

Eberhard Schulze, Hermann Matthies

**Was der verunsicherte Verbraucher von der Landwirtschaft
wissen sollte – 20 erklärende Stichworte**



Herausgegeben von der Leipziger Ökonomischen Societät e.V. Leipzig

Postanschrift:
Universität Leipzig
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Marschnerstraße 31, Postfach 7
04109 Leipzig

Redaktion: Eberhard Schulze, Hermann Matthies

Nachdruck, auch auszugsweise Veröffentlichung, nur mit
schriftlicher Genehmigung des Herausgebers

© 2012

| Verzeichnis der Stichworte: | Seite |
|---|--------------|
| 0. Vorwort | 3 |
| 1. Landwirtschaft, Landbau | 3 |
| 2. Sicherung der Welternährung in Vergangenheit und Zukunft | 4 |
| 3. Konventionelle Landwirtschaft | 8 |
| 4. Ökologische (biologische, organische) Landwirtschaft | 10 |
| 5. Integrierte Landwirtschaft | 13 |
| 6. Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen (Grüne Gentechnik) | 14 |
| 7. Intensive und extensive Landwirtschaft | 18 |
| 8. Industriearmig organisierte (industrielle) Landwirtschaft | 19 |
| 9. Bäuerliche Landwirtschaft | 21 |
| 10. Precision Farming, Präzisionslandwirtschaft | 23 |
| 11. Betriebsgröße | 24 |
| 12. Boden und Humus | 25 |
| 13. Düngung | 27 |
| 14. Fruchtfolge | 29 |
| 15. Kreislaufwirtschaft | 30 |
| 16. Biogasproduktion | 32 |
| 17. Pflanzenschutzmittel (PSM) | 33 |
| 18. Tiergerechte Haltung | 36 |
| 19. Pflanzen- und Tierzüchtung | 38 |
| 20. Maßnahmen zum Umweltschutz in Landwirtschaftsbetrieben | 41 |

Unsere Autoren

Doz. Dr. agr. habil. Eberhard Schulze, geboren 1940, war viele Jahre in Lehre und Forschung an der Universität Leipzig auf den Gebieten Agrarinformatik und Agrarökonomik tätig. Von 1995 an forschte er bis zum Jahre 2004 speziell zu Fragen der Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa am gleichnamigen Institut (IAMO) in Halle (Saale).

Dr. agr. Hermann Matthies, Jahrgang 1939, war langjährig als Versuchsleiter an den Landwirtschaftlichen Fakultäten der Universitäten Leipzig und Halle tätig und befasste sich dabei sowohl mit landwirtschaftlichen, besonders pflanzenwissenschaftlichen, als auch die Umwelt betreffenden Fragestellungen.

0. Vorwort

Anlässlich der „Grünen Woche“ 2011 und wiederum 2012 demonstrierten mehrere tausend Menschen gegen Agrarfabriken, Massentierhaltung, Gentechnik u. a. Für den Verbraucher sollte offensichtlich der Eindruck entstehen, als sei die Mehrheit der Landwirte, die konventionell wirtschaften, Verbrecher, die aus Profitgründen nichts anderes im Sinn haben als die Umwelt zu vergiften, Tiere zu quälen und mit Horrorlebewesen zu arbeiten. Aus diesem Grunde wird auch vorgeschlagen, in der ganzen Welt generell zum ökologischen Landbau, wie er heute praktiziert wird, überzugehen. Das wäre aber nun tatsächlich verbrecherisch, weil ohne intensive Landwirtschaft auf den dafür geeigneten Standorten die wachsende Weltbevölkerung nicht ernährt werden kann oder nur, wenn große Teile der Wälder und Savannen und damit der Lebensraum vieler Wildtiere und -pflanzen unter den Pflug genommen, d. h. zerstört werden.

Damit aber nun genug der Verbrechensvorwürfe. Es soll vielmehr sachlich erläutert werden, was der Verbraucher über die Landwirtschaft wissen sollte, um sich selbst ein besseres Urteil bilden zu können, besonders für seine Ernährung. Generell stehen vor der Landwirtschaft bei weiter wachsender Weltbevölkerung drei wichtige Aufgaben:

- Sicherung der Ernährung für alle Menschen in der Welt,
- Gewinnung von Rohstoffen für die Energieerzeugung und andere Zwecke,
- Verbesserung des Umwelt- und Tierschutzes.

Diese Ziele zwingen dazu, einseitig ausgerichtete Forderungen zu vermeiden, die Komplexität des Problems stets im Blick zu behalten, vernünftig erscheinende Kompromisse vorzuschlagen, entsprechend zu entscheiden und zu handeln.

Nachfolgend werden deshalb wichtige landwirtschaftliche Begriffe erläutert und mit ihnen verbundene Probleme angesprochen, denn jede Tätigkeit des Menschen hat Vor- und Nachteile. Diese sind gegeneinander abzuwägen und ausgehend von den genannten drei Aufgaben zweckmäßige Schlussfolgerungen abzuleiten.

Die Reihenfolge der Begriffe folgt der Logik vom Allgemeinen zum Besonderen und beginnt deshalb mit der Erläuterung des Begriffes Landwirtschaft und ihren verschiedenen Formen. Die Fakten und formulierten Zusammenhänge wurden aus Fachbüchern und -zeitschriften sowie dem Internet zusammengetragen und stützen sich auch auf eigene Erfahrungen der Autoren.

1. Landwirtschaft, Landbau

Anbau von Pflanzen auf dafür geeigneten Böden und Haltung von Tieren für die Sicherung der menschlichen Ernährung sowie Erzeugung von Rohstoffen für die

Gewinnung von Bioenergie und andere Zwecke, verbunden mit der Zielstellung, den Landwirten ein angemessenes Einkommen zu gewährleisten. Dieses hängt vom Standort, der Betriebsgröße, der Wirtschaftsweise und den gesellschaftlichen Verhältnissen ab.

Beim heutigen Entwicklungsstand werden einerseits konventionelle, ökologische und integrierte Landwirtschaft sowie Landwirtschaft mit gentechnisch veränderten Organismen und andererseits bäuerliche und industrieartig organisierte (industrielle) Landwirtschaft unterschieden. Außerdem wird von intensiver und extensiver Landwirtschaft gesprochen (Erläuterungen siehe unten). Schon diese Unterschiede sind für den Verbraucher verwirrend, der sich ja weiter nichts als gesundes umweltgerecht erzeugtes Essen wünscht und deshalb glaubt, Bioprodukte seien die Lösung des Problems.

2. Sicherung der Welternährung in Vergangenheit und Zukunft

Der Bedarf an Nahrungsmitteln ist auf Grund des starken Wachstums der Weltbevölkerung im 20. Jahrhundert enorm angestiegen und wird im 21. Jahrhundert weiterhin zunehmen, wie aus Tabelle 1 folgt:

Tabelle 1: Entwicklung der Weltbevölkerung seit 1800 und nach der Prognose bis 2050 (Mdr. Menschen)

| | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1804 | 1927 | 1960 | 1974 | 1987 | 1999 | 2011 | 2025 | 2050 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9,5 |

Nach Angaben der Welternährungsorganisation FAO (Food Agriculture Organisation) der UNO hungern z. Zt. fast 1 Mdr. Menschen, d. h. fast jeder siebente, vor allem in Asien und in Afrika. Außerdem verhungern jährlich bis zu 15 Millionen Menschen. Das ist sehr tragisch. Hunger bedeutet, dass die Makronährstoffe Kohlehydrate, Eiweiß, und Fett für die menschliche Ernährung nicht im ausreichenden Maße zur Verfügung stehen. Darüber hinaus gelten etwa noch 1 Mdr. Menschen als an Vitaminen und Mineralstoffen unterversorgt. Die Ursache liegt dafür aber nur zum Teil in der Leistungsfähigkeit der gegenwärtigen Weltlandwirtschaft, sondern ist auch Ausdruck sozialer Probleme.

Seit 1960 ist die Weltbevölkerung um etwa 4 Mdr. Menschen angestiegen, d. h. sie hat sich in 50 Jahren weit mehr als verdoppelt. Bis 2050, d. h. in den nächsten 40 Jahren, wird ein weiteres Wachstum um etwa 2,5 Mdr. erwartet.

Würden gegenwärtig alle Menschen ausreichend mit Nahrungsmitteln versorgt, müsste die Produktion bei Beibehaltung des jetzigen Verbrauchs an Fleisch und Milchprodukten auf $9,5 : 7 \times 100 = 135,7 \%$ steigen. Da annähernd 1 Mdr. Menschen hungert, muss die Steigerung noch höher sein. Wird unterstellt, dass bei ihnen gegenwärtig nur die Hälfte des Bedarfs gedeckt wird, d. h. soviel wie für 0,5 Mdr. Menschen bei ausreichender Ernährung, muss das Wachstum der Produktion $9,5 : 6,5 \times 100 = 146,2 \%$ betragen. Beim Bedarf an Fleisch und

Milcherzeugnissen ist jedoch auf Grund wachsenden Wohlstands in den Schwellenländern, insbesondere in China und Indien, mit einem wesentlich höheren Bedarf zu rechnen. Es wird mit einem Anstieg von gegenwärtig 32 kg Fleischverbrauch je Kopf der Weltbevölkerung auf etwa 52 kg gerechnet. Da die Weltbevölkerung aber wächst, müsste die Fleischproduktion sich mehr als verdoppeln (32 kg x 7 Mdr. Menschen = 22,4 Mdr. kg; 52 kg x 9,5 Mdr. Menschen = 49,4 Mdr. kg, also Wachstum auf 220,5 %). Weil dafür die Futterproduktion entsprechend auszuweiten ist, muss etwa eine Verdoppelung der Erträge in der Pflanzenproduktion angestrebt werden. Hinzu kommt, dass landwirtschaftliche Fläche verstärkt für die Produktion von Biomasse und andere nachwachsende Rohstoffe bereitzustellen ist, um einen Beitrag zur Verminderung des Ausstoßes klimarelevanter Gase aus fossilen Energieträgern zu leisten. Gleichzeitig soll die Landwirtschaft aus diesem Grund und dem Erhalt der Vielfalt an Pflanzen und Tieren ökologischer werden. Die Weltlandwirtschaft steht damit vor enormen Herausforderungen, die nicht geringer sind als in der Vergangenheit, wahrscheinlich noch höher, da sich die Umweltprobleme in der Welt weiter zuspitzen haben.

Die Produktion von Biomasse zur Energiegewinnung auf landwirtschaftlichen Flächen hat bereits dazu geführt, dass sich auf den Märkten die Preise für Energie und Nahrungsgüter, insbesondere Getreide, aneinander koppeln, was Preisschwankungen fördert. Hoher Preisanstieg bei Nahrungsgütern in kurzer Zeit bedeutet aber Hunger für Menschen mit geringem Einkommen und kann zu möglichen Hungeraufständen führen, wie es z. B. bereits in Mexiko geschehen ist, als die Maispreise stark stiegen. Diese Situation veranschaulicht damit auch, wie wichtig die weitere schnelle Steigerung der Erträge für den sozialen Frieden in der Welt ist.

Es wird deshalb die Forderung erhoben, im Interesse des Umweltschutzes, der Gesundheit und der ausreichenden Versorgung aller Menschen mit Lebensmitteln den Fleischverzehr in den Industrieländern zu senken und in anderen Ländern in Zukunft nicht zu hoch ansteigen zu lassen. Das wäre zwar sehr vernünftig, da aber der Mensch, offensichtlich bedingt durch seine stammesgeschichtliche Entwicklung als Sammler und Jäger, gern Fleisch isst, haben entsprechende Appelle im Allgemeinen nur eine geringe Wirkung. Sie würden nur dann erfolgreich sein, wenn Fleisch teuer ist. Die Preise steigen, wenn sich Land, Energie, Wasser und andere Ressourcen in Zukunft als sehr knapp erweisen sollten. Eine gewisse Verknappung ist gegenwärtig bereits festzustellen, denn zurzeit steigen die Nahrungsmittelpreise. Das wird sich fortsetzen, wenn es nicht gelingt, schnell die Produktion zu steigern. Alle eingesetzten Ressourcen müssen deshalb so gut wie möglich ausgenutzt werden.

Die nachfolgende Tabelle 2 beinhaltet nach Angaben der Welternährungsorganisation FAO einige wichtige landwirtschaftliche Kennzahlen, die veranschaulichen, wie die Produktion von 1961 bis in die Gegenwart gesteigert werden konnte und wie der Flächenaufwand dafür wuchs.

Tabelle 2: Wichtige Kennzahlen der Weltlandwirtschaft (nach FAOSTAT)

| | 1961 | 2008 | Wachstum auf ...% |
|---|---------------|-------------------------|--------------------------|
| Landwirtschaftliche Fläche (ha) | 4.454.729.800 | 4.883.697.720 | 109,6 |
| davon Ökologischer Landbau (ha) | - | 14.275.940 ¹ | |
| Ackerland und Dauerkulturen (ha) | 1.367.824.300 | 1.526.757.540 | 111,6 |
| davon Ökologischer Landbau (ha) | - | 738.030 | |
| davon Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen (ha) | - | 148.000.000 (2010) | |
| | 1961 | 2009 | |
| Pflanzenproduktion Bruttoprodukt (Internationale Dollar ² , berechnet als Durchschnitt zu Preisen 1999 - 2001) | 382.789.948 | 1.128.992.992 | 294,9 |
| Tierproduktion Bruttoprodukt (Internationale Dollar, wie vorher) | 224.786.555 | 654.532.468 | 291,2 |
| Weizen (Tonnen) | 222.357.231 | 681.915.838 | 306,7 |
| Mais (Tonnen) | 205.027.583 | 817.110.509 | 398,5 |
| Reis (Tonnen) | 215.646.637 | 678.688.289 | 314,7 |
| Rinder (Stück) | 942.175.069 | 1.382.241.378 | 146,7 |
| Schweine (Stück) | 406.180.364 | 941.212.507 | 231,7 |
| Schafe (Stück) | 994.268.736 | 1.071.274.348 | 107,7 |
| Milch (Tonnen) | 344.184.774 | 696.554.346 | 202,4 |
| Fleisch (Tonnen) | 71.410.007 | 281.559.122 | 394,3 |
| dar. Hühnerfleisch | 7.555.887 | 79.595.987 | 1053,4 |
| Eier (Tonnen) | 15.134.959 | 67.407.749 | 445,4 |

¹ In „The World auf organic agriculture“ werden für 2008 35,1 Mio ha angegeben; 22 Mio ha davon sind Grasland, 8,2 Mio ha Feldfrüchte. Die unterschiedlichen Angaben kommen wahrscheinlich zustande, weil in Tabelle 2 nicht zertifizierte, aber im Wesen doch ökologisch bewirtschaftete Flächen ungenügend berücksichtigt worden sind (nach Wikipedia).

² Basis des Internationalen Dollars ist der US-Dollar. Ein internationaler Dollar entspricht stets einem US-Dollar. Umrechnungsfaktor aller anderen Währungen sind die Kaufkraftparitäten. Diese ist die Anzahl an inländischen Währungseinheiten, welche nötig ist, um im Inland die gleiche Menge an Gütern zu kaufen, welche in den USA für einen US-Dollar zu erwerben ist. Die gehandelten Güter müssen dabei identisch oder zumindest vergleichbar sein (nach Wikipedia).

Die Daten vermitteln uns zunächst, dass bei einer Ausdehnung der Landwirtschaftlichen Fläche (Ackerland einschließlich Dauerkulturen und Grasland) bzw. der Ackerfläche einschließlich Dauerkulturen (z. B. Obstbäume) um etwa 10 % die landwirtschaftliche Bruttoproduktion (Pflanzen- und Tierproduktion) fast verdreifacht werden konnte. Die Produktion von Weizen und Reis stieg auf mehr als das Dreifache, die geerntete Maismenge sogar auf das Vierfache, was auch für die Fleischproduktion zutrifft. Dabei erhöhte sich die Hühnerfleischproduktion überdurchschnittlich auf über das Zehnfache.

In den entwickelten Ländern stieg die landwirtschaftliche Produktion jährlich um 1,5 %, in den Schwellen- und Entwicklungsländern um 2,1 %. Einen hohen Anstieg erreichten vor allem China, Indien und Brasilien. Möglich wurde diese Entwicklung durch eine stark steigende Anwendung von Düngemitteln - ihr Einsatz stieg von 1961 bis 2009 auf fast 550 %, Pflanzenschutzmitteln, die Erfolge der Pflanzen- und Tierzucht, neue Erkenntnisse der Pflanzen- und Tierernährung, die Entwicklung der Veterinärmedizin u. a.

