



WBGU

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG
GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN

materialien

**Prof. Dr. Friedrich O. Beese:
Ernährungssicherung als Produktions-
bzw. Verteilungsproblem**

**Externe Expertise für das WBGU-Hauptgutachten
"Welt im Wandel: Armutsbekämpfung
durch Umweltpolitik"**

Berlin 2004

Externe Expertise für das WBGU-Hauptgutachten
"Welt im Wandel: Armutsbekämpfung durch Umweltpolitik"
Berlin: WBGU
Verfügbar als Volltext im Internet unter http://www.wbgu.de/wbgu_jg2004.html

Autor: Prof. Dr. Friedrich O. Beese
Titel: Ernährungssicherung als Produktions- bzw. Verteilungsproblem
Göttingen: Institut für Bodenkunde der Universität, 2004
Veröffentlicht als Volltext im Internet unter http://www.wbgu.de/wbgu_jg2004_ex01.html

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
Geschäftsstelle
Reichpietschufer 60–62
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.

**"Ernährungssicherung als Produktions- bzw.
Verteilungsproblem"**

F. Beese

**Institut für Bodenkunde und Waldernährung der
Georg-August-Universität Göttingen
Büsgenweg 2, 37077 Göttingen**

Verzeichnis der Abbildungen

- Abb. 1: Ernährungssicherung im Spannungsfeld von Bevölkerungsentwicklung, physikalischem Potential und sozioökonomisch/technologischen Potentialen einer Region
- Abb. 2: Entwicklung der Weltmarktpreise für Agrarprodukte in der Zeit von 1960 – 2000 (FAO, 2002)
- Abb. 3: Verteilung der Regionen, die Nutzungsänderungen erfahren haben (WRI, 2000)
- Abb. 4: Anteile der landwirtschaftlich genutzten Flächen in Regionen mit Landnutzungsänderungen (WRI, 2000)
- Abb. 5: Eignung von Standorten für den Regenfeldbau (FAO, 2002)
- Abb. 6: Degradations-Typen und Degradations-Intensitäten in Asien
- Abb. 7: Globale Verteilung des Düngemittleinsatzes (WRI, 2000)
- Abb. 8: Bewertung des globalen Konflikt-Potentials bis 2010 (Cincotta et al. 2003)
- Abb. 9: Einfluss des Klimawandels auf die Getreideproduktion, Zahl der Länder, die 2080 Gewinner und Verlierer sein werden. Basis sind 3 Klimamodelle und 3 Bewirtschaftungsintensitäten (FAO, 2002)
- Abb. 10: Einfluss des Klimawandels auf das Produktionspotential von Getreide (multiple cropping) auf der Basis des ECHAM 4 2080 Szenarios, des MPI for Meteorology (FAO, 2002)
- Abb. 11: Anteile des Brennholzes und der Holzkohle am Energieverbrauch der Länder (WRI, 2000)

Verzeichnis der Tabellen

- Tabelle 1: FAO/WHO-Empfehlungen für die tägliche Energie- und Nährstoffaufnahme
- Tabelle 2: Entwicklung der Weltbevölkerung, des Nahrungsbedarfs, der –produktion und der –versorgung (FAO, 2002)
- Tabelle 3: Entwicklung der ackerbaulich genutzten Flächen, der Erträge und der Nahrungsmittelproduktion (FAO, 2002)
- Tabelle 4: Prozentuale Anteile der Weltbevölkerung an der Nahrungsenergie-Versorgung
- Tabelle 5: Mittlere maximal erreichbare Erträge unter Regenfeldbau für hohen, mittleren und niedrigen Input unter tropischen, subtropischen und temperaten Klimabedingungen
- Tabelle 6: Mittlere maximal erzielbare Erträge unter Bewässerungslandbau für hohen und mittleren Input unter tropischen, subtropischen und temperaten Klimabedingungen
- Tabelle 7: Demographische Risiken und Stressfaktoren (Cincotta et al., 2003)
- Tabelle 8: Wirkung der Temperatur und des Niederschlags auf die Eignung von Landflächen in verschiedenen Regionen. Relative Veränderungen in %

Hintergrund

Ende November 2003 veröffentlichte die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen den neuen "Bericht zu Hunger und Unterernährung 2003". Daraus geht hervor, dass die Zahl der Hungernden seit Mitte der 90er Jahre in einigen Ländern wieder gestiegen ist. Während in der ersten Hälfte der 90er Jahre die Zahl der chronisch Hungernden und Unterernährten in den Entwicklungsländern um 37 Millionen gesunken war, ist in der zweiten Hälfte ein erneuter Anstieg um 18 Millionen zu verzeichnen. Heute sind etwa 842 Millionen Menschen chronisch unterernährt. Davon leben 788 in Entwicklungsländern, 34 Millionen in den Transformationsländern Mittel- und Osteuropas und 10 Millionen in den Industrieländern.

Trotz des negativen Trends ist es in den vergangenen zehn Jahren immerhin in 19 Ländern gelungen, die Zahl der Unterernährten zu verringern. Diese Länder zeichneten sich durch stetiges Wirtschaftswachstum – vor allem in der Landwirtschaft – ein niedriges Bevölkerungswachstum sowie niedrige HIV/AIDS-Raten aus. Allein in China ist seit Beginn der 90er Jahre die Zahl der Unterernährten um 58 Millionen gesunken. Weitere positive Beispiele sind Brasilien, Tschad, Guinea, Namibia und Sri Lanka. In vielen Staaten des ehemaligen Ostblocks hingegen wächst die Zahl der Hungernden. Kritisch bleibt die Lage auch für zahlreiche Länder des südlichen und östlichen Afrika. So sind unter anderem Eritrea, Äthiopien, Angola, Burundi, der Kongo, Madagaskar, Tansania, Uganda, Somalia und Sambia weiterhin akut von Nahrungsmittelknappheit betroffen.

Diese Nachrichten zur Lage der Welternährung sind alarmierend, denn für den weitaus größten Teil (ca. 750 Millionen) ist Hunger nicht die Folge von unvorhersehbaren Einzelsituationen wie Naturkatastrophen, politischer Krisen und Konfliktsituationen, sondern struktureller Defizite und damit verbundener Armut. Ursachen sind soziale, rechtliche und wirtschaftliche Missstände, wie ungerechte Herrschaftsstrukturen, Politikversagen, überkommene Rechtssysteme oder Anomie, fehlende Gleichberechtigung der Frauen und ungleiche Verteilungen des Wohlstands (Hofman, 2004).

Dass zu Beginn des 21. Jahrhunderts täglich 25.000 Menschen an den Folgen von chronischer Unterernährung sterben, obwohl die Welt in der Lage wäre, alle Menschen satt zu machen, ist erschreckend, verwirrend und stellt eine der größten gesellschaftlichen Fehlleistungen unserer

Zeit dar. Denn könnte es ein wichtigeres Ziel geben, als dafür zu sorgen, dass für jeden Mitmenschen der tägliche Bedarf an Nahrung gesichert ist?

Wie oben erwähnt, stehen diesem Ziel allerdings viele Hindernisse im Weg und einfache politische und ökonomische Lösungen sind nicht in Sicht. Auch ist nicht immer leicht erkennbar, welche der verfügbaren Ansätze das gewünschte Ziel erreichen, denn vieles, was auf den ersten Blick überzeugend und zielführend erscheint, kann sich leicht in das Gegenteil verkehren, wenn die Auswirkungen der getroffenen Maßnahme im komplexen Sozial- und Wirtschaftsgefüge nicht hinreichend bedacht werden.

Zustand der Ernährungssicherheit

Bevor Fragen der Therapie der globalen Ernährungssicherung behandelt werden, soll eine Zustandserfassung der Ernährungssituation sowie ihrer Mängel vorangestellt werden.

Die Ernährungssicherung einer Region, eines Landes, aber auch der Welt insgesamt ist im Spannungsfeld von Nahrungsbedarf, lokaler Produktion und externer Zufuhr angesiedelt und wird durch die Bevölkerungszahl, das physische Potential und die sozioökonomisch-technologischen Potentiale bestimmt (s. Abb. 1).

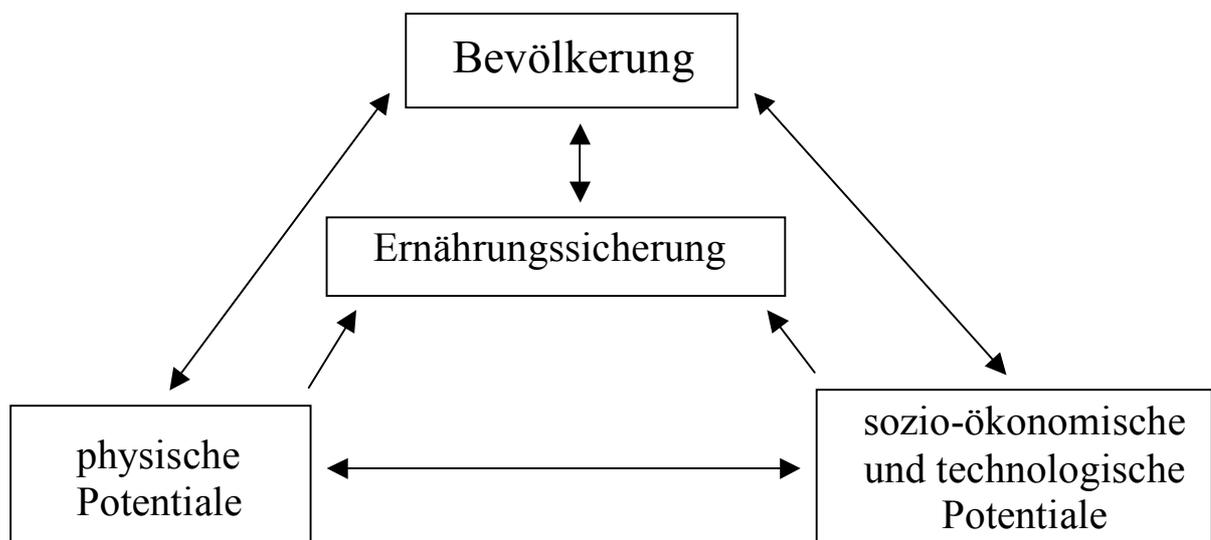


Abb. 1: Ernährungssicherung im Spannungsfeld von Bevölkerungsentwicklung, physischem Potential und sozioökonomisch/technologischen Potentialen einer Region

Daraus lassen sich drei Strategien zur Bewältigung der Nahrungsproblematik ableiten. Diese werden von dem amerikanischen Demographen Cohen (1995) mit den plakativen Begriffen "bigger pie – größerer Kuchen", "fewer forks – weniger Gabeln" und "better manners – bessere Umgangsformen" beschrieben. Befürworter der ersten Strategie rufen nach der Weiterentwicklung bestehender und Entwicklung neuer Technologien (neue Hochleistungssorten, integrierte Schädlingsbekämpfung, Biotechnologie und angepasste Nutzungsstrategien). Anhänger der zweiten Variante setzen auf Maßnahmen zur Eindämmung der Bevölkerungsexplosion (Verhütungsmethoden, bessere Gesundheitsfürsorge und Hygiene, Reduktion der Säuglings- und Kleinkindersterblichkeit, bessere Bildung und Erziehung und Selbstbestimmungsrechte für die Frauen). Vertreter der dritten Strategie wollen die Bedingungen verbessern, unter denen Menschen wirtschaften und leben (Ausbau landwirtschaftlicher Strukturen, Agrarreformen, Zugang zu Märkten, bessere politische Regime).

Diese Strategien treten nicht in reiner Form auf, sondern immer sind auch Kombinationen in Anwendung. Weiter sind alle Bestimmungsgrößen und Strategien nicht statisch, sondern mehr oder weniger großen Dynamiken unterworfen, die auch nicht synchron verlaufen müssen. Dies ist die Ursache für die sehr unterschiedlichen Entwicklungen in verschiedenen Teilen der Welt, aber auch ein wesentliches Erschwernis bei der Lösung der anstehenden Probleme.

Bisherige Bevölkerungsentwicklung und Nahrungsmittelproduktion

Entgegen den bekannten Prognosen des Ökonomen Thomas Malthus (1798), s. Kasten 1, konnte sich die Weltbevölkerung seit Beginn des 19. Jahrhunderts mehr als versechsfachen auf heute 6.4 Milliarden Menschen. Dieser Anstieg war möglich, da auch die Agrarproduktion der Welt wie eine geometrische Reihe gewachsen ist, und zwar mit Anstiegsraten, die sogar über derjenigen der Weltbevölkerung lagen. Nach Angaben der statistischen Kennzahlen der FAO (2003) hat die Nahrungsmittelproduktion pro Kopf der Bevölkerung in den vergangenen 40 Jahren um mehr als ein Viertel zugenommen und liegt mit ca. 2800 kcal über dem im Mittel benötigten Energiebedarf von 2000 – 2600 kcal (s. Tab. 1). **Dass es angesichts dieser positiven Entwicklung nicht gelang, für alle Menschen Nahrungsmittel bereitzustellen, ist zur Zeit ein Verteilungsproblem und kein Produktionsproblem.** Ob dies auch in Zukunft so bleibt, ist zu prüfen und Inhalt der nachfolgenden Abschnitte.

Tabelle 1: FAO/WHO – Empfehlungen für die tägliche Energie- und Nährstoffzufuhr

Alter	Energie (kcal)	Protein ³⁾	Vitamin A (in µg)	Eisen (in mg) ²⁾	Jod (in µg)	Folat (in µg)	Cobalamin µ	Thiamin (in g)	Riboflavin (in mg)	Vitamin C (in mg)	Kcalcium (in mg)
0-1 Jahr	700-950	1,50-1,85	350	11	40-50	16-32	0,1				
1-10 Jahre			400		70-120						
1-3 Jahre	1.150-1.350	1,15-1,25		6-7		50		0,5	0,8	20	400-500
4-6 Jahre	1.550-1.850	1,00-1,10		6-7		50		0,7	1,1	20	400-500
13-15 Jahre											
Junge	2.400-2.650	0,95-1,00	600	18	120-150	170	1,0	1,2	1,7	30	600-700
Mädchen	2.100-2.150	0,9-0,95	600	20	120-150	170	1,0	1,0	1,5	30	600-700
15-18 Jahre											
Junge	2.650-2.850	0,9-0,95	600	11-18	120-150	170-200	1,0				
Mädchen	2.150	0,8-0,90	500	20-24	120-150	170	1,0				
Mann ¹⁾	2.050-2.650	0,75	600	11	120-150	200	1,0	1,2	1,8	30	400-500
Frau ¹⁾	1.650-2.100	0,75	500	9-24	120-150	170	1,0	0,9	1,3	30	400-500
Schwangere ⁴⁾	+200-285	+6g	600	--	175	370-470	1,4	+0,1	+0,2	30	1.000-1.200

¹⁾ leichte Aktivität (1,4facher Grundumsatz), 30-60 Jahre

²⁾ mittlere Bio-Verfügbarkeit

³⁾ Bedarf in g/kg Körpergewicht – Stand 1985

⁴⁾ in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft

(Quelle: Oltersdorf et al., 1996)

Kasten 1: Das Bevölkerungsgesetz von Malthus

Malthus (1798) hatte die Vorstellung, die Nahrungsproduktion wachse aufgrund der begrenzten Bodenfruchtbarkeit wie eine arithmetische Reihe (also wie 1, 2, 3, 4, 5, ...), während die Bevölkerungszahl wie eine geometrische Reihe ansteige (also wie 1, 2, 4, 8, 16, ...). Malthus: „Meiner Ansicht nach kann ich mit Recht zwei Postulate aufstellen: Erstens, die Nahrung ist für den Menschen notwendig. Zweitens, die Leidenschaft zwischen den Geschlechtern ist notwendig und wird in dem gegenwärtigen Zustand bleiben. Diese beiden Gesetze scheinen, seit wir überhaupt etwas über die Menschheit wissen, fest gefügte Bestandteile unserer Natur zu sein. ... Indem ich meine Postulate als gesichert voraussetze, behaupte ich, dass die Vermehrungskraft der Bevölkerung unbegrenzt größer ist als die Kraft der Erde, Unterhaltsmittel für den Menschen hervorzubringen. Die Bevölkerung wächst, wenn keine Hemmnisse auftreten, in geometrischer Reihe an. Die Unterhaltsmittel nehmen nur in arithmetischer Reihe zu. Schon wenige Zahlen werden ausreichen, um die Übermächtigkeit der ersten Kraft im Vergleich zu der zweiten vor Augen zu führen.“

Dies bedeutet, dass die Nahrungsmittelproduktion der begrenzende Faktor für die Entwicklung der Bevölkerung ist und bei nicht angepasster Vermehrungsrate es zwangsläufig zur Hungerkatastrophe führt.

Bedarfsentwicklung

Folgt man der Langzeitstudie der Vereinten Nationen (2001), wird nach der mittleren Variante die Weltbevölkerung im Jahr 2050 mit 9.3 Milliarden Menschen betragen und sich in der zweiten Hälfte des 21sten Jahrhunderts auf diesem Niveau zu stabilisieren. Alternativen Berechnungen zufolge könnte sich die Bevölkerungszahl bis zu diesem Zeitpunkt jedoch auch verdoppeln.

Dies bedeutet, dass enorme Anstrengungen erforderlich sein werden, um bei der Nahrungsmittelproduktion auch zukünftig mit der Bevölkerungsentwicklung Schritt zu halten und um noch bestehende Versorgungsdefizite auszugleichen.

Ernährungssicherheit entsprechend der Definition der FAO (2001) bedeutet:

Eine Situation, bei der alle Menschen zu allen Zeiten physikalischen, sozialen und ökonomischen Zugang zu ausreichender, sicherer und nährstoffreicher Nahrung haben, die ihren physiologischen Notwendigkeiten und Nahrungsgewohnheiten und -vorzügen genügt und ein aktives und gesundes Leben garantiert.

