



WBGU

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG
GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN

materialien

**Karl von Koerber, Jürgen Kretschmer,
Stefanie Prinz:
Globale Ernährungsgewohnheiten
und -trends**

**Externe Expertise für das WBGU-Hauptgutachten
"Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und
nachhaltige Landnutzung"**

Berlin 2008

Externe Expertise für das WBGU-Hauptgutachten
"Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung"
Berlin: WBGU
ISBN 978-3-9396191-21-9
Verfügbar als Volltext im Internet unter http://www.wbgu.de/wbgu_jg2008.html

Autoren: Karl von Koerber, Jürgen Kretschmer, Stefanie Prinz
Titel: Globale Ernährungsgewohnheiten und -trends
München, Berlin 2008
Veröffentlicht als Volltext im Internet unter http://www.wbgu.de/wbgu_jg2008_ex10.pdf

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
Geschäftsstelle
Reichpietschufer 60–62, 8. OG.
10785 Berlin

| | |
|----------|---|
| Telefon | (030) 263948 0 |
| Fax | (030) 263948 50 |
| E-Mail | wbgu@wbgu.de |
| Internet | http://www.wbgu.de |

Alle WBGU-Gutachten können von der Internetwebsite <http://www.wbgu.de> in deutscher und englischer Sprache herunter geladen werden.

Globale Ernährungsgewohnheiten und -trends

**Expertise für das WBGU-Hauptgutachten 2008
„Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige
Landnutzung“**

**Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung
Globale Umweltveränderungen**

März 2008

Dr. oec. troph. Karl von Koerber

Dipl. oec. troph. Jürgen Kretschmer

Dipl. oec. troph. Stefanie Prinz

Beratungsbüro für ErnährungsÖkologie
Entenbachstraße 37
81541 München
koerber@bfeoe.de - kretschmer@bfeoe.de
www.bfeoe.de

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-------------|
| Verzeichnis der Tabellen | III |
| Verzeichnis der Abbildungen..... | III |
| Definition der Ländergruppen..... | IV |
| Geografische Einteilung von Weltregionen..... | IV |
| 1. Einführung | 1 |
| 2. Veränderungen der globalen Ernährungsgewohnheiten | 1 |
| 2.1 Verfügbarkeit von Nahrungskalorien und Nahrungsprotein..... | 1 |
| 2.2 Verfügbarkeit und Verzehr von Lebensmitteln..... | 3 |
| 2.3 Einflussfaktoren auf die Veränderung der Lebensmittelnachfrage | 5 |
| 3. Flächenbedarf von Ernährungsgewohnheiten | 6 |
| 3.1 Flächenverfügbarkeit und Flächennutzung..... | 6 |
| 3.2 Flächenbedarf von Lebensmitteln..... | 8 |
| 3.3 Flächenbedarf verschiedener Ernährungsweisen | 9 |
| 4. Klimarelevanz von Ernährungsgewohnheiten | 12 |
| 4.1 Beitrag der Ernährung zu den Treibhausgas-Emissionen | 12 |
| 4.2 Treibhausgas-Emissionen von Lebensmitteln | 14 |
| 4.3 Treibhausgas-Emissionen verschiedener Ernährungsweisen..... | 17 |
| 5. Zukünftige Potenziale der Nahrungsproduktion und Ernährungsgewohnheiten | |
| - unter besonderer Berücksichtigung von Flächenbedarf und Klimawandel | 18 |
| 5.1 Flächenbedarf..... | 18 |
| 5.2 Klimawandel | 21 |
| 5.3 Fazit..... | 22 |
| 6. Zusammenfassung..... | V |
| 7. Kommentierung der WBGU-Leitplanke zur Sicherung des globalen | |
| Nahrungsmindestbedarfs | VII |
| 8. Literatur..... | VIII |

Verzeichnis der Tabellen

| | |
|---|----|
| Tab. 1: Durchschnittlich verfügbare Nahrungsenergie in verschiedenen Weltregionen..... | 2 |
| Tab. 2: Verbrauch von Fleisch, Milch und Milchprodukten in verschiedenen Weltregionen | 4 |
| Tab. 3: Inländische landwirtschaftliche Fläche pro Person in verschiedenen | 7 |
| Weltregionen | 7 |
| Tab. 4: Flächenbedarf von Lebensmitteln in verschiedenen Ländern..... | 8 |
| Tab. 5: Flächenbedarf von Lebensmitteln pro verzehrsfähiger Energie des Produkts..... | 8 |
| Tab. 6: Methan- und Lachgas-Emissionen aus der Landwirtschaft in verschiedenen | 13 |
| Weltregionen | 13 |
| Tab. 7: Aufteilung der Treibhausgas-Emissionen der weltweiten Tierhaltung | 14 |
| Tab. 8: Treibhausgas-Anteile wichtiger Lebensmittelgruppen am Gesamtausstoß | 14 |
| durch den Konsum in Europa | 14 |
| Tab. 9: Treibhausgas-Emissionen von Lebensmitteln in der Landwirtschaft | 15 |
| Tab. 10: Treibhausgas-Emissionen von tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln | 17 |

Verzeichnis der Abbildungen

| | |
|---|----|
| Abb. 1: Ökologischer Fußabdruck der Weltbevölkerung..... | 11 |
| Abb. 2: Ökologischer Fußabdruck pro Person in verschiedenen Weltregionen..... | 11 |
| Abb. 3: Treibhausgas-Emissionen von verschiedenen Ernährungsstilen | 17 |

Definition der Ländergruppen

Entwicklungsländer

Ökonomisch wenig entwickelte Länder, vor allem in Lateinamerika, Nordafrika, Sub-Sahara-Afrika, Naher Osten, Südasien, Ostasien, Südostasien

Industrieländer

Ökonomisch hoch entwickelte Länder, vor allem in den Regionen Nordamerika und Westeuropa - sowie Südafrika, Israel, Japan, Australien, Neuseeland

Transformationsländer

Länder in Osteuropa und der ehemaligen Sowjetunion, die sich im Übergang von einer zentral gelenkten Planwirtschaft zu einem marktwirtschaftlichen System befinden, z. B. Russland, Ukraine, Armenien, Kasachstan, Kroatien, Slowenien

Entwickelte Länder

Industrieländer und Transformationsländer zusammen

Geografische Einteilung von Weltregionen

Lateinamerika

Südamerika, Zentralamerika und Karibik, u. a. Peru, Argentinien, Brasilien, Mexiko, Guatemala, Panama, Kuba, Puerto Rico

Nordafrika

Länder nördlich der Sahara, Algerien, Tunesien, Libyen, Ägypten

Sub-Sahara-Afrika

Länder südlich der Sahara, u. a. Nigeria, Kongo, Namibia, Südafrika, Tansania, Äthiopien

Naher Osten

u. a. Türkei, Israel, Saudi-Arabien, Syrien, Jemen, Irak, Iran

Zentralasien

u. a. Kasachstan, Turkmenistan, Usbekistan, Kirgisistan, Tadschikistan und Afghanistan

Südasien

u. a. Pakistan, Indien, Sri Lanka und Bangladesh

Ostasien

u. a. China, Mongolei, Nordkorea, Südkorea, Japan

Südostasien

Länder östlich von Indien und südlich von China, u. a. Indonesien, Thailand, Kambodscha, Vietnam, Philippinen

Ozeanien

u. a. Australien, Neuseeland, Papua-Neuguinea, Fidschi, Samoa

1. Einführung

Die wachsende Weltbevölkerung und die sich ändernden globalen Ernährungsgewohnheiten stellen die weltweite Nahrungssicherung vor neue Herausforderungen. Veränderungen finden vor allem in Entwicklungsländern statt, wo mehr tierische Lebensmittel (besonders Fleisch und Milchprodukte), mehr Zucker und Pflanzenöle sowie zunehmend verarbeitete Lebensmittel verzehrt werden als früher. Dies gilt besonders für städtische Regionen. Daraus folgt ein steigender Flächenbedarf für die Erzeugung dieser Produkte.

Außerdem weisen manche landwirtschaftliche Böden infolge nicht nachhaltiger Nutzung Degradationserscheinungen auf (Erosion, Verdichtung, Verwüstung, Versalzung u. a.), was zu einer geringeren Produktivität führt. Es werden auch Flächen durch Siedlungen, Gewerbegebiete und Verkehrswege belegt. Ferner dienen weltweit zunehmend landwirtschaftliche Flächen für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen.

Hinzu kommen Wechselwirkungen zwischen Klimawandel und Landwirtschaft: Einerseits sind die landwirtschaftlich nutzbaren Flächen durch die veränderte Klimasituation (wie zunehmende Dürren und Überschwemmungen) direkt betroffen. Andererseits produziert die Landwirtschaft selbst klimaschädliche Treibhausgase wie Methan und Lachgas - vor allem bei der Erzeugung tierischer Lebensmittel.

Insgesamt sind jedoch die für die Nahrungsproduktion weltweit verfügbaren Flächen in den letzten Jahrzehnten deutlich gestiegen. Ebenso hat sich durch intensivere Landbewirtschaftung die Flächenproduktivität erheblich erhöht.

Vor diesem Hintergrund wird im Folgenden die Frage der Nahrungssicherung für eine wachsende Weltbevölkerung mit sich ändernden Ernährungsgewohnheiten diskutiert. Im Mittelpunkt stehen dabei der Flächenbedarf und die Klimarelevanz verschiedener Ernährungsweisen. Es werden zukünftige Potenziale der Nahrungsproduktion in Abhängigkeit von globalen Ernährungsgewohnheiten aufgezeigt.

2. Veränderungen der globalen Ernährungsgewohnheiten

2.1 Verfügbarkeit von Nahrungskalorien und Nahrungsprotein

Die **Verfügbarkeit von Nahrung** hat sich in den letzten Jahrzehnten im weltweiten Durchschnitt verbessert – dies bedeutet aber nicht, dass das Problem der unzureichenden Versorgung der hungernden Menschen gelöst ist (s. u.). Von 1970 bis 2000 erhöhte sich die durchschnittliche Nahrungsenergieversorgung von rund 2.400 auf 2.800 kcal/Person/Tag (Tab. 1). Während in den 1960er Jahren 57 % der Weltbevölkerung weniger als 2.200 kcal zur Verfügung hatten, trifft dies heute nur noch auf ungefähr 10 % der Menschen zu (FAO, 2003, S. 29 f).

Die Zunahme der durchschnittlichen Nahrungsenergieversorgung zeigt vor allem Fortschritte in **Entwicklungsländern**, wohingegen Industrieländer schon vor 30 Jahren einen hohen Versorgungsgrad aufwiesen. Allerdings gibt es große Unterschiede zwischen den einzelnen Weltregionen und Ländern. Die Fortschritte innerhalb der Entwicklungsländer sind stark beeinflusst von einigen bevölkerungsreichen Regionen. In Ostasien, vor allem in China, hat sich die Kalorienverfügbarkeit in kurzer Zeit sehr stark erhöht und nähert sich den Industrienationen tendenziell an. Auch Brasilien, Mexiko, Indonesien, Nordafrika und der Nahe Osten haben mittlerweile eine relativ hohe durchschnittliche Kalorienversorgung. In Indien steigen die verfügbaren Kalorien nach einer längeren Phase der Stagnation wieder langsam an, von etwa 2.400 kcal/Person/Tag im Jahr 2000 auf etwa 2.470 im Jahr 2003 (FAO, 2006b, S. 8 f; FAOSTAT, 2008).

Tab. 1: Durchschnittlich verfügbare Nahrungsenergie in verschiedenen Weltregionen
(kcal/Person/Tag)

| | 1969/71 ¹ | 1979/81 ¹ | 1989/91 ¹ | 1999/01 ¹ | 2015 | 2030 | 2050 |
|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|
| Entwicklungsländer | 2.111 | 2.308 | 2.520 | 2.654 | 2.860 | 2.960 | 3.070 |
| Sub-Sahara-Afrika | 2.100 | 2.078 | 2.106 | 2.194 | 2.420 | 2.600 | 2.830 |
| Nordafrika/Naher Osten | 2.382 | 2.834 | 3.011 | 2.974 | 3.080 | 3.130 | 3.190 |
| Lateinamerika | 2.465 | 2.698 | 2.689 | 2.836 | 2.990 | 3.120 | 3.200 |
| Südasien | 2.066 | 2.084 | 2.329 | 2.392 | 2.660 | 2.790 | 2.980 |
| Ostasien ² | 2.012 | 2.317 | 2.625 | 2.872 | 3.110 | 3.190 | 3.230 |
| | | | | | | | |
| Transformationsländer | 3.323 | 3.389 | 3.280 | 2.900 | 3.030 | 3.150 | 3.270 |
| Industrieländer | 3.046 | 3.133 | 3.292 | 3.446 | 3.480 | 3.520 | 3.540 |
| Welt | 2.411 | 2.549 | 2.704 | 2.789 | 2.950 | 3.040 | 3.130 |

¹ Mittelwerte für die jeweilige Drei-Jahres-Spanne

² einschließlich Südostasien

Quelle: FAO, 2006b, S. 16

In anderen Regionen gibt es keine derartigen Fortschritte. In **Sub-Sahara-Afrika** konnte die Nahrungsversorgung nicht nennenswert verbessert werden. Einige Länder wie Nigeria, Ghana oder Benin steigerten zwar ihre Versorgung auf über 2.400 kcal/Person/Tag, jedoch beeinflusst dies kaum den unzureichenden Durchschnitt der gesamten Region (FAO, 2006b, S. 12).

Die **Transformationsländer** verzeichneten als einzige Weltregion in den letzten 30 Jahren einen *Rückgang* der Nahrungskalorien, allerdings auf einem relativ hohen Niveau. Der Grund hierfür sind die Veränderungen der politischen und wirtschaftlichen Systeme in den 1990er Jahren. Zukünftig wird den Prognosen zufolge die Verfügbarkeit wieder ansteigen.

Die **Trends bis 2050** zeigen, dass die verfügbaren Kalorien pro Person vermutlich weiter zunehmen. In allen Regionen wird ein hoher Grad der Versorgung erwartet, teilweise mit deutlich über 3.000 kcal/Person/Tag. Bis 2050 sollen 90 % der Weltbevölkerung in Ländern mit einer durchschnittlichen Kalorienverfügbarkeit von über 2.700 kcal leben. Heute liegt dieser Wert bei etwa 51 %, vor 30 Jahren waren es nur etwa 4 % (FAO, 2006b, S. 19).

Die von der FAO berechnete **Kalorienverfügbarkeit**, die den genannten Zahlen zugrunde liegt, ist ein rein kalkulatorischer Wert. Er errechnet sich aus den Länderdaten zu Produktion und Handel mit Lebensmitteln sowie der Bevölkerungszahl. Der Zugang zu Nahrung ist jedoch innerhalb der Gesellschaft unterschiedlich verteilt, das heißt auch in Entwicklungsländern mit einer scheinbar ausreichenden Kalorienverfügbarkeit ist das Problem der Unterernährung bestimmter Bevölkerungsgruppen weiterhin ungelöst. Hauptgrund hierfür ist, dass die unterernährten Menschen nicht genügend Einkommen erzielen, um sich die notwendigen Lebensmittel kaufen zu können (FAO, 2006b, S. 14 f).

Im Jahr 2001/03 waren weltweit etwa **854 Mio. Menschen unterernährt**, davon 820 Mio. in Entwicklungsländern (17 % der dortigen Bevölkerung), 25 Mio. in Transformationsländern und 9 Mio. in Industrieländern (FAO, 2006a, S. 8; FAOSTAT, 2008). Laut Prognosen sinkt die Zahl der Unterernährten in den Entwicklungsländern bis zum Jahr 2015 auf 580 Mio. (10 %), bis 2030 auf 430 Mio. (7 %) und bis 2050 auf 290 Mio. (4 %). Jedoch müssen große Anstrengungen unternommen werden, um diese prognostizierten Zahlen tatsächlich zu erreichen (FAO, 2006b, S. 4).

Eine besondere Rolle spielt der **Proteinanteil** an den gesamten Nahrungskalorien. Anfang der 1980er Jahre waren weltweit 67 g Protein/Person/Tag verfügbar, im Jahr 2003 lag dieser Wert bei 75 g. Besonders große Zuwächse verzeichneten beispielsweise China (von 54 auf 82 g), Brasilien (von 64 auf 83 g) und Indonesien (von 47 auf 64 g). Zum Vergleich: in Deutschland stieg die Proteinverfügbarkeit in dieser Zeit von 96 auf 100 g (FAO, 2007, S. 184 ff).