Es war folglich vor allem die als konventionell bezeichnete Landwirtschaft, welche die Ernährung eines Großteils der Menschheit bisher gesichert hat. Auf sie wird bei den vor der Landwirtschaft stehenden Anforderungen auch in Zukunft nicht verzichtet werden können. Auf Grund der bestehenden Umweltprobleme muss sie aber umweltfreundlicher und damit nachhaltiger gestaltet werden, ohne dass dadurch ihr Produktionspotenzial entscheidend vermindert wird.

Gegenwärtig werden in Deutschland bis 20 Mio t/Jahr Lebensmittel, d. h. etwa 250 kg/Einwohner, weggeworfen, wozu sowohl geringe Mängel (z. B. zu hart gewordenes Brot, vor allem Obst und Gemüse mit leichten Mängeln) als auch der falsch verstandene Begriff „Mindesthaltbarkeitsdauer“ beitragen. Dieser Begriff ist ein unverzichtbares Ordnungsprinzip für den Handel. „Mindesthaltbarkeitsdauer“ bedeutet, dass das Nahrungsmittel mindestens bis zum aufgedruckten Termin die angegebene Qualität garantiert, bedeutet aber nicht, dass es am nächsten Tag nicht mehr genießbar ist. Die meisten Nahrungsmittel können auch nach dem angegebenen Termin nach persönlicher Geruchs- und Geschmacksprüfung noch bedenkenlos verzehrt werden.

Jeder Verbraucher kann und sollte dazu beitragen, die weggeworfene Menge zu verringern, um damit einen Beitrag zur Ernährung in der Welt und zum Umweltschutz zu leisten. Mit hart gewordenem Brot wurden früher im Haushalt z. B. gutschmeckende Brot-Milch-Suppen oder anderes hergestellt, was natürlich auch heute möglich ist.

Bis 2006 durften vom Menschen nicht verwertete Nahrungsmittel als Futtermittel genutzt werden. Wegen der damaligen Seuchengefahr wurde das jedoch verboten. Es sollte geprüft werden, ob und unter welchen Bedingungen die ehemalige Regelung wieder eingeführt werden kann, weil dadurch ein Beitrag zur Sicherung der Ernährung in der Welt geleistet würde.

3. Konventionelle Landwirtschaft

Um die stark wachsende Bevölkerung im 19. und 20. Jahrhundert in Europa zu ernähren, suchten Wissenschaftler und Praktiker nach Wegen, die Erträge der Pflanzen und Leistungen der Tiere wesentlich zu erhöhen. Da in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts von den Wissenschaftlern SPRENGEL und LIEBIG erkannt wurde, dass die Pflanzen sich von Mineralstoffen ernähren, entstand die Idee der mineralischen Düngung. Die durch die Ernten dem Boden entzogenen Nährstoffe sind nicht nur durch organischen Dünger (Mist, Jauche, Gülle), sondern vor allem direkt durch mineralische Düngestoffe wieder auszugleichen. Durch Zufuhr über den Entzug hinaus, konnte die Voraussetzung geschaffen werden, die Erträge in bedeutendem Maße zu steigern, was auch zu einer Erhöhung des Aufkommens an organischem Dünger führte. Die neuen Erkenntnisse der Chemie ermöglichten es auch, die große Zahl von Pflanzen- und Tierkrankheiten sowie Unkraut besser zu bekämpfen und Verluste bei der Lagerung zu vermeiden. Auf diese Weise konnte bei gleichzeitiger Ausnutzung der Möglichkeiten der Pflanzen- und Tierzucht die Erträge und Leistungen wesentlich gesteigert werden. Im Zusammenhang mit Mechanisierung und beginnender Automatisierung kam es zu einem wesentlich höheren Einsatz von Kapital je Flächeneinheit, was sich in den steigenden Erträgen niederschlug. Diese Wirtschaftsform erhielt nach dem Aufkommen des ökologischen Landbaus die Bezeichnung „Konventionelle Landwirtschaft“, die wie bereits dargelegt, die Ernährung der überwiegenden Zahl der Menschen ermöglicht hat. Uns ist heute im Allgemeinen nicht mehr klar, was diese Entwicklung in ihrem Wesen eigentlich bedeutet. Die seit Urzeiten bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts auch in Deutschland und überhaupt in Europa üblichen und mit hohen Menschenverlusten verbundenen Hungersnöte konnten, von furchtbaren Kriegsauswirkungen abgesehen, erstmals verhindert werden.

Die Entwicklung verlief in der Welt aber nicht gleichmäßig. So kam es durch finanzielle Anreize zur Steigerung der Produktion, wie sie nach dem Zweiten Weltkrieg zur Sicherung der Ernährung in Deutschland und Europa erforderlich waren, und durch bestehende Beschränkungen für Im- und Exporte von Agrarprodukten in der Welt in Verbindung mit Importen von Futtermitteln bzw. Nahrungsmitteln ab den 70er Jahre des 20. Jahrhunderts zur Überproduktion landwirtschaftlicher Erzeugnisse in der EU (Milchseen, Fleischberge). Diese hatten und haben ihre Ursache u. a. auch darin, dass zur Vermeidung von zu hohen Zahlungsbilanzdefiziten wegen des Imports von Industrierzeugnissen viele Länder versuchen, Agrargüter in die EU und besonders nach Deutschland zu exportieren. Nahrungsgüter sind deshalb in der EU, besonders aber in Deutschland, sehr preiswert, was sich negativ auf das Einkommen der europäischen Bauern auswirkt, weshalb sie zusätzliche Zahlungen erhalten, die allerdings auch immer stärker an Umweltmaßnahmen gebunden werden (ohne diese Zahlungen würden fast alle Landwirtschaftsbetriebe mit Verlust arbeiten). Außer

dem wurden negative Wirkungen hoher Düngemittelgaben, insbesondere Stickstoff- und Phosphorverbindungen auf die Wasserqualität und von ersteren auf die Atmosphäre (Treibhauseffekt) sowie auch negative Wirkungen von bestimmten Pflanzenschutzmitteln, z. B. DDT, auf die Umwelt und schließlich den Menschen deutlich. Die EU-Agrarpolitik reagierte zur Beseitigung der Überschüsse und Verminderung von Umweltschäden mit Preissenkungen (Absenkung der sogenannten Interventionspreise, bei deren Unterschreitung der Staat Agrarprodukte aufkaufen musste), Zuteilung von Milch- und Zuckerrübenquoten (Liefermengengarantien, die aber nicht überschritten werden dürfen) auf die Betriebe, Verbot bzw. Begrenzung des Einsatzes bestimmter Pflanzenschutzmittel (PSM-Gesetz), Erlass einer Düngerverordnung zur Reduzierung des Nährstoffüberschusses nach der Ernte im Boden, Festlegung von Abstandsaufgaben beim Einsatz von PSM und Düngemitteln an Oberflächengewässern und Böschungen sowie Trinkwassereinzugsgebieten, Flächenstilllegung, Förderung weiterer Umweltschutzmaßnahmen. Auch der Export wurde zur Beseitigung der Überschüsse unterstützt, was aber inzwischen, von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen, eingestellt worden ist. Diese Maßnahmen führten dazu, dass die gegenwärtige konventionelle Landwirtschaft im Vergleich zur früheren die Umwelt viel weniger negativ beeinflusst. Erwähnt werden muss, dass die genannten EU-Verordnungen und EU-Gesetze in Deutschland besonders streng in nationales Recht umgesetzt und kontrolliert werden.

In der Landwirtschaft selbst entwickelten sich als Reaktion auf Überproduktion, niedrige Preise und die genannten negativen Auswirkungen des konventionellen Landbaus auf die Umwelt der integrierte und der ökologische Landbau (siehe dort). Weiterhin schlagen sich die globalen Umweltprobleme in der Förderung der Biogasproduktion (siehe ebenfalls dort) nieder.

Es ist in der näheren Zukunft auf Grund der zunehmenden Knappheit damit zu rechnen, dass der Ölpreis weiter steigen wird, weshalb u. a. die Kosten für Stickstoffdünger sich erhöhen werden. Unter diesem Gesichtspunkt dürften früher übliche Methoden, wie der verstärkte Leguminosen-Anbau zur Stickstoffbindung aus der Luft durch Knöllchenbakterien, auch wieder im konventionellen Landbau an Bedeutung gewinnen, was aus Umweltschutzgründen positiv zu bewerten ist, insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Vermeidung klimabeeinflussender Gase. Allerdings müssen auch in diesem Fall die Stickstoffflüsse genau analysiert und berücksichtigt werden, weil auch sie negative Wirkungen auf die Umwelt haben können. Der Nachteil des Anbaus von Körnerleguminosen (Erbsen, Ackerbohnen) besteht aber bisher aus landwirtschaftlicher Sicht in ihren niedrigen Erträgen im Vergleich zu Getreide und Raps. Es wäre ein großer Erfolg, wenn es durch Züchtung gelingen würde, Sorten der Sojabohne zu schaffen, mit denen unter den kühleren Klimabedingungen in Deutschland im Vergleich zu ihren Hauptanbaugebieten ansprechende Erträge zu erzielen wären.

In den Medien wird häufig konventionelle Landwirtschaft mit sogenannten Großbetrieben und Agrarfabriken gleichgesetzt. Das ist falsch. Jeder kleine oder

mittlere Landwirtschaftsbetrieb und Gärtner, der die üblichen Mineraldünger und Pflanzenschutzmittel einsetzt, wirtschaftet konventionell. Konventioneller Landbau kann folglich sowohl bäuerliche als auch industrieartig organisierte Landwirtschaft sein.

4. Ökologische (biologische, organische) Landwirtschaft

Der ökologische Landbau wird in Deutschland stärker gefördert als der konventionelle bzw. integrierte (siehe dort). Es werden Mittel für die Umstellung auf den ökologischen Landbau bereit gestellt. Die ökologische Landwirtschaft zielt auf die Anwendung naturschonender Produktionsmethoden ausgehend von den Erkenntnissen der Ökologie, des Umwelt- und des Tierschutzes. Sie verzichtet deshalb auf den Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel (wendet aber das schädliche Schwermetall Kupfer gegen pilzliche Erkrankungen an), auf Wachstumsförderer, leichtlösliche Stickstoff- und Phosphordünger und Gentechnik, wie sie in der konventionellen Landwirtschaft zum Einsatz kommen können bzw. könnten.

Den Erzeugnissen der ökologischen Landwirtschaft sollen vor dem Verkauf als Bio-Lebensmittel keine Geschmacksverstärker, künstliche Aromen oder Farb- und Konservierungsstoffe zugefügt werden (Was man auch für die konventionell erzeugten Produkte festlegen sollte!). Die ökologischen Landbau betreibenden Landwirte müssen sich an definierte Regeln halten, die je nach Verband etwas verschieden sind und kontrolliert werden. 2010 wurde 5,9 % der deutschen landwirtschaftlichen Fläche ökologisch bewirtschaftet, d. h. etwa 1 Million Hektar. Der Anstieg in den vergangenen Jahren ist außer der Förderung durch den Staat vor allem durch steigende Nachfrage und die höheren Preise für die Bauern für ökologisch erzeugte Agrarprodukte bedingt, die darin eine Chance für ihre weitere Existenz sehen.

In Entwicklungsländern, in denen wegen Kapitalmangels Mineraldünger bzw. Pflanzenschutzmittel nicht oder nur in geringem Maße angewendet werden können, entspricht die Landwirtschaft meist dem Typ des ökologischen Landbaus, ohne das entsprechende Zertifizierungen erfolgen. Eine Steigerung der Produktion ist hier vor allem durch verbesserte acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen anzustreben. Es sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass in Deutschland durch den Übergang von der Dreifelder- zur verbesserten Dreifelder- und Mehrfelderwirtschaft im 19. Jahrhundert bereits vor der Nutzung von Mineraldünger eine Steigerung der Produktion gelang. Entsprechende an die jeweiligen Standortverhältnisse angepasste Maßnahmen sind deshalb auch in den Entwicklungsländern erforderlich. Zur Sicherung der Welternährung sind folglich gegenwärtig zwei Strategien notwendig: Steigerung der Leistungen in den weniger entwickelten Ländern vorwiegend ohne hohen Kapitaleinsatz, in den Industrie- und aufstrebenden Schwellenländern vor allem mit diesem.

Das auf den ersten Blick überzeugende Konzept des ökologischen Landbaus hat in den Industrie- und Schwellenländern mit hoher Bevölkerung jedoch den Nachteil, dass auf Grund der niedrigeren Pflanzenerträge und Tierleistungen für die gleiche Produktionsmenge mehr landwirtschaftliche Fläche als beim konventionellen Landbau benötigt wird, die bis zum Doppelten oder sogar darüber hinaus reichen kann. Das hat erstens zur Folge, dass zum Teil die Vorteile für die Umwelt wieder aufgehoben werden und zweitens kaum ein wesentlicher Beitrag zur Sicherung der Welternährung geleistet werden kann. Das trifft sowohl auf die Pflanzen- als auch die Tierproduktion zu. Die folgende, aus einer englischen Untersuchung stammende, von Wikipedia entnommene Tabelle 3 veranschaulicht diese Problematik.

Tabelle 3: Die Ökobilanz pro Ertragseinheit der ökologischen Landwirtschaft im Vergleich zur konventionellen (konventionell = 100%)

| Produkt | Primärenergieverbrauch | Globales Erwärmungspotenzial | Pestizideinsatz | Schwermetalleintrag | Flächenbedarf |
|-----------------|------------------------|------------------------------|-----------------|---------------------|---------------|
| Brotweizen | 70 | 98 | 0 | 87 | 314 |
| Raps | 75 | 95 | 0 | 88 | 273 |
| Kartoffeln | 102 | 93 | 20 | 122 | 264 |
| Rindfleisch | 65 | 115 | 0 | 86 | 183 |
| Schweinefleisch | 87 | 89 | 0 | 94 | 173 |
| Geflügelfleisch | 132 | 146 | 8 | 341 | 219 |
| Eier | 114 | 127 | 1 | 113 | 224 |
| Milch | 62 | 116 | 0 | 50 | 166 |

Wenn die in der Tabelle aufgeführten Daten auf Grund der Vielfalt der Landwirtschaft auch nicht auf andere Standorte in Europa im Verhältnis 1 : 1 übertragen werden können, zeigt sie doch anschaulich die Tendenzen, denn ähnliche Ergebnisse sind auch in deutschen vergleichenden Untersuchungen zwischen konventionellen und ökologischem Landbau festzustellen. Außerdem weist auch die FAO darauf hin, dass bei extensiver Tierhaltung mehr klimarelevante Gase ausgeschieden werden als bei intensiver. Ökologischer Landbau, wie er heute betrieben wird, ist deshalb nicht ohne Weiteres als „gut“ und konventioneller generell als „schlecht“ zu bezeichnen. Abgesehen vom vermehrten Bedarf an Land, was ausgehend von der Welternährungssituation nicht positiv bewertet werden kann, schneidet insbesondere die als ökologisch bezeichnete Rind- und Geflügelfleisch- sowie Eierproduktion nicht gut ab. Hauptursache ist dafür, dass bei niedrigen Leistungen für die gleiche Produktionsmenge mehr Tiere gehalten werden müssen. Dabei verschlechtert sich auf Grund des höheren Erhaltungsbedarfs (Energie- und Nährstoffbedarf zur Erhaltung des Lebens ohne Leistung)

die Futterausnutzung erheblich. So benötigen z. B. zwei Kühe, die jeweils 5.000 kg Milch im Jahr geben, zusammen täglich eine Futtermenge von etwa 32,6 kg Trockenmasse, eine Kuh, die 10.000 gibt, nur etwa 21,3 kg, d. h. nur 65,3 % davon. Damit verbunden vermindert sich der Methanausstoß der Kühe. Das ist insofern von Bedeutung als Methan 25mal mehr zum Treibhauseffekt beiträgt als Kohlendioxid. Der Methanausstoß kann außerdem bei einem hohen Kraftfuttereinsatz (z. B. Getreide) gesenkt werden, wie Untersuchungen gezeigt haben. Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch, eine längere Lebensdauer der Kühe zu erreichen, da zur Reproduktion des Bestandes dann weniger Jungvieh gehalten werden muss, wodurch ebenfalls der Methanausstoß vermindert wird. Dass es sich nicht nur um theoretische Überlegungen handelt, zeigt ein Vergleich des Treibhausgasausstoßes in der Milchproduktion von Israel, Europa und Neuseeland. Auf Grund der höchsten Milchleistung in der Welt mit 11.667 kg je Kuh und Jahr beträgt dieser in Israel nur 80 % der europäischen und 40 % der neuseeländischen, gemessen in Kohlendioxid-Äquivalenten.

Niedrigere Milch- und Fleischleistungen sind allerdings bei Nutzung des Dauergrünlands zu tolerieren. Durch Wiederkäuer wird erstens das Grünland überhaupt erst für die menschliche Ernährung nutzbar gemacht, womit ein Beitrag zur Welternährung geleistet wird. Zweitens stellt Grünland auf Grund des höheren Humusgehaltes im Vergleich zum Ackerland eine wesentlich größere Kohlenstoffsänke dar.

