT-Modell (Rosegrant, 2012) angewendet. Es handelt sich hierbei um ein partielles, komparativ-statisches Gleichgewichtsmodell, das den Agrarsektor von 115 Ländergruppen abbildet. Es beinhaltet 38 landwirtschaftliche Produkte: Die tierischen Produkte Geflügel, Schweine- und Rindfleisch, Eier und Milch ebenso wie diverse Getreide, Gemüse, Früchte, stärkehaltige Wurzel- und Knollenfrüchte, Hülsenfrüchte, Ölsaaten, pflanzliche und tierische Fette und Öle sowie Baumwolle. Das IMPACT-Modell wurde am International Food Policy Research Institute (IFPRI) in Washington entwickelt und wird u. a. für die Analyse der Effekte von Produktivitätssteigerungen, Klimawandel oder Agrarpolitiken angewendet. Im Kern beinhaltet IMPACT ein Gleichungssystem, welches u. a. die Nachfrage nach Nahrungsmitteln, das Angebot von tierischen und pflanzlichen Agrarprodukten sowie die Nachfrage nach Futtermitteln für die beinhalteten Länder darstellt. Der Außenhandel ist als Nettohandel spezifiziert. Das Basisjahr des Modells ist das Jahr 2000 und es erlaubt Projektionen bis zum Jahr 2050.

Ein ökonomisches Gleichgewichtsmodell kann dazu beitragen, komplexe Fragestellungen zu analysieren und helfen, Zusammenhänge zu erkennen, die nicht ohne weiteres offensichtlich sind. Neben einer großen Anzahl ökonomischer Parameter fließen in das IMPACT-Modell ebenfalls Restriktionen bzgl. der Verfügbarkeit von Land und Wasser sowie etwa Fütterungsansprüche in der Tierhaltung ein. Ebenfalls lassen sich aufgrund der Abbildung globaler Handelsströme die Wechselwirkungen zwischen Ländern analysieren, so etwa die Auswirkungen einer geringeren OECD-Nachfrage auf das Weltmarktpreisniveau und dadurch ausgelöste Produktions- und Konsumänderungen im Rest der Welt (RdW).

### 6.2 Modellierung verschiedener Nachfrageszenarien

Als Referenzszenario für das Jahr 2020 wird eine vom IFPRI entwickelte Projektion verwendet, die auf Annahmen bzgl. der Entwicklung des Bevölkerungswachstums gemäß Schätzungen der Vereinten Nationen beruht (mittleres Bevölkerungswachstum gemäß der Revision von 2010) und einer Einkommensentwicklung gemäß der EACC-Studie der Weltbank (Rosegrant, 2012).

Um die Effekte einer verringerten Fleischnachfrage in Industrieländern auf die globalen Agrarmärkte abzuschätzen, simulieren wir 2 zusätzliche Szenarien, die mit dem Referenzszenario verglichen werden: 1) Eine ausschließliche Verringerung des

Fleischkonsums in OECD-Ländern um 19 %, und 2) eine Verringerung des Fleischkonsums in OECD-Ländern um 19 % sowie weitere, aus der Analyse der NVSII-Daten abgeleitete, mit einem geringeren Fleischverzehr einhergehende Konsumänderungen. Hierzu erfolgen Verschiebungen von Nachfragekurven des menschlichen Konsums für die OECD-Länder, die als Präferenzänderungen interpretiert werden können.

#### 6.2.1 Annahmen zum Nachfragerückgang nach Fleisch

Als Basis für die angenommene Nachfragereduktion von Fleisch dient die in Kapitel 5.3 erläuterte Clusteranalyse. Hierbei konnten zwei Gruppen von Verbrauchern identifiziert werden, welche eine hohe Sensibilität für Fragen der Nachhaltigkeit und Gesundheit zeigen. Zu diesen Potenzialgruppen zählt zum einen Typ 3 der „nachhaltigkeitsaffinen Fleischliebhaber“, welcher 21,6 % der Bevölkerung ausmacht und mit einem Durchschnittsverzehr von 163 g pro Tag einen vergleichsweise hohen Fleischkonsum aufweist. Unter der Annahme effektiver Informations- und Gesundheitskampagnen gehen wir davon aus, dass es möglich ist, den Konsum von Fleisch bei dieser Zielgruppe auf etwa 600 g Fleisch pro Woche bis 2020 zu verringern, so dass die gemäß der DGE e. V. (2011) maximal empfohlene Verzehrsmenge eingehalten wird. Gleichzeitig kann man davon ausgehen, dass Typ 5 („nachhaltigkeitsaffine Obst- und Gemüsefans“) ebenfalls durch diese Kampagnen erreicht würde. Dies könnte dazu führen, dass unter diesen Konsumenten eine weitere Fleischreduktion stattfindet, auch wenn diese Gruppe bereits relativ geringe Mengen konsumiert. Für diese Gruppe nehmen wir daher an, dass sich der Konsum auf die empfohlene untere Grenze des maximalen Verzehrs reduziert, d. h. auf 300 g/Woche. Für die restlichen drei Konsumtypen nehmen wir keine bedeutenden Veränderungen in der Nachfrage an. Unter diesen Annahmen würde sich, bezogen auf die Gesamtbevölkerung sowie das Jahr 2006, eine Verringerung der Fleischnachfrage um etwa 22 % ergeben.

#### 6.2.2 Formulierung der Nachfrageverschiebungen

Zusätzlich untersuchten wir mittels linearer, multivariater Regressionsanalysen das Substitutionsverhalten bei einem verringerten Fleischkonsum auf Basis der Verzehrdaten der NVS II. Dabei dient der Fleischverzehr (in g/d), gemessen über die Summenvariable „Fleisch, Wurstwaren, Fleischerzeugnisse und Gerichte auf Basis von Fleisch (z. B. Schnitzel)“ als unabhängige Variable und die jeweilige Verzehrsmenge weiterer Lebensmittel als abhängige Variable. Zusätzlich wurden die Variablen „Alter“ und „Geschlecht“ als unabhängige Variablen in die Regressionen mit aufgenommen, da die NVS II zeigt, dass Geschlecht und Alter in einem deutlichen Zusammenhang mit dem Ernährungsverhalten stehen. So lassen sich die Zusammenhänge zwischen dem Fleischverzehr und dem Verzehr anderer Lebensmittel um die Störvariablen „Alter“ und „Geschlecht“ bereinigen.

Im Ergebnis zeigen die Regressionen überraschenderweise, dass es bei einem verringerten Konsum von Fleisch für den überwiegenden Teil anderer Lebensmittel ebenfalls zu Verzehrsverringerungen kommt. So geht z. B. die Reduktion des Fleischverzehr um 1 kg mit einer Reduktion des Verzehr von „Brot und Brötchen“ um etwa 120 g und einer Reduktion von Bier um etwa 530 ml einher. Lediglich für „Obst und Obsterzeugnisse“ lässt sich feststellen, dass der Konsum mit einer verringerten Fleischverzehrsmenge ansteigt (je kg Fleischreduktion erhöht sich der Obstkonsum um etwa 220 g). Dies deutet darauf hin, dass eine weniger fleischbasierte Ernährung mit einer Reduktion des Verzehr an Lebensmitteln an sich einhergeht. Diese Beobachtung lässt sich durch die Annahme erklären, dass eine fleischarme Lebensweise oft mit einem gesünderen Lebensstil verbunden ist. Der bei Viel-Fleisch-Essern höhere Konsum von Limonaden und Süßwaren untermauert diese Annahme. Der hohe Anteil an Rauchern bei den beiden extrem fleischorientierten Verbrauchertypen (Typ 1 und 2, vgl. Kapitel 5.4) passt ebenfalls in dieses Bild. Darüber hinaus deuten Untersuchungen auch darauf hin, dass Verbrauchergruppen, die wenig Fleisch essen, durchschnittlich einen geringeren BMI (Body Mass Index) aufweisen (Stieß/Hayn 2005).

Die auf Basis der NVS II errechneten Regressionskoeffizienten sind die Grundlage der im Gleichgewichtsmodell simulierten Verschiebung von Nachfragekurven. Hierzu werden zuerst die Produkte der Verzehrstudie in Produktkategorien des Modells umgerechnet. Ein entscheidender Unterschied zwischen den Produkten der NVS II-Daten und denen des Modells liegt darin, dass es sich im Modell um agrarische Rohprodukte handelt (z. B. Weizen, Milch), wohingegen die NVS-Daten Lebensmittel in verzehrbaren, d. h., u. a. in weiterverarbeiteter Form beinhalten (z. B. Käse, Brot und Brötchen). Unter Berücksichtigung der in den jeweiligen Produktgruppen enthaltenen Lebensmittel und Annahmen bzgl. der enthaltenen Rohproduktmengen (z. B., dass die Herstellung von 1 kg Brot etwa 0,8 kg Getreide benötigt) werden zuerst Umrechnungskoeffizienten ermittelt. Durch Multiplikation der Umrechnungskoeffizienten mit den Regressionskoeffizienten ergibt sich schließlich die Änderung der Nachfrage auf Basis des jeweilig zugrunde liegenden Rohprodukts.

Da sich die Verzehrdaten der NVS II auf Konsummuster des Jahres 2006 beziehen, die Nachfrageänderungen für die Simulation allerdings für das Jahr 2020 implementiert werden, werden die Nachfrageverschiebungen entsprechend für das Jahr 2020 angepasst. Die mengenmäßigen Änderungen des Konsums der Rohprodukte werden dann auf Basis der jeweiligen Ausgangsnachfragemengen des IMPACT-Modells in prozentualen Mengenänderungen berechnet (hierbei muss u. a. beachtet werden, dass die NVS II-Daten den tatsächlichen Lebensmittelverzehr beziffern, wohingegen die Nachfragedaten des IMPACT-Modells auch Verluste entlang der Wertschöpfungskette beinhalten). Schließlich ergeben sich die im Modell implementierten Nachfrageshifter. Auf Basis dieser Shifter werden zwei Szenarien simuliert: Für das erste Szenario (S1)

wird in das Modell ein Shifter von -22 % für die Fleischnachfrage in Industrieländern implementiert, und zwar ohne die Berücksichtigung von Nachfrageänderungen bzgl. anderer Lebensmittel. In Szenario 2 (S2) wird dieser Shifter mit den für die anderen Lebensmittel errechneten Shiftern, d. h. mit einer Verringerung der Nachfrage nach Eiern, Milch, Weizen, Kartoffeln und Pflanzenölen und einer Erhöhung der Nachfrage nach Früchten um die jeweiligen Prozentsätze kombiniert. Auf Grund der komplexen Wechselwirkungen innerhalb des Modells ergeben sich im Endeffekt Nachfrageverschiebungen, die geringfügig von den implementierten Shiftern abweichen. Für Fleisch kommt es z. B. anstelle einer implementierten Reduktion von -22 % zu einer effektiven Nachfragereduktion von -18,81 % (vgl. Tab. 4). Mengenmäßig bedeutet dies, dass die Nachfrage nach Fleisch innerhalb der OECD im Jahre 2020 in beiden Szenarien um etwa 23,1 Mio. Tonnen sinkt.

**Tabelle 4: Wirkung der Informationsvariablen (Frames) auf die Experimentalgruppen**

	OECD				
	S1	S2		S1	S2
Fleisch	-18,81 %	-18,79 %	Weizen	0,04 %	-2,00 %
Milch	-0,01 %	-6,20 %	Mais	0,43 %	0,40 %
Eier	-0,30 %	-3,12 %	Früchte	0,01 %	0,50 %
Kartoffeln	0,05 %	-2,24 %	Pflanzenöle	-0,23 %	-0,93 %

### 6.3 Ergebnisdarstellung: Marktbilanzen und globale Agrarpreise

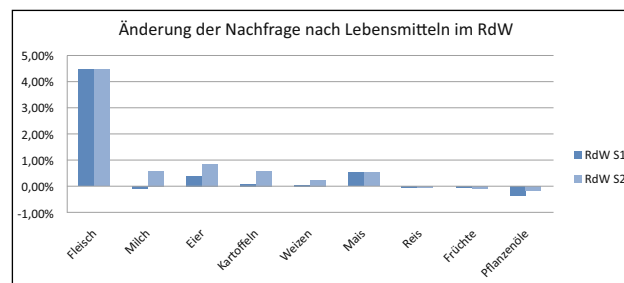
#### 6.3.1 Nachfrageeffekte im Rest der Welt und Weltmarktpreisänderungen

Aufgrund der Veränderungen der Lebensmittelnachfrage in OECD-Ländern sowie der Freisetzung von Futtermitteln (vgl. Tab. 7) und damit verbundenen veränderten Lebensmittelpreisen (vgl. Tab. 5) kommt es zu Änderungen der nachgefragten Menge von Lebensmitteln im RdW (vgl. Abb. 2). Vor allem für Fleisch lässt sich ein deutlicher Nachfrageanstieg um etwa 4,5 % und damit 12,7 Mio. Tonnen im Vergleich zum Referenzszenario verzeichnen. Somit wird also der Großteil (55 %) der verminderten Fleischnachfrage der OECD durch einen erhöhten Fleischkonsum im RdW kompensiert. Diese starke Nachfrageerhöhung ist darin begründet, dass die Nachfrage im RdW auf Grund hoher Preiselastizitäten stark auf die fallenden Fleischpreise reagiert.

In S1 kommt es für die anderen Lebensmittel zu sehr geringen, in S2 hingegen zu größeren Nachfrageänderungen. Dies kommt dadurch zustande, dass in S2 neben der reduzierten Nachfrage nach Fleisch die Nachfrage nach anderen Lebensmitteln ebenfalls reduziert wird (außer für Früchte). Hierdurch kommt es zu stärkeren Preisreduktionen auf dem

Weltmarkt und stärkeren Nachfragereaktionen im RdW. S2 wirkt sich konsequenterweise positiver auf die Ernährungssituation im RdW aus als S1. Für Eier z. B. kommt es in S1 zu einer Nachfragesteigerung um etwa 0,4 %, in S2 hingegen um etwa 0,9 %. Für Mais ist die Nachfragerhöhung zwischen den beiden Szenarien ähnlich hoch. Dies liegt daran, dass für Mais kein Nachfrageshifter für die OECD implementiert wurde. Maispreise sinken somit in beiden Szenarien hauptsächlich aufgrund der verringerten Futtermittelnachfrage. Für Pflanzenöle ist eine leichte Nachfrageverringering zu verzeichnen, da die Preise für Pflanzenöle steigen.

**Abb.2: Änderungen der Lebensmittelnachfrage im RdW im Vergleich zur Referenz**



Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass Konsumenten im RdW von den Nachfrageränderungen der OECD profitieren. Allerdings ist auch festzustellen, dass es weniger die pflanzlichen Lebensmittel sind, welche die Ernährungssituation im RdW verbessern, sondern hauptsächlich das Fleisch. Dies zeigt, dass die freigesetz-

ten Futtermittel bedingt durch eine verringerte Fleischnachfrage in der OECD von den Konsumenten im RdW nur in geringem Umfang als pflanzliche Nahrungsmittel konsumiert werden. Stattdessen wird ein Teil der freigesetzten Futtermittel für die Deckung der gestiegenen Fleischnachfrage im RdW eingesetzt. Hinzu kommt, dass zwar ein Großteil der globalen Maisproduktion als Futtermittel eingesetzt wird, die Futtermittelnutzung von Weizen und v. a. Reis aber eine weitaus geringere Rolle spielt. So kommt es für Weizen zu einer geringeren Freisetzung von Futtermitteln als für Mais und für Reis zu keiner merklichen Freisetzung (vgl. Tab. 7). Für den menschlichen Konsum spielen allerdings v. a. Reis und Weizen eine wichtige Rolle. Gerade die Konsumenten von Reis können somit kaum von der verringerten Futtermittelnachfrage und damit verbundenen fallenden Getreidepreisen profitieren.

In Tab. 5 sind die Änderungen der Weltmarktpreise dargestellt. Diese fallen für Fleisch mit einer Verminderung von etwa 8,6 % in S1 und 8,7 % in S2 sehr deutlich aus. Für alle anderen Produkte, außer für Pflanzenöle, kommt es in beiden Szenarien zu geringen Preissenkungen. Für sämtliche Lebensmittel (außer Früchte) fallen die Preissenkungen in S2 grösser aus als in S1, was an der in S2 zusätzlich zu Fleisch implementierten Nachfragereduktion für diese Produkte liegt. Um die Ursachen des unerwartet geringen Rückgangs der Getreidepreise zu eruieren, wurden explorative Modellrechnungen

ähnlicher Szenarien mit den Simulationsmodellen CAPRI (Britz und Witzke 2012) und ESIM (Grethe 2012) durchgeführt. Beide Modelle zeigen deutlich stärkere Getreidepreiserückgänge. Dies liegt zum einen an den in IMPACT vergleichsweise hohen Preiselastizitäten der Nachfrage nach tierischen Lebensmitteln, wodurch der kompensierende Effekt im RdW höher als in CAPRI und ESIM ausfällt, aber auch an der geringeren Elastizität des Angebots für tierische Produkte, wodurch der globale Produktionsrückgang und die damit verbundene Änderung der Futtermittelnachfrage geringer ausfallen. Daher wurde mit IMPACT zusätzlich eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Hierbei wurden zum einen die Preiselastizitäten der Konsumnachfrage um 50 % reduziert, und zum anderen die Preiselastizitäten des Angebots von Fleisch um 40 % (Rind- und Schaffleisch) bzw. um 100 % (Geflügel- und Schweinefleisch) erhöht. Es ergeben sich ähnliche Weltmarktpreiserückgänge für Fleisch wie unter der Standardparametrisierung, allerdings etwa doppelt so hohe Weltmarktpreiserückgänge für Getreide (Weizen -1,25 % und Mais -2,6 % unter S2).

**Tabelle 5: Änderungen der Weltmarktpreise**

	S1	S2		S1	S2
Fleisch	-8,58 %	-8,67 %	Kartoffeln	-0,30 %	-1,02 %
Eier	-0,83 %	-1,92 %	Maniok	-0,57 %	-0,68 %
Milch	0,11 %	-0,94 %	Früchte	-0,12 %	-0,07 %
Weizen	-0,37 %	-0,79 %	Sojabohnen	-0,64 %	-0,83 %
Mais	-1,28 %	-1,37 %	Pflanzenöle	0,54 %	0,23 %
Reis	-0,24 %	-0,33 %	Ölmehle	-1,99 %	-2,31 %
Sonstiges Getreide	-0,90 %	-1,01 %			

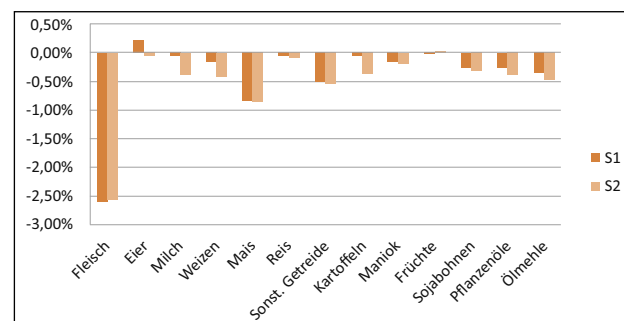
Sowohl Konsumenten innerhalb der OECD als auch im RdW profitieren von den gesunkenen Lebensmittelpreisen, v. a. den verringerten Fleischpreisen. Allerdings werden insbesondere ärmere Bevölkerungsschichten (v. a. in Städten mit Anbindung an internationale Märkte in Entwicklungs- und Schwellenländern) von den Preissenkungen profitieren, welche i. d. R. einen überproportional hohen Anteil ihres Einkommens für Lebensmittel ausgeben. Produzenten der jeweiligen Agrarprodukte sind hingegen negativ betroffen.

### 6.3.2. Änderungen der globalen Agrarproduktion

Aus der Summe der Veränderungen der Lebensmittelnachfrage der OECD-Länder sowie dem RdW und der Veränderungen der Futtermittelnachfrage lassen sich Veränderungen der globalen Agrarproduktion errechnen. Diese sind in Abb. 3 dargestellt. Für Fleisch kommt es zu einer Reduktion der Produktion um etwa 2,5 %. Auch für alle anderen Produkte (außer Eiern in S1 und Früchten in S2) sinkt die weltweite Produktion.