Dazu reicht es nicht aus, dass der täglich Energiebedarf (kcal) gedeckt wird, sondern dass daneben genügend Eiweiß in der Nahrung enthalten ist und die auch die notwendigen Spurenelemente, Vitamine und essentiellen Aminosäuren und Fettsäuren nicht fehlen. Diesen elementaren Anspruch, wie in der Tab. 1 aufgeführt, ist in weiten Teilen der Welt nicht gegeben, auch dort nicht, wo der Energiebedarf gedeckt ist. Die Empfehlungen der Tab. 1 berücksichtigen den Grundbedarf sowie Aufschläge, die in allen Lebenssituationen einen optimalen Stoffwechsel des Körpers ermöglichen. Diese Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr stellen Richtwerte für leichte Aktivitäten dar. Noch immer sind diese Werte jedoch bei Ernährungsphysiologen umstritten. So geht die FAO heute von 2200 kcal aus, um den Grenzwert für die chronische Unterversorgung festzulegen. Würden anstelle der Werte für leichte Aktivitäten diejenigen für schwere körperliche Tätigkeiten zugrunde gelegt, Tätigkeiten, die in vielen Ländern die Norm sind, so würde sich die Zahl der chronisch Unterernährten deutlich erhöhen. Umstritten ist auch der Eiweißbedarf. Die Revision in den 70er Jahren hat zwar das kalkulatorische Eiweißdefizit beseitigt, ohne dass sicher ist, ob die zugrunde gelegten Werte physiologisch optimal sind.

Neben diesen stofflichen Komponenten spielen auch noch eine Reihe anderer qualitativer Größen für die Ernährung eine entscheidende Rolle. So müssen die Nahrungsmittel hygienisch einwandfrei sein, sie sollen gut schmecken, d.h. frei von unerwünschten Geruchs- und Geschmacksstoffen sein, und darüber hinaus eine hohe Verdaulichkeit aufweisen. Dies sind Erfordernisse, die nicht nur für die lokalen Märkte Gültigkeit haben, sondern insbesondere auch für Exportgüter gelten.

Aber selbst wenn global und auf Haushaltsebene Nahrungssicherheit besteht, ist nicht sichergestellt, dass alle Menschen gut ernährt sind. Die Ernährungssicherheit ist auch gefährdet, wenn

- der Nahrungs- bzw. Nährstoffbedarf oder die speziellen Bedürfnisse, z.B. von Kleinkindern, nicht berücksichtigt werden
- die Ernährungsgewohnheiten nicht dem Bedarf entsprechen

- die Menschen krank sind und die aufgenommene Nahrung schlecht verwerten können
- die Gesundheitsdienste Krankheiten nicht verhüten oder behandeln können
- die für die Ernährung zuständigen Personen (zumeist Frauen) nicht das Wissen oder die Kraft haben, verfügbare Nahrungsmittel auch angemessen zuzubereiten, oder
- zu wenig Brennmaterial und/oder Wasser in ausreichender Menge und guter Qualität für die Nahrungszubereitung vorhanden ist.

Der globale Bedarf an Nahrungsmitteln ist beständig angestiegen, die Raten des Anstiegs haben sich in den letzten Dekaden jedoch vermindert. Zwischen 1969 und 1989 stieg der Bedarf im Mittel um 2,2 % pro Jahr. Seither ist er auf nur 2 % gefallen. Nach Berechnungen der FAO (2002) wird sich der Anstieg in den kommenden 30 Jahren im Mittel auf 1,5 % pro Jahr verringern. In den Entwicklungsländern wird der Rückgang von 3,7 auf 2 % noch stärker ausfallen. Die Ursachen dafür sind zum einen im Rückgang der Wachstumsraten der Weltbevölkerung und zum anderen in dem bereits erreichten Versorgungsgrad zu sehen. Ende der 60er Jahre durchliefen die Wachstumsraten der Weltbevölkerung mit 1,6 % pro Jahr ein Maximum, um nachfolgend kontinuierlich abzunehmen. Tab. 2 zeigt die Entwicklung seit 1979. In der Tab. 2 ist auch die Entwicklung der mittleren Versorgung, ausgedrückt in kcal/Kopf und Tag, dargestellt.

Gemessen am Bedarf hat sich trotz der Verdoppelung der Weltbevölkerung in den vergangenen 40 Jahren die Gesamtsituation deutlich verbessert. In dieser Zeit hat sich die Versorgung von 2283 auf 2803 kcal/Kopf und Tag, d.h. um ein Fünftel erhöht. Die Zunahmen erfolgten im Wesentlichen in den Entwicklungsländern, da die Industrie- und Übergangstaaten bereits vor 40 Jahren einen hohen Versorgungsgrad aufwiesen. Entsprechend ist der prozentuale Anteil der Weltbevölkerung, die weniger als 2200 kcal/Kopf und Tag erhalten, in diesem Zeitraum von 57 auf 10 % gefallen (Tab. 4) d.h. von 1890 auf 570 Millionen.

Tab. 2: Entwicklung der Weltbevölkerung, des Nahrungsbedarfs, der –produktion und der -versorgung

The projections at a glance								
Population (millions)	1979-81	1997-99		2015	2030	2050		
World	4 430	5 900		7 207	8 270	9 322		
Developing countries	3 259	4 595		5 858	6 910	7 987		
Industrial countries	789	892		951	979	986		
Transition countries	382	413		398	381	349		
Population growth (% per annum)	1979 to 1999	1989 to 1999	1997-99 to 2015		2015 to 2030	2030 to 2050		
World	1.6	1.5	1.2		0.9	0.6		
Developing countries	1.9	1.7	1.4		1.1	0.7		
Industrial countries	0.7	0.7	0.4		0.2	0.0		
Transition countries	0.5	0.1	- 0.2		- 0.3	- 0.4		
GDP growth (% per annum)	1997-99 to 2015 total		2015 to 2030 total		1997-99 to 2015 per capita		2015 to 2030 per capita	
World	3.5		3.8		2.3		2.9	
Developing countries	5.1		5.5		3.7		4.4	
Industrial countries	3.0		3.0		2.6		2.8	
Transition countries	3.7		4.0		4.0		4.3	
Growth in demand for agricultural products (% per annum)	1969 to 1999	1979 to 1999	1989 to 1999	1997-99 to 2015		2015 to 2030		
World	2.2	2.1	2.0	1.6		1.4		
Developing countries	3.7	3.7	4.0	2.2		1.7		
Industrial countries	1.1	1.0	1.0	0.7		0.6		
Transition countries	- 0.2	- 1.7	- 4.4	0.5		0.4		
Growth in agricultural production (% per annum)	1969 to 1999	1979 to 1999	1989 to 1999	1997-99 to 2015		2015 to 2030		
World	2.2	2.1	2.0	1.6		1.3		
Developing countries	3.5	3.7	3.9	2.0		1.7		
Industrial countries	1.3	1.0	1.4	0.8		0.6		
Transition countries	- 0.4	- 1.7	- 4.7	0.6		0.6		
Calorie consumption (kcal/capita/day)	1961-63	1979-81	1997-99		2015	2030		
World	2 283	2 552	2 803		2 940	3 050		
Developing countries	1 960	2 312	2 681		2 850	2 980		
Industrial countries	2 891	3 135	3 380		3 440	3 500		
Transition countries	3 154	3 389	2 906		3 060	3 180		
Undernourishment	1990-92	Million people			% of population		2015	2030
		1997-99	2015	2030	1990-92	1997-99		
World		815	610	443		14		
Developing countries	816	777	610	443	20	17	11	6
Industrial countries		11				1		
Transition countries		27				6		

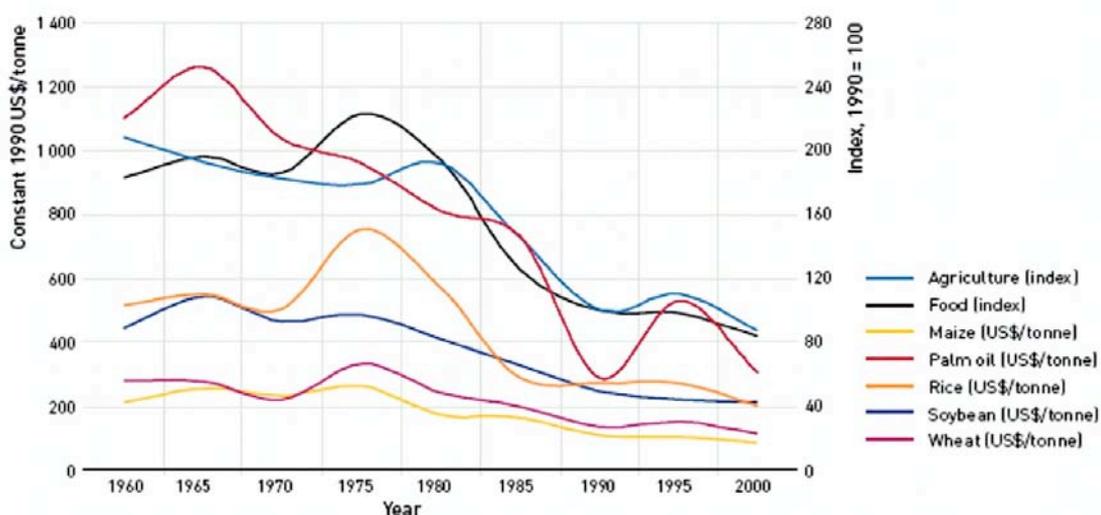
Tab. 4: Prozentuale Anteile der Weltbevölkerung an der Nahrungsenergie-Versorgung

kcal	1964 - 1966	1997 - 1999
< 2200	57 %	10 %
2200 - 2500	9 %	25 %
2500 - 2700	5 %	4 %
2700 - 3000	9 %	19 %
> 3000	20 %	42 %

Umgekehrt ist der Anteil der Weltbevölkerung, der mehr als 2700 kcal/Kopf und Tag erhält, von 30 auf 61 % gestiegen. Die größten Erfolge haben dabei Länder wie China, Brasilien, Indonesien und Nigeria zu verzeichnen, während Indien eine Zwischenstellung einnimmt. Dennoch hat die absolute Zahl der chronisch Unterernährten nicht abgenommen, wie oben dargestellt. Am dramatischsten ist die Lage in Afrika, südlich der Sahara. Von den 30 Ländern, deren täglicher pro Kopf Verbrauch unter 2200 kcal liegt, befinden sich 23 in dieser Region.

Große Unterschiede treten auch bei den prozentualen Anteilen von tierischen Produkten am täglichen Verbrauch auf. In den entwickelten Ländern beträgt der Anteil im Mittel 29 %, während dieser Anteil in den Entwicklungsländern lediglich 8,8 % erreicht. Dabei treten regional erhebliche Abweichungen auf.

Bislang hat die Agrarproduktion den wachsenden Bedarf auffangen können und das Angebot sogar deutlich verbessern können. Dies hatte zur Folge, dass in der Zeitspanne von 1960 – 2000 die Preise für die Hauptnahrungsgüter wie Reis, Weizen und Mais um ungefähr 60 % fielen. Die Abb. 2 zeigt die Entwicklung.



Source: World Bank (2001a)

Abb. 2 Entwicklung der Weltmarktpreise für Agrarprodukte in der Zeit von 1960 – 2000.

Tab. 3: Entwicklung der ackerbaulich genutzten Flächen, der Erträge und der Nahrungsmittelproduktion

The projections at a glance (continued)									
Cereals		Million tonnes				% per annum			
	1979-81	1997-99	2015	2030	1979 to 1999	1989 to 1999	1997-99 to 2015	2015 to 2030	
World									
Production	1 442	1 889	2 387	2 838	1.4	1.0	1.4	1.2	
Food	706	1 003	1 227	1 406	1.9	1.4	1.2	0.9	
Feed	575	657	911	1 148	0.6	0.6	1.9	1.5	
Developing countries									
Production	649	1 026	1 354	1 652	2.5	2.1	1.6	1.3	
Food	524	790	1 007	1 185	2.2	1.7	1.4	1.1	
Feed	113	222	397	573	3.8	4.4	3.5	2.5	
Net trade	- 66	- 103	- 190	- 265					
Meat		Million tonnes				% per annum			
	1979-81	1997-99	2015	2030	1979 to 1999	1989 to 1999	1997-99 to 2015	2015 to 2030	
World									
Production	132	218	300	376	2.8	2.7	1.9	1.5	
Food	130	214	297	373	2.8	2.7	1.9	1.5	
Developing countries									
Production	45	116	181	247	5.5	5.9	2.7	2.1	
Food	44	116	184	252	5.6	6.1	2.7	2.1	
Net trade	- 0.2	- 1.2	- 3.9	- 5.9					
Vegetable oils and oilseeds (oil equivalent)		Million tonnes				% per annum			
	1979-81	1997-99	2015	2030	1979 to 1999	1989 to 1999	1997-99 to 2015	2015 to 2030	
World									
Production	50	104	157	217	4.1	4.3	2.5	2.2	
Food	37	67	98	130	3.3	2.8	2.3	1.9	
Industrial use	8	23	45	71	6.1	6.9	3.9	3.1	
Developing countries									
Production	29	68	109	156	5.0	4.7	2.8	2.4	
Food	21	45	73	102	4.3	3.6	2.9	2.2	
Industrial use	3	13	26	41	8.2	10.2	4.4	3.1	
Net trade	1.5	4.0	3.4	3.5					
Arable land (million ha)			Total			Irrigated			
		1997-99	2015	2030	1979-81	1997-99	2015	2030	
World		1 608			210	271			
Developing countries		956	1017	1076	151	202	221	242	
Industrial countries		387			37	42			
Transition countries		265			22	25			
Crop land and yields in developing countries		Harvested land (million ha)				Yield (tonnes/ha)			
	1979-81	1997-99	2015	2030	1979-81	1997-99	2015	2030	
Wheat	96	111	113	118	1.6	2.5	3.1	3.5	
Rice (paddy)	138	157	162	164	2.7	3.6	4.2	4.7	
Maize	76	97	118	136	2.0	2.8	3.4	4.0	
All cereals	408	465	497	528	1.9	2.6	3.2	3.6	
% of total	60	55	53	51					

Wie wird die zukünftige Entwicklung aussehen? Die FAO-Studie "World Agriculture: Towards 2015/30" zeichnet folgendes Bild (s. Tab. 3). Bis 2015 muss die Getreideproduktion um jährlich 1.4 % steigen, danach ist ein Anstieg bis 2030 um 1.2 % pro Jahr erforderlich, wobei der Anteil des Futtergetreides stärker als der des Nahrungsetreides wachsen wird. 2030 werden weltweit 2838 Millionen Tonnen Getreide benötigt, was einer Verdoppelung gegenüber 1980 entspricht. 1406 Millionen Tonnen (60 %) werden als Nahrungs-, 1148 Millionen Tonnen (40 %) als Futtergetreide benötigt werden. Obwohl die Anstiegsraten in den Entwicklungsländern über denen der Industrie und Übergangsländer liegen wird dort das Getreidedefizit auf 265 Mio. Tonnen im Jahre 2030 anwachsen, was 14 % des Bedarfs entspricht. Dieses Defizit kann durch die wachsenden Überschüsse traditioneller Getreideexportländer, aber zunehmend auch aus Überschussländern gedeckt werden, welche sich von Nettoimporteuren zu Exporteuren wandeln werden.

Ölfrüchte haben die größten Zuwachsraten erfahren und werden auch zukünftig die höchsten Raten aufweisen. Es wird geschätzt, dass 45 % der in den Entwicklungsländern zusätzlich erzeugten Kalorien durch Ölfrüchte gedeckt werden.

Mit steigendem Einkommen ändern sich auch in den Entwicklungsländern die Ernährungsgewohnheiten. Bereits in der Zeit von 1964-65 bis 1997-99 stieg der Fleischkonsum um 150 % und wird bis 2030 um weitere 44 % ansteigen. Bei Milch und Milchprodukten lag der Anstieg in der Vergangenheit bei 60 % und wird mit gleichen Raten weiter steigen. In den Entwicklungsländern wird auch weiterhin der Bedarf die Produktion übersteigen. Es wird erwartet, dass das Defizit 2030 ca. 6 Mio. Tonnen Fleisch betragen wird. Die Produktion wird sich dabei von der bäuerlichen Produktion zu industriellen Formen wandeln, wie dies bereits heute zu erkennen ist.

Eine vollständige Aufstellung der zukünftigen Entwicklung der Agrargüter findet sich in dem FAO-Bericht "World Agriculture Towards 2015 – 30", 2002.

Physische Potentiale

Die Landfläche des Globus ohne Arktis und Antarktis beträgt 13.399,5 Milliarden Hektar. Nach Angaben der FAO (2000) werden davon ca. 37 % landwirtschaftlich genutzt. Diese Zahl basiert auf der Auswertung nationaler Produktionsstatistiken. Satellitenauswertung von Wood et al. (2000) ergeben einen Anteil von 28 %. Dabei wird eine Fläche als landwirtschaftlich genutzt betrachtet, wenn mehr als 30 % mit Kulturpflanzen oder permanenter Weide bedeckt

sind. Diese Unterschiede bei der Abschätzung der Flächen machen die Schwierigkeit deutlich, auf globaler Ebene exakte Daten zu präsentieren. Insbesondere die Fläche des Weidelandes ist in den Regionen mit natürlichen Grasländern nur schwer zu schätzen. In der Abb. 3 ist dargestellt, in welchen Teilen der Welt die Konversion der natürlichen Vegetation in Kulturland und bewirtschaftetes Weideland stattgefunden hat. Generell kann festgestellt werden, dass durch die Landwirtschaft ein Drittel der temperaten und tropischen Wälder und ein Viertel der natürlichen Grasländer umgewandelt wurden. Dieser Prozess läuft in den Entwicklungsländern weiter ab, während in den Industrieländern auch Umkehrungen festzustellen sind. Diese Veränderungen werden nicht nur durch die Landwirtschaft verursacht.

