

DIE QUALITÄT BIOLOGISCH ERZEUGTER LEBENSMITTEL

Umfassende Literaturrecherche zur Ermittlung potenzieller Vorteile
biologisch erzeugter Lebensmittel



Dr. Alberta Velimirov

**Ludwig-Boltzmann Institut für Biologischen Landbau,
Produktqualität**

Die Kärntnerin studierte an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien das Hauptfach Zoologie und ist seit 1987 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Ludwig-Boltzmann-Institut für Biologischen Landbau und Angewandte Ökologie in Wien mit dem Forschungsschwerpunkt Entwicklung alternativer Methoden zur Produktqualitäts-ermittlung.



Werner Müller

Dipl.-Ing., eco-risk – Büro für ökologische Risikoforschung

Studium der angewandten Ökologie und Umweltschutzwissenschaften an der Universität für Bodenkultur Wien. Von 1996 bis 1998 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Ökologischen Landbau (IfÖL) Universität für Bodenkultur in Wien. Seit 1999 selbständig: Büro für Ökologische Risikoforschung sowie Sachverständiger für die Akkreditierung von Bio-Kontrollstellen.



Endbericht

Wien, 14. April 2003

Im Auftrag von BIO ERNTE AUSTRIA – Niederösterreich/Wien

1. Überblick Lebensmittel und Landwirtschaft und Gesundheit	3
1.1 Einleitung	3
1.2 Gesundheitsfördernde Wirkungen von Lebensmitteln.....	5
1.3 Gesundheitsgefährdende Wirkungen von Rückständen in Lebensmitteln.....	7
1.3.1 Mykotoxine.....	7
1.3.2 Biozide.....	8
1.3.3 Pestizide in der Umwelt	9
1.3.4 Pestizidrückstände in Lebensmitteln.....	9
1.3.5 Pestizide in der Muttermilch	11
1.3.6 Pestizide und Gesundheit	12
1.3.7 Akute Wirkungen von Pestiziden.....	13
1.3.8 Krebsrisiken durch Pestizidbelastung.....	13
1.3.9 Pestizide und das Endokrine System.....	14
1.3.10 Unsicherheit der Risikobewertung.....	15
1.3.11 Bestrahlung von Lebensmitteln.....	15
1.3.12 BSE und Biologischer Landbau	17
1.3.13 Antibiotika und Hormone	18
1.3.14 Gentechnik.....	20
1.3.15 Verarbeitung.....	23
1.3.16 Alternativenforschung statt Risikoforschung	25
1.4 Fazit	25
2. Gesunde Lebensmittel – Qualitätserfassung	26
2.1 Einleitung.....	28
2.2 Qualitätsdefinitionen	29
2.3 Überblick über produktbezogene Qualitätserfassungsmethoden	30
2.3.1 P-Wert-Bestimmung – Energiestatus.....	30
2.3.2 Biophotonenemissionsmessung – Lichtspeicherkapazität	30
2.3.3 Zersetzungstest – Haltbarkeit.....	30
2.3.4 Bildschaffende Methoden – Vitalaktivität	31
2.3.5 Verkostungstest – Geschmack.....	31
2.3.6 Fütterungsversuche – Futtereinflüsse, ernährungsphysiologische Qualität.....	31
2.3.7 Futterwahlversuche – instinktives Futterwahlverhalten, ernährungsphysiologische Qualität.....	32
2.3.8 Mikrobiologische Besiedelung – Differenzierung des Substrates.....	32
3. Die Qualität pflanzlicher Produkte	33
3.1 Gemüse allgemein	33
3.2 Karotten.....	35
3.3 Zwiebel.....	38
3.4 Rote Rüben	38
3.5 Kartoffeln.....	38
3.6 Getreide.....	39
3.7 Hülsenfrüchte.....	40
3.8 Obst	40
3.9 Die Qualität der Muttermilch.....	41
4. Die Qualität tierischer Produkte	41
4.1 Milch und Milchprodukte.....	41
4.2 Eier	42
4.3 Fleisch	42
4.3.1 Rindfleisch	42
4.3.2 Schweinefleisch	43
5. Schlussfolgerung	44
6. Literatur	46
7. Anhang – Auszug ERNTE-Richtlinien	55

1. Überblick Lebensmittel und Landwirtschaft und Gesundheit

1.1 Einleitung

In der vergleichenden produktbezogenen Qualitätsforschung geht es um die Erfassung messbarer Indikatoren von Lebensmittelqualität auf verschiedenen Ebenen. Historisch verständlich wurden die ersten Vergleiche mittels chemisch-analytischer Untersuchungen durchgeführt. Die Erwartungshaltung der Gesellschaft an eine vornehmlich analytisch orientierte Forschung wurde aber auf den ersten Blick hin enttäuscht. Die signifikanten Vorteile, die man hinsichtlich der Inhaltsstoffzusammensetzung biologisch angebaute Produkte postulierte, konnten nicht durchgängig und/oder systematisch nachgewiesen werden. Bei der Durchsicht der vielen Arbeiten, die seit Beginn der biologischen Vermarktung und vor allem angesichts der höheren Preise von Bio-Produkten durchgeführt wurden, fallen allerdings Schwachstellen bei den Probenvergleichen auf. Der Vergleichbarkeit der Produkte wurde zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Es wurden etwa verschiedene Sorten verglichen, oder die Vergleichsproben kamen von unterschiedlichen Anbaugebieten mit anderen Wetter- bzw. Bodenverhältnissen, die Vegetationsperioden waren nicht gleich u.s.w. Mittlerweile weiß man auch, dass besonders bei Nitratuntersuchungen die Zeit der Probenahme ebenfalls eine starke Rolle spielt. So ist der Nitratgehalt von Blattgemüse an einem sonnigen Tag am Morgen höher als zu Mittag. Weitere Einflüsse sind die Wetterverhältnisse vor dem Probenahmetag sowie die Bodenart (LIEBLEIN 1993). Bei der Probenbearbeitung wurde nicht immer darauf geachtet, dieselben Pflanzenteile miteinander zu vergleichen. Bei Karfiol etwa enthält der Stiel wesentlich mehr Nitrat als die Rosetten (PEILSTICKER UND LENZ 1990).

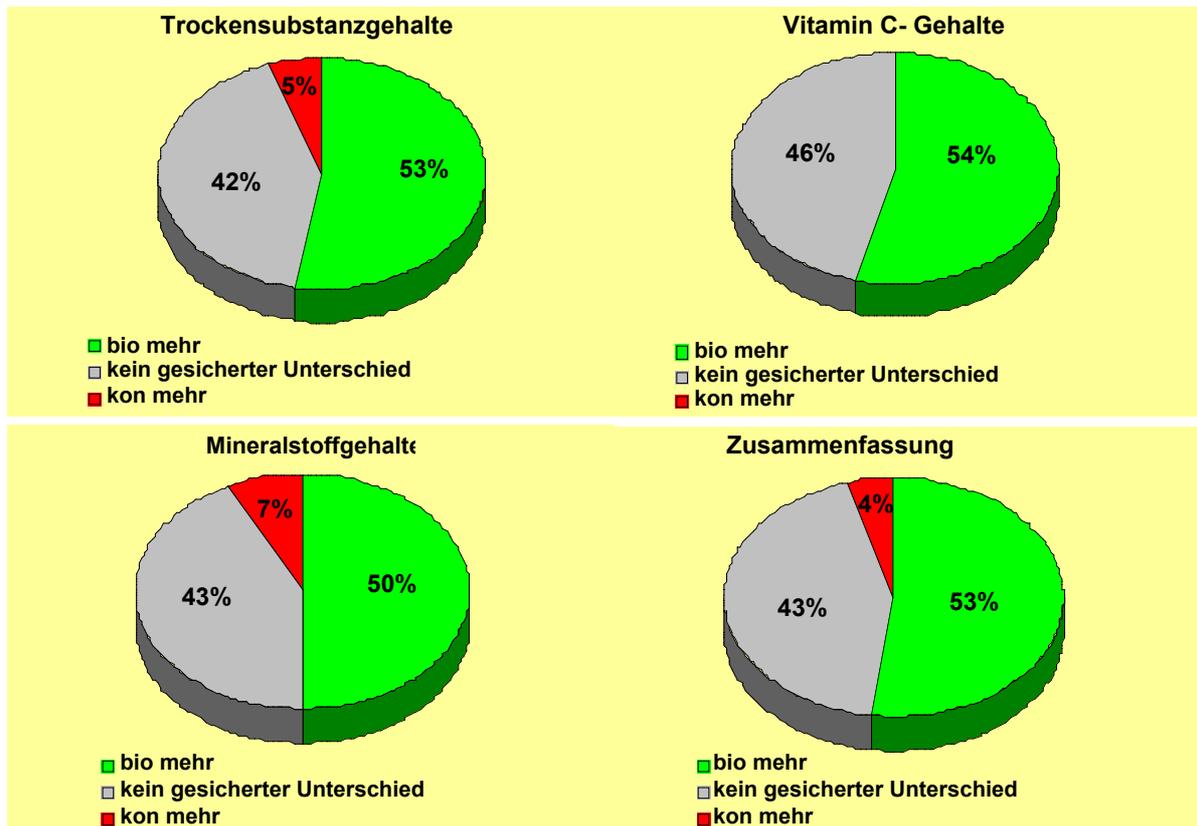
Weiters sind Inhaltsstoffangaben, die auf den Trockensubstanzgehalt bezogen sind und nicht auf das Frischgewicht möglicherweise irreführend, da höhere Trockensubstanzgehalte ein wichtiges Charakteristikum biologisch angebaute Produkte sind und der Verdünnungseffekt bei höherem Wassergehalt in konventionellen Produkten nicht beachtet wird. Vergleiche auf Frischgewichtsbasis sind für den Konsumenten von größerer Bedeutung, denn so kauft er die Lebensmittel ein.

Die Ergebnisse von Warenkorbuntersuchungen sind zwar relevant für den Konsumenten, die Ergebnisse aber aus wissenschaftlicher Sicht schwer interpretierbar, da die Rahmenbedingungen des Anbaus nicht nachvollziehbar sind.

Trotz der beschriebenen Schwierigkeiten und der oft widersprüchlichen Ergebnisse in diesem Forschungsbereich konnte in einigen Studien gezeigt werden, dass zumindest tendenzielle Unterschiede in der Inhaltsstoffzusammensetzung vorsichtig als anbausystemabhängig bezeichnet werden können. Zu nennen ist hier eine langjährige Untersuchung der Düngewirkung von hofeigenem Kompost und Handelsdünger. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse von 12 Jahren und verschiedenen Produkten ergab höhere Werte in den kompostgedüngten Varianten in Bezug auf die Trockensubstanz, den Zuckeranteil, Ascorbinsäuregehalt, Eiweißanteil, Gehalten an Methionin, Calcium, Phosphor, Kalium, Magnesium und Eisen. In den handelsgedüngten Varianten waren die Gehalte an Nitrat, Freien Aminosäuren und Natrium sowie das Frischgewicht höher (SCHUPHAN 1976). Es werden in dem Kapitel über produktbezogene Ergebnisse weitere Arbeiten zitiert. Hier sei nur nochmals darauf hingewiesen, dass eine signifikante, anbaubezogene Unterscheidbarkeit auf Grund der bisherigen vergleichenden Inhaltsstoffanalysen nicht gegeben ist. Inwieweit diese Widersprüchlichkeit auf mangelnde Versuchsanordnungen oder auf die Aussagegrenzen des chemisch-analytischen Ansatzes zurückzuführen ist, bedarf noch einer Klärung.

In einer Zusammenfassung über Vergleichsuntersuchungen von der Soil Association (2001) wurden von 99 Arbeiten 70 auf Grund von Unzulänglichkeiten wie oben erwähnt vernachlässigt. Die übriggebliebenen validen Vergleiche zeigten in Bezug auf den Trockensubstanz-, Vitamin C- und Mineralstoff-Gehalt tendenziell bessere Ergebnisse für biologisch angebaute Produkte (Abb.1).

Abb. 1: Überblick über relevante Ergebnisse (Quelle: Soil Association 2001)



Mehr Trockensubstanz, niedrigere Nitrat-, dafür meist höhere Zucker- und Vitamin C-Gehalte werden mit dem Anwendungsverbot von leicht löslichen mineralischen Düngern in Verbindung gebracht und sind vermutlich auf eine bedarfsgerechte organische Ernährung des Bodens und seiner Lebewesen zurückzuführen. Es gibt auch Hinweise, dass Herbizide den Vitamin C Gehalt negativ beeinflussen (ABSTRACT: LAANISTE ET AL. 1999).

Ein wesentlicher Punkt, auf den bei diesbezüglichen Forschungsvorhaben kritisch geachtet werden muss, ist jedenfalls die Vergleichbarkeit der Proben.

Ein zweiter wichtiger Punkt ist die Tatsache, dass bei analytischen Vergleichsverfahren abgeklärt werden muss, welche einzelnen Inhaltsstoffe in ihrem Gehalt nachprüfbar bzw. signifikant modifizierbar sind und so als Anbauindikatoren herangezogen werden können. Es wurden zunächst vornehmlich primäre Pflanzeninhaltsstoffe untersucht, die für das Überleben des Organismus unbedingt erforderlich sind. Es ist klar, dass hier, im Bau- bzw. Erhaltungsstoffwechsel, die Modifizierung durch Anbaumethoden im Einzelnen nur gering sein kann, da die Pflanze Mängel so weit wie möglich kompensiert. Bisherige Ergebnisse in der Zusammenschau deuten darauf hin, dass die Anbaumethode die gesamte physiologische Reaktionslage der Pflanze beeinflusst. Besonders das Verhältnis von Stickstoff- und Kohlenstoff-Stoffwechsel wird durch einseitige und leicht lösliche Düngemittel beeinflusst,

wodurch es bei zuviel Stickstoff zu unerwünschter Nitratanreicherung bzw. mangelhafter Ausbildung von Kohlenstoffverbindungen sowie vom Kohlenstoffkreislauf abhängiger Metaboliten (z.B. Vitamin C) kommt (MENDEL 1991). Natürlich hat auch zu wenig Stickstoff im Boden negative Effekte vor allem auf Inhaltsstoffe, die in den Stickstoffkreislauf involviert sind wie etwa Carotinoide sowie die Gruppe der B-Vitamine (Thiamin, Riboflavin, Niacin). Organische Düngemittel in einem lebendigen Boden – reich an Bodenorganismen – werden hingegen den Pflanzen bedarfsgerecht in Abhängigkeit von Wetterverhältnissen zur Verfügung gestellt, wodurch eine harmonische Pflanzenernährung mit optimaler Ausprägung aller Stoffkreisläufe gefördert wird.

1.2 Gesundheitsfördernde Wirkungen von Lebensmitteln

Im Sekundärstoffwechsel erfolgt die Biosynthese von Metaboliten, die für den Organismus nicht zum Überleben essenziell sind.

Man kann sekundäre Inhaltsstoffe, die aus chemischer Sicht nicht einer bestimmten Stoffgruppe zugehören, in die vier folgenden Gruppen einteilen (Quelle: Soil Ass. Review 2001):

Phenole	sind aromatische Verbindungen, von denen die Flavonoide die häufigsten Vertreter sind. Dazu gehören Isoflavonoide, Flavone, Anthocyanin, Tannin und Lignin.
Terpene	inkludieren Carotinoide, wie Lutein und Lycopren, Steroide und Limonoide.
Alkaloide	sind eine Gruppe von stickstoffhaltigen Verbindungen wie Nikotin, Caffein, Cocain, Morphin, Strychnin und Atopin sowie die Glykoalkaloide Solanin und Chaconin.
Schwefelhaltige Verbindungen	umfassen Glucosinolate, Allicin und andere Stoffe von Zwiebel und Knoblauch ein.

Da viele dieser Stoffe in höherer Dosierung als sie in den Nahrungspflanzen vorkommen, giftig sind, wurden sie als antinutritive Lebensmittelinhaltsstoffe bezeichnet. Demzufolge wurde durch züchterische und technologische Maßnahmen versucht, die Gehalte an solchen „natürlichen Giften“ zu beseitigen oder zumindest zu verringern.

In der Ernährung spielen jedoch nach neuesten Untersuchungen gerade diese Stoffe eine entscheidende Rolle, da sie in natürlich vorkommenden Konzentrationen pharmakologisch wirksam sind (WATZL & LEITZMANN 1995). Mehr als 10.000 verschiedene sekundäre Pflanzenstoffe kommen in der Nahrung vor. Zur Gruppe der sekundären Pflanzenstoffe werden all jene Inhaltsstoffe zusammengefasst, die die Pflanze als Abwehrstoffe gegen Schädlinge, Krankheiten und Umweltstress, Wachstumsregulatoren bzw. Farb-, Duft- oder Geschmacksstoffe bildet. Sie zählen neben Ballaststoffen und Substanzen in fermentierten Lebensmitteln zu den bioaktiven Substanzen. Viele mit der Nahrung aufgenommenen sekundären Pflanzenstoffe stehen in der Diskussion beim Menschen gesundheitsfördernd oder heilend zu wirken durch z.B. Stimulierung des Immunsystems, antioxidative, antibakterielle, und antivirale Wirkung, sowie Reduktion des Bluthochdruckes (LAMPE 1999). Epidemiologischen Studien ist zu entnehmen, dass die meisten dieser Inhaltsstoffe ihre

antikanzerogenen Wirkungen und vorbeugenden Effekte für Herz-Kreislaferkrankungen in gerade den Konzentrationen entfalten, in denen sie mit der Nahrung aufgenommen werden. Die künstliche und isolierte Verabreichung z.B. von β -Carotin zeigte keine positiven bzw. schwach negative Wirkungen bezüglich dieser Krankheiten (PAIVA UND RUSSELL 1999).

Flavonoiden werden vorbeugende Wirkungen bezüglich Cancerogenität und auch günstige Einflüsse auf das Herz-Kreislaufsystem bescheinigt. Zudem steigen die Studien die belegen, dass Flavonoide in einem viel höheren Ausmaß aufgenommen werden können und bioverfügbar sind als ursprünglich angenommen (ROSS und KASUM 2002). Sie werden bereits 30 Minuten nach der Konsumation im Blutplasma nachgewiesen (gemessen für Anthocyane/ Flavonoide). Hinweise, welche Rolle Flavonoide im Körper noch spielen können z.B. Funktionen in der Kommunikation zwischen Zellen im menschlichen Organismus, sind den ökologischen Untersuchungen zu entnehmen. So sind Flavonoide wichtige Botenstoffe in der Natur, die häufig in der Kommunikation zwischen zwei Partnern (Symbiosen) eine Rolle spielen so z.B. zwischen Sojabohne und stickstofffixierenden Bakterien (PUEPPKE ET AL. 1998) andererseits auch im Bereich der Mykorrhiza (SCHUTZENDUBEL UND POLLE 2002).

Vergleichsuntersuchungen von biologisch und konventionell angebauten Gemüsearten hinsichtlich ihrer antioxidativen und antimikrobiellen Aktivität ergaben bei den biologischen Varianten von Spinat, Kraut, Broccoli, und Jungzwiebeln eine um mehr als 50 % höhere antimikrobielle Wirkung gegen Salmonellen, bei biologischem Kraut und Radieschen gegen Vibrio (Bakterien, Lebensmittelvergiftungen verursachen) als die konventionellen Vergleichsvarianten. Parallel dazu waren die Gehalte von mindestens zwei Flavonoiden in diesen aktiven Produkten mehr als doppelt so hoch (REN 2001).

BRANDT (2001) schließt auf Grund der Zusammenschau vieler Einzelergebnisse, dass man die Gehalte an sekundären Metaboliten in biologisch erzeugten Produkten auf 10 bis 50 % höher einschätzen kann als bei konventionellem Anbau. Die höheren Gehalte an Flavonoiden und anderen bioaktiven Substanzen könnten mit dem Verbot des Einsatzes an Pestiziden erklärt werden.

Allerdings ist auch die Biosynthese von sekundären Inhaltsstoffen nicht nur von Anbaumethoden abhängig, sondern mindestens ebenso stark von Sorte und Standortbedingungen (SCHONHOF ET AL. 1999). Auf Grund der geförderten Eigenabwehr (Verbot des Einsatzes von chemisch-synthetischen Biociden) wird vermutet, dass sowohl der Gehalt an gesundheitsrelevante Metaboliten, die der Abwehr dienen, tendenziell höher ist als auch jener Substanzen, die Lichtschutz leisten wie etwa Carotin in Karotten oder Lycopin in Tomaten. Die Inhalte der letztgenannten Metaboliten werden von der Reihenweite und der so besser ermöglichten Sonneneinstrahlung und von guter Ausreifung beeinflusst, wobei auch die richtige Sortenwahl eine entscheidende Rolle spielt.

Da die Stoffwechselwege natürlich im organischen Verband eng verknüpft sind und synergistische sowie additive Wirkungen durch Inhaltsstoffangaben nicht transparent gemacht werden können, sind dynamische Versuchsansätze, die das Verhalten und die Wirkung der lebendigen, ganzen Lebensmittel prüfen, zur Biologischen Qualitätserfassung unverzichtbar.

Leben ist mehr als die Summe aller Inhaltsstoffe!

1.3 Gesundheitsgefährdende Wirkungen von Rückständen in Lebensmitteln

Mit dem Aufstieg der industriellen Landwirtschaft entstand ein neuer Forschungszweig – die Risikoforschung. Ihre Aufgabe besteht darin, durch geeignete Prüfmethode gesundheitsschädigende Wirkungen entlang der Lebensmittelkette zu verhindern. Im Folgenden wird ein Überblick über die wichtigsten gesundheitsgefährdenden Faktoren gegeben.

1.3.1 Mykotoxine

Ein wichtiger Punkt in der Diskussion über Lebensmittelqualität ist die hygienische Sicherheit. In diesem Zusammenhang wird häufig auf diesbezügliche Mängel bei Produkten aus biologischer Landwirtschaft hingewiesen. Es wird angenommen, dass durch das Verbot des Einsatzes von chemisch-synthetischen Fungiziden der Verunreinigung durch Pilzgifte Vorschub geleistet wird. Tatsächlich stellt die Mykotoxinbelastung weltweit ein ernsthaftes Problem für die menschliche Gesundheit dar. So nimmt v.a. der *Fusarien*-Befall von Getreide in der konventionellen Landwirtschaft in den letzten Jahren in besorgniserregendem Maße zu (DRUSCH ET AL. 2003). In deutschen Getreideproben zeigte der Gehalt an den Mykotoxinen Desoxynivalenol (*Fusarium graminearum*, *F. culmorum*, *F. crookwellense*) und Zearalenon (*Fusarium roseum* var. *graminearum*) in den Ernten der letzten Jahre, besonders 1998, bedenkliche Belastungen (MATTHIES ET AL. 2000; ELLNER 2002). Weizenproben aus biologischer Landwirtschaft weisen hingegen eine wesentlich geringere Belastung mit *Fusarien*-Toxinen auf (BECK UND LEPSCHY 1997, DÖLL ET AL. 1999). Das Auftreten von Feldpilzen, zu welchen auch die *Fusarien* zählen, wird multifaktoriell ausgelöst bzw. begünstigt. Eine feucht-warme Witterung während der Blütezeit, der Anbau anfälliger Sorten, die Wahl einer ungünstigen Vorfrucht (z.B. Mais), eine nicht wendende Bodenbearbeitung, der Einsatz von Halmverkürzern und schließlich hohe Stickstoffgaben, v.a. bei der Spätdüngung, sind bisher erkannte befallsfördernde Faktoren. Als Ansatz zur Problemlösung sind in Deutschland seit dem Jahr 1998 die Triazolfungizide Tebuconazol, Epoxiconazol und Metconazol gegen *Fusarium*-Arten zugelassen (KLINGENHAGEN UND FRAHM 1999). Bei Eintreten mehrerer befallsfördernder Faktoren ist aber eine chemische Bekämpfung nicht verlässlich möglich. Zusätzlich kann während der Lagerung bei ungünstigen Lagerbedingungen, v.a. bei hoher Kornfeuchte, ein Befall (*Eurotium*, *Aspergillus* und *Penicillium* ssp.) mit Lagerpilzen auftreten. Für die Getreideverarbeitung ist die hygienische Qualität der Ausgangsprodukte von grundlegender Bedeutung, da Mykotoxine meist hitzestabil sind und sich daher in den Endprodukten wiederfinden. Eine leichte Reduktion von Desoxynivalenolgehalt im Brot kann durch Zusätze wie Natriumbisulfit, L-Cystein und Ammoniumphosphat bewirkt werden (BOYACIO_LU ET AL. 1992).

Ammoniumphosphatide	E 442	gesundheitliche Einschätzung unklar
Natriumbisulfit – Schwefeldioxid und Verbindungen	E 220 -228	Kopfschmerzen, Übelkeit, Asthma, Reizungen des Magens, anaphylaktische Schocks bekannt
(E-Nummernliste, AKNÖ, Juli 1997)		

Neuere Versuche zielen darauf ab, durch den Einsatz von Mikroorganismen (*Lactobacillus* und *Propionibacterium*), die in der Darmflora von Wirbeltieren vorkommen, die Mykotoxingehalte zu reduzieren (EL-NEZAMI ET AL. 2002). Weiters ist es mit Hilfe des Bakterienstammes BBSH 797 gelungen, Desoxynivalenol zu ungefährlichen Metaboliten abzubauen (FUCHS ET AL. 2002).

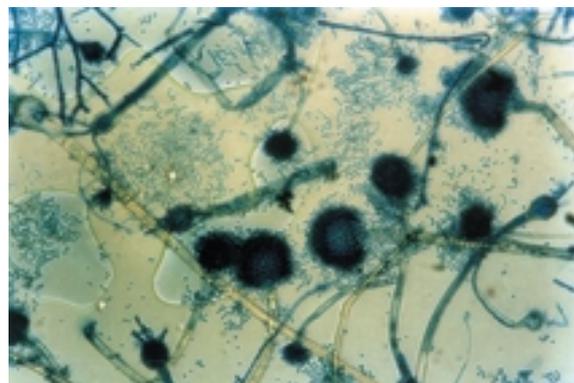
Es gibt derzeit keine international einheitlichen Regelungen bezüglich der Höchstmengen für *Fusarien*-Gifte, die Spannweite reicht von 0 bis 1000 µg/kg Getreide. In Österreich: 500 µg/kg Weizen und Roggen und 750 µg/kg Hartweizen (DRUSCH ET AL. 2003).

In einem derzeit laufenden Projekt in Norwegen (WORLD ORGANIC NEWS 63, BERNHOFT 2003) wird der Gehalt an *Fusarium*-Giften in biologisch erzeugtem Getreide (Gerste, Weizen und Hafer) untersucht. Die Ergebnisse des ersten Jahres von 100 biologischen und konventionellen Vergleichsproben aus verschiedenen Regionen Norwegens ergaben geringere Mykotoxingehalte in den biologisch erzeugten Proben. BERNHOFT führt diesen Qualitätsvorteil auf die höhere Artenvielfalt der Mikroflora in biologisch bewirtschafteten Böden zurück. Potenziell pathogene Pilze werden von anderen Mikroorganismen unter Kontrolle gehalten.

Bei dem Befall mit den typischen Lagerpilzen *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.* und *Rhizopus sp.* kommt es auf die hygienischen Verhältnisse bei Lagerung und Verarbeitung an. Da Hygienevorschriften für alle Akteure am Lebensmittelsektor gelten, handelt es sich hier nicht um ein systeminherentes Problem.



Fusarium



Aspergillus

1.3.2 Biozide

Es entspricht auch dem ökologischen Verständnis, dass globale Umweltkontaminanten, die als wertmindernde Rückstände auf und in Pflanzen nachgewiesen werden können, nicht vor biologisch arbeitenden Betrieben Halt machen. Trotzdem – und das ist die besondere Leistung des Biologischen Landbaues – gibt es Lebensmittel aus biologischer Produktion, die entweder keine oder wesentlich geringere Rückstände aufweisen.