In Modellrechnungen über die Vorteilhaftigkeit des ökologischen Landbaus wird z. T. ein anzustrebender geringer Fleischverbrauch von nur etwa 20 kg/Kopf der Bevölkerung unterstellt und damit seine Vorteilhaftigkeit gepriesen, was aber, wie oben dargelegt, eine unrealistische Annahme und damit unlauter ist, es sei denn, die Fleischpreise würden, aus welchen Gründen auch immer (siehe oben) um ein Vielfaches steigen. Beim wachsenden Import von Bioprodukten aus Südamerika, Indien und China ergibt sich außerdem die Frage, wie viel „Bio“ auf Grund der langen Transportwege bei uns noch ankommt.

Nicht genannt sind in Tabelle 3 allerdings Vorteile durch Humusanreicherung im Boden sowie der im Allgemeinen angenommene größere Beitrag zur Erhalt der Biodiversität (Artenvielfalt). Nach verschiedenen Untersuchungen weisen Böden bei ökologischem Landbau in der Tendenz höhere Humusgehalte auf. Die Anreicherung von Humus im Boden ist nicht nur für die Bodenfruchtbarkeit und damit für stabile und steigende Erträge von Bedeutung, sondern stellt auch eine Kohlendioxidsänke zur Verminderung des Treibhauseffektes dar. Bei entsprechenden Anstrengungen sind aber auch im konventionellen Landbau hierbei Fortschritte zu erzielen. Generell ist festzustellen, dass es hinsichtlich des ökologischen Landbaus noch viele offene Fragen für die Forschung gibt. So ist z. B. im Unterschied zur Mineralstickstoffdüngung noch wenig bekannt, wie sich alleinige organische Düngung auf Treibhausgase auswirkt.

In Europa mit seinem (zum Teil importierten) Überschuss an Nahrungsgütern erscheint es auf den ersten Blick sinnvoll, zumindest die Pflanzenproduktion

ökologisch zu betreiben. Europa hat jedoch mit seinen für die Landwirtschaft gut geeigneten klimatischen Bedingungen und Böden die Pflicht, bis 2050 und bei eventuell weiter wachsender Bevölkerung auch danach zur Sicherung der Welternährung einen wesentlichen Beitrag zu leisten und zu helfen, den Hunger zu überwinden. Das erfordert allerdings auch, das Welthandelssystem so weiter zu entwickeln, dass Überschüsse auch in die Orte des Bedarfs zu angemessenen Preisen geleitet bzw. an die Menschen, die sich keine Nahrungsmittel kaufen können, als Spenden kostenlos vergeben werden können.

Die Preisunterschiede zwischen Produkten des ökologischen und des konventionellen Landbaus rufen leider auch Betrüger auf den Plan, die konventionell erzeugte Produkte in ökologische umdeklariieren, um hohe Profite zu machen, wie jüngst im großen Stil bei bestimmten Produkten im Ausland geschehen. Obwohl diese Produkte auch nach Deutschland importiert werden, ist es erstaunlich ruhig im Blätterwald, während bei kleinsten Vorkommen im konventionellen Landbau dieser laut raschelt. Es kann jeder selbst darüber nachdenken, warum das so ist. Hierbei spielen zweifellos ideologisch motivierte Interessen und nicht die sachliche Beurteilung der Situation eine Rolle.

Letztlich muss jeder Bürger in den Industrieländern selbst entscheiden, welcher Art der landwirtschaftlichen Produktion er den Vorzug einräumt. Er muss sich nur darüber im Klaren sein, dass ein Schwarz-Weiß, wie häufig in den Medien dargestellt und von Vertretern des ökologischen Landbaus mit Vehemenz propagiert, nicht existiert und jede Fläche, auf der in Zukunft mögliche hohe Erträge nicht angestrebt werden, dazu beiträgt, dass weitere bisher nicht landwirtschaftlich genutzte Flächen für die Agrar- einschließlich der Biogasproduktion verwendet werden müssen, um den Hunger zu besiegen und den Energiebedarf in der Welt zu decken. In dem Maße, wie außerdem Mineraldünger immer mehr mit Hilfe von Wind- und Sonnenenergie gewonnen und wesentlich präziser eingesetzt wird, d. h. präziser, als das mit Stallmist und Gülle möglich ist, kann auch die Forderung, auf den Einsatz leichtlöslicher Mineraldünger zu verzichten, kaum noch begründet werden.

5. Integrierte Landwirtschaft

Bei der integrierten Landwirtschaft wird versucht, Erkenntnisse der Ökologie stärker in die konventionelle Landwirtschaft zu übernehmen. Ausgangspunkt dafür bildete der integrierte Pflanzenschutz, bei dem Pflanzenschutzmitteleinsatz und ökologische Maßnahmen kombiniert werden. Chemische Pflanzenschutzmittel werden erst angewendet, wenn das Auftreten eines Schädlings oder einer Krankheit einen bestimmten Schwellenwert überschritten hat, oder es werden nur die Außenseiten der Felder gespritzt, um das Einwandern von Schädlingen in den Bestand zu verhindern, weshalb größere Felder vorteilhafter sein können als kleine. Weiterhin werden biologische Bekämpfungsmethoden genutzt (Nütz-

linge gegen Schädlinge). Die integrierte Landwirtschaft strebt an, möglichst geringe negative Auswirkungen auf die Umwelt zu haben, ohne an die mit dem ökologischen Landbau verknüpften Beschränkungen gebunden zu sein (siehe auch unter Pflanzenschutzmittel). Unter Berücksichtigung der künftigen hohen Anforderungen an die Landwirtschaft hinsichtlich Ertragssteigerung und Umweltschutz stellt die integrierte Landwirtschaft den Weg eines vernünftigen Kompromisses dar. Viele konventionell wirtschaftende Betriebe nutzen bereits die Prinzipien der integrierten Landwirtschaft. Dabei gewinnt „precision farming“, die „Präzisionslandwirtschaft“, in Zukunft eine besondere Bedeutung (siehe dort).

6. Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen (Grüne Gentechnik)

Der Anbau gentechnisch veränderter (gv) Pflanzen im Rahmen der sogenannten Grünen Gentechnik stieg seit ihrer Einführung in der zweiten Hälfte der 90iger Jahre des 20. Jahrhunderts bis 2010, d. h. in 15 Jahren, von 0 auf 148 Millionen ha (siehe Tabelle 2), was etwa 10 % der gesamten Weltackerfläche (einschließlich Dauerkulturen) entspricht. 2009 waren es noch 134 Mio ha. Angebaut werden vor allem gentechnisch veränderte/r Sojabohnen (71 % der Sojabohnen insgesamt), Körnermais (29 %), Baumwolle (64 %), Raps (22 %) und Zuckerrüben (2009: 9 %). An der Spitze der Länder mit den größten Flächen mit gv-Pflanzen standen 2010 die USA mit 66,8 Mio ha. Es folgen Brasilien mit 25,4 Mio ha, Argentinien mit 22,9 Mio ha, Indien mit 9,4 Mio ha, Kanada mit 8,8 Mio ha und China mit 3,5 Mio ha.

In Deutschland werden auf Grund bestehender Verbote nur auf wenigen Hektar gv-Pflanzen für Forschungszwecke angebaut, in der EU insgesamt ist die Fläche im Vergleich zu den genannten Ländern sehr gering. Bevor auf die Gründe eingegangen wird, soll zunächst kurz die Erzeugung gentechnisch veränderter Pflanzen erläutert werden.

Alle Lebewesen verfügen in den Zellen über Gene, welche die Träger der Erbinformationen sind. Ihre Wirkung funktioniert in allen Lebewesen nach den gleichen Prinzipien, da sie alle miteinander verwandt sind. Werden Gene von einer Gruppe von Lebewesen in eine andere übertragen, was inzwischen technisch möglich ist (und auch in der Natur vorkommt), wird das Erbgut der letzteren verändert. Es ist nun möglich, Gene für höhere Erträge und bestimmte Inhaltsstoffe sowie Resistenzen gegen Trockenheit, Krankheiten, Schädlinge und Wirkungen von Pflanzenschutzmitteln zu übertragen, um Ertragsausfälle zu vermindern. Wird z. B. in den Mais ein spezielles Gen aus einem bestimmten Bakterium (*Bacillus thuringiensis*) eingebracht, so sterben die ihn bedrohenden Maiszünsler ab (Nützlinge sollen hingegen nicht beeinträchtigt werden), wodurch Ertragsverluste vermieden werden. Bei wissenschaftlich betreuten Ertragsvergleichen zwischen herkömmlichen Sorten und dem inzwischen verbotenen

Genmais in sächsischen Landwirtschaftsbetrieben in den Jahren 2006 bis 2008 lagen beim ersteren die Verluste zwischen 3 und 31 %. Eine Verminderung des Verlustes von mindestens 3 dt/ha erwies sich schon als rentabel, auch, weil auf Pflanzenschutzmittel verzichtet werden konnte. Außerdem verminderte sich die Menge an für die Haustiere schädlichen Schimmelpilzen, die sich durch Wegfall der Fraßstellen der Maiszünslerraupen an den Bt-Mais-Pflanzen nicht ansiedeln konnten. Nach FAO-Angaben werden weltweit jährlich 4 % der Maisernte durch Zünslerbefall vernichtet, was dem Nahrungsbedarf für 60 Mio Menschen entspricht.

Das Risiko des Anbaus gentechnikveränderter Pflanzen wird in Amerika und Europa offensichtlich völlig unterschiedlich bewertet. Die wichtigsten Argumente gegen den Anbau von gv-Pflanzen sind in Deutschland folgende:

- a) Gott verbietet den Eingriff in die Schöpfung.
- b) Gv-Pflanzen sind gesundheitsschädlich oder könnten es sein.
- c) Es kommt zu Einkreuzungen in die heimische Flora, die damit verändert wird.
- d) Gv-Pflanzen sind schädlich für die Fauna, insbesondere die Bienen.
- e) Es kommt zu Vermischungen mit anderem Saatgut, weshalb z. B. ökologischer Landbau nicht mehr möglich ist.
- f) Saatgutkonzerne machen die Bauern von sich abhängig.
- g) Das gleichzeitig verwendete Unkrautbekämpfungsmittel Roundup, gegen das der Mais und auch andere Kulturpflanzen immun gemacht worden sind, führt zum Aussterben von Unkräutern, im ökologischen Landbau Beikräuter genannt.

Dazu ist folgendes anzumerken:

- a) Das erste Argument erscheint für Christen aus ihrem Glauben heraus logisch. Christen lehnen aber die Anwendung von gentechnisch veränderten Bakterien zur Produktion menschlichen Insulins nicht ab, was ebenfalls ein Eingriff in die Schöpfung darstellt. Daraus folgt, dass diese Haltung widersprüchlich ist. Von führenden Wissenschaftlern, die sich mit der Welternährung der Zukunft befassen, wird deshalb gefordert, die Grüne Gentechnik aus religiösen, moralischen und ethischen Gründen nicht zu verteufeln, ebenso nicht die Technik des Klonens zur Vervielfältigung wertvoller Zuchttiere.
- b) Es ist natürlich prinzipiell nicht ausgeschlossen, dass durch die Übertragung von artfremden Genen in andere Pflanzen diese gesundheitsschädlich sein könnten. Deshalb sind vor der Freigabe von gv-Pflanzen zur Ernährung detaillierte Untersuchungen erforderlich, werden von Gegnern aber massiv be- oder gar verhindert (Zerstörung von Versuchsfeldern). Bisher gibt es keinen einzigen Hinweis, dass der Verzehr gentechnisch

veränderter Pflanzen irgendwelche negativen gesundheitlichen Auswirkungen auf den Menschen hat. Das gilt auch für Lebensmittel von Tieren, die mit gv-Soja gefüttert wurden.

- c) Das dritte Argument ist berechtigt und zwingt dazu, nur solche gv-Pflanzen anzubauen, die sich nicht in verwandte Arten von Kulturpflanzen und in der Natur einkreuzen können. Das ist der Fall, wenn solche gar nicht existieren, wie z. B. in Europa beim Mais. Sind aber solche Pflanzen vorhanden, ist eine Anbautechnologie zu entwickeln, welche die Erzeugung von fruchtbaren Pollen durch gv-Pflanzen verhindert (männliche Sterilität) und damit ihre Auskreuzung unterbleibt. Es könnte dann in Europa z. B. auch gentechnisch veränderter Raps angebaut werden.
- d) Es ist nicht auszuschließen, dass es zu bestimmten Auswirkungen auf Insekten (Nützlinge) oder auch andere Tiere kommen kann. Nach bisherigen Erkenntnissen dürften sie aber gering sein. Im Allgemeinen ist der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln mit höheren negativen Wirkungen verbunden. Auf sie soll jedoch gerade durch den Anbau von gv-Pflanzen verzichtet werden. Das immer wieder genannte Argument, das sich z. B. der Maiszünsler an das aus dem Bakteriengen stammende Gift anpassen könnte, ist zutreffend, so dass bei Neuzüchtungen von gv-Pflanzen immer wieder Veränderungen erforderlich sind. Das trifft allerdings in analoger Weise auch für alle Pflanzenschutzmittel zu, weshalb ständig neue Wirkstoffe entwickelt werden müssen.
Laborversuche haben gezeigt, dass gv-veränderte Maispollen keine schädlichen Wirkungen auf die Larvenstadien der Bienen und auch nicht auf die erwachsenen Bienen haben.
- e) Die Gefahr der Saatgutvermischung ist zwar real, wenn es nicht gelingt, Pollensterilität bei gv-Pflanzen zu erzielen. Durch die Festlegung und Einhaltung von Mindestabständen zu gleichen Kulturen mit nicht gentechnisch veränderten Pflanzen kann die Möglichkeit der Auskreuzung abgeschwächt, aber nicht generell verhindert werden. Das trifft besonders für Gegenden mit klein- und mittelbäuerlicher Struktur wie in Süddeutschland zu, weshalb sich gerade auch hier unter den Bauern der Widerstand gegen gv-Pflanzen-Anbau formiert hat, zumal die Haftungsregeln so formuliert sind, dass der Verursacher für Schäden haftet. Bei größeren landwirtschaftlichen Strukturen wie in Ost- und Norddeutschland ist diese Gefahr weniger gegeben. Es könnte aber auch eine solidarische Haftung eingeführt werden wie z. B. bei der Hagelversicherung.
- f) Das vorletzte Argument bezieht sich darauf, dass einerseits kein Nachbau durch Eigengewinnung von Saatgut mehr möglich ist, da dieses jedes Jahr neu gekauft werden muss, und andererseits nichtgenverändertes Saatgut vom Markt verschwindet. Hierzu ist anzumerken, dass bei heute vielfach verwendeten konventionellen Hybridsorten, die aus Inzuchtlinien gewonnen werden, Saatgut sowieso jährlich zuzukaufen ist, da dieses immer

wieder neu hergestellt werden muss. Diese Sorten gewinnen aber auf Grund der höheren Erträge immer mehr an Bedeutung. Die Abhängigkeit der Landwirte von den Saatgutfirmen nimmt damit unabhängig von der Größe der Betriebe zu (vgl. Pflanzen- und Tierzucht). Das kann man bedauern, aber kaum ändern. Das einzige Mittel dagegen ist die Förderung des Wettbewerbs der Saatgutkonzerne und -firmen untereinander, um nicht von einer Firma abhängig zu sein. Der Wettbewerb wird mit dem Widerstand gegen die Grüne Gentechnik jedoch gerade verhindert, so dass sich ein Konzern wie ein Monopolist benehmen kann.

- g) Das letzte Argument würde zutreffen, wenn Mais in Monokultur auf 100 % der landwirtschaftlichen Fläche angebaut würde. Das ist aber unter unseren Bedingungen keinesfalls zu erwarten bzw. wäre bei entsprechenden Entwicklungen in diese Richtung zu verbieten.

Es ist folglich eine Kombination von sozialen, religiösen, landwirtschaftlichen und Umwelt-Gründen, die Menschen zur Ablehnung des Anbaus von gv-Pflanzen bringt. Für die Sicherung der Ernährung in Europa müssen beim gegenwärtigen Stand gv-Pflanzen auch nicht unbedingt angebaut werden, obwohl z. B. der Anbau von gv-Mais und gv-Soja ökonomisch vorteilhaft sein kann und durch Senkung der Verluste Ackerfläche eingespart und für den Anbau anderer Kulturen bzw. die Bioenergiegewinnung, frei würde. Der Anbau von gv-Pflanzen ist in Zukunft besonders für die Gewinnung spezieller benötigter Inhaltsstoffe und für die Ertragssteigerung von Bedeutung.