Heute leben bereits 3 Milliarden Menschen in Städten. Diese nehmen mit ca. 500 Millionen ha bereits 3,7 % der Landfläche ein mit weiter steigender Tendenz. Überwiegend findet diese urbane Ausbreitung in Regionen mit hoher landwirtschaftlicher Produktivität statt, was zu Lasten der Nahrungsmittelversorgung geht.

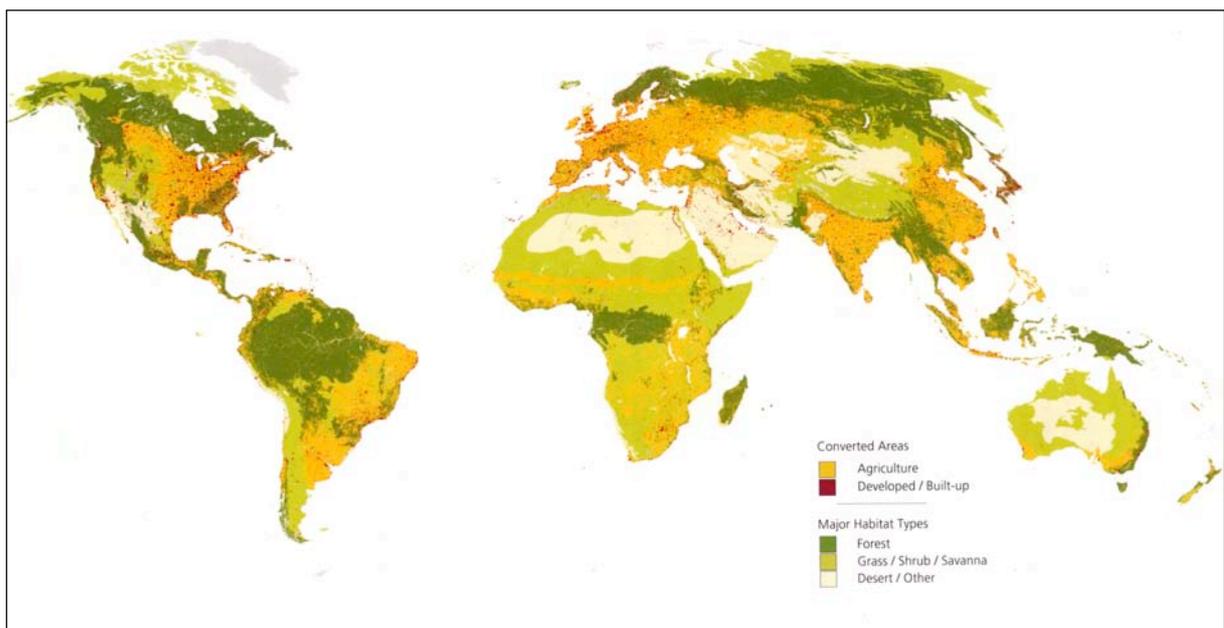


Abb. 3: Verteilung der Regionen, die Nutzungsänderungen erfahren haben

Die Abb. 4 zeigt die Verteilung der landwirtschaftlichen Nutzfläche auf dem Globus und die Intensität der Veränderung. Die Abbildung verdeutlicht, in welchem starkem Maße der Mensch bereits in die natürlichen Ökosysteme eingegriffen und diese verändert hat. 1999 betrug die Fläche unter permanentem Grasland 3.460 Milliarden ha und war mit 69 % mehr als doppelt so groß wie die des Kulturlandes mit 1.502,2 Milliarden ha (FAO, 2002). Weideland macht 89 % der Agrarökosysteme in Ozeanien, 83 % in Afrika südlich der Sahara, 82 % in Südame-

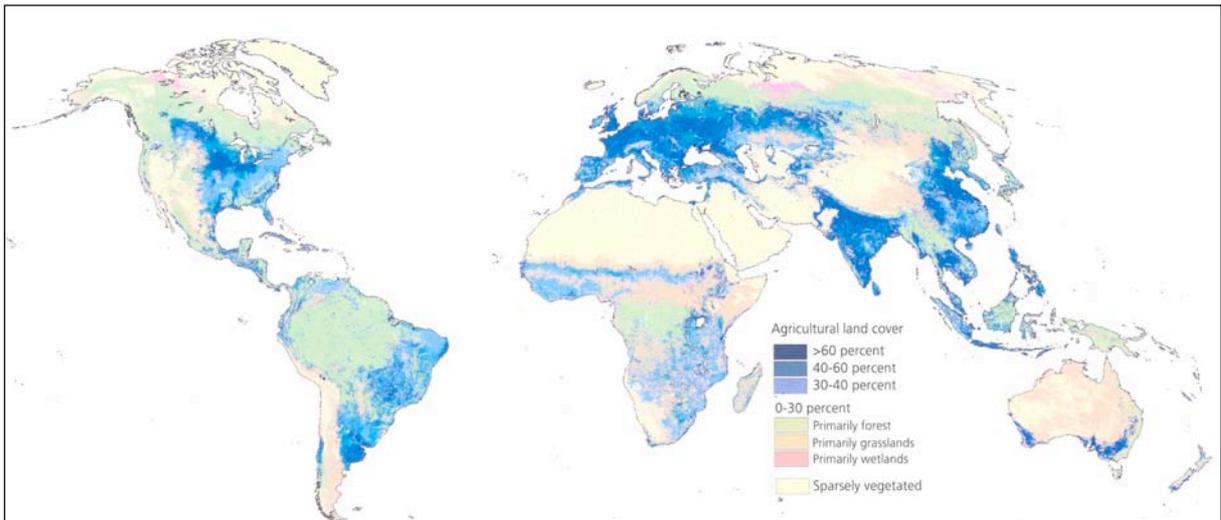


Abb. 4: Anteile der landwirtschaftlich genutzten Flächen in Regionen mit Landnutzungsänderungen

rika und 80 % in Ostasien aus, während Ackerflächen 92 % in Südasien, 84 % in Südostasien bedecken. Mit Anteilen des Ackerlandes von 63 %, 45 % und 30 % respektive nehmen Europa, Nordamerika und Zentralamerika Mittelstellungen ein.

Vor diesem Hintergrund des gegenwärtigen Zustands der Weltlandwirtschaft und dem eingangs aufgezeigten zukünftigen Bedarf an Nahrungsmitteln erscheint eine weitere Ausdehnung der landwirtschaftlich genutzten Flächen unumgänglich, zusammen mit einer Intensivierung der Produktion durch neue verbesserte Sorten und landwirtschaftliche Technologien.

In den vergangenen 40 Jahren waren Ertragssteigerungen die überwiegenden Ursachen für den Anstieg der Nahrungsmittelproduktion. Weltweit lassen sich 78 % darauf zurückführen. Nur 7 % des Anstiegs lassen sich durch eine höhere Anbaufrequenz auf vorhandenen Flächen (multiple cropping) und 12 % auf eine Ausdehnung der Nutzflächen zurückführen. Betrachtet man die Entwicklungsländer gesondert, so resultieren dort im Mittel 70 % des Produktionsanstiegs aus Ertragssteigerungen und knapp 25 % aus der Flächenausdehnung. Dort wo noch große Wald- und Grasländer vorhanden waren, wie in Afrika südlich der Sahara und in Südamerika, betrug der Anteil der Flächenausdehnung allerdings 35 bzw. 46 %. Die FAO-Studie (FAO, 2002) geht davon aus, dass dieser Trend auch in den kommenden Jahrzehnten anhalten wird. In den Entwicklungsländern werden bis 2030 20 % des Produktionsanstiegs durch Ausdehnung der Flächen, 70 % durch Ertragssteigerungen und 10 % durch kürzere Brachzeiten und Mehrfachanbau erbracht werden. Wie in den vergangenen Jahrzehnten wird in Latein-

amerika und in Afrika südlich der Sahara die Konversion natürlicher Ökosysteme einen höheren Anteil haben und rasch voranschreiten.

Nach Meinung der Experten ist weltweit noch genügend nicht genutztes Potential an Land, Wasser und Ertragssteigerungen vorhanden, um den wachsenden Bedarf hinreichend zu decken.

Ob es trotz dieser optimistischen Aussicht gelingen wird, alle Menschen ausreichend mit Nahrungsmitteln zu versorgen, hängt im Wesentlichen von anderen Faktoren ab.

Lokal und auf Länderebene werden Land- und Wasserknappheit zu ernststen Problemen hinsichtlich der Armut und Nahrungssicherheit führen.

Wichtig für die Versorgung der Menschen mit Nahrungsmitteln ist nicht der Bedarf, sondern die Kaufkraft, um den Bedarf zu decken. Einkommensdisparitäten können dazu führen, dass arme Teile der Bevölkerung nicht in der Lage sind, auch den Grundbedarf zu decken.

Der weltweite Trend, dass Nahrungsmittel billiger werden (s. Abb. 2) verschleiert die Tatsache, dass die Umweltkosten durch die Konversion und Intensivierung nicht internalisiert werden. Auch mag dies dazu führen, dass die Anstrengungen (Forschung, Ausbildung) für weitere Steigerungen der Produktion nachlassen, mit negativen Folgen für die Zukunft.

Land Ressourcen

Studien der FAO und der IIASA ergaben (Fischer et al, 2002), dass mehr als drei Viertel der Landoberflächen für den Regenfeldbau nicht geeignet sind, da sie entweder zu kalt (13 %), zu trocken (27 %), zu steil (12 %) sind oder zu arme Böden aufweisen (40 %). An einigen Orten werden mehrere dieser Hindernisse gleichzeitig wirksam. Gegenwärtig sind 1,5 Milliarden ha in Kultur, das sind etwas mehr als 11 % der Landfläche. Die Studien ergaben weiter, dass weitere 2,054 Milliarden ha kultivierbar wären (Abb. 5a). Davon wären aber 0,5 Milliarden ha als marginal zu bezeichnen. Auch die zusätzlichen ca. 1,5 Milliarden ha, die als sehr gut, gut und moderat geeignet ausgewiesen sind, stehen nicht voll zur Verfügung, da wesentliche Teile von Wald bedeckt sind, in Schutzgebieten liegen oder Siedlungszwecken dienen. Netto stehen in den Entwicklungsländern 1,6 Milliarden ha zur Verfügung, wovon bereits heute 0,9 Milliarden ha kultiviert werden. Von der Gesamtfläche sind 28 % nur mäßig geeignet.

In den entwickelten Ländern stehen 0,75 Milliarden ha zur Verfügung, von denen bereits 0,6 Milliarden ha kultiviert werden. 47 % der Fläche sind mäßig geeignet.

Der Vorrat an potentiell kultivierbaren Landes ist sehr ungleich verteilt. Mehr als 50 % dieses Potentials befinden sich in nur 7 Ländern: Angola, Demokratische Republik Kongo und Sudan in Afrika sowie Argentinien, Bolivien, Brasilien und Kolumbien in Südamerika.

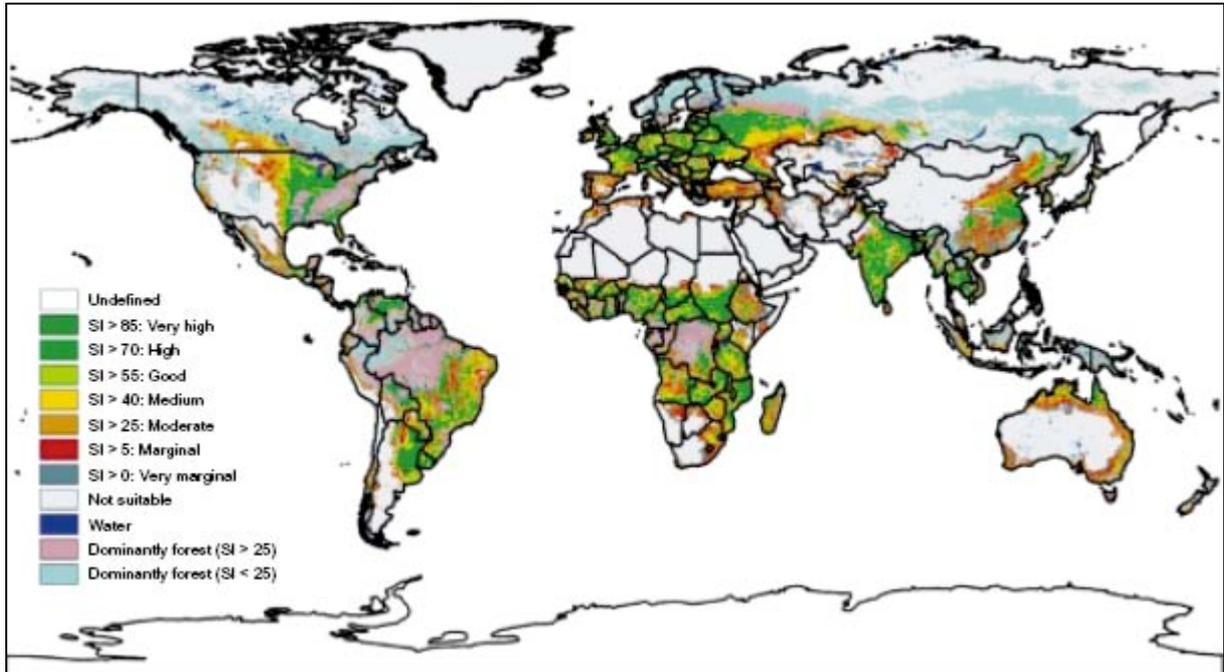


Abb. 5: Eignung von Standorten für den Regenfeldbau

Dagegen werden im Nahen Osten und Nordafrika bereits 87 % und in Südasien 94 % des geeigneten Landes kultiviert. In einigen Ländern des Nahen Ostens und Nordafrikas ist die Bilanz bereits negativ, d.h. es wird durch Bewässerung und Terrassierung mehr Land kultiviert, als allein aufgrund der klimatischen Bedingungen, der Böden und Topographie geeignet ist.

Entsprechend der bereits vorhandenen Unterschiede in der Landnutzung werden daher mehr als 80 % der zukünftigen Ausweitung der Kulturfleichen in Afrika und Südamerika stattfinden und dort überwiegend zu Lasten des Waldes gehen. Von den jeweils 1,4 Milliarden ha geschlossener Wälder in den entwickelten und den Entwicklungsländern sind 12 % bzw. 30 % gut oder sehr gut für die landwirtschaftliche Nutzung geeignet. Allerdings hätte eine großräumige Konversion des Waldes sehr weitreichende Konsequenzen im Hinblick auf die biogeochemischen Kreisläufe des Kohlenstoffs und die biotische Diversität.

In Süd- und Ostasien sowie im Nahen Osten und Nordafrika muss die Produktionssteigerung überwiegend durch Ertragssteigerungen erfolgen, da für Ausweitungen der Landfläche kaum noch Raum vorhanden ist und auch die Nutzungsintensität durch Reduktion der Brachzeiten und Mehrfachtanbau weitgehend ausgeschöpft ist. Auch die weitere Ausdehnung der Bewässerung wird mit langsameren Raten erfolgen, s.u.

Land-(Boden)-Verluste

Die wachsende Weltbevölkerung hat auch einen wachsenden Bedarf an Siedlungs- und Verkehrsflächen. Legt man einen Bedarf von 40 bis 60 ha pro 1000 Personen zugrunde, werden bis 2030 zusätzliche 100 bis 150 Millionen ha benötigt. Da sich die wachsenden urbanen Zentren überwiegend in Regionen mit fruchtbaren Böden wie Küstenebenen oder Flusstälern ausbreiten, geht bei der Expansion zusätzlich hochwertiges Ackerland verloren (s. Abb. 3), so dass der Verlust ausgeglichen werden muss.

Doch auch den bereits genutzten Böden drohen Gefahren, denn mit der Zerstörung der Vegetationsdecke, mit der Bearbeitung der Böden, mit dem Einsatz schwerer Maschinen und von Agrochemikalien sowie der Be- und Entwässerung der Böden erhöht sich die Gefahr von Bodenverlusten durch Wind und Wasser sowie der physikalischen, chemischen und biotischen Bodendegradation (Pimentel et al., 1995; Pimentel and Pimentel, 1996).

Die Auffassungen über die mit der Bodendegradation verbundenen Risiken gehen weit auseinander. Während von einigen Forschern die Meinung vertreten wird, dass die Degradation langfristig die Produktivitätssteigerungen kompensiert, erachten andere die Gefahr als gering. Die Ursache für dieses weite Meinungsspektrum liegt in der unzureichenden Datengrundlage, die überwiegend auf Expertenmeinungen basiert und nicht auf exakten Messungen. Die umfassendste Erhebung ist noch immer GLASOD (Global Assessment of Land Degradation, Oldeman et al. 1991). Der WBGU hat sich mit dieser Thematik in seinem Jahresgutachten 1994 ausführlich befasst und die Forderung erhoben, der Bodendegradation weltweit dringend mehr Aufmerksamkeit zu widmen

Die GLASOD-Studie kam zu dem Ergebnis, dass zwischen 1940 und 1990 weltweit 1,97 Milliarden ha durch den Menschen degradiert wurden. Das entspricht 15 % der Landfläche. Um das Ausmaß und den Grad der Degradation auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche zu beziehen, verschnitten Schew (1999) und Wood et al. (2000) die kultivierten Flächen mit den GLASOD-Daten. Dabei zeigte sich, dass 65 % der Flächen Degradationserscheinungen aufwiesen. 25 % entfielen in die Kategorie moderat degradiert und 40 % in die Kategorien stark und sehr stark degradiert. Zu den am stärksten degradierten Regionen zählen Süd- und Südostasien. Abb. 6 zeigt die Verbreitung der verschiedenen Degradationstypen und die Intensitäten der Degradation und verdeutlicht das Risiko, das von der Degradation der Böden in diesen dicht besiedelten Regionen ausgeht.