Insgesamt fällt der globale Produktionsrückgang für die pflanzliche Produktion allerdings sehr mäßig aus: Mit Ausnahme von Mais und Kartoffeln liegt er unterhalb von 0,5 %. Innerhalb des Getreides weist die Produktionsveränderung für Mais mit etwa -0,8 % den höchsten Wert auf. Dies ist mit der relativ starken Verringerung der Futternachfrage (im Vergleich zu den anderen Getreidearten) und einem geringen Lebensmittelnachfrageanstieg für Mais im RdW verbunden. Die geringe Reduktion der Getreideproduktion auf globaler Ebene kommt aufgrund folgender Aspekte zustande: Zum einen wird ein Teil der verringerten Futtermittelnachfrage, welche durch die reduzierte Fleischnachfrage der OECD-Länder erfolgt, durch den Nachfrageanstieg nach Fleisch im RdW wieder gemindert; zum anderen kommt es zu einem Nachfrageanstieg nach Mais und Weizen für die menschliche Ernährung (auf Grund der gefallenen Getreidepreise); des Weiteren werden nur geringe Mengen an Weizen und v. a. Reis freigesetzt, da sie eine relativ geringe Rolle in der Futtermittelverwendung spielen (vgl. Tab. 7).

**Abb.3: Änderungen der globalen Produktionsmengen**



Obwohl lediglich innerhalb der OECD-Länder eine Verringerung der Lebensmittelnachfrage erfolgt, ergibt sich eine Reduktion der globalen Agrarproduktion aus Produktionsänderungen innerhalb der OECD-Länder sowie Änderungen des Angebots im RdW (vgl. Tab. 6). Beide Länderaggregate sind von ähnlichen relativen Produktionsrückgängen betroffen und es kommt zu einer Veränderung der Außenhandelspositionen: Für diejenigen Lebensmittel, welche die OECD in der Ausgangsbasis importierte, führt die verringerte Nachfrage innerhalb der OECD zu verringerten Absatzmengen für den RdW. Zum anderen führt ein Teil der verminderten Nachfrage nach Lebensmitteln in Industrieländern zu einer Erhöhung der Exportmengen für diese Produkte seitens der OECD in den RdW. Im Endeffekt sind somit sowohl Produzenten innerhalb der OECD-Länder wie auch im RdW von den veränderten Nachfrageveränderungen innerhalb der OECD in negativer Weise betroffen.

In Tab. 7 sind die Veränderungen der Futtermittelnachfrage dargestellt. Die ersten beiden Spalten zeigen die jeweilige Futtermittelnachfrage des Referenzszenarios in Mio. Tonnen und als prozentualen Anteil an der globalen Produktion des jeweiligen Agrarprodukts. Hier zeigt sich die vergleichsweise hohe Bedeutung der Futternachfrage

**Tabelle 6: Reduktion der Agrarproduktion innerhalb der OECD-Länder und dem RdW im Vergleich zum Referenzszenario**

	OECD	RdW	RdW	RdW
		S1	S2	
Fleisch	-2,59 %	-2,58 %	-2,53 %	-2,56 %
Eier	0,35 %	0,19 %	0,13 %	-0,12 %
Milch	-0,30 %	0,13 %	-0,66 %	-0,16 %
Weizen	-0,15 %	-0,15 %	-0,44 %	-0,39 %
Mais	-0,91 %	-0,74 %	-0,94 %	-0,76 %
Sonstiges Getreide	-0,59 %	-0,42 %	-0,63 %	-0,45 %
Kartoffeln	-0,06 %	-0,07 %	-0,36 %	-0,38 %
Früchte	0,02 %	0,00 %	0,06 %	0,04 %
Pflanzenöle	-0,23 %	-0,26 %	-0,35 %	-0,39 %
Ölmehle	-0,28 %	-0,39 %	-0,40 %	-0,54 %

nach Mais. Aufgrund der Tatsache, dass wesentlich größere Mengen an Mais verfüttert werden als z. B. Weizen, kommt es hier auch zu stärkeren absoluten Rückgängen der Futternachfrage. Gemessen an der globalen Produktionsmenge verringert sich die Futtermittelnachfrage für Mais um 1 %, bzw. um 1,7 Mio. Tonnen in S1 und 1,55 Mio. Tonnen in S2. Für alle anderen Futtermittel sind die Rückgänge sowohl absolut als auch gemessen an der globalen Produktion deutlich geringer. Im Allgemeinen sind die Änderungen zwischen den beiden Szenarien sehr ähnlich, da die Änderungen der Produktion tierischer Lebensmittel zwischen den Szenarien ebenfalls sehr ähnlich sind.

**Tabelle 7: Verringerung der Futtermittelnachfrage**

	Globale Futtermittelnachfrage (Mio. Tonnen)	Anteil des Futtermittels an der globalen Produktion	Änderung der Futtermittelnachfrage (Mio. Tonnen)	Anteil an globaler Produktion		
				Referenzszenario 2020	Änderung der Futtermittelnachfrage (Mio. Tonnen)	
			S1	S2		
Weizen	112.6	13.45 %	-1.71	-0.20 %	-1.55	-0.19 %
Mais	661.7	62.98 %	-10.36	-0.99 %	-10.56	-1.01 %
Reis	14.5	2.93 %	-0.20	-0.04 %	-0.22	-0.04 %
Sonstiges Getreide	196.2	52.25 %	-2.27	-0.60 %	-2.39	-0.64 %
Kartoffeln	51.3	12.54 %	-0.55	-0.13 %	-0.47	-0.11 %
Maniok	59.9	19.69 %	-0.87	-0.28 %	-0.90	-0.30 %
Ölmehle	165.6	88.29 %	-0.64	-0.34 %	-0.86	-0.46 %



## 7 Schlussfolgerungen

Die Auswertung der NVS II-Daten ergibt das interessante Bild, dass bei einem verringerten Konsum von Fleisch auch viele andere Lebensmittel in geringerem Maß verzehrt werden, dass eine fleischarme Lebensweise also oftmals mit einer insgesamt kalorienärmeren Ernährung verbunden ist. Dieses Ergebnis stellt die in vielen Modellanalysen (Rosegrant et al. 1999; Stehfest et al. 2009) angenommene, vollständige kalorische und Eiweißkompensation durch einen höheren Konsum pflanzlicher Lebensmittel in Frage. Verzichtet man im Rahmen von Modellanalysen auf diese Kompensation oder geht sogar, wie in Szenario 2 in dieser Studie, davon aus, dass sich mit einem abnehmenden Fleischkonsum auch der Verzehr einiger pflanzlicher Lebensmittel verringert, ergeben sich potenziell stärkere Auswirkungen auf das globale Agrarpreisniveau. Die Ergebnisse der Modellanalyse zeigen, dass die Auswirkungen eines Rückgangs des Konsums tierischer Produkte in den Industrieländern auf die globalen Preise für pflanzliche Produkte durch zahlreiche Anpassungseffekte gedämpft werden. So wird die Reduktion der Futtermittelnachfrage, welche aus der reduzierten Fleischnachfrage der OECD-Länder resultiert, durch den Nachfrageanstieg nach Fleisch in den Nicht-OECD-Ländern wieder gemindert; zudem kommt es zu einem Anstieg der Nachfrage nach Mais und Weizen für die menschliche Ernährung. Insgesamt hat die vorliegende Modellanalyse zum Ergebnis, dass zwar der Weltmarktpreis für Fleisch relativ stark fällt, die Preisrückgänge für Getreide allerdings unterhalb von 1,4 % liegen. Diese Ergebnisse lassen die Schlussfolgerung zu, dass der Effekt auf die globale Ernährungssicherheit relativ gering wäre.

Allerdings sind die simulierten, unerwartet geringen, Rückgänge der Getreidepreise vor dem Hintergrund der gegenwärtigen Modellspezifikation des IMPACT-Modells einzuordnen. Explorative Modellrechnungen ähnlicher Szenarien mit den Simulationsmodellen CAPRI und ESIM zeigen deutlich stärkere GetreidepreISRückgänge, vor allem aufgrund der unterschiedlichen Parametrisierung der Angebots- und Nachfragesysteme und der Abbildung der Substitutionsbeziehungen zwischen Grün- und Ackerland. Erste explorative Sensitivitätsanalysen mit dem IMPACT-Modell zeigen deutlich stärkere GetreidepreISRückgänge von bis zu 2,6 % und weitere Sensitivitätsanalysen sind erforderlich, um die Treiber und Größenordnungen der Ergebnisse besser abschätzen zu können.

Im Gegensatz zu Common-Sense-Annahmen in der politischen Debatte führt eine Reduktion der Fleischnachfrage in den OECD-Ländern aufgrund der globalen Preiseffekte nur zu einem begrenzten Rückgang der globalen Gesamtnachfrage. Anpassungseffekte durch eine steigende Fleischnachfrage in anderen Regionen bewirken, dass die Auswirkungen auf Umwelt, Klima und Ernährungssicherung geringer ausfallen als in der Öffentlichkeit vermutet. Die Modellsimulation lässt

allerdings außer Acht, dass das Konsumhandeln in den Industrieländern global eine wichtige Leitbildfunktion hat, Reduktionen dort also modellhaften Charakter haben und damit ggf. langfristige Effekte anstoßen, die in der Simulation nicht erfasst sind. Zudem würde eine Angleichung des Fleischkonsums zwischen Industrie- und Entwicklungsländern auf einem mittleren Niveau nach dem derzeitigen Stand der Ernährungsforschung per se positive Gesundheitseffekte bewirken. Hinzu kommen die positiven Einkommenseffekte für die Konsumenten.

Neben diesen generellen Effekten auf die Märkte erlaubt die Studie interessante Aussagen für einzelne Zielgruppen. Offen bleibt dabei die in der Knowledge-Gap-Hypothese der verbraucherpolitischen Forschung seit geraumer Zeit diskutierte Problematik der Erreichbarkeit von gering gebildeten Personengruppen mit besonders negativen Verhaltensmustern, die mit einer Informationskampagne nicht erreichbar sind. Vielmehr führt Aufklärung tendenziell zu einer noch stärkeren Kluft zwischen dieser Gruppe und den schon vorher besser informierten Konsumenten. Die identifizierten Verbraucher mit extrem hohem Fleischkonsum, die eigentlich im Vordergrund einer Reduktionskampagne stehen sollten, könnten wohl nur durch finanzielle Anreizsysteme angesprochen werden.

Hinsichtlich der in diesem Projekt erfolgten Kombination der Analyse des Konsum- und Entscheidungsverhaltens in Bezug auf den Fleischkonsum und einer Simulationsmodellanalyse lässt sich festhalten, dass die gegenseitige Ergänzung sehr erfolgreich war und sich zahlreiche Möglichkeiten für eine Weiterentwicklung ergeben. Eine sinnvolle Szenarien-Spezifikation für Modellanalysen erfordert sowohl empirische Informationen darüber, welche Bevölkerungsgruppen durch Maßnahmen zu einer Verringerung des Fleischverbrauchs erreicht werden können, als auch über ihr spezifisches Substitutionsverhalten.

Die Studie hat die negativen Wirkungen auf landwirtschaftliche Einkommen nicht weiter diskutiert. Eingriffe des Staates in die Präferenzen der Nachfrager werden aller Voraussicht nach auf erheblichen Widerstand von Produzentengruppen stoßen, auch wenn ein vergleichsweise weiches Politikinstrumentarium Anwendung findet. Insgesamt kann die Arbeit zum gegenwärtigen Zeitpunkt im Sinne der Szenarienanalyse nur einen ersten Beitrag zur Simulation möglicher gesellschaftlicher Entwicklungspfade liefern – eine konkrete Politikempfehlung beinhaltet sie nicht. Dafür bedarf es noch weiterer Studien, die z. B. als Längsschnittanalysen präzisere Informationen über Substitutionsprozesse bei Reduktion des Fleischverzehrs liefern.

## 8 Literaturverzeichnis

AHLHEIM, M.:

Verbraucherschutz als ordnungspolitische Aufgabe, in: Orientierungen zur Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik, 129. Jg., Nr. 3 (2011), S. 2–6

AIKING, H.:

Future protein supply, in: Trends in Food Science & Technology Vol. 22 (2011), S. 112–120.

ASNER, G. P., ELMORE, A. J., OLANDER, L. P., MARTIN, R. E., HARRIS, A. T.:  
Grazing Systems, Ecosystem Responses, and Global Change, in: Annual Review of Environment and Resources Vol. 29 (2004), S. 261–299

AUNE, D., URSIN, G., VEIERØD, M. B.:

Meat consumption and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and metaanalysis of cohort studies, in: Diabetologia Vol. 52, No. 11 (2009), S. 2277–2287

BDI (Hrsg.):

Verbraucherpolitik in der Marktwirtschaft, Diskussionspapier, o. J.,  
[http://www.bdi.eu/download\\_content/GesellschaftVerantwortungUndVerbraucher/Diskussionspapier\\_Verbraucherpolitik.pdf](http://www.bdi.eu/download_content/GesellschaftVerantwortungUndVerbraucher/Diskussionspapier_Verbraucherpolitik.pdf) [01.02.2013]

BIEVERT, B.:

Grundzüge der Verbraucherpolitik in der Bundesrepublik Deutschland, in: Hansen, U., Stauss, B., Riemer, M. (Hrsg.): Marketing und Verbraucherpolitik, Stuttgart, Schaeffer-Poeschel, 1982, S. 43–55

BOUWMAN, A. F., VAN DER HOEK, K. W., EICKHOUT, B., SOENARJO, I.:

Exploring changes in world ruminant production systems, in: Agricultural Systems Vol. 84, No. 2 (2005), S. 121–153.

BRADFORD, G. E.:

Contributions of animal agriculture to meeting global human food demand, in: Livestock Production Science Vol. 59 (1999), S. 95–112.

BRITZ, W. (Hrsg.):

CAPRI Model Documentation 2012. Bonn, 2012

BRUINSMA, J.:

The Resource Outlook to 2050: By how much Do Land, Water and Crop Yields Need to Increase by 2050? Paper presented at the FAO Expert Meeting, 24–26 June 2009, Rome, on “How to Feed the World in 2050”, 2009

BUYX, A.:

Können, sollen, müssen? Public Health-Politik und libertärer Paternalismus, in: Ethik in der Medizin, 22. Jg., Nr. 3 (2010), S. 221–234

CHAO, A., THUN, M. J., CONNELL, C. J., MCCULLOUGH, M. L., JACOBS, E. J., FLANDERS, W. D., RODRIGUEZ, C., SINHA, R., CALLE, E. E.:  
Meat consumption and risk for colorectal cancer, in: The American Journal of the American Medical Association Vol. 293, No. 2 (2005), S. 172–182

CORDTS, A., WITTIG, F., SCHULZE, B., EISINGER-WATZL, M., HEUER, T., SPILLER, A.; HOFFMANN, I.:

Eine Typologisierung zum Vergleich männlicher Bio-Käufer und Nicht-Bio-Käufer: Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Ernährungs-, Gesundheits- und Kaufverhalten, in: Ernährungs Umschau, im Druck, 2013.

CHRISTOPH, I., DRESCHER, L. S., ROOSEN, J.:

„5 am Tag“: Eine Untersuchung am Point of Sale, in: Ernährungsumschau, 53. Jg., Nr. 8 (2006), S. 300–305

DE BOER, J. HOOGLAND, C. T., BOERSEMA, J. J.:

Towards more sustainable food choices: Value priorities and motivational orientations, in: Food Quality and Preference 18, No. 7 (2007), S. 985–996

DE HAAN, C., SCHILLHORN VAN VEEN, T., BRANDENBURG, B., GAUTHIER, J., LE GALL, F., MEARNES, R., SIMEON, M.:

Livestock Development: Implications for Rural Poverty, the Environment, and Global Food Security. The World Bank, Washington, D.C. 2001

DEIMEL, I., FRANZ, A., FRENTROP, M., VON MEYER, M., SPILLER, A., THEUVSEN, L.:

Perspektiven für eine Europäisches Tierschutzlabel, Bonn, 2010, <http://download.ble.de/08HS010.pdf> [10.02.2013] DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V.): Die Nährstoffe. Bausteine für Ihre Gesundheit. 3. Auflage, 2011, <http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=1210>, [01.02.2013]

- ECKERT, S.:  
Einsatz eines Leitbildes für nachhaltigen Konsum im Rahmen einer aktivierenden Verbraucherpolitik, Dissertation, TU München, 2008, <http://d-nb.info/992292719/34> [01.02.2013]
- ELFERINK, E. V., NONHEBEL, S.:  
Variations in land requirements for meat production, in: *Journal of Cleaner Production* Vol. 15, No. 18 (2007), S. 1778–1786
- ELFERINK, E. V., NONHEBEL, S., MOLL, H. C.:  
Feeding livestock food residue and the consequences for the environmental impact of meat, in: *Journal of Cleaner Production* Vol. 16 (2008), S. 1227–1233
- FAO:  
World Agriculture: Towards 2030/2050 - Interim Report.  
Rome, FAO Global Perspective Studies Unit 2006
- FAO:  
The State of Food and Agriculture. Livestock in the balance, 2009,  
<http://www.fao.org/docrep/012/i0680e/i0680e00.htm> [10.02.2013]
- GODFRAY, H. C. J., BEDDINGTON, J. R., CRUTE, I. R., HADDAD, L., LAWRENCE, D., MUIR, J. F., PRETTY, J., PRETTY, J., ROBINSON, S., THOMAS, S. M., TOULMIN, C.:  
Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People, in: *Science* Vol. 327 (2010), S. 812–818
- GOSSARD, M. H., YORK, R.:  
Social structural influences on meat consumption, in: *Human, Ecology Review*, 10, 2003, S. 1–9
- GRETHE, H.:  
High Animal Welfare Standards in the EU and International Trade – How to Deal with Potential „Low Animal Welfare Havens“? *Food Policy*, 3 (2009): 315–333
- GRETHE, H. (Hrsg.):  
European Simulation Model (ESIM): Documentation (Model Code, Parameterization, Database), Hohenheim, December 2012
- GRETHE, H., DEMBELE, A., DUMAN, N.:  
How to feed the world's growing billions: understanding FAO world food projections and their implications, Berlin, 2011, WWF Deutschland
- GRUNERT, K.G.:  
Future Trends and Consumer Lifestyles with Regard to Meat Consumption, in: *Meat Science* Vol. 74, No. 1 (2006), S. 149–160
- GUENTHER, P. M., JENDSEN, H. H., BATRES-MARQUEZ, S., P., CHEN, C.-F.:  
Sociodemographic, knowledge, and attitudinal factors related to meat consumption in the United States, Vol. 105, No. 8 (2005), S. 1266–1274
- HARPER, G., HENSON, S.:  
Consumer concerns about Animal Welfare and the impact on food choice. EU FAIR CT98–3678, University of Reading, UK, 2001, [http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/eu\\_fair\\_project\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/eu_fair_project_en.pdf) [26.01.2013]
- HERRERO, M., THORNTON, P. K., GERBER, P., REID, R. S.:  
Livestock, livelihoods and the environment: understanding the trade-offs, in: *Current Opinion in Environmental Sustainability* Vol. 1 (2009), S. 111–120
- HUIJBREGTS, P. P. C. W., FESKENS, E. J. M., KROMHOUT, D.:  
Dietary patterns and cardiovascular risk factors in elderly men: The Zutphen Elderly Study, in: *International Journal of Epidemiology* Vol. 24 (1995), S. 313–320
- KAYSER, M., SCHLIEKER, K., SPILLER, A.:  
Die Wahrnehmung des Begriffs „Massentierhaltung“ aus Sicht der Gesellschaft, in: *Berichte über Landwirtschaft* Vol. 90 (2012), S. 417–428
- KEYZER, M.A., MERBIS, M.D., PAVEL, I.F.P.W., VAN WESENBEECK, C.F.A.:  
Diet shifts towards meat and the effects on cereal use: can we feed the animals in 2030, in: *Ecological Economics* Vol. 55, No. 2 (2005), S. 187–202
- KIRCHGÄSSNER, G.:  
Sanfter Paternalismus, meritorische Güter und der normative Individualismus, Working Paper No 2012-09, Crema Research Basel, 2012, <http://www.crema-research.ch/papers/2012-09.pdf> [5.02.2013]
- KOTLER, P., ZAHLTMAN, G.:  
Social Marketing: An Approach to Planned Social Change, in: *Journal of Marketing* Vol. 35, July (1971), S. 3–12
- LAU, N.:  
Die Rolle des Wettbewerbs beim Verbraucherschutz, in: *Orientierungen zur Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik*, 129. Jg., Nr. 3 (2011), S. 10–13

LEA, E., WORSLEY, A.:

Influences on meat consumption in Australia, in: *Appetite* Vol. 36 (2): 127-136, 2001

MCCARTHY, M., O'REILLY, S., COTTER, L., DE BOER, M.:

Factors influencing consumption of pork and poultry in the Irish market, in: *Appetite* Vol. 43 No. 1 (2004), S. 19-28

MICHA, R., WALLACE, S., K., MOZAFFARIAN, D.:

Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and diabetes: A systematic review and meta-analysis, in: *Circulation* Vol. 121 (2010), S. 2271-2283 MRI (Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel) (Hrsg.) a: Nationale Verzehrsstudie II. Ergebnisbericht, Teil 1. Die bundesweite Befragung zur Ernährung von Jugendlichen und Erwachsenen, 2008, <http://www.mri.bund.de/de/veroeffentlichungen/archiv/2008.html> [15.05.2012]

MRI (Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel) (Hrsg.) b: Nationale Verzehrsstudie II. Ergebnisbericht, Teil 2. Die bundesweite Befragung zur Ernährung von Jugendlichen und Erwachsenen, 2008. <http://www.mri.bund.de/de/veroeffentlichungen/archiv/2008.html> [15.05.2012]

NAYLOR, R., STEINFELD, H., FALCON, W., GALLOWAY, J., SMIL, V., BRADFORD, E., ALDER, J., MOONEY, H.:

Losing the links between livestock and land, in: *Science* Vol. 310 (2005), S. 1621-1622

PIMENTEL, D., PIMENTEL, M.:

Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment, in: *American Journal of Clinical Nutrition* Vol. 78, No. 3 (2003), S. 660-663

ROSEGRANT, M. W., LEACH, N., GERPACIO, R. V.:

Meat or wheat for the next millennium? Alternative futures for world cereal and meat consumption. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58 (1999): 219-234.

