

**Nahrungsmittel aus konventionellem Anbau
versus biologischen Landbau:
Inhaltsstoffe und mögliche Auswirkungen
unterschiedlicher Kultivierungs- und
Verarbeitungsformen auf die Gesundheit des Menschen,
unter besonderer Berücksichtigung des
Gastrointestinaltraktes und des neuroendokrinen Systems.
Eine Bestandsaufnahme bisher vorhandener
wissenschaftlicher Literatur.**

**Diplomarbeit
zur Erlangung des Magisters
an der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Salzburg**

**Eingereicht von
Gundula Helene Schindlegger**

Salzburg, Dezember 2004

Danksagung:

Ich möchte an dieser Stelle all jenen Personen danken, durch deren Hilfe die Verfassung dieser Diplomarbeit erst möglich wurde:

Mein ganz besonderer Dank gilt meinem Diplomarbeitsbetreuer, Herrn Univ.-Prof. Dr. Gerhard Wolfgang Hacker, Forschungsinstitut für Grund- und Grenzfragen der Medizin und Biotechnologie, Salzburger Landeskliniken.

Weiters danke ich meinem derzeitigen Chef, Herrn Univ.-Prof. Dr. Alfred Gaßner, Rehabilitationszentrum Großmain, für die Genehmigung eines Sonderurlaubes zur Erstellung dieser Diplomarbeit.

Herrn Mag. Ing. Klaus Weisswasser sei für die Sichtung der Arbeit, konstruktive Kritik und jahrelange Freundschaft gedankt.

Zuletzt möchte ich meinen ganz besonderen Dank meinem Lebensgefährten, Herrn Ing. Günther Haslauer aussprechen für seine Unterstützung und seine jahrelange unermüdliche Hilfe bei unzähligen Computerproblemen und mathematischen Anliegen.

Dankbar bin ich auch meinen Freunden, denen ich während der Zeit des Studiums und dieser Arbeit oftmals nicht jene Aufmerksamkeit zuteil werden ließ, die sie verdienen.

Gesundheit ist nicht alles, aber ohne Gesundheit ist alles nichts.

(Arthur Schopenhauer)

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	8
2. Summary	9
3. Einleitung	10
4. Physiologische Grundlagen der Ernährung	12
4.1. Der menschliche Gastrointestinaltrakt	12
4.1.1. Bedeutung und Zusammensetzung der Darmflora	14
4.1.2. Allgemeines zur Ernährung	15
4.1.3. Immunabwehr	15
4.1.4. Hormonale Regulation des Magen-Darm-Traktes	16
4.1.5. Kohlenhydratstoffwechsel	18
5. Ernährungsabhängige Erkrankungen	20
5.1.1. Diabetes mellitus	20
5.1.2. Adipositas	20
5.2. Lebensmittel–Unverträglichkeiten	21
5.2.1. Epidemiologie von Lebensmittelüberempfindlichkeiten	21
5.2.2. Lebensmittelantigene	21
5.2.3. Lebensmitteltoleranz	22
5.3. Krebs und Ernährung	22
5.3.1. Karzinogenese	23
5.4. Krebs und Pestizide	24
6. Ausgewählte biotechnologische Verfahren und Methoden in der Lebensmittelindustrie ...	26
6.1. Kultivierung von pflanzlichen Zellen und Geweben	26
6.2. Genetische und gentechnische Methoden	26
6.2.1. Risiken der Gentechnik; Sicherheits- und Kontrollmaßnahmen	26
6.2.1.1. Gesundheitliche Beeinträchtigungen	27
6.2.1.2. Schädigungen der Umwelt	27
6.2.1.3. Ökonomische und soziale Auswirkungen	27
6.2.1.4. Rechtsvorschriften	28
6.2.1.5. Kein Einsatz bei Bio-Produkten	29
6.3. Die radioaktive Bestrahlung von Lebensmitteln	29
6.3.1. Gesetzliche Grundlagen	30
6.3.2. Kennzeichnung	30
6.3.3. Auswirkungen der Bestrahlung	30
6.3.4. Analysemethoden zum Nachweis bestrahlter Lebensmittel	31
7. Fremd und Schadstoffe in Lebensmitteln	32
7.1. Biogene Stoffe	32
7.2. Rückstände	32
7.3. Lebensmittelzusatzstoffe	32
7.4. Verunreinigungen	33
7.4.1. Schwermetalle	33
7.5. Pflanzenschutzmittel	33
7.6. Stoffe, die bei der Verarbeitung entstehen	34
7.7. Stoffwechselprodukte	34
7.8. Risikoabschätzung	35
8. Gesundheitsfördernde Wirkung von Lebensmitteln	36
8.1. Die sekundären Pflanzenstoffe	36
8.1.1. Sulfide	37
8.1.2. Glucosinolate	37

8.1.3. Carotinoide	38
8.1.4. Flavonoide	38
8.1.5. Anthocyanine	39
8.1.6. Monoterpene	40
8.1.7. Phytosterine	40
8.1.8. Saponine	41
8.1.9. Polyphenole	41
8.1.9.1. Resvatrol	42
8.1.9.2. Phytoöstrogene	42
8.1.10. Ballaststoffe	43
8.1.11. Milchsäurebakterien	43
9. Einige Beispiele für gesundheitsgefährdende Wirkungen	44
9.1. Düngemittel und gesundheitliche Gefahren	44
9.1.1. Nitrat	44
9.2. Persistente lipophile Umweltschadstoffe	45
9.3. Gesundheitsgefahren durch Trinkwasser	45
9.4. Verpackungsmaterialien und –arten	46
9.5. Muttermilch, die optimale Ernährung für den Säugling?	46
10. Qualitätserfassung bei Bioprodukten	47
10.1. Grundprinzipien des biologischen (ökologischen) Landbaus	47
10.1.1. Geschichte	47
10.1.2. Leitgedanke	47
10.1.3. Konventioneller Landbau	48
10.1.4. Gesetzliche Grundlagen	48
10.1.5. Bioschwindel	51
10.1.6. Biokennzeichnung	51
10.1.7. Kontrollstellen	51
10.2. Lebensmittelqualität	52
10.2.1. Eignungswert	52
10.2.2. Genusswert	52
10.2.3. Gesundheitswert	52
10.2.4. Innere Qualität	53
10.3. Qualitätsbeurteilung	53
10.3.1. Gängige Qualitätserfassungsmethoden im Überblick	54
10.3.1.1. Chemische Analyse	54
10.3.1.2. Biophysikalische Methoden	54
10.3.1.3. Bildschaffende Methoden	54
10.3.1.4. Mikrobiologische Untersuchungen	55
10.3.1.5. Verkostungstests-Geschmack	55
10.3.1.6. Futterwahltests und Fütterungsversuche	55
10.3.1.7. Nachernteverhalten	56
10.3.2. Ganzheitliche Lebensmittelqualitätsbeurteilung	57
10.3.3. Die „Qualität“ pflanzlicher Produkte	57
10.3.4. Gemüse	57
10.3.4.1. Babynahrung/Gläschenkost: Gemüsebreie	59
10.3.4.2. Spinat	59
10.3.4.3. Mais, Soja	60
10.3.4.4. Getreide und Getreideprodukte	60
10.3.4.5. Kartoffeln	61
10.3.4.6. Karotten	62
10.3.4.7. Paprika	63

10.3.4.8. Tomaten.....	63
10.3.4.9. Kopfsalat	64
10.3.4.10. Oliven-Öl.....	64
10.3.5. Obst	64
10.3.5.1. Äpfel.....	64
10.3.6. Erdbeeren	65
10.3.6.1. Weintrauben	65
10.3.6.2. Zitrusfrüchte	66
10.3.6.3. Wein	66
10.4. Agrarpolitik der EU.....	67
10.5. FAZIT.....	68
11. Internet-Links	70
12. Literatur	71

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: ÜBERSICHT ÜBER DIE AN DER VERDAUUNG UND RESORPTION BETEILIGTEN ORGANE, DIE GASTROINTESTINALE FLÜSSIGKEITSBILANZ UND DIE JEWEILIGE VERWEILDAUER DES INHALTS.....	14
ABBILDUNG 2: KRISTALLISATIONSBILDER VON ÄPFELN VERSCHIEDENER ERTRAGSNIVEAUS...	55

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: HORMONE, HORMONKANDIDATEN UND NEUROPEPTIDE DES MAGEN-DARM-TRAKTES	17
TABELLE 2: VORKOMMEN EINIGER FLÜCHTIGER SULFIDE IN KNOBLAUCH	37
TABELLE 3: GLUCOSINOLATGEHALT IN VERSCHIEDENEN KOHLGEMÜSEARTEN.....	38
TABELLE 4: GEHALT AN FLAVONEN IN AUSGEWÄHLTEN LEBENSMITTELN	39
TABELLE 5: ANTHOCYANINGEHALT VERSCHIEDENER LEBENSMITTEL	39
TABELLE 6: PHYTOSTERINGEHALT VON GEMÜSE UND OBST	41
TABELLE 7: GEHALT AN ISOFLAVONEN IN AUSGEWÄHLTEN LEBENSMITTELN	43
TABELLE 8: QUALITÄTSBEEINFLUSSENDE INHALTSSTOFFE ODER EIGENSCHAFTEN VON LEBENSMITTELN.....	53
TABELLE 9: KRITERIEN ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGISCHER LEBENSMITTELQUALITÄT.....	53

1. Zusammenfassung

Fast täglich erreichen uns Nachrichten über krankheitserregende Stoffe in Nahrungsmitteln, das Wiederauftreten von Tierseuchen und die Zunahme von ernährungsbedingten Erkrankungen. In unserer modernen Zeit haben sich die Eßgewohnheiten drastisch verändert. Hochentwickelte Fertignahrung ist zu einem festen Bestandteil der alltäglichen Ernährung eines Großteils der Menschen in den Industrienationen geworden. Empirisch, aber auch aus zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen ist belegt, dass Ernährungsgewohnheiten direkte Auswirkungen auf die Gesundheit haben und viele Krankheiten sogar unmittelbar auf das Essen zurückzuführen sind.

Ebenso häufig hören wir Botschaften über „gesundes“ Essen, welches Gemüse vor Krebs schützen soll, oder dass Bio-Lebensmittel einfach besser seien. Durch Werbung und oftmals unfachmännische Berichte in den Massenmedien ist der Konsument heute völlig überfordert, zwischen wissenschaftlich belegbaren Ergebnissen, auf Verkauf ausgerichteten Werbebotschaften und Kurpfuscherei zu unterscheiden. Mit dieser Literaturarbeit versuche ich, einen kleinen Beitrag zu einer möglichen Entwirrung zu leisten. Obwohl es bisher in einigen Bereichen erst relativ wenige Studien gibt, die z.B. gezielt mögliche Unterschiede im gesundheitlichen Wert von biologisch und konventionell hergestellten Produkten am Zielorganismus Mensch beschreiben, liegt doch in Bezug auf Unterschiede von Inhaltsstoffen zwischen verschiedenen Anbau- und Konservierungsformen schon sehr viel an verwertbarer Information vor.

Bioprodukte weisen nachweislich bessere Werte des Trockensubstanzgehaltes, des Vitamingehaltes und des Anteiles an Sekundären Pflanzeninhaltsstoffen auf. In Bioprodukten finden sich auch nur sehr selten Pestizidrückstände. Sie weisen einen intensiveren Geschmack auf, da synthetische Dünger nicht erlaubt sind und die Wachstumszeit dadurch verlängert wird. Bestrahlungen und die Verwendung von gentechnisch verändertem Saatgut ist strengstens verboten. Es sind nur einige wenige Lebensmittelzusatzstoffe zugelassen. Biologische Ernährung wirkt sich auch nachweislich positiv auf den Substanzgehalt der Muttermilch stillender Mütter aus. In Futterwahlversuchen bevorzugen Versuchstiere Produkte aus biologischem Landbau.

Vergleichende Aussagen zu tatsächlichen Wirkungen der verschiedenen Erzeugnisse aus biologischen und konventionellen Produktionsverfahren auf die menschliche Gesundheit können derzeit daraus vor allem indirekt abgeleitet werden. Biologische Ernährungsweise ist keine absolute Garantie für Gesundheit, aber sie dürfte sicherlich einen gesundheitsfördernden Einfluss haben. Viele Grundlagen für Krankheiten werden oft früh im Leben gelegt und manifestieren sich erst in einem späteren Stadium mit Auswirkung auf die Lebensqualität. Unter diesem Gesichtspunkt sei die Anmerkung erlaubt, dass auch Mangel an Bewegung, Stress und andere psychogene Faktoren ebenso schädlich für unsere Gesundheit sind. Im Kontext Bio versus konventionell soll auch erwähnt werden, dass die biologische Wirtschaftsweise wesentlich zur Ressourcen- und Umweltschonung beiträgt und damit der gesamten Weltbevölkerung zu gute kommt.

2. Summary

Nearly everyday we have to face news about pathogenous substances in food, the recurrence of zoonoses, and an increasing number of diseases due to nutrition. Eating habits have changed drastically in our modern times. Highly developed, prefabricated foodstuff has become an integral part of everyday nutrition for the majority of the people in industrialised countries. It is getting more and more obvious, that eating habits have a direct effect on health. It seems a matter of fact, that many diseases are directly related to food.

Equally often we hear news about “good” food. We are informed, which vegetable may protect against cancer and that biological foodstuff is simply better. Advertising and often unprofessional reports in mass media totally overstrain the consumers, so that they cannot clearly distinguish between scientifically provable results, advertising messages geared to mere selling, and charlatanry. With this stock-tacking of literature I try to make a small contribution to a probable disentanglement. Although there are only few studies in some areas, that e.g. describe possible differences in the health value of biological or conventional products on the target organism man, we on the other hand have quite a lot of utilisable information concerning the differences in the substances of content between different forms of cultivation and conservation.

Biological products show demonstrably better values of the “dry matter contents”, the content of vitamins, and the share of secondary plant fibre. Additionally a far smaller amount of residue of pesticides can be found in biological products. Due to the fact that synthetic fertilizers are prohibited, naturally, the growth period is extended, which results in the more intense flavour of biological products. X-ray treatment, as well as the use of genetically manipulated seed is strictly forbidden. Only a few food additives are allowed. Organic products have a positive impact on the substance content of the breast milk of nursing mothers. In experiments for food preferences laboratory animals opted for organic products.

So comparative conclusions on the actual effects of the different products from biological or conventional method of production on human health can mainly be deduced indirectly at the moment. Organic form of nutrition is absolutely no guarantee for health, but surely contributes to it. The basis for diseases is often set early in life and is manifested only at a later stadium, where the inevitable consequences directly influence the quality of life. From this point of view it is important to mention that a lack of exercise, stress and other psychogenous factors are equally harmful. In the context biological versus conventional I also want to emphasise, that organic food production helps to save resources and to protect the environment, and thus the entire world population benefits from it.

3. Einleitung

Betrachtet man die internationale Ernährungssituation, dann wird eine besorgniserregende Diskrepanz sichtbar: Auf der einen Seite besteht in weiten Gebieten unserer Erde ein permanenter Mangel an Lebensmitteln, insbesondere an solchen mit hohem nutritiven Wert, der sich in Unterernährung mit oft katastrophalen gesundheitlichen Schäden manifestiert. Auf der anderen Seite werden in breiten Bevölkerungskreisen der Industrieländer mit ihrem wachsenden Wohlstand unvernünftige Verzehrsgewohnheiten – vielfach gekoppelt mit Bewegungsarmut – beobachtet. Die Folge sind Über- und Fehlernährung, die ihre Ausprägung in Übergewicht sowie in diversen „Zivilisationskrankheiten“ finden. Diese rufen nicht nur bei den Betroffenen und ihren Angehörigen menschliches Leid hervor, sondern fügen auch der Gesellschaft großen wirtschaftlichen Schaden zu. Zugleich ist in den letzten Jahren ein auch international ständig zunehmendes Ernährungs- und Umweltbewusstsein zu beobachten, welches sich u.a. in den steigenden Anforderungen des Verbrauchers an die Qualität der Lebensmittel und ihre Produktion niederschlägt.

Diese weltweit anstehenden Probleme stellen eine Herausforderung nicht nur für die Politik und Wirtschaft sondern auch für die Nahrungsmittelproduktion, die Lebensmittelindustrie und die Gesundheitssysteme dar.

Nahrungsmuster und Ernährungsweise des Menschen wurden ursprünglich durch die natürlichen Standortbedingungen, vor allem Klima, Boden und Höhenlage bestimmt. Durch wirtschaftliche Rahmenbedingungen änderte sich jedoch das Ernährungsverhalten der Menschen.

In den urbanen Räumen der Entwicklungsländer nimmt die Bedeutung regional typischer Grundnahrungsmittel immer stärker ab (LEITZMANN 1991). Die Verringerung der landwirtschaftlichen Produktivität durch nicht standortangepasste und daher nicht nachhaltige Bewirtschaftungs- und Nutzungssysteme führt zu einer akuten Bedrohung der Grundversorgung mit Lebensmitteln in den sogenannten Dritte-Welt-Ländern (HEINEBUCH 1997).

Zudem kommt es zu einer Einengung der genetischen Variabilität von Nutztieren und Nutzpflanzen. Der Großteil der Menschheit lebt heute von etwa 90 Kulturpflanzen, wobei davon ungefähr 30 den größten Teil der menschlichen Ernährung ausmachen. Durch Zuchtwahl wurde die genetische Variabilität erheblich reduziert. In einigen Fällen wurde die Wildform sogar ausgerottet (NISBET 1994). Die große Mehrheit der Menschen ernährt sich heute von Getreideprodukten. Rund die Hälfte der täglichen Kalorienaufnahme wird weltweit aus den wichtigsten Getreidearten Weizen, Reis, Mais, Gerste und Sorghumhirse gewonnen. Lokale Landsorten verlieren immer mehr an Bedeutung. Die stete Zunahme des Fleischverbrauchs ist eine besorgniserregende Entwicklung. Die Nutztierhaltung hat zu Überweidung, Überdüngung, Landschaftszerstörung, Gefährdung von Trinkwasser und Atmosphäre sowie Nahrungskonkurrenz mit dem Menschen geführt (BOEHNCKE 1998). Eine rein pflanzliche Ernährung könnte eine weitaus größere Zahl von Menschen sättigen (HABER 1997) und würde zudem die Umwelt weniger belasten (RIFKIN 1994).

Die biologische Landwirtschaft ist ein Beleg dafür, dass es auch anders geht. Die Eigenständigkeit des Betriebes, die Unabhängigkeit von der Chemie- und Futtermittelwirtschaft sowie das Bemühen, sich eine wirtschaftliche Perspektive fernab von Zwängen der allgemeinen Entwicklungslogik in der Landwirtschaft aufzubauen, waren und sind noch heute wichtige Beweggründe für eine Umstellung.

Die nach wie vor fortschreitende Industrialisierung und die damit verbundene Umweltverschmutzung werden es in absehbarer Zeit kaum ermöglichen, Nahrungsmittel komplett schadstofffrei zu produzieren. Selbst biologisch anbauende Landwirte können sich heute vor Umweltbelastungen nicht völlig schützen.

Die in den Industrieländern ständig steigenden Umweltprobleme haben bei vielen Menschen ein sehr sensibles Umwelt- und Ernährungsbewusstsein herbeigeführt. Dieser internationale Trend hat dazu beigetragen, dass der Verbraucher zunehmend höhere Ansprüche an die „Naturbelassenheit“ der Lebensmittel stellt. Wer sich gesund und schmackhaft ernähren will, verirrt sich im Dickicht eines Supermarktes leicht. Das Nahrungsmittelangebot in Großmärkten entspricht heutzutage nicht mehr der jeweiligen Jahreszeit. Es ist heute kein Problem mehr, im Winter „frische“ Erdbeeren, Tomaten oder grünen Salat zu kaufen. Der Treibhausanbau macht dies möglich. Probleme, die sich dabei ergeben, sind unter anderem der hohe Energieverbrauch für das Heizen der Gewächshäuser, die Entstehung großer Müllmengen (Verpackungsmaterial) und der vermehrte Pestizideinsatz. Durch die geringere Sonneneinstrahlung im Winter kommt es unter anderem zu einem höheren Nitratgehalt im Gemüse.

Lange Transportwege machen es notwendig, dass bestimmte Früchte unreif geerntet werden müssen, und um dem Verderb entgegenzuwirken werden diese künstlich begast. Folglich können weder ihr optimaler Nährstoffgehalt noch ihr natürlicher Geschmack ausgebildet werden (LEITZMANN 1993).

Der Energieeinsatz, der für den Transport von Nahrungsmitteln über große Entfernungen erforderlich ist, ist beträchtlich (VON KOERBER 1995). Für den Menschen und die Umwelt ergibt sich dadurch auch eine erhebliche Lärm- und Schadstoffbelastung.

Wie eine Studie der Lebensmittelüberwachung Baden-Württemberg zeigt, unterscheiden sich die Pestizidrückstandsgehalte in Lebensmitteln aus biologischem Landbau signifikant von konventionell erzeugten. Während in konventionellen Lebensmitteln häufig Pestizide gefunden wurden (im Jahr 2002 bei 75 % der kontrollierten Proben), waren Bio-Lebensmittel zu 93 % (209 von 243 Proben) ohne jeglichen Rückstandsbefund. Als Berichtsgrenze wurde ein Gehalt von 0,01 mg/kg herangezogen.

4. Physiologische Grundlagen der Ernährung

In der Nahrung enthaltene Schadstoffe unterliegen im menschlichen Gastrointestinaltrakt denselben Prozessen wie andere Nahrungsbestandteile. Vor weiteren Überlegungen zur intestinalen Schadstoff-Absorption sollen deshalb zuerst einige anatomische und physiologische Gegebenheiten beschrieben werden.

4.1. Der menschliche Gastrointestinaltrakt

Die folgende Beschreibung beruht auf VAUPEL UND EWE (1997) sowie THEWS ET AL. (1991). Der Gastrointestinaltrakt des Menschen besteht aus einem durchlaufenden Rohr vom Mund bis zum Anus, das in die Abschnitte Mund- und Rachenraum, Speiseröhre, Magen, Dünndarm und Dickdarm untergliedert wird. In dieses Rohr münden die exkretorischen Drüsen, nämlich Mundspeicheldrüsen, Pankreas und Leber. Eine schematische Übersicht bietet Abbildung 1.

Mund, Speiseröhre und Magen: Während im Mund die mechanische Zerkleinerung im Vordergrund steht und mit dem Speichel erste Verdauungsenzyme beigemischt werden, dient die Speiseröhre vor allem dem Transport. Der Magen bildet ein Reservoir, in dem der Speisebrei (Chymus) je nach Zusammensetzung bis zu fünf Stunden zwischengelagert, vorverdaut und in kleinen Portionen an den Dünndarm weitergegeben wird. Andererseits erfolgt hier durch peristaltische Kontraktionen der Magenwand eine intensive Durchmischung und weitere Zerkleinerung der Nahrungsbestandteile, so dass im optimalen Fall 90 % der Partikel beim Verlassen des Magens kleiner als 0,25 mm sind. Dies wird unterstützt durch das aufgrund der HCl-Ausschüttung stark saure Magensekret ($\text{pH}=0,8$) und durch beigemischte Enzyme, vorwiegend eiweißspaltende Pepsine.

Dünndarm: Der Dünndarm besteht aus drei Abschnitten. In das am Anfang stehende, 20–30 cm lange Duodenum fließt neben der von der Leber und Gallenblase kommenden Galle auch das alkalische Pankreassekret ($\text{pH}=8,2$) mit zahlreichen hydrolytischen Enzymen. Im Anschluss folgen das rund 1,5 m lange Jejunum, in dem der Großteil der Resorptionsvorgänge stattfindet, und das etwa 2 m lange Ileum.

Der Dünndarm besitzt einen Durchmesser von rund 4 cm, doch seine luminale Oberfläche wird durch drei morphologische Strukturmerkmale auf das 600-fache vergrößert (Größenangaben nach WALSH 1990). Die Darmwand wölbt sich in zirkuläre rund 2 cm hohe Kerckring-Falten, auf denen fingerförmige, etwa 1 mm lange Ausstülpungen (Zotten) sitzen, deren Oberfläche von den etwa 25 μm hohen Epithelzellen (Enterozyten) gebildet wird. Diese besitzen auf ihrer dem Darmlumen (Lumen) zugewandten Membran viele feine Fortsätze (Mikrovilli) von rund 1 μm Länge. Der Bestand an Mikrovilli wird als Bürstensaum bezeichnet. Zusammen führen diese Strukturen zu einer Dünndarmlumenoberfläche von rund 200 m^2 . Das Dünndarmepithel besitzt eine sehr hohe Teilungs- und Umsatzrate: In den Zottenzwischenräumen entstehende Zylinderzellen wandern in 24-36 Stunden zur Zottenspitze, reifen auf ihrem Weg zu funktionsfähigen Enterozyten und übernehmen die Resorptionsaufgaben. Nach 3–5 Tagen werden die Zellen ersetzt und ins Lumen abgestoßen. Das luminale Epithel ist von einer Wasserschicht überzogen, die an der Zelloberfläche durch Schleimstoffe gelartig wird und ein reibungsfreies Gleiten des Speisebreies ermöglicht. Durch

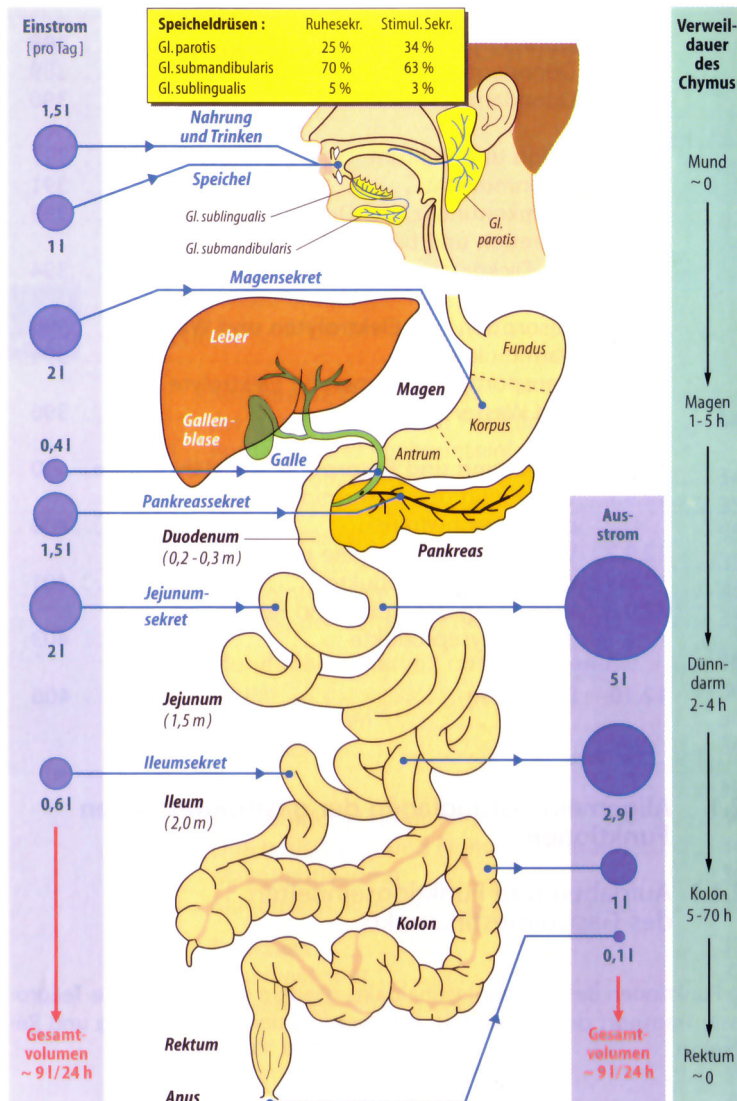
eine Reihe von Muskelbewegungen wird der Chymus ständig intensiv durchmischt und durch den Dünndarm befördert.

Dazu zählen peristaltische Wellenbewegungen, rhythmische Einschnürungen der Ringmuskulatur, Pendelbewegungen der Längsmuskulatur sowie stempelartige Bewegungen der Zotten. Abhängig von der Nahrungszusammensetzung dauert der Weg, durch den Dünndarm zwischen zwei und vier Stunden, manche Nahrungsbestandteile bleiben aber auch Tage im Darm.

Dickdarm: Der Dickdarm besteht ebenfalls aus drei Abschnitten: Noch vor der Einmündung des Dünndarms liegt der 6-8 cm lange Blinddarm (Caecum) mit dem Wurmfortsatz (Ileus). Mit 1,2 –1,4 m bildet das Colon den längsten Abschnitt. Er setzt sich nach dem Verlauf in der Bauchhöhle aus einem aufsteigenden, einem querverlaufenden und einem absteigenden Abschnitt zusammen. Am Ende schließt sich das 15-20 cm lange Rektum als letztes Reservoir vor der Defäkation an. Das Colon hat einen Durchmesser von 6-8 cm, besitzt jedoch im Gegensatz zum Dünndarm keine Zotten und deutlich weniger Bürstensaumzellen. Daher hat der Dickdarm eine wesentlich kleinere Oberfläche von insgesamt nur ca. 1 m². In der Dickdarmwand entstehen durch Kontraktionen der Ringmuskulatur Ausbuchtungen (Haustron), die von Zeit zu Zeit verschoben werden und so für eine kräftige Durchmischung des Inhalts sorgen. In den Haustron erfolgt die Resorption von Wasser und Elektrolyten. Nach dem Übergang vom Dünndarm in den Dickdarm steigt die Bakterienkonzentration im Chymus um den Faktor 10⁶ an. Die Colonebakterien bestehen zum überwiegenden Teil aus obligaten Anaerobiern und spalten unverdauliche pflanzliche Faserstoffe. Die dabei entstehenden kurzkettigen Fettsäuren werden von der Colonschleimhaut resorbiert und sind essentiell für die Ernährung der Epithelzellen. Durch Wasserentzug und mikrobielle Aktivität entstehen die Endprodukte der intestinalen Passage, die Faeces. Die tägliche Stuhlmenge ist stark von der Ernährung und individuellen Eigenschaften abhängig und beträgt bei europäischer Durchschnittskost 100-220 g Feuchtgewicht bei rund 80 % Wassergehalt. Die Trockenmasse besteht zu 30-50 % aus Bakterienmasse. Dazu kommen unverdaute Nahrungsreste, Darmexkrete und Epithelzellen. Die Verweilzeit im Dickdarm variiert zwischen 5-70 Stunden, liegt aber in der Regel bei 30-36 Stunden. Die Defäkation erfolgt mit einer Frequenz zwischen drei Stühlen pro Tag und drei Stühlen pro Woche. Letzteres wird zurecht mit einem „kranken Darm“ assoziiert. Zu häufige Entleerung (Diarrhoe) kann ebenso zu Erkrankungen führen wie zu seltene Defäkation (Obstipation).

Abbildung 1: Übersicht über die an der Verdauung und Resorption beteiligten Organe, die gastrointestinale Flüssigkeitsbilanz und die jeweilige Verweildauer des Inhalts

(aus THEWS ET AL. 1995)



4.1.1. Bedeutung und Zusammensetzung der Darmflora

Die Darmflora besteht aus durchschnittlich 10^{14} Keimen im gesamten Magen-Darm-Kanal, die sich auf bis zu 400 Arten und Stämme verteilen. Hierbei handelt es sich zu ca. 95 % um anaerobe und nur zu etwa 5 % um fakultativ anaerobe und aerobe Mikroorganismen. Grundsätzlich wird zwischen der "Wandflora" bzw. Aufwuchsflora und der "Lumenflora" unterschieden, welche den Hauptteil umfasst.

Die Darmflora ist beim gesunden Menschen unter etwa gleichbleibenden Ernährungsbedingungen als bemerkenswert stabil anzusehen. Eine Verschiebung der Zusammensetzung der Mikroflora bedeutet, dass vermehrt Stoffwechselprodukte gebildet werden, die beim Wirtsorganismus Verdauungsbeschwerden (Blähungen, Durchfälle etc.) hervorrufen, und deren Entgiftung und Ausscheidung eine zusätzliche Belastung für die Leber darstellen.

Die aufgenommene Nahrung kann die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Darmflora stark beeinflussen und eine Veränderung derselben herbeiführen. Eine Übersäuerung (Azidose) des Körpers wird in den meisten Fällen durch die falsche Ernährung mit säurebildenden Lebensmitteln wie Fleisch, Fast Food, Weißmehl, Zucker, Kaffee, Alkohol etc. ausgelöst. Die reichliche Zufuhr von Obst und Gemüse fördert die Basenbildung und erzeugt damit ein besseres Körpermilieu.

4.1.2. Allgemeines zur Ernährung

Eine ausgewogene Ernährung muss dem Körper Eiweiß, Kohlenhydrate, Mineralstoffe, Spurenelemente, die essentiellen Amino- und Fettsäuren sowie Vitamine zuführen.

