

Journal für Entwicklungspolitik X/3, 1994, S. 283 – 300

Ralph Gretzmacher

NAHRUNGSSICHERUNG AUCH IM NÄCHSTEN JAHR- TAUSEND

Nachhaltige Nutzung der Umwelt zur Nahrungs- und Roh- stoffproduktion

Abstract

Sustainability in agricultural systems is a very complex subject. The understanding of the carrying capacity with its ecoregional aspects plays a major role.

Agriculture is forced to produce more and more because of the rapidly growing world population. Examples on this item are given. Because of the degradation of large areas and the lack of new land which could be cropped by reasonable input costs and not affecting the environment, the only solution is to intensify the production per area of arable land. Ways to reach this target are shown.

An overview how agriculture could reach the needs of this generation and could preserve the natural resources of the future generations is presented. Of major importance will be the system of agroforestry as well as all possible scientific issues.

1. Einleitung

Die Problematik der Nachhaltigkeit war immer schon Teil der „Bewirtschaftung“ der Natur durch den Menschen, wie auch später in Beispielen verdeutlicht werden soll. In diesem Zusammenhang gibt es eine Menge Teilaspekte, die unterschiedlich bewertet werden können. Alles läßt sich in einem Artikel weder aufzählen, geschweige denn lösen. Das brisante Thema wird weder Zeit noch Platz für Alternativen lassen. Dazu kommt noch, daß immer und überall ein Konflikt zwischen Einzel- und Gemeinschaftsinteresse besteht.

Schon zu Zeiten von Adam und Eva gab es ein nachhaltiges Paradies, das hätte ewig genützt werden können, wenn es nicht lediglich für einen Baum eine Nutzungseinschränkung gegeben hätte. Die Mißachtung dieses Hinweises führte zur Zerstörung des gesamten Systems. Ob man an die

Ausführungen der Bibel glaubt sei dahingestellt, jedenfalls wird diese Nachricht schon sehr lange als Mahnung wiedergegeben.

Die Bevölkerungszunahme, besonders in den letzten hundert Jahren, bringt selbst lange angepaßte Produktionssysteme an den Rand ihrer Leistungsfähigkeit oder über ihre Tragfähigkeit hinaus. Durch so eine Überbeanspruchung wird die Basis für weitere Produktion zerstört. Solche Selbstregulationsmechanismen kennen wir beim Abflauen von Schädlingsinvasionen, die sich selbst die Nahrung wegfressen und anschließend zu Grunde gehen.

Es ist wert, einige Gedanken der Bevölkerungsexplosion zu widmen. Es gibt pessimistische Hochrechnungen, die hohe Bevölkerungszahlen vorhersagen, und optimistische, die sich eher an dem unteren Rand des Schätzungsbereiches der noch zu erreichenden Bevölkerung im nächsten Jahrtausend orientieren.

Der indische Ministerpräsident (Rao 1994) stellte erst kürzlich fest, daß Indien eines der ersten Länder war, das großflächig mit der grünen Revolution in Berührung kam, dadurch konnte das damalige Nahrungsdefizit gedeckt werden, ohne zusätzliche Flächen durch große Rodungen für die landwirtschaftliche Produktion erschließen zu müssen.

Die viel größere Verletzlichkeit des Ökosystems der Tropen und Subtropen im Vergleich zu unserem gemäßigten Klima soll noch eindringlich vor Augen geführt werden.

Jedenfalls wird durch die heutigen Verhaltensweisen im Umgang mit der Reduzierung der Geschwindigkeit, mit der sich die Bevölkerung vieler Länder verdoppelt (Bevölkerungsexplosion), ein Grundstock für die Überlebensmöglichkeit der Umwelt im nächsten Jahrtausend gelegt werden, um Wege und Mittel zu diesem Ziel wird noch gerungen.

2. Tragfähigkeit (Carrying Capacity)

Die Tragfähigkeit wurde schon erwähnt, die Bedeutung selbst steht außer Streit, trotzdem schleichen sich immer wieder entscheidende Fehldeutungen ein, und es lassen sich optimistisch oder pessimistisch gefärbte Karten zur Abschätzung der Reserven für zukünftige Generationen erstellen. Was verbirgt sich aber hinter dem terminus technicus Tragfähigkeit? Man kann sie als Anzahl oder als Gewicht von Lebewesen ausdrücken, die auf Grund der Produktivität eines Standortes (auf Dauer) ernährt werden können. Es gibt Beispiele für die Anzahl von Löwen je km² Nationalpark, genauso für Elefanten, Nutztiere oder eben für Menschen, die selbst nicht assimilieren

können und auch genauso wenig auf die Weide gehen können. Menschen brauchen also einen Mittler zwischen der Urproduktion – der Assimilationsleistung der grünen Pflanzen – oder leben von den Erträgen des Ackerbaues. Neben den Pflanzen und den dazwischengeschalteten Tieren sind zum Schließen der Kreisläufe jede Menge von Mikroorganismen und auch größere Tiere notwendig. Für jeden Standort unserer Erde kann man einen Wert für die natürliche Tragfähigkeit messen oder berechnen. Das System ist jedoch auch durch die Arbeitsleistung des Tierhalters oder des Ackerbauern, die die Möglichkeit haben, Nebennutzer, wie z.B. Raubtiere oder Unkräuter auszuschalten, beeinflussbar. Eine andere Möglichkeit, die natürlichen Gegebenheiten zu verändern, ist der Einsatz von Input-Faktoren, die von außerhalb des eigentlichen Systems stammen, z.B. Bewässerungswasser, Agrochemikalien, fossile Brennstoffe und intelligente Produkte wie neue Sorten oder Mechanisierungsmethoden. Es gibt auf unserer Erde sehr große Unterschiede betreffend die Tragfähigkeitswerte, also wieviele Menschen je ha ausdauernd ernährt werden können. Selbst auf engstem Raum können diese Werte sehr stark schwanken, wenn wir uns die Tragfähigkeit eines Waldes, einer Alm, von Grünland oder vom Ackerland, z.B. eng nebeneinanderliegend in Österreich, vorstellen. In diesem Beispiel ist hauptsächlich Ursache für die Differenzierung die Höhenlage, nicht so sehr die Niederschläge, die Temperatur, unterschiedliche Böden oder andere Faktoren.

Die natürlichen Produktionsbedingungen, die vom Menschen nur verändert, nicht aber ersetzt werden können, hängen so z.B. ganz entscheidend von der Fruchtbarkeit des Bodens ab. In den höheren Breiten gab es die Eiszeit, und in der Folge entwickelten sich junge, nährstoffreiche Böden. In den Tropen sind die Böden hingegen viel älter, dadurch verbrauchter und oft nach Unterbrechung des Waldkreislaufes unfruchtbar. Es gibt zwei Ausnahmen mit besten Böden; sie erklären, warum Menschen sich in die Nähe von Vulkanen wagen oder auf überflutungsgefährdeten Schwemmlandböden siedeln. Ein weiterer Faktor ist die Versorgung der Pflanzen mit Niederschlagswasser: Da jede Pflanze täglich Wasser braucht und es nicht täglich regnet, kann nur ein guter Boden mit hoher Wasserspeicherefähigkeit ein ausreichendes Pflanzenwachstum ermöglichen.