ROSEGRANT, M. (Hrsg.):

International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade (IMPACT): Model Description, International Food Policy Research Institute Washington, D.C. 2012

SONG, Y., MANSON, J. E., BURING, J. E., LIU, S.:

A prospective study of red meat consumption and Type 2 Diabetes in middle-aged and elderly woman, in: *Diabetes Care* Vol. 27, No. 9 (2004), S. 2108-2115

SPILLER, A., SCHULZE, B.:

Zukunftsperspektiven der Fleischwirtschaft – Verbraucher, Märkte, Geschäftsbeziehungen, Göttingen, 2008

STEHFEST, E., BOUWMAN, L., VAN VUUREN, D. P., DEN ELZEN, M. G. J., EICKHOUT, B., KABAT, P.:

Climate benefits of changing diet, in: *Climatic change* Vol. 95, No. 1 (2009), S. 83-102

STEINFELD, H., GERBER, P., WASSENAAR, T., CASTEL, V., ROSALES, M., DE HAAN, C.:

Livestock's Long Shadow: environmental issues and options. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome 2006, <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM> [10.02.2013]

STIEß, I., HAYN, D.:

Ernährungsstile im Alltag: Ergebnisse einer repräsentativen Untersuchung. Ernährungswende-Diskussionspapier Nr. 5, Frankfurt a. M., 2005, [http://www.isoe.de/ftp/EW\\_DP\\_Nr5.pdf](http://www.isoe.de/ftp/EW_DP_Nr5.pdf) [27.10.2009]

TAVANI, A., LA VECCINA, C., GALLUS, S., LAGIOU, P., TRICHOPOULUS, D., LEVI, F., NEGRI, E.:

Red meat intake and cancer risk: A study in Italy, in: *International Journal of Cancer* Vol. 86 (2000), S. 425-428

TÄNZLER, D., SCHULZ, A., CARISUS, A.:

Nachhaltigkeit und Verbraucherpolitik: Ansätze und Maßnahmen in anderen Ländern (2005), <http://download.ble.de/04HS049.pdf> [10.02.2013]

THALER, R. H., SUNSTEIN, C. R.:

Nudge. Improving decisions about health, wealth, and happiness, Yale University Press, New Haven u. a., 2008

WANDEL, M., BUGGE, A.:

Environmental concern in consumer evaluation of food quality, in: *Food Quality and Preference* Vol. 8 (1997), S. 19-26

WEISS, W.:

Gesundheit, in: BRUNNER, K.-M.; GEYER, S.; JELENKO, M.; WEISS, W., ASTLEITHNER, F. (Hrsg.): Ernährungsalldag im Wandel: Chancen für Nachhaltigkeit, Wien, 2007, S. 149-171

# Ökologische Landwirtschaft als ein Baustein zur Sicherung der Welternährung? Eine kritische Bestandsaufnahme und ökonometrische Analyse

Barbara Heinrich, Nadine Würriehausen, Karla Hernández Villafuerte,  
Dr. Sebastian Lakner, Prof. Dr. Stephan von Cramon-Taubadel

Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung  
Arbeitsbereich Agrarpolitik, Georg-August-Universität Göttingen

## Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung .....	138
2 Ökologischer Landbau weltweit: Flächen- und Konsumententwicklung im Überblick .....	141
3 Theoretische Bestimmungsgründe für die Ausbreitung des ökologischen Landbaus .....	146
4 Ergebnisse: Bestimmungsfaktoren des Ökolandbaus und seiner Ausbreitung sowie die Folgen für die landwirtschaftliche Produktivität .....	149
4.1 Modell zur Ermittlung der räumlichen Bestimmungsfaktoren des Ökolandbaus .....	149
4.2 Zusammenhang zwischen staatlicher Regulierung und der Ausbreitung des ökologischen Landbaus .....	157
4.3 Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Ökofläche und der landwirtschaftlichen Produktivität .....	159
5 Schlussfolgerungen und Ausblick .....	164
6 Literaturverzeichnis .....	166
7 Anhang .....	171

## 1 Einleitung

Im Jahr 2009 veröffentlichte die Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen, die FAO, einen Bericht mit dem Titel „How to Feed the World in 2050“. Eine der Kernaussagen dieser Studie ist, dass die Lebensmittelproduktion bis 2050 um 70 % gesteigert werden muss, um der Weltbevölkerung genügend Nahrungsmittel zu Verfügung zu stellen. Ursächlich hierfür sind laut FAO eine wachsende Weltbevölkerung und insgesamt steigende Einkommen. Weiterhin wird von einer zunehmenden Urbanisierung ausgegangen, die mit sich verändernden Ernährungsgewohnheiten einhergeht (FAO 2009). Die FAO schätzt die Zahl der in extremer Armut lebenden Menschen auf 1,4 Mrd. und die der chronisch unterernährten auf etwa 870 Mio. bzw. jeden achten Menschen weltweit. Von ihnen leben etwa 65 % in Asien (überwiegend Süd- und Ostasien) und etwa 27 % in Subsahara-Afrika. Während sich die Ernährungssituation in Lateinamerika und einigen Teilen Asiens – wenn in Asien auch auf hohem Niveau – in den letzten 20 Jahren verbesserte, hat sie sich in weiten Teilen Afrikas und in Westasien verschlechtert. Die meisten der extrem Armen leben in ländlichen Gebieten und sind von der Landwirtschaft und verwandten Bereichen abhängig (FAO et al. 2012).

Vier Organisationen mit Sitz in Rom<sup>1</sup> haben zur Konferenz Rio+20 im November 2011 ein gemeinsames Dokument verabschiedet, in dem sie sich zu den Ursachen der Welternährungssituation äußern und Empfehlungen aussprechen, um diese nachhaltig zu verbessern. Darin wird deutlich, dass die Ernährungssicherung der von Hunger und Unterernährung betroffenen Menschen als ein sehr komplexes Problem auf verschiedenen Ebenen begriffen wird. Zu den dort genannten Ursachen zählen nicht-nachhaltige Entwicklungsmodelle, die zur Degradierung der natürlichen Umwelt und der Bedrohung von Ökosystemen und der Biodiversität führen und damit die Lebens- und Ernährungsgrundlagen zerstören. Weiterhin nehmen globale Risiken wie Wetterextreme und Naturkatastrophen, hohe Preisvolatilitäten und Marktrisiken zu, wodurch auch die Ernährungsunsicherheit steigt. In dem gesamten Kontext wird Landwirtschaft sowohl als Verursacherin als auch als möglichen Lösungsansatz gesehen. Nicht-nachhaltige Agrarsysteme tragen demnach zu sozialen und ökologischen Fehlentwicklungen bei, während nachhaltige Landwirtschaft als Grundpfeiler einer nachhaltigen Entwicklung insgesamt gesehen wird (FAO et al. 2011).

Laut FAO et al. (2011) muss die vorhandene Ackerfläche zudem aufgrund der steigenden Weltbevölkerung und zunehmender Ressourcenknappheit – bei gleichzeitig nachhaltigerer Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen und der Bereitstellung von Umweltleistungen – produktiver als bisher genutzt werden. Dafür sind Ansätze nötig,

<sup>1</sup> Die FAO, der Internationale Fond für landwirtschaftliche Entwicklung (IFAD), das Welternährungsprogramm (WFP) und Bioversity International.

die natürliche agrarökologische Prozesse, moderne Technologien und traditionelles Wissen nutzen. Weiterhin muss das Agrarsystem die menschlichen Gemeinschaften aber auch die Ökosysteme resistenter gegenüber externen Risiken machen. Dies erfordert massive Anstrengungen auf politischer Ebene aber auch signifikante Investitionen in Forschung, Technologieentwicklung und Humankapital (FAO et al. 2011).

Die weltweit 500 Mio. Kleinbäuerinnen und -bauern, die in Asien und Afrika bis zu 80 % der landwirtschaftlichen Fläche bewirtschaften, bilden das Rückgrat vieler ländlicher Gemeinschaften – eine Verbesserung ihrer Situation und Stärkung ihrer Rechte, insbesondere auch die der Frauen, gilt als entscheidend für einen gelingenden Wandel der Agrarsysteme. Wirtschaftswachstum im Agrarbereich gilt als doppelt so effektiv bei der Armutsreduzierung wie Wachstum in anderen Wirtschaftsbereichen. Kleinbäuerinnen und -bauern besitzen das Potenzial einen wesentlichen Beitrag zur Ernährungssicherung und nachhaltigem Wachstum in ländlichen Gebieten zu leisten. Bildung, Ausbildung und die Entwicklung der dazu notwendigen Fähigkeiten sind hierbei entscheidend (FAO et al. 2011).

Der ökologische Landbau, nach dessen Grundsätzen die Gesundheit der Böden, Ökosysteme und Menschen gestärkt und erhalten sowie ökologische Prozesse, Biodiversität und lokal angepasste Kreisläufe genutzt werden (IFOAM 2008), erfüllt eine Reihe der genannten Empfehlungen zur Umstrukturierung der Agrarsysteme. So wurde im Mai 2007 in der Abschlusserklärung der FAO-Konferenz zum Thema ökologische Landwirtschaft und Welternährung festgehalten, dass die ökologische Landwirtschaft durchaus in der Lage sei, maßgeblich zur globalen Ernährungssicherheit beizutragen (FAO 2007).

Die Anwendung ökologischer Methoden erfordert genaue Kenntnisse der natürlichen Regulationsmechanismen der Ökosysteme, da diese für den Anbau genutzt werden. Daher gilt der ökologische Landbau als wissensintensiv (Gerber et al. 1996, Padel 2001). Diese Wissensintensität erhöht die Einstiegshürden und schließt diejenigen aus, für die die Hürde zu groß ist. Zudem ist für den Verkauf der Überschüsse – wenn Produkte als ‚Öko‘ vermarktet werden sollen – eine Zertifizierung nötig, die Kosten verursacht. Auch hier können einige ausgeschlossen werden, wenn es keine adäquate Unterstützung durch Behörden oder Organisationen gibt. Als ein weiterer Nachteil des Ökolandbaus wird häufig angeführt, dass dieser im Vergleich zu konventionellen Produktionssystemen niedrigere Erträge liefert. Viele Studien versuchen, diesen Unterschied zu quantifizieren. Da dies immer nur für einen bestimmten Standort und unter bestimmten Bedingungen geschieht, haben verschiedene Autoren diese einzelnen Studien in sog. Meta-Analysen zusammengefasst (Badgley et al. 2007, de Ponti et al. 2012, Seufert et al. 2012). Diese kommen überwiegend zu dem Schluss, dass die Erträge im Ökolandbau niedriger sind als in der konventionellen Landwirtschaft.

Allerdings zeigen auch einige Studien, dass der Ökolandbau in Entwicklungsländern durchaus Ertragsvorteile gegenüber traditionellen oder konventionellen Anbauvarianten besitzen kann. Kritiker des Ökolandbaus argumentieren, dass aufgrund häufig niedrigerer Erträge im Ökolandbau mehr Anbaufläche benötigt wird, um mit den derzeitigen Erträgen der konventionellen Landwirtschaft mithalten zu können (z. B. Trewavas 2001). Dieser Argumentation folgend, wären ökologische Anbaumethoden kein Instrument zur Reduzierung von Hunger und Armut. Wie oben gezeigt, ist es jedoch fraglich, ob eine Verbesserung der Ernährungssituation vieler Menschen durch maximale Erträge – unabhängig davon, zu welchen ökologischen Kosten sie erzielt werden – erreicht werden kann oder ob nicht vielmehr neben den Flächenerträgen weitere Aspekte zur Bekämpfung von Hunger und Armut einbezogen werden müssen. Dies bedeutet nicht, dass Ökolandbau generell und immer besser geeignet ist als die konventionelle Landwirtschaft. Reganold (2012) vertritt in diesem Zusammenhang die Meinung, dass keines der beiden Systeme allein ausreichen wird, das Welternährungsproblem unter Berücksichtigung ökologischer Herausforderungen zu lösen. Vielmehr sollte die Öko-Produktion als eine mögliche Ergänzung – als ein Komplementär – zu mehrheitlich angewendeten konventionellen Systemen verstanden werden, um den regionalen Verhältnissen angepasste Strategien zur Ernährungssicherung zu verfolgen, nicht als globale Alternative.

Die Diskussion zur Eignung des Ökolandbaus als Baustein zur Sicherung der Welternährung ist vielfältig und kontrovers. In diesem Bericht wird Ökolandbau als eine Form der Landbewirtschaftung verstanden, die dazu beitragen kann, den ökologischen Herausforderungen weltweit zu begegnen, regional Erträge zu sichern und zu erhöhen, neue Absatzmärkte auch für Kleinbäuerinnen und -bauern in wirtschaftlich benachteiligten Regionen zu erschließen und so deren wirtschaftliche Situation zu verbessern und zu ihrer Ernährungssicherung beizutragen.

Der ökologische Landbau hat sich insbesondere im letzten Jahrzehnt stark ausgedehnt. Zielsetzung dieser Studie ist es, die Bestimmungsgründe für diese heterogene Ausdehnung zu untersuchen und die Folgen des ökologischen Landbaus für die Entwicklung der landwirtschaftlichen Produktivität in den Ländern der Welt zu untersuchen. Kapitel 2 gibt einen Einblick in die Flächen- und Konsumententwicklungen und geht auf Besonderheiten ein, bevor sich Kapitel 3 mit den theoretischen Bestimmungsgründen für die Ausbreitung des Ökolandbaus beschäftigt. In Kapitel 4 werden mithilfe einer Regressionsanalyse zunächst einige mögliche Bestimmungsfaktoren für die Flächenausdehnung des Ökolandbaus quantifiziert und diskutiert (Abschnitt 4.1). Des Weiteren wird untersucht, welchen Einfluss eine staatliche Regulierung auf die Ausbreitung des ökologischen Landbaus besitzt (Abschnitt 4.2) und ob das Wachstum des Ökolandbaus Auswirkungen auf die Produktivitätsentwicklung des landwirtschaftlichen Sektors hat (Abschnitt 4.3). Mit Schlussfolgerungen und einem Ausblick schließt der Bericht in Kapitel 5.

## 2 Ökologischer Landbau weltweit: Flächen- und Konsumententwicklung im Überblick

Weltweit werden etwa 37 Mio. ha landwirtschaftliche Fläche<sup>2</sup> zertifiziert<sup>3</sup> ökologisch bewirtschaftet oder befinden sich in der Umstellungsphase. Diese Flächen sind unterschiedlich auf die Weltregionen verteilt, etwa 12,1 Mio. ha befinden sich in Ozeanien (haupts. Australien), 10 Mio. ha in Europa und 8,4 Mio. ha in Lateinamerika. Auf Asien entfallen fast 2,8 Mio. ha, auf Nordamerika etwa 2,7 und auf Afrika gut 1 Mio. ha (Willer 2012).

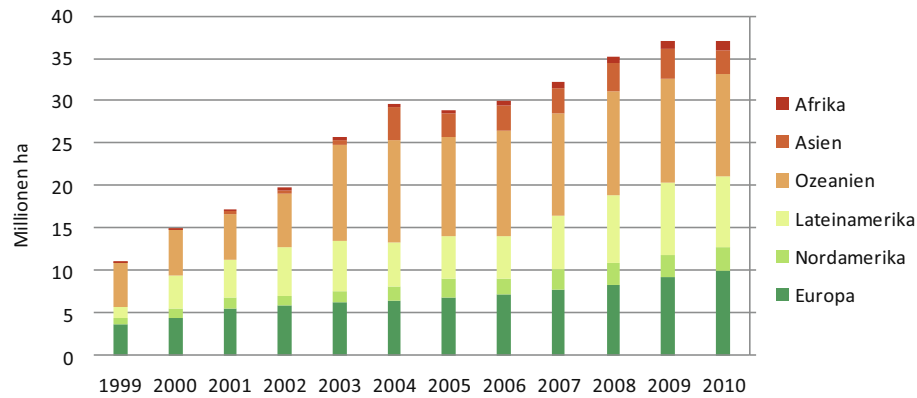
Im letzten Jahrzehnt hat sich die zertifiziert ökologisch bewirtschaftete Fläche mehr als verdreifacht (s. Abb. 1). Die auf den ersten Blick relativ homogen wirkenden Wachstumsraten weltweit lassen sich im Detail in sehr unterschiedliche Verhältnisse in den einzelnen Regionen und – wenn man noch weiter ins Detail geht – den einzelnen Ländern aufschlüsseln. Es fällt auf, dass sowohl von Jahr zu Jahr als auch von Region zu Region große Unterschiede und Schwankungen zu verzeichnen sind<sup>4</sup>. Vergleicht man das Jahr 2010 mit dem Vorjahr, ist die Fläche weltweit insgesamt leicht gesunken (um etwa 50.000 ha), die regionalen Unterschiede sind hier jedoch sehr groß. So konnte Europa in den Jahren 2009 und 2010 die größten Wachstumsraten verzeichnen, während die ökologische Fläche in Asien abnahm, was hauptsächlich auf die Länder Indien und China zurückzuführen ist (vgl. Abb. 2). In Europa war das Wachstum im letzten Jahrzehnt immer positiv und bewegte sich zwischen knapp 150.000 ha (2004) und knapp 940.000 ha (2009) Zuwachs jährlich.

<sup>2</sup> Neben der landwirtschaftlichen Fläche sind weltweit weitere 43 Mio. ha sonstige Flächen ökologisch zertifiziert. Diese Flächen sind nicht als landwirtschaftliche Flächen eingestuft und werden überwiegend für die Wildsammlung von Beeren, Nüssen und Medizinprodukten sowie für die Bienenhaltung verwendet. Die Begriffe landwirtschaftliche Fläche und Agrarfläche werden in dieser Studie synonym verwendet.

<sup>3</sup> Auf die Hintergründe der Zertifizierung wird in Box 2 genauer eingegangen.

<sup>4</sup> Eine Abbildung zum Wachstum der ökologisch bewirtschafteten Agrarfläche im Vergleich zum Vorjahr befindet sich in Anhang 7.

