

Aus dem Institut für Marktanalyse und Agrarhandelspolitik

Martina Brockmeier
Oliver von Ledebur

Landwirte oder Energiewirte - welche Signale geben die internationalen Rohstoffmärkte bis 2025?

Veröffentlicht in: Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 274

Braunschweig
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
2004

Landwirte oder Energiewirte – welche Signale geben die internationalen Rohstoffmärkte bis 2025?

Martina Brockmeier und Oliver von Ledebur^{1,2}

1 Einleitung

Die globale Ernährungssituation rückt angesichts wachsender Weltbevölkerung zunehmend in den Mittelpunkt des Interesses. Im vorliegenden Beitrag werden daher die bisherigen Entwicklungen auf den Nahrungsmittelmärkten analysiert und Aussagen hinsichtlich der Ernährungssituation aus globaler Sicht getroffen. Darauf bauend werden anhand von Modellprojektionen Entwicklungstendenzen für die wichtigsten Agrarmärkte aufgezeigt und mögliche Rückkopplungen auf die Welternährungssituation identifiziert. Vor dem Hintergrund dieser Analyse wird auf die erkennbaren Nutzenpotenziale landwirtschaftlicher Erzeugnisse als Energieträger eingegangen.

2 Fakten zur Welternährung

Schätzungen der FAO (2003a) verdeutlichen, dass im Jahr 2002 ca. 815 Mio. Menschen bzw. 11 % der Weltbevölkerung ihren grundlegenden Energiebedarf nicht durch eine ausreichende Nahrungsaufnahme decken können. Betroffen hiervon sind insbesondere Entwicklungsländer, in denen 95 % (799 Mio.) der hungernden Weltbevölkerung leben (vgl. Abbildung 1).

Ein großer Teil der unterernährten Menschen befindet sich in den bevölkerungsreichen Entwicklungsländern Asiens, insbesondere in China (ca. 15 %) und Indien (ca. 28 %). Ein hoher Anteil an den hungernden Menschen ist jedoch auch in Afrika südlich der Sahara mit 25 % gegeben. Im Gegensatz dazu ist der Anteil der Industrie- und Transformationsländer an den weltweit hungernden Menschen mit 1 bzw. 4 % verschwindend gering.

Ist eine unzureichende globale Nahrungsmittelproduktion für diese Situation verantwortlich? Abbildung 2 zeigt, dass sich die Nahrungsmittelproduktion in den letzten Jahrzehnten

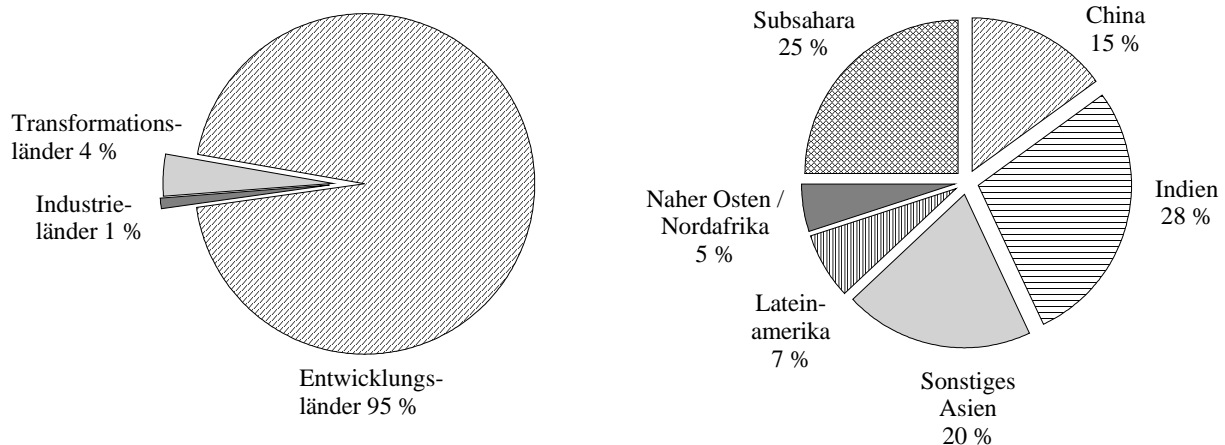
¹ Prof. Dr. Martina Brockmeier und Dr. Ernst-Oliver von Ledebur, Institut für Marktanalyse und Agrarhandelspolitik, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig.
E-Mail: martina.brockmeier@fal.de, oliver.ledebur@fal.de

² Die Autoren bedanken sich bei Ulrich Sommer und Dirk Lehmann für die Hilfestellung bei der Erarbeitung dieses Beitrags.

positiv entwickelt hat. Die Zuwachsraten der Nahrungsproduktion haben sich allerdings verlangsamt. So steigerte sich die Nahrungsmittelproduktion in den 70er Jahren um durchschnittlich 2,5 % pro Jahr, während sie in den 90er Jahren nur noch durchschnittlich um 1% pro Jahr anstieg.

Wird das gesamte globale Nahrungsmittelangebot unter rein statistischen Gesichtspunkten auf die Weltbevölkerung bezogen, so ergeben sich die folgenden Fakten: Für jeden Menschen sind im Durchschnitt knapp 30 g tierisches Protein bzw. 2.800 kcal Energie pro Tag vorhanden. Bei alleiniger Verwendung der globalen Getreideproduktion von ca. 2 Mrd. t für Nahrungsmittelzwecke wäre ohne vorherige tierische Veredlung sogar eine Energiezufuhr von 3.600 kcal pro Person im Jahr möglich.