Der tägliche Energiebedarf hängt von vielen Bedingungen ab, es wurde daher der sogenannte Grundumsatz mit 7 MJ/d (entspricht etwa 80W) definiert. Dieser Energiebedarf soll durch die Grundnahrungsstoffe Eiweiß, Fett und Kohlehydrate gedeckt werden. Das Protein-Bilanzminimum beträgt 0,5 g/kg Körpergewicht, um die ausreichende Zufuhr von essentiellen Aminosäuren (Histidin, Isoleucin, Leucin, Lysin, Methionin, Phenylalanin, Threonin, Tryptophan, Valin und bei Kindern Arginin) sicherzustellen. Weiters benötigt der Körper Mineralstoffe (Jod, Calcium und Eisen). Eine Reihe von Spurenelementen (As, F, Cu, Si, V, Sn, Ni, Se, Mn, Mo, Cr, Co) sind ebenfalls lebensnotwendig.

Um Vitaminmangelerkrankungen wie Nachtblindheit (Vit. A), Skorbut (Vit. C), Rachitis (Vit. D), Anämien (Vit. B₁₂) und Gerinnungsstörungen (Vit. K) vorzubeugen, müssen die Vitamine (A, B₁, B₂, B₆, B₁₂, C, D₂, D₃, E, H, K₁, K₂, Folsäure, Niacinamid, Pantothersäure) mit der Nahrung zugeführt werden. Eine ausgewogene Ernährungsweise mit bewusst ausgewählten „wertvollen“ Nahrungsmitteln stellt alle diese Stoffe in ausreichender Menge zur Verfügung. Eine zusätzliche Zufuhr ist daher nur in Ausnahmefällen nötig (z.B. Vit. D im Alter).

4.1.3. Immunabwehr

Das Immunsystem im Darm unterscheidet unter physiologischen Bedingungen mit hoher Selektivität pathogene Substanzen von apathogenen Substanzen. Dies führt dazu, dass z.B. pathogene Keime durch Produktion spezifischer Antikörper und zellulär vermittelte Entzündungsreaktion rasch eliminiert werden können, systemische Immunreaktionen auf Nahrungsmittelantigene und Antigene der physiologischen Darmflora dagegen unterdrückt werden. Der Gastrointestinaltrakt besitzt sowohl angeborene antigenunspezifische Abwehrsysteme als auch Abwehrsysteme, die durch antigenspezifische Reaktionen, die sogenannte „erworbene Abwehr“, vermittelt werden (JUNGI 1999).

Die epitheliale Barriere

Eine der wesentlichen Aufgaben der Epithelzellen im Darm und der damit assoziierten Schutzfaktoren besteht darin, den Einstrom von im Darmlumen befindlichen Substanzen und Antigenen in den Körper zu regeln und zu begrenzen. Funktionell und quantitativ ist dies von großer Bedeutung, stellt doch die epitheliale Barriere im Darm mit 200 m² die größte Oberfläche des Menschen dar. Schleimhautschädigungen (z.B. durch falsche Ernährung) können hierbei ebenso wie primäre Störungen der Epithelzellen, der aus verschiedenen Muzinen gebildeten Schleimschicht und weiterer Schutzfaktoren zu einem unphysiologischen Einstrom von Antigenen in die Darmwand führen und eine Entzündung auslösen oder verstärken. Entzündliche Prozesse werden hierbei durch den engen Kontakt zwischen Epithelschicht und den Immunzellen des darmassoziierten lymphatischen Gewebes, das wiederum das größte Immunorgan des Menschen darstellt, begünstigt (DUCHMANN ET AL. 1999).

Besondere Strukturen des intestinalen Immunsystems

Um die zahlreichen Aufgaben zu erfüllen, haben sich im Darm spezialisierte Kompartimente mit einzigartigen immunologischen und immunregulatorischen Charakteristika entwickelt. Allgemein lassen sich die Peyerschen Plaques, die mesenterialen Lymphknoten, der Appendix vermiformis und die direkt unter dem Epithel gelegenen lymphatischen Follikel als organisierte lymphatische Gewebe und die flächig ausgebreiteten lymphatische Infiltrationen in der Lamina propria als auch die zwischen den epithelialen Zellen gelegenen interaepithelialen Lymphozyten unterscheiden (BURMESTER 1998).

Besondere Funktionen des intestinalen Immunsystems

Mit der Darmschleimhaut in Kontakt tretende Pathogene oder andere für den Körper schädliche Substanzen erfordern eine effiziente Immunantwort mit dem Ziel der Neutralisation oder Elimination des schädlichen Antigens. Um destruierende Effekte auf körpereigene Gewebe hierbei zu vermeiden oder zu minimieren, hat sich das B-Zellsystem im Darm auf einzigartige Weise an die Notwendigkeit angepasst, eine protektive Immunantwort ohne ausgeprägte Entzündungsreaktion auszubilden. Dies ist möglich durch die vorwiegende Produktion neutralisierender und in der Regel nicht entzündungsvermittelnder Antikörper vom Typ IgA, die durch ein ausgeklügeltes System von der Lamina propria durch die Epithelzelle in das Darmlumen transportiert werden. Makrophagen, Neutrophile und Lymphozyten, von denen zahlreiche im Verlauf des entzündlichen Prozesses in das Darmgewebe rekrutiert werden, sind an Entzündungsprozessen im Darm entscheidend beteiligt. Je nach Antigenreiz und Gesamtsituation ist hierbei eine Vielzahl unterschiedlicher Reaktionsformen möglich. T-Zellen, die z.B. unter dem Einfluss von Interleukin-12 zu entzündungsfördernden Zellen differenzieren, können insbesondere bei bakteriellen Infektionen und chronischen Darmentzündungen wichtige Regulatoren und Mediatoren der Entzündung sein (DUCHMANN ET AL. 1999).

4.1.4. Hormonale Regulation des Magen-Darm-Traktes

Die folgenden Beschreibungen beruhen auf SILBERNAGL und DESPOPOULOS (2001).

Hormone sind chemische Botenstoffe des Körpers, die der Informationsübertragung bei der Regelung von Organfunktionen und Stoffwechselfvorgängen dienen.

Man unterscheidet:

- Endokrine Hormone, welche in endokrinen Drüsen (Hypophyse, Schilddrüse, Nebenschilddrüse, Nebenniere, Pankreas-Inseln, Ovar, Hoden) gebildet werden und über den Blutkreislauf im Körper verteilt werden.
- Peptidhormone und bestimmte Amine des Diffusen Neuroendokrinen System (DNES), welche in erster Linie auf die Nachbarzellen wirken, werden von diffus verstreut liegenden Zellen sezerniert.

Grundsätzlich unterscheidet man der chemischen Struktur nach folgende drei Gruppen von Hormonen:

1. Peptidhormone und Glykoproteinhormone, welche hydrophil sind und bei Bedarf aus Sekretgranula freigesetzt werden.
2. Steroidhormone, welche bei Bedarf im Stoffwechsel aus Cholesterin entstehen.
3. Thyrosinderivate, welche wiederum im Stoffwechsel entstehen. Man unterscheidet hier zwischen lipophilen Schilddrüsenhormonen (T_3 , T_4) und den hydrophilen Catecholaminen (Dopamin, Adrenalin und Noradrenalin).

Die Peptidhormone, welche Botenstoffe des DNES darstellen, werden neben Amininen (z.B. 5HT=Serotonin) in den neuroendokrinen Zellen der Mukosa gebildet.

Dazu zählen:

- Gastrin, welches im Magenantrum und Duodenum freigesetzt wird, steigert die Säuresekretion und das Mukosawachstum des Magens.
- Cholecystokinin (CCK), wird in der Dünndarmmukosa gebildet und löst die Gallenkontraktion aus und hemmt die Magenentleerung.
- Sekretin wird im Duodenum gebildet und hemmt die Säuresekretion des Magens.
- Gastric Inhibitory Peptide (GIP) wird im Duodenum und Jejunum freigesetzt, hemmt die Säuresekretion und fördert die Insulinfreisetzung.
- Motilin wird im Dünndarm freigesetzt und fördert die Motilität.

Parakrin wirken z.B. Histamin, Somatostatin und Prostaglandine.

Tabelle 1: Hormone, Hormonkandidaten und Neuropeptide des Magen-Darm-Traktes (aus VAUPEL und EWE 1997)

PEPTID	SYNTHESEORT	FREISETZUNGSREIZE	HAUPTWIRKUNG (AUSWAHL)
Gastrin	G-Zellen (Antrum, Duodenum)	Proteinabbauprodukte im Magen, Magenwanddehnung, Vagusaktivierung	HCl-Sekretion und Pepsinogensekretion↑, Schleimhautwachstum↑, Magenmotilität↑
Cholecystokinin (CCK)	I-Zellen (Duodenum, Jejunum), Nervenendigungen Interneuronentransmitter	Proteinabbauprodukte und langkettige Fettsäuren im Duodenum	Sekretion von Pankreasenzymen↑, Gallenblasenkontraktion↑, Sekretinwirkung↑, HCl-Sekretion↓, Verzögerte Magenentleerung, „Sättigungshormon“
Sekretin	S-Zellen (Duodenum, Jejunum)	Glukose, Fett- und Aminosäuren im Duodenum ↑	Insulin Sekretion↑, HCl-Sekretion↓, Pepsinogensekretion↑, verzögerte Magenentleerung
GIP (gastric inhibitory peptide)	K-Zellen (Duodenum, Jejunum)	Glukose, Fett- und Aminosäuren im Duodenum ↑	Insulinsekretion↑, HCl-Sekretion↓, Magenmotilität↓
Enteroglukagon	L-Zellen (Ileum, Colon)	Glukose, Fettsäuren im Ileum ↑	Schleimhautwachstum ↑, HCl-Sekretion ↓, Pankreassekretion ↓, Motilität ↓
Somatostatin	D-Zellen (Pankreas, Dünndarm, Magen) Nervenendigungen	Fettsäuren, Peptide und Gallensalze im Dünndarm ↑	Magensaftsekretion ↓, interdigestive Motilität ↓, Freisetzung von Gastrin, VIP, Motilitin, CCK und Sekretin ↓, („Generalhemmung“)

PEPTID	SYNTHESEORT	FREISETZUNGSREIZE	HAUPTWIRKUNG (AUSWAHL)
Motilin	M-Zellen (Duodenum, Jejunum)	pH ↓, Fettsäuren ↑ im Duodenum	interdigestive Motilität ↑, beschleunigte Magenentleerung
Neurotensin	N-Zellen (Ileum)	Fettsäuren im Dünndarm ↑	Pankreassekretion ↑, Magensaftsekretion ↓
Pankratisches Polypeptid	PP-Zellen (Pankreas)	Proteinabbauprodukte im Dünndarm ↑, Vagusaktivierung	Pankreassekretion ↓ (?)
GRP (Gastrin releasing peptide)	Nervenendigungen und bestimmte neuroendokrine Zellen	Aktivierung enterischer Nerven	Gastrinfreisetzung ↑
NPY (Neuropeptid Y)	Nervenendigungen	Aktivierung enterischer Nerven	Kotransmitter zu Noradrenalin
VIP (Vasoaktives Intestinales Polypeptid)	Nervenendigungen	Aktivierung enterischer Nerven	Gastrointestinale Motilität ↓, HCl-Sekretion ↓, erregender Transmitter an Drüsenzellen, wirkt vasodilatatorisch, hemmender Transmitter in Motoneuronen
Substanz P	Sensomotorische Nervenendigungen	Aktivierung enterischer Nerven	gastrointestinale Motilität ↑

4.1.5. Kohlenhydratstoffwechsel

Die Glucosekonzentration im Plasma wird durch das Verhältnis zwischen Verbrauch und Bildung von Glucose bestimmt. Die Langerhans-Inseln im Pankreas spielen die Hauptrolle im Kohlenhydratstoffwechsel. Vier Zelltypen: A, B, D und PP werden unterschieden. 25 % sind A-Zellen, die Glucagon produzieren, 60 % sind B-Zellen, die Insulin bilden und 10 % sind D-Zellen, die Somatostatin ausschütten. Weitere 5 % sind PP-Zellen, die Pankreatische Polypeptid bilden, dessen physiologische Funktion allerdings noch unklar ist. Je nach Lokalisation in den verschiedenen Pankreas-Abschnitten variieren diese Verhältnisse.

Insulin

Ein erhöhter Blutzuckerspiegel setzt die pulsatile Insulinausschüttung in Gang. Insulin wirkt Blutzucker-senkend, anabolisch, lipogen und fördert die Speicherung von Glucose in der Leber. Ein Übermaß an Insulin führt zu Hypoglykämie, die einen hypoglykämischen Schock zur Folge haben kann.

Diabetes mellitus (DM, Zuckerkrankheit) entsteht u.a. bei Insulinmangel (Typ I oder IDDM=insulin-dependent DM) oder zu verringerter Wirksamkeit des Insulins (Typ II oder NIDDM=non-insulin-dependent DM, z.T. mit erhöhten Insulinspiegeln).

Glucagon

Die Glucagonsekretion wird durch Aminosäuren aus den Nahrungsproteinen (Alanin, Arginin), durch Hypoglykämie (Fasten, langanhaltende körperliche Arbeit) sowie durch

Sympathikuserregung gefördert. Glucagon wirkt antagonistisch zu Insulin, hält den Blutzuckerspiegel auch zwischen den Mahlzeiten und bei hohem Glucoseverbrauch hoch und stellt damit die Energieversorgung sicher.

Somatostatin

Wird nach dem Essen freigesetzt und hemmt parakrin (über einen G_i-gekoppelten Rezeptor) die Freisetzung von Insulin.

Pankreatisches Polypeptid

Wirkung und Funktionen des in den Inselzellen des Pankreaskopfes gebildeten Polypeptids sind bis heute nicht eindeutig geklärt.

5. Ernährungsabhängige Erkrankungen

Eine andauernde Über- oder Unterversorgung mit bestimmten Nährstoffen führt zum Auftreten von Krankheiten, währenddessen kurze Fastenperioden (unter Aufsicht speziell ausgebildeter Fastenärzte) bestimmten Krankheiten oder deren Vorstufen sehr oft positiv entgegenwirken können. Eine genetische und/oder konstitutionelle Prädisposition ist oft Grundlage oder beeinflussender Faktor dieses Geschehens.

Man unterscheidet generell zwischen folgenden Erkrankungen:

- durch Fehlernährung verursacht
- durch Ernährungseinflüsse verschlimmert
- durch spezielle Diäten ausgelöst

Dazu zählen folgende Krankheitsbilder:

- Adipositas
- Diabetes mellitus
- Kreislauferkrankungen (Bluthochdruck, Arteriosklerose, Hyperlipidämien)
- Karies
- Mangelkrankungen
- Alkoholmissbrauch

5.1.1. Diabetes mellitus

Typ I-Diabetes: Der insulinabhängige Diabetes wird heute als eine Autoimmunerkrankung angesehen, welche mit einer progressiven Zerstörung der Insulin-produzierenden β -Zellen des endokrinen Pankreas einhergeht. Eine genetische Voraussetzung sowie Umweltfaktoren sind in der Pathogenese des Typ I-Diabetes involviert (BIESALSKI 1999).

Typ II-Diabetes und Adipositas: sind zwei Stoffwechselstörungen, welche sehr eng miteinander verknüpft sind. Die Insulinresistenz ist eine häufige Komplikation des Übergewichts und spielt eine Schlüsselrolle beim Typ II-Diabetes. Auch eine gestörte Entzündungsreaktion ist in die Genese der Insulinresistenz involviert.

Der Typ II-Diabetes hat eine multifaktorielle Pathologie, welche eine genetische Prädisposition, endokrine Störungen, Umweltfaktoren, Übergewichtigkeit, Fehlernährung (Western Diet) und Bewegungsmangel voraussetzen dürfte.

Eine reduzierte Stimulierung vor allem des nichtoxidativen Metabolismus des Zuckers in den Muskeln (Insulinresistenz) stellt eine Schlüsselrolle beim insulinunabhängigen Diabetes dar und wird sehr früh im prädiabetischen Stadium beobachtet (BIESALSKI 1999).

5.1.2. Adipositas

Ein BMI (Body Mass Index) von $>30 \text{ kg/m}^2$ kennzeichnet die häufigste Stoffwechselstörung in den Industrieländern und zeigt eine kontinuierlich steigende Prävalenz. Diese ist unter anderem durch den zunehmenden Verzehr von Convenienceprodukten – das sind meist besonders fett- und/oder kohlenhydrathaltige Speisen, die verzehrfertig oder küchenfertig hergestellt werden und nur noch kurz erwärmt oder gekocht werden müssen – begründet.

Übergewichtigkeit führt häufig zu Insulinresistenz, Hypertonie, Hyperlipidämie, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Typ II-Diabetes.

Da Adipositas eine Ausdehnung der Fettgewebsmasse darstellt, ist die Ausschüttung von verschiedenen Mediatoren und deren systemische Aktivität eine mögliche Erklärung für die Insulinresistenz, welche individuell unterschiedlich ausgeprägt ist. Zytokine üben einen regulatorischen Einfluss auf den Fettstoffwechsel aus. Eine gesteigerte Synthese dieser Zytokine in Folge von Entzündungsreaktionen ist deshalb mit Adipositas und anfallenden Stoffwechselstörungen verbunden (REHNER 2002).

5.2. Lebensmittel–Unverträglichkeiten

Der Begriff Lebensmittelunverträglichkeit beinhaltet sämtliche reproduzierbaren Nebenwirkungen bei Konsum der betreffenden Lebensmitteln, welche nicht auf eine psychische Genese zurückzuführen sind (SULLIVAN 1999, DAVID 2000). Hierbei kommen immunologische (Überempfindlichkeit) und nichtimmunologische Mechanismen in Betracht. Zu den immunologischen Mechanismen werden auch pseudoallergische Reaktionen zugeordnet, welche durch Bestandteile mit niedrigem Molekulargewicht, wie Farbstoffe, Konservierungsmittel, Aromastoffe und biogene Amine verursacht werden und eine ähnliche Symptomatik zeigen wie Allergien (RING ET AL. 2001).

Die nichtimmunologischen Reaktionen beinhalten Enzymmängel (Laktatdefizienz), pharmakologische Auswirkungen (Histamin), toxische Effekte (hämagglutinierende Lektine) und Reizwirkungen (z.B. durch scharfe Gewürze und Kaffee).

5.2.1. Epidemiologie von Lebensmittelüberempfindlichkeiten

Die genaue Prävalenz der immunologischen Reaktionen gegenüber Lebensmitteln ist unbekannt. Man geht davon aus, dass diese kontinuierlich steigt. In einer aktuellen Studie, welche 1537 Probanden beinhaltet, zeigen 20,8 % der Erwachsenen eine Lebensmittelüberempfindlichkeit vom IgE-Typus (SCHÄFER ET AL. 2001). Die Frequenz ist wesentlich höher bei Frauen (27,5 %) als bei Männern (14,0 %). In Großbritannien oder Australien z.B. leidet 1 von 4 Kindern an allergischem Asthma und 1 von 5 Kindern an allergischen Ekzemen (JÄGER 1997). Über die Wertigkeit von Unverträglichkeitsreaktionen vom IgG-Typus laufen derzeit Studien in Jena und Salzburg (MITTEILUNG, HACKER UND JIRIKOVSKI).

5.2.2. Lebensmittelantigene

Jedes Lebensmittel ist potentiell ein Antigen, allerdings ist diese Eigenschaft sehr unterschiedlich ausgeprägt.

Kuhmilch, Eigelb und Erdnüsse stellen die häufigsten Antigene bei Kindern unter zwei Jahren dar. Obwohl Milch als das hauptsächliche Allergen bei Säuglingen gilt, tritt die Überempfindlichkeit oft erst in einem wesentlich späteren Lebensalter ein, bekanntlich wird Milch für die Herstellung zahlreicher Lebensmittel verwendet.

Ab dem vierten Lebensjahr, häufen sich die Überempfindlichkeiten gegenüber pflanzlichen Antigenen, wie Nüssen, Obst, Gemüse (PASCUAL ET AL. 2000) und Fleisch.

5.2.3. Lebensmitteltoleranz

In physiologischem Zustand besteht eine Permeabilität des Dünndarms, welche sich nicht nur auf Vitamine, Kohlenhydrate, Fette und Aminosäuren beschränkt, sondern auch die Aufnahme von Makromolekülen wie Lipopolysaccharide, Peptide und Proteine ermöglicht. Die Anzahl der größeren Moleküle, welche die Darmschleimhaut durchqueren ist relativ gering aber dennoch oft ausreichend, um eine Immunreaktion auszulösen. Der Dünndarm und das lymphatische Gewebe des Dünndarms stellen die wichtigsten Kompartimente des menschlichen Immunsystems dar und sind ständig gegenüber Antigenen exponiert.

Das Gleichgewicht zwischen Toleranz (Suppression) und Überempfindlichkeit oder Intoleranz ist von vielen Faktoren abhängig. Der (zu reichliche) Genuss von raffiniertem (=weißem) Zucker, Fleisch, Wurst, Eier, Kaffee etc. verändert das Darmmilieu (Übersäuerung) und führt dazu, dass dem Körper u.a. Mineralien, insbesondere Calcium und Vitamine (B-Komplex) entzogen werden. Eine fehlerhafte Antwort gegenüber Lebensmittelantigenen, bedingt durch mikroskopisch kleine Epithel-Läsionen (meist infolge „sauerer Ernährung“) und infolgedessen durch Zerstörung des Gleichgewichts zwischen immunsuppressiven und immunmodulatorischen Mechanismen steht am Ursprung von Immunpathologien, wie Lebensmittelüberempfindlichkeiten, entzündlichen Erkrankungen des Dünndarms und Autoimmunerkrankungen (STOBL 2002). Die Unverträglichkeit kann durch eine erhöhte Konzentration bzw. ungeeignete Präsentation der Lebensmittelantigene aufgrund einer erhöhten Permeabilität des Ileums entstehen. Die Immunantwort bewirkt eine Entzündungsreaktion mit Freisetzung von Zytokinen, welche wiederum schadhafte Auswirkungen auf die Darmschleimhaut haben können (WEBER 2003). Beim Vorliegen einer Lebensmittelunverträglichkeit wird das Immunsystem kontinuierlich stimuliert und die Entzündungsreaktion bleibt durch die wiederholte Aufnahme von unverträglichen Lebensmitteln erhalten. Diese Chronizität führt zu chronischen Läsionen und Entzündungen in verschiedenen Geweben und zur Ausbildung von Autoimmunerkrankungen (z.B. JÄGER UND WÜTHRICH 1997).

Die Zahl der potentiellen Allergene ist schier unbegrenzt. Gefährlich aber wird es für Menschen, die gegen undeklarierte Speisezutaten allergisch sind. Wer vermutet schon Weizenmehl in Roggenbrot oder Milcheiweiß in Wurst? Verpackten Nahrungsmitteln muss zwar eine Zutatenliste aufgedruckt werden, doch gibt es eine große Zahl von sogenannten „Verarbeitungshilfen“ (Enzyme etc.), welche nach der derzeit gültigen Rechtslage nicht angegeben werden müssen.

Für den Allergiker stehen neben der Erkennung und Vermeidung von Allergenen, Maßnahmen zur Verminderung der Schadstoffaufnahme und die Wiederherstellung einer gesunden Darmflora im Vordergrund.

Produkte aus Biobetrieben sind daher auch speziell für Allergiker denen konventioneller Natur vorzuziehen, da die Lebensmittel nur so wenig wie nötig, oder mit umweltfreundlichen Verfahren behandelt werden und auf chemisch-synthetische Lebensmittelzusatzstoffe verzichtet wird.

5.3. Krebs und Ernährung

Die molekularbiologischen Ursachen der Krebsentstehung sind bis heute noch nicht im Einzelnen bekannt. Es gibt bis heute wenig gesichertes Wissen, doch muss die Krebsentstehung als multifaktorielles Geschehen angesehen werden. Neben Strahlenbelastung und Umweltgiften kommt auch der Ernährung, und zwar sowohl bei Entwicklung und Wachstum von bösartigen Tumoren als auch im Sinne krebshemmender prophylaktischer

Maßnahmen besondere Bedeutung zu. Die Entwicklung von Krebs im Bereich der Verdauungsorgane kann durch ihren unmittelbaren Kontakt mit der Nahrung bzw. mit den Spalt- und Abbauprodukten von Nährstoffen und Nahrungsbestandteilen verstärkt mitbeeinflusst werden (EICHHOLZER ET AL. 1998).

Durch eine angepasste nutritive Krebsprävention kann die schrittweise Entstehung von Krebs in verschiedenen Stadien verzögert oder sogar verhindert werden. Durch den Einfluss von Nahrungsbestandteilen auf die Aktivität von Genen, die an der Zellwachstumsregulation beteiligt sind (Tumorsuppressorgene, Onkogene), können in den Krebszellen möglicherweise die fehlregulierten Mechanismen des Zellwachstums ausbalanciert bzw. in diesen entarteten Zellen der programmierte Zelltod (Apoptose) eingeleitet und dadurch diese Zellen eliminiert werden (WEISS 2004).

In einer Zusammenfassung von 200 Studien der letzten 20-30 Jahre kamen diese Autoren zum Schluss, dass ein hoher Gemüse- und Obstanteil in der täglichen Nahrungsaufnahme die Krebsraten um die Hälfte reduziert (BLOCK ET AL. 1992). Der krebsvorbeugende Effekt für Magen-, Speiseröhren-, Lungen-, Ovarial-, Endometrium-, Pankreas- und Darmkrebs ist durch höheren Obst und Gemüseverzehr belegt (STEINMETZ 1996). Personen, die viel Früchte und Gemüse konsumieren, haben ein signifikant niedrigeres Risiko für Larynxkrebs als solche, die nie oder wenig Früchte essen. Hoher Früchte- und Gemüsekonsum ist mit einem niedrigeren Magenkrebsrisiko assoziiert (ESTEVE ET AL. 1996). Eine Reduktion der Endometriumkarzinominzidenz bei einer gemüse- und fruchtoreichen Ernährung läßt sich vermuten (GERBER 1996). Eine gemüse- und fruchtoreiche Ernährungsweise senkt möglicherweise das Mammakarzinomrisiko (WATTENBERG 1983). Dieser Zusammenhang erwies sich als stärker übereinstimmend für Gemüse, insbesondere für „grüne“ Gemüsearten, als Früchte. Er wurde in tierexperimentellen Untersuchungen beobachtet (STOEWSAND ET AL. 1998).

Die Rolle des Immunsystems bei schon vorhandenem Krebs, speziell nach Chemotherapie, ist sehr komplex. In bestimmten Fälle, z.B. bei malignen Lymphomen, kann eine Störung des Immunsystems anscheinend auch zu verstärkter Metastasierung führen.

„Five-a-Day – fünfmal täglich Obst und Gemüse“ ist das Motto einer Kampagne der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) und der Deutschen Krebsgesellschaft. Der Hintergrund: In pflanzlicher Kost steckt weit mehr Gesundes als bislang angenommen. Neben den lebenswichtigen Nährstoffen, den Vitaminen und Mineralstoffen, sind hier noch viele weitere gesundmachende Substanzen enthalten, die für das körperliche Wohlbefinden unerlässlich sind. In den USA wird „Five-a-Day“ bereits seit Anfang der 90er Jahre vom National Cancer Institute propagiert. Ein möglicher erster Erfolg wird bereits sichtbar. Beim Auftreten von Darmkrebs ist in den USA erstmalig eine rückläufige Quote zu verzeichnen. Bis heute ist allerdings nicht bekannt, welche Gemüsearten die beste präventative Wirkung besitzen, obwohl in den Medien oft einzelne Gemüse besonders hervorgehoben werden.

Es besteht eine deutliche Korrelation zwischen verschiedenen Krebsarten und der Gesamtfettzufuhr. Hohe Fettspiegel, besonders an mehrfach gesättigten Fetten, wirken sich negativ auf das Immunsystem aus und vermindern seine Fähigkeit, mit Tumoren etc. fertig zu werden. Eine Reduktion dieser Fette kann einen nennenswerten antikarzinogenen Effekt bieten (VEITH 1996).

5.3.1. Karzinogenese

Die Entstehung eines malignen Tumors ist ein komplexer Mehrstufenprozess, der über einen Zeitraum vieler Jahre über verschiedene Zwischenstadien abläuft und durch eine Reihe

genetischer, morphologischer und biochemischer Veränderungen in den betroffenen Zellen und Geweben gekennzeichnet ist (EICHHOLZER ET AL. 1998).

Am Anfang der Tumorentwicklung steht die in einer einzelnen Zelle durch Mutation ausgelöste Initiation. Exogene Einflüsse wie chemische Karzinogene (z.B. in der Nahrung), ionisierende Strahlung und Viren oder endogene Prozesse wie die enzymatische Aktivierung inaktiver Prä-Karzinogene können ebenso wie eine fehlerhafte DNA-Replikation und – Reparatur an der Krebsinitiation beteiligt sein. Mutationen, die zur Aktivierung von sogenannten Proto-Onkogenen bzw. zur Inaktivierung von Tumor-Suppressorgenen führen, verschaffen initiierten Zellen einen „Wachstumsvorteil“ gegenüber benachbarten Zellen und führen zur klonalen Vermehrung initiiertter Zellen. Diese durch vermehrte Zellteilung bedingte Expansion kann wiederum zusätzlich durch endogene Tumorpromotoren wie z.B.: verschiedene Wachstumsfaktoren beschleunigt werden. Zusätzliche Mutationen innerhalb von Onkogenen führen nach weiterer Entgleisung der Wachstumskontrolle zunächst zur Entstehung eines gutartigen Tumors (z.B. Adenoms) und schließlich zur Bildung eines bösartigen Tumors mit Infiltration benachbarter Gewebe und/oder Metastasenbildung in anderen Organen. Man spricht auch von Tumorprogression (z.B. HACKER UND HARSIEBER 2003).

5.4. Krebs und Pestizide

Eine Kohortenstudie an 140.208 schwedischen Farmern in der Zeit von 1971 bis 1987 zeigte, dass die Bauern welche keine Pestizide und andere Chemikalien verwendeten, die geringste Inzidenz für Krebserkrankungen aufwiesen (WIKLUND 1995). Im Tierversuch zeigte sich, dass viele Pestizide krebserregend wirken, viele von ihnen stellen zumindest den Tumorpromotor dar (DICH ET AL.1997). Die meisten Pestizide werden über den Magen aufgenommen, aber die Magenkrebsraten erniedrigten sich in den letzten 50 Jahren um 60 % (DEPARTMENT OF HEALTH LONDON 1998).

Da weltweit die Meinung herrscht, dass Organochlor-Verbindungen das endokrine System beeinflussen, wurden Spermien auf Beweglichkeit, Zahl etc. untersucht: Veränderungen in der Fertilität erwiesen sich als minimal, jedoch nahm die Hodenkrebsrate in den meisten Ländern rapide zu (SAFE 2000). Ökologisch produzierte Lebensmittel weisen deutlich geringere Pestizidrückstände auf (BAKER ET AL. 2002).

In den Jahresberichten der Lebensmittelüberwachungsanstalt Baden-Württemberg (2002, 2003) wurden in fast allen konventionellen Gemüse- und Obstproben Pestizidgehalte über der vorgeschriebenen Höchstmenge nachgewiesen. Die untersuchten biologischen Proben waren meist rückstandsfrei oder nur zu einem ganz geringen Prozentsatz belastet. Man kann daher davon ausgehen, dass der Verzehr von konventionellem Obst und Gemüse fast immer mit Pestizidkonsum verbunden ist.

In einigen Studien des NRC (National Research Council Washington) werden klare Zusammenhänge zwischen Pestiziden und Krebserkrankungen gesehen. Auch Gehirntumore, das Multiple Myelom und Krebserkrankungen des Gastro-Intestinaltraktes werden mit Pestizidbelastungen in Verbindung gebracht (BLOCK 1992).

Umweltchemikalien können das Reproduktionssystem bei Mensch und Tier beeinflussen. Da die Oogenese bereits vor der Geburt abläuft, sollten keine kontaminierten Lebensmittel zu sich genommen werden. Die im Tiermodell gefundenen Vorgänge lassen sich nur bedingt auf den Menschen übertragen. Bei Ratten konnten nach gezielter Exposition mit chemischen Schädlingsbekämpfungsmitteln in der Fetalphase geringere Oozytenzahlen nachgewiesen werden (PRYOR ET AL. 2000).

Eine Studie, die das Environmental News Service (ENS Carolina) im Auftrag der US-Regierung in North Carolina und Iowa mit mehr als 55.000 Männern durchführte, hat ergeben

dass Methylbromid und sechs weitere Pestizide zu höheren Prostatakrebsraten führen. Die Studie umfasste einen Zeitraum von sechs Jahren (QUELLE: PRESSETEXT.AUSTRIA).

Das Risiko an einem Non-Hodgkin-Lymphom zu erkranken steigt für die ländliche Bevölkerung, wenn Bauern großflächig mit Herbiziden und Fungiziden arbeiten, da diese nicht nur über die Nahrung sondern auch über das Trinkwasser aufgenommen werden (HARDELL ET AL. 2000). Bauern zeigen höhere Non-Hodgkin-Lymphom-Raten, dies scheint aber nicht in Zusammenhang mit Pestizidbelastungen zu stehen (CANTOR ET AL. 2003).

Bauern und Waldarbeiter sind meist höheren Pestizidkonzentrationen ausgesetzt als die übrige Bevölkerung. Viele publizierte Studien der letzten Jahre beschäftigten sich mit diesem Thema. Z.B. zeigten 11 von 12 verschiedenen Studien mit ungefähr 300.000 Probanden, dass die „Gesamtkrebsrate“ bei Bauern etwas niedriger lag als in der allgemeinen Bevölkerung. Die genauen Ursachen dafür sind nicht bekannt. Vermerkt werden soll allerdings, dass Bauern und Waldarbeiter üblicherweise mehr körperliche Arbeit verrichten als der Durchschnittsbürger – was sowohl das Immunsystem als auch die allgemeine Gesundheitsbilanz sehr positiv beeinflussen dürfte (TREWAWAS 2004).

Viele Anzeichen deuten darauf hin, dass Pestizide das endokrine System bei Mensch und Tier angreifen. Dysfunktionen der Schilddrüse, verminderte Fruchtbarkeit, Missbildungen bei Nachkommen und ein geschwächtes Immunsystem könnten auf die überdurchschnittlich hohe Zunahme der Pestizidrückstände in Lebensmitteln zu erklären sein (TAUSCHER ET AL. 2003).

6. Ausgewählte biotechnologische Verfahren und Methoden in der Lebensmittelindustrie

6.1. Kultivierung von pflanzlichen Zellen und Geweben

Die In-vitro-Kultur pflanzlicher Zellen und Gewebe ist ein stark im Wachsen begriffenes Gebiet der Biotechnologie. Sie hat für die Züchtung und Erhaltung neuer Kulturpflanzen und für die Gewinnung wichtiger Produkte des Sekundärstoffwechsels besondere Bedeutung. Wesentliche Grundlage dafür ist die Totipotenz der undifferenzierten Pflanzenzelle, die – je nach den vorgegebenen Kulturbedingungen – zu unterschiedlichsten morphologischen und funktionellen Leistungen befähigt ist.

6.2. Genetische und gentechnische Methoden

Mit dem Einsatz genetischer und gentechnischer Methoden werden in der Lebensmitteltechnologie verschiedene Ziele verfolgt (BEHRENS 1997):

- Verbesserung von Produktivität und Qualität traditioneller Fermentationen (z.B. alkoholische Getränke, fermentierte Lebensmittel),
- Verbesserung der Produktivität und Qualität von Lebensmittelhilfs- und Zusatzstoffen (z.B. Enzymen, Aminosäuren, Polysacchariden),
- Verbesserung der Qualität von tierischen und pflanzlichen Lebensmittelrohstoffen und Steigerung der Produktivität (biologische Wertigkeit des Proteinanteils von Getreide, Stickstoff-Fixierung durch Kulturpflanzen), und/oder
- Schutz der Pflanzen und Tiere vor Krankheiten und Schädlingen sowie Erhöhung der Resistenz gegenüber störenden Umwelteinflüssen (z.B. Verpilzungen, Virusinfektionen, Kälte).

Entsprechend dieser Zuordnung können unter dem Begriff „gentechnisch hergestellt“ Lebensmittel unterschieden werden, die

- selbst den gentechnisch veränderten Organismus (GVO) darstellen (z.B. Mais, Tomaten),
- lebende GVO beinhalten (z.B.: Milchprodukte mit Milchsäurebakterien), oder
- nicht vermehrungsfähige Teile von GVO oder isolierte Produkte aus GVO enthalten (z.B.: Zucker, Chymosin) (IDEL 1998).

6.2.1. Risiken der Gentechnik; Sicherheits- und Kontrollmaßnahmen

Mit Hilfe gentechnischer Methoden konnte in den letzten Jahren erstmals die gesamte DNA-Sequenz bestimmter Organismen komplett entschlüsselt werden und gezielt in deren Genome eingegriffen, sowie Teile davon über Artgrenzen hinweg ausgetauscht werden. Neben der Medizin ist die Lebensmittelindustrie gegenwärtig das wichtigste Gebiet gentechnologischer Forschung und Entwicklung (PETERSEN 1996).

Mit der Anwendung gentechnischer Verfahren im Lebensmittelsektor sind jedoch eine Reihe von Risiken und Problemen verbunden, darunter vor allem:

- gesundheitliche Beeinträchtigungen
- Schädigung der Umwelt
- negative ökonomische Auswirkungen
- soziale Konflikte

6.2.1.1. Gesundheitliche Beeinträchtigungen

Vor allem durch mangelndes Wissen über mögliche Folgen des Einbaus fremder DNA in das Genom eines Organismus können potenziell große Probleme entstehen: So könnte z.B. die unkontrollierte Integration von Fremd-DNA dazu führen, dass Gene für lebenswichtige Funktionen inaktiviert, aktiviert oder in ihrer Regulation völlig gestört werden.

Manche Pflanzen produzieren natürlicherweise Toxine, die der Abwehr von Schädlingen oder Krankheitserregern dienen. Diese sind in den vom Menschen genutzten Pflanzen in so geringer Menge vorhanden, dass meist keine Vergiftungserscheinungen hervorrufen werden. Durch Eingriffe in das Genom der Pflanzen kann die Toxinbildung verstärkt werden und damit zu Schädigungen führen. Mit der Züchtung von Pflanzen die eine erhöhte Schädlingsabwehr zum Ziel haben, besteht ein sehr hohes Gefahrenpotential. Manche der gezüchteten Gene erzeugen sehr wahrscheinlich als Antibiotika wirksame Toxine. Des Weiteren ist zu befürchten, dass bei ungenügender Sorgfalt bei der Verwendung von Antibiotika-Resistenzgenen, die Ausbreitung von Antibiotika-Resistenzen bei Mensch und Tier zunimmt. Dies dürfte sich aller Wahrscheinlichkeit nach wiederum auf die Bekämpfbarkeit bakterieller Infektionen negativ auswirken.

Eine Möglichkeit der Schädigung der Darmflora durch die Verwendung fermentierter Lebensmittel mit gentechnisch veränderten Mikroorganismen ist ebenfalls nicht auszuschließen (IDEL 1998, KNIERIEMEN 2002).

6.2.1.2. Schädigungen der Umwelt

Die Freisetzung von transgenen Pflanzen oder das Inverkehrbringen gentechnisch veränderter Organismen durch Abluft bzw. Abwässer aus Fermentationsanlagen kann ebenfalls Gefahren für die Umwelt mit sich bringen. Zum jetzigen Zeitpunkt ist noch unklar inwieweit ökologische Kreisläufe und Gleichgewichte beeinflusst werden (TAPPESER 1997).

6.2.1.3. Ökonomische und soziale Auswirkungen

Besonders die Landwirtschaft leidet unter der vorwiegend auf Leistungssteigerung orientierten Entwicklung. In der EU wächst die Lebensmittelproduktion doppelt so schnell wie die Lebensmittelnachfrage. Andererseits werden jährlich Unsummen von Euro zum Aufkauf von Agrarüberschüssen ausgegeben. Das Bestreben, die sogenannte „grüne“ Gentechnologie weltweit durchzusetzen, belebt den alten Nord-Süd-Konflikt neu. Diejenigen, die in den westlichen Industrienationen das gentechnische Methodenrepertoire entwickelt haben, nehmen vor allem den Welthunger als Argument zu Hilfe, wenn sie auf die positiven Beiträge der Gentechnologie zur Lösung bestehender und zukünftiger Probleme hinweisen wollen. Demgegenüber befürchten die Länder des Südens, dass sie mit Produkten überflutet werden, deren ökologisches und gesundheitliches Risikopotential noch weitgehend ungeklärt ist (PRANTE 1997).

Das Argument, dass nur mit Hilfe der Gentechnik eine wachsende Weltbevölkerung in Zukunft versorgt werden könne, ist nicht nur wegen der ökologischen Risiken zweifelhaft.

Der Hunger in den Entwicklungsländern ist die Folge ungleicher Ressourcenverteilung und nicht die Folge einer Nahrungsmittelverknappung (TAPPESER 1997).

Viele der Pflanzen, an denen gentechnisch gearbeitet wird, sind zudem gar nicht für die Nahrungsmittelproduktion vorgesehen, sondern haben vor allem für Viehfutter oder nachwachsende Rohstoffe ökonomische Bedeutung. Sehr viele Indizien sprechen dafür, dass die Gentechnik von Industrieländern für Industrieländer gemacht wird und dass der Welthunger dabei nur eine sehr untergeordnete Rolle spielt (TAPPESER 1997).

6.2.1.4. Rechtsvorschriften

Die angeführten österreichischen Rechtsvorschriften betreffen Lebensmittel, also zum Verzehr vorgesehene Produkte, die in folgender Weise mit gentechnisch veränderten Pflanzen in Zusammenhang stehen können. Ein Lebensmittel kann:

- selbst eine gentechnisch veränderte Pflanze sein, wie beispielsweise Kartoffeln, Tomaten, Sojabohnen.
- aus einer gentechnisch veränderten Pflanze erzeugt werden, diese also in verarbeiteter und somit meist inaktiver Form enthalten z.B. Ketschup, Kartoffelpüree.
- mit Hilfe gentechnisch veränderter Mikroorganismen hergestellt werden und diese entweder in lebender oder inaktiver Form enthalten z.B. Joghurt, Edelschimmel in Käse etc.
- Bestandteile beinhalten, die zwar aus einer gentechnisch veränderten Pflanze oder Mikroorganismen gewonnen werden, diesen aber nicht mehr enthalten, wie beispielsweise Enzyme, Zusatzstoffe, Zucker oder Öl.

Eine Kennzeichnung ist dann vorgeschrieben, wenn das Lebensmittel gentechnisch veränderte Erbsubstanz (DNS) enthält.

Die EU-Freisetzungsrichtlinie (90-220-EWG) (1990) regelte den Verkehr mit gentechnisch veränderten Pflanzen sowie Mikroorganismen. Der Anbau von Pflanzen, ihre Vermarktung und alle anderen Arten des absichtlichen Freisetzens in die Umwelt wurden geregelt.

Erhält ein Unternehmen die Genehmigung, eine gentechnisch veränderte Pflanze auf den Markt zu bringen, dann ist sowohl der Anbau als auch das Inverkehrbringen dieser Pflanze in allen EU-Mitgliedsstaaten erlaubt. Deshalb müssen alle Mitgliedstaaten in den Genehmigungsprozess miteinbezogen werden.

Die Neufassung der Freisetzungsrichtlinie (18-2001-EU) (2001) sieht strengere Anforderungen an die Risikobewertung und eine verpflichtende Überwachung in Verkehr gebrachter GVO-Produkte vor. Die Freisetzungsrichtlinie gilt nur, solange die gentechnisch veränderte Pflanze kein Lebensmittel (zum Verzehr oder zur Weiterverarbeitung bestimmt) ist. Ab dem Zeitpunkt, zu dem sie als Lebensmittel auf den Markt kommen soll, gilt die Novel-Food-Verordnung, welche im Mai 1997 in Kraft getreten ist und direkt in allen EU-Staaten gilt.

Österreich ist neben Luxemburg der einzige EU-Mitgliedsstaat, in dem bisher offiziell noch keine Freisetzung von gentechnisch veränderten Organismen stattgefunden haben dürfte.

Obwohl es genaue Daten über Freisetzungsanträge, Orte und Anzahl der Freisetzungversuche gibt, existieren derzeit für die EU keine Abschätzungen über die gesamte momentan verwendete Anbaufläche für genetisch veränderte Pflanzen.

Hinsichtlich der Marktreife von gentechnisch veränderten Lebensmitteln kann gesagt werden, dass zum jetzigen Zeitpunkt in Österreich vor allem raffinierte Rapsöle, Mais- und Sojaprodukte im Handel erhältlich sind. Aber auch Kartoffeln, Tomaten, Zuckerrüben und Reis drängen immer stärker in den österreichischen Markt (www.gentechnik.gv.at).

Die Umwandlung von Stärke in verschiedene Zucker ist ein wichtiger Zweig der Stärkeindustrie und zugleich eines der wirtschaftlich bedeutendsten Anwendungsfelder der Gentechnik bei Lebensmitteln. In den Stärkeverzuckerungsprodukten ist analytisch weder nachweisbar, ob transgene Pflanzen als Stärkequelle verarbeitet wurden, noch Herkunft und Herstellungsweise der verwendeten Enzyme. Eine Kennzeichnungspflicht bestand, wenn Stärke aus gentechnisch veränderten Pflanzen gewonnen wurde. Enzyme, die die Stärkemoleküle in kleiner Kohlenhydrate spalten, mussten und müssen unabhängig vom Herstellungsverfahren bis heute nicht deklariert werden (IDEL 1997).

Eine Untersuchung von STIFTUNG WARENTEST (Deutschland) an stichprobenartig eingekauften Mais- und Sojaprodukten zeigte im Jahr 2000, dass ein Drittel der eingekauften Lebensmittel GVO-positiv war. 31 Proben enthielten nachweislich DNS aus gentechnisch veränderten Organismen (GVO). Deklariert war dies jedoch in keinem Fall worden. Durch diese Untersuchung wurde aufgezeigt, dass es heute keine absolute Sicherheit für gentechnikfreie Mais- oder Sojaprodukte mehr gibt.

In der USA sind bereits 60 % der angebauten Mais- und Sojasorten gentechnisch verändert. Ob durch Pollenflug, Transportschiffe oder Mühlen, es läßt sich kaum verhindern, dass Spuren davon auch in konventionelle Produkte gelangen (HOFFMANN 2000).

Die Fläche, auf der weltweit transgene Pflanzen angebaut werden, nahm von 2,8 Millionen Hektar im Jahre 1996 auf 30 Millionen Hektar im Jahre 1998 zu und steigt weiter rapide an (ALTIERI 2000). Bislang werden weltweit hauptsächlich Mais, Sojabohnen, Baumwolle und Kartoffeln angebaut.

Die Landwirtschaft erhofft sich aus dem Anbau transgener Pflanzen vor allem ökonomische Vorteile. Gentechnisch veränderte Pflanzen bringen zwar zum Teil geringere Erträge als herkömmliche Züchtungen, erzielen aber dafür höhere Verkaufserlöse (TAPPESER 2001).

Den (angeblichen) Vorteilen transgener Nutzpflanzen stehen eine Vielzahl an Problemen ökologischer Natur gegenüber. Erste Forschungsergebnisse lassen bereits darauf schließen, dass der kommerzielle Anbau von transgenen Pflanzen massive Umweltprobleme mit sich bringen kann. So bedroht eine weite Verbreitung transgener Nutzpflanzen die Agrobiodiversität und fördert den Verlust der genetischen Vielfalt der Nutzpflanzen durch Generosion. Eine besondere Gefahr liegt auch in der Möglichkeit des Gentransfers von transgenen auf wilde oder halbdomestizierte verwandte Pflanzen. Ein weiteres Problem stellt der Transfer von Genen aus transgenen Pflanzen auf solche Pflanzen aus biologischem Landbau dar, da nach gesetzlichen Bestimmungen im biologischen Landbau nur Nutzpflanzen verwendet werden dürfen, die keine Fremdgene tragen. Bislang gibt es jedoch keine gesetzlichen Bestimmungen über die Mindestdistanz zwischen Feldern, die mit gentechnisch veränderten Pflanzen bebaut werden, und jenen mit biologischer Bewirtschaftung (KNIERIEMEN 2002).

6.2.1.5. Kein Einsatz bei Bio-Produkten

Der Einsatz der Gentechnik (betrifft GVO, Teile davon oder auf deren Grundlage hergestellte Erzeugnisse) ist gemäß der EU-Verordnung (1804-1999) (1999) im Biolandbau nicht zulässig. Als Ausnahme gelten lediglich Tierarzneimittel.

6.3. Die radioaktive Bestrahlung von Lebensmitteln

Eine physikalische Methode der Lebensmittelverarbeitung, 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 (VELIMIROV 2003).

Generell wird zwischen der Bestrahlung mit Gammastrahlen (Cobalt 60 oder Cäsium 137), mit Röntgenstrahlen bis 5 Megaelektronenvolt (MeV) und dem nicht sehr verbreiteten sogenannten e-beaming (Bestrahlung mit Elektronen) unterschieden.

6.3.1. Gesetzliche Grundlagen

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse des Joint Expert Committees on Food Irradiation, welche kein toxikologisches Risiko zeigten, wurde 1983 weltweit ein einheitlicher Standard akzeptiert, der Lebensmittelbestrahlung bis zu 10 kGy zulässt. Die radioaktive Bestrahlung ist in den Benelux-Staaten bereits üblich, in Deutschland ist beispielsweise eine solche Behandlung zum jetzigen Zeitpunkt noch verboten. Kontrollmöglichkeiten gibt es jedoch kaum. In Österreich ist lediglich die Bestrahlung von Kräutern und Gewürzen mit einer Dosis von 10 kGy erlaubt (ÖSTERREICHISCHES BUNDESGESETZBLATT, Oktober 2000).

Lebensmittel müssen gemäß der noch gültigen Richtlinie 1999/2/EU zum Zeitpunkt der Bestrahlung genusstauglich sein. Die Bestrahlung kann auch in mehreren Teildosen erfolgen, die zulässige Strahlungshöchstdosis darf jedoch keinesfalls überschritten werden. Mehrmaliges Bestrahlen von Lebensmitteln ist verboten. Nicht bestrahlt werden dürfen Lebensmittel, die bereits einer chemischen Behandlung unterzogen wurden. Bestrahlungsanlagen bedürfen einer Zulassung und unterliegen einer ständigen behördlichen Kontrolle (KNIERIEMEN 2002).

6.3.2. Kennzeichnung

Die Etikettierung, der mit ionisierenden Strahlen behandelten Lebensmitteln, hat gemäß der Richtlinie 1999/2/EU zu erfolgen. Für den Endverbraucher müssen bestrahlte Lebensmittel den Hinweis „bestrahlt“ oder „mit ionisierenden Strahlen behandelt“ aufweisen. Bei lose verkauften Produkten muss ein Schild über oder neben dem Erzeugnis im Zusammenhang mit der Produktbezeichnung über eine eventuell stattgefundene Strahlenbehandlung Auskunft geben. In manchen Staaten wird für die Kennzeichnung ein grünes „Radura“ Logo verwendet.

Die Bestrahlung von Lebensmitteln darf nur auf die folgenden Zwecke ausgerichtet sein (BUNDESMINISTERIUM FÜR SOZIALE SICHERHEIT UND GENERATIONEN):

- Verringerung der Krankheitserreger in den Lebensmitteln durch Zerstörung pathogener Mikroorganismen,
- Verringerung des Verderbs von Lebensmitteln durch Verzögern oder Anhalten von Verfallsprozessen - durch die Zerstörung verderbfördernder Organismen,
- Verringerung der Lebensmittelverluste durch vorzeitige Reifung, Sprossung oder Keimung, und
- Befreiung der Lebensmittel vom Befall durch Schadorganismen der Pflanzen und Folgeerzeugnisse.

6.3.3. Auswirkungen der Bestrahlung

Der Erfolg des Konservierungsvorgangs durch Strahlenbehandlung erscheint zweifelhaft, da der enzymatische Verderb unverändert weiter geht, sofern keine zusätzliche Hitzebehandlung erfolgt. Gleichzeitig werden, vor allem bei Obst und Gemüse, pflanzeigene Abwehrkräfte geschwächt, so dass eine Fäulnis eher begünstigt wird (KAMPFELMÜLLER 1996).

Die Veränderungen im ernährungsphysiologischen Wert eines bestrahlten Lebensmittels hängen stark von der Bestrahlungsdosis, der Art des Lebensmittels und der Temperatur sowohl bei der Bestrahlung als auch bei der nachfolgenden Lagerung ab (BODENMÜLLER 2000). Je nach Strahlendosis und Bestrahlungsdauer können bestrahlte Lebensmittel 5 % bis 80 % ihres Vitamingehaltes verlieren (EPSTEIN 2002).

Ein einjähriger Fütterungsversuch mit Ratten, welche täglich mit bis zu 6 kGy bestrahltem Hühnerfleisch gefüttert wurden, zeigte keine Veränderung der „Protein efficiency ratio“ (PER, Gewichtszunahme des Versuchstieres pro Gewichtseinheit aufgenommenen Proteins) (KNIERIEMEN 2002). Eine Studie der WHO zeigte 1999 allerdings viele negative Auswirkungen, wie schlechte Spermienqualität, Totgeburten, Tumorbildungen, Mutationen, Wachstumsstörungen und Schädigungen an inneren Organen der Versuchstiere, als Folge von Fütterungsversuchen mit bestrahlten Lebensmitteln (METTA 1999).

Nach wiederholtem Verzehr von frisch bestrahltem Weizen bildeten sich im Blut unterernährter indischer Kinder vermehrt Leukozyten mit Zellkernanomalien. Zu ähnlichen Ergebnissen kam eine Folgeuntersuchung mit Labormäusen (PRYOR ET AL. 2000).

6.3.4. Analysemethoden zum Nachweis bestrahlter Lebensmittel

Für den internationalen Handel mit Lebensmitteln sind sichere Nachweismethoden über erfolgte Bestrahlung von enormer Bedeutung. Aber auch für Konsumenten, die dieser Methode skeptisch gegenüber stehen, dient ein Nachweis eventuell zur Beruhigung (BEHRENS 1997).

Man unterscheidet fünf von der EU-Kommission anerkannte Methoden:

- Nachweis von bestrahlten knochenhaltigen Lebensmitteln mittels ESR-Spektroskopie (Elektronenspin-Resonanz-Spektroskopie)
- Nachweis von bestrahlten zellulosehaltigen Lebensmitteln mittels ESR-Spektroskopie.
- Nachweis bestrahlter Lebensmittel, die mineralische Verunreinigungen enthalten, mittels Thermolumineszenz
- Nachweis bestrahlter fetthaltiger Lebensmittel mittels gaschromatographischer Analyse von flüchtigen Kohlenwasserstoffen
- Nachweis bestrahlter fetthaltiger Lebensmittel mittels gaschromatographischer Analyse von 2-Alkylcyclobutanonen

7. Fremd und Schadstoffe in Lebensmitteln

Die chemische Belastung der Umwelt durch Emissionen aus Industrie und Haushalten, ein breiter Einsatz von Agrochemikalien und Futtermittelzusatzstoffen in der Landwirtschaft und veränderte Produktionsprozesse in der Lebensmittelindustrie bedingen im Zusammenhang mit einer verbesserten chemischen Spurenanalytik eine steigende Anzahl von in Lebensmitteln identifizierbaren Fremdstoffen, die in Bezug auf ihren Schadstoffcharakter toxikologisch und umweltmedizinisch bewertet werden müssen (MERSCH-SUNDERMANN 1998). Dabei unterscheidet man mehrere Gruppen von Fremd- bzw. Schadstoffen in Lebensmitteln: Biogene Stoffe, Rückstände, Zusatzstoffe, Verunreinigungen, Pflanzenschutzmittel und Stoffe, die bei der Verarbeitung entstehen.

7.1. Biogene Stoffe

Zu den biogenen Stoffen zählen toxische sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, die während des Wachstums einer Pflanze gebildet werden (z.B. Saponine in Leguminosen). Dem gegenüber stehen protektive Wirkungen zahlreicher gesundheitsfördernder sekundärer Pflanzenstoffe (KÖPKE 2002).

7.2. Rückstände

Werden meist durch Stoffe verursacht, die der Pflanze oder dem Tier zur Erzielung ganz bestimmter Zwecke (z.B. Wachstumssteigerung) verabreicht wurden. Ist die Zeit zwischen der letzten Verabreichung und der Lebensmittelgewinnung (Ernte, Schlachtung, Eiablage etc.) zu kurz, finden sich noch Restmengen und/oder Metaboliten in den Lebensmitteln. Gesundheitliche Auswirkungen hängen wohl zuletzt von der Art und Menge der Stoffe und auch von der Häufigkeit des Verzehrs der betreffenden Lebensmittel ab (MATTHIES 1991).

7.3. Lebensmittelzusatzstoffe

Die Lebensmittelindustrie verwendet heute einige hundert chemische Stoffe zur Verbesserung, Schönung und Stabilisierung von Lebensmitteln. Seit 1997 sind in der EU 296 Lebensmittelzusatzstoffe zugelassen und kennzeichnungspflichtig (E-Nummern). Des Weiteren existiert eine große Zahl von Additiven, die nur aus Gruppe oder überhaupt nicht deklariert werden müssen. Dies sind Aromastoffe und Zusätze ohne technologische Wirkung im Endprodukt (Enzyme, Backtriebmittel etc.). Obwohl die meisten Lebensmittelzusätze als unbedenklich eingestuft werden, sind mögliche langfristige Auswirkungen noch weitgehend unerforscht (ELMFADA 1999). Manche von ihnen stellten sich in den letzten Jahren als Allergieauslöser heraus.

Im biologischen Landbau ist nur eine eingeschränkte Zahl (ca. 35) an Zusatzstoffen erlaubt.

7.4. Verunreinigungen

Als „Verunreinigungen“ werden hier Stoffe bezeichnet, die von außen auf die Pflanze gelangen und sich in den späteren Lebensmitteln wiederfinden können. Durch Gewinnung, Verarbeitung und Lagerung ergeben sich zusätzliche Kontaminationsquellen.

7.4.1. Schwermetalle

Bestimmte anthropogene Aktivitäten beschleunigen die biogeochemischen Kreisläufe der Schwermetalle in zunehmendem Maße. Zu den wichtigsten Quellen von Schwermetallanreicherungen in Böden zählen sowohl Emissionen der Eisen- und Buntmetallindustrie und der Heizkraftwerke wie auch Einträge durch die Landwirtschaft. Die imitierten Metalle werden zunächst in den oberen Bodenschichten fixiert. Durch die nachfolgende Remobilisierung können sie von Pflanzen aufgenommen werden oder gelangen bis ins Grundwasser. Schwermetalle sind persistent. Sie unterliegen nicht wie organische Umweltchemikalien einem abiotischen und/oder biotischen Abbau. Eine Minderung der innerhalb der Nahrungsketten verfrachteten Mengen ist allenfalls gegeben, wenn durch physiko-chemische Umsetzung die Elemente in nicht oder schwermobilisierbare Formen überführt werden.

Die Aufnahme von Schwermetallen aus dem Boden in die Pflanze wird durch eine Vielzahl verschiedener Faktoren beeinflusst. Zu den bodenbedingten Faktoren zählen neben dem pH-Wert unter anderem der Gehalt an organischer Substanz und die Kationen-Austauschkapazität. Von Seiten der Pflanze sind Einflüsse der Art, der Sorte und des Pflanzenalters bekannt (BAKER ET AL. 2002). Nicht vergessen werden sollte in diesem Zusammenhang, dass neben der Aufnahme aus dem Boden, die Deposition aus der Atmosphäre (Niederschlag) bzw. über aufgewirbelte Staubpartikel einen erheblichen Anteil an der Gesamtbelastung beiträgt (SCHINK 1998). Um den Elementeintrag aus dem Boden in die Nahrungskette möglichst gering zu halten, gibt es mehrere Konzeptionen, wie verschiedene landbauliche Möglichkeiten bzw. eine differenzierte Nutzung (Nahrungspflanzen, Futterpflanzen und Anbau von Pflanzen mit unterschiedlich ausgeprägter Akkumulationsneigung) (LINCKH ET AL. 1997).

7.5. Pflanzenschutzmittel

Die vorrangige Aufgabe des Pflanzenschutzes stellt die Eindämmung der Ernteverluste dar. Als eine weitere wichtige Aufgabe wird die Qualitätssteigerung der Erzeugnisse betrachtet. Schließlich ist darauf hinzuweisen, dass der chemische Pflanzenschutz die betriebswirtschaftliche Rationalisierung im Landbau entscheidend fördert. Er ist teilweise Voraussetzung dafür, dass großflächige Monokulturen angelegt werden können (MERSCH-SUNDERMANN 1998). Man unterscheidet mehr als 300 verschiedenen Wirkstoffe, welche unterteilt werden in: Insektizide, Akarizide, Nematizide, Molluskizide, Fungizide, Rodentizide und Herbizide. Die Mehrzahl davon soll schädliche Organismen vernichten oder dezimieren und dadurch Nutzpflanzen, Nutztiere und Vorräte schützen. Manche dieser Wirkstoffe richten sich allerdings nicht gegen Schädlinge im weitesten Sinn, sondern dienen vielmehr der Beeinflussung des Pflanzenwachstums (POULSEN 2000). Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln erfordert äußerst genaue behördliche Prüfungen.

Nach einer Statistik der Welternährungsorganisation (Food and Agriculture Organisation of the United Nations) wurden 1995 weltweit für 24 Milliarden Dollar Pestizide verkauft. Die

Pestizide dienen nicht nur der Schädlingsabwehr, sondern stellen auch eine potentielle Gefahr für den Menschen dar (www.fao.org).

In einer Studie für den deutschen Naturschutzring verweist der belgische Krebsforscher Erich Pluygers darauf, dass 5,6 % aller Krebsfälle in Belgien vorwiegend auf Pflanzenschutzmittel zurückzuführen seien. In Großbritannien wurden im Jahr 2000 Pflanzenschutzmittelrückstände in etwa 50 % aller Obst- und Gemüseproben aus konventioneller Erzeugung festgestellt (HEATON 2001).

7.6. Stoffe, die bei der Verarbeitung entstehen

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PKA) entstehen beim Braten, Grillen etc. von fett- bzw. eiweißreichen, von Tieren stammenden Lebensmitteln. Geräucherte Lebensmittel gehören zu den am meisten mit PKA belasteten. Aber auch zu stark angebratene Zwiebel und Karamell enthalten polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. Zahlreiche PAK sind im Tierversuch als stark kanzerogen identifiziert worden (BIESALSKI 1999).

7.7. Stoffwechselprodukte

Mykotoxine gehören zu den sogenannten sekundären Stoffwechselprodukten bzw. Sekundärmetaboliten von Pilzen, die weltweit ein ernsthaftes Problem für die menschliche Gesundheit darstellen. Bisher kennt man mehr als 300 verschiedene Mykotoxine. Sie zeigen verschiedene toxische Wirkungen, die sich mit ihrer unterschiedlichen chemischen Struktur erklären lassen. Dies erschwert wiederum die quantitative Bestimmung und deren Nachweis (MATTHIES ET AL. 2000). Die Bildung dieser toxischen Stoffwechselprodukte erfolgt vorwiegend bei bestimmten Umweltbedingungen (z.B. Nässe) während des saprophytischen oder parasitischen Wachstums auf Futter- und Nahrungsmitteln. Die Toxine werden entweder in Myzelien und Fortpflanzungsorganen gespeichert oder treten in das Substrat über. Mykotoxine sind hitzestabil und finden sich daher auch in den Endprodukten wieder. Die Schädigung verschiedener Gewebe und Organe von Pflanzen beruht auf vielfältigen zytotoxischen Wirkungen, wobei die Störung der Membranbildung an Zellwänden und Zellorganellen im Vordergrund steht und zu Veränderungen der Permeabilität und Beeinträchtigung der Atmungsvorgänge der Zelle führen.

Die weltweit am häufigsten vorkommende Mykotoxine sind das Trichothecen Deoxynivalenon (DON) und Zearalenon (ZEA). Trichothecene sind starke Hemmstoffe der Proteinsynthese und wirken zellschädigend. Sie wurden jedoch als nicht erbgutschädigend eingestuft. DON ist von der International Agency for Resarch in Cancer als nicht krebserzeugend eingestuft. ZEA besitzt ausgeprägte östrogene Wirkung und wurde als möglicherweise krebserzeugend eingestuft (ELMAFDA 1999).

Fusarientoxine werden von Schimmelpilzen der Gattung Fusarium gebildet. Diese befallen überwiegend lebende Pflanzen. Warme und feuchte Lagerbedingungen fördern eine zusätzliche Verbreitung.

Man unterscheidet drei Hauptgruppen von Toxinen: Trichothecene, Zearalenon und Fumonisine. In Getreide und Getreideprodukten können Fusarientoxine zum Teil in beachtlichen Konzentrationen nachgewiesen werden. Getreide und Getreideprodukte mit der Angabe „aus kontrolliert biologischem Anbau“ weisen wesentlich geringere Fusarientoxingehalte auf (CHEMISCHE LANDESUNTERSUCHUNGSANSTALT SIGMARINGEN 2000).

7.8. Risikoabschätzung

Die Zahl unerwünschter Verbindungen und Problemstoffe anthropogener Natur hat in der Biosphäre in den letzten Jahren ständig zugenommen. Immer neue Substanzklassen werden in unserer Umwelt und in den unterschiedlichsten Nahrungsketten aufgespürt. Der Konzentrationsbereich, in dem sich die analytische Bestimmung unerwünschter Stoffe in Nahrungsketten und biologischen Kreisläufen heute abspielt, ist von einer gewaltigen Spannweite. An die Analytik von heute werden daher sehr hohe Anforderungen gestellt. Die Resultate, die sie liefert, müssen (möglichst) genau und (möglichst) reproduzierbar sein, da oft weitreichende politische, administrative und gesundheitliche Entscheidungen auf ihnen basieren (ELMFADA ET AL. 1999). Die tägliche Aufnahme der Schadstoffe über Atemluft und Lebensmittel erfolgt meist in sehr geringen Mengen, jedoch über lange Zeiträume hinweg.

Zur Abschätzung eines gesundheitlichen Risikos, durch Fremd- und Schadstoffe müssen folgende Faktoren berücksichtigt werden (MERSCH-SUNDERMANN 1998):

- akute Toxizität (sofortige Wirkung bei einmaliger Aufnahme),
- chronische Toxizität (Wirkung bei Aufnahme über einen längeren Zeitraum bzw. das ganze Leben),
- Kombinationseffekte (Abschwächung oder Verstärkung toxischer Effekte durch gemeinsame Einwirkung verschiedener Stoffe),
- Wirkungen im Niedrigdosisbereich (die bei schwellenwertlosen Prozessen, wie Mutagenese, Kanzerogenese etc. eine Rolle spielen können),
- Effekte auf schwer erfassbare, biologische Endprodukte (Wirkungen, für die bisher keine validen Screeningverfahren existieren oder komplexe Effekte, die nur über multikausale Beziehungsgefüge zu erklären sind, wie Kanzerogenität, Neuro-, Immun- und Reproduktionstoxizität), und
- indirekte Wirkungen (biologische Effekte, die auf den Menschen rückwirken können).

Um die KonsumentInnen vor möglichen Auswirkungen zu schützen, wurden gesetzliche Höchstmengen für Lebensmittel oder Lebensmittelgruppen festgelegt. Diese basieren auf toxikologischen Untersuchungen des Einzelstoffes (NO(A)EL-Wert= No Observed (Adverse) Effect Level).

Der ADI-Wert (=Acceptable Daily Intake) wird aus dem NO(A)EL-Wert errechnet und mit einem Sicherheitsfaktor versehen. Dieses Modell ist jedoch mangelhaft, da individuelle Ernährungsgewohnheiten und individuelle Empfindlichkeiten gegenüber Fremd- oder Schadstoffen unberücksichtigt bleiben. Weiters fehlt so etwas wie ein „Lebenswert“, da Anreicherungen von Rückständen im menschlichen Organismus vorkommen können (ELLNER 2002).

Die Untersuchungsbefunde kann man wie folgt interpretieren:

- Der untersuchte Inhaltsstoff überschreitet die gesetzlich vorgeschriebene Höchstmenge.
- Der untersuchte Inhaltsstoff war zu quantifizieren, die Konzentration jedoch liegt unter der vorgeschriebenen Höchstmenge.
- Der untersuchte Inhaltsstoff war nicht nachweisbar.
- Der untersuchte Inhaltsstoff war nachweisbar, aber nicht genau zu quantifizieren.

8. Gesundheitsfördernde Wirkung von Lebensmitteln

Seit vielen Generationen ist bekannt, dass sich bestimmte Lebensmittel und Heilpflanzen positiv auf den menschlichen Körper auswirken. Schulmediziner bezweifelten jahrelang die Wirkung dieser Pflanzen. Anfang der 80er Jahre begann ein Umdenkprozess: Nicht nur Heilpflanzen, sondern alle Pflanzen haben pharmakologische Wirkungen und damit Einfluss auf unsere Gesundheit. Diese Wirkungen können, wie bei den Nahrungsmitteln, sehr milde sein und sich nur über längere Zeiträume und bei täglicher Verabreichung bemerkbar machen. Häufig wird dabei außer Acht gelassen, dass auch natürliche Inhaltsstoffe in Lebensmitteln vorhanden sein können, deren Chemismus schädliche Wirkungen auf den Menschen haben kann. Sie sind in pflanzlichen Rohstoffen enthalten und je nach Menge und/oder Einwirkungsdauer kann ihr Genuß beträchtliche toxische Wirkungen hervorrufen. Der Mensch hat aber im Laufe seiner Entwicklung durch Erfahrungen gelernt, Rohstoffe mit gesundheitsschädigender Wirkung vom Verzehr auszuschließen oder sie durch Züchtung zu eliminieren oder zu minimieren.

Optimale Wirkung für den Menschen entsteht durch das Zusammenspiel aller Bioaktivstoffe in der Nahrung. Dies sind Nahrungsbestandteile, die förderlich für die Gesundheit und das Wohlbefinden sind. Dazu zählen die sekundären Pflanzenstoffe, die Ballaststoffe und die Milchsäurebakterien (WATZL 1995).

8.1. Die sekundären Pflanzenstoffe

Man bezeichnet damit all jene Stoffe, die Pflanzen im Laufe einer Millionen Jahre langen Evolution als Abwehrstoffe gegen Schädlinge, Fressfeinde, Krankheiten und Umweltstress bildeten (DITTRICH 1996). Erst in den letzten fünfzehn Jahren hat man damit begonnen, gesundheitliche Wirkungen sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe systematisch zu untersuchen (WALZL UND LEITZMANN 1995). Bisher sind ca. 30.000 sekundäre Pflanzenstoffe bekannt. Mit einer gemischten Kost werden täglich ca. 1,5 Gramm dieser Stoffe aufgenommen (HESEKER 1993). Als Duft- und Geschmackstoffe beeinflussen sie die Nahrungsauswahl des Menschen, und in der Pharmazie stellen sie die Basis für viele Arzneimittel dar (PELT 1983). Viele mit der Nahrung aufgenommene sekundäre Pflanzenstoffe stehen in der Diskussion, beim Menschen z.B. durch Stimulierung des Immunsystems, Reduktion des Bluthochdrucks gesundheitsfördernd oder heilend zu wirken (LAMPE 1999). Nachweislich aktivieren sekundäre viele Pflanzenstoffe die Entgiftungssysteme. Das hat auch zur Folge, dass Gifte und z.B. krebsauslösende Substanzen schneller aus dem Körper entfernt werden (WATZL 2001).

Die Pflanzen bilden die meisten sekundären Pflanzenstoffe im Laufe ihrer Reifung. Dafür sind Sonnenlicht, Wasser und Nährstoffe aus dem Boden notwendig. In der Regel ist der Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen am größten, wenn Früchte, Wurzeln und Blätter an der Pflanze ausreifen. Frisch geerntetes Obst und Gemüse enthält daher die meisten dieser wertvollen Substanzen. Auch wenn die bioaktiven Substanzen es selten schaffen, eine Infektion völlig zu beseitigen, spielen sie in der Vorbeugung eine wichtige Rolle. BRANDT (2001) schließt auf einen 10 bis 50 % höheren Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen in biologisch erzeugten Produkten. Die Biosynthese der sekundären Pflanzenstoffe ist jedoch auch von den Standortbedingungen und Sorten abhängig (SCHONHOFER ET AL. 1999).

Im folgenden Abschnitt werde ich die wichtigsten sekundären Pflanzenstoffen beschreiben:

8.1.1. Sulfide

Schwefelhaltige Inhaltstoffe finden sich in hohem Maße in der „Allium“-Familie. Dazu zählen Knoblauch, Zwiebel, Schnittlauch und Porree. Eine antikanzerogene Wirkung der Sulfide ist bisher im Tierversuch für die Organe Speiseröhre, Magen, Dickdarm, Brust und Lunge nachgewiesen. Fall-Kontroll-Studien in China, Hawaii und Griechenland zeigten, dass bei einem hohen Verzehr von Zwiebeln und Knoblauch ein geringeres Auftreten von Magenkrebs beobachtet wurde (BLOEM ET AL. 2003). In einer Kohortenstudie (Beobachtungszeitraum 3,3 Jahre) konnte ebenfalls eine signifikante Verringerung des Magenkrebsrisikos durch einen hohen Zwiebelkonsum (1/2 Zwiebel pro Tag) beobachtet werden. Knoblauchpräparate sowie Lauch waren im Gegensatz dazu in diesem Zusammenhang unwirksam. Keine Schutzwirkung von Zwiebel bzw. Sulfiden wurde in dieser Studie hingegen für Lungen-, Brust- und Dickdarmkrebs nachgewiesen (WATZL 2001).

Sulfide beeinflussen auch Stoffwechselforgänge, die bei der Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen eine Rolle spielen. Hier ist Knoblauch von besonderem Interesse (Tab. 2). Daten aus kontrollierten Studien zur Cholesterin senkenden Wirkung von frischem Knoblauch zeigen, dass Knoblauchverzehr den Cholesteringehalt im Plasma signifikant senkt (NAUMANN 1997). Sulfide besitzen eine stark hemmende Wirkung auf die Thrombozytenaggregation und eine aktivierende Wirkung auf die Fibrinolyse. Sie gelten sogar als „Krebskiller“. Ratten, denen im Tierversuch Brustkrebszellen eingespritzt wurden, entwickelten nur bei 30 % der Fälle ein Tumor, wenn die Ratten gleichzeitig Knoblauch zu fressen bekamen (WATZL UND LEITZMANN 1995). Die antibakterielle Wirkung der Sulfide ist seit langer Zeit bekannt. Möglicherweise wird die Tumorentwicklung auch über diese antibakteriellen Eigenschaften gehemmt. Dieser Hypothese liegt zu Grunde, dass Sulfide das bakterielle Wachstum im Magen und dadurch die bakterielle Nitratreduktion hemmen (HARRIS ET AL. 2001).

Tabelle 2: Vorkommen einiger flüchtiger Sulfide in Knoblauch

(aus Ernährungs-Umschau 49, 2002, Heft 12)

Sulfide	µg/g Knoblauch
Diallylsulfid	30-99
Diallyldisulfid	530-613
Diallyltrisulfid	903-1025
Methylallyldisulfid	83-104
Methylalltrisulfid	251-271

8.1.2. Glucosinolate

Glucosinolate sind schwefelhaltige Wirkstoffe, die sich vor allem in allen Kohlgemüsen (Tab. 3) z.B. in Meerrettich, Radieschen und Kresse finden. Bei einigen Brassica-Arten machen die Glucosinolate bis zu 1 % der Trockenmasse aus, allerdings treten große sortenbedingte Unterschiede auf. In 100 g frischem Brokkoli finden sich 50-100 mg, wobei Brokkolisprossen die höchsten Konzentrationen aufweisen (10- bis 100-fach höhere Mengen als in Brokkoligemüse).

Sowohl im Tierversuch, als auch in Humanstudien konnte die antikanzerogene Wirkungen der Glucosinolate festgestellt werden. Eine besondere Wirkung kommt dem Indol-3-carbinol zu, welches in Brokkoli und Karfiol (Blumenkohl) zu finden ist, da diese Indole über eine

Beeinflussung des Östrogenstoffwechsels die Entstehung östrogenabhängiger Brusttumore hemmen können (SCHREINER 2000). Isothiocyanate und Thiocyanate die aus Glucosinolaten von Meerrettich und Kapuzinerkresse gebildet werden, sind hinsichtlich ihrer antibakteriellen Wirkungen besonders gut untersucht. Bereits die Aufnahme von 10-40 g Kresseblättern oder Meerrettichwurzeln führt dazu, dass in den Harnwegen antimikrobiell wirksame Konzentrationen an Glucosinolaten vorliegen. Glucosinolate hemmen unter anderem das Wachstum von *Helicobacter pylori* und wirken damit der Entstehung von Magengeschwüren entgegen (WATZL UND LEITZMANN 1999).

Tabelle 3: Glucosinolatgehalt in verschiedenen Kohlgemüsearten

(aus Ernährungs-Umschau 48, 2001, Heft 8)

Kohlgemüse	µmol/g TM
Brokkoli	12,8
Rosenkohl	25,1
Weißkohl	10,9
Blumenkohl	15,1
Grünkohl	15,0

8.1.3. Carotinoide

Aufgrund ihrer chemischen Struktur lassen sich Carotinoide in sauerstofffreie (Carotine) und sauerstoffhaltige (Xanthophylle) einteilen. Carotine finden sich vorwiegend in orange-gelb-rottem Gemüse, während sich Xanthophylle vorwiegend in grünblättrigem Gemüse finden. Von allen ist das β -Carotin (Vorstufe von Vitamin A) am besten untersucht. Die krebshemmende Wirkung von Carotinoiden ist mittlerweile in zahlreichen Studien sowie Tier- und Laborversuchen untermauert worden (SCHONHOFER ET AL. 1999). Die Carotinoide in dunkelgrünem Gemüse und in Tomaten, also Lutein und Lykopin, scheinen nach neuesten Erkenntnissen das Krebsrisiko noch stärker zu senken als die β -Carotinoide. Carotinoide kurbeln unter anderem das Immunsystem an, indem sie die Anzahl der natürlichen Killerzellen erhöhen, das Wachstum von T- und B-Lymphozyten verstärken und die T-Helferzellen aktivieren (PELT 1998). Die künstliche und isolierte Verabreichung von β -Carotin zeigte jedoch keine positiven sondern eher schwach negative Wirkungen bezüglich Herz-Kreislaufkrankungen (PAIVA und RUSSEL 1999).

8.1.4. Flavonoide

Flavonoide zählen zur Gruppe der Phenolverbindungen mit großer struktureller Vielfalt. Derzeit sind etwa 6500 verschiedenen Strukturen bekannt. Die meisten Flavonoide kommen in der Natur nicht frei vor (Aglykon), sondern als Flavonoidglykoside. Flavonoide (Tab. 4) befinden sich überwiegend in den Randschichten der Pflanzen sowie den äußeren Blättern. Da die Flavonoidsynthese in den Pflanzen lichtabhängig ist, wirkt sich auch die Jahreszeit der Ernte auf den Gehalt aus. Im August geernteter Kopfsalat enthält 3 bis 5-mal mehr Flavonoide, als im April geernteter (LINSEISEN 1997).

Im Tierexperimenten schützen Flavonoide vor Dickdarm-, Brust- und Hautkrebs. Allerdings bestanden große Speziesunterschiede. Offenbar tritt die antikanzerogene Wirkung der Flavonoide sowohl in der Initiationsphase als auch in der Promotionsphase der Kanzerogenese auf (REN ET AL. 2001). In mehreren epidemiologischen Studien korrelierte die Flavonoidaufnahme invers mit dem Sterblichkeitsrisiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen:

Eine hohe Flavonoidaufnahme senkte das Risiko um ein Drittel. Viele In-vitro-Versuche sowie Beobachtungen in vivo deuten auf eine immunmodulatorische Wirkung hin, die sich in einer Immunsuppression äußert (HOLLMANN 2000).

Einigen Flavonoiden hat man auch antivirale Wirkungen nachgewiesen. So ergab Quercetin nach oraler Zufuhr bei Mäusen eine schwache schützende Wirkung gegen Tollwut. Flavonoide wie das Epigallocatechin aus grünem Tee weisen antimikrobielle Wirkungen auf. Für die Hemmung verschiedener Bakterien, die sich auf Harnwegsepithelien festsetzen, werden Procyanidine verantwortlich gemacht, welche sich gehäuft in Heidelbeeren nachweisen lassen (WATZL UND LEITZMANN 1997).

Tabelle 4: Gehalt an Flavonen in ausgewählten Lebensmitteln

(aus Ernährungs-Umschau 48, 2001, Heft 12)

Lebensmittel	Quercetin	Kampferol
Äpfel	20-36	-
Bohnen grün	39	<12
Brokkoli	30-37	60-72
Grünkohl	110-120	211-470
Kirschen	10-15	-
Sellerie	-	-
Tomaten	2-14	-
Trauben blau	15-37	-
Zwiebeln	340-347	-

- =unter der Nachweisgrenze

8.1.5. Anthocyanine

Anthocyanine sind eine Untergruppe der Flavonoide und stellen die größte Gruppe an wasserlöslichen Farbpigmenten mit dem Farbspektrum rot-blau-schwarz im Pflanzenreich dar. Rot, violett und blau gefärbte Beeren, Früchte und daraus hergestellte Säfte bzw. Rotweine und bestimmte Gemüsearten sind reich an Anthocyaninen (Tab. 5). Anthocyanine wurden auch als Lebensmittelfarbstoffe (E 163) zugelassen. Die gesundheitsförderlichen Wirkungen werden hauptsächlich ihren antioxidativen Eigenschaften zugeschrieben. Sie sind effektive Fänger von reaktiven Sauerstoff- und Stickstoffmolekülen, welche oxidative Schädigungen von DNA, Proteinen und Lipiden verursachen können (WATZL UND LEITZMANN 1997).

Anthocyanine sollen auch die Dunkeladaption des menschlichen Auges modulieren. In einer placebokontrollierten Doppelblindstudie verbesserte die Zufuhr von 50 mg Extrakt nach 2 Stunden die Dunkeladaption signifikant (RECHKEMMER 2001). Eine durch Bluthochdruck induzierte gesteigerte Permeabilität der Blut-Hirn-Schranke konnte bei Ratten durch eine präventive Behandlung mit einem Anthocyaninextrakt aus Heidelbeeren verhindert werden (MASUMOTO ET AL. 2001).

Tabelle 5: Anthocyaningehalt verschiedener Lebensmittel

(aus Ernährungs-Umschau 49, 2002, Heft 4)

Lebensmittel	mg/100g FG
Brombeeren	115
Himbeeren	10-60

Heidelbeeren	83-420
Schwarze Johannisbeeren	130-400
Süßkirschen	2-450
Weintrauben	30-750
Blutorangen	200
Zwiebeln rot	0-25
Rotkohl	25
Auberginen	750
Rhabarber	0-200
Rotwein	24-35
Portwein rot	14-110

8.1.6. Monoterpene

Den Grundbaustein der Monoterpene stellt das Isopren dar. Insgesamt sind für die Monoterpene einige hundert verschiedene Strukturen bekannt. Monoterpene riechen aromatisch und bilden die Hauptbestandteile der ätherischen Öle aus Thymian, Kümmel, Wacholder, Anis und Salbei. Die höchsten Konzentrationen an Terpenen finden sich in Arzneipflanzen und Gewürzen, doch tragen sie auch zum Aroma von Brokkoli, Karotten und Zitrusfrüchten bei.

Monoterpene besitzen für die Lebensmittelindustrie eine besondere Bedeutung als Aromastoffe (WATZL UND LEITZMANN 1997). Monoterpene üben im Tierversuch antikanzerogene Wirkung aus. Die orale Zufuhr von Zitrus- oder Kümmelöl vor der Gabe eines Kanzerogens hemmte die Magen-, Brust- und Lungenkrebsbildung, dies weist auf eine Rolle der Monoterpene in der Initiationsphase hin (CROWELL 1999).

8.1.7. Phytosterine

Bisher wurden 44 verschiedene Phytosterine aus 7 Pflanzenfamilien identifiziert. Diese sekundären Pflanzenstoffe kommen vor allem in fettreichen Samen wie Sonnenblumenkernen, Sesamsamen oder Sojabohnen vor (Tab. 6).

Phytosterine stellen die erste Gruppe von sekundären Pflanzenstoffen dar, die wegen ihrer spezifischen physiologischen Wirkungen zur Entwicklung funktioneller Lebensmittel geführt haben (RECHKEMMER 2001). Als Bestandteil einer neuen Generation von Margarinen senken sie den Cholesterinspiegel und können somit zur Reduktion des Herz-Kreislauf-Erkrankungsrisikos beitragen. Die Phytosterine stellen essentielle Bestandteile der pflanzlichen Zellmembranen dar. Die Hauptwirkung der Phytosterine wird mit ihrer Cholesterin-senkenden und im Tierversuch beobachteten antikanzerogenen Wirkung beschrieben. Die Cholesterin-senkende Wirkung gilt als gesichert, jedoch kann über den Mechanismus noch keine klare Aussage gemacht werden. Man vermutet, dass Phytosterine die Cholesterinabsorption beeinträchtigen, indem sie mit Cholesterin auskristallisieren. Eine andere Hypothese geht davon aus, dass Phytosterine im Darm das Cholesterin aus den während der Fettverdauung entstehenden Mizellen verdrängen, wodurch die Aufnahme an Cholesterin verringert wird (NGUYEN 1999). Weiters gibt es zahlreiche Hinweise dafür, dass Phytosterine positiv gegen Dickdarmkrebs wirken. Die Zugabe von 2 % Phytosterinen zum Futter verhinderte im Tierversuch die durch Cholesterin ausgelöste erhöhte Proliferation der Dickdarmzellen (JONES 1997). In In-vitro-Versuchen wurden verschiedenen Phasen des Zellzyklus von Dickdarmzellen gehemmt, und es stand mehr Zeit für die Reparatur der DNA-Schäden zur Verfügung. In anderen In-vitro-Versuchen konnte die Apoptoserate von Brustkrebszellen stark erhöht werden (WATZL 2001).

Tabelle 6: Phytosteringehalt von Gemüse und Obst

(aus Ernährungs-Umschau 48, 2001, Heft 4)

	Phytosteringehalt (mg/100g essbarer Anteil)
Gemüse	
Brokkoli	39
Rosenkohl	43
Karotten	16
Blumenkohl	40
Zwiebeln	8
Oliven schwarz	50
Tomaten	5
Obst	
Apfel	13
Banane	14
Kiwi	9
Orange	24
Pfirsich	15
Birne	12
Grapefruit	22

8.1.8. Saponine

Als Saponine werden in Pflanzen vorkommende Glykoside bezeichnet, die wegen ihrer physikalisch-chemischen sowie physiologischen Eigenschaften in einer eigenen Gruppe der sekundären Pflanzenstoffe zusammengefasst werden. Saponine sind in pflanzlichen Lebensmitteln weit verbreitet. Besonders häufig finden sie sich in Spinat, Spargel und Hafer. Saponine werden nur in geringen Mengen vom Körper aufgenommen und wirken vorwiegend im Magen-Darm-Trakt (WATZL UND LEITZMANN 1997). Im Tierversuch können sie die Entstehung von Dickdarmkrebs hemmen. In einer Studie wurden bei Versuchstieren nach der Aufnahme von Saponinen aus Sojabohnen weniger Dickdarmepithel-Läsionen, die die Vorstufen von Adenomcarcinomen darstellen, beobachtet als bei den Kontrolltieren (WATZL 2001).

8.1.9. Polyphenole

Polyphenole (unter diesem Begriff werden Hydroxizimtsäuren und Hydroxibenzobensäuren zusammengefasst) kommen in allen Pflanzen, vor allem aber in den Randschichten von Gemüse, Obst, Getreide und Samen vor. Das Entfernen der äußeren Randschichten, Blätter oder Schalen führt somit zu einer Verringerung des Phenolsäuregehaltes. Freie Hydroxizimtsäuren können sowohl im Dünn- als auch im Dickdarm absorbiert werden. Beim Menschen wirken sie antioxidativ und gerinnungshemmend, beugen Krebs vor, unterdrücken Bakterienwachstum und fördern die Immunabwehr. Im Tiermodell können Phenolsäuren die bei induziertem Hautkrebs vermehrt auftretenden reaktiven Sauerstoffmoleküle neutralisieren und somit zur Hemmung der Tumorpromotion beitragen (HERTOG ET AL. 1992).

8.1.9.1. Resveratrol

Zunehmendes wissenschaftliches Interesse weckt Resveratrol. Hierbei handelt es sich um ein Polyphenol, das sich in größerer Konzentration vorwiegend aus roten Weintrauben extrahieren lässt. Die französische Bevölkerung weist trotz ihres hohen Fettkonsums (Käse) eine geringere Sterblichkeitsrate an Herz-Kreislauf-Erkrankungen auf, dies wird immer im Zusammenhang mit dem weltweit überdurchschnittlichen hohen Rotweinkonsum gebracht. Zahlreiche Studien nahmen sich dieser Thematik an. In einer Studie (n = 27) erhielten Hamster vorab 10 Wochen eine fett- u. cholesterinreiche Diät, um eine Arteriosklerose zu induzieren. Darauf folgend erhielten die Kontrolltiere (n = 9) über 10 Wochen Wasser. Eine Versuchstiergruppe (n = 9) wurde mit Rotwein (14,5 %), eine andere Gruppe (n = 9) mit rotem Traubensaft gefüttert. Als Ergebnis zeigten sowohl die mit Rotwein als auch mit rotem Traubensaft gefütterten Tiere im Gegensatz zu den Kontrolltieren um vieles bessere Blutfettwerte. Durch diesen Umstand sank auch das Arterioskleroserisiko im Vergleich zu den Kontrolltieren um bis zu 50 % (VINSON 2001). Ähnlichen Ergebnisse brachte eine Studie mit Kaninchen, die nach einer zwölfwöchigen täglichen Rotweinfütterung (4ml/kg/Tag) eine deutliche Verbesserung der Endothelfunktion aufwiesen (ZOU ET AL 2003). Humanstudien zeigen ebenfalls eine cholesterinsenkende Wirkung, zudem wurde eine verminderte Blutplättchenaggregation nachgewiesen, die genauen Ursachen dafür sind jedoch noch nicht bekannt (z.B. DELL AGLI ET AL. 2004, PINATELLI ET AL. 2002). Resveratrol besitzt auch antioxidative Wirksamkeit. Es tötet Krebszellen durch Bindung des Tumornekrosefaktors (TNFa), welcher wiederum die Apoptose einleitet (MAYO 2004).

Forscher der Universität Leicester berichten, dass Resveratrol in Weintrauben zur Abwehr von Pilzen gebildet wird. Da dieses natürliche Fungizid bei nicht mit künstlichen Fungiziden behandelten Früchten in höherer Konzentration vorkommt, weil diese ihre Schutzmechanismen selbst aktivieren müssen, enthalten Trauben aus biologischem Anbau deutlich höhere Konzentrationen an Resveratrol (www.dhgp.de/media/xpress/genomxpress02-02/sd-krebsmittel.html).

8.1.9.2. Phytoöstrogene

Aus chemischer Sicht handelt es sich hier um Diphenylverbindungen, sie bilden eine Untergruppe der Polyphenole. Bekannte Phytoöstrogene sind die Isoflavone Daidzein, Gestinein, Formonentin und das Koumestan Koumestrol (REINLI ET AL. 1996). Eine gemeinsame biologische Eigenschaft aller Phytoöstrogene ist ihre östrogene Aktivität. Sie wirken im Körper ähnlich wie das weibliche Sexualhormon 17 β -Östradiol. Durch Interaktion mit den Östrogenrezeptoren können sie diese physiologische Wirkung des endogenen Steroidhormons nachahmen oder blockieren. Die Phytoöstrogene kommen vorwiegend in der Familie der Schmetterlingsblütler (Fabaceae) und hier vor allem bei den Hülsenfruchtartigen (Leguminosae) vor. Die wichtigste Zufuhrquelle ist die Sojabohne. Aus internationalen Krebsstatistiken geht hervor, dass hormonabhängige Krebserkrankungen wie Brust- und Prostatakrebs in asiatischen Ländern, in denen Soja ein Bestandteil traditioneller Ernährung ist, weitaus seltener auftreten als in westlichen Industrieländern. Die tierexperimentellen Daten zur chemopräventiven Wirkung von Isoflavonen hinsichtlich Brustkrebs geben ein differenziertes Bild. Erfolgt die Gabe von mit Soja supplementiertem Futter erst im Erwachsenenalter, gibt es im Gegensatz zur Gabe vor der Pubertät, keine Schutzwirkung (REINLI ET AL. 1996).

Aufgrund ihrer östrogenen Aktivität werden Isoflavone auf der Basis von Soja- oder Rotklee-Extrakten in Apotheken zur Linderung von klimakterischen Beschwerden angeboten. Eine Studie zum Einfluss wurde mit Frauen in der Peri- und Postmenopause durchgeführt, und die typischen Beschwerden wie Hitzewallungen und Schweißausbrüche konnten im Gegensatz zu einer Placebogruppe um 20-30 % reduziert werden (WATZL 2001).

Tabelle 7: Gehalt an Isoflavonen in ausgewählten Lebensmitteln

(aus Ernährungs-Umschau 50, 2003, Heft 6)

Lebensmittel	Genistein	Diadzein	Glycitein	Biochanin A	Formanetin
Sojabohnen	30-92	20-52	10-14	0,01	0,07
Sojamilch	3-17	1-13	0-2	n.n.	n.n.
Tofu	8-20	7-11	0-5	n.n.	n.n.
Sojasprossen	2,0	2,5	n.b.	n.n.	0-0,2
Kleesprossen	0,1-0,4	0-0,1	n.b.	0,4-0,8	2,3-4,0
Bohnen	0-0,7	0-0,2	n.b.	0-1,4	0-0,2
Erbsen	0-0,6	0-7,3	n.b.	n.n.	n.n.
Obst, Gemüse	0-0,2	0-0,2	n.b.	n.n.	n.n.

n.n.= unter der Nachweisgrenze; n.b.= nicht bestimmt,

8.1.10. Ballaststoffe

Aus ernährungsphysiologischer Sicht unterscheidet man zwischen wasserunlöslichen (Cellulose, Lignin) und wasserlöslichen (Pektine, Hemicellulosen) Ballaststoffen bzw. zwischen „Faser- und Quellstoffen“. Diese Substanzen sind für den Menschen unverdauliche Pflanzenstoffe, die den Pflanzen als Stützsubstanzen dienen. Während des Verdauungsvorganges quellen sie auf, füllen den Darm und regen die Peristaltik an. Ballaststoffe finden sich in allen pflanzlichen Lebensmitteln. Da sie beim Getreide in der Außenschicht sitzen, sollten viele Vollkornprodukte gegessen werden. Durch das Mahlen verringert sich der Ballaststoffgehalt drastisch. So enthält helles Weizenmehl nur noch 15 % der Ballaststoffe des gesamten Getreidekorns (SOUCI 1994).

Über das Immunsystem nehmen die Ballaststoffe auch Einfluss auf das Krebswachstum. Unverdauliche Bestandteile aus den Randschichten der Getreidekörner können sowohl spezifische als auch unspezifische Abwehrmechanismen in Gang setzen. Darüber hinaus sorgen sie dafür, dass verschiedene Makrophagen noch angriffslustiger werden. Außerdem ist bei ballaststoffreicher Ernährung die Konsistenz des Stuhls viel weicher, was Folgeerscheinungen wie Colitis, Appendicitis, Divertikulose und Hiatushernien verhindert.

8.1.11. Milchsäurebakterien

Milchsäurebakterien unterstützen unseren Körper bei der Abwehrarbeit. Joghurt, Sauerkraut und verschiedene andere Sauergemüse verdanken den milchsäureproduzierenden Bakterien (Laktobazillen) ihren frischen Geschmack und die lange Haltbarkeit. Bakterien aus Joghurt regen mitunter die Produktion verschiedener Immunglobuline an. In einigen Untersuchungen zeigte sich nur unerhitzter Joghurt wirksam, in dem die Milchsäurebakterien noch lebten. Bei erhitztem Joghurt blieb der Effekt aus. Noch kennt man den genauen Effekt nicht. In einer Studie wurden „Krebsmäuse“ mit Joghurt gefüttert und die applizierten Krebszellen wuchsen daraufhin bereits nach wenigen Tagen um vieles langsamer. Allerdings wirkte Joghurt nur, wenn es in der Anfangsphase der Krebsentstehung gefressen wurde. War der Krebs bereits fortgeschritten, konnte keine positive Auswirkung durch die Gabe von Joghurt mehr festgestellt werden (BIESALSKI 1999).

9. Einige Beispiele für gesundheitsgefährdende Wirkungen

9.1. Düngemittel und gesundheitliche Gefahren

Geschichtlich läßt sich der Einsatz von Düngemitteln bis in die Anfangszeit des Ackerbaus in der Jungsteinzeit zurückverfolgen. Besondere Akzente wurden 1780 durch den erstmaligen Einsatz von Salpeter (KNO_3) durch GLAUBER und durch die Mineralstofftheorie von LIEBIG (1865) gesetzt.

Stoffe die dazu bestimmt sind, unmittelbar oder mittelbar Nutzpflanzen zugeführt zu werden, um ihr Wachstum zu fördern, ihren Ertrag zu steigern und/oder ihre Qualität zu verbessern, werden als Düngemittel bezeichnet (LABER 2000).

Generell kann zwischen folgenden Düngern unterschieden werden:

- Natürlichem Dünger, welcher organischen (Mist, Gülle, Kompost, Torf, Schlamm, Guano) oder anorganischen Ursprungs ist (Asche, Kalk etc.).
- Synthetischem Dünger (Kunstdünger) mit den Untergruppen Stickstoffdünger, Kalidünger, Sulfatdünger und Magnesiumdünger.

Die Ausbringung von natürlichen und synthetischen Düngemitteln sollte so restriktiv wie möglich gehandhabt werden, um gesundheitliche Gefahren wie toxische Einflüsse auf den menschlichen Organismus, potentielle Unfallfolgen und Überdüngung zu minimieren.

Im Biolandbau sind synthetische Dünger verboten. Der Einsatz von natürlichem Dünger sollte auf ein notwendiges Minimum reduziert werden.

9.1.1. Nitrat

Nitrat ist ein Zwischenprodukt des biologischen Kreislaufes und kommt als natürlicher Bestandteil – wenn auch in unterschiedlichen Konzentrationen – in allen Lebensmitteln vor. Pflanzen decken ihren Stickstoffbedarf über Nitrat. Daher ist es natürlicherweise vor allem in pflanzlichen Lebensmitteln zu finden. Einerseits wird Nitrat als Endstufe der Nitrifikation, also des Abbaus organischer Stickstoffsubstanzen, ständig im Boden produziert und andererseits wird es absichtlich in Form von Düngemitteln ausgebracht. Durch Auswaschung gelangt unter anderem auch Nitrat in das Grundwasser. In Lebensmitteln tierischen Ursprungs sind die Nitratgehalte eher niedrig, da Nitrat nicht gespeichert wird, jedoch werden manchen Fleisch- und Fischerzeugnissen Nitrate als Lebensmittelzusatzstoffe zugesetzt.

Die umweltbedingte Kontamination von Lebensmitteln macht den weitaus größten Anteil der Nitratbelastung aus, daher sollten vor allem landwirtschaftliche Risikofaktoren wie zu hohe Viehbesatzdichte, ungünstige Fruchtfolge oder Überdüngung beseitigt werden.