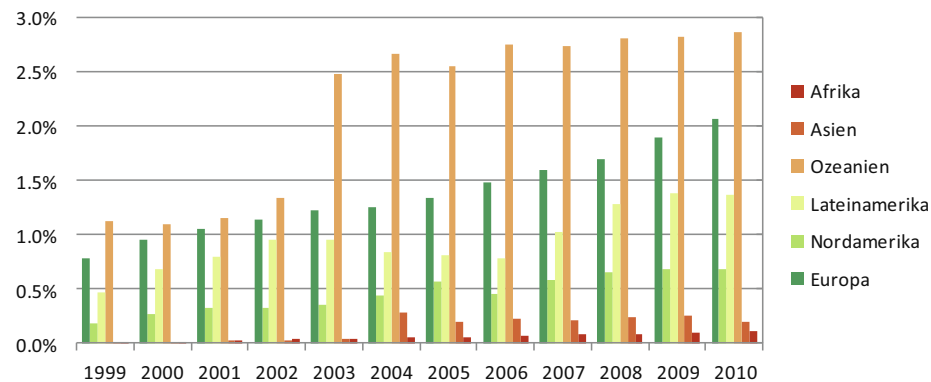
**Abb.1: Entwicklung der ökologisch bewirtschafteten Agrarfläche, 1999–2010 [in ha]**



Quelle: Eigene Darstellung nach FibL (2012)

Sowohl das Wachstum im letzten Jahrzehnt als auch die beobachteten Schwankungen gelten für die absolute Fläche in Hektar (Abb. 1) und für den Flächenanteil des Ökolandbaus an der Gesamtagrarfläche einer Region. Abb. 2 zeigt, dass die regionalen Anteile der Ökofläche an der Agrarfläche in den Weltregionen unterschiedlich groß sind und sich der Anteil global betrachtet auf einem insgesamt niedrigen Niveau befindet. Ozeanien besitzt mit etwa 2,9 % den höchsten Anteil Ökofläche an der Agrarfläche, der

**Abb.2: Regionale Anteile der Ökofläche an der Agrarfläche, 1999–2010 [in %]**



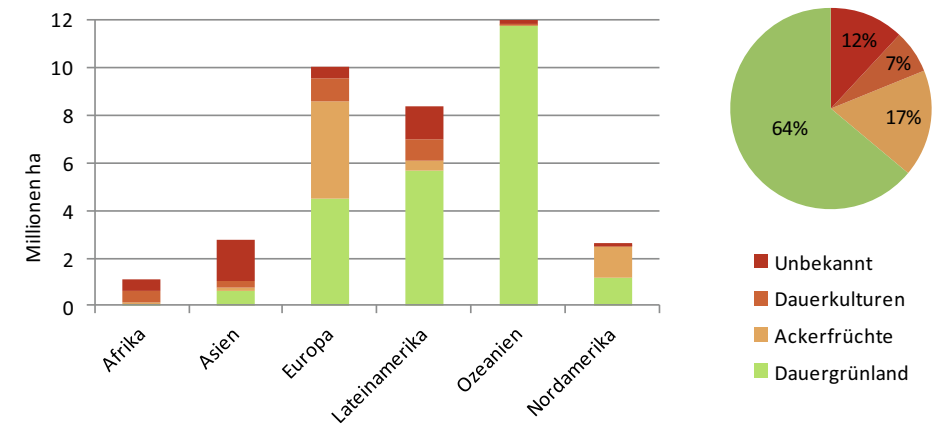
Quelle: Eigene Darstellung nach FibL (2012)

zudem ein Drittel der gesamten weltweiten Ökofläche darstellt. Der Anteil Ökofläche in Nordamerika liegt unter 1 %, der in Asien und Afrika sogar weit unter 0,5 %.

Für fast 90 % der weltweiten ökologisch genutzten Agrarfläche sind Aufschlüsselungen über die genaue Landnutzung verfügbar (Abb. 3). 23,7 Mio. ha der ökologischen Fläche weltweit ist Dauergrünland, womit dieses mit 64 % den größten Anteil an der gesamten ökologisch bewirtschafteten Fläche ausmacht. Dem Dauergrünland folgt Ackerfläche mit einem Anteil von insgesamt 17 %, was 6,1 Mio. ha entspricht. Davon entfallen 2,5 Mio. ha auf Getreide inkl. Reis, 2 Mio. ha auf Grünfutter, 0,5 Mio. ha auf Ölsaaten, 0,3 Mio. ha auf Eiweißpflanzen und 0,2 Mio. ha auf Gemüse. Dauerkulturen haben einen Anteil von 7 % an der weltweiten ökologischen Fläche. Dies sind 2,7 Mio. ha, die sich wie folgt auf einzelne Kulturen verteilen: knapp 1/5 der Anbaufläche wird für Kaffee (0,64 Mio. ha) genutzt, 0,5 Mio. ha für Oliven, 0,29 Mio. ha für Kakao, 0,26 Mio. ha für Nüsse und 0,22 Mio. ha werden für den Anbau von Weintrauben verwendet (Willer 2012).

Die Landnutzungstypen verteilen sich zu unterschiedlichen Anteilen auf die Weltregionen. Bspw. besteht in Ozeanien mit 11,75 Mio. ha fast die gesamte Ökofläche aus Dauergrünland, während dies in Afrika fast gar keine Rolle spielt. Dort wird etwa die Hälfte der Fläche für Dauerkulturen genutzt, wobei Cash Crops wie Kaffee und Oliven eine wichtige Rolle spielen. In Europa befindet sich der größte Anteil der ökologischen Ackerfläche weltweit. In Nordamerika und Ozeanien werden im Vergleich zu den anderen Regionen nur wenige Flächen mit Dauerkulturen bewirtschaftet.

**Abb.3: Landnutzungsverteilung der landwirtschaftlichen Ökofläche nach Weltregionen**



Quelle: Eigene Darstellung nach FibL (2012)



Weltweit sind etwa 1,6 Mio. Betriebe nach Öko-Standards zertifiziert. 43 % dieser Produzentinnen und Produzenten wirtschaften in Afrika, 29 % in Asien und 18 % in Europa. Die Länder mit den meisten Produzenten sind Indien (etwa 400.500), Uganda (knapp 189.000) und Mexiko (fast 129.000) (Willer 2012). Aus den vorliegenden Zahlen lassen sich durchschnittliche Betriebsgrößen ableiten. Demnach bewirtschaftet ein Betrieb in Afrika im Schnitt knapp 2 ha, in Asien 6 ha, in Europa knapp 14 ha, in Lateinamerika knapp 31 ha, in Nordamerika etwa 157 ha und in Ozeanien etwa 1.430 ha. Innerhalb manchen Regionen sind die Unterschiede auch hier sehr hoch, bspw. ist die durchschnittliche Betriebsgröße in Australien 5.637 ha, in Uganda 1,2 ha und in Äthiopien 1,1 ha. Insgesamt befinden sich mittlerweile etwa ein Drittel der weltweiten Ökofläche und mehr als 80 % der Ökoproduzenten in Schwellen- und Entwicklungsländern (Willer 2012).

Handelsdaten für Ökoprodukte werden in offiziellen Statistiken nicht separat erfasst, weshalb keine genauen Angaben zu den Warenströmen mit ökologischen Produkten gemacht werden können (Schaack et al. 2012a). Nichtsdestotrotz sind zertifizierte ökologischer Produkte aus Afrika überwiegend für den Export bestimmt. Der größte Markt für afrikanische Produkte ist die EU. Auch in Lateinamerika und der Karibik ist die ökologische Produktion meist exportorientiert. Etwa 85 % der ökologischen Produkte werden nach Amerika, Japan oder in die EU exportiert. Sogar das Wachstum des ökologischen Sektors in Ozeanien ist durch die steigende Nachfrage aus Übersee beeinflusst (Willer 2012).

Der Absatzmarkt für zertifizierte ökologisch erzeugte Produkte liegt mit 96 % der weltweiten Erlöse in Nordamerika und Europa. Im Jahr 2010 erreichte der globale Markt ein Volumen von 59 Mrd. US-Dollar und hat sich damit ebenso wie die Fläche im letzten Jahrzehnt mehr als verdreifacht (Willer 2012). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die meisten der Ökoflächen in Entwicklungsländern und vier Fünftel der weltweiten Erzeuger überwiegend für den Export produzieren (Willer 2012).

In den USA ist der ökologische Nahrungsmittelsektor im Jahr 2010 um 7,7 % gewachsen, während der Nahrungsmittelsektor insgesamt ein Wachstum von 1 % verzeichnete. Die Wachstumsrate des Ökomarktes in Europa wird auf eine ähnliche Größenordnung geschätzt. Innerhalb Europas beschränkt sich der Markt für ökologische Produkte fast ausschließlich auf die EU, Deutschland hat mit fast einem Drittel den größten Anteil am europäischen Markt. Mit jeweils einigem Abstand folgen Frankreich und Großbritannien. Auch wenn sowohl beim Angebot als auch bei der Nachfrage hohe Wachstumsraten zu verzeichnen sind, gilt seit einigen Jahren eher die Nachfrage als das Angebot als limitierender Faktor für das Wachstum des Ökomarktes in Europa (Schaack et al. 2012b).

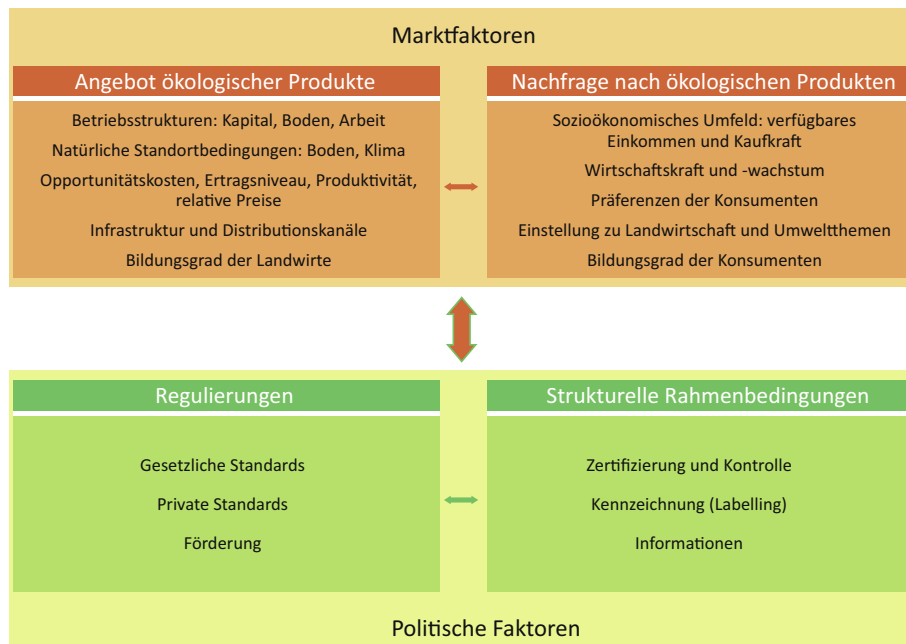
Die schnell steigende Nachfrage nach Ökoprodukten insbesondere in der EU und den USA, die durch das nationale Angebot nicht vollständig gedeckt werden kann, hat weltweite Veränderungen in den Produktionsstrukturen ausgelöst, um diesen Nachfrageüberhang zu bedienen. Die starke Ausrichtung vieler Länder und Regionen auf den Export und der Aufbau stabiler Handelsbeziehungen mit den Nachfragerregionen hat diese Entwicklung verstärkt. Trotzdem ist die Entwicklung in den Weltregionen aber auch in einzelnen Ländern sehr unterschiedlich verlaufen – in einigen ist die Ökofläche deutlich schneller und stärker gewachsen als in anderen. Eine Frage, die sich daraus ergibt, ist, welche Bedingungen und Umstände dazu führen, dass sich der Ökolandbau weltweit so unterschiedlich ausbreitet.

Die Zielstellung dieser Untersuchungen ist es daher, Faktoren zu identifizieren, die die unterschiedliche internationale Ausbreitung des Ökolandbaus erklären könnten. Unabhängig von der Wirkung des ökologischen Landbaus auf die Welternährung kann ein besseres Verständnis der Bestimmungsfaktoren seiner Ausbreitung dazu beitragen, die Prozesse der sich verändernden Produktionsstrukturen zu verstehen. Dabei werden Industrie- und Schwellen- und Entwicklungsländer differenziert betrachtet, um den unterschiedlichen Produktionsbedingungen und (klein-)bäuerlichen Strukturen Rechnung zu tragen.

### 3 Theoretische Bestimmungsgründe für die Ausbreitung des ökologischen Landbaus

Die Ausbreitung des ökologischen Landbaus ist im letzten Jahrzehnt weltweit sehr unterschiedlich verlaufen. Um diese Entwicklungen zu erklären, können Standortfaktoren aus der Theorie zur räumlichen Ausbreitung von landwirtschaftlichen Betriebsformen herangezogen werden. Unter ihnen befinden sich mehrere Indikatoren, die den Ökolandbau indirekt über die konventionelle Landwirtschaft beeinflussen. Andere Faktoren dagegen wirken direkt auf den Ökolandbau. Abb. 4 gibt einen Überblick über Faktoren, die Einfluss auf die Verbreitung des ökologischen Landbaus nehmen.

**Abb.4: Bestimmungsgründe zur Ausbreitung des ökologischen Landbaus**



Quelle: Thoegersen (2010), verändert

Eine Gruppe von grundlegenden Faktoren lassen sich zu **politischen Faktoren** zusammenfassen. Diese Faktoren lassen sich in die Unterkategorien Regulierung und strukturelle Rahmenbedingungen des Ökomarktes einordnen:

- **Regulierung:** Seit 1991 definiert die EU den Ökolandbau in entsprechenden Verordnungen<sup>5</sup>, schützt so den Begriff für die Vermarktung und ermöglicht eine finanzielle Förderung des ökologischen Landbaus (Dabbert und Häring 2003; siehe Box 2). Ein Teil des stetigen Wachstums in der EU kann auf die gesetzlichen Rahmenbedingungen und die damit verbundene Rechtssicherheit zurückgeführt werden. In den letzten 20 Jahren haben viele Staaten gesetzliche Rahmenbedingungen für den Ökolandbau erlassen, die sich stark an den Richtlinien der EU orientieren (Willer und Yussefi 2005).
- **Strukturelle Rahmenbedingungen:** Bei den strukturellen Rahmenbedingungen gibt es große Unterschiede zwischen einzelnen Ländern. So gibt es Länder, die nur ein Label zur Kennzeichnung ökologischer Produkte haben und nutzen, und es gibt Länder, die über mehrere verschiedene Öko-Labels mit unterschiedlichen Ansprüchen im ökologischen Produktionsprozess verfügen. Das Vorhandensein mehrerer unterschiedlicher Labels, Zertifizierungsstellen und Kontrollinstanzen führt bei Verbrauchern zu Unsicherheiten. Aus diesem Grund sind Informationen für Konsumenten von großer Bedeutung. Insgesamt stellt sich heraus, dass Unterschiede im Ausbreitungsgrad der ökologischen Landwirtschaft in verschiedenen Ländern mit Unterschieden in Kontrollen, Zertifizierungen und Kennzeichnungen zu begründen sind (Aschemann et al. 2007, Hamm und Gronefeld 2004 nach Thoegersen 2010).

Die starke Ausrichtung vieler Länder und Regionen auf den Export ebenso wie die stark steigende Nachfrage in der EU, den USA und Japan, die durch das nationale Angebot nicht vollständig gedeckt werden kann, hat zu detaillierten Handels- und Importvorschriften geführt. Die Importländer wollen sicherstellen, dass die in ihren Grenzen als ‚bio‘ verkauften Waren auch wirklich ökologisch erzeugt und verarbeitet wurden. Daher wird der Aspekt Zertifizierung und Regulierung in Abschnitt 4.2 gesondert thematisiert.

Eine weitere Gruppe von Einflussfaktoren lässt sich in der Kategorie **Marktfaktoren** bündeln. Diese können wiederum in eine Angebots- und eine Nachfrageseite unterteilt werden:

- **Angebot ökologischer Produkte:** Das Angebot wird von der Betriebsstruktur (Boden, Arbeit, Kapital), dem Ertragsniveau, der Produktivität des Betriebes sowie der Verkehrsinfrastruktur bedingt. Die natürlichen Standortfaktoren spielen für die Ausbreitung des Ökolandbaus eine zentrale Rolle, da der Ökolandbau auf chemisch-synthetische Inputs verzichtet und diese durch natürliche Anbauverfahren

<sup>5</sup> EU-VO 2092/91, VO 1804/99 und EU-VO 834/2007

(z. B. Fruchtfolge, Leguminosen-Anbau) ersetzt. Opportunitätskosten sind insbesondere bei der Umstellungsentscheidung auf Ökolandbau entscheidend. Eine Betriebsleiterin muss vor einer Umstellung überlegen, welche Ergebnisse sie mit konventioneller Landwirtschaft erzielen kann und welche mit ökologischem Landbau. Die Umstellung auf Ökolandbau kann daher auch als Investition verstanden werden (Mußhoff und Hirschauer 2008), die mit höheren Kosten und einer geringeren Effizienz in der Umstellungsphase verbunden ist (Lakner et al. 2012). Der Ökolandbau wird häufig als eine wissensintensive Anbaumethode bezeichnet (Gerber et al. 1996, Padel 2001), da die Landwirtin für ihren Standort die natürlichen Regulierungsmechanismen und die Herausforderungen der richtigen (ökologischen) Anbaumethoden kennen muss. Insgesamt spielt der Bildungsgrad der Landwirte für die Adaption des Ökolandbaus eine wichtige Rolle (Sanders et al. 2012: 5).

- **Nachfrage nach ökologischen Produkten:** Die Nachfrage wird zunächst von den Präferenzen der Kunden für eben diese beeinflusst. Daneben findet sich die Nachfrage in Ländern, in denen eine ausreichende Kaufkraft der Konsumentinnen und Konsumenten vorhanden ist (vgl. Kapitel 2), da für Ökoprodukte am Markt i. d. R. höhere Preise verlangt werden. Des Weiteren wird die Nachfrage auch von der sozioökonomischen Umwelt und dem Bildungsgrad der Konsumenten beeinflusst. Es kann davon ausgegangen, dass sich sowohl ein hohes Bildungsniveau als auch ein umweltaffines Verhalten der Konsumenten positiv auf die Ausbreitung von Ökobetrieben auswirken (Spiller et al. 2004, Thoegersen 2010, Schmidtnr et al. 2010).

Im folgenden Ergebniskapitel 4 werden sich die Untersuchungen an die übergeordnete Einteilung in Marktfaktoren (Abschnitt 4.1) und politischen Faktoren (Abschnitt 4.2) orientieren. In Abschnitt 4.3 erfolgt schließlich eine Untersuchung zu den Auswirkungen des Ökolandbaus auf die Produktivität des landwirtschaftlichen Sektors im Allgemeinen.

## 4 Ergebnisse: Bestimmungsfaktoren des Ökolandbaus und seiner Ausbreitung sowie die Folgen für die landwirtschaftliche Produktivität

Der Markt für ökologische Produkte und die Ökofläche hat sich in den Weltregionen und Ländern sehr dynamisch und sehr unterschiedlich entwickelt. Die momentane Situation und die Entwicklung in den letzten fünf bis zehn Jahren wurde in Kapitel 2 dargestellt. Doch welche Gründe gibt es, dass die Entwicklung bis zum heutigen Zeitpunkt so unterschiedlich verlaufen ist? Gibt es Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Ländern?

Aus diesen Fragen heraus sind die in den folgenden drei Abschnitten dargestellten Untersuchungen entstanden. Im ersten Abschnitt werden – aufbauend auf den in Kapitel 3 dargestellten Faktoren – drei Modelle und ihre Ergebnisse zu den räumlichen Bestimmungsfaktoren des ökologischen Landbaus vorgestellt. Da Regulierung und Zertifizierung nicht als Variablen in die Modelle integriert werden konnten, wird der Zusammenhang der Einführung einer Regulierung mit der Entwicklung der Ökofläche im Abschnitt 4.2 separat untersucht. Um einzuschätzen, ob die Ausbreitung des Ökolandbaus zu einer geringeren Produktivität in der Landwirtschaft führt, folgt in Abschnitt 4.3 eine Untersuchung eines möglichen Zusammenhangs zwischen dem Wachstum der globalen Ökofläche und der Entwicklung der landwirtschaftlichen Produktivität.

### 4.1 Modell zur Ermittlung der räumlichen Bestimmungsfaktoren des Ökolandbaus

In Kapitel 3 wurden verschiedene Faktoren vorgestellt, die im Zusammenhang mit räumlichen Bestimmungsfaktoren des ökologischen Landbaus diskutiert werden. In unserer Analyse schätzen wir mithilfe linearer Regressionen den tatsächlichen Einfluss unterschiedlicher Bestimmungsfaktoren auf die zertifiziert ökologisch bewirtschaftete Fläche in 115 Ländern. Grundsätzliche Aspekte einer Regressionsanalyse werden in Box 1 erläutert. An dieser Stelle folgen nun Hinweise zu den verwendeten Daten und Methoden, bevor die geschätzten Modelle und ihre Ergebnisse vorgestellt und diskutiert werden.