Abbildung 1: Unterernährung nach Regionen und in Entwicklungsländern (2003)



Quelle: FAO (2003a).

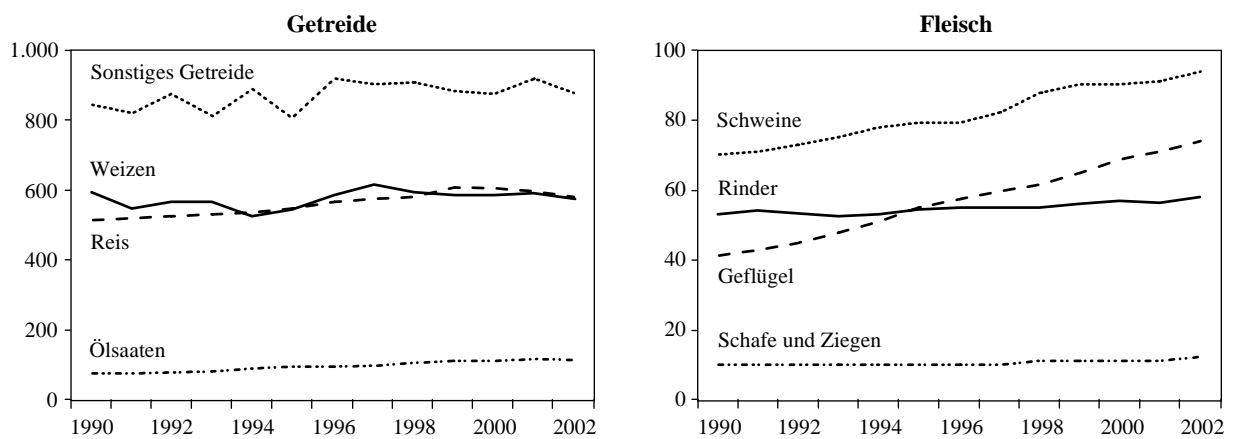
Ist diese Protein- bzw. Energiezufuhr ausreichend? Als Hilfestellung bei der Beantwortung dieser Frage kann die aktuelle Ernährungssituation in Deutschland herangezogen werden. Laut dem aktuellen Ernährungsbericht der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) ergibt sich für die weibliche bzw. männliche Bevölkerung in Deutschland eine durchschnittliche Kalorienaufnahme von 2.152 kcal bzw. 2.438 kcal und eine durchschnittliche Proteinaufnahme von 13,5 bzw. 13,6 g pro Tag, die als ausreichend angesehen wird (DGE, 2000, S. 42-49).³ Grundsätzlich kann somit festgehalten werden, dass das globale Nahrungsmittelangebot mehr als ausreichen würde, um die Weltbevölkerung von derzeit 6 Mrd. Menschen zu ernähren. In der Diskussion um die globale Ernährungssituation ist dieser

³ Laut Berechnungen der DGE (2000, S. 48/49) liegt die mittlere tägliche Energie- und Proteinzufuhr in Deutschland für die weibliche (männliche) Bevölkerung um 18 bzw. 69 % (10 bzw. 64 %) über den entsprechenden Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr.

Punkt unstrittig und wird auch von den internationalen Organisationen, wie z. B. FAO und IFPRI, vertreten.

Die aktuelle Ernährungssituation ist daher nicht auf eine zu geringe physische Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln, sondern auf Armut bzw. fehlende Kaufkraft und einen damit in Zusammenhang stehenden Mangel an Verfügungsmöglichkeiten der Bevölkerung über Ressourcen in den meisten Entwicklungsländern zurückzuführen. Maßnahmen zur Reduzierung des Hungers bzw. der Armut sollten daher nicht in erster Linie die physische Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln erhöhen, sondern vor allem die Kaufkraft in Entwicklungsländern stärken.

Abbildung 2: Entwicklung der globalen Fleisch- und Getreideproduktion (Mio. t)



Quelle: FAOSTAT (08.12.2003).

Da der Agrarsektor in den meisten Entwicklungsländern einen hohen Anteil am BSP erwirtschaftet, stellen z. B. die Stärkung des Agrarsektors in Entwicklungsländern durch Liberalisierung des Weltagrarhandels, Förderung der Agrarforschung, oder direkte Nahrungsmittelhilfe in Form von Geld oder Kupons geeignete Maßnahmen zur Erhöhung der Kaufkraft von Entwicklungsländern dar. Auch der in diesem Zusammenhang häufig diskutierte Einsatz von Gentechnologie ist in der aktuellen Situation nur dann zur Reduzierung von Armut und Hunger geeignet, wenn hierdurch die Kaufkraft in den Entwicklungsländern gestärkt werden kann. Von einer reinen Erhöhung der zurzeit bereits mehr als ausreichenden Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln durch den Einsatz von Gentechnologie in Industrieländern ist in der gegenwärtigen Situation dagegen keine Verminderung von Armut und Hunger in Entwicklungsländern zu erwarten (vgl. hierzu FAO, 2000 und 2003a; TANGERMANN, 2001).