Besonders hervorzuheben ist der Anteil an **Protein aus tierischen Quellen**. Anfang der 1960er Jahre waren in Entwicklungsländern durchschnittlich 9 g tierisches Protein pro Person und Tag verfügbar, in 2001/03 waren es schon 21,5 g. In Industrieländern stieg der Anteil im gleichen Zeitraum von 44 auf 57 g (FAOSTAT, 2008), was wegen des hohen begleitenden Fettanteils vieler tierischer Lebensmittel als gesundheitlich problematisch zu bewerten ist. Bei ähnlichem Anstieg auch in Entwicklungsländern würde dies den Bedarf landwirtschaftlicher Flächen für die Erzeugung tierischer Produkte erheblich erhöhen (s. Kap. 3).

2.2 Verfügbarkeit und Verzehr von Lebensmitteln

Mit der Zunahme der verfügbaren Nahrungskalorien verschiebt sich auch die Nahrungszusammensetzung. In **Entwicklungsländern** wird eine sehr kohlenhydratreiche Ernährung mit pflanzlichen Lebensmitteln (wie Getreide, Wurzeln, Knollen, Hülsenfrüchte) allmählich verdrängt. Stattdessen verbreitet sich eine fett- und proteinreichere Ernährung mit mehr tierischen Lebensmitteln (wie Fleisch, Milch, Milchprodukte, Eier) sowie mehr Zucker und Pflanzenölen. Der Anteil von tierischen Lebensmitteln, Zucker und Pflanzenölen an den gesamten Nahrungskalorien wird den Prognosen zufolge von heute 29 auf 37 % in 2050 steigen (FAO, 2006b, S. 22 f).

In **Industrieländern** ist vor allem ein Trend zu mehr Außer-Haus-Verzehr und Convenience-Produkten, aber auch zu größeren Portionen und häufigeren Zwischenmahlzeiten zu erkennen. Außerdem steigt der Konsum zuckerhaltiger Getränke (Popkin, 2006, S. 293).

Getreide

Getreide ist heute mit einem Anteil von 50 % am gesamten Nahrungskonsum die weltweit **wichtigste Lebensmittelgruppe**. In Entwicklungsländern ist es mit durchschnittlich 54 % noch bedeutender, in einigen Ländern basiert die Ernährung sogar bis zu 80 % auf Getreide (FAO, 2006b, S. 23).

Der Pro-Kopf-Konsum von Getreide für den *direkten* Verzehr war in den 1990er Jahren im globalen Durchschnitt am höchsten, nämlich 171 kg/Person/Jahr in 1990. Seitdem ist er auf 165 kg im Jahr 2000 gefallen. Nur in Sub-Sahara-Afrika und Lateinamerika ist die durchschnittliche Verfügbarkeit in den 1990er Jahren nicht gesunken, sondern weiter gestiegen (FAO, 2006b, S. 23, 26).

Die **Entwicklung des Getreidekonsums** ist nach Prognosen zukünftig von zwei gegensätzlichen Trends geprägt: Zum einen verändert sich die Lebensmittelauswahl weg vom direkten Konsum von Getreide hin zu mehr tierischen Produkten, vor allem in Ländern, die ein mittleres bis hohes Niveau im Nahrungskonsum erreicht haben. Zum anderen steigt der Getreideverzehr in Ländern, die weiterhin eine relativ niedrige Nahrungsversorgung aufweisen oder die ihre Ernährung von Wurzeln und Knollen auf Getreide umstellen.

Vermutlich wird der Anteil an Getreide für den direkten Konsum weltweit von durchschnittlich 165 kg pro Person im Jahr 2000 auf 162 kg bis 2050 langsam abnehmen. Betrachtet man jedoch die Entwicklung für alle Verwendungszwecke (einschließlich Nahrung, Futtermittel und andere Verwendungen, wie Saatgut oder Produktion von Ethanol und Stärke), soll der Verbrauch von Getreide ansteigen, von 309 kg pro Person im Jahr 2000 auf zu erwartende 339 kg bis 2050 (FAO, 2006b, S. 23 ff).

Neben der direkten Nutzung für die menschliche Ernährung ist **Getreide als Futtermittel** ein wichtiger Faktor für die Entwicklung des gesamten Getreidesektors, besonders vor dem Hintergrund der steigenden Nachfrage nach Fleisch. Nach Prognosen werden in Entwicklungsländern im Jahr 2020 65 kg Futtergetreide pro Person und Jahr verwendet. Für Industrienationen beläuft sich dieser Wert auf 374 kg, das ist fast sechsmal so hoch (Delgado et al., 1999, S. 26).

Keyzer et al. (2005, S. 187, 192) merken diesbezüglich an, dass **Prognosen** die Nachfrage nach Getreide als Futtermittel oft stark **unterschätzen**. Für Entwicklungsländer wird demnach ein großer Anteil von nicht für den menschlichen Konsum geeigneten Stoffen (wie Haushaltsabfälle und Erntereste) als Futtermittel angenommen. Zukünftig wird jedoch eine Verlagerung von

traditionellen zu getreideintensiven Fütterungsmethoden erwartet. Demnach könnte die Futtergetreidenachfrage in den kommenden Jahrzehnten höher sein, als bis jetzt prognostiziert. Auch Naylor et al. (2005, S. 1621) verdeutlichen, dass die globale Tierhaltung durch Intensivierung und Industrialisierung bestimmt ist und Futterpflanzen einen immer größeren Stellenwert in der Tierernährung einnehmen. Dies wirkt sich wiederum stark auf den Flächenbedarf der Futtermittelproduktion aus (s. Kap. 3 und 5).

Fleisch, Milch und Milchprodukte

Die Veränderungen des Ernährungsstils in Entwicklungsländern werden beim gestiegenen **Verzehr tierischer Lebensmittel** am deutlichsten. Der Konsum von Fleisch, Milch, Milchprodukten und Eiern wird den Prognosen zufolge weiter steigen. Dabei existieren große regionale und länderspezifische Unterschiede, auch in der Art und Qualität der Produkte (Tab. 2).

Tab. 2: Verbrauch von Fleisch, Milch und Milchprodukten in verschiedenen Weltregionen

| | Fleisch (kg/Person/Jahr) | | | | Milch/Milchprodukte¹ (kg/Person/Jahr) | | | |
|------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-------------|-------------|--|----------------------------|-------------|-------------|
| | 1969/71² | 1999/01² | 2030 | 2050 | 1969/71² | 1999/01² | 2030 | 2050 |
| Entwicklungsländer | 10,7 | 26,7 | 38 | 44 | 28,6 | 45,2 | 67 | 78 |
| Sub-Sahara-Afrika | 10,2 | 9,5 | 14 | 18 | 29,6 | 28,3 | 34 | 38 |
| Nordafrika/Naher Osten | 12,6 | 21,7 | 35 | 43 | 68,1 | 73,2 | 90 | 101 |
| Lateinamerika | 33,5 | 58,5 | 79 | 90 | 84,0 | 108,8 | 136 | 150 |
| Südasien | 3,9 | 5,5 | 12 | 18 | 37,0 | 67,6 | 106 | 129 |
| Ostasien ³ | 9,2 | 39,8 | 62 | 73 | 3,7 | 11,3 | 21 | 24 |
| | | | | | | | | |
| Transformationsländer | 49,5 | 44,4 | 59 | 68 | 185,7 | 160,2 | 179 | 193 |
| Industrieländer | 69,7 | 90,2 | 99 | 103 | 189,1 | 214,0 | 223 | 227 |
| Welt | 26,1 | 37,4 | 47 | 52 | 75,3 | 78,3 | 92 | 100 |

¹ ohne Butter

² Mittelwerte für die jeweilige Drei-Jahres-Spanne

³ einschließlich Südostasien

Quelle: FAO, 2006b, S. 25 f

Die Menschen in **Sub-Sahara-Afrika** konsumieren nur wenige tierische Lebensmittel. Für die Zukunft wird dort ein geringes, aber stetiges Wachstum prognostiziert.

Der traditionell relativ hohe Fleischkonsum in **Lateinamerika** wird vermutlich weiter steigen. Brasilien nimmt dabei eine Sonderstellung ein und nähert sich voraussichtlich bis 2030 dem Konsumniveau der Industrienationen (FAO, 2003, S. 159 f). Ebenso soll der Milchkonsum in Lateinamerika weiter steigen und auch zukünftig den größten Pro-Kopf-Verbrauch in Entwicklungsländern aufweisen (FAO, 2006b, S. 26).

Südasien verzeichnet einen langsamen aber stetigen Anstieg an tierischen Lebensmitteln, vor allem an Milch und Milchprodukten, aber auch an Geflügelfleisch (FAO, 2003, S. 159 f). Die Potenziale für einen steigenden Konsum von Milch(-produkten) sind hier besonders hoch, da Milch ein beliebtes Lebensmittel ist, jedoch der Verbrauch noch relativ niedrig liegt (FAO, 2006b, S. 51). Das langsame Wachstum des Fleischverzehr wird stark durch Indien beeinflusst, das ca. 70 % der Bevölkerung Südasiens beheimatet. Aus kulturellen und religiösen Gründen wird dort traditionell sehr wenig Fleisch verzehrt. Es gibt jedoch Anzeichen, dass mit höherem Einkommen und voranschreitender Verstädterung eine Verlagerung vom Vegetarismus zu weitaus mehr tierischen Produkten entstehen könnte (Keyzer et al., 2005, S. 194 f; Rosegrant et al., 2001, S. 131).

In **Ostasien** steigt der Anteil tierischer Produkte rapide an, vor allem bei Schweinefleisch und zu einem geringeren Anteil bei Geflügel (FAO, 2003, S. 159 f). Bis 2050 soll Ostasien, hinter Lateinamerika, den zweithöchsten Pro-Kopf-Konsum an Fleisch in Entwicklungsländern aufweisen. Der Milchkonsum steigt ebenfalls, spielt aber insgesamt nur eine untergeordnete Rolle und

wird 2050 wahrscheinlich nur rund ein Zehntel (24 kg/Person/Jahr) des Konsums in Industrieländern (227 kg) betragen (FAO, 2006b, S. 25 f).

Auch die **Transformationsländer** steigern voraussichtlich ihren Konsum von Fleisch und Milchprodukten und erreichen zukünftig eine mittlere bis hohe Versorgung.

Der Fleischkonsum wird den Prognosen entsprechend in Zukunft weniger schnell wachsen als in den Jahren zwischen 1960 und 2000. Denn die Länder, die den rapiden Anstieg bisher geprägt haben (hauptsächlich China und Brasilien) erreichen zunehmend eine Sättigung ihrer Nachfrage (FAO, 2006b, S. 48).

Zucker

Zucker ist ein wichtiges Exportprodukt für verschiedene Länder wie Brasilien, Kuba oder Thailand. Auf der anderen Seite werden einzelne Entwicklungsländer zunehmend zu Importeuren, z. B. Ägypten, Iran oder Korea (FAO, 2006b, S. 28).

Der Zuckerverbrauch ist in **Industrieländern** bzw. **Transformationsländern** seit den 1970er Jahren von ca. 40 auf 33 bzw. 37 kg/Person/Jahr im Jahr 2000 gefallen. Die Transformationsländer werden den Prognosen zufolge entgegen der Entwicklung der letzten Jahrzehnte bis 2050 den Zuckerverbrauch auf 41 kg steigern. In Industrieländern wird er jedoch nahezu konstant bleiben (FAO, 2006b, S. 61 f).

Die **Entwicklungsländer** befinden sich hingegen in einem stetigen Aufwärtstrend und steigern ihren Konsum seit 1970 von 15 auf 21 kg/Person/Jahr im Jahr 2000. Dieser Trend soll auch weiterhin bestehen, bis 2050 werden dort 26 kg erwartet. Ein Großteil des Anstiegs wird vermutlich auf Asien entfallen, da Lateinamerika und Nordafrika sowie der Mittlere Osten bereits einen hohen Zuckerkonsum aufweisen.

Pflanzliche Öle

Der Anbau von Ölpflanzen ist in den letzten Jahrzehnten einer der am stärksten wachsenden Bereiche der Landwirtschaft und überholte in seiner jährlichen Wachstumsrate sogar die Tierhaltung. Den größten Einfluss darauf hat der steigende Lebensmittelkonsum in Entwicklungsländern: zum einen der **direkte Verzehr** von mehr Öl und Ölsaaten, zum anderen nimmt aufgrund des erhöhten Fleischverzehrs die Nachfrage nach **Futtermitteln** aus Ölpflanzen stark zu. Der Konsum von pflanzlichen Ölen wird nach Prognosen in Entwicklungsländern nicht so schnell steigen wie in den vergangenen Jahrzehnten (von 4,9 kg/Person/Jahr in 1970 auf 10,4 in 2000; FAO, 2006b, S. 52 ff). Bis 2050 wird ein langsamerer Anstieg auf 16 kg erwartet (FAO, 2006b, S. 25). Wesentlich schneller wird wahrscheinlich der Verbrauch von Ölpflanzen in anderen Bereichen zunehmen: für Reinigungsmittel, Schmierstoffe oder auch Biodiesel (FAO, 2006b, S. 57).

2.3 Einflussfaktoren auf die Veränderung der Lebensmittelnachfrage

Die Lebensmittelnachfrage wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst, vor allem durch das Bevölkerungswachstum, die Verstädterung und die damit verbundenen Lebensstiländerungen sowie das Einkommen.

Das weltweite **Bevölkerungswachstum** ist bisher der größte Einflussfaktor auf die Lebensmittelnachfrage. Derzeit leben schätzungsweise 6,6 Mrd. Menschen auf der Erde, davon etwa 80 % in Entwicklungsländern, in entwickelten Ländern dagegen nur etwa 20 % (FAOSTAT, 2008). Prognosen zufolge wird sich das Wachstum bis Mitte des Jahrhunderts verlangsamen. Bis 2030 wird die Weltbevölkerung auf ca. 8,3 Mrd. und bis 2050 auf ca. 9,2 Mrd. Menschen ansteigen (United Nations, 2006). Fast das gesamte Bevölkerungswachstum wird in Entwicklungsländern erwartet, vor allem in den am wenigsten entwickelten Ländern. Die Letztgenannten werden vermutlich auch 2050 noch größtenteils unzureichend mit Nahrung versorgt sein, was im Falle einer Verbesserung zu einem weiteren Anstieg der Lebensmittelnachfrage führen würde (FAO, 2007, S. 134).

Eine weitere wichtige Einflussgröße auf den Wandel der Ernährungsgewohnheiten ist die zunehmende **Verstädterung** und die damit verbundene Veränderung des **Lebensstils**.

In Industrieländern leben schon heute ungefähr 74 % der Bevölkerung in städtischen Gebieten, in Entwicklungsländern sind es mit 43 % weitaus weniger. Bis zum Jahr 2030 wächst nach den Prognosen die städtische Bevölkerung auf 81 % in Industrieländern und 56 % in Entwicklungsländern. Im globalen Durchschnitt werden demnach 60 % der gesamten Weltbevölkerung in städtischen Gebieten leben - ein weiterer Anstieg ist wahrscheinlich (United Nations, 2005). Vor allem Sub-Sahara-Afrika und Asien werden voraussichtlich große Zuwachsraten von 5 % pro Jahr verzeichnen (Schmidhuber und Shetty, 2005, S. 3 f).

Studien zufolge beinhaltet die Ernährung in Städten tendenziell mehr helle Mehle, Fett, Zucker sowie andere verarbeitete Lebensmittel und der Anteil des Außer-Haus-Verzehrs nimmt zu (Mendez und Popkin, 2004, S. 56). Die veränderte Angebotsstruktur in Städten unterstützt diese Entwicklung. Das städtische Leben ist verbunden mit einem stärkeren Zugang zu modernen großen Supermärkten, die mehr verarbeitete Lebensmittel anbieten, sowie zu Schnell-restaurants (Popkin, 2006, S. 293).

Das verfügbare **Einkommen** ist für die Lebensmittelauswahl ebenfalls sehr bedeutsam. In den nächsten 30 Jahren soll das Einkommen in Entwicklungsländern schätzungsweise um durchschnittlich 2 % pro Jahr steigen, in sehr armen Regionen wird ein höheres Wachstum von 4 % erwartet (Schmidhuber und Shetty, 2005, S. 6).