Nitrat per se ist nicht toxisch, entfaltet seine schädliche Wirkung aber nach Reduktion zu Nitrit ($\text{ADI} = 5 \text{ mg/kg Körpergewicht}$). Die akute Toxizität von Nitrit beruht auf einer Erschlaffung der glatten Muskulatur, einer Vasodilatation und einer Blutdrucksenkung. Zudem kann es zur Bildung von Methämoglobin kommen. In Lebensmitteln finden und bilden sich durch die Verarbeitung vor allem Nitrosamine, welche vorwiegend Schäden im Knochenmark und im lymphatischen Gewebe induzieren können (BODENMÜLLER 2000).

Eine mehrwöchige Verabreichung von Nitrit mittels Trinkwasser führte an Versuchstieren zu histopathologischen Veränderungen des Herzmuskels, der Lunge, der Milz, der Nieren sowie der Nebennieren (BOINK ET AL. 1995).

9.2. Persistente lipophile Umweltschadstoffe

Persistente Umweltschadstoffe zeichnen sich sowohl durch hohe chemische, als auch durch hohe biologische Stabilität gegenüber dem biotischem Metabolismus aus (PARLAR und ANGERHÖFER 1991). Zusammen mit einer unkontrollierten Ausbringung in ökologische Systeme führt dies zu einer ubiquitären Verbreitung in der Umwelt. Besitzen diese Stoffe zusätzlich eine hohe Lipophilie, akkumulieren sie in Fettkompartimenten und reichern sich in der Nahrungskette an. Dies kann dann schließlich chronisch-toxische Wirkungen hervorrufen. Persistenz und Lipophilie sind von entscheidender Bedeutung für das Risikopotential von Umweltschadstoffen. Je ausgeprägter diese beiden Eigenschaften sind, desto stärker ist die Tendenz zur Bioakkumulation, also zur zunehmenden Anreicherung der Verbindungen im Verlauf der Nahrungskette, die zu einer wachsenden chronischen Belastung der Konsumenten höherer Ordnung führt. Derartige Verbindungen gelangen in der Regel über atmosphärischen Eintrag auf Pflanzen und werden mit diesen verfüttert (MCLACHLAN 1996). Persistente lipophile Umweltschadstoffe können im Organismus nicht oder nur sehr langsam abgebaut werden und reichern sich daher vor allem im Fettgewebe an. Der Mensch als letztes Glied der Nahrungskette vollzieht dabei den weitaus größten Anreicherungsschritt und ist deshalb der höchsten Belastung ausgesetzt (MOSER 1998).

9.3. Gesundheitsgefahren durch Trinkwasser

Trinkwasser ist wohl das wichtigste „Lebensmittel“ des Menschen. Durch die zunehmende Umweltverschmutzung lassen sich immer mehr Verunreinigungen im Trinkwasser nachweisen, welche weder durch die Chlorierung des Oberflächenwassers noch durch die Filterung des Grundwassers durch verschiedene Erdschichten beseitigt werden können. In zunehmendem Maße finden sich im Trinkwasser Nitrat, Arsen, Cadmium, Selen und weitere gesundheitsgefährdende Stoffe. Nach deren Inkorporation reichern sich diese Gifte im Gewebe an, beeinträchtigen das Nerven- und Immunsystem, sind häufig krebserregend und allergieauslösend.

Im Bereich der konventionellen Landwirtschaft ergeben sich potentielle Gewässergefährdungen u.a. durch die Nutzung von stickstoff- und phosphorhaltigen Düngemitteln als auch von Pflanzenschutzmitteln.

Eine Auswertung mit 40 Vergleichsuntersuchungen zum Nitrataustragspotential und zum Nitrataustrag zeigt, dass bei biologischer Bewirtschaftung in nahezu allen Fällen niedrigere Nitratmengen verlagert bzw. ausgetragen wurden (HAAS ET AL. 2001). Mit dem Verbot der Anwendung jeglicher chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel im biologischen Landbau ist die wiederholt festgestellte Trinkwasserbelastung und -gefährdung durch Dünge- und Pflanzenschutzmittel und ihrer Metaboliten hier so gut wie ausgeschlossen. Grund- und Oberflächengewässer, in deren Einzugsgebiet biologisch gewirtschaftet wird, sind nicht oder in deutlich geringerem Umfang mit Dünge- und Pflanzenschutzmitteln belastet als solche, deren Umland konventionell bewirtschaftet wird (HABER 1997).

9.4. Verpackungsmaterialien und –arten

Heutzutage dienen viele unterschiedliche Stoffe als Verpackungsmaterialien. Neben Papier und Pappe kommen Glas-, Keramik- und Holzverpackungen, Folien aus Metall oder Kunststoff und Hartverpackungen aus Metall, Schaum- und Kunststoffen zum Einsatz. Die Mehrheit der Kunststoffverpackungen bestehen aus den Verbindungen Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) und Polystyrol (PS), welche grundsätzlich nicht gesundheitsgefährdend sind. Bei unsachgemäßer Verwendung können Verpackungen ihre Schutzfunktion verlieren. So löst sich z.B. bei Verwendung von Zeitungspapier die Druckerschwärze. Aus Kunststofffolien können sich Weichmacher oder Rückstände des krebserzeugenden Vinylchlorids aus Polyvinylchlorid (PVC) lösen. Als bedenklich gilt die Behandlung mit Schutzgasen nach erfolgter Verpackung (Stickstoff oder Kohlendioxid), welche das Wachstum von Mikroorganismen unterdrücken soll. Schutzgasbehandlungen sind im biologischen Landbau nicht zugelassen (PETERSEN 1997).

Dass Verpackungsmaterialien gesundheitsschädliche Stoffe enthalten können, zeigt eine vom BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND im Juli 2004 veröffentlichte Kurzstudie. Das Institut für Toxikologie der Universität Würzburg untersuchte 35 Proben Babynahrung und Fruchtsäfte. Es fanden sich in 28 von 35 Proben Kontaminationen von 2-Ethylhexansäure (2-EHA). Das Forscherteam vermutet, dass diese Kontaminationen aus den Deckeln der Gläschen und Flaschen stammen. Die Salze der 2-Ethylhexansäure werden bei der Herstellung von Dichtmassen als Stabilisatoren verwendet. Dadurch soll Hitzestabilität der Dichtungen erreicht werden. 2-EHA wirkt bei höherer Dosierung im Tierversuch fruchtschädigend (www.bfr.bund.de).

9.5. Muttermilch, die optimale Ernährung für den Säugling?

Die Natur hat in der Muttermilch alle Nähr- und Spurenelemente richtig kombiniert. Daher werden gestillte Kinder seltener krank. In der Muttermilch finden sich unter anderem jede Menge Immunglobuline.

Bei Routineuntersuchungen von Muttermilch wurden immer wieder Rückstände von Pflanzenschutzmitteln, wie DDT, Hexachlorbenzol etc. aufgespürt (SMITH 1999).

Schon während der Schwangerschaft ist die Qualität der Nahrung für die spätere Entwicklung des Säuglings von Bedeutung. Schwangere sollten möglichst biologische Kost zu sich nehmen. Diese These bestätigt auch eine französische Studie, die zeigte, dass die Milch vorwiegend biologisch ernährter Mütter weniger stark mit Metaboliten von DDT belastet war (AUBERT 1987).

In einer Studie des Paracelsus-Spitals Richterwill (Schweiz) ernährten sich Wöchnerinnen vorwiegend biologisch. Milch von Frauen, die sich vorwiegend biologisch ernährten, zeigte einen deutlich höheren Gehalt an ungesättigten Fettsäuren (v.a. Omega-3-Fettsäuren und konjugierte Linolsäuren). Keine Unterschiede konnten im Gehalt an Eisen, Calcium, Lactoferrin und Vit. K gefunden werden. Die Pestizidbelastung der Muttermilch sank mit dem prozentuellen Anstieg an biologisch erzeugten Lebensmitteln in der Nahrung (RIST 2003).

10. Qualitätserfassung bei Bioprodukten

10.1. Grundprinzipien des biologischen (ökologischen) Landbaus

10.1.1. Geschichte

DR. RUDOLF STEINER (Begründer der Anthroposophie), der 1924 in seinem Vortrag über „Geisteswissenschaftliche Grundlage zum Gedeihen der Landwirtschaft“ die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise begründete, gilt als Vater des Biolandbaus.

10.1.2. Leitgedanke

„Eins mit der Natur“ gilt als der Leitgedanke der biologischen Landwirtschaft.

International wird biologischer (ökologischer) Landbau in den Basisrichtlinien der International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) definiert. Als Kriterien werden die Arbeit im Einklang mit dem natürlichen Ökosystem, die Förderung und Verstärkung biologischer Zyklen, Kriterien für die Tierhaltung, die Vermeidung von Umweltbelastungen, der Erhalt der genetischen Vielfalt und der Schutz von Lebensräumen, die Erzeugung ausreichender Mengen für die Ernährung der Bevölkerung, die Gewährleistung der Lebensqualität entsprechend den Menschenrechten sowie soziale Forderungen genannt.

Der ökologische Landbau hat durch die Schaffung und Erhaltung vielgestaltiger und artenreicher Kulturlandschaften eine große Bedeutung für den Naturschutz (HABER 1997). Die Artenzahl auf biologisch bebauten Ackerflächen ist in der Tat doppelt bis dreifach so hoch wie auf konventionell bebauten, und zahlreiche der im Rückgang begriffenen und vom Aussterben bedrohen Arten siedeln sich auf den biologisch bearbeiteten Grün- und Ackerflächen wieder an (WEIGER 1997). Biologischer Landbau trägt zum Naturschutz bei. Auf biologisch bewirtschafteten Feldern und Randzonen finden sich viele Rote-Liste-Arten, sowohl an Pflanzen als auch an Kleintieren. Biobauern erklären sich oft dazu bereit natürliche Biotope zu erhalten und bewirtschaften nur ca. 90 % der vorhandenen Fläche ihrer Felder (VAN ELSEN 2000). Die Auswertung von 25 verschiedenen Vergleichsuntersuchungen ergaben in allen Fällen eine bis zu fünfmal höhere Anzahl von Wildkrautarten auf biologisch bewirtschafteten Flächen (FRIEBEN ET. AL 1994). Die im allgemeinen vielfältigere Gestaltung der Fruchtfolge und der Verzicht auf synthetische Agrochemikalien im ökologischen Landbau haben zu einer höheren Diversität der Fauna und Flora im Agroökosystem geführt (LINCKH ET AL. 1997). Der ökologische (auch biologische) Landbau gilt als Bewirtschaftungsart mit dem höchsten „Ökologierungsgrad“ (PESENDORFER 1998). Es handelt sich um die bislang einzige Form des praktizierten umweltverträglichen Landbaus. Für die Sicherung von Boden, Wasser, Luft, Tier- und Pflanzenarten leistet der biologisch (ökologische) Landbau mehr als alle anderen Anbausysteme (VEITH 1996). Durch gezielte Fruchtfolge und sorgfältige Bodenpflege werden die Böden gesund und fruchtbar erhalten. Struktur- und fruchtbarkeitsgefährdende Bodenabträge werden vermieden, und es kommt auch kaum zu Belastungen der Gewässer und des Grundwassers mit Phosphat, Nitrat oder Pestiziden. Gleiches gilt in Folge auch für die Belastung von Nahrungsmitteln (WEIGER 1997). Die ökologischen Vorteile einer Landwirtschaft, die den Regeln eines biologischen Anbaus folgt, sind unbestritten.

In den Untersuchungen von MÄDER ET AL. (2002) waren die Bodenfruchtbarkeit und die Biodiversität bei den biologischen Anbausystemen deutlich höher und weniger beeinflusst von äußeren Imports.

Auch die sozialen Strukturen landwirtschaftlich geprägter Gebiete könnten durch eine Umstellung auf biologisch (ökologische) Bewirtschaftung profitieren. Die Existenz landwirtschaftlicher Klein- und Mittelbetriebe würde gesichert, und es könnten neue Arbeitsplätze im ländlichen Raum geschaffen werden.

10.1.3. Kennzeichen des konventionellen Landbaus

Kennzeichen des konventionellen Landbaus ist eine intensive Bodennutzung, Entkoppelung von Vieh- und Ackerbau, hoher Kapital- und Energieeinsatz sowie Monokulturen bzw. vereinfachte Fruchtfolgen. Der Einsatz von leichtlöslichen mineralischen Stickstoffdüngern ist erlaubt, ebenso sind Wachstumsregulatoren üblich. Im Pflanzenschutz werden alle nach dem Pflanzenschutzmittelgesetz erlaubten Maßnahmen zur Schadensabwehr genutzt. Genetisch verändertes Saatgut und Futtermittel befinden sich im Einsatz. Produktmenge, Verarbeitungseignung und marktgerechte Qualität der Produkte sind wichtige Kriterien (CZYBULKA 1998).

10.1.4. Gesetzliche Grundlagen

In der Europäischen Union wurde der biologische (ökologische) Landbau im Jahre 1992 durch die EG-Verordnung 2092/91 auf der Basis der IFOAM-Richtlinien gesetzlich geregelt. Hinsichtlich der Förderungen des biologisch (ökologischen) Landbaus bestehen jedoch innerhalb der einzelnen Staaten erhebliche Unterschiede. Für Rückstände von Pflanzenschutzmitteln ist in der Rückstands-Höchstmengenverordnung (RHmV) eindeutig festgelegt, welche Pestizide in welcher Menge in einem pflanzlichen Produkt enthalten sein dürfen. Zulässige Höchstmengen für Schwermetalle, die zum einen über Abgase, zum anderen über Klärschlamm in den Boden kommen, sind in der seit 2001 geltenden EG-Verordnung 466/2001 verankert. Die Aufbringung von Klärschlamm ist biologisch (ökologisch) arbeitenden Betrieben verboten.

Österreich war das erste Land der Welt, welches staatliche Richtlinien für die biologische Landwirtschaft festlegte. Bereits im Jahre 1983 wurden entsprechende österreichische Erlässe beschlossen, 1989 wurden sie in den Codex Austriacus, dem österreichischen Lebensmittelbuch, aufgenommen. Daher hat Österreich auch den größten Anteil an Bio-Betrieben in Europa. Über 10 % aller Landwirte produzieren bereits nach den Prinzipien des biologischen Landbaus.

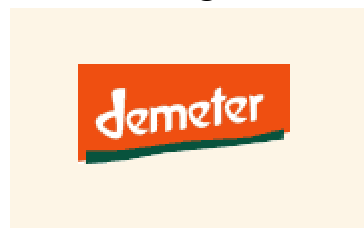
In Ergänzung zur VO 2092/91 (1991) und dem Lebensmittel-Codex, Kapitel A.8, sind privatrechtliche Regelungen vorhanden, die Mindestanforderungen weiter spezifizieren. Es sind das die Richtlinien von Markenzeicheninhabern an ihre Lieferanten und Lizenznehmer sowie die Vertragsbedingungen der AMA (Agrar Markt Austria, eine dem Bundesministerium für Umwelt, Land-, Forst- und Wasserwirtschaft nachgelagerte Behörde). Für die tierische Produktion gilt seit 1999 zudem die EU-Verordnung 1804/99.

Zahlreiche Biobauern in Österreich gehören einem der verschiedenen Bioverbänden an, die sich selber noch strengeren Richtlinien unterwerfen. Repräsentativ dafür sind die Produktionsrichtlinien für den organisch-biologischen Landbau des „Ernte für das Leben“ Verbandes, dem 90 % aller Verbands-Biobauern angehören, und die in Grundzügen wie folgt lauten:

- Die verwendeten Zusatzstoffe (Dünger) dürfen ausschließlich aus dem natürlichen Kreislauf stammen (das heißt, es dürfen keine chemisch-synthetischen Stoffe und Herbizide verwendet werden) und müssen mit boden- und naturgerechten Methoden ausgebracht werden.
- Die Anbauflächen dürfen keinen hohen und andauernden schädlichen Umwelteinflüssen ausgesetzt sein, dies ist durch Bodenanalysen zu gewährleisten.
- Für die Tierzucht sind Mindeststallflächen und regelmäßiger Weidegänge vorgeschrieben.

Alle österreichischen Biobetriebe werden einer jährlichen Kontrolle durch unabhängige Kontrollstellen unterzogen, welche von der Lebensmittelbehörde anerkannt sind.

Zu den wichtigsten Anbauverbänden Österreichs zählen:



Demeter Bund
Hietzinger Kai 127/2/31
1130 Wien
<http://www.demeter.at>



Ernte-Verband der organisch-biologisch wirtschaftenden Bauern
Europaplatz 4
4020 Linz
<http://www.bio-ernte.at>



Erde und Saat
Harnriederstr.8
4132 Lembach
http://www.oekoland.at/erde_saat



Freiland-Verband
Wickenburggasse 14
1080 Wien
<http://www.bioclub.at/club06.htm>



ORBI Fördergemeinschaft für gesundes Bauerntum
Nöbauerstraße 22
4060 Leonding
<http://www.bioclub.at/club05.htm>



Verein organisch-biologisch wirtschaftender Bauern Weinviertel
-
2053 Peigarten 52
<http://www.oekoland.at/kettler>



Ökowirt Informationsservice für Bauern und Konsumenten
Feyregg 39
4552 Wartberg
<http://www.oekoland.at/oekowirt/default.htm>



Kopra Konsumenten Produzenten AG
Hirschgraben 15
6800 Feldkirch
<http://www2.vol.at/KOPRA>



Hofmarke Dachverband für biologische Landwirtschaftliche
Direktvermarktung
Hausmanning 43
4560 Kirchdorf
<http://www.hofmarke.at>



ARGE-Bioland
Wickenburggasse 14/9
1080 Wien
<http://www.bioclub.at/club02.htm>



Verband für biologisch wirtschaftende Ackerbaubetriebe Österreichs
2275 Bernhardsthal 98
-
<http://www.bioclub.at/club07.htm>



Austria Biokontrollzeichen
Dresdner Straße 17
1201 Wien
<http://www.ama.at>



Verein zur Förderung und Entwicklung des Naturkostfachhandels in
Österreich
Rosensteingasse 84/12
1170 Wien
<http://www.oekoland.at/vnoe>

Das AMA-Bio-Gütesiegel ist eine privatrechtliche Vereinbarung zwischen AMA-Marketing GmbH und Lizenznehmern. Die Kernvereinbarung besagt, dass Rohstoffe zu 100 Prozent aus

Österreich stammen müssen, sofern diese auch dort erzeugt werden können. Ist letzteres nicht der Fall, darf der jeweilige Rohstoffanteil maximal ein Drittel des Gesamtgewichtes betragen.

10.1.5. Bioschwindel

Vorsicht ist angebracht, wenn Begriffe wie *kontrolliert* oder *naturnaher Anbau*, *naturrein* oder *umweltgerecht* verwendet werden. Es handelt sich dabei nicht um Bioprodukte.

10.1.6. Biokennzeichnung

Die Kennzeichnung ist gesetzlich geregelt und lautet wie folgt: Nur Bio-Produkte dürfen die folgenden Hinweise wie „aus (kontrolliert) biologischem/ökologischem Anbau/Landbau“ oder „aus (kontrolliert) biologischer/ökologischer Landwirtschaft“ tragen. Die EU-Codenummer bei pflanzlichen Produkten (in Österreich AT, in Deutschland DE plus dreistellige Zusatzzahl) garantiert die Herstellung nach den Richtlinien der Verordnung 2092/91. Regionale Gütezeichen entsprechen der EU-Verordnung und erfüllen regionale Zusatzkriterien.

Bei Ab-Hof-Verkäufen sollte die Kontrollnummern des Erzeugers oder das Zertifikat der Kontrollstelle ersichtlich sein.



Bioprodukte sollten deutlich sichtbar das EU- Bio-Kontrollzeichen aufweisen.



Dieses garantiert Bio-Qualität nach den Richtlinien 2092/91.

10.1.7. Kontrollstellen

In der EU wird die Einhaltung der Richtlinien nach VO 2092/91 bei Biobauern, Verarbeitern und Händlern mindestens 1x jährlich unangemeldet von unabhängigen, staatlich autorisierten Kontrollstellen überprüft. In Österreich ist das Bundesministerium für Sicherheit und Generationen für die Umsetzung der VO 2092/91 sowie für die Zulassung und Überwachung der privaten Kontrollstellen zuständig.

In Österreich sind derzeit sieben Kontrollstellen zugelassen und akkreditiert:

- Austria Bio-Garantie www.abg.at
- Verband Kontrollservice Tirol www.biko-tirol.at
- BIOS Biokontrollservice Österreich www.bios-kontrolle.at
- Lacon GmbH www.lacon-institut.com
- SGS-Austria Control-Co. GESmbH www.sgsaustria.at
- Salzburger landwirtschaftliche Kontrolle www.slk.at

- LVA Lebensmittelversuchsanstalt www.lva.at

Das Bio-Kontrollsystem nach VO 2092/91 läßt sich u. a. charakterisieren durch (STÜRZLINGER 1998):

- Die institutionelle Trennung von Beratung und Kontrolle/Zertifizierung.
- Die personelle Trennung von betrieblicher Kontrolle und Zertifizierung in der Kontrollstelle (Vier-Augen-Prinzip).
- Den auf der Prozesskontrolle liegenden Schwerpunkt aller Verfahren: von der Urproduktion bis zur Vermarktung des Bio-Produktes, d.h. das keine ausschließliche Kontrolle des Endproduktes stattfindet.

10.2. Lebensmittelqualität

Aufgrund der Komplexität des Begriffes läßt sich kein allgemein gültiger Qualitätsbegriff definieren. Lebensmittelqualität wird als die Summe sämtlicher bewerteter (bewertbarer) Eigenschaften eines Lebensmittels definiert und in Qualitätskategorien aufgegliedert. Dabei handelt es sich um eine Bewertung mit subjektivem Charakter und in der Fachliteratur existiert eine Fülle von verschiedenen Teilqualitäten oder Synonymen. Qualitätsvorstellungen von Erzeugern, Händlern, Wissenschaftlern und Verbrauchern sind selten oder nie deckungsgleich. Wissenschaftlich ist der Begriff „Lebensmittelqualität“ nicht einfach zu definieren, da er eine Vielzahl von unterschiedlichen Aspekten beinhaltet und zudem einem ständigen Wandel unterworfen ist. Früher galt der Nährwert (Energiegehalt) als wichtigstes Qualitätskriterium, heute steht die Verarbeitbarkeit und die Eignung als Nährstofflieferant im Vordergrund.

10.2.1. Eignungswert

Für den Produzenten, den Handel als auch für den Verarbeiter ist der Eignungswert von großer Bedeutung. Hierbei spielen die EU-weit gültigen Handelsklassen (Einteilung nach Größe, Form, Einheitlichkeit, Frische, Farbe, Abwesenheit von Verschmutzung oder mechanische Beschädigung), welche über die Nahrungsmittelqualität des Produktes wenig oder nichts aussagen, eine große Rolle, da diese letztendlich über den zu erzielenden Preis entscheiden (TAUSCHER ET AL 2003).

10.2.2. Genusswert

Entspricht der sensorischen Qualität. Dabei sind Farbe, Form, Geruch, Geschmack und Konsistenz der Lebensmittel von Bedeutung. Diese Eigenschaften erweisen sich aber als schwer zu bewerten, da sie bisher noch unzureichend objektivierbar sind.

10.2.3. Gesundheitswert

Der gesundheitliche Wert von Nahrungsmitteln wird grundsätzlich durch die Energie- und Nährstoffgehalte wie z.B.: Fett, Eiweiß, Kohlenhydrate, Vitamine und Mineralstoffe bestimmt. Aber auch sekundäre Pflanzenstoffe spielen eine Rolle für den gesundheitlichen Wert. Aus Sicht der Ernährungswissenschaft und der Medizin stellt der Gesundheitswert den wesentlichen Aspekt der Lebensmittelqualität dar. Der Gesundheitswert wird über die Summe wertgebender und wertmindernder Inhaltsstoffe beurteilt (LEITZMANN UND SICHERT 1984).

Tabelle 8: Qualitätsbeeinflussende Inhaltsstoffe oder Eigenschaften von Lebensmitteln

(LEITZMANN UND SICHERT 1984)

wertgebend	wertmindernd
Energiegehalt	Pathogene Mikroorganismen
Nährstoffe	Toxine
Ballaststoffe	Antinutritive Faktoren
Aroma- u. Duftstoffe	Verunreinigungen
Schutzsubstanzen	Rückstände
u.a.	u.a.

Die ernährungsphysiologische Qualität kann in übliche und zusätzliche Kriterien eingeteilt werden (Tab. 9). Wirtschaftlich gesehen sind diese Kriterien weitgehend uninteressant, da sie keinen Einfluss auf das Preisgeschehen haben.

Tabelle 9: Kriterien ernährungsphysiologischer Lebensmittelqualität

(VON KÖRBER ET. AL. 1987)

Übliche Kriterien	Zusätzliche Kriterien
Energiegehalt	Nährstoffdichte
Gehalt an Hauptnährstoffen	Verhältnis der Nährstoffe zueinander
Gehalt an essentiellen Inhaltsstoffen	Energiedichte
Mikroorganismengehalt	Ergänzungswert / Biologische Wertigkeit
Schadstoffgehalt (Fremdstoffe, Toxine)	Sättigungswert
Bekömmlichkeit, Verträglichkeit	Verdaulichkeit
	Ballaststoffgehalt
	Gehalt an weiteren gesundheitsfördernden Substanzen

Die ernährungsphysiologische Bedeutung vieler Inhaltsstoffe ist jedoch noch unbekannt!

10.2.4. Innere Qualität

Die „Innere Qualität“ stellt einen umfassenden Qualitätsbegriff mit überprüfbaren Parametern, der sowohl den Bedürfnissen ökologischer Produzenten als auch dem der Konsumenten entspricht, dar und wurde an zwei Untersuchungen mit Äpfeln entwickelt (BLOKSMA ET AL. 2004). Unter anderem werden Zuckergehalt, Säuregehalt, Fruchtfleisfestigkeit und fruchtinterne, physiologische Störungen (Fleischbräune, Gehäusefäulnis) beurteilt.

10.3. Qualitätsbeurteilung

Chemisch-analytische oder physikalisch nachweisbare Inhaltsstoffe oder Eigenschaften stehen im Mittelpunkt der wissenschaftlichen Qualitätsbeurteilung. In der biologischen produktbezogenen Qualitätsbeurteilung spielt die Methodenauswahl und -kombination eine wichtige Rolle.

10.3.1. Gängige Qualitätserfassungsmethoden im Überblick

Methode	Bezugssystem	Prüfinhalt
Chemische Analyse	Zustand	Wertgebende und wertmindernde Inhaltsstoffe
Bio-Physikalische Methoden	Lichtspeicherkapazität Energiesstatus	Bio-Photonenemission Elektrochemische Messungen (P-Wert)
Physiologische Methoden	Haltbarkeit	Selbstzersetzungstest Enzymaktivität
Bildschaffende Methoden	Vitalaktivität	Chromatographie Kupferchloridkristallisation Steigbildmethoden
Tierversuche	Futtereinflüsse	Futterwahlversuche Fertilitätsuntersuchungen
Mikrobiologische Untersuchungen	Wirkung	Zersetzungstest Mikrobiologische Besiedelung

10.3.1.1. Chemische Analyse

Inhaltsstoffe können sowohl qualitativ als auch quantitativ nachgewiesen werden. Leider können keine Informationen über Wechselwirkung in lebenden Systemen gegeben werden, da die Ergebnisse durch Aufspaltung in Einzelkomponenten erzielt werden (AUERSWALD 1997). Die Wirkung im Organismus wird ebenfalls nicht erfasst.

10.3.1.2. Biophysikalische Methoden

Die **elektrochemische Messung des P-Wertes** zeigt den Energiestatus. Die bioelektrischen Parameter pH-Wert, Redoxpotential und elektrische Leitfähigkeit werden in Säften gemessen und durch eine empirische Formel zu einem Indexwert (P-Wert) zusammengefasst, der sich in Mikrowatt ausdrücken lässt. Als Messgerät wird ein Bio-Ionostat verwendet.

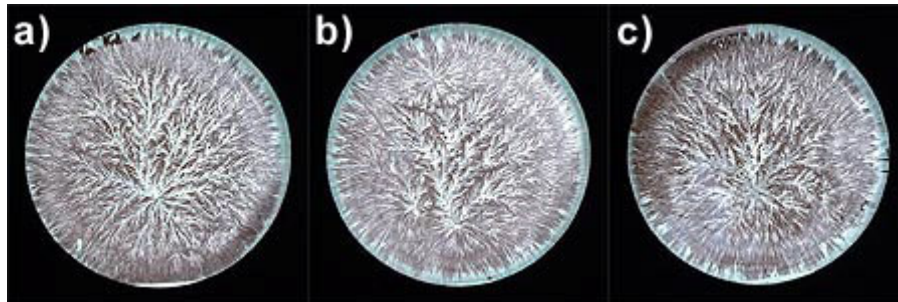
Die **Biophotonen-Messung** basiert auf der Tatsache, dass alle Lebewesen eine Photonenstrahlung aussenden. Mit einem Photonenmessgerät wird die Zahl der Lichtquanten pro Sekunde registriert. Die Proben werden mit Licht oder Schall beeinflusst. Die Lichtemission klingt dabei mit fortschreitender Zeit ab (delayed luminescence, DL), wobei die Intensität und Abklingkinetik der emittierten Strahlung in Abhängigkeit des untersuchten Materials variieren. Die Qualität der Proben steigt, je niedriger die Biophotonenzahl in der unbeeinflussten Probe ist, je höher die Intensität der Homogenate ausfällt und je langsamer die Abklingkurven nach Anregung relaxieren.

10.3.1.3. Bildschaffende Methoden

Mit der **Kupferchloridkristallisation** wird die typische Fähigkeit der organischen Welt, Gestaltbildung zu erwirken, erfasst. Der zu analysierenden Flüssigkeit (Pflanzensäfte, Milch etc.) wird Kupferchloridlösung zugesetzt. Die Lösung kristallisiert auf einer Glasplatte aus. Als Ergebnis erhält man geordnete, substanzspezifische Kristallstrukturen, die für jedes Probenmaterial charakteristisch sind. Während diese Kristallmuster früher visuell ausgewertet wurden, gibt es heute hochspezifische Computerprogramme.

Abbildung 2: Kristallisationsbilder von Äpfeln verschiedener Ertragsniveaus

(aus Parameters for Apple Quality, BLOOKSMA ET. AL. (2004))



Die Kupferchloridkristallisation und andere bildschaffende Methoden wurden bislang in einer Reihe von Vergleichstudien unterschiedlicher Anbaumethoden eingesetzt. Geübte Personen konnten dabei verschlüsselte Proben von Produkten aus ökologischem und konventionellem Anbau unterscheiden (SCHMIDT 1998). Das Schweizer Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL) hat beispielsweise die Kristallisationsbilder von Äpfeln der Sorte Golden Delicious aus biologisch-dynamischem und konventionellem Anbau verglichen. Die Bioäpfel zeigten dabei feine, vielfach verzweigte Kristallnadeln, die die Glasplatte dicht bedeckten, während die konventionell angebauten Äpfel ein deutlich gröberes Kristallmuster und dickere Nadeln aufwiesen.

10.3.1.4. Mikrobiologische Untersuchungen

Zersetzungstests werden in der Literatur bereits 1939 von VOGEL beschrieben. Geriebenes Pflanzenmaterial wird 1 bis 4 Wochen in Petrischalen bei Zimmertemperatur gelagert. Zersetzungsintensität, Mikroorganismenbefall und Farbveränderungen werden bestimmt. Andere Forscher bestimmten zusätzlich die Trockenmasse und modifizierten und standardisierten diesen Test. Nach einer definierten Zeitspanne werden die Proben bei 85°C getrocknet, um den Trockensubstanzverlust und somit die Haltbarkeit zu ermitteln.

10.3.1.5. Verkostungstests-Geschmack

Der erweiterte Dreieckstest bietet sich an. Er wurde von JELINEK (1985) beschrieben: drei Proben, von denen 2 ident sind werden angeboten. Es soll die abweichende Probe erkannt und beschrieben werden. Auf diese Weise können objektive-Unterscheidbarkeit und subjektive-Beliebtheit getestet werden.

10.3.1.6. Futterwahltests und Fütterungsversuche

Bei **Futterwahlversuchen** wird die Wirkung von Lebensmitteln auf das instinktive Fressverhalten von Tieren (Ratten, Kaninchen, Hühner) untersucht. Die Versuchstiere dürfen dabei zwischen gleichartigen Produkten aus biologischen und konventionellen Anbausystemen wählen. Die Präferenz wird durch die Bestimmung der gefressenen Menge pro Tag ermittelt. Alles fressende Laborratten sind aufgrund ihres wählerischen Fressverhaltens besonders gut für Futterwahlversuche geeignet.

Studien zeigen, dass Ratten bei Karotten, Roten Rüben, Weizen und Äpfeln die biologischen Erzeugnisse eindeutig bevorzugen (PLOCHBERGER 1989, VELIMIROV 2001). Worauf diese Bevorzugung zurückzuführen ist, wurde nicht untersucht, jedoch scheinen auch Säure- und Zuckergehalt der Produkte eine Rolle zu spielen (VELIMIROV 2001).

In **Fütterungsversuchen** wird eine Gruppe von Labortieren mit Biogemüse gefüttert, die Kontrollgruppe mit gleichen Erzeugnissen aus konventionellem Anbau. Der Einfluss des Futters auf die Leistungsfähigkeit der Tiere wird untersucht. Diese wird durch Unterschiede in Gewichtsentwicklung und Fruchtbarkeit dokumentiert.

