

NAHRUNGSMITTEL AUS
MASSENTIERHALTUNG UND AUS
TIERSCHUTZGERECHTER HALTUNG:
EINE LITERATURSTUDIE ÜBER MÖGLICHE
UNTERSCHIEDE IN DEN INHALTSSTOFFEN,
UNTER
SPEZIELLER BERÜCKSICHTIGUNG VON
VITAMINEN, LIPIDEN, PROTEINEN,
HORMONEN,
MEDIKAMENTENRÜCKSTÄNDEN UND
PATHOGENEN KEIMEN.

Diplomarbeit
zur Erlangung des akademischen Grades

Magister rerum naturalium

an der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Salzburg

Eingereicht
von
Matthias Ulrich Florian

Salzburg, Januar 2005

DANKSAGUNGEN

Ich möchte hier die Gelegenheit nützen, all jenen Personen zu danken, die mich bei der Verfassung dieser Diplomarbeit so hilfreich unterstützt haben.

Mein ganz besonderer Dank gilt meinem Diplomarbeitsbetreuer, Herrn Univ.-Prof. Dr. Gerhard W. Hacker, Forschungsinstitut für Grund- und Grenzfragen der Medizin und Biotechnologie, Salzburger Landeskliniken, der mir immer mit Rat und Tat zur Seite stand.

Weiters möchte ich mich an dieser Stelle bei meinem Vater, Herrn Dipl. Ing. Franz-Josef Florian, für sein Vertrauen und seine jahrelange Unterstützung herzlich bedanken. Meiner Mutter, Frau Dipl. DA & EMB Claudia Mayr, danke ich für die motivierenden Worte und ihre unermüdliche Hilfe.

Dankbar bin ich auch meinem Wohnungskollegen, Herrn Pezi Dibelka, der meinen Launen während dieser Arbeit schutzlos ausgeliefert war, und ich ihm oftmals nicht jene Aufmerksamkeit zu teil werden ließ, die er verdient.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Zusammenfassung	6
2. Summary	7
3. Überblick tierischer Lebensmittel, Landwirtschaft und Gesundheit	8
3.1. Einleitung.....	8
3.2. Die ernährungsphysiologische Bedeutung von Fleisch	11
3.3. Fleisch als wichtiger Bestandteil der Lebensmittelindustrie	11
3.3.1. Konventionelle Fleischproduktion.....	12
3.3.2. Ökologische Fleischproduktion.....	12
3.3.3. Vergleich konventionelle/ökologische Fleischproduktion.....	12
3.3.4. Die Wertschöpfungskette vom Erzeuger bis zum Verbraucher.....	13
3.3.5. Parameter zur Charakterisierung des Frischezustandes von Fleisch.....	14
3.3.5.1. Mikrobiologische Parameter	14
3.3.5.2. Sensorische Parameter	16
3.3.5.3. Untersuchungsverfahren	17
3.3.6. Einflussfaktoren auf die Haltbarkeit	18
3.3.7. Konservierungsmöglichkeiten von Fleischprodukten.....	20
3.3.8. Biokonservierung von Fleisch und Fleischerzeugnissen.....	20
3.3.9. Konservierung mittels Bestrahlung.....	21
3.3.9.1. Bestrahlung im Allgemeinen	21
3.3.9.2. Codex Alimentarius und andere internationale Gremien.....	23
3.3.9.3. Gesundheitliche Qualität von bestrahlten Lebensmitteln	24
3.3.9.4. Kritische Studien zur Lebensmittelbestrahlung.....	25
3.4. Gesundheitsgefährdende Wirkungen von Rückständen in tierischen Produkten	26
3.4.1. Rückstände in Futtermitteln	26
3.4.2. Antibiotika.....	28
3.4.2.1. Antibiotika im Allgemeinen	28
3.4.2.2. Entstehung von Resistenzen.....	28
3.4.2.3. Antibiotika-Einsatz in der Landwirtschaft.....	29
3.4.2.4. Fazit	30
3.4.3. Hormone	31
3.4.4. Quecksilber in Fischen.....	32
3.5. Gentechnik in der Landwirtschaft	33
3.5.1. Tiernahrung und Gentechnik.....	33
3.5.2. Transgene Nutztiere	37
3.5.2.1. Transgene Nutztiere im Allgemeinen.....	37
3.5.2.2. Ökologische Auswirkungen.....	38
3.5.2.3. Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen.....	38
3.5.2.4. Auswirkungen auf die Gesundheit der Nutztiere	38
3.6. Krebsrisiken durch Fleischkonsum	39
3.6.1. Allgemeines	39
3.6.2. Magenkarzinom.....	39
3.6.3. Kolorektalkarzinom.....	40
3.6.4. Pankreaskarzinom.....	41
3.6.5. Lungenkarzinom	41
3.6.6. Prostatakarzinom	42
3.6.7. Fazit.....	42
3.7. Herz-Kreislaufkrankungen durch Fleischkonsum	42
3.8. Tierschutz und Tierhaltung.....	43

3.9. Fleischkonsum und Ethik	45
4. Bei Massenhaltung häufig auftretende Tiererkrankungen.....	48
4.1. Einleitung.....	48
4.2. Bovine Spongiforme Enzephalopathie (BSE).....	49
4.3. Maul und Klauenseuche (MKS)	50
4.4. Klassische Schweinepest.....	51
4.5. Klassische Geflügelpest (Aviäre Influenza).....	53
4.6. Salmonellosen.....	54
4.7. Auswirkungen dieser Krankheiten auf den Menschen	55
5. Methoden zur Qualitätserfassung tierischer Lebensmittel.....	56
5.1. Qualitätsdefinitionen.....	56
5.1.1. Produktqualität.....	56
5.1.2. Prozessqualität.....	57
5.2. Überblick über produktbezogene Qualitätserfassungsmethoden.....	59
5.2.1. Bildschaffende Methoden – Vitalaktivität.....	59
5.2.2. Biophotonenemissionsmessung – Lichtspeicherkapazität.....	59
5.2.3. Der P-Wert – Energiestatus	59
5.2.4. Zersetzungstest – Haltbarkeit	60
5.2.5. Mikrobiologische Besiedelung – Differenzierung des Substrates.....	60
5.2.6. Verkostungstest – Geschmack.....	60
6. Die Qualität von Produkte aus tiergerechter Haltung im Vergleich zu Massentierhaltung	61
6.1. Milch und Milchprodukte.....	61
6.2. Eier	62
6.3. Fleisch	63
6.3.1. Allgemeines.....	63
6.3.2. Rindfleisch.....	65
6.3.3. Schweinefleisch	65
6.3.3. Geflügel	66
6.4. Fische, Krebse und Muscheln.....	66
6.4.1. Allgemeines.....	66
6.4.2. Ökologische Aquakultur	67
6.4.3. Konventionelle Aquakultur	68
6.4.4. Qualitätsvergleich von Fischen aus ökologischer und konventioneller Aquakultur.....	70
6.4.5. Qualitätsvergleich von wildlebenden Fischen und Fischen aus konventioneller Aquakultur.....	71
7. Schlussfolgerungen.....	72
8. Abkürzungen	73
9. Literaturverzeichnis	74

1. ZUSAMMENFASSUNG

Gegenstand dieser Diplomarbeit war ein Vergleich von biologisch-dynamisch produzierten Lebensmitteln mit Nahrungsmitteln aus konventioneller Produktion. Besonderes wurde dabei auf verschiedene Systeme der Tierhaltung gelegt. Die vorliegende Literaturstudie basiert auf Zusammenfassungen und Bewertungen von über 250 einschlägigen wissenschaftlichen Untersuchungen. Neben allgemeingültigen Erkenntnissen wurden insbesondere Studien über Milch und Milchprodukte, Eier, Fleisch vom Rind, Schwein, Geflügel und Fisch erfasst. Die meisten in dieser Arbeit bewerteten Studien untersuchten tierische Produkte auf wünschenswerte und/oder unerwünschte Inhaltsstoffe und auf Rückstände von Medikamenten/Antibiotika, Hormonen und Pestiziden. Auch Vor- und Nachteile der Verwendung von Gentechnik in der Landwirtschaft werden diskutiert.

In der biologischen, produktbezogenen Qualitätsforschung spielen Methodenauswahl und Methodenkombination eine wichtige Rolle. In Bezug auf Inhaltsstoffe ist unser Wissen nach wie vor relativ lückenhaft, da ausgereifte und systematische Studien, die einen exakten allgemeingültigen Vergleich zulassen würden, noch immer Mangelware sind. Frühere, Anfang der 90er Jahre durchgeführte, Vergleiche beinhalteten nur einige wenige Inhaltsstoffe und waren alleinig mittels chemisch-analytischen Techniken durchgeführt worden, die den Zustand eines Produktes zu einem bestimmten Zeitpunkt wiedergaben. Gültige Bezüge auf die Physiologie des Menschen waren daher kaum möglich, viele Arbeiten waren zu einseitig aufgebaut. Aus diesen bis zum Jahr 1995 vorliegenden Arbeiten konnten die signifikanten Vorteile, die man hinsichtlich der inhaltsstofflichen Zusammensetzung biologisch erzeugter Produkte erwartet hatte, auf den ersten Blick hin noch nicht bestätigt werden. Heute (seit etwa dem Jahr 2000) weiß man jedoch anhand einer ganzen Fülle neuerer und systematischerer Studien, dass Lebensmittel aus biologischer Landwirtschaft eine weitaus höhere Qualität besitzen als solche aus konventioneller Produktion. Zu dieser Erkenntnis verhalfen vor allem integrative dynamische und prozessbezogene Qualitäts-Ermittlungsmethoden, die den Bioprodukten ein eindeutig besseres Zeugnis ausstellen.

2. SUMMARY

This diploma thesis attempts to comprehensively summarize and compare the existing literature on the quality of organically versus conventionally produced food and of foods produced with the aid of different farming systems. The evaluation comprises more than 250 studies published. After an overview on food derived from animals, special emphasis is given to milk and milk products, eggs, beef, pork, poultry, and fish, as well as on products made from them. Most of the studies included are physico-chemical investigations of concentrations of desirable and undesirable ingredients, also including antibiotics, hormone and pesticide residues. In Addition, studies pointing out potential risks encountered with genetic engineering in agriculture are discussed. Wherever feasible, emphasis is also given on possible physiological effects of the food investigated, especially on the gastrointestinal and endocrine systems of the human body.

Since a variety of different methods of sampling had been applied in the investigations included, it turned out to be extremely difficult to compare the individual results presented in literature. Even with the same type of sampling methods, manifold factors have to be taken into consideration which are not directly related to the production system but do influence food quality to a large degree. Despite the heterogeneity of the sample material, a great variety of quality differences have been identified. The great majority of studies, especially those addressing the problem holistically, show a much higher food quality of organically produced food compared to those foods derived from conventional production.

3. ÜBERBLICK TIERISCHER LEBENSMITTEL, LANDWIRTSCHAFT UND GESUNDHEIT

Begriffs-Definition: Der Begriff "Bio- und organische Nahrung bzw. Lebensmittel" wird, internationalen Konventionen folgend, in dieser Diplomarbeit durchgehend als "ökologische Nahrung bzw. Lebensmittel" bezeichnet.

3.1. Einleitung

Im deutschsprachigen Raum steht dem Konsumenten ein reichhaltiges Angebot an Lebensmitteln in hoher Qualität zur Verfügung. Ein Großteil der Konsumenten hält Bio-Lebensmittel heute für wohlschmeckender, gesünder und sicherer als die Erzeugnisse der konventionellen Landwirtschaft (BODENMÜLLER 2000, BRUHN ET AL. 2001, ZMP 2001a, van MANSFELDT 2001, GÖTZE 2002, KUHNERT ET AL. 2002). Belegen oder entkräften lassen sich diese Erwartungen generell nur durch vergleichende wissenschaftliche Untersuchungen. Damit kann ein förderlicher Beitrag zur Entspannung der mitunter sehr emotional geführten Diskussionen im Agrar- und Lebensmittelbereich geleistet werden.

Es gibt viele Arbeiten, die sich mit dem Vergleich der Qualität ökologisch und konventionell erzeugter Lebensmittel befassen. ALFÖLDI ET AL. (1998) haben in einer Literaturstudie (33 Publikationen von 1993 bis 1998) weder einen eindeutigen Beleg für einen Qualitätsvorteil noch für einen Qualitätsnachteil von ökologisch gegenüber konventionell produzierten Lebensmitteln gefunden. Andere Literaturstudien (WOESE ET AL. 1995a,b und WORTHINGTON 1998) beschreiben wissenschaftliche Studien, in denen nachgewiesen wurde, dass ökologisch erzeugte Lebensmittel geringere Nitrat- und Schwermetallwerte sowie höhere Vitamingehalte als konventionell erzeugte Lebensmittel aufweisen. HEATON (2001) untersuchte 400 einschlägige Publikationen zum Vergleich von Lebensmitteln aus konventionellem und ökologischem Landbau. Eine holländische Studie auf der Basis von Expertengesprächen konnte keinen gesundheitlichen Vorteil von ökologisch produzierten Lebensmitteln feststellen (van VLIET 1998). Der Autor kommt zu dem Schluss, dass epidemiologische Studien erforderlich wären, um eine klare Aussage treffen zu können. Derartige, belastbare Langzeituntersuchungen sind aber in der Humanernährung wegen methodischer Probleme und ethischer Bedenken an hinreichend großen Probandengruppen bislang noch nicht durchgeführt worden.

An der Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Dänemark, wurde eine umfassende Literaturstudie zum Thema „Ökologische Lebensmittel und menschliche Gesundheit“ durchgeführt (MARCKMANN 2000; MØLGAARD 2000). Die Studie konnte keine wissenschaftlich fundierten Berichte finden, dass ökologisch produzierte Lebensmittel gesünder sind als konventionell erzeugte. TAUSCHER ET AL. (2003) resümiert so wie auch allen anderen Studien, dass abgesehen von unbestrittenen ökologischen und sozialen Vorteilen der biologischen Landwirtschaft weitere Forschungsvorhaben notwendig sind, um den entgeltigen Beweis für die gesundheitsfördernde Wirkung biologisch erzeugter Lebensmittel zu erbringen. Mit einer Verordnung der EU (EWG Nr. 2092/91) zum ökologischen Landbau, die zum Zeitpunkt des Inkraft-Tretens 1991 ausschließlich die Erzeugung pflanzlicher Produkte geregelt hat und inzwischen auch auf Lebensmittel tierischen Ursprungs (ohne Aquakultur) ausgedehnt wurde (erst seit 2000), hat der ökologische Landbau einen rechtlichen Rahmen erhalten. Darüber hinaus wird hier auch die Prozessführung während der Verarbeitung der Bio-Erzeugnisse berücksichtigt.