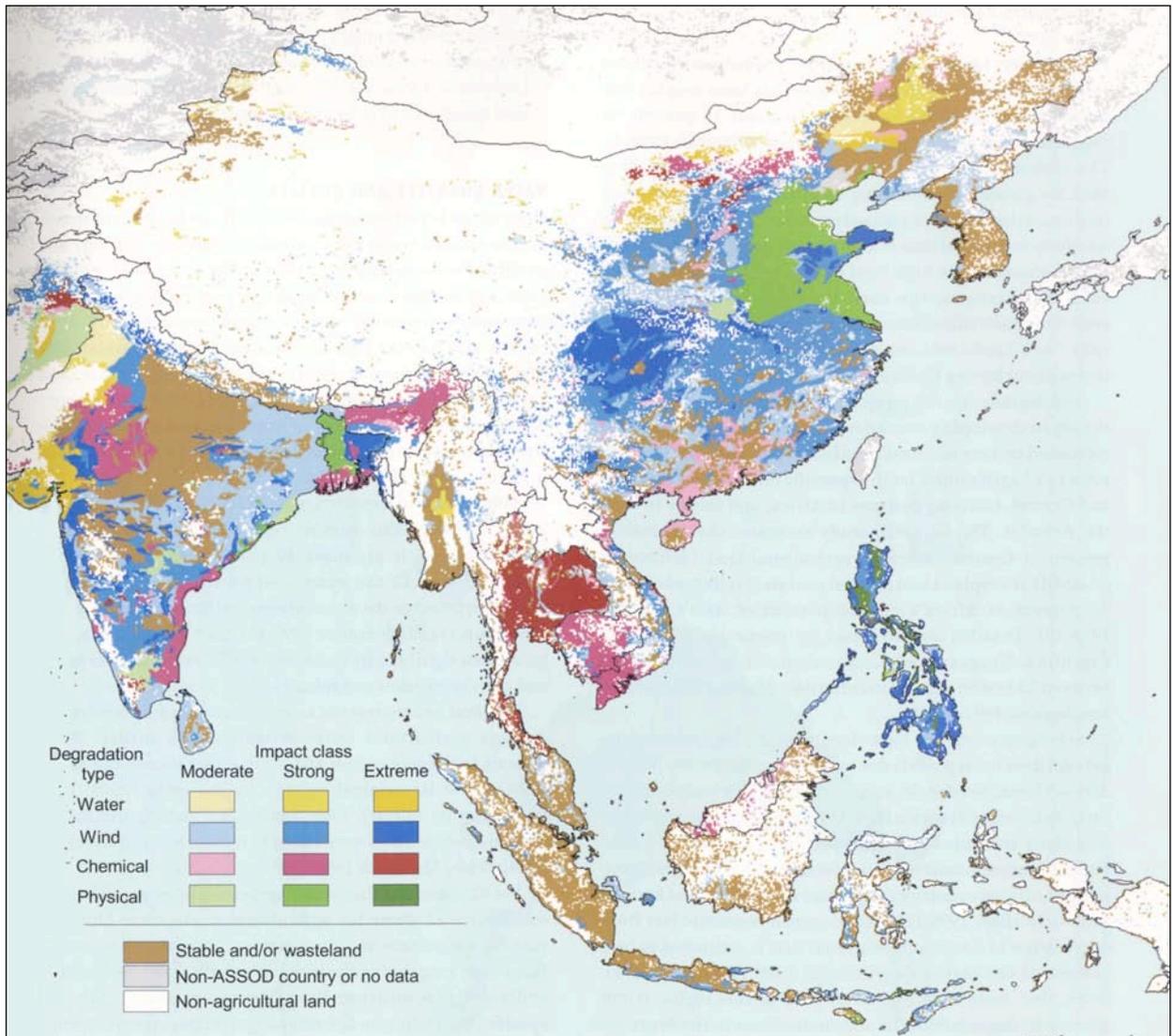


Abb. 6: Degradations-Typen und Degradations-Intensitäten in Asien

Auf der Basis der GLASOD-Daten hat Oldemann (1998) errechnet, dass in den vergangenen 50 Jahren auf den kultivierten Flächen eine Produktionsminderung von im Mittel 13 % und auf dem Weideland eine solche von 4 % eingetreten ist. Naturgemäß treten lokal und regional erhebliche Unterschiede auf. Im Allgemeinen sind die Entwicklungsländer von der Degradation weit mehr betroffen als die entwickelten Länder, die häufig über tiefgründige junge Böden verfügen. So ergeben detaillierte Studien, die auf Prognosemodellen aufbauen, für Argentinien, Uruguay und Kenia für die kommenden 20 Jahre Ertragsrückgänge zwischen 25 und 50 % (Mantel and van Engelen, 1997). Für Afrika ermittelte Lal (1995) allein durch die Wassererosion Ertragseinbußen von 8 % über einen Zeitraum von 20 Jahren. Alle diese Daten unterstreichen die Notwendigkeit, die Informationen über die Böden und ihre Degradationen dringend zu verbessern. Die Soil and Terrain Digital Database (SOTER) ist ein erster Schritt zur Verbesserung der Grunddaten. Um das Risiko der Bodendegradation besser abschätzen zu

können, sollte umgehend ein Programm zur Erfassung der weltweiten Böden und Bodendegradation entwickelt und realisiert werden. Nur so kann der schleichenden Vernichtung unserer Lebensgrundlage entgegengewirkt werden.

Auch einige allgemeine Entwicklungen führen zu einer Reduktion der Degradation. 2030 werden in den Entwicklungsländern ein Drittel Bewässerungskulturen sein, die bei ordnungsgemäßer Bewirtschaftung geringe Bodendegradation aufweisen. Ein Viertel des Regenfeldbaus wird dann auf Flächen geringer Erosionsneigung mit weniger als 5 % Hangneigung stattfinden. Die Konzentrierung der Tierhaltung wird marginale Flächen entlasten, und die Abwanderung der Bauern aus Grenzertragsregionen schützt diese vor Erosion. Auch Veränderungen in den landwirtschaftlichen Nutzungsstrategien wie Minimalbodenbearbeitung, höhere Pflanzendichten durch Düngung und Bewässerung, der Anbau stickstofffixierender Leguminosen, aber auch Agroforest-Systeme und Mischkulturen können bei großflächiger Anwendung der Bodendegradation entgegenwirken.

Sozioökonomische und technologische Potentiale

Zu den technologischen Entwicklungen, die wesentlich zu der Produktivitätssteigerung der Landwirtschaft und damit zur Ernährungssicherung beigetragen haben, zählen in erster Linie die Bewässerung, der Einsatz von Agrochemikalien (Dünger und Pestizide), die züchterische Behandlung von Kulturpflanzen und Haustieren sowie die Agrartechnik.

Bewässerung

Seit den frühen 60er Jahren ist die bewässerte Fläche um mehr als 100 Millionen ha gestiegen. Heute werden ca. 20 % des Kulturlandes bewässert und auf diesen Flächen 40 % der Nahrungsmittel erzeugt. Drei Viertel der Bewässerungsgebiete liegen in Entwicklungsländern. Da in den entwickelten Ländern das Wachstum der Bevölkerung gering ist oder stagniert, findet zukünftig der Anstieg der bewässerten Flächen fast ausschließlich, wenn auch mit reduzierten Raten, in den Entwicklungsländern statt. Für die kommenden drei Jahrzehnte ist ein Anstieg um 40 Mio. ha veranschlagt. Im Jahr 2030 werden 60 % der Flächen, die als bewässerungswürdig angesehen werden, bewässert werden (Döll und Siebert, 2002). Dann werden in China und Südasien 90 %, im Nahen Osten 80 % und in Indien 60 % des potentiell bewässerbaren Landes bewässert werden.

Der deutliche Rückgang der Zunahmeraten bewässerter Flächen hat verschiedene Ursachen. Einerseits spiegelt es die rückläufigen Wachstumsraten in einigen Ländern wider, andererseits werden geeignete Flächen und nicht verfügbares Wasser zunehmend knapper und sind schwerer zugänglich, wodurch die benötigten Investitionen erheblich ansteigen. Auch verhindern fallende Agrarpreise neue langfristig angelegte Investitionen.

Die Nahrungsmittelproduktion ist auf Wasser angewiesen. Eine grobe Abschätzung kommt zu dem Ergebnis, dass für die Produktion von 2800 kcal Nahrungsenergie pro Person und Tag ungefähr 1000 m³ Wasser pro Jahr benötigt werden. Bei einer Bevölkerung von 6 Milliarden sind dies 6.000 km³. Den weitaus größten Teil des Wassers für die Nahrungsmittelerzeugung liefert der Regen. Der Beitrag der Bewässerung ist ungefähr 15 %, d.h. 900 km³. Aufgrund der Verluste bei der Verteilung, Evaporation und Versickerung wird die gegenwärtige Wasserentnahme für die Bewässerung auf 2.000 bis 2.500 km³ pro Jahr geschätzt.

Obwohl einige Länder bereits einen sehr hohen Verbrauch an Wasser für die Landwirtschaft aufweisen, macht die Wasserentnahme für die Bewässerung nur einen geringen Anteil der gesamten Wasserressourcen der Entwicklungsländer aus, so dass die erwartete Ausdehnung des Bewässerungslandbaus die Wasserbilanzen nicht gefährden. Lokal, und hier besonders im Nahen Osten und in Nordafrika, treten jedoch schon heute ernste Mängel auf. Falsche Grundannahmen und Missmanagement haben regional zu schweren ökologischen Schäden geführt (Aral-See). Zukünftig muss daher ein größeres Augenmerk auf die Nebeneffekte der Bewässerungsvorhaben gelegt werden.

Von den 93 Entwicklungsländern, die von der FAO untersucht wurden, verwendeten 10 bereits mehr als 40 % der erneuerbaren Wasservorräte, ein Anteil, der als kritisch angesehen wird, wenn es um die Verteilung des Wassers an verschiedene Nutzer geht. 2030 wird Süd-asien diesen Wert erreichen und der Nahe Osten und Nordafrika ihn mit 85 % bei weitem übersteigen.

Zur Erhaltung der hohen und für die Ernährungssicherheit dringend erforderlichen Produktivität müssen zwei Bereiche gestärkt werden. Erstens die Verbesserung der vorhandenen Einrichtungen, um der Degradation (Versalzung) der Böden vorzubeugen, und zweitens die Erhöhung der Effizienz der Wassernutzung (Water Use Efficiency). Letztere muss genau auf den Bedarf der Pflanzen und den jeweiligen Boden- und Klimabedingungen abgestimmt sein. Insbesondere in Ländern mit geringen erneuerbaren Wasserressourcen wird es zu Umstellungen in der Produktion und den angewandten Bewässerungstechnologien kommen müssen. Hierbei ist auch die Wiederverwendung industriellen und kommunalen Wassers einzubeziehen.

Ein beachtenswerter Weg zur weiteren Effizienzsteigerung in der Bewässerungswirtschaft wurde in Burkina Faso (OECD/DAC, 1998) beschrritten. In einem Pilotprojekt wurde das bewässerte Land nicht den Haushalten zur Verfügung gestellt, sondern den Männern und den Frauen getrennt. Dabei zeigte es sich, dass die Frauen wenigstens gleich gute Bewässerungsbauern waren wie die Männer. Die gewonnene ökonomische Unabhängigkeit kam insbesondere den Familien und den Haushalten zugute.

Die Anwendung von Agrochemikalien (Dünger und Pestizide) sowie die züchterische Behandlung von Kulturpflanzen und Haustieren haben wesentlich dazu beigetragen, dass die Erträge mit dem Bevölkerungswachstum Schritt halten konnten. In den vergangenen 50 Jahren ist die Anwendung von Mineraldüngern stark angestiegen auf heute mehr als 140 Mio. Tonnen Pro Jahr. In den letzten 15 Jahren war allerdings eine deutliche Verlangsamung des Anstiegs zu verzeichnen. Die Abb. 7 zeigt die Verteilung der Anwendung von NPK-Düngern auf der Erde und die jährlich ausgebrachten Mengen. Die Hauptnährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium können als Indikatoren für die Nutzungsintensität und das Ertragsniveau angesehen werden. Die höchsten Raten werden mit im Mittel $194 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ in Ostasien appliziert, gefolgt von Europa und dem östlichen Teil Nordamerikas mit $117 \text{ kg pro ha und Jahr}$. Deutlich darunter liegen die Aufwandmengen in Indien und Teilen Südamerikas, während in Afrika südlich der Sahara nur etwa $5 \text{ kg pro ha und Jahr}$ angewendet werden.

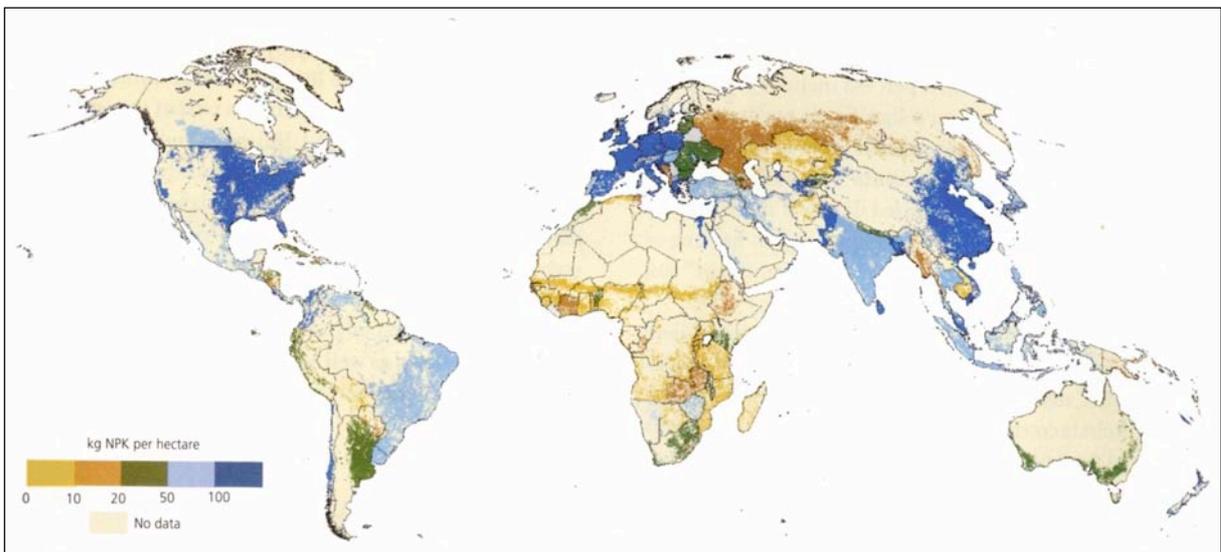


Abb. 7. Globale Verteilung des Düngemittleinsatzes

Diese Verteilung verdeutlicht, dass allein durch die vermehrte Anwendung von Düngemitteln in weiten Teilen der Welt erhebliche Ertragssteigerungen möglich sind. Auf die Diskrepanz

zwischen der Produktivität der Kulturpflanzen und der natürlichen Vegetation hat der WBGU in seinem Jahresgutachten 94 eindrücklich hingewiesen.

Parallel zur Düngieranwendung stieg auch der Einsatz der Pestizide, die ein ähnliches Verteilungsmuster aufweisen. Missbräuchliche Anwendungen dieser Pflanzenschutzmittel durch ungeschulte Anwender und der Verkauf von Chemikalien an Entwicklungsländer, die in den Industrieländern seit langer Zeit verboten sind, haben den Pestizideinsatz besonders in den Industrieländern in Verruf gebracht. Zur Ertragssicherung in der Intensivlandwirtschaft kann weltweit auf diese Hilfsstoffe auch in der Zukunft nicht verzichtet werden. Die Forschung ist weiter aufgefordert, nach verträglicheren und spezifischeren Wirkstoffen zu suchen.

Durch das Rotterdam-Übereinkommen (s. Kasten 2) sollen Missbrauch und Fehlanwendungen verhindert werden.

Kasten 2: Pestizide

Die Intensivierung der Landwirtschaft zur Steigerung der Erträge auf vorhandenen Flächen erfordert auch den stärkeren Einsatz von Pestiziden. In den Entwicklungsländern kommen noch immer zahlreiche Pflanzenschutzmittel zum Einsatz, deren Anwendung in den Industrieländern seit langer Zeit verboten ist. Diese Missstände soll das am 24. Februar in Kraft getretene Rotterdamer Übereinkommen (PIC-Konvention) beseitigen. Die darin geregelten Verfahren der Zustimmung für gefährliche Chemikalien und Pestizide im internationalen Handel soll es den Entwicklungsländern ermöglichen, die Risiken, die mit dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln verbunden sind, zu reduzieren.

Das von der FAO und UNEP initiierte Übereinkommen soll den Ländern die Entscheidung darüber erleichtern, welche gefährlichen Chemikalien sie importieren wollen und welche nicht. Darüber hinaus sieht die Konvention weitreichende Vorschriften für die Etikettierung der Produkte vor. Zunächst sind 27 Chemikalien einbezogen, darunter auch weltweit eingesetzte hochtoxische Pflanzenschutzmittel. Damit wurden erste Schritte in Richtung eines international kontrollierten Pflanzenschutzzeinsatzes eingeleitet.

Der Anstieg der Getreideproduktion ist aber auch zu wesentlichen Teilen den züchterischen Erfolgen bei den Hauptgetreidearten Reis, Mais und Weizen zurückzuführen. Gleiches gilt auch für Soja und Baumwolle als wichtige Handelsfrüchte. Schlechter sieht die Situation bei Sorghum, Hirse und Hülsenfrüchten aus, die eine wichtige Rolle in den semiariden Regionen spielen. Hier besteht ein erhebliches Steigerungspotential, aber auch ein Nachholbedarf. Aus ökonomischen Gründen ist das Interesse der großen Saatzuchtfirmen jedoch gering. Hier könnten nationale und überregionale Züchtungsprogramme in den Anbauländern und deren gezielte Unterstützung wertvolle Hilfe leisten, die eine Verbesserung der Erträge gut angepasster Sorten zum Ziel hätte, bei gleichzeitigem Erhalt der Agrodiversität (s. WBGU-Jahresgutachten 1999).