Mehr Geld für Lebensmittel bedeutet zumeist eine größere Vielfalt in der Ernährung, einen erhöhten Verzehr von hochwertigen Lebensmitteln, stärker verarbeiteten Erzeugnissen und Convenience-Produkten (FAO, 2007, S. 124). Vor allem bei den Konsumgewohnheiten von Fleisch und anderen tierischen Lebensmitteln ist dieser Zusammenhang erkennbar. Während in armen Bevölkerungsgruppen die Nachfrage nach Fleisch eher gering ist, wächst die Nachfrage mit steigendem Einkommen stark an (Keyzer et al., 2005, S. 189). Ist schließlich ein hohes Einkommensniveau erreicht, stagnieren die Zuwächse beim Konsum tierischer Lebensmittel und es tritt eine Sättigung des Marktes ein (Delgado et al., 1999, S. 6; Keyzer et al., 2005, S. 189). Obgleich das Einkommen weltweit steigt, leben viele Menschen weiterhin in **Armut**. In Ländern mit mittleren und niedrigen Einkommen werden Prognosen zufolge auch im Jahr 2030 noch ca. 27 % der Bevölkerung von weniger als 2 \$ pro Tag leben, das sind etwa 1,9 Mrd. Menschen (World Bank, 2007, S. 60). Eine ausreichende Nahrungsversorgung ist damit schwierig.

3. Flächenbedarf von Ernährungsgewohnheiten

3.1 Flächenverfügbarkeit und Flächennutzung

Weltweit stehen etwa 38 % der vorhandenen Landfläche für eine landwirtschaftliche Nutzung zur Verfügung - das entspricht knapp 5 Mrd. ha. Davon ist der weitaus überwiegende Teil Weideland, nämlich ungefähr 3,4 Mrd. ha (69 % der globalen landwirtschaftlichen Nutzfläche), 1,4 Mrd. ha sind Ackerfläche (28 %) und 0,138 Mrd. ha Dauerkulturen¹ (3 %; FAOSTAT, 2008).

Der größte Anteil landwirtschaftlicher Flächen dient mit großem Abstand der **Viehhaltung**: sie beansprucht insgesamt etwa 80 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche. Neben dem Weideland sind dabei auch ein Drittel des Ackerlandes für die Futtermittelproduktion enthalten (FAO, 2006c, S. 272). Diesem hohen Flächenanteil der Tierhaltung (80 %) steht jedoch ein geringer Anteil der tierischen Lebensmittel an der weltweiten Nahrungsversorgung gegenüber (nur 17 % im Jahr 2003; FAOSTAT, 2008).

Die weltweiten landwirtschaftlichen Flächen haben sich in den letzten 40 Jahren (1963-2003) um knapp 460 Mio. ha vergrößert (Ausweitung um ca. 9 %). Die Zunahme erfolgte in etwa glei-

¹ Dauerkulturen sind nicht in die Fruchtfolge einbezogene Kulturen, die für die Dauer von mindestens fünf Jahren auf den Flächen bleiben, z. B. Äpfel, Birnen, Weintrauben, Walnüsse, Haselnüsse

chen Anteilen beim **Ackerland** (und bei Dauerkulturen) um 155 Mio. ha sowie beim **Weideland** um rund 300 Mio. ha (FAOSTAT, 2008). Der Zuwachs an Flächen hat sich jedoch ab Mitte der 1990er Jahre abgeschwächt. Er findet nahezu ausschließlich in den Entwicklungsländern statt (Steger, 2005, S. 9).

Obwohl die **Entwicklungsländer** über den Großteil der landwirtschaftlich nutzbaren Flächen verfügen, beträgt dort die pro Person zur Verfügung stehende landwirtschaftliche Nutzfläche in 2002 nur 46 % und die Ackerfläche nur 37 % derjenigen in entwickelten Ländern (Tab. 3).

Tab. 3: Inländische landwirtschaftliche Fläche pro Person in verschiedenen Weltregionen (ha/Person)

| | Landwirtschaftliche Fläche | | | Ackerfläche + Dauerkulturen | | |
|---------------------------|----------------------------|------------|-------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | 1962 | 1982 | 2002 | 1962 | 1982 | 2002 |
| Afrika | 3,60 | 2,15 | 1,32 | 0,56 | 0,37 | 0,26 |
| Asien | 0,64 | 0,46 | 0,39 | 0,26 | 0,18 | 0,15 |
| Lateinamerika + Karibik | 2,5 | 1,8 | 1,4 | 0,50 | 0,38 | 0,30 |
| Nordamerika | 2,4 | 1,9 | 1,5 | 1,1 | 0,92 | 0,87 |
| Ozeanien | 29,0 | 21,2 | 14,6 | 2,2 | 2,2 | 1,7 |
| EU-15 | 0,51 | 0,43 | 0,37 | 0,31 | 0,25 | 0,22 |
| | | | | | | |
| Entwickelte Länder | 1,90 | 1,58 | 1,38 | 0,68 | 0,57 | 0,48 |
| Entwicklungsländer | 1,22 | 0,83 | 0,64 | 0,33 | 0,23 | 0,18 |
| Welt | 1,43 | 1,0 | 0,80 | 0,44 | 0,32 | 0,25 |

Quelle: nach FAOSTAT 2008 - eigene Weiterberechnungen (landwirtschaftliche Fläche geteilt durch Bevölkerung)

Auffällig ist, dass weltweit die zur Verfügung stehende landwirtschaftliche **Fläche pro Person** in den letzten vier Jahrzehnten deutlich gesunken ist. Dramatisch ist dieser Verlauf besonders in Afrika. Der Rückgang in Entwicklungsländern geht vor allem auf das starke Bevölkerungswachstum zurück - dieses überdeckt die moderate Flächenausweitung. In den entwickelten Ländern hingegen geht ein leichtes Bevölkerungswachstum mit einem geringen Nettoverlust an landwirtschaftlichen Flächen einher, was dementsprechend zu einer vergleichsweise niedrigen Abnahme der Fläche pro Person führt.

Die Ackerflächen lassen sich in Zukunft wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll nur noch bedingt ausweiten. Die FAO (2003, S. 132 ff) geht daher von einem möglichen **Anstieg der Ackerfläche** um 13 % bis 2030 aus (Bezug 1997-1999). Die Weltbevölkerung wird nach Prognosen bis dahin aber voraussichtlich um 22 % wachsen (United Nations, 2006). Das bedeutet einen weiteren „Ertragsdruck“, d. h. notwendige Produktivitätssteigerungen auf den vorhandenen bzw. neu gewonnenen Flächen.

Verschärfend wirkt, dass die Industrieländer mehr landwirtschaftliche Flächen nutzen, als sie im eigenen Land besitzen. Beispielsweise erhöhen die EU-15-Staaten ihre im Inland pro Person zur Verfügung stehenden Flächen infolge der Agrarimporte beträchtlich, nämlich um 20 %. Hauptgrund dafür sind die Futtermittelimporte für die Intensivtierhaltung in Europa, für die wertvolles Ackerland auch in Entwicklungsländern belegt wird - dies betrifft besonders Sojabohnen bzw. deren Presskuchen (Steger, 2005, S. 77).

3.2 Flächenbedarf von Lebensmitteln

Neben den verfügbaren landwirtschaftlichen Flächen ist der spezifische Flächenbedarf zur Produktion von Lebensmitteln bedeutsam (Tab. 4).

Tab. 4: Flächenbedarf von Lebensmitteln in verschiedenen Ländern
(2006, m²/kg Ertrag)

| | Deutschland | Brasilien | Äthiopien | China | Indien | Ukraine | Welt |
|------------|-------------|-----------|-----------|-------|--------|---------|-------------|
| Ölfrüchte | 2,8 | 4,1 | 15,3 | 4,1 | 8,7 | 7,6 | 3,9 |
| Weizen | 1,4 | 6,3 | 5,5 | 2,2 | 3,8 | 4,6 | 3,6 |
| Reis | - | 2,6 | 5,3 | 1,6 | 3,2 | 2,9 | 2,4 |
| Mais | 1,3 | 3,0 | 4,5 | 1,9 | 5,2 | 2,5 | 2,1 |
| Obst | 0,66 | 0,64 | 0,88 | 1,10 | 0,91 | 2,20 | 0,98 |
| Kartoffeln | 0,27 | 0,45 | 1,4 | 0,70 | 0,59 | 0,75 | 0,60 |
| Gemüse | 0,34 | 0,49 | 2,8 | 0,52 | 0,86 | 0,67 | 0,59 |

Quelle: nach FAOSTAT 2008 - eigene Weiterberechnungen (Flächenbedarf aus jeweiligem Hektarertrag berechnet)

Die zur Produktion benötigte Ackerfläche verschiedener pflanzlicher Lebensmittel variiert in den einzelnen Weltregionen sehr stark mit den jeweiligen Standortbedingungen und Anbauintensitäten, wie Bodenqualität, Klima, Einsatz von Düngemitteln und Pflanzenbehandlungsmitteln.

In einer Fallstudie für den US-Bundesstaat New York wurde der spezifische **Flächenbedarf** von Lebensmitteln in Bezug zu ihrem **Energiegehalt** gesetzt (jeweils auf 1.000 kcal bezogen). Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, die unterschiedliche Energiedichte der Lebensmittel zu berücksichtigen (Tab. 5).

Tab. 5: Flächenbedarf von Lebensmitteln pro verzehrfähiger Energie des Produkts
(basierend auf den Erträgen in den USA, Fallstudie Bundesstaat New York)¹

| | Flächenbedarf (m ² /1.000 kcal) |
|---------------------------------|---|
| Tierische Lebensmittel | |
| Rindfleisch | 31,2 |
| Geflügelfleisch | 9,0 |
| Schweinefleisch | 7,3 |
| Eier | 6,0 |
| Vollmilch | 5,0 |
| Pflanzliche Lebensmittel | |
| Ölfrüchte | 3,2 |
| Obst | 2,3 |
| Hülsenfrüchte | 2,2 |
| Gemüse | 1,7 |
| Getreide | 1,1 |

¹ Flächenbedarf berücksichtigt Acker- und Weideland
Quelle: Peters et al., 2007, S. 149

Bei diesen zugrunde gelegten Produktionsbedingungen wird ein deutlich höherer **Flächenbedarf tierischer Lebensmittel** gegenüber pflanzlichen Lebensmitteln sichtbar: z. B. um 1.000 kcal an Nahrungskalorien mit Rindfleisch zu erzeugen, werden 31 m² Land benötigt (das meiste davon als Weideland), mit Getreide lediglich 1,1 m² (ausschließlich Ackerland). Innerhalb

der pflanzlichen Lebensmittel beanspruchen Ölfrüchte die meiste Fläche (Peters et al., 2007, S. 149).

Um den derzeitigen Nahrungsmittelverbrauch beispielsweise in **Deutschland** sicherzustellen, werden 17,2 Mio. ha Land benötigt. Dies entspricht in etwa der hier vorhandenen landwirtschaftlichen Nutzfläche. Deutschland könnte sich demnach selbst ernähren, d. h. ohne Importe. Dabei stammen 39 % der Nahrungskalorien aus tierischen Lebensmitteln und 61 % aus pflanzlichen. Das bedeutet bei ca. 80 Mill. Einwohnern einen Flächenbedarf von 0,215 ha/Person/Jahr (Seemüller, 2001, S. 94).

Um diesen Nahrungsmittelverbrauch ausschließlich mit **ökologisch erzeugten Lebensmitteln** zu decken, würde wegen geringerer Erträge eine Fläche von 22,5 Mio. ha benötigt, also ca. 24 % mehr. Dies entspricht einem Flächenbedarf von 0,28 ha/Person/Jahr (gegenüber 0,215) ha bei konventionellen Lebensmitteln). Um den Nahrungsmittelbedarf mit ökologischen Lebensmitteln auf der gleichen Fläche (17,2 Mio. ha) ohne Importe zu gewährleisten, wäre eine Verschiebung der Quellen der Nahrungskalorien nötig: es sollten dann nur 24 % (statt 39 %) der Energie aus tierischen und dafür 76 % (statt 61 %) aus pflanzlichen Lebensmitteln stammen (Seemüller, 2001, S. 94).

Der **Flächenbedarf ökologisch erzeugter Lebensmittel** wird meist aufgrund niedrigerer Erträge höher angegeben als für konventionelle Lebensmittel. Dies gilt nach Badgley et al. (2007, S. 88) allerdings nur für die in Industrieländern vorherrschende Intensivproduktion. Sie werteten die Erträge von Lebensmitteln aus konventioneller und ökologischer Landwirtschaft aufgrund von 293 weltweit publizierten Studien aus. Danach lagen in den entwickelten Ländern die Erträge von pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln bei ökologischer Produktion im Mittel bei 92 % der konventionellen. Es gibt andere Einschätzungen, die ein Ertragsniveau der Öko-Landwirtschaft von 50-80 % der konventionellen annehmen. In Entwicklungsländern lagen sie bei ökologischer Bewirtschaftung dagegen durchschnittlich 80 % *über* der herkömmlichen Wirtschaftsweise (vgl. Kap. 5.1).

Auch eine Auswertung von 208 landwirtschaftlichen Projekten in Entwicklungsländern im Rahmen des SAFE-World-Projekts, bei dem traditionelle Subsistenzwirtschaft mit biologischer Produktion verglichen wurde, stellte Mehrerträge im gewichteten Mittel von knapp 50 % bei biologischer Wirtschaftsweise fest (Pretty et al., 2003, S. 217). Insofern müssen Ertragsleistungen und Flächenbedarf von Lebensmitteln je nach Standort und Wirtschaftsweise differenziert betrachtet werden.

3.3 Flächenbedarf verschiedener Ernährungsweisen

Eine Fallstudie der Cornell-Universität untersuchte **42 Ernährungsweisen**. Variiert wurden der Fleischanteil und der Gesamtfettanteil: Fleisch und Eier in sechs Varianten von 0 bis 381 g/Tag, der Fettanteil in 5-%-Schritten von 20 bis 45 % der täglichen Energiezufuhr. Die verzehrte Energiemenge blieb dabei mit 2.308 kcal/Tag konstant. Es gab nur Lebensmittel, die im Bundesstaat New York selbst produziert werden können (Peters et al., 2007, S. 147).

Eine Ernährungsweise ohne Fleisch (0 g Fleisch, 52 g Fett pro Tag) beansprucht nur 0,18 ha Acker- und Weideland pro Person und Jahr, eine Kost mit mittlerer Fleischmenge (190 g, 52 g Fett) 0,48 ha und eine stark fleischhaltige (381g Fleisch, 52 g Fett) 0,86 ha - das ist fünfmal so viel Fläche wie ohne Fleisch.

Je höher der Fleischanteil, desto höher ist der Anteil von Weideland an der Flächenbeanspruchung. Pro Nahrungskalorie aus Fleisch oder Milch *von Wiederkäuern* wird demnach weniger Ackerland im Vergleich zu anderen Fleischarten wie Schweine- oder Geflügelfleisch benötigt (Peters et al., 2007, S. 151). Generell gilt, dass ein höherer Fleischverzehr den Flächenbedarf mehr anhebt als ein höherer Fettkonsum.

Ein weiteres Ergebnis dieser Fallstudie: Von einer bestimmten Landfläche ausgehend (begrenzt Ackerland, viel Weideland), kann eine Ernährungsweise mit einem *gemäßigten* Anteil von Fleisch und Fett unter Umständen einige Menschen mehr ernähren als eine vegane Ernährungsweise (ohne tierische Lebensmittel) mit einem hohen Fettanteil. Hauptgrund dafür ist, dass Wiederkäuer auch Weideland als Nahrungsquelle nutzen können, während Veganer mehr vom begrenzten Ackerland für ihre ausschließlich pflanzlichen Erzeugnisse benötigen. Das gilt

natürlich nur in dem Maße, wie Weideflächen reichlich vorhanden sind (Peters et al., 2007, S. 152).