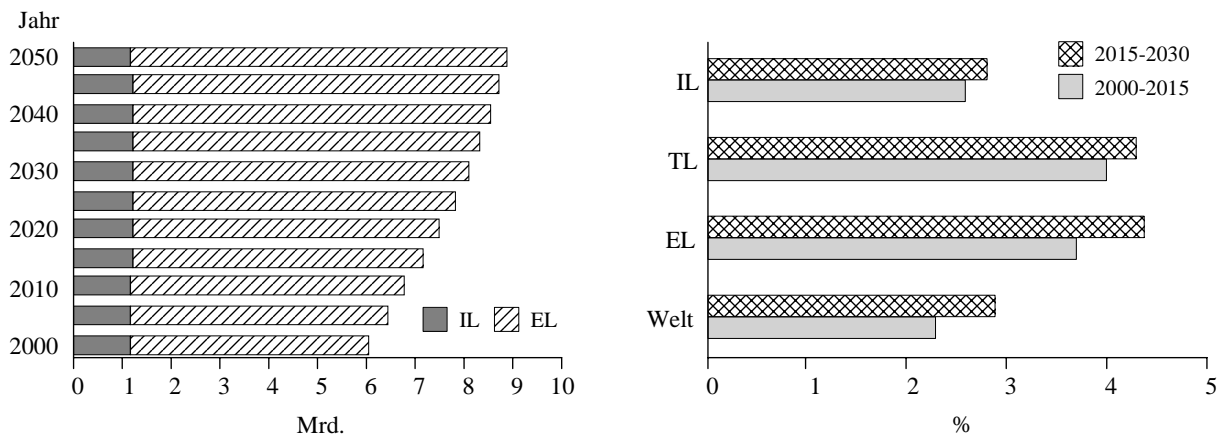
Kann die globale Ernährungssituation in den nächsten Jahrzehnten verbessert werden? Können sich auch die Menschen in Entwicklungsländern langfristig betrachtet mehr Fleisch leisten und wird dann die hierfür erforderliche Futtermittelproduktion in ausreichendem Umfang möglich sein?

3 Entwicklungstendenzen der Agrarmärkte und ihre Auswirkungen auf die Welternährungssituation

Die globale Ernährungssituation wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst. Von besonderer Bedeutung sind das Wachstum der Bevölkerung und des Einkommens. Die zukünftige Entwicklung dieser beiden Parameter wird im Folgenden kurz vorgestellt.

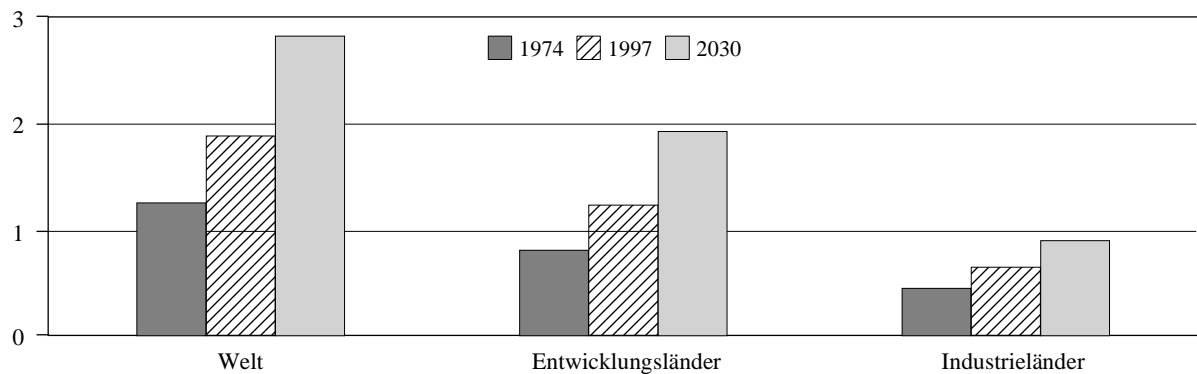
Die Weltbevölkerung hat sich in den letzten 40 Jahren nahezu verdoppelt. Nach Schätzungen der United Nations wird sie von zurzeit 6 Mrd. Menschen auf rund 7,7 Mrd. (8,9 Mrd.) im Jahr 2020 (2050) und in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts sogar auf 12 Mrd. angewachsen sein. Dieses Bevölkerungswachstum findet zu 95 % in Entwicklungsländern statt, während die Bevölkerung in vielen Industrieländern, wie z. B. in Deutschland, abnehmen wird (vgl. Abbildung 3).

Abbildung 3 repräsentiert darüber hinaus auch Schätzungen der Weltbank über die Entwicklung des Pro-Kopf-Einkommens für Entwicklungs-, Transformations- und Industrieländer sowie die Welt insgesamt. Demzufolge wird das Einkommen in Entwicklungsländern im Zeitraum von 2000 bis 2015 um 3,7 % und in der Periode von 2015 bis 2030 sogar um 4,4 % ansteigen. Besonders hohe Einkommenszuwächse können innerhalb der Gruppe der Entwicklungsländer vor allem die Regionen Ost- und Südostasien (6,0 %), Lateinamerika (4,5 %) sowie Indien (5,8 %) realisieren. Auch für Transformationsländer werden ähnliche Wachstumsraten vorausgesagt. Im Gegensatz dazu wird das durchschnittliche Pro-Kopf-Einkommen in den Industrieländern in diesen beiden Zeitperioden nur um 2,6 bzw. 2,8 % ansteigen.

Abbildung 3: Entwicklung der Bevölkerung (Mrd.) und des Pro-Kopf-Einkommens (%)¹⁾

1) Industrieländer (IL), Entwicklungsländer (EL) und Transformationsländer (TL).
Quelle: United Nations (2003).

Kann die Nahrungsmittelproduktion mit dieser Einkommens- und Bevölkerungsentwicklung mithalten? Aussagen hierüber können mit Hilfe von Projektionsmodellen getroffen werden. Vorgestellt werden hier die Ergebnisse, die mit Hilfe des Modells der FAO und des Impact Model des International Food Policy Research Institute (IFPRI) erstellt worden sind. Andere Systeme (z. B. Modell des Food and Agriculture Policy Research Institute (FAPRI)) kommen zu sehr ähnlichen Aussagen.