Die Frage, ob die benötigten Mehrerträge für die kommenden 30 Jahre erwirtschaftet werden können, kann mit ja beantwortet werden, wenn man das physische Potential und den bereits erreichten Stand der technologischen Nutzung dieses Potentials betrachtet. Allerdings müssen die Bauern ökonomisch und sozial in die Lage versetzt werden, diese Potentiale zu nutzen. Dass dies möglich erscheint, zeigen die sehr großen Ertragsunterschiede in den einzelnen Entwicklungsländern. Z. B. liegen die Erträge für Weizen bei den führenden 10 % der Länder um den Faktor 6 höher als bei den unteren 10 % der Länder und doppelt so hoch wie bei den größten Produzenten China, Indien und Türkei. Bei Reis ist die Situation ähnlich. Die Ursachen liegen in standörtlichen Differenzen und Management-Strategien. Erstere können nur bedingt verändert werden, letztere aber zu einem großen Umfang. Die Tabellen 5 und 6 listen die maximal erreichbaren Erträge für verschiedene Kulturpflanzen unter verschiedenen Klimabedingungen und Bewirtschaftungsintensitäten auf. Auf der Basis der von der FAO-IIASA erarbeiteten agroökologischen Bewertung (Fischer et al., 2002) können jedoch die Böden nach ihrem Potential weit besser genutzt werden als bisher. Dies erscheint als realistisch und eine Vorgehensweise, die keine "Revolutionen" in der Pflanzenzüchtung und Bewirtschaftung voraussetzt, um die Ernährungssicherheit zu gewährleisten. Beispiele zeigen, dass selbst in den Industrieländern das Ertragspotential in vielen Fällen noch nicht ausgeschöpft ist. Wie groß das Potential ist, soll an folgendem Beispiel gezeigt werden. Wenn die elf Länder, die heute zwei Fünftel des Weizens produzieren, die Lücke, die zwischen den gegenwärtigen Erträgen und den maximalen Erträgen besteht, nur zur Hälfte schließen würden, dann würde sich die Weizenproduktion um ein Viertel erhöhen. Auch dieses Beispiel macht klar, dass auch ohne neue Technologien die Weltnahrungsmittelproduktion mit dem steigenden Bedarf Schritt halten kann. Es müssen dafür aber Anreize gegeben werden. Sinkende Preise werden nicht dazu beitragen, die Produktion zu erhöhen.

Tab. 5: Mittlere maximal erreichbare Erträge unter Regenfeldbau für hohen, mittleren und niedrigen Input unter tropischen, subtropischen und temperaten Klimabedingungen

Crop	High input yields (t/ha)			Intermediate input yields (t/ha)			Low input yields (t/ha)		
	Tropics	Subtropics	Temperate	Tropics	Subtropics	Temperate	Tropics	Subtropics	Temperate
Wheat (hibernating)	n.a.	4.2–11.8	5.9–12.1	n.a.	2.9–8.4	4.1–8.7	n.a.	1.6–4.3	2.4–4.9
Wheat (non-hibernating)	4.5–8.5	4.6–8.0	4.6–7.7	2.8–5.7	2.9–5.4	2.9–5.2	1.2–2.7	1.3–3.0	1.5–2.7
Rice (wetland)	6.2–9.9	6.2–9.2	6.4–8.6	4.8–7.7	4.8–7.3	4.9–6.9	2.9–5.0	2.9–4.7	3.2–4.9
Rice (dryland)	3.5–5.5	n.a.	n.a.	2.3–3.7	n.a.	n.a.	1.2–1.9	n.a.	n.a.
Maize (grain)	4.6–12.5	6.3–12.3	6.1–12.1	2.7–8.5	4.0–8.9	3.8–8.7	1.1–5.1	1.8–5.8	1.8–5.3
Maize (silage)	n.a.	12.6–19.2	12.4–18.8	n.a.	9.7–15.2	9.4–15.1	n.a.	6.9–12.0	6.7–11.1
Barley (hibernating)	n.a.	4.2–11.8	5.9–12.1	n.a.	2.3–8.4	4.1–8.7	n.a.	1.6–4.3	2.4–4.9
Barley (non-hibernating)	4.1–7.7	3.0–7.3	3.5–6.8	2.5–5.2	2.2–5.1	2.5–4.6	1.1–2.7	1.1–2.8	1.3–2.5
Sorghum	2.6–9.7	5.8–8.7	3.6–6.3	1.7–6.1	3.4–5.5	2.1–3.9	0.9–2.6	1.5–2.4	0.9–2.0
Pearl millet	2.7–4.7	n.a.	n.a.	1.6–3.0	n.a.	n.a.	0.9–1.6	n.a.	n.a.
Foxtail millet	n.a.	3.7–7.0	4.1–6.8	n.a.	2.6–5.0	2.5–4.9	n.a.	1.5–2.8	1.4–2.7
Rye (hibernating)	n.a.	2.6–7.0	3.7–7.2	n.a.	1.9–5.0	2.6–5.2	n.a.	1.0–2.5	1.5–3.0
Rye (non-hibernating)	n.a.	2.8–5.9	3.0–5.7	n.a.	1.6–3.7	1.8–3.6	n.a.	0.6–1.4	0.8–1.6
White potato	5.8–11.8	5.4–11.6	6.4–10.3	3.8–8.0	3.6–7.8	4.3–6.9	2.1–4.0	1.9–4.1	2.3–3.7
Sweet potato	5.2–11.8	5.3–11.0	n.a.	3.5–8.1	3.5–7.6	n.a.	1.7–4.6	1.6–4.1	n.a.
Cassava	15.5	n.a.	n.a.	10.2	n.a.	n.a.	4.1	n.a.	n.a.
Phaseolus bean	2.8–4.2	2.4–4.0	2.5–3.7	1.8–2.8	1.5–2.6	1.6–2.4	0.9–1.3	0.8–1.2	0.8–1.2
Chickpea	1.9–3.1	1.9–2.9	n.a.	1.2–2.2	1.6–2.4	n.a.	0.6–1.0	0.8–1.0	n.a.
Cowpea	2.5–3.8	n.a.	n.a.	1.6–2.5	n.a.	n.a.	0.7–1.2	n.a.	n.a.
Soybean	2.7–3.8	3.4–4.2	3.4–3.8	1.7–2.5	2.2–2.8	2.2–2.6	0.8–1.2	1.0–1.2	0.9–1.1
Rape	3.7–4.4	2.6–4.5	3.9–4.4	2.2–2.8	1.6–2.8	2.3–3.0	0.9–1.3	0.7–1.1	1.0–1.3
Groundnut	2.7–3.8	2.6–3.5	1.8–2.6	1.7–2.5	1.7–2.4	1.1–1.9	0.8–1.2	0.8–1.2	0.5–0.9
Sunflower	4.1–4.9	3.4–4.0	3.7–3.9	2.9–3.5	2.3–2.9	2.6–2.7	1.6–2.1	1.4–1.7	1.5–1.6
Oil palm	7.5	3.7	n.a.	5.2	2.6	n.a.	2.8	1.5	n.a.
Olive	n.a.	5.9	4.6	n.a.	3.6	2.8	n.a.	1.7	1.2
Cotton	0.9–1.2	0.9–1.2	0.5–0.6	0.6–0.8	0.6–0.7	0.4–0.5	0.16–0.28	0.15–0.22	0.12–0.16
Sugarcane	17.1	16.0	n.a.	13.4	12.6	n.a.	9.4	8.5	n.a.
Sugar beet	n.a.	5.0–6.3	5.4–6.0	n.a.	3.9–4.7	3.8–4.6	n.a.	2.2–3.6	2.3–2.7
Banana/Plantain	9.7	9.0	n.a.	6.8	6.6	n.a.	3.2	3.3	n.a.
Alfalfa	n.a.	23.8	19.9	n.a.	15.1	12.6	n.a.	7.4	6.2

Tab. 6: Mittlere maximal erzielbare Erträge unter Bewässerungslandbau für hohen und mittleren Input unter tropischen, subtropischen und temperaten Klimabedingungen

Crop	High input yields (t/ha)			Intermediate input yields (t/ha)		
	Tropics	Subtropics	Temperate	Tropics	Subtropics	Temperate
Wheat (hibernating)	n.a.	6.6–14.2	7.4–13.5	n.a.	4.6–10.2	5.2–9.7
Wheat (non-hibernating)	5.3–11.1	5.4–9.9	5.3–8.5	3.3–7.4	3.4–6.9	3.3–5.7
Rice (wetland)	7.9–12.2	8.7–12.7	8.2–10.9	6.1–9.5	6.5–9.9	6.3–8.7
Rice (dryland)	4.8–6.8	n.a.	n.a.	3.1–4.6	n.a.	n.a.
Maize (grain)	6.0–15.6	8.5–17.1	8.0–15.7	3.5–10.5	5.3–12.2	4.9–11.3
Maize (silage)	n.a.	17.0–26.0	15.9–24.0	n.a.	13.0–20.9	12.1–19.2
Barley (hibernating)	n.a.	6.6–14.2	7.4–13.5	n.a.	4.6–10.2	5.2–9.7
Barley (non-hibernating)	4.7–9.9	5.2–9.2	3.9–7.6	2.9–6.7	2.9–6.4	2.8–5.1
Sorghum	3.4–12.1	7.8–13.0	5.9–10.3	2.2–7.5	4.6–8.1	3.4–6.4
Pearl millet	4.2–5.8	n.a.	n.a.	2.5–3.7	n.a.	n.a.
Foxtail millet	n.a.	5.2–10.0	5.0–9.3	n.a.	3.6–7.2	3.5–6.7
Rye (hibernating)	n.a.	4.2–8.3	4.6–7.9	n.a.	2.9–5.9	3.3–5.7
Rye (non-hibernating)	n.a.	3.5–6.6	3.4–6.3	n.a.	2.1–4.1	2.0–3.9
White potato	7.4–15.8	8.1–16.5	7.8–15.2	4.9–10.6	5.4–11.1	5.2–10.2
Sweet potato	7.5–15.4	7.5–15.9	n.a.	5.0–10.6	5.0–10.9	n.a.
Cassava	16.6	n.a.	n.a.	11.0	n.a.	n.a.
Phaseolus bean	3.4–5.5	3.1–5.6	3.0–4.8	2.2–3.7	2.0–3.7	1.9–3.2
Chickpea	3.2–4.7	3.5–6.1	n.a.	2.0–3.1	2.2–4.1	n.a.
Cowpea	2.9–4.7	n.a.	n.a.	1.9–3.1	n.a.	n.a.
Soybean	3.1–4.8	4.6–5.5	4.3–5.1	2.0–3.2	3.0–3.6	2.8–3.4
Rape	4.5–5.6	4.5–6.0	4.7–5.7	2.6–3.5	2.9–3.8	2.8–3.6
Groundnut	3.1–4.7	3.2–4.9	3.1–4.6	2.0–3.1	2.0–3.3	2.0–3.0
Sunflower	5.6–6.7	4.9–6.1	4.7–5.8	3.9–4.8	3.4–4.4	3.3–4.1
Oil palm	8.7	6.4	n.a.	6.0	4.4	n.a.
Olive	n.a.	6.7	5.4	n.a.	4.1	3.3
Cotton	1.1–1.6	1.2–1.6	1.2–1.5	0.7–1.0	0.8–1.0	0.7–0.9
Sugarcane	21.0	20.1	n.a.	16.5	15.8	n.a.
Sugar beet	n.a.	7.1–9.3	6.7–8.6	n.a.	4.8–6.7	4.6–6.2
Banana/Plantain	11.5	11.5	n.a.	8.4	8.4	n.a.
Alfalfa	n.a.	26.7	21.5	n.a.	16.9	13.6

Grüne Gentechnik

Der Anbau genetisch veränderter Pflanzen ist in den vergangenen Jahren stetig gestiegen. 2003 wurden nach Angaben des ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications) auf 67,7 Millionen Hektar transgene Pflanzen angebaut. Die Steigerung betrug im letzten Jahr 15 %. Mit 41,4 Mio. ha steht Soja an der Spitze, gefolgt von Mais mit 15,5 Mio. ha. 10,8 Mio. ha entfallen auf andere Pflanzen, z. B. Baumwolle und Raps. 99 % des Anbaus transgener Pflanzen erfolgt in nur 6 Ländern: USA 42,8, Argentinien 13,9, Kanada 4,4, Brasilien 3,0, China 2,8 und Südafrika 0,4 Mio. ha. Jeweils 0,1 Mio. ha wurden in Australien und Indien sowie 0,05 Mio. ha in Rumänien und Uruguay angebaut. Nach Schätzungen der ISAAA werden in fünf Jahren ca. 10 Mio. Bauern in 25 Ländern auf 100 Mio. ha transgene Pflanzen anbauen.

In den vergangenen 150 Jahren haben Forscher mit den Methoden der Selektion und Züchtung in erheblichem Maße zu Ertragssteigerungen in der Landwirtschaft beigetragen. Die moderne Biotechnologie hat in den letzten Jahren Methoden entwickelt, die die gezielte Verbesserung von Pflanzen und Tieren erheblich beschleunigen konnte. Marker-unterstützte Selektion, Gewebekulturen und genetische Modifikation sind dabei, die klassischen Verfahren der Züchtung abzulösen. Besonders um die letztgenannte Methodik ist ein heftiger Streit entbrannt, da den Chancen auch Risiken und Bedenken gegenüberstehen. Dies ist an anderer Stelle ausführlich diskutiert worden und soll hier nur in Stichworten wiedergegeben werden.

Chancen

- Produktivitätssteigerung
- Verzicht auf oder Einsparen von Pestiziden
- Besser angepasste Kulturpflanzen
- Bessere Ernährungssicherheit
- Einfacheres Management
- Höherer Nährwert
- Bessere Verdaulichkeit
- Produktion hochwertiger Chemikalien, Pharmazeutika und Rohstoffe

Risiken und Bedenken

- Fördert Großbetriebe
- Monopole der Züchter
- Nachbau nicht möglich
- Nahrungsmittelsicherheit (Allergien)
- Umweltgefährdung

Die einleitende Auflistung über die bisherige Verbreitung zeigt, dass bisher nur sehr wenige Kulturpflanzen (die wirtschaftlich bedeutendsten) gentechnisch behandelt wurden, dass es sich bei der Modifikation überwiegend (2/3) um Herbizidresistenz handelt und dass die Pro-

dukte entweder nicht zum Verzehr gedacht sind, wie z. B. Baumwolle, oder überwiegend als Futtermittel verwendet werden (Soja, Mais).

Bei den bisherigen Ausführungen konnte deutlich gemacht werden, dass in den kommenden Jahrzehnten die Ernährungssicherung auch mit den herkömmlichen Technologien sichergestellt werden kann. Dennoch sollten die Möglichkeiten, die in den neuen Technologien enthalten sind, weiter erforscht und erprobt werden. Zur Ernährungssicherung müsste aber viel stärker auf die Belange der Entwicklungsländer eingegangen werden, damit die Bauern die Pflanzen auch unter den dort herrschenden Bedingungen einsetzen können. Das würde bedeuten, dass neben Insektenresistenzen bessere Trockenheitsresistenz oder -toleranz, Toleranz gegen Überflutung oder hohe Temperaturen, besserer Nährwert und höhere Erträge von heimischen Kulturpflanzen, deren Verzehr den örtlichen Gewohnheiten entsprechen, Ziele für die Forschung sein müssten. Die bisherigen Entwicklungen waren auf die Situation einer hochtechnisierten Landwirtschaft in den entwickelten Ländern zugeschnitten und nicht am Bedarf der Bauern in den Entwicklungsländern orientiert.

Ob und in welchem Umfang genetisch veränderte Pflanzen und Tiere zukünftig tatsächlich zur Ernährungssicherung beitragen, lässt sich gegenwärtig nicht beantworten. Dazu bedarf es weiterer Forschungen und Produktentwicklungen. Auch muss abgewartet werden, wie das Akzeptanzproblem gelöst wird und ob sich die oben aufgeführten Risiken und Bedenken ausräumen lassen.

Risiken für die Ernährungssicherheit

Naturkatastrophen

Die rasche Bevölkerungsentwicklung hat dazu geführt, dass zunehmend auch Regionen dicht besiedelt sind, die in hohem Maß durch Naturkatastrophen bedroht sind. In Erdbebengebieten, in Überschwemmungsgebieten, im Gürtel mit periodisch auftretenden Wirbelstürmen, aber auch in Regionen, die durch Dürreperioden gekennzeichnet sind, wohnen immer mehr Menschen. Beim Auftreten von extremen Naturereignissen ist die Ernährungssicherheit in solchen Regionen temporär extrem gefährdet. Folgt man den Prognosen der Klimaforscher, so werden sich witterungsbedingte Extremereignisse in der Zukunft deutlich verstärken, d.h. der bereits erkennbare Trend wird sich weiter fortsetzen. Da schon heute weltweit ca. 80 Millionen Men-

schen als Opfer von Naturkatastrophen anzusehen sind und Hunger leiden (Hofmann, 2004), sollte die Weltgemeinschaft durch entsprechende Programme der Nahrungsmittelhilfe vorbereitet sein, um solchen Krisen entgegenzuwirken. Dabei ist klar, dass die Nahrungsmittelhilfe nur ein Mittel akuter Symptombekämpfung darstellt und nicht die Ursachen beseitigt. Dennoch wird sie als temporäre und lokale Maßnahme auch zukünftig dringend benötigt (s. Kasten 3).

Kasten 3: Nahrungsmittelhilfe

Nahrungsmittelhilfe ist und bleibt auch in der Zukunft ein notwendiges humanitäres Erfordernis: Naturkatastrophen und politische Krisen wie Erdbeben, Überschwemmungen, Dürren, kriegsartige Auseinandersetzungen, aber auch politische und ökonomische Turbulenzen können zum Zusammenbruch von Märkten und dem Ausfall der Nahrungsmittelproduktion ganzer Regionen führen. Besonders betroffen sind in derartigen Situationen die sozial schwachen Teile der Bevölkerung. Es wird geschätzt, dass ungefähr 10% der weltweit Hungernden als Opfer solcher Krisen anzusehen sind.