Eine Studie der Universität Groningen untersuchte den **Flächenbedarf durch das tägliche Essen und Trinken** der niederländischen Bevölkerung. Dabei wurden sowohl die im Ausland benötigten, als auch die inländischen Flächen an Acker- und Weideland berücksichtigt (Berechnung mit *einheimischen* Hektarerträgen). Insgesamt beanspruchte dabei jede Person 0,145 ha/Jahr. 46 % des Flächenbedarfs benötigen dabei Fleisch- und Milchprodukte, Getränke 11 %, Grundnahrungsmittel wie Gemüse, Obst und Kartoffeln zusammen 5 %, Brot ebenso 5 % (Gerbens-Leenes et al., 2002a, S. 53).

Interessanterweise beansprucht der Konsum von nur sechs Lebensmitteln nahezu die Hälfte des gesamten Flächenbedarfs für Ernährung in den Niederlanden: diese sind in absteigender Reihenfolge Margarine, Hackfleisch, Wurst, Käse, Bratfette und Kaffee. Mehr als die Hälfte des Flächenbedarfs von Getränken geht auf den Konsum von Kaffee und Tee zurück. Diese beiden brauchen mehr Fläche (im Ausland) als Grundnahrungsmittel wie Gemüse, Obst und Kartoffeln zusammen (Gerbens-Leenes et al., 2002a, S. 53 f).

In einer Folgestudie untersuchten die Autoren den Flächenbedarf der durchschnittlichen **Ernährungsweisen in 14 europäischen Staaten**. Als Vergleich diente der *Durchschnittsverzehr* in den Niederlanden, dem ein Wert von 100 „Landeinheiten“ (LE) zugewiesen wurde. Eine Kostform, die den nationalen niederländischen Ernährungsempfehlungen entspricht, benötigt zur Produktion der enthaltenen Lebensmittel 67 LE. Die in Europa übliche Wohlstandskost (jeweiliger Durchschnittsverzehr in den 14 Ländern) variierte von 95 LE in Portugal über 98 LE in Deutschland bis 130 LE in Dänemark (Gerbens-Leenes et al., 2002b, S. 190, 195).

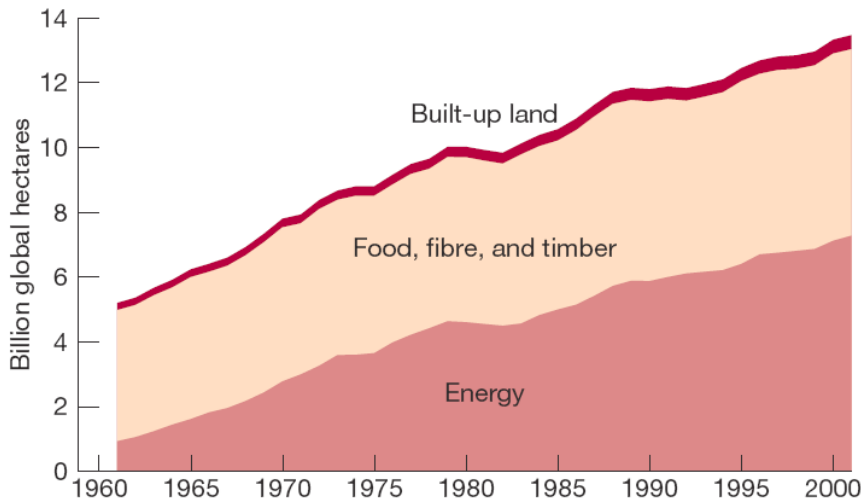
Dabei beanspruchte der physiologisch *nicht nötige* Anteil der Ernährung (d. h. die kalorische Überernährung und der Verzehr von Genussmitteln wie Kekse, Schokolade, Alkohol oder Kaffee) 28 LE in Portugal bis 63 LE in Dänemark. Diese Wohlstandskost zeichnet sich durch einen hohen Fettverzehr (z. B. in Eis, Keksen, „Junk food“) aus, der etwa ein Drittel des gesamten Flächenbedarfs beträgt und bekanntermaßen mit ernsthaften gesundheitlichen Problemen einhergeht (Gerbens-Leenes et al., 2002b, S. 196).

Die Studie zeigt, dass für den Flächenbedarf von Ernährungsweisen nicht nur der Konsum von Fleisch ausschlaggebend ist - auch der Konsum von (pflanzlichen) Fetten, Genussmitteln und Getränken benötigt große landwirtschaftliche Flächen (Gerbens-Leenes et al., 2002b, S. 197).

Eine erweiterte ökologische Beurteilung der Wirkungen vom Konsum auf die Tragfähigkeit der Erde ist das Konzept des **ökologischen Fußabdrucks** (ecological footprint - EF). Dieser ist ein Maß für die weltweite Inanspruchnahme von biologisch produktivem Land und Wasser, das für die Produktion der Konsumgüter bzw. die Entsorgung der Abfälle benötigt wird. Der ökologische Fußabdruck kann beispielsweise auf ein Land, eine Region oder eine Person bezogen sein. Ebenso ist es möglich, ihn auf alle Konsumbereiche oder nur Teile davon - z. B. Ernährung - anzuwenden. Er wird in **gha (globale Hektar) pro Person** angegeben. Dabei werden globale Durchschnittsproduktivitäten verwendet, um eine weltweite Bewertung und Vergleichbarkeit zu gewährleisten (WWF, 2005, S. 18).

Der ökologische Fußabdruck der gesamten Weltbevölkerung steigt seit Jahrzehnten stark an (Abb. 1).

Abb. 1: Ökologischer Fußabdruck der Weltbevölkerung
(1961-2001; Milliarden globale Hektar)



Built-up land = bebaute Fläche

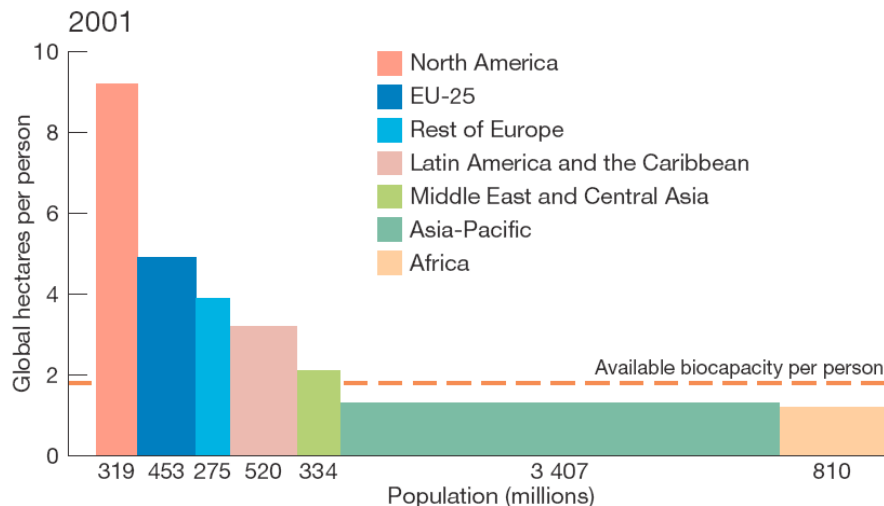
Food, fibre, and timber = Lebensmittel, Pflanzenfasern und Holz

Quelle: WWF, 2005, S. 4

Die Menschheit hat zurzeit für alle ihre Aktivitäten einen ökologischen Fußabdruck von durchschnittlich 2,2 gha/Person. Der ökologisch verträgliche Durchschnittswert liegt bei 1,8 gha (verfügbare biologisch produktive Fläche geteilt durch die Weltbevölkerung). Demnach werden die Ressourcen der Erde um 22 % „übernutzt“ (WWF, 2005, S. 4).

In den einzelnen **Weltregionen** ist die Nutzung der zur Verfügung stehenden produktiven Flächen sehr unterschiedlich (Abb. 2).

Abb. 2: Ökologischer Fußabdruck pro Person in verschiedenen Weltregionen



Available biocapacity per person = verträgliches Maß pro Person

Quelle: WWF, 2005, S. 4

Nur die Menschen im Raum Asien-Pazifik und Afrika haben derzeit einen ökologischen Fußabdruck, der geringer ist als das ökologisch verträgliche Maß. Die Menschen in allen anderen Regionen überschreiten diese Grenze durch ihren Konsum.

White (2000, S. 151 f) untersuchte den ökologischen Fußabdruck bezogen auf den **Nahrungsmittelkonsum für 178 Länder**. Die fleischbetonten Ernährungsweisen in Nordamerika und Ozeanien bewirken dabei eine nahezu doppelt so hohe Umweltbelastung pro Nahrungskalorie

als diejenigen in Afrika und Asien. Europäer nehmen mehr Kalorien zu sich als die Ozeanier - dennoch ist bei letzteren der EF höher, weil sie mehr tierische Lebensmittel essen.

Tendenziell nimmt der EF für Ernährung weltweit zu. Insgesamt werden 16 % der Nahrungsenergie über tierische Produkte aufgenommen, diese verursachen aber 35 % der Umweltbelastungen (White, 2000, S. 151).

In **Großbritannien** wurde der ökologische Fußabdruck in einer Fallstudie für die Stadt Cardiff in Wales untersucht. Der Gesamt-EF für alle Konsumbereiche liegt dort etwa 3-mal so hoch, wie es weltweit verträglich wäre. Essen und Trinken sind verantwortlich für 25 % des Gesamt-EF. Dabei verursachen Fleisch- und Milchprodukte rund 61 % und Getränke 13 %² dieser Umweltbelastung (Collins und Fairchild, 2007, S. 5 ff).

Ausgehend von der regionalen Durchschnittskost wurden verschiedene isokalorische Ernährungsweisen konstruiert und hinsichtlich der Wirkung auf den EF untersucht. Dabei konnten folgende **Einsparpotenziale** aufgedeckt werden:

- 23 % bei etwa 90-%iger Umstellung auf ökologische Lebensmittel. Diese Einsparung ist durch den wesentlich geringeren Energieeinsatz bei der Produktion ökologischer Lebensmittel bedingt
- noch effektiver ist der Ersatz von umweltbelastenden Lebensmitteln durch verträgliche Alternativen. Eine Verringerung des EF um 26 % ist zu erreichen, wenn etwa ein Sechstel der Lebensmittel mit hohem EF durch solche mit niedrigem EF ersetzt werden (vor allem Schweinefleisch statt Rindfleisch, Eier statt Käse, Margarine statt Butter, Milch statt Sahne usw.)
- „nur“ 5,9 % durch Umstellung auf eine typische ovo-lakto-vegetarische Ernährungsweise ohne Fleisch. Diese allein bringt nur geringe Vorteile gegenüber der Durchschnittskost, weil darin relativ viele Milchprodukte enthalten sein können (Collins und Fairchild, 2007, S. 27).

4. Klimarelevanz von Ernährungsgewohnheiten

4.1 Beitrag der Ernährung zu den Treibhausgas-Emissionen

Die Ernährung trägt entlang der Wertschöpfungskette erheblich zum Ausstoß von Treibhausgasen bei: von der Landwirtschaft über Verarbeitung und Handel bis zum Haushalt. Nach Studien für Europa sind für die Treibhauswirkung der Ernährung die Bereiche Landwirtschaft und Konsum in den Haushalten vorrangig (z. B. Kramer et al., 1994; Jungbluth, 2000; Taylor, 2000; Eberle et al., 2005).

Das Institute for Prospective Technological Studies (Tukker et al., 2006, S. 111) untersuchte die Umweltwirkungen von Konsumprodukten in den EU-25-Staaten. Für die **Kategorie Lebensmittel, Getränke und Tabak** wurde ein Anteil von **22-31 %**³ am Treibhausgas-Ausstoß des gesamten Konsums in Europa ausgewiesen.

Studien für Deutschland ermittelten einen **Anteil der Ernährung** an den gesamten Treibhausgasen in der Größenordnung von **etwa 20 %**, mit einer Schwankungsbreite von 16 bis 22 % in Abhängigkeit der angenommenen Systemgrenzen (Kramer et al., 1994; Taylor, 2000; Quack und Rüdener, 2004; Eberle et al., 2005).

Besonderes Augenmerk liegt auf der **Landwirtschaft**. Obwohl die Hauptquelle der gesamten anthropogenen Treibhausgas-Emissionen die Nutzung fossiler Energieträger ist, verursachen

² Getränke verursachen einen Flächenbedarf für den Anbau ihrer Rohstoffe, z. B. Kaffeebohnen, Teeblätter, Zuckerrüben(-rohr), Hopfen und Gerste (Bier), Trauben (Wein), Zitrusfrüchte (Säfte)

³ Die Spannweite der Prozentangaben ergibt sich aus den acht verschiedenen Datenquellen und zwei Analysemethoden der Studie: Die Abschätzungen wurden sowohl durch einen Review existierender Ökobilanzstudien, als auch mit dem „CEDA EU 25 Products and Environment Model“ durchgeführt. Fisch ist nicht enthalten, außerdem nicht das Kochen und Essen in Restaurants.

nicht-energiebedingte Emissionen etwa ein Drittel der globalen Treibhausgas-Emissionen - vor allem aus Landwirtschaft und Landnutzungsänderungen (McMichael, 2007, S. 59).

Die Landwirtschaft trägt *direkt* mit **10-12 % zu den globalen Treibhausgas-Emissionen** bei (IPCC, 2007b, S. 503). Diese Menge verteilt sich auf folgende Bereiche:

- 38 % Lachgas aus den Böden
- 32 % Methan aus der Verdauung der Rinder
- 12 % Kohlendioxid aus der Verbrennung von Biomasse
- 11 % Methan und Lachgas aus Nassreisbau
- 7 % Lachgas und Methan aus Dünger-Management.

Hinzu kommen die *indirekten* Emissionen, besonders aus Umwandlung von Landflächen für landwirtschaftliche Nutzung - aber auch in geringerem Maße aus Düngerherstellung und -verteilung sowie aus Aktivitäten auf den Höfen (Säen, Pflügen usw.).

Die Landwirtschaft bewirkt sehr große **CO₂-Ströme** in die Atmosphäre, gleichzeitig findet eine CO₂-Rückbindung mittels Photosynthese statt. Die Netto-Emissionen in die Atmosphäre werden auf unter 1 % der globalen anthropogenen CO₂-Emissionen geschätzt (IPCC, 2007b, S. 503).

Die Treibhausgas-Emissionen aus der Landwirtschaft sind in den einzelnen **Weltregionen** sehr unterschiedlich verteilt (Tab. 6).

Tab. 6: Methan- und Lachgas-Emissionen aus der Landwirtschaft in verschiedenen Weltregionen (2005)

| | Mio. t CO ₂ -Äquiv./Jahr | % der weltweiten Emissionen der Landwirtschaft |
|---------------------------|-------------------------------------|--|
| Asien | 2.510 | 42 |
| Lateinamerika + Karibik | 996 | 17 |
| Afrika | 932 | 16 |
| Europa | 812 | 14 |
| Nordamerika | 564 | 9 |
| Ehemalige Sowjetunion | 222 | 4 |
| Ozeanien | 156 | 3 |
| Entwickelte Länder | 1.531 | 26 |
| Entwicklungsländer | 4.438 | 74 |
| Welt | 5.969 | 100 |

Quelle: Smith et al., 2007, S. 13

Die **entwickelten Länder** verursachen ca. ein Viertel, die **Entwicklungsländer** ca. drei Viertel der direkten Emissionen aus der Landwirtschaft - die Entwicklungsländer umfassen allerdings den größten Teil der Weltbevölkerung und der landwirtschaftlichen Flächen (s. Kap. 2.3 und 3.1).

In den meisten Regionen ist Lachgas aus den Böden die Hauptquelle der Treibhausgas-Emissionen. Dies ist vor allem auf die Anwendung von Stickstoffdüngern in der Produktion von pflanzlichen Lebensmitteln und Futtermitteln zurückzuführen. Nur in den Staaten der früheren Sowjetunion, im Pazifik, Lateinamerika und der Karibik ist Methan aus der Verdauung der Wiederkäuer die Hauptquelle. Das wiederum geht vor allem auf die relativ große Zahl an Tieren in diesen Regionen zurück (Smith et al., 2007, S. 12).

Vor allem die **Tierhaltung** bzw. die Produktion tierischer Lebensmittel ist bezüglich der Treibhauswirkung der Ernährung bedeutsam. Nach einer Studie der FAO (2006c, S. 113) trägt die weltweite Viehhaltung mit etwa 18 % zum globalen Treibhausgas-Ausstoß bei (hierbei wird auch die Vorleistungsproduktion einbezogen, z. B. die Herstellung und Anwendung von Düngern für die Futtermittelerzeugung, außerdem die Abholzung zur Gewinnung von Weide- oder Ackerland; Tab. 7).