Abbildung 4: Projektion der Getreideproduktion (Mrd. t)

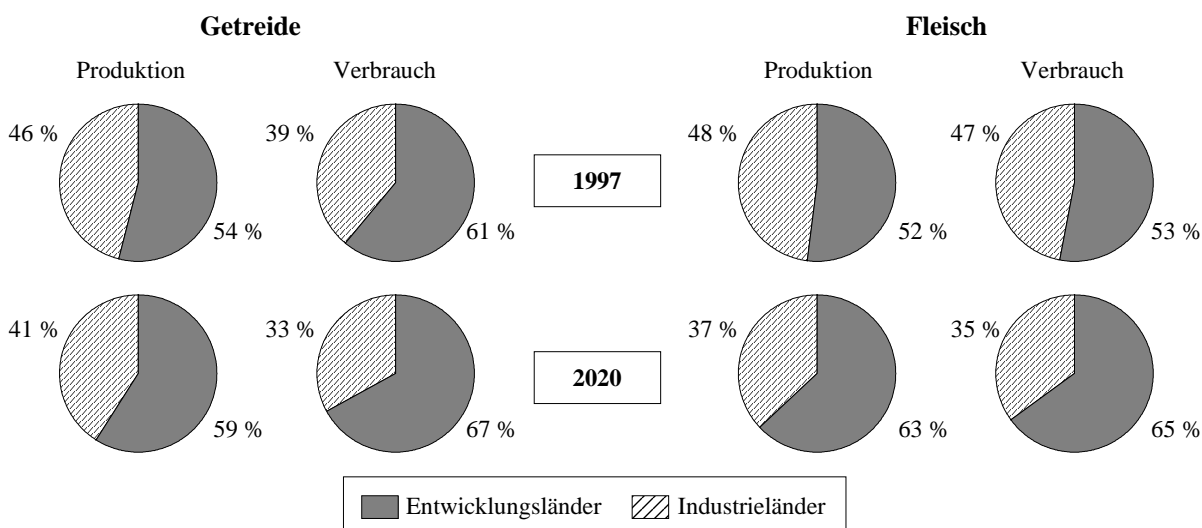
Quelle: FAO (2003b).

Abbildung 4 zeigt die Projektion der Getreideproduktion für Entwicklungs- und Industrieländer sowie für die Welt insgesamt in einer so genannten Baseline. In der Baseline wird von der Annahme ausgegangen, dass sich die ökonomischen Rahmenbedingungen nicht sehr stark verändern und die Staaten keine sehr großen Veränderungen in ihren nationalen Wirtschafts- und Agrarpolitiken vornehmen. Die Berechnungen mit Hilfe des FAO-Modells

kommen zu dem Ergebnis, dass die Zunahme in der Getreideproduktion maßgeblich von Entwicklungsländern beeinflusst wird, während die Getreideproduktion der Industrieländer bei hohem Ausgangsniveau nur geringfügig anwächst.

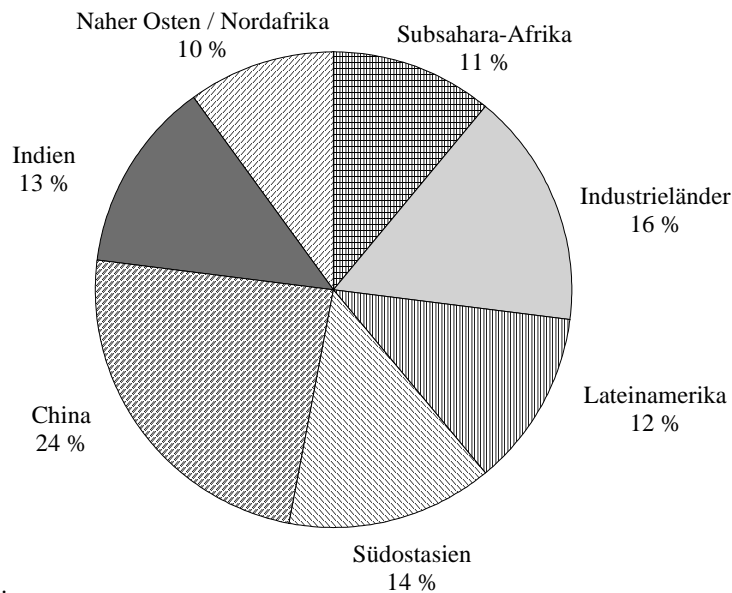
Ähnliche Entwicklungen ergeben sich auch bei der Nachfrage nach Getreide. Ein Vergleich von Getreideproduktion und -verbrauch in Entwicklungs- und Industrieländern in den Jahren 1997 und 2020 zeigt daher auch deutlich die Verschiebung von Getreideproduktion und -verbrauch von den Industrieländern in die Entwicklungsländer (vgl. Abbildung 5).

Abbildung 5: Veränderung der Produktions- und Verbrauchsanteile von Getreide und Fleisch in Entwicklungs- und Industrieländern im Zeitraum 1997 bis 2020



Quelle: FAO (2003b); Rosegrant et al. (2001).