Diese Verordnung ist 2001 – ausgelöst durch die BSE-Krise – zum zentralen Ziel der europäischen Agrarpolitik erklärt worden. „Klasse statt Masse“ wurde Leitsatz. Die ökologische Landwirtschaft steht seitdem im Mittelpunkt der Diskussion für eine verbraucher- und umweltorientierte Agrar- und Ernährungspolitik. Die ökologische Landwirtschaft bietet aber auch für die konventionelle Landwirtschaft wichtige, verwertbare und zu berücksichtigende Konzepte, zum Beispiel für:

- Weitgehend geschlossene Stoff- und Energiekreisläufe
- Umstellungszeiten für Ackerbau und Tierhaltung
- Naturförderliches und landschaftsästhetisches Wirtschaften
- Positivlisten für Futtermittel, Betriebsmittel und Verarbeitung
- betriebseigenes Futter und flächengebundene Tierhaltung
- tiergerechte Haltung, Transport und Schlachtung von Nutztieren
- Unabhängige Kontrolle der Produktion und Verarbeitung

Neben dieser Verordnung hat die *Codex Alimentarius* Kommission 2001 ebenfalls Leitlinien für den ökologischen Landbau festgelegt. Beim *Codex Alimentarius* handelt es sich um ein gemeinsames Programm der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zur Festsetzung der Standards für die Lebensmittelsicherheit, die als Maßstab für den internationalen Handel mit Lebensmitteln dienen. Hauptziel der *Codex-Alimentarius-Kommission* ist es also, internationale Standards, Verhaltenscodizes und andere Leitlinien und Empfehlungen für Erzeugnisse der Landwirtschaft und Fischerei, Lebensmittel, Lebensmittelzusätze, Kontaminanten, Futtermittel, Tierarzneimittel- und Pestizidrückstände, Etikettierung, Kontroll- und Zertifizierungssysteme, Analyse- und Stichprobeverfahren, ethische Grundsätze und Bestimmungen für die gute landwirtschaftliche Praxis sowie Leitlinien für die Lebensmittelhygiene festzulegen.

(<http://europa.eu.int/scadplus/leg/de/lvb/f84006.htm>)

Weiters haben verschiedene Öko-Verbände, darunter die IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movement), die AGÖL (Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau, Deutschland) oder Bio ERNTE Austria u.a. eigene Richtlinien zur Auslegung und detaillierten Ausführung der EU-Verordnung herausgegeben.

Etwa 3,7 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland wurden Ende des Jahres 2002 von rund 15.000 Betrieben nach den Vorgaben der EU-Verordnung ökologisch bewirtschaftet. In Österreich sind es sogar 11,3 % und 18.000 Betriebe; Österreich hat somit eine weltweite Vorreiterstellung für die ökologische Landwirtschaft (YUSSEFI ET AL. 2003). Vor allem die Salzburger Landwirtschaft unterscheidet sich einerseits durch die Größe der Betriebe - vornehmlich kleine bäuerliche Familienbetriebe - und andererseits durch die Art der Bewirtschaftung von vielen anderen Regionen in Europa. Knapp 90 % der Flächen werden ohne Einsatz von Handelsdünger und Pflanzenschutzmittel bewirtschaftet. Der Anteil der Biobauern mit 37 % stellt europaweit einen Spitzenwert dar (www.europainfo.at/regionalb/sbg/text.htm).

Der Aufbau einer Lebensmittelerzeugung nach den Prinzipien des ökologischen Landbaus erfordert jedoch mehr als nur eine nachhaltige Landbewirtschaftung. Deshalb umfasst die EU-Verordnung neben dem Leitgedanken des Wirtschaftens im Einklang mit der Natur auch die Verarbeitung, die Kennzeichnung, den Transport und die Vermarktung der Bio-Erzeugnisse und stellt diese Aspekte im Gegensatz zur konventionellen Landwirtschaft damit in einen umfassenderen Zusammenhang. Der herausragende, differenzierende Aspekt des ökologischen Landbaus liegt in der betrieblichen Organisation "des weitgehend in sich geschlossenen

Betriebsorganismus" (KÖPKE 1994). Mit weitgehend geschlossenen Kreisläufen wird eine ressourcenschonende, naturverträgliche Landbewirtschaftung angestrebt. Es wird davon ausgegangen, dass sich dieses Organisationsprinzip positiv auf die Lebensmittelsicherheit auswirkt. Die Lebensmittelmengen, die mit diesem "System Bio-Lebensmittel" erzeugt werden können, reichen für eine möglichst umfassende Versorgung der Bevölkerung mit Bio-Lebensmitteln derzeit jedoch noch nicht aus.

Die Zahl der vergleichenden Untersuchungen ist für pflanzliche Lebensmittel ungleich größer als für die über tierische Lebensmittel. Dies ist u.a. in der Entwicklung des ökologischen Landbaus begründet. Für tierische Erzeugnisse des ökologischen Landbaus gibt es daher bislang auch wenige Daten bezüglich Rückständen und Schadstoffen, welche aus der Futtermittelkette oder aus der allgemeinen Umweltverschmutzung stammen.

Diese Literaturstudie im Rahmen meiner Diplomarbeit soll hierfür einen Beitrag leisten.

3.2. Die ernährungsphysiologische Bedeutung von Fleisch

Fleisch stellt unbestreitbar ein Lebensmittel von hoher ernährungsphysiologischer Qualität dar. Fleischiweiß enthält die für die Proteinsynthese des menschlichen Organismus benötigten Bausteine (Aminosäuren) in besonders günstiger Menge und Relation. Tierische Proteine (in Fleisch, Milch, Eiern und Fisch) besitzen deshalb eine hohe biologische Wertigkeit. Generell kommt den Lipiden (Triacylglyceride und Fettbegleitstoffe) eine ernährungsphysiologisch wichtige Bedeutung hinzu, die auf dem hohen Brennwert und dem Vorkommen von essentiellen Fettsäuren beruht. Nach SEUSS (1992) spielen diese eine wichtige Rolle bei der Absorption von Vitaminen. Monoen- und Polyensäuren haben bedeutende Aufgaben im Stoffwechsel.

Hervorgehoben werden von MATTHES ET AL. (1999) die Omega-3-Fettsäuren, zu denen die Eicosapentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure (DHA) zählen. EPA ist u.a. ein Ausgangsprodukt für die Bildung von Prostaglandinen, die dem Schutz der Schleimhäute des Magens und des Zwölffingerdarms dienen. Weiters sind Prostaglandine für die Nieren-Durchblutung von Bedeutung und an der Blutgerinnung beteiligt. Der EPA wird auch ein positiver Einfluss auf thrombotische Erkrankungen zugesprochen (<http://de.wikipedia.org>). DHA ist vor allem in der Schwangerschaft und Stillzeit einer der wichtigsten Vertreter aus der Gruppe der mehrfach ungesättigten Fettsäuren und schützt im Tiermodell vor Alzheimer-ähnlichen Läsionen.

(www.aerztezeitung.de/docs/2004/08/30/153a0405.asp?cat=/medizin/alzheimer)

Zu den weiteren essentiellen Fettsäuren werden die Linolsäure (C18:2) und die Linolensäure (C18:3) gezählt. Sie haben Funktionen im Herz-Kreislauf-System und bei der Immunabwehr sowie zentralnervöse, sensorische und psychosoziale Funktionen (MOSER 2000). Weiters besitzen Lipide für die Zubereitung von Lebensmitteln bedeutende Eigenschaften wie z.B. ein hohes Lösungsvermögen für Geruchs- und Geschmacksstoffe. Die grenzflächenaktive Wirkung bestimmter polarer Lipide ist bei Emulgatoren ausschlaggebend. Lipide kommen in allen Lebensmitteln zumindest als Bestandteil von Membranen vor. Sie stellen zudem einen wichtigen Bestandteil von Lipoproteinen dar.

3.3. Fleisch als wichtiger Bestandteil der Lebensmittelindustrie

Unabhängig von der Art des Fleischproduktes (Rohfleisch; weiterverarbeitete Produkte) muss der Herstellungsweg den Bestimmungen der Lebensmittelsicherheit genügen. Mit der Prozessqualität tierischer Lebensmittel wird der Ablauf der Lebensmittelherstellung von der landwirtschaftlichen Erzeugung bis hin zur Verarbeitung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse erfasst und bewertet. Die Anforderungen für mikrobiologische Lebensmittelsicherheit der Fleischprodukte gelten sowohl für die Hersteller von ökologisch wie konventionell produziertem Fleisch. In den folgenden Kapiteln (3.3.1-3.3.9) habe ich die Frage nach der Lebensmittelsicherheit von ökologisch und konventionell produziertem Fleisch in Bezug auf Herstellungsweg (Prozessqualität) und Endprodukt (Produktqualität) in einer Übersicht dargestellt.

3.3.1. Konventionelle Fleischproduktion

Bei der konventionellen Fleischproduktion wird mit leistungsfähigen Spezialrassen und Kreuzungen je nach Erzeugungsziel gearbeitet. Die Haltung richtet sich auf eine weitgehende Ausschöpfung des Leistungspotentials der Nutztiere im Rahmen der tierarztspezifischen Haltungsverordnungen des Nutz-Tierschutzgesetzes aus. Die Fütterung lässt, wie im Futtermittelrecht geregelt, Zukaufsfuttermittel und Futterzusatzstoffe zu. Darunter u.a. synthetische Aminosäuren und Enzyme, die auch gentechnisch hergestellt sein können. Im Tiergesundheitsmanagement werden nach tierärztlicher Indikation zur Behandlung die arzneimittelrechtlich für Nutztiere zugelassenen Medikamenten und Maßnahmen eingesetzt. Nach antibiotischer Einstallprophylaxe müssen Wartefristen berücksichtigt werden, um Rückstände im Fleisch zu vermindern. Die Fortpflanzung erfolgt in der Rinderzucht zu 98 % mit künstlicher Besamung, während bei Schweinen etwa 50 % der Sauen künstlich besamt werden. Moderne Verfahren der Reproduktionsmedizin, wie z.B. der Embryotransfer, sind besonderen Zuchtprogrammen vorbehalten (TAUSCHER ET AL. 2003). Die eher Stress erzeugenden Haltungsbedingungen sorgen sehr wahrscheinlich auch dafür, dass bestehende, mit Stress assoziierte Botenstoffe/Hormone vermehrt nachweisbar sein müssten.

3.3.2. Ökologische Fleischproduktion

In der ökologischen Fleischproduktion werden möglichst in Ökobetrieben aufgezogene Tiere genutzt. Dabei wird auf Rassenvielfalt geachtet, und einzelne Betriebe züchten auch zum Teil gefährdete Nutztierassen. Besondere Haltungsvorschriften orientieren sich an der Tier- bzw. der Artgerechtigkeit (Besatzdichten, Größe von Haltungsgebäuden, Verbot der Anbindehaltung, usw.). Besonders restriktiv sind zootechnische Maßnahmen (Enthornung, Stutzen von Schnäbeln, Abkneifen von Zähnen, Kupieren von Schwänzen usw.) geregelt. Die Fütterung basiert möglichst auf betriebseigenen Futtermitteln. Es sind nur wenige spezielle Zusatzstoffe zugelassen; synthetische Aminosäuren oder GVO (genetisch veränderte Organismen) sind verboten. Das Tiergesundheitsmanagement basiert auf Züchtung, Prävention, komplementären Therapien (Phytotherapie, Homöopathie) und (als letzte Option) den allopathischen Behandlungen. Antibiotikaprophylaxe (Ausnahme: gesetzlich vorgeschriebene Impfungen) ist verboten. Allopathische Behandlungen dürfen maximal dreimal pro Jahr durchgeführt werden, nach Arzneimitteleinsatz ist eine doppelte Wartezeit einzuhalten (TAUSCHER ET AL. 2003).

3.3.3. Vergleich konventionelle/ökologische Fleischproduktion

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Prozessqualität bei tierischen Lebensmitteln von dem genetischen Potential der Tiere, ihre Lebensbedingungen, ihre Aufzucht und Mast, Laktation und Legeperiode sowie ihre Behandlungen bei Transport und Schlachtung abhängig ist. Die Unterschiede innerhalb der Prozessqualität bei der ökologischen und konventionellen Erzeugung sind weitreichend deutlich. Futterzusatzstoffe dürfen im ökologischen Landbau nicht chemisch-synthetisch hergestellt sein, der Einsatz von allopathischen Arzneimitteln ist stark limitiert. Eine Vermarktung als ökologisch-produziertes Produkt ist bei Tieren nach mehr als zweimaliger Behandlung während eines Produktionszyklus nicht erlaubt. Bei konventioneller Herstellung werden Antibiotika entweder als Prophylaxe oder therapeutisch verabreicht. Zur weiteren Abgrenzung von der konventionellen Produktion sind, wie im ökologischen Pflanzenbau, auch bei der ökologischen Erzeugung tierischer Produkte keine gentechnisch veränderten Organismen (GVO) als Futtermittel oder Zusätze erlaubt. In der konventionellen Tierernährung werden zur

Verbesserung der Nährstoffverwertung Enzyme eingesetzt, die u.a. mit Hilfe gentechnischer Methoden gewonnen werden können (FRANK & DASCHNER 2003).

3.3.4. Die Wertschöpfungskette vom Erzeuger bis zum Verbraucher

Die Qualität und Sicherheit von Fleisch möglichst lange zu erhalten ist eines der Hauptziele der Lebensmittelproduzenten und des Lebensmittelhandels. Ein wichtiges Instrumentarium dabei ist das sogenannte TTT-Konzept (Time, Temperature, Tolerance), welches sich die Beziehung zwischen Lagertemperatur und Haltbarkeit zu Nutze macht, d.h., je niedriger die Temperatur, desto länger ist die Haltbarkeit (GEORGE 2000). Sehr häufig kommt es jedoch nicht nur beim Transport, sondern auch bei der Lagerung der Produkte in der gesamten Wertschöpfungskette zu einer Überschreitung der vorgeschriebenen Lagertemperatur, was zu beschleunigten mikrobiellen und biochemischen Zersetzungsprozessen führt. Dadurch wird die Haltbarkeit der betroffenen Lebensmittel reduziert und das Risiko möglicher gesundheitlicher Gefahren für den Verbraucher stark erhöht (BEM ET AL. 1994, PETERSEN ET AL. 2001). Um die Qualität der Lebensmittel zu garantieren, ist somit die Einhaltung vorgegebener Temperaturen innerhalb der Produktions- und Distributionskette eine notwendige Voraussetzung (LABUZA ET AL.1995, TAOUKIS ET AL.1991, BgVV, 1999).