Ein positives Beispiel, das allerdings auch von Gentechnik-Gegnern kritisiert wird, ist die Integration von Genen zur Carotinsynthese (für Vitamin A erforderlich, dessen Mangel zu Augenleiden in Asien bis zur Erblindung und zu Immunsystemmängeln führt) in den Reis, für den 2011 die ersten Feldtests in den Philippinen abgeschlossen wurden. Verbietet man generell den Anbau von gv-Pflanzen, gießt man gewissermaßen das Kind mit dem Bade aus und verschlechtert unsere Zukunftschancen. Die Fortschritte in der Genetik werden dazu führen, dass sich für die Grüne Gentechnik völlig neue Möglichkeiten ergeben, auf die Europa, um im internationalen Wettbewerb zu bestehen, nicht verzichten kann. Es ist deshalb darüber nachzudenken, wie die verschiedenen Arten der Landwirtschaft neben einander existieren können, ohne dass nicht tolerierbare Schäden auftreten.

Es ist in diesem Zusammenhang auch zu bedenken, dass auf den Gebieten, auf denen Deutschland führend in der Welt ist, wie z. B. im Maschinen- und Fahrzeugbau, in Zukunft eine harte asiatische Konkurrenz zu erwarten ist. Es ist nicht vorhersehbar, in welchem Maße Deutschland sich dann noch auf dem Weltmarkt behaupten kann und welche Konsequenzen sich für den Lebensstandard ergeben. So fördert z. B. China den Bau von Elektroautos mit 12 Mdr. € die Bundesrepublik plant 500 Millionen € Die bereits eingetretenen wirtschaftlichen Probleme bei der Solartechnik geben einen Vorgeschmack auf eine mög-

liche künftige Entwicklung. Es ist jedenfalls wirtschaftlich sehr leichtfertig, Firmen, die erfolgreich Forschung auf dem Gebiet der Grünen Gentechnik betreiben, in Deutschland zum Aufgeben zu zwingen und darauf auch noch stolz zu sein.

Die Autoren betrachten diese Ausführungen als Beitrag zum Dialog mit über moderne Züchtungsmethoden, wie dieser in der zur „Grünen Woche“ 2012 vorgestellten „Charta für Landwirtschaft und Verbraucher“ mit dem Ziel angestrebt wird, jene auch in Deutschland zu ermöglichen.

7. Intensive und extensive Landwirtschaft

Die Begriffe „intensive“ und „extensive“ Landwirtschaft werden häufig auf den Kapitaleinsatz pro Flächeneinheit bezogen. „Intensiv“ bedeutet einen hohen, „extensiv“ einen niedrigen Kapitaleinsatz. Die Intensität wird noch genauer gekennzeichnet, wenn auch die Arbeitsintensität, d. h. die Arbeitszeit je Flächen- oder Produkteinheit berücksichtigt wird. Es kann zwischen arbeitsextensiver kapitalextensiver Landwirtschaft (z. B. Mutterkuhhaltung, d. h. Kühe mit ihren Kälbern zur Fleischgewinnung auf der Weide), arbeitsintensiver kapitalextensiver Landwirtschaft (z. B. in Kleinbauernbetrieben der Entwicklungsländer), arbeitsextensiver kapitalintensiver Landwirtschaft (z. B. Milcherzeugung mit Melkrobotern) und arbeitsintensiver kapitalintensiver Landwirtschaft (z. B. Hopfenbau) unterschieden werden. Es ist generell festzustellen, dass der Kapitalbedarf je Hektar oder Tier bei größeren Betrieben geringer ist. Damit sinkt je Produkteinheit auch der Energiebedarf, was bei der Bewertung von Umweltwirkungen zu beachten ist. Für die Erzeugung der gleichen Menge an Produkten benötigt die intensive Landwirtschaft weniger Fläche. Sie ist deshalb für die Ernährung der Weltbevölkerung unverzichtbar. Die wachsenden Umweltprobleme erfordern jedoch, die intensive Landwirtschaft so umweltfreundlich wie möglich zu gestalten.

Hoher Kapitaleinsatz pro Flächeneinheit findet im intensiven Pflanzenbau außer in der Nutzung von Maschinen insbesondere in einem hohem Mineraldünger- und gegebenenfalls Pflanzenschutzmitteleinsatz seinen Ausdruck. Mit seiner Hilfe sollen hohe Erträge bei angemessenen Kosten erzielt werden.

Von intensiver Tierhaltung wird gesprochen, wenn viele Tiere je Flächeneinheit gehalten werden, was nur bei einem hohen Kapitaleinsatz möglich ist, von extensiver, wenn es wenige sind. Ökologische Viehhaltung ist eher extensiv, konventionelle kann extensiv oder intensiv sein. Nach einer Verordnung des Europäischen Parlamentes beginnt intensive Tierhaltung bei Anlagen von Geflügel für 40.000 Stück, bei Mastschweinen mit 2.000 Plätzen sowie bei 750 Sauenplätzen. Nach einer Schätzung der FAO stammten bereits im Durchschnitt der Jahre 2001 bis 2003 in der Welt aus der Intensivhaltung 6 % des produzierten Rind-, 55 % des Schweine- und 72 % des Geflügelfleisches sowie 60 % der

Eier. Die Intensivhaltung hat sich folglich zur Deckung des stark wachsenden Bedarfs an Fleisch und Eiern zu einem weltweiten Phänomen entwickelt. Vor allem auch in Asien hat sich die Intensivhaltung von Geflügel und Schweinen ausgebreitet, wobei die Bestände in den oft kleinen und kaum mechanisierten Betrieben nicht so groß sind wie in Europa. Intensivhaltung muss deshalb mit industriartiger Haltung nicht identisch sein.

Seit Anfang der 50er Jahre des vorigen Jahrhunderts wurden, beginnend in den USA, Antibiotika als Futterzusatz in der intensiven Geflügel- und Schweinemast zugelassen, da sie Infektionen vorbeugen und zu höheren Wachstumsraten führen. Negative Wirkungen, vor allem das Entstehen resistenter Bakterienstämme, hatten sich bei Analysen trotz Bedenken von Medizinern zunächst nicht ergeben. Später wurden jedoch Antibiotika-resistente Bakterien festgestellt, weshalb 2006 in der EU (1995 bereits in Dänemark) Antibiotika als Futterzusatz verboten worden sind. Sie dürfen jedoch nach wie vor bei akutem Auftreten von Infektionskrankheiten in Tierbeständen eingesetzt werden, was aus Gründen der Tiergesundheit und des Tierschutzes (die Alternative wäre die Tötung) auch erforderlich ist, aber ebenfalls zur Resistenzbildung bei Bakterien führen kann, die gegebenenfalls auf den Menschen übertragbar sind. Nicht alle vom Tier übertragenen Bakterien sind allerdings für den Menschen schädlich. Außerdem werden am oder im Fleisch vorhandene Bakterien beim Kochen oder Braten zerstört. Wenn auch heute eingeschätzt wird, dass der weit überwiegende Teil der Resistenzen im Humanbereich durch die zu leichtfertige Antibiotika-Anwendung beim Menschen (zu schnelle Verabreichung, in zu geringer Dosis und zu früher Behandlungsabbruch) bzw. die im Unterschied zu Holland ungenügende Kontrolle auf entsprechende Bakterien bei der Einweisung von Patienten in den Krankenhäusern bedingt ist, wird dem Problem große Aufmerksamkeit geschenkt. Es wird in Zukunft ein Monitoring-Programm zum Einsatz der Antibiotika eingerichtet, um eine Kontrolle zu erhalten und davon ausgehend entsprechende Schlussfolgerungen abzuleiten. Es sollten aber in Zukunft in der Tierproduktion nur Antibiotika eingesetzt werden, die nicht beim Menschen angewendet und außerdem verstärkt neue Medikamente für die Tierhaltung entwickelt werden.

Die häufig zum Teil auch polemisch geäußerte Meinung, dass Antibiotika nur in großen Tierbeständen eingesetzt würden, ist allerdings nicht richtig. Ihre Anwendung erfolgt unabhängig von der Betriebsgröße.

8. Industriartig organisierte (industrielle) Landwirtschaft

Industriartig organisierte Landwirtschaft bedeutet, dass mittels Mechanisierung und/oder Automatisierung (Nutzung von Maschinensystemen) eine große Menge von Produkten erzeugt wird. Sie ist im Allgemeinen mit hoher Kapitalintensität, Arbeitsteilung und Spezialisierung sowie einem geringen Arbeitsaufwand je

Produkteinheit verbunden. Industriartig organisierte Landwirtschaft kann konventionell, aber auch, wie vor allem Betriebe in Ostdeutschland beweisen, als ökologischer Landbau betrieben werden. Es kann aus dem Terminus „industriartig organisierte Landwirtschaft“ auch nicht ohne Weiteres auf die Betriebsgröße geschlossen werden. Im Allgemeinen wird sie zwar mit landwirtschaftlichen Großbetrieben in Verbindung gebracht, was aber nicht der Fall sein muss. Wenn z. B. viele landwirtschaftliche Klein- und Mittelbetriebe von einem Lohnarbeitsunternehmen ihr Getreide dreschen lassen, so findet industriartig organisierte Produktion statt.

Der Übergang zur industriartig organisierten Landwirtschaft ist in den Industrieländern durch technischen und biologischen Erkenntnisfortschritt sowie den internationalen Wettbewerb um Kosten- und Qualitätsführerschaft in der Landwirtschaft bedingt. Es handelt sich um einen gesellschaftlichen Prozess, dem sich die deutsche Landwirtschaft trotz Kritik von vielen Seiten, insbesondere von Seiten der Tierschützer gegen technologisch begründete optimale Tierbestandsgrößen (sogenannte Massentierhaltung), nicht entziehen kann.

Ein Beispiel für die Kritik ist diejenige an einem Stall mit 40.000 Masthähnchen. Ein solcher erscheint vielen aus den verschiedensten Gründen als unsinnig. Warum aber gerade 40.000? Technik und Wissenschaft sind heute so weit fortgeschritten, dass diese Zahl notwendig ist, um einer einzigen Person ein einigermaßen angemessenes Einkommen zu sichern. Der Lohn des Mästers beträgt je Hähnchen etwa 5 bis 8 Cent. 7,5 Cent als Mittelwert unterstellt, ergeben 3.000 € Bei einem achtmaligen Verkauf von Hähnchen im Jahr folgt daraus ein Bruttojahreseinkommen von 24.000 € d. h. 2.000 €/Monat. Das entspricht etwa der Größenordnung des Durchschnittsverdienstes je Arbeitskraft in der Landwirtschaft. Von der den oft in solchen Anlagen Tätigen unterstellten Profitgier kann folglich keine Rede sein. Tierschützer wenden sich dagegen, dass die Ställe zu hoch mit Tieren belegt sind. Hierbei wird übersehen, dass die Hähnchen die meiste Zeit ausreichend Platz haben und es erst in den letzten Tagen vor der Schlachtung enger wird. Es existieren gesetzlich festgelegte Grenzwerte, die nicht überschritten werden dürfen (und über die man aber natürlich streiten und sie auch ändern kann). Wird die Belegungsdichte aber vermindert, sinkt das Einkommen des Betreibers auf unter 2.000 €/Monat, was für eine Person mit Familie schon problematisch ist, und letztlich zur Konsequenz hat, einen weiteren derartigen Stall zu bauen. Bei aller Bedeutung des Tierschutzes, der „Menschenschutz“, die durch Arbeit ermöglichte Würde des Menschen, die lt. Grundgesetz unantastbar ist, sollte doch Vorrang haben. Das bedeutet natürlich nicht, dass nicht nach besseren Lösungen gesucht werden muss. Aber eine solche kann heute nicht mehr in der Freilandhaltung von 60 Millionen Masthähnchen und mehr bestehen.

Es soll hier angemerkt werden, dass Hähnchen im Vergleich zu anderen Tierarten mit dem geringsten Futteraufwand je kg gefüttert werden können und deshalb der Verzehr von Hähnchenfleisch in der Regel flächensparender und um-

weltfreundlicher ist als derjenige von anderen Fleischarten. Mit dem Verzehr von Hähnchen- anstelle von Schweinefleisch leistet der Verbraucher folglich einen Beitrag zur Sicherung der Ernährung in der Welt.

Ähnliche Berechnungen wie zur Hähnchen- können z. B. auch für die Eier-, Schweine- und Milchproduktion angestellt werden.

Bei reinen Ackerbaubetrieben ist zu beachten, dass beim erreichten Stand der Technik eine Person 200 und mehr Hektar bewirtschaften kann, so dass zu einem Familienbetrieb durchaus mehrere hundert oder mehr Hektar gehören können.

Es wird oft verkannt, dass auch die landwirtschaftlichen Großbetriebe mit mehreren hundert oder tausend Hektar landwirtschaftlicher Fläche bei konventioneller Landwirtschaft Maßnahmen für den Schutz der Umwelt durchführen und sich z. B. für die in ihrem Territorium lebenden Wildtierarten einsetzen, z. B. für Hasen, Rebhühner, Fasane und Lerchen. Außerdem gibt es z. B. Teilflächen, die weniger gut für die moderne Landwirtschaft geeignet sind, auf denen sich Umweltmaßnahmen besonders anbieten, z. B. Ansaat bestimmter Blütenpflanzen für Schmetterlinge und andere Insekten usw. Außerdem können bei entsprechender Förderung Windschutzstreifen und Hecken gepflanzt werden. Es ist deshalb sinnvoll, wenn Naturschützer und Landwirte zusammenarbeiten, um im Interesse einer hohen Produktion und des Umweltschutzes sinnvolle Kompromisse zu finden und nicht die Konfrontation in den Mittelpunkt gerückt wird. Statt die industriartig organisierte Landwirtschaft generell zu verdammen, sollte folglich wegen ihrer ökonomisch begründeten Zukunftsfähigkeit gemeinsam nach Wegen gesucht werden, wie sie umwelt- und tierfreundlicher gestaltet werden kann.

9. Bäuerliche Landwirtschaft

Die Anhänger der bäuerlichen Landwirtschaft in Deutschland sehen sich selbst als Gegenstück zur industriartig organisierten Landwirtschaft, d. h. weniger kapitalintensiv, weniger arbeitsteilig und weniger spezialisiert. Sie verweisen auf solche Merkmale wie Wertschöpfung in der Region und damit verbundene Transparenz in der Nahrungsmittelkette, geringere Verkehrsbelastung, bessere Versorgung mit frischen Produkten, umwelt- und tiergerechte Wirtschaftsweise, Kreislaufwirtschaft (siehe dort), Erhalt der Vielfalt der Kulturlandschaft, Sicherung des Einkommens statt Profitmaximierung, Beibehaltung des Subsistenzgedankens (Eigenversorgung), Übertragung des Betriebes an die nächste Generation u. a. „Bäuerliche Landwirtschaft“ wird als eine bestimmte mit der regionalen Kulturlandschaft verbundene Wirtschaftsweise verstanden. Es soll aber kein Gegensatz zwischen klein oder groß, konventionell oder ökologisch, Familienbetrieb oder Unternehmen konstruiert werden, wenn die formulierten Grundprinzipien eingehalten werden. In diesem Sinne betreiben auch eingetragene

Genossenschaften, in denen sich mehrere Familien zusammenschließen, um effizienter zu wirtschaften, bäuerliche Landwirtschaft, obwohl sie sich industrieartiger Methoden bedienen. Hieraus wird deutlich, dass eine Abgrenzung zwischen industrieartiger und bäuerlicher Landwirtschaft nicht immer einfach ist.

Die Zielstellungen der bäuerlichen Landwirtschaft sind verständlich, waren sie doch bereits früher zumeist für das bäuerliche Denken und Wirtschaften kennzeichnend (obwohl nicht alles so vorbildlich war, wie es heute oft dargestellt wird; die Autoren wissen das noch aus eigenem Erleben in ihrer Kindheit und Jugend). Trotzdem wird es immer schwieriger, das Ideal der bäuerlichen Landwirtschaft unter den heutigen europa- und weltweiten Wettbewerbsbedingungen zu verwirklichen. Von den 2,3 Millionen Landwirtschaftsbetrieben, die 1949/50 existierten, sind nur etwa ein Siebentel übriggeblieben. In manchen Dörfern gibt es nur noch ein oder zwei Bauern. Während nach der deutschen Einheit 1991 noch 653.800 Landwirtschaftsbetriebe existierten, waren es 2007 nur noch 374.500. Inzwischen hat ihre Zahl noch weiter abgenommen (bis 2010 um etwa 21.000) und diese Tendenz wird sich auch weiterhin fortsetzen. Denn es steigt nur noch die Zahl der Betriebe über 100 ha an, die Zahl darunter geht zurück. Bereits 2007 wurden von den 16,954 Millionen ha Landwirtschaftliche Fläche in Deutschland 8,845 Millionen ha von Betrieben über 100 ha bewirtschaftet, d. h. 52,2 %. Ganz gleich, wie man dazu steht, es nehmen damit auch die Elemente einer industrieartig produzierenden Landwirtschaft zu, da in größeren Betrieben diese sich anbietet, vor allem auch, wenn aus Kostengründen Kooperationsbeziehungen zu anderen Betrieben aufgenommen werden.