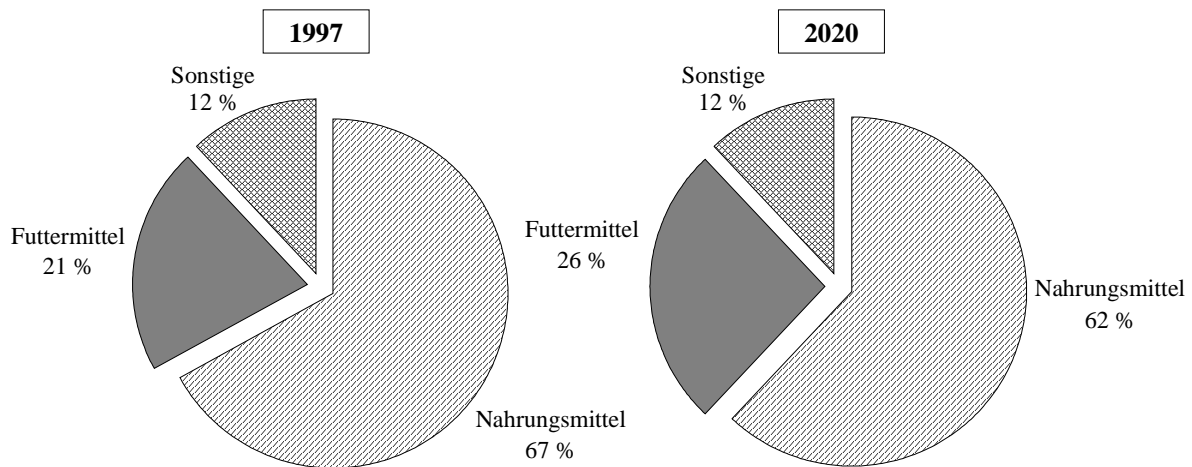
Während im Jahr 1997 noch 46 % des globalen Getreideangebots in Industrieländern produziert wurde, sind es im Jahr 2020 nur noch 41 %. Analog hierzu reduziert sich im selben Zeitraum die Getreidenachfrage der Industrieländer von 39 % (1997) auf 33 % (2020). In Entwicklungsländern steigen die entsprechenden Anteile für die Getreideproduktion und den Getreideverbrauch dagegen an. Grundsätzlich erscheint es daher interessant, zu hinterfragen, welche Regionen in Zukunft einen verstärkten Anstieg in der Getreidenachfrage entwickeln werden. Abbildung 6 präsentiert eine regionale Aufteilung des globalen Anstiegs der Getreidenachfrage von 1997 bis 2020. Bei der Betrachtung wird zunächst deutlich, dass die Industrieländer in diesem Zeitraum nur einen Anstieg von 16 % realisieren, während sich die verbleibenden 85 % auf Entwicklungsländer verteilen. Hier nehmen insbesondere China (24 %), Südostasien (14 %) und Indien (13 %) eine bedeutende Stellung ein.

Abbildung 6: Regionale Aufteilung des Anstiegs der Getreidenachfrage von 1997 bis 2020

Quelle: Rosegrant et. al. (2001).

Wie wird die steigende Getreideproduktion in Industrie- und Entwicklungsländern verwendet? Untersuchungen internationaler Organisationen (vgl. z. B. FAO, 2003b) belegen eine globale Getreideproduktion von zurzeit etwa 2 Mrd. t jährlich, die mit 330 kg bzw. 3.600 kcal pro Kopf und Jahr den Energiebedarf bei entsprechender Verteilung mehr als ausreichend decken würde. In Industrieländern wird aufgrund der Getreideveredlung mit über 600 kg pro Kopf und Jahr eine sehr viel höhere Menge verbraucht als in Entwicklungsländern (200 kg pro Kopf und Jahr). Abbildung 7 verdeutlicht, dass sich auch in den Entwicklungsländern längerfristig eine ähnliche Verbrauchsstruktur abzeichnet. Im Zeitraum von 1997 bis 2020 wird hier der Anteil der Nahrungsmittel an der Getreidenachfrage von 67 auf 62 % zurückgehen, während die Verwendung für Futtermittel im gleichen Zeitraum von 21 auf 26 % ansteigt. Trotz steigender Getreideproduktion in den Entwicklungsländern wird sich deren Bedarf an Importen hierdurch erhöhen.

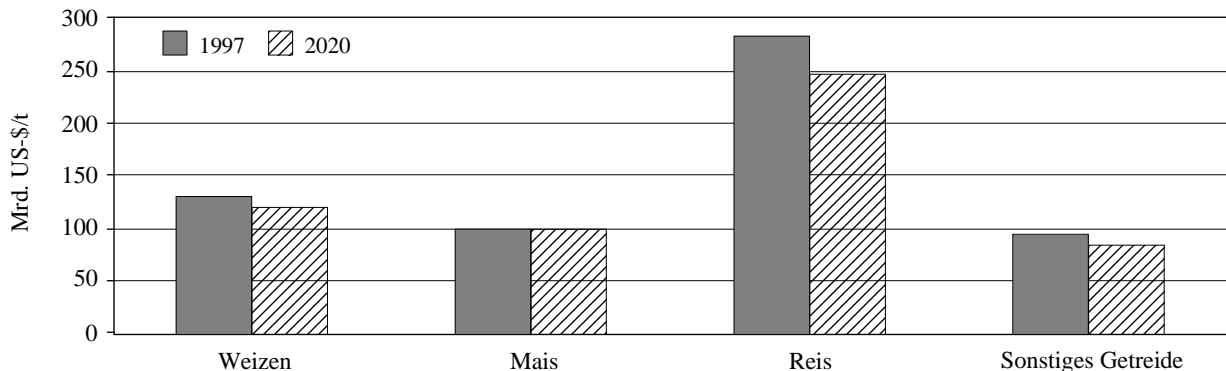
Analog zu den Entwicklungen im Getreidebereich ergibt sich daher langfristig auch eine parallel verlaufende Verlagerung der Fleischproduktion von den Industrie- in die Entwicklungsländer. Angesichts der sehr hohen Wachstumsraten in der Fleischproduktion in Entwicklungsländern wird in Anlehnung an die „Green Revolution“ dabei im Bereich der tierischen Produktion in den Entwicklungsländern auch von der so genannten „Livestock Revolution“ gesprochen. Diese beinhaltet u. a. eine Substitution der pflanzlichen Nahrungsmittel durch Milch und Fleisch in der Humanernährung, einen drastischen Anstieg der Getreideveredlung in Entwicklungsländern sowie eine zunehmende Verlagerung in der Fleischproduktion von Kleinerzeugbetrieben zu global agierenden Großunternehmen (DELGADO et al., 1999).