Tab. 7: Aufteilung der Treibhausgas-Emissionen der weltweiten Tierhaltung

| | Anteil (%) |
|---|------------|
| Abholzung, Desertifikation | 35,2 |
| künstliche und organische Düngemittel (Herstellung und Anwendung) | 33,8 |
| mikrobielle Verdauung bei Wiederkäuern | 25,4 |
| Nutzung landwirtschaftlicher Maschinen | 1,3 |
| Sonstiges (wie Kalkung, Transporte) | 4,3 |

Quelle: FAO, 2006c, S. 113

Der größte Anteil von Treibhausgasen aus der Tierhaltung entsteht bei der Umwandlung von Flächen zur landwirtschaftlichen Nutzung für Weideland oder Ackerland (zur Futterproduktion), danach folgen die Emissionen der Dünger-Herstellung und -Anwendung (vor allem Lachgas). Bedeutend sind ebenfalls die Methan-Emissionen der Wiederkäuer durch mikrobielle Verdauung.

4.2 Treibhausgas-Emissionen von Lebensmitteln

Tukker et al. (2006) berechneten für den Konsum - inkl. **Lebensmittel und Getränke** - den Treibhausgas-Ausstoß innerhalb der EU, unter anderem mit Hilfe des „CEDA EU 25 Products and Environment Model“. Innerhalb von Lebensmitteln und Getränken wurden die Lebensmittelgruppen mit dem größten Treibhauspotenzial identifiziert (Tab. 8).

Tab. 8: Treibhausgas-Anteile wichtiger Lebensmittelgruppen am Gesamtausstoß durch den Konsum in Europa (EU-25)¹

| Lebensmittelgruppe | Anteil (%) |
|--|-------------|
| Fleisch und -produkte, Eier | 12,4 |
| Milch und -produkte | 5,1 |
| Obst und Gemüse (inkl. Tiefkühlprodukte) | 1,9 |
| Getreide und -produkte | 1,4 |
| Softdrinks | 0,9 |
| Kaffee | 0,7 |
| Süßigkeiten | 0,5 |
| Snacks | 0,5 |
| Summe dieser Lebensmittelgruppen | 23,4 |

¹ eingerechnet sind alle Emissionen der Wertschöpfungskette, außer den Aktivitäten des Haushalts und dem Kochen und Verzehr in Restaurants

Quelle: Tukker et al., 2006, S. 111

Allein die aufgeführten Lebensmittelgruppen tragen erheblich zum EU-weiten Ausstoß von Treibhausgasen durch Konsum bei (zusammen 23,4 %; die Ernährung insgesamt liegt nach diesem Berechnungsmodell bei 31,1 %). Tierische Lebensmittel verursachen dabei knapp drei Viertel der Emissionen, mit weitem Abstand folgen die pflanzlichen Lebensmittel.

Außerdem ist zu bedenken, dass in dieser Modellierung die **Aktivitäten des Haushalts** (Lagerung, Kochen, Abspülen u. a.) nicht mit eingerechnet sind. Diese indirekten Emissionen aus dem Energieverbrauch wurden für Deutschland in einigen Studien als sehr wesentlich im Bedürfnisfeld Ernährung beziffert (in der Größenordnung von rund einem Drittel: Kramer et al., 1994, S. ii; Taylor, 2000, S. 145; Eberle et al., 2005, S. 26 f). In Entwicklungsländern dürfte dieser Anteil aufgrund geringerer Elektrifizierung und Technikausstattung in den Haushalten geringer sein.

Die **Umweltwirkungen einzelner Lebensmittel** entlang ihres Lebensweges können mit verschiedenen Methoden untersucht werden, eine davon ist die Ökobilanz. Die meisten Forschungsarbeiten berücksichtigen dabei vor allem die Primärproduktion in der Landwirtschaft (Foster et al., 2006, S. 14). Komplette Ökobilanzen („vom Acker bis zum Teller“) liegen nur für wenige Lebensmittel vor.

Nachfolgend eine zusammenfassende Darstellung zweier europäischer Studien, die die Treibhausgas-Emissionen für die Landwirtschaft auf Basis von Ökobilanzen untersuchten - ohne Verarbeitung und Handel (Tab. 9).

Tab. 9: Treibhausgas-Emissionen von Lebensmitteln in der Landwirtschaft
(ohne Verarbeitung und Handel; g CO₂-Äquivalente/kg Produkt)

| Lebensmittel | Schweiz (Jungbluth, 2000) | Großbritannien (Foster et al., 2006) |
|-----------------|---|--|
| Rindfleisch | 16.400 | 32.300 (Japan) 16.000 (Großbritannien) 15.000 (USA) 12.000 (Irland) 8.000 (Sub-Sahara-Afrika) |
| Lammfleisch | 15.000 | 17.400 |
| Schweinefleisch | 3.430 | 6.350 (Großbritannien) 4.300 (Schweden) 3.200 (Belgien) |
| Eier | - | 5.530 |
| Hühnerfleisch | 2.900 | 4.570 |
| Milch | 918 | 1.060 |
| Weizen | 776 | 804 |
| Gerste | 612 | 720 |
| Tomaten | 884 (Gewächshaus ¹) 109 (Freiland) | 9.400 (Gewächshaus ¹ , GB) 3.300 (Gewächshaus ¹ , Skandinavien) 81 (Freiland, Südeuropa) |
| Kartoffeln | - | 215 |
| Karotten | 102 | 28 |

¹ beheizt mit fossilen Energieträgern

Im Durchschnitt haben **pflanzliche Lebensmittel** nur etwa ein Zehntel des Treibhauspotenzials von **tierischen Produkten**. Letztere verursachen mehr Treibhausgase als sie selbst wiegen, was eine geringe Energieeffizienz bedeutet.

Die Werte für die einzelnen **Länder**, vor allem bei Rind- und Schweinefleisch, variieren erheblich. Ein Ausreißer ist beispielsweise die Rindfleischproduktion in Japan mit einem etwa doppelt so hohen Treibhausgas-Ausstoß wie in Europa oder den USA. Da die Rindfleischproduktion mit der Milcherzeugung gekoppelt ist, lassen sich die abweichenden Studienergebnisse teilweise durch unterschiedliche Zuordnungen der Emissionen - entweder zum Rindfleisch *oder* zu den Milchprodukten - erklären (Foster et al., 2006, S. 86).

In **Entwicklungsländern** können die Emissionswerte besonders bei tierischen Lebensmitteln deutlich niedriger sein: z. B. verursacht in Sub-Sahara-Afrika 1 kg Rindfleisch bei extensiver Wirtschaftsweise nur etwa 8 kg CO₂-Äquivalente (Subak, 1999, S. 84).

Pflanzen im **Freiland** unterscheiden sich deutlich von den in **Gewächshäusern** angebauten, wenn diese mit fossilen Energieträgern beheizt sind. Im Extremfall können die Emissionen beim beheizten Gewächshausanbau in Großbritannien um den Faktor 100 höher liegen als beim Freilandanbau in Südeuropa (Foster et al., 2006, S. 54).

Bei der Treibhausgasbilanz von **Lebensmittel-Warenkörben** sind neben der Produktion in der Landwirtschaft die Emissionen in den nachgelagerten Teilen der Wertschöpfungskette einzube-

ziehen (Verarbeitung, Handel/Transport, Haushalte). Die wichtigsten Aspekte dazu werden nachfolgend für Europa diskutiert.

Viele Lebensmittel erfahren eine **Weiterbehandlung**, entweder aus Gründen der Haltbarmachung, oder zur Herstellung verarbeiteter Produkte mit verändertem Geschmack bzw. anderen Verwendungsmöglichkeiten. Bei allen angewendeten Verfahren sind die energiebedingten Treibhausgas-Emissionen bedeutsam (Foster et al., 2006, S. 142), besonders bei (Tief-)Kühlung und Erhitzung. Bei Gemüse können die Emissionen der Weiterverarbeitung diejenigen aus der Landwirtschaft übertreffen (Tiefkühlgemüse, Gemüsekonserven; Eberle et al., 2005, S. 33). Bei tierischen Lebensmitteln spielt die Lagerung oder Weiterverarbeitung in der Gesamtbilanz eine untergeordnete Rolle, da die „Grund-Emissionen“ aus der Viehhaltung schon sehr hoch sind (Eberle et al., 2005, S. 31).

Die Umweltbelastung bei **Transporten** von Lebensmitteln hängt von der Entfernung und der Energieeffizienz des verwendeten Transportmittels ab. Die größte Menge der Lebens- und Futtermittel transportieren LKWs, die deutlich mehr Treibhausgase ausstoßen als die Bahn. Insgesamt lassen sich keine *pauschalen* Aussagen zur Umweltrelevanz regionaler Erzeugnisse treffen. Beispielsweise ist der Transport kleiner Gütermengen mit kleinen Lieferwagen oder PKWs wenig effizient. Regionale Lebensmittel haben jedoch das Potenzial, Energie und damit Treibhausgas-Emissionen einzusparen (Demmeler und Heißenhuber, 2003, S. 451).

Allerdings können die Umweltbelastungen (inkl. Treibhauswirkung) von Lebensmittel-**Einkaufsfahrten mit dem Auto** sogar höher sein als diejenigen, die durch Transporte und Verteilung im vorgelagerten Handel auftreten (Foster et al., 2006, S. 141 ff).

Eine Ausnahme sind die extrem klimabelastenden **Flugtransporte**: Sie emittieren etwa 200-mal mehr Treibhausgase pro Tonnenkilometer als Transporte per Hochseeschiff (Hoffmann und Lauber, 2001, S. 189). Zurzeit stellen Flugwaren nur einen geringen Teil des Sortiments dar, allerdings ist mit einem Anstieg zu rechnen (Foster et al., 2006, S. 143).

Der **ökologische Pflanzenbau** benötigt wesentlich weniger Energieinput als der **konventionelle**, da keine energieaufwändigen mineralischen Stickstoffdünger verwendet werden. Kleegras und Leguminosen als Zwischenfrucht und Gründüngung erhöhen den Humusgehalt im Boden, wodurch neben Stickstoff auch Kohlendioxid aus der Atmosphäre im Boden gespeichert wird. Ökologische Produkte emittieren folglich in der Regel weniger Treibhausgase als konventionelle - auf die *gleiche Ertragsmenge* bezogen. Öko-Betriebe lagen im Mittel etwa ein Viertel unter den konventionellen Vergleichsbetrieben (Hülsbergen und Küstermann, 2008, S. 22).

Wie viele Treibhausgase die **ökologische Tierhaltung** im Vergleich zur **konventionellen** produziert, lässt sich nicht pauschal beantworten (McMichael, 2007, S. 61). Der Energieeinsatz ist bei ökologischer Tierhaltung geringer, da sie keine energieaufwändigen Kraffuttermittel verwenden (Bockisch et al., 2000, S. 180). Insgesamt hängt das Treibhauspotenzial jedoch von vielen Faktoren ab, besonders von Futterqualität, Düngermanagement und Nutzungsdauer bzw. Lebensleistung der Milchkühe (Hörtenhuber und Zollitsch, 2008, S. 23 ff).

Eine Datenbank, die die Treibhauswirkung verschiedener Lebensmittel „vom Acker bis zum Ladenregal“ angibt, ist das „Globale Emissions-Modell Integrierter Systeme“ (GEMIS), das vom Öko-Institut in Freiburg entwickelt wurde (Tab. 10).

Tab. 10: Treibhausgas-Emissionen von tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln
(Erzeugung (konventionell) + Verarbeitung + Handel, Deutschland)

| Tierische Lebensmittel | | Pflanzliche Lebensmittel | |
|------------------------|---|--------------------------|---|
| | CO ₂ -Äquivalente (g/kg LM) | | CO ₂ -Äquivalente (g/kg LM) |
| Rindfleisch | 13.300 | Speiseöl | 1.890 |
| Käse | 8.500 | Tofu (Fallstudie) | 1.100 |
| Rohwurst | 7.820 | Teigwaren | 920 |
| Geflügelfleisch | 3.490 | Brot | 720 |
| Schweinefleisch | 3.250 | Obst | 450 |
| Eier (Freiland) | 2.570 | Weizenkörner | 415 |
| Frischkäse | 1.930 | Kartoffeln | 200 |
| Milch | 940 | Gemüse | 150 |

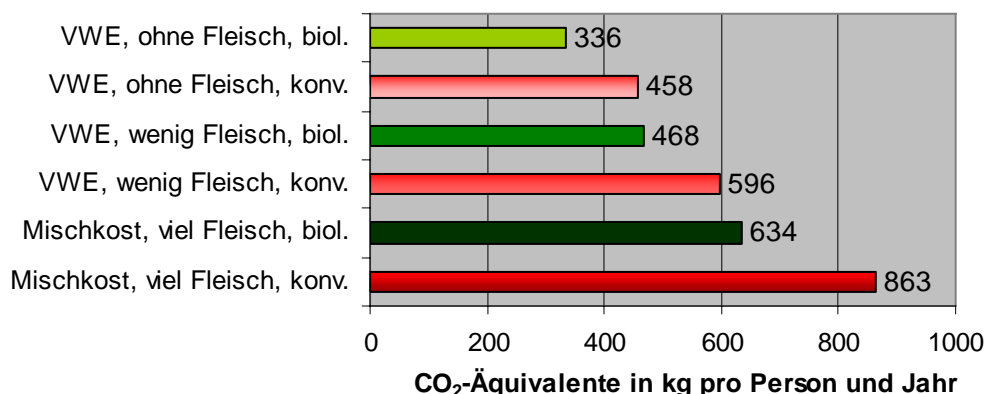
Quelle: GEMIS 4.4; www.gemis.de

4.3 Treibhausgas-Emissionen verschiedener Ernährungsweisen

Bis jetzt gibt es relativ wenige Studien, die die Treibhausgas-Emissionen von realen Ernährungsweisen entlang der Lebensmittelkette untersuchten.

In einer deutschen Studie der Universität Gießen wurden die Treibhausgas-Emissionen von **drei unterschiedlichen Ernährungsweisen** aufgrund von Ernährungsprotokollen abgeschätzt: eine durchschnittliche Mischkost, Vollwert-Ernährung *mit* wenig bzw. *ohne* Fleisch. Vollwert-Ernährung ist „eine überwiegend pflanzliche (lakto-vegetabile) Ernährungsweise, bei der gering verarbeitete Lebensmittel bevorzugt werden“ (Koerber et al., 2004, S. 3). Dabei gingen die Emissionen aus der landwirtschaftlichen Produktion und der Verarbeitung, nicht jedoch aus Handel/Transport und Haushaltsaktivitäten ein. Die Kostformen wurden außerdem mit konventionellen und ökologischen Lebensmitteln berechnet (Hoffmann, 2002, S. 331; Abb. 3).

Abb. 3: Treibhausgas-Emissionen von verschiedenen Ernährungsstilen
(VWE = Vollwert-Ernährung nach der Gießener Konzeption)



Quelle: nach Hoffmann, 2002, S. 331

Bei allen Ernährungsweisen kann durch die Verwendung von Öko-Lebensmitteln knapp ein Viertel der Treibhausgas-Emissionen eingespart werden. Noch größer ist das Einsparpotenzial, wenn Fleisch nach den Empfehlungen der Vollwert-Ernährung reduziert wird (1-2 Fleischmahlzeiten/Woche; Koerber et al., 2004, S. 298 ff). Die Emissionen sanken gegenüber der deutschen Durchschnittskost um 30 % pro Person und Jahr (Hoffmann, 2002, S. 331).

Eine amerikanische Studie der Universität Chicago untersuchte die Treibhauswirkung **isokalorischer Ernährungsweisen** auf Ebene der landwirtschaftlichen Produktion. Sie verglich die amerikanische Durchschnittskost mit anderen Kostformen, bei denen die Zusammensetzung der Fleischarten variierte, z. B. ein hoher Anteil von Rind- und Lammfleisch bzw. von Schweinefleisch, außerdem eine fleischfreie ovo-lakto-vegetarische Form. Der kalorische Anteil tierischer Lebensmittel blieb konstant. Zum Vergleich diente eine rein pflanzliche, vegane Ernährung. Die Ernährung mit viel Rindfleisch ist demnach am stärksten klimabelastend. Es folgen in absteigender Reihenfolge: amerikanische Durchschnittskost, fischreiche Ernährung, ovo-lakto-vegetarische Kost und eine Ernährung mit viel Schweinefleisch (Eshel und Martin, 2006, S. 13). Insgesamt verursacht die amerikanische Durchschnittskost pro Person und Jahr etwa 1,5 Tonnen CO₂-Äquivalente *mehr* als eine rein pflanzliche Kost.