Der Rückgang der alten dörflichen Struktur führt dazu, dass in den Dörfern die meisten Bewohner keine Bauern mehr sind. Insbesondere Neubürger haben oft kein Verständnis für die Landwirtschaft, auch nicht für die bäuerliche, wie z. B. Prozesse wegen morgendlichen Krähens der Hähne zeigen. Vor allem sind sie wegen möglicher Geruchsbelästigungen gegen die Tierhaltung. Sie wollen zwar Fleisch essen, aber keine Tiere in ihrer Nähe haben. Setzen sie sich durch und Bauern geben deshalb die Tierhaltung auf, werden Arbeitsplätze vernichtet, was bei etwas Verständnis nicht notwendig ist. Bei einer Arbeitslosigkeit von etwa 3 Millionen Menschen können wir es uns nicht leisten, Arbeitsplätze willkürlich zu vernichten und sie auf diese Weise ins Ausland zu verlagern. Das ist insbesondere in Ostdeutschland von Bedeutung. Dort ging die Tierproduktion nach der deutschen Einheit auf ein Drittel zurück und der Tierbesatz je Hektar ist wesentlich geringer als in den alten Bundesländern. Es ist also aus landwirtschaftlicher Sicht Raum für Tierhaltung vorhanden, dessen Nichtnutzung viele Arbeitsplätze gekostet hat und kostet.

Um Konflikte zu entschärfen, ist eine Reinigung der Abgase aus größeren Rinder-, Schweine- und Geflügelanlagen bei Neubauten den Immissionsgesetzen entsprechend zu realisieren, bei vorhandenen Anlagen bei Notwendigkeit nachzurüsten. Allerdings können sich hierbei auch Konflikte zwischen Umwelt- und Tierschutz ergeben, wenn wegen tiergerechter Haltung der Auslauf ins Freie

gewährleistet oder wegen des hohen Luftbedarfs (bei Hochleistungskühen) Stallseiten geöffnet werden sollen. Hier sind vernünftige Kompromisse zwischen Umwelt- und Tierschutz anzustreben.

10. Precision Farming, Präzisionslandwirtschaft

Mit diesen Begriffen werden Verfahren bezeichnet, die erstens im Ackerbau die Boden- und Nährstoffunterschiede sowie unterschiedlichen Schädlingsbefall auf einem Feld (Schlag) berücksichtigen und bei der Düngung und Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln beachten und zweitens versuchen, den Zustand des einzelnen Tieres zu analysieren und bei der Haltung, insbesondere der Fütterung, in Betracht ziehen. Die Präzisionslandwirtschaft dient einerseits der Verbesserung des ökonomischen Ergebnisses, andererseits der Verminderung negativer Umwelteinflüsse durch die Landwirtschaft, da nur die unbedingt erforderlichen Mengen an Düngemitteln (insbesondere Stickstoff), Unkrautbekämpfungsmitteln (Herbiziden), Futter usw. und vor allem zum richtigen Zeitpunkt angewendet werden. Die nach Menge und Zeit genau mit der Entwicklung des Pflanzenbestandes abgestimmte Düngung ist für die Verminderung von Umweltschäden außerordentlich wichtig. Herbizide sind nur dort auszubringen, wo Unkrautpflanzen in einer Menge stehen, die zu Ertragsverlusten führen (siehe Maßnahmen zur Verminderung von Umweltschäden). Ähnlich ist es bei der Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten.

Die Präzisionslandwirtschaft ist im Ackerbau mit der sogenannten teilschlagbezogenen Bewirtschaftung verbunden. Die Positionen der Maschinen werden auf den Flurstücken mittels GPS gemessen, und die Maschinen wiederum erfassen mittels Sensoren Kennwerte und dokumentieren sie (z. B. aktuelle Versorgungssituation mit Stickstoff, Ertragserwartung) schon während der Bearbeitung. Diese Daten werden ausgewertet und die anschließenden Arbeitsgänge, z. B. die Aussaat und Düngung darauf abgestimmt. In jüngster Zeit kommen auch Satellitenaufnahmen zur Nutzung. So ist z. B. an der Farbe der Pflanzen der Nährstoffzustand zu erkennen. Gegenwärtig wendet jeder achte Landwirtschaftsbetrieb Elemente des präzisen Ackerbaus an, vor allem größere Betriebe, darunter industriartig organisierte, die aus wirtschaftlichen Gründen eher in der Lage sind, solche oder andere moderne Verfahren anzuwenden. Sie wirtschaften dann gegebenenfalls auch umweltfreundlicher als kleinere.

In der Tierhaltung geht es neben der Kennzeichnung der Tiere, Daten für die Fütterung u. a., auch darum, Erkenntnisse über das Wohlfühlverhalten der Tiere zu gewinnen, wofür z. B. Lautanalysen ausgewertet werden. Hinsichtlich der Fütterung rückt immer mehr die Frage in den Mittelpunkt, was unter dem Gesichtspunkt der Minimierung klimaschädlicher Ausscheidungen der Tiere gefüttert werden sollte.

11. Betriebsgröße

In den Medien wird sehr häufig der Eindruck erweckt, Kleinbetriebe seien gut, Großbetriebe (mit großen Flächen und/oder technologisch begründeten optimalen Tierbeständen) seien schlecht für die Menschen und die Umwelt. Dazu ist zunächst festzustellen, dass es in Deutschland in der Landwirtschaft keine offiziell definierten Grenzen für kleine, mittlere und große Betriebe in der Landwirtschaft gibt. Es können dafür verschiedene Kriterien herangezogen werden: die landwirtschaftliche Fläche (ha), die Anzahl der Beschäftigten, die produzierte Menge, die Stückzahl (bei Tierhaltung), der Umsatz.

In der Industrie gelten Betriebe bis 49 Beschäftigte und bis zu 1 Mio € Jahresumsatz als Kleinbetriebe. Gemessen an den Beschäftigten wären damit fast alle landwirtschaftlichen Betriebe in Deutschland Kleinbetriebe. Gemessen am Umsatz können je nach Produktionsprofil und Preisen Betriebe mit mehreren Hundert Hektar die Umsatzgrenze von 1 Mio € überschreiten und wären dann zu den mittleren Betrieben zu rechnen.

Der Jahresumsatz bei dem oben genannten Hähnchenstall beträgt etwa 530.000 € An der Industrie gemessen handelt es sich ebenfalls um einen Kleinbetrieb.

Die Industrie ist im Allgemeinen nicht flächengebunden. An einem Standort sind hohe Produktionskonzentrationen möglich. In der Landwirtschaft ist die Konzentration auf Grund der Bindung an die Fläche in der Regel begrenzt, weshalb die Kriterien der Industrie nicht ohne Weiteres angewendet werden können. Das gilt nicht nur für die Pflanzen-, sondern auch für die Tierproduktion, weil ausreichend Fläche zum Ausbringen von Dung und Gülle vorhanden sein muss. Nach der Landwirtschaftszählung 2010 lag der Durchschnitt der erfassten Betriebe bei 56 ha. Ein Viertel aller Betriebe gehört der Größenklasse von 20 bis 50 ha an. Die Zahl der Betriebe bis zur Größe von 100 ha sinkt und erst darüber steigt sie an, d. h. die Landwirtschaftsbetriebe werden größer. Von landwirtschaftlichen Großbetrieben kann aber erst gesprochen werden, wenn mehrere Hundert Hektar oder gar tausend bewirtschaftet werden.

Die gleiche Zählung ergab auch, dass in Deutschland die Hofnachfolge nur bei 30 % der über 45jährigen Hofbesitzer geklärt ist. Sie bewirtschaften aber immerhin 7,5 Millionen Hektar. Die Forderung, in der Landwirtschaft Deutschlands kleinbetrieblich zu produzieren, wirft deshalb die Frage auf, wer denn für diese Art der Produktion in Zukunft noch zur Verfügung stehen wird. Es dürfte sich kaum jemand finden. Man kann das bedauern, aber es ändert nichts am Sachverhalt. Diese Forderung veranschaulicht auch, dass sich die Vertreter solcher Auffassungen nicht über die Unterschiede der Landwirtschaft in Industrie- und Entwicklungsländern im Klaren sind, wo auch aus Mangel an anderen Beschäftigungsmöglichkeiten oft noch ein erheblicher Teil der Bevölkerung in der Landwirtschaft tätig ist.

12. Boden und Humus

Der Boden ist der oberste Teil der Erdkruste. Nach unten wird er von festem oder lockerem Gestein begrenzt, nach oben meist durch eine Vegetationsdecke sowie die Erdatmosphäre. Boden ist das mit Wasser, Luft und Lebewesen durchsetzte, unter dem Einfluss der Umweltfaktoren an der Erdoberfläche entstandene und im Laufe der Zeit sich weiterentwickelnde Umwandlungsprodukt mineralischer und organischer Substanzen, das in der Lage ist, höheren Pflanzen als Standort zu dienen. Landwirtschaftlich genutzter Boden bildet deshalb gemeinsam mit Wasser und Luft die wichtigste Lebensgrundlage für den Menschen und seine Nutztiere. Die oberste Schicht des Bodens ist der Mutterboden oder die Ackerkrume, d. h. jener Teil, der bearbeitet wird.

Boden ist deshalb vor Zerstörung zu schützen, sowohl im landwirtschaftlichen Produktionsprozess als auch durch Inanspruchnahme für andere Nutzungszwecke wie Siedlungs-, Industrie- und Verkehrsbauten. Leider ist festzustellen, dass in Deutschland nach wie vor Boden leichtfertig für die genannten Zwecke zur Verfügung gestellt wird (täglich gehen immer noch 77 ha verloren). Größere Sensibilität ist auch bei der Auswahl von Flächen für gesetzlich geforderte Ausgleichsflächen notwendig. Jeder Hektar, der der landwirtschaftlichen Nutzung entzogen wird, erschwert aber die Sicherung der Ernährung, die Überwindung des Hungers in der Welt oder fehlt als Kohlendioxidsenke und zur Biomasseproduktion. Der landwirtschaftliche Boden ist so zu behandeln, dass Wasser- und Winderosion weitestgehend verhindert werden. So ist z. B. an wassererosionsgefährdeten Stellen Grünland anzulegen. Bei Winderosion sind Windschutzhecken zweckmäßig. Eine entsprechende Förderung durch den Staat ist hierbei sinnvoll.

Die Qualität des Bodens, die Bodenfruchtbarkeit, wird vom Ausgangsgestein, aus dem er entstanden ist, dem Klima, dem Relief, dem Bodenwasser, der Vegetation, den Bodenlebewesen, der Zeitdauer seit dem Beginn seiner Entstehung (bei uns vor allem seit der letzten Eiszeit) sowie der Art und Weise der Nutzung durch den Menschen bestimmt. Von besonderer Bedeutung ist der Gehalt an Humus, der aus der organischen Substanz der abgestorbenen Lebewesen (pflanzliche und tierische) besteht.

Es wird zwischen Nährhumus, der aus den schnell abbaubaren organischen Stoffen besteht, und Dauerhumus unterschieden. In diesen wandeln sich die nur schwer abbaubaren Stoffe um. Der Humusgehalt beträgt auf Ackerböden nur wenige Prozent (in der oberen Schicht 1,8 – 2,5 %), bei Grünland zwischen 5 – 10 %, weil dort nicht gepflügt wird, was den Humusabbau bremst). Humus enthält für das Pflanzenwachstum notwendige Nährstoffe. Außerdem verbessert er die Porenverteilung und damit den Luft- und Wärmehaushalt sowie das Wasserhaltevermögen der Böden, stabilisiert grobporigere Aggregate (hilft u. a. gegen Verschlammung bei Regen) und stellt vor allem für Bodenlebewesen einen wichtigen Lebensraum dar, wodurch wiederum mehr Ausgangsstoffe für Humus

zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund und weiterer Maßnahmen zur Verbesserung des Bodenschutzes und zur Verminderung des Energieaufwandes hat sich in jüngster Zeit die pfluglose Bewirtschaftung (konservierende Bearbeitung) der Böden mehr und mehr verbreitet. Es wird nur die obere Bodenschicht gelockert. Es stellen sich aber auch dabei Probleme heraus. Diese beziehen sich u. a. auf den Pflanzenschutz (Mykotoxine im Ernteprodukt durch Anhäufung bestimmter Ährenerkrankungen bei Getreide, Infektionskette über nicht in den Boden eingearbeitete Maisstoppeln) und die Feststellung, dass nicht mehr genügend Nährstoffe in den durchwurzelten Bereich der unteren Krume (20 – 30 cm) gelangen, was sich negativ auf den Ertrag auswirken kann. Offensichtlich sollte standortabhängig doch in gewissen Abständen eine tiefere wendende Bodenbearbeitung mit einem Pflug erfolgen.

Humus stellt Nährstoffe langsam fließend zur Verfügung, wodurch eine kontinuierliche und langfristige Versorgung der Pflanzen gewährleistet wird. Allerdings kann im Allgemeinen nicht bei plötzlichem Bedarf, wie es bei schnellem Wachstum der Kulturpflanzen im Frühjahr erforderlich ist, durch Humus der Nährstoffbedarf gedeckt werden, woraus sich der Nachteil des ökologischen Landbaus in Bezug auf die Erträge ergibt und nicht generell zum Erzielen hoher Erträge auf Mineraldüngung verzichtet werden kann.

Bei den angebauten Pflanzen wird zwischen Humusmehrern und Humuszehmern unterschieden. Humusmehrer sind Gräser, alle Hülsenfrüchte, wie Klee, Lupinen, Erbsen und Bohnen. Stallmist-, Stroh- und Gründüngung sowie Gülle, Rückstände der Biogasgewinnung (Gärrest), Kompost und Klärschlamm (er muss frei von Schwermetallen sein!) wirken ebenfalls humusmehrend. Humuszehrer sind besonders Kartoffeln, Rüben, Silomais und in abgeschwächter Form Getreide und Ölpflanzen.

Der Landwirt hat dafür zu sorgen, dass bei seiner Wirtschaftsweise die Humusbilanz mindestens ausgeglichen, nach Möglichkeit aber positiv ist. Dieses Prinzip gilt sowohl für den ökologischen als auch den konventionellen Landbau.

In reinen Ackerbaubetrieben mit vorwiegendem Getreide- und Rapsanbau, wie er sich auf Grund der Marktanforderungen ausgebreitet hat, kann durch entsprechende Fruchtfolgemaßnahmen (siehe dort) die Humusbilanz ausgeglichener gestaltet werden. Schwierig wird es hingegen, wenn außerdem in größerem Umfang Silomais, der wegen seines relativ hohen Energiegehaltes zur Biogasgewinnung angebaut wird, in der Fruchtfolge steht. Ein zu hoher Anteil von Silomais an der landwirtschaftlichen Fläche ist wegen der Humusverluste und negativer Wirkungen auf die Biodiversität konsequent abzulehnen. Nach Analysen sollte 40 % der Fläche keinesfalls überschritten werden, wobei weniger besser ist. Es ist nach Wegen zu suchen, Mais zumindest zum Teil durch andere Pflanzenarten zu ersetzen, wobei sich eventuell verschiedene Hirsearten (Sorghum) anbieten.

Bei Betrieben mit Tierhaltung wirkt sich jeder Futterzukauf positiv auf die Humusbilanz aus, da die nicht verwertete organische Substanz über Stallmist oder

Gülle bei sachgemäßem Einsatz dem Boden zu Gute kommt. Bei starker Rinderhaltung mit Silomaisfütterung ist ebenfalls auf eine ausgeglichene Humusbilanz zu achten.

13. Düngung

Pflanzen brauchen eine Vielzahl von Elementen in unterschiedlicher Menge für das Wachstum. Außer Kohlenstoff (C), Sauerstoff (O), Wasserstoff (H), die aus der Luft bzw. dem Wasser stammen, sind das die im Boden enthaltenen Makroelemente (Elemente mit hohem Bedarf der Pflanzen) Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K), Schwefel (S), Magnesium (Mg) und Kalzium (Ca), wobei letzteres außerdem der natürlichen Versauerung des Bodens entgegen wirkt, und die Mikronährstoffe (Elemente mit geringem Bedarf) Eisen (Fe), Mangan (Mn), Bor (B), Zink (Zn), Kupfer (Cu) und weitere. Diese Elemente sind zwar im organischen Dünger enthalten, müssen aber zur Sicherung hoher Erträge gezielt auch über Mineraldüngung dem Boden und der Pflanze zugeführt werden. Mit Schwefel muss in den letzten Jahrzehnten u. a. deshalb verstärkt gedüngt werden, weil wegen der wesentlichen Verringerung der Abgasemissionen, vor allem in Ostdeutschland, nur noch in geringen Mengen Schwefel aus der Luft auf die Pflanzenbestände trifft.