Damit am Ende der Wertschöpfungskette ein qualitativ hochwertiges Produkt steht, ist ein sorgfältiger Umgang mit den Produkten vom Erzeuger bis zum Verbraucher erforderlich. Sorgfältiger Umgang bedeutet hier neben der hygienischen Fleischgewinnung vor allem die Einhaltung der entsprechenden Produkttemperaturen (BRUNNHUBER 1997, HILBERT ET AL. 2000). Die optimale Lagertemperatur von Fleisch liegt nahe am durchschnittlichen Fleisch-Gefrierpunkt von $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Im Temperaturbereich zwischen $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ kann jedes Grad Überschreitung dieser optimalen Temperatur die Lagerfähigkeit um 10 % verkürzen (MOJE 1998). Laut der Fleischhygieneverordnung (FlHV, Anl. 2 Kap. IX Nr. 1.1.1, 1.1.2 u. 3) soll die Kerntemperatur von Frischfleisch ab 24 Stunden nach der Schlachtung unter $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ liegen. Die Geflügelfleischhygiene-Verordnung (Anl. 2. Kap. IX, Nr.1) schreibt eine Temperatur von $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis zur Abgabe an den Verbraucher vor (BgVV, 1999). Weiterhin existieren einschlägige Rechtsnormen, Transport und Kühlung betreffend. Demnach darf in frischem Fleisch, das für den innergemeinschaftlichen Handelsverkehr bestimmt ist, die Innentemperatur des Tierkörpers $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ nicht übersteigen (BEM ET AL. 1994).

Durch die zunehmende Globalisierung der Märkte und den damit verbundenen immer länger werdenden Transportwegen gewinnt die Kontrolle der Kühlkette im Rahmen des Verbraucherschutzes einen immer größeren Stellenwert (KREYENSCHMIDT ET AL. 2002a). So besteht die Kühlkette aus vielen einzelnen Gliedern, und je mehr Glieder in dieser Kühlkette vorhanden sind, desto mehr Schwachstellen entstehen. Als Schwachstellen innerhalb der Kühlkette sind insbesondere die Schnittstellen zwischen den einzelnen Beteiligten der "food-chain" zu lokalisieren. Das heißt, jeweils dort, wo die Ware den Ort bzw. den Besitzer wechselt, besteht verstärkt die Gefahr einer Unterbrechung der Kühlkette (BRUNNHUBER 1997, SCHILLINGS-SCHMITZ 2002).

BRUNNHUBER (1997) weist weiterhin darauf hin, dass auch das Kühlhaus beim Erzeuger, die Lagerung in Verkaufskühlmöbeln, sowie der Transport Schwachpunkte hinsichtlich der Temperatureinhaltung in der fleischerzeugenden Kette sind. Durch die Gesamtsumme kleiner Unterbrechungen der Kühlkette kommt es schnell zu einer frühzeitigen Qualitätsbeeinträchtigung. Um diese Unterbrechungen zu vermeiden, hat das EHI (Euro-

Handelsinstitut) eine Branchenempfehlung für kühlpflichtige und leichtverderbliche Fleisch- und Wurstwaren im Juni 2000 veröffentlicht. Inhalt ist dabei u.a. die Forderung, dass die Regelanliefertemperatur 1 °C bzw. 2 °C (Strecken- oder Lagergeschäft) unterhalb der geforderten Temperaturobergrenze liegen muss/sollte, um somit einen zusätzlichen Kältepuffer für kurze Zeiten ohne aktive oder passive Kühlmöglichkeiten der Ware zu gewährleisten (MÖLLER 2000, SCHILLINGS-SCHMITZ 2002).

Wünschenswert wären in diesem Zusammenhang eine lückenlose Temperaturüberwachung des Produktes vom Erzeuger bis hin zur Verkaufskühltruhe und die Nachvollziehbarkeit für den Verbraucher. Derzeit erfolgt die Temperaturüberwachung am Produkt nur stichprobenhaft durch Flüssigkeits-, Digital- oder Kontaktthermometer sowie mit Strahlungsmessgeräten (KREYENSCHMIDT ET AL. 2002b). Eine Möglichkeit zur kontinuierlichen Temperaturüberwachung sind elektronische Datenlogger. Nachteilig bei diesen Loggern ist neben den hohen Anschaffungskosten, dass nur die Lufttemperatur gemessen wird, diese stimmt jedoch in den wenigsten Fällen mit der Produkttemperatur überein (BRUNNHUBER 1997). In den letzten Jahren ist in diesem Bereich die Entwicklung von Telematik-Systemen erheblich vorangeschritten. Abgesehen davon, dass auch bei diesen Systemen nicht die Produkttemperatur, sondern die Umgebungsluft kontrolliert wird, werden diese Systeme bisher nur für den Transport eingesetzt (JÖCKEL 2002). Eine einfache und preisgünstige Möglichkeit für eine lückenlose Temperaturüberwachung sind Zeit-Temperatur-Indikatoren. (TAOUKIS ET AL. 1997, LABUZA ET AL. 1995, GAUKEL 2002). Diese werden auf die Verpackung aufgebracht und zeigen durch eine Farbskala die Historie des Produktes an. Dadurch könnte eine produktbegleitende Kontrolle des Lebensmittels ermöglicht werden (GAUKEL 2002, KREYENSCHMIDT ET AL. 2002b, LETTMANN ET AL. 2003).

3.3.5. Parameter zur Charakterisierung des Frischezustandes von Fleisch

Im Zusammenhang mit Lebensmitteln bezeichnet der Begriff „Frische“ vor allem den Zustand des Geradehergestellten, Nichtaltgewordenen und daher Unverdorbenen (PICHNER 1999). Der Frischezustand ist bei den einzelnen Lebensmitteln veränderlich und durchläuft verschiedene Entwicklungsstufen. Diesbezüglich werden die Begriffe „Frischegrad“ und „Frischestadium“ zur Beschreibung der Zustände verwendet (TÄUFEL ET AL. 1993). Um die Frische bzw. den Frischegrad zu beurteilen, wird seit Jahren nach objektiven Untersuchungsparametern für die Beurteilung gesucht. Von diesen Parametern wird verlangt, dass sie relativ schnell durchführbar, praktikabel und sowohl in frischem Zustand des Fleisches als auch während der verschiedenen Verderbs-Stadien gut reproduzierbar sind (PICHNER 1999). Mehrere Autoren haben die Kombination mikrobiologischer, chemischer und sensorischer Untersuchungsparameter als Vorgehensweise zur Beurteilung des Frischegrades von Fleisch beschrieben. Für Frischfleisch sind insbesondere das mikrobielle Wachstum und die Fleischfarbe gute Parameter (LABUZA ET AL. 1995, KREYENSCHMIDT ET AL. 2002a/b).

3.3.5.1. Mikrobiologische Parameter

Nach ihrer Fähigkeit zur Gesundheitsschädigung oder Haltbarkeitsverminderung werden zwei Hauptgruppen unterschieden: Pathogene und lebensmittelverderbende Mikroorganismen. Während pathogene Keime Lebensmittelinfektionen bzw. -intoxikationen hervorrufen können, werden von der Verderbsflora eher Stoffwechselprodukte gebildet, die das Fleisch für den Konsumenten auch „abstoßend“ wirken lassen (GILL 1983; UPMANN ET AL. 2000). Tabelle eins

gibt einen Überblick über die Verderbsflora und die pathogenen Keimen, die bei verpacktem und unverpacktem Frischfleisch relevant sind.

Tab. 1: Häufig vorkommende Mikroorganismen bei Frischfleisch
(Quelle: BAUMGART, 1999)

Art der Verpackung	Vorherrschende Mikroorganismen
Verderbsflora bei nicht vakuumverpacktem Fleisch	<i>Enterobacteriaceae, Shewanella putrefaciens, Brochothrix thermosphacta</i> Arten der Genera: <i>Aeromonas, Pseudomonas, Acinetobacter, Moraxella, Psychrobacter, Lactobacillus, Carnobacterium, Leuconostoc</i> Dominierende Mikroorganismen: <i>Pseudomonas</i> und <i>Enterobacteriaceen</i>
Verderbsflora bei vakuumverpacktem Fleisch (Schutzgas)	In Abhängigkeit vom Vakuum und der Sauerstoffdurchlässigkeit der Folie sowie der Konzentration von CO ₂ : <i>Enterobacteriaceae, Shewanella putrefaciens</i> (keine anerobe Vermehrung bei pH < 6,0), <i>Brochothrix thermosphacta</i> (keine anerobe Vermehrung bei pH < 5,8) Arten der Genera: <i>Pseudomonas, Lactobacillus, Carnobacterium und Leuconostoc</i> Dominierende Mikroorganismen: <i>Lactobacillen</i> und <i>Brochothrix thermosphacta</i>
Pathogene und Toxinogene Bakterien im vakuumverpackten und in nicht verpacktem Fleisch	<i>Salmonella, Yersinia enterocolitica, Campylobacter jejuni, Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, Bacillus cereus, enteroviolente E. coli, Clostridium perfringens</i>

Bei Kühlung und unter aeroben Bedingungen setzt der Verderb vorwiegend an der Fleischoberfläche ein und wird hauptsächlich, wie in Tabelle eins angeführt, durch psychrotrophe gramnegative Bakterien verursacht. Neben Vertretern der *Acinetobacter-Moraxella*-Gruppe, *Aeromonas* und *Alteromonas putrefaciens*, dominieren vor allem Pseudomonaden (*P. fluorescens*, *P. fragi* und *P. putida*). Ihnen kommt aufgrund ihrer starken proteolytischen Eigenschaften die größte Bedeutung für den Verderb bei niedrigen Temperaturen zu. Sie können zu Beginn des Fleischverderbs über 90 % des gesamten Keimgehalts ausmachen (MEAD ET AL. 1982, GILL 1986, BEM ET AL. 1994, WEISE 1996).

KUNZ (1994) sowie MEAD ET AL. (1982) weisen darauf hin, dass bei gekühltem Geflügelfleisch auch psychrotrophe *Enterobacteriaceae*, wie *Enterobacter* und *Klebsiella*, zum Verderb beitragen können. Mit zunehmender Temperatur kommt es allerdings zu einer Umschichtung der Mikroflora zugunsten mesophiler Arten, wie mesophile *Enterobacteriaceae* (GILL 1986, POONI ET AL. 1984, LAMBERT ET AL. 1991). So konnten GALLO (1981) sowie REGEZ ET AL. (1988) auf Geflügelfleisch bei Kühlung einen Pseudomonadenanteil von bis zu 80 % nachweisen, der sich bei einer Lagerung bei 10 °C auf 40 % reduziert und bei einer Temperatur von 20 °C nur

noch 2 % der gesamten Verderbsflora ausmacht. Somit kann durch die Temperaturführung ein Umschichtung bzw. eine Unterbindung bestimmter Bakterienarten erfolgen (KRÖCKEL ET AL. 1998).

Auch durch die Art der Verpackung kann die mikrobiologische Flora verschoben werden. So wird durch Vakuumverpackungen und MAP (Modified-Atmosphere-Packaging)- Verpackungen das Wachstum grampositiver Bakterien, zumeist Milchsäurebakterien, gefördert. Die vorherrschenden Milchsäurebakterien gehören vornehmlich zur Gattung *Lactobacillus*, *Leuconostoc* und *Carnobacterium*. Unter Schutzgasverpackung zählt darüber hinaus *B. thermosphacta* zu der typischen Verderbsflora (LAMBERT ET AL. 1991, LABUZA ET AL. 1995; UPMANN ET AL. 2000). Parallel zu der Entwicklung der Verderbsflora können sich im Lebensmittel pathogene Keime vermehren (NEUMAYR 1980). Insbesondere Geflügelfleisch wird häufig mit Lebensmittelvergiftungen in Verbindung gebracht (TOMPkin 1990, UPTON 1996). Neben Salmonellen und bestimmten Stämmen von *Yersinia enterocolitica* sind in diesem Zusammenhang *E. coli* und *Staph. aureus* zu nennen (MEAD 1982, KRÄMER 1997, WEISE 1996, BAUMGART 1999).

Das Wachstum von pathogenen Keimen im Lebensmittel hängt neben der Dichte der Startpopulation und der Dichte der Konkurrenzflora auch von den Temperaturbedingungen ab. Da die meisten pathogenen Lebensmittelvergifter den mesophilen Mikroorganismen zuzuordnen sind, kann durch eine Kühlung unterhalb 7 °C deren Vermehrung und die Toxinbildung gehemmt werden (REUTER 1996, UPMANN ET AL. 2000). Die Zusammensetzung der Mikroflora auf frischem Fleisch hängt somit von der Verpackung, der Lagertemperatur, der Gaszusammensetzung in der Verpackung sowie den Fleischeigenschaften ab (LABUZA ET AL. 1995, BORCH ET AL. 1996).

Dementsprechend kann keine Keimart, durch die der Frischeverlust für Fleisch bestimmt werden soll, präzise angegeben werden. Bei der Wahl der Keimart müssen somit o.g. Faktoren berücksichtigt werden. Nach LABUZA & FU (1995) eignet sich für frisches unverpacktes, gekühltes Fleisch *Pseudomonas* als guter Frischeparameter, bei verpackter Ware hingegen *Lactobacillus*. POONI & MEAD (1984) geben für frisches Geflügelfleisch ebenfalls *Pseudomonas* und zusätzlich *Enterobacteriaceae* bei höheren Lagertemperaturen an. LEAK (2000) beschreibt in seinen Untersuchungen den Qualitätsverlust von frischem Fleisch anhand der Gesamtkeimzahl.

3.3.5.2. Sensorische Parameter

Bei der Entscheidung über die Frische des Lebensmittels sind nicht nur die Mikrobenzahl, sondern auch die "sensorischen Eigenschaften" maßgebend (GILKA ET AL. 1980). Frischeverlust und einsetzender Verderb werden durch sensorische Veränderungen, wie Geruchsabweichungen, Verfärbung und Änderung der Konsistenz, wahrnehmbar (KRÄMER 1997). Ausgehend von ihrer Ausprägung entscheidet der Verbraucher über die Qualität und den Frischestatus des Produkts (TÄUFEL ET AL. 1993, POONI ET AL. 1984).

Ursache dafür sind in erster Linie die durch Bakterien hervorgerufenen enzymatischen Abbauvorgänge wie Glykolyse, Proteolyse und Lipolyse (GILL 1983). Je nach Art der anwesenden Mikroflora, kommt es dabei zu unterschiedlichen Verderbserscheinungen. Die bei Kühlung von Fleisch relevante Verderbsflora, wie Vertreter von *Pseudomonas* und kältetolerante *Enterobacteriaceae*, ist unter aeroben Bedingungen für den entstehenden "Schmierbelag" auf der Fleischoberfläche verantwortlich. Die charakteristischen Geruchsabweichungen sind in erster Linie auf die stark ausgeprägten Stoffwechselaktivitäten der Pseudomonaden zurückzuführen, die eine gesteigerte Produktion proteolytischer und lipolytischer Enzyme aufzeigen. (FRICKER 1984,

DAINTY ET AL. 1992, KRÖCKEL ET AL. 1998, RICHTER ET AL. 1998). Die von den kältetoleranten *Enterobacteriaceae* verursachten Verderbsaktivitäten fallen u.a. durch die H₂S-Bildung auf, was durch Reaktionsprozesse im Gewebe eine Grünfärbung hervorruft (WEISE 1996). Durch die mesophilen Arten kommt es eher zu süßlich-käsigen Fehlgerüchen, die von Stoffwechselprodukten wie Diacetyl, Acetoin und 2,3-Butandiol ausgehen (BORCH ET AL. 1996, KRÖCKEL ET AL. 1998).