Das Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL) stellt in Zusammenarbeit mit dem Internationalen Verband der Ökolandbaubewegungen (IFOAM) jährlich die Daten über die zertifizierte Ökofläche weltweit und eine Vielzahl weiterer Daten für den Ökosektor zusammen. Für das Jahr 2010 liegen Beobachtungen der Ökofläche für 155 Länder vor (FiBL 2012). Als abhängige Variable ist die zertifiziert ökologisch

bewirtschaftete Fläche in Hektar logarithmiert<sup>6</sup> in die Modelle eingegangen. Um die unterschiedlichen Bedingungen in Industrie- und den übrigen Ländern zu berücksichtigen, wurden mehrere Modelle geschätzt: Eines für die Schwellen- und Entwicklungsländer<sup>7</sup>, eines für die Industrieländer<sup>8</sup> und eines für alle Länder zusammen. Grundsätzlich können in eine einfache Regressionsgleichung nur die Beobachtungen integriert werden, für die für alle Variablen Daten vorliegen. Aus diesem Grund reduzierte sich die Anzahl der Länder, für die Flächendaten vorlagen, von insgesamt 155 auf 115 im Modell ‚Alle Länder‘. Einige der erklärenden Variablen wurden ebenfalls transformiert (Landwirtschaftliche Fläche) oder selber berechnet (Wirtschaftswachstum). Eine Übersicht über alle verwendeten erklärenden Variablen bietet Tab. 1<sup>9</sup>.

In die drei Modelle sind folgende Variablen eingegangen:

- die **landwirtschaftliche Fläche** des Landes, um für die (landwirtschaftliche) Größe des Landes zu kontrollieren
- **Infrastrukturqualität**, welche ein Proxy für die (infrastrukturelle) Marktanbindung darstellen soll
- **Bodenqualität** als ein Faktor, um das natürlichen Produktionspotenzial abzubilden
- der **durchschnittliche Düngemittelsatz**, welcher für die Intensität der (konventionellen) Agrarproduktion und damit für die Opportunitätskosten der ökologischen Produktion stehen soll
- das **Wirtschaftswachstum**, um die wirtschaftliche Entwicklung des Landes einzubeziehen
- der **Anteil der insgesamt erhaltenen Entwicklungshilfeszahlungen**, der für den Agrarbereich bestimmt ist (nur im Modell ‚Schwellen- und Entwicklungsländer‘)
- eine **Dummy-Variable**, die für die Ländergruppe kontrollieren soll (nur im Modell ‚Alle Länder‘).

<sup>6</sup> Diese Transformation der abhängigen Variablen dient dazu, eine gleichmäßigere Verteilung dieser Variablen zu erhalten, zudem vereinfacht es die Interpretation der Ergebnisse. Es wird der natürliche Logarithmus verwendet. Weiterhin befinden sich im Anhang 3 die Ergebnisse einer Modellschätzung, in der die abhängige Variable als Anteil der ökologischen Fläche an der Gesamtagrarfläche einging.

<sup>7</sup> Als Schwellen- und Entwicklungsländer werden im Rahmen dieser Studie diejenigen Länder bezeichnet, die laut Klassifizierung der Weltbank in die Gruppen ‚Low Income Countries‘ und ‚Middle Income Countries‘ eingeordnet werden.

<sup>8</sup> Als Industriestaaten werden im Rahmen dieser Studie diejenigen Länder bezeichnet, die laut Klassifizierung der Weltbank in die Gruppe ‚High Income Countries‘ eingeordnet werden.

<sup>9</sup> Weitere Informationen und Angaben zu den verwendeten Variablen befinden sich in Anhang 1 & 5.

**Tabelle 1: Erklärende Regressionsvariablen: Bezeichnungen, Beschreibungen und Einheiten**

Variablenname	Beschreibung	Jahr	Einheit
Landwirtschaftliche Fläche	Landwirtschaftliche Fläche im Land	2009	In 1.000 Hektar
Infrastrukturqualität	Logistics Performance Index: Qualität der handels- und transportbezogenen Infrastruktur	2009	Skala 1 bis 5 (5=hoch)
Bodenqualität	Anteil der Landfläche mit mäßig bis sehr guter Eignung für den Anbau von sechs Ackerfrüchten	-	% der Landfläche
Wirtschaftswachstum	Wachstum des BIP pro Kopf zwischen 2005 und 2010	2005 bis 2010	% pro Kopf über 5 Jahre
Durchschnittlicher Düngemittelsatz	Durchschnittlicher Düngemittelsatz auf der Ackerfläche	2009	kg/ha Ackerfläche
Anteil des Agrarsektors an der Entwicklungshilfe	Anteil der für den Agrarsektor bestimmten Mittel an der offiziell empfangenen Entwicklungshilfe	2010	% der Gesamtzahlungen
Ländergruppen (Dummy-Variable)	Unterscheidung von Industrie- und Schwellen- und Entwicklungsländern (nach Weltbank)	2012	Industrieländer = 1

Quelle: eigene Darstellung

Die Ergebnisse der Modelle zu den räumlichen Bestimmungsgründen des ökologischen Landbaus sind in Tab. 2 zusammengefasst und werden nun im Folgenden vorgestellt und diskutiert.

Die drei Modelle weisen ein korrigiertes  $R^2$  zwischen 0,32 und 0,47 auf. D. h. sie sind in der Lage, die Unterschiede in der Ausdehnung des ökologischen Landbaus zwischen den Ländern der Welt teilweise zu erklären. Sämtliche Tests auf Multikollinearität fallen negativ aus. Auch die Standardfehler sind klein im Verhältnis zu den Koeffizienten. In den Modellen ‚Alle Länder‘ und ‚Schwellen- und Entwicklungsländer‘ weisen alle Koeffizienten bis auf den durchschnittlichen Düngemittelsatz ein Signifikanzniveau von mind. 10 % auf. Im Modell ‚Industrieländer‘ sind nur die Variablen landwirtschaftliche Fläche und durchschnittlicher Düngemittelsatz signifikant.

Da die abhängige Variable logarithmiert in die Regression eingegangen ist, ist jeder Koeffizient als die proportionale Änderung der Ökofläche, die durch eine Veränderung der entsprechenden erklärenden Variablen um eine Einheit ausgelöst wird, zu interpretieren. Der Koeffizient von -0,01\*\* der Variablen durchschnittlicher Düngemittelsatz im Modell ‚Industrieländer‘ ist demnach folgendermaßen zu interpretieren: Steigt der durchschnittliche Düngemittelsatz eines Landes um eine Einheit – in

diesem Fall also um ein kg Dünger pro Hektar –, reduziert sich die Ökofläche aufgrund des negativen Vorzeichen um den Faktor 0,01 oder 1 %. Dies gilt nur unter der Annahme, dass alle anderen Einflussfaktoren unverändert bleiben. Wichtig ist, dass dieser Rückgang um 1 % nicht bedeutet, dass der Anteil der Ökofläche an der Gesamtagrarfläche um 1 % abnimmt, sondern dass die Ökofläche absolut um 1 % abnimmt – z. B. von 1 Mio. ha auf 990.000 ha.

**Tabelle 2: Ergebnisse der Regressionsanalyse für die Modelle ‚Industrieländer‘, ‚Schwellen- und Entwicklungsländer‘ und ‚Alle Länder‘**

Modellparameter		Industrieländer	Schwellen- und Entwicklungsländer	Alle Länder
Anzahl Beobachtungen		32	78	115
Korrigiertes R <sup>2</sup>		0,47	0,32	0,43
Abhängige Variable	Einheit			
Zertifizierte Ökofläche	In Hektar			
Erklärende Variablen				
Landwirtschaftliche Fläche	In 1.000 Hektar	0,48**	0,52***	0,56***
Infrastrukturqualität	Skala 1 bis 5 (5=hoch)	1,01	1,57**	1,62***
Bodenqualität	% der Landfläche	0,02	0,06**	0,06***
Wirtschaftswachstum	% pro Kopf über 5 Jahre	-0,01	0,04*	0,03*
Durchschnittlicher Düngemittleinsatz	kg/ha Ackerfläche	-0,01**	0,00	-0,00
Anteil des Agrarsektors an der Entwicklungshilfe	% der Gesamtzahlungen	---	0,07*	---
Ländergruppen (Dummy)	Industrieländer = 1	---	---	1,51**
Konstante		5,03**	-3,05*	-2,57*
Signifikanzniveau: * = 10 %, ** = 5 %, *** = 1 %				

Quelle: eigene Berechnung

Die Variable landwirtschaftliche Fläche ist ebenfalls logarithmiert in die Regression eingegangen, weshalb die Ergebnisse im Modell ‚Industrieländer‘ folgendermaßen zu interpretieren sind: steigt die landwirtschaftliche Fläche eines Landes um 1 %, nimmt die Ökofläche um 0,48 % zu. Unser Modell besagt also, dass die Ökofläche unterproportional mit der landwirtschaftlichen Fläche insgesamt zunimmt.

Im Modell ‚Schwellen- und Entwicklungsländer‘ weist der Koeffizient der Variablen Bodenqualität mit 0,06 auf einen positiven Zusammenhang hin. Dies besagt, dass mit einem um 1 Prozentpunkt höheren Anteil mäßig bis sehr guter Böden an der Gesamtfläche des Landes die Ökofläche um 6 % zunimmt. Ökolandbau kommt also in den Ländern verstärkt vor, die auch einen höheren Anteil an potenziell produktiver Fläche besitzen. Der Koeffizient der Variablen Infrastrukturqualität im Modell ‚Schwellen- und Entwicklungsländer‘ beträgt 1,57. Dies besagt, dass wenn der Logistic Performance Index um einen Punkt steigt, nimmt die Ökofläche unter sonst gleichbleibenden Bedingungen um 157 % zu. Mit einer (deutlich) verbesserten Infrastruktur (ein Indexpunkt bedeutet eine relativ große Veränderung in der Infrastrukturqualität, da der Index nur Zahlen zwischen 1 und 5 annehmen kann) nimmt also die ökologisch bewirtschaftete Fläche stark zu. Auch in diesem Modell steht die landwirtschaftliche Größe des Landes mit einer durchschnittlichen Zunahme der Ökofläche um 0,52 % in einem unterproportional positiven Zusammenhang, der die gleiche Größenordnung aufweist wie im Modell ‚Industrieländer‘. Einen signifikanten Einfluss besitzt außerdem der Anteil der für den Agrarsektor bestimmten Mittel an der empfangenen Entwicklungshilfe: steigt der Anteil um einen Prozentpunkt, nimmt die Ökofläche durchschnittlich um 7 % zu. Entwicklungshilfe im Agrarbereich scheint sich demnach förderlich auf den Ökolandbau auszuwirken. Die Variable Wirtschaftswachstum der Jahre 2005 bis 2010 hat ebenfalls einen positiven Einfluss, wonach die Ökofläche um 4 % höher liegt, wenn die Wirtschaft über die genannten fünf Jahre um 1 Prozentpunkt mehr gewachsen ist.

Im Modell ‚Alle Länder‘ liegen die Koeffizienten in ähnlichen Größenordnungen wie im Modell ‚Schwellen- und Entwicklungsländer‘. Wie im vorherigen Modellen auch ist die Infrastrukturqualität entscheidend, ebenso wie der Anteil an mäßiger bis sehr guter Bodenqualität an der Landesfläche. Bei allen Ländern lässt sich ebenfalls sagen, dass mit zunehmender Größe des Landes die Ökofläche – zwar unterproportional, aber hochsignifikant – zunimmt. Weiterhin macht es einen großen Unterschied, ob es sich um ein Land mit hohem Einkommen (Industrieland) oder um eines mit mittlerem oder niedrigem Einkommen (Schwellen- und Entwicklungsländer) handelt: bei zwei ansonsten identischen Ländern, von denen das erste ein Industrie- und das zweite ein Entwicklungsland ist, ist die Ökofläche im Industrieland um 151 % höher als im Entwicklungsland. In Industrieländern ist die Ökofläche also ceteris paribus signifikant höher.

Für die Interpretation der Modellergebnisse sind die Größenordnung und die Vorzeichen der Koeffizienten die wesentlichen Merkmale, nicht die genaue Höhe der Koeffizienten. Von diesem Grundsatz ausgehend, werden in den folgenden Abschnitten die einzelnen in die Modelle eingegangenen Variablen diskutiert.

**Box 1: Modellierung der räumlichen Bestimmungsfaktoren des ökologischen Landbaus mithilfe einer linearen Regression – methodische Anmerkungen**

Mit einer Regression versucht man, die Schwankungen einer sog. abhängigen Variablen anhand von sog. erklärenden Variablen zu erklären. Um sinnvolle Ergebnisse zu erzielen, müssen mehrere Bedingungen erfüllt sein:

1. Unidirektionale Kausalität: Schwankungen der abhängigen Variablen sollten durch die erklärenden Variablen verursacht werden, nicht umgekehrt. Im Fall der staatlichen Regulierung des Ökolandbaus ist die Kausalität nicht eindeutig: so führt die Einführung staatlicher Regulierung vermutlich dazu, dass sich der ökologische Landbau ausbreitet, da eine größere Planungs- und Rechtssicherheit besteht. Gleichwohl kann eine Ausbreitung des Ökolandbaus in einem Land die Einführung einer staatlichen Regulierung begünstigen. Die Wirkungsrichtung ist hier nicht eindeutig.

2. Multikollinearität: es darf keine zu starke Korrelation zweier oder mehrerer erklärender Variablen vorliegen. Dies ist der Fall, wenn die Schwankungen von zwei erklärenden Variablen sehr ähnlich verlaufen. Bspw. waren in der vorliegenden Analyse diejenigen Variablen, die mit dem Entwicklungsstand eines Landes zusammenhängen, häufig (hoch-)korreliert. Als Konsequenz daraus wurden Variablen wie der Human Development Index, der Ease of Doing Business Index oder das Bruttoinlandsprodukt nicht in die Regression integriert.

Es existieren noch eine Reihe weiterer Bedingungen, die erfüllt sein müssen, damit eine Regression sinnvolle Ergebnisse liefert. Diese sind jedoch im vorliegenden Zusammenhang weniger entscheidend, weshalb sie an dieser Stelle nicht erläutert werden.

Ist ein Regressionsmodell geschätzt, lässt sich seine Güte anhand verschiedener Kriterien bewerten. Solch ein Gütekriterium ist das Bestimmtheitsmaß  $R^2$ , welches die durch die erklärenden Variablen erklärte Varianz der abhängigen Variablen angibt. Es liegt zwischen 0 und 1 und je höher das  $R^2$  ist, desto mehr der Varianz der abhängigen Variablen kann durch die unabhängigen Variablen erklärt werden.

Für jede einzelne erklärende Variable werden im Modell sog. Koeffizienten berechnet, die Zusammenhänge zwischen dieser Variable und der abhängigen Variablen misst. Entscheidend sind bei ihnen zunächst das Vorzeichen, die Größenordnung und die statistische Signifikanz. Mit letzterer wird geprüft, ob der gemessene Zusammenhang zwischen der erklärenden und der abhängigen Variablen auf Zufall zurückzuführen ist. Der P-Wert einer Regressionskoeffizienten liegt zwischen 0 und 1; in den Wirtschaftswissenschaften wird in der Regel davon ausgegangen, dass ein P-Wert kleiner gleich 0,05 (5 %) bzw. 0,10 (10 %) auf einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen erklärender und abhängiger Variable hinweist.

Die landwirtschaftliche Fläche, also die landwirtschaftliche Größe des Landes, ist in allen drei Modellen hochsignifikant. Dieses Ergebnis entspricht den Erwartungen, da als abhängige Variable eine absolute Zahl (wenn auch logarithmiert) verwendet wurde. Würde die absolute Größe des Landes keinen Einfluss auf die absolute Größe der Ökofläche besitzen, wären die Ergebnisse kontraintuitiv. Dass die Ökofläche sich mit zunehmender landwirtschaftlicher Größe eines Landes unterproportional ausdehnt, ist hingegen ein interessantes und – auch aufgrund der hohen Signifikanz – ein sehr belastbares Ergebnis.

Die Qualität der Infrastruktur ist ebenfalls ein wichtiger räumlicher Bestimmungsgrund für die ökologisch bewirtschaftete Fläche weltweit. Betrachtet man nur die Industrieländer, hat sie jedoch keinen signifikanten Einfluss. Auch diese Ergebnisse überraschen vom theoretischen Gesichtspunkt aus keinesfalls: während die Infrastrukturqualität innerhalb der Industrieländer vermutlich auf einem hohen Niveau nicht sehr variiert, dieser Indikator hier also nicht entscheidend ist, ist der weltweite Ökomarkt stark von der Nachfrage abhängig, die sich in bestimmten Regionen konzentriert. Ein wesentlicher Aspekt des Marktzugangs ist daher die infrastrukturelle Anbindung an diese Nachfragerregionen.

Der positive Zusammenhang der Variablen Bodenqualität und der Ökofläche sind in der Deutlichkeit nicht unbedingt zu erwarten gewesen und – vor dem Hintergrund häufig niedrigerer Erträge im Ökolandbau – etwas kontrovers im Hinblick auf die Welternährungsdiskussion. Dieses Ergebnis besagt, dass die Ökofläche mit zunehmendem Anteil mäßig bis sehr guter Böden an der Gesamtfläche zunimmt. Dies bedeutet nicht zwangsläufig, dass der Ökolandbau tatsächlich auf den in der Variablen enthaltenen Flächen mäßiger bis sehr guter Qualität praktiziert wird, der Koeffizient sagt also nicht zwangsläufig etwas über die inländische Verteilung besserer und schlechterer Böden zwischen konventioneller und ökologischer Produktion aus. Aber warum sollte der Ökolandbau auf (weniger vorhandenen) schlechten Flächen schneller wachsen, wenn in einem Land mehr gute Flächen vorhanden sind? Vor dem Hintergrund der Welternährung (im Sinne einer maximal produzierten Menge) stellt sich die Frage, ob diese Tendenz des Ökolandbaus zumindest global betrachtet hin zu den besseren Böden eine negative Auswirkung auf die insgesamt produzierte Menge besitzt bzw. ob mit den in im Ökolandbau gebundenen Produktionsfaktoren mit einer konventionellen Produktionstechnologie nicht mehr Output generiert werden könnte. Diese Fragestellung wird in Abschnitt 4.3 untersucht.

Das Wirtschaftswachstum pro Kopf spielt innerhalb der Gruppe der Industrieländer keine Rolle, vermutlich ist die Varianz hier ebenfalls nicht sehr hoch. In den anderen beiden Modellen ist der Einfluss auf die Ökofläche positiv. Da die Variable das Wirtschaftswachstum über 5 Jahre ausdrückt, ist der Zusammenhang von 3 % (bzw. 4 %) Flächenwachstum pro Prozentpunkt Wirtschaftswachstum als relativ stark einzuschätzen. Bei einem durchschnittlichen Wirtschaftswachstum von 5 % pro Jahr in einem fiktiven Land kommt man so auf knapp 83 % (bzw. 93 %<sup>10</sup>) Wachstum der Ökofläche in 5 Jahren. Dies ist vermutlich mit der relativ starken Ausdehnung der Ökofläche in einigen Schwellenländern zu erklären.

<sup>10</sup> Zur Berechnung wurde der nicht gerundete Wert verwendet.

Die Modellergebnisse zeigen, dass der durchschnittliche Düngemiteleininsatz, der für die Intensität der vorherrschenden konventionellen Produktion steht, nur im Modell ‚Industrieländer‘ eine Rolle spielt. Der Koeffizient gibt einen negativen Zusammenhang zwischen der konventionellen Intensität und der Ökofläche an. Nimmt also die Intensität zu, ist dies – zumindest in den Industrieländern – ein Zeichen für ein höheres Ertragspotenzial im Land. Dies ist gleichbedeutend mit höheren Opportunitätskosten für die ökologische Produktion, da mit zunehmendem Ertragspotenzial der Ertragsunterschied zwischen konventioneller und ökologischer Produktion zunimmt (de Ponti et al. 2012). Die Ergebnisse stützen also die bisherigen Erkenntnisse aus der Literatur.