Ein wichtiger Teil in der Qualitätsdiskussion ist in diesem Sinn auch das Aufzeigen negativer Wirkungen durch die Anwendung von Bioziden, immer mit dem Hinweis darauf, dass auf Grund des wohl bekanntesten Verbotes in der Richtlinie zum Biologischen Landbau, nämlich des Einsatzes von chemisch-synthetischen Wirkstoffen, solche Risiken mittels biologischer Anbaubedingungen vermieden werden können. In der alternativen Krebstherapie bildet die Ernährung mit biologisch erzeugten Produkten die Basis, um Rückstände zu vermeiden.

1.3.3 Pestizide in der Umwelt

Gut untersucht sind mittlerweile die Expositionspfade von Pestiziden, insbesondere von Herbiziden. Da die Herbizide mit 60 % an der Gesamtaufwandsmenge von Pflanzenschutzmitteln beteiligt sind, wurde insbesondere ihr Austrag in Atmosphäre und Grundwasser erfasst (HURLE 1994). „Binnen 24 Stunden nach der Pestizidapplikation können Verdunstungsverluste in Höhe von 40 %, 50 % bis zu 90 % der ausgebrachten Pflanzenschutzmittel auftreten (NEURURER UND WOMASTEK 1991, NEURURER UND WOMASTEK 1992).

Pestizide wurden in der Luft und im Regen (HUSKES UND LEVSEN 1997, BREGA ET AL. 1998, DONALD ET AL. 1999, COUPE ET AL. 2000, MAJEWSKI ET AL. 2000, GRYNKIEWICZ ET AL. 2001) oder Nebel (GLOTFELTY ET AL. 1987, GONCHARUK ET AL. 1989, PLIMMER 1990) nachgewiesen. Besonders im Nebel dürfte es laut GLOTFELTY ET AL. (1987) zu hohen Anreicherungen von Pestiziden kommen. Die Verdunstung in die Atmosphäre hängt nicht nur vom Dampfdruck des Pestizids ab, sondern es ist auch eine Ko-Destillation von Pestiziden mit Wasser trotz sehr niedrigen Dampfdruckes möglich (NEURURER UND WOMASTEK 1991).

OBERWALDER ET AL. (1992 ZITIERT IN BÖRNER 1997) konnten im Zeitraum Mai bis Juli Maximalkonzentrationen von 1 bis 2 µg je Liter Niederschlag (Regen und Nebel) finden. Von den 13 nachgewiesenen Verbindungen waren zehn Herbizide, zwei Metabolite von Herbiziden und ein nicht näher spezifiziertes Pestizid (Insektizid oder Fungizid).

Viele der Pestizide werden photochemisch in wenigen Wochen abgebaut (KRUSE 2002), dennoch werden einige von ihnen (mit hoher Wahrscheinlichkeit auch moderne Pestizide) über lange Strecken transportiert und kondensieren in kühleren Regionen der Erde, wie Bergen und Polgebieten, wieder aus. Ökosysteme, die weitab jeder Ausbringung von Chemikalien liegen, zählen heute zu den am stärksten mit Pestiziden und anderen Chemikalien belasteten Gebieten (z.B. BLAIS ET AL. 1998) und Wale zu den mit Pestiziden am stärksten belasteten Säugetieren der Erde (SASCHENBRECKER 1973, AGUILAR UND BORRELL 1994, MOSSNER UND BALLSCHMITER 1997, TILBURY ET AL. 1999, BERNT ET AL. 1999). Die Pestizid- und allgemeine Chemikalienbelastung der Wale schwächt möglicherweise das Immunsystem der Tiere (DE GUISE ET AL. 1998). Tote Belugawale müssen wie Sondermüll behandelt werden (GREENPEACE 1999).

Auch Lebensmittel sind mit Pestizidrückständen belastet, wobei biologisch produzierte Lebensmittel deutlich geringere Belastungen aufweisen (BAKER ET AL. 2002B). Gründe, warum Bio-Lebensmittel trotz des Anwendungsverbotes dennoch Pestizidrückstände aufweisen können, liegen in der Pestizidabdrift, der allgemeinen Pestizidbelastung der Atmosphäre, persistenten Pestizidrückständen im Boden, belasteten Transport- und Lagergebänden, sowie in der immer wieder auch vorkommenden widerrechtlichen Verwendung von Pestiziden. Gewisse Pestizide bzw. Antikeimungsmittel können auch im Rahmen der Lagerung berührungslos durch Verdampfen und Niederschlag zu Kontaminationen führen. Dieser Übertrag kann in jeder Stufe der gemeinsamen Lagerung z.B. von mit Chlorpropham behandelten Kartoffeln neben anderen Produkten erfolgen, egal ob in industrieller Zwischenlagerung oder auch in den Direktverkaufsbereichen bei den Letztanbietern (Eis, ABG-Austria, schriftl. Mitteilung von Probenergebnissen).

1.3.4 Pestizidrückstände in Lebensmitteln

Wenn Pestizide eingesetzt werden, ist es unvermeidbar, dass Spuren von Pestizidrückständen in den Lebensmitteln zu finden sind. In Österreich werden kontinuierlich im Rahmen des Le-

Lebensmittelmonitorings Pestizidrückstände in Lebensmitteln überwacht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind für den Konsumenten nicht leicht zu beurteilen und man erhält häufig nur einen unvollständigen Teil der Information. Denn auch wenn Pestizide im Lebensmittel nachgewiesen werden, so werden sie nur dann erfasst, wenn sie auch quantifiziert werden können. (<http://www.umweltinstitut.org/frames/all/m53.htm>).

Die Untersuchungsbefunde kann man in vier Gruppen einteilen:

- Der untersuchte Wirkstoff war nicht nachweisbar. Das bedeutet, der Gehalt ist weniger als ca. die Hälfte der Bestimmungsgrenze von beispielsweise 0,01 mg/kg, d.h. weniger als 0,005 mg/kg.
- Der untersuchte Wirkstoff war nachweisbar, aber nicht genau zu quantifizieren. Sie liegt unter der Bestimmungsgrenze von 0,01mg/kg.
- Der untersuchte Wirkstoff war zu quantifizieren, aber die Konzentration liegt unter der festgelegten Höchstmenge.
- Der untersuchte Wirkstoff überschreitet die festgelegte Höchstmenge/den Grenzwert.

In der Untersuchung aus dem Jahr 2000 (BMSG 2002) konnte in einem Drittel aller erhobenen Gemüse- und Obstproben zumindest ein Pestizid über der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden. Der Anteil der Gemüse- und Obstproben, in dem Pestizide über der Nachweisgrenze gefunden werden konnten, lag voraussichtlich deutlich höher, jedoch sind darüber keine Angaben bekannt.

Von 81 Äpfel-Proben wiesen 36 Proben, das sind 44,4 %, Pestizidrückstände über der Bestimmungsgrenze auf. Bei 24 Proben wurde nur ein Pestizid, bei 9 Proben (20 % aller Proben) 2 Pestizide und bei 3 Proben wurden (10 %) mindestens 3 Pestizide nachgewiesen. Von 76 Birnen-Proben enthielten 31 Proben, das sind 40,8 %, Pestizidrückstände über der Bestimmungsgrenze. 20 der insgesamt 31 kontaminierten Proben wiesen nur einen Pestizidrückstand, 5 Proben jeweils zwei, 3 Proben je drei, 2 Proben je 4 auf und in einem Fall wurden 5 Pestizide festgestellt. 88 Kopfsalat-Proben wurden als 6.633 Einzeluntersuchungen analysiert. 42 Proben (47,7 %) bzw. 74 Einzeluntersuchungen (1,1 %) wiesen quantifizierbare Pestizidrückstände über der Bestimmungsgrenze auf. Von den 42 kontaminierten Proben lag bei 30 ein Pestizid über der Bestimmungsgrenze, bei 3 Proben 2 Pestizide, bei 5 Proben 3 Pestizide und bei 2 Proben 4 Pestizide. Bei jeweils einer Probe wurden sogar 6 bzw. 9 Pestizidrückstände über der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Die Maximalanzahl der im Kopfsalat nachgewiesenen Pestizide liegt wahrscheinlich noch höher.

Doch nicht nur in Gemüse auch in der Kuhmilch lassen sich noch alte Pestizide nachweisen. So wurde bei einer Untersuchung der BMLUVA in 18 von 22 gezogene Proben das verbotene jedoch sehr persistente Pestizid bzw. Holzschutzmittel Hexachlorbenzol nachgewiesen werden (siehe <http://enius.de/schadstoffe/hexachlorbenzol.html>).

Bei den vorliegenden Untersuchungen ist nicht bekannt, wie die Rückstandssituation bei Bio-Lebensmitteln aussieht.

Bei der Untersuchung „unbehandelter“ Zitronen und Orangen im Jahr 2003 wurde deutlich, dass der Hinweis „unbehandelt“ dem Konsumenten keine Sicherheit gewährt wie folgendes Originalzitat zeigt. „Bei zwei Dritteln aller geprüften Proben "unbehandelter" Früchte fanden wir auf der Schale beträchtliche Mengen von Schädlingsbekämpfungsmitteln und Konservierungsmitteln. Zitronen und Orangen aus biologischem Anbau sind besser: Bei diesen Früchten konnten wir keine Rückstände nachweisen“ gibt die

Lebensmitteluntersuchungsanstalt LUA Kärnten (<http://www.lua.ktn.gv.at/aktuell24.htm>) an. Und merkt weiters an „Insbesondere das als Oberflächenkonservierungsmittel wirkende Fungizid Imazalil wurde bei den Proben in beträchtlichen Mengen gefunden. Die gängige Praxis, solche Früchte kurzerhand als "unbehandelt" zu bezeichnen, ist zur Täuschung geeignet, da dadurch den KonsumentInnen eine Bio-Ware vorgegaukelt wird.

Weiters ist zu bedenken, dass ein Teil der Pestizide gebunden in den Pflanzenzellen vorliegt (ZAYED ET AL. 1992, MOSTAFA ET AL. 1992A, MOSTAFA ET AL. 1992B, ZAYED ET AL. 1993), und sich so den amtlichen Nachweisverfahren entzieht. Denn Pflanzenschutzmittel können in unterschiedlicher Weise an Pflanzengewebe gebunden werden. Für jede dieser Bindungen bräuchte es ein eigenes Aufschlussverfahren.

So wird deutlich, dass die Werte der Pestizidrückstandsuntersuchungen noch nach oben revidiert werden müssen. Der Verzehr von konventionellem Obst und Gemüse ist deshalb im überwiegenden Fall immer mit Pestizidkonsum verbunden.

1.3.5 Pestizide in der Muttermilch

Immer noch lassen sich in den Industriestaaten längst verbotene Pestizide wie DDT und deren Metabolite in der Plazenta (PRZYREMBEL ET AL. 2000) und der Muttermilch (SMITH 1999, SCHREIBER 2001) nachweisen. Auch in Deutschland konnten 1995 immer noch DDT und seine Metaboliten in der Muttermilch festgestellt werden, wobei sich im Vergleich zu Messungen von 1985 die Konzentrationen signifikant verringert haben (OTT ET AL. 1999). Ähnliche Untersuchungsergebnisse finden sich in anderen europäischen Ländern wie Schweden (NOREN UND MEIRONYTE 2000) oder Großbritannien (HARRIS ET AL. 1999).

Gesundheitliche Belastungen können aus den Daten (noch) nicht abgeleitet werden. Jedoch schränken POITRAST ET AL. (1988) ihre Ergebnisse dahingehend ein: "To date, there is no evidence of harm to breast-feeding infants whose mothers are not exposed above a permissible exposure limit (PEL). While we may take some comfort in this, "no evidence of harm" is not the same as "evidence of no harm." Unfortunately, the latter, being a negative, can never be proven."

Eine französische Untersuchung zeigte allerdings, dass die Milch von Frauen, die über 80 % der Lebensmittel aus biologischen Betrieben konsumierten, deutlich weniger stark belastet war (AUBERT 1987).

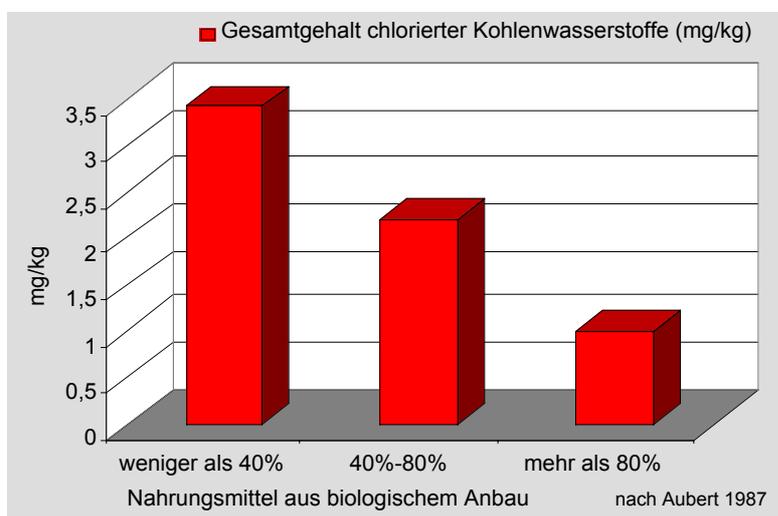


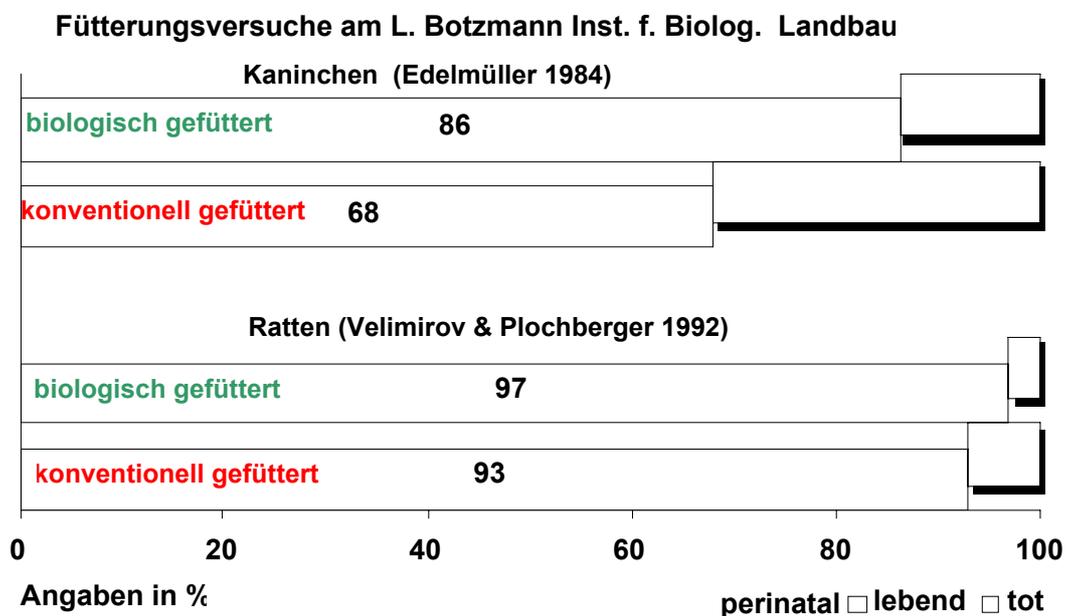
Abb. 3: Muttermilchuntersuchung: Rückgang der Pestizidbelastung in Abhängigkeit vom prozentuellen Anteil an biologisch erzeugten Lebensmitteln in der Nahrung

1.3.6 Pestizide und Gesundheit

Wenn Umweltschutzgruppen wie z.B. GLOBAL 2000 auf die Rückstandsproblematik an Hand eigenständiger Untersuchungen hinweisen, werden Behörden und Industrie nicht müde, die Unbedenklichkeit des Verzehrs von pestizidkontaminierten Lebensmitteln zu betonen. Dies liegt daran, dass nur in wenigen Proben die Pestizide über den Grenzwerten liegen. Die Festlegung der Grenzwerte leitet sich von Tierversuchen ab, die nicht ohne weiteres auf den Menschen übertragbar sind (s.u.). Zudem fehlt ein Summengrenzwert für maximal tolerierbare Gesamtwirkstoffe in Lebensmitteln, denn die Grenzwerte wurden alle auf Basis von Einzelwirkstoffuntersuchungen bei den Versuchstieren festgelegt. Produkte, wie man sie im Supermarkt, im Gemüsegeschäft kauft, wurden niemals hinsichtlich gesundheitlicher Risiken untersucht.

Es gibt jedoch eine Reihe von Fütterungsversuchen mit Kaninchen und Ratten, die zeigen dass biologisch gefütterte Tiere deutlich höhere Aufzuchterfolge haben (GOTTSCHEWSKY 1975, EDELMÜLLER 1984, STAIGER 1986, VELIMIROV ET AL. 1992). Dies ist ein deutliches Indiz, dass auch geringe Pestizidbelastungen negative Wirkungen haben können. Wahrscheinlich sind Effekte im Bereich der Immuntoxizität und Embryotoxizität gegeben. Es gibt jedoch auch andere Erklärungsmuster. Ratten z.B. sind, was Umweltgifte betrifft, eher als stresstolerant einzustufen. Die positiven Wirkungen der biologischen Futtermittel sind möglicherweise auch auf wertgebende Inhaltsstoffe, von denen wir nur einen Bruchteil kennen, oder auf höheres energetischen Potenzial (siehe P-Wert-Bestimmung) zurückzuführen.

Abb. 3: Der Anteil an perinatal toten Jungen in Abhängigkeit von der Fütterung



Diese Vergleichsversuche sind ein erster Hinweis, jedoch ist es prinzipiell sehr schwierig, die Wirkungen von Pestiziden auf die Gesundheit des Menschen im Laborversuch (Risikoabschätzung) vollständig zu erfassen. Der Mensch ist neben einer Vielzahl von Rückständen aus der Nahrung auch noch weiteren Umweltkontaminanten (Luft, Trinkwasser, Arbeitsplatz), aber auch seelischen Stressbelastungen, ausgesetzt. Dies ist im Tierversuch kaum zu simulieren.

Die Untersuchung epidemiologischer Daten ist ein weiterer Versuch, die Wirkung von Pestiziden auf die menschliche Gesundheit im Nachhinein zu erfassen. Hierbei ist es jedoch schwierig, Vergleichsgruppen zu finden, die frei von Pestizidbelastungen sind, denn bis zu 90 % der Pestizide gelangen nach der Ausbringung in die Atmosphäre und werden, sofern sie nicht photochemisch abgebaut werden, sowohl kurzfristig (insbesondere im Nebel), als auch weiträumig verfrachtet. Schwer abbaubare Chemikalien sind deshalb im Blut der Grönländbewohner nachgewiesen worden, weitab jeder landwirtschaftlichen Tätigkeit.

1.3.7 Akute Wirkungen von Pestiziden

Über die Wirkungen der Belastung durch die Nahrung und die Atemluft (insbesondere bei Nebel) ist wenig bekannt.

Zu den akut toxischen Wirkungen auf den Menschen werden folgende Symptome gezählt: Übelkeit, Schlafstörungen, krampfartige Bauchschmerzen, Kreislaufschwäche, Augenbrennen, Bruststechen, Herzstechen, Muskelzuckungen, Muskelkrämpfe, Schwächegefühl, Schweißausbrüche, Haarausfall, Bronchitis, Atemnot, Kollapszustände, Fieberschübe, Herzflattern u.a. Diese Symptome sind einerseits bei Anwendern, aber auch bei Personen, die in der Nähe bewirtschafteter Flächen wohnen, zu finden. An Nebeltagen und bei steigender Temperatur verstärken sich die Beschwerden, was mit der um bis zu 3.000-fachen Anreicherung der Pestizide in Nebeltröpfchen einerseits (Erhöhung der Konzentration) und andererseits mit erhöhter Wirksamkeit (Erhöhung der Toxizität) erklärt werden könnte (JOSENHANS 1993). Der Nachweis, dass für die oben erwähnten Symptome die Pestizide Verursacher sein könnten, wurde mit analytisch-deduktiven Methoden noch nicht geführt (z.B. Nachweis von Pestiziden in Blut, Harn etc.). Indizien, wie regional- und witterungsabhängige Symptome, die gleichzeitig auftreten und nach Ortswechsel wieder abklingen, können jedoch aufgezeigt werden (JOSENHANS 1993).

1.3.8 Krebsrisiken durch Pestizidbelastung

Eine Studie des NRC (National Research Council) sieht klare Zusammenhänge zwischen dem Einsatz von Krebserkrankungen und dem Einsatz von Pestiziden. So wiesen zahlreiche Studien darauf hin, dass das multiple Myelom sowie Non-Hodgkin's lymphoma (NHL) durch Pestizidbelastung verstärkt wird.

In den USA erkrankten 8000 Kinder unter 15 Jahren an Krebs, wovon zahlreiche Erkrankungen mit Pestiziden in Verbindung gebracht werden. So ist die Wahrscheinlichkeit bei Kindern, die Gehirntumore entwickeln, mehr als doppelt so hoch, wenn sie zu Hause mit Pestiziden in Berührung gekommen sind.

Doch das Risiko für Kinder, an Krebs zu erkranken, wird auch durch Pestizidbelastungen der Eltern vor und während der Schwangerschaft deutlich erhöht, z.B. für soft-tissue sarcomas, Wilms' tumor, Ewings' sarcoma (NRC 26f 2000).

34 Pestizide stehen im Verdacht, Geburtsfehler bzw. eine Verschlechterung in der Kindheitsentwicklung auszulösen.

Doch auch für Erwachsene gibt es ein erhöhtes Krebsrisiko. So haben Landwirte mit einer deutlich höheren Pestizidbelastung als die Gesamtbevölkerung ein 5-fach bis 8-fach erhöhtes Risiko, an Multiplen Myelom zu erkranken (NRC 2000, 23f). Dieser Zusammenhang wurde auch bei Landwirten in Norwegen festgestellt (KRISTENSEN ET AL. 1996).

In den USA und Kanada wurden ebenso deutlich erhöhte Risiken für Landwirte, an Non-Hodgkin's Lymphoma (NHL, Krebserkrankung der Lymphsysteme) zu erkranken, festgestellt (CANTOR ET AL. 1992, MCDUFFIE ET AL. 2001).

An Hand der Statistik für die USA, ist eine jährliche Zunahme von Krebserkrankungen im Durchschnitt um 0,8 % bei Frauen und 1,8 % bei Männern feststellbar: Für die Autoren der Studie „unerklärbar hoch“ ist jedoch der Anteil der Zunahme von Non-Hodgkin's Lymphoma mit 2,4 % bei Frauen und 4,7 % bei Männer (DINSE ET AL. 1999). Dass diese Krebsarten ein starkes Wachstum aufweisen, bei denen Landwirte ein offensichtlich erhöhtes Risiko haben, deutet darauf hin, dass die Pestizidwirkungen der bedeutendste Faktor der Zunahme von Non-Hodgkin's Lymphoma ist. Bedenkt man, dass es für Pestizide nur Grenzwerte für den Einzelstoff, jedoch nicht für die Summe aller in einem Produkt befindlichen Stoffe gibt, zeigen sich klare Ansatzpunkte diese deutlich überdurchschnittlich hohen Zunahmen durch Pestizidrückstände in den Lebensmitteln zu erklären.

Im NRC Bericht werden neben dem Multiplen Myelom, NHL, noch weitere Krebserkrankungen wie Gehirntumore, Krebserkrankungen des Gastro-Intestinaltrakts mit Pestizidbelastungen in Verbindung gebracht.

1.3.9 Pestizide und das Endokrine System

Bereits 1962 warnte RACHEL CARSON in ihrem Buch "Der stumme Frühling" vor der hemmungslosen Verwendung chemischer Schädlingsbekämpfungsmittel und zeigte deren umwelt- und gesundheitsschädigende Wirkung auf. 1991 stellten anlässlich einer Konferenz am Wingspread Center, Wisconsin, 21 Wissenschaftler fest, dass eine große Anzahl der vom Menschen erzeugten und angewandten Chemikalien das endokrine System (Hormonsystem) bei Mensch und Tier stark angreift. Viele Wildtierpopulationen sind bereits durch diese chemischen Verbindungen betroffen, wie z.B. Dysfunktion der Schilddrüse, verminderte Fruchtbarkeit, verminderte Aufzuchtleistung, schwere Missbildungen bei der Nachkommenschaft, Stoffwechselabnormitäten, geschwächtes Immunsystem u.v.a.m (COLBORN 1992). SHARPE ET AL. (1994) verglichen die gesamte Literatur seit 1938 über Spermienanalysen. Sie stellten fest, dass die durchschnittliche Spermienzahl beim Mann von durchschnittlich 113 Millionen Spermien pro ml Samenflüssigkeit im Jahr 1940 auf 66 Millionen pro ml im Jahr 1990 abgenommen hatte. Drei spätere voneinander unabhängige Studien aus Belgien (VAN WAELEGHEM 1994), Frankreich (AUGER 1995) und Schottland (IRVINE 1994) bestätigten die Abnahme der Spermienzahlen in den letzten Jahrzehnten um etwa 50 %. Die neuen Resultate ergaben zudem eine Umkehrrelation zwischen Geburtsjahr und Spermienzahl. Je später der Mann geboren war, um so geringer war seine durchschnittliche Spermienzahl und um so höher lag der Anteil an Spermienanomalien. Es wurden weiters vermehrtes Auftreten von Hodenkrebs in vielen Industrieländern, vermehrter Hodenhochstand und vermehrtes Vorkommen von angeborenen Schäden der männlichen Genitalien festgestellt (COLBORN ET AL. 1996).

Durch weitere diesbezügliche Untersuchungen kam die Theorie auf, dass die Ursache für die rasante Abnahme der Spermienzahl eher auf pränatale (Schadstoffbelastung der Mutter) bzw. auch perinatale (Schadstoffbelastung der Muttermilch) Einflüsse zurückzuführen sein könnten. Wenn nämlich für die abnehmende Spermienzahl ausschließlich eine erhöhte Schadstoffbelastung verantwortlich wäre, so müsste man diese Wirkung bei älteren Männern ebenso beobachten wie bei jüngeren. Die Tatsache, dass die Spermienzahlen bei jüngeren Männern ungewöhnlich niedrig sind und eine umgekehrte Beziehung zum Geburtsjahr aufweisen, ist ein Argument dafür, dass die Schädigung bereits im Mutterleib oder unmittelbar nach der Geburt stattgefunden haben muss (COLBORN 1996).

Auch in Österreich wurde eine Untersuchung über die Spermienqualität im Zusammenhang mit Pestiziden durchgeführt. SCHULTES UND SAINZ (1995) führten eine vergleichende Fertilitätsstudie bei Wein- und Obstbauern aus dem Weinviertel durch. Die beiden Versuchsgruppen unterschieden sich insofern als eine Gruppe seit 5 Jahren keiner Exposition gegenüber Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln ausgesetzt war, die andere Gruppe hingegen schon. Weitere Lebensumstände der Teilnehmer waren vergleichbar. Die Ergebnisse zeigten, dass zwar die Dichte und die Morphologie der Spermien in der Probandengruppe eine Reduktion, jedoch keine Signifikanz gegenüber der Kontrollgruppe ergaben, aber die aufgeschlüsselten Motilitätsparameter zeigten signifikante Unterschiede in der Lateralen Head Bewegung, in der Progression und vor allem in der Fertilitätsprognose.

Weiters deuten neuere Studien auf den positiven Effekt biologischer Ernährung auf die Spermienqualität hin. Während biologisch ernährte Männer eine durchschnittliche Spermienkonzentration von 99 bis 127 Millionen Spermien/ml aufwiesen, war in der Kontrollgruppe die Spermienkonzentration auf 69 und 55 Millionen Spermien/ml reduziert (ABELL ET AL. 1994, JENSEN ET AL. 1996, ZIT. IN SOIL ASS. 2001).