Bei durchschnittlichen Niederschlägen von 600 mm liegen im gemäßigten Klima Europas die Extremwerte bei nur 400 und 750 mm. Im semiariden Klimabereich mit 350 mm Durchschnittswert gibt es Einzeljahre mit nur 116 mm, aber auch solche mit 700 mm, und im ariden Bereich (180 mm Durchschnitt) können die Werte sogar zwischen 14 und 500 mm betragen, das sind Werte von 8 und 278% des langjährigen Durchschnittes. Unter den gleichmäßigen Klimabedingungen Österreichs gab es selbst bei dem zwei

Jahre zurückliegenden „Jahrhundertsommer“ keine Mißernte, die in ihrem Ausmaß denen von Trockenjahren der Sahelzone vergleichbar wäre. Deshalb kann Holland nicht mit dem Tschad verglichen werden, oder so gesehen ist *Hunger wirklich nur die Folge einer ungleichen Verteilung*, denn in Europa gibt es keine so ausgeprägten Trockenperioden, die sich über Jahre erstrecken können.

Die Angepaßtheit eines Landnutzungssystems ist aber direkt mit der Bevölkerungsdichte verbunden. Der über Jahrtausende in den humiden Tropen vorherrschende Wanderfeldbau (Shifting Cultivation) braucht je Familienbetrieb mit fünf Personen etwa 15 ha, von denen aber nur 1,5 ha gleichzeitig unter Kultur stehen. Rechnet man hoch, ergibt sich eine maximale Tragfähigkeit von 30 Menschen je km² (Scholz 1991). Es ist der behandelten Materie auch sicher nicht dienlich, wenn zur Sensibilisierung der Österreicher Bevölkerungsdichten einzelner Länder „verglichen“ werden, um so zu „beweisen“, daß ein Land mit stark schwankenden Niederschlägen oder großen Wald- oder Wüstengebieten und so einer niedrigen Tragfähigkeit womöglich noch einen Nachholbedarf an Geburtenrate hätte.

Eine Angabe von Menschen je km² Ackerland wäre zielführender, und 12 Einwohner/km² (ÖIE, 1994 – später mündlich korrigiert) werden in den Wüsten Chinas weit unterschritten, im Mittel sind es aber 121! Einwohner/km² (Baratta 1993).

Ohne Zahlen von verschiedenen Autoren über die maximale Tragfähigkeit der Erde wiederzugeben, soll darauf hingewiesen werden, daß diese Hochrechnungen mit imponierenden Zahlen noch aus der Epoche des ungebremsen Wachstums stammen, als man den Einsatz aller Mittel, so auch der Atomkraft, befürwortete. In der Zwischenzeit hat sich die Einstellung geändert, sodaß auch die Hochrechnungen korrigiert werden müssen.

Es hat sich seit der Feststellung von T. R. Malthus gegen Ende des 18. Jahrhunderts (Bähr 1992), daß „die Vermehrungskraft der Bevölkerung unbegrenzt größer ist als die Kraft der Erde, Unterhaltsmittel für den Menschen hervorzubringen“, im Wesen nicht viel geändert und auch nicht, daß soziale Utopien immer noch versuchen, das Gegenteil zu beweisen. So muß die Verkleinerung der landwirtschaftlichen Betriebe durch Erbteilung in der nächsten Generation dramatische Folgen annehmen und den einzelnen Betrieb unter die Tragfähigkeitsgrenze bringen. Conway (1994) rechnet mit nur mehr 0,09 ha (900 m² sind ein Fleckchen von 30 x 30 m) kultiviertem Land pro Kopf in Asien im Jahr 2025.

3. Bevölkerungszunahme

Die Zunahme der Weltbevölkerung geschieht, absolut gesehen, mit einer noch nie dagewesenen Schnelligkeit, auch wenn relativ die Zahlen einen zum Teil rückläufigen Trend anzeigen.

Von 1965 bis 1973 nahm die Menschheit um jährlich 2,2% zu. Die Verdoppelung der Weltbevölkerung erfolgt in immer kürzeren Perioden. So hat es vom Beginn des 19. Jahrhunderts ca. 130 Jahre gedauert, bis sich die Menschheit von einer auf zwei Milliarden vermehrt hatte. 30 Jahre waren dann nur mehr nötig, um 1960 die 3. Milliarde zu erreichen. Die nächsten Milliarden sprünge waren bzw. werden in 15, 12 und 11 Jahren (1998) erreicht sein. Jede Sekunde wächst derzeit die Menschheit um 3 bis 4 Personen, täglich um 250.000, jedes Jahr kommen ca. 100 Mio. Menschen dazu, im Jahr 2025 werden es dann 8,5 Mrd. sein, davon 7 Mrd. in den Entwicklungsländern (Conway 1994). Andere Zahlen geben eine Zunahme um 2,5 Mrd. bis zum Jahr 2020 an, 2030 soll es 9,5 Mrd. und 2100 12,5 Mrd. Erdenbürger geben (IFPRI 1994). Die Frage ist, ob eine Anwachsen der Menschheit auf 12 oder 15 Mrd. vermeidbar sein kann oder nicht (Lutz 1994). Bei gleichbleibender Fruchtbarkeitsrate lassen sich für das Jahr 2050 21,1 Mrd. Menschen vorhersagen. Daß jeder zusätzliche Mensch Nahrung braucht und einen Einfluß auf die Umwelt ausübt, muß nicht extra diskutiert werden. Wenn aber heute schon 700 Mio. Menschen hungern, d.h. zu wenig Nahrung für ein gesundes und arbeitsproduktives Leben haben, und 180 Mio. Kinder untergewichtig sind, stehen wir sehr weit von der unmittelbaren Lösung dieses Problems entfernt.

Sucht man Entwicklungsgemeinsamkeiten bei Kindern und Pflanzen, findet man, daß beide ausreichend Platz und Zeit für die Pflege brauchen. Die Zahl der Kinder je Frau ist in den vergangenen Jahren von 6 auf immerhin 4 zurückgegangen. Da gerade die Bevölkerungszunahme in ökologischen Problemgebieten nicht des „Südens“ sondern der „Mitte“, beiderseits des Äquators, sehr groß ist, wird man eine raschere Änderung der Familiengröße als das in Europa der Fall war, anstreben müssen, wo man innerhalb von 200 Jahren durch Geburtenrückgang auf den Rückgang der Sterblichkeit reagieren konnten (demographische Transition). Sich hier nur auf die Leistungen der Landwirtschaft zu verlassen wird zu wenig sein. Der Bevölkerungsdruck verursacht von sich aus noch keine größere Produktionsleistung pro Fläche oder Arbeitskraft, unterstützt aber die notwendigen Prozesse, wie auch Beispiele aus der Geschichte zeigen.

4. Hunger ist genauso wenig akzeptabel wie Sklaverei

Die Befriedigung der Nahrungsmittelbedürfnisse der nächsten 30 Jahre wird die größte Herausforderung der Menschheitsgeschichte sein. Die letzten drei Jahrzehnte brachten weltweit eine jährliche Steigerung der Produktion um 2%. Für die nächsten 40 Jahre wäre ein sicheres jährliches Wachstum von 1,6% nötig, das aber ungleich schwerer zu erreichen sein wird, da viele Quellen des früheren Wachstums nicht mehr verfügbar sein werden (Serageldin 1993).

Verwendet man den von der FAO eingeführten Index für Ernährungssicherheit, findet man für 45 Staaten eine schlechte bis kritische Lage; 30 dieser Staaten liegen in Afrika südlich der Sahara, wo diese Situation meist eine Folge kriegischer Konflikte ist (EPI 1994).

Der Bedarf an Nahrung wird sich von heute bis 2025 verdoppeln und dann bis 2050 noch einmal um 50% steigen (Blake 1994).

FAO-Berichte sprechen von einer Stagnation der Pro-Kopf-Nahrungsmittelproduktion. In den 80er Jahren gab es über alle Entwicklungsländer gemittelt noch eine durchschnittliche Steigerung von 13% (Asien 22%, China 35%), aber in 75 Ländern wurde Ende der 80er Jahre weniger Nahrung produziert als zu Anfang. In 15 Ländern ist die Pro-Kopf-Produktion in diesem Zeitraum um 20% gefallen. Seit 1985 ist die Weltgetreideproduktion stagnierend bis leicht rückläufig (Conway 1994).

Die 27. FAO-Konferenz hat einen Rückgang der Weltagrarproduktion prognostiziert. Ursache ist der Rückgang der landwirtschaftlichen Produktion in den Vereinigten Staaten. In den Entwicklungsländern soll es eine jährliche Zuwachsrate von 0,6% geben.

Versucht man sich an Zahlen der zuständigen UNO-Weltorganisation (FAO 1993) zu orientieren, kommt man im Gegensatz zu manchen Zeitungsartikeln zu folgenden Ergebnissen: Die Nahrungsmittelproduktion der Welt hat im Zeitraum von 1979/1981 (= 100%) bis 1992 um 27% zugenommen, in einigen Ländern konnten Steigerungen um bis zu 60% verzeichnet werden. Im Mittel waren es in den Industrieländern knappe 8%, in den Entwicklungsländern sogar stolze 47%. Aber es sind andere Kennzahlen, die die Wahrung der Überlebenschancen charakterisieren, nämlich die Pro-Kopf-Nahrungsmittelproduktion: Bei all den auf Hochtouren laufenden Bemühungen betrug die Steigerung im Weltmittel im selben Zeitraum 3,3%, für die Entwicklungsländer immerhin 14,5%, sank aber bei den Industriestaaten um 0,5%. Wieder einmal ein Mittelwert, der keinen Grund zur Beunruhigung gibt, aber bei kontinentaler Betrachtung für Afrika ein Absinken um 8,8% brachte.

Für das Jahr 2025 wird ein Marktbedarf von Getreide für alle Entwicklungsländer von 2 Mrd. t vorausgesagt, dazu kommen weitere 400 Mio. t an

verdecktem Bedarf, das ist jene Menge, die von Personen benötigt wird, die aus Geldmangel keinen Zugang zum Markt haben. Dem Gesamtbedarf von 2,4 Mrd. t steht aber nur eine vorhersehbare Produktion von 1,7 Mrd. t Getreide gegenüber (Conway 1994). So fehlen in Afrika zur Zeit schon 11 Mio. t Nahrung, 2025 werden es 185 Mio. t sein und auch in S-Asien wird sich ein Defizit von 255 Mio. t einstellen.

Blicken wir an die Anfänge der Industriestaaten zurück, so hat z.B. in Deutschland um 1800 eine Getreideernte nur die 4fache Aussaatmenge erreicht, heute werden von 200 kg Saatgut/ha auch schon 8.000 kg/ha und mehr geerntet.

Der Getreideertrag je ha hat sich in den letzten 30 Jahren im Weltdurchschnitt mehr als verdoppelt. Die Ertragsanstiege gehen aber zurück, wie weiter unten noch erörtert werden wird. So konnte man in S-Asien in den 70er Jahren noch mit Anstiegen der Flächenerträge von jährlich 3% rechnen, während es in den 80er Jahre nur mehr 2% waren.

In Zukunft wird es nur 20 bis 25% mehr Nahrungsmittel durch die Inkulturnahme von neuem Land geben, denn es kann nur Land verwendet werden, dessen Kultivierung nicht zu teuer ist. Im Zeitraum 1969 bis 1990 legte die Getreideweltproduktion um 110% zu, 30% dieses Mehrertrages stammten aus der Nutzung zusätzlicher Flächen (Blake 1994).

Wasser wird ab dem Jahr 2010 ein limitierender Faktor für die landwirtschaftliche Produktion sein. Ebenfalls für das Jahr 2010 sieht das IFPRI (1994) voraus, daß in der Region südlich der Sahara der Verbrauch an Nahrungsmitteln um 5% auf 2100 kcal pro Kopf und Tag zurückgehen wird. Damit ist das südliche Afrika das Schlußlicht, während der Nahrungsmittelverbrauch in Nordafrika 3120 und in Südasien 2450 beträgt; für Ostasien wird es 3060 und für Lateinamerika und Karibik 2950 kcal je Kopf und Tag im Jahr 2010 geben. Ebenfalls ungünstige Prognosen liefert die Entwicklung der Nettoimporte von Nahrungsmitteln der Entwicklungsländer. Gegenüber 1990 werden diese Importe bis zum Jahr 2010 um das 1,8- bis 2,4-fache ansteigen. Dafür wird sehr viel Geld nötig sein, das die ärmsten Bevölkerungsschichten nicht werden aufbringen können.

Bei dem Gedanken an Ausweitung der landwirtschaftlichen Fläche ist man inzwischen viel sensibler geworden. Man sieht diese Flächen eher als Verlust von Tropenwald denn als Gewinn von Acker- oder Weidefläche. Wer dürfte bei uns schon die Idee laut aussprechen, den Neusiedler See und den Seewinkel für Reiskulturen zu opfern, nur um eine eigene Versorgung mit fehlenden Nahrungsmitteln aufzubauen?

Momentan werden 10,33% der Festlandfläche der Erde als Acker genutzt. Diese Fläche hat in der letzten Dekade um 1,5% zugenommen. Von

der Gesamtfläche Afrikas werden zur Zeit 5,5% landwirtschaftlich genutzt, die Zunahme im selben Zeitraum betrug jedoch sogar 4,7% (FAO 1993) – aber es ist undenkbar durch unzulässige Vergleiche (Menschen/km²) die Ackerfläche Afrikas verdoppeln zu wollen! Die Ökosysteme der Tropen und Subtropen sind viel weniger abgepuffert und daher viel sensibler als diejenigen der gemäßigten Zone. In 17 Ländern, die von Dürre betroffen sind, stehen bereits über 90% des potentiell ackerfähigen Bodens unter Kultur (UNEP 1993).

Erfolgsberichte über eine Periode der letzten 40 Jahre kann Indien aufweisen (Bhatt 1994). So konnten in diesem Zeitraum die Erträge von Weizen und Kartoffel um das 8,8-fache, der von Mais um das 5,9-fache und die von Reis, Zuckerrohr, Baumwolle und Sorghum um immerhin noch das 3,5-fache gesteigert werden.

4.1. Methoden zur Erhöhung der Produktion

Nach ihrer Bewirtschaftungsweise sind etwa 50% aller Bauernbetriebe der Welt auf Subsistenz ausgerichtet oder werden teilkommerziell geführt, d.h. in beiden Fällen steht die Selbstversorgung der ländlichen Familie im Vordergrund. Durch zeitweilige Überschüsse erwirtschaftete Bareinnahmen dienen den persönlichen Bedürfnissen der Familie, meistens aber des Mannes, und werden nicht in den Betrieb reinvestiert, um die Produktion zu steigern, was aber erforderlich wäre, um so eine sichere Ernährungsbasis für die dramatisch steigende Zahl der Städter zu gewährleisten.

Vergleicht man den Anteil der ökonomisch aktiven Bevölkerung in der Landwirtschaft, sind es in den Industrieländern 7,7%, in den Entwicklungsländern jedoch 58,3% (FAO 1993). Als es in der Vergangenheit in Europa ähnlich hohe Anteile gab, hatte auch nicht jeder genug zu essen!

Die Effizienz in der Produktivität je Landwirt muß also zunehmen. Der Unterschied zwischen beiden Welten liegt im Augenblick noch um das 7,5-fache auseinander.

Die landwirtschaftliche Produktion läßt sich nach pflanzenbaulichen Gesetzmäßigkeiten steigern. Eine dringend erforderliche Voraussetzung ist der Übergang von Brachefruchtfolgen zum permanenten Ackerbau. Es genügt aber nicht wie beim Wanderfeldbau, die Jahre der Regeneration des Bodens (Brache) zu beschneiden oder wegzulassen, es sind Maßnahmen zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit notwendig.

Zu den Intensivierungsmaßnahmen gehört auch, innerhalb der Fruchtfolge mehr als eine Kultur je Jahr anzubauen, ein Privileg der „Mitte“ um den

Äquator, mit Temperaturen, die das ganze Jahr über Kulturpflanzen wachsen lassen. In den trockeneren Subtropen kann mit Bewässerung nachgeholfen werden. So werden etwa in Indien von den insgesamt 142 Mio. ha Kulturland 43 Mio. ha zweimal jährlich bebaut.

Der Weg zu steigenden Durchschnittserträgen läßt sich folgendermaßen nachvollziehen: Die staatliche oder private Forschung findet durch langjährige Bemühungen immer wieder Maßnahmen zur Erlangung von Spitzenerträgen bei einer speziellen Kulturpflanze oder in einem speziellen Gebiet; diese Ergebnisse werden publiziert oder durch Werbung bekannt gemacht, und es erfolgt die Adoption dieser Maßnahmen der Reihe nach zuerst durch Landwirte mit einem höheren Bildungsniveau und erst im Laufe von Jahren durch alle Landwirte – so wird aus einer diskontinuierlichen eine kontinuierliche Entwicklung. Es vergeht nur viel zu viel Zeit, bis die Übernahme neuer Ideen durch 100% der Landwirte gesichert ist. Der Pflug ist seinerzeit mit einer theoretischen Geschwindigkeit von 1 km/Jahr von Kleinasien nach Europa gekommen.

Eine altbekannte Maßnahme zur Steigerung der Erträge ist die Düngung. Erst Justus von Liebig verbreitete die wissenschaftliche Grundlage der Pflanzenernährung, doch schon die alten Griechen setzten diese Methode ein (Vergil 19 v. Chr.). Zwischen den Jahren 1960 und 1990 stieg der Einsatz von Pflanzennährstoffen weltweit auf das über 3-fache. Während die Industrieländer zur Zeit 120 bis 550 kg Stickstoff/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche und Jahr ausbringen, liegen die Durchschnittswerte für Asien bei 30 kg, in Lateinamerika bei 15 kg und in Afrika bei nur 4 kg. Parallel dazu geht die Ertragslage und die Ernährungssicherung der Bevölkerung.

Oft ist zu beobachten, daß weder Befürworter noch Gegner einer mineralischen Düngung so ganz genau Bescheid wissen, wie Pflanzennährstoffe wirken. Eine fundamentale Grundlage ist das Gesetz des abnehmenden Ertragszuwachses von Mitscherlich (1954). Es besagt, stark vereinfacht ausgedrückt, daß eine zunehmende Düngung keinen linearen Ertragsanstieg bewirkt. Sie führt bildlich gesehen zu einem immer flacher werdenden Verlauf der Zunahme und nähert sich einem Höchstsertrag. Eine weitere Nährstoffgabe führt unweigerlich zu einem Ertragsabfall. Noch einmal zusammengefaßt bedeutet dies, daß geringe Mengen viel effizienter als hohe sind, und es kein ewiges Weiterwachsen der Erträge durch Steigerung eines einzigen Faktors geben kann.

Neben dem vernünftigen Einsatz von Dünger und der Ausweitung des Einsatzes organischer Düngemittel durch die Integration von Nutztieren in reine Ackerbaubetriebe wird große Hoffnung auf die Bewässerung gesetzt. Die Bewässerungsfläche hat in den letzten 30 Jahren von 100 Mio. auf 220

Mio. ha zugenommen, das sind zur Zeit 20% der Fläche des Ackerlandes, die aber 60% der Reis- und Weizenerträge der Entwicklungsländer hervorbringt. Um die nötige Mehrproduktion an Nahrungsmitteln zu erreichen, müßte diese Fläche jährlich um 2,25% netto ausgeweitet werden (Rhoades et al. 1992). Es ist insgesamt eine Ausdehnung der Bewässerungsfläche um weitere 60% theoretisch möglich, das Erreichen dieses Zieles würde aber 500 bis 1000 Mrd. US\$ verschlingen (Conway 1994).

Theoretische oder auch in Modellversuchen erzielte potentielle Assimilationsleistungen lassen erkennen, welche Leistungsreserven noch in unseren Kulturpflanzen stecken. Es resultieren daraus aber nur potentielle Größen, wie z.B. ein Versuchsertrag von 19,3 t Maiskörnern/ha oder Daten die aus unerlaubten Hochrechnungen der durchschnittlichen täglichen Nettoassimilationsleistung von 250 kg oder der maximalen von 600 kg (pflanzliche Trockensubstanz/ha) stammen. Denn nur im Garten Eden gibt es 365 gleiche Wachstumstage im Jahr, dabei wurden die Vegetationszyklen der einzelnen Pflanzen noch gar nicht berücksichtigt.

4.2. Produktionsbeschränkungen

Hier sollen die einzelnen Faktoren nur einmal kurz erwähnt werden.

- Erosion und Degradation von landwirtschaftlich genutzten Böden stellt eine immer größer werdende Gefahr dar. Unter besten Bedingungen können sich jährlich 4 t Boden/ha bilden, in den meisten Fällen sind diese Werte aber um mindestens eine Zehnerpotenz niedriger. Die Erosionsmengen sind aber im Ackerbau viel höher, akzeptabel dürfte aber nur die Neubildungsrate und nicht darüber hinaus Teile des Grundkapitals sein. Neben dem Erosionspotential des Regens (Menge, Intensität) ist die Erosionsanfälligkeit des Bodens der zweite wichtige Parameter (Hangneigung, Hanglänge, Infiltration). In den letzten 45 Jahren sind beinahe 2 Mrd. Hektar weltweit degradiert worden, es sind dies 17% der mit Vegetation bestandenen Festlandsfläche (IFPRI 1994).
- Niederschlagsmenge und Niederschlagsverteilung limitieren die Ertragshöhe, die Auswahl von Kulturpflanzen und die Anzahl der Vegetationsperioden/Jahr. Es kommt dazu die mangelnde Vorhersehbarkeit von Niederschlägen und die schon früher erwähnte viel größere Streuung des Jahresniederschlags, als wir es in Europa kennen.
- Wasserspeichervermögen des Bodens dient als Puffer zwischen Eintrag und Verbrauch.

- Nährstoffnachlieferung erfolgt aus der mineralischen und organischen Phase des Bodens. Ein Boden kann durch menschliches Zutun viel leichter verschlechtert als verbessert werden, der Bodentyp selbst kann aber nicht verändert werden.
- Effizienz der Kreislaufsysteme von Bewirtschaftungsweisen und Nährstoffen, Tierhaltung und Subsistenz sind förderlich, es kommen aber weder die mineralischen Inhaltsstoffe einer in die Stadt verkauften Banane noch die organische Masse ihrer Schale jemals auf die Parzelle des Produzenten zurück.
- Der vielfach höhere Schädlingsdruck unter den ganzjährig feuchtwarmen Bedingungen der Tropen läßt mehrere Schädlingsgenerationen je Jahr entstehen, die oft zu einem epidemienhaften Ausbruch führen. So ein Beispiel einer landesweiten Verwüstung wird uns schon im alten Testament vor Augen geführt, als Heuschreckenschwärme in Ägypten zur Zeit von Moses „nichts Grünes im ganzen Land hinterließen“.

Neben der Notwendigkeit, mehr Nahrung für mehr Menschen zu produzieren, spielt die Änderung der Nahrungsgewohnheiten eine bedeutende Rolle. Es gibt einen Trend zu höherwertiger, tierischer Nahrung. Der Anteil an Futtermitteln an der Gesamtgetreideproduktion betrug 1990 in den Entwicklungsländern 19%. Im Jahr 2000 werden es 21% sein, 2010 schon 25%. Zu dieser Zeit sollen in Ostasien schon 30% der Getreideproduktion an Tiere verfüttert werden. Wie man auch hier sieht, gibt es sehr große regionale Unterschiede, ein Mittelwert hilft oft nicht, den Ernst der Situation zu erklären; ebenso ist es unrichtig, Extremwerte herauszupflücken und nur diese für die gesamte Problematik als Beispiel gelten zu lassen.

Als Überleitung zum eigentlichen Kern der Aussage soll noch die Frage gestellt werden, ob die heutigen Landnutzungssysteme überhaupt extrapolierbar sind? Gestrige Methoden, die man aber noch in der heutigen Praxis findet, sind längst angeprangert worden. Die Maßnahmen für die Zukunft befinden sich gerade erst im Stadium der Erforschung oder der Erprobung: Dabei zeigt es sich, ohne daß das Heil allgemein im Weg zurück zu finden sein wird, daß viele altbekannte und bestens bewährte Methoden im Licht der neuen Herausforderung wieder glänzend dastehen. Für die zukünftige Herausforderung findet man in der Vergangenheit keine Parallelen. Es gilt, die landwirtschaftliche Produktion bis zum Jahr 2025 zu verdoppeln, aber unter Berücksichtigung aller umweltrelevanten Einschränkungen.

5. Aspekte der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft

Wenn wir von Nachhaltigkeit sprechen, meinen wir Zeiträume, die eher der Ewigkeit als kurzfristigen Perioden nahekommen sollen.

Damit ein System in der Natur über eine längere Zeit Bestand hat, muß es eine positive oder zumindest ausgeglichene Energiebilanz aufweisen und zum Ausgleich von Ungunstperioden noch ausreichend abgesichert sein. Es muß den Bedarf der heutigen Generation decken, ohne den Bedarf künftiger Generationen zu gefährden.

Quell dieses Funktionierens ist einmal die Zusammensetzung unserer Erde, d.h. die mineralische Basis, die wir in Form von pflanzenaufnehmbaren Nährstoffen im Boden vorfinden, und die Assimilationsleistung der höheren Pflanze. Wird im Zeitablauf eines oder vieler Jahre mehr organische Substanz gebildet als von Mikroorganismen wieder mineralisiert wird oder aber durch Rodung, Steppenbrand, Weide oder Ernte dem System entnommen wird, steigt die Fruchtbarkeit des Standortes, und es besteht keine Gefahr. Herrscht aber in dem betrachteten Gebiet eine starke Schwankung der jährlichen Niederschlagsmengen vor oder macht die Erosion Probleme, oder es wird zu viel Biomasse entnommen und nicht mehr in den Stoffkreislauf zurückgebracht, degradiert die Fläche bis zur völligen Unfruchtbarkeit.

Schon aus den Anfängen des Bewässerungsackerbaues kennen wir Beispiele der Degradation, so die zunehmende Versalzung der Böden des Zweistromlandes. Nach Jacobsen und Adams (1958) gab es in Babylon zwei Versalzungswellen des Kulturlandes. Es mußte daher der empfindlichere Weizen immer mehr durch die salzresistentere Gerste ersetzt werden. War 3500 v.Chr. noch gleich viel Weizen wie Gerste auf den Feldern Babylons, so lag das Kulturverhältnis 2500 v.Chr. schon bei 16,7% Weizen zu 83,3% Gerste, mit einem aus vorliegenden Daten geschätzten Ertrag von 1535 kg/ha. 2100 v.Chr. konnte nur mehr auf 2% der Fläche Weizen angebaut werden, der Getreideertrag sank weiter auf 860 kg/ha. 1700 v.Chr. war nur mehr Gerstenanbau möglich, mit einem weiter drastisch gesunkenem Ertrag von 530 kg/ha.

Auch Vergil (19 v.Chr.) kannte schon das Versalzungsproblem: „... der bittere Boden ist unzutraglich der Frucht, läßt entartete Früchte und Wein entstehen – man kennt sie nicht wieder“.

Ein ganz anderes Beispiel zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes zwischen Mensch und Nahrungsgrundlage gaben die nomadisierenden Indianer Nordamerikas, die die Begrenztheit der Tragfähigkeit ihrer Umwelt erkannten und den Bevölkerungsdruck auf folgende Weise regelten: Der heiratswillige Krieger mußte den Skalp eines Gegners vorweisen, um so Platz für eine neue Familie zu schaffen.

Aus Mittelamerika ist der Verlust der Produktivität des Maisanbaues durch Monokultur im Zusammenhang mit dem Untergang der Mayakultur in präkolumbianischer Zeit bekannt.

Der Einfluß von Pflanzenkrankheiten auf das Überleben von Völkern zeigt sich im Fall der verheerenden Wirkung der Phytophthora (Kraut- und Knollenfäule) bei Kartoffel. Die in viel zu enger Fruchtfolge in Irland angebaute Kartoffel geriet in der Mitte des vorigen Jahrhunderts unter so hohen Krankheitsdruck, daß es mehrere Mißernten gab, und die 2 Mio. Iren in den Hungertod oder zum Verlassen ihres Landes trieben (z.B. Familie Kennedy).

Auch in Deutschland gab es noch im vorigen Jahrhundert Hungersnöte, die erst in der Folge der Erkenntnisse von Justus von Liebig („wo die Pflanze hungert, hungert auch der Mensch“) beseitigt werden konnten. Die Böden waren durch das oftmalige jährliche Pflügen zum Mobilisieren von Nährstoffen erschöpft und nur mehr durch Düngung wieder zu besseren Leistungen zu führen.

Man sieht also schon aus Beispielen der Vergangenheit was geschieht, wenn die Nachhaltigkeit verloren geht. Neben dem Verlust der Produktivität durch Degradation und Erosion des Bodens verringert sich die Anbaufläche auch durch Schaffung von Wohnraum und Infrastruktur.

Die grüne Revolution hat ihre Schuldigkeit getan und die postgrüne Revolutionsphase ist angesagt.

Mehr Forschung und mehr Aufwand führen direkt zu höheren Flächenleistungen. Da dies viel Geld kostet, ist der gegenwärtige Trend des weltweiten Rückganges der Militärausgaben erfreulich. Im Zeitraum von 1986 bis 1992 gingen die Aufwendungen von 4% auf 3% des BIP zurück, in den Entwicklungsländern von 3,6% (1982) auf 2,6% (1992) (Arora und Bayoumi 1994).

Die Internationale Agrarforschung (CGIAR) mit einem Budget von 4% der gesamten Weltagrarforschung hat dennoch viel zu wenig Mittel, um alle Programme zur Nahrungsmittelsicherung gerade der ärmsten Bevölkerung durchzuführen. Österreich beteiligt sich mit einem jährlichen Beitrag von 1,5 Mio. US\$ als ein eher kleines Geberland an dieser wichtigen Aufgabe. Die CGIAR betreibt zur Zeit 18 Zentren, und was dort selbst nicht gemacht werden kann, muß von den 50.000 Forschern getan werden, die in den letzten 25 Jahren von diesen Zentren ausgebildet worden sind.

Der Einsatz von fossiler Energie zur Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion führt zu einem enormen Ertragsanstieg. Mechanisierung und der Einsatz von Agrochemikalien ist Standard in den Landwirtschaften der Industrieländer.

Die Verfügbarkeit und der Preis von Erdölprodukten hat einen starken Einfluß auf die Produktionshöhe und Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaft.

Im Durchschnitt aller Länder bestand 1991 nach Gupta und Mahler (1994) der Treibstoffpreis zu 48% aus Steuern, in den OECD-Staaten zu 90% und im Nahen Osten nur zu 6%. Erst einige wenige europäische Länder sehen in der Treibstoffbesteuerung neben der sicheren Einkommensquelle auch Umweltaspekte. Lutz (1994) stellt den Einfluß auf die Umwelt als Produkt aus Bevölkerung, Lebensstandard und technischer Effizienz dar oder kommt nach einer anderen Formel zu dem Schluß, daß doppelt so viele Menschen doppelt so viel CO₂ freisetzen. Wenn man nicht den CO₂-Ausstoß als Maß nimmt, um die Menschen der Industriestaaten zu beschuldigen, zeigt sich, daß durch alte Bewirtschaftungsweisen bei dem gestiegenen Druck auf das Land irreparable Schäden erzeugt werden. Dies kann vom Abhacken von Ästen zum Kochen bis zum Abbrennen des Waldes zur Schaffung von Ackerland reichen – alles hinterläßt degradiertes Land.

6. Lösung durch Diversifizierung und Kombination

Der indische Ministerpräsident (Rao 1994) gibt zwei Vergleiche an: „Every plot of land is like a human being, it has to be tended like a child and that is what we, the farmers, think about our land ... taking something from mother earth and giving it back ... that is what we are now calling sustainable ...“ Die Inder sind es gewohnt, wegen ihrer Zugtiere belächelt zu werden, diese sind ihnen aber lieber als Traktoren, die aus Treibstoffmangel herumstehen. Solange noch Futterflächen verfügbar sind, ist das die einzige Möglichkeit der „Mechanisierung“ für die überwiegende Zahl der Kleinstbauern.

Die Entwicklung einer nachhaltigen Landwirtschaft entsteht wirklich nicht nur durch die Züchtung besserer Sorten und Rassen, durch die Bereitstellung von Krediten oder die Gründung von ländlichen Genossenschaften, sondern vor allem durch die Arbeit des Bauern (natürlich weiblich wie männlich und sächlich) im landwirtschaftlichen Umfeld.

Es kann also nie ein Einzelfaktor sein, der einem System Nachhaltigkeit beschert oder nachhaltig zu höheren Erträgen verhilft. Die Lösung der Aufgabe kann aber durch zu einseitiges, oft ideologisiertes Denken verhindert oder verzögert werden. Einen gerechten Preis scheint es nirgends auf der Welt zu geben. Das Auseinanderklaffen der Preisentwicklung zwischen Produktionsmitteln und Ernteprodukten gibt es weltweit, also auch in den Industrieländern. Man stelle sich nur die Umkehr der Propaganda vor, die aufzeigt, daß sich ein Arbeiter von Jahr zu Jahr mehr Milch/Brot/Fleisch (Kaffee) von seinem Monatslohn kaufen kann. Der Landwirt aber muß, um das Produkt der Arbeitsleistung anderer zu erwerben immer größere Mengen seiner Produkte hergeben.

In der „Postgrünen“ Revolutionsphase ist das Ausnützen der Vielfältigkeit durch richtiges Ressourcenmanagement angesagt. Wird die Produktivität eines Standortes durch die Verwendung aller vertretbarer Maßnahmen gesteigert, können ökologisch labile Standorte, wie Steilhänge oder gewässernahe Bereiche, aus der Produktion genommen werden.

Man verläßt sich nicht mehr so sehr auf die „high input“ Sorten, die wesentlich höhere Erträge bei guter Pflege, aber geringer Risikoabpufferung brachten. Im Vordergrund stehen die „low-input-varieties“, die auf schlechten Standorten unter ungünstigen Bedingungen auch noch mehr bringen als die alten Landsorten. Alle Genbanken der internationalen Agrarforschung werden schon demnächst unter die Aufsicht der FAO gestellt, um die Verfügbarkeit des gesammelten Materials zu sichern. Eine weitere Maßnahme, schon unter dem Begriff standortgerechte Landnutzung bekannt, ist die Diversifikation oder Biodiversity. Hat jeder das Recht, Weizenbrot zu essen? Oder weniger aggressiv gefragt: Ist es ökologisch vertretbar? Es ist sinnlos, unter großen Anstrengungen auf ungeeigneten Standorten Weizen anzubauen, nur damit ein neues Nahrungsmittel zur Verfügung steht; oder soll das Produkt aus Ländern mit optimalen Produktionsvoraussetzungen importiert werden? Das werden sich nur reichere Bevölkerungsschichten leisten können. Man kann das ganze jetzt z.B. mit Kaffee oder einem anderen landwirtschaftlichen Rohstoff durchspielen. Auf ehemaligen Urwaldstandorten ist es kaum sinnvoll, einjährige Ackerpflanzen oder Weiden zu forcieren, vielmehr sollten ausdauernde Pflanzen wie Baumkulturen bevorzugt werden (Scholz 1991).

Neben der Auswahl der geeigneten Kulturpflanze muß auch die Bewirtschaftungsweise der jeweiligen Umwelt exakt angepaßt werden. Die Beeinflussung des Ökosystems reicht von der Nutzung natürlicher Waldsysteme über Plantagen bis hin zu Nutzungsstrategien mit einem unterschiedlichen Anteil von Bäumen jeder Art (National Research Council 1993). In einer neuen Fruchtfolge, dem Reis-Weizen-System, lassen sich z.B. im nördlichen Indien und Nepal 12 Mio. ha viel intensiver bewirtschaften. Auch Österreich unterstützt diese Arbeiten, indirekt durch seine Beiträge an die internationale Agrarforschung, und direkt wird aus Mitteln der Entwicklungshilfe die Arbeit eines Dissertanten ermöglicht.

Im Zusammenhang mit der Agenda 21 des Rio Dokumentes stehen die Bestrebungen, die biologischen Prozesse mehr in den Vordergrund zu stellen, um so die Nährstoffkreisläufe zu optimieren. In Kreisläufe kann man aber nur solche Nährstoffe schicken, die am einzelnen Standort vorhanden sind, sonst muß zugekauft werden.

Die Verbindung der Tierhaltung mit reinen Ackerbaubetrieben bringt für beide Betriebszweige entscheidende Vorteile. Die Tiere verbessern den

Nährstoffkreislauf und haben durch eine bessere Futtergrundlage kürzere Wachstums- und Reproduktionszeiten, damit steigt die Extraktionsrate an Milch und Fleisch.

Die Erhaltung des kurzfristig nicht erneuerbaren Produktionsmittels Boden, ist wohl die entscheidendste Aufgabe. Als Toleranzgrenze für Erosionsverlust werden oft 12 t/Jahr und ha genannt, ein Wert, der aber auf die Qualität des Standortes abzustimmen ist. Ein solcher Verlust entzieht dem Kreislauf eine Menge von etwa 250 kg organische Substanz, 12 kg Stickstoff und an die 8 kg Phosphor. Stechauner (1989) konnte in seiner Dissertation in Kolumbien zeigen, daß bereits ein einzelner Regen, je nach Bewirtschaftungsart, zwischen 1,2 und 10 t/ha erodieren kann. Neben dem Niederschlag und der mangelnden Vorsorge ist es der Mensch selbst, der aktiv am Bodenabtrag beteiligt ist. Durch das jährlich mehrmalige Bearbeiten der Steilhänge mit der traditionellen Haue in Ruanda werden bis zu 50 t/ha und Jahr (Kaltenegger 1992) mechanisch nach unten verlagert. Diese Menge entspricht 0,2% des gesamten Bodenvorrates, durch Wassererosion geht im selben Zeitraum 50 mal mehr Boden verloren (Gretzmacher und Kaltenegger 1993).

Erosionsbekämpfung funktioniert hauptsächlich durch den Einsatz der menschlichen Arbeitskraft, um Terrassen oder Konturstreifen anzulegen oder zu mulchen. Ein übriges taten die Bauern unserer Gebirgslagen, indem sie ihren durch Erosion verlagerten Boden wieder den Berg hinauftrugen (Hubatschek 1992).

Wegen der zunehmenden Verknappung von Süßwasser für Bewässerungszwecke und der verheerenden Versalzungen von schlecht durchgeführten Bewässerungsprojekten ist eine Verbesserung der Bewässerungstechnik Voraussetzung für Nachhaltigkeit und Effizienz. So nutzen die Pflanzen zur Zeit im Durchschnitt nicht einmal 60% des Bewässerungswassers, der Rest ist Verlust und beeinträchtigt durch Grundwasseranstieg und Stau die Umwelt (Rhoades et al. 1992).

Wenn hier auch nicht annähernd alle Faktoren umfassend dargestellt werden konnten, ist es vielleicht gelungen, die schwierige Aufgabe der Landwirtschaft im nächsten Jahrtausend näherzubringen. Negativbeispiele gibt es in jeder Sparte, es hat aber keinen Sinn, nur diese in den Vordergrund zu zerren. Es gibt genügend Ansätze und Forschungen, auch im übernächsten Jahrhundert noch eine nachhaltige Landwirtschaft zu haben. Es ist kontraproduktiv wenn man bedenkliche Ländervergleiche anstellt, falsche Schlüsse daraus zieht und so durch Unverständnis zum „kleinen Weißen“ (wie Afrikaner weiße Nichtexperten nennen) wird, der dort Gegenpropaganda macht, wo neue Maßnahmen von 100% der ländlichen Bevölkerung so

rasch wie möglich angenommen werden sollten. Ein Blick zurück in die eigene noch gar nicht so lang zurückliegende Vergangenheit bringt in Erinnerung, daß von sechs Geschwistern der Mutter einer 1901 geborenen Österreicherin noch vier im Kindesalter starben, und sie mit neun Jahren für ihren Lebensunterhalt selbst aufkommen mußte (Gremel 1983).

7. Zusammenfassung

Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft ist ein altes und sehr komplexes Thema. Zum Verständnis der Zusammenhänge wird die Bedeutung der Tragfähigkeit, die den Gesetzen der Natur (Klima, Boden) unterliegt und vom Menschen nur verändert, nicht aber ersetzt werden kann, aufbauend auf die natürlichen Produktionsbedingungen verschiedener Standorte, vorgestellt. Bis zum Jahr 2025 muß die Nahrungsmittelproduktion verdoppelt werden. Den Intensivierungsmaßnahmen stehen immer größere Produktionsbeschränkungen gegenüber. Die Nachhaltigkeit eines Systems ist auch direkt von der Belastung durch Nutzer abhängig.

Die Bekämpfung der Erosion, die Integration von Tieren und Bäumen, das Schließen von Kreisläufen und die sorgsame Verwendung aller Maßnahmen der modernen Wissenschaft wird eine Erhaltung der Produktionsgrundlagen für künftige Generationen ermöglichen.

LITERATUR

- Arora, V. B. und T. A. Bayoumi: Kürzungen der Weltmilitärausgaben: Wer wird gewinnen? In: Finanzierung & Entwicklung 31/1; 1994, S. 424 – 427.
- Bähr, J.: Bevölkerungsgeographie, Verteilung und Dynamik der Bevölkerung in globaler, nationaler und regionaler Sicht. 2. Aufl., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1992.
- Baratta, M. von (Hrsg.): Der Fischer Weltatlas 1994. Fischer Taschenbuchverlag, Frankfurt a.M. 1993.
- Bhatt, V. S.: ICAR-System. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi 1994.
- Blake, R. O. et al.: Feeding 10 Billion People in 2050, the Key Role of the CGIAR's International Agricultural Research Centers. MTM, New Delhi 1994.
- Conway, G. et al.: Sustainable Agriculture for a Food Secure World: a Vision for the CGIAR. CGIAR, MTM, New Delhi 1994.
- EPI: Entwicklungspolitische Informationen, 4/9, epi-Verlag, Saarbrücken 1994.
- FAO: FAO Production Yearbook 1992. Vol. 46, Rom 1993.
- Gremel, M.: Mit 9 Jahren im Dienst. H. Böhlau Verlag, Graz/Wien 1983.
- Gretzmacher R. und P. Kaltenegger: Agricultural systems under highest population densities in the Volcano region of Rwanda. Vortrag an der Universität Göttingen, New strategies for sustainable rural development, 25.3.1993.

- Gupta, S. und W. Mahler: Sind große Unterschiede in den Preisen und Steuersätzen für Mineralöl gerechtfertigt? In: Finanzierung und Entwicklung 31/1; 1994, S. 28 – 30.
- Hubatschek, E.: Bauernwerk in den Bergen: Arbeit und Leben der Bergbauern in Bilddokumenten aus einem halben Jahrhundert. Eigenverlag, Innsbruck 1992.
- IFPRI: Population and Food in the early 21st Century: meeting food needs of an increasing world population. International Food Policy Research Institute, Washington 1994.
- Jacobsen und Adams, 1958. In: El-Hakim, A. H.: Ökonomik der Bodenversalzung. In: Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft; Sonderheft 2, 1973.
- Kaltenegger, P.: Entwicklung, Vergleich und Zukunft verschiedener Bodennutzungssysteme in der Präfektur Ruhengeri, Rwanda, unter besonderer Berücksichtigung verschiedener Umweltaspekte. Dissertation, Univ. für Bodenkultur, Wien 1992.
- Lutz, W.: Weltbevölkerungswachstum, Umwelt und Entwicklung. Enquête des Renner Institutes „Bevölkerung und Entwicklung“, Wien, 1. Juli 1994.
- Mitscherlich, E. A.: Bodenkunde. P. Parey, Berlin, Hamburg 1954, S. 167ff.
- National Research Council: Sustainable Agriculture and the environment in the Humid Tropics. National Academy Press, Washington D. C. 1993.
- ÖIE: „Ein anderes Welt-Bild“. Österreichischer Informationsdienst für Entwicklungspolitik, Wien 1994.
- Rao, P. V. N.: Prime Minister's Inaugural Address, Mid-term meeting of the Consultative Group on International Agricultural Research. New Delhi, 23. Mai 1994.
- Rhoades, J. D., A. Kandiah und A. M. Mashali: The use of saline waters for crop production. FAO irrigation and drainage paper No. 48, Rom 1992.
- Scholz U.: Überlegungen zum Agrarpotential und zur Tragfähigkeit tropischer Regenwaldgebiete. Gießener Beiträge zur Entwicklungsforschung, Reihe I/19, 1991, S. 41 – 53.
- Serageldin, I.: Umweltverträgliche Gestaltung der Entwicklung. In: Finanzierung & Entwicklung 30/4; 1993, S. 6 – 10.
- Speth, J. G.: Towards Sustainable Food Security. Sir John Crawford Memorial Lectures, CGIAR, Washington 1993.
- Stechauner, R.: Quantitative Erfassung der Bodenerosion im oberen Nimaltal Kolumbiens unter Berücksichtigung der Hangneigung, der Niederschlagsmenge und -intensität und der Bodenbewirtschaftung. Dissertation, Univ. für Bodenkultur, Wien 1989.
- UNEP: Important technical aspects concerning the negotiations for an international convention to combat desertification in Latin America and the Caribbean. United Nation Environment Programme, November 1993, Mexico 1993.
- Vergil, M. P. 19 v. Chr.: Georgica, Rom. In: Bayer, K., H. Färber und M. Faltner: Landleben. 4. Aufl., Artemis Verlag, München 1981.

*Ralph Gretzmacher, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung,
Universität für Bodenkultur, Peter Jordanstraße 76, A-1190 Wien*