Nach PÖTZELBERGER ET AL. (1997) wird die "Sensorik" als ein sehr zuverlässiger Weg beurteilt, um den einsetzenden Verderb von Frischfleisch zu erkennen. Bei ihren Untersuchungen von Frischfleisch stellen sie in 95 % der Fälle eine Übereinstimmung der sensorischen mit der mikrobiologischen Bewertung fest. GILKA ET AL. (1980) bewerten die "Sensorik" ebenfalls als zuverlässiger Weg zur Beurteilung des Frischegrades. Für die sensorische Analyse gibt es unterschiedliche Bewertungsarten. Eine Methode ist der so genannte Unterschiedstest, bei dem i.d.R. der Prüfer drei Proben erhält, wobei sich eine der Proben von den übrigen unterscheidet. Diese Methode erlaubt jedoch nicht die Bezifferung eines Qualitätsverlustes. Von dieser Art der Prüfung unterscheiden sich die "Hedonischen Tests". Dabei wird die Qualität des Produktes anhand von Skalen festgelegt. Häufig findet bei dieser Testart eine separate Bewertung der Merkmalseigenschaften des Lebensmittels statt (Farbe, Geruch, Textur). Anschließend wird aus den Einzelbewertungen eine Indexbildung vorgenommen. Problematisch erweist sich bei dieser Methode die Bestimmung des Endpunktes, an dem das Ende der Haltbarkeit erreicht ist (LABUZA 2002).

GILL & HARRISON (1989) sowie TAOUKIS ET AL. (1999) führten bei ihren sensorischen Untersuchungen ein 3-Punkte-System ein, mit denen die Fleischfarbe, Geruch und die Textur beurteilt wurde: (1 = akzeptabel, 2 = geringe Abweichungen und 3 = nicht mehr akzeptabel). Andere Autoren zogen bei der sensorischen Bewertung von Frischfleisch eine 4, 5, 9 oder 10 Punkte Skala heran (LEAK 2000).

3.3.5.3. Untersuchungsverfahren

Als amtliche Untersuchungsverfahren zur Bestimmung der Keimzahlen ausgewählter Mikroorganismen für Lebensmittel sind nach § 35 LMBG (Deutschland) die traditionellen Koloniezählverfahren, wie Guss-, Spatel- und Tropfplattenverfahren, zugelassen. Die Bebrütungstemperatur und -zeit sind dabei von den Ansprüchen der nachzuweisenden Bakterien abhängig (BAUMGART 1999). Im Sinne der modernen Qualitätssicherungssysteme und des HACCP-Konzeptes bei den Lebensmittelproduzenten bedarf es bei der Prozesskontrolle allerdings einer schnellen Ergebnislieferung, um gegebenenfalls lenkend in den Produktionsprozess eingreifen zu können. Daher haben in den letzten Jahren insbesondere im Fleischbereich Schnellmethoden zum Nachweis relevanter Mikroorganismen zunehmend an Bedeutung gewonnen.

Diesbezüglich wird die "Impedanztechnik" als wertvolle Methode beurteilt, die schnell Ergebnisse liefert und hinsichtlich des Personal- und Materialaufwandes kostengünstig ist (KOUTSOUMANIS ET AL. 2000, SCHULENBURG 1997, WAWERLA ET AL. 1998). Zum Nachweis von Mikroorganismen mittels des Impedanzmessverfahrens werden Stoffwechselforgänge ausgenutzt, die elektrisch messbare Veränderungen der Nährlösung bewirken. Durch den Stoffwechsel der Organismen werden hochmolekulare Bestandteile des Nährmediums in kleine, geladene Bestandteile (Ionen) zerlegt. Diese leisten einen wesentlichen Beitrag zum Stromtransport, demzufolge nimmt die elektrische Impedanz des Nährmediums ab. Die registrierte Impedanzänderung ist ein Maß für die Stoffwechselaktivität und somit für die Anzahl der vorhandenen Keime (PLESS ET AL. 1995, REINSCHMIDT ET AL. 1992; WAWERLA ET AL. 1998).

Da unterschiedliche Keime eine unterschiedliche Stoffwechselaktivität besitzen, ist für die Untersuchungsergebnisse die Zusammensetzung der Keimflora des Lebensmittels sehr wichtig. So dominieren bei frischen Schlachtkörpern stoffwechselaktive Keimgruppen, wie Laktobazillen, Kokken und *Enterobacteriaceae*, während bei gekühlten Schlachtkörpern, neben den stoffwechselaktiven *Enterobacteriaceae*, stoffwechsellinaktive psychrotrophe Keimgruppen (*Pseudomonas*, *B.thermosphacta*) vorherrschen. Aus diesem Grund ist beim Vergleich des Impedanzmessverfahrens mit kulturell ermittelten Keimzahlen aufgrund der unterschiedlichen Keimflora bei frisch geschlachteten und bei länger gekühlten Schlachtkörpern Vorsicht geboten. Ist eine hohe Anzahl von *Enterobacteriaceae* vorhanden, zeigt sich eine gute Korrelation mit der aeroben mesophilen Gesamtkeimzahl (RUSSELL ET AL. 1992, BEM ET AL. 1994).

3.3.6. Einflussfaktoren auf die Haltbarkeit

Unter dem Begriff „Haltbarkeit“ ist allgemein die Dauer der Lagerung nach der Produktion bis zum Verderb eines Lebensmittels zu verstehen (BORCH ET AL. 1996, TAOUKIS ET AL. 1997, UPMANN ET AL. 2000). Derzeit wird die Haltbarkeit über das Mindesthaltbarkeitsdatum angezeigt, welches jedoch nichts über die Frische des Produktes, sondern nur etwas über die Haltbarkeit bei empfohlenen Lagerbedingungen aussagt (LETTMANN ET AL. 2003).

SINEL (1992) gibt für Schweinehälften bei einer Lagertemperatur von 0-2 °C eine Lagerdauer von 10-14 Tagen an, für Geflügelfleisch 6-8 Tage. Der Frischeverlust bzw. die Haltbarkeit eines Lebensmittels wird signifikant durch die Umgebungsfaktoren beeinflusst. Hinsichtlich der Faktoren wird in der Literatur zwischen den „intrinsic factors“ (Innenfaktoren) und „extrinsic factors“ (Außenfaktoren) unterschieden (TAOUKIS ET AL. 1997, PICHARDT 1998, KLEER ET AL. 2002).

Bei den „intrinsic factors“ ist neben der Höhe des Ausgangskeimgehalts die Höhe des „ a_w -Wertes“ (Wasseraktivität) entscheidend für die Dauer der Haltbarkeit. Die Wasseraktivität kann Werte zwischen 0,0 (0 %) und 1,0 (100 %) annehmen. Die Wachstumsgeschwindigkeit von Mikroorganismen nimmt mit fallendem a_w -Wert ab. So können die meisten Schimmelpilze nur bis zu einem a_w -Wert von 0,7 (Hefen) bis 0,8 und einige Bakterien bis 0,9 wachsen. Werte im Bereich zwischen 0,98 - 1,0, wie beim Fleisch, bieten somit ideale Wachstumsbedingungen für Bakterien (KRÄMER 1997, MÜLLER ET AL. 1996, PICHARDT 1998, UPMANN ET AL. 2000, GAUKEL 2002). Über eine Steuerung der relativen Luftfeuchtigkeit der Umgebung besteht die Möglichkeit, die a_w -Werte von Lebensmitteln zu beeinflussen. So kann durch Senkung der relativen Luftfeuchtigkeit unter den a_w -Wert eine Verdampfung des Oberflächenwassers des Fleisches erreicht werden (UPMANN ET AL. 2000). In Verbindung mit einer geeigneten Temperaturführung kann daher auf diesem Wege eine Abtrocknung der Fleischoberfläche erreicht und die mikrobiologische Stabilität erhöht werden (BEM ET AL. 1994). So kann bereits eine relativ geringe Erniedrigung des a_w -Wertes auf 0,98 die Vermehrung der Kühlhausflora unterbinden, während ab einer Wasseraktivität von 0,95 die meisten gesundheitlich bedenklichen Mikroorganismen gehemmt werden (LÜCKE ET AL. 1998, BEM ET AL. 1994).

Neben dem a_w -Wert ist auch der pH-Wert ein bedeutender Faktor für die Haltbarkeit. Die meisten lebensmittelverderbenden und pathogenen Mikroorganismen bevorzugen für ihr Wachstum ein pH-neutrales Milieu von 7,0 und verlangsamen ihre Vermehrung mit Senkung des pH-Wertes. Unter einem pH-Wert von 5,0 können sich nur noch spezielle Mikroorganismen vermehren, wie beispielsweise Milchsäurebakterien (BEM ET AL. 1994, KRÄMER 1997, UPMANN ET AL. 2000).

Fleisch hat unmittelbar nach der Schlachtung einen pH-Wert von 7,0. Nach der Reifung (Qualitätsverbesserung) sinkt der pH-Wert von Schweinefleisch auf 5,7-6,0. Bei DFD-Fleisch (engl.: dark, firm, dry) bleibt der pH-Wert hoch, und es können Werte über 6,2 ermittelt werden, sodass die Haltbarkeit erheblich reduziert wird. Bei Geflügelfleisch werden nach der Reifung Werte von 5,7-5,9 in der Brustmuskulatur und 6,4-6,7 in der Schenkelmuskulatur erreicht (BEM ET AL. 1994, WEISE 1996, SCHWÄGELE 1998).

Bei den „extrinsic-factors“ kommt der Temperaturführung bzw. -einhaltung während des Transports und der Lagerung die größte Bedeutung für die Qualität und Sicherheit von Lebensmitteln zu. Die optimale Lagertemperatur für Fleisch liegt so nahe wie möglich am durchschnittlichen Gefrierpunkt des Fleisches (-1,8 °C), daher lässt sich Fleisch bei -1,5 °C am längsten lagern (MOJE 1998). Bei Überschreitungen der vorgegebenen Lagertemperaturen kann es zu beschleunigten mikrobiellen, biochemischen und chemischen Zersetzungsprozessen kommen, wodurch die Haltbarkeit reduziert wird (GAUKEL 2002). So ist Geflügelfleisch bei einer Temperatur von 0 °C 24 Tage haltbar, bei einer Temperatur von 4 °C 6 Tage, bei 10 °C 2 Tage und bei 15 °C beträgt die Haltbarkeit nur einen Tag (BEM ET AL. 1994).

ALMONACID-MERINO und TORRESE (1993) stellten bei Untersuchungen fest, dass die Haltbarkeit von Lebensmitteln um 20-30 % verkürzt wird, wenn das Produkt kurzzeitig (2-3 % der Lagerzeit) bei Raumtemperatur gelagert wird. Als Faustregel gilt, dass sich die Wachstumsgeschwindigkeit von Bakterien bei einem Temperaturanstieg um 10 °C verdoppelt (GILL 1986). HILBERT & SMULDERS (2000) erklären den konservierenden Einfluss niedriger Temperatur durch Veränderungen in der Zellmembran, die durch Kälte hervorgerufen werden. In dieser Kälteakklimationsphase reagieren die Mikroorganismen mit einer Anpassung der Zellmembran und einer Veränderung der Proteinsynthese. Die Proteinsyntheserate wird herabgesetzt, aber die sogenannten „cold shock“-Proteine werden verstärkt gebildet. Diese Anpassung ist nicht nur psychrotoleranten Mikroorganismen eigen, sondern wird auch in mesophilen Arten vollzogen. Erst nach der Anpassungsphase kommt es zu einer Wiederaufnahme des Wachstums von Bakterien. Aus diesem Grunde ist auch das immer noch vorhandene Wachstum von pathogenen Keimen unter Kühltemperaturen zu beachten.

Auch die Verpackungsart und die Atmosphäre in der Verpackung beeinflussen die Haltbarkeit. Unterschieden wird im Allgemeinen zwischen gasdurchlässiger Folie, Vakuumverpackung und Schutzgasverpackungen mit verschiedenen Gasgemischen (MAP = modified atmosphere packing). Bei der MAP-Verpackung werden als Schutzgase in der Regel Kohlendioxid, Sauerstoff und Stickstoff eingesetzt. Diese können in unterschiedlicher Zusammensetzung enthalten sein (SMULDERS ET AL. 2000, BORCH ET AL. 1996). Dem CO₂ kommt dabei aufgrund seiner bakteriostatischen Wirkung die größte Bedeutung zu, die mit abnehmender Temperatur weiter verstärkt wird. Gehemmt werden durch CO₂ vor allem die gramnegativen psychrotrophen Verderbniserreger. Durch die Gasatmosphäre in der Umgebung eines Lebensmittels wird somit die Zusammensetzung der Mikroflora erheblich beeinflusst, was sich auch auf die Haltbarkeit auswirkt. In Abhängigkeit von der Verpackungsart erhöht sich die Haltbarkeit von Fleisch in folgender Reihenfolge (nach BORCH ET AL. 1986):

- ↓ Lagerung in Normalatmosphäre
- ↓ MAP mit hohem Sauerstoffanteil
- ↓ Vakuumverpackung
- ↓ Sauerstofffreie MAP
- 100 % CO₂-MAP (= höchste Haltbarkeit)

Mittels MAP-Verpackung kann dabei eine Haltbarkeitsverlängerung auf das Doppelte bis Dreifache gegenüber nicht unter Schutzgas gelagertem Fleisch erzielt werden. Dies gilt allerdings nur unter Kühlbedingungen. Der Effekt sinkt mit zunehmender Temperatur (LAMBERT ET AL. 1991, BAILEY ET AL. 1979, WEISE 1996, BOHNSACK ET AL. 1987).

3.3.7. Konservierungsmöglichkeiten von Fleischprodukten

Fleisch ist ein leicht verderbliches Lebensmittel und ist aufgrund seiner chemischen und physikalischen Zusammensetzung ein idealer Nährboden für Mikroorganismen und deshalb auch häufig an Lebensmittelvergiftungen beteiligt (KRÄMER 1997). Es wird nur selten schlachtfrisch verzehrt und kann bei unsachgemäßer Handhabung zum Risikoprodukt werden. Ähnliches gilt für die daraus hergestellten Fleischerzeugnisse. *Clostridium botulinum*, der Erreger des Botulismus, dessen Toxin bereits in geringen Konzentrationen für den Menschen tödlich ist, zählt zu den gefürchtetsten Erregern von Lebensmittelvergiftungen (LÜCKE ET AL. 1982).