1.3.10 Unsicherheit der Risikobewertung

Viele Zusammenhänge liegen noch im Verborgenen, doch wird klar, dass Mehrfachbelastungen von Pestiziden die Risiken deutlich erhöhen. Denn gerade die Diskussion um hormonelle Wirkungen von Pestiziden zeigt, dass auch geringe Mengen erheblich die Gesundheit von Mensch und Tier beeinflussen können, wobei auch hier synergistischen Effekten besonderes Augenmerk zu schenken wäre. An Hand transgener Hefezellen mit menschlichem Östrogenrezeptor zeigten ARNOLD ET AL. (1996) mögliche synergistische Wirkungen, die die hormonelle Wirkung verstärken könnten. Die Kombinationen zweier schwach östrogenwirksamer Pestizide wie Dieldrin + Endosulfan oder Endosulfan + Toxaphene zeigten um den Faktor 1000 erhöhte Aktivierungen der Östrogenrezeptoren, als jedes dieser Pestizide allein.

1.3.11 Bestrahlung von Lebensmitteln

Die Lebensmittelbestrahlung wird angewendet, um Nachernteverluste zu reduzieren, Lebensmittelsicherheit zu gewährleisten, Erkrankungen und Vergiftungen durch verdorbene Lebensmittel vorzubeugen und den Handel mit bestimmten Produkten zu erleichtern und auszuweiten. Es handelt sich dabei um eine physikalische Methode in der Lebensmittelverarbeitung. Die Lebensmittel werden einer kontrollierten ionisierenden Bestrahlungsdosis ausgesetzt, die von drei Quellen kommen kann. Es gibt die Bestrahlung mit Gammastrahlen von Cobalt-60 oder Cäsium-137 (radioaktiv), mit Elektronen (e-beaming) bis 10 Megavolt oder mit Röntgenstrahlen (X-rays) maximal 5 Megavolt.

Die Dosen werden allgemein in Grays (G) oder Kilograys (kGy) angegeben. Die Dosierungen sind auf den Zweck hin abgestimmt:

- zur Verlängerung der Verkaufsfrische (shelf-life) von Obst (0,5 – 1,5 kGy)
- zur Kontrolle von schädlichen Bakterien in frischem Fleisch (1,5 – 4,5 kGy)
- zur Kontrolle von Insekten, Parasiten oder Mikroorganismen (0,15 bis < 1 kGy)
- zur Reifeverzögerung (0,5 – 2 kGy)
- zur Keimhemmung (0,05 – 0,15 kGy)

Die Anwendung ist sehr weitläufig, so können Weizenmehl, Weizen, Reis, Mais, Obst und Gemüse, Schweinefleisch, Hühnerfleisch, Fisch und Fischprodukte, Kräuter und Gewürze, Trockenobst, getrocknete Pilze, Kakaobohnen, Seafood u.s.w. bestrahlt werden.

1983 wurde ein weltweit einheitlicher Standard für Lebensmittelbestrahlung akzeptiert und von der Codex Alimentarius Kommission der FAO und der WHO angenommen. Diese Akzeptanz basiert auf den Untersuchungsergebnissen des Joint Expert Committees on Food Irradiation, die besagen, dass Lebensmittelbestrahlung bis zu 10 kGy kein toxikologisches oder ernährungsphysiologisches Risiko darstellt.

Die Kennzeichnungspflicht ist noch nicht einheitlich geregelt, wird aber empfohlen. Seit 1986 hat die FDA (Food and Drug Administration, USA) ein grünes „Radura“ Logo eingeführt. Die Einführung der Kennzeichnungspflicht geht zögerlich voran, weil ein Wettbewerbsnachteil befürchtet wird. Allerdings wird angenommen, dass mit einer erweiterten Konsumentenbildungspolitik die Bestrahlungskennzeichnung sogar eine positive Kaufmotivation darstellen wird, wobei neben dem Bestrahlungssymbol noch die Aufschrift „bestrahlt für Frische und Qualität“ angebracht ist.

In Österreich ist die Bestrahlung von getrockneten aromatischen Kräutern und Gewürzen mit einer Dosis von 10 kGy erlaubt (Bundesgesetzblatt vom 6. Oktober 2000).

Zahlreiche positive Studien zur Lebensmittelbestrahlung belegen, dass Krankheitserreger (*Salmonella*, *E. coli*, *Listeria*) reduziert oder ausgeschlossen werden. Weiters wird die Nahrung nicht radioaktiv und es erscheinen keine gefährlichen Substanzen in den Lebensmitteln. Der ernährungsphysiologische Wert bleibt im Wesentlichen unverändert (GREENBERG 1996).

Andere kritische Studien zur Lebensmittelbestrahlung kamen allerdings zu anderen Ergebnissen (WORTH 2002):

- Die Bestrahlung kreiert freie Radikale, die zwar einige Bakterien töten, aber auch Vitamine und Enzyme schädigen sowie mit Rückständen neue Verbindungen eingehen. Einige davon sind bekannte Gifte (Benzene, Formaldehyde, Fettperoxidasen), aber einige gibt es ausschließlich in bestrahlten Lebensmitteln (URP = unique radiolytic product) wie z.B. Cyclobutanon. Es wurde 1972 von LETELLIER & NAWAR (Univ. Massachusetts) bei der Bestrahlung von Fetten entdeckt und wurde später in vielen bestrahlten Lebensmitteln nachgewiesen. Es handelt sich hier um ein Zellgift mit genotoxischen Effekten (DELINCÉE 1998).
- Bestrahlte Lebensmittel können 5 % bis 80 % ihrer Vitamingehalte verlieren (Vitamin A, C, E, K und Vitamin B-Komplex). Das Ausmaß hängt von der Intensität der Bestrahlungsdosis und der Zeit ab (EPSTEIN 2002).
- Die Bestrahlung schädigt natürliche Enzyme, die in rohen Lebensmitteln vorkommen und die Prozesse der Reifung und Keimung steuern. So wird die Reifung gehemmt und die Keimung verhindert.

- Unter anderem liegt hier auch eine Konsumententäuschung vor, da rohe bestrahlte Lebensmittel was die Vitamin- und Enzymreduktion betrifft gekochten Lebensmitteln ähneln, aber als rohe (frische) angeboten werden.
- Spuren von Radioaktivität können im Lebensmittel zurückbleiben.
- Fütterungsversuche mit bestrahlten Lebensmitteln zeigen zahlreiche negative Effekte: weniger Nachkommen, verfrühter Tod, tote Embryos, Totgeburten, Tumorbildungen, Mutationen und andere Genschäden, Mangelerscheinungen, Wachstumsstörungen, Schädigungen an Leber, Niere, Reproduktionssystem, Störungen des Immunsystems durch signifikante Reduktion der weißen Blutkörperchen, tödliche innere Blutungen (METTA 1959; WHO 1999).
- Die Bestrahlung tötet nicht alle Bakterien – es handelt sich nicht um eine Sterilisation – und bestahlungsresistente Bakterienstämme können entstehen.
- Bakterien, die Botulismus verursachen sowie Viren und Prione werden bei der derzeit angewendeten Strahlungs-dosis nicht getötet (Botulismus: 50 kGy).

Zusammenfassend muss angemerkt werden, dass aus dem seit etwa 1959 andauernden Wissenschaftsstreit – damals bekam die IAEA (International Atomic Energy Association) die primäre Verantwortung für die Erforschung möglicher Risiken bei der Bestrahlung von Lebensmitteln von der WHO übertragen – noch kein endgültiger Schluss gezogen werden kann. Kritiker machen auf im Wesentlichen drei Aspekte aufmerksam:

- Umweltgefährdung durch Radioaktivität (beim Transport als auch im Betrieb).
1988 trat in Georgia radioaktiv verseuchtes Wasser aus dem Betrieb aus – die Reparaturtechnologie verschlang 47 Millionen Dollar. 1967 in Hawai und 1982 in New Jersey gelangte radioaktiv verseuchtes Wasser in das öffentliche Abwassersystem.
(Quelle: „Facts about food irradiation“, Global Resource Action Centre for the Environment, New York, 1999)
- Produktionsgefährdung
Einerseits wird der globale Lebensmittelhandel durch die Bestrahlungstechnologie ausgeweitet und die Produktion zentriert, was sowohl den regionalen als auch sozialen Zielen des Biologischen Landbaues widerspricht. Andererseits wird mangelhafte Hygiene z.B. bei Schlachtung und Lagerung nicht nur vertuscht sondern möglicherweise sogar gefördert.
- Gesundheitsgefährdung
Durch die globale Anwendung dieser Technologie, in Europa waren es bereits 1995 14 Länder (Holland, Dänemark, Belgien, Finnland, Norwegen, Italien, Spanien, Portugal, Deutschland, Frankreich, Kroatien, Tschechien, Bulgarien, Polen), und den ebenfalls globalen Handel können epidemiologische Studien, die eventuell über gesundheitliche Gefährdungen Aufschluss geben könnten, nicht mehr durchgeführt werden.

1.3.12 BSE und Biologischer Landbau

Bereits seit 1980 ist in der biologischen Rinderfütterung der Einsatz von tierischem Eiweiß verboten. Diese Entscheidung basierte v.a. auf drei Prinzipien:

- Übereinstimmung mit natürlichen Systemen
- Konsumentenerwartung bezüglich biologisch erzeugter tierischer Produkte
- Anwendung des Vorsichtsprinzipes

Bei allgemeiner Akzeptanz dieser Grundhaltung hätte die BSE-Krise stark reduziert, ja eventuell sogar ganz verhindert werden können. Das ist die diesbezügliche Position des Biologischen Landbaues, nicht aber die Behauptung, es gäbe auf Bio-Betrieben keine BSE-Fälle. In England konnten allerdings alle nachgewiesenen BSE-Fälle in biologisch arbeitenden Betrieben bei genauer Nachforschung insofern erklärt werden, dass es sich entweder um zugekaufte Tiere aus konventionellen Höfen handelte oder aber um Tiere, die vor der Umstellung noch konventionell gefüttert worden waren.

Bisher konnte kein BSE-Fall bei Rindern, die bereits auf einem biologisch geführten Betrieb geboren wurden, nachgewiesen werden (HOLDEN 1999).

Vertreter der Soil Association sprechen für die Meinung einiger Wissenschaftler, dass BSE nicht allein auf falsche Fütterungsregime zurückzuführen sei, sondern dass es sich um eine multifaktoriell verursachte Erkrankung handelt. Sowohl das Verfüttern von tierischem Eiweiß an Herbivore als auch die seit 1970 weit verbreitete Anwendung von Organophosphor-Insektizide gegen Dasselfliegen und als Getreide-Pestizid könnten die Epidemie gemeinsam ausgelöst haben.

Aus der BSE-Krise kann man die Lehre ziehen, dass ein weiter gefasster Zugang zur Lebensmittelsicherheit notwendig ist, der auf einer anderen Sicht von Krankheit/Gesundheit beruht. Meist können Krankheitsursachen auf eine Imbalance in der Produktion und/oder auf eine Unachtsamkeit gegenüber ökologischen Folgen zurückgeführt werden. Die Entwicklung neuer Beurteilungsgrundlagen bei der Einführung neuer Technologien in der Landwirtschaft ist notwendig, bei der zusätzlich zur wissenschaftlichen Evidenz das Vorsichtsprinzip und die öffentliche Meinung in die Entscheidungsfindung miteinbezogen werden sollen.

Zukünftige Krisen könnten verhindert werden, wenn der Ansatz zur Problemlösung von der Symptombekämpfung und Reparaturtechnologie in Richtung Ursachenforschung und tiefgreifende Sanierung verschoben wird.

1.3.13 Antibiotika und Hormone

Antibiotika sind antimikrobiell wirksame Stoffwechselprodukte von Mikroorganismen, die heute biotechnologisch, halb- oder vollsynthetisch hergestellt werden können. Sie werden üblicherweise zur Bekämpfung von infektiösen Krankheiten bei Mensch und Tier eingesetzt. Außerdem finden sie auch noch in der Landwirtschaft Anwendung. In seltenen Fällen als Pflanzenschutzmittel als Alternative zu Pestiziden, z.B. in Japan und in der Verarbeitung zur Konservierung, z.B. Natamycin in der Käserinde.

Nicht jedes Antibiotikum wirkt allerdings gegen alle Bakterien. Die moderne Medizin hat verschiedene Antibiotika zur Verfügung, von denen das bekannteste wohl das Penicillin ist. Bei massivem oder langdauerndem Einsatz von Antibiotika kommen Bakterien unter starken Evolutionsdruck und reagieren mit der Entwicklung von Resistenzgenen. Manche Bakterien sind sogar gegen mehrere Antibiotika resistent (Multiresistenz). Resistenzen können von einem Bakterium auf ein anderes übertragen werden, wobei die bakteriellen Plasmide als Träger und Überträger der Resistenzfaktoren fungieren. Neben Mehrfachresistenzen tritt häufig Kreuzresistenz auf, d.h. mit der erworbenen Resistenz gegen ein Antibiotikum geht die gleichzeitige Resistenz gegen ein oder mehrere Antibiotika mit gleichem Wirkungsmechanismus und/oder ähnlicher Struktur einher, ohne dass der Erreger mit diesem Antibiotikum je in Berührung gekommen ist. Die Resistenzausbreitung erfolgt sehr rasch und

führt zu den gefürchteten Resistenzkeimen in Krankenhäusern (Hospitalismus). Mitverantwortlich für die Resistenzzunahme ist die breite Anwendung selbst bei leichten Erkrankungen. Weiters hat der jahrzehntelange Einsatz von Antibiotika in der konventionellen Produktion von tierischen Lebensmitteln, einschließlich der Aquakultur (Fische, Shrimps), ein großes Reservoir an resistenten Bakterien entstehen lassen. Es wurden und werden Antibiotika verwendet, um

- als Leistungsförderer im Futter oder Trinkwasser eine bessere Futtermittelverwertung zu gewährleisten und die Mast zu beschleunigen
- Krankheiten vorzubeugen (z.B. Kokzidiostatika in der Hühnerhaltung)
- kranke Tiere oder Herden zu behandeln, wobei oft die ganze Herde Antibiotika bekommt, obwohl nur einzelne Tiere erkrankt sind.

Großteils durch die landwirtschaftliche Anwendung gelangen sowohl Antibiotika als auch resistente Keime in Umwelt, Grundwasser und Oberflächengewässer. Im Gegensatz zu Humanpharmaka, die mit dem Abwasser erst durch Kläranlagen geleitet werden, gelangen Tierarzneimittel mehr oder weniger direkt mit den Fäkalien in die Umwelt. Im Boden lagern sich Rest-Antibiotika mit den aufgenommenen Nährstoffen in den Pflanzen an, wodurch auch pflanzliche Produkte als Überträger resistenter Keime auf den Menschen in Frage kommen. Resistente Keime, die eindeutig von Tieren stammen, wurden auch in Rohmilch und Rohwurst (ETH Zürich, www.oeaz.at/zeitung/3aktuell/2001/13/info13_2001.html; April 2003) nachgewiesen.

Es ist noch nicht ersichtlich, welche ökotoxikologische Auswirkungen der Eintrag von Antibiotika (z.B. mit der Gülle) auf die Bodenmikroorganismen hat und haben wird. Zwei Forscher des Forschungsinstitutes für Biologischen Landbau (FiBL) HAURI und FLIESSBACH haben sich mit diesem Thema befasst. Sie belasteten Bodenproben im Labor mit dem Urin einer antibiotikabehandelten Kuh und wiesen als Folge eine starke Vermehrung resistenter Bakterien nach. Vergleiche mit unbehandelten Bodenproben zeigten eine Verschiebung der Mikroorganismen-Populationen, sowie eine erhöhte Bodenatmung (Kohlendioxid-Freisetzung), die teilweise auch auf eine Stressreaktion zurückgeführt werden kann (www-x.nzz.ch/format/articles/472.html; April 2003).

Weiters ist hier noch anzumerken, dass der durchgehende Einsatz von vorbeugenden Antibiotika nicht nur bei dem Zielerreger Resistenzen hervorruft und so nicht nachhaltig wirkt, sondern auch bei anderen Keimen. So können z.B. Salmonellen in der Gefügelhaltung kurzzeitig zurückgedrängt werden, während *Campylobacter*, ein Erreger, der ebenfalls langwierige Durchfallerkrankungen verursacht, resistent wird (<http://ticker-grosstiere.animal-health-online.de/20010201-00001/>; April 2003).

Dass auch konventionelle Tiermast ohne Antibiotika als Leistungsförderer durchführbar ist, hat Schweden gezeigt, wo bereits 1988 der Antibiotikaeinsatz verboten wurde. In Dänemark haben Geflügel- und Schweinezüchter freiwillig auf Antibiotika als Masthilfe verzichtet. Die Mehrheit der EU-Länder unterstützt die Forderung, antibiotische Leistungsförderer zu verbieten. Bereits 1997 und 1998 wurde der Einsatz von fünf Leistungsförderern (Avoparcin, Bacitracin, Spiramycin, Tylosin und Virginiamycin) verboten. Bis Ende 2005 sind noch vier Wirkstoffe erlaubt (Avilamycin, Flavomycin, Salinomycin und Monensin), die in der Humanmedizin nicht verwendet werden (www.rki.de/presse/pd/pd2001/pd01_04.htm; April 2003).

Die meisten in der Tierzucht eingesetzten **Hormone** wirken als Anabolika, sie fördern die Synthese von Muskeleiweiß. Zu ihnen zählen auch Sexualhormone, wobei häufig Stoffe hergestellt und angewendet wurden, bei welchen die anabole Wirkung im Vergleich zur sexualwirksamen Komponente verstärkt ist.

Hormone dürfen in Österreich in der Tierzucht nicht angewendet werden. Auf EU-Ebene wird das Verbot ebenfalls ausgedehnt (Beschluss des EU-Agrarministerrates am 16.12.2002). Auf Grund seiner tumorfördernden Wirkung endgültig verbannt wurde das 17-beta-Estradiol und seine Ester, die als Anabolika in der Tiermast und gegen Fehlgeburten eingesetzt wurden. Für fünf weitere Hormone – Sexual- und Wachstumshormone – wurden bestehende Verbote verlängert. Bedenklich für den Konsumenten sind v.a. die Sexualhormone, da sie lipophil sind und im Fettgewebe angereichert werden. Reine Wachstumshormone (z.B. Somatotropin) hingegen werden im Magen des Konsumenten abgebaut und stellen so keine direkte Gefahr dar. Hier geht es eher um die Fragwürdigkeit einer medikamentös verursachten Wachstumsbeschleunigung aus der Sicht einer artgerechten Tierhaltung sowie gesundheitlicher Beeinträchtigungen der behandelten Tiere.

1.3.14 Gentechnik

Gentechnik umfasst moderne Verfahren zur Neukombination des Erbmaterials von Lebewesen, wobei die Übertragung von Erbinformation über Artgrenzen hinweg erfolgt, was möglich ist, da das Erbmaterial aller Lebewesen nach dem gleichen Prinzip aufgebaut ist. Der Durchbruch dieser neuen Biotechnologie gelang als in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts entdeckt wurde, dass Restriktionsenzyme an bestimmten Stellen die Erbsubstanz (DNA) aufbrechen und DNA – Ligasen, ebenfalls Enzyme, diese Bruchstellen wieder verknüpfen können. Damit wurde der Einbau von Fremdgenen oder Genfolgen möglich.

Die Gentechnik wird neben der medizinischen und pharmakologischen Anwendung auf allen Ebenen der Lebensmittelproduktion eingesetzt. So können Nahrungsbestandteile wie Enzyme, Aromastoffe, Vitamine, Konservierungsstoffe u.a.m. von entsprechend gentechnisch veränderten Mikroorganismen erzeugt werden. Gentechnisch veränderte Mikroorganismen werden aber auch direkt zur Lebensmittelherstellung eingesetzt wie z.B. bei der Erzeugung von Käse, Joghurt, Bier, Wurst, Brot. Bei der Urproduktion wird die Entwicklung von gentechnisch veränderten Nutzpflanzen und -tieren angestrebt.

Die Ziele gentechnischer Verfahren sind die vereinfachte Herstellung von Rohstoffen, die Verkürzung von industriellen Verarbeitungsprozessen und bei der pflanzlichen Urproduktion einerseits gesicherte Erträge, andererseits inhaltlich optimierte Nahrungspflanzen. Gentechnische Veränderungen von Nutztieren sind noch in der Versuchsphase und nur bei Fischen teilweise erfolgreich.

Diese neue Technologie hat eine der kontroversiellsten Diskussionen hervorgerufen, wobei Befürworter und Gegner häufig auf emotioneller Basis argumentieren. Eine nüchterne Betrachtung der versprochenen Vorteile beim Anbau transgener Pflanzen, der tatsächlich eingetroffenen Geschehnisse und ein kurzer Überblick über die angewandte Risikoforschung soll hier die Ablehnung der Gentechnik für die biologische Produktion dokumentieren, ganz abgesehen von der ethischen Dimension, die im Bio-Landbau eine wesentliche Rolle spielt.

- Herbizidtoleranz

75 % der gentechnisch veränderten Erntegüter weltweit sind herbizidtolerant, wobei die angewendeten Herbizide v.a. Glyphosat und Phosphinotricin eine Breitband-Wirkung haben, d.h. sie töten nicht nur Pflanzen, sondern sind auch schädlich für Tiere und Menschen. Es ist zwar klar, dass herbizidtolerante Sorten für den Bio-Landbau sowieso nicht in Frage kommen, der Vollständigkeit halber sollen sie aber auch hier erwähnt werden.

Aus mehreren Untersuchungen geht hervor, dass weder die erwarteten Mehrerträge noch die verminderte Anwendung von Herbiziden eintrafen. GV (=Gentechnisch Verändert) Soja zeigte um 5 bis 10 % und teilweise bis 20 % geringere Erträge als gentechnisch nicht verändertes Soja (BENBROOK 1999). Ähnliche Ertragsdefizite wurden auch von GV Winterraps und Zuckerrüben (LIM 2002) festgestellt. Laut einem Bericht der Soil Association von 2002 (SEEDS OF DOUBT) berichten Produzenten nicht nur von niedrigeren Erträgen bei GV Pflanzen, sondern auch von einer zunehmenden Abhängigkeit von Bioziden und von Verlusten durch Vermarktungsschwierigkeiten. Ebenso ist die erwartete Reduktion in der Biozidanwendung nicht eingetroffen. Im Jahr 2000 wurden z.B. um etwa 30 % mehr Herbizide auf GV Mais-Feldern aufgebracht als auf konventionellen (ISP 2003).

- Bt Resistenz

Die genetische Information für die Codierung von insektiziden Proteinen wurde aus dem *Bacillus thuringiensis* (Bt) in die DNA verschiedener Kulturpflanzen (25 % weltweit) eingeschleust. Aber Schädlinge haben gegen dieses und andere Gifte Resistenzen entwickelt (LIM 2003). Für Bio-Produzenten zeichnet sich hier ein spezielles Problem ab, da dieses biogene Herbizid im Bio-Landbau eingesetzt werden darf.

Ein grosses Problem beim Anbau von transgenen Pflanzen, die mit Resistenzen gegen Herbizide oder Schaderreger ausgestattet wurden, ist die Resistenzbildung der Zielorganismen einerseits und die horizontale Auskreuzung der Resistenzmechanismen in wildlebende Pflanzenarten andererseits. Generell haben alle Beikräuter und Schädlinge das Potenzial, Resistenzen auszubilden und es gibt auch bereits zahlreiche Beispiele für diese Fähigkeiten (TAPPESETER ET AL. 2000). Sowohl in Kanada als auch in den USA wurden Wildarten mit ein-, zwei- und sogar dreifachen Herbizidtoleranzen gefunden (HALL 2000; ORSON 2002). Zur Lösung dieses Problems mit herbizidtoleranten Beikräutern und Wildpflanzen wird von den Herstellerfirmen die zusätzliche Behandlung mit Herbiziden empfohlen (ISP 2003).

Für den Bio-Landbau sind Resistenzen gegen das Bt-Toxin von besonderer Bedeutung. Solche Resistenzentwicklungen, die von verschiedenen Mechanismen wie z.B. Vererbungsmuster, Selektionsdruck beeinflusst werden und daher unterschiedlich verlaufen, werden intensiv untersucht, um mögliche Verzögerungsstrategien zu entwickeln (TAPPESETER ET AL. 2000). Die Tatsache, dass bisher bei den mit Bt-Spritzpräparaten behandelten Insekten kaum Resistenzen aufgetreten sind, wird darauf zurückgeführt, dass die Präparate mehrere Protoxinvarianten enthalten und auf Grund ihrer UV-Labilität kurzlebig sind. In den Bt-Pflanzen wird das Gift in seiner aktiven Form über einen langen Zeitraum hinweg erzeugt, was zu einem hohen Selektionsdruck führt (BERNHARDT ET AL. 1991).

Ein weiterer wichtiger Faktor, der Auskreuzung und Verbreitung von Transgenen stark begünstigt, ist die Instabilität von DNA-Konstrukten. Der Abwehrmechanismus zum

Schutz der Integrität des Organismus inaktiviert eingeschleuste Gene und es besteht eine Tendenz, an schwachen künstlichen Verbindungsstellen zu brechen und neu zu kombinieren. Eine erst kürzlich entdeckte mögliche Ursache könnten empfängliche "Hotspots" im Genom sein, die auch als Rekombinations-Hotspots, an sich Bruchstellen für Neuverbindungen darstellen (Ho 2003).

- Co-Existenz

Es gibt laut Expertenbericht keine realistische Möglichkeit der Co-Existenz von GV und nicht-GV Erntegütern, ersichtlich aus dem Ausmaß der bereits erfolgten transgenen Kontamination (ISP 2003). Bio-Produzenten können daher die Gentechnikfreiheit ihrer Produkte nicht mehr garantieren.

- Risikobewertung und Produktsicherheit

Entsprechend dem Vorsorgeprinzip als Grundlage der Risikoforschung muss die Frage geklärt werden, ob neuartige Lebensmittel für den Konsumenten sicher sind. Es reicht hier nicht, zu versichern, es gäbe keine wissenschaftlich nachweisbare Evidenz für Schädigungen, da diese Produkte im Labor erzeugte Artefakte darstellen, deren Bildung in der Natur nicht erfolgen würde. Besonders erschwerend wirkt der Hinweis auf die Instabilität der transgenen Linien, die eine Abschätzung zukünftiger Risikopotenziale zusätzlich belastet.

Der wichtigste Sicherheitsfaktor bei Vergleichen von gentechnisch veränderten und herkömmlichen Produkten ist das von der WHO und OECD entwickelte Konzept der "Substanziellen Äquivalenz": sind alle wesentlichen Inhaltsstoffe des neuartigen Lebensmittels mit seinem traditionell hergestellten Pendant ident, kann man davon ausgehen, dass auch die Sicherheit für den Konsumenten analog zum herkömmlichen Lebensmittel gegeben ist. Es besteht hier die Gefahr, dass Unterschiede bei nicht wesentlichen Inhaltsstoffen übersehen werden und neu auftretende Verbindungen sowie Biozidrückstände (siehe Tabelle 1 letzte Zeile) nicht beachtet werden.

Tab. 1: 2 Beispiele für Herbizidtoleranzen

Produkt	Soja	Raps
Herbizid	Roundup Ready	Basta
Wirkstoff	Glyphosat	Phosphinothricin
Wirkung	blockiert EPSPS *	hemmt Glutaminsynthase **
insetiertes Gen	Agrobakterium CP4	<i>bar</i> – Gen
codiert für	EPSPS	PAT ***
Resultat	reduzierte Sensitivität durch erhöhte Anzahl der Wirkungsorte	Umwandlung und Inaktivierung von Phosphinothricin
Produkt enthält	Glyphosat +äquivalentes Enzym	neue Metaboliten

* EPSPS (5-Enolpyruvylshikimat-3-phosphat-synthase), Enzym für den Aufbau von aromatischen Aminosäuren

** Glutaminsynthase = zentrales Enzym für N-Stoffwechsel, bei Hemmung Anreicherung von Ammoniak – Welkung

*** PAT (Phosphinothricin-Acetyltransferase) wandelt das Herbizid um

Es gibt bezüglich Tierversuchen mit GV-Produkten sehr wenig veröffentlichte Daten. Eine der ersten Untersuchungen über die Wirkung von Flavr Savr Tomaten auf Ratten zeigte bereits, dass junge Ratten Geschwüre an der Magenwand bekamen (MARTINEAU 41 – 2001). Die bekannteste Arbeit war aber sicher ein Fütterungsversuch, bei dem GV Kartoffeln an Ratten

verfüttert wurden (PUSZTAI 1999). Die Testkartoffeln enthielten das Lectin-Gen aus dem Schneeglöckchen, das sie gegen aphide Schädlinge resistent machen sollte. Die Ergebnisse zeigten, dass die transgenen Kartoffeln sowohl das Wachstum und das Immunsystem der jungen Ratten beeinträchtigten als auch Änderungen in der Darmwand und -funktion hervorriefen. Besonders interessant ist die Tatsache, dass die Schädigungen nur teilweise auf die Anwesenheit des Fremdgens zurückzuführen sind. Die beobachteten Veränderungen an der Darmwand wurden durch die Veränderung des Kartoffel – Genoms verursacht. Die Fütterung mit nicht gentechnisch veränderten Kartoffeln, die mit dem Schneeglöckchen – Lectin versehen wurden, verursachten diese Störungen nicht.