Abbildung 7: Getreidenachfrage in Entwicklungsländern nach Verwendung

Quelle: Rosegrant et al. (2001).

Veränderungen dieser Art werden verursacht durch hohe Einkommenssteigerungen, sind somit nachfrageseitig orientiert und gehen mit Urbanisierungsprozessen und entsprechenden Veränderungen des Ernährungsverhaltens einher. Darüber hinaus werden sehr hohe Anforderungen an die politische und institutionelle Gestaltung des Entwicklungsprozesses in den betroffenen Ländern gestellt. Die tierische Produktion in den ländlichen Bereichen der Entwicklungsländer stellt eine wichtige Einnahmequelle dar und stärkt insbesondere die Kaufkraft der Bevölkerung in ländlichen Regionen. Vor dem Hintergrund der Ernährungssituation ist diese Entwicklung als positiv zu bewerten. Die Tiere dienen dem Landwirt im Rahmen dieses Veränderungsprozesses als wichtige Nährstoffquelle, finanzielle Sicherheit (Kapital) und zur physischen Unterstützung im Produktionsprozess.

Langfristig dokumentiert sich diese Entwicklung auch in einem Anstieg des Anteils der Entwicklungsländer an der Weltproduktion. So wird in der Periode 1997 bis 2020 der Anteil der Entwicklungsländer an der globalen Fleischproduktion von 52 auf 63 % ansteigen, während der Anteil der Industrieländer entsprechend von 48 auf 37 % zurückgeht (vgl. Abbildung 5). Analog hierzu steigt (sinkt) der Anteil der Entwicklungsländer (Industrieländer) am weltweiten Fleischkonsum von 53 auf 65 % (47 auf 35 %).

Abbildung 8: Projektion der Weltmarktpreise für Getreide (US-\$/t)

Quelle: Rosegrant et al. (2001).

Diese Entwicklung führt jedoch nicht dazu, dass Getreide als Nahrungsmittel in nicht mehr ausreichendem Maß zur Verfügung steht (vgl. IFPRI, 2001). Weltweit bestehen insbesondere in der Getreideproduktion umfangreiche Reserven. So könnten vor allem die großen Exportländer (USA, Kanada, Australien) durch die Verwendung von brach liegenden Flächen ihre Getreideproduktion bei Bedarf steigern und hierdurch die seit 1982 signifikante Abnahme der globalen Steigerungsraten bei den Hektarerträgen auffangen. Wie Beispiele in vielen europäischen Ländern zeigen, besteht in einigen Ländern jedoch auch das Potenzial, eine Steigerung der Produktionsmenge über höhere Hektarerträge mit Hilfe technischen Fortschritts zu erzielen. In Entwicklungsländern könnten außerdem zusätzliche Flächen mobilisiert werden, wenn es langfristig gelingt, Produktionshemmnisse (z. B. Entwicklung von salzwasserresistenten Pflanzen mit Hilfe von Züchtung oder durch den Einsatz von Gentechnologie) zu überwinden. Unter Berücksichtigung dieser Aspekte werden die realen Getreidepreise zwar in der Zukunft weiterhin sinken, jedoch wird sich dieser Prozess bei abnehmenden Verminderungsraten verlangsamen.

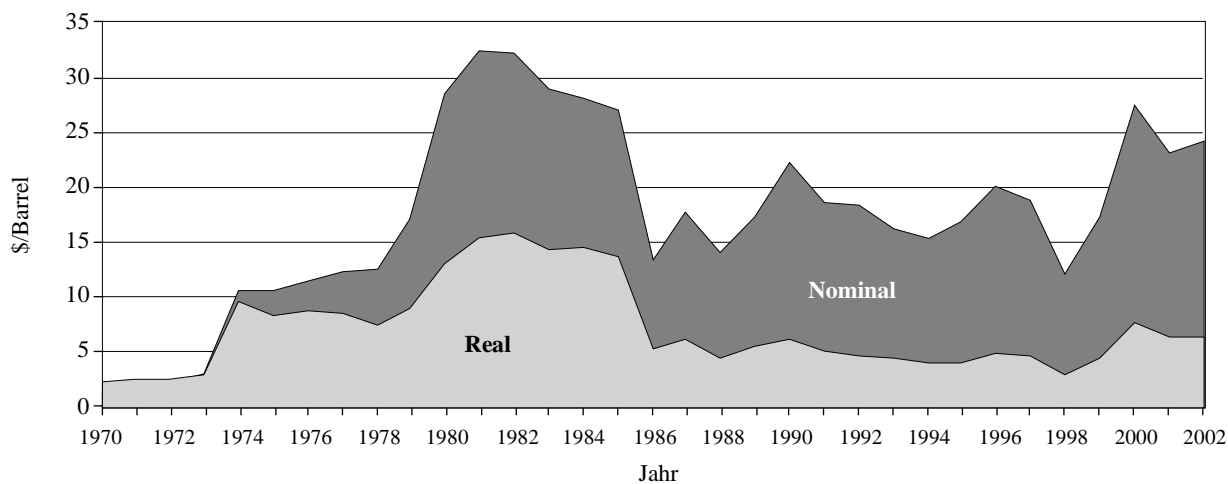
Welche Auswirkungen ergeben sich durch diese Entwicklungen für die Verwendung von landwirtschaftlichen Erzeugnissen für Nichtnahrungsmittelzwecke, d. h. wird es in der Zukunft Energie- und/oder Landwirte geben?