Regelmäßige Fleischkontaminanten wie *Salmonella spp.* und *Listeria monocytogenes* können besonders bei empfänglichen Risikogruppen zu lebensbedrohlichen Infektionskrankheiten führen (CUTTER 2000). Bestimmte gesundheitsschädliche biogene Amine als Folgeprodukte mikrobieller Abbauprodukte können die Verzehrfähigkeit ebenso beeinträchtigen wie sensorisch inakzeptable mikrobielle Stoffwechselprodukte (KÖCKEL 1995). Ziel einer guten Herstellungspraxis und im Sinne des vorbeugenden Verbraucherschutzes ist es daher, unerwünschte mikrobielle Aktivitäten zu unterbinden und die Exposition des Verbrauchers mikrobiellen Gefahren gegenüber so gering wie möglich zu halten. Eine umfangreiche Gesetzgebung soll heute dafür sorgen, dass nur Fleisch gesunder Tiere an den Verbraucher abgegeben und zu Fleischerzeugnissen weiterverarbeitet werden darf. Mittels geeigneter Konservierungsmaßnahmen wie Kühlung, Fermentation, Pasteurisation, Pökeln und Beimengen von Zusatzstoffen ist dafür Sorge zu tragen, dass toxinbildende und infektiöse Mikroorganismen abgetötet oder in ihrer Entwicklung ausreichend gehemmt werden. Kritisch soll hier vermerkt werden, dass bestimmte Erreger schon in minimalsten Mengen bei immunologisch retardierten Menschen ein Gesundheitsrisiko darstellen.

3.3.8. Biokonservierung von Fleisch und Fleischerzeugnissen

Die Biokonservierung landwirtschaftlicher Urprodukte liefert einen wertvollen Beitrag für die Versorgung der Verbraucher mit hochwertigen Lebensmitteln. Im Gegensatz zu physikalischen und chemischen Verfahren, welche die natürliche Mikroflora durch Erhitzung oder durch Zusatz von Konservierungsstoffen abtöten bzw. in ihrer Entwicklung hemmen, bedient sich die Biokonservierung ganz gezielt erwünschter Mikroorganismen und macht sich deren Aktivitäten für die Erzeugung wohlschmeckender, vitamin- und nährstoffreicher sowie weitgehend sicherer Lebensmittel zu Nutze. Hat man früher das Wachstum dieser Mikroorganismen eher dem Zufall überlassen, was zwangsläufig zu starken Qualitätsschwankungen bis hin zu gesundheitlich bedenklichen Erzeugnissen führte, weiß man heute viel genauer, welche Kulturen am besten geeignet sind und wie das Wachstum dieser Kulturen gefördert werden muss. Sie werden in einem bestimmten Abschnitt der Herstellungsprozesse dem Rohmaterial in hoher Keimdichte zugesetzt und bilden dadurch eine effiziente Konkurrenzflora gegenüber den indigenen Mikroorganismen (KRÖCKEL 1998). Rohmaterial mit schlechter mikrobiologischer Ausgangsqualität kann allerdings auch durch Starterkulturen nicht mehr verbessert werden (GEISEN ET AL. 1992, HANSEN 2002).

Ein neuer Aspekt der Biokonservierung ist die Ausdehnung dieses Konzepts auf Lebensmittel, die auf Grund ihrer Herstellungstechnologie mikrobiologisch gefährdet sind, aber durch eine zugesetzte Schutzkultur nicht oder möglichst wenig in ihren Produkteigenschaften verändert werden sollen (SCHILLINGER ET AL. 1996, RODGERS 2001). Zu diesen Lebensmitteln zählen vorverpackte Kochschinken- und Brühwurstaufschnittwaren, Wiener Würstchen und ähnlich erhitze Fleischerzeugnisse. Diese Produkte werden in der Regel nach dem Erhitzen unkontrolliert mit Mikroorganismen aus dem Produktionsumfeld rekontaminiert und bieten trotz Kühlung relativ gute Wachstumsbedingungen für Bakterien. Die Haltbarkeit derartiger Erzeugnisse ist daher auch unter Kühlung begrenzt. In Abwesenheit einer Konkurrenzflora kann sich unter diesen Bedingungen auch *Listeria monocytogenes* vermehren und gefährlich hohe Keimzahlen erreichen, da die Rekontamination mit „betriebseigenen“ Milchsäurebakterien ebenso zufällig wie die mit Listerien erfolgt. Es liegt daher nahe, bei vorverpackten Kochschinken- und Brühwurstaufschnitten geeignete Milchsäurebakterien gezielt als Schutzkulturen einzusetzen und damit die Produktsicherheit und möglicherweise auch die Produktqualität zu verbessern (ANDERSEN 1995, 1997).

Für eine „biologische“ Konservierung mittels geeigneter Schutzkulturen spricht, dass die dafür in Frage kommenden Mikroorganismen bereits in großer Zahl in vielen Lebensmitteln vorkommen, z.B. als Starterkulturen oder als Probiotika, und regelmäßig in hoher Zahl konsumiert werden (NIETO-LOZANO ET AL. 2002). Besonders wirksam gegen *Listeria monocytogenes* sind solche Milchsäurebakterien, die anti-listerielle Peptide, sog. Bacteriocine, ausscheiden (BENKERROUM ET AL. 2003, CLEVELAND ET AL. 2001, HUGAS 1998, KATALA ET AL. 2002, KRÖCKEL 1998). In Deutschland werden bacteriocinbildende Milchsäurebakterien aus Fleisch und Fleischerzeugnissen an der Bundesanstalt für Fleischforschung (BAFF) seit Mitte der 80er Jahre intensiv beforcht (SCHILLINGER und LÜCKE 1989, HÜHNE ET AL. 1996, KRÖCKEL 1999). Darüber hinaus befassen sich auch international viele Institutionen mit dieser Fragestellung (HOLZAPFEL ET AL. 1995, GÄNZLE ET AL. 1996, BREDHOLT ET AL. 1999, NILSON ET AL. 1999). In Dänemark wurde im Jahr 2002 für die Anwendung eines bacteriocinogenen Milchsäurebakteriums (*Leuconostoc carnosum*) für die Biokonservierung von vorverbacktem Brühwurstaufschnitt eine befristete Zulassung erteilt (JACOBSEN ET AL. 2002). Bakterien dieser Art kommen auf vorverpacktem Kochschinken- und Brühwurstaufschnitt relativ häufig vor (KRÖCKEL 2003).

3.3.9. Konservierung mittels Bestrahlung

3.3.9.1. Bestrahlung im Allgemeinen

Bestrahlung bezeichnet in diesem Zusammenhang das Einwirken von Strahlungsenergie auf Lebensmittel. Folgende Arten von Strahlen werden allgemein unterschieden: Elektromagnetische Wellen sind hier die wichtigste Form von Strahlung. Das Spektrum reicht von Rundfunkwellen über Mikrowellen, Infrarot- oder Wärmestrahlung, sichtbarem Licht bis zum ultravioletten Licht und der Röntgenstrahlung. Es folgt in dieser Aufzählung nach steigender Energie bzw. kürzer werdender Wellenlänge die Gamma-Strahlung der radioaktiven Isotope. Gamma- und Röntgenstrahlung haben die Fähigkeit, Moleküle zu ionisieren, d.h., Elektronen aus der Elektronenhülle des Atoms herauszustoßen. Dabei werden elektrisch geladene Atome oder Moleküle gebildet (Ionen), daher der Name "ionisierende Strahlung". Auf hohe Energie beschleunigte Elektronen wirken auch ionisierend.

Für die konservierende Lebensmittelbestrahlung kommen insbesondere Röntgenstrahlen, Gammastrahlen und Elektronenstrahlen in Betracht. Röntgen- und Elektronenstrahlen werden in Maschinen erzeugt, Gammastrahlen werden von bestimmten radioaktiven Isotopen, z.B. Kobalt-60 oder Cäsium-137, ausgesendet (DELINCÉE 1996).

Charakteristisch für eine Strahlung ist ihre Energie, die in Elektronenvolt (eV) gemessen wird. Kobalt-60 gibt Gammastrahlen ab, die in Megaelektronenvolt gemessen werden. Mit dieser Gammastrahlung behandelte Lebensmittel werden selbst nicht radioaktiv, auch dann nicht, wenn eine sehr hohe Strahlendosis verwendet wird. Mit Maschinen können Röntgen- und Elektronenstrahlen sehr hoher Energie erzeugt werden, durch die künstliche Radioaktivität im bestrahlten Lebensmittel entstehen könnte. Um dies mit Sicherheit zu vermeiden, werden für die Lebensmittelbestrahlung nur Röntgenstrahlen von unter 5 Megaelektronenvolt und Elektronenstrahlen unter 10 Megaelektronenvolt eingesetzt.

Die Strahlenwirkung hängt von der Strahlendosis ab, die in Gray (Gy) gemessen wird. 1 Gray entspricht dem von 1 kg Materie aufgenommenen Energiebetrag von 1 Joule. Früher wurde die Doseinheit rad verwendet; 1 Gray (Gy) entspricht 100 rad.

Tab. 2: Bestrahlungsdosis bei tierischen Lebensmittel (Quelle: ICGFI 1991)

Zweck	Dosis in kGy	Produktbeispiele
	Niedrige Dosis (bis zu 1 kGy)	
Bekämpfung von Insekten und Parasiten	0,15 - 0,75	Trockenfisch, roher Fisch, Trockenfleisch, Schweinefleisch, Schinken
	Mittlere Dosis (1-10 kGy)	
Haltbarkeitsverbesserung	1-3	frischer Fisch
Ausschaltung von verderbnis- und krankheitsserregenden Mikroorganismen	1-10	frische und gefrorene Meeresfrüchte, rohes und gefrorenes Geflügel und Fleisch, Eiprodukte
	Hohe Dosis (10-75 kGy)	
Industrielle Sterilisation (in Kombination mit milder Erhitzung)	30 - 75	Fleisch, Geflügel, Meeresfrüchte, Fertiggerichte, sterilisierte Krankenhausdiäten

Dringen ionisierende Strahlen in Materie ein, so werden sie geschwächt und schließlich absorbiert. Die auf ihrem Pfad abgegebene Energie führt als Folge vielfältiger Wechselwirkungen schließlich zu Ionisation und chemischer Anregung der Moleküle und Atome. Als Folge solcher Anregungen können auch freie Radikale gebildet werden. Die Rückkehr zu einem nicht angeregten und damit stabilen Zustand ist mit weiteren physikalischen und chemischen Vorgängen verbunden.

Ziel der ionisierenden Bestrahlung von Lebensmitteln ist es, bestimmte erwünschte und nützliche biologische Effekte auszulösen. Diese wiederum hängen meistens mit Veränderungen der Nukleinsäuren zusammen, die wegen der Größe ihrer Moleküle besonders strahlenempfindlich sind. Demgegenüber sind die für den Nährwert der Lebensmittel entscheidenden Bestandteile wie Eiweiß, Fette, Kohlehydrate und Vitamine wegen ihrer geringeren Molekülgröße auch weniger empfindlich und werden daher bei den für die Praxis in Frage kommenden Dosen auch nur wenig verändert. Gegenüber anderen Verfahren, wie der

Erhitzung mit ihren massiven Veränderungen in den erhitzten Produkten, liegt hier ein großer Vorteil des Verfahrens der ionisierenden Bestrahlung. Das Ausmaß der Veränderungen in einem Lebensmittel ist von den Bestrahlungsbedingungen wie Dosis, Temperatur, Anwesenheit von Sauerstoff, Wassergehalt usw. abhängig (SCHULTE 1995, MOLINS 2001).

Zur Sterilisierung, d.h., zur Abtötung aller Mikroorganismen in einem Lebensmittel, ist eine Strahlendosis von 30 kGy oder noch mehr erforderlich. Diese hohe Dosis verursacht bei den meisten Lebensmitteln Veränderungen des Geschmacks, Geruchs und der Konsistenz. Will man dies verhindern, müssen besondere Maßnahmen, z.B. Bestrahlung bei Tiefkühltemperatur, ergriffen werden. Dies verursacht zusätzliche Kosten. Es ist deshalb wenig wahrscheinlich, dass die Strahlensterilisierung im Lebensmittelbereich Nutzung finden wird, außer für Sonderzwecke wie der Herstellung von steriler Kost für Krankenhäuser oder die Raumfahrt (KAMPELMACHER 1983, DIEHL 1995).

3.3.9.2. Codex Alimentarius und andere internationale Gremien

Die Welternährungsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) und die Weltgesundheitsorganisation (WHO) gründeten 1962 die "*Codex Alimentarius Commission*" mit der Aufgabe, weltweit die Lebensmittelgesetzgebung durch die Festlegung international anerkannter Standards zu harmonisieren und damit den Außenhandel zu erleichtern. Der Kommission gehören inzwischen über 150 Staaten als Mitglieder an. Diese Kommission hat sich 1983 auf einen "Internationalen allgemeinen Standard für bestrahlte Lebensmittel" und "Internationale Richtlinien für den Betrieb von Bestrahlungsanlagen für die Lebensmittelbestrahlung" geeinigt, um den internationalen Handel mit bestrahlten Lebensmitteln zu vereinfachen. Zur Zeit wird der "Internationale Standard über die Kennzeichnung von Lebensmitteln" durch ein Fachkomitee des *Codex Alimentarius* überarbeitet. Darin sollen u.a. auch Art und Umfang der Kennzeichnung bestrahlter Lebensmittel geregelt werden.

Im Jahr 1984 wurde die "*International Consultative Group on Food Irradiation*" (ICGFI) gegründet, der inzwischen 47 Regierungen beigetreten sind. Das Sekretariat der Gruppe wird bei der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEA) in Wien geführt. Ziele der Gruppe sind: Die Entwicklungen auf dem Gebiet der Lebensmittelbestrahlung zu verfolgen und zu bewerten, dem Informationsaustausch zwischen den Mitgliedsländern zu dienen und Entscheidungshilfen für Organisationen wie die Weltgesundheitsorganisation und die *Codex Alimentarius* Kommission bereitzustellen. Allein 23 ICGFI-Dokumente und -Richtlinien wurden seit der Gründung ausgearbeitet und von der jährlichen Mitgliederversammlung angenommen; in ihnen wird die Gute Handhabungspraxis (GMP) einschließlich der "Guten Bestrahlungspraxis" beschrieben. Weitere Monographien erscheinen als Technische Dokumente der IAEA (IAEA-TECDOC) bzw. als getrennte Informationsschriften.

In Deutschland und Österreich ist die Konservierung von Lebensmitteln durch Bestrahlung nur bei getrockneten, aromatischen Kräutern und Gewürzen zugelassen. Sie muss mit den Worten „bestrahlt“ oder „mit ionisierenden Strahlen behandelt“ am Lebensmittel kenntlich gemacht werden. Andere Erzeugnisse dürfen nicht bestrahlt werden. Da jedoch in anderen EU-Mitgliedstaaten, ebenso wie in einigen Drittländern (wie z.B. USA, Japan, China, Brasilien, Thailand) die Behandlung weiterer Lebensmittel mit ionisierenden Strahlen zugelassen ist und Ausnahmegenehmigung zur Vermarktung dieser Produkte in Deutschland und Österreich nicht vorliegen, ist nicht auszuschließen, dass sich derartige Erzeugnisse unzulässigerweise auch auf dem deutschen und österreichischen Markt befinden. Die amtlichen Kontrollen müssen sich daher insbesondere auf solche Lebensmittel wie Meeresfrüchte, Geflügel und Geflügelprodukte,

Fleisch- und Fleischprodukte, Froschschenkel, getrocknetes Gemüse, Kartoffeln, Zwiebeln und Knoblauch konzentrieren.