In mehreren Studien über den horizontalen Gentransfer wurde bereits gezeigt, dass die transgene DNA von Pflanzen in Bodenbakterien und Darmbakterien von Testpersonen aufgenommen wurde. Die transgene DNA kann die Verdauung überstehen und in das Genom von Körperzellen eindringen (ISP 2003).

Diese kurzgefasste Aufzählung von Problemen bei der Anwendung gentechnischer Methoden macht deutlich, dass hier grundlegende Risikoforschung ausständig ist, was abgesehen von der entbehrlich Anwendung einer Technologie mit potenziell gefährlichen Effekten auf allen Ebenen der Lebensmittelproduktion Grund genug ist für eine klare Ablehnung.

1.3.15 Verarbeitung

Das Thema gesunde Lebensmittel in Verbindung mit Verarbeitung wird derzeit vor allem im Hinblick auf Funktionelle Lebensmittel und Nahrungsergänzungsmittel diskutiert. Funktionelle Lebensmittel zeichnen sich durch den Zusatz von gesundheitsfördernden Wirkstoffen und Mikroorganismen aus, wobei man sich mit der Symptombekämpfung zufrieden gibt, ohne nach den Ursachen für jene Zivilisationskrankheiten zu fragen, die eben durch sie bekämpft werden sollen. Die Qualität von biologischen verarbeiteten Produkten schließt die Qualität der Ausgangsprodukte mit ein. Die Verarbeitung ist darauf ausgerichtet, diese ursprüngliche Qualität durch möglichst wenige Verarbeitungsschritte zu erhalten, die Authentizität zu garantieren und die natürlichen Eigenschaften zu konservieren. Der prinzipielle Unterschied zwischen konventioneller und biologischer Verarbeitung besteht in dem Ansatz, nur zur Verarbeitung unbedingt notwendige sowie gesetzlich vorgeschriebene Stoffe zu verwenden.

Dementsprechend wurde auch die Zahl der erlaubten Lebensmittelzusatzstoffe auf nur 1/10tel der sonst zugelassenen beschränkt (MAURER 1998). Natürlich dürfen auch keine gentechnisch veränderten Mikroorganismen zum Einsatz kommen.

Negative Wirkungen, wie beispielsweise das „China-Restaurant-Syndrom“, das durch den Einsatz des Geschmacksverstärkers Glutamat (E 621) verursacht wird, sind bei biologischer Verarbeitung ausgeschlossen. Eine genaue Auflistung aller E-Nummern mit Wirkungs- und Anwendungsinformation ist in einem Heft der Arbeiterkammer Niederösterreich (BOHACEK 1997) sowie in einer Broschüre der Konsumentenredaktion des Österreichischen Hörfunks mit dem Titel „Lebensmittel Zusatzstoffe“ nachzulesen. Zusammenfassend wird berichtet, dass einige bei der konventionellen Verarbeitung erlaubte Zusatzstoffe allergen sein können (z.B. Süßstoffe, Farbstoffe, Konservierungsmittel). In Tierversuchen wurden bei einigen Zusatzstoffen schädigende Wirkungen auf Reproduktionssystem, Nieren, Schilddrüse, Milz sowie kanzerogene Einflüsse nachgewiesen und in Bakterienversuchen konnten erbgutschädigende Effekte gezeigt werden. Durch das generelle Verbot dieser Stoffe bei der

Verarbeitung biologisch produzierter Lebensmittel können solche Risiken ausgeschlossen werden.

Allerdings ist auch in der biologischen Fleischverarbeitung der Einsatz von Pökelsalz (Natriumnitrit, E 250) sowie Natriumnitrat (E 251) und Kaliumnitrat (E 252) üblich. Diese Mittel sind wirksam gegen *Clostridium botulinum*, ein Bakterium, das lebensgefährliche Vergiftungen hervorrufen kann. Mit Pökelsalz behandelte Fleischerzeugnisse halten länger und haben eine appetitanregende rote Farbe, die der Konsument von konventionellen Produkten her gewöhnt ist. Der Nachteil besteht darin, dass aus dem Nitrit mit bestimmten Aminen stark krebserregende Nitrosamine entstehen, die schon in kleinsten Mengen gefährlich sind.

Bei diesem zusammenfassenden Überblick wurden gesundheitsfördernde Zusätze nicht berücksichtigt. In der zukunftsorientierten Qualitätsforschung spielen aber wie erwähnt qualitätsverbessernde Maßnahmen durch Lebensmittelergänzungstoffe eine wesentliche Rolle. Teilweise wird davon ausgegangen, dass in modernen landwirtschaftlichen Urprodukten die Gehalte an wichtigen Mineralstoffen wie Magnesium, Calcium, Kupfer, Eisen und Kalium signifikant reduziert sind (MAYER 1997). Der Problemlösungsansatz findet also in der Lebensmittelindustrie statt und nicht wie es der Biologische Landbau nachhaltig vorschlägt bei der Sanierung der Böden durch ausreichende Ernährung der Bodenorganismen, vielfältige Fruchtfolgen und den Einsatz von alten Sorten.

Das Angebot an Functional Food nimmt stetig zu und ernährungsbewusste Konsumenten sehen hier möglicherweise auf Grund intensiver Werbung eine bessere Gelegenheit, sich gesund zu ernähren als beim Konsum von Bio-Produkten. Besonders die Stadtbevölkerung hat in den letzten Jahrzehnten den Bezug zur Landwirtschaft eingebüßt und durch Lebensmittelkandale das Vertrauen in die Landwirtschaft verloren. Es obliegt den Vertretern des Biologischen Landbaues entlang der gesamten biologischen Produktionskette den Wert biologisch erzeugter Produkte zu definieren und den Konsumenten zugänglich zu machen.

Die Zukunftsvision von Vertretern der Lebensmittelindustrie, die Lebensmittelversorgung der Weltbevölkerung durch *molekulare Lebensmittel* landwirtschafts-unabhängig und damit „sicher“ zu gewährleisten, stellt eine durchaus ernst zu nehmende Bedrohung v.a. für die Biologische Landwirtschaft dar; sind doch bereits zur Zeit genügend Ansätze zu einer qualitativen Verbesserung defizitärer Urprodukte aus einer industrialisierten Landwirtschaft verwirklicht.

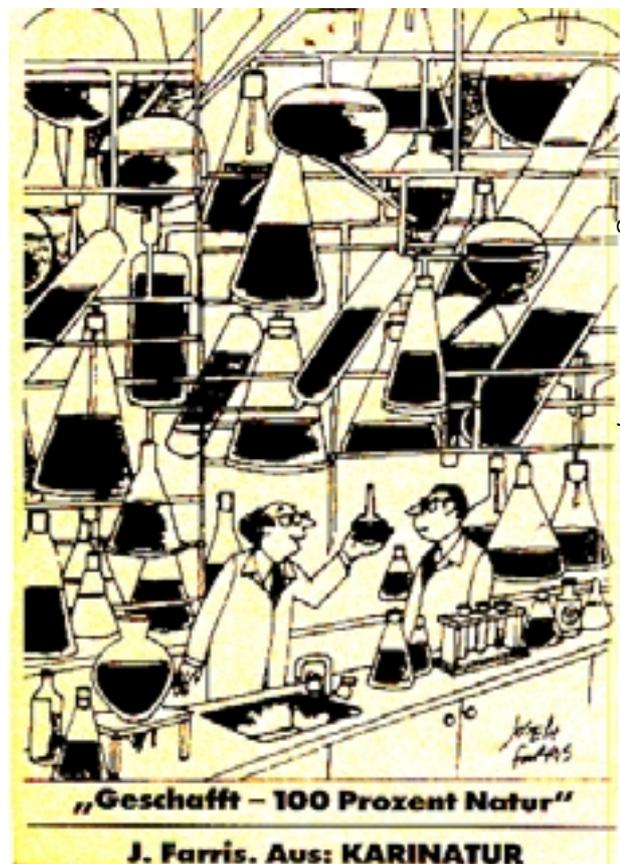


Abb. 4: Zukünftige Lebensmittelproduktion??

1.3.16 Alternativenforschung statt Risikoforschung

Risikoforschung dient der Abschätzung möglicher ökologischer und gesundheitlicher Gefährdungen durch die Einführung einer neuen Technologie, eines neuen Giftes eines Bauunternehmens u.ä.m. Im Zentrum der Risikoforschung steht nicht ein zu lösendes Problem, sondern die Gefährlichkeit des jeweiligen Mittels oder Verfahrens, das zur Problemlösung angeboten wird. Einige wenige (im Vergleich zur Weltbevölkerung) Risikoforscher bestimmen mittels dieses Instrumentes, in wie weit das Risiko, z.B. eines Biozidrückstandes in der Nahrung, für alle akzeptabel ist. Risikoforschung ist somit ein mächtiges intellektuelles Instrument, um die Kontamination mit Biozidrückständen und anderen Zusätzen in unserer Nahrung zu rechtfertigen. Dabei wird ermittelt, wieviel Schaden verursacht wird, zu welchem Grad Menschen exponiert sein werden und ob die lokalen Folgen annehmbar sind. Bei der Abschätzung des Risikos, das etwa ein Pestizidrückstand beim Essen eines Apfels darstellt, wird aber nicht beachtet, dass

- es viele adverse Effekte gibt,
- der neue Effekt zu anderen dazukommt,
- Menschen individuell unterschiedlich reagieren und
- biologische Systeme zu komplex sind für verlässliche Wirkungsvoraussagen.

Da in der linearen Risikoforschung diese Komplexität missachtet wird, gibt es sogar Autoren, die hier von „science fiction“ sprechen (O´BRIEN 2000).

Als Gegeninitiative würde eine problemzentrierte Forschung, die alle Lösungsalternativen wahrnimmt und die mit der geringsten Gefährlichkeit auswählt, also eine Alternativenforschung, weit mehr Sicherheit bieten (O´BRIEN 2000). Da monetäre Interessen bei der Lancierung eines neuen Produktes oder einer neuen Technologie (z.B. Gentechnologie) meist nicht im Hintergrund stehen, wird postuliert, dass Risikoforschung in ihrer objektiven Wissenschaftlichkeit außer Diskussion steht, während kritischen Untersuchungen das Flair von irrationaler, voreingenommener und subjektiver Unwissenschaftlichkeit und Panikmache angedichtet wird.

Im Bereich der Landwirtschaft und Ernährung bieten ökologisch orientierte Verfahren nicht nur die sicherste Alternative, sondern auch die billigste. Die billigste insofern als Risikoforschung auf wenige Problembereiche beschränkt werden kann (keine Gentechnologie, Bestrahlung, Anwendung von chemisch-synthetischen Bioziden, ...) und vor allem teure Reparaturtechnologien (BSE!) – bisher jedenfalls – nicht notwendig waren.

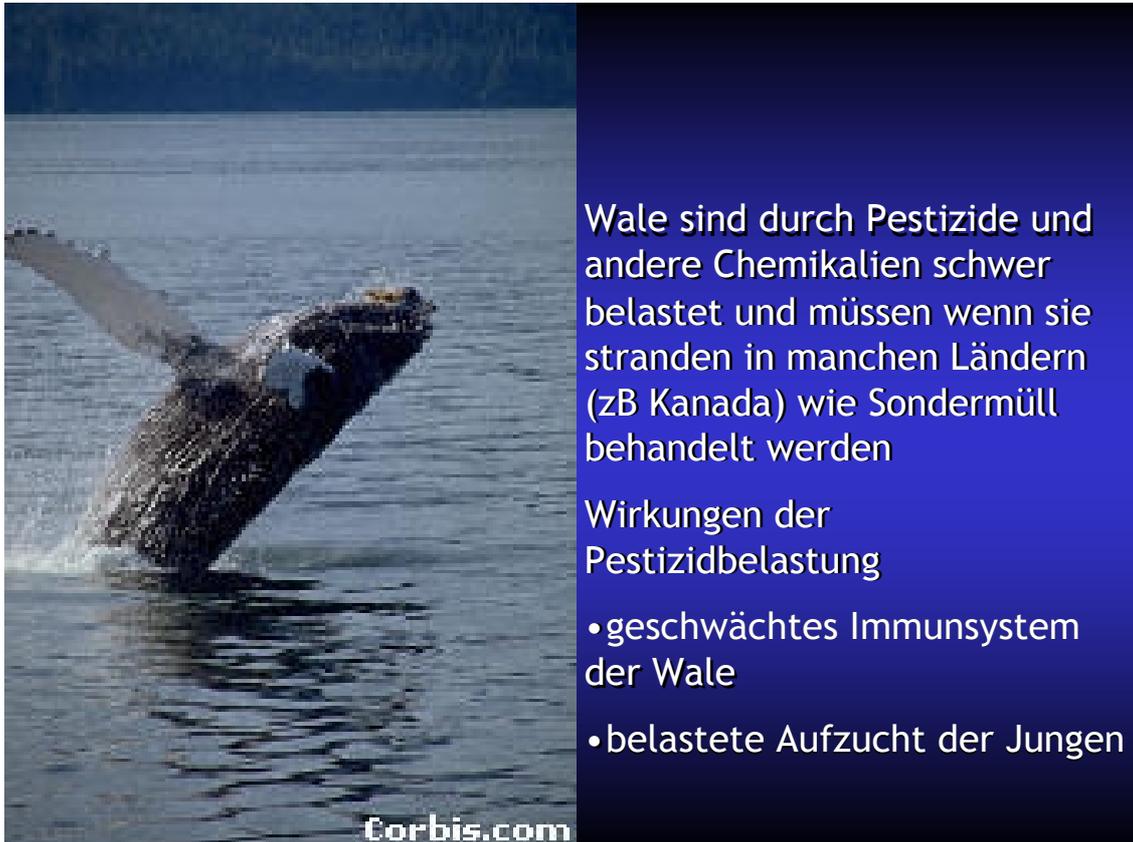
1.4 Fazit

Die hier durchgeführte Übersicht differenziert nicht in unterschiedliche Formen (Herbizide, Fungizide etc.) und auch nicht in Unterschiede der Zulassungsdaten der Pestizide. Viele Pestizide und deren Metaboliten, die heute in den diversen Umweltmedien gefunden werden, sind mittlerweile längst verboten und werden in der Landwirtschaft Mitteleuropas und den USA nicht mehr eingesetzt. Eine differenzierte Darstellung in Wirkungen und Verteilungen von alten Pestiziden und neuen Pestiziden konnte in dieser Studie nicht gegeben werden, da dies deutlich den Rahmen, als auch die Zielstellung des Projektes übersteigen würde. Es soll jedoch an Hand dieser Darstellung verdeutlicht werden, welche Effekte im Rahmen der Risikoabschätzung lange Zeit übersehen wurden und auf Grund der Komplexität nicht erfasst werden können. Dies soll zeigen, wie schwierig es ist, alle umwelt- und gesundheits-

relevanten Aspekte im Rahmen eines sorgfältigen Vergleichs unterschiedlicher Anbausysteme miteinzubeziehen und zu bewerten.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass trotz der Verwendung von Bioziden und ertragssteigernder mineralischer Düngung in den letzten Jahrzehnten der Ertrag von Weizen, Mais und Reis in der konventionellen Landwirtschaft zurückgegangen ist bei gleichzeitiger Zunahme der Lagerverluste weltweit (KERN 2003).

Abb. 4: Pestizidbelastung bei Walen



© Werner Müller Ecorisk

2. Gesunde Lebensmittel – Qualitätserfassung

Zunächst sei hier auf die häufige Verwechslung von Diätzusammenstellung und Lebensmittelursprung hingewiesen. Es ist hinlänglich bekannt, dass falsche Ernährung im Sinne einer ungesunden Lebensmittelzusammenstellung krank macht. Eine Reihe von Zivilisationskrankheiten (z.B. Diabetes, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Gicht, Fettleibigkeit u.a.m.) wird darauf zurückgeführt. Im Rahmen dieser Studie geht es nicht um diesbezügliche Ernährungsempfehlungen, sondern grundsätzlich um die Qualität unterschiedlich angebaute Lebensmittel, unabhängig von Ernährungslehren.

Allerdings bietet auch hier der Biologische Landbau eine nennenswerte Alternative, die kurz angesprochen werden soll. Dabei wird eine flächendeckende Umstellung erstmals angedacht. Eine Diplomarbeit aus Deutschland (SEEMÜLLER 2000) – mit dem 1. Preis für angewandte Umweltforschung ausgezeichnet – zeigt auf, dass bei Vollumstellung in Deutschland bei gleichbleibenden Ernährungsgewohnheiten der landwirtschaftliche Nutzflächenbedarf 22,7 Mio. ha wäre, das sind um ca. 5,5 Mio. ha mehr als die vorhandene Nutzfläche darstellt. Zur Sicherung des Lebensmittelverbrauchs bei ausschließlich biologischer Urproduktion müssten entweder Lebensmittelimporte ansteigen oder die

Ernährungsgewohnheiten geändert werden, insofern als die derzeit üblichen 61 % „pflanzliche“ Kalorien (zu 39 % „tierische“ Kalorien) auf 76 % gehoben werden, da im Bio-Landbau möglichst viel Ackerfläche für die menschliche Ernährung direkt verwendet wird und dadurch die tierische Produktion, die flächenintensiver ist, zurückgehen würde. Dieses Verhältnis von pflanzlichen und tierischen Produkten wäre laut Ernährungswissenschaft eine wesentlich gesündere, bedarfsgerechte Ernährungsweise.

In der heutigen Diskussion um Lebensmittelqualität geht es vornehmlich um die Vermeidung von Gesundheitsrisiken (Pestizide, Antibiotika, Gentechnik u.a.m.). Ein neuer Zugang ist eine Rückbesinnung auf die Heilwirkung von Lebensmitteln. Das neue Konzept der Salutogenese besagt, dass die Förderung der Gesundheit durch die Nahrung im Vordergrund stehen soll. Es gibt bereits einige Untersuchungen zu diesem Thema:

- Bereits 1940 wurde in Neuseeland eine Studie veröffentlicht, die den verbesserten Gesundheitszustand von Schülern in einem Schülerheim auf Grund von fast ausschließlicher Ernährung mit biologisch erzeugten Lebensmitteln nachweist. Nach drei Jahren wurde festgestellt, dass weniger Verkühlungen und Husten, eine raschere Rekonvaleszenz, weniger Sportverletzungen, weniger Hautprobleme und bessere Zähne aus der Ernährungsumstellung resultierten (DALDY 1940).
- Eine neuere schwedische Studie wiederum hat aufgezeigt, dass Waldorfschüler im Gegensatz zu Schülern anderer Schulen ein signifikant geringeres allergenes Potenzial aufwiesen, was vorsichtig und wenigstens teilweise auch auf die in anthroposophischen Haushalten übliche Ernährung mit biologisch-dynamischen Lebensmitteln zurückgeführt werden kann (ALM ET AL. 1999).
- Eine weitere Pilotstudie, die in einem Kloster durchgeführt wurde, erfasste sowohl subjektive als auch analytisch nachweisbare Veränderungen der Versuchspersonen bei der Ernährung mit biologisch erzeugten Lebensmitteln. Die Untersuchungen der Darmflora brachten zwar interessante Einzelverläufe, aber insgesamt keine statistisch signifikanten Veränderungen. Die Untersuchungen von immunologischen Parametern zeigten aber signifikante Veränderungen: eine Erhöhung der „Natürlichen Killerzellen“ im Blut der Testpersonen ging mit der Ernährungsumstellung einher. Ebenfalls signifikant war die Abnahme von körperlichen Beschwerden als subjektiver Parameter. Wenngleich die Interpretation der Ergebnisse bezüglich Interaktionen schwierig ist, zeigt doch diese Studie deutlich auf, „...dass durch eine qualitative Ernährungsumstellung auf Lebensmittel aus biologisch-dynamischer Landwirtschaft sich Veränderungen sowohl im subjektiven als auch im analytischen Bereich einstellen“ (HUBER & FUCHS 2003).
- Die aktuellste Untersuchung wurde in Dänemark mit 16 gesunden Dänen durchgeführt. 3 Wochen lang erhielten die Versuchspersonen eine idente Diät entweder biologischen oder konventionellen Ursprungs. Allerdings war bei den pflanzlichen Lebensmitteln die Sortengleichheit meist nicht gegeben, es wurde eingekauft, was typischerweise an biologischen Sorten am Markt erhältlich war, mit dem Argument, so für den Konsumenten relevante Ergebnisse erzielen zu können. Das Hauptergebnis waren in den biologischen Lebensmitteln signifikant höhere Gehalte an Quercetin, einem Flavonoid mit antioxidativer Wirkung, was dann auch in signifikant höheren Konzentrationen im Urin der biologisch ernährten Versuchspersonen nachgewiesen werden konnte (GRINDER-PEDERSEN ET AL. 2003).

2.1 Einleitung

Bisher haben wir gesehen, dass bei biologischen Lebensmitteln Hinweise auf höhere Gehalte an gesundheitsfördernden bei gleichzeitiger Risikoreduzierung bezüglich wertmindernder Gehalte nachgewiesen wurden.

Prinzipiell stellt sich nun die Frage, warum Akteure entlang der biologischen Produktionskette überhaupt in eine Verteidigungssituation geraten sind? Es steht außer Zweifel, dass die Prozessqualität biologisch erzeugter Lebensmittel nicht nur die momentan bestmögliche darstellt, sondern auch zu 100 % den Ansprüchen bewusster Konsumenten entspricht. Der Argumentationsnotstand nach den hinlänglich bekannten Lebensmittelskandalen in der konventionellen Produktion liegt definitiv bei den Vertretern einer Landwirtschaft, die von Rücksichtslosigkeit geprägt sowohl Massentierhaltung als auch den Einsatz von Pestiziden zulässt.

Ziel aller biologischen Anbauweisen ist die Produktion von gesunden Lebensmitteln, wobei nicht die Reduktion auf isolierte, lineare Wirkungsketten, sondern die Vernetzung biologischer Systeme als Erkenntnisbasis dient. Mit „gesund“ ist sowohl der Gesundheitszustand der landwirtschaftlich genutzten Böden, Pflanzen und Tiere als auch die positive Wirkung auf den Konsumenten und seine Umwelt gemeint. Es ist klar, dass Produkte von kranken Tieren, wie etwa Milch von Kühen mit Euterentzündung oder Fleisch von BSE-Rindern, nicht als Lebensmittel verwendet werden. Schwieriger ist die Frage, inwieweit Tiere, die nur mit vorbeugendem Medizinalfutter und/oder chirurgischen Eingriffen (Abbrennen der Schnäbel, Kupieren der Schwänze u.a.) in ausschließlich ökonomisch orientierten Haltungssystemen überleben können, noch als gesund zu bezeichnen sind. Man kann hier die Gesundheitsdefinition der WHO als Beurteilungsgrundlage heranziehen, die unter Gesundheit u.a. vollkommenes Wohlbefinden, nicht nur die Abwesenheit von Krankheit versteht. In diesem Fall sind tiergerechte Haltungssysteme und artgerechte Fütterung Grundvoraussetzungen für die Produktion gesunder tierischer Lebensmittel. Einige wenige Beispiele sollen diese These verdeutlichen. Eine hohe Kraftfutterzufuhr bei Rindern z.B. resultiert in einem gestörten Basen-Säure-Gleichgewicht und verursacht Entzündungen im Pansen, im Klauenbereich, im Euter u.s.w.. Weiters wird die körpereigene Abwehr geschwächt, wodurch Schwanzspitzennekrosen und andere örtliche Entzündungen nicht mehr abheilen. K-Überschüsse in falsch gedüngtem Futter wirken negativ auf die Fruchtbarkeit und bei hohem Nitratgehalt im Grünfutter kommt es vermehrt zu Milchfieber und Entzündungen der Gebärmutterschleimhaut. Die Erkrankungsrate bei Haltung auf Spaltböden ist signifikant höher als auf Stroh. Die Einschränkung der Bewegungsfreiheit von Zuchtsauen durch Anbinden begünstigt die Entstehung des gefürchteten MMA-Komplexes (Mastitis, Metritis, Agalaktie = Gesäugeentzündung, Gebärmutterentzündung, Milchmangel). Insgesamt liegt die Erkrankungsrate um 100 % über jener bei Tieren mit Auslaufmöglichkeit. Auch die hohe Bestandsdichte ist Grund für die Zunahme von virusbedingten Krankheiten z.B. Durchfallerkrankung des Schweines. Allgemein ist bekannt, dass Stress in jeder Form, sei es durch falsche Fütterung oder Haltung, eine allgemeine Immunschwäche nach sich zieht. Die Folge ist, dass an sich harmlose Mikroorganismen zum Problem werden, wie z.B. Erreger der Rinder- und Ferkelgrippe und der Schnüffelkrankheit. Ein weiterer negativer Einflussfaktor auf die Immunität sei hier noch abschließend erwähnt, da er den Zusammenhang landwirtschaftlicher Systeme verdeutlicht. Es handelt sich um toxische Schwermetalle und Pestizide in Mengen, die weder tödlich sind noch direkt-verursachte sichtbare Krankheitserscheinungen hervorrufen („no observed adverse effect level“). Man

kann das Krankheitsgeschehen im Tierbestand als sichtbar gewordenen Symptom einer gestörten Landwirtschaft interpretieren (BOEHNCKE 1986).

Analog zu den diskutierten Problemen im Bereich tierischer Produktion können auch intensive Mineraldüngung (Fütterung) sowie vorbeugende und akute Pestizidanwendungen (Medizinalfutter) im pflanzlichen Bereich gesehen werden.

Intensive Produktionssysteme können nur mittels massiver äußerer Stützung durch den Einsatz chemisch-synthetischer Mittel aufrechterhalten werden, weitab von stark durch entsprechende Werbung beeinflusste Konsumentenvorstellungen über eine naturbelassene, tiergerechte Landwirtschaft.

Ganz anders bemüht man sich im Biologischen Landbau um möglichst ökologisch orientierte Systeme, in welchen durch die Bereitstellung bedarfsgerechter Rahmenbedingungen die Selbstregulierungsmechanismen sowie die Eigenabwehr zum Tragen kommen. Alle anthropogenen Eingriffe sind darauf ausgerichtet. Um die Produktion von gesunden Lebensmitteln in diesem Sinne zu garantieren, wurden Richtlinien für den Biologischen Landbau erstellt und gesetzlich verankert (1989 im Codex Alimentarius Austriacus als Kapitel A 8 für pflanzliche Produkte, seit 1991 für tierische Erzeugnisse und Teilkapitel B: Erlaubte Hilfs- und Zusatzstoffe bei der Verarbeitung tierischer Produkte). Tiergerechte Halts- und Fütterungssysteme haben nachweislich nicht nur auf das Wohlbefinden der Tiere, sondern auch auf die Produktqualität positive Effekte. Da der Einsatz von Medizinalfutter verboten ist und bei Erkrankung homöopathischen Heilmitteln der Vorzug gegeben wird, sind auch keine diesbezüglichen Rückstände (z.B. Antibiotika) zu befürchten. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass tierische Lebensmittel aus biologischer Produktion kaum Medikamenten- und/oder Pestizidrückstände enthalten (KOUBA 2002). Weiters garantiert die biologische Kennzeichnung, dass entsprechend der Richtlinien für die Biologische Landwirtschaft keine bestrahlten und gentechnisch veränderten Futterzusätze verwendet wurden (EU-VO 2092/91 i.d.g.F.).