10.3.1.7. Nachernteverhalten

Zur Kontrolle des Nachernteverhaltens pflanzlicher Nahrungsmittel werden zum einen Wasser- und Substanzverluste, Anreicherung schädlicher Stoffe (Nitrat, Amine, Mykotoxine) und Anfälligkeit für mikrobielle Infektionen untersucht. Zum anderen läßt sich das Lagerungsverhalten durch Abbau oder Umbau von Inhaltsstoffen und die strukturelle Beschaffenheit (z.B. Festigkeit) charakterisieren.

Im konventionellen Anbau sind Nacherntebehandlungen wie künstliches Wachsen oder Fungizidapplikation zur Reduzierung von Lagerverlusten üblich. Die Lagerfähigkeit biologisch erzeugter Produkte wird im ganzheitlichen Ansatz jedoch als ein im Produkt selbst determinierter Qualitätsaspekt angesehen. Das Nachernteverhalten hängt demnach direkt mit den Umwelt- und Wachstumsbedingungen der Pflanze zusammen.

Nach AHRENS (1988) begünstigen unter anderem eine hohe Gewebe- und Schalenfestigkeit, und hohe Vitamin- und Gesamtzuckeranteile die Lagerungsstabilität. Ungünstig wirken sich dagegen hohe Stickstoff- und Nitratgehalte aus. Biologisch (ökologisch) erzeugte Produkte schneiden hinsichtlich Verderbnis und Schrumpfung deutlich besser ab. Des weiteren bauen sie Vitamin C langsamer ab und werden an der Oberfläche weniger mit Mikroorganismen besetzt.

Zur Charakterisierung des Nachernteverhaltens lassen sich direkte und indirekte Parameter heranziehen:

Direkte Parameter:

- Schwund (Wasser- und Substanzverluste)
- Anreicherung schädlicher Stoffe (z.B. Nitrit, Amine, Nitrosamine, Mykotoxine)
- mikrobielle Infektionen

Indirekte Parameter:

- physiologische (Atmungs-, Enzym- und Hormonaktivitäten und damit zusammenhängende Abbau oder/und Umbau von Inhaltsstoffen)
- strukturelle (Beschaffenheit des Abschlussgewebes, Festigkeit, Turgeszenz)
- resistenzbiologische (Gehalt bzw. Bildung von Abwehrstoffen)

Das Kriterium Nachernteverhalten wird bislang erst wenig für die Qualitätsbeurteilung von pflanzlichen Erzeugnissen genutzt. Ergebnisse lassen sich jedoch direkt in Bezug zum Gesundheits- und Genusswert setzen.

MOLL (1995) untersuchte das Nachernteverhalten von organisch im Vergleich zu mineralisch gedüngten Möhren. Er fand Tendenzen zu geringeren „Atmungsintensitäten“ und Selbstzersetzungsverlusten bei organischer Düngung. Bei einer Intensivierung der mineralischen Düngung konnte ein Trend zu höherer Umsetzung nachgewiesen werden, bei Intensivierung der organischen hingegen beobachtete er gegenteilige Tendenzen. Durch zunehmende Stickstoffdüngung werden die Gehalte an wertgebenden und wertmindernden Inhaltsstoffen dahin verändert, dass die Produkte mehr Nitrat und vermehrt freie Aminosäuren enthalten. Die Gehalte an Zucker und Ascorbinsäure nehmen ab (SCHUPPAN 1976).

10.3.2. Ganzheitliche Lebensmittelqualitätsbeurteilung

LEITZMANN (1991) vertritt die Auffassung, dass es notwendig ist, immer sehr viele Aspekte eines Produktes – also ganzheitliche, ökologische, ethische und soziale Gesichtspunkte – zu beurteilen.

Die Bezeichnung „ganzheitlich“ wurde zunächst für Methoden der Qualitätsuntersuchung gewählt, die sich vom mainstream der chemisch-analytischen Lebensmitteluntersuchung unterschieden, ohne dass eine bestimmte Eingrenzung erfolgte (MEIER-PLOEGER ET AL. 1991).

Auch Studien mit/an lebenden Systemen wie Mensch und Tier zur Erfassung der Qualität von Lebens- und Futtermitteln können als ganzheitlich bezeichnet werden, da die Auswirkungen unterschiedlicher Qualitäten auf einen komplexen Organismus getestet werden (z.B. Futterwahlversuche, Fertilitätsuntersuchungen, Immunsystemveränderungen). Die Widerstandsfähigkeit von Pflanzen und deren Produkten ist durch Lagertests und Stresstests zu erfassen. Dabei wird die ganze Frucht als Indikator für den Erhalt der Struktur gewählt.

Ganzheitliche Ansätze zur Erfassung der Lebensmittelqualität basieren auf komplementären naturphilosophischen Theorien, die über die üblichen naturwissenschaftlichen Sichtweisen hinaus gehen. Diese wurden u.a. von Vertretern sogenannter „alternativer Ernährungsformen“ formuliert. Sie bedingen andere Methoden, die als komplementär (ergänzend) zu den heute gebräuchlichen chemischen, biochemischen, mikrobiologischen und physikalischen Methoden zur Qualitätserfassung von Lebensmitteln eingesetzt werden. Ganzheitliche Methoden aus naturphilosophischer Sicht setzen sich mit der Frage auseinander „Was ist Leben“ und „Welche Eigenschaften müssen Lebensmittel haben, die den Lebensprozess unterstützen“ gemäß dem zugrunde liegenden Natur- und Menschenbild. Entsprechende philosophische und theoretische Ansätze haben z.B. MAX BIRCHNER-BRENNER und RUDOLF STEINER geliefert und damit die ganzheitliche Forschung inspiriert.

10.3.3. Die „Qualität“ pflanzlicher Produkte

Mit den derzeitig zur Verfügung stehenden Untersuchungsmethoden kann gezeigt werden, dass die biologische Bewirtschaftungsweise – bei einem deutlich geringeren Hilfsmittelleinsatz – zumindest gleichwertige und sehr oft sogar belegbar günstigere „Produktqualitäten“ erreicht. Es wird aber deutlich, dass noch viele weitere Untersuchungen nötig sind, um das von Konsumenten und Konsumentinnen in Befragungen am häufigsten genannte Kaufmotiv „höherer Gesundheitswert von Bioprodukten“ wissenschaftlich detailliert zu belegen (ÖLSCHLÄGER 2004).

10.3.4. Gemüse

Die unveröffentlichte und in *Ecology and Farming* zitierte MAFF STUDIE zeigt mit einem Angebotsvergleich von 30 konventionellen und biologischen Stichproben pro Kultur, dass biologische Äpfel einen tendenziell höheren Vitamin C-Gehalt aufweisen und Biotomaten mehr Vitamin C und A besitzen. In Biokartoffeln wurde weniger Gesamtzucker, Vitamin C, Kalium aber mehr Zink, und nach Trocknung mehr Eisen und Calcium nachgewiesen (Anonym 1990).

In einer weiteren Studie wurden 4404 Obst- und Gemüseproben auf *Pestizidrückstände* mittels Gas-Chromatographie und spektroskopischen Methoden untersucht. 3 % der Proben waren Tiefkühlprodukte, 5 % stammten aus biologischem Anbau. Man fand Rückstände in 60 % der Obstproben und 18 % der Gemüseproben. Überdurchschnittliche hohe Werte fanden sich dabei in 6 % der Früchte und in 2 % des Gemüses. Bei den biologischen Proben wurden nur in 0,5 % erhöhte Werte festgestellt (POULSEN ET AL. 2002).

Die Lebensmittelüberwachungsanstalt Baden-Württemberg veröffentlichte im Jahr 2002 ein ÖKO-MONITORING-Programm, in welchem Rückstände von *Pflanzenschutzmitteln* und der Nachweis von Bestrahlung von biologisch erzeugten und konventionellen Lebensmitteln untersucht wurden, und kam zu folgendem Ergebnis: Die Rückstandsgehalte in Lebensmitteln aus biologischem Landbau unterscheiden sich von konventionell erzeugten Lebensmitteln signifikant. Während in konventionellen Lebensmitteln häufig Rückstände nachgewiesen wurden (im Jahr 2002 bei 75 %), waren Bio-Lebensmittel zu 93 % (209 von 224 Proben ohne Getreide und Säuglingsnahrung) ohne Befund. Als Berichtsgrenze (reporting level) wurde bei den biologischen Proben ein Gehalt von 0,01 mg/kg herangezogen (praktischer Nullwert). Dieser Wert wird seit vielen Jahren als ausreichend niedrig angesehen, noch geringere Gehalte werden in der Regel als unerheblich beurteilt. Bei den Untersuchungen des baden-württembergischen Öko-Monitorings zeigte sich darüber hinaus auch, dass Proben mit auffälligen Rückständen in aller Regel über eine oder mehrere Handelsstufen aus dem Ausland importiert wurden.

Im Zuge des ÖSTERREICHISCHEN LEBENSMITTELMONITORING 2002 wurden insgesamt 82.996 Proben auf Rückstände von *Schädlingsbekämpfungsmitteln* überprüft. 82.405 Proben davon erhielten den Befund, nicht oder kleiner als die Bestimmungsgrenze belastet. Von den restlichen 591 Proben wiesen 319 Proben bereits gesundheitsgefährdende Kontaminationen auf. An zahlreichen Proben fanden sich auch Mehrfachbefunde. Da im Österreichischen Lebensmittelmonitoring bis zum jetzigen Zeitpunkt jedoch nur nach der Herkunft aber nicht nach der Anbaumethode unterschieden wird, können keine Aussagen über den Vergleich von konventionellen zu Bioprodukten gemacht werden. Aber auch in dieser Studie wird deutlich sichtbar, dass sowohl bei Äpfeln, als auch Erdbeeren, Pfirsichen, Paprika und Tomaten die nicht in Österreich geernteten Proben erheblich höhere Werte und zum Teil auch Mehrfachbelastungen an Pestiziden aufwiesen (BUNDESMINISTERIUM FÜR SOZIALE SICHERHEIT UND GENERATIONEN SEKTION VII).

Eine Untersuchung unter der Leitung des BUNDESVERBANDES NATURKOST-NATURWAREN in Köln im ersten Halbjahr 2004 kam zu folgendem Ergebnis: Von 475 gemischt (bio-konventionell) gewählten Obst- und Gemüseproben, die in zwei Fachlaboren auf 250 verschiedene *Pestizide* untersucht wurden, waren 84,4 % rückstandsfrei und 7,6 % in sehr geringen Spuren mit Pestiziden belastet. Diese Belastungen lagen jedoch weit unter der als gesundheitsgefährdend geltenden Konzentration von 0,01 mg/kg. Einzig bei einer Probe Bio-Gurken aus dem norddeutschen Raum fanden sich Messwerte von Organochlor-Verbindungen nahe der amtlichen Höchstwerte. In weiteren Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass es sich um Altlasten aus dem Boden und keinesfalls um eine direkte Anwendung dieser Insektizide handelte (WWW.NATURKOST.DE/2002/02513HVL.HTM).

Die amerikanische Landwirtschaftsbehörde (Department of Agriculture) untersuchte 94.000 Proben, die zwischen 1994-1999 in Kalifornien gezogen wurden. Rückstände von *Insektiziden* konnten bei 31 % der konventionellen Lebensmittel und bei 6,5 % der Proben aus biologischem Anbau nachgewiesen werden.

Häufig wird angenommen, dass das Risiko einer Infektion mit *pathogenen Keimen* (z.B. E. Coli, Streptokokken, Staphylokokken) bei biologisch erzeugten Produkten höher sei. In Untersuchungen wurden jedoch lediglich in 1,5 % der biologisch angebauten Gemüseproben pathogene Keime gefunden. Im Gegensatz dazu fanden sich bei 30 % der konventionellen Gemüseproben pathogene Keime (SAGOO 2001).

Biologisch erzeugtes Gemüse weist eine deutlich höhere *antimikrobielle Wirkung* auf. Vergleichsuntersuchungen von biologisch und konventionell angebautem Gemüse ergaben bei den biologischen Varianten von Kraut, Broccoli, Zwiebel und Spinat eine um 50 % höhere antimikrobielle Wirkung gegen Salmonellen, bei biologischem Kraut und Radieschen gegen Vibrio (Bakterien, die Lebensmittelvergiftungen verursachen) als die konventionellen Vergleichsvarianten (REN 2001). Die *antioxidative Kapazität* von Spinat aus biologischem Anbau liegt bei 120 % im Vergleich zu konventionell erzeugtem Spinat (REN 2001).

Die entzündungshemmende Wirkung der Salicylsäure ist seit langem bekannt. Aus biologischem Gemüse erzeugte Suppen wiesen deutlich höhere *Salicylsäuregehalte* als Vergleichsprodukte auf. Allerdings wurden Produkte mit unterschiedlichen Gemüsearten und -mengen untersucht, daher sind diese Ergebnisse nicht direkt vergleichbar; darüber hinaus fehlen Angaben zu weiteren, den Salicylsäuregehalt beeinflussenden Faktoren, wie u.a. Verarbeitungsart und -bedingungen, Ernte, Anbau, Herkunft der Gemüseeinlagen (BAXTLER ET AL. 2002).

In einem einzigartigen Pilotversuch wurden sowohl subjektiv nachweisbare als auch analytisch messbare Veränderungen einer Umstellung der Ernährung auf biologische Lebensmittel in einem Kloster erfasst. Als „subjektiver“ Parameter wurde die bei mehreren Testpersonen festgestellte Abnahme von körperlichen Beschwerden dargestellt. Analytisch zeigten sich allgemein bessere Blutparameter (Cholesterin-, Glucose-, Hämatokritwerte), besonders auffällig war eine signifikante Erhöhung der T-Zell-Lymphozyten (HUBER 2003).

10.3.4.1. Babynahrung/Gläschenkost: Gemüsebreie

Das Forschungsinstitut für Kinderernährung in Dortmund ermittelte, dass 70 % der Eltern von sechs Monate alten Säuglingen fertige Breikost füttern. 21 Gläschen mit Gemüsemischungen der führenden biologisch produzierenden Herstellerfirmen Hipp, Nestle und Alete wurden getestet. 16 Gläschen erhielten die Note „sehr gut“, vier die Note „gut“ und eine Probe von Alete Grünes Gemüse fiel mit „mangelhaft“ durch. Die mangelhafte Probe enthielt 32,1 mg Nitrat, der Höchstwert der WHO liegt bei 3,65 mg Nitrat pro kg Körpergewicht.

In einer weiteren Untersuchung wurden zufällig ausgewählte Proben von Säuglings- und Kleinkindernahrung aus biologischem und konventionellem Anbau untersucht. Sechs Proben aus biologischem Anbau enthielten Rückstände eines nicht genauer definierten *Pestizids*, davon enthielten zwei Proben Gehalte über dem gesetzlichen Höchstwert für Babynahrung (0,01 mg/kg). Die beiden beanstandeten Proben stammten vom selben Hersteller. Die 19 untersuchten konventionellen Proben enthielten keine höchstwertüberschreitende Rückstände. In zwei Proben konnte jedoch ein Pestizid im Spurenbereich nachgewiesen werden (WWW.NATURKOST.DE/MELDUNGEN/2004/0408123EV2.HTM).

10.3.4.2. Spinat

Im Auftrag der Zeitschrift ÖKO-TEST wurden 24 verschiedene Sorten Blatt-, Rahm- und junger Tiefkühlspinat in verschiedene Lebensmitteluntersuchungsanstalten geschickt. Das Ergebnis zwölf mal „sehr gut“ und 10 mal „gut“ attestiert dem Tiefkühlspinat ein hohes Qualitätsniveau. Zwei Proben enthielten jedoch mit einer Portion (200 Gramm) mehr als die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfohlene Tageshöchstmenge von 3,65 Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht. In einer Probe waren ungewöhnlich viele aerobe Bakterien nachweisbar. Sie überschritten mit fünf Millionen deutlich den von der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie empfohlenen Wert von einer Million

koloniebildender Einheiten pro Gramm (KbE/g). 18 mal wiesen die beauftragten Labors das *Pestizid* Cypermethrin in geringen Spuren nach. Ausgerechnet in einer von fünf Bioproben war die Konzentration am höchsten und überschritt mit 0,06 mg/kg zwanzig Prozent des Grenzwertes, der bei 0,25 mg/kg liegt. Mögliche Ursachen für diese Verunreinigung seien laut Hersteller, der seine „Unschuld“ durch ein Gutachten belegte, beispielsweise Spritzorgien auf dem Nachbarfeld, gleiche Transportbehältnisse oder Verarbeitungsmaschinen wie bei konventionellem Spinat. Die anderen vier Bioproben schnitten mit „sehr gut“ ab (www.oekotest.de).

Im Rahmen des ÖKOMONITORINGS 2003 der Lebensmittelüberwachungsanstalt Baden-Württemberg wurde der *Nitratgehalt* von 66 Proben Tiefkühlspinat, davon sechs Proben aus biologischem Landbau, untersucht. Die durchschnittlichen Ergebnisse der Bio-Ware mit 5,84 mg/kg lagen deutlich niedriger als die der konventionelle Ware (8,20 mg/kg).

10.3.4.3. Mais, Soja

Die Firma ÖKO-TEST ließ 20 Sorten „konventionelle“ Mais-Chips untersuchen und kam zu folgendem Ergebnis: In neun Chips-Tüten war gentechnisch veränderter Mais nachzuweisen. Der Anteil des *Gen-Mais* ließ sich nicht bei allen Produkten bestimmen. Der höchste Wert lag bei 1 %. Ein *Pilzgift* (Zeraleon) fand sich in jeder zweiten Tüte. Dieser Stoff ist vermutlich ein Cancerogen (www.oekotest.de).

Im Zuge der Erstellung des Jahresberichtes 2003 des baden-württembergischen ÖKOMONITORING-Programms wurden konventionelle und biologische Soja- und Maisprodukte auf Verunreinigung mit gentechnisch veränderten Pflanzen (*GVP*) untersucht. Bei Maiseerzeugnissen waren sowohl bei konventioneller Ware als auch bei Bioprodukten geringfügige Verunreinigungen mit *GVP* gefunden worden. Bei Sojaprodukten waren die „Belastungen“ bei Bio deutlich geringer als in konventionellen Produkten. Insgesamt wurden allerdings *GVP*-Verunreinigungen über 1 % weder bei Soja noch Mais nachgewiesen.

10.3.4.4. Getreide und Getreideprodukte

SMITH (1993) verglich konventionelle Ware mit Bioware an Weizen, Äpfeln, Birnen, Kartoffeln, Mais und Kindernahrung. In diesem Vergleich wurden 26 wertsteigernde und wertmindernde Inhaltsstoffe untersucht. Bio enthielt im Durchschnitt 20 % weniger wertmindernde Inhaltsstoffe und fast 100 % mehr wertsteigernde Inhaltsstoffe. Anders als sonst, wurden die Inhaltsstoffe auf Frischesubstanzbasis bestimmt.

KURFÜRST UND BECK (1995) verglichen 151 Weizenproben des Erntejahres 1989 aus biologischem Anbau mit 477 Weizenproben des Erntejahres 1993 aus konventionellem Anbau. Der Bioweizen wies im Durchschnitt einen niedrigeren *Cadmiumgehalt* als der konventionelle Weizen auf. Dies wurde durch den Verzicht auf Klärschlammasbringung und cadmiumhaltige Phosphatdünger sowie belebtere Böden mit höherem organischem Anteil im Biolandbau begründet.

In drei Untersuchungs Jahren wurden Randen, Weizen, Gerste und Kartoffeln in einem Anbauversuch mit unterschiedlichen Anbaumethoden beobachtet. Diese umfangreiche Studie brachte folgende Ergebnisse: Die Trockenmasse der biologischen Proben zeigte mit Ausnahme der Randen ein rund 10 % höheres Ausmaß als bei konventionellem Anbau. Die durchgeführten Futterwahlversuche brachten widersprüchliche Ergebnisse von Jahr zu Jahr

bei Randen und Weizen. Durch Biophotonenmessung war keine verfahrensabhängige Unterscheidung möglich (ALFÖDI ET AL. 1996).

Die publizierten vergleichenden Untersuchungen zum *Mykotoxin-Status* bei biologisch und konventionell angebautem Getreide ergeben kein einheitliches Bild. SCHOLLENBERGER ET. AL (2001) untersuchte 237 Lebensmittel auf Weizenbasis. Bioprodukte waren weniger häufig mit Trichotecenen belastet und auch die Konzentrationen lagen niedriger. In einer früheren Untersuchung von Weizen- und Roggenproben kamen MARX ET AL. (1995) zu gegenteiligen Ergebnissen. Widersprüchliche Ergebnisse lassen sich unter Umständen mit den Einflüssen von Standort, Umweltbedingungen und Nachernteverfahren erklären.

Eine weitere Studie behandelt den Protein- und Spurenelementgehalt von Biohafer im Vergleich zu konventionellem Hafer. Die jeweiligen Standortbedingungen (Meereshöhe, Niederschlagsmenge) wurden in die Beurteilung miteinbezogen. Als Ergebnis zeigten sich geringere Eisen- und Mangangehalte sowie höhere Magnesiumgehalte für Biohafer. Biohafer wies zudem höhere Fettgehalte auf. In Biohafer fanden sich keine Rückstände des Wachstumsregulators Chlorcholinchlorid. In der untersuchten konventioneller Ware wurden unmerklich höhere Manganwerte nachgewiesen. Insgesamt wurden die Unterschiede als gering bewertet (HAMSPHIER 2003).

Im Rahmen des ÖKOMONITORINGS 2003 der Lebensmittelüberwachungsanstalt Baden-Württemberg wurden die *Mykotoxine* (Deoxynivalenol und Zearalenon) in 34 biologischen Weizenproben untersucht. Zearalenon war nur in sehr geringen Mengen nachweisbar, und auch Deoxynivalenol, das zwar in allen untersuchten Proben enthalten war, lag weit unterhalb des zulässigen Grenzwertes (500 µg/kg). Dazu ist zu bemerken, dass die Bildung von Fusarientoxinen entscheidend von der Witterung zum Zeitpunkt der Blüte abhängt, und die Vegetationsperiode 2002 war vergleichsweise trocken, so dass sich die Fusarienpilze nicht entsprechend entwickeln konnten. In gleichzeitig untersuchtem konventionellem Getreide wurde in 79 % der Proben *Chlormequat*, welches im konventionellen Getreideanbau als Wachstumsregulator (kürzere und kräftigere Halme) eingesetzt wird, nachgewiesen. In einer einzigen Bioprobe fanden sich Spuren von Chlormequat, welche höchst wahrscheinlich durch die Verarbeitung kontaminiert wurde.

Eine angeschlossene Untersuchung konnte in einem Modellversuch „Getreidemühle“ zeigen, dass das Vorkommen von Chlormequat in Bio-Getreideprodukten infolge Verschleppung vermeidbar ist, wenn eine ausreichende Reinigung durchgeführt wird. Nach der Verarbeitung von 3,5 t konventionellem Getreide, wurde ein zusätzlicher Spülschritt mit 400 kg Biogetreide durchgeführt. Danach kam es in der folgenden Biocharge zu keiner Belastung mehr.

Laborratten zeigten in Futterwahlversuchen eine höhere Präferenz für biologisch produzierten Weizen, welcher einen höheren Gehalt an essenziellen Aminosäuren aufwies (VELIMIROV 2002).

10.3.4.5. Kartoffeln

Durch einen dreijährigen Feldversuch wurde bewiesen, dass mit geeigneten Kulturmaßnahmen unter entsprechenden Standortbedingungen im biologischen Landbau Ernteprodukte besonders hoher Qualität erzeugt werden können, ohne Ertragseinbußen akzeptieren zu müssen. Die stetige Zufuhr an organischen Düngermitteln führt zu höheren Gehalten an Trockensubstanz, Stärke und Ascorbinsäure sowie zu 50 % weniger Nitrat (MATTHIES 1991). Ähnliche Resultate beschrieb eine weitere Veröffentlichung: Als Langzeitwirkung der organischen Düngung konnte ein höheres Ertragspotential und eine

verbesserte Nährstoffeffizienz in biologisch geernteten Kartoffeln nachgewiesen werden (KOLBE ET. AL 1995).

Eine Studie eines sechs jährigen Anbauversuches kam zu dem Ergebnis, dass biologisch angebaute Kartoffeln 36 bzw. 30 % weniger Ertrag als konventionell angebaute Kartoffeln der gleichen Sorte hatten. Die biologisch gewachsenen Kartoffeln zeigten jedoch einen deutlich höheren Stärkegehalt. Bezüglich des Vitamin C-Gehalts wurden in dieser Studie keine Unterschiede gefunden. Lagerverluste, wie Fäulnis und Gewichtabnahme unterschieden sich zu Gunsten der biologisch angebauten Kartoffeln ebenfalls deutlich. Zusätzlich durchgeführte Geschmackstests attestierten den biologischen Varianten bessere Werte (VARIS ET. AL. 1996).

In einer Veröffentlichung beschrieb ELTUN (1996) eine schlechtere Qualität für Biokartoffeln. Dies wurde jedoch auf Sortenunterschiede zurückgeführt. Generell war dies ein für Qualitätsuntersuchungen ungeeigneter Versuch, da nicht in allen Verfahren die gleiche Sorte angebaut wurde.

Biologisch produzierte Kartoffeln bieten Knollen mit signifikant höherer Trockensubstanz und höherem Stärkegehalt, niedrigerem Nitratgehalt und höherem Ascorbinsäuregehalt. Die sensorische Bewertung liegt größtenteils besser bei den biologisch erzeugten Kartoffeln. Die Ernteerträge, der Biokartoffeln liegen jedoch bedeutend niedriger (PUGAR ET AL. 1996).

Während eines zweijährigen Anbauversuches, wurde die ausgebrachte Düngermenge kontinuierlich verändert. Als Folge wurde einer Abnahme der Inhaltsstoffe (wie Stärke, Glukose, Fruktose), mit gesteigerter ausgebrachter Düngermenge, beobachtet. Ebenfalls wurde mit gesteigerter Düngermenge eine leichte Zunahme des Massenschwundes festgestellt (NEUHOFF ET AL. 1997).

Zu ähnlichen Ergebnissen kam ein drei jähriger Anbauversuch mit Kartoffeln der Sorte Granola. Sensorik Tests brachten eine leichte Abnahme von Geschmack, Konsistenz, Farbe und Geruch mit steigender Düngung (SCHULZ ET AL. 1997).

Biologisch kultivierte Kartoffeln zeigen einen signifikant höheren Gehalt an Polyphenolen und Glucose (HAMOUZ ET AL. 2000). Die Qualität gekochter Kartoffeln aus verschiedenen biologischen Anbaubedingungen bleibt gleich. Biologisch gezogene Kartoffeln zeigen eine dunklere Farbe und eine bessere Konsistenz (THYBO ET AL. 2002).

10.3.4.6. Karotten

HAGEL (1997) verglich in zahlreichen Versuchen Karotten unterschiedlicher Anbauart. Die Ergebnisse bei Bioware erwiesen sich für Einzelgewicht, Glucose, Phosphor- und Calciumgehalt signifikant höher. Er fand jedoch keine Unterschiede bei Trockensubstanz- und Nitratgehalten.

WALZ (1997) wies in einer Studie mit Karotten nach, dass der P-Wert mit zunehmender Lagerungsdauer steigt. Fünf der sechs biologisch hergestellten Karottenproben zeigten tiefere P-Werte als die Vergleichsproben aus konventionellem Anbau.

In einer Studie wurden 50 Karottenproben aus biologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben Norwegens verglichen. Die meisten Variablen waren statistisch unauffällig, allerdings wiesen biologische Karotten höhere Aluminium- und Gesamtcarotinoidgehalte auf (TORJUSEN ET AL. 1997).

Eine über mehrere Jahre durchgeführte Studie verglich biologisch und konventionell angebaute Karotten der Sorte Traviol. Die biologische Variante wurde sowohl von Testpersonen als auch von Laborratten in den meisten Fällen bevorzugt. Ein höherer Trockensubstanzgehalt der biologischen Sorte wurde festgestellt. Der dokumentierte verlangsamte Trockensubstanzverlust während der Zersetzung deutet auf eine bessere Haltbarkeit der biologischen Variante hin (VELIMIROV 2002).

Die Zeitschrift ÖKO-TEST ließ im Jahr 2001 30 in verschiedenen deutschen Städten eingekaufte konventionelle Karottenproben testen. Mit Ausnahme von drei Proben fanden sich in allen Karotten *Pestizid-Spuren*. 13 Proben waren stark mit dem Pflanzenschutzmittel Pentachloransiol verunreinigt (www.oekotest.de).

10.3.4.7. Paprika

Ein von der Zeitschrift ÖKO-TEST (2002) beauftragtes Lebensmittellabor wies bei 50 % der 28 untersuchten Paprikaprobe Rückstände von *Pflanzenschutzmitteln* nach. Eine Probe überschritt die zulässige Höchstmenge eines Pflanzenschutzmittels. Alle beanstandeten Proben waren aus Spanien oder Ungarn importiert. Die untersuchten Proben aus kontrolliert biologischem Anbau waren dagegen rückstandsfrei (www.oekotest.de).

Im Jahr 2003 wurden von der baden-württembergischen Lebensmittelüberwachung 37 Proben aus biologischem Anbau auf Rückstände von *Pflanzenschutzmittel* kontrolliert, davon enthielten nur drei Proben Rückstände über 0,01 mg/kg. Als Vergleich wurden 58 Proben aus konventionellem Anbau untersucht und 32 Proben wurden wegen der Überschreitung der Rückstandshöchstmengen beanstandet. Hoch belastet waren Produkte aus Spanien und der Türkei. Die Mehrfachbelastung zahlreicher Proben weist auf den Einsatz verwendeter „Pflanzenschutzmittelcocktails“ hin. Anschließend wurde aufgrund der erschreckenden Ergebnisse eine zweite Untersuchung mit 37 Proben aus biologischem Anbau und 150 Proben aus konventionellem Anbau durchgeführt. In 54 der 150 untersuchten konventionellen Proben wurden wieder Höchstmengensüberschreitungen von bis zu sieben verschiedenen Pestizidwirkstoffen festgestellt. Nur eine Bioprobe enthielt Rückstände eines Pestizids unterhalb der gesetzlich festgelegten Höchstwerte.

10.3.4.8. Tomaten

Eine *Pestizidanalyse* mit 42 Tomaten aus biologischem Anbau brachte folgendes Ergebnis: Sieben Proben enthielten Pestizidrückstände, jedoch unter der gesetzlich vorgeschriebenen Höchstmenge. Als Nebenbefund konnte in vier Proben *Bromid* nachgewiesen werden, welches auf den Einsatz des Begasungsmittels Methylbromid hinweist. Schutzgasbehandlungen sind im Biolandbau jedoch nicht zulässig (SABA 2003).

Eine weitere deutsche Untersuchung wies in 66 der 99 untersuchten Proben aus konventionellem Anbau Pestizidrückstände nach. 14 Proben zeigten Höchstmengensüberschreitungen, 51 Proben wiesen Mehrfachrückstände mit bis zu 17 Pestiziden auf. Besonders auffällig war, dass die meisten beanstandeten Proben aus Italien und Spanien stammten, während deutsche Proben verhältnismäßig gut abschnitten (BADEN-WÜRTTEMBERGISCHES ÖKOMONITORING 2003).

10.3.4.9. Kopfsalat

Der während der licht- und wärmereichen Zeit des Sommers geerntete Salat enthält 3-5 mal mehr Flavonoide als im April geernteter Gewächshaussalat (HERTOG ET AL. 1992).

In einer österreichischen Untersuchung mit 19 getesteten Proben Wintersalat, wurden nur sechs als „empfehlenswert“ eingestuft. Alle anderen mussten wegen erhöhter *Nitratgehalte* abgewertet werden. Erwartungsgemäß gehörte Kopfsalat zu den am stärksten belasteten Sorten. Feldsalat aus dem Freiland schnitt besser ab. Vier abgepackte Salatmischungen enthielten zudem Nitrit, aus dem sich zusammen mit Eiweißen im Körper krebserregende Nitrosamine bilden können. Der Grenzwert der WHO für Nitrat liegt bei 3,7 mg/kg Körpergewicht. Die zwei getesteten Bioprodukte konnten als völlig rückstandsfrei eingestuft werden (LEBENSMITTELMONITORING 2000).

In der Zeit von 1996-2002 wurden zahlreiche Proben von Grünem Salat, Chicoree, Rocket und Spinat auf Nitrate untersucht. Die Proben stammten aus konventionellem und biologischem Anbau. Die höchsten Nitrat-Werte wurden in biologisch angebautem Grünem Salat nachgewiesen. Sie lagen aber unter dem Grenzwert der WHO. Chicoree aus beiden Anbauarten wies in allen Untersuchungen ebenfalls erhöhte Nitrat-Werte auf. Die meisten Proben zeigten keine Nitratbelastung (DE MARTIN ET AL. 2002).

In konventionell angebauten Blattsalaten sind im Jahresdurchschnitt deutlich höhere Nitratmengen zu finden als in biologisch angebauten Erzeugnissen. Biosalate weisen im Jahresdurchschnitt höhere Trockenmassegehalte auf, welche auf einen höheren Ballaststoffgehalt zurückzuführen sind (BOGNAR 2002).

Von 138 Kopfsalaten aus konventionellem Anbau, wiesen 111 Nitrat-Rückstände auf. Die zehn untersuchten Bioproben zeigten bis auf eine Probe, welche geringfügig mit Nitrat belastet war, einen negativen Befund. (ÖKOMONITORING 2003 DER BADEN-WÜRTTEMBERGISCHEN LEBENSMITTELÜBERWACHUNG).

10.3.4.10. Oliven-Öl

In der Zeit von 1997-99 wurde kretisches Olivenöl aus biologischem und konventionellem Anbau auf die *Pestizide* Fenthion und Dimethoat untersucht. Alle untersuchten Proben enthielten geringere Mengen als die Grenzwerte der WHO. Die biologisch produzierten Proben wiesen jedoch die weitaus geringsten Mengen der beiden Pestizide auf (TSATSAKIS 2000).

10.3.5. Obst

10.3.5.1. Äpfel

1997 wurden Äpfel der Sorte Golden Delicious untersucht: Bioäpfel zeigten eine bessere Qualität gemäß Futterwahltests, Selbstzersetzungstest, Sensorik-Test, Rundfilterchromatogram und Vitamin C-Gehalt. Der Parameter P-Wert zeigte bessere Ergebnisse für die untersuchten konventionelle Äpfel (KIENZL-PLOCHBERGER UND VELIMIROV 1997). Äpfel der Sorte Golden Delicious wiesen bei biologischer Erzeugung etwa 20 % höhere Flavongehalte auf (WEIBEL ET AL. 2000).

Äpfelernten der Jahre 1994-1999 wurden bewertet. Die biologisch gewachsenen Sorten brachten in Bezug auf Stückzahl, als auch Gewicht, größere Erträge. Testpersonen attestierten den biologischen Varianten einen süßeren Geschmack. Zusätzlich durchgeführte Bodenproben zeigten für die biologisch bewirtschafteten Anbauflächen einen deutlich höheren Mineralstoffgehalt (REGANOL ET AL. 2001). Bioäpfel zeigen einen deutlich höheren Vitamin C-Gehalt. Die Lagerfähigkeit gegenüber konventioneller Ware ist deutlich erhöht (ROTH ET AL. 2001).

Im Zuge des ÖKOMONITORING-PROGRAMMS (2003) der Lebensmitteluntersuchungsanstalt Baden-Württemberg wurden Äpfel verschiedener Anbaumethoden bewertet. Von 11 Bioäpfeln, die auf die *Wachstumsregulatoren Chlormequat/Mepiquat* untersucht wurden, waren alle rückstandsfrei. Die 44 Proben (19 inländische und 25 ausländische) konventionell erzeugter Äpfel wurden stichprobenartig auf Rückstände von ca. 250 verschiedenen *Pflanzenschutzmittelwirkstoffen* untersucht. In 40 der 44 Proben waren Rückstände von Pflanzenschutzmitteln nachweisbar, jedoch wurden Überschreitungen zulässiger Höchstmengen nur bei einer französischen Probe mit Ethoxyquin festgestellt.

Die Zeitschrift ÖKO-TEST ließ prüfen, mittels welcher Methoden Schadstoffe am bestem von Äpfeln entfernt werden können: Nützt es, die Früchte unter fließendes Wasser zu halten, oder ist Abreiben besser? Wie viele Vitamine gehen beim Schälen verloren? Das Ergebnis: Als uneffektiv erwies sich, den Apfel kurz unter den Wasserhahn zu halten. Ein trockenes Tuch oder eine harte Gemüsebürste wirken besser. Von einem Delicious-Apfel mit glatt gewachster Oberfläche kann Blei, das auf der Schale sitzt, zu 100 % weggerieben werden. Von einem rauen Boskoop lassen sich so nur zwei Drittel entfernen, allerdings befinden sich nur gut 50 % des Bleis auf der Schale. *Pestizide* lagern sich zu 95 % an der Schale ab, abwischen oder abwaschen lassen sie sich meist nicht (www.oekotest.de).

10.3.6. Erdbeeren

Von 13 untersuchten Bioproben und 150 Proben aus konventionellem Anbau wurden nur in zwei der Bioproben (15 %) Spuren von Pflanzenschutzmitteln mit weniger als 0,01mg/kg nachgewiesen. In 146 Proben (97 %) der konventionellen Ware fanden sich *Pestizidrückstände*. Italienische Erdbeeren besaßen die meisten und höchsten Höchstmengenüberschreitungen (BADEN-WÜRTEMBERGISCHES ÖKOMONITORING 2003).

Eine von der Umweltschutzorganisation Greenpeace durchgeführte *Pestizidanalyse* von Früherdbeeren kam zu folgendem Ergebnis: 10 % der konventionell angebauten Beeren überschritten den gesetzlichen Grenzwert; nur 19 % waren rückstandsfrei. In 67 % der Proben fanden sich gesundheitlich besonders bedenkliche Mehrfachbelastungen mit bis zu fünf Pestiziden pro Produkt. In den untersuchten Proben aus biologischem Anbau konnten keine Rückstände nachgewiesen werden (KRAUTTER 2004).

10.3.6.1. Weintrauben

Im Rahmen des ÖKOMONITORINGS (2003) der Lebensmittelüberwachung Baden-Württemberg wurden Biotrauben auf *Pflanzenschutzmittel-Rückstände* untersucht. Von 25 untersuchten Weintraubenproben, kamen 24 aus dem Ausland. Lediglich drei Proben aus Italien enthielten erhöhte Rückstände (>0,01 mg/kg). In einem zweiten Durchgang wurden 137 konventionellen Tafeltrauben getestet. Dabei fanden sich in 16 Proben der getesteten Weintraubenproben Höchstmengenüberschreitungen.

Eine andere Studie, die im selben Jahr mit deutlich mehr Proben durchgeführt wurde, ergab Werte, die realistischer erscheinen, da Weintrauben bekanntlich zu den am meisten mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Obstsorten gehören. Im Jahr 2003 wurden vom Chemischen Veterinär Untersuchungsamt Stuttgart 271 konventionelle Tafeltrauben auf bis zu 338 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe untersucht. 221 (82 %) der untersuchten Proben wiesen Rückstände an Pflanzenschutzmitteln – vor allem Fungizide und Insektizide – auf, wobei insgesamt 89 verschiedene Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln nachgewiesen wurden.

10.3.6.2. Zitrusfrüchte

28 Zitrusfrucht-Proben aus biologischem Anbau wurden auf *Pestizid*- und Rückstände von Oberflächenbehandlungsmitteln untersucht. Eine Bioprobe wies Rückstände über 0,01 mg/kg auf. Von 83 untersuchten Proben aus konventionellem Anbau überschritten 14 die Höchstmengenverordnung, und 69 Proben wiesen Mehrfachrückstände auf (ÖKOMONITORING 2003 DER LEBENSMITTELÜBERWACHUNG BADEN-WÜRTTEMBERG).

10.3.6.3. Wein

Bio-Weine enthalten weniger Rückstände an Pflanzenschutzmitteln als Weine aus konventionellem Anbau. Rotweine sind im Gegensatz zu Weißweinen antioxidativ wirksam. Sie besitzen Anthocyane (Rotweinphenole), welche effektive Fänger von Peroxylradikalen, Superoxidradikalen und Stickstoffmonoxid sind. (INSTITUT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE, JAHRESBERICHT 2001). Resveratrol, ein Antioxidant in Rotwein, tötet Krebszellen indem es den Tumor Nekrose Faktor (TNF α) bindet und somit die Apoptose der Krebszellen einleitet (MAYO 2004). In einer Studie wurden Trauben der selben Sorte unter gleichen Bedingungen (Anbaufläche, Witterungsverhältnisse) biologisch und konventionell angebaut und verarbeitet. Die Resveratrolgehalte des Bio-Weines lagen im Mittel um 26 % höher als die der konventionellen Produkte (LEVITE ET AL. 2000).

Wie schon beschrieben, ist der Resveratrolgehalt von Bioweinen von besonderer gesundheitlicher Relevanz, welche für den bioorientierten Anbau von Weintrauben spricht. Speziell blaue Weintrauben aus Gebieten mit rauen Wetterbedingungen müssen, um einer Verpilzung entgegenzuwirken, deutlich höhere Mengen an Resveratrol bilden, deren postulierende Wirkungen auf den Menschen zur Zeit in ihrer Größenordnung erst erahnt werden können. Die Tatsache, dass in Gegenden in denen viel Rotwein getrunken wird (z.B. Nordfrankreich) die Inzidenz für Krebs in erstaunlichem Ausmaß erniedrigt ist, sollte dazu bewegen, Resveratrol und seine Wirkungen, eingeschlossen neuer Möglichkeiten für den Einsatz ohne Alkohol z.B. in Form von Pillen (Suchtproblem), eingehenst zu erforschen.

10.4. Agrarpolitik der EU

Als Ziel verfolgt die Europäische Gemeinschaft, die Produktivität der Landwirtschaft zu steigern, den Landwirten einen angemessenen Lebensstandard zu gewährleisten, die Märkte zu stabilisieren, die Lebensmittelversorgung sicherzustellen und die Verbraucher mit Waren zu angemessenen Preisen zu beliefern (NISBET 1994).

1992 wurde mit den Beschlüssen zur Reform der gemeinsamen Agrarpolitik im Recht der Europäischen Gemeinschaft eine agrarpolitische Wende eingeleitet. Insbesondere die EU-Verordnung 2078/92 (1992) zur Förderung umweltgerechter und den natürlichen Lebensraum schützender landwirtschaftlicher Produktionsverfahren brachte für den Artenschutz erste Erfolge. Extensivierungsmaßnahmen und die Stilllegung beziehungsweise Umwandlung von Ackerflächen zu Zwecken des Umwelt- und Naturschutzes werden seit der Verordnung 2078/92 (1992) besonders gefördert (CZYBULKA 1998).

Hauptverantwortlich für die Beeinträchtigung der Umwelt durch Agrarnutzung sind:

- zu hohe Bewirtschaftungsintensität von Agrarflächen
- unsachgemäßer Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln
- hohe einzelbetriebliche und regionale Viehbesatzdichten
- Flurbereinigungsmaßnahmen und die damit verbundenen Meliorationsmaßnahmen, Begradigung von Fließgewässern, Beseitigung von Strukturelementen wie Hecken, Feldraine etc.
- Umwandlung von Grünland in Ackerland
- Intensivierung von ehemals extensiv genutzten Acker- und Grünlandflächen
- Stoffeinträge in naturnahe Landschaftsteile
- Abnahme der ökologisch wertvollen Kulturlandschaften (z.B. Streuobstwiesen, Steillagenweinbau, Feucht- und Magerwiesen), deren landwirtschaftliche Nutzung unrentabel wurde

Daraus resultieren Umweltbeeinträchtigungen wie eine hohe Belastung des Grundwassers durch Nitrat, die Kontamination von Boden und Wasser mit Pflanzenschutzmitteln, Bodenerosion, die Emission klimarelevanter Gase in die Atmosphäre und ein Rückgang der Biotop- und Artenvielfalt (LINCKH ET AL. 1997).

Biologischer Landbau und eine daraus resultierende umweltschonendere Produktionsweise findet EU-weit gesehen nur auf einem verschwindend geringen Prozentsatz der landwirtschaftlichen Flächen statt (SCHINK 1998). Im Gegensatz dazu zählt Österreich, was die Dichte der Biobetriebe betrifft, weltweit zu den Spitzenreitern. Der Anteil der biologisch bewirtschafteten Fläche an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche beträgt rund 12 %. Im Land Salzburg werden 46.582 ha der landwirtschaftlichen Fläche biologisch bewirtschaftet, 3337 Bauern arbeiten biologisch. Daraus ergibt sich unter anderem auch ein ungeheures Potential für die touristische Vermarktung.

10.5. FAZIT

Bislang kann die Produktqualität von Lebensmitteln aus unterschiedlichen Produktionsverfahren insgesamt nicht in seiner vollen Bandbreite vergleichend bewertet werden. Es fehlen etwa Studien, die gezielt mögliche Unterschiede im gesundheitlichen Wert von biologisch und konventionell hergestellten Produkten am Zielorganismus Mensch darstellen können. In dieser Richtung wurden bis heute erst relativ wenige epidemiologische Studien und Probandenstudien am Menschen und nur vereinzelt vergleichende Tierfütterungsversuche durchgeführt. Vergleichende Aussagen zu Wirkungen der Erzeugnisse aus biologischem und konventionellem Produktionsverfahren auf die menschliche Gesundheit können deshalb indirekt abgeleitet werden.

Dennoch sind schon zahlreiche signifikante Unterschiede zwischen den Produkten der beiden Anbaumethoden dokumentiert worden. Biogemüse und Bioobst sind nur sehr selten, und wenn dann nur in sehr geringem Umfang mit Pestizidrückständen belastet. Zwar werden auch in konventionell angebauten Produkten die Rückstandshöchstmengen für Pestizide nur selten überschritten – womit sie dem Gesetz nach gesundheitlich unbedenklich sind. Ob die verschiedenen gesetzlich vorgegebenen Höchstmengen allerdings tatsächlich objektiv gesundheitseffizient wirken, kann nur gehofft werden. Vor immer wieder auftretenden Verstößen gegen die Rückstands-Höchstmengenverordnung ist der Biolandbau jedenfalls besser geschützt.

In Summe gesehen liegen bereits sehr viele Einzelstudien vor, die deutliche Vorteile von – Bio-Nahrungsmitteln belegen:

- Obst und Gemüse aus biologischem Anbau enthält deutlich weniger Nitrat.
- Der erhöhte Anteil sekundärer Pflanzenstoffe in Bioprodukten ist unumstritten und wissenschaftlich gut dokumentiert. Die gesundheitsfördernde Wirkung der sekundären Pflanzenstoffe ist mehrfach belegt worden.
- Biologisch angebaute Produkte zeigen nachweislich günstigere Werte vor allem bei Trockensubstanzgehalten und Vitamingehalten.
- Technologien wie Gentechnik und Bestrahlung von Lebensmitteln sind im biologischen Landbau nicht zulässig.
- Die Verwendung von Lebensmittelzusatzstoffen ist stark eingeschränkt.
- Weiters zeichnen sich viele biologisch angebaute Produkte durch einen intensiveren Geschmack aus.
- In einer Zahl von Futterwahlversuchen bevorzugen Versuchstiere Produkte aus biologischem Anbau.
- Aus Tierfütterungsversuchen konnten positive Aspekte des biologisch angebauten Futters auf die Fertilität und die Gesundheit des Nachwuchses ermittelt werden.

Bisher können landwirtschaftliche Erzeugnisse mit chemisch-analytischen Methoden nur unzureichend nach ihren Anbaumethoden unterschieden werden. Ganzheitliche Analysemethoden scheinen jedoch eine solche Unterscheidung treffen zu können; sie sind allerdings gegenwärtig naturwissenschaftlich erst zum Teil anerkannt.

Zum Schluss bleibt anzumerken, dass jedes Produkt aus biologischem Anbau aufgrund der Anbauform zur Ressourcen- und Umweltschonung beiträgt und damit der gesamten Weltbevölkerung zugute kommt. Dieser Effekt trägt auch zum individuellen Wohlbefinden

bei Lebensmittelkonsum bei und kann somit indirekt zusätzlich positive Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben.

11. Internet-Links

In den folgenden Internet-Links finden sich sowohl wissenschaftliche als auch populärwissenschaftliche Artikel zum Thema Biolandwirtschaft, Bionahrung, Gentechnik bei Lebensmitteln etc..

www.agrar.de

www.agra-europe.de

www.bagkf.de

www.bauernstimme.de

www.bioland.de/index4.thm

www.biolebensmittel.at

www.bionahrung.at

www.biosicherheit.de

www.bmbf.de

www.bmvel.forschung.de

www.boku.ac.at

www.brf.bund.de

www.brot-fuer-die-welt.de

www.dainet.de/dain/index.htm

www.efsea.eu.int

www.europa.eu.int

www.fao.org

www.fibl.ch

www.food.gov.uk

www.forschungsring.de

www.gentechnik.gv.at

www.goet.de

www.ifoam.org

www.ipk-gatersleben.de

www.jrc.it

www.mdr.de/hauptsache-gesund

www.naturkost.de

www.newscientist.com

www.oecd.org/bioprod.nsf

www.oeko-net.de

www.soel.de

www.transgen.de

www.trenthorst.de

www.untersuchungsaeamter-bw.de

www.veoe.org

www.was-wir-essen.de

www.who.int

www.wfp.org

12. Literatur

- ADAM, S. (2002): Vergleich des Gehaltes an Glucoraphanin in Broccoli aus konventionellem und aus ökologischem Anbau. Bundesforschungsanstalt für Ernährung (Hrsg.): Jahresbericht 2001. www.bfa-ernaehrung.de.
- ADAM, D. (2001): Nutritionists question study of organic food. *Nature* 412, 666.
- AHRENS, E. (1988) Aspekte zum Nachernteverhalten und zur Lagerungseignung. In: Meier-Ploeger, A., Vogtmann, H. (Hrsg.): Lebensmittelqualität – ganzheitliche Methoden und Konzepte. Verlag C. F. Müller, Karlsruhe, 112-146.
- ALFÖDI, T., MÄDER, O., NIGGLI, U., SPIESS, E., DUBOIS, D. UND J.-M. BESSON (1996): Quality investigations in the long-term DOC-trial. J. Raupp (ed) Quality of plant products grown with manure fertilization. Publications of the Institute for biodynamic research, Darmstadt. 9, 34-43.
- ALFÖLDI, T., SPIESS, E., NIGGLI, U. UND J.M. BESSON. (1997): Energiebilanzen für verschiedene Kulturen bei biologischer und konventioneller Bewirtschaftung. *Ökologie und Landbau* 25, 39-42
- ALFÖDI, T., BICKEL, R. UND F. WEIBEL (2001): Vergleichende Qualitätsuntersuchungen zwischen biologisch und konventionell angebauten Produkten: Eine kritische Betrachtung der Forschungsarbeiten zwischen 1993 und 1998. *Ökologie und Landbau* 117, 11-13.
- ALTERI, M. A. (2000): The Ecological Impacts of Transgenic Crops on Agroecosystem Health. *Ecosystem Health* 6, 13-23.
- AMES, N. B. UND L.S. GOLD (2000): Paracelsus to parasience: the environmental cancer distraction. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* 447 (1), 3-13.
- AMSTUTZ, M. HUFSCHEID, N. UND M. DICK: Natur aus Bauernhand – Ein Leitfaden zur ökologischen Landschaftsgestaltung, Forschungsinstitut für biologischen Landbau. Oberwil, 1990.
- ANKE, M. UND D. MEIBNER (1994): Defizite und Überschüsse an Mengen- und Spurenelementen in der Ernährung, November 1994, Verlag Harald Schubert, Leipzig.
- ANONYM (1990): Analytical survey of the nutritional composition of organically grown fruit and vegetables. MAFF project no 4350 (unpublished). Ministry of Agriculture Fisheries and Food.
- AUBERT, C. (1987): Organischer Landbau, Ulmer Fachbuch, Stuttgart.
- AUERSWALD, H. UND A. KRUMBEIN (1997): Qualitätsanalyse von Gemüse, Forschungs-Report 2. Institut für Gemüse und Zierpflanzenbau, Großbeeren – Deutschland, 56 Seiten.
- AVRAMIDES, E.J., LENTHA-RIZOS, CH. UND M. MOJASEVIC: Determination of pesticide residues in wine using gas chromatography with nitrogen-phosphorus and electron capture detection. *Food Additives and Contaminants* 20 (8), 699-706.
- BAHNER, T. (1996): Landwirtschaft und Naturschutz – vom Konflikt zur Kooperation. Europäische Hochschulschriften, Reihe V: Volks- und Betriebswirtschaft. Peter Lang Verlag, Frankfurt am Main.
- BAKER, B.P., BENBROOK, C., GROTHE, E. UND K. LUTZ-BENBROOK (2002): Pesticide residues in conventional, integrated pest management (IPM)-grown and organic foods: insights from three US data sets. *Food Additives and Contaminants* 19 (5), 427-446.
- BALZER-GRAF, U.R. (1995): Vitalqualität von Nahrungsmitteln. *Ökologie und Landbau*, 2, 60.

- BALZER-GRAF, U.R. UND F.M. BALZER (1988): Steigbild und Kupferchloridkristallisation – Spiegel der Vitalaktivität von Lebensmitteln. In: Meier-Ploeger, A., Vogtmann, H. (Hrsg.): Lebensmittelqualität - ganzheitliche Methoden und Konzepte. Verlag C.F. Müller, Karlsruhe, 163-210.
- BRANDT, K., LARSEN, N. H., ANDERSEN, J. O. UND E. LARSEN (2001): Organic food and health. www.orgprints.org
- BASKER, D. (1992): Comparison of taste quality between organically and conventionally grown fruits and vegetables. American Journal of Alternative Agriculture 7, 129-136.
- BAXTLER, G.J., GRAHAM, A.B., LAWRENCE, J.R., WILES, D. UND J.R. PATERSON (2001): Salicylic acid in soups prepared from organically and non-organically grown vegetables. European Journal of Nutrition 40 (6): 289-292.
- BEASLEY, R. (1998): (for the International Study of Asthma and Allergies in Childhood Steering committee), Worldwide variations in the prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis and atopic eczema. Lancet 351, 1225-1232.
- BEGON, M., HARPER, J. L. UND C. R. TOWNSEND (1991): Ökologie. Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin, 1092 Seiten.
- BEHRENS, M., MEYER-STUMBORG, S. UND G. SIMONIS (1997): Gen Food, Einführung und Verbreitung, Konflikte und Gestaltungsmöglichkeiten, Berlin, Ed. Sigma, 245 Seiten.
- BEWERTUNG VON LEBENSMITTELN VERSCHIEDENER PRODUKTIONSVERFAHREN, Statusbericht 2003, Senat der Bundesforschungsanstalten, 136 Seiten.
- BIESALSKI, H. K. (1999): Taschenatlas der Ernährung, Thieme, Stuttgart.
- BIESALSKI, H. K. (1995): Stoffwechsel und Wirkung der Nahrungsbestandteile, Biesalski, H. K. Ernährungsmedizin, Thieme, Stuttgart.
- BODENMÜLLER, K. (2000): Biologische, konventionelle und gentechnische Anwendungen in der Landwirtschaft - Gesundheitliche und Ökologische Aspekte. InterNutrition – Stiftung Gen Suisse, Schweizerischer Arbeitskreis für Forschung und Ernährung, Zürich. 1-64.
- BOEHNCKE, E. (1998): Entwicklung neuer landwirtschaftlicher Produktionsweisen. In: RAMSAUER, U. (Hrsg.): Landwirtschaft und Ökologie, 233-244. Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden.
- BOINK, J. (1995): The role of nitrite and/or nitrate in the etiology of the hypertrophy of the adrenal zona glomerulosa of rats. Council of Europe press, Strassbourg, 7 Seiten.
- BOGNÄR, A. (2002): Vergleichende Untersuchungen über den Gehalt an Nährstoffen, Vitaminen und Nitrat von Blattsalaten (Endivie, Lollo Rosso, Eisberg- und Kopfsalat) aus ökologischem und konventionellem Anbau. Bundesforschungsanstalt für Ernährung (Hrsg.): Jahresbericht 2001. www.bfa-ernaehrung.de
- BONGAARTS, J. (1998): Genug Nahrung für zehn Milliarden Menschen? Spektrum der Wissenschaft, Dossier: Welternährung 2, 34-39.
- BOURN, D. UND J. PRESCOTT. (2002): A Comparison of the Nutritional Value, Sensory Qualities, and Food Safety of Organically and Conventionally Produced Foods. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 42 (1), 1-34
- BRANDT, K. UND J.P. MOLGAARD (2001): Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plants foods? Journal of Science of Food and Agriculture 81, 924-931.
- BRIEF COMMUNICATIONS (1999): Food contamination by PCBs and dioxins. Nature 401, 231-232.
- BLOCK, G., PATTERSON, B. UND A. SUBAR (1992): Fruit, vegetables and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence. Nutritive Cancer 18, 1-29.
- BLOEM, E., HANEKLAUS, S. UND E. SCHNUG (2003). Schwefel – für gesunde Pflanzen und gesunde Menschen. ForschungsReport 1, 7 Seiten.

- BLOKSMA, J., NORTHOLT, M. UND M. HUBER (2004): Parameters for Apple Quality and the development of the Inner Quality Concept, Louis Bolk Instituut, 6 Seiten. www.looisbolk.nl
- BLOKSMA, J., JANSONIUS, P. UND M. ZANEN (2002): Annual report 2002, LBI organic fruit growing research, Louis Bolk Instituut, 12 Seiten. www.looisbolk.nl
- BURMESTER, G.R. UND A. PEZZUTTO (1998): Taschenatlas der Immunologie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 130 Seiten.
- BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG (2004): 2-Ethylhexansäure in glasverpackter Babynahrung und Fruchtsäften; 2 Seiten www.bfr.bund.de
- BUNDESMINISTERIUM FÜR SOZIALE SICHERHEIT UND GENERATIONEN (2002): Gentechnik und Lebensmittel; 21 Seiten. www.gentechnik.gv.at
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2004): Gentechnisch verändert? 2 Seiten. www.verbraucherministerium.de
- BUNDESVERBAND NATURKOST NATURWAREN KÖLN (2002): Weniger Pestizide im Biogemüse.3 Seiten. www.naturkost.de/2002/020513hvl.htm
- BUNDESVERBAND NATURKOST NATURWAREN KÖLN (2003): Pestizide erhöhen Prostatakrebsrate, 1 Seite. www.naturkost.de/meldungen/2003/030508g3.html
- BUNDESVERBAND NATURKOST NATURWAREN KÖLN (2004): Obst und Gemüse aus Bioanbau fast rückstandsfrei, 3 Seiten. www.naturkost.de/meldungen/2004/0408123ev2.htm
- BUNDESVERBAND NATURKOST NATURWAREN KÖLN (2004): Wirkstoffe im Brokkoli hemmen Krebszellen, 3 Seiten. www.naturkost.de/aktuell/989415e.htm
- CANTOR, K.P., STRICKLAND, P.T., BROCK, J.W., BUSH, D., HELZLSOUER, K., NEEDHAM, LL., ZAHM, S.H., COMSTOCK, G.W. UND N. ROTHMAN (2003): Risks of non-Hodgkins lymphoma and prediagnostic serum organo-chlorides: beta-hexachlorocyclohexane, dieldrin and hexachlorobenzene. *Environemtal Health Perspective* 111, 179-183.
- CHEMISCHES UND VETERINÄRUNTERSUCHUNGSAMT STUTTGART (2002–2004): Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in Nachtschatten-und Kürbisgewächsen; Ergebnisse von Pflanzenschutzmitteln in Tafeltrauben im Jahr 2003, 17 Seiten.
- CHEMISCHE LANDESUNTERSUCHUNGSANSTALT SIGMARINGEN (2000): Untersuchungs- und Forschungsprogramm „Fusarientocine: Zearalenon mit Metaboliten und Deoxynivalenol, 5 Seiten. www.landwirtschaft-mlr.baden-Wuerttemberg.de/mlr/Forschung/2001/Fusarient...
- CHRISTIAN, R., BIBERAUER, S. UND I. DANKHOFER (2003): Das Bio-Kontrollsystem in Österreich. *Ökologie und Landbau* 127 (3).
- CZYBULKA, D. (1998): Naturschutzrechtlicher Flächen- und Artenschutz und landwirtschaftliche Produktion. In: Ramsauer, U. (Hrsg.): *Landwirtschaft und Ökologie*, 123-141. Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden.
- DAHLKE, R. (2000): *Die Säulen der Gesundheit: Körperintelligenz durch Bewegung, Ernährung und Entspannung*, Hugendubel, München, 160 Seiten.
- DAMMAN, R. (1993): *Ökotest-Ratgeber: Ernährung*, Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH, 76 Seiten.
- DAVID, T.J. (2000): Adverse reactions and intolerance to food. *Lancet*, Vol. 5, 338.
- DELL'AGLI, M., BUSCIALA, A. UND E. BOSISIO (2004): Vascular effects of wine polyphenols. *Cardiovas Res.* 2004 Sep 1; 63 (4), 593-602.
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG (DGE) (2000): *Ernährungsbericht 2000*, Frankfurt, 75 Seiten.
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG (DGE) (2001): *Ernährungsbericht 2001*, Frankfurt, 77 Seiten.
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG (DGE) (2002): *Ernährungsbericht 2002*, Frankfurt, 69 Seiten.

- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG (DGE) (2003): Ernährungsbericht 2003, Frankfurt, 58 Seiten.
- DE MARTIN, S. UND P. RESTANI (2002): Determination of nitrates by a novel ion chromatographic method: occurrence in leafy vegetables (organic and conventional) and exposure assessment for Italian consumers, *Food Additives and Contaminants* 20 (9), 787-792.
- DEPARTMENT OF HEALTH LONDON (1998): Report on Health and Social Subjects. 48. Nutritional Aspects of the Development of Cancer. HMSO, London, 23 Seiten.
- DICH, J., ZAHM, S.H., HANBERG, A. UND H.O. ADAMI (1997): Pesticides and cancer. *Cancer Causes & Control* 8 (3), 420-443.
- DITTRICH, K. UND C. LEITZMANN (1996): Bioaktive Substanzen. Georg-Thieme-Verlag, 73 Seiten.
- DUCHATEAU, K. (2003): Organic farming in Europe; A sustained growth over the period 1998-2000. *European Communities*, 22 Seiten.
- DUCHMANN, R., HOFFMANN, J., MARTH, T., SCHNEIDER, T., STALLMACH, A. UND M. ZEITZ (1999): Mucosales Immunsystem im Darm – Immunologische Grundlagen chronisch entzündlicher Darmerkrankungen und der HIV-induzierten Enteropathie. *Magazin Forschung* 1, 27 Seiten.
- DRINKWATER, L.E., WAGONER, P. UND M. SARRANTONIO (1998): Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. *Nature* 396, 262-265.
- ELLNER, F.M. (2002): Mykotoxine in Getreide – Zwischenbilanz nach 4 Monitoring-Jahren. *Bonn Mitteilungen Biologische Bundesanstalt* 390, 73-73.
- ELMFADA, I., BURGER, P. UND J. KÖNIG (1998): Risikoabschätzung der Zusatzstoffbelastung in der Österreichischen Bevölkerung. Im Auftrag des Bundeskanzleramts Sektion VI (Hrsg.), Wien, 15 Seiten.
- ELMAFDA, I. UND P. BURGER (1999): Expertengutachten zur Lebensmittelsicherheit – Methodik des Mykotoxinmonitorings. Im Auftrag des Bundeskanzleramts Sektion VI (Hrsg.), Wien, 22 Seiten.
- VAN ELSSEN, T. (2000): Species diversity as a task for organic agriculture in Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 77 (1-2), 101-109.
- EICHHOLZER, M. (1997): *Protektive Nahrungsfaktoren in der Primärprevention von Krebs*. Verlag Hans Huber, Bern, 156 Seiten.
- ELTUN, R. (1996): The Apelsvoll cropping system experiment IV. Yield and quality of potatoes, forage crops and entire cropping systems. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* 10, (1), 23-41.
- EPSTEIN, P.R., DOBOSON, A. UND J. VANDERMEIER: Biodiversity an Emerging Infectious Diseases. *Biodiversity and Human Health*, 60-86.
- EUROPÄISCHE AKADEMIE FÜR UMWELTFRAGEN (Hrsg) (1997): *Fremdstoffe in Lebensmitteln (Zusätze, Verunreinigungen und Rückstände)*, S. Hirzel Verlag Stuttgart, 42 Seiten.
- FISCHER, U. UND I. DUPIN (2000): Sensorische Profil- und Aromazusammensetzung: Schmecken Öko-Weine anders? *Der Deutsche Weinbau* 13, 20-27.
- FUCHS, R. (2000): *Gen-Food, Ernährung oder Zukunft*, Ullstein Verlag, Dortmund, 172 Seiten.
- GRIMM, H. U. (1999): *Der Bio-Bluff*. Stuttgart, Hirzel, Leipzig.
- GIOVANNUCCI, E., STAMPFER, M.J., COLDITZ, G.A., HUNTER, D.J., FUCHS, C., TOSNER, B.A., SPEIZER, F.E. UND W.C. WILLET (1998): Multivitamin use, folate, and colon cancer in womes in the Nurses Health Study. *Annals of Internal Medicine*, 129 (7), 517-524.
- HAAS, G., WETTERICH, F. UND U. KÖPKE (2001): Comparing intensive, extensified and organicgrassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. *Agriculture, Ecosystems&Environment* 83 (1-2), 43-53.

- HAAS, S.H. (2003): Zusammenspiel von Neurotransmittern und Zytokinen innerhalb und ausserhalb des Zentralen Nervensystems. 38. Kongress der Ärztekammer Nortwürttemberg, 5 Seiten.
- HABER, W. (1997): Zur ökologischen Rolle der Landwirtschaft. In: Bayrische Akademie für Wissenschaften (Hrsg.): Rundgespräche der Kommission für Ökologie. Band 13. Dr. Friedrich Pfeil Verlag, München, 216 Seiten.
- HACKER G.W., SIEBENHÜNER G., FEGERL S. UND G. JIRIKOWSKI: Efficient nutritional therapy in a case of psoriasis. In Vorbereitung.
- HACKER G.W., SIEBENHÜNER G., FEGERL S. UND G. JIRIKOWSKI: Serum IgG antibodies against nutritional constituents in atopic dermatitis. In Vorbereitung.
- HACKER G.W., SIEBENHÜNER G., FEGERL S. UND G. JIRIKOWSKI: Anti nutritional protein IgG antibodies and therapeutic consequences: Influence on migraine-related symptoms. In Vorbereitung.
- HACKER, G.W. UND R. HARSIEBER (2003): Onkogenetische Mechanismen, Krebs-Praedisposition und damit einhergehende ethische Fragestellungen. (Oncogenetic mechanisms, cancer predisposition and related ethical questions, article in German language). Book chapter in press for: Medizinische Ethik im Spannungsfeld zwischen Theorie und Praxis (Medical ethics in between theory and practice, book in German language). Unger F. and Wehowsky S. (eds.).
- HAGEL, I. (1995): Ein Lagerversuch mit Möhren aus biologisch-dynamischem Anbau. Lebendige Erde 3, 189-192.
- HAGEL, I. (1995): Zum Kalium-Natrium-Verhältnis in Demeter-Möhren. Lebendige Erde 2, 103-109.
- HAGEL, I. (1997): Möhren: Bauen wir die falschen Sorten an? Ökologie und Landbau 101, (1), 42-43.
- HAGEL, I. (2000): Sekundäre Pflanzenstoffe und Nahrungsmittelqualität. Lebendige Erde 5, 12-13.
- HAMOUI, K., LACHMANN, J. UND J. CEPLJ (2002): Influence of environmental conditions and ways of cultivation on the polyphenol and ascorbic acid content in potato tubers. 45 (7). 293-298.
- HAMPSHIRE, J. (2003): Inhaltsstoffe des Hafers bei ökologischem und konventionellem Anbau, Getreide Mehl und Brot 57 (2), 67-76.
- HARDELL, L. UND M. ERIKSSON (2000): A case control study of non-Hodgkin lymphoma and exposure to pesticides. Cancer 85 (6), 1353-1360.
- HARRIS, J.C. UND L. ARAB (2001): Antimicrobiological properties of *Allium sativum*, Biotechnology 57, 282-286.
- HARKER, F. R. (2004): Organic food claims cannot be substantiated through testing of samples intercepted in the marketplace: a horticulturalist's opinion; Food Quality and Preference 15 (2), 91-95.
- HEATON, S. (2001): Organic Farming, food Quality and Human Health – A Review of the Evidence. Soil Association, Bristol, Great Britain, 87.
- HERTOG, M.G.L., HOLLMANN, P.C.H. UND M.B. KATAN (1992): Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and fruits commonly consumed in the Netherlands. J. Agric. Food. Chem. 40, 2379-2383.
- HEILMANN, H. UND M. HOFFMANN (1998): Elektrochemische Aspekte für ein erweitertes Verständnis von Lebensmittelqualität. Lebendige Erde 2, 93-100.
- HEINEBUCH, U. UND H. J. DE HAAS (1997): Herausforderungen an die Entwicklungszusammenarbeit. Spektrum der Wissenschaft, Dossier: Welternährung 2, 104-107.

- HOFFMANN, I. UND I. LAUBER (2000): Gütertransporte im Zusammenhang mit dem Lebensmittelkonsum in Deutschland. III. Auswirkung von Modifikationen. Zeitschrift für Ernährungsökologie 2(4), 244-252.
- HOLGATE, S.T. (1999): The epidemic of allergy and asthma. Nature 402, 2-4.
- HOLLMANN, P.C.H. (2000): Flavonols, flavones and flavanols – nature, occurrence and dietary burden. J. Sci. Food Agric. 80, 1081-1093.
- HOLTZ, U. (1997): Vision 2020 für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt. Spektrum der Wissenschaft, Dossier: Welternährung 2, 15-23.
- HORN, F., LINDENMEIER, G., MOC, I., GRILLHÖSL, G., BERGHOLD, S., SCHNEIDER, N., UND B. MÜNSTER (2003): Biochemie des Menschen, 2. Aufl., Georg Thieme Verlag Stuttgart – New-York, 167 Seiten.
- HESEKER, B. (1993): Nährstoffe in Lebensmitteln. Umschau Zeitschriftenverlag Breidenstein GmbH, Frankfurt am Main, 17 Seiten.
- HEß, J. UND C.R. VOGEL (1997): Biolandbau austriae – quo vadis? Entwicklungen und Perspektiven des Biobooms in Österreich. In: Agararbündnis: Der Kritische Agrarbericht 1997, 40-49.
- HUBER, H., KERPEN, J. UND E. PAHLICH (2003): Der physiologische Index- eine Charakteristik von Produkten aus ökologischem und konventionellem Anbau. In: Meier-Plöger, A., Vogtmann, H. (Hrsg.): Lebensmittelqualität – ganzheitliche Methoden und Konzepte. 2.Auflage. Verlag C.F. Müller, Karlsruhe, 36 Seiten.
- IDEL, A. (1998): Landwirtschaftliche Erzeugung und Gentechnik. In: RAMSAUER, U. (Hrsg.): Landwirtschaft und Ökologie, 209-221. Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden.
- IFOAM (1998): Basic Standards for Organic Production and Processing. IFOAM Tholey-Theley, Germany, 16 Seiten.
- JOHANSSON, L., HAGLUNG, A., BERGLUNG, L., LEA, P. UND E. RISVIK (1999): Tomatoes, affected by sensory attributes and information about growth conditions. Food Quality and Preference 10, 289-298.
- JONES P.J., NTANIOS, F. UND C.A. VANSTONE (1997): Dietary phytosterols as cholesterol-lowering agents in humans. Can. J. Physiol. Pharmacol. 75, 217-227.
- JUNGI, T.W. (2002): Das Darm-assoziierte Immunsystem, Springer-Verlag, München, 86 Seiten.
- JÄGER, L. UND B. WÜTHRICH (1997): Lebensmittelallergien und –unverträglichkeiten. G. Fischer, Stuttgart, 220 Seiten.
- KAHNT, G. (1996): Alternativen im Landbau – Perspektiven integrierter und ökologischer Anbauverfahren. In: LINCKH, G., SPRICH, H., FLAIG, H. UND H. MOHR (Hrsg.): Nachhaltige Land- und Forstwirtschaft, Voraussetzungen, Möglichkeiten, Maßnahmen – Expertisen, 187-213. Springer Verlag, Berlin.
- KASPER, H. (1996): Ernährungsmedizin und Diätetik. 8. Auflage, Urban & Schwarzenberg verlag, München, 120 Seiten.
- KESMANN, H., DEHNE, H.-W. UND E.C. OERKE (1997): Welternährung und Pflanzenschutz. Spektrum der Wissenschaft, Dossier: Welternährung 2, 8-13.
- KIENZL-PLOCHBERGER, K. UND E. SCHWAIGER (1999): Lebensmittel und Gesundheit mit besonderer Berücksichtigung des Biologischen Landbaus. Literaturstudie, Magistratsanbeilung 22 Wien, 96 Seiten.
- KLINKE, R. UND S. SILBERNAGEL (1999): Physiologie. 3. Auflage, Urban & Schwarzenberg Verlag, München, 412 Seiten.
- KNIERIEMEN, H. (2002): Gentechnik-Fooddesign-Ernährung, AT Verlag, Aarau, Schweiz, 121 Seiten.
- KÖPKE, U. (2002): Lebensmittelqualität aus Sicht der Ökologischen Landwirtschaft. In: Ernährung und Gesundheit – Lebensmittelqualität. 5. Werner-Kollath-Tagung. Werner-und-Elisabeth-Kollath-Stiftung, Bad Soden (Hrsg.). Tagungsband, 23-56.

- KÖPKE, U. (2003): Influence of Organic and Conventional Farming Systems on Nutritional Quality of Food. Encyclopedia of Life Support Systems. EOLSS Publishers Co. Ltd., Baldwin House, 6 St. Aldates Courtyard, St. Aldates, Oxford OX1 1BN. Submitted.
- VON KOERBER, K., MÄNNLE, T. UND C. LEITZMANN (1987): Vollwert Ernährung, Haug Verlag, Heidelberg, 5. Auflage, 212 Seiten.
- VON KOERBER, K. UND J. KRETSCHMER (2000): Zukunftsträchtige Ernährung. ERNO 1, 39-46.
- KOLBE, H., MEINEKE, S. UND W.H. ZHANG (1995): Differences in organic and mineral fertilization on potato tuber yield and chemical composition compared to model calculations. Agribiol. Res. 48, 63-73.
- KUTSCHERA, U. (2002): Prinzipien der Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg – Berlin, 156 Seiten.
- KRAUTER, M (2004): Greenpeace-Analyse von Pestiziden in Früh-Erdbeeren. Greenpeace Hintergrundinformation; 2 Seiten.
[http://www.greenpeace.org/multimedia/download/1/434000/0/Hintergrund - Erdbeeren_150304.pdf](http://www.greenpeace.org/multimedia/download/1/434000/0/Hintergrund-Erdbeeren_150304.pdf)
- KURFÜRST, U. UND A. BECK (1995): Cadmiumgehalte in ökologisch angebautem Weizen geringer. Lebendige Erde 6, 477-479.
- LABER, H. (2000): Welchen organischen Handelsdünger für den ökologischen Gemüsebau? Ökologie & Landbau 28,19-28.
- LAMPE, J. W. (1999): Health effects of vegetables and fruit: assessing mechanism of action in human experimental studies. American Journal of Clinical Nutrition 70 (3), 475.
- LEBENSMITTELMONITORING (2002): Ergebnisse des bundesweiten Lebensmittelmonitorings – Obst und Gemüse; Bundesministerium für Soziale Sicherheit und Generationen, Sektion VII, 36 Seiten.
- LEBENSMITTELMONITORING (2003): Ergebnisse des bundesweiten Lebensmittelmonitorings – Obst und Gemüse; Bundesministerium für Soziale Sicherheit und Generationen, Sektion VII, 48 Seiten.
- LEITZMANN, C. UND W. SICHERT (1994): Kriterien ernährungsphysiologischer Qualität unserer Lebensmittel, Ärztezeitschrift für Naturheilverfahren 22, 185-190.
- LEITZMANN, C. UND W. SICHERT-OVERMANN (1991): Lebensmittelqualität und Lebensmittelwahl nach Wertstufen. In: A: Meier-Ploeger und H. Vogtmann (Hrsg.): Lebensmittelqualität – ganzheitliche Methoden und Konzepte. Alternative Konzepte 66 (2), 44-66, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe.
- 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.
- LEVITE, D., ADRIAN, M. UND L. TAMM (2000): Preliminary results of reserpatrol in wine of organic and conventional vineyards. Prot. Of the 6th International Congress on Organic Viticulture, Bases, 256-257.
- LINCKH, G., SPRICH, H, FLAIG, H. UND H. MOHR (1997): Nachhaltige Land- und Forstwirtschaft. Voraussetzungen, Möglichkeiten, Maßnahmen. Springer Verlag, Berlin.
- LOAKE, C. (2001): Energy accounting and well-beeing – examining UK organic and conventional farming systems through a human energy perspective. Agricultural Systems 70 (1) 275-294.
- MAFF (1990): Analytical survey of the nutritional composition of organically grown fruit and vegetables. MAFF project no 4350 (unpublished). Ministry of Agriculture Fisheries and Food.

- MAGA., J. (1997): Comparison of selected vitamins, nutrients in organic vs. conventionally grown carrots, broccoli, winter squash and potatoes. *American Journal of Alternative Agriculture*, 12 (2), 79.
- MALMAURET, L., HARDY, J.L. UND P. VERGER (2002): Contaminants in organic and conventional foodstuffs in France. *Food Additives & Contaminants* 19 (6), 524-532.
- MATSUMOTO, H., INHABA, H., TOMINAGA, S., UND T. TSUDA (2001): Orally administered delphinidin and cyanidin are directly absorbed in rats and humans and appear in the blood as the intact forms. *J. Agric. Food Chem* 49, 1546.
- MATTHIES, K (1991): Qualitätserfassung pflanzlicher Produkte aus unterschiedlichen Düngungs- und Anbauverfahren. Dissertation, Gesamthochschule Kassel, 92 Seiten.
- MAYO, M. (2004): It's well known that drinking red wine in moderation can have some health benefits, mainly attributed to a compound called resveratrol, 1 Seite. www.bio.com/Newsfeatures_research.
- MÄDER, P., FLIEBBACH, A., DUBOIS, D., GUNST, L., FRIED, P. UND U. NIGGLI (2002): Soil fertility and biodiversity in organic farming. www.sciencemag.org/cgi/Content/Full/296/5573/1692/DC1
- MCLACHLAN, M.S. (1996): Bioaccumulation of Hydrophobic Chemicals in Agricultural Food Chains. *Environmental Sci. Technology* 30, 252-259.
- MEIER-PLOEGER, A. UND H. VOGTMANN (1988) Lebensmittelqualität – ganzheitliche Methoden und Konzepte. *Alternative Konzepte* 66, Karlsruhe.
- MERSCH-SUNDERMANN, V. (1998): Fremd- und Schadstoffe in Lebensmitteln – ein Gesundheitsrisiko? *Arzt und Umwelt* 11 (4), 283-293.
- MOLL, D. (1985): Infektionsanfälligkeit, Phytoalexinsynthese und Parameter des Nachernteverfahrens bei Möhren verschiedener Düngungsvarianten. Dissertation, Universität Gießen.
- MOSER, G.A. (1998): Absorption und Exkretion persistenter lipophiler Umweltschadstoffe im Gastrointestinaltrakt des Menschen. Dissertation, Bayreuth.
- MÜLLER, R., TSCHERNATSCH, G. UND M. ANKE (1998): Der Natriumgehalt von Lebensmitteln Deutschlands aus ökologischem und konventionellem Landbau. *Lebensmittel & Biotechnologie* 15 (1), 18-20.
- NAUMANN, R. (1997): Bioaktive Substanzen: die Gesundheitsmacher in unserer Nahrung. Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH, Reinbek bei Hamburg, 198 Seiten.
- NATURKOST.DE (2004): Kleinkinder durch Pestizide in Obst gefährdet; Weniger Pestizide in Biogemüse; Obst und Gemüse aus Bioanbau fast rückstandsfrei; Gemüsepaprika häufig mehrfach belastet; 12 Seiten. www.Naturkost.de/meldungen/
- NEUHOFF, D., D.G. SCHULZ UND U. KÖPKE (1997): Einfluss von Sorte und gesteigerter Rottemistdüngung auf Ertrag. In: U. Köpke und J.A. Eisele Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 3.-4. März 1997, Bonn, 231-237.
- NGUYEN, T.T. (1999): The cholesterol-lowering action of plant stanol esters. *J. Nutr.* 129, 2109.
- NISBET, E. G. (1994): Globale Umweltveränderungen. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford.
- ÖKO-TEST (2002): Scharfe Schoten. *Ökotest* 2, 22-25.
- ÖKO-TEST (2004): Junges Gemüse, Weintrauben, Kraut und Rüben, Grünes Licht, Wintersalat, Rosinen, Tee, 25 Seiten. www.oekotest.de
- ÖKOMONITORING (2002): Lebensmittelüberwachung Baden Württemberg, 36 Seiten. www.cvua-stuttgart.de
- ÖKOMONITORING (2003): Lebensmittelüberwachung Baden Württemberg, 48 Seiten. www.cvua-stuttgart.de
- OELSCHLÄGER, I. (2004): Über das Erleben von Lebensmitteln, 5 Seiten. www.lebendigeerde.de

- PARLA, H. UND D. ANGHÖFER (1991): Chemische Ökotoxikologie. Springer, Berlin, 54 Seiten.
- PASCUAL, C.Y., CRESPO, J.F., PEREZ, P.G. UND M. ESTBAN (2000): Food allergy an intolerance in children and adolescents, an update. *European Journal of Clinical Nutrition* 54, 75-78.
- PELT, J.M. (1983): Pflanzenmedizin: Heilkraft aus der Natur, Econ, Düsseldorf.
- PETERSEN, E. UND W. STÜCK (1996): Unser täglich Brot. Die Veränderung der Nahrung durch Chemie, Bestrahlung und Gentechnologie und ihre Auswirkung auf die Gesundheit. Ökologischer Ärztenbund, Deukalion Verlag Uwe Hils, Holm.
- PETR, J.(JUN.), STORKOVA, J., PRUGAR, J., PETR, J.(SEN.) UND J. SKEOIK (1996): Vergleich der Qualität von ökologisch und konventionell angebautem Weizen der Ernte 1995, Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung, Vortragstagung 25/26 März 1996.
- PIGANTELLI, P., LENTI, L., PULCINELLE, F.M., CATASCA, R., SACCANI, G., GERMANO, G., MARCOCCIA, A., SILVESTRI, M.A., GHISELLI, A. UND F. VIOLI (2002): Red and white wine differently affect collagen-induced platelet aggregation. *Pathophysiol Haemost Thromb.* 2002 Sep. 32 (6), 356-358.
- POULSEN, M.E. UND J.H. ANDERSEN (2002): Results from the monitoring of pesticide residues in fruit and vegetables on the Danish market 2000–2001. *Food Additives and Contaminants* 20 (8), 742-757.
- PLOCHBERGER, K. (1989): Feeding Experiments. A criterion for quality estimation of biologically and conventionally produced foods. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 27, 419-428.
- PRANTE, G. (1997): Gentechnik in der Landwirtschaft: Chancen für die Pflanzenproduktion. *Spektrum der Wissenschaft, Dossier: Welternährung* 2, 90-94.
- PRUGAR, J., TURNEROVA, J., ZRUST, J. UND J. PRICHYSTALOVA (1999): The nutritional quality of organically and conventionally grown potatoes – harvest 1997. Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung, Technische Universität München.
- PRYOR, J.L., HUGHES, C., FOSTER, W., HALES, B.F.R. UND B. ROBAIRE (2000): Critical windows of exposure for children's health: The reproductive system in animals and humans. *Environmental Health Perspectives*, 108 (3), 491-503.
- RAUPP, J. (2001): Qualität von Kartoffeln mit verschiedenen organischen Düngern, Untersuchung mit Zersetzungstests, Arbeitsbericht 2001 des Institutes für biologisch-dynamische Forschung in Darmstadt, 23 Seiten.
- RAJOWER, I., EICHHOLZER, M., REINLI, K., SASCO, A.J., CHARRONDIERE, U.R. UND E. RIBOLI (1998): Ernährung und Krebs: epidemiologische Beweislage. Schweizerische Vereinigung für Ernährung, 125 Seiten.
- RECHKEMMER, G. (2001): Functional Food – Zukunft der Ernährung oder Marketing-Strategie? BFE ForschungsReport 1.
- REINLI, K. UND G. BLOCK (1996): Phytoestrogen content of food – a compendium of literature values. *Nutr Cancer* 26, 123-148.
- REGANOLD, J.P., GLOVER, J.D., ANDREWS, P.K. UND H.R. HINMAN (2001): Sustainability of three apple production systems. *Nature* 410, 926-930.
- REN, H., ENDO, H. UND T. HAYASHI (2001): Antioxidative and antimicrobial activities and flavonoid contents of organically vegetables. *Journal of Japanese Society and Food Science* 48 (4), 246-252.
- RIGBY, D. UND D. CACERES (2001): Organic farming and the sustainability of agricultural systems. *Agricultural Systems*, 68 (1), 21-40.
- RIFKIN, J. (1994): Das Imperium der Rinder. Campus Verlag, Frankfurt am Main.
- RING, J., BROCKOW, K. UND H. BEEHRENDT (2001): Adverse reactions to foods. *J Chromatogr B Biomed Sci Appl.* 25, 3-10.

- RIST, L (2003): Biologische Ernährung und Gesundheit. Beitrag der 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Feber 2003 in Wien, 5 Seiten.
- ROTH, E. KOVACS, E., SPASS, P., FELFOLDI, J., GONDA. I. UND K. BITSKEY (2001): Comparison between the stroability of organic and integratet apple. *Elelmezesi Ipar* 55 (6), 167-170.
- REHNER, G. UND H. DANIEL (2002): *Biochemie der Ernährung*. 2. Aufl. Heidelberg, Spektrum, Akademie Verlag, 122 Seiten.
- RUTTLOFF, H., PROLL, J. UND A. LEUCHTENGERGER (1997): *Lebensmittel- und Biotechnologie und Ernährung (Probleme und Lösungsansätze)*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 172 Seiten.
- SABA, A. UND F. MESSINA (2003): Attidudes towards organic foods and risk/benefit perception associatet with pesticides. *Food and Quality and Preference* 14, 637-645.
- SAFE, S.H. (2000): Endocrin disruptor and human health – is there a problem? *Environental Health Perspectives* 108 (6), 487-493.
- SAGOO, S.K., LITTLE, C.L. UND R.T. MITCHELL (2001): The microbiological examination of ready to eat organic vegetables from retail establishments in the United Kingdom. *Letters in Applied Microbiology* 33, 434-439.
- SANHOTY, R., EL-RAHMAN, A. UND K.W. BÖGL (2003): Quality and saftey evaluation of genetically modified potatoes Spunta with Cry V gene: Compositiional analysis, determination of some toxins, antinutrients compounds and feeding study in rats. *Food* 48 (1), 13-18.
- SILBERNAGL, S. UND A. DESPOPOULOS (2001): *Taschenatlas der Physiologie*, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 5 Auflage, 436 Seiten.
- SMITH, D. (1999): Worldwide trends in DDT levels in human breast milk. *International Epidemiology* 28 (2), 179-188.
- SMITH, B.L (1993): Organic food vs supermarket foods: Element levels. *Journal of applied nutrition* 45 (1), 37-39.
- SOIL ASSOCIATION – HEATON SHANE (2002): *Organic farming, food quality and human health. A review of the evidence*, 87 Seiten. www.soilassociation.org
- SOIL ASSOCIATION: *Toxic Shock: the link between pesticides and cancer*, 5 Seiten. www.soilassociation.org
- SOIL ASSOCIATION (2003): *Organic Food and Farming Report*, 56 Seiten www.soilassociation.org
- SOIL ASSOCIATION (2002): *The truth about food*, 11 Seiten. www.soilassociation.org
- STAINES., N., BROSTOFF., J. UND K. JAMES (1991): *Immunologisches Grundwissen*; Spectrum Akademischer Verlag, Berlin, 301 Seiten.
- STIFTUNG WARENTEST (2001): *Ernährung*, Econ Ullstein List Verlag GmbH&Co. KG, München, 86 Seiten.
- STIFTUNG WARENTEST (2000): *Biogemüse: Öko tut gut*. test 10, 76-80.
- STEINMETZ, K.A. UND J.D. POTTER (1996): Vegetables, fruit and cancer prevention: a review. *Journal of the American Dietetic Association* 96 (19) 1027-1039.
- STROBL, S. (2002): Oral toleranche, systemic immunoregulation and autoimmunity. *Ann N Y Aca Sci* 2002, 47-58.
- STÜRZLINGER, G. (1998): *Landwirtschaftliche Qualität in Österreich*. Schöne Neue Alpen. 157-160. Raben Verlag, München.
- SULLIVAN, P.B. (1999): Food allergy and food intolerance in childhood. *Indian Journal of Pediatri* 66, 37-45.
- SCHAEFER, T., BOHLER. E., RUHDORFER. S., WEIGL, L., WESSNER, D., HEINRICH, J., FILIPAK, B., WICHMANN, H.E., UND J. RING (2001): Epidemiology of food allergy/foof intolerance in adults: associations with other manifestations of atopy. *Allergy* 56, 1172-1179.

- SCHINK, A. (1998): Beeinträchtigung der Umwelt in Deutschland durch landwirtschaftliche Produktion. In: RAMSAUER, U. (Hrsg.): Landwirtschaft und Ökologie, 11-36. Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden.
- SCHIRMER, H., TRIERWEILER, B., GRÄF, V., HOFFMANN N.Q., TAUSCHER, B. UND H.P. SCHUCHMANN (2003): Heißes Wasser hält Äpfel gesund. Forschungsreport 1/2003, Bundesforschungsanstalt für Ernährung. Karlsruhe. Obstbau 25, 619-621.
- SCHMIDT, G. UND U. JASPER (2001): Agrarwende oder die Zukunft unserer Ernährung, Beck, München, 120 Seiten.
- SCHMIDT, D. UND L. LINNEMANN (1998): Bildkräfteforschung – natur- und geisteswissenschaftliche Forschung im Bereich der Lebensmittelqualität. Das Gotheanum 18, 19 und 20.
- SCHONHOFER, I., KRUMBEIN, A., SCHREINER, M. UND B. GUTEZEIT (1999): Bioactive substances in cruciferous products. Agri –Food II, 222-2226.
- SCHREINER, M., SCHONHOF, I. UND A. KRUMBEIN (2000): Bioaktive Substanzen im Gemüse. Forschungsreport 2000. www.forschungsring.de
- SCHRIFTENREIHE DES BUNDESMINISTERIUMS FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1998): Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Heft 483, Kreisläufe erwünschter und unerwünschter Stoffe – ihre Bedeutung in der Nahrungskette, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, 63 Seiten.
- SCHULZ, D.G. UND U. KÖPKE (1997): Ein ganzheitlicher Ansatz zur Beschreibung der ganzheitlichen Nahrungsmittelqualität: Der Qualitätsindex. In: U. Köpke und J.A. Eisele, Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 3.-4. März 1997, Bonn 211-216.
- SCHUPPAN, W. (1976): Mensch und Nahrungspflanze, Verlag Junk, Den Haag.
- SCHWENK-HAUBNER, G. UND M. SCHWENK (2000): dtv-Atlas Ernährung, Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co.KG, München.
- TAUSCHER, B., BRACK, G., FLACHOWSKY, G., HENNING, M., KÖPKE, U., MEIER-PLOEGER, A., MÜNZING, K., NIGGLI, U., PABST, K., RAHMANN, G., WILLHÖFT, C. UND E. MAYER-MIEBACH (2003): Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren – Statusbericht 2003. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig. www.bmvel-forschung.de/homeanst/Senat_satisbericht2003.htm
- TAPPESE, B.(1997): Gentechnik in der Landwirtschaft: Risiken der Anwendung. Spektrum der Wissenschaft, Dossier: Welternährung, 2, 92-94.
- THEWS, G. UND P. VAUPEL (1997): Vegetative Physiologie, Springer Verlag, Berlin, 3. Auflage, 589 Seiten.
- THIELERT, G. (2002) Untersuchungs- und Forschungsprogramm „Fusarientoxine“. www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/mlr/Forschung/2001/Fusarient..
- TIEZ, U. (1997): Die Qualität ökologisch und konventionell erzeugter Lebensmittel auf Getreidebasis – Verbrauchererwartung und Anforderungen der Verarbeiter, Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung 20/21 März 1997, Wädenswill, Schweiz. 301-309.
- TORJUSEN, H., METZLER, H. UND G. LIEBLEIN (1997): Nutritional evaluation of carrots cultivated in conventional and ecological farming systems: A paired-farm comparison. American Journal of Alternative Agriculture 12 (2).
- TREWAVAS, A. (1999): Much food, many problems. Nature 402, 231-232.
- TREWAVAS, A. (2001): Urban myths of organic farming. Nature 410, 409-410.
- TREWAVAS, A. (2004): A critical assessment of organic farming and food assertions with particular respect to the UK and the potential environmental benefits of no-till agriculture. Crop Protection 23, 757-781.
- TSATSAKIS, A.M., TSAKIRIS, I.N., AGOURAKIS, Z.B., TUDUDAKI, M., UND A.K. ALEGAKIS (2000): Three-year study of fenthion and dimethoate pesticides in olive oil from organic and conventional cultivation, Food Additives and Contaminants 20, 553-559.

- THYBO, A. K., MOLGAARD, J. P. UND U. KIDMOSE (2002): Effectr of different organic growing conditions on quality of cooked potatoes. *Food an Argriculture* 82, 12-18.
- URALA, N., UND L. LÄHTEENMÄKI (2004): Attidudes behind consumers`willingness to use functional foods. *Food Quality and Preference*, 15 (2), 91-95.
- VARIS, E., L. PIETILÄ UND K. KOIKKALAINEN (1996): Comparison of conventional, integradet and organic potato production in field experiments in Finland. *Acta Agric. Scand. Sect. B, Soil and Plant Sci.* 46, 41-48.
- VEITH, W. (1996): Ernährung neu entdecken; Der Einfluss der Ernährung auf unsere Gesundheit, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 2. Auflage, 145 Seiten.
- VELIMIROV, A., PLOCHBERGER, W. SCHOTT UND V. WALZ (1995): Neue Unersuchungen zur Qualität unterschiedlich angebauter Äpfel – Nicht alles was golden ist, ist auch delicious! *Bioskop* 6, 4-8.
- VELIMIROV, A. (2001): Ratten bevorzugen Biofutter. *Ökologie & Landbau* 117 (1), 19-21.
- VELIMIROV, A. (2002): Lebensmittelqualität von Produkten aus biologischer und konventioneller Landwirtschaft im Vergleich. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur.
- VELIMIROV, A. (2002): Integrative Methods of Product Quality Assessment in Connection with the P-Value-Determination. www.geocities.com/bioqualitaet
- VELIMIROV, A., KIENZL-PLOCHBERGER, K. UND E. SCHWAIGER (2000): Futterwahlversuche mit Ratten und mikrobiologische Untersuchungen als integrative Testmethoden zur Ermittlung der Qualität landwirtschaftlicher Produkte. Endbericht des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umweltschutz und Wasserwirtschaft in Wien.
- VINSON, J.A., TEUFEL, K. UND N. WU (2001): Red wine, dealcoholized red wine, and especially grape juice, inhibit atherosclerosis in a hamster model. *Atherosclerosis*. 2001 May; 156 (1), 67-72.
- WALZ, V. (1996): The P-value as a holistic quality parameter for food experiments with organically and non-organically grown carrots. In: N.H. Kristensen und H. Hogh-Jensen Proceedings of the 11th IFOAM International Scientific Conference, Copenhagen, 265-272.
- WATZL, B. UND C. LEITZMANN (1995): Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln. Hippokrates Verlag GmbH, Stuttgart.
- WATZL, B. (2001): Krebsprotektive Nahrungsinhaltsstoffe. *Ernährungsumschau* 48, 52-55.
- WATZL, B. (2001): Carotinoide, Pytosterine, Saponine, Glucosinolate, Phenolsäuren, Flavonoide, *Ernährungsumschau* 48, 2 – 12.
- WATZL, B. (2002): Sulfide, Monotrepene, Anthocyane, *Ernährungsumschau* 49, 4–8.
- WATZL, B., BUB, A., BRIVIBA, K. UND G. RECHKEMMER (2002): Acute intake of moderate amounts of red wine or alcohol has no effect on the immune system of healthy men. *Eur J Nutr.* 2002 Dec ; 41(6), 264-270.
- WATZL, B. (2003): Phytooöstrogene, *Ernährungsumschau* 50, Heft 6.
- WATTENBERG, L.W. (1985): Chemoprevention of cancer. *Cancer Res* 43, 2448-2453.
- WEBER, B., UND C. LIENERS (2003): Lebensmittel Hypersensibilisierung – Unverträglichkeit: Bedeutung der Bestimmung von IgG-Antikörper gegen Lebensmittelantigene mit ImuPro 300, 18 Seiten.
- WEIBEL, F.P., BICKEL, R., LEUTHOLD, S., ALFÖLDI, T., NIGGLI, U. UND U. BALZER-GRAF (2001): Bioäpfel - besser und gesünder? Eine Vergleichsstudie mit Standard und Alternativmethoden der Qualitätserfassung. *Ökologie und Landbau* 177, 25-28.
- WEIGER, H. (1997): Naturschutz durch ökologischen Landbau. In: Weiger, H. und H. Willer (Hrsg.): Naturschutz durch ökologischen Landbau, 11-48. Buchreihe der Stiftung Ökologie und Landbau, Deukalion Verlag, Holm.

- WEISS, G. (2004): Mit bewusster Ernährung lassen sich negative Umweltwirkungen minimieren, 11 Seiten. www.lebendigeerde.de
- In WELLING, M. (Hrsg.): Biologische Vielfalt in Ökosystemen – Konflikt zwischen Nutzung und Erhaltung. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft 465, 20-28.
- WILLIAMS, C. M. (2002): Nutritional quality of organic food: shades of grey or shades of green? Proceedings of the Nutrition Society, 61 (1).
- WILKUND, K. UND J. DICH (1995): Cancer risks among male farmers in Sweden. European Journal of Cancer Prevention 4 (1), 81-90.
- WOESE, K., LANGE, D., BOESS, C. UND K.W. BÖGL (1995): Ökologisch und konventionell erzeugte Lebensmittel im Vergleich – Eine Literaturstudie, Teil I und II. Bundesinstitut für den gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, 758 Seiten.
- WOLFF, O. (1994): Fruchtbarkeit und Ernährung. Lebendige Erde 1, 13-15.
- WORTHINGTON, V. (1998): Effect of agricultural methods on nutritional quality: A comparison of organic with conventional crops. Alternative Therapies 4, (1), 58-69.
- ZOU, J.G., WANG, Z.R., HUANG, Y.Z., CAO, K.J. UND J.M. WU (2003): Effect of red wine and wine polyphenol resveratrol on endothelial function in hypercholesterolemic rabbits. Int. J Mol Med. 2003 Mar; 11 (3), 317-320.