3.3.9.3. Gesundheitliche Qualität von bestrahlten Lebensmitteln

Bei Bestrahlungsdosen von etwa 1 bis 10 kGy erfolgt eine der Hitzepasteurisierung vergleichbare, teilweise Abtötung der Mikroorganismen. Hierdurch wird eine begrenzte Verlängerung der Haltbarkeit der bestrahlten Lebensmittel erzielt. Soweit es sich um leichtverderbliche Produkte wie Fleisch und Fisch handelt, ist nach der Strahlenpasteurisierung (ebenso wie nach der Hitzepasteurisierung) eine Kaltlagerung erforderlich. Die durch das Pökeln von Fleisch mit Nitritpökelsalz entstehenden Nitrosamine können durch die Bestrahlung solcher Lebensmittel reduziert werden (SONG ET AL. 2003). Bei Tiefkühlkost, z.B. tiefgefrorenen Garnelen, könne nur durch Bestrahlung ein Freisein von Salmonellen garantiert werden (LEISTNER 1987).

Die gesundheitliche Unbedenklichkeit bestrahlter Lebensmittel wurde in zahlreichen Ländern in umfangreichen Tierfütterungsversuchen geprüft. Zu diesem Zweck wurde in den Jahren 1970 bis 1982 ein internationales Projekt durchgeführt, an dem sich 24 Staaten beteiligten. Diese Untersuchungen haben keinen Hinweis auf ein gesundheitliches Risiko beim Verzehr bestrahlter Lebensmittel ergeben. Bei der Bestrahlung entstehende Reaktionsprodukte wurden eingehend untersucht, und die Ergebnisse lieferten keinen Anlass zu gesundheitlichen Bedenken. Einige Vitamine sind empfindlich gegen Bestrahlung. Die Verluste sind aber nicht höher als bei anderen Konservierungsmethoden wie der Hitzesterilisierung oder dem Trocknen (DIEHL 1992). Tierversuche sind hier aber natürlich nur sehr bedingt auf den Menschen übertragbar.

Im November 1980 hat in Genf ein gemeinsames Expertenkomitee der WHO, der FAO und der IAEA getagt und die damals vorliegenden Untersuchungsergebnisse ausgewertet. Es kam zu dem Ergebnis, dass die Lebensmittelbestrahlung allgemein in den sogenannten niedrigen und mittleren Dosisbereichen (absorbierte Strahlendosis bis zu 10 kGy) gesundheitlich unbedenklich wäre. Dies bedeutete nicht, dass mit höheren Dosen bestrahlte Lebensmittel bedenklich seien, sondern dass sie damals noch nicht genügend geprüft waren, um sie als unbedenklich oder bedenklich einzustufen zu können.

Im September 1997 wurde auf Vorschlag von Südafrika und den USA und mit Unterstützung von ICGFI eine gemeinsame Studiengruppe von WHO, FAO und IAEA einberufen, um die Sterilisierung von Lebensmitteln mit hohen Strahlendosen zu prüfen. Das Komitee kam zu folgendem Schluss:

Die Lebensmittelbestrahlung an sich ist dermaßen sicher, dass der aktuelle Wert der Strahlendosis von sekundärer Bedeutung ist, solange die sensorische Qualität des Lebensmittels erhalten bleibt und die schädlichen Mikroorganismen zerstört werden. Dosiswerte größer als 10 kGy

- führen nicht zu Veränderungen in der Zusammensetzung von Lebensmitteln, die unter toxikologischen Gesichtspunkten eine nachteilige Wirkung auf die menschliche Gesundheit haben könnten,*
- können mögliche mikrobiologische Risiken für den Verbraucher wesentlich verringern,*
- führen nicht zu Nährwertverlusten in einem Ausmaß, das eine nachteilige Wirkung auf den Ernährungsstatus von Einzelpersonen oder Bevölkerungsgruppen haben könnte.*

Folglich seien auch Lebensmittel, die mit Strahlendosen oberhalb 10 kGy behandelt wurden, sicher und für den Verzehr geeignet, wenn sie unter Einhaltung 'Guter Herstellungspraxis' erzeugt wurden.

3.3.9.4. Kritische Studien zur Lebensmittelbestrahlung

Die Bestrahlung kreiert freie Radikale, die zwar einige Bakterien töten, aber auch Vitamine und Enzyme schädigen sowie mit Rückständen neue Verbindungen eingehen. Einige davon sind bekannte Gifte (Benzene, Formaldehyde, Fettperoxidasen), andere gibt es ausschließlich in bestrahlten Lebensmitteln (URP = unique radiolytic product) wie z.B. Cyclobutanon. Es wurde 1972 von LETELLIER & NAWAR (Univ. Massachusetts) bei der Bestrahlung von Fetten entdeckt und wurde später in vielen bestrahlten Lebensmitteln nachgewiesen. Hier handelt es sich um ein Zellgift mit genotoxischen Effekten (DELINCÉE 1998).

Bestrahlte Lebensmittel können 5 % bis 80 % ihrer Vitamingehalte verlieren (Vitamin A, C, E, K und Vitamin B-Komplex). Das Ausmaß hängt von der Intensität der Bestrahlungsdosis und der Zeitdauer ab (EPSTEIN 2001). Fütterungsversuche unabhängiger Forschergruppen mit bestrahlten Lebensmitteln zeigen zahlreiche negative Effekte: Weniger Nachkommen, verfrühter Tod, tote Embryos, Totgeburten, Tumorbildungen, Mutationen und andere Genschäden, Mangelercheinungen, Wachstumsstörungen, Schädigungen an Leber, Niere und am Reproduktionssystem, Störungen des Immunsystems durch signifikante Reduktion der weißen Blutkörperchen, tödliche innere Blutungen (JOHNSON 1956, WHO 1999).

Bakterienstämme wie Listerien können sogar eine Strahlungsresistenz ausbilden (MENDONCA ET AL. 2004, FOONG ET AL. 2004). Bakterien, die Botulismus verursachen sowie Viren und Prionen werden bei der derzeit angewendeten Strahlungsdosis nicht vernichtet (Botulismus: 50 kGy). Bestrahltes Fleisch weist oft eine Veränderung der Farbe, der Fettoxidation und der Straffheit auf (SOMMERS ET AL. 2003).

Zusammenfassend muss angemerkt werden, dass aus dem Wissenschaftsstreit, deutlich erkennbar an der Fülle unterschiedlichster Literatur, noch kein endgültiger Schluss gezogen werden darf, in wieweit die Konservierung mittels Bestrahlung einen Einfluss auf die Gesundheit des Menschen haben könnte.

3.4. Gesundheitsgefährdende Wirkungen von Rückständen in tierischen Produkten

3.4.1. Rückstände in Futtermitteln

Verschiedene Regelungen im Bereich der Fütterung sollen, neben der tierischen Leistung, die Tiergesundheit und vor allem die gesundheitliche Unbedenklichkeit tierischer Lebensmittel sicherstellen. Doch trotz strenger gesetzlicher Vorgaben und Überwachung kommt es zuweilen zu fahrlässigen oder auch bewusst vorgenommenen Kontaminationen mit unerwünschten Stoffen wie zum Beispiel mit Dioxin in Trockengrünfutter oder MPA (Medroxyprogesteronacetat) in Melasse. In der modernen Tierhaltung besteht ein großer Teil der eingesetzten Futtermittel aus Konservaten. Dies trifft nicht nur auf Getreide in der Schweine- und Geflügelproduktion zu: Auch in der Rinderhaltung werden überwiegend Konservate – meist in Form von Silagen (=durch Gärung konserviertes hochwertiges Grünfutter) und wirtschaftseigenem Getreide – verfüttert. Die Qualität dieses Futters hängt einerseits von den Nährstoffen, Spurenelementen und Vitaminen ab, andererseits aber auch vom Grad der Kontamination mit unerwünschten Stoffen wie Toxinen.

Pilzbefall und damit verbundene Mykotoxine (Gifte von Schimmelpilzen) stellen eine schleichende Gefahr für die Leistungsfähigkeit und Gesundheit der Nutztiere dar. So wurde festgestellt, dass Milchkühe weniger Futter aufnehmen, wenn die Silage Mykotoxine enthält. In der Schweinezucht sind erhöhte Totgeburtenraten, schlechte Fruchtbarkeit und gestiegene Ferkelverluste als Folge von Mykotoxinen im Mischfutter beobachtet worden. Dem entgegenwirken soll in Zukunft der Einsatz von Mikroorganismen (*Lactobacillus* und *Propionibacterium*), die in der Darmflora von Wirbeltieren vorkommen. Neuere Versuche zielen darauf ab, durch den Einsatz dieser Bakterien den Mykotoxingehalt zu reduzieren (el NEZAMI ET AL. 2002). Unabhängig von der Frage, inwieweit solche Verunreinigungen die tierischen Lebensmittel und damit die Gesundheit des Menschen real belasten bzw. gefährden, zeigen die genannten Vorfälle, dass Futtermittel bzw. Ausgangserzeugnisse, die für die Ernährung von Nutztieren verwendet werden, stärker im Blickpunkt stehen müssen.

Das deutsche Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) berichtete im Jahre 2003 von einem Futtermittel-Hersteller in Deutschland, bei dem Dioxinkonzentrationen oberhalb der von der Europäischen Union festgelegten Höchstgehalte ermittelt worden sind. Die Überprüfung der mit diesen Futtermitteln produzierten tierischen Lebensmittel ergab, dass die Dioxinkonzentrationen in einem Teil dieser Lebensmittel in der Größenordnung der „Hintergrundbelastung“ liegen, die dadurch nicht wesentlich erhöht wird. Als „Hintergrundbelastung“ bezeichnet man die Exposition, die durch die unvermeidliche Aufnahme unerwünschter Stoffe normalerweise über die Nahrung hervorgerufen wird. In weiteren Untersuchungen konnten Dioxinbelastungen in Lebensmitteln nachgewiesen werden, die für sich genommen keine akute Gesundheitsgefährdung darstellen. Allerdings kann sich die täglich über belastete Nahrung aufgenommene Dioxinmenge unter ungünstigen Umständen kurzzeitig vervielfachen. Aus Gründen des vorbeugenden gesundheitlichen Verbraucherschutzes sollten derartig hoch belastete Lebensmittel nicht an den Verbraucher gelangen. Sie erhöhen die Gesamtbelastung mit Dioxinen unnötig weiter und stehen Bemühungen, diese kontinuierlich zu senken, entgegen (BfR 2003).

Bei drei Käseproben sind Dioxinkonzentrationen zwischen 0,35 und 0,47 Pikogramm (pg) und von der WHO festgelegte toxische Äquivalente (WHO-PCDD/F-TEQ) für polychlorierte

Dibenzodioxine (PCDD) und -furane (F) pro Gramm Fett ermittelt worden (BfR 2003). Derartige Gehalte spiegeln die sogenannte Hintergrundbelastung wider und sind damit unauffällig. Bei fünf Proben Schweinefleisch lagen die Dioxinkonzentrationen zwischen 0,30 und 0,82 pg WHO-PCDD/F-TEQ pro Gramm Fett. Auch diese Gehalte entsprechen in etwa der Hintergrundbelastung. Der für Schweinefleisch festgelegte Höchstgehalt von 1 pg WHO-PCDD/F-TEQ für Dioxine wird von keiner der Proben überschritten. Eine Beanstandung wäre damit zunächst nicht gegeben. Allerdings überschreitet der höchste Wert der fünf Proben den von der EU festgelegten „Auslösewert“ von 0,6 pg WHO-PCDD/F-TEQ/g Fett für Schweinefleisch. Diese Auslösewerte wurden seitens der EU festgelegt, um eine Basis für weitere Maßnahmen zur Beseitigung vermeidbarer und unnötiger Belastungen zu schaffen. Bei einem Schwein eines anderen landwirtschaftlichen Betriebes sind im Fett 3,7 pg WHO-PCDD/F-TEQ/g nachgewiesen worden. Diese Konzentration ist ausreichend für eine lebensmittelrechtliche Beanstandung, da der Höchstgehalt deutlich überschritten ist. Geht man unter ungünstigen Umständen davon aus, dass ein ca. 30-jähriger Mensch (60 kg) 30 g Schweinefett (aus Schweinefleisch und daraus produzierten Produkten) mit diesen erhöhten Konzentrationen an einem Tage konsumiert, nimmt er damit 110 pg Dioxine (WHO-PCDD/F-TEQ) auf. Von der Größenordnung her entspricht die Aufnahme dieser Dioxinmenge in etwa der Menge, die ein Verbraucher sonst täglich mit der Nahrung aufnimmt. Die geschätzte Aufnahme an Dioxinen aus dem kontaminierten Schweinefleisch ist damit fast doppelt so hoch wie der untere Wert des Bereichs des Tolerable Daily Intake (TDI) der WHO von 1-4 pg WHO-TEQ/kg Körpergewicht (KG) pro Tag. Dieser Wert wurde 1998 vom *European Center for Environment and Health* (WHO-ECEH) als eine mit den Toxic Equivalent Factors (TEF) gewichtete Summe aus den Konzentrationen einzelner Verbindungen aus den Stoffgruppen der polychlorierten Dibenzodioxine und -furane (Dioxine, PCDD/F) unter Einschluss von 12 dioxinähnlichen polychlorierte Biphenyle (PCB) festgelegt (BfR 2003).

Im Jahr 2001 hat das *Scientific Committee of Food* (SCF) der EU eine Aktualisierung der vorhandenen Datenbasis vorgenommen. Aus der Bewertung, in die das SCF neuere, als relevant eingestufte Studien einbezogen hat, wurde ein Tolerable Weekly Intake (TWI) von 14 pg WHO-TEQ/kg KG/Woche für die wöchentliche Aufnahme abgeleitet. Parallel empfahl das *Joint Expert Committee on Food Additives* (JECFA) einen Provisional Tolerable Monthly Intake (PTMI) von 70 pg WHO-TEQ/kg KG/Monat (BfR 2003).

Die mittlere tägliche Aufnahme an PCDD/F und dioxinähnlichen PCB liegt heute bei ca. 2 pg WHO-TEQ/kg KG und Tag. Unabhängig davon, ob man den TDI-Wert der WHO oder den TWI des SCF für Bewertungen zugrunde legt, resultiert aus der unvermeidlichen Dioxinbelastung der Bevölkerung immer mehr die klare Forderung nach einer deutlichen Verminderung der Einträge und Quellen. Deshalb wurden im Juli 2002 auf EU-Ebene die Höchstmengen für WHO-PCDD/F-TEQ in Lebens- und Futtermittel festgelegt, die aufgrund ihrer Höhe allerdings nur geeignet sind, extreme Dioxinkonzentrationen zu vermeiden. Zusätzliche belastungsmindernde Maßnahmen sind innerhalb der Nahrungsmittelkette - vom Stall bis zum Tisch - erforderlich. Es wäre daher sinnvoll, bei der Futtermittelproduktion verstärkt die indirekte Trocknung anstelle der direkten einzusetzen, da die direkte Trocknung die Dioxin-Belastungen deutlich erhöhen kann (BfR 2003).

3.4.2. Antibiotika

3.4.2.1. Antibiotika im Allgemeinen

Antibiotika sind Stoffe, die von Mikroorganismen gebildet werden und andere Mikroben hemmen oder abtöten können. Dazu gehören die Penicilline, Aminoglykoside (Streptomycin), Tetracycline, Macrolide und viele andere. Im weiteren Sinn gehören dazu auch synthetische Substanzen wie die Fluorchinolone und Sulfonamide. Antibiotika sind selektiv toxisch, d.h., sie töten oder hemmen Mikroorganismen und sollten den behandelten Makroorganismus (Mensch, Tier, Pflanze) nur wenig oder gar nicht beeinträchtigen. Nach BYWATER ET AL. (2000) haben weniger als 4 % der Resistenzprobleme in der Humanmedizin ihren Ursprung in der Anwendung antimikrobieller Wirkstoffe bei Tieren. Für den Transfer von Resistenzgenen tierpathogener Bakterien auf solche Bakterien, die beim Menschen keine direkten Krankheitsprozesse auslösen, gibt es allerdings noch keine Daten, die eine quantitative Risikoabschätzung ermöglichen.

Dem gegenüber berichtet die Soil Association 2004, dass Rückstände von antimikrobiellen Stoffen (einschließlich Antibiotika) in Nahrungsmitteln unter Verdacht stehen, Allergien (DEWDNEY ET AL. 1991, HACKER ET AL. 2004), Krebs (PAIGE ET AL. 1997), Lähmungen und Atmungsstörungen (SAFRAN ET AL. 1993) und anaphylaktische Schocks (KANNY ET AL. 1994) beim Menschen als auch bei Tieren zu verursachen. Den positiven Erfahrungen mit Antibiotika in der Medizin steht eine von den Mikrobiologen beobachtete negative Entwicklung gegenüber. Durch die zunehmende Auslese, Anreicherung und Ausbreitung resistenter Keime sprechen Antibiotikumbehandlungen nicht mehr an.

3.4.2.2. Entstehung von Resistenzen

Die Gefahr von Antibiotikaresistenzen ist in der Wissenschaft schon lange erkannt worden, im Grunde seit der Entdeckung der ersten antibakteriellen Wirkstoffe wie verschiedener Sulfonamide (1935) und Penicillin G (1940). Die Warnungen der Mikrobiologen verhallten jedoch in Politik und Wirtschaft, zum großen Teil auch im Gesundheitswesen, weitgehend ungehört. Erst seit einigen Jahren nun wird die Entstehung und Verbreitung von Resistenzen gegenüber Antibiotika in zahlreichen Ländern als ein ernsthaftes Problem der öffentlichen Gesundheit wahrgenommen, denn Antibiotikaresistenzen sind nicht nur für Behandlungsmisserfolge verantwortlich, sondern treiben auch die Gesundheitskosten in die Höhe. Heute kennt man mehrere Faktoren, die zur Resistenzentwicklung beitragen. Ist in der Natur die genetische Information für eine bestimmte Resistenz bereits vorhanden, so führt die Anwendung der entsprechenden Antibiotika zur Anreicherung von resistenztragenden Keimen. Bisher ist diese Entwicklung bei allen neuen Antibiotika immer innerhalb weniger Jahre nach der ersten Anwendung aufgetreten. Viele Bakterien haben durch Mutationen mehrere Wege entdeckt, um ein Antibiotikum unwirksam zu machen oder ihm zu entgehen:

- Das Antibiotikum-Molekül wird von den Bakterien chemisch-enzymatisch unwirksam gemacht (z.B. β -Lactamasen, Aminoglykosid-Phosphorylasen, Acetyltransferasen, Adenylyltransferasen usw.).
- Die Bakterienzellen machen ihre Zellwand undurchlässig für Antibiotika.
- Die Bakterienzellen scheiden eindringendes Antibiotikum wieder aus, bevor es Schaden anrichten kann (z.B. mit in den Membranen vorkommenden Effluxsystemen).

- Die Bakterien panzern sich durch genetische Veränderungen (Mutationen) der Angriffspunkte (Targets) gegen den Angriff eines Antibiotikums (MAZEL ET AL. 1999).
- Je mehr Antibiotika in einer geographischen Region bei Menschen und/oder Tier eingesetzt werden, desto schneller erfolgt die Auslese, Anreicherung und Ausbreitung resistenter Bakterien (FEUERPFEIL ET AL. 1999).
- Durch Anwendung therapeutisch ungenügender (also zu geringer) Mengen wird die Resistenzausbreitung gefördert, da sich Bakterien so langsam an die Antibiotika "gewöhnen", d.h. Resistenz gegenüber höheren Dosen schrittweise erwerben können (KRESKEN ET AL. 1999).
- Bei fast allen bisher untersuchten Bakterien liegen die verschiedenen Resistenzgene auf übertragbaren DNA-Molekülen wie Plasmiden oder Transposons. Indem sich Bakterien aneinander lagern (Konjugation), können die Resistenzinformationen auf andere, auch nicht verwandte Bakterien übertragen werden (horizontaler Gentransfer). Solche Vorgänge sind dort besonders häufig, wo viele Bakterien an einer Stelle vorkommen und eine Mischbiozönose bilden, z.B. im Darm, auf Schleimhäuten, in Abwasser, in Biofilmen. Bei gebündelter Übertragung solcher "Multi-Drug-Resistenzen" führt die Anwendung eines Antibiotikums dann automatisch auch zur Anreicherung aller anderen mitübertragenen Resistenzen. Wenn Bakterien aber einmal resistent geworden sind, verlieren sie diese Eigenschaft nur sehr langsam (WITTE ET AL. 1999).

3.4.2.3. Antibiotika-Einsatz in der Landwirtschaft

Insgesamt ist zum Antibiotika-Einsatz anzumerken, dass im Jahre 1999 von den ca. 13.000 Tonnen in der EU eingesetzten Reinsubstanzen etwa 8.500 t in der Humanmedizin (65 %), ca. 4.000 t in der Veterinärmedizin (29 %) und etwa 800t (6 %) als Futterzusatzstoffe (Salinomycin, Avilamycin, Flavophospholipol und Monensin) verabreicht wurden (KAMPHUES 2001). Für das Jahr 2006 ist innerhalb der EU ein generelles Verbot des Antibiotika-Einsatzes als Futterzusatzstoff vorgesehen. Anders als in Futtermitteln dürfen zur Behandlung kranker Tiere die gleichen Antibiotika verwendet werden wie zur Behandlung von Menschen. Den Löwenanteil von 66 Prozent stellen Tetracycline, gefolgt von Makroliden und Penicillinen. Immerhin ein Prozent der in der Veterinärmedizin verwendeten Antibiotika sind die relativ neuen Fluorchinolone, berichtet der Schweizer Lebensmittelmikrobiologe Professor Michael Teuber (TEUBER 1999).

Welche Mittel häufig verwendet werden, spiegelt sich auch bei den Resistenzen von lebensmittelvergiftenden Keimen wider. Von England breitet sich der Stamm DT104 von *Salmonella typhimurium* aus. Dieser "Resistenz-Alptraum", so Teuber, widersteht den fünf Antibiotika Tetracyclin, Chloramphenicol, Sulfonamiden, Ampicillin, Streptomycin und neuerdings auch Fluorchinolonen (TEUBER 1999). DT104 wird auch in Deutschland immer häufiger. Nach Angaben von Dr. Reiner Helmuth vom Bundesinstitut für Verbraucherschutz und Veterinärmedizin ist sein Anteil an allen gefundenen Salmonellen seit 1992 von weniger als fünf Prozent auf 72 Prozent bei Schweinen und 60 Prozent bei Rindern gestiegen (HELMUTH 1999).

Gleiches kann man heute auch für Enterokokken sagen, ebenfalls obligate Darmbewohner, aber in der Regel nur in Ausnahmefällen als pathogen zu beobachten (potenziell pathogen für abwehrgeschwächte Personen). Allerdings kommen Enterokokken vom Tier regelmäßig in fermentierten Lebensmitteln vor, die aus Rohmilch oder rohem Fleisch hergestellt werden wie Rohmilch, Käse und Rohwürste. Enterokokken sind Weltmeister im Einsammeln und Weitergeben von genetischen Informationen für Antibiotika-Resistenzen. Sie können in diesem

Sinn auch mit fast allen anderen Darmbakterien kommunizieren, also mit Enterobakterien, Milchsäurebakterien, Listerien, Clostridien, Staphylokokken usw. Das Vorkommen von Avoparcin/Vancomycin-resistenten Enterokokken in der Darmflora von damit gefütterten Hühnern oder Schweinen und bei Konsumenten hat zum Verbot der Avoparcin-Zulassung in Europa geführt. Hierdurch konnte eine deutliche Abnahme von Vancomycin-resistenten Enterokokken in Hühnern und in der menschlichen Darmflora verzeichnet werden (TEUBER 2000). Eine Untersuchung in der Schweiz hat ergeben, dass bereits 80 Prozent der Stämme, die aus frisch geschlachteten Schweinen isoliert wurden, gegen Bacitracin, Sulfonamide, Chloramphenicol und Ciprofloxacin unempfindlich sind.

In England warnt die Soil Association in einer Presseaussendung vor einem zu hohen Konsum von Eiern, da Rückstände von Antibiotika (Lasalocid) gefunden wurden. Lasalocid ist ein Antiparasitikum und darf in der Mastgeflügelhaltung bzw. bei der Aufzucht von Junghennen gegen Darmparasiten eingesetzt werden, hingegen nicht als Zusatzstoff in Futtermitteln für Legehennen. Rückstände des Antibiotikums Lasalocid sind besonders für Kleinkinder, alte und kranke Menschen ein gesundheitliches Risiko (SAFRAN ET AL. 1993). Allein in England ist 2003 die Kontamination von Eiern mit Lasalocid um 12 % gestiegen resultierend aus einem Verbrauch von 195 Tonnen im Jahr 2002. Bei Nutztieren, die mit dem Futterzusatzmittel Lasalocid gefüttert wurden, gibt es viele dokumentierte Fälle von verschiedenen Krankheiten (Lähmungen, Atemwegserkrankungen, erhöhter Puls) bis hin zu Todesfällen. Auch zeigen einige Laborversuche, dass Lasalocid sogar bei extrem niedriger Dosis einen starken Einfluss auf den Blutkreislauf und das Herz hat, was eine potentielle Gefahr für herzkrank Menschen darstellt (Soil Association 2004).

Leider gibt es bislang nur sehr wenige Untersuchungen über das Schicksal antibiotikumresistenter Bakterien, die über die Fäkalien von Mensch und Tier zunächst ins Abwasser, über die Gülle und auch auf damit gedüngte Gemüse und Salate gelangen können. Da aber schwere Lebensmittelvergiftungen u.a. mit E. coli O157 durch kontaminiertes Gemüse (z.B. Petersilie in Deutschland, Rettichsprossen in Japan) bekannt sind, die auf Kontamination mit tierischen Fäkalien zurückgeführt werden, muss auch mit der Ausbreitung antibiotikumresistenter Keime über diese Infektkette gerechnet werden. Auch wenn bisher experimentell nicht ausreichend untersucht wurde, ob nichtpathogene oder potentiell pathogene Keime (Enterokokken, Staphylokokken) aus Lebensmitteln ihre Antibiotikumresistenzen bzw. die genetische Information an die "normalen" Bewohner der menschlichen Mikroflora weitergeben können, so sprechen neuere epidemiologische Untersuchungen für diese Annahme. So wurde bei derartigen Untersuchungen in Holland gezeigt, dass z.B. Vancomycinresistenz-Gene aus tierischen Enterokokken auf menschliche Enterokokken übertragen wurden (TEUBER 2000).

3.4.2.4. Fazit

Die Vernetzung der Biosphäre und der darin lebenden Makroorganismen (Menschen, Tiere, Pflanzen) über die Mikroorganismen macht deutlich, dass es für das Resistenzproblem keine isolierte geographische oder biologische Lösung geben kann. Der Einsatz von Antibiotika muss auf allen Ebenen (Mensch, Tier, Pflanze) auf das medizinisch notwendige Maß reduziert werden. Die medizinische Anwendung gehört in die Hand von entsprechenden Fachleuten. Da multiresistente Bakterien in Lebensmitteln eine neue Dimension darstellen, steht die Lebensmittelmikrobiologie erst am Anfang der Überlegungen, ob und welche Maßnahmen zur Vermeidung von Gesundheitsrisiken notwendig sind. Für Problempatienten (sehr junge, sehr alte und abwehrgeschwächte Personen) ist eine Verabreichung von Lebensmitteln mit einer hohen Belastung an antibiotikumresistenten Bakterien vom Gesichtspunkt der Lebensmittelhygiene

nicht zu verantworten und mit Maßnahmen zu vermeiden, die auch für pathogene Bakterien notwendig und als wirksam erkannt sind (z.B. ausreichende Erhitzung vor Verzehr bzw. Verzicht auf problematische Lebensmittel wie rohes Fleisch, Rohmilch, Rohmilchkäse und Rohwürste, rohe mit Gülle kontaminierte Salate und Gemüse). Die WHO hat die Arbeit an dieser Problematik im human- und veterinärmedizinischen Bereich in den letzten Jahren stark forciert und eindeutige Vorschläge zur Reduktion der Anwendung von Antibiotika in der Landwirtschaft ausgesprochen.

3.4.3. Hormone

Ende der achtziger Jahre ereigneten sich in Europa mehrere öffentlichkeitswirksame Fälle verbotener Einsätze von Mastleistungsförderern: In Deutschland wurden damals tausende Kälber mit Hormoncocktails behandelt. In Kälbern wurde der β -Agonist Clenbuterol nachgewiesen. Als die für die Überwachung zuständigen Institute verstärkt auf Clenbuterol prüften, wichen illegale Mäster auf andere ähnlich wirkende Substanzen wie Salbutamol und Brombuterol aus. β -Agonisten sind hochwirksame Arzneimittel, die neben therapeutischen Effekten bei Atemwegserkrankungen (Hustensäfte) und zur Wehenhemmung auch eine Mastleistungsförderung in Form einer Muskel/Fett-Umverteilung bewirken. Für den Mastzweck sind jedoch 5-10 mal höhere Dosierungen als für therapeutische Zwecke nötig. Diese hohen Dosen aus der Verwendung in der Tiermast können zu Rückständen in vom Tier stammenden Lebensmitteln in solchen Konzentrationen führen, dass sie durch ihre Wirkung auf das Herz-Kreislauf-System ein Risiko darstellen. In Frankreich, Italien und Spanien hatte der Verzehr von hoch belastetem Fleisch und Leber zu Vergiftungen von Verbrauchern geführt (BBGes 2003).