2.2 Qualitätsdefinitionen

Die Unüberschaubarkeit der Interaktionen zwischen den wenigen bekannten und vielen unbekannt Einflüssen auf die Produktqualität machen es notwendig, eine andere, ökologisch orientierte Sichtweise anzuwenden. Die landwirtschaftlich genutzten Lebewesen (Pflanzen und Tiere) sind integrierte und integrierende Bestandteile eines Ökosystems und sollten nicht isoliert betrachtet werden. Daher ist die Qualitätsbeurteilung von Lebensmitteln mit der Beurteilung der ökologischen Rahmenbedingungen, der Umweltverträglichkeit der landwirtschaftlichen Methoden sowie der geeigneten Sorten- bzw. Rassenwahl verknüpft. Derzeit wird auch folgerichtig die „biologische Qualität“ durch diese Prozessqualität definiert.

In der biologischen produktbezogenen Qualitätsforschung spielt die Methodenauswahl und -kombination eine wichtige Rolle. Hinsichtlich der chemischen Analyse wurden die mit dieser Methode verbundenen Probleme bereits ausführlich geschildert (siehe Einleitung). Chemisch-analytische Ergebnisse geben den Zustand eines Produktes zu einem bestimmten Zeitpunkt wieder, während integrative Qualitäts-Ermittlungsmethoden dynamisch und prozessbezogen sind, wodurch Verhalten und Wirkungen von Produkten geprüft werden können. Die Anwendung beider Methodengruppen vermittelt sowohl detailorientierte als auch ganzheitliche Informationen und ermöglicht eine Qualitätsauffassung, die dem modernen erweiterten

Qualitätsbegriff eher gerecht wird – erweitert im Sinne der Einbeziehung von ganzheitlichen, ökologischen, ethischen und sozialen Gesichtspunkten.

2.3 Überblick über produktbezogene Qualitätserfassungsmethoden

Tab. 1: Produktbezogene Qualitätsermittlung

Bezugssystem	Methoden	Prüfinhalt
Zustand:	Chemische Analyse	wertgebende und wertmindernde Inhaltsstoffe
Verhalten:	P-Wert-Bestimmung Biophotonenemissionsmessung Zersetzungstest Bildschaffende Methoden	Energiestatus Lichtspeicherkapazität Haltbarkeit Vitalaktivität
Wirkung:	Verkostungstest Fütterungsversuch Futterwahlversuch Zersetzungstest	Geschmack Futtereinflüsse Instinktives Futterwahlverhalten mikrobiologische Besiedelung

Im Folgenden werden die weniger bekannten integrativen Methoden kurz beschrieben.

2.3.1 P-Wert-Bestimmung – Energiestatus

Die bioelektrischen Parameter pH-Wert, Redoxpotential und elektrische Leitfähigkeit werden in Säften gemessen und durch eine empirische Formel zu einem einzigen Indexwert – dem P-Wert – zusammengefasst. Die ersten Anwendungen in der Humanmedizin, bioelektrische Messungen im Blut von Patienten, zeigten Zusammenhänge zwischen Bioelektronik und Gesundheitszustand, wobei niedrigere Werte für bessere Gesundheit stehen. Diese Methode wird zunehmend zur Beurteilung von Lebensmittelqualität eingesetzt. Es können Bezüge zu Lagerqualität und Anbauweise nachgewiesen werden.

2.3.2 Biophotonenemissionsmessung – Lichtspeicherkapazität

Bei der ultraschwachen Biophotonenemission handelt es sich um eine rhythmische, kohärente Lichtemission aus lebenden Zellen. Das Sonnenlicht speist alle energieverbrauchenden Lebensprozesse und wird in allen Zellen als Energie gespeichert, die bei abbauenden Stoffwechselprozessen wieder frei wird, wobei Biophotonen abgestrahlt werden. Eine lange Speicherfähigkeit, dargestellt als Abklingkurve oder erhöhte Photonenzählraten, ist ein Zeichen hoher Überlebensqualität. Seit etwa 30 Jahren werden Zusammenhänge zwischen Biophotonenemission und Qualität von Lebensmitteln sowohl pflanzlichen als auch tierischen Ursprungs untersucht.

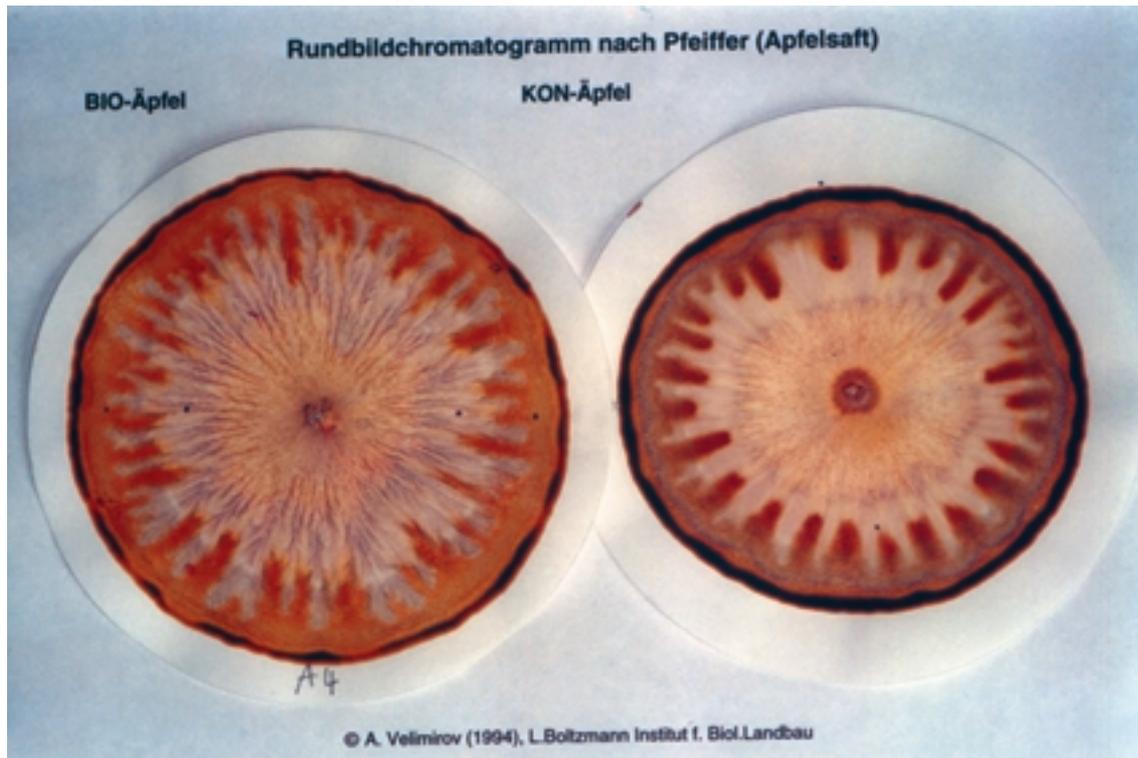
2.3.3 Zersetzungstest – Haltbarkeit

Die Vergleichsproben werden zerkleinert in Petrischalen eingewogen und bei 25°C, 50 % rF, unter Lichtabschluss inkubiert. Der Verlauf der Zersetzung, wie das Nachdunkeln der Proben, der Texturverlust und die mikrobielle Besiedelung, wird fotografisch dokumentiert. Nach einer definierten Zeitspanne werden die zersetzten Proben bei 85°C getrocknet, um den Trockensubstanzverlust und somit die Haltbarkeit zu ermitteln.

2.3.4 Bildschaffende Methoden – Vitalaktivität

Der erkenntnistheoretische Hintergrund der bildschaffenden Methoden (Kupferchlorid-kristallisation, Steigbildmethode und Rundfilter-Chromatographie) ist die Annahme einer gestaltbildenden Kraft, die als organisierendes Prinzip die innere Ordnung in organischen Substanzen herstellt und erhält. Diese Vitalaktivität wird sichtbar, wenn wässrige organische Lösungen mit Metallsalzlösungen in Verbindung gebracht werden. Das Chromabild wird als Ausdruck der Vitalkraft eines Produktes interpretiert.

Abb.3: Rundbildchromas von Äpfeln



2.3.5 Verkostungstest – Geschmack

Sensorischen Analysen können sowohl von einem Sensorikerpanel als auch mit ungeschulten Konsumenten durchgeführt werden. Der in diesem Zusammenhang am besten geeignete Test ist der Erweiterte Dreieckstest (JELINEK 1985). Drei codierte Proben werden angeboten, von denen zwei ident sind. Es soll die abweichende Probe erkannt und der Unterschied beschrieben, sowie die persönliche Bevorzugung angegeben werden. Auf diese Weise können objektive – Unterscheidbarkeit – und subjektive – Beliebtheit – Aspekte getestet werden.

2.3.6 Fütterungsversuche – Futtereinflüsse, ernährungsphysiologische Qualität

Hintergrund: Der toxikologische Grundbegriff von WHO und FAO weltweit einheitlich erarbeitet ist der ADI (= acceptable daily intake) – ATD (= annehmbare Tagesdosis) -Wert. Ausgangspunkt für dessen Ermittlung und Festlegung ist der NOAEL (= no observed adverse effect level) -Wert, angegeben in mg/kg Körpergewicht, ein im Tierversuch ermittelter Wert, der für Menschen nochmals durch einen Sicherheitsdivisor von 100 bzw. 1000 geteilt wird. Die Grenzwertbestimmung beruht auf der Vorstellung, dass es für jeden Stoff eine zu spezifizierende Schwelle gibt, unterhalb derer er einen Organismus ohne beobachtbare Wirkung durchläuft, wobei Summenwirkungen sowie Interaktionen zwischen den erlaubten Restmengen gefährlicher Chemikalien im organischen Verband nicht beachtet werden. Der Kon-

summent ist aber einer Vielzahl von chemisch-synthetischen Verbindungen ausgesetzt. Es kommt nicht nur auf die Menge (Grenzwert) der wertmindernden Kontaminanten an, sondern auch auf ihr Zusammentreffen im Organismus (synergistische Effekte). Das Risiko ist in seinem Ausmaß derzeit nicht bekannt, könnte aber für die Zunahme von Allergien (DIEL 1993) und Krebserkrankungen (HIEN 1993) mitverantwortlich sein (s.o.). Biologisch produzierte Lebensmittel stellen hier eine wertvolle Alternative dar, nicht nur auf Grund der signifikant geringeren bzw. überhaupt nicht vorhandenen Belastung von Rohprodukten, sondern auch auf Grund der starken Einschränkung von Zusatz- und Hilfsstoffen bei der Verarbeitung.

Auch wertgebende Inhaltsstoffe werden nicht mehr nur isoliert betrachtet, da man erkannt hat, dass sie in ihrer natürlichen Zusammensetzung synergistisch oder additiv wirken.

Durch Fütterungsversuche können sowohl negative als auch positive Summeneffekte indirekt geprüft werden.

Methode: Zwei ident gehaltene Versuchstiergruppen werden mit biologisch bzw. konventionell produzierten Lebensmitteln gefüttert, wobei die Zusammensetzung der Diäten nicht variiert. Als Qualitätsindikatoren werden Fruchtbarkeitsparameter herangezogen.

2.3.7 Futterwahlversuche – instinktives Futterwahlverhalten, ernährungsphysiologische Qualität

Tiere sind in der Lage, entsprechend ihren ernährungsphysiologischen Bedürfnissen geeignetes Futter auszuwählen. Laborratten haben sich als besonders geschickte Verkoster profiliert. Der Grund dafür liegt in dem wendigen Fressverhalten, das für alle omnivoren Tiere typisch ist. Aus einer Vielfalt möglicher Futterquellen, sowohl gefährlichen als auch bekömmlichen, muss ausgewählt werden. Bereits in der pränatalen Zeit erworbene Geschmackspräferenzen werden später durch eigene Erfahrungen verfeinert. So werden Futtercharakteristika wie Geruch, Geschmack, Textur mit der physiologischen Wirkung verknüpft und stabile, langanhaltende und sinnvolle Nahrungsgewohnheiten gebildet. Ratten lernen beispielsweise Futter mit unterschiedlichem Nährstoffgehalt zu unterscheiden und nach Bedarf auszuwählen. (SCLAFANI 1995). Natürlich spielen auch angeborene Vorlieben (süß) oder Ablehnungen (sauer und bitter) eine wichtige Rolle, auf die im Versuchsdesign geachtet werden muss.

Den Versuchstieren wird über eine definierte Zeitspanne eine abgewogene Menge eines Lebensmittels derselben Sorte, biologisch und konventionell angebaut, gleichzeitig zur Wahl angeboten. Die Futterreste werden jeweils am nächsten Tag zurückgewogen und die Präferenz festgestellt.

2.3.8 Mikrobiologische Besiedelung – Differenzierung des Substrates

Der mikrobielle Aufwuchs wird im Zersetzungstest beobachtet. Es kann derzeit gezeigt werden, dass die Substrateigenschaften einen differenzierenden Effekt auf die mikrobielle Besiedelung ausüben.

Der Biologische Landbau stellt eine funktionierende Alternative zu konventionellen Systemen dar, wobei zusammenfassend festgehalten werden muss, dass aus chemisch-analytischer Sicht Bio-Produkte häufig bessere, in mehreren Fällen gleich gute und selten schlechtere Qualitätsmerkmale aufweisen – und das ohne Einsatz von Chemie und antibiotikagestützte Massentierhaltung.

Aus integrativer Sicht konnten in bisherigen, meist interdisziplinären Vergleichsuntersuchungen signifikante Ergebnisse zu Gunsten von Lebensmitteln aus optimalem biologischen Anbau erzielt werden.

Die wichtigsten Ergebnisse aus der vergleichenden Qualitätsforschung werden im Folgenden auf einzelne Produktgruppen bezogen kurz dargestellt.

Abb. 4: Unterschiedlicher mikrobieller Bewuchs auf Karotten: biologisch: v.a. Pilze, konventionell: bakterielle Zersetzung



3. Die Qualität pflanzlicher Produkte

3.1 Gemüse allgemein

Allgemein sind in biologisch erzeugtem Gemüse geringere Pestizidrückstände enthalten (BAXTER ET AL. 2001, BAKER ET AL. 2002A). RL3

Dem Abstract einer dänischen Studie ist zu entnehmen, dass Mineraldünger die Vitamin C Gehalte von Weißkraut im geernteten Produkt senkt RL2 (ARENFALK UND HAGELSKJAER 1995). In einer weiteren Studie wurde für biologisches Weißkraut um 30 % erhöhte Vitamin C Gehalte festgestellt (RRMBIALKOWSKA ET AL. 2000). RL2

Organisch gedüngte Tomaten haben einen deutlich höheren Vitamin C Gehalt als mineralisch gedüngte Tomaten (JIANG ET AL. 1996). RL2 In biologisch angebauten Tomaten wurde auch ein signifikant höherer Gehalt an Lycopin nachgewiesen (PITHER 1990).

Um eine mögliche Wirkung biologisch produzierter Lebensmittel nachzuprüfen, wurden in den vergangenen Jahrzehnten mehrere Fütterungsversuche durchgeführt. Es ist bereits seit 25 Jahren bekannt, dass die Anbauweise die Fruchtbarkeit beeinflusst. Die beiden deutschen Wissenschaftler AEHNELT & HAHN haben 1973 nachgewiesen, dass die Futterqualität in Abhängigkeit von der Düngung (Stallmist/Handelsdünger) auf die Samenqualität von Zucht-

bullen einen entscheidenden Einfluss hat RL2. Die Samenbeweglichkeit der konventionell gefütterten Bullen war signifikant niedriger.

Mehrere Fütterungsversuche zur Überprüfung der weiblichen Fertilität und Aufzuchtleistung zeigten ebenfalls den positiven Effekt von biologisch erzeugten Futtermitteln. Am Ludwig Boltzmann Institut für Biologischen Landbau in Wien wurden Fütterungsversuche mit Kaninchen (EDELMÜLLER 1984), Hühnern (PLOCHBERGER 1989; Ergebnis s.u. „Eier“) und Laborratten (VELIMIROV ET AL. 1992) RL2-RL4 durchgeführt. Die biologisch und konventionell erzeugten Produkte, jeweils derselben Sorte, von benachbarten Standorten und ident gelagert, waren Karotten, Futterrüben, Kartoffeln, Gerste, Hafer, Erbsen und Sojabohnen. Bei Kaninchen und Ratten der biologisch gefütterten Gruppen war der bessere Aufzuchterfolg sowohl auf signifikant weniger perinatal tote Junge als auch auf ein tendenziell höheres Durchschnittsgewicht der Würfe zurückzuführen. Ähnliche Versuche aus Deutschland bestätigen diese Ergebnisse weitgehend (GOTTSCHESKI 1975; STAIGER 1986) RL2-RL4.

In Futterwahlversuchen, die auch während der Fütterungsversuche durchgeführt wurden, bewiesen alle drei Tierarten nicht nur, dass sie zwischen biologisch und konventionell angebauten Produkten unterscheiden konnten, sondern auch dass sie die biologisch erzeugten Varianten bevorzugten. Zur Untersuchung kamen Futterrüben, Rote Rüben, Karotten, Kartoffeln, Sellerieknollen, Kohlrabi, Weizen und Gerste.

In Verkostungstests hatten generell organisch gedüngte Proben eine bessere Bewertung, wobei übereinstimmende Ergebnisse v.a. bei Untersuchungen der Düngeart und -menge erzielt werden konnten RL2. Bei Karotten und Kartoffeln wurden durch die Intensivierung der mineralischen Düngung Geschmack und Geruch weniger aromatisch und einseitiger. Die Probanden bevorzugten deshalb im Verkostungstest meist mäßig gedüngte Produkte (ABELE 1987, MATTHIES 1991, SCHULZ 1997).

Bei einer Vergleichsuntersuchung von unterschiedlich gedüngtem Spinat konnte gezeigt werden, dass mit Mehltau befallene Spinatblätter einen um ein Vielfaches höheren P-Wert aufwiesen als gesunde Blätter (EL-SHERBINY 1997). Analoge Ergebnisse aus der Humanmedizin (s.o.) bestätigen die Relevanz dieser Messung im Zusammenhang mit Gesundheit.

Eine Reihe von Zersetzungstests wurde mit Spinat der Sorte Spinnaker F1 aus einem Düngemittelvergleich (Parzellenversuches in Gerasdorf des Institutes für Obst- und Gartenbau, Universität für Bodenkultur, Dr. R. Krautgartner) durchgeführt. Die Reihung der Proben nach den Ergebnissen der Trockensubstanzverluste stimmte mit den P-Werten überein: niedrigere P-Werte gingen mit niedrigeren Trockensubstanzverlusten und besserer Haltbarkeit einher, wobei günstigere Werte für die organischen Düngemittelvarianten nachgewiesen wurden (VELIMIROV 2002).

Untersuchungen der Biophotonenemission an Tomaten, Zwiebeln, Karotten und Fenchel ergaben eine bessere Qualität der biologischen Vergleichsvarianten. Es konnte auch der negative Einfluss von Pestiziden, besonders Herbiziden, auf die Speicherfähigkeit bei Karotten und Fenchel nachgewiesen werden (POPP 1988).

Intensiver Einsatz von mineralischen Düngern sowie Bioziden mit dem Ziel der Ertragssteigerung wirkt sich negativ auf die Lagerfähigkeit aus. Durch bedarfsgerechte organische Düngung können die Lagerverluste deutlich reduziert werden, wodurch der meist geringere Ertrag im Biologischen Landbau teilweise wettgemacht wird (VOGTMANN 1988) RL2.

In einem Vergleich biologischer Suppenmischungen war der Anteil an Salicylsäure 5 mal höher als in Suppenmischungen mit konventionellen Inhaltsstoffen (BAXTER ET AL. 2001). Salicylsäure wird eine

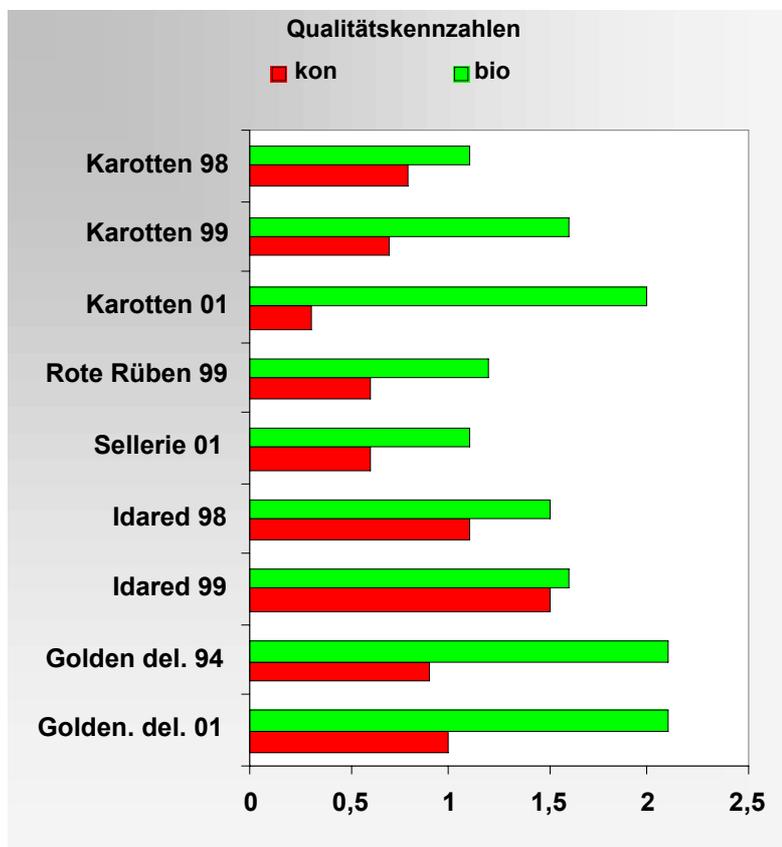
Stärkung des Immunsystems und vorbeugende Wirkung von Herz-Kreislauferkrankungen nachgesagt. RL2 bis RL4?

In Bio-Gemüsesäften war der Flavongehalt um 1,4 bis 10,4 fach höher als in konventionellen Säften (REN ET AL. 2001) RL2 bis RL4?.

Qualitätskennzahl

Die Erstellung einer aus integrativen Testergebnissen errechneten Qualitätskennzahl, in welche die vier Qualitätsaspekte Geschmack, ernährungsphysiologische Qualität, Haltbarkeit und Energiestatus einfließen, entspricht dem Verständnis von Qualität als Ausdruck eines Gesamtzustandes (VELIMIROV 2003). An Hand von 9 Beispielen konnte mittels einer höheren Qualitätskennzahl die bessere Qualität biologisch angebaute Produkte bestätigen (Abb. 6).

Abb. 6: Qualitätskennzahlen



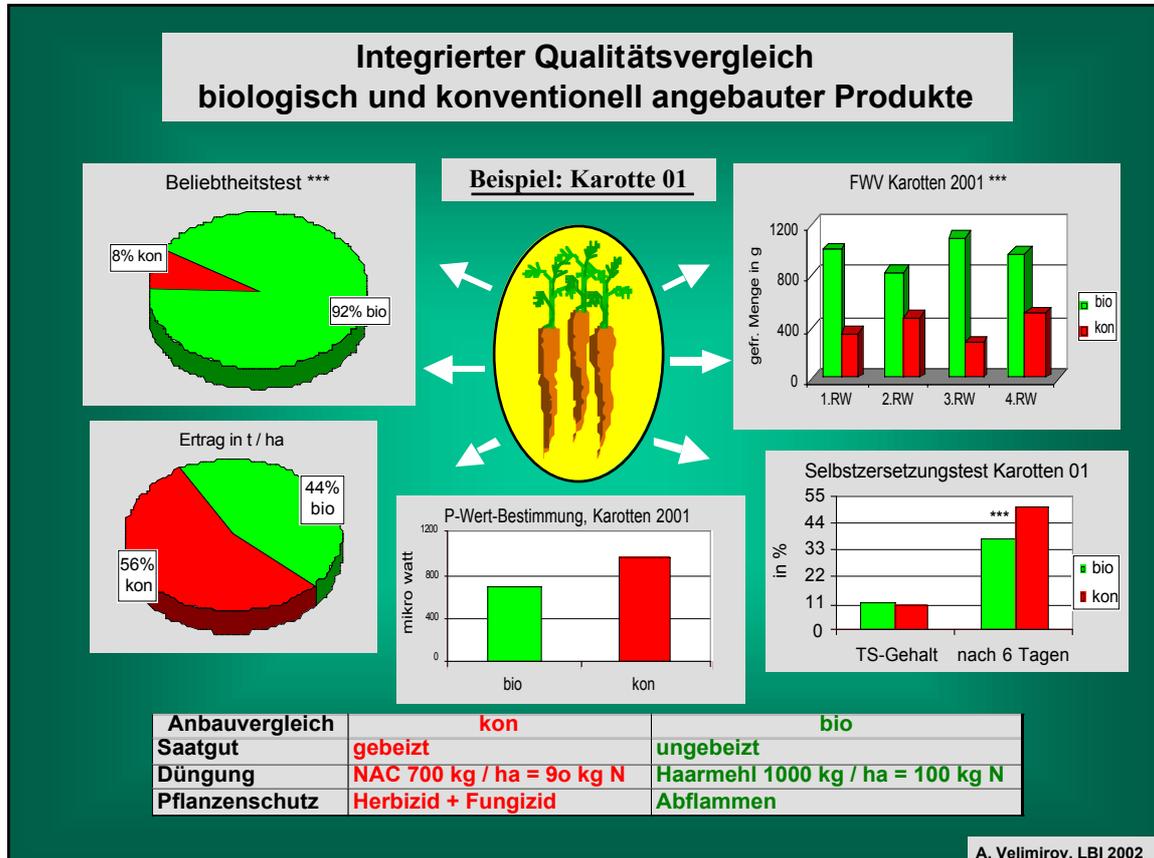
3.2 Karotten

In biologischen Karotten wurden höhere Beta-Carotin Gehalte (12 %) nachgewiesen (LECLERC ET AL. 1991, RUTIKOVIENE ET AL. 1997) RL2-RL4. Beim Vitamin C Gehalt gibt es keine klaren Aussagen. Es wurden in biologischen Karotten sowohl höhere Werte (RUTIKOVIENE ET AL. 1997) bzw. keine Unterschiede festgestellt (WARMAN UND HAVARD 1997). Aber biologische Karotten zeigten einen 3 bis 4 fach geringeren Nitratgehalt (REMBIALKOWSKA ET AL. 2000, RUTKOVIENE ET AL. 1997, KAACK ET AL. 2001) bzw. einen um 46 % geringeren Nitratgehalt (REMBIALKOWSKA ET AL. 2000) RL2. Bio-Karotten haben zudem einen deutlich höheren Trockensubstanzgehalt (KAACK ET AL. 2001) RL2.

Sensorische Aspekte wie Geschmack und Geruch wurden für biologische Karotten besser bewertet als für konventionelle Karotten (REMBIALKOWSKA ET AL. 2000) RL2-RL4.

In mehreren Erntejahren wurden biologisch und konventionell angebaute Karotten der Sorte Tarvil aus dem Marchfeld verglichen, wobei möglichst viele Qualitätsermittlungsmethoden zur Anwendung kamen (VELIMIROV ET AL. 2000; VELIMIROV 2002).

Abb. 7: Ergebnisse einer interdisziplinären Karottenstudie



Die biologische Variante wurde sowohl von den Verkostern als auch von den Laborratten im Futterwahlversuch höchstsignifikant bevorzugt RL2-RL4. Der Trockensubstanzgehalt war etwas höher, der Trockensubstanzverlust während der Zersetzung war hochsignifikant geringer, was auf eine bessere Haltbarkeit dieser Variante schließen lässt und den um 6 % geringeren Ertrag auszugleichen vermag.