Überraschenderweise weist bei diesen klimabezogenen Berechnungen eine Ernährungsweise mit viel Schweinefleisch eine geringere Klimabelastung auf als eine *ohne* Fleisch, die aber *viel Milchprodukte* enthält. Denn auch der Verzehr von Milchprodukten bedingt die Haltung von Rindern, die mit entsprechenden Methan-Emissionen einhergeht. Allerdings ist die Annahme fragwürdig, dass eine ovo-lakto-vegetarische Ernährung einen gleich hohen Anteil an Nahrungskalorien aus tierischen Lebensmitteln enthält wie fleischhaltige Ernährungsformen. Würde der tierische Anteil von 27,7 % (wie in der Studie angenommen) auf etwa 15 % gesenkt (wie andere Wissenschaftler als realistisch ansehen), läge die ovo-lakto-vegetarische Kostform in ihrer Treibhauswirkung günstiger als die schweinefleischreiche Ernährung (Eshel und Martin, 2006, S. 12 f).

5. Zukünftige Potenziale der Nahrungsproduktion und Ernährungsgewohnheiten - unter besonderer Berücksichtigung von Flächenbedarf und Klimawandel

Die FAO (2003, S. 136) schätzt, dass die Landwirtschaft auch zukünftig **ausreichend Lebensmittel für eine wachsende Weltbevölkerung** produzieren kann. Es gibt jedoch verschiedene Aspekte, die eine ausreichende Versorgung in Frage stellen können, unter anderem dass die vorhandenen Lebensmittel nicht für alle Menschen bezahlbar sein werden.

5.1 Flächenbedarf

Laut Prognosen wird sich die **weltweite Ackerfläche** bis 2030 gegenüber 1997-1999 um ca. 13 % ausweiten lassen - jedoch wahrscheinlich zu einem beträchtlichen Anteil durch Entwaldung, was aus Klimaschutzgründen unerwünscht ist (FAO, 2003, S. 132 ff). Allerdings wird die Produktivität der neu erschlossenen Flächen sehr wahrscheinlich niedriger sein als die des bisherigen Ackerlandes, da mehr marginale Flächen in Kultur genommen werden (Rosegrant et al., 2001, S. 78; Balmford et al., 2005, S. 1602).

Das **Potenzial an kultivierbarem Land** ist dabei sehr ungleich verteilt. Über die Hälfte entfällt auf nur sieben Länder, nämlich Angola, Kongo und Sudan in Afrika - sowie Argentinien, Bolivien, Brasilien und Kolumbien in Südamerika. Dagegen sind beispielsweise im Nahen Osten bereits 87 % und in Südasien 94 % des geeigneten Landes kultiviert. Daher muss in diesen Ländern - und auch in Ostasien und Nordafrika - eine Produktionsanhebung nahezu ausschließlich durch Ertragssteigerungen erfolgen (Beese, 2004, S. 18).

Diese Abschätzungen beinhalten aber bestimmte Verallgemeinerungen. Bouma et al. (1998, S. 56) weisen darauf hin, dass die **Abnahme der Bodenqualität** für eine landwirtschaftliche Nutzung nicht angemessen berücksichtigt ist. Beispielsweise kann die Wirkung verschiedener Formen der Bodendegradation - wie Verdichtung und Erosion - nicht pauschal extrapoliert werden, sondern muss sich auf den jeweiligen Bodentyp und das geografische Umfeld beziehen. Mittlerweile sind weltweit **Bodendegradationen** erkennbar. Forschungen zeigen, dass 65 % der weltweit kultivierten Flächen Degradationserscheinungen aufweisen: 40 % starke bis sehr starke und 25 % moderate. Die Entwicklungsländer sind insgesamt hiervon wesentlich mehr

betroffen als die entwickelten Länder, da letztere über tiefgründige Böden verfügen (Beese, 2004, S. 19 f).

Dennoch verliert beispielsweise 90 % des Ackerlandes in den USA jedes Jahr 13 Tonnen Boden pro Hektar und damit 13-mal mehr als ein „ökologisch verträglicher Verlust“ von einer Tonne. Ebenso gehen dem Weideland jährlich sechs Tonnen Boden pro Hektar verloren. Über 60 % des amerikanischen Weidelandes gilt als überweidet und zeigt Anzeichen für beschleunigte Erosion (Pimentel und Pimentel, 2003, S. 662S).

Die Einschätzungen über die Risiken der Bodendegradation gehen weit auseinander: manche Autoren befürchten, dass dadurch die Produktivitätssteigerungen langfristig neutralisiert würden, andere halten die Risiken für gering (Beese, 2004, S. 19).

Eine Studie der britischen Universität Cambridge schätzt den **weltweiten Ackerflächenbedarf** für die Ernährung im Jahr 2050 für die 23 energetisch wichtigsten Hauptfrüchte ab. Es wurden dabei Annahmen für Pro-Kopf-Lebensmittelbedarf, Hektarerträge und Handel getroffen. Bei mittleren (wahrscheinlichsten) Annahmen ergab sich ein Mehrbedarf an kultiviertem Ackerland im Jahre 2050 von 14 % gegenüber 2000. Dabei wird mit einer Abnahme des Ackerlandes in den entwickelten Ländern von 9 % und einem Flächenzuwachs in den Entwicklungsländern von 23 % gerechnet. Diese Abschätzung liegt sehr nahe an der o. g. von der FAO prognostizierten Ausweitung von 13 %.

Allerdings ergab sich bei veränderten Annahmen - wie einem höheren Lebensmittelbedarf pro Person oder niedrigeren Felderträgen - eine doppelt so große notwendige Ackerfläche wie heute. Dies scheint nach derzeitigem Stand nicht realisierbar. Insofern empfehlen die Autoren, für eine zukünftig ausreichende Lebensmittelversorgung besonders auf die Entwicklung der Flächenerträge zu achten (Balmford et al., 2005, S. 1602).

Die optimistischen Einschätzungen internationaler Organisationen zur zukünftigen Ernährungssicherung stellen Keyzer et al. (2005, S. 198) aufgrund mehrerer Aspekte in Frage. Besonders kritisch sehen sie den angenommenen Flächenbedarf für Getreide zur Fleischproduktion. Zunächst wird die **Nachfrage nach Fleisch** hinterfragt. In den üblichen Annahmen wird ein wachsender Konsum an tierischen Lebensmitteln linear zum Einkommensanstieg berechnet. Viele Menschen, die etwas mehr Geld zur Verfügung haben, verzehren jedoch im Sinne eines nachholenden Konsums überproportional mehr Fleisch, während Menschen mit viel Geld ab einer bestimmten Menge nicht *mehr*, sondern eher *teureres* Fleisch kaufen - die Nachfrage dieser Menschen gilt somit als gesättigt. In Entwicklungsländern steht ein großer Teil der Bevölkerung an der Einkommensschwelle zu größeren Konsummöglichkeiten, die sich auch in einem signifikant höheren Verzehr von Fleisch äußern. Daher wurde bisher die Nachfrage nach Fleisch wahrscheinlich unterschätzt.

Auf der **Produktionsseite** wurde der Flächenbedarf an Getreide zur Fleischproduktion evtl. zu niedrig angesetzt. Denn bei einer Ausweitung der Fleischproduktion werden die traditionell zur Tierfütterung verwendeten Essensreste oder Produktionsrückstände zunehmend knapp. Daher müssen für die zusätzliche Nachfrage Getreide und Krafffutter verfüttert werden, was einen zusätzlichen Bedarf an Flächen zur Futtermittelproduktion bewirkt (vgl. Kap. 2.2, Getreide). Etwas provokant formulieren Keyzer et al. (2005, S. 198), dass es zukünftig nicht die Frage sein wird, ob wir die *Menschen* ernähren können, sondern ob wir die *Tiere* ernähren können. Denn im Zeitraum 1997/99 lebten rund 19 Mrd. Nutztiere auf der Erde, das sind dreimal mehr als Menschen (derzeit 6,6 Mrd.). Den größten Anteil hat Geflügel (15 Mrd. Tiere), darauf folgen Schafe und Ziegen (1,7 Mrd.), Rinder und Büffel (1,5 Mrd.) sowie Schweine (0,9 Mrd.). Bis 2030 soll der weltweite Bestand beträchtlich auf 30 Mrd. Tiere steigen (FAO, 2003, S. 165) - bei vermutlich ca. 8,3 Mrd. Menschen (United Nations, 2006). Die Brisanz der genannten Fragestellung äußert sich auch in der dann angenommenen höheren Nachfrage nach Getreide für die Tierfütterung: nach den Hochrechnungen von Keyzer et al. wären dies theoretisch 1.900 Mio. Tonnen pro Jahr zusätzlich zur heutigen Nachfrage. Dies wäre 86 % mehr als die Weltgetreideproduktion im Jahr 2006 (FAOSTAT, 2008).

Für den Flächenbedarf einer zukünftigen Ernährungssicherung sind weitere Aspekte wichtig. Bisherige Studien vernachlässigen den Flächenbedarf von **Getränken**, da sie oft nicht als Lebensmittel angesehen werden. Durch die europäischen Konsumgewohnheiten werden 10 %

der gesamten inländischen und ausländischen Fläche für Ernährung von nur vier Getränken beansprucht: Bier, Wein, Kaffee und Tee. Wahrscheinlich ist der Flächenbedarf noch höher, da in dieser Abschätzung Softdrinks und Säfte nicht einbezogen sind. Für die Niederlande beispielsweise ist in den letzten 40 Jahren ein starker Anstieg im Verbrauch von Zitrusfrüchten und Zucker nachgewiesen - beides Zutaten von Säften und Softdrinks (Gerbens-Leenes et al., 2002b, S. 197).

Auch Blair und Sobal (2006, S. 67) weisen auf den enormen Flächenbedarf von **gesüßten Getränken** und außerdem von **weggeworfenen Lebensmitteln** in den USA hin. Die dafür verwendete Fläche beträgt 18 % des gesamten für die Ernährung beanspruchten Landes und stellt somit eine verschwenderische Nutzung dar.

Steigende Einkommen begünstigen nicht nur den Kauf von *mehr* Lebensmitteln, sondern auch den Kauf *teurerer* Lebensmittel. Dabei führen Verschiebungen der Lebensmittelauswahl zu stärkeren Belastungen der natürlichen Ressourcen als der mengenmäßige Anstieg des Nahrungsmittelkonsums. Eine so genannte „Wohlstandsernährung“ - wie zurzeit in Europa praktiziert - beinhaltet nicht nur mehr und andere Fleischarten. Veränderungen treten in allen Nahrungsmittel-Kategorien auf: z. B. mehr Öl, Getränke, Obst, Käse, Kekse und Eis. Eine solche Ernährung bewirkt einen höheren Flächenbedarf (Gerbens-Leenes, 2002b, S. 186).

Auch wenn die Prognose lautet, dass die weltweite Landwirtschaft imstande ist, zukünftig die physiologischen Bedürfnisse einer wachsenden Weltbevölkerung zu sichern, scheint aber auch klar, dass eine **Wohlstandsernährung** mit entsprechend hohem Fleischanteil für die gesamte Weltbevölkerung nicht praktikierbar sein dürfte. Wenn sich die Ernährungsgewohnheiten in Entwicklungsländern denen in westlichen Ländern angleichen, würde der weltweite Flächenbedarf dort gewaltig ansteigen, nämlich auf das 2-3-fache. Diese Wirkung wäre sogar größer als durch den Anstieg der Weltbevölkerung (Gerbens-Leenes, 2002b, S. 187, 197 f). Zu einer ähnlichen Einschätzung kommt auch Balmford (2005, S. 1602).

Eine derartige Angleichung der Ernährungsgewohnheiten zeichnet sich in verschiedenen Entwicklungsländern bereits ab (z. B. China, Brasilien), in anderen Regionen wird sie für die nächsten Jahrzehnte prognostiziert (FAO, 2003; FAO, 2006b).

Die enorme Belastung natürlicher Ressourcen durch eine Änderung der Konsummuster zeigen auch Hochrechnungen für den damit einhergehenden **Trinkwasserbedarf**: Dieser würde auf das 3-fache ansteigen, wenn sich in Entwicklungsländern ähnliche Konsumgewohnheiten ausbilden wie in den reichen Ländern. Damit würden veränderte Ernährungsweisen stärker zum erhöhten Wasserbedarf beitragen als das Bevölkerungswachstum (Liu und Savenije, 2008, S. 40).

Eine oft diskutierte Frage ist, inwieweit eine **ökologische bzw. nachhaltige Landwirtschaft** zur weltweiten Ernährungssicherung beitragen kann (vgl. Kap. 3.2).

Die dänische Universität Aarhus hat zusammen mit dem IFPRI (International Food Policy Research Institute) die Wirkungen einer großflächigen Umstellung der Landwirtschaft von konventioneller auf 50 % ökologische Wirtschaftsweise in *Nordamerika* und *Europa* analysiert. Eine Umstellung ist demnach ohne ernsthafte negative Effekte auf die weltweite Nahrungsverfügbarkeit in den nächsten zwei bis drei Jahrzehnten möglich. Außerdem prognostizieren sie für *Sub-Sahara-Afrika* mit Bio-Landwirtschaft höhere Erträge und ökonomische Vorteile, wie geringere Abhängigkeiten von Nahrungsmittelimporten (Halberg et al., 2005, S. 37 ff).

Eine andere Herangehensweise zu dieser Fragestellung wählten Badgley et al. (2007, S. 92): sie berechneten mit den Ergebnissen von 293 Studien Ertrags- bzw. Flächenverhältnisse für Erzeugnisse des konventionellen und ökologischen Landbaus und modellierten damit die weltweite Verfügbarkeit an Nahrungskalorien. Danach kann die heutige Weltbevölkerung komplett über ökologische Landwirtschaft ausreichend mit Nahrungskalorien versorgt werden. Zugleich ist das Potenzial vorhanden, eine wachsende Menschheit zu ernähren. Ein Grund für dieses positive Ergebnis sind die Ertragsvorteile einer nachhaltigen Landwirtschaft in Entwicklungsländern.

Dies untermauern Pretty et al. (2003, S. 217) durch eine empirische Studie von 208 Praxisprojekten in Lateinamerika, Afrika und Asien. Durch lokal angepasste Methoden der Landbewirt-

schaftung, gegenseitiges Lernen und mit Unterstützung der Politik waren große Ertragssteigerungen zu realisieren, die weit über denen der herkömmlichen Methoden lagen. Allerdings könnten Ertragssteigerungen dort auch mit *konventionellen* Methoden erreicht werden (u. a. Einsatz von chemisch-synthetischen Dünge- und Pflanzenbehandlungsmitteln, ggf. stärkere Mechanisierung). Für diese kapitalintensiven Maßnahmen fehlt den betroffenen Landwirten/innen jedoch in der Regel das nötige Geld. Daher ist dies für sie zumeist keine reale Alternative zur Erhöhung der Produktivität.

Insgesamt kann ökologische bzw. nachhaltige Landbewirtschaftung einen realistischen und wesentlichen Beitrag zur Ernährungssicherung leisten, auch als Ergänzung zu anderen Bewirtschaftungsformen.

5.2 Klimawandel

Seit den 1990er Jahren wurde weltweit die Wirkung des **Klimawandels** auf die Erträge der Landwirtschaft untersucht. Diese Modellrechnungen nehmen an, dass sich die weltweite agrarische Produktion durch den Klimawandel nicht wesentlich verändert. Dabei gibt es Gewinner und Verlierer: Insgesamt werden die Entwicklungsländer stärker betroffen sein als die entwickelten Länder. In diesem Zusammenhang hält der aktuelle 4. IPCC-Bericht (2007a, S. 448, 479) fest, dass bis 2020 die Erträge der Ackerflächen in Ost- und Südost-Asien um 20 % ansteigen würden, während sie in Zentral- und Südasien um 30 % sinken. In nicht bewässerten Gebieten einiger afrikanischer Staaten gehen vermutlich die Erträge um 50 % zurück, was für die Einwohner eine existenzielle Bedrohung darstellt.