Bis zum Einsatz von Mineraldünger stellten die organischen Dünger Mist (Exkremente und Stroh, seltener Sägespäne und ähnliches), Jauche (flüssige Exkremente – Urin und aufgeschwemmter Kot) und Gründüngung (Anbau von Pflanzen als Zwischenfrucht zur Bodenverbesserung) die wichtigsten Dünger für die Landwirtschaft dar. Oft reichten sie aber nicht, und es wurde deshalb zwischen Innen- und Außenrotationen unterschieden, wobei nahegelegene Felder mehr, weiter entfernte weniger gedüngt wurden, was sich selbstverständlich oft auch in den Erträgen niederschlug.

Mit dem Verzicht auf die relativ teure Strohernte kam es zur Verbreitung der Güllewirtschaft (ursprünglich in der Schweiz wegen Stroh mangels entstanden). Das Stroh wird auf den Feldern zur organischen Düngung belassen. Gülle besteht hauptsächlich aus Kot, Harn und in der Regel Wasser. Da sie kontinuierlich anfällt, aber nur zu bestimmten Zeiten zur Verhinderung von Nährstoffverlusten und Umweltschäden ausgebracht werden darf, sind geschlossene Güllelagerbecken mit genügender Lagerkapazität in den Betrieben erforderlich. Eine exakte umweltschonende Gülleausbringung, die jede Überdüngung vermeidet, ist ein Anliegen der Präzisionslandwirtschaft. Gülle entsteht bei der heute weit verbreiteten Haltung auf Spaltenböden vor allem bei der Rinder- und Schweinehaltung³, Mist hingegen bei der Schaf- und Geflügelhaltung. Es ist zunächst zu

³ Es gibt von Tierschützern Forderungen, Tiere wieder auf Stroh zu halten. Untersuchungen haben aber gezeigt, dass sich Schweine erst ab Temperaturen unter 10 ° C freiwillig auf Stroh legen, darüber ist es ihnen wohl zu warm.

untersuchen und zu bilanzieren, wie viel Nährstoffe im Boden und im organischen Dünger vorhanden sind. Sie sind durch Mineraldünger bis zur Deckung des jeweiligen ertragsorientierten Bedarfs der Pflanzen zu ergänzen. Durch die organische Düngung werden die Bodenlebewesen und Mikroorganismen gefüttert, welche die organischen Materialien des Bodens mineralisieren und pflanzenverfügbar machen. Die Nährstoffe stehen deshalb, von der Gülle abgesehen, erst nach einiger Zeit zur Verfügung. Mineralische Dünger sind meist direkt pflanzenverfügbar bzw. unterliegen nur chemischen Umwandlungsprozessen.

Aus Umweltschutzgründen sind exakte Nährstoffbilanzen aufzustellen. Es ist besonders darauf zu achten, dass möglichst kein leichtlösliches Ammonium in die Umwelt gelangt. Diese Gefahr besteht besonders bei Misthaufen und beim Ausbringen von Gülle aus Fässern mit Pralltellern zur oberflächigen Breitverteilung der Gülle. Es sollten deshalb Schleppschlauch- und Schlitzschuhverteiler genutzt werden, um sie direkt in den Boden einzubringen. Generell sind organische Dünger möglichst schnell in den Boden einzuarbeiten.

Verschiedenste Umweltschutzmaßnahmen (zeitliche und örtliche Ausbringungsverbote) haben dazu geführt, dass die früher eingetretene Nitratbelastung des Grundwassers wesentlich zurückgegangen ist. Aus Stickstoffverbindungen im Boden kann auch Lachgas (Distickstoffmonoxid) entstehen, das als Treibhausgas 300mal wirksamer als Kohlendioxid ist. Es wird besonders durch die Tätigkeit der Mikroorganismen bei Sauerstoffmangel im Boden hervorgerufen. Auch hierfür ist wichtig, dass durch eine exakte Bilanzierung Stickstoffüberschüsse unbedingt zu vermeiden sind.

Mineraldüngerproduzenten unternehmen durch Veränderungen der chemischen Zusammensetzung von Stickstoffdüngern verstärkt Anstrengungen, negative Umweltwirkungen, insbesondere durch Auswaschung der leichtlöslichen Nitrate in den Untergrund, zu vermindern.

Organische Dünger tragen, wie bereits dargelegt, zur Humusbildung bei. Das ist jedoch auch beim Mineraldünger der Fall, wenn auch indirekt. Höhere pflanzliche Erträge lassen auch entsprechend größere Mengen an nicht geernteten Reststoffen im und auf dem Boden zurück (z. B. Wurzeln, Stroh, Rübenblatt, Kartoffelkraut u.a.).

Der meiste Mineraldünger wird in China, Indien und den USA produziert und angewendet. China verbrauchte z. B. bereits 1999 zwölfmal mehr mineralischen Dünger als Deutschland.

Auf Grund der abzusehenden Verknappung des lebenswichtigen Phosphors auf Grund des Rückgangs der natürlichen Ressourcen besteht eine wichtige Aufgabe darin, ihn aus Stoffströmen (Abwasser, Klärschlamm, Gärrückstände, Schlacken u. a.) zurückzugewinnen.

14. Fruchtfolge

Unter Fruchtfolge versteht man die zeitliche Aufeinanderfolge (das Nacheinander) der angebauten Kulturpflanzenarten auf einer bestimmten Acker- oder Gartenfläche im Verlauf der Jahre bzw. innerhalb einer Vegetationsperiode (z. B. bei Zwischenfruchtanbau). Fruchtfolgesysteme haben sich zunächst durch empirische Erfahrungen und dann schließlich durch wissenschaftliche Erkenntnisse immer weiter entwickelt und haben einen erheblichen Anteil an der im Laufe der Jahrhunderte erreichten Ertragssteigerung zur besseren Versorgung der enorm gewachsenen Bevölkerungszahl. Wird Jahr für Jahr die gleiche Fruchtart angebaut, wird von Einfelderwirtschaft gesprochen, heute als Monokultur definiert, wie z. B. bei Roggen, Mais u. a. pflanzenbaulich möglich, wenn auch nicht zweckmäßig. Vielfältige Gründe sprechen für Fruchtfolgen, die mit einer Mehrfelderwirtschaft verknüpft sind, wobei zwischen Zwei-, Drei-, Vierfelderwirtschaft usw. unterschieden werden kann. In der frühmittelalterlichen Landwirtschaft herrschte die Zweifelderwirtschaft vor, wobei ein Feld mit Getreide bestellt wurde. Das andere lag brach, um wieder „zu Kräften“ zu kommen, d. h. durch Mineralisierung wieder Nährstoffe freizusetzen. Der Zwei- folgte die Dreifelderwirtschaft mit der Reihenfolge Wintergetreide (z. B. Winterroggen, Emmer, Winterweizen), Sommergetreide (z. B. Hafer, Hirse, Gerste) und Brache zur Erholung des Bodens, wobei Viehweide möglich war. Durch den Übergang von der Zwei- zur Dreifelderwirtschaft stieg die geerntete Getreidemenge, gleiche Erträge unterstellt, um 33 %. In der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts begann der Übergang zur verbesserten Dreifelderwirtschaft (Bebauung der Brache mit Rotklee und Hülsenfrüchten als Stickstoffsammler, Kartoffeln, Rüben) und Fruchtwechselwirtschaft (Wechsel zwischen Halm- und Blattfrucht), verbunden mit der Mehrfelderwirtschaft.

Der Anbau unterschiedlicher Pflanzenarten in einer gut durchdachten Fruchtfolge führt zu einer differenzierten Beanspruchung und Wiederbereitstellung von Humus und Nährstoffen und damit zu deren Erhalt (Nachhaltigkeit). Der Wechsel der Fruchtarten verhindert auch die zu starke Ausbreitung spezifischer Unkräuter, Pflanzenkrankheiten und Schädlinge sowie Ertragseinbußen durch Unverträglichkeitserscheinungen (z.B. Wurzelausscheidungen) gegen sich selbst bei einzelnen Pflanzenarten oder auch -gruppen. Oft sind mehrjährige Anbaupausen für bestimmte Kulturen notwendig, weil z. B. Nematoden als Wurzelschädlinge einer bestimmten Pflanzenart im Boden längere Zeit lebensfähig bleiben oder sich die Erreger von Pilzkrankheiten mehrere Jahre in Stoppeln und im Stroh erhalten können. Daraus ist zu erkennen, dass eine wissenschaftlich begründete Fruchtfolge Ertragsdepressionen weitgehend verhindern oder sogar zur Ertragssteigerung beitragen kann (z. B. durch stickstoffsammelnde Knöllchenbakterien der Hülsenfrüchte). Es wird deshalb auch von guten und weniger guten Vorfrüchten (Vorfruchtwert für die unmittelbar oder auch später folgenden Fruchtarten) gesprochen. Die Fruchtfolgegestaltung, lange Anbaupausen für

eine Pflanzenart, d. h. eine vielgliedrige Fruchtfolge, sinnvolle Aufeinanderfolge der Fruchtarten, Einbeziehung von Leguminosen, kann also in erheblichem Maße zur Erhaltung oder auch Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit beitragen. Durch die Begrenztheit der auf dem Markt stark nachgefragten pflanzlichen Produkte und durch Konjunkturschwankungen ist die Anzahl der ökonomisch anzubauenden Pflanzenarten (Getreide, Raps, Zuckerrüben) für den Landwirt relativ gering und auch nicht konstant. Das Problem besteht in Deutschland darin, dass die Erträge der Hülsenfrüchte (Erbsen, Ackerbohnen, Soja) im Vergleich zu denen von Getreide und Raps relativ niedrig sind, andererseits aber ein hoher Bedarf an Getreide und Ölsaaten existiert. Außerdem geht die Anzahl von Rindern und Schafen zurück, so dass weniger Futterpflanzen benötigt werden. Zusätzlich ersetzt Silomais wegen des höheren Energieertrages, des möglichen Imports von Soja als Eiweißträger und des Angebots von Stickstoff aus Mineraldünger zunehmend den Anbau von Klee, Luzerne, Erbsen, Ackerbohnen u. a. Auf diese Weise kann es zu sehr engen Fruchtfolgen, z. B. Raps – Weizen – Weizen, oder auch zu großflächigem Maisanbau kommen. Um das zu verhindern, gibt es in den Bundesländern unterschiedliche Förderprogramme, mit denen eine abwechslungsreichere Fruchtfolge gefördert und der damit oft verbundene Ausfall an finanziellen Erlösen kompensiert wird. Auch eine „Vermaisung“ der Landschaft muss verhindert werden, von der aber noch nicht gesprochen werden kann, wenn z. B. 20 oder 25 % Mais angebaut werden. Im ökologischen Landbau werden derartig enge Fruchtfolgen prinzipiell abgelehnt, u. a. deshalb, weil wegen des fehlenden Mineraldüngereinsatzes auftretende Ertragssenkungen nicht ausgeglichen werden können.

15. Kreislaufwirtschaft

In einer endlichen Welt sind Ressourcen beschränkt. Es sollen deshalb die eingesetzten Rohstoffe für die Produktion nach deren Gebrauch wieder vollständig zurückgewonnen werden, um sie erneut im Produktionsprozess zu verwenden. Es wird deshalb von Kreislaufwirtschaft gesprochen, die so weit wie möglich anzustreben ist. Vorbild ist die Natur, in der alles, was Lebewesen erzeugen, wieder in den Kreislauf zurückgeführt wird.

Abgesehen von unvermeidbaren Stoff- und Energieverlusten kann von Kreislaufwirtschaft in der Landwirtschaft nur bei vollständiger Subsistenzwirtschaft, d. h. vollständiger Eigenversorgung und Nutzung eigener tierischer Zugkräfte, gesprochen werden. Die Pflanzen dienen der Ernährung von Mensch und Tier auf dem Bauernhof und deren Exkremate und Abfälle aller Art werden auf das Feld zurückgebracht, womit sie wieder den Pflanzen zur Verfügung stehen, woraus sich der Kreislauf ergibt: Boden – Pflanze – Tier (und Mensch) – Boden. Ab dem Moment, wo Produkte und damit Nährstoffe und Energie den Hof verlassen und tierische Zugkräfte durch Traktoren verdrängt werden, wird die

Kreislaufwirtschaft des Betriebes unvollständig, es entstehen Lücken. Das ist aber heute der Normalfall. Nährstoffe und Energie müssen deshalb ersetzt werden. Dazu dienen Maßnahmen zur Erschließung von Ressourcen innerhalb und außerhalb des Betriebes. Je mehr es gelingt, das Verhältnis dieser beiden zugunsten der inneren zu gestalten, umso mehr erfolgt eine Annäherung an die Kreislaufwirtschaft. Dazu zählen unter anderem:

- a) Stickstoffgewinnung mittels in Symbiose mit stickstoffsammelnden Bakterien lebender Pflanzen (Hülsenfrüchte),
- b) Nutzung des Aufwuchses vom Grünland für Futterzwecke bei Stallhaltung, wobei die vom Tier ausgeschiedenen Exkremete (im Stall) dem Ackerland zu gute kommen. Das Erntegut des Grünlandes kann in Analogie zur Gründüngung auch direkt auf den Acker ausgebracht und eingearbeitet oder zur Kompostgewinnung für den Acker genutzt werden, wenn Betriebe viehlos wirtschaften.
- c) Nur Verkauf von Produkten zu Nahrungszwecken, nach Möglichkeit deshalb auch kein Verkauf von Stroh. Wird Stroh zur umweltfreundlichen Energiegewinnung genutzt oder verkauft, ist zu gewährleisten, dass auch ein umweltfreundlicher Ersatz erfolgt.
- d) Wahl eines günstigen Verhältnisses von Ackerland und Grünland, einer die Steigerung der Erträge unterstützenden Fruchtfolge, beides in Abstimmung mit dem Tierbestand (falls vorhanden), d. h. insgesamt eine Betriebsorganisation, die die Kreislaufwirtschaft unterstützt.

Die Kreislaufwirtschaft wird stark vom ökologischen Landbau für sich reklamiert, da leichtlösliche, von außen kommende Mineraldünger nicht angewandt werden dürfen. Da hinsichtlich der Erträge bei reinem betriebswirtschaftlichen Kreislauf Grenzen bestehen, werden dabei neue Vorstellungen entwickelt, die Kreislaufwirtschaft hin zu einem engeren Verbund von landwirtschaftlichen Betrieben und der Lebensmittel verarbeitenden Industrie, ja der Ökologischen Lebensmittelwirtschaft insgesamt zu erweitern, indem deren Abfälle wieder auf die Felder zurückgebracht werden.

Merkmale der Kreislaufwirtschaft werden aber auch im konventionellen (integrierten) Landbau realisiert, wenn alle nicht für die Ernährung benötigten Stoffe im Betrieb verbleiben. In dem Maße, wie es gelingt, Mineraldünger zunehmend mit Hilfe erneuerbarer Energie zu produzieren und diese auch für die landwirtschaftlichen und nichtlandwirtschaftlichen Antriebe in den Landwirtschaftsbetrieben zu nutzen, entsteht eine über den Betrieb hinausreichende Kreislaufwirtschaft, die den konventionellen (integrierten) Landwirtschaftsbetrieb in einen ökologischen Kreislauf einbezieht, gleichzeitig aber weitaus höhere Erträge als der bisherige ökologische Landbau garantiert. Unter Berücksichtigung weiterer ökologischer Maßnahmen (siehe unten) ergibt sich dann die Frage, ob ökologischer Landbau, wie er heute betrieben wird, dann überhaupt noch eine Berechtigung

gung hat und es zur Sicherung der Ernährung in der Welt nicht besser wäre, generell integrierten Landbau zu betreiben. Letztlich muss aber jeder Landwirt in Zukunft für sich selbst eine Entscheidung treffen, wobei die Marktverhältnisse diese natürlich beeinflussen werden.

16. Biogasproduktion

Biogas wird in Biogasanlagen in einem empfindlichen biologischen System durch bakterielle Vergärung von Biomasse, organische Abfälle bzw. speziell angebaute Energiepflanzen, gewonnen und ist brennbar. Der wichtigste Bestandteil des Biogases ist Methan. Biogas kann zur Wärme- und Elektroenergieerzeugung sowie zum Antrieb von Fahrzeugen genutzt werden. Durch den Einsatz von Biogas anstelle von fossilen Brennstoffen wird die Entstehung von Treibhausgasen vermindert.

In der Landwirtschaft bieten sich dafür wirtschaftseigene Dünger, vor allem Gülle, Pflanzenreste sowie der gezielte Anbau von für die Energiegewinnung geeigneten Pflanzen an. Der Biogasertrag schwankt je t Frischmasse bei Gülle etwa zwischen 25 bis 30 m² bei einem Methananteil von 60 bis 65 %. Die Biogasmenge ist besonders hoch bei Maissilage (etwa 202 m²), Grassilage (etwa 170 m²), Roggen-Ganzpflanzensilage (163 m²) bei einem Methangehalt von 52 bis 54 %. Den höchsten Methananteil haben Zuckerrübenschnitzel mit 72 %. Noch wenig untersucht ist die Kartoffel, die jedoch mit ihrem hohen Stärkegehalt auch für die Biogasproduktion geeignet erscheint. Das gewonnene Biogas ist von störenden Bestandteilen (Ammoniak, Schwefelwasserstoff) zu reinigen und kann dann in Blockheizkraftwerken zur Erzeugung von Elektrizität und Wärme verbrannt oder auch ins Erdgasnetz eingespeist werden. Biogasanlagen haben gegenüber Wind- und Sonnenenergieanlagen den Vorteil, dass sie kontinuierlich betrieben werden können.

Im September 2010 produzierten in Deutschland mehr als 5.000 Biogasanlagen Strom und Wärme. Die Strommenge reichte bereits aus, um etwa 10 % der deutschen Privathaushalte mit Ökostrom zu versorgen, für 2020 wird mit 20 % gerechnet. Am Jahresende 2012 sollen es 7100 Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 2780 Megawatt sein. Ende 2011 lieferten bereits 60 Anlagen Biogas ins Erdgasnetz.

Mittels gesetzlicher Regelungen zur Förderung der Biogasanlagen ist für die Landwirtschaftsbetriebe ein „zweites Standbein“ entstanden, was bei richtiger Nutzung im Vergleich zu den häufig schwankenden Agrarpreisen ein sicheres Einkommen ermöglicht. Gleichzeitig hat sich damit aber auch eine Konkurrenz um die Nutzung der Fläche für die Nahrungsmittel- oder Energieproduktion in den Betrieben ergeben. Das trifft auch bei Biogasanlagen im ökologischen Landbau zu, weil auch dort u. a. Maissilage als Substrat verwendet wird. Letzt-

lich werden in Zukunft die Preise für Agrarprodukte und Biogas dafür verantwortlich sein, für welchen Anteil sich die Bauern in ihrem Betrieb entscheiden werden. Generell können durch die staatliche Förderung der Biogaserzeugung Nahrungsgüter teurer werden. Zur Sicherung der Welternährung wäre es deshalb sinnvoll, außer gewerblichen nur landwirtschaftliche Abfälle für die Biogasproduktion zu nutzen.

Da Silomais die höchsten Biogasmengen liefert, erscheint es sinnvoll, so viel wie möglich davon anzubauen. Wie Untersuchungen zeigen, sollten 40 % der Ackerfläche jedoch keinesfalls überschritten werden, weil die Existenz von vielen auf dem Acker wildwachsenden Pflanzen, deren Gene unbedingt erhalten werden müssen, gefährdet wäre. Außerdem wirkt sich hoher Maisanbau, worauf ebenfalls bereits hingewiesen wurde, negativ auf den Humusgehalt der Böden aus.

Biogasgülle (Gärrest) steht ebenso wie unbehandelte Gülle als Dünger zur Verfügung, wobei die Geruchsbelästigung wesentlich geringer ist.

Über die Biogasgewinnung in der Landwirtschaft hinausgehend ist das Konzept der Bioraffinerie in der chemischen Industrie konzipiert. In Analogie zur Ölraffinerie sollen im Sinne eines integrativen Gesamtkonzeptes aus Biomasse aller Art eine Vielzahl von Stoffen und Energie gewonnen werden. Es sollen Nahrungs- und Futtermittel (z. B. Aminosäuren, Milchsäure), Chemikalien, Werkstoffe, Kraftstoffe, Biogas und Wärme erzeugt werden.

Unter dem Gesichtspunkt der Sicherung der Welternährung ergibt sich in diesem Zusammenhang auch die Frage, ob die Bioethanol-Produktion aus Getreide und Zuckerrüben sinnvoll ist. Laut Greenpeace verbraucht der Betrieb eines Fahrzeuges so viel Getreide wie zur Ernährung von 18 Menschen notwendig ist. Allerdings ist bei Nutzung von Zuckerrüben die Ethanol-Ausbeute mehr als doppelt so hoch wie bei Getreide. Hinzu kommt, dass in beiden Fällen Futtermittel, bei Zuckerrüben auch Vinasse (organisches Düngemittel) als Nebenprodukte erzeugt werden, für die deshalb keine weiteren Flächen benötigt werden. So bleiben z. B. in einem großen Werk, das 700.000 t Weizen (von etwa 100.000 ha) zu 260.000 m³ Bioethanol verarbeitet 260.000 t Eiweißfuttermittel übrig.

17. Pflanzenschutzmittel (PSM)

In den Medien werden Pflanzenschutzmittel häufig verteufelt, allein durch die ständige Wiederholung des Wortes „Pestizide“ (abgeleitet vom lateinischen Wort pestis, d. h. Seuche, Geisel) soll durch die Assoziation zur Pest der Eindruck entstehen, sie wären etwas ganz Schlimmes, obwohl Pflanzenkrankheiten mit ihnen gerade verhindert werden. Die Medien berichten nur, wenn mit PSM bedauerlicherweise einmal irgendwas schief gegangen ist (z. B. plötzliches Bienensterben), nicht aber darüber, dass wir ohne Pflanzenschutzmittel in der Welt weitaus größere Ernährungsprobleme hätten, als bereits schon existieren. Ohne PSM würden die Ertragsverluste durch Krankheiten und Schädlinge in Deutsch-

land über 50 % betragen, tatsächlich sind es aber „nur“ etwa 25 %. In tropischen Ländern sind sie mit 60 bis 80 % ohne PSM, bei Hauptkulturen wie Reis, Baumwolle und Kaffee oft noch darüber, wesentlich höher. Weiterhin ist zu beachten, dass u. a. der gezielte Einsatz von Fungiziden im Getreidebau verhindern kann, dass für Mensch und Tier durch spezielle Ährenerkrankungen (Fusariosen) giftige Stoffe gebildet werden, z. B. das Mykotoxin (Pilzgift) DON (Desoxynivalenol).

Als Pflanzenschutzmittel werden chemische oder biologische Wirkstoffe zur Bekämpfung von Unkräutern oder Schädlingen und Krankheiten an Pflanzen bezeichnet. Sie stören oder hemmen die Entwicklung der Schadorganismen oder töten sie direkt. Ähnliche Wirkstoffe dienen auch dem Vorratsschutz. Es dürfen nur solche Pflanzenschutzmittel angewendet werden, die gründlich auf ihre Wirkung und Nebenwirkungen geprüft sind und die bei sachgerechter Anwendung für Mensch, Tier und Umwelt unbedenklich sind. Dies ist in einem außerordentlich umfangreichen Zulassungsverfahren geregelt. Sollten sich bei der breiten Nutzung eines PSM trotzdem nach der Zulassung irgendwelche negativen Wirkungen herausstellen, die nicht vorherzusehen waren, wird der weitere Einsatz verboten. Ein vielen noch bekanntes Beispiel ist das Verbot des DDT, das u. a. zur Dünnschaligkeit und zum Bruch der Eier von Adlern führte. Die EU und insbesondere Deutschland hat in den vergangenen 25 Jahren die Risiken des Einsatzes durch strenge Maßnahmen für den Naturhaushalt wesentlich gesenkt, gemessen an bestimmten Kriterien um 50 bis 90 %. Es werden viel weniger negativ auf die Umwelt wirkende Stoffe verwendet, die Dosierung wurde gesenkt und die Präzision bei der Ausbringung durch neu entwickelte Verfahren wesentlich verbessert. Ganz entscheidend ist auch, dass heute jeder Anwender von PSM einen Sachkundenachweis erwerben muss, der in gewissen zeitlichen Abständen auf Lehrgängen zu erneuern ist. Bedauerlicherweise sind die Anforderungen an den Pflanzenschutzmitteleinsatz noch nicht in allen Regionen der Welt so streng wie in der EU geregelt, was insbesondere Entwicklungs- und zum Teil auch Schwellenländer betrifft.

Es erscheint zwar sinnvoll, nur biologische Maßnahmen anzuwenden, z. B. Fressfeinde gegen Schädlinge einzusetzen. Diese Maßnahmen reichen aber für hohe Erträge bei Weitem nicht aus, so dass chemische Mittel genutzt werden müssen. Auf Grund der Vielzahl von Schädlingen, Krankheiten und Unkräutern muss auch eine große Zahl von PSM vorhanden sein. Zurzeit sollen es etwa 800 in der Welt sein. Außer den bereits genannten Maßnahmen wird heute darauf geachtet, dass PSM möglichst schnell im Boden abgebaut werden. Wenn auch gewisse Restrisiken verbleiben und bestimmte PSM kurzfristig als Gifte auf Mikroorganismen wirken können, haben solche Schlagworte wie „Vergiftung der Böden durch Pflanzenschutzmittel“ keine wissenschaftlich begründete Grundlage, denn es dürften dann ja nur noch vergiftete Pflanzen oder gar nichts mehr wachsen. Es ist in diesem Zusammenhang auch zu beachten, dass die organische Düngung und die durch mineralische Düngung erhöhten Pflanzenrück-

stände das Bodenleben positiv beeinflussen. Auch im Grundwasser ist auf Grund der gültigen Bestimmungen relativ selten ein Überschreiten der strengen Grenzwerte festzustellen.

Pflanzenschutzmittel werden sowohl in Bezug auf die Schädlichkeit in der Umwelt als auch in Bezug auf die Gefährdung der Menschen bewertet. Hierbei ist die Gefahr für Personen, die unmittelbar mit Pflanzenschutzmitteln arbeiten, und den Verbrauchern von Nahrungsgütern zu unterscheiden. Erstere haben sich strikt an die Vorschriften zu halten, um mögliche Vergiftungen unbedingt zu vermeiden. Um den Verbraucher zu schützen, werden an Versuchstieren ermittelte Mengen, bei denen kein Schaden mehr festgestellt wird, nochmals durch Faktor 100 geteilt und als höchstzulässiger Gehalt für den menschlichen Verzehr festgelegt. Dieser darf nicht überschritten werden, was in der Praxis auf Grund von Kontrollen auch im Allgemeinen garantiert wird. Noch wenig erforscht ist allerdings, wie die Kombination verschiedener Pflanzenschutzmittel auf Mensch und Tier wirken kann, so dass hier weitere Forschungsarbeiten erforderlich sind. Sowohl Krankheitserreger und Schädlinge als auch Unkräuter können allmählich Toleranz oder sogar Resistenz gegen eingesetzte PSM-Wirkstoffe entwickeln, so dass diese mit der Zeit weniger wirksam oder gar unwirksam werden, so dass sie durch neue ersetzt werden müssen. Es ist deshalb auch zweckmäßig, PSM im Wechsel einzusetzen, damit eine Anpassung schwieriger wird.

Zur Verminderung negativer Wirkungen auf die Umwelt wurden auch die Prinzipien des oben bereits angesprochenen integrierten Pflanzenschutzes entwickelt:

- a) Im Mittelpunkt steht nicht mehr die Vernichtung von Schaderregerpopulationen, sondern ihre Regulierung auf das von Pflanzen tolerierbare Niveau, das in sogenannten Schadschwellen seinen Ausdruck findet. Solange diese nicht überschritten werden, erfolgt kein Einsatz von PSM. Dazu hat der Landwirt ständig Befallskontrollen in den Feldbeständen durchzuführen und die Hinweise des Pflanzenschutzwarndienstes zu berücksichtigen.
- b) Chemische Maßnahmen sind erst dann anzuwenden, wenn andere Methoden, d. h. biologische Maßnahmen oder mechanische Bekämpfungsmethoden, keine Aussicht auf Erfolg haben.
- c) Es sind agrotechnische und pflanzenbauliche Zusammenhänge wie Bodenbearbeitung, Fruchtfolge, Aussaatzeit, Bestandesdichte, Mikroklima, Schaderreger, Nützlinge usw. zu untersuchen und zu berücksichtigen.
- d) Es ist eine Balance zwischen Ökonomie und Ökologie anzustreben, und einseitige Orientierungen sind zu vermeiden.
- e) Durch ständige Verbesserung der Geräte zum Ausbringen von PSM ist heute eine sehr exakte Dosierung der Mittel gegeben. Bei vielen Geräten wird die Ausbringung durch Sensoren entsprechend der Befalls-Situation innerhalb eines Pflanzenbestandes gesteuert. Daran hat der Landwirt gro-

ßes Interesse, da nicht nur die Umwelt geschont wird, sondern auch seine Kosten gesenkt werden. Jedes PSM-Gerät muss turnusmäßig zum TÜV.

Der integrierte Pflanzenschutz hat wesentlich zum Erhalt vieler Insekten-, Spinnen- und anderer Populationen beigetragen, wobei kein prinzipieller Unterschied zwischen großen und kleinen Ackerflächen besteht. Integrierter Pflanzenschutz ist ein wichtige Maßnahme zum Erhalt der Artenvielfalt, zur Biodiversität.

18. Tiergerechte Haltung

In den Medien wird häufig davon gesprochen, dass eine tierartgerechte Haltung unserer Haustiere zu verwirklichen ist. Das ist praktisch unmöglich, da dann Haustiere wie Wildtiere gehalten werden müssten. Es sollte vielmehr von tiergerechter Haltung gesprochen werden. Der Landwirt hat dem Tier dabei eine Umwelt zu bieten, in der es sich wohl fühlt. Dazu gehört genug Wasser und Nahrung, saubere Umgebung, gute Behandlung und Ermöglichung gewisser arttypischer Verhaltensweisen (z. B. Scharren bei Hühnern). Die heutigen technischen Möglichkeiten erlauben die Realisierung dieser Forderungen in kleinen, mittleren und großen Betrieben. Wer z. B. einmal in einer Anlage mit 1000 Kühen war, die fast alle liegen und wiederkauen, auf den überträgt sich selbst ein wohlige Gefühl.

Es wird von Tierschützern auch gefordert, anstelle der Nutzung der Technik engere menschliche Beziehungen zum Tier zu ermöglichen. Das ist in den weiter wachsenden Beständen kaum möglich und aus der Sicht der Tiere, die sich an die Technik gewöhnen, wahrscheinlich auch kein Mangel, wenn eine tiergerechte Haltung verwirklicht ist. Weiterhin wird von Tierschützern verlangt, dass Tiere unbedingt in Freilandhaltung leben sollen. Darunter befinden sich, wie bekannt ist, Tierfreunde, die ihre Katze in der Wohnung halten und nichts Negatives dabei finden. Die Katze empfindet es aber auch nicht als schlecht, weil sie es gar nicht anders kennt, sofern sie seit der Geburt in der Wohnung gehalten wird. Erhält sie nämlich später die Möglichkeit, ins Freie zu gehen, kann sie ängstlich sein, geht nicht hinaus oder kehrt relativ schnell wieder zurück. So ähnlich ist es auch mit den in den Anlagen gehaltenen Nutztieren.

Die generelle Freilandhaltung großer Tierbestände, die für die Deckung des hohen Bedarfes an Nahrungsgütern notwendig sind, ist nicht zu verwirklichen. Gerade für Geflügel ist sie im Allgemeinen bei größeren Tierzahlen auch nicht zu empfehlen, da ihre Exkreme mit dem Boden vermischen und sich Parasiten ausbreiten können, was zu höheren Tierverlusten führen kann. Das trifft genauso auf die ökologische Tierhaltung zu. Bei einer Verringerung der gehaltenen Tierbestände können aber die Menschen nicht ernährt werden.

Bei der Nutzung solcher Begriffe wie „Massentierhaltung“ und „Agrarfabriken“ wird häufig gar nicht gefragt, wie die Tiere tatsächlich gehalten werden. Allein

die große Zahl wird als verwerflich angesehen. Dieser Standpunkt erinnert an die Zeit des Übergangs vom Handwerk zur Industrie, als dieser Weg gleichfalls verurteilt wurde. Das bedeutet natürlich nicht, dass keine weiteren Anstrengungen zur Verbesserungen der Tierhaltung in solchen Betrieben durch Entwicklung besserer Haltungssysteme zu unternehmen sind. Von einigen wenigen schwarzen Schafen, z. T. durch die Medien bekannt, abgesehen, die hart bestraft werden sollten, gibt es keinen Grund, gut geführte große Tierproduktionsanlagen zu verteufeln.