Vielerorts hat sich jedoch gezeigt, dass die Nahrungsmittelhilfen deutlich negative Wirkungen hatten und teilweise der Beseitigung der strukturellen Ursachen mangelnder Ernährungssicherheit entgegenwirkten. Als negative Effekte sind zu nennen: Verzerrung der lokalen und nationalen Preisstrukturen, negative Produktionsanreize, Veränderung der Nahrungsgewohnheiten durch Nahrungsmittel, die nicht an die Standortbedingungen angepasst sind, Konflikte aufgrund mangelnder Verteilungsgerechtigkeits hohe Kosten der Vergabe für die „Geberländer“ und damit ineffizienter Mitteleinsatz. Ein Nachteil besteht auch darin, dass es sich bei dem Instrument der Nahrungsmittelhilfe lediglich um eine Symptombekämpfung und nicht um ein nachhaltiges Lösungskonzept handelt. Als besonders nachteilig ist anzusehen, dass die Nahrungsmittelhilfe zum Abbau von Produktionsüberschüssen missbraucht wurde und dass sich mittels dieser Hilfe mangelhafte politische und soziale Strukturen festigen konnten und Reformen verhindert wurden.

Es ist daher zu begrüßen, dass auf der internationalen Tagung „Policies Against Hunger“ vom 2. bis 4. September 2003 in Berlin einmütig gefordert wurde:

- dass Nahrungsmittelhilfe immer nur eine kurzfristige Maßnahme zur Linderung akuter Krisen sein kann,
- dass im Krisenfall möglichst lokal erzeugte Nahrungsmittel oder solche aus Nachbarländern (so genannten Dreiecksverkäufe) aufgekauft werden sollten,
- dass Nahrungsmittelhilfe nicht der Überschussbeseitigung aus Industrieländern dienen darf,

dass der Vergabemodus über Projekte (wie „Food for Work“, Schulspeisungen oder „cash for work“) oder nationale Programme und Budgets in jedem Einzelfall durch sorgfältige Bedarfsanalysen geprüft werden muss,

- dass die zeit- und ortsnahe Vergabe im Krisenfall um so besser funktioniert, je dezentralisierter ein Land ist, und
- dass die Wirkungen von Nahrungsmittelhilfe auf die lokalen und nationalen Agrarmärkte sorgfältig beobachtet werden müssen, damit Verzerrungen und negative Produktionsanreize vermieden werden („do no harm“).

Konflikt-Risiken aufgrund der demographischen Entwicklung

Die Ernährungssicherung kann aufgrund der demographischen Entwicklung einer Region oder eines Landes nicht nur durch den wachsenden Bedarf an Lebensmitteln in Frage gestellt werden, sondern auch dadurch, dass die Altersverteilung der Bevölkerung, deren räumliche Verteilung (Stadt/Land) und die Verfügbarkeit über Land und Wasser zu Konflikten führen können, die Ernährungskatastrophen zur Folge haben. In einer Studie von Population Action International (PAI) kommen Cincotta et al. (2003) zu dem Ergebnis, dass drei "demographische Stressfaktoren" die Gefahr von Bürgerkriegen und kriegerischen Auseinandersetzungen mit Nachbarländern nachweislich erhöhen. Diese sind:

- ein hoher Anteil an jungen Erwachsenen zwischen 15 und 29 Jahren
- eine schnell wachsende städtische Bevölkerung
- eine geringe landwirtschaftliche Nutzfläche pro Kopf oder Wasserknappheit

Die Tab. 7 zeigt das demographische Risiko, das von diesen Faktoren ausgeht, und die Wahrscheinlichkeit von Bürgerkriegen im Zeitraum 1990 – 2000. Die Abb. 8 gibt wieder, in welchen Ländern in der Dekade 2000 – 2010 aufgrund der drei Stressoren ein hohes Bürgerkriegsrisiko besteht. Es wird deutlich, dass in der Hälfte aller Länder demographische Entwicklungen ablaufen, die das Auftreten von Bürgerkriegen in der gegenwärtigen Dekade begünstigen. Die Erhebung beruht auf Mittelwerten der Länder und berücksichtigt dabei keine "Hot Spots", die lokal innerhalb großer Länder auftreten können, z.B. in Brasilien, China, Indien, Indonesien und Russland. Die Autoren weisen darauf hin, dass demographische Faktoren häufig nicht allein die Auslöser von Bürgerkriegen sind. Oft gehen demographische Spannungen einher mit ethnischen, politischen oder wirtschaftlichen Konflikten.

Tab. 7: Demographische Risiken und Stressfaktoren

	Extrem/Hoch	Mittel	Niedrig
Anteil junger Menschen an der Bevölkerung 1995	40 % und mehr	30 bis 39,9 %	weniger als 30 %
Wahrscheinlichkeit eines Bürgerkrieges 1990 – 2000	33 %	18 %	11 %
Jährl. Wachstumsrate der Stadtbevölkerung 1990 – 1995	4,0 % und mehr	1,0 bis 3,9 %	weniger als 1,0 %
Wahrscheinlichkeit eines Bürgerkrieges 1990 – 2000	40 %	20 %	19 %
Landwirtsch. Nutzfläche Hektar pro Person 1995	weniger als 0,21	0,21 bis zu 0,35	0,35 und mehr
Trinkwasser Kubikmeter pro Person 1995	weniger als 1.667	1.667 bis 3.000	3.000 und mehr
Wahrscheinlichkeit eines Bürgerkrieges 1990 – 2000	30 %	29 %	13 %

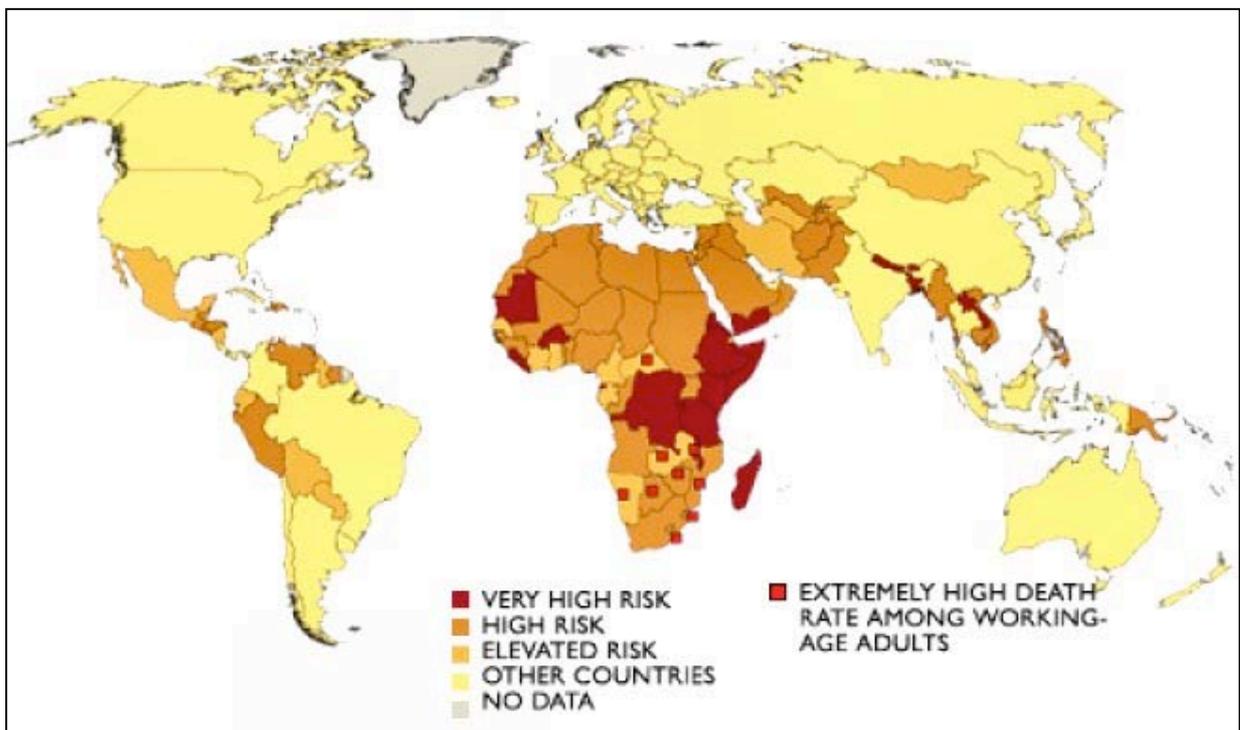


Abb. 8: Bewertung des globalen Konflikt-Potentials bis 2010

Darüber hinaus kann es in neun Ländern zu Komplikationen kommen, weil ein Teil der Arbeitsfähigen und zur Ernährungssicherung beitragenden Bevölkerung frühzeitig stirbt. Diese durch HIV/AIDS verursachten Verluste sind besonders gravierend in den Ländern Botswana, Central Afrikanische Republik, Lesotho, Malawi, Mozambique, Namibia, Swaziland, Zambia, und Zimbabwe. In diesen Ländern werden Verluste von mehr als 10 % der genannten Bevölkerungsgruppe innerhalb von 5 Jahren auftreten. Verluste von 7 bis 10 % jede 5 Jahre werden in weiteren 14 Ländern zu verzeichnen sein.

Diese knappe Darstellung soll verdeutlichen, dass in die Diskussion um die Ernährungssicherung neue globale Entwicklungen mit einbezogen werden müssen, die bei der "klassischen" Behandlung dieses Themas fehlten oder nur randständig behandelt wurden. Beim Auftreten derartiger Konflikte, die zum weitgehenden Zusammenbruch der Nahrungsmittelproduktion im betroffenen Gebiet führen, ist die Nahrungsmittelhilfe das einzige wirksame Instrument, um Hungerkatastrophen abzuwenden. Wie bereits oben erwähnt, kann sie aber eine Politik der langfristigen Nahrungsmittelsicherheit nicht ersetzen, die auch mögliche Krisen berücksichtigt.

Verstädterung als Risiko für die nachhaltige Nahrungssicherheit

In natürlichen Ökosystemen wird die Fähigkeit, langfristig Biomasse zu erzeugen, durch den internen Stoffkreislauf aufrechterhalten, der die Umwandlung von Strahlungs- in chemische Energie ermöglicht. Dies lässt sich durch die nachfolgende Stoffhaushaltsgleichung beschreiben:

Photosynthese: Ionenaufnahme und Phytomassebildung

Atmung: Zersetzung und Mineralisierung



In dieser Gleichung steht M^+ für die verschiedenen Kationen und A für die Anionen; a, x und y sind Reaktionslaufzahlen. Der Gleichung liegt das Gesetz von der Erhaltung der Masse und das Prinzip der Elektroneutralität zugrunde. Aus der Gleichung lässt sich ersehen, dass mit dem Umsatz der Kat- und Anionen ein Umsatz von Protonen verbunden ist.

Im Zustand eines quasi Fließgleichgewichts ist der interne Nährstoffkreislauf weitgehend geschlossen, d.h. Nährstoffe, die Pflanzen aufgenommen haben, kehren durch den Prozess der organischen Zersetzung wieder in den Boden zurück. Das Prinzip des biologischen Kreislaufs setzt voraus, dass ein Gleichgewicht zwischen Nährstoffaustrag (Output) und –eintrag (Input) erhalten bleibt und folglich auch die Größe des internen Stoffpools selbst. Nährstoffverluste durch Bodenerosion, Auswaschung Verdunstung oder durch Ausfuhr lebender oder toter organischer Materie werden unter diesen Umständen als geringfügig erachtet. Darüber hinaus nimmt man an, dass diese Stoffverluste durch Nährstoffzuflüsse mit Niederschlägen, durch Mineralverwitterung und durch biotische Fixierung von Luftstickstoff und durch Einträge mineralischer oder organischer Materie aus anderen Systemen kompensiert werden.

Für Agrarökosysteme ist ein Fließgleichgewicht oder ausgewogener Nährstoffkreislauf weder charakteristisch noch leicht herzustellen. Umfang und Rate des Nährstoffumsatzes hängen von der Art und Intensität der Bewirtschaftungsmethode ab. Der Stoffumsatz ist mit mehr oder weniger großen Einträgen und Austrägen verbunden. Selbst in Subsistenzwirtschaften wird der Kreislauf der Stoffe entkoppelt, da die Rohstoffe und Nahrungsmittel und die in ihnen enthaltenen Nährstoffe ihren Weg durch die Siedlungen machen und nur unvollständig auf das Feld zurückkehren. Langfristig müssen in allen Agrarökosystemen die mit der Entkoppelung einhergehenden Nährstoffverarmungen und Bodenversauerungen durch entsprechende Zufuhren von Nährstoffen und Alkalinität ausgeglichen werden. Erfolgen diese Maßnahmen nicht, erfolgt eine schleichend Degradation der Böden mit einem deutlichen Rückgang der Produktivität. Als ein besonders anschauliches Beispiel für diesen Prozess kann die „Verheidung“ großer Teile Nordwest-Europas angesehen werden.

Eine wesentliche Beschleunigung erfährt diese Entwicklung durch das Entstehen und Anwachsen von Siedlungen und Städten, da nun nicht nur größere Einzugsgebiete zur Deckung des Nahrungsmittel- und Rohstoffbedarfs notwendig sind, sondern auch der Rücktransport der nährstoffreichen Abfälle auf die Produktionsflächen weitgehend unterbleibt. In Folge treten die Unterschiede zwischen Verarmungszonen und Stoffanreicherungszone in der Landschaft verstärkt in Erscheinung.

Ökologisch gesehen sind Städte isoliert betrachtet ökologisch nicht existenzfähig. Sie sind von den umgebenden natürlichen Ökosystemen sowie den Agrar- und Forstökosystemen abhängig.

Die Bevölkerungsentwicklung der vergangenen vier Dekaden hat nicht nur eine Verdoppelung der Weltbevölkerung mit sich gebracht, sondern auch eine enorme Ausweitung der urbanen Bevölkerung, die heute ungefähr die Hälfte, nämlich 3 Milliarden Menschen ausmacht. Dieser Anteil wird sich rasch weiter auf mehr als 4 Milliarden 1920 erhöhen. Dies bedeutet, dass den Agrarökosystemen jährlich sehr große Nährstoffmengen entzogen werden, die überwiegend und endgültig in Flüssen und Randmeeren „verschwinden“. Sollen die für die Ernährungssicherheit hohen Ertragsniveaus erreicht oder erhalten bleiben, müssen diese Exporte dauerhaft ausgeglichen werden. D.h. die den Systemen entzogenen Nährstoffe müssen durch Düngung wieder zugeführt werden und die durch Biomasseexport entstandene Versauerung der Böden durch Basenzufuhr rückgängig gemacht werden. Die Anwendung organischer Dünger kann lokal eine wichtige Rolle spielen, es ist jedoch erforderlich, Gesamtbilanzen zu erstellen, um zu einer ökologischen Bewertung zu gelangen. Die Zufuhr auf den Ackerflächen darf nicht zu Lasten von benachbarten Ökosystemen erfolgen. Die notwendige Logistik für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, aber auch die finanziellen Mittel, die für den Stoffausgleich notwendig sind, werden bisher zu wenig beachtet und müssen bereitgestellt werden, da nur so nachhaltig gewirtschaftet werden kann und die Ernährungssicherheit garantiert wird.

Risiken globaler Erwärmung

Folgt man den Szenarien der Klimaforscher, so erwächst aus der postulierten globalen Erwärmung und dem Klimawandel eine weitere Bedrohung für die Ökosysteme und die Ernährungssicherheit. Auch wenn über das Ausmaß und die regionale Ausprägung des Wandels noch Unsicherheiten bestehen, muss das Risiko für die Ernährungssicherheit abgeschätzt werden, um möglichen Nahrungsdefiziten und Hungerkatastrophen vorzubeugen.

Die globale Erwärmung beeinflusst sowohl die Eignung von Kulturpflanzen als auch deren Wasserbedarf. Weiter kann sie zum verstärkten Auftreten von Insektenkalamitäten und Krankheitserregern führen. Die postulierte erhöhte Variabilität des Klimas, verbunden mit extremen Witterungsereignissen, kann sich ebenfalls negativ auf die Nahrungsmittelproduktion auswirken. Der Anstieg des CO₂ in der Atmosphäre erhöht andererseits die Effizienz der Wassernutzung durch die Pflanzen.

Um zu vermeiden, dass durch den Klimawandel insbesondere die arme Bevölkerung getroffen wird, bedarf es einerseits der deutlichen Reduktion der CO₂-Emissionen, andererseits der Entwicklung von Gegenmaßnahmen zur Vermeidung oder Minderung negativer Effekte.

Zur effektiven Gestaltung dieser Gegenmaßnahmen wurde von der FAO und der IIASA eine Methode zur agrarökologischen Zonierung (AEZ) der Landoberfläche entwickelt, die über

eine räumliche Datenbasis eine einheitliche und detaillierte Bewertung und Quantifizierung der Nahrungsmittelproduktion auf regionaler und nationaler Ebene erlaubt, inklusive möglicher Nutzungs- und Klimaeinflüsse (Fischer et al., 2002). Tab. 8 zeigt beispielhaft, wie sich die Flächen für den Getreideanbau in verschiedenen Regionen bei Temperaturanstiegen von 1-3 °C verändern.

Tab. 8: Wirkung der Temperatur und des Niederschlags auf die Eignung von Landflächen in verschiedenen Regionen. Relative Veränderungen in %

Region	Temperature increase			Temperature increase and precipitation change			
	+1°C	+2°C	+3°C	+1°C, +5%	+2°C, +5%	+2°C, +10%	+3°C, +10%
North America	12.0	16.1	20.3	16.1	20.9	23.8	28.4
Eastern Europe	5.7	6.0	0.6	9.6	9.3	13.0	10.3
Northern Europe	10.7	10.8	11.5	11.8	11.9	11.1	12.6
Southern Europe	6.3	10.2	12.1	10.6	14.0	18.6	21.3
Western Europe	0.4	-1.6	-2.9	1.1	-1.0	-1.3	-4.3
Russian Federation	21.6	31.5	40.3	25.8	36.6	41.0	49.7
Central America & Caribbean	-0.5	-3.9	-8.5	-3.7	-6.4	-9.2	-13.4
South America	-4.4	-11.4	-19.8	-6.9	-12.9	-13.9	-22.7
Oceania & Polynesia	-4.1	-4.7	-9.3	0.7	-0.2	3.6	-0.2
Eastern Africa	-4.1	-8.2	-12.3	-5.8	-9.2	-10.9	-14.8
Middle Africa	-2.5	-7.0	-11.2	-7.0	-11.0	-13.7	-17.9
Northern Africa	-1.2	-3.0	-5.2	3.3	1.4	6.1	4.7
Southern Africa	-17.3	-21.5	-30.9	7.9	-4.1	16.9	3.6
Western Africa	-2.2	-8.4	-13.5	-3.4	-7.9	-8.0	-13.4
Western Asia	28.9	51.7	65.2	47.6	66.4	83.4	106.5
Southeast Asia	-2.7	-4.5	-11.7	-6.5	-9.2	-14.0	-21.2
South Asia	-2.6	-6.8	-13.6	-0.8	-5.3	-3.0	-8.7
East Asia & Japan	15.6	16.5	15.9	14.2	15.7	15.2	16.6
Central Asia	13.0	13.9	6.6	31.5	17.3	54.3	51.1
Developing	-1.3	-5.5	-11.1	-2.1	-6.0	-5.9	-11.1
Developed	11.1	15.0	17.7	14.8	19.1	22.2	25.3
World total	3.9	3.1	1.1	5.0	4.6	5.9	4.3

Neben der flächenhaften Berücksichtigung der standörtlichen Faktoren (Klima, Böden, Topographie, natürliche Vegetation etc.) berücksichtigt das Modell 25 mögliche Kulturpflanzen und drei unterschiedliche Nutzungsintensitäten.

Mittels dreier Klimamodelle wurde anhand der Getreideproduktion 2080 der mögliche Einfluss der globalen Erwärmung abgeschätzt. Verwendet wurden das "Hadley Model", das "Canadian Model" und das "Max Planck Model". Die Kalkulationen wurden für jeweils drei Nut-

zungsformen, den Regenfeldbau, Mehrfach-Regenfeldbau (multiple rain fed cropping) sowie den Bewässerungslandbau durchgeführt. Basis waren die genutzte Landfläche und die jeweils höchste Intensitätsstufe hinsichtlich Technologie, Inputs und Management.

Die Abb. 9 zeigt die Gewinner und Verlierer des Klimawandels, getrennt nach entwickelten und Entwicklungsländern für die o.g. Nutzungsarten nach dem UPI-Modell ECHAM 4, 2080. Für den Übergang zum Mehrfachfeldbau kalkuliert das Modell einen Anstieg der Getreideproduktion von 120 Mio. t in den entwickelten Ländern und einen solchen von 55 Mio. t in den Entwicklungsländern. Durch Bewässerung steigen die Erträge in den entwickelten Ländern um weitere 60 Mio. t, in den Entwicklungsländern um ca. 10 Mio. t.

Der Klimawandel führt in den entwickelten Ländern zu einem Mehrertrag von ungefähr 200 Mio. t Getreide, da die eine Hälfte der Länder deutlich profitieren wird und die andere nur geringe Verluste aufweisen wird. Für die Entwicklungsländer ergibt sich ein klimabedingter Mehrertrag von 50 Mio. t. Gewinner und Verlierer bei den betrachteten Ländern halten sich ungefähr die Waage. Hierdurch wird deutlich, dass durch den Klimawandel die entwickelten Länder eindeutige Vorteile gegenüber den Entwicklungsländern haben werden. Im Vergleich zur Gesamtproduktion von dann mehr als 3 Milliarden Tonnen erscheinen die durch Klimawandel bedingten positiven Änderungen von 250 Mio. t jedoch eher gering.

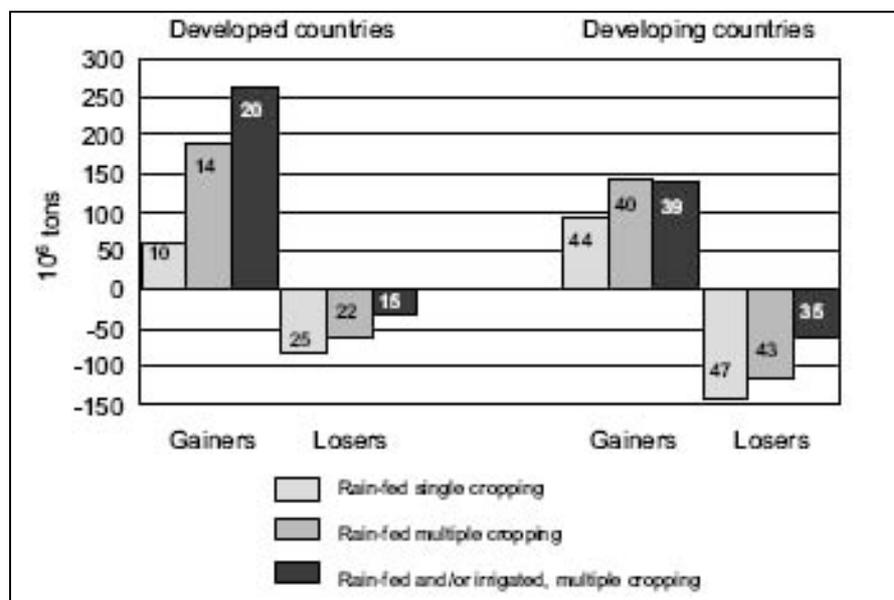


Abb. 9: Einfluss des Klimawandels auf die Getreideproduktion, Zahl der Länder, die 2080 Gewinner und Verlierer sein werden. Basis sind 3 Klimamodelle und 3 Bewirtschaftungsintensitäten (FAO, 2002)

Die Abb. 10 zeigt die weltweite Verteilung der Gewinner und Verlierer. In den entwickelten Ländern sind Kanada, die USA, Spanien, Frankreich und Italien Gewinner, während Großbritannien, Deutschland, Polen und Australien auf der Verliererseite stehen werden. In den Entwicklungsländern verlieren Indien, Thailand, Kolumbien und viele Länder südlich der Sahara. Gewinner sind China, Mexiko, Chile und Kenia.

Trotz der insgesamt positiven Wirkungen des Klimawandels bei der Getreideproduktion verursachen die erwarteten Ertragsrückgänge in 25 bis 45 Ländern große Probleme. Diese Länder weisen bereits heute eine Bevölkerungszahl von 1,3 bis 2,1 Milliarden auf, von denen ein Fünftel unterernährt ist. In diesen Ländern können die erwarteten klimabedingten Defizite von 60 (MPI) bis 150 (Hedley, Canadian) Mio. t, die sich zu den bereits vorhandenen 10-12 Mio. t addieren, zu ernsthaften Versorgungslücken führen. Da es sich bei diesen Ländern um arme agrarisch geprägte Ökonomien handelt, die nicht über Devisen verfügen, um Lebensmittel zu importieren, wird der Klimawandel hier die Ärmsten der Armen treffen.

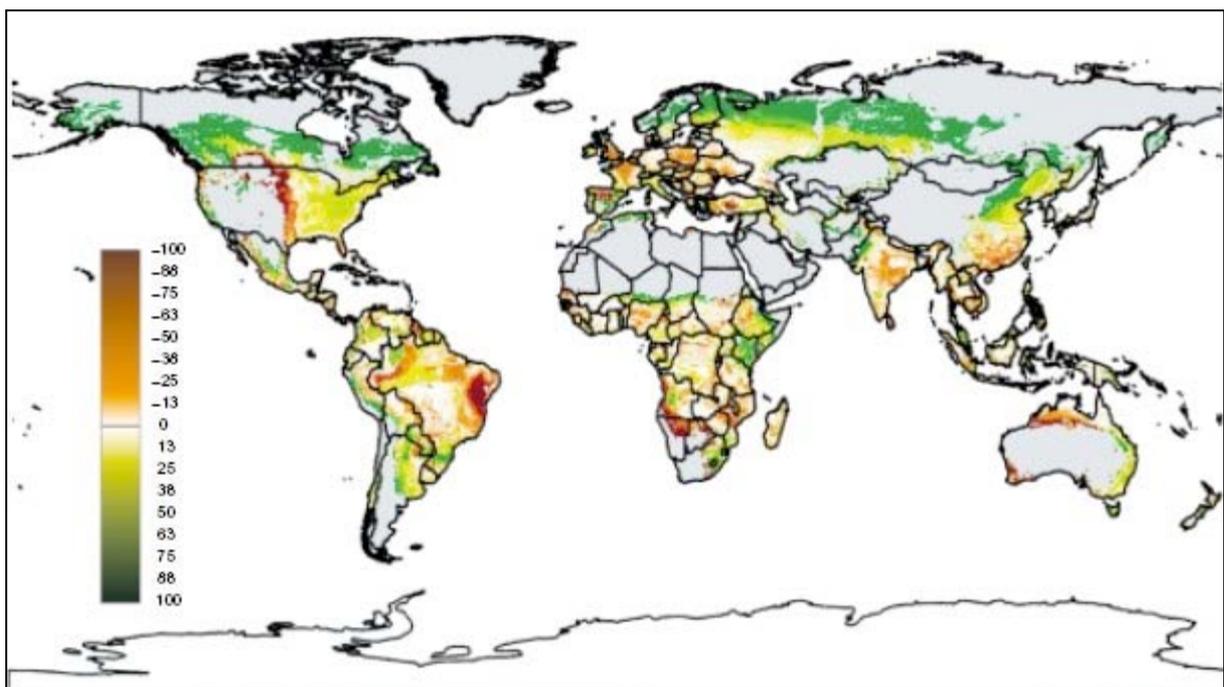


Abb. 10: Einfluss des Klimawandels auf das Produktionspotential von Getreide (multiple cropping) auf der Basis des ECHAM4 2080 Szenarios, des MPI for Meteorology (FAO, 2002)

Risiken durch Reduktion der Agrodiversität

Über Jahrtausende hat sich bei Kulturpflanzen und Haustieren durch Anpassungsprozesse an standörtliche Bedingungen eine große Vielfalt entwickelt. Diese Diversität muss erhalten bleiben, um auf mögliche Änderungen der Umweltbedingungen abiotischer und biotischer Natur reagieren zu können. Auch die Erhaltung der natürlichen Genzentren für die wichtigsten Nahrungspflanzen muss zur Sicherung der Nahrungsmittelversorgung Ziel agrarpolitischer Entscheidungen und Maßnahmen sein.

Dieses Thema ist im Jahresgutachten 99 des WBGU ausführlich behandelt worden und soll an dieser Stelle nicht wiederholt werden.

Sozioökonomische und technologische Hemmnisse

Die Ernährungssicherheit ist in wesentlichen Anteilen dadurch gefährdet, dass in vielen Ländern die sozio-ökonomischen und technischen Potentiale nicht hinreichend genutzt oder nicht ausreichend entwickelt werden.

Die vorangehenden Ausführungen machen deutlich, dass Hunger und Mangelernährung in der Welt nicht auf der physischen Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln beruhen, wie dies zu früheren Zeiten durchaus der Fall war, sondern auf einem Verteilungsproblem. Was die Deckung des heutigen und auch zukünftigen Nahrungsmittelbedarfs der Bevölkerung betrifft, so reicht das Produktionspotential des Globus bei weitem aus und ist bisher nur in Teilen ausgeschöpft. Das Verteilungsproblem ist kein Problem der Logistik, d.h. der physischen Verteilung der Nahrungsmittel. Es ist vielmehr ein Problem ökonomischer Art, nämlich der Verteilung von Kaufkraft. Das Hungerproblem ist ein Armutsproblem. Wenn die Ernährungssicherheit der Welt verstanden und beseitigt werden soll, muss man nach den Gründen der mangelnden Kaufkraft suchen und die Faktoren erfassen und beseitigen, die die Armut bewirken (Tangermann, 2001).

Dass es ökonomische Faktoren sind, die den Hunger bewirken, zeigt der Befund, dass es gerade die agrarisch geprägten Länder sind, in welchen heute Unterernährung und Hunger auftreten.

Das Beziehungsgeflecht der Ursachen, die die Armut bewirken, ist komplex und wirtschaftlicher, gesellschaftlicher und politischer Natur. Es fehlt an Zugang zu Land- und Kapitalbesitz, Arbeitsplätzen, Ausbildung, Technologie, Infrastruktur, Märkten, Finanzierungsmöglichkeiten usw. Eine große Rolle spielt der Mangel an politischer Stabilität, Rechtsstaatlichkeit, De-

mokratie und der Verteilungsgerechtigkeit an Kapital und Einkommen. Alle diese Faktoren führen dazu, dass arme Länder in einem Teufelskreis gefangen sind, der noch dadurch verstärkt wird, dass der Gesundheitszustand armer Bevölkerungsschichten schlecht ist.

So vielfältig wie die Ursachen von Armut und Hunger sind auch die Lösungen. An dieser Stelle sollen daher nur einige Aspekte beleuchtet werden.

Können die Industrieländer im Norden den Hunger durch Mehrproduktion und Exporte lösen? Die Mehrproduktion kann die Armut in den Entwicklungsländern nicht lösen. Da die Kaufkraft fehlt, gelangen die Nahrungsmittel nicht zu den Betroffenen. Es hat sich vielmehr gezeigt, dass eine expansive Agrarpolitik der entwickelten Länder überwiegend negativ auf die Wirtschaft der Entwicklungsländer ausgewirkt hat. Nahrungshilfen sollten nur in akuten Notfällen gewährt werden (s. Kasten 3).

Ein ähnlicher Vorschlag, der von der Knappheit der Nahrungsmittel ausgeht, ist der Verzicht auf Fleischkonsum, um so Getreide für die Entwicklungsländer freizusetzen. Wie bei der Agrarexpansion des Nordens würde auch diese Maßnahme die Probleme des Hungers und der Armut nicht dauerhaft lösen, da auch hier die negativen Effekte überwiegen würden. Ebenfalls kontraproduktiv einzuschätzen ist die Empfehlung, Agrarexporte aus den Entwicklungsländern, insbesondere jenen, in denen Nahrungsmittelmangel herrscht, zu unterbinden. Auch diese Empfehlung geht von der Annahme aus, dass das physische Potential der Länder zur Nahrungsmittelproduktion zu gering ist. Mit der Einschränkung des Exports hochwertiger Agrarprodukte würde man den Entwicklungsländern die Chancen nehmen, Devisen zu erwirtschaften, mit denen auf dem Weltmarkt andere billigere Produkte gekauft werden können. Jedes Land sollte das erzeugen, was es gut kann und ihm am meisten einbringt. Durch "fairen Handel" kann dafür gesorgt werden, dass den Erzeugern in den Entwicklungsländern möglichst viel von dem zugute kommt, was in den Industrieländern dafür gezahlt wird. Ähnlich abträglich für die ökonomische Entwicklung ist die Abschottung der Märkte in den Industrieländern gegen Importe aus den Entwicklungsländern. Damit wird verhindert, dass sich die Länder der Dritten Welt durch eigene Anstrengungen entwickeln und die Armut beseitigen. Der Beschluss der EU, alle Importe aus den am wenigsten entwickelten Ländern zollfrei einzuführen, weist in die richtige Richtung.

Auf die Notwendigkeiten aber, auch die Überschüsse des Nordens als Nahrungsmittelhilfe einzusetzen, wurde schon hingewiesen (s. Kasten 3). In der Zeit von 1990 – 2000 haben die Industrieländer jährlich ca. 10,5 Mio t Getreide als Nahrungsmittelhilfe geliefert. Das entsprach ca. 7,5 % des gesamten Getreideimports der Entwicklungsländer. Da gut die Hälfte der Hilfe als 'bulk aid' ungezielt vergeben wurde, verursachte diese Nahrungsmittelzufuhr negati-

ve Effekte, da sie die Agrarpreise vielerorts unter Druck brachte und das Bemühen, einen tragfähigen Agrarmarkt aufzubauen, untergrub.

Es sollte daher geprüft werden, ob die Industrieländer nicht andere Formen der Nahrungsmittelhilfe entwickeln sollten, die den Bedürfnissen der Entwicklungsländer besser angepasst sind als Getreidelieferungen, die eher an den Problemen der Geberländer ausgerichtet sind.

Da in den Entwicklungsländern große Teile der Bevölkerung im ländlichen Raum lebt, führt eine Stärkung des Agrarsektors zur Verbesserung der Beschäftigungssituation und des Einkommens in den Regionen, in denen die Menschen leben und sozial eingebunden sind. Auch wird dadurch die Abwanderung in die städtischen Slums mit ihren Problemen vermindert.

Wichtige Voraussetzungen zur Stärkung des Agrarsektors in der Dritten Welt sind die Entwicklung angepasster landwirtschaftlicher Produktionstechniken und der richtigen Rahmenbedingungen. Die Bauern in der Dritten Welt brauchen Pflanzensorten, die auch unter schwierigen Standortbedingungen sichere und hohe Erträge liefern, die mit wenig Wasser auskommen, gegen Schädlinge resistent sind und die wichtige Nährstoffe enthalten. Sie brauchen Tiere, die auf schlechten Weiden gute Leistungen erbringen, die widerstandsfähig gegen Krankheiten und Schädlinge sind und sich harten Klimabedingungen anpassen können. Sie müssen nachhaltige Nutzungsstrategien einsetzen, die den ökologischen, sozialen und technischen Bedingungen vor Ort entsprechen. Dazu muss das politische und rechtliche Umfeld entwickelt werden und die Agrarforschung und –ausbildung erheblich intensiviert werden. Hierzu müssten die Industrieländer in wesentlich größerem Umfang Mittel für diese strategische Zukunftsaufgabe zur Verfügung stellen. Die von Deutschland zur Verfügung gestellten 0,3 % des Bruttosozialprodukts sind weit entfernt von dem Ziel, das sich die Regierungen mit 0,7 % selbst gesetzt haben.

Sonderbetrachtungen

Brennholz

Brennholz und Holzkohle sind die wichtigste Energiequelle neben den fossilen Energieträgern. Für ungefähr 2 Milliarden Menschen stellen sie die Hauptenergiequelle dar und liefern die Hälfte der Bioenergie in den Entwicklungsländern. Die Abb. 11 zeigt die Verteilung der Anteile des Brennholzes und der Holzkohle am Gesamtenergieverbrauch der Länder. Es ist zu erwarten, dass diese Energieform auch zukünftig eine wichtige Rolle für die Energieversor-

gung spielen wird. Obwohl die Datenbasis nicht gut ist, haben Schulte-Bisping et al. (1999) den Versuch unternommen, den jährlichen pro Kopf-Verbrauch an Brennholz in Relation zum Zuwachs zu kalkulieren. Bereits heute übersteigt der Verbrauch den Zuwachs in Ländern wie Bangladesh, China, Kuba, Ägypten, El Salvador, Haiti, Indien, Iran, Irak, Jordanien, Kenia, Libanon, Pakistan, Syrien, Thailand, Tunesien und in der Türkei. In Gambia, Mexiko, Marokko, Niger, Nigeria, den Philippinen, Ruanda und Somalia sind Verbrauch und Zuwachs noch ausgeglichen. Auch einige Industrieländer (Island, UK) und OPEC-Staaten (Algerien, Libyen und Saudi-Arabien) weisen einen Mangel an Brennholz auf. Durch die wachsende Bevölkerung und die zunehmende Entwaldung wird sich die Versorgungslage in vielen Ländern weiter verschärfen und die Vernichtung der Wälder weiter vorantreiben. Untersuchungen haben gezeigt, dass ein beträchtlicher Anteil des Brennholzes und der Holzkohle nicht geschlossenen Wäldern entstammt, sondern offenen Waldländern und Pflanzungen entlang der Straßen. Gerade diese Vegetationsformen sind besonders anfällig gegen menschliche Eingriffe und die Zuwächse sind in der Regel geringer als in den reinen Waldgebieten. In der Folge erhöht sich das Risiko von Bodenerosionen durch Wind und Wasser erheblich.

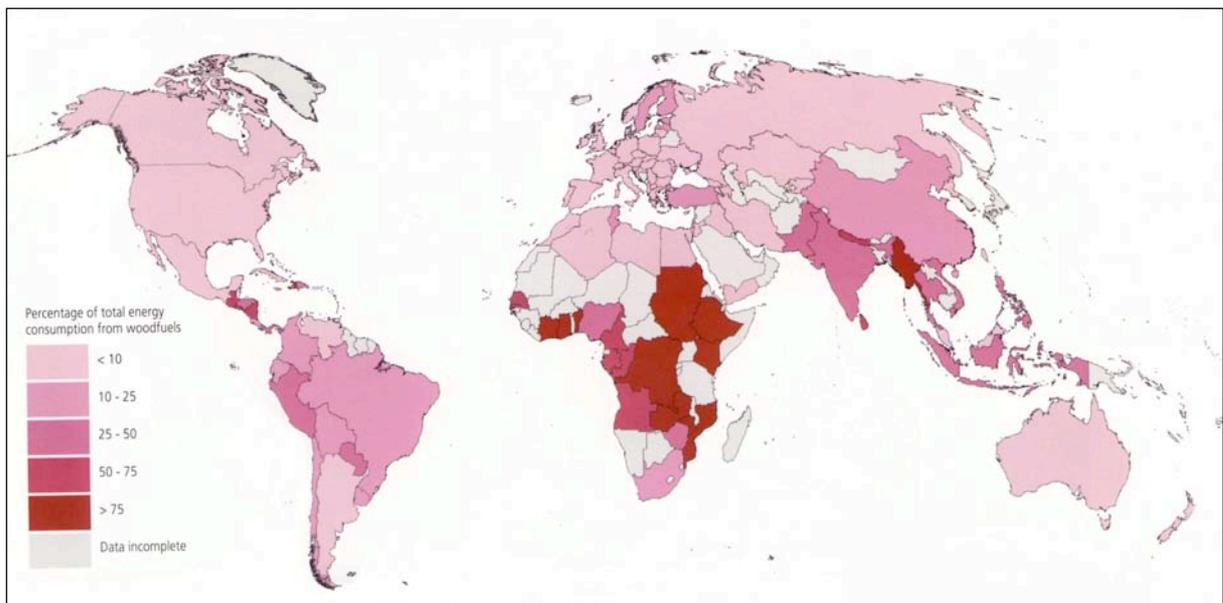


Abb. 11: Anteile des Brennholzes und der Holzkohle am Energieverbrauch der Länder (WRI, 2000)

Weideland

White et al. (2000) ermittelten einen Anteil der Grasländer an der festen Landoberfläche von 41 %, was einer Fläche von 52,5 Mio. km² entspricht. Von dieser Fläche werden 34,6 km² mehr oder weniger intensiv beweidet. Als Grasländer wurden die Flächen bezeichnet, die we-

nigstens zu 60 % mit Gras bewachsen waren. Teile der ursprünglich noch weiter verbreiteten Grasländer wurden in Ackerland umgewandelt.

Weitere anthropogene Veränderungen erfuhren die Grasländer durch Feuer, Fragmentierungen und durch die Beweidung. White et al. (2000) fanden, dass 19 % der anerkannten Zentren der Diversität auf Grasländer entfallen und dass Grasländer 11 % der endemischen Vogelarten beherbergen. Dennoch sind die Kenntnisse über die Änderungen der Biodiversität gering. Dort, wo Untersuchungen vorgenommen wurden, ist jedoch eine Abnahme der biotischen Diversität festzustellen. Als kritisch ist anzusehen, dass die noch unveränderten Regionen mit hoher biotischer Diversität nur wenig beobachtet oder unter Schutz gestellt wurden.

Der Anstieg der Fleischproduktion weltweit ist weniger auf eine Intensivierung der Beweidung als vielmehr auf intensive Haltungsformen zurückzuführen. Dennoch ist festzustellen, dass die Tragfähigkeit der empfindlichen Grasländer der Trockengebiete durch Überweidung und nachfolgend einsetzende Erosion abnimmt. 20 % der Böden der Trockengebiete weisen bereits Degradationserscheinungen auf. Diese Entwicklung im Verein mit der wachsenden Bevölkerung führt zur Marginalisierung der durch Weidewirtschaft geprägten Regionen.

Ozean

16,5 % des tierischen Eiweißes, das von den Menschen Ende des 20. Jahrhunderts jährlich verzehrt wurde, stammte aus dem Meer. Im Mittel waren das 6 % des Gesamteiweißverzehr. Für ungefähr 1 Milliarde Menschen stellt Fisch die Haupteiweißquelle dar; dies gilt insbesondere für Entwicklungsländer, wo in 30 Ländern die Bevölkerung überwiegend von Fisch als Eiweißquelle abhängig ist. Seit den 50er Jahren, als die jährlichen Fänge 17 Mio. t betragen, haben sich die Fänge mehr als vervierfacht auf 73,2 Mio. t (1995-97), hinzu kommen 11,4 Mio. t Krustaceen und Mollusken. Nicht zu vernachlässigen sind die Süßwasserfänge, die 6,4 Mio. t betragen sowie die stetig ansteigende Produktion der Aquakultur, die 33,7 Mio. t betrug, wovon 91 % auf Asien und 5 % auf Europa entfielen. Die Produkte der Aquakultur teilten sich auf in Salzwasserfische 2 %; Süßwasserfische 43,3 %; Mollusken und Krustaceen 28,7 %; andere 5,1 % und Wasserpflanzen 20,9 %.

Durch den steigenden Bedarf wurden die Fischbestände z. T. stark dezimiert. Man kann davon ausgehen, dass 40 % der Fischbestände bereits reduziert sind oder Gefahr laufen, dezimiert zu werden, d.h. dass mehr gefischt wird als nachwächst.

Bei 75 % der Fischbestände ist die Grenze zur Überfischung bereits erreicht oder überschritten. Diese Zahlen belegen, dass eine nennenswerte Steigerung des Fischfangs nicht zu erwarten ist, sondern im Sinne der Nachhaltigkeit eher Reduktionen zu erwarten sind.

Die Veränderungen wirken sich besonders auf die ungefähr 10 Mio. Fischer aus, deren Anteil am Fischfang zurückgeht. Aber auch die Fischereiflotten haben Probleme. Man nimmt an, dass eine Überkapazität von 30 – 40 % besteht, was sich negativ auf die Bestände auswirkt. Eine Reduktion um 40 % wäre ökologisch sinnvoll und wünschenswert, um den Fischfang nachhaltig zu gestalten. Sollte dies nicht gelingen, besteht die Gefahr, dass langfristig ernsthafte Probleme der Nahrungsmittelversorgung in vielen Entwicklungsländern auftreten werden.

Wachstum ist nur im Bereich der Aquakultur zu erwarten. Das Potential ist bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Risiken erwachsen aus der Wasserverschmutzung, der Auskreuzung domestizierter Arten, der Ausbringung invasiver Arten sowie der Verbreitung von Krankheiten. Alle diese Probleme sind letztlich nicht gelöst und bedürfen der dringenden Erforschung, um das Potential der Aquakultur für die Ernährungssicherung besser nutzbar zu machen als bisher.

Fazit

Die physische Ausstattung des Globus ermöglicht die Sicherung der Nahrungsmittelversorgung auch bei weiter wachsender Weltbevölkerung für die nächsten Jahrzehnte. Auch die agrartechnischen Methoden, die die notwendigen Ertragssteigerungen ermöglichen, stehen bereits heute zur Verfügung. Erforderlich ist es jedoch, die bestehenden gesellschaftlichen und ökonomischen Hindernisse zu beseitigen, die einer positiven Entwicklung im Wege stehen. Angesichts der Tatsache, dass die Agrarsubventionen der Industrieländer den Gesamtbeitrag der Entwicklungshilfe um den Faktor 5 übersteigen, ist die geplante Aufstockung der deutschen Entwicklungshilfe auf 3,3 % des Bruttonettoproduktes ein Schritt in die richtige Richtung. Es sollte jedoch dafür gesorgt werden, dass Mittel verstärkt in die landwirtschaftliche Forschung und Ausbildung in den Entwicklungsländern und die Beseitigung der sozio-ökonomischen Entwicklungshemmnisse investiert werden.

Literatur

- Burke, L., Y. Kura, K. Kassem, M. Spalding and C. Revenga, 2000. PAGE: Coastal Ecosystems. WRI, Washington, D.C. Online: <http://www.wri.org/wr2000>
- Cincotta, R.P., R. Engelman and D. Anastasion, 2003. The Security Demographic-Population and Civil Conflict after the Cold War. Population Action International, Washington DC. [www. populationaction.org/resources/populations/securitydemographic/index.html](http://www.populationaction.org/resources/populations/securitydemographic/index.html)
- Cohnen, J.E., 1995. Population Growth and Earth Human Carrying Capacity. *Science* 269, 341-346
- Deutsche Welthungerhilfe (Hg.), 2000. Jahrbuch der Welternährung. Fischer Taschenbuchverlag, Frankfurt/M.
- Döll, P. and S. Siebert, 2002. Global Modelling of Irrigation Water Requirements. *Water Res. Research*, 38, 4
- Engelman, R. and P. LeRoy, 1996. Mensch-Land. Deutsche Stiftung Weltbevölkerung, Balance Verlag, Hannover.
- Falkenmark, M., L. Anderson, R. Castenson, K. Sundblad, C. Batchelor, J.U. Gardiner, C. Lyle, N. Peters, B. Pettersen, P. Quinn, J. Rockström and C. Yapijakis, 2003. Water – A Reflection of Land Use. <http://www.SIWI.ORG>
- FAO, 2000. Statistical Databases. Online: <http://apps.fao.org>
- FAO, 2001. Food Insecurity of the World. FAO, Rom. [www. fao.org/docrept/003/y15002/y1500e00.htm](http://www.fao.org/docrept/003/y15002/y1500e00.htm)
- FAO, 2002. World agriculture: towards 2015/2030, Online: [ftp://ftp.fao.org/docrep/Fao/004/ y3557e/](ftp://ftp.fao.org/docrep/Fao/004/y3557e/)
- FAO, 2003. FAOSTAT. <http://apps.fao.org/>
- Fischer, G., H van Velthuizen, M. Shah and Freddy Nachtergaele, 2002. Global Agroecological Assessment for Agriculture in the 21st Century: Methodology and Results. IIASA, Laxenburg, Austria and FAO, Rome, Italy. RR-02-02, January 2002
- Giampietro, M., S.G.F. Bukkens and D. Pimentel, 1994. Models of Energy Analysis to Assess the Performance of Food Systems. *Agricultural Systems* 45, 19-41
- Global Science Panel of Population and Environment, 2002. Global Science Panel Meeting, 2002. Background papers. <http://iiasa.ac.at/gsp/>
- Global Science Panel on Population and Environment, 2002. Science policy statement of the Global Science Panel, edited by B. O'Neill. Remaprint, Vienna
- Hofmann, M.J., 2004. Nahrungsmittelhilfe in der Armutsbekämpfung – eine neue Legitimation? *Entwicklung und ländlicher Raum*, 38, H 1, 4-7
- Lal, R., 1995. Erosion-crop productivity relationships for soil of Africa. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 59, 661-667
- Leisinger, K.M., 1999. Die sechste Milliarde. Becksche Reihe, 1340. Verlag C.H. Beck, München
- Loveland, T.R., B.C. Reed, J.F. Brown, D.O. Ohlen, Z.Zhu, L.Yang and J. Merchant, 2000. Development of a Global Land Cover Characteristics Database and IGBP DISCover from 1 km AVHRR data. Online: <http://edcdaac.usgs.gov/g/cc.html>

- Malthus, T.R., 1998. An Essay on the Principle of Population as It Affects the Future Improvement of Society. J.J. Johnson, London. Deutsche Übersetzung: Malthus, T.R., 1977. Das Bevölkerungsgesetz. DTV, München
- Mantel, S. and V.W.P. van Engelen, 1997. The Impact of Land Degradation on Food Productivity Case Studies of Uruguay, Argentina and Kenya. Wageningen, ISRIC
- OECD/DAC, 1998. Guidelines for Gender Equality and Women's Empowerment in Development and Cooperation. Development Assistance Committee, Paris
- Oldeman, L.R., 1998. Soil Degradation: A Threat to Food Security. Wageningen: ISRIC, 98/01
- Oldeman, L.R., R.T.A. Hakkeling and W.G. Sombrock, 1991. World Map of the Status of Human Induced Soil Degradation, Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD). Wageningen: ISRIC
- Oltersdorf, U., L. Weingärtner, 1996. Handbuch der Welternährung. Deutsche Welthungerhilfe, Dietz-Verlag, Bonn
- Pimentel, D. and M. Pimentel (Eds.), 1996. Food, Energy and Society.. Univ. Press of Colorado, Niwot, Colorado, USA
- Pimentel, D., C. Harvey, P. Resudodarmo, K. Sinclair, D. Kurz, M. McNair, S. Crist, L. Spitz, L. Fitton, R. Saffouri and R. Blair, 1995. Science 267, 1117-1123
- Schew, S.J., 1999. Soil Degradation: A Threat to Developing-Country Food Security. 2020 Vision brief No. 58. Washington, D.C. IFPRI
- Schulte-Bisping, H., M. Bredemeier and F. Beese, 1999. Global Availability of Wood and Energy Supply from Fuelwood and Charcoal. Ambio, Vol. 28, 592-594. Online: <http://www.ambio.kva.se>
- Shah, M., 2001. Food in the 21st Century: Global Climate of Disparities. GAIA, 10, 273-278
- Shah, M., 2002. Food in the 21st Century: Global Climate of Disparities. In: Steffens, W., J. Jäger, D.J. Carson and C. Bradshaw (Eds.). Challenges of a Changing Earth. Springer Verlag, Berlin.
- Steffen, W., J. Jäger, D.J. Carson and C. Bradshaw (eds.), 2002. Challenges of a Changing Earth. Springer Verlag, Berlin
- Süddeutsche Zeitung (Hg.), 2000. Die Gegenwart der Zukunft. WAT 367. Verlag K. Wagenbach, Berlin
- Tangermann, S., 2001. Hunger oder Überfluss: Wie sicher ist die Welternährung? Bursfelder Universitätsreden 18. Verlag Göttinger Tageblatt, Göttingen
- UNESCO, 2003. Water for People, Water for Life. UN World Water Development Report (WWDR). UNO-Verlag, Bonn, Kurzfassung. <http://www.unesco.org/water/wwap>
- UN-World Water Assessment Programm, 2002. Water for People – Water for Life. www.unesco.org/water/wwap
- Van Lyden, G.W.J. and L.R. Oldeman, 1997. The Assessment of the Status of Human Induced Soil Degradation in South and South-East Asia, ASSOD. Wageningen: ISRIC, FAO, UNEP
- WBGU, 1994. Welt im Wandel – Die Gefährdung der Böden. Jahresbericht 1994. Springer Verlag, Berlin

- White, R., Murray, S. and M. Rohweder, 2000. PAGE: Grassland Ecosystems, WRI, Washington, D.C. Online: <http://www.wri.org/wr2000>
- Wood, S., K. Sebastian and S. Schew, 2000. Pilot Analysis of Global Ecosystems (PAGE): Agroecosystems Technical Report. WRI Washington, D.C .
Online: <http://www.wri.org/wr2000>
- World Resources Institute, 2000. People and Ecosystems – The Fraying Web of Life World Resources Institute, Washington, D.C.
- World Resources Institute, 2003. Terraviva! World Resources V. 2. EDS, www.eurospainline.com
- World Resources Institute, 2003. World Resources/Earthtrends Data, 2002-2004. EDS, www.eurospainline.com