Ein entscheidender Grund für die vermuteten **Ertragssteigerungen** ist der angenommene positive „CO₂-Düngeeffekt“ aufgrund der höheren CO₂-Konzentrationen der Atmosphäre. Heute häufen sich jedoch die Anzeichen, dass dieser Effekt überschätzt wurde: z. B. sinken die Erträge von Reis aufgrund hoher Nachttemperaturen ab; das gleiche gilt für Weizen, Mais und Gerste (McMichael et al., 2007, S. 59 f).

Ein wesentlicher Aspekt ist außerdem, dass in den bisherigen Forschungen die **negativen Auswirkungen** des Klimawandels auf die Landwirtschaft, beispielsweise durch Extrem-Wetter-Ereignisse, verstärkten Schädlingsbefall und erhöhten Meeresspiegel, nicht berücksichtigt sind. Die Bevölkerung in Entwicklungsländern - vor allem in Sub-Sahara-Afrika - ist durch diese Verschlechterung der Nahrungsmittelsicherheit extrem gefährdet. Die Menschen dort sind stark abhängig von der lokalen Nahrungsmittelproduktion und verfügen nur über geringe Anpassungsmöglichkeiten (McMichael et al., 2007, S. 60).

Unbestritten haben **tierische Lebensmittel** innerhalb der Ernährung den größten Beitrag zum Treibhauseffekt (vgl. Jungbluth, 2000; Foster et al., 2006; Eberle et al., 2005; s. Kap. 4). McMichael et al. (2007, S. 56) schätzten den maximal verträglichen weltweiten Fleischverbrauch für das Jahr 2050 ab, wenn die Treibhausgas-Emissionen aus der Tierhaltung nicht weiter steigen sollen. Sie gingen dabei von einem 40-prozentigen Anstieg der Weltbevölkerung bis 2050 aus und kamen auf eine verträgliche Menge von 90 g Fleisch pro Person und Tag, davon dürften maximal 50 g von Wiederkäuern sein.

Dies würde eine erhebliche Verminderung des Fleischkonsums in entwickelten Ländern bedeuten, dort liegt dieser durchschnittlich bei 224 g. Die Menschen in Entwicklungsländern könnten ihren Verbrauch von derzeit 47 auf die genannten 90 g steigern. Für das Jahr 2050 werden jedoch durchschnittlich 120 g für Entwicklungsländer und 280 g für Industrieländer prognostiziert (FAO, 2006b, S. 25 f).

5.3 Fazit

Der zukünftige weltweite Flächenbedarf für Ernährung wird von drei großen Trends bestimmt:

- **ansteigender Lebensmittelbedarf in Entwicklungsländern** - infolge der Bevölkerungszunahme und allmählich steigender Einkommen
- **Verschiebung zu „Wohlstandsernährungsweisen“** - in Entwicklungsländern *und* in entwickelten Ländern
- steigende **Flächenkonkurrenz** zwischen der Produktion von Nahrung und **nachwachsenden Rohstoffen** - mit der Folge weltweit steigender Lebensmittelpreise.

Kennzeichen einer „**westlichen Wohlstandsernährung**“ sind:

- ein hoher Anteil tierischer Lebensmittel
- Getränke wie Bier, Wein und Cola
- Süßigkeiten wie Schokolade, Eis und Kekse
- „Junk Food“.

Derartige Produkte beanspruchen zur Erzeugung große landwirtschaftliche Flächen. Bei einer Angleichung der Ernährungsweisen in Entwicklungsländern werden sich deren Nachfragemuster und damit die benötigten landwirtschaftlichen Flächen erheblich ausweiten.

Tierische Lebensmittel sind sowohl unter Aspekten der Klimarelevanz, als auch des Flächenbedarfs von zentraler Bedeutung. Ein hoher Anteil tierischer Lebensmittel, insbesondere von Fleisch und Milchprodukten, führt zu einer höheren Klimabelastung und bewirkt einen größeren Flächenbedarf.

Eine fleischarme oder auch fleischfreie Ernährung kann jedoch ebenfalls klimabelastend und flächenintensiv sein, *wenn* sie einen hohen Anteil an Milchprodukten bzw. pflanzlichen Fetten aufweist. Beim Flächenbedarf ist allerdings zwischen *Ackerland* und *Weideland* zu unterscheiden.

Die Haltung von **Wiederkäuern** (Rinder, Schafe und Ziegen) hat den Vorteil, dass diese auch das Gras vom Weideland nutzen können - und auf diese Weise gesundheitlich wertvolle und schmackhafte Erzeugnisse wie Rindfleisch und Milch zu erzeugen sind. Der Nachteil ist allerdings ihre relativ hohe Klimabelastung durch den Methanausstoß. Auf die Nutzung von Weideland und damit die Haltung von Wiederkäuern aus Klimaschutzgründen zu verzichten, wäre jedoch aus Gründen der globalen Ernährungssicherung nicht sinnvoll. Weltweit ist die Viehhaltung für etwa eine Milliarde Menschen überlebenswichtig. Viele Landwirte/innen beziehen einen Großteil ihres Einkommens aus dem Verkauf tierischer Produkte. Bei der Frage nach der Haltung von Wiederkäuern liegt demnach ein klassischer Zielkonflikt zwischen ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Zielen vor.

Die Haltung von **Schweinen** und **Geflügel** ist zwar einerseits weniger klimabelastend als die Haltung von Wiederkäuern. Aber andererseits sind Schweine und Geflügel Nahrungskonkurrenten für den Menschen, da deren Futtermittel auf Ackerflächen angebaut werden müssen und damit einen erheblichen Teil des wertvollen Ackerlands belegen. Auch hier besteht ein Zielkonflikt zwischen Umwelt-, Wirtschafts- und Sozialaspekten.

Bei einer **Kostform ohne Fleisch und Milchprodukte** (vegane Ernährung) benötigen die stattdessen verzehrten Nahrungspflanzen zu ihrem Anbau Ackerland, wobei die vorhandenen Weideflächen (70 % der weltweiten landwirtschaftlichen Fläche!) nicht genutzt würden. Eine solche Kostform erscheint daher für die gesamte Weltbevölkerung nicht vorstellbar - und ist auch gesundheitlich nicht zu empfehlen.

Eine **Lösung** der angesprochenen Konflikte könnte in einer *teilweisen* Verminderung des Anteils tierischer Lebensmittel in entwickelten Ländern bestehen - bzw. in einer Begrenzung des (ernährungsphysiologisch zunächst erwünschten) Anstiegs in Entwicklungsländern. Dies wird auch von der Ernährungswissenschaft aus *gesundheitlichen* Gründen empfohlen.

Ferner kann eine ökologisch angepasste Tierhaltung und Fütterung zu einer Lösung beitragen. Dabei sind möglichst alle ökologischen, wirtschaftlichen, sozialen und gesundheitlichen Aspekte der Nachhaltigkeit zu berücksichtigen.

6. Zusammenfassung

Die wachsende Weltbevölkerung und die sich ändernden globalen Ernährungsgewohnheiten stellen die weltweite Nahrungssicherung vor neue Herausforderungen. Wichtige Aspekte sind der Flächenbedarf verschiedener Lebensmittel und Ernährungsweisen sowie deren Wechselwirkungen mit dem Klimawandel.

Veränderungen der globalen Ernährungsgewohnheiten

Die Verfügbarkeit von Nahrung hat sich in den letzten Jahrzehnten im weltweiten Durchschnitt verbessert – dies bedeutet aber nicht, dass das Problem der unzureichenden Versorgung der hungernden Menschen gelöst ist.

Die durchschnittliche Nahrungsenergieversorgung stieg von 2.400 kcal in 1970 auf 2.800 kcal/Person/Tag in 2000 und zeigt Fortschritte vor allem in Entwicklungsländern. Allerdings gibt es große Unterschiede zwischen den einzelnen Weltregionen sowie innerhalb der Länder. Die globalen Trends bis 2050 zeigen, dass die verfügbaren Nahrungskalorien pro Person vermutlich weiter zunehmen, teilweise werden deutlich über 3.000 kcal/Person/Tag erwartet.

Außerdem verändert sich die Nahrungszusammensetzung. In Entwicklungsländern wird eine sehr kohlenhydratreiche Ernährung mit pflanzlichen Lebensmitteln (wie Getreide, Wurzeln, Knollen, Hülsenfrüchte) allmählich verdrängt. Stattdessen verbreitet sich eine fett- und proteinreichere Ernährung mit mehr tierischen Lebensmitteln (wie Fleisch, Milch, Milchprodukte, Eier) sowie mehr Zucker und Pflanzenölen. Den größten Anstieg im Fleischkonsum verzeichneten Lateinamerika und Ostasien, wo auch zukünftig die höchste Pro-Kopf-Verfügbarkeit zu erwarten ist.

Die Lebensmittelnachfrage wird vor allem durch das Bevölkerungswachstum, die Verstädterung und die damit verbundenen Lebensstiländerungen sowie das Einkommen beeinflusst.

Flächenbedarf von Ernährungsgewohnheiten

Weltweit stehen etwa 38 % der vorhandenen Landfläche für eine landwirtschaftliche Nutzung zur Verfügung. Davon sind 69 % Weideland, 28 % Ackerfläche und 3 % Dauerkulturen. Die Viehhaltung beansprucht rund 80 % dieser Flächen, vor allem Weideland, aber auch ein Drittel des global verfügbaren Ackerlandes für die Futtermittelproduktion.

Die durchschnittlich inländisch verfügbare landwirtschaftliche Fläche pro Person ist in den letzten vier Jahrzehnten von 1,43 ha in 1962 auf 0,8 ha pro Person in 2002 gesunken. Dabei nutzen die Industrieländer mehr landwirtschaftliche Flächen, als sie im eigenen Land besitzen. Hauptgrund dafür sind die Futtermittelimporte für die Intensivtierhaltung, für die wertvolles Ackerland auch in Entwicklungsländern belegt wird.

Der spezifische Flächenbedarf zur Produktion von Nahrungsmitteln variiert sehr stark, sowohl in den einzelnen Weltregionen (aufgrund von verschiedenen Standortbedingungen und Anbauintensitäten), als auch zwischen pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln. Nach einer Fallstudie für den US-Bundesstaat New York benötigt die Produktion von 1.000 kcal an Nahrungskalorien mit Rindfleisch 31 m² Land, während Getreide lediglich 1,1 m² beansprucht.

Eine Ernährungsweise ohne Fleisch beansprucht entsprechend einer Fallstudie in den USA nur 0,18 ha Acker- und Weideland pro Person und Jahr, eine Kost mit mittlerer Fleischmenge 0,48 ha und eine stark fleischhaltige 0,86 ha - das ist fünfmal so viel Fläche wie ohne Fleisch. Bei der Diskussion um den Flächenbedarf sollte stärker zwischen beanspruchtem Ackerland und Weideland unterschieden werden: Wiederkäuer ermöglichen die sinnvolle Nutzung von Weideflächen zur Produktion wertvoller Lebensmittel. Hierbei ist ferner wichtig, dass nicht nur der Verzehr von Fleisch einbezogen wird, sondern dass auch der Konsum von (pflanzlichen) Fetten, Genussmitteln und Getränken relativ große landwirtschaftliche Flächen benötigt.

Der Flächenbedarf *ökologisch* erzeugter Lebensmittel wird meist aufgrund niedrigerer Erträge höher angegeben als für konventionelle. Dies gilt allerdings nur für die in Industrieländern vorherrschende Intensivproduktion. In Entwicklungsländern liegen die Erträge bei ökologischer Bewirtschaftung dagegen durchschnittlich 80 % *über* der herkömmlichen Wirtschaftsweise. Eine erweiterte ökologische Beurteilung der Wirkungen von Konsum auf die Tragfähigkeit der Erde ist das Konzept des ökologischen Fußabdrucks (Einheit „globale Hektar“ = gha). Die

Menschheit hat derzeit für alle ihre Aktivitäten einen Wert von durchschnittlich 2,2 gha/Person - der ökologisch verträgliche Wert liegt bei nur 1,8 gha. Eine Fallstudie für Großbritannien ermittelte einen Anteil von Essen und Trinken am gesamten ökologischen Fußabdruck von 25 %. Davon verursachen Fleisch- und Milchprodukte rund 61 % und Getränke 13 %.

Klimarelevanz von Ernährungsgewohnheiten

Die Ernährung trägt erheblich zum Ausstoß von Treibhausgasen bei - in Deutschland bzw. Europa in einer Größenordnung von 20 %. Die Landwirtschaft allein hat einen Anteil von

10-12 % an den globalen Treibhausgas-Emissionen, vor allem durch Methan-Emissionen aus der Tierhaltung und Lachgas-Emissionen aus den Böden. Im Durchschnitt haben pflanzliche Lebensmittel nur etwa ein Zehntel des Treibhauspotenzials von tierischen Produkten.

Es gibt große Unterschiede in verschiedenen Länderstudien, vor allem bei Rind- und Schweinefleisch. In Entwicklungsländern können die Emissionswerte besonders bei tierischen Lebensmitteln deutlich niedriger sein als in entwickelten Ländern.

Weitere Klimabelastungen entstehen beispielsweise durch Anbau in beheizten Gewächshäusern, Weiterverarbeitung in Lebensmittel-Industrie und -Handwerk (v. a. Erhitzungs- und Kühlungsprozesse) und Transporte (v. a. Flugtransporte).

Der ökologische Pflanzenbau benötigt wesentlich weniger Energieinput als der konventionelle, da keine energieaufwändigen mineralischen Stickstoffdünger verwendet werden. Im Durchschnitt der Betriebe werden etwa ein Viertel weniger Treibhausgase emittiert. Bezüglich ökologischer bzw. konventioneller Tierhaltung ist noch keine klare Aussage zu treffen.

Zukünftige Potenziale der Nahrungsproduktion und Ernährungsgewohnheiten

Die FAO schätzt, dass die Landwirtschaft auch zukünftig ausreichend Lebensmittel für eine wachsende Weltbevölkerung produzieren kann. Es gibt jedoch verschiedene Aspekte, die eine ausreichende Versorgung erschweren.

Laut Prognosen wird sich die weltweite Ackerfläche bis 2030 gegenüber 1997-1999 um etwa 13 % ausweiten lassen - jedoch wahrscheinlich zu einem beträchtlichen Anteil durch Entwaldung, was aus Klimaschutzgründen unerwünscht ist. Allerdings wird die Produktivität der neu erschlossenen Flächen sehr wahrscheinlich niedriger sein als die des bisherigen Ackerlandes, da mehr marginale Flächen in Kultur genommen werden.

Außerdem wird vermutet, dass die Abnahme der Bodenqualität für eine landwirtschaftliche Nutzung nicht angemessen berücksichtigt ist. Ebenso wurde die Nachfrage nach Fleisch sowie nach Getreide und Kraffutter für die Tierernährung wahrscheinlich unterschätzt, was zusätzliche Flächen zur Futtermittelproduktion beanspruchen würde.

Wenn sich die Ernährungsgewohnheiten in Entwicklungsländern den westlichen Wohlstandsernährungsweisen angleichen, würde der weltweite Flächenbedarf schätzungsweise auf das 2-3-fache ansteigen.

Ein wesentlicher Aspekt ist außerdem, dass in den bisherigen Forschungen die negativen Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft nicht berücksichtigt sind, beispielsweise durch Extrem-Wetter-Ereignisse, verstärkten Schädlingsbefall und erhöhten Meeresspiegel.

Der zukünftige weltweite Flächenbedarf für Ernährung wird von drei großen Trends bestimmt:

- **ansteigender Lebensmittelbedarf in Entwicklungsländern** - infolge der Bevölkerungszunahme und allmählich steigender Einkommen
- **Verschiebung zu „Wohlstandsernährungsweisen“** - in Entwicklungsländern *und* in entwickelten Ländern
- steigende **Flächenkonkurrenz** zwischen der Produktion von Nahrung und von **nachwachsenden Rohstoffen** - mit der Folge weltweit steigender Lebensmittelpreise.