Die Tierhaltung ist aber auch bei ökologischer Haltung zu verbessern. So dürfen dort z. B. in kleineren Beständen im Unterschied zu den größeren in der konventionellen Landwirtschaft Kühe nach wie vor angebunden gehalten werden, wogegen aber in den Medien so gut wie kein Protest zu lesen oder zu hören ist.

Aus Diskussionen wissen die Autoren, dass manche Laien die Haltung von 100 Schlachtschweinen schon als „Massentierhaltung“ betrachten. Sauen bringen je Wurf 10 Ferkel und mehr zur Welt, wobei sie mehr als 2 Würfe/Jahr haben. Es werden folglich über 20 Ferkel je Sau im Jahr geboren und in der Regel auch aufgezogen. Ein Schwein wird in weniger als einem halben Jahr mit etwa 110 kg schlachtreif. Folglich benötigt man nur 5 Sauen für die Erzeugung von 100 Schlachtschweinen und 10 Sauen für einen durchschnittlichen Bestand von 100 Schlachtschweinen im Jahr. Bei einem Preis von etwa 1,40 €/kg ergibt sich ein Preis für ein 110 kg schweres Schwein von 154 € woraus ein Umsatz bei mehr als 100 Schweinen von über 15.400 € im Jahr folgt. Die Arbeitskosten betragen davon etwa 5 bis 10 %. Eine Person hätte folglich ein Bruttoeinkommen von 720 bis 1.540 €/Jahr, wovon sie keinesfalls leben kann, sofern keine weiteren Verdienstmöglichkeiten bestehen. Eine Person muss folglich für mehrere tausend Schweine verantwortlich sein. Wird auf den Bau von Anlagen für die Haltung Schweinen in dieser Größenordnung in Deutschland aus Umwelt- und/oder Tierschutzgründen verzichtet, wie durch Klagen von Gegnern angestrebt wird, werden jene im Ausland gebaut, wo die Umweltschutzaufgaben häufig wesentlich niedriger sind, und das Fleisch von dort importiert. Für den Umweltschutz wird dadurch nichts gewonnen, ganz im Gegenteil. Ein treffendes Beispiel dafür ist die vorschnelle Umsetzung des EU-Verbotes der Käfighaltung bei Hühnern in Deutschland (2010) im Vergleich zu anderen EU-Ländern (ab 2012, in 14 Ländern aber bis heute trotz EU-Beschluss nicht erfolgt). Als Folge ging in Deutschland die Eierproduktion zurück und mit ihr auch die Zahl der Arbeitsplätze. Die fehlenden Eier, vor allem die für die industrielle Verarbeitung, kommen nun aus dem Ausland, in der Regel aus der Käfighaltung. Sie werden zwar als „illegale Eier“ bezeichnet, aber verwendet werden sie trotzdem.

Oft wird kritisiert, dass kein Betreten von großen Anlagen durch Fremde, ja nicht einmal eine Einsichtnahme von außen möglich ist. Dafür gibt es hygienische und produktionstechnische Gründe. Erstens muss verhindert werden, dass von Betriebsfremden Keime eingeschleppt werden (Man denke an die Vogel- und Schweinegrippe!). Zweitens gibt es häufig ein Lichtregime, das durch Fens-

ter außer Kraft gesetzt würde. In Anbetracht der Kritik an solchen Anlagen, sollte jedoch nach Möglichkeiten gesucht werden, wie von außen Einsicht genommen werden kann, z. B. mittels spezieller Fenster, die bei Bedarf auch verdunkelt werden können. Ebenso ist es, wie bereits angesprochen, notwendig, zu einer Abgasreinigung aus Tierproduktionsanlagen zu kommen, um die Geruchs- und Staubbelästigung sowie den Austritt umweltschädlicher Gase wesentlich zu verringern.

19. Pflanzen- und Tierzucht

Die heutigen hochleistungsfähigen Pflanzensorten und Tierrassen sind das Produkt der Züchtung und konnten auf Grund der Erkenntnisse über den Einfluss von Vererbung und Umwelt herausgezüchtet werden. Die bereits erfolgte Entschlüsselung der Genome, d. h. aller Erbfaktoren, wird dazu beitragen, sowohl Pflanzen- als auch Tierzucht wesentlich zielgerichteter zu betreiben. Das gilt sowohl in Bezug auf Erträge und Leistungen, als auch auf solche Faktoren wie Langlebigkeit, Widerstandskraft gegen Krankheiten und Schädlinge u. a. Bei der Züchtung auf Ertrag bzw. Leistung ist es in der Vergangenheit oft der Fall gewesen, dass zumeist unbewusst andere wichtige Eigenschaften nicht oder nur ungenügend berücksichtigt worden sind, da die genetischen Zusammenhänge nicht bekannt waren. Das betrifft die bereits angesprochenen Merkmale wie Langlebigkeit und Widerstandskraft, aber auch Geschmack der Produkte, Vitamingehalt u. a. Deshalb ist auch der Erhalt alter Pflanzensorten und Tierrassen von besonderer Bedeutung, da sie nicht nur ein wertvolles Kulturgut sind, sondern über Gene verfügen können, die in modernen Zuchten verlorengegangen sind und wieder gebraucht werden können.

Die Entschlüsselung der Genome und die damit verbundenen Erkenntnisse über den Einfluss von Erbfaktoren erlauben Ertrag/Leistung und Gesundheit von Pflanzen und Tieren in ihren Zusammenhängen besser zu verstehen und bei der Züchtung zu berücksichtigen. Es wird in diesem Zusammenhang u. a. die sogenannte genomische Zuchtwertschätzung zum Auffinden der besten Zuchttiere angewendet. Diese Methode hat sowohl für die Züchtung von Tieren für den konventionellen als auch ökologischen Landbau Bedeutung.

Auf Grund ihrer Bedeutung soll hier kurz nochmals auf die Hybridzucht hingewiesen werden. Die Hybridzucht nutzt seit Jahrzehnten den sogenannten Heterosiseffekt (Mehrertragseffekt), der bei Kreuzungen auftreten kann. Dabei werden zum Teil durch mehrere Generationen mittels Inzucht erzeugte Individuen (bei Pflanzen, z. B. bei Mais, Roggen) bzw. Blutlinien (z. B. bei Hühnern, Schweinen) gekreuzt. In der Pflanzenzucht (aber zumeist auch in der Tierzucht) kann das Verfahren nur noch von großen Zuchtgesellschaften realisiert werden, weshalb die Bauern das Saatgut jährlich neu kaufen müssen. Die Hybride würden bei Wiederaanbau (Nachbau) entsprechend den bekannten Mendelschen Regeln

in Richtung ihrer weniger leistungsfähigen Eltern aufspalten. Demzufolge macht sich der Zukauf neuen Saatgutes in der Regel aber durch höhere Erträge bezahlt. Die erste Pflanzenart, bei der sich die Hybridzucht durchsetzte, war der Mais, und zwar in den USA. Die Erträge konnten wesentlich gesteigert werden. Es ist z. B. wenig bekannt, dass im Zweiten Weltkrieg der Hybridmais wesentlich zur deutschen Niederlage in Russland beitrug, weil die USA dadurch Getreide exportieren und somit die Ernährung in der Sowjetunion mit sichern konnten. Es ist außerdem interessant, dass anfangs in den USA über den Hybridmais als Nahrung ähnlich diskutiert wurde wie in der Gegenwart bei uns über den möglichen Verzehr von gv-Pflanzen und Klontieren.

Die Hybridzucht hat wesentlich dazu beigetragen, dass die Erträge bei Mais stärker angestiegen sind als bei Weizen, bei dem eine breite Anwendung noch aussteht. China baut heute schon auf mehr als 50 % seiner Fläche Hybridreis an. Hohertragreiche Hybridsorten erfordern allerdings auch einen höheren Düngereinsatz. Wenn dieser nicht bereit steht (weil z. B. arme Bauern in Entwicklungsländern keinen Mineraldünger kaufen können), ist auf den Anbau der teureren Hybridsorten in der Regel zu verzichten, da das vorhandene Ertragspotential nicht ausgeschöpft werden kann.

Auf die Nutzung von gv-Pflanzen soll an dieser Stelle nicht noch einmal eingegangen werden (siehe oben).

Noch ein Wort zum Klonen von Pflanzen und Tieren und ihre Bedeutung für die Zucht: Klonen bedeutet die Herstellung von genetisch identischen oder annähernd identischen Individuen. Im Pflanzenbau werden Klone schon seit Urzeiten durch vegetative Vermehrung erzeugt. Eine Kartoffelpflanze erzeugt genetisch identische Knollen, die wieder ausgepflanzt und somit vermehrt werden. Demzufolge ist jede Kartoffelsorte ein Klon. Genau so ist es bei der Nutzung von Stecklingen im Obst- und Weinbau. Die neuerdings zu hörende Ansicht, niemals Klone essen zu wollen, zeugt, so allgemein gesprochen, nicht gerade von großer Sachkenntnis. Gemeint sind damit wohl aber Haustiere, die durch das sogenannte reproduktive Klonen, das vom therapeutischen Klonen zu unterscheiden ist, erzeugt worden sind.

Beim reproduktiven Klonen zur Erzeugung annähernd identischer Haustiere wird wie folgt vorgegangen: Aus einer Körperzelle (z. B. aus dem Euter) eines züchterisch wertvollen Tieres (nur für dieses lohnt sich das Klonen überhaupt) das geklont werden soll, wird der Zellkern, der fast alle Erbinformationen enthält, entnommen und in eine Eizelle eingebracht (somatischer Zellkern- oder Nucleustransfer genannt), welcher vorher der Zellkern (samt seiner genetischen Informationen) entnommen worden ist. Zur weiteren Entwicklung der Eizelle wird nun entweder ein Stromstoß oder ein chemischer Stimulus genutzt. Die Eizelle teilt sich zunächst in zwei Zellen, diese wiederum, so dass vier Zellen entstehen und so fort. Spätestens bei acht Zellen (Achtzellstadium) erfolgt eine Einpflanzung in die Gebärmutter einer Leihmutter (die geschlechtliche Befruchtung wird umgangen), die, wenn alles funktioniert, den Klon gesund zur Welt

bringt. Da die Eizelle auch außerhalb des Zellkerns Erbinformationen in den sogenannten Mitochondrien enthält, ist es nicht möglich, ein Tier herzustellen, das dem zu klonenden Tier völlig identisch ist, es sei denn, Körperzelle und Eizelle stammen vom gleichen Tier (nur beim Klonen weiblicher Tiere möglich). Deshalb muss es auch nicht genau so aussehen und genau dessen Leistungen erbringen, zumal auch Umwelteinflüsse durch die Leihmutter nicht auszuschließen sind.

Beim therapeutischen Klonen dient hingegen das Achtzellstadium als Ausgangspunkt für eine mögliche Zucht von Gewebe, nicht von Individuen. Auf diese Weise soll in der Medizin Gewebe für geschädigte Organe (im Sinne organischer Ersatzteile) gezüchtet werden. Der von Tierschützern geäußerte Wunsch, keine Tiere zu essen, damit sie nicht getötet werden müssen, sondern in Zukunft Fleisch aus Gewebevermehrung zu erhalten, könnte hiervon ausgehend Wirklichkeit werden.

Bei den bei uns üblichen Haustieren ist das Klonen gelungen. Das erste geklonte Haustier war das Hausschaf „Dolly“ (1996). Heute wird u. a. versucht, Zuchtpferde zu klonen, die einen hohen sportlichen Erfolg hatten, um diesen zu wiederholen (erstmalig 2003). Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat, wie schon in den Jahren vorher, im September 2010 eine Erklärung zum Erkenntnisstand des Klonens von Nutztieren abgegeben. Sie enthält im Wesentlichen drei Punkte:

- Die Sterblichkeitsraten und die Zahl der Tiere, die mit Entwicklungsanomalien geboren werden, sind bei geklonten Tieren höher als bei herkömmlich gezüchteten Tieren.
- In Bezug auf die Lebensmittelsicherheit liegen keine Hinweise vor, dass Unterschiede bei Fleisch und Milch von Klonen und ihren Nachkommen gegenüber dem Fleisch und der Milch von herkömmlich gezüchteten Tieren bestehen.
- Informationen über das Klonen von anderen Arten als Rindern und Schweinen sind immer noch begrenzt und daher kann derzeit eine Risikobewertung nur für diese beiden Arten vorgenommen werden.

In den USA existieren bereits mehrere Tausende geklonter Schweine und Rinder mit Millionen von Nachkommen. In den Handel kommt im Allgemeinen nur das Fleisch von letzteren, da die Klontiere selbst sehr teuer sind. Eine Kennzeichnung von Produkten aus Klontieren und ihren Nachkommen ist in den USA nicht erforderlich. In Europa sind es vor allem ethische Gründe, die gegen das Klonen der Tiere ins Feld geführt werden, darunter die genannten höheren Sterblichkeitsraten und Anomalien. Amerikanische Tierzüchter rechnen jedoch damit, dass sich diese Situation mit zunehmenden Erkenntnissen verbessern wird.

Ob sich das Klonen als Zuchtverfahren auf die Dauer durchsetzen wird, ist heute aus wissenschaftlicher Sicht nicht eindeutig zu beantworten, da mittels der genomischen Zuchtwertschätzung eventuell ein größerer Zuchtfortschritt möglich erscheint.

20. Maßnahmen zum Umweltschutz in Landwirtschaftsbetrieben

Auf längere Sicht sind folgende Maßnahmen erforderlich:

1. Konsequente Präzisionslandwirtschaft in Pflanzen- und Tierproduktion.
2. Biogasgewinnung auf der Grundlage von Gülle und Grünlandaufwüchsen, sofern dieses nicht von Tieren genutzt wird. Der Anbau von Mais für die Erzeugung von Biogas muss begrenzt werden und zum Teil durch Pflanzen ersetzt werden, die weniger humuszehrend und für die Biodiversität vorteilhaft sind (Zwischenfrüchte und andere auf ihre Eignung noch zu prüfende Pflanzenarten, wie z. B. spezielle Hirsearten u. a.).
3. Übergang zur Energiewirtschaft auf der Grundlage erneuerbarer Energien, z. T. mit Biogasanlagen, Windrädern und Solarkollektoren, in den Landwirtschaftsbetrieben.
4. Einsatz von Elektromotoren und/oder (Bio-)Gasmotoren für Traktoren und selbstfahrende Landmaschinen.
5. Humusaufbau bzw. Verhinderung von Humusabbau durch ständige Begrünung des Ackers einschließlich Gründüngung, Anbau von Hülsenfrüchten, Förderung stickstoffsammelnder Bakterien. Die beste Lösung wäre, wenn es mittels gentechnischer Methoden gelänge, zwischen Getreide und stickstoffsammelnden Bakterien eine Symbiose zu ermöglichen. Dann könnte die energieaufwendige Stickstoffdüngerproduktion wesentlich eingeschränkt werden.
6. Konservierende Bodenbearbeitung, um Humusabbau zu vermindern. Es können jedoch Nachteile bei der Schädlingsbekämpfung und ein Nährstoffmangel in der Unterkrume auftreten, worauf zu reagieren ist.
7. Weiterentwicklung der Methoden der biologischen Schädlingsbekämpfung und umweltgerechterer chemischer Pflanzenschutzmittel.
8. Weiterentwicklung der Mineraldünger zur Verminderung von schädlichen Umweltwirkungen.
9. Erforschung und Anwendung von Maßnahmen zur Senkung klimaschädlicher Ausscheidungen der Tiere.

10. Abscheiden von klimaschädlichen Gasen bei größeren Rinder-, Schweine- und Geflügelställen, um deren Austritt in die Umwelt zu verhindern. Allerdings können sich hierbei Widersprüche zur tiergerechten Haltung ergeben, wenn Tiere Auslauf haben sollen.
11. Bei Milchrindern ist verstärkt auf Langlebigkeit zu züchten, um die Zahl der aufzuziehenden Jungtiere für die Reproduktion der Bestände zu vermindern.
12. Erreichen hoher Leistungen bei der Milch- und Fleischproduktion durch Züchtung und Haltung, um die Zahl der unbedingt notwendigen Tiere insgesamt so gering wie möglich zu halten, wodurch der Energieaufwand und die Umweltbeeinflussung je Produkteinheit verringert werden.

In diesem Sinne sollte der neuerdings häufig benutzte Begriff „Agrarwende“ verstanden werden. Es ist jedoch falsch, ihn als Synonym für den bisher praktizierten ökologischen Landbau zu verwenden, der von ihren Vertretern zur weltweiten Anwendung empfohlen wird. Wir hätten sonst eine Agrarwende mit vielen Hungertoten in der Welt. Anzustreben ist deshalb vielmehr, auch wegen des Bedarfs an landwirtschaftlichen Flächen zur Gewinnung von Bioenergie, eine intensive ökologisch geprägte, d. h.

intensive nachhaltige Landwirtschaft

die den biologisch-technischen Fortschritt nutzt.