Fotogr. Abb. 5: Im Zersetzungstest zeigen biologisch angebaute Karotten eine bessere Haltbarkeit

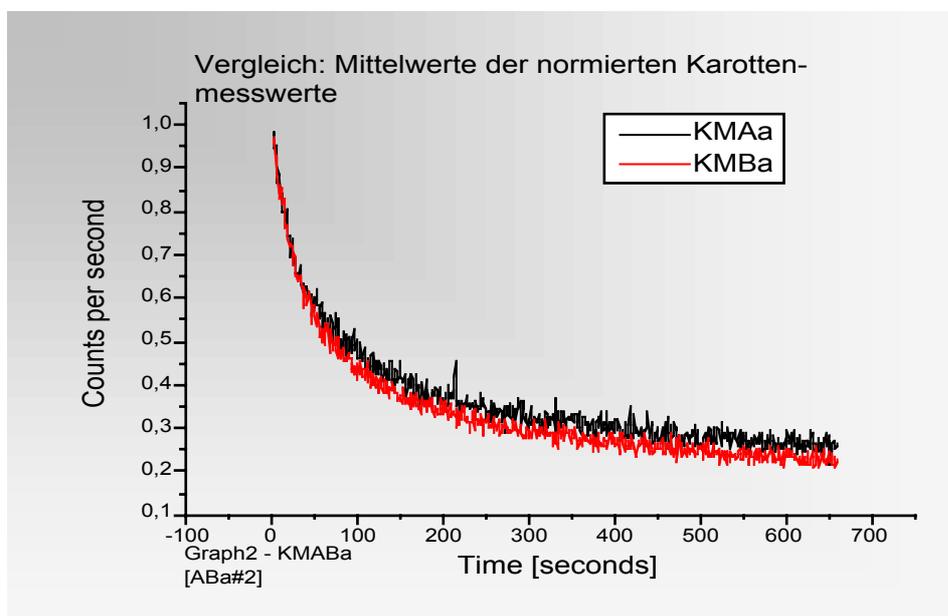


Eine deutliche Differenzierung konnte auch in der mikrobiellen Besiedelung während der Zersetzung beobachtet werden. Biologische Karotten stellen ein besseres Substrat für Pilze als Bakterien dar, was unter anderem auch auf höhere Nitratwerte in konventionellen Produkten zurückzuführen sein könnte RL2.

Auch der niedrigere P-Wert, gemessen von Dr. Krautgartner am Institut für Obst- und Gartenbau (Univ. f. Bodenkultur in Wien), bestätigt die bessere Qualität der Bio-Karotten. Im Erntejahr 1999 wurde im Rahmen einer Diplomarbeit auch eine signifikant höhere Lichtspeicherkapazität bei den biologisch produzierten Karotten nachgewiesen (LENZENWEGER 2001; Abb.8).

Abb. 8: Lichtspeicherkapazität bei unterschiedlich angebauten Karotten

(KMAa – biologische Variante; KMBa – konventionelle Variante)



3.3 Zwiebel

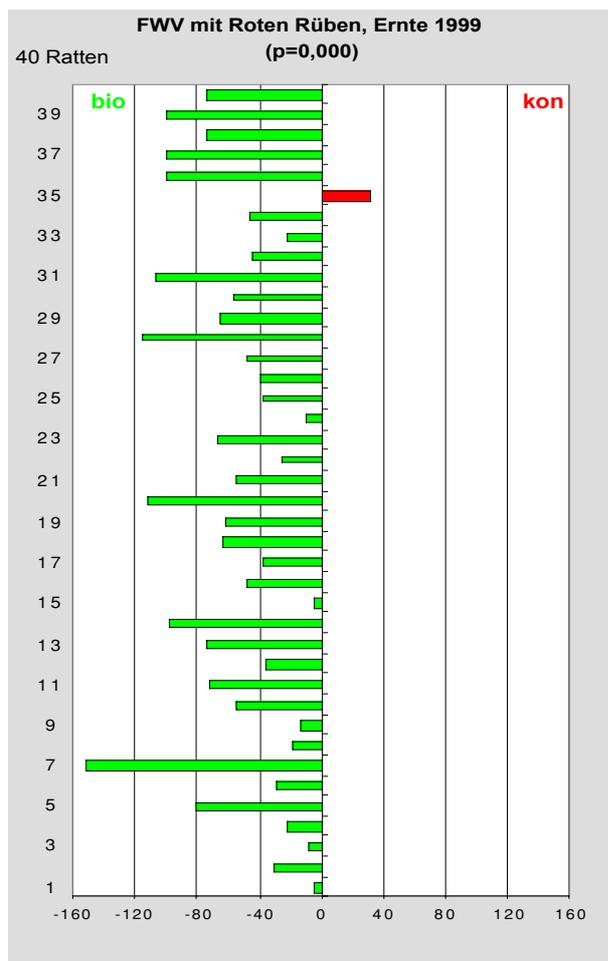
Deutlich höhere Mengen an Mineralstoffen und Spurenelementen Ca, Mg, B, Bi, Dy, Eu, Gd, Lu, Rb, Sb, Se, Sr, Ti, U and Y wurden in biologisch kultivierten Zwiebeln festgestellt (GUNDERSEN ET AL. 2000) RL1.

Die antioxidative Wirkung von biologischen Zwiebel war um 20 bis 50 % erhöht (REN ET AL. 2001) RL2 bis RL4.

3.4 Rote Rüben

Wie bei den Karotten wurden auch bei Roten Rüben der Sorte Formanova, Ernte 1999, vier integrative Methoden angewendet. Die Ergebnisse sprachen übereinstimmend für die biologisch angebaute Variante. Die biologischen Roten Rüben wurden sowohl im Verkostungstest als auch im Futterwahlversuch mit Laborratten signifikant bevorzugt, hatten im Zersetzungstest einen signifikant geringeren Trockensubstanzverlust und niedrigere P-Werte (VELIMIROV ET AL. 2000).

Abb. 9: Die biologische Variante der Roten Rüben wurde von den Ratten signifikant bevorzugt – nur Ratte Nr. 35 machte eine Ausnahme.



Ein um 50 % geringerer Lagerverlust bei organischer Düngung wurde bereits 1977 von SAMARAS nachgewiesen RL2.

Rote Rüben aus dem Langzeitparzellenversuch des Forschungsinstitutes für Biologischen Landbau in der Schweiz konnten im Futterwahlversuch – biologische Varianten wurden bevorzugt – und durch die Anwendung bildschaffender Methoden – stärkere Ausprägung bei biologischen Varianten – differenziert werden (MÄDER ET AL. 1993). In den Versuchsreihen zeigte sich während der Zersetzung ein deutlich unterschiedlicher mikrobieller Befall der Proben: die biologischen Rüben wurden von Abbaupilzen besiedelt, während die konventionellen Proben bakterielle Fäulnis zeigten (siehe auch Karotten) RL2.

3.5 Kartoffeln

Kartoffel, die ohne den Einsatz von Pestiziden kultiviert wurden, hatten einen signifikant höheren Gehalt an Polyphenolen (HAMOUZ ET AL. 1999) RL3-RL4. Weiters war der Gehalt an reduzierendem Zucker (Glucose)

bei biologisch kultivierten Kartoffeln höher (HAMOUZ ET AL. 2000) und von Solanin niedriger (HELLENAS UND BRANDZELL 1995) als bei konventionell produzierten Kartoffeln RL2-RL4.

Deutlich höhere Mengen an Mineralstoffen und Spurenelementen (Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Se und Ni), dafür aber niedrigere Cadmiumgehalte wurden in biologisch kultivierten Kartoffeln

festgestellt (SCHULZOVA ET AL. 1999) RL1-RL2. In einer anderen Studie konnten bezüglich Cadmium keine signifikanten Unterschiede gefunden werden (JORHEM 1995). WARMAN und HAVARD (1998) fanden ebenfalls höhere Gehalte von Mineralstoffen (P, Mg, Na, Mn) in den Bio-Kartoffeln.

LINDBERG UND HESSEL 1995) sowie SCHULZOVA ET AL. 1999) fanden keine Unterschiede im Vitamin C Gehalt unterschiedlich angebaute Kartoffeln, während PRUGAR ET AL. 1999) einen höheren Vitamin C – und einen geringeren Nitratgehalt bei biologischen Kartoffeln feststellten.

Die Wirkung von mineralischen, organischen und biologisch-dynamischen Anbauarten auf verschiedene Qualitätsparameter bei Kartoffeln der Sorte Granola ergab generell etwas bessere Werte bei den biologischen Varianten. Im Detail konnte gezeigt werden, dass die Trockensubstanz- und Aschegehalte höher, die Nitratgehalte meist niedriger waren RL2. Die Festigkeitswerte ergaben ebenfalls eine bessere Beurteilung der biologischen Kartoffeln. Bei sensorischen Untersuchungen wurde festgestellt, dass die Düngemittelsteigerung vor allem in der mineralischen Variante den Geschmack negativ beeinflusste (SCHULZ 1997) RL2. Ältere Versuche mit Kartoffeln der Sorte Roxy bestätigen die Abnahme an Schmackhaftigkeit bei zunehmender Stickstoffversorgung bzw. intensiver mineralischer Düngung (MEIER-PLOEGER 1991). Kartoffeln aus biologischen Anbausystemen mit bedarfsgerechter organischer Düngung schmecken besser.

Organisch gedüngte Kartoffeln zeigten bis zu 50 % geringere Lagerverluste, was auf höhere Trockensubstanzgehalte sowie festere Gewebestrukturen und damit bessere mechanische Resistenz bei mikrobiellem Befall zurückzuführen ist (PETTERSSON 1978) RL2.

Die Dunkelfärbung des rohen Kartoffelextraktes durch die Oxidation von phenolischen Verbindungen und die Besiedelung geraspelter Kartoffeln durch Mikroorganismen sind aussagekräftige Differenzierungs- und Qualitätsmerkmale bei Anbauvergleichen. Die Ergebnisse einer umfassenden Studie am Institut für biologisch-dynamische Forschung in Darmstadt ergaben deutlich stärkere Dunkelfärbung bei mineralisch gedüngten Kartoffeln. Bei den Zersetzungstests waren diese Proben eher bakterieller Fäulnis unterworfen, während die organischen Vergleichsproben eher trockenen, pilzlichen Abbau zeigten (RAUPP 2001) RL2-RL4.

Im Futterwahlversuch mit Kaninchen wurde die biologische Kartoffelvariante mit 58 % bevorzugt (EDELMÜLLER 1984) RL2-RL4.

3.6 Getreide

Bereits 1931 machte PFEIFFER die ersten positiven Erfahrungen, indem er zeigen konnte, dass Mäuse biologisch angebauten Weizen signifikant bevorzugten. Am Ludwig Boltzmann Institut für Biologischen Landbau in Wien wurden mit den drei Tierarten der oben beschriebenen Fütterungsversuche auch Futterwahlversuche mit den Getreidesorten Weizen und Gerste durchgeführt. Die Kaninchen bevorzugten die biologisch angebaute Gerste mit 61 %.

Die höchstsignifikante Präferenz von biologisch produziertem Weizen im Futterwahlversuch mit Laborratten lassen auf eine höhere ernährungsphysiologische Qualität schließen, die durch den höheren Gehalt an essenziellen Aminosäuren bestätigt wurde (VELIMIROV ET AL. 2000) RL2-RL4. Diesen Ergebnissen entsprachen auch die signifikanten Unterschiede in der Lichtspeicherkapazität der Weizenkeimlinge zu Gunsten der biologischen Anbauweise (LENZENWEGER 2001) RL2-RL4.

Die Weizenqualität wird im Wesentlichen von zwei Faktoren bestimmt: der ernährungsphysiologischen Qualität und der Backfähigkeit. Beide Eigenschaften hängen von der Proteinzusammensetzung ab. Das Klebereiweiß (Gliadin und Glutenin) beeinflusst die backtechnischen Eigenschaften, während Albumine und Globuline durch hohe Gehalte an essenziellen Aminosäuren (bes. Lysin) wichtig für den Nährwert des Weizens sind. Auf Grund der intensiveren Versorgung mit leicht löslichem Stickstoff findet man generell bei konventionellem Weizen einen höheren Klebergehalt, der jedoch häufig mit einem niedrigeren EAA-Index einhergeht (GRANSTEDT UND KJELLENBERG 1996). Der EAA-Index (= essentielle Aminosäuren Index) stellt das Kennzeichen für Proteinqualität dar. Allerdings wird die Proteinzusammensetzung stark von der Sortenwahl sowie dem Standort beeinflusst. Bei einem Vergleich der Aminosäurenverteilung in konventionell und biologisch angebautem Backweizen fand SCHELLER (1999) im konventionellen Weizen mit durchschnittlich 13,8 % einen wesentlich höheren Rohproteinanteil; der Gehalt der meisten essentiellen Aminosäuren (Aspargin, Histidin, Glycin, Alanin, Argenin, Isoleucin, Leucin, Lysin) war aber um 5 bis 15 % vermindert. Er schloss aus seinen Ergebnissen, dass die höchste Proteinqualität ein Weizen mit niedrigem Rohproteingehalt hat, da bei niedrigem Rohproteingehalt hauptsächlich die Aminosäuren vermehrt vorkommen die im Nervenstoffwechsel und für die Entgiftung des Körpers eine wichtige Rolle spielen.

3.7 Hülsenfrüchte

In einer vergleichenden Untersuchung der Proteinqualität von Bohnen der Sorte Trebona wurde in der biologischen Variante ein ernährungsphysiologisch günstigeres Aminosäuremuster nachgewiesen. Die hydroponisch kultivierte Variante enthielt zwar um 6 bis 8 % mehr Rohprotein, aber der Gehalt der limitierenden essenziellen Aminosäuren Methionin und Cystein war bezogen auf den Rohproteingehalt niedriger (STOLZ ET AL. 2001) RL9.

3.8 Obst

In einem umfassenden Vergleich von Golden Delicious aus integrierter und biologischer Produktion wurden deutliche Unterschiede zu Gunsten der Biovariante festgestellt: signifikant höhere Fruchtfleischfestigkeit (14 %), eine um 15 % höhere sensorische Bewertung, um 31 % mehr Phosphor und um 19 % mehr Phenole (v.a. Flavonoide). Weiters konnte auf Grund von bildschaffenden Methoden eine bessere Ausprägung und damit höhere Vitalqualität für die biologisch erzeugten Äpfel nachgewiesen werden (WEIBEL ET AL. 2000) RL2-RL4.

In einer weiteren Vergleichsuntersuchung mit Äpfeln der Sorte Golden Delicious aus der Obersteiermark konnte für die biologische Variante mittels Verkostungstest, Futterwahlversuch mit Laborratten, Zersetzungstest sowie Vitamin C Gehalt eine deutlich bessere Qualität nachgewiesen werden (VELIMIROV ET AL. 1995). Ein höherer Vitamin C Gehalt in Bio-Äpfeln wurde in einer neueren Studie bestätigt (ROTH ET AL. 2001) RL2-RL4.

Verkostungstests mit Äpfeln der Sorte Idared (Ernte 1998 und 1999) ergaben eine Präferenz der biologischen Variante, die als erfrischend, apfeltypisch und harmonisch im Aroma beschrieben wurde. Diese Ergebnisse waren in Übereinstimmung mit einer signifikant höheren Fruchtfleischfestigkeit und einem günstigeren Zucker/Säure-Verhältnis (VELIMIROV ET AL. 2000) RL2-RL4.



Abb. 10: Beliebtheitstest mit Idared, Ernte 1999

Eine noch nicht abgeschlossene Diplomarbeit auf dem Institut für Ökologischen Landbau der Universität für Bodenkultur in Wien unter der Leitung von Prof. Freyer gibt ebenfalls Hinweise auf einen höheren Gehalt an Phenolen in biologisch angebauten Apfelvarianten unterschiedlicher Sorten (LADURNA 2003).

In biologisch gezogenen Pfirsichen und Bimen wurden signifikant höhere Polyphenolgehalte nachgewiesen (CARBONARO ET AL. 2003).

In einer Pilotstudie zur Weinqualität wurde bei biologisch angebauten Trauben ein durchschnittlich 26 % höherer Resveratrolgehalt (ein antioxidativ wirkendes Phenol in der Schale von roten Trauben) als in der konventionellen Vergleichsvariante nachgewiesen (LEVITE ET AL. 2000) RL2-RL4.

3.9 Die Qualität der Muttermilch

Die Ernährung mit biologisch angebauten Produkten vermindert nicht nur den Gehalt an negativen Inhaltsstoffen (S.O. AUBERT 1987), sondern fördert positive Inhaltsstoffe, die präventiven Charakter haben, v.a. Omega-3-Fettsäuren und mehrfach ungesättigte Fettsäuren (RIST 2003) RL1-RL9.

4. Die Qualität tierischer Produkte

Da bei tierischen Lebensmitteln die artgemäße Tierhaltung als Qualitätskriterium (Ethische Qualität) einen sehr hohen Stellenwert hat, wird einleitend eine kurze Gegenüberstellung bio/kon skizziert.

In der Biologischen Landwirtschaft stellen artgerechte Fütterung und Haltung vorbeugende Rahmenbedingungen für gesunde Nutztiere dar. Sowohl der Zusatz von Medikamenten als auch von synthetischen Aminosäuren und gentechnisch veränderten Produkten zum Futter sind verboten. Weiters wird der homöopathischen Therapieform der Vorzug gegeben.

Konventionelle Haltungssysteme unterstehen ökonomischen, arbeitswirtschaftlichen und hygienischen Kriterien (GEBL 2001). Die im Marketing ausgelobte kleinbäuerliche Landwirtschaft hat mit der Realität wenig zu tun. Tatsächlich zeigen die Strukturen der konventionellen Landwirtschaft in Österreich eine deutliche Entwicklung hin zu sehr großen Beständen (BMLFU 1999; BMLFU 2000). In Österreich sind also Haltungsbedingungen möglich, die weder den Bedürfnissen der Tiere noch den Erwartungen der Konsumenten entsprechen.

Die seit 1.1.1992 in Europa geltende Rückstandshöchstmengenverordnung für Tierarzneimittel (VO Nr. 2377/90/EWG) umfasst etwa 750 Substanzen, die unter Berücksichtigung vorgeschriebener Wartezeiten nach dem Einsatz, in der konventionellen Tierhaltung verwendet werden dürfen (SCHMEROLD 2001).

4.1 Milch und Milchprodukte

In einer kanadischen Studie wurde festgestellt, dass im Milchfett biologisch gefütterter Kühe der Gehalt an Trans-Fettsäuren sowie der Gehalt an Konjugierten-Linolensäure fast doppelt so hoch war wie in der konventionelle Variante. Dies wird auf Unterschiede im Futter zurückgeführt, da Bio-Futter einen höheren Raufutteranteil aufweist, der die Synthese von

konjugierten Linolsäuren fördert (JAHREIS ET AL. 1997). RL5 Der konjugierten Linolsäure wird ein antikanzerozogenes Potenzial nachgesagt.

Da die Milchqualität bezogen auf die Inhaltsstoffzusammensetzung sehr stark von der Fütterung beeinflusst wird, können die nicht systembezogenen Ergebnisse zahlreicher Untersuchungen darauf zurückgeführt werden. Es fällt allerdings auf, dass der höhere Gehalt an Aflatoxin M1 in konventionell erzeugter Milch sowohl in zwei älteren Arbeiten (GRAVERT ET AL. 1989; LUND 1991) als auch in einer neueren umfassenden Untersuchung, durchgeführt von der Bundesanstalt für Milchforschung in Kiel, nachgewiesen wurde (PABST 2002). Aflatoxine sind Pilzgifte mit kanzerogener Wirkung. Es wird angenommen, dass sie von Aflatoxin-belasteten Kraftfuttermitteln herrühren könnten.

Die hygienische Qualität der Milch ist in jeder Produktionsform von den hygienischen Verhältnissen bei der Produktion abhängig (ZANGERL 2000).

Mit Hilfe von bildschaffenden Methoden (Kupferkristallisation und Steigbildmethode) konnte eine Abnahme der Lebenskräfte entsprechend der Verarbeitungs- und Produktionsintensität gezeigt werden (BALZER-GRAF 1991).

4.2 Eier

Biologische Eier haben weniger Antibiotika- und Pestizidrückstände (KOUBA 2002) RL8,RL3. In einem Fütterungsversuch mit Hühnern konnte nachgewiesen werden, dass die Eier der biologisch gefütterten Hühner nicht nur schwerer waren, sondern auch ein signifikant höheres Dottergewicht hatten, bei den konventionellen Eiern hingegen war das Eiklargewicht signifikant höher (PLOCHBERGER 1989).

Bei einem Vergleich der Eiqualität bei Hühnern aus Freilauf-, Boden- und Käfighaltung konnten signifikante Unterschiede bezüglich der Gehalte an Lecithin und Fett zu Gunsten der Freilaufhaltung gezeigt werden. Die ebenfalls signifikant höheren Carotinoidgehalte dieser Gruppe wurden auf die zusätzliche Carotinzufuhr durch Gras und andere Grünpflanzen bei Auslaufhaltung zurückgeführt RL7. Die Eier von Hühnern bei Freilaufhaltung zeigten auch ein sehr differenziertes Speichervermögen für Biophotonen. Die Hühnereier aus Freilauf-, Käfig- und Bodenhaltung konnten auf Grund der Speicherwerte von Dottermischproben nach Weißlichtanregung eindeutig zugeordnet werden. Der wichtigste Differenzierungsfaktor war die Sonnenexposition der Hühner bei Auslaufhaltung (LAMBIG 1992). Mit dem Alter der Proben verminderte sich der Unterschied. Eine weitere Arbeit zu diesem Thema ergab positive Zusammenhänge zwischen Freilandhaltung, frischem Grünfutter, intaktem Federkleid einerseits und besserer Lichtspeicherkapazität andererseits (KÖHLER 2000).

Die Stressbelastung von Hühnern in Käfighaltung lässt sich mittels der P-Wert-Ermittlung nachweisen. Eier von Käfighühnern haben deutlich höhere P-Werte (in: HOFFMANN 1997). RL7

4.3 Fleisch

4.3.1 Rindfleisch

Der Einfluss von Fütterung und Haltungsform auf die Rindfleischqualität wird in der Literatur sehr unterschiedlich bewertet. Generell kann gesagt werden, dass das Fleisch von Weidetieren dunkler ist als das von Rindern aus der Anbindehaltung (KEANE UND ALLEN 1998). Ein weiterer positiver Einfluss der Weidemast auf die Scherkraft, welche die Zartheit des Rindfleisches kennzeichnet, wurde von GUHE (1991) nachgewiesen. Eine neuere Untersuchung zu

diesem Thema ergab, dass das Fleisch von Masttieren aus der Koppelhaltung, die eine geeignete und tiergerechte Haltungsform darstellt, zwar einen etwas höheren Grillverlust zeigte, aber die Merkmale der Fleischfarbe und v.a. die sensorischen Merkmale (Zartheit, Saftigkeit und Geschmack) besser abschnitten. Der Fettgehalt sowohl am Schlachtkörper als auch intramuskulär wurde durch die Bewegung der Stiere reduziert (FRICKH 2001). RL5

PASTUSHENKO ET AL. (2000) wiesen im Rindfleisch von Tieren aus Biologischer Landwirtschaft eine ernährungsphysiologisch günstigere Fettsäurezusammensetzung nach. Sie fanden einen deutlich höheren Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren, die blutdruck- und cholesterinsenkend wirken und für den Aufbau biologisch aktiver Membranen wichtig sind, als in konventionellen Vergleichsproben (bio: 10,3 % und 11.5 %; kon: 0,7 %).

Durch Weidehaltung wird der Gehalt von n-3 Fettsäuren (welche vor allem in Fischen vorkommen) im Fleisch von Rindern und Schafen 4 fach erhöht. Zudem wird das Verhältnis von n-6 zu n-3 Fettsäuren positiv (= niedriger n-6:n-3 Quotient) beeinflusst (NÜRNBERG UND ENDER 2001) RL5.

Am Atominstitut der Universität Wien wurde die Biophotonenemission von Rindfleisch in Abhängigkeit von Alter, Transport und Schlachtung untersucht, da deren Messung Hinweise auf die Stressbelastung der Rinder geben kann (KLIMA & KATZINGER 1995). Die Ergebnisse zeigten geringere Emissionswerte für die Proben der mobil geschlachteten Tiere (Schlachtung am Hof). Da sich die Stressbelastung der Tiere bei unterschiedlichen Schlachtmethoden auf die Photonenemission nachweisbar auswirkt, könnte auch eine stressbelastete Haltung und Fütterung denselben Effekt haben.

4.3.2 Schweinefleisch

Im November 1988 wurde ein Versuch zur Bestimmung des Einflusses extensiver Haltung und Fütterung auf die Mastleistung und Schlachtkörperqualität von Schweinen durchgeführt (AGDE UND EIDAM 1990). Es zeigte sich, dass der Muskelfleischanteil bei extensiv gehaltenen Schweinen höher als bei den konventionell gehaltenen Tieren lag. In dieser Gruppe waren auch der pH-Wert und die Leitfähigkeit tendenziell besser. RL6

DUFEY (1992) wies nach, dass die Verminderung der Wachstumsgeschwindigkeit bei extensiver Haltung zu einer Abnahme des Gehaltes an intramuskulärem Fett und einem höheren Anteil an ungesättigten Fettsäuren im Fettgewebe führte.

Die einseitige Zucht nach sehr hohem Magerfleischanteil bei Schweinen aus der konventionellen Landwirtschaft kann erhebliche Qualitätsprobleme nach sich ziehen. Durch die Abnahme des Fettgehaltes im Muskelfleisch geht der Genusswert größtenteils verloren, das Fleisch schmeckt fade, strohig und trocken. Weiters können Probleme in der Fettqualität entstehen wie weiches, schwabbeliges Fettgewebe mit stärkerer Wassereinlagerung und verschlechterter Haltbarkeit. Die Belastungsempfindlichkeit der Schweine nimmt zu, was ebenfalls einen Qualitätsverlust auf Grund vermehrt auftretender pathologischer Muskelfasern bedeutet (SCHWÖRER 2001). Die Forderung nach mageren Fleischteilen auch für biologisch erzeugte Fleisch- und Wurstwaren (NENTWIG 1991) wirft gewisse Probleme auf, da biologisch erzeugtes Schweinefleisch meist eine geringere Fleischfülle mit stärkerer Verfettung aufweist (PESCHKE 1994). Laut THIELEN (1993) sind diese Befunde auf eine unzureichende Versorgung mit essenziellen Aminosäuren in den biologischen Kraftfuttermischungen zurückzuführen. In einem Fütterungsversuch mit unterschiedlichen Diäten wurde der Einfluss der im Biologischen Landbau üblichen kombinierten Fütterung, der Einsatz von Grassilage

und Kraftfuttermischungen, im Vergleich zur konventionellen Fütterung – ohne Grassilage – geprüft (BELLOF ET AL. 1999). Die Kraftfuttermischung, zusammengesetzt aus Rapskuchen, Ackerbohnen und Kartoffeleiweiß, entsprach im Hinblick auf essenzielle Aminosäuren den Bedürfnissen der Tiere. Der Gehalt an intramuskulärem Fett war in allen Gruppen sehr günstig. Der Einsatz von Grassilage in der Endmast bewirkte eine deutlich verminderte Fettfläche sowie eine geringfügig erniedrigte Fleischfläche. Diese Ergebnisse stehen im Widerspruch zu den Untersuchungen von PESCHKE und zeigen, dass eine bedarfsgerechte Versorgung mit essenziellen Aminosäuren für gute Fleischqualität Voraussetzung ist und auch unter biologischen Bedingungen erreicht werden kann. Die sensorische Beurteilung ergab bei den mit Grassilage gefütterten Gruppen tendenzielle Vorteile in der Zartheit. Die Fleischqualität wurde insgesamt durch die im Biologischen Landbau angewendete kombinierte Fütterung positiv beeinflusst.

Zuletzt sei noch erwähnt, dass ein enger Zusammenhang zwischen dem Schutz der Schlachttiere und der zu erwartenden Fleischqualität besteht (GNEIST 2001). Lange Transportwege und qualvolle Wartezeiten verursachen eine Stressbelastung bei den Schlachttieren, die bei einer Optimierung der gesamten Logistik verhindert werden kann. Fleisch aus mobiler Schlachtung sowie von regionalen Schlachthöfen ist nicht nur qualitativ besser, sondern erfüllt auch die Forderung der Konsumenten nach tiergerechten Systemen.