4 Mögliche Auswirkungen auf die Energiemärkte

Die im Folgenden dargestellten Aspekte fassen erkennbare Trends zusammen und leiten Trendaussagen ab. Genauere Aussagen erfordern jedoch eine detaillierte, quantitative Analyse, die den Rahmen des vorliegenden Beitrags jedoch bei weitem übersteigt.

Zurzeit bildet Rohöl die Hauptquelle der gegenwärtig genutzten Energie. Abbildung 9 verdeutlicht daher die Entwicklung des realen Preises für Rohöl, die langfristig keine steigende Tendenz verzeichnet. Grundsätzlich besteht natürlich die Möglichkeit, dass die Rohölpreise sich beispielsweise durch wirtschaftliche oder politische Ereignisse (Rohölkrise in den 70er Jahren) kurzfristig verändern. Wie Abbildung 9 zeigt, ergibt sich langfristig hierdurch jedoch kein Aufwärtstrend des realen Rohölpreises. Ereignisse dieser Art führen jedoch häufig zu Anpassungsreaktionen. So bemühten sich insbesondere nach der Rohölkrise der 70er Jahre viele Länder, ihre Abhängigkeit von Erdölimporten zu senken. In Europa wurde beispielsweise verstärkt Rohöl aus Nordseevorkommen genutzt, während die USA und Brasilien die Nutzung regenerativer Quellen zur Erzeugung von Alkohol (insbesondere Ethanol) aus Mais bzw. Zucker zur Beimischung in Benzin gefördert haben.

Abbildung 9: Entwicklung des Rohölpreises

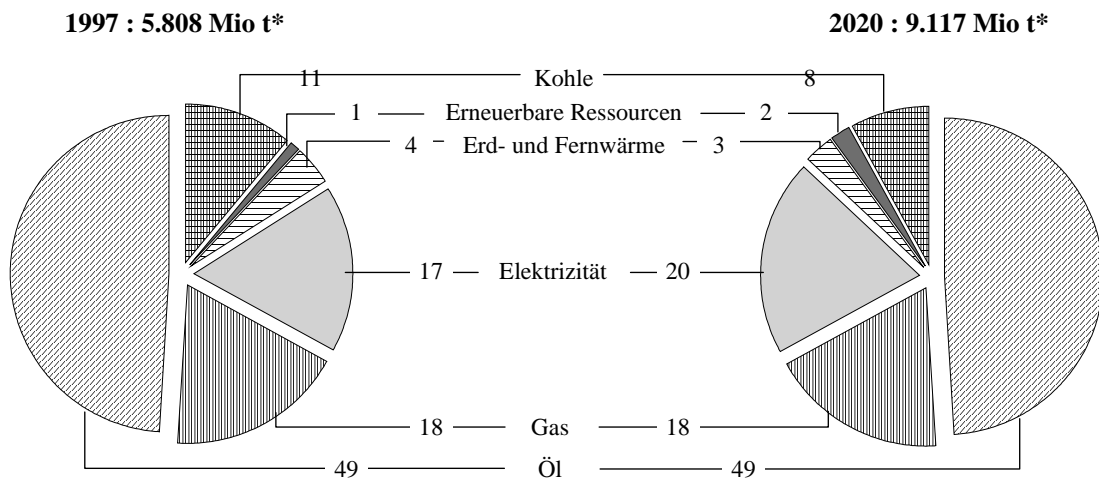


Quelle: OPEC (2002).

Inwieweit eine Veränderung der energetischen Grundlage der Industrieländer auf regenerative Ressourcen setzen kann, ist derzeit nicht exakt einschätzbar. Die meisten Studien zur Verwendung von Energieträgern aus regenerativen Energiequellen weisen darauf hin, dass mit den derzeitigen Verfahren noch keine gesicherte positive Energiebilanz erzielt werden kann (USDA, 1995, 1996). Effizientere Technologien verwenden Energieträger aus regenerativen Quellen, die Bei- oder Abfallprodukte anderer Prozesse sind. Wenn sich aus einem Rohstoff (Zuckerrohr) beispielsweise zwei verschiedene Endprodukte gewinnen lassen (Alkohol und Zucker), kann entsprechend der aktuellen Preisrelation entschieden werden, welchem Endprodukt der Vorzug gegeben wird. In diesem Fall können die Bereitstellungskosten zwischen den beteiligten Prozessen aufgeteilt werden, sodass die Verwendung der erneuerbaren Energiequelle bei der vorhandenen Technologie rentabel wird. Als Beispiel hierfür kann auch die Verwendung von Holz bzw. Holzabfällen zur Wärmeerzeugung genannt werden.

Wie wird sich die Nachfragestruktur im Energiebereich in den nächsten 20 Jahren entwickeln? Abbildung 10 zeigt hierzu eine Schätzung der International Energy Agency (ECONOMIST, 2001), die einen gleich bleibenden Einsatz von Gas und Öl mit jeweils 18 bzw. 49 % am Gesamteinsatz von Energie weltweit im Zeitraum 1997 bis 2020 prognostiziert. Im gleichen Zeitraum wird jedoch die Verwendung von Kohle und Erd- und Fernwärme um 3 bzw. 1 % zurückgehen, während die Verwendung von erneuerbaren Ressourcen und die Elektrizität um 1 bzw. 3 % ansteigen.

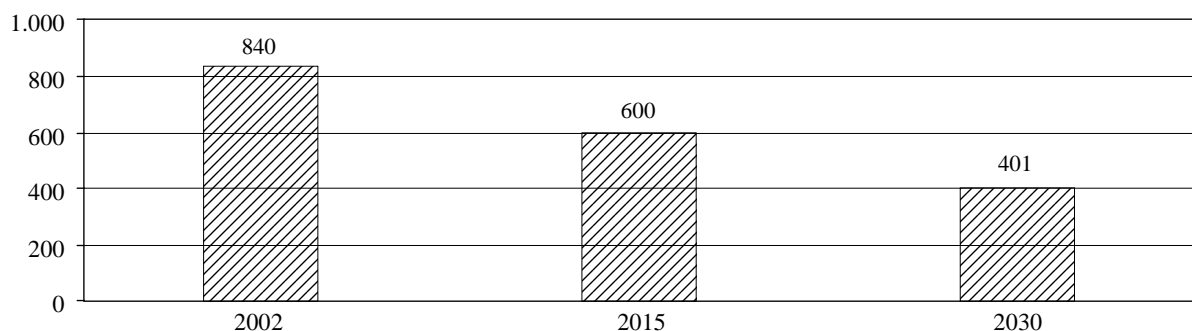
Abbildung 10: Globaler Endverbrauch von Brennstoffen



* Öläquivalent
Quelle: Economist (2001).

5 Zusammenfassung

Wie wirken sich diese Entwicklungen auf die Welternährungssituation aus? Die FAO (2003a) prognostiziert, dass sich unter Berücksichtigung der langfristigen Entwicklungen der Bevölkerung, der Einkommen und der Technologie die Anzahl der Hungernden bis zum Jahr 2015 (2030) auf 600 Mio. (401 Mio.) reduziert (vgl. hierzu Abbildung 11). Demnach werden sich in Zukunft mehr Menschen Fleisch, aber auch den Kauf anderer Nahrungsmittel leisten können. Ausschlaggebend hierfür ist jedoch eine Stärkung derjenigen Maßnahmen in der Entwicklungshilfe, die die Kaufkraft in den Entwicklungsländern erhöhen und die Armut vermindern. Hierzu gehören vor allem eine Liberalisierung des Handels der Industrieländer und eine Öffnung der Märkte der Entwicklungsländer bei gleichzeitiger staatlicher Unterstützung der besonders gefährdeten Personengruppen in Entwicklungsländern.

Abbildung 11: Anzahl der unterernährten Personen (Mio.)

Quelle: FAO (2003a).

Unter Berücksichtigung dieser Aspekte können daher langfristig die folgenden Trends zusammengefasst werden:

- Das Wachstum der Nahrungsmittelmärkte findet fast ausschließlich in Entwicklungsländern statt.
- Die Produktion und der Verbrauch von Fleisch und Getreide steigen mit sinkenden Wachstumsraten.
- Das Angebot von Nahrungsmitteln wird geringfügig stärker ansteigen als die Nachfrage.
- Die Preise für Nahrungsmittel werden real langfristig leicht sinken oder konstant bleiben.

Literaturverzeichnis

- DELGADO E, ROSEGRANT MW, STEINFELD H, EHUI S, CURBOIS S (1999) Livestock 2020: The next Food Revolution. IFPRI-Discussionpaper 28
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG (DGE) (2002) Ernährungsbericht 2000. Frankfurt/M.
- FAO (2000) The State of Food Insecurity in the World 2000. Rom: Food and Agricultural Organization of the United Nations
- FAO (2003a) The State of Food Insecurity in the World 2003. Rom: Food and Agricultural Organization of the United Nations
- FAO (2003b) World Agriculture: Towards 2015/2030 – An FAO Perspective. Rom: Food and Agricultural Organization of the United Nations
- FAOStat (2004) Agricultural Data, <http://faostat.fao.org/faostat/collections> (Abfragen Juli-August 2004)
- ECONOMIST (2001) A brighter future? 8. Februar 2001

OECD (2004) OECD-Statistics (from the OECD-intranet)

PINSTRUP-ANDERSON P (2002) Towards a Sustainable Global Food System: What will it take? Keynote Presentation for the Annual John Pesek Colloquium in Sustainable Agriculture, Iowa State University, March 26-27, 2002

PINSTRUP-ANDERSON P, PANDYA-LORCH R, ROSEGRANT MW (1999) World Food Prospect: Critical Issues for the Early Twenty-First Century

ROSEGRANT MW, PAISNER MS, MEIJER S, WITCOVER J (2001) 2020 Global Food Outlook. Trends, Alternatives and Choices, IFPRI, Washington

TANGERMANN S (2001) Hunger und Überfluss: Wie sicher ist die Welternährung? Bursfelder Universitätsreden Nr. 19, Hannover

UNITED NATIONS (2003) World Population Prospect - the 2002 Revision. New York: United Nations

USDA (1995) Estimating the Net Energy Balance of Corn Ethanol. Washington, United States Department of Agriculture, Economic Research Service, Office of Energy. Agricultural Economic Report No. 721

USDA (1996) Industrial Uses of Agricultural Materials Situation and Outlook. Washington, United States Department of Agriculture, Economic Research Service, Commercial Agriculture Division. IUS-6