Ein verantwortungsvoller Umgang mit den natürlichen Ressourcen bzw. ein nachhaltiger Ernährungsstil könnte in einer *teilweisen* Verminderung des Anteils tierischer Lebensmittel in entwickelten Ländern bestehen - bzw. in einer Begrenzung des (ernährungsphysiologisch zunächst erwünschten) Anstiegs in Entwicklungsländern. Dies wird auch von der Ernährungswissenschaft aus *gesundheitlichen* Gründen empfohlen. Ferner kann eine ökologisch angepasste Tierhaltung und Fütterung zu einer Lösung beitragen. Dabei sind möglichst alle ökologischen, wirtschaftlichen, sozialen und gesundheitlichen Aspekte der Nachhaltigkeit zu berücksichtigen.

7. Kommentierung der WBGU-Leitplanke zur Sicherung des globalen Nahrungsmindestbedarfs

Derzeit sind auf der Erde genügend landwirtschaftliche Nutzflächen zur Deckung des globalen Nahrungsmindestbedarfs vorhanden. Die weltweite Nahrungsmittelproduktion - im Durchschnitt 2.800 kcal/Person/Tag - erfüllt die für alle Menschen wünschenswerte Kalorienversorgung von 2.700 kcal.

Dennoch wird zukünftig die Aufgabe der Sicherung des globalen Nahrungsmindestbedarfs schwieriger - angesichts

- wachsender Weltbevölkerung
- steigender Lebensmittelnachfrage aufgrund höherer Einkommen in Entwicklungsländern
- verstärkter Nachfrage nach tierischen Produkten, bestimmten Getränken, Süßigkeiten und „Junk-Food“
- steigender Preise für Lebensmittel
- fortschreitender Bodendegradation und Flächenversiegelung
- Folgen des Klimawandels für die Landwirtschaft
- zunehmender Flächenkonkurrenzen mit nachwachsenden Rohstoffen.

Die Produktion der nötigen Nahrungsmittel für eine wachsende Weltbevölkerung steht damit vor neuen Herausforderungen. Zum Beispiel könnte sich mit der Getreidemenge, die zur Bio-ethanol-Produktion für die Tankfüllung eines Mittelklassewagens eingesetzt wird, ein Mensch ein Jahr lang ernähren (Schütz und Bringezu, 2006, S. 19).

Das Zugangs- bzw. Verteilungsproblem der Nahrung ist sozio-ökonomisch und politisch mitbegründet: die weltweit verfügbaren Lebensmittel sind heute schon für die hungernden Menschen großenteils nicht bezahlbar. Daher müssen Maßnahmen zur Sicherung des Nahrungsmindestbedarfs mit Strategien zur Einkommensverbesserung einhergehen, unter Beachtung von spezifischen sozio-ökonomischen Faktoren.

Beispielsweise wurde festgestellt, dass die stärksten Einflussfaktoren auf die Ernährungssicherheit von Kindern in Entwicklungsländern der Status und die Bildung von Frauen sind - die Nahrungsmittelverfügbarkeit trug nur relativ wenig dazu bei (Smith und Haddad, 2000, S. 65). Außerdem ist zu bedenken, dass die meisten Hungernden auf dem Land leben. Diese haben wenig oder keinen Zugang zum „Markt“, d. h. zu Kapital, Technologie, Wissenstransfer und Erwerbsmöglichkeiten außerhalb der Landwirtschaft. Damit sie genügend Nahrungsenergie zum Überleben bekommen, ist auch eine Stärkung der Subsistenzwirtschaft nötig, beispielsweise über Methoden der ökologischen bzw. nachhaltigen Landbewirtschaftung.

Außerdem ist das Verteilungsproblem gekennzeichnet durch eine verschieden große Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen für Ernährung in den verschiedenen Weltregionen - und durch den unterschiedlichen Flächenbedarf pro erzeugter Nahrungskalorie. Entwickelte Länder beanspruchen dafür einen wesentlich höheren Anteil als Entwicklungsländer - z. B. in Europa, Nordamerika und Ozeanien doppelt so viel wie in Afrika und Asien. Insofern kann die weltweite Ernährungssituation verbessert werden, wenn die entwickelten Länder Ernährungsweisen mit einem niedrigeren Flächenbedarf pro Nahrungskalorie realisieren.

In diesem Zusammenhang ist das Konzept einer „globalen Flächengerechtigkeit“ interessant - analog zu dem auch von der deutschen Bundeskanzlerin thematisierten Konzept einer „globalen Klimagerechtigkeit“ (hierbei wird jedem Menschen auf der Welt eine gleiche Menge an Treibhausgas-Emissionen zugestanden). Bezogen auf die Fläche sollte jedem Menschen die gleiche Anzahl an „globalen Hektar“ zur Verfügung stehen, um seine Bedürfnisse zu befriedigen (Konzept des „Ökologischen Fußabdrucks“, s. Kap. 3.3). Über seine Grundnahrungsmittel hinaus kann er beispielsweise *entweder* eine höhere Menge tierischer Lebensmittel beziehen - *oder* einen Anteil nachwachsender Rohstoffe.

8. Literatur

- Badgley, C.; Moghtader, J.; Quintero, E.; Zakem, E.; Chappell, M. J.; Avilés-Vázquez, K.; Samulon, A. und Perfecto, I. (2007): Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems* 22 (2), 86-108
- Balmford, A.; Green, R. S. und Scharlemann, J. P. W. (2005): Sparing land for nature: exploring the potential impact of changes in agricultural yield on the area needed for crop production. *Global Change Biology* 11 (10), 1594-1605
- Beese, F. O. (2004): Ernährungssicherung als Produktions- bzw. Verteilungsproblem. Externe Expertise für das WBGU-Hauptgutachten "Welt im Wandel: Armutsbekämpfung durch Umweltpolitik". Berlin: Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltfragen (WBGU), 48 S.
- Blair, D. und Sobal, J. (2006): Luxus consumption - Wasting food resources through overeating. *Agriculture and Human Values* 23 (1), 63-74
- Bockisch, F. J.; Ahlgrimm, H. J.; Böhme, H.; Bramm, A.; Dämmgen, U.; Flachowsky, G.; Heinemeyer, O.; Höppner, F.; Murphy, D. P. L.; Rogasik, J.; Röver, M. und Sohler, S. (2000): Bewertung von Verfahren der ökologischen und konventionellen landwirtschaftlichen Produktion im Hinblick auf den Energieeinsatz und bestimmte Schadgasemissionen. Braunschweig: Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, 206 S.
- Bouma, J.; Batjes, N. H. und Groot, J. J. R. (1998): Exploring land quality effects on world food supply. *Geoderma* 86 (1-2), 43-59
- Collins, A. und Fairchild, R. (2007): Sustainable Food Consumption at a Sub-national Level: An Ecological Footprint. Nutritional and Economic Analysis. *Journal of Environmental Policy & Planning* 9 (1), 5-30
- Delgado, C.; Rosegrant, M.; Steinfeld, H.; Ehui, S. und Courbois, C. (1999): Livestock to 2020 – The Next Food Revolution. Food, Agriculture and the Environment Discussion Paper 28. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute (IFPRI), 83 S.
- Demmeler, M. und Heißenhuber, A. (2003): Handels-Ökobilanz von regionalen und über-regionalen Lebensmitteln - Vergleich verschiedener Vermarktungsstrukturen. *Berichte über Landwirtschaft* 81, 437-457
- Eberle, U.; Wiegmann, K.; Fritsche, U. R. und Hünecke, K. (2005): Umweltauswirkungen von Ernährung – Stoffstromanalysen und Szenarien. BMBF-Forschungsprojekt „Ernährungswende“, Diskussionspapier Nr. 7. Darmstadt / Hamburg: Öko-Institut e. V. – Institut für angewandte Ökologie, 71 S.
- Eshel, G. und Martin, P. A. (2006): Diet, energy and global warming. *Earth Interactions* 10 (9), 1-17
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2003): World Agriculture: towards 2015/2030. An FAO Perspective. London: Earthscan, 444 S.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2007): The state of food and agriculture. Rom: FAO, 240 S.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2006a): The state of food insecurity in the world. Rom: FAO, 44 S.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2006b): World Agriculture: towards 2030/2050. Global Perspective Studies Unit. Rom: FAO, 78 S.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2006c): Livestock's long shadow. Environmental issues and options. Rom: FAO, 408 S.
- FAOSTAT – FAO Statistics Division (2008): Data Archives. Internet: www.faostat.fao.org. Rom: Food and Agriculture Organization of the United Nations

- Foster, C.; Green, K.; Bleda, M.; Dewick, P.; Evans, B.; Flynn, A. und Mylan, J. (2006): Environmental impacts of food production and consumption. Manchester Business School. London: Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra), 199 S.
- GEMIS - Globales Emissions-Modell integrierter Systeme (2007): Version 4.4. Internet: www.gemis.de. Freiburg: Öko-Institut e. V.
- Gerbens-Leenes, P. W. und Nonhebel, S. (2002b): Consumption patterns and their effects on land required for food. *Ecological Economics* 42 (1-2), 185-199
- Gerbens-Leenes, P. W.; Nonhebel, S. und Ivens, W. P. M. F. (2002a): A method to determine land requirements relating to food consumption patterns. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 90 (1), 47-58
- Halberg, N.; Sulser, T. B.; Høgh-Jensen, H.; Rosegrant, M. W. und Knudsen, M. T. (2005): The impact of organic farming on food security in a regional and global perspective. In: Halberg, N.; Alrøe, H. F.; Knudsen, M. T. und Kristensen, E. S. (Hrsg.): *Global Development of Organic Agriculture: Challenges and Promises*. Wallingford: CABI Publishing, 46 S.
- Hoffmann, I. (2002): Ernährungsempfehlungen und Ernährungsweisen - Auswirkungen auf Gesundheit, Umwelt und Gesellschaft. Habilitationsschrift. Gießen: Justus-Liebig-Universität, 462 S.
- Hoffmann, I. und Lauber, I. (2001): Gütertransporte im Zusammenhang mit dem Lebensmittelkonsum in Deutschland - Umweltwirkungen anhand ausgewählter Indikatoren. *Zeitschrift für Ernährungsökologie* 2 (3), 187-193
- Hörtenhuber, S. und Zollitsch, W. (2008): Treibhausgase von der Weide. Welche Vorteile bringt die Öko-Rinderhaltung?. *Ökologie und Landbau* 36 (1), 23-25
- Hülsbergen, K. J. und Küstermann, B. (2008): Optimierung der Kohlenstoffkreisläufe in Öko-Betrieben. *Ökologie und Landbau* 36 (1), 20-22
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2007a): *Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 976 S.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2007b): *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 851 S.
- Jungbluth, N. (2000): *Umweltfolgen der Nahrungsmittelkonsums – Beurteilung von Produktmerkmalen auf Grundlage einer modularen Ökobilanz*. Dissertation. Zürich: Eidgenössische Technische Hochschule, 317 S.
- Keyzer, M. A.; Merbis, M. D.; Pavel, I. F. P. W. und van Wesenbeeck, C. F. A. (2005): Diet shifts towards meat and the effects on cereal use: Can we feed the animals in 2030?. *Ecological Economics* 55 (2), 187-202
- Koerber, K.; Männle, T. und Leitzmann, C. (2004): *Vollwert-Ernährung - Konzeption einer zeitgemäßen und nachhaltigen Ernährung*. Stuttgart: Karl F. Haug Verlag, 420 S.
- Kramer, P.; Müller-Reißmann, K. F. und Schaffner, J. (1994): *Landwirtschaft und Ernährung – Veränderungstendenzen im Ernährungssystem und ihre klimatische Relevanz*. Band 1, Teilband 2. Bonn: Economica Verlag, 189 S.
- Liu, J. und Savenije, H. H. G. (2008): Food consumption patterns and their effect on water requirements in China. *Hydrology and Earth System Science Discussions* 5 (1), 27-50
- McMichael, A. J.; Powles, J. W.; Butler, C. D. und Uauy, R. (2007): Food, livestock production, energy, climate change and health. *The Lancet* 370 (9594), 1253-1263
- Mendez, M. A. und Popkin, B. (2004): Globalization, urbanization and nutritional change in developing world. In: FAO (Hrsg.): *Globalization of food systems in developing countries - impact on global food security and nutrition*. Food and nutrition paper. Rom: FAO, 55-80

- Naylor, R.; Steinfeld, H.; Falcon, W.; Galloway, J.; Smil, V.; Bradford, E.; Alder, J. und Mooney, H. (2005): Losing the links between livestock and land. *Science* 310 (5754), 1621-1622
- Peters, C. J.; Wilkins, J. L. und Fick, G. W. (2007): Testing a complete-diet model for estimating the land resource requirements of food consumption and agricultural carrying capacity - The New York State example. *Renewable Agriculture and Food Systems* 22 (2), 145-153
- Pimentel, D. und Pimentel, M. (2003): Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. *American Journal of Clinical Nutrition* 78 (3), 660S-663S
- Popkin, B. (2006): Global Nutrition dynamics: the world is shifting rapidly towards a diet linked with noncommunicable diseases. *The American Journal of Clinical Nutrition* 84 (2), 289-298
- Pretty, J. N.; Morison, J. I. L. und Hine, R. E. (2003): Reducing food poverty by increasing agricultural sustainability in developing countries. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 95 (1), 217-234
- Quack, D. und Rüdener, I. (2004): Stoffstromanalyse relevanter Produktgruppen. Energie- und Stoffstromanalyse der privaten Haushalte in Deutschland im Jahr 2001. Freiburg: Öko-Institut e. V. – Institut für angewandte Ökologie, 95 S.
- Rosegrant, M. W.; Paisner, M. S.; Meijer, S. und Witcover, J. (2001): Global food projections to 2020 – Emerging trends and alternative futures. Washington, D. C.: International Food Policy Research Institute (IFPRI), 224 S.
- Schmidhuber, J. und Shetty, P. (2005): The nutrition transition to 2030. Why developing countries are likely to bear the major burden. Plenary paper presented at the 97th Seminar of the European Association of Agricultural Economists. Reading: European Association of Agricultural Economists, 26 S.
- Schütz, H. und Bringezu, S. (2006): Flächenkonkurrenz bei der weltweiten Bioenergieproduktion – Kurzstudie im Auftrag des Forums Umwelt und Entwicklung. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, 24 S.
- Seemüller, M. (2001): Ökologische bzw. konventionell-integrierte Landbewirtschaftung. *Zeitschrift für Ernährungsökologie* 2 (2), 94-96
- Smith, L. C. und Haddad, L. (2000): Explaining child malnutrition in developing countries – a cross-country analysis. Washington D. C.: International Food Policy Research Institute (IFPRI), 124 S.
- Smith, P.; Martino, D.; Cai, Z.; Gwary, D.; Janzen, H.; Kumar, P.; McCarl, B.; Ogle, S.; O'Mara, F.; Rice, C.; Scholes, B.; Sirotenko, O.; Howden, M.; McAllister, T.; Pan, G.; Romanenkov, V.; Schneider, U. und Towprayoon, S. (2007): Policy and technological constraints to implementation of greenhouse gas mitigation options in agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118 (1-4), 6-28
- Steger, S. (2005): Der Flächenrucksack des europäischen Außenhandels mit Agrarprodukten - Welche Globalisierung ist zukunftsfähig?. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, 83 S.
- Subak, S. (1999): Global environmental costs of beef production. *Ecological Economics* 30 (1), 79-91
- Taylor, C. (2000): Ökologische Bewertung von Ernährungsweisen anhand ausgewählter Indikatoren. Dissertation. Gießen: Justus-Liebig Universität, 179 S.
- Tukker, A.; Guinée, J.; Heijungs, R.; de Koning, A.; van Oers, L.; Suh, S.; Geerken, T.; van Holderbeke, M.; Jansen, B. und Nielsen, P. (2006): Environmental Impact of Products (EIPRO). Analysis of the life cycle environmental impacts related to the final consumption of the EU-25. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, 139 S.

United Nations Population Division of the Department of Economic and Social Affairs (2006): World Population Prospects: The 2006 Revision. Internet: <http://esa.un.org/unpp>. New York: United Nations

United Nations Population Division of the Department of Economic and Social Affairs (2005): World Urbanization Prospects: The 2005 Revision. Internet: <http://esa.un.org/unpp>. New York: United Nations

White, T. (2000): Diet and the distribution of environmental impact. *Ecological Economics* 34 (1), 145-153

World Bank (2007): Global Economic Prospects - Managing the next wave of globalization. Washington D. C.: The World Bank, 208 S.

WWF – World Wide Fund for Nature (2005): Europe 2005 - The ecological footprint. Brüssel: WWF European Policy Office, 28 S.