5. Schlussfolgerung

Bisherige Zusammenfassungen von Bio/Kon-Vergleichsuntersuchungen kommen im Prinzip zu dem Schluss, dass abgesehen von unbestrittenen ökologischen und sozialen Vorteilen weitere Forschungsvorhaben notwendig sind, um den endgültigen Beweis für die gesundheitsfördernde Wirkung biologisch erzeugter Lebensmittel zu erbringen (TAUSCHER ET AL. 2003). Es wird darauf hingewiesen, dass die breite Palette von bisher bekannten Einflussfaktoren und deren Zusammenwirken im ökologischen System sowie die relativ enge Auswahl an untersuchten Pflanzeninhaltsstoffen eine einheitliche Interpretation zu Gunsten der biologischen Anbaumethode zumindest erschweren (BOURN & PRESCOTT 2002). Negative Inhaltsstoffe wie Pestizidrückstände sind in allen Lebensmitteln meist unter der erlaubten Bedenklichkeitsgrenze, woraus geschlossen wird, dass nach heutigem Wissen keine Gesundheitsgefährdung vorliegt und auch hier erst ein besseres Verständnis der Langzeit- und Summenwirkung minimal aufgenommener Rückstandsmengen erarbeitet werden muss, bevor endgültige Aussagen gemacht werden können (BORDELEAU ET AL. 2002).

Die Biologische Landwirtschaft stellt eine nachhaltig funktionierende Alternative dar, die in der Lage ist, ohne den Einsatz von synthetischen Produktionshilfsstoffen Lebensmittel zu erzeugen, deren analytisch erfasste Qualität bezogen auf ausgewählte wertgebende Inhaltsstoffe mindestens ebensogut (43 %) oder aber besser (53 %) als das konventionell erzeugte Pendant ist (SOIL ASSOCIATION 2001) und bezogen auf wertmindernde Rückstände signifikante Vorteile zeigt (BITAUD 2000, WEBER ET AL. 2001, BAKER 2002). In der Biologischen Produktqualitätsforschung bildet der bekannte Grundsatz „Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“ die Basis für integrative Untersuchungsmethoden. In diesem Bereich ist es gelungen, signifikante Unterschiede zu Gunsten von Lebensmitteln aus optimalem biologischem Anbau nachzuweisen (VELIMIROV 2003). Allerdings müssen noch ausreichend definierte Interpretationsgrundlagen erarbeitet werden, die der biologischen Produktion und dem ganzheitlichen Systemverständnis entsprechen. Erste Pilotversuche mit Versuchspersonen waren ebenfalls positiv für die biologische Wirtschaftsweise.

Bei einer abschließenden Beurteilung bezüglich gesundheitlicher Relevanz muss beachtet werden, dass die Biologische Landwirtschaft auf der ganzheitlichen Auffassung vernetzter Systeme basiert, was den Landwirtschafts-Verarbeitungs-Ernährungskomplex umfasst und eine Erweiterung des Qualitätsbegriffes nach sich zieht. In analoger Weise wurde der Gesundheitsbegriff von der WHO (Weltgesundheitsorganisation) insofern ergänzt, als nicht nur vollkommenes körperliches, sondern auch geistiges und soziales Wohlbefinden in die Definition einfließen.

In diesem Sinne bedeutet „Sich biologisch ernähren“, dass bei Berücksichtigung des individuellen ernährungsphysiologischen Bedarfes und dementsprechender Ernährungsweise biologisch erzeugte Produkte nicht nur einen positiven Beitrag zu körperlichem Wohlbefinden leisten, sondern – in Übereinstimmung mit der WHO Gesundheitsdefinition – auch das geistige und soziale Wohlbefinden beeinflussen: der Konsument hat das gute Gefühl, etwas für die Umwelt, die Wasserqualität, den Tierschutz und im Sinne der Nachhaltigkeit für spätere Generationen zu tun.

6. Literatur

1. ABELE, U. (1987): Produktqualität und Düngung – mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch. *Angewandte Wissenschaft, Heft 345*, Landwirtschaftsverlag Münster Hilstrup
2. ABELL, A., ERNST, E., BONDE, JP. (1994): High sperm density among members of organic farmers association. *The Lancet* 343, p. 1844
3. ADGE UND EIDAM (1990): siehe WOESE ET AL
4. AEHNELT, E., HAHN, J. (1973): Fruchtbarkeit der Tiere – eine Möglichkeit zur biologischen Qualitätsprüfung von Futter- und Lebensmitteln. *Tierärztl. Umschau* 4, pp.155-170
5. AGUILAR A, BORRELL A (1994): Reproductive transfer and variation of body load of organochlorine pollutants with age in fin whales (*Balaenoptera physalus*). *Arch Environ Contam Toxicol* 27(4): 546-554.
6. ARENFALK O, HAGELSKJAER L (1995): The use of different types of manure in organic vegetable growing.
7. ARNOLD SF, KLOTZ DM, COLLINS BC, VONIER PM, MCLACHLAN JA (1996): Synergistic Activation of Estrogen Receptor with Combinations of Environmental Chemicals. *Science* 272: 1489-1492.
8. AUBERT, C. (1987): Pollution du lait maternel, une enquete de Terre vivante. *Les quatre saisons du jardinage*, 42, pp. 33 - 39
9. AUGER, J., KUNSTMANN, K., CZYGLIK, F., JOUANNET, P. (1995): Decline in Semen Quality Among Fertile Men in Paris During the Past 20 Years. *New England Journal of Medicine* 332 (5); pp. 281-285
10. BAKER BP, BENBROOK C, GROTH E, III, BENBROOK K (2002B): Pesticide residues in conventional, IPM-grown and organic foods: Insights from three U.S. data sets. *Food Additives and Contaminants* 19(5): 427-446.
11. BAKER BP, BENBROOK CM, GROTH E, LUTZ BENBROOK K (2002A): Pesticide residues in conventional, integrated pest management (IPM)-grown and organic foods: insights from three US data sets. *Food Addit Contam* 19(5): 427-446.
12. BALZER-GRAF, U. UND F. M. BALZER (1991): Milchqualität im Spiegel bildschaffender Methoden. *Lebendige Erde* 5, pp.236-254
13. BAXTER GJ, GRAHAM AB, LAWRENCE JR, WILES D, PATERSON JR (2001): Salicylic acid in soups prepared from organically and non-organically grown vegetables. *Eur J Nutr* 40(6): 289-292.
14. BECK, R., LEPSCHY, J. (2000): Ergebnisse aus dem Fusarium – Monitoring 1989-1999 – Einfluss der produktionstechnischen Faktoren Fruchtfolge und Bodenbearbeitung. *Bodenkult. Pflanzenb.* 4 (3), pp. 39-47
15. Beitrag 8. Freiland-Tagung: Tierische Lebensmittel – Qualität beginnt im Stall. Freiland Verband, Wien 2001, pp.63-67
16. BELLOF, G., GAUL, C., FISCHER, K. (1999): Zur Schweinemast im Ökologischen Landbau: Der Einfluss einer kombinierten Fütterung von Grund- und Kraftfutter auf den Schlachtkörperwert und die Fleischqualität. In: Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Hrsg. Hoffmann, H. & S. Müller, Berlin. pp.213-217
17. BENBROOK, CM. (1999): Evidence of the magnitude and consequences of the Roundup Ready soybean yield drag from university-based varietal trials in 1998 AgBioTech InfoNet Technical Paper Number 1; Troubled times amid commercial success: glyphosate efficacy in slipping and unstable transgenic expression erodes plant defences and yields, AgBioTech InfoNet. Technical Paper Number 4; www.biotech-info-net/RR_yield_less.html
18. BERNT KE, HAMMILL MO, LEBEUF M, KOVACS KM (1999): Levels and patterns of PCBs and OC pesticides in harbour and grey seals from the St Lawrence Estuary, Canada. *Sci Total Environ* 243-244: 243-262.

19. BITAUD, C. (2000): Study on pesticide residues in organic food products in France. Proceedings of the 13th International IFOAM Scientific Conference, August 2000 in Basel. Edts.: Thomas Alföldi, William Lockeretz, Urs Niggli, p.311
20. BLAIS JM, SCHINDLER DW, MUIR DC, KIMPE LE, DONALD DB, ROSENBERG B (1998): Accumulation of persistent organochlorine compounds in mountains of western Canada. *Nature* 395: 585-588.
21. BOEHNCKE, E. (1986): Die Auswirkungen intensiver Tierproduktion auf das Tier, den Menschen und die Umwelt. In: Sambras, H.,H und Boehncke, E. (Hrsg.): *Alternative Konzepte* 53, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe, pp. 9-26
22. BÖRNER H (1997): Unkrautbekämpfung. In: Keller E, Hanus H, Heyland K (Hg.) *Grundlagen der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion*. pp. 362-393.
23. BOYACIO_LU, D., HETTIARACHCHY, N.S., STACK, R.W. (1992): Effect of three systemic fungicides on deoxynivalenol (vomitoxin) production by *Fusarium graminearum* in wheat. *Can. J. Plant Sci.*72, pp.93-101
24. BRANDT, K. AND MØLGAARD, J.P. (2001): Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods?. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81, pp.924-931
25. BREGA SM, VASSILIEFF I, ALMEIDA A, MERCADANTE A, BISSACOT D, CURY PR, FREIRE-MAIA DV (1998): Clinical, cytogenetic and toxicological studies in rural workers exposed to pesticides in Botucatu, Sao Paulo, Brazil. *Cad.Saude Publica* 14 Suppl 3: 109-115.
26. CANTOR KP, BLAIR A, EVERETT G, GIBSON R, BURMEISTER LF, BROWN LM, SCHUMAN L, DICK FR (1992): Pesticides and other agricultural risk factors for non-Hodgkin's lymphoma among men in Iowa and Minnesota. *Cancer Research* 52(9): 2447-2455.
27. CARBONARO, M.,MATTERA, M., NICOLI, S., BERGAMO, P., CAPPELONI, M. (2002): Modulation of antioxidant compounds in organic vs conventional fruit (Peach, *Prunus persica* L., and Pear, *Pyrus communis* L.), *J. Agric. Food Chem.* 2002, 50, pp. 5458-5462
28. CARSON, R. (1962): *Der stumme Frühling*.
29. COLBORN, T., DAVIDSON, A., GREEN, R., HODGE, R., JACKSON, C., LIROFF, R. (1993): What Have Biomarkers Told Us About the Effects of Contaminants on the Health of Fish-Eating Birds in the Great Lakes? The Theorie and a Literature Review. *Journal of Great Lakes Research* 19 (4); pp. 722-736
30. COLBORN, T., DUMANOSKI, D., MYERS, J.P. (1996): *Die bedrohte Zukunft*. Droemer Knaur
31. COUPE RH, MANNING MA, FOREMAN WT, GOOLSBY DA, MAJEWSKI MS (2000): Occurrence of pesticides in rain and air in urban and agricultural areas of Mississippi, April-September 1995. *Sci Total Environ.* 248(2-3): 227-240.
32. DALDY, Y. (1940): Food production without artificial fertilizers. *Nature* 145 (3684), pp. 905-906
33. DE GUISE S, MARTINEAU D, BELAND P, FOURNIER M (1998): Effects of in vitro exposure of beluga whale leukocytes to selected organochlorines. *J Toxicol Environ Health* 55(7): 479-493.
34. DELINCEE, H., POOL-ZOBEL, B. (1998): Genotoxic properties of 2-alkylcyclobutanone, a compound formed on irradiation of food containig fat. *Radiation Physics and Chemistry*, 52; pp. 39-42
35. DIEL, F. (1993): Das allergene Potential der Pestizide. In: W. Bödeker und C. Dümmler (Hrsg.): *Pestizide und Gesundheit*. *Alternative Konzepte* 74, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe, pp. 155-168
36. DINSE GE, UMBACH DM, SASCO AJ, HOEL DG, DAVIS DL (1999): UNEXPLAINED INCREASES IN CANCER INCIDENCE IN THE UNITED STATES FROM 1975 TO 1994: Possible Sentinel Health Indicators? *Annual Review of Public Health* 20(1): 173.
37. DÖLL S, KIRCHHEIM U, VALENTA H, FLACHOWSKY G (1999): Mykotoxinbelastung von Getreide aus Thüringen, Erntejahr 1998, und Vergleich zwischen den Gehalten in konventionell und "biologisch" angebautem Getreide. *Jahresbericht 1999, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)* .

38. DONALD DB, SYRGIANNIS J, HUNTER F, WEISS G (1999): Agricultural pesticides threaten the ecological integrity of northern prairie wetlands. *Sci Total Environ.* 231(2-3): 173-181. Download: www.citizen.org/cmep or www.gracelinks.org/nuke/food
39. DRUSCH, S., AUMANN, J. (2003): Schimmelpilzgifte in Gertrude. Zur Problematik der Fusarien-toxine. *Ernährung im Fokus* 02/03, AID, pp. 37-41
40. DUFEY, P. A. (1992): Vergleich unterschiedlicher Mastformen bei Schweinen. – Teil 2: Fleischqualität Vergleich unterschiedlicher Mastformen bei Schweinen. *Landwirtschaft Schweiz* 5 (11-12); pp. 581-86
41. EDELMÜLLER, I. (1984): Untersuchungen zur Qualitätserfassung von Produkten aus unterschiedlichen Anbausystemen (biologisch-dynamisch bzw. konventionell) mittels Fütterungsversuchen an Kaninchen. Dissertation, Universität Wien
42. ELLNER, F.M. (1997): Mycotoxin-Belastung in *Fusarium culmorum* infiziertem Winterweizen: Beeinflussung durch Fungizid-Applikation. Proc. of the 19th Mycotoxin Workshop, München, JUNI 1997, PP. 25-29
43. ELLNER, F.M. (1998): Ein Jahr für Fusarientoxine. Proc. 21st Mykotoxin Workshop, Jena, pp.1-4
44. ELLNER, F.M. (2002): Mykotoxine in Gertrude – Zwischenbilanz nach 4 Jahren Monitoring. 53. Deutsche Pflanzenschutztagung, Bonn. *Mitt. Biol. Bundesanstalt* 390, pp. 73-74
45. EL-NEZAMI, H.S., CHREVATIDIS, A., AURIOLA, S., SALMINEN, S., MYKKÄNEN, H. (2002): Removal of common *Fusarium* toxins in vitro by strains of *Lactobacillus* and *Propionibacterium*. *Food Addit. Contamin.* 19, pp.680-686
46. EL-SHERBINY M. (1997): Wie Gemüse auf verschiedenen Dünger reagiert. In: Hoffmann, M. (Hrsg.): *Vom Lebendigen in Lebensmitteln. Ökologische Konzepte* 92; pp. 141-149
47. EWEN, S. and PUSZTAI, A. (1999): Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rats small intestine. *The Lancet* 354, pp.1353-4
48. FFRICKH, J. (2001): Einfluss von Haltung und Fütterung auf die Fleischqualität beim Maststier. Beitrag 8. Freiland-Tagung: Tierische Lebensmittel – Qualität beginnt im Stall. Freiland Verband, Wien 2001, pp.9-15
49. FUCHS, E., BINDER, E.M., HEIDLER, D., KRŠKA, R. (2002): Structural characterization of metabolites after the microbial degradation of type A trichothecenes by the bacterial strain BBSH 797. *Food Addit. Contamin.* 19, pp. 379-386
50. GEBL, R., WLCEK, S. (2001): Österreichische Qualität: Bleibt eine biologisch-tiergerechte Nutztierhaltung Vision?. Beitrag 8. Freiland-Tagung: Tierische Lebensmittel – Qualität beginnt im Stall. Freiland Verband, Wien 2001, pp.41-47
51. GLOTFELTY DE, SEIBER JN, LILJEDAHN LA (1987) : Pesticides in fog. *Nature* 325(6105): 602-605.
52. GNEIST, M. (2001): Beeinflussung der Fleischqualität durch Mängel bei Transport und Schlachtung.
53. GONCHARUK EI, CHALYI AV, FILATOVA IN (1989): Scientific substantiation of the critical area of thermodynamic environmental parameters in the formation of toxic fog at agricultural fields. *Gig.Sanit.* (6): 8-11.
54. GOTTSCHESKI, G.H.M. (1975): Neue Möglichkeiten zur größeren Effizienz der toxikologischen Prüfung von Pestiziden, Rückständen und Herbiziden. *Qualitas Plantarum – Plant Foods for Human Nutrition*, 25, pp. 21-42
55. GRANSTEDT, A. G. AND KJELLENBERG, L. (1996): Quality investigation with the K-trial, Järna, and other Scandinavian fertilization experiments. In: Raupp, J (ed.) *Quality of plant products grown with manure fertilization. Proc. of the fourth meeting Concerted Action Fertilization Systems in Organic Farming (AIR3-CT94-1940)*, Juva/Finland, July 4th to 9th, pp.3-12.
56. GRAVERT, H.O., PABST, K., ORDOLFF, D., TREITEL, U. (1989): Milcherzeugung im alternativen Landbau. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte* 41 (3)

57. GRINDER-PEDERSEN, L., SALKA, E., RASMUSSEN, BÜGEL, S., JØRGENSEN, L.V., DRAGSTED, L.O., VAGN GUNDERSEN, SANDSTRÖM, B. (2003): Effect of Diets Based on Foods from Conventional versus Organic Production on Intake and Excretion of Flavonoids and Markers of Antioxidative Defense in Humans; *J. Agric. Food Chem.* 51, pp. 5671-5676.
58. GRYNKIEWICZ M, POLKOWSKA Z, GORECKI T, NAMIESNIK J (2001): Pesticides in precipitation in the Gdansk region (Poland). *Chemosphere* 43(3): 303-312.
59. GUHE, M. (1991): Genetische und produktionstechnische Analyse des Schlachtkörperwertes und der Fleischqualität von Jungbullen. Dissertation, Universität Kile, Schriftenreihe 68
60. GUNDERSEN V, BECHMANN IE, BEHRENS A, STURUP S (2000): Comparative investigation of concentrations of major and trace elements in organic and conventional Danish agricultural crops. 1. Onions (*Allium cepa* Hysam) and peas (*Pisum sativum* Ping Pong). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48(12): 6094-6102.
61. HAMOUZ K, VOKAL B, LACHMAN J, CEPL J (2000): Influence of environmental conditions and way of cultivation on the reducing sugar content in potato tubers. *Rostlinna Vyroba* 46(1): 23-27.
62. HAMOUZ, K., LACHMANN, J., VOKAL, B., PIVEC, V. (1999): Influence of environmental conditions and way of cultivation on the polyphenol and ascorbic acid content in potato tubers. *Rostlinna Vyroba* 45 (7), pp. 293-298
63. HARRIS CA, O'HAGAN S, MERSON GH (1999): Organochlorine pesticide residues in human milk in the United Kingdom 1997 - 8. *Hum.Exp.Toxicol.* 18(10): 602-606.
64. HELLENAS KE, BRANZELL C (1995): Glycoalkaloids (solanine) in potatoes. *Var Foda* 47(8): 34-38.
65. HIEN, W. (1993): Der Beitrag der Pestizide zum Krebsgeschehen – Ein vernachlässigter Gesichtspunkt in der Krebsursachen-Diskussion. In: W. Bödeker und C. Dümmler (Hrsg.): *Pestizide und Gesundheit. Alternative Konzepte* 74, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe, pp.127-154
66. HO, M. W. (2003): Living with the Fluid Genom. *ISIS & TWN*, London and Penang, Chapter 11, Section „Transgenic instability, the best kept open secret“.
67. HOFFMANN, M. (1997): Vom pH-Wert zum Pyhysiogramm. In: M. Hoffmann (Hrsg.): *Vom Lebendigen in Lebensmitteln. Alternative Konzepte* 92, pp.62-69, Deukalion Verlag, Holm.
68. HURLE K (1994): Mögliche Veränderung in der landwirtschaftlichen Praxis durch die HR-Technik. *Ökologische Lang-zeiteffekte der Verwilderung von Kulturpflanzen.* pp. 1-91, Wissenschaftszentrum Berlin (WZB), Berlin.
69. HUSKES R, LEVSEN K (1997): Pesticides in rain. *Chemosphere* 35(12): 3013-3024.
70. IRVINE, D. (1994): Falling Sperm Quality. *Lesezuschrift im British Medical Journal* 309; pp. 131
71. ISP (2003): The Case for a GM-free Sustainable World. www.foodfirst.org/progs/global/ge/isp/ispreport.pdf (Juli 2003)
72. JAHREIS G, FRITSCHKE J, SCHONE F, BRAUN C (1997): Cancer-inhibiting fatty acids in ruminant products – influence of season and management on the content of conjugated linoleic acid in milk fat. *VDLUFA-Verlag; Darmstadt; Germany.*
73. JAHREIS, G. ET AL. (2001): Conjugated Linoleic Acid in Milk Fat: High Variability Depending on Production System. *Nutrition Research*, Vol. 17, No 9, pp. 1479-1484
74. JELLINEK, G. (1985): *Sensory Evaluation of Food (Theory and Practice).* Ellis Horwood Ltd., Chichester
75. JENSEN, TK., GIWERECMAN, A., CARLSEN, E., SCHEIKE, T., SKAKKEBAEK, NE. (1996): Semen quality among members of organic food associations in Zealand, Denmark. *The Lancet* 347, p. 1844
76. JIANG W, ZHENG G, WANG H, BAI G, XIN Y, JIANG WJ, ZHENG GH, WANG H, BAI GY, XIN Y (1996): Study on technique of ecologically sound organic soilless culture and its nutrient physiology. *Acta Horticulturae Sinica* 23(2): 139-144.
77. JORHEM L (1995): Cadmium in cereals, potatoes and carrots. *Var Foda* 47(8): 25-29.

78. JOSENHANS E (1993): Pestizide als Ursache gesundheitlicher Störungen. In: Bödeker W and Dümmler C (Hg.) Pestizide und Gesundheit. pp. C.F.Müller Verlag, Karlsruhe.
79. KAACK K, NIELSEN M, CHRISTENSEN LP, THORUP KK (2001): Nutritionally important chemical constituents and yield of carrot (*Daucus carota* L.) roots grown organically using ten levels of green manure. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B Soil and Plant Science* 51(3/4): 125-136.
80. KEANE, M. G. AND P. ALLEN (1998): Effect of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. *Livest. Prod. Sci.* 56 (3), pp. 203-214
81. KERN, M. (2003): Sicherung der Welternährung im 21. Jahrhundert – Perspektiven für Pflanzenschutz und pflanzenproduktion. AGES-Forum “Pestizide – Rückstände”, Fachtagung, Wien, 20.3.2003
82. KLIMA, H., KATZINGER, R. (1995): Photonenemission von Rindfleisch unterschiedlicher Schlachtarten. Nach Auftrag von ORF-Redaktion „Argumente“
83. KLINGENHAGEN, G., FRAHM, J. (1999): Fusariumbefall im Getreide. Bedeutung und Bekämpfung. *Getreidemagazin*, 5.
84. KÖHLER, B., FÖLSCH, D.W., STRUBE, J., LANGE, K. (2000): The influence of housing systems on the egg quality under particular consideration of the elements fresh grass and lighting conditions. *Proceedings of the 13th International IFOAM Scientific Conference, August 2000 in Basel*. Edts.: Thomas Alföldi, William Lockeretz, Urs Niggli, pp.289-292
85. KOUBA M (2002): Quality of organic animal products. *INRA Productions Animales* 15(3): 161-169.
86. KRISTENSEN P, ANDERSEN A, IRGENS LM, LAAKE P, BYE AS (1996): Incidence and risk factors of cancer among men and women in Norwegian agriculture. *Scand J Work Environ Health* 22(1): 14-26.
87. KRUSE H (2002): Telefon Interview 24.06.2002. Professor für Toxikologie, Universität Kiel.
88. LAANISTE P, JOUDU J, LOHMUS A, JEREMEJEV V (1999): Mechanical and chemical weed control influence to the potato weediness, yield and quality. *Transactions of the Estonian Agricultural University Agronomy* (203): 106-110.
89. LAMBING, K. (1992): Nutzung der „low-level-luminescence“-Messtechnik zur Untersuchung von Lebensmitteln. Dissertation, Fachbereich Biologie, Universität Kaiserslautern
90. LAMPE JW (1999): Health effects of vegetables and fruit: assessing mechanisms of action in human experimental studies. *American Journal of Clinical Nutrition* 70(3): 475S.
91. LECLERC J, MILLER ML, JOLIET E, ROCQUELIN G (1991): Vitamin and mineral contents of carrot and celeriac grown under mineral or organic fertilization. *Biological Agriculture and Horticulture* 7(4): 339-348.
92. LENZENWEGER, M. (2001): Single-Photon-Counting in der Lebensmittelqualität. Ein Vergleich von Weizenkeimlingen und Karotten aus zwei verschiedenen Anbauformen. Diplomarbeit Univ. Wien, Ludwig Boltzmann Inst. für Biologischen Landbau und Angewandte Ökologie; pp.79
93. LETELLIER, P.R., NAWAR, W.W. (1972): 2-alkylcyclobutanones from the radiolysis of triglycerides. *Lipids*, 7, pp. 75-76
94. LEVITE, D., ADRIAN, M., TAMM, L. (2000): Preliminary results of resveratrol in wine of organic and conventional vineyards. *Proc. of the 6th Int. Congress on Organic Viticulture, Basel*, pp.256-257
95. LIM, L.C, AND MATTHEWS, J. (2002): GM crops failed on every count. *Science in Society* 2002, 13/14, pp. 31-33
96. LIM, L.C. (2003): Environmental and Health Impacts of Bt crops. *ISIS Report*, April, 2003, containing 63 references.
97. LINDBERG J, HESSEL A (1995): Vitamin C (ascorbic acid) in potatoes. *Var Foda* 47(8): 42-44.

98. LUND, P. (1991): Characterization of alternatively produced milk. *Milchwissenschaft* 46 (3)
99. MÄDER, P., PFIFFNER, L., NIGGLI, U., BALZER, U., BALZER, F., PLOCHBERGER, K., VELIMIROV, A., BESSON, J.-M. (1993): Effect of three farming systems (bio-dynamic, bio-organic, conventional) on yield and quality of beetroot (*Beta vulgaris* L., var. *esculenta* L.) in a seven year crop rotation. *Acta Horticulturae* 339, pp. 11-31
100. MAJEWSKI MS, FOREMAN WT, GOOLSBY DA (2000): Pesticides in the atmosphere of the Mississippi River Valley, part I— rain. *Sci Total Environ.* 248(2-3): 201-212.
101. MARTINEAU, B. (2001): *First Fruit*. McGraw-Hill, New York
102. MATTHIES, A., FLATTER, A., SEMAR, M., BLEIHOLDER, H., OPPITZ, K. (2000): Fusarium in wheat: importance and toxin production in the field – possibilities and limits of fungicide treatment. *Proc. of the 22nd Mykotoxin Workshop, Bonn*, pp. 6-10
103. MATTHIES, K. (1991): Qualitätserfassung pflanzlicher Produkte aus unterschiedlichen Düngungs- und Anbauverfahren. Dissertation, Gesamthochschule Kassel
104. MAURER, L. (1998): Biologischer Landbau und “gesunde Ernährung” – eine klare Sache? *Arzt und Umwelt* 11, 4/98, pp. 306-308
105. MAYER, A.-M. (1997): Historical Changes in the mineral Content of Fruits and Vegetables: A Cause for Concern?. *Proc. Int. Conf. Boston, Massachusetts, March 19-20 1997*, tufts University (Hrsg. Lockeretz, W.), pp. 69-77
106. McDUFFIE HH, PAHWA P, MCLAUGHLIN JR, SPINELLI JJ, FINCHAM S, DOSMAN JA, ROBSON D, SKINNIDER LF, CHOI NW (2001): Non-Hodgkin's Lymphoma and Specific Pesticide Exposures in Men: Cross-Canada Study of Pesticides and Health. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention* 10(11): 1155.
107. MEIER-PLOEGER, A. (1991): Sensorik – Der Mensch als „Messinstrument“ zur Qualitätserfassung. In: A. Meier-Ploeger und H. Vogtmann (Hrsg.): *Lebensmittelqualität – ganzheitliche Methoden und Konzepte*. *Alternative Konzepte* 66, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe, pp.233-250
108. MOSSNER S, BALLSCHMITER K (1997): Marine mammals as global pollution indicators for organochlorines. *Chemosphere* 34(5-7): 1285-1296.
109. MOSTAFA IY, ZAYED SM, FARGHALY M, MAHDY F (1992A): Bioavailability to rats and toxicity in mice of carbofuran residues bound to faba beans. *J Environ Sci Health B* 27(4): 399-405.
110. MOSTAFA IY, ZAYED SM, HAZZAA NI, HEGAZI B (1992B): Bioavailability to rats and toxicity of bound residues in bean seeds fumigated with 14C-methyl bromide. *J Environ Sci Health B* 27(4): 407-417.
111. MÜLLER, W. (2002): GVO freie Bewirtschaftungsgebiete: Konzeption und Analyse von Szenarien und Umsetzungsschritten. Endbericht im Auftrag des Umweltresorts des Landes Oberösterreich und der Bundesministeriums für Soziale Sicherheit und Generationen
112. NENTWIG, B. (1991): Kann die Fütterung die Fleischfülle und -qualität des Mastschweines beeinflussen? *Bioland* 3, 8
113. NEURURER H, WOMASTEK R (1991): Über das Auftreten von Pflanzenschutzmitteln in der Luft. *Bodenkultur* 42(1): 57-70.
114. NEURURER H, WOMASTEK R (1992): Mögliche Umweltbelastung durch Abdrift oder Verdunstung von Pflanzenschutzmitteln. In: *Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft B-D (Hg.)* 48. *Deutsche Pflanzenschutz-Tagung in Göttingen* 5.-8. Oktober 1992. pp. 123.
115. NOREN K, MEIRONYTE D (2000): Certain organochlorine and organobromine contaminants in Swedish human milk in perspective of past 20-30 years. *Chemosphere* 40(9-11): 1111-1123.
116. OTT M, FAILING K, LANG U, SCHUBRING C, GENT HJ, GEORGII S, BRUNN H (1999): Contamination of human milk in Middle Hesse, Germany—a cross-sectional study on the changing levels of chlorinated pesticides, PCB congeners and recent levels of nitro musks. *Chemosphere* 38(1): 13-32.

117. PABST, K. (2002): Auch ÖKO-Milch hat hohe Qualität. Bundesanstalt für Milchwissenschaft, Kiel 2002
118. PAIVA SAR, RUSSELL RM (1999): {beta}-Carotene and Other Carotenoids as Antioxidants. *J.Am.Coll.Nutr.* 18(5): 426.
119. PASTUSHENKO, V., MATTHES, H.-D., HEIN, T. UND Z. HOLZER (2000): Impact of cattle grazing on meat fatty acid composition in relation to human nutrition. Proceedings of the 13th International IFOAM Scientific Conference, August 2000 in Basel. Edts.: Thomas Alföldi, William Lockeretz, Urs Niggli
120. PESCHKE, W., GEHRA, H., SCHMIDT, H., ZIEGLER, F., OPPERMAN, P., RAHBAUER, P. (1994): Schweinefleisch aus konventioneller und ökologischer Produktion – ein Vergleich. Informationen und Hinweise der Bayr. Landesanstalt für Tierzucht und des Tiergesundheitsdienstes Bayern e. v., Sonderheft
121. PETERSSON, B D. (1978): A comparison between conventional and bio-dynamic farming systems as indicated by yields and quality. Proceedings of the 1st Intern. Research Conf., IFOAM, 87-94, Wirz-Verl., Aarau
122. PFEIFFER, E. (1931): Vergleichender Fütterungsversuch mit mineralisch gedüngtem und biologisch-dynamisch gedüngtem Getreide. *Demeter* 6 (5). pp. 87-89
123. PEILSTICKER UND LENZ 1990 (WOESE ET AL. 1995)
124. PITHER, R. AND HALL, MN. (1990): Analytical survey of the nutritional composition of organically grown fruit and vegetables. Technical Memorandum 597, MAFF project 4350, Campden Food and Drink Research Association, UK
125. PLIMMER JR (1990): Pesticide loss to the atmosphere. *Am.J Ind.Med.* 18(4): 461-466.
126. PLOCHBERGER, K. (1989): Feeding Experiments. A Criterion for Quality Estimation of Biologically and Conventionally Produced Foods. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 27, pp.419-428, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam
127. POITRAST BJ, KELLER WC, ELVES RR (1988): Estimation of chemical hazards in breast milk. *Aviat.Space Environ.Med.* 59(11 Pt 2): A87-A92.
128. POPP, F.A. (1988): Biophotonen-Analyse der Lebensmittel. In: A. Meier-Ploeger und H. Vogtmann (Hrsg.): *Lebensmittelqualität – ganzheitliche Methoden und Konzepte. Alternative Konzepte* 66, pp.87-112, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe
129. PRUGAR J, TURNEROVA J, ZRUST J, PRICHYSTALOVA J (1999): The nutritional quality of organically and conventionally grown potatoes – harvest 1997. Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung e.V., Technische Universität München; Freising-Weihenstephan; Germany.
130. PRZYREMBEL H, HEINRICH-HIRSCH B, VIETH B (2000): Exposition to and health effects of residues in human milk. *Adv.Exp.Med.Biol* 478: 307-325.
131. PUEPPKE SG, BOLANOS-VASQUEZ MC, WERNER D, BEC-FERTE MP, PROME JC, KRISHNAN HB (1998): Release of Flavonoids by the Soybean Cultivars McCall and Peking and Their Perception as Signals by the Nitrogen-Fixing Symbiont *Sinorhizobium fredii*. *Plant Physiology* 117(2): 599.
132. PUSZTAI, A. ET AL. (1999): Expression of the insecticidal bean alpha-amylase inhibitor transgene has minimal detrimental effect on the nutritional value of peas fed to rats at 30 % of the diet. *The Journal of Nutrition* 129, pp. 1597-1603
133. RAUPP, J. (2001): Qualität von Kartoffeln mit verschiedenen organischen Düngern und mit Mineraldüngung, untersucht mit Hilfe von Zersetzungstests. Arbeitsbericht 2001 des Institutes für biologisch-dynamische Forschung in Darmstadt/Bad Vilbel
134. REMBIALKOWSKA E, ALFOLDI T, LOCKERETZ W, NIGGLI U (2000): The nutritive and sensory quality of carrots and white cabbage from organic and conventional farms. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich; Zürich; Switzerland.

135. REN H, ENDO H, HAYASHI T (2001): Antioxidative and antimutagenic activities and polyphenol content of pesticide-free and organically cultivated green vegetables using water-soluble chitosan as a soil modifier and leaf surface spray. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81(15): 1426-1432.
136. REN, H.F., BAO, H., ENDO, H., HAYASHI, T. (2001): Antioxidative and antimicrobial activities and flavonoid contents of organically cultivated vegetables. *Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi = Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology* 48 (4), pp. 246-252
137. RIST, L. (2003): Biologische Ernährung und Gesundheit. Beitrag der 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Februar 2003 in Wien
138. ROSS JA, KASUM CM (2002): DIETARY FLAVONOIDS: Bioavailability, Metabolic Effects, and Safety. *Annual Review of Nutrition* 22(1): 19.
139. ROTH E, KOVACS E, SASS P, FELFOLDI J, GONDA I, BITSKEY K (2001): Comparison between the storability of organic and integrated apple. *Elelmezési Ipar* 55(6): 167-170.
140. RUTKOVIENE V, STANCEVICIUS A, RUTKAUSKIENE G, GAVENASKAS A, LOCKERETZ W (1997) Farming practices and product quality in Lithuania. School of Nutrition, Tufts University; Medford; USA.
141. SAMARAS, I. (1977): Nachernteverhalten unterschiedlich gedüngter Gemüsearten mit besonderer Berücksichtigung physiologischer und mikrobiologischer Parameter. Dissertation, Universität Gießen
142. SASCHENBRECKER PW (1973): Levels of DDT and PCB compounds in North Atlantic fin-back whales. *Can J Comp Med Vet Sci* 37(2): 203-206.
143. SCHELLER, E. (1999): Proteinqualität bei Weizen, Dinkel und Einkorn. In: Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Hrsg. Hoffmann, H. & S. Müller, Berlin. pp.121-125
144. SCHMEROLD, I. (2001): Tierarzneimittelrückstände in Lebensmitteln und Verbraucherschutz. Beitrag 8. Freiland-Tagung: Tierische Lebensmittel – Qualität beginnt im Stall. Freiland Verband, Wien 2001, pp.22-27
145. SCHONHOFER, I., KRUMBEIN, A., SCHREINER, M., GUTEZEIT, B. (19..): Bioactive substances in cruciferous products. *Agri-Food II: Quality Management of Fruit and Vegetables; Session V Effect of Pre-harvest Practice on Quality*. pp. 222-226
146. SCHREIBER JS (2001): Parents worried about breast milk contamination. What is best for baby? *Pediatr.Clin.North Am.* 48(5): 1113-27, viii.
147. SCHULZ, D.G., KOCH, K. KROMER, K.-H., KÖPKE, U. (1997): Einfluss unterschiedlicher Anbauarten – mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch – auf Kartoffeln: Inhaltsstoffe, Sensorik, Festigkeitskennwerte, und bildschaffende Methoden. In: U. Köpke und J.A. Eisele (Hrsg) Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 3.-4.März 1997, Bonn, pp.211-216
148. SCHULZOVA V, HAJLSLOVA J, GUZIUR J, VELISEK J, HAGG M, AHVENAINEN R, EVERS AM, TIILIKKALA K (1999): Assessment of the quality of potatoes from organic farming. Royal Society of Chemistry; Cambridge; UK.
149. SCHUTZENDUBEL A, POLLE A (2002): Plant responses to abiotic stresses: heavy metal-induced oxidative stress and protection by mycorrhization. *Journal of Experimental Botany* 53(372): 1351.
150. SCHWÖRER, D. (2001): Magerfleischanteil als Qualitätsparameter – Ist eine Bezahlung danach gerechtfertigt?. 8. Freilandtagung 2001: Tierische Lebensmittel – Qualität beginnt im Stall. Freiland Verband, Wien 2001; pp. 16-21
151. SCLAFANI, A. (1995): How food preferences are learned: laboratory animals model. *Proceedings of the Nutrition Society* 54, pp. 419-427
152. SEEDS OF DOUBT (2002): North American Farmers´experiences of GM crops. Soil Association, 2002 , ISBN 0 905200 89 6

153. SHARPE, R., SKAKKEBAEK, N. (1994): Are Oestrogens Involved in Falling Sperm Counts and Disorders of the Male Reproductive Tract? *Lancet* 341; pp. 1392-1395
154. SMITH D (1999): Worldwide trends in DDT levels in human breast milk. *Int.J Epidemiol.* 28(2): 179-188.
155. SOIL ASSOCIATION – HEATON SHANE (2001): Organic farming, food quality and human health. A review of the evidence.
156. STAIGER, D. (1986): Einfluss konventionell und biologisch-dynamisch angebauten Futters auf Fruchtbarkeit, allgemeinen Gesundheitszustand und Fleischqualität beim Hauskaninchen. Dissertation, Universität Bonn
157. STOLZ, P., STRUBE, J., BUCHMANN, M. UND C. HISS (2000): Better Dietary Protein-Quality of Beans Cultivated Biodynamically than by Hydro-Culture. Proceedings of the 13th International IFOAM Scientific Conference, August 2000 in Basel. Edts.: Thomas Alföldi, William Lockeretz, Urs Niggli, pp.289-292
158. TAPPESEER, B., ECKELKAMP, C. UND WEBER, B. (2000): Untersuchung zu tatsächlich beobachteten nachteiligen Effekten von Freisetzungen gentechnisch veränderter Organismen. Monographien Band 129, Umweltbundesamt Wien, pp. 76
159. THIELEN, C. (1993): Fütterungspraxis bei alternativ gehaltenen Mastschweinen. Diss. Hannover
160. TILBURY KL, ADAMS NG, KRONE CA, MEADOR JP, EARLY G, VARANASI U (1999): Organochlorines in stranded pilot whales (*Globicephala melaena*) from the coast of Massachusetts. *Arch Environ Contam Toxicol* 37(1): 125-134.
161. VELIMIROV A., PLOCHBERGER K., SCHOTT W., WALZ V. (1995): Neue Untersuchungen zur Qualität unterschiedlich angebauter Äpfel.(Nicht alles, was golden ist, ist auch delicious!). In: *das bioskop*, Nr. 6, pp.4-8, Hrsg.: Forschungsinstitut f. Biologischen Landbau, Oberwil, Schweiz
162. VELIMIROV, A. (2001, 2002): Futterwahlversuche mit Laborratten, sensorische Untersuchungen und Selbstersetzungstests zu Ermittlung unterschiedlicher Teilqualitäten von Lebensmitteln. Zwischenberichte 1 und 2 der MA 22
163. VELIMIROV, A. (2002): Integrative Methods of Product Quality Assessment in Connection with the P-Value-Determination. www.geocities.com/bioqualitaet
164. VELIMIROV, A. (2002): Lebensmittelqualität von Produkten aus biologischer und konventioneller Landwirtschaft im Vergleich. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur
165. VELIMIROV, A. (2003): Biogramm und Qualitätskennzahl. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau (Hrg. Freyer, B.), pp.233-236
166. VELIMIROV, A., KIENZL-PLOCHBERGER, K., SCHWAIGER, E. (2000): Futterwahlversuche mit Ratten und mikrobiologische Untersuchungen als integrative Testmethoden zur Ermittlung der Qualität landwirtschaftlicher Produkte. Endbericht des Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Umweltschutz und Wasserwirtschaft in Wien
167. VELIMIROV, A., PLOCHBERGER, K., HUSPEKA, U., SCHOTT, W. (1992): The Influence of Biologically and Conventionally Cultivated Food on the Fertility of Rats. *Biological Agriculture and Horticulture*, Vol.8, pp.325-337, A B Academic Publishers, Great Britain
168. VOGTMANN, H. (1988): Lebensmittelqualität – ein ganzheitliches Prinzip. In: A. Meier-Ploeger und H. Vogtmann (Hrsg.): *Lebensmittelqualität – ganzheitliche Methoden und Konzepte. Alternative Konzepte* 66, pp.9-28, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe
169. WAELEGHEM, VAN K., DE CLERCO, N., VERMEULEN, L., SCHOONJANS, F., COMHAIRE, F. (1994): Deterioration of Sperm Quality in Young Belgian Men in Recent Decades. Abstracts of the Annual Meeting of the ESHRE in Brüssel; p. 73
170. WARMAN PR, HAVARD KA (1997): Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown carrots and cabbage. *Agriculture Ecosystems and Environment* 61(2/3): 155-162.

171. WARMAN PR, HAVARD KA (1998): Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown potatoes and sweet corn. *Agriculture Ecosystems and Environment* 68(3): 207-216.
172. WATZL, B., LEITZMANN, C. (1995): *Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln*. Hippokrates Verlag G.m.b.H., Stuttgart
173. WEBER ET AL. (2001): Pflanzenschutzmittelrückstände in Lebensmitteln aus ökologischer Herkunft im Vergleich zu nichtökologischer Herkunft. Kwalis Institut
174. WEIBEL, F.P.; BICKEL, R.; LEUTHOLD, S.; ALFOLDI, T.; HERREGODS, M.; BOXUS, P.; BAETS, W.; JAGER, A. (2000): Are organically grown apples tastier and healthier? A comparative field study using conventional and alternative methods to measure fruit quality. *Proceedings of the XXV International Horticultural Congress, Acta Horticulturae* 517; pp. 417-426
175. WORTH M. (2002): *Bad Taste*. A special report by Public Citizen and GRACE.
176. ZANGERL, P., GINZINGER, W., TSCHAGER, E. UND I. LOBITZER (2000): Sensory quality and microbial load of milk products from organic farming in Austria. *Proceedings of the 13th International IFOAM Scientific Conference, August 2000 in Basel*. Edts.: Thomas Alföldi, William Lockeretz, Urs Niggli
177. ZAYED SM, AMER SM, NAWITO MF, FARGHALY M, AMER HA, FAHMY MA, MAHDY F (1993): Toxicological potential of malathion residues in stored soybean seeds. *J Environ Sci Health B* 28(6): 711-729.
178. ZAYED SM, FARGHALY M, MOSTAFA IY (1992): Bioavailability to rats and toxicological potential in mice of bound residues of malathion in beans. *J Environ Sci Health B* 27(4): 341-346.

7. Anhang - Auszug ERNTE-Richtlinien

Anbei ein Auszug der wichtigsten Bestimmungen der ERNTE-Richtlinien. Es wird im Text der Versuch unternommen, die gefundenen Ergebnisse mit einzelnen Punkten der ERNTE-Richtlinien in Verbindung zu setzen. Grün gesetzter Text sind ERNTE spezifische Anforderungen, die über das in der EU-VO 2092/91 idgF definierten Anforderungen hinausgehen. Da die Untersuchungsergebnisse nicht nach Verbandszugehörigkeit und dem damaligen Stand der Richtlinien aufgesplittet wurden, ist die vorgenommenen Verbindung von wissenschaftlichen Aussagen mit den ERNTE-Richtlinien lediglich mit Einschränkung möglich.

Kürzel	Richtlinientext
RL1	1.2.2 Die Anbauflächen sollen möglichst wenig von Umweltschadstoffen belastet sein. 15 Meter neben Autobahnen und neben Straßen mit hoher Verkehrsfrequenz (als Richtwert gilt 500 Fahrzeuge pro Stunde Jahresdurchschnitt) dürfen BIO ERNTE-Betriebe keine Produkte aus biologischer Landwirtschaft anbauen. Zur Abschirmung werden geeignete Maßnahmen wie das Anlegen von Hecken oder Lärmschutzwänden getroffen. Die 15 Meter sind ab Beginn des Banketts zu messen.
RL2	2.1 Humuswirtschaft und Düngung 2.1.1 Der organisch-biologische Landbau ist darauf ausgerichtet, eine gezielte Humuswirtschaft zu betreiben. Die Zufuhr organischer Substanz muss daher langfristig mindestens die Abbauverluste decken. Die Düngung hat zum Ziel, die Tätigkeit des Bodenlebens zu fördern. Die Stickstoffdüngung hat ausschließlich mit organischen Düngern zu erfolgen. Eine mineralische Ergänzungsdüngung ist in einer Form

	<p>einzubringen, bei der die Nährstoffe nicht direkt für die Pflanze verfügbar sind. Organische Stoffe dürfen grundsätzlich nur oberflächlich in den Boden eingearbeitet werden, um giftige Stoffwechselprodukte durch Fäulnis zu vermeiden.</p> <p>2.1.2 Die Verwendung von chemisch-synthetischen Stickstoffdüngern und leicht löslichen Phosphaten ist untersagt.</p>
RL3	<p>2.3 Pflanzenschutz</p> <p>2.3.1 Zum Schutz der Pflanzen vor Krankheiten und Schädlingen dienen neben den direkten Maßnahmen vor allem solche des vorbeugenden Gesundheitsschutzes. Letzteren ist besonderes Augenmerk zu schenken. Sie umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • geeignete Sortenwahl • Förderung der Bodengesundheit • harmonische Ernährung der Pflanzen • geeignete Anbau- und Kulturmethoden wie Fruchtfolge, Mischkultur, Gründüngung, Bodenbearbeitung • Förderung des Vogelschutzes und sonstiger Nützlinge durch Erhaltung und Schaffung geeigneter Lebensbedingungen (Hecken, Nistplätze usw.) <p>2.3.2 Die Verwendung von naturfremden, chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln, Wachstumsregulatoren und Welkemitteln ist untersagt. Es sind nur Pflanzenschutz bzw. Pflanzenbehandlungsmittel erlaubt, die nachfolgend genannt sind. Bei Mischprodukten ist darauf zu achten, dass keine verbotenen Komponenten enthalten sind.</p> <p>2.3.3 Pflanzenschutzmittel Es dürfen nur Pflanzenschutzmittel mit den nachfolgend genannten Wirkstoffen verwendet werden. Eine Liste dieser Mittel mit den entsprechenden Indikationen finden Sie im aktuellen Betriebsmittelkatalog. Die nachfolgend genannten Wirkstoffe dürfen nur dann eingesetzt werden, wenn mit den Maßnahmen aus 2.3.1 kein Auslangen gefunden werden kann.</p>
RL4	<p>2.4 Unkrautregulierung</p> <p>2.4.1 Die Unkrautregulierung hat auf folgende Weise zu erfolgen:</p> <p><u>pflanzenbauliche Kulturmaßnahmen:</u> Fruchtfolge, Humusaufbau, Untersaat, Zwischenfrüchte, Bodenbelebung</p> <p><u>mechanische Maßnahmen:</u> striegeln, hacken, bürsten, abflammen</p> <p>2.4.2 Die Verwendung von Herbiziden ist untersagt.</p>
RL5	<p>3.10 Haltung von Rindern und Pferden</p> <p>3.10.2 Anbindehaltung Die Anbindehaltung ist grundsätzlich verboten. Die Tiere sind in Gruppen zu halten. Folgende Ausnahme vom Anbindeverbot ist für Rinder und Pferde</p>

	<p>möglich:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zeitlich begrenzt für Einzeltiere, z.B. bei Krankheit <p>Folgende Ausnahmen vom Anbindeverbot nur für Rinder sind möglich:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anbindeställe, die bereits vor dem 24.08.2000 existierten, können bis 31.12.2010 als solche genutzt werden. Folgende Bedingungen sind dabei einzuhalten: Das Haltungssystem muss nach den BIO ERNTE AUSTRIA-Richtlinien, Stand August 1999, mindestens 21 TGI-Punkte erreichen. Es muss eine eingestreute Liegefläche zur Verfügung stehen und regelmäßiger Auslauf gewährt werden. Regelmäßiger Auslauf für Anbindehaltung ist unter Punkt 3.10.5 definiert. <p>3.10.5 Ausläufe</p> <p>Allen Tieren muss Weidegang oder zumindest befestigter Auslauf an mindestens 200 Tagen – verteilt über das ganze Jahr – gewährt werden. Für Rinder in Anbindehaltung gilt: Auslauf entweder an 200 Tagen übers Jahr verteilt oder neben dem TGI mindestens ein Mal pro Woche. Wo Weidegang möglich ist, muss Rindern und Pferden Weide gewährt werden. An Tagen mit Witterungsextremen wie Glatteis ist Auslauf nicht notwendig. Bei Steillagen und beengten Hoflagen gelten Übergangsregelungen. Diese finden sich unter Punkt 3.10.5.3.</p>
RL6	<p>3.12 Haltung von Schweinen</p> <p>3.12.2 Gruppenhaltung</p> <p>Die Anbindehaltung ist grundsätzlich verboten. Die Schweine, auch Sauen, sind in Gruppen zu halten. Nur im späten Trächtigkeitsstadium und in der Säugeperiode ist eine Einzelhaltung möglich.</p> <p>3.12.3 Ausläufe</p> <p>Allen Tieren muss Weidegang oder zumindest befestigter Auslauf an mindestens 200 Tagen – verteilt über das ganze Jahr – gewährt werden. An Tagen mit Witterungsextremen wie Glatteis ist Auslauf nicht notwendig. Bei Steillagen und beengten Hoflagen gelten Übergangsregelungen. Diese finden sich unter Punkt 3.12.3.3.</p>
RL7	<p>3.13 Haltung von Geflügel</p> <p>3.13.2 Ausläufe</p> <p>Allen Tieren muss Weidegang oder zumindest befestigter Auslauf an mindestens 200 Tagen – verteilt über das ganze Jahr – gewährt werden. An Tagen mit Witterungsextremen wie Glatteis ist Auslauf nicht notwendig. Bei Steillagen und beengten Hoflagen gelten Übergangsregelungen. Diese finden sich unter Punkt 3.13.2.3. Für die Freilandhaltung von Legehennen ist eine großteils bewachsene Außenfläche von mindestens 10 m² je Tier, die tagsüber für die Tiere uneingeschränkt zugänglich ist, vorzusehen. Der Auslauf für Legehennen muss in einem Umkreis von max. 150 m vom Stall sein. Diese Regelung gilt für alle Neubauten ab 23.04.2001.</p> <p>3.15 Haltung von Freilandmasthühnern</p>

	<p>Zusätzlich zu den Regelungen aus den Kapiteln 3.1 bis 3.7 sowie 3.13 gelten für Bestände über 100 Masthühner die folgenden Bestimmungen:</p> <p>3.15.3 Auslauf</p> <p>3.15.3.1 Auslauföffnungen</p> <p>Die Auslauföffnungen müssen für die Tiere leicht erreichbar sein. Die Auslauföffnungen sollen für die Hühner im Stall nicht mehr als 12 m entfernt sein. Bei Neubauten dürfen die Auslauföffnungen für Hühner nicht weiter als 12 m entfernt sein. Flächen, die mehr als 12 m von einer Auslauföffnung entfernt sind, zählen dann nicht zur Stallfläche. Die Breite der Auslauföffnungen beträgt 80 cm für 200 Tiere (1000 Tiere = 4 m Breite Auslauföffnung/en) und die Höhe beträgt mindestens 30 cm. Sind die Auslauföffnungen unterteilt, so beträgt die Mindestbreite jeweils 60 cm. Bei Kälte und bei Mastbeginn können die Auslauföffnungen so verringert werden, dass eine ausreichende Stalltemperatur gesichert ist und die Hühner trotzdem in den Auslauf gelangen können.</p>
RL8	<p>3.5 Krankheitsverhütung und -bekämpfung</p> <p>3.5.1 Die Tiergesundheit ist in erster Linie durch vorbeugende Maßnahmen zu sichern. Erkrankt oder verletzt sich ein Tier, so ist es unverzüglich zu behandeln. Phytotherapeutische und homöopathische Behandlungen sind Behandlungen mit chemisch-synthetischen Arzneimitteln vorzuziehen. Ist zu erwarten, dass mit den genannten Methoden der Phytotherapie und Homöopathie keine entsprechende therapeutische Wirkung zu erzielen ist, so können durch den Tierarzt chemisch-synthetische allopathische Tierarzneimittel und Antibiotika eingesetzt werden. Der vorbeugende Einsatz dieser Arzneimittel ist verboten.</p> <p>3.5.2 Impfungen sind erlaubt. Verboten sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vorbeugender Einsatz von Coccidiostatika • Hormone oder ähnliche Stoffe zur Kontrolle der Fortpflanzung (z.B. Brunstsynchronisation). <p>Ausnahme: Hormone zur therapeutischen Behandlung von Einzeltieren sind erlaubt.</p> <p>3.5.3 Wartefristen</p> <p>Die festgelegten Wartefristen bei Medikamenten sind zu verdoppeln. Ist keine gesetzliche Wartezeit festgesetzt, beträgt die Wartezeit mindestens 48 Stunden.</p> <p>3.5.4 Anzahl der Behandlungen</p> <p>Innerhalb eines Zeitraumes von 12 Monaten darf ein Tier nicht öfter als 3 Mal mit chemisch-synthetischen allopathischen Arzneimitteln behandelt werden. Tiere, deren produktiver Lebenszyklus nicht mehr als 12 Monate beträgt (das sind Tiere, die nicht älter als 12 Monate werden), dürfen nur einmal mit chemisch-synthetischen allopathischen Arzneimitteln behandelt werden.</p>

RL9	<p data-bbox="316 197 1396 347">2.7 Gemüsebau Neben den allgemeinen Richtlinien (Kapitel 1) und den Richtlinien zum Pflanzenbau (Kapitel 2.1 bis 2.6) gelten für Gemüsebau-Betriebe zusätzlich folgenden Bestimmungen:</p> <p data-bbox="316 369 678 403">2.7.3 Erde und Substrate</p> <p data-bbox="316 425 1396 571">2.7.3.1 Der Anbau von Gemüse ist nur als Erdkultur erlaubt. Nicht zugelassen sind der Anbau auf Steinwolle, die Hydrokultur, die Nährfilmtechnik und ähnliche Verfahren. Die Wassertreiberei bei Chicoree und Kresse ist möglich.</p>
-----	--