Mit der EG-Richtlinie 92/22/EG vom 29. April 1996 über das Verbot der Verwendung bestimmter Stoffe mit hormonaler beziehungsweise thyreostatischer Wirkung und von β -Agonisten in der tierischen Erzeugung wurde das Verbot der Verwendung von Stoffen mit hormonaler Wirkung zu Mastzwecken bekräftigt und auf die β -Agonisten ausgedehnt. Die Verabreichung von β -Agonisten an Rinder, Equiden und Heimtiere bleibt genau festgelegten therapeutischen Zwecken vorbehalten (<http://www.bbges.de/g-woche/2003/mpa.htm>).

Die EG-Richtlinie wurde durch die zweite Verordnung zur Änderung tierarzneimittelrechtlicher Vorschriften umgesetzt und führte zur Neufassung der Verordnung über Stoffe mit pharmakologischer Wirkung vom 10. Januar 1997 und der Verordnung über das Verbot der Verwendung bestimmter Stoffe bei der Herstellung von Arzneimitteln zur Anwendung bei Tieren vom 19. Juni 1997. In der EG-Richtlinie wird ausgeführt, dass bestimmte Stoffe mit thyreostatischer oder hormonaler Wirkung aufgrund der Rückstände, die sie in Fleisch und anderen Lebensmitteln tierischen Ursprungs hinterlassen, die Gesundheit des Verbrauchers gefährden und die Qualität von Lebensmitteln tierischen Ursprungs beeinträchtigen können. Deshalb dürfen Hormone auch in Österreich in der Tierzucht nicht angewendet werden. Dieses Verbot wurde durch einen Beschluss des EU-Agrarministerrates am 16. Dezember 2002 auf EU-Ebene ausgedehnt (BBGes 2003).

Die Mästung von Rindern mit den physiologischen Sexualhormonen 17-Beta-Östradiol, Progesteron sowie Testosteron und den körperfremden Hormonen Zeranol, Trenbolonacetat und Melengestrolacetat (MGA) stößt in Europa auf Ablehnung. Diese sechs Substanzen können nach Meinung von Experten krebserzeugend, erbgutverändernd undentwicklungsschädigend wirken sowie neurobiologische Schäden verursachen. MPA = Medroxyprogesteronacetat gehört zur Gruppe der Acetylgestagene. Es ist ein synthetisches Derivat des Progesterons, dessen

Wirkungsdauer und Intensität gegenüber der Muttersubstanz deutlich erhöht ist. Bei entsprechender Dosierung kann es daher im Säugerorganismus anabole Wirkungen aufweisen. Es führt in der Tiermast zu einer effektiveren Futterverwertung und einer Steigerung der täglichen Gewichtszunahme. Deshalb werden diese Substanzen in einigen Ländern, z.B. USA und Neuseeland, als Leistungsförderer eingesetzt. Nach der Applikation können jedoch auch Fruchtbarkeits- und Entwicklungsstörungen auftreten. Aufgrund der möglichen gesundheitsschädigenden Wirkung für Tier und Mensch sind Acetylgestagene in der EU nicht zugelassen. Für den wissenschaftlichen EU-Ausschuss für Veterinärfragen war es nicht möglich, einen tolerablen Schwellenwert für die tägliche Aufnahme mit der Nahrung festzulegen oder das Risiko von Gesundheitsschäden zu quantifizieren. Als MRPL-Wert (Mindestleistungsgrenze für Analysenmethoden, die für Stoffe zu verwenden sind, für die kein zulässiger Grenzwert festgelegt worden ist) wurde von der EU-Kommission 1µg/kg in Schweinenierenfett vorgeschlagen (BBGes 2003).

Während in Mitteleuropa die Bullenmast üblich ist, konzentriert man sich in den USA und Kanada auf die Ochsenmast. Bullen produzieren Hormone (Androgene und Östrogene). Im Vergleich zu Kastraten verwerten sie dadurch das Futter besser, sie wachsen schneller und haben ein besseres Fleisch/Fett-Verhältnis. Zum Ausgleich des Verlustes der natürlichen Sexualhormone nach der Kastration werden die genannten Anabolika in den USA und in Kanada den Tieren zugeführt, dort sind Hormone als Leistungsförderer zugelassen. Im "Rindfleischstreit" zwischen der Europäischen Union und den Vereinigten Staaten verlangen die USA deshalb die Öffnung des EU-Binnenmarktes für Fleisch von Rindern, die dort legal mit Hormonen gemästet wurden (BBGes 2003).

3.4.4. Quecksilberbelastung bei Fischen

Im Auftrag der Europäischen Kommission hat die *Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit* (EFSA) die Quecksilber- und Methylquecksilberbelastung der europäischen Bevölkerung durch Lebensmittel, insbesondere Fisch, und die bestehenden Höchstmengenregelungen überprüft. Am 18. März 2004 hat sie ihre Bewertung veröffentlicht. Sie kommt zu dem Schluss, dass die Belastung nach wie vor hoch ist. Die EFSA sieht jedoch keinen Anlass für einen Verzicht auf Fisch. Besonders gefährdeten Gruppen rät die EFSA aber, Empfehlungen ihrer nationalen Behörden zur Reduzierung der Quecksilberaufnahme zu folgen und den Verzehr bestimmter Fischarten gegebenenfalls einzuschränken (BfR 2004). In Fisch liegt Quecksilber hauptsächlich in Form von Methylquecksilber vor, das gesundheitlich bedenklicher ist als andere Quecksilberverbindungen. Aufgrund der Anreicherung von Quecksilber in der Nahrungskette weisen Raubfischarten, die am Ende der Nahrungskette stehen wie Schwertfisch und Thunfisch höhere Methylquecksilberbelastungen als andere Fischarten auf und stellen somit wesentliche Aufnahmequellen für den Menschen dar (STEPHENSON 2004). Methylquecksilber ist besonders toxisch für das Nervensystem und das sich entwickelnde Gehirn (CARTA ET AL. 2003). Deshalb gilt die Schwangerschaft als kritischster Zeitraum für die Methylquecksilber-Toxizität. Zu den von einer Quecksilberexposition besonders betroffenen Bevölkerungsgruppen zählen schwangere und stillende Frauen sowie Kleinkinder (BAMBRICK ET AL. 2004, DOREA 2004). Eine epidemiologische Studie von den Seychellen zeigte einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Entwicklungsstörungen bei Kleinkindern und einem hohen Fisch- bzw. Walfleischverzehr der Mütter während der Schwangerschaft auf (MYERS ET AL. 2003).

3.5. Gentechnik in der Landwirtschaft

3.5.1. Tiernahrung und Gentechnik

Kaum ein Thema ist in den vergangenen Jahren im deutschsprachigen Raum so kontrovers und emotional diskutiert worden wie die Anwendung gentechnischer Verfahren im Agrar- und Lebensmittelbereich. Im Gegensatz dazu findet die Gentechnik im medizinischen Sektor große Akzeptanz. Gerade heute ist die Meinung von Medizinern und Ernährungswissenschaftlern hinsichtlich der möglichen gesundheitlichen Risiken gentechnisch modifizierter Lebensmittel zunehmend gefragt.

Gentechnische Veränderungen an landwirtschaftlichen Nutzpflanzen führen dazu, dass auch gentechnisch veränderte Futtermittel in den Futtertrog gelangen. Das trifft sowohl für Futterpflanzen (z.B. Silomais) als auch für Nebenprodukte der Lebensmittelerzeugung (z.B. Soja- oder Rapsextraktionsschrot, Maiskleber, Trockenschnitzel) zu. Für die Tierernährung ergeben sich daraus verschiedene Fragen. Wie sind zum Beispiel die veränderten Futtermittel und Futterzusatzstoffe ernährungsphysiologisch zu bewerten? Haben sie einen Einfluss auf Tiergesundheit und Produktqualität? Zu klären ist auch der Verbleib der Erbsubstanz DNA. Verschiedenste Forschungsinstitute, wie z.B. das deutsche *Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)*, beschäftigen sich intensiv mit dieser Thematik.

Bei der Erzeugung von Milch, Fleisch und Eiern ist es für die immer weiter ansteigende Weltbevölkerung von entscheidender Bedeutung, Tierfutter in ausreichendem Maße und hoher Qualität zur Verfügung zu haben. Die Pflanzenzüchtung kann in vielfältiger Weise dazu beitragen, eine ressourcenschonende Produktion von Futtermitteln zu gewährleisten. Aus der Sicht der Tierernährung bestehen in diesem Zusammenhang folgende Wünsche:

- Ressourcenschonende Futtererzeugung, wie zum Beispiel geringer Verbrauch an Wasser, Nährstoffen, Fläche; Resistenz gegen Schädlinge; Toleranz von Dürre, Salzböden, u.a.
- Verminderung des Gehaltes an unerwünschten (antinutritiven) Inhaltsstoffen in Futtermitteln, wie zum Beispiel bestimmten sekundären Pflanzeninhaltsstoffen, Rückständen von umweltbedingten Kontaminanten (z.B. Mykotoxine) und Pflanzenschutzmitteln.
- Erhöhung des Gehaltes und der Verfügbarkeit wertbestimmender Inhaltsstoffe, wie zum Beispiel Aminosäuren, Fettsäuren, Vitamine, Enzyme; bessere Verdaulichkeit und dadurch höhere Energieausnutzung und geringere Umweltbelastung durch tierische Exkrememente.

Viele dieser Wünsche können langfristig durch die "herkömmliche" Pflanzenzüchtung erfüllt werden. Mit der Gentechnik steht jedoch ein Instrumentarium zur Verfügung, das genau definierte Veränderungen im Erbgut der Pflanze kurzfristig und mit relativ großer Genauigkeit ermöglicht.

Die meisten gentechnischen Veränderungen in Kulturpflanzen zielen bisher darauf ab, Pflanzen unempfindlicher gegen ein bestimmtes Herbizid zu machen (Glyphosat-Toleranz bzw. Glufosinamatmonium-Toleranz, u.a. bei Soja, Raps, Mais, Zuckerrüben) oder die Widerstandsfähigkeit gegenüber Schädlingen zu erhöhen (z.B. Maiszünsler-resistenter Bt-Mais). Die EU-Kommission hat bereits 1996 der Firma Monsanto die Genehmigung für die Einfuhr

gentechnisch veränderter Sojabohnen (Toleranz gegenüber dem Herbizid Glyphosat) als Futtermittel und Nahrungsmittel erteilt. Seit Anfang 1997 darf in der EU auch eine transgene Maislinie (Maisszünsler-resistenter Bt-Mais* mit kombinierter Herbizidtoleranz) in Verkehr gebracht werden (FLACHOWSKY ET AL. 2000).

Der Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen stieg weltweit von 1,7 Millionen Hektar im Jahr 1996 auf rund 67,7 Millionen Hektar 2003. Dabei handelt es sich vor allem um Sojabohnen (61 % der Gesamtfläche des Anbaus genetisch veränderter Pflanzen 2003), Mais (23 %), Baumwolle (11 %) und Raps (5 %) (JAMES 2003). Für die Human- bzw. Tierernährung stehen demnach jetzt – und zukünftig verstärkt – sowohl gentechnisch veränderte Organismen (GVO) als auch Produkte von gentechnisch veränderten Organismen zur Verfügung. Es wurden bereits viele Bilanz- und Fütterungsversuche mit Bt-Mais (Körner, Silage), herbizidtolerantem Mais (Körner, Silage) und herbizidtoleranten Zuckerrüben (Rübenkörper, Blattsilage) an Broilern (=Hähnchen), Legehennen, wachsenden Schweinen, Schafen, Mastrindern und Milchkühen durchgeführt.

Daneben wurden auch die Inhaltsstoffe der gentechnisch veränderten Futterpflanzen bestimmt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen lieferten wichtige Grundlagen für die von der Europäischen Union 1997 eingeführte Novel-Feed-Verordnung (EG Nr. 258/97), in der erstmalig der Einsatz von Futtermitteln mit transgenen Komponenten und die Kennzeichnung für GMO-Lebensmittel EU-einheitlich geregelt wurde. Allerdings galt damals dafür nur das Nachweisprinzip: Lebensmittel, in denen gentechnisch veränderte Organismen nachweisbar waren, mussten gekennzeichnet werden. Dadurch entstanden beträchtliche Kennzeichnungslücken, weil z.B. im Öl aus gentechnisch veränderter Soja keine Gentech-Soja-DNA mehr nachgewiesen werden kann (Greenpeace 2004).

Seit 7. November 2003 ist in allen EU-Mitgliedsstaaten die neue EU-Verordnung zur Kennzeichnung von gentechnisch veränderten Lebens- und Futtermitteln (EG Nr. 1829/2003 und EG Nr. 1830/2003) rechtskräftig. Die neue Kennzeichnungsverordnung basiert auf der so genannten Rückverfolgbarkeit der Rohstoffe: Lebensmittel und Lebensmittelzutaten, die aus gentechnisch veränderten Organismen bestehen oder daraus hergestellt wurden, müssen gekennzeichnet werden. Das heißt, ein Lebensmittel, das z.B. Öl aus gentechnisch veränderter Soja enthält, muss nunmehr gekennzeichnet werden, obwohl die gentechnische Veränderung im Öl meist nicht mehr nachweisbar ist. Für die Umsetzung der neuen Kennzeichnungspflicht galt eine Übergangsfrist bis zum 18. April 2004. Alle Lebens- und Futtermittel, die aus gentechnisch veränderten Organismen bestehen oder daraus hergestellt sind, und nach dem 18. April 2004 produziert wurden, müssen ab diesem Zeitpunkt gekennzeichnet werden (Greenpeace 2004).

Mensch und Tier kommen auf vielfältige Weise seit Jahrmillionen mit "Fremd-DNA" in Berührung. Die Aufnahme von DNA mit der Nahrung schwankt beim Menschen zwischen 0,1 und 1 Gramm pro Tag und umfasst unterschiedlich stark degradierte Fragmente von verschiedenen Genen pflanzlicher und tierischer Herkunft sowie bakterieller DNA.

*Das Kürzel "Bt" steht für *Bacillus thuringiensis*. Dieses seit fast 100 Jahren bekannte Bodenbakterium ist in der Lage, ein spezielles Protein (Bt-Toxin) zu erzeugen, das die Darmwand einiger Fraßinsekten zerstören kann und sich daher als Pflanzenschutzmittel eignet. Bt-Präparate werden daher schon seit 1964 als biologisches Pflanzenschutzmittel verwendet, sie sind auch im Öko-Landbau zugelassen. Mit Methoden der Gentechnik ist es gelungen, das spezielle Bt-Gen aus dem Bodenbakterium zu isolieren und in das Genom des Mais einzubauen. Der um das Bt-Gen erweiterte Mais wird kurz als Bt-Mais bezeichnet.

Beim Mastschwein (80 kg LG (=Lebend Gewicht), 2 kg Trockensubstanzaufnahme/Tag) kann die DNA-Aufnahme täglich auf rund 5 Gramm, bei der Milchkuh (20 kg Trockensubstanzaufnahme/Tag) auf annähernd 50 Gramm geschätzt werden. Dazu kommