



Reinhard F. Hüttl und  
Stefan Mayer

## Über Massentierhaltung und das Langzeitgedächtnis der Böden

Mit Tierschutz wird vornehmlich der Umgang mit Tieren in der pharmazeutischen und medizinischen Forschung verbunden. Die Lebensbedingungen der Nutztiere in den Mastbetrieben sind zwar weniger bekannt, aber keinesfalls weniger kritikwürdig. Die Entwicklung von beheizbaren Wasserkissen für Schweine und Kühe kann nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Tiere zum Beispiel kaum Gelegenheit zum Auslauf haben. Zu welchen Resultaten die Züchtungsversuche mit dem Ziel höherer Fleischproduktion führen, läßt sich an der Rasse der »blauweißen Belgier« erkennen. Die Bullen sind so »muskulös«, daß sie sich kaum richtig bewegen können, und die Kälber müssen aufgrund ihrer Größe per Kaiserschnitt zur Welt gebracht werden.

Die Liste der ethischen Probleme, die mit der industriellen Tierhaltung verbunden sind, ließe sich unproblematisch fortsetzen. Schwerpunkt dieses Beitrags sollen aber die Auswirkungen der Intensivtierhaltung auf die Umwelt und im besonderen auf die Böden sein. Denn dieser bedeutsame Zusammenhang und die schwerwiegenden Folgen werden in der breiten Öffentlichkeit völlig unzureichend wahrgenommen.

Böden haben im Gegensatz zu den Umweltmedien Luft und Wasser vergleichsweise lange Regenerationszeiten. Während Luftreinhaltemaßnahmen häufig relativ schnell zu verbesserten lufthygienischen Bedingungen führen, ist die Verweildauer für in die Böden eingetragene Stoffe häufig unbestimmt. Insbesondere Schwermetalle, die grundsätzlich nicht mikrobiell abgebaut werden, reichern sich in Böden an. Selbst wenn künftig keine weiteren Schadstoffe mehr eingetragen würden, dauerte die Schadstoffbelastung der Böden an. Dieses Akkumulationsphänomen prägte den Begriff »Langzeitgedächtnis der Böden«. Böden sind empfindlich, viele Schädigungen der Böden sind nur bedingt reversibel, zahlreiche irreversibel, und weil die Entwicklung von Böden sehr lange Zeiträume beansprucht (Jahrhunderte bis Jahrtausende)

und Böden ebenso wie Wasser und Luft für das menschliche Leben essentiell sind, kommt dem Schutz der Böden eine existentielle Bedeutung zu.

### Spezialisierung und Verarmung der Böden

Im Laufe der vergangenen Jahrzehnte hat die Zahl der Rinder, Schweine und Hühner, die pro Bauernhof gehalten werden, ständig zugenommen. Gleichzeitig hat die Zahl der Bauernhöfe stark abgenommen. Zudem fand eine starke Spezialisierung statt. Der »klassische« Bauernhof, auf dem Hühner, Schweine, Pferde und eine Reihe weiterer Nutztiere gehalten werden, wird immer seltener. Ställe mit einer Million Hühner oder mehr als 1000 Schweinen verdeutlichen die Dimensionen der aktuellen Tierhaltung. Zusätzlich zur Spezialisierung in der landwirtschaftlichen Produktion ist zumindest regional eine Trennung in reine Ackerbaubetriebe einerseits und reine Tierzucht- und Mastbetriebe andererseits eingetreten. In den Schwerpunkten der Tiermast werden häufig mehr Tiere gehalten, als die landwirtschaftlich genutzte Fläche ernähren kann. Diese regionale Konzentration hat wiederum zur Folge, daß mehr Gülle anfällt, als auf den umliegenden Flächen als Dünger gebraucht wird. Bei Betrachtung der durch die Intensivlandwirtschaft verursachten Umweltschäden gilt dem Stickstoff als dem wichtigsten Pflanzennährstoff ein besonderes Augenmerk.

Bei einer Bilanzierung der Stickstoffmengen, die von den Landwirten als Dünger eingesetzt werden, und der Menge an Stickstoff, die mit der Ernte der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen den Agrarflächen wieder entzogen werden, zeigt sich ein großer Überschuß, das heißt, es wird mehr Stickstoff auf die Äcker und Wiesen ausgebracht, als von den Pflanzen für das Wachstum benötigt wird. Nach Angaben des Umweltbundesamtes betrug der durchschnittliche Stickstoffbilanzüberschuß 1993/94 in Deutschland pro Hektar 116 kg Stickstoff. In Regionen mit großen Viehbeständen ist dieser Wert







häufig deutlich erhöht. Obwohl bereits seit dem Wirtschaftsjahr 1988/89 der Gesamtverbrauch an stickstoffhaltigen Düngemitteln zurückgegangen ist, trägt die Landwirtschaft weiterhin zu den ansteigenden Nitratkonzentrationen im Grundwasser bei. Ursache hierfür sind die über viele Jahre akkumulierten Stickstoffmengen in den Böden. Die insgesamt reduzierte Stickstoffdüngung wird erst später als erhofft die gewünschten Erfolge zeigen.

Der Prozeß der Nitratauswaschung aus dem Boden ist mit weiteren negativen Begleiterscheinungen verbunden. Nitrat ist ein negativ geladenes Molekül. Bei der Verlagerung von Nitrat mit dem Sickerwasser werden (aus Gründen einer ausgeglichenen Ladungsbilanz) positiv geladene Nährstoffe wie Magnesium, Calcium und Kalium mit dem Sickerwasser ausgetragen. Neben der Grundwasserbelastung durch Nitrat kommt es somit zusätzlich zur Verarmung der Böden an wichtigen Nährstoffen. Eine Konsequenz ist ein höherer Düngerbedarf, um diese ausgewaschenen Nährstoffe zu ersetzen. Eine weitere Konsequenz ist die Verringerung der Pufferkapazität gegenüber Säureeinträgen, dem sogenannten Säureneutralisationsvermögen der Böden. Die genannten Nährstoffe wirken nämlich basisch und sind damit in der Lage, Säuren abpuffern zu können. Ein Verlust an Säureneutralisationsvermögen führt wiederum zu einer gesteigerten Empfindlichkeit gegenüber weiteren Säureeinträgen. Dieser Prozeß gefährdet insbesondere Waldböden, da hier kein Ausgleich durch Düngung erfolgt. Bereits dieser kleine Exkurs verdeutlicht, wie komplex das Wirkungsgefüge Boden ist und wie weitreichend die Folgen bestimmter Maßnahmen bzw. Eingriffe sein können.

Die regionale Konzentration von Tiermastbetrieben führt des Weiteren zu Belastungen der Atmosphäre. Sowohl bei den Tieren selbst als auch aus den Ausscheidungen der Tiere kommt es zur Ausgasung von Ammoniak, einem stickstoffhaltigen Gas, das in der Atmosphäre zu Ammonium umgewandelt wird. Verstärkt werden die Ammoniakemissionen durch weitere Ausgasungen beim Ausbringen von Gülle und anderen Wirtschaftsdüngern. Zusammen mit anderen Stickstoffemissionen, die vornehmlich aus der Verbrennung von Öl, Gas und Kohle herrühren, kommt es lokal und regional zu sehr hohen atmosphärischen Stickstoffeinträgen, und zwar in Form von nasser (zum Beispiel Regen) oder trockener (zum Beispiel Partikel) Deposition. Im Gegensatz zu den eher lokal begrenzten Problemen der Gülleausbringung führen

die atmosphärischen Stickstoffeinträge zu einer großflächigen Anreicherung von Stickstoff im Boden, und zwar nicht nur in landwirtschaftlich genutzten Böden, sondern in allen Ökosystemen, insbesondere auch in Wäldern.

Diese Entwicklung beeinflusst auch das Vorkommen wildlebender Tiere und Pflanzen. Hohe Depositionsraten von Stickstoff können Pflanzengesellschaften stickstoffarmer Biotope gefährden. Mehr als 70% der Rote-Liste-Arten sind Stickstoff-Mangelzeiger, die selbst bei niedrigen Stickstoffeinträgen nur noch bedingt konkurrenzfähig sind. Der Einsatz von Düngemitteln erlaubt es heute auch, auf Standorten, die früher als nährstoffarm eingestuft wurden, hohe Erträge zu erwirtschaften. Dadurch verändern sich spezifische Eigenschaften der Böden dieser Standorte und daraus resultiert ein Verlust bzw. eine Veränderung der Biodiversität auf der Ebene der Arten und der Biotope.

Auch die großflächigen Ammoniumimmissionen aus der Intensivtierhaltung führen zu einer beschleunigten Versauerung der Böden. Die Aufnahme von Ammonium durch Pflanzen führt zur Abgabe von Säure durch die Wurzeln. Ein weiterer wichtiger Prozeß, bei dem es zur Freisetzung von Säure kommt, ist die mikrobielle Umwandlung von Ammonium zu Nitrat. Am höchsten sind die Depositionsraten an Säure in den von Intensivtierhaltung geprägten Teilen Nordwestdeutschlands. Dies verdeutlicht den Anteil der landwirtschaftlichen Ammoniakemissionen an der Versauerung der Böden. Das Problem der Versauerung ist um so gravierender, als von der Erniedrigung der pH-Werte nicht nur einzelne Kompartimente der Umwelt, sondern der gesamte Naturhaushalt betroffen ist. Neben der direkten Beeinflussung von Bodenorganismen und Pflanzen, bei denen der Nährstoff- und Wasserhaushalt gestört werden kann, kann es bei niedrigen pH-Werten auch zu einer Mobilisierung von Schwermetallen kommen, die wiederum sowohl direkt die Bodenlebewesen und Pflanzen schädigen als auch mit dem Sickerwasser in das Grundwasser gelangen können.

#### Futtermittelproduktion

Mit der Zunahme der Mastbetriebe ist auch der Bedarf an Futtermitteln stark angestiegen. Eine wesentliche Steigerung im Bereich der Futtermittelproduktion wurde durch den verstärkten Anbau von Mais erzielt. Keine andere Feldfrucht wächst so schnell wie Mais. Allerdings



setzt das Wachstum von Mais jahreszeitlich erst sehr spät ein. Im Mai und Juni, wenn meist hohe Niederschläge fallen und die Bodenbedeckung durch die Maispflanzen noch gering ist, sind daher die Maisflächen erosionsgefährdet. Bodenerosion wird zu den bedeutendsten landwirtschaftlich verursachten Schäden gerechnet. In den östlichen Bundesländern werden mehr als 25% des Ackerlandes als wassererosionsgefährdet und mehr als 28% als winderosionsgefährdet eingestuft. Sowohl die Bodenerosion als auch die Bodenverdichtung werden zu 90% auf die Bewirtschaftung durch den Menschen zurückgeführt.

Bodenerosion hat sowohl eine ökologische als auch eine ökonomische Komponente. Dem Landwirt geht bei der Erosion wertvolles Produktionskapital in Form von fruchtbarem Bodenmaterial verloren. Als weitere Folge verringert sich die Qualität der Böden, da bei der Erosion bevorzugt feine Bodenteilchen der Ton-Humus-Komplexe abtransportiert werden, die für die Sorptionskapazität von Böden bestimmend sind. Damit wird die Filter-, Speicher- und Pufferkapazität des verbleibenden Bodens reduziert. Auf bestimmten Ackerflächen wurden bis zu 170 t Boden/ha nach einem lang anhaltenden Niederschlagsereignis mit dem Oberflächenwasser abgetragen. Wenn man bedenkt, daß pro Jahr in der Regel weniger als 1 t Boden/ha durch natürliche Verwitterungsprozesse neu entsteht, wird deutlich, daß bei einer Fortsetzung der bislang angewendeten Produktionsweisen standörtlich eine zunehmende Degradierung der Böden eintritt. Das abgeschwemmte Bodenmaterial, das häufig reich an Nährstoffen ist, führt zu einer ›Überdüngung‹ bei benachbarten Flächen und Gewässern.

Der Abtrag von Boden durch Wassererosion wird aber nicht nur durch den Anbau von landwirtschaftlichen Kulturpflanzen wie Mais gefördert. Der Einsatz schwerer Landmaschinen führt zusätzlich zu einer negativen Verstärkung der Wassererosion. Die Lasten, die mit leistungsstarken Traktoren transportiert werden können, sind ständig gestiegen. Auch der Anbau von pflegeintensiven Gemüsekulturen, bei denen die Äcker häufiger befahren werden müssen, hat deutlich zugenommen. Wird der Druck, der durch die Maschinen bzw. durch die mit den Maschinen bewegten Lasten auf den Boden ausgeübt wird, nicht mit Hilfe adäquater Technologien wie zum Beispiel durch den Einsatz von Breitreifen kompensiert, ist damit eine großflächige Verdichtung landwirtschaftlich genutzter Böden verbunden. In den östlichen Bundesländern dürften bis circa 50% des

Ackerlandes durch Bodenverdichtung verändert sein. Der durch Verdichtung verursachte Verlust von Hohlräumen im Boden hat zur Folge, daß weniger Wasser in den Boden infiltrieren kann. Dies wiederum verursacht verstärkten Oberflächenabfluß und trägt damit zur Wassererosion bei. *Aber auch die biologische Aktivität im Boden wird durch die Verdichtung eingeschränkt. Sowohl die Tiere im Boden als auch die Pflanzenwurzeln benötigen Sauerstoff. Wird die Gasdifffusion im Boden durch Verdichtung eingeschränkt, wird die Aktivität der Bodenorganismen stark gemindert. Zudem kommt es zu einer Reduktion der Zahl der Bodentiere und zu einer Einschränkung des Pflanzenwachstums. Eine verringerte Aktivität und Zahl von Bodentieren beeinflusst den Stoffkreislauf und insbesondere die Mineralisierung organischer Substanz. Schließlich trägt Bodenverdichtung zur Verringerung der Grundwasserneubildung bei.*

Mit der Produktion von möglichst billigem Futter erhält die Tiermast zudem eine globale Komponente. Aus den Entwicklungsländern wird vor allem Soja importiert. Zum einen steigt mit dem Import von stickstoffreichen Futtermitteln in Deutschland bzw. der EU der ohnehin hohe Stickstoffbilanzüberschuß weiter an, zum anderen kommt es in den exportierenden Ländern zu einer Bodendegradation; denn die Landwirte in diesen Ländern erzielen nur sehr geringe Erlöse für ihre Produkte und sind demzufolge häufig nicht in der Lage, im Boden die mit der Ernte entzogenen Nährstoffe durch Düngung zu ersetzen. So können binnen weniger Jahre die Böden so ausgelaugt sein, daß die Standorte aufgegeben werden müssen. Damit steigt der Nutzungsdruck auf die verbleibenden Flächen, insbesondere auf die Wälder.

#### Zur Vorgeschichte des *Circulus vitiosus*

Die geschilderten Folgen der Intensivlandwirtschaft, die in ihrer Vielschichtigkeit weit über die hier dargelegten Aspekte hinausgehen, belegen die Komplexität dieser Produktionsweise. Es stellt sich die Frage, wie es zu diesem ›*Circulus vitiosus*‹ gekommen ist.

Die Ursprünge dieser Entwicklung liegen bereits im vergangenen Jahrhundert. Mit der beginnenden Mechanisierung des Getreideanbaus kam es zu raschen Produktionssteigerungen und einem Verfall des Getreidepreises auf dem Weltmarkt. Deutschland sowie das Nachbarland Frankreich reagierten auf diese Entwicklung mit der Einführung von Schutzzöllen. Begründet wurde diese dirigistische Maßnahme mit dem politischen



Interesse an einem starken Bauernstand und den Sicherheitsvorstellungen einer möglichst hinreichenden Eigenversorgung. In der Weimarer Republik wurde der Agrarprotektionismus durch Subventionen, insbesondere für die ostdeutschen Getreideproduzenten, ergänzt. Im Dritten Reich kamen umfangreiche administrative Regelungen hinzu. Dazu zählten auch Abnahme- und Preisgarantien für landwirtschaftliche Produkte, die allerdings mit sehr weitgehenden Produktionsvorgaben verknüpft waren. Nach dem Krieg wurden die Außenzölle beibehalten und verursachten in Deutschland ein Preisniveau, das über dem anderer europäischer Länder lag. Im Rahmen der Verhandlungen zur Gründung der EU im Jahr 1957 kam es zu Interessengegensätzen zwischen Deutschland und Frankreich. Während Frankreich mit seinem niedrigeren Preisniveau den Anstieg der innerfranzösischen Verbraucherpreise möglichst gering halten wollte, versuchte Deutschland das hohe Niveau der Erzeugerpreise beizubehalten, womit sich Deutschland schließlich weitgehend durchsetzen konnte. Auch die EU-Agrarpreispolitik beinhaltet Abnahme- und Preisgarantien für landwirtschaftliche Produkte, jedoch ohne Produktionsmengen vorzugeben. Die garantierten Abnahmepreise liegen deutlich über den Preisen, die am Weltmarkt erzielt werden. Die Folge waren und sind Produktionsanreize, die zum Teil zu erheblichen Überproduktionen geführt haben. Als Stichwörter sind hier die Milchseen sowie die Butter- und Fleischberge zu nennen. Der Finanzbedarf der EU-Agrarpolitik stößt seit längerem an die Grenzen des EU-Haushaltes.

Die Produktionsanreize und Abnahmegarantien führten in vielen Regionen zu immer größeren landwirtschaftlichen Betrieben. Eine Folge stark erhöhter landwirtschaftlicher Produktion war, daß die Preise für die landwirtschaftlichen Produkte nicht im gleichen Maß wie die für andere Produkte des täglichen Gebrauchs stiegen. Für die Landwirte war und ist damit der Zwang verbunden, immer mehr produzieren zu müssen, um das gleiche Einkommen zu erreichen. Die Folge ist eine weitere Intensivierung und Rationalisierung der Produktionsverfahren. Eine vor allem an größeren Einheiten orientierte Agrarstrukturpolitik der EU führte zu einer Bevorzugung von Großbetrieben. Ziel dieser Bevorzugung ist die Förderung bzw. Entwicklung einer leistungs- und wettbewerbsfähigen Landwirtschaft.

Lautstark wird deshalb immer wieder die Einführung einer konsequenten Marktwirtschaft für den Sektor

Landwirtschaft gefordert. Aber auch die Einführung von marktwirtschaftlichen Prinzipien wird nach der Einschätzung des Sachverständigenrates für Umweltfragen zu einer weiteren Konzentration der Landwirtschaft insgesamt und damit auch der Tierhaltung führen. Der konventionelle Ackerbau würde sich noch stärker als bisher auf diejenigen Standorte konzentrieren, in Regionen mit ertragsschwächeren Böden würde die Landwirtschaft weiter zurückgehen. Die Folgen wären weitere Intensivierungen der Landwirtschaft, das heißt Rationalisierung bzw. Mechanisierung/Automatisierung, verstärkter Einsatz von Betriebsmitteln, Arbeitsplatzabbau sowie Extensivierung bis hin zur Flächenstillegung, das heißt staatlich subventionierte Nicht-Produktion. Mit einer steigenden Intensivierung sind weitere negative Effekte, für die Böden, das Grundwasser, die Biodiversität und die in den Agrarlandschaften etablierten kulturellen und sozioökonomischen Strukturen, zu erwarten.

**Fleischkonsum und die Verwirrung der Konsumenten**  
Erheblicher Preisdruck für die Landwirte geht aber auch vom Lebensmittelhandel aus. Vor allem in den Supermärkten erfolgt die Werbung für Lebensmittel mit Hilfe möglichst niedriger Preise. Qualität spielt dabei, wenn überhaupt, nur eine untergeordnete Rolle. Um den Konsumenten möglichst kostengünstige Einkäufe zu ermöglichen, werden den Landwirten für ihre Erzeugnisse nur Niedrigstpreise geboten. Vor allem aufgrund zunehmender Konzentration im Lebensmittelhandel steht der Landwirt dieser Entwicklung vergleichsweise ohnmächtig gegenüber. Allein die zehn größten Lebensmittelhändler erbringen 85% des Gesamtumsatzes an Lebensmitteln in Deutschland.

Auch wenn Ansätze für eine stärker auf Nachhaltigkeit orientierte Landwirtschaft einschließlich der Tierhaltung vorhanden sind, scheint nach allen bisherigen Erfahrungen ein Umsteuern im politisch administrativen Bereich kaum möglich zu sein. Notwendig erscheint ein Umdenken, ein Umdenken bei den Verbrauchern landwirtschaftlicher Produkte. Nur circa 14% der Ausgaben eines durchschnittlichen Vier-Personen-Haushalts werden heute für Nahrungsmittel ausgegeben. Konsumgüter wie Autos und Kleidung, aber auch Urlaub und Freizeit haben in der Regel einen höheren Stellenwert als die Ernährung. Vor dem Hintergrund gestiegener Realeinkommen wäre es durchaus möglich, qualitativ hochwertige und damit teurere Nahrungsmittel zu erstehen. Da damit in jedem

Falle Veränderungen der Preisrelationen verbunden sind, entscheidet letztendlich der Käufer darüber, ob, wann und in welchem Ausmaß beispielsweise ökologischer Landbau oder artgerechte Tierhaltung ermöglicht werden. Davon ist dann nicht nur die Produktpalette landwirtschaftlicher Erzeugnisse betroffen, sondern sicherlich auch die Produktionsintensität. Mit den veränderten Produktionsbedingungen wären Verbesserungen der Umwelt verbunden, die sich letztlich auch positiv auf die menschliche Gesundheit auswirken würden. Da aber gerade auch im Gesundheitsbereich in Deutschland der Nachsorgegedanke vor dem Vorsorgegedanken dominiert bzw. das Konzept eigenverantwortlicher Vorsorge nur sehr eingeschränkt umgesetzt ist, existieren kaum zielgerichtete Anreizstrukturen, um beispielsweise für »gesündere« Produkte einen höheren Preis zu bezahlen. Neben dem Verzehr von qualitativ hochwertiger Nahrung mahnen Ökotrophologen auch ein Umdenken bei der Zusammensetzung unserer Ernährung an. Fleisch ist heute zu einem festen Bestandteil unserer Nahrung geworden. Am Imbißstand ist ein Schnitzel bereits für 3,90 DM zu erhalten. Es ist nicht zuletzt der hohe Fleischverzehr, der die Massentierhaltung mit verursacht. Allein die Folgekosten ernährungsbedingter Krankheiten werden in Deutschland auf 100 Milliarden DM pro Jahr geschätzt. Andererseits wird der Normalverbraucher von einer nicht mehr zu bewältigenden Fülle von zum Teil völlig entgegengesetzten Informationen zu ein und derselben Problematik beeinflusst. »Richtige« Entscheidungen des einzelnen werden eher zufällig getroffen, der individuelle Entscheidungsprozeß des Konsumenten orientiert sich eher am Produktpreis als an der Produktionsweise. Zu vielschichtig sind die Probleme, die sich dem Verbraucher stellen. Zum Beispiel die Frage nach der Übertragbarkeit von Tierkrankheiten wie BSE auf den Menschen, die Gefährdung, die von der Schweinepest ausgeht, der Einsatz von gentechnisch veränderten Lebensmitteln, die Hormonbelastung von Kälberfleisch, Dioxingehalte in Eiern oder der Zusatz von Klärschlamm zu Futtermitteln. Immer wieder werden die vorhandenen Gütezeichen, die Qualität und Umweltverträglichkeit signalisieren sollen, in Frage gestellt. Welcher Verbraucher soll da wie, auf welcher Grundlage entscheiden? Umdenken ja, aber nur auf welcher Basis und in welche Richtung?

Notwendig ist eine breit angelegte, auf Wissenschaftlichkeit basierende Aufklärungskampagne, die die Problematik der Intensivlandwirtschaft einschließlich der Massentierhaltung mit ihren ökologischen, ökonomischen

und sozialen Auswirkungen objektiv zur Diskussion stellt. Eine besondere Rolle sollte dabei der Zusammenhang von Ernährung und menschlicher Gesundheit spielen. Sollte es gelingen, möglichst viele Menschen von einer ernährungsbewußten, das heißt gesundheitsbewußten Lebensweise zu überzeugen und damit auch im medizinischen Bereich der Vorsorge vor der Nachsorge prinzipiell Vorrang einzuräumen, wird sich der Konsument landwirtschaftlicher Erzeugnisse zwangsläufig nicht mehr nur am Preis, sondern verstärkt an der Produktionsweise dieser Erzeugnisse orientieren. Sollte eine derartige Verhaltensänderung nach und nach tatsächlich eintreten, wird dies auch zu einer Verbesserung des ökologischen Zustands agrarischer Ökosysteme führen. Fest steht aber auch, daß uns das Langzeitgedächtnis der Böden auch in Zukunft an die vergangene Bewirtschaftung der Böden erinnern wird – gleichsam als Mahnung, den neuen Weg nachhaltig zu beschreiten.

- Literatur:  
Enquêtékommision: Konzept Nachhaltigkeit, Vom Leitbild zur Umsetzung, Abschlußbericht der Enquêtékommision »Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung«, Hrsg. Deutscher Bundestag, Bonn 1998  
Frielinghaus, M. und Petelkau, H.: Funktionsfähigkeit der Böden in den östlichen Bundesländern und Möglichkeiten ihrer langfristigen Gewährleistung, in: *Bodenschutz* 1, 1996, S. 11–15  
Sachverständigenrat für Umweltfragen: Umweltprobleme der Landwirtschaft, Sondergutachten, Stuttgart 1985  
Sachverständigenrat für Umweltfragen: Konzepte für eine dauerhaft umweltgerechte Nutzung ländlicher Räume, Stuttgart 1996  
Sachverständigenrat für Umweltfragen: Flächen-deckender Grundwasserschutz, Sondergutachten, Stuttgart 1998  
Wolfram, G.: Entwicklung der Verzehrsgewohnheiten: Werden wir dabei gesünder? DLG-Arbeitsunterlagen: Entwicklungen der Verzehrsgewohnheiten. Tagungsband zu den DLG-Umweltgesprächen am 2. Juli 1998 in Bonn, 1998, S. 36–38 (Zitiert in: Isermann, K. und Isermann, R.: Eine nachhaltige Tierproduktion in Deutschland, der Europäischen Union und Polen aus der Sicht des Nährstoffhaushaltes und unter besonderer Berücksichtigung einer zukünftig bedarfsorientierten und gesunden (Protein)Ernährung ihrer Bevölkerung, in: *Bornimer Agrartechnische Berichte*, Heft 22, 1999, S. 188–224)