Im Modell ‚Schwellen- und Entwicklungsländer‘ ist der Anteil der für den Agrarsektor bestimmten Mittel an der insgesamt erhaltenen Entwicklungshilfe ein Bestimmungsfaktor für die ökologisch bewirtschaftete Fläche. Auch dieses Ergebnis stimmt mit den Erwartungen überein, da mit der Zahlung von Entwicklungshilfemitteln häufig Projekte verbunden und Projektbedingungen verknüpft sind. Unter diesen befinden sich auch der Ausbau nachhaltiger Produktionssysteme, die Unterstützung kleinbäuerlicher Strukturen und Investitionen in Produktionstechnologien, die eine effizientere Nutzung von Land, Wasser und Energie ermöglichen. Unter bestimmten Bedingungen zählen ökologische Anbaumethoden zu den Systemen, die diese Ansprüche erfüllen.

Neben den intuitiven Koeffizienten weisen die Konstanz der Koeffizienten, die fehlenden Hinweise auf Multikollinearität und die Höhe des Bestimmtheitsmaßes auf insgesamt belastbare Ergebnisse der Regressionsanalyse hin.

Dass im Modell ‚Industrieländer‘ nur die Variablen landwirtschaftliche Fläche und durchschnittlicher Düngemiteleininsatz signifikant sind, könnte ein Hinweis darauf sein, dass in den Industrieländern andere Einflussfaktoren vorhanden sind, die sich in der Regression nicht abbilden ließen. Vermutlich sind dies politische und gesellschaftliche Einflussgrößen wie Subventionen oder die Einstellung der Bevölkerung zu Umweltthemen.

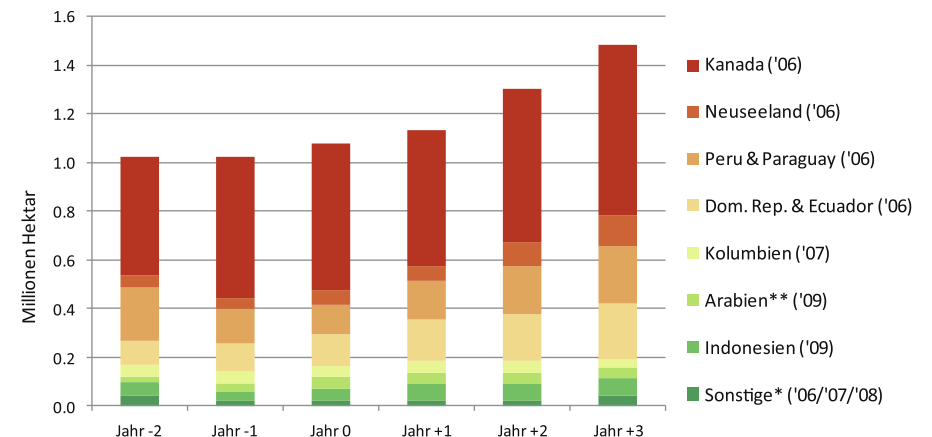
Aufgrund von Bedenken in Bezug auf die Kausalitäten wurden Variablen, die die staatliche Regulierung des Ökolandbaus und die Produktivität der Landwirtschaft abbilden, nicht in die Regression aufgenommen. Beide Aspekte werden daher in den Abschnitten 4.2 und 4.3 separat betrachtet, da sie als wichtig im Zusammenhang mit der Flächenentwicklung des Ökolandbaus gelten.

## 4.2 Zusammenhang zwischen staatlicher Regulierung und der Ausbreitung des ökologischen Landbaus

Die Einführung einer staatlichen Regulierung des ökologischen Landbaus gilt als ein wichtiger Einflussfaktor für die Entwicklung des Öko-Sektors in einem Land. Ist ein gesetzlicher Rahmen vorhanden – so die Annahme – besteht eine größere Rechts- und Planungssicherheit, die zu einer Ausdehnung des ökologischen Landbaus führt.

Um den komplexen Aspekt Regulierung und Zertifizierung (s. dazu auch Box 2) in die Betrachtungen zur Ausbreitung des ökologischen Landbaus einzubeziehen, jedoch ohne ihn in die Regression zu integrieren (Kausalität, s. Box 1), wurde eine Betrachtung der 20 Länder vorgenommen, die zwischen 2005 und 2009 eine staatliche Regulierung eingeführt haben. Das Jahr der Einführung wurde hierbei in Zusammenhang gesetzt mit der Öko-Flächenentwicklung in den Jahren vor und nach der Einführung. Das Jahr der Einführung ist mit ‚Jahr 0‘ bezeichnet, die Jahre davor mit -1, -2 und die danach mit +1, +2 und +3. In den Ländern, die ihre Regulierung im Jahr 2009 eingeführt haben, wurden für die Flächendaten für die Jahre +2 und +3 die Daten aus Jahr +1 übernommen, da keine aktuelleren Daten vorlagen. Gleiches gilt für das Jahr +3 bei der Einführung 2008.

**Abb.5: Entwicklung der Ökoflächen in den Jahren vor und nach der Einführung einer Regulierung für den ökologischen Landbau, Einführung (= ‚Jahr 0‘) zwischen 2005 und 2009**



\* = Bhutan ('06), El Salvador ('06), Georgien ('07), Moldawien ('06), Venezuela ('07), Aserbaidschan ('08)

\*\* = Saudi-Arabien + Vereinigte Arabische Emirate; Fortschreibung der Fläche in Jahr +3 (und Jahr 2+) für 08er- (09er-)Staaten  
Nicht enthalten: China (2006) → große Datenschwankungen; Bolivien (2006) & Uruguay (2007) → seit 2006 keine aktuellen Flächendaten

Quelle: eigene Berechnungen nach Daten von FiBL (2012), Willer und Youssefi (2006, 2007), Willer et al. (2008) und Willer und Kilcher (2009–2012)

Die Ergebnisse sind in Abb. 5 zu finden. Insgesamt ist ein stetiger Aufwärtstrend in den als ökologisch zertifizierten Flächen zu beobachten. Dieser scheint sich ab Jahr +2 noch zu verstärken. Der Trend verläuft allerdings nicht gleichmäßig in allen Ländern, einige zeigen insbesondere in dem Jahr vor (z. B. Peru und Paraguay) und in dem Jahr nach der Einführung (z. B. Kanada) einen Rückgang der Ökofläche. Ob dies im Fall des

#### **Box 2: Öko-Regulierung, Öko-Zertifizierung, Öko-Kontrolle, Öko-Standards,...**

Ziel der Einführung von (Rechts-)Vorschriften zum ökologischen Landbau ist es, eine verbindliche Grundlage zu schaffen, was unter dem Begriff ‚ökologisch‘ zu verstehen ist. Die Verabschiedung einer solchen staatlichen Regulierung ist mit weiteren Schritten verbunden, um eine Durchsetzung und Kontrolle der Vorschriften zu gewährleisten. Umgesetzt wird dies meist mit einer Zertifizierung der landwirtschaftlichen Betriebe und aller weiteren Akteure in der Wertschöpfungskette durch Kontroll- bzw. Zertifizierungsstellen. Oftmals bestehen staatliche Kontrollbehörden, die die konkrete Umsetzung der Kontrollen an privatwirtschaftliche Kontrollstellen delegieren. Sind alle Stufen der Wertschöpfungskette zertifiziert – d. h. diese halten die national gültigen Rechtsvorschriften ein – darf das Produkt als ‚Öko‘ vermarktet werden.

Neben staatlichen Öko-Vorschriften gibt es weltweit deutlich mehr und ältere private Öko-Standards, die mit ähnlichen Kontroll- und Zertifizierungssystemen arbeiten. Aus freiwilligen, gegenseitigen Kontrollen der Landwirte ist – sowohl im staatlichen als auch im Bereich der privaten Standards – ein weitaus komplexerer und formalerer Zertifizierungsprozess hervorgegangen.

Im Jahr 2011 hatten weltweit 84 Staaten Rechtsvorschriften zum Ökolandbau erlassen, von denen die meisten vollständig implementiert waren. Weitere 24 Staaten befanden sich im Gesetzgebungsprozess (Huber et al. 2012). 20 der 84 Staaten haben ihre Regulierung zwischen 2005 und 2009 eingeführt, viele der anderen erließen bereits in den 1990er Jahren Rechtsvorschriften (Willer und Yussefi 2006-2007, Willer et al. 2008, Willer und Kilcher 2009-2012). Ebenfalls 2011 waren 549 Zertifizierungsstellen in 85 Ländern registriert. Ist in einem Land keine Zertifizierungsstelle vorhanden, wird die Zertifizierung i. d. R. von Stellen außerhalb des Landes übernommen. Die Zertifizierungsstellen müssen ihrerseits wiederum von mindestens einem der Akkreditierungssysteme anerkannt sein, um die verschiedenen Öko-Standards zertifizieren zu dürfen. Die wichtigsten Akkreditierungssysteme sind das der EU, der USA, Japans, Kanadas, der IFOAM (die wiederum viele der privaten Standards abdeckt) und der ISO 65 (Örjavik 2012).

Ist ein Produkt nach einem Öko-Standard zertifiziert, ermöglicht dies allerdings noch keinen freien Handel in alle wichtigen Öko-Märkte. Die Öko-Standards in den Ländern der Welt sind nicht identisch und werden – bis auf wenige Ausnahmen<sup>1</sup> – noch nicht gegenseitig als gleichwertig anerkannt. Für den Import in die wichtigsten Märkte (EU, USA, Japan) aus Drittstaaten bestehen strenge Regeln, nach denen die Zertifizierungsstellen, die die Zertifizierung vornehmen, von den jeweiligen Behörden im Zielland anerkannt sein müssen. Diese Anerkennungsverfahren sind technisch und finanziell aufwendig. Die EU hat neue Importregelungen erlassen, in denen drei Verfahren unterschieden werden, die sich im Grad der Anerkennung der Kontrollstellen und Kontrollbehörden unterscheiden. Zehn Länder<sup>2</sup> genießen mittlerweile vereinfachte Bedingungen für den Import in die EU (Huber et al. 2012).

<sup>1</sup> Gegenseitige Anerkennung der Öko-Standards: USA-Kanada (seit 2009) und EU-USA (seit 2012)

<sup>2</sup> Australien, Costa Rica, Indien, Israel, Japan, Tunesien, Argentinien, Kanada, Schweiz, Neuseeland

Jahres vor Einführung mit einem Ankündigungseffekt zu erklären ist und ob es sich im Fall des Jahres nach der Einführung um korrigierende Effekte durch ggf. strengere oder schlicht konkretere Anforderungen handelt, bedürfte einer genaueren Analyse der Situation in den einzelnen Ländern.

Die Ergebnisse der in Abb. 5 dargestellten Analyse bestätigen den vermuteten, positiven Zusammenhang einer staatlichen Regulierung mit der Flächenentwicklung in den Jahren nach der Einführung. Dies besagt jedoch nicht, dass die Zunahme der Ökofläche nicht (auch) von anderen wesentlichen Faktoren angetrieben wurde. Letztendlich ließe sich sowohl die Einführung eines Gesetzesrahmens als auch eine Ausdehnung der Ökofläche als Ausdruck eines sich zum Positiven verändernden Klimas gegenüber dem Ökolandbau insgesamt in einem Land verstehen.

Eine ähnliche Analyse mit den übrigen Ländern, in denen ein gesetzlicher Rahmen besteht, ist leider nicht möglich, da für die Zeiträume der Einführung der Regulierung die entsprechenden Flächendaten nicht erhoben wurden.

#### **4.3 Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Ökofläche und der landwirtschaftlichen Produktivität**

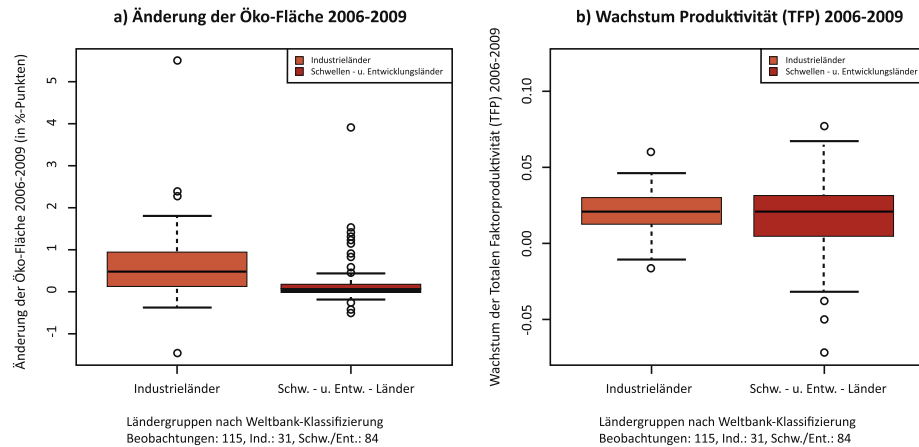
Die Ergebnisse der Regressionsanalyse zu den Bestimmungsfaktoren des Ökolandbaus in 121 Ländern der Welt legen nahe, dass die ökologisch bewirtschaftete Fläche in einem Land größer ist, wenn ein höherer Anteil der Landesfläche eine mäßige bis sehr gut Bodenqualität aufweist (unter der Annahme, dass alle anderen Faktoren konstant bleiben). Dies lässt die Interpretation zu, dass Ökofläche in denjenigen Ländern verstärkt vorkommt, in denen es (auch) einen signifikanten Anteil an mäßig bis überdurchschnittlich produktiver Ackerfläche gibt.

Im Hinblick auf die Welternährung wirft dieses Schätzergebnis die Frage auf, ob der Ökolandbau – international gesehen – die Flächen mit höherem Produktionspotenzial belegt und so durch vielerorts niedrigere Erträge zu einem Produktivitätsrückgang beiträgt bzw. Produktivitätssteigerungen bremst. Im Folgenden wird daher untersucht, inwieweit ein Zusammenhang zwischen dem Wachstum der Ökofläche und der Entwicklung der Produktivität der Landwirtschaft in einem Land besteht.

Als Maß für die Produktivität des landwirtschaftlichen Sektors wird die Totale Faktorproduktivität (TFP) verwendet. Nähere Informationen zur Produktivitätsschätzung und dem TFP finden sich in Box 3. Die hier verwendeten TFP-Schätzwerte basieren auf der Publikation von Fuglie (2012). Das Wachstum der Ökofläche ist in Prozentpunkten ausgedrückt, die Daten basieren auf den Ausgaben von World of Organic Agriculture 2007-2010 (Willer und Yussefi 2007, Willer et al. 2008 und Willer, Kilcher 2009-2010).



**Abb.6: Verteilung des Wachstum des Ökosektors und des TFP-Wachstums, 2006–2009**  
(differenziert nach der Weltbank-Klassifizierung in Industrie- und Entwicklungs- und Schwellenländer)



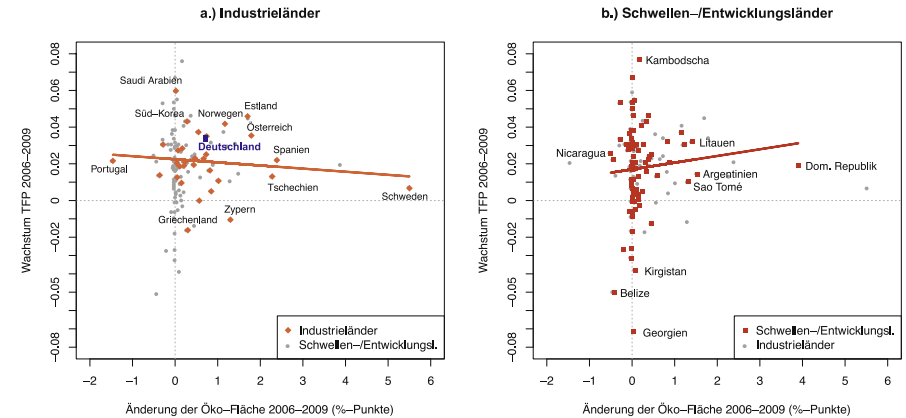
Quelle: eigene Berechnung

Beide Variablen beziehen sich auf die Jahre 2006–2009. In Abb. 6 ist die Verteilung beider Variablen in Form von Boxplots dargestellt, jeweils unterschieden nach Industrie- und Schwellen- und Entwicklungsländern.

Die Abbildungen a) und b) in Abb. 6 zeigen, dass das Wachstum der Ökofläche im betrachteten Zeitraum in den Industrieländern bei einer größeren Streuung höher war als in den Schwellen- und Entwicklungsländern, während das durchschnittliche TFP-Wachstum in beiden Ländergruppen ähnlich hoch war, in den Schwellen- und Entwicklungsländern jedoch stärker streute.

Geschätzt wird ein möglicher Zusammenhang zwischen dem Wachstum der Ökofläche in den einzelnen Ländern als erklärende Variable und der Entwicklung der jeweiligen TFP. Die Ergebnisse der Schätzung sind in Abb. 7 dargestellt.

**Abb.7: Zusammenhang zwischen dem Wachstum des Öko-Sektors und der Totalen Faktorproduktivität, 2006–2009**



Quelle: eigene Berechnung

Die Schätzungen einer linearen Beziehung zwischen dem Wachstum des Ökosektors und der TFP ist in keiner der Ländergruppen statistisch signifikant<sup>11</sup>. Das heißt, dass nicht ausgeschlossen werden kann, dass die als Gerade eingezeichneten Zusammenhänge, die in Abb. 7 zu sehen sind (z.B. die leichte Zunahme des TFP-Wachstum mit steigender Wachstum der Öko-Fläche in Schwellen- und Entwicklungsländern), zufallsbedingt sind. Auch die Bestimmtheitsmaße ( $R^2$ ) der Schätzungen sind mit 0,016 und 0,007 so niedrig, dass die dargestellten linearen Beziehungen kaum etwas erklären. Die Schätzung für die Industrieländer ist leicht von Extremwerten, wie z.B. der hohen Wachstumsrate der Ökofläche in Schweden beeinflusst, während das Ergebnis der Schwellen- und Entwicklungsländer vergleichsweise robust ist<sup>12</sup>.

Dies verdeutlicht insgesamt, dass die Zunahme der Ökofläche keinen signifikanten Einfluss auf die Entwicklung der Faktorproduktivität in der Landwirtschaft hat,

<sup>11</sup> Die P-Werte betragen 0,5028 für Industrieländer und 0,4504 für Schwellen- und Entwicklungsländer.

<sup>12</sup> Bei einer Schätzung der linearen Beziehung ohne Schweden wird die Beziehung in Industrieländern leicht positiv. Die geschätzte Beziehung in den Schwellen- und Entwicklungsländern verändert sich dagegen nicht, wenn z. B. die Dominikanische Republik weggelassen wird. In allen Fällen bleibt der Erklärungsgehalt dieser Regressionen sehr niedrig. Die Extremwerte ändern daher an der grundsätzlichen Aussage der Schätzung nichts. Zur „Stabilität“ der Schätzungen siehe auch Anhang 6.

### Box 3: Schätzung des Produktivitätsfortschritts in der Landwirtschaft

Zur Schätzung des Produktivitätsfortschritts in der Landwirtschaft wird die sog. Produktivitäts- und Effizienzanalyse verwendet, in der die technische Effizienz als Quotient von beobachtetem Output zu maximal möglichem Output definiert wird. Eine Produktivitätssteigerung ist sowohl durch eine Erhöhung des Outputs bei gegebener Inputmenge als auch durch eine Verringerung des Inputs bei gegebenem Output möglich. Ein Überblick über die verschiedenen Methoden der Effizienzanalyse findet sich in Coelli et al. (2005).

Auf Länderebene wird Produktivität mit Hilfe der sog. ‚Totalen Faktorproduktivität (TFP)‘ ausgedrückt, die sich aus dem Quotient der aggregierten  $j$  Outputs  $Y$  und der aggregierten  $k$  Inputs  $X$  in einem Land  $i$  ergibt (vgl. Fuglie 2012):

$$TFP_i = \frac{\sum_j Y_{ji}}{\sum_k X_{ki}}$$
$$\frac{d \ln(TFP_i)}{dt} = \frac{d \ln(Y_{ji})}{dt} - \frac{d \ln(X_{ki})}{dt}$$

Die vergleichende empirische Schätzung von TFP-Werten für verschiedene Länder erfolgt in der einschlägigen Literatur mit Hilfe der FAO-Datenbank (FAO 2012). Dabei werden nur monetär bewertbare Inputs und Outputs berücksichtigt und keine positive oder negative Umwelteffekte, die als Nebenprodukte landwirtschaftlicher Tätigkeit entstehen. Für die Schätzung des Einflusses des Öko-Sektors auf die Produktivität des gesamten Agrarsektors werden in dieser Studie die TFP-Schätzwerte aus der Publikation von Fuglie (2012) verwendet, die der Autor freundlicher Weise zur Verfügung gestellt hat.

Empirisch wird TFP-Wachstum mit verschiedenen Einflussfaktoren erklärt. Fuglie (2012) fügt in seine Schätzung u.a. eine Variable jeweils für Humankapital und Beratung ein (ebenda). Andere Untersuchungen schätzen z.B. den Einfluss von Produktionsstruktur, Skalenerträgen, landwirtschaftlichem Kapital, Infrastruktur, Bewässerung, Wetteränderungen, politischer Stabilität, Marktliberalisierung oder das Ausmaß von Entwicklungshilfe als Einflussfaktoren auf die TFP (von Cramon-Taubadel et al. 2009, Evenson und Fuglie 2010, Fuglie 2012, OECD-FAO 2012). Da derartige Einflussgrößen, die die TFP potenziell beeinflussen, in der Gleichung fehlen, liefert eine Schätzung des Einflusses des Wachstums des Ökosektors auf das TFP-Wachstum nur ein Teilergebnis.

sondern dass die Produktivität von anderen Faktoren beeinflusst wird (vgl. Box 3: Schätzung des Produktivitätsfortschritts in der Landwirtschaft). Ein stärkeres Wachstum der Ökofläche führt also nicht dazu, dass die landwirtschaftlichen Produktionsfaktoren eines Landes im internationalen Vergleich systematisch unproduktiver eingesetzt werden als in Ländern mit geringerem Flächenwachstum des Ökosektors. Somit scheint die Ausweitung der ökologischen Produktion im bisherigen Umfang für die Situation der Welternährung nicht nachteilig zu sein.

Ignoriert man das Bestimmtheitsmaß und die geringe Signifikanz der Schätzung, so könnten die Vorzeichen der Koeffizienten darauf hindeuten, dass in den Schwellen- und Entwicklungsländern eine schwach positive Beziehung zwischen dem Wachstum der nationalen Ökofläche und dem Wachstum der TFP existieren könnte, während diese Beziehung in den Industrieländern eher schwach negativ wäre (vgl. auch Anhang 6). Ersteres erscheint plausibel, da eine ökologische Bewirtschaftung in Entwicklungsländern häufig im Rahmen von Entwicklungs- bzw. Investitionsprojekten eingeführt wird, die mit Technologie- und Wissenstransfer verbunden sind. Letzteres könnte auf erste Anzeichen einer Verdrängung der ertragsmäßig stärkeren konventionellen Landwirtschaft durch Ökolandbau hindeuten. Die Größenordnung dieser Zusammenhänge ist jedoch so gering, dass die Effekte auf das TFP insgesamt marginal wären.

Der nicht vorhandene Zusammenhang zwischen TFP- und Ökoflächenwachstum scheint auch vor dem Hintergrund verschiedener Effizienzstudien plausibel (für einen Überblick siehe Lakner 2010). Diese Studien greifen auf einzelbetriebliche Daten (meist in Europa oder in den USA) zurück und schätzen mit Hilfe von ökonomischen Modellen oder von linearen Optimierungsverfahren die Effizienz der Betriebe, z. T. im Vergleich zu konventionellen Betrieben. Die Studien zeigen, dass konventionelle Betriebe häufig mit einer vergleichsweise produktiveren Technologie, d. h. mit einer höheren Produktionsfunktion arbeiten, Ökobetriebe innerhalb ihrer Technologie (Produktionsfunktion) jedoch vergleichbare oder nur leicht geringere Effizienz aufweisen. Die Produktivitäts- und Effizienzabstände sind jedoch geringer, als z. B. in Ertragsvergleichsstudien (vgl. Bagdley et al. 2007 etc. in der Einleitung).

Berücksichtigt man Umweltleistungen und -schäden in einer solchen Schätzung<sup>13</sup>, können Ökobetriebe effizienter sein als z. B. konventionelle Betriebe mit extensiver Produktionsweise oder konventionelle Betriebe ohne Agrarumweltprogramme (Kantelhardt et al. 2009). Um das Potenzial des Ökolandbaus für einen Beitrag zur Welternährung abschätzen zu können, erscheint es daher wichtig, Umwelteffekte in die Betrachtung einzubeziehen. Für eine abschließende Bewertung fehlen hier jedoch noch wissenschaftliche Untersuchungen. Umweltprobleme wie die Übernutzung von knappen lokalen Wasserressourcen, der Verlust von fruchtbarem Mutterboden bis hin zur Desertifikation spielen international insbesondere im Zusammenhang mit der langfristigen Ernährungssicherung eine wichtige Rolle. Insofern besteht im Kontext der Welternährung weiterhin Bedarf nach integrierenden Betrachtungen von Produktivität und Umweltleistungen für verschiedene Anbausysteme.

<sup>13</sup> Eine solche Vorgehensweise setzt eine Quantifizierung und eine monetäre Bewertung von Umweltleistungen und -schäden voraus. Dies ist methodisch nicht einfach und mit einem hohen Aufwand bei der Datenerfassung verbunden.

## 5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Ökolandbau kann in einigen Regionen eine Form der Landbewirtschaftung darstellen, um drängenden Umweltproblemen zu begegnen und stabilere und z. T. auch höhere Erträge im Vergleich zu vorher zu erzielen, wodurch die Ernährungssituation vor Ort verbessert werden kann. Zudem kann die Situation von Kleinbäuerinnen und -bauern dadurch gestärkt werden, dass Überschüsse oder Cash Crops verkauft werden und so ein zusätzliches Einkommen generiert wird. Auf diese Weise können durch den ökologischen Landbau in verschiedenen Regionen einige der UN-Empfehlungen zur nachhaltigen Entwicklung umgesetzt werden (Kapitel 1).

Eine Untersuchung der Ausbreitung des Ökolandbaus in den letzten zehn Jahren zeigt, dass der Großteil der in Schwellen- und Entwicklungsländern produzierten Öko-Produkte für den Export nach Europa und in die USA bestimmt ist. Die Ausbreitung der zertifiziert ökologisch bewirtschafteten Fläche verläuft sowohl zwischen als auch innerhalb der Weltregionen sehr unterschiedlich, wobei der Umfang global betrachtet mit etwa 37 Mio. ha landwirtschaftlicher Ökofläche insgesamt relativ gering ist (Kapitel 2). Dennoch hat sich die Ökofläche in weniger entwickelten Regionen wie Afrika und Asien – wenn auch auf niedrigem Niveau – positiv entwickelt.

Um den Gründen für die unterschiedliche Entwicklung näher zu kommen, wurden zunächst theoretische Bestimmungsfaktoren aus der Literatur abgeleitet. Diese lassen sich in Markt- und politische Faktoren unterteilen (Kapitel 3). Daraufhin wurden die räumlichen Bestimmungsfaktoren der internationalen Ausbreitung des Ökolandbaus empirisch mithilfe einer Regressionsanalyse untersucht. Die Analyse zeigt, dass die Qualität der Infrastruktur, die Bodenqualität und die wirtschaftliche Entwicklung in einem positiven Zusammenhang mit der Ausbreitung des Ökolandbaus stehen und in allen berücksichtigten Ländern einen großen Einfluss besitzen. Weiterhin ist die Ökofläche in den Industrieländern bisher deutlich größer als in den Schwellen- und Entwicklungsländern. In letzteren spielt für die Größe der vorhandenen Ökofläche zudem die für den Agrarsektor bestimmte Entwicklungshilfe eine entscheidende Rolle. Weiterhin nimmt die zertifizierte Ökofläche innerhalb der Gruppe der Industrieländer mit zunehmender Intensität des konventionellen Sektors (gemessen anhand des durchschnittlichen Düngemiteleinsatzes) und damit mit steigenden Opportunitätskosten des ökologischen Landbaus ab (Kapitel 4.1).

Die Einführung einer staatlichen Regulierung gilt ebenfalls als wichtiger Bestimmungsfaktor für das Wachstum der ökologisch bewirtschafteten Fläche. Da die Kausalität zwischen der Einführung einer Regulierung und dem Wachstum der Ökofläche jedoch nicht geklärt ist und vermutlich in beide Richtungen wirkt, wurde dieser Zusammenhang separat untersucht. Es zeigt sich nach einer nicht eindeutigen Entwicklung im

ersten Jahr nach der Einführung eine prägnante Wachstumstendenz der Ökofläche in den Jahren danach. Hier gibt es einige Ausnahmen, z. B. China. In diesem speziellen Fall scheint die Entwicklung des Anbauumfangs eher mit Datenproblemen als mit der staatlichen Regulierung zusammenzuhängen (Kapitel 4.2).

Die Ergebnisse zeigen, dass Ökolandbau in den Ländern vermehrt vorkommt, in denen ein höherer Anteil mäßig bis sehr gute Bodenqualitäten vorhanden ist. Mit einer eingängigen Schätzung konnte gezeigt werden, dass kein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen der Ökofläche und dem Wachstum der Produktivität in der Landwirtschaft besteht (Kapitel 4.3), dass Ökolandbau also nicht zu einem geringeren Produktivitätswachstum des gesamten Agrarsektors eines Landes führt. Für die Situation der Welternährung (im Sinne einer maximal erzeugten Menge Nahrungsmittel) scheint die Ausweitung der ökologischen Produktion im bisherigen Umfang somit nicht nachteilig zu sein. Sollte doch ein Zusammenhang bestehen, deuten die Ergebnisse darauf hin, dass dieser in Schwellen- und Entwicklungsländern eher positiv ist. Dies erscheint plausibel, da Ökolandbau insbesondere im Kontext Entwicklungsländer mit Wissenstransfer und Investitionen verbunden ist.

Die in Kapitel 2 dargestellte Flächenentwicklung des Ökolandbaus deutet darauf hin, dass die Potenziale des Ökolandbaus zur Stärkung von Kleinbäuerinnen und -bauern und zur Bekämpfung drängender ökologischer Probleme bisher nur in begrenztem Umfang genutzt wurden. Doch hier zeichnen sich Veränderungen ab, da z. B. Politiker in Afrika die Potenziale des Ökolandbaus zur Bekämpfung von Ernährungsunsicherheit, Armut und des Klimawandels vermehrt erkennen und neue Initiativen anstoßen (Willer 2012). Doch Ökolandbau ist wissensintensiv und eine mögliche Zertifizierung, die zur Vermarktung von Überschüssen als Ökoprodukte notwendig ist, verursacht Kosten. Beides kann dazu führen, dass einige von den Entwicklungen ausgeschlossen werden und die Vorteile des Ökolandbaus nicht nutzen können. Daher kann ökologischer Landbau nicht die einzige Lösung der Welternährungsproblematik sein, vielmehr muss dieser mit einer Vielzahl an Maßnahmen begegnet werden. Um die Welternährung sicher zu stellen und gleichzeitig die natürlichen Ressourcen zu schonen, sollten daher die unterschiedlichsten Anbaumethoden weiter erforscht und auf ihre Eignung unter verschiedensten Bedingungen erprobt werden. Dabei sollten weniger die Unterschiede zwischen ökologischem und konventionellem Landbau betont als vielmehr die Vorteile beider Ansätze für das gemeinsame Ziel einer nachhaltigen Ernährungssicherung genutzt werden.

## 6 Literaturverzeichnis

ASCHEMANN, J., HAMM, U., NASPETTI, S., ZANOLI, R.:

The organic market, S. 123-151 in Lockeretz, W. (Hrsg.): Organic farming: An international history, Wallingford, England: CAB, 2007

BADGLEY, C., MOGHTADER, J., QUINTERO, E., ZAKEM, E., CHAPPELL, M.J.,

AVILÉS-VÁZQUEZ, K., SAMULON, A., PERFECTO, I.:

Organic agriculture and the global food supply, Renewable Agriculture and Food Systems, Band 22 (2007), Nr. 2; S. 86-108

COELLI, T.J., RAO, D.S.P., O'DONELL, C.J., BATTESE, G.:

An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis (2.A.), New York, Springer, 2005

DABBERT, S., HÄRING, A.M.:

Vom Aschenputtel zum Lieblingskind. Zur politischen Förderung des Ökolandbaus, GAIA, Band 12 (2003), Nr. 2, S. 100-106

DE PONTI, T., RIJK, B., VAN ITTERSUM, M.K.:

The crop yield gap between organic and conventional agriculture, Agricultural Systems, Band 108 (2012), S. 1-9

EVENSON, R.E., FUGLIE, K.O.:

Technology capital: the price of admission to the growth club Journal of Productivity Analysis, Band 33 (2010), Nr. 3, S. 173-190

FAO:

International Conference on Organic Agriculture and Food Security, 3-5 May 2007, Report, Food and Agricultural Organization (FAO), Rom, Italien, 2007

FAO:

How to feed the world in 2050, Report, Food and Agricultural Organization (FAO), Rom, Italien, 2009

FAO:

FAO Database, Food and Agricultural Organization (FAO), Rom, 2012 <http://faostat.fao.org> (Zugriff: 18.12.2012)

FAO, IFAD, WFP und BIOVERSITY INTERNATIONAL:

Rome-based Organizations Submission to Rio + 20 Outcome Document, Food and Agricultural Organization (FAO), International Fund for Agricultural Development (IFAD), World Food Program (WFP) und Bioversity International, Rom, Italien, 2011

FAO, WFP and IFAD:

The State of Food Insecurity in the World 2012. Economic growth is necessary but not sufficient to accelerate reduction of hunger and malnutrition, Food and Agricultural Organization (FAO), World Food Program (WFP) und International Fund for Agricultural Development (IFAD), Rom, Italien, 2012

FiBL:

Data tables from the FiBL-IFOAM survey on organic agriculture worldwide, Datentabellen, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick, Schweiz, 2012 <http://www.organic-world.net/statistics-data-tables.html?&L=0> (Zugriff: 15.11.2012)

FUGLIE, K.O.

Productivity Growth and Technology Capital in the Global Agricultural Economy, S. 123-123 in Fuglie, K.O., Wang, S.L., Ball, E. (Hrsg.): Productivity Growth in Agriculture: An International Perspective, Oxfordshire, UK, CAB International, 2012

GERBER, A., HOFFMANN, V., KLÜGLER, M.:

Das Wissenssystem im ökologischen Landbau in Deutschland – zur Entstehung und Weitergabe von Wissen im Diffusionsprozess, Berichte über Landwirtschaft, Band 74 (1996), S. 591-627

HAMM, U., GRONEFELD, F.:

The European market for organic food: Revised and updated analysis. School of Management and Business, Aberystwyth, Wales, 2004

HUBER, B., SCHMID, O., NAPO-BITANTEM, G.:

Standards and Regulations, S.128-136 in Willer, H. und Kilcher L. (Hrsg.), The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends 2012, FiBL-IFOAM Report, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, Schweiz, 2012

IFOAM:

Definition of Organic Agriculture, International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn, 2008 [http://www.ifoam.org/growing\\_organic/definitions/sdhw/pdf/DOA\\_German.pdf](http://www.ifoam.org/growing_organic/definitions/sdhw/pdf/DOA_German.pdf) (Zugriff: 26.11.2012)

- KANTELHARDT, J., ECKSTEIN, K., HOFFMANN, H.  
Assessing programmes for the provision of agri-environmental services – An efficiency analysis realized in Southern Germany, Konferenzbeitrag auf der Konferenz der International Association of Agricultural Economists (IAAE), August 2009, Peking, China, <http://purl.umn.edu/51688> (Zugriff: 18.12.2012)
- LAKNER, S.:  
Effizienzanalyse im ökologischen Landbau – Bestandsaufnahme, empirische Analyse und agrarpolitische Schlussfolgerungen, Dissertation an der Georg-August Universität Göttingen, 2010, <http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/2010/lakner/lakner.pdf> (Zugriff: 18.12.2012)
- LAKNER, S., VON CRAMONTAUBADEL, S., BRÜMMER, B.:  
Technical efficiency of organic pasture farming in Germany: The role of location economics and of specific knowledge, *Renewable Agriculture and Food Systems*, Band 27 (2012), Nr. 3, S. 228-241 <http://dx.doi.org/10.1017/S1742170511000330>
- MUSSHOFF, M., HIRSCHAUER, N.:  
Adoption of organic farming in Germany and Austria: an integrative dynamic investment perspective, *Agricultural Economics* Band 39 (2008), Nr. 1, S. 135–145 doi: 10.1111/j.1574-0862.2008.00321.x
- OECD-FAO  
Agricultural Outlook 2012-2021, OECD und FAO, Rom und Paris, [http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2012-en](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2012-en) (Zugriff: 18.12.2012)
- ÖRJAVIK, K.:  
World of Organic Certification, S. 137-141 in Willer, H., Kilcher L. (Hrsg.), *The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends 2012*, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, Switzerland, 2012
- PADEL, S.:  
Conversion to Organic Farming: A Typical example of the diffusion of innovation?, *Sociologia Ruralis*, Band 41 (2001), S. 40–61
- REGANOLD, J.P.:  
The fruits of organic farming, *Nature*, Band 485, S. 176 (10.05.2012) doi:10.1038/485176a
- SANDERS, J., OFFERMANN, F., NIEBERG, H.:  
Wirtschaftlichkeit des ökologischen Landbaus in Deutschland unter veränderten agrarpolitischen Rahmenbedingungen, *Landbauforschung Sonderheft Nr. 364*, Braunschweig, von Thünen-Institut, 2012
- SANDHU, H.S., WRATTEN, S.D., CULLEN, R.:  
Organic agriculture and ecosystem services, *Environmental Science & Policy*, Band 13 (2010), Nr. 1, S. 1–7 <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2009.11.002>
- SCHAACK, D., RAMPOLD, C., WILLER, H., RIPPIN, M.:  
Organic Imports to Germany, S. 212–215 in Willer, H. und Kilcher L. (Hrsg.), *The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends 2012*, FiBL-IFOAM Report, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, Switzerland, 2012a
- SCHAACK, D., LERNOUD, J., PADEL, S., WILLER, H.:  
The Organic Market in Europe, S. 206–211 in Willer, H. und Kilcher L. (Hrsg.), *The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends 2012*, FiBL-IFOAM Report, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, Switzerland, 2012b
- SCHMIDTNER, E., LIPPERT, C., ENGLER, B., HÄRING, A. M., AURBACHER, J. and DABBERT, S.:  
Spatial distribution of organic farming in Germany: does neighbourhood matter? *European Review of Agriculture Economics*, Band 39 (2012), Nr. 4, S. 661–683 doi: 10.1093/erae/jbr047
- SEUFERT, V., RAMANKUTTY, N., FOLEY, J.A.:  
Comparing the yields of organic and conventional agriculture, *Nature*, Band 485, S. 229–232 (10.05.2012) doi:10.1038/nature11069
- SPILLER, A., ENNEKING, U., LÜTH, M.:  
Analyse des Kaufverhaltens von Selten- und Gelegenheitskäufern und ihrer Bestimmungsgründe für/gegen den Kauf von Öko-Produkten, Bericht für das BÖL Nr. 02OE366, Universität Göttingen, 2004 <http://www.orgprints.org/4201/> (Zugriff: 13.01.2012)
- THOEGERSEN, J.:  
Country Differences in Sustainable Consumption: The Case of Organic Food, *Journal of Macromarketing*, Band 30 (2010), Nr. 2, S. 171–185 doi: 10.1177/0276146710361926
- TREWAVES, A.:  
Urban myths of organic farming, *Commentary in Nature* Band 410, S. 409–410 (22.03.2001)

UNITED NATIONS (2010):

The Millennium Development Goals Report 2010 Report, United Nations Department of Economic and Social Affairs (DESA), New York, USA

VON CRAMON-TAUBADEL, S., ANRIQUEZ, G., DE HAEN, H., NIVYEVSKIY, O.: Investment in Developing Countries' Food and Agriculture: Assessing Agricultural Capital Stocks and their impact on productivity, Beitrag auf dem Expert Meeting on How to feed the World in 2050, Food and Agriculture Organization FAO, 4-26 June 2009, FAO, Rome, <http://www.fao.org/docrep/012/ak542e/ak542e00.htm> (Zugriff: 17.12.2012)

WILLER, H.:

The World of Organic Agriculture 2012: Summary, S. 26-32 in Willer, H., Kilcher L. (Hrsg.), The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends 2012, FiBL-IFOAM Report, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, Switzerland, 2012

WILLER, H., YUSSEFI, M. (Hrsg.):

The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends 2005/2006/2007, IFOAM, Bonn, Germany, Jahrgänge 2005-2007

WILLER, H., YUSSEFI-MENZLER, M., SORENSEN, N. (Hrsg.):

The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends 2008, IFOAM, Bonn, Germany, 2008

WILLER, H., KILCHER, U. (Hrsg.):

The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends 2009/ 2010/ 2011/ 2012, FiBL-IFOAM Report, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, Switzerland, Jahrgänge 2009-2012

## 7 Anhang

### Anhang 1: Erklärende Regressionsvariablen: Bezeichnungen, Beschreibungen und Einheiten

Variable	Beschreibung	Jahr	Einheit	Quelle
Landwirtschaftliche Fläche	Landwirtschaftliche Fläche im Land	2009	In 1.000 Hektar	FAO
Infrastrukturqualität	Logistics Performance Index: Qualität der handels- und transportbezogenen Infrastruktur	2009	Skala 1 bis 5 (5=hoch)	Weltbank
Bodenqualität	Anteil der Landfläche mit mäßig bis sehr guter Eignung für den Anbau von sechs Ackerfrüchten (Mais, Sorghum, Baumwolle, Gartenbohne, Hirse, Sojabohne)	-	% der Landfläche	FAO
Wirtschaftswachstum	Wachstum des BIP pro Kopf zwischen 2005 und 2010	2005 bis 2010	% pro Kopf über 5 Jahre	Weltbank
Durchschnittlicher Düngemiteleinsatz	Durchschnittlicher Düngemiteleinsatz auf der Ackerfläche	2009	kg/ha Ackerfläche	Weltbank
Anteil des Agrarsektors an der Entwicklungshilfe	Anteil der für den Agrarsektor bestimmten an der offiziell empfangenen Entwicklungshilfe	2010	% der Gesamtzahlungen	FAO
Ländergruppen (Dummy-Variable)	Unterscheidung von Industrie- und Schwellen- und Entwicklungsländern (nach Weltbank)	2012	Industrieländer = 1	Weltbank

**Anhang 2: Ergebnisse der Regressionsanalyse für die Modelle ‚Industrieländer‘, ‚Schwellen- und Entwicklungsländer‘ und ‚Alle Länder‘; Abhängige Variable: Zertifizierte Ökofläche in In Hektar**

Modellparameter		Industrieländer	Schwellen- und Entwicklungsländer	Alle Länder
Anzahl Beobachtungen		32	78	115
Korrigiertes R <sup>2</sup>		0,4725	0,3235	0,4286
R <sup>2</sup>		0,5575	0,3762	0,4587
Abhängige Variable	Einheit			
Zertifizierte Ökofläche	In Hektar			
Erklärende Variablen				
Landwirtschaftliche Fläche	In 1.000 Hektar	0,48 (0,225) [0,042]	0,52 (0,151) [0,001]	0,55 (0,101) [0,000]
Infrastrukturqualität	Skala 1 bis 5 (5=hoch)	1,01 (0,767) [0,199]	1,57 (0,665) [0,021]	1,62 (0,453) [0,001]
Bodenqualität	% der Landfläche	0,02 (0,027) [0,389]	0,06 (0,025) [0,015]	0,06 (0,016) [0,000]
Wirtschaftswachstum	% pro Kopf über 5 Jahre	-0,011 (0,041) [0,799]	0,04 (0,021) [0,090]	0,03 (0,016) [0,054]
Durchschnittlicher Düngemiteleinsatz	kg/ha Ackerfläche	-0,01 (0,004) [0,035]	0,00 (0,002) [0,915]	0,00 (0,001) [0,285]
Anteil des Agrarsektors an der Entwicklungshilfe	% der Gesamtzahlungen	---	0,07 (0,035) [0,063]	---
Ländergruppen (Dummy)	Industrieländer = 1	---	---	1,51 (0,731) [0,041]
Konstante		5,03 (2,315) [0,039]	-3,05 (1,594) [0,060]	-2,57 (1,359) [0,061]

Erläuterungen: (robuster Standardfehler), [P-Wert]

Quelle: eigene Berechnung

**Anhang 3: Ergebnisse der Regressionsanalyse für die Modelle ‚Industrieländer‘, ‚Schwellen- und Entwicklungsländer‘ und ‚Alle Länder‘, Abhängige Variable: Zertifizierte Ökofläche in Anteil der ökologischen Fläche an der Gesamtagrarfläche**

Modellparameter		Alle Länder
Anzahl Beobachtungen		118
Korrigiertes R <sup>2</sup>		0,3829
R <sup>2</sup>		0,4146
Abhängige Variable	Einheit	
Anteil zertifizierte Ökofläche an der Gesamtagrarfläche	% der Gesamtagrarfläche	
Erklärende Variablen		
Landwirtschaftliche Fläche	In 1.000 Hektar	0,43 (0,151) [0,005]
Infrastrukturqualität	Skala 1 bis 5 (5=hoch)	1,53 (0,6710) [0,025]
Bodenqualität	% der Landfläche	0,03 (0,027) [0,279]
Wirtschaftswachstum	% pro Kopf über 5 Jahre	0,03 (0,013) [0,011]
Durchschnittlicher Düngemiteleinsatz	kg/ha Ackerfläche	-0,005 (0,002) [0,010]
Ländergruppen (Dummy)	Industrieländer = 1	3,13 (1,028) [0,003]
Konstante		-0,56(1,637)[0,735]

Erläuterungen: (robuster Standardfehler), [P-Wert]

Quelle: eigene Berechnung

#### Anhang 4: In die Regressionen eingegangene Länder

Länder	Modelle			Länder	Modelle			Länder	Modelle		
	IL	S/EL	Alle		IL	S/EL	Alle		IL	S/EL	Alle
Afghanistan		X	X	Italien	X		X	Peru		X	X
Ägypten		X	X	Jamaika		X	X	Philippinen		X	X
Albanien		X	X	Japan	X		X	Polen	X		X
Algerien		X	X	Jordanien		X	X	Portugal	X		X
Argentinien		X	X	Kambodscha		X	X	Republik Korea	X		
Armenien		X	X	Kamerun		X	X	Ruanda		X	X
Äthiopien		X	X	Kanada	X		X	Rumänien			X
Australien	X		X	Kasachstan		X	X	Russland			X
Bangladesch		X	X	Kenia		X	X	Sambia		X	X
Belgien			X	Kirgisische Republik		X	X	Saudi Arabien	X		X
Benin		X	X	Kolumbien		X	X	Schweden	X		X
Bolivien		X	X	Kroatien	X		X	Schweiz	X		X
Bosnien-Herzegowina		X	X	Lettland			X	Senegal		X	X
Brasilien		X	X	Libanon		X	X	Serbien		X	X
Bulgarien			X	Litauen			X	Slowakei	X		X
Burkina Faso		X	X	Luxemburg	X		X	Slowenien	X		X
Burundi		X	X	Madagaskar		X	X	Spanien	X		X
Chile		X	X	Malawi		X	X	Sri Lanka		X	X
China		X	X	Malaysia		X	X	Südafrika		X	X
Costa Rica		X	X	Mali		X	X	Sudan		X	X
Dänemark	X		X	Marokko		X	X	Syrien		X	X
Deutschland	X		X	Mazedonien		X	X	Tadschikistan		X	X
Dominikanische Republik		X	X	Mexiko		X	X	Tansania		X	X
DR Kongo		X	X	Moldawien		X	X	Thailand		X	X
Ecuador		X	X	Montenegro		X	X	Togo		X	X
El Salvador		X	X	Mosambik		X	X	Tschechische Republik	X		X
Estland	X		X	Namibia		X	X	Tunesien		X	X
Finnland	X		X	Nepal		X	X	Türkei		X	X
Frankreich	X		X	Nicaragua		X	X	Uganda		X	X
Georgien		X	X	Niederlande	X		X	Ukraine		X	X
Ghana		X	X	Niger		X	X	Ungarn	X		X
Griechenland	X		X	Nigeria		X	X	Uruguay		X	X
Guatemala		X	X	Norwegen	X		X	USA	X		X
Guyana		X	X	Oman	X		X	Usbekistan		X	X
Honduras		X	X	Österreich	X		X	Venezuela		X	X
Indien		X	X	Pakistan		X	X	Vereinigtes Königreich	X		X
Indonesien		X	X	Panama		X	X	Vietnam		X	X
Irland	X		X	Papua-Neuguinea		X	X	Zypern	X		X
Israel	X		X	Paraguay		X	X				

#### Anhang 5: Deskriptive Statistiken der Variablen

Modell	Anzahl Beobacht.	Variable	Einheit	Standardabweichung		
				Mittelwert	Minimum	Maximum
Industrieländer	32	Zertifizierte Ökofläche	Hektar	730.596	39	12.001.724
		Landwirtschaftliche Fläche	In Hektar	11,66	2,40	16,30
		Infrastrukturqualität	1.000 Hektar	38.442	101.651	409.029
		Bodenqualität	In 1.000 Hektar	8,48	1,98	4,83
		Wirtschaftswachstum	Skala 1 bis 5 (5=hoch)	3,58	0,55	2,36
		Durchschnittl. Düngemittleinsatz	% der Landfläche	30,01	11,18	5,23
		Zertifizierte Ökofläche	% pro Kopf über 5 Jahre	19,7	9,0	45,3
		Landwirtschaftliche Fläche	kg/ha Ackerfläche	164,5	101,0	477,3
		Infrastrukturqualität	Hektar	158.072	541.965	4.177.653
		Bodenqualität	In Hektar	9,41	2,51	3,87
Schwellen- und Entwicklungsländer	78	Zertifizierte Ökofläche	1.000 Hektar	35.735	73.630	524.321
		Landwirtschaftliche Fläche	In 1.000 Hektar	9,32	1,57	6,11
		Infrastrukturqualität	Skala 1 bis 5 (5=hoch)	2,38	0,41	1,63
		Bodenqualität	% der Landfläche	35,13	9,89	17,32
		Wirtschaftswachstum	% pro Kopf über 5 Jahre	33,0	13,1	83,6
		Durchschnittl. Düngemittleinsatz	kg/ha Ackerfläche	109,6	167,7	826,6
		Anteil des Agrarsektors an der Entwicklungshilfe	% der Gesamtzahlungen	7,2	5,9	25
		Zertifizierte Ökofläche	Hektar	315.400	1.215.151	12.001.724
		Landwirtschaftliche Fläche	In Hektar	10,12	2,63	3,67
		Infrastrukturqualität	1.000 Hektar	37.009	82.389	524.321
Alle Länder	115	Bodenqualität	In 1.000 Hektar	9,08	1,73	4,83
		Wirtschaftswachstum	Skala 1 bis 5 (5=hoch)	2,72	0,70	1,63
		Durchschnittl. Düngemittleinsatz	% der Landfläche	34,19	11,20	5,23
		Anteil des Agrarsektors an der Entwicklungshilfe	% pro Kopf über 5 Jahre	29,7	13,9	83,6
		Zertifizierte Ökofläche	kg/ha Ackerfläche	123,1	150,4	826,6
		Landwirtschaftliche Fläche				
		Infrastrukturqualität				
		Bodenqualität				
		Wirtschaftswachstum				
		Durchschnittl. Düngemittleinsatz				



## Anhang 5: Weitere Maßzahlen für die Ausbreitung des Ökolandbaus zur Verwendung in den Produktivitätsbetrachtungen

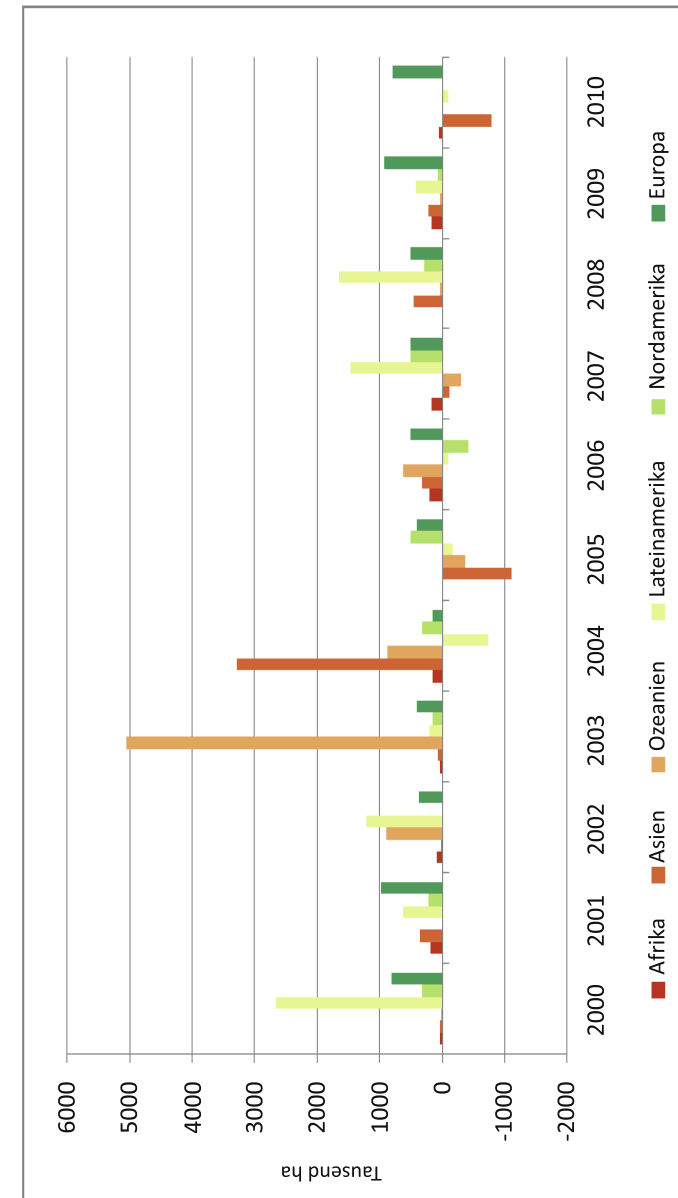
Mit den folgenden Variablen für die Ausbreitung des Ökolandbaus wurden weitere Schätzungen zum Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Produktivität durchgeführt. Die Variablen, die Ergebnisse und die aufgetretenen Schwierigkeiten werden im Folgenden kurz kommentiert:

**1) Wachstum der Ökofläche 2006–2009 in %:** Bei Verwendung dieser Variablen folgen die Schätzergebnisse dem in Kapitel 4.3 beschriebenen Schema und sind teilweise signifikant. Diese Variable hat jedoch den Nachteil, dass die Wachstumsraten in Ländern mit einem niedrigem Ausgangsniveau an Ökofläche besonders hoch sind („Basiseffekt“). Aufgrund dieser großen Streuung der Wachstumsraten erscheint die Variable nur eingeschränkt geeignet.

**2) Wachstum der Ökofläche 2005–2006 in %:** Die Verwendung einer jährlichen Wachstumsrate hat den Vorteil, dass der Einfluss des Ökowachstum in einem Jahr (2005 auf 2006) auf das Produktivitätswachstum in der folgenden Periode (2006–2009) geschätzt werden kann, also eine zeitlich versetzte Schätzung durchgeführt wird. Die Ergebnisse zeigen einen ähnlichen Verlauf wie in Kapitel 4.3 dargestellt, sie bestätigen die o.g. Tendenz und sind teilweise signifikant. Leider ist für diesen Zeitraum nur eine geringe Anzahl Beobachtungen vorhanden.

**3) Ökologisch bewirtschaftete Fläche in 2009 (in Hektar oder ln Hektar):** Auch hier ergibt sich ein ähnliches Bild wie in Kapitel 4.3, die Schätzung ist nicht signifikant. Die Konzentration der Hektar-Daten im Bereich um Null herum ist sehr stark, so dass diese Variable nur eingeschränkt sinnvoll erscheint. Bei Verwendung der ln-Hektar-Werte ergibt sich eine ausgewogenere Verteilung der Daten, allerdings weist der Schätzwert eine sehr hohe Fehlerwahrscheinlichkeit auf.

## Anhang 7: Wachstum der ökologisch bewirtschafteten Agrarfläche in 1.000 ha, 2000–2010, jeweils gegenüber dem Vorjahr



Quelle: Eigene Darstellung nach FiBL (2012)

## Schriftenreihe der Landwirtschaftlichen Rentenbank

- Band 1: Weinschenck, G.; Werner, R.:  
Einkommenswirkungen ökologischer Forderungen an die Landwirtschaft, 1989 (vergriffen)
- Band 2: Meyer-Mansour, D.; Breuer, M.; Nickel, B.:  
Belastung und Bewältigung – Lebenssituation landwirtschaftlicher Familien, 1990 (vergriffen)
- Band 3: Kimminich, O.:  
Die Eigentumsгарantie im Prozeß der Wiedervereinigung – Zur Bestandskraft der agrarischen Bodenrechtsordnung der DDR, 1990 (vergriffen)
- Band 4: Dabbert, S. et al.:  
Die ostdeutsche Landwirtschaft unter EG-Bedingungen, 1991 (vergriffen)
- Band 5: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Fallbeispiele zu Umstrukturierungen von ehemaligen LPGen, 1992 (vergriffen)
- Band 6: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Entwicklungshemmnisse landwirtschaftlicher Unternehmen in den neuen Bundesländern, 1993 (vergriffen)
- Band 7: Balz, M. et al.:  
Agrarkreditsysteme in der Europäischen Union, 1994 (vergriffen)
- Band 8: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Verteilungswirkungen der künftigen EU-Agrarpolitik nach der Agrarreform, 1994 (vergriffen)
- Band 9: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Neue Organisationsformen im Anpassungsprozeß der Landwirtschaft an die ökonomisch-technische Entwicklung in Produktion, Verarbeitung und Absatz, 1995 (vergriffen)
- Band 10: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Landwirtschaftliche Investitionsförderung: Bisherige Entwicklung, aktueller Stand, Alternativen für die Zukunft, 1996 (vergriffen)
- Band 11: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Landwirtschaft im ländlichen Raum – Formen, Funktionen, Konflikte, 1997 (vergriffen)
- Band 12: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Kombination landwirtschaftlicher und gewerblicher Tätigkeit – Formen, Chancen, Hemmnisse, 1998 (vergriffen)
- Band 13: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Innovative Konzepte für das Marketing von Agrarprodukten und Nahrungsmitteln, 1999 (vergriffen)
- Band 14: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Verbraucherorientierung der Landwirtschaft – Ansätze in Öffentlichkeitsarbeit, Produktion, Marketing, 2000 (vergriffen)
- Band 15: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Betriebsgesellschaften in der Landwirtschaft – Chancen und Grenzen im Strukturwandel, 2001 (vergriffen)
- Band 16: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Lebensmittelsicherheit und Produkthaftung – Neuere Entwicklungen in der integrierten Produktion und Vermarktung tierischer Erzeugnisse, 2002 (vergriffen)
- Band 17: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Artgerechte Tierhaltung in der modernen Landwirtschaft – Diskussion neuer Erkenntnisse, 2002 (vergriffen)
- Band 18: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Aktuelle Probleme der landwirtschaftlichen Flächennutzung, 2003
- Band 19: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Herausforderungen für die Agrarfinanzierung im Strukturwandel – Ansätze für Landwirte, Banken, Berater und Politik, 2004 (vergriffen)
- Band 20: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Entwicklungspotenziale ländlicher Räume – Landwirtschaft zwischen Rohstoffproduktion und Management natürlicher Ressourcen, 2005 (vergriffen)

- Band 21: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Organisatorische und technologische Innovationen in der Landwirtschaft, 2006
- Band 22: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Zur Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Agrarwirtschaft –  
politische, institutionelle und betriebliche Herausforderungen, 2007
- Band 23: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Risikomanagement in der Landwirtschaft, 2008 (vergriffen)
- Band 24: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Neue Potenziale für die Landwirtschaft – Herausforderungen für die  
Agrarpolitik, 2009
- Band 25: Sonderband zum Berliner Forum: Biopatente – Rechtliche Bedingungen und  
politische Aspekte, 2009 (vergriffen)
- Band 26: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Auswirkungen der Finanzkrise und volatiler Märkte auf die  
Agrarwirtschaft, 2010
- Band 27: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union nach 2013
- Band 28: Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung:  
Veredlungsstandort Deutschland – Herausforderungen von Gesellschaft,  
Politik und Märkten

**Zu beziehen bei:**

Landwirtschaftliche Rentenbank  
Abt. Öffentlichkeitsarbeit und Volkswirtschaft  
Postfach 10 14 45 / 60014 Frankfurt am Main  
Telefon 069 2107-363 / Telefax 069 2107-6447  
office@rentenbank.de  
www.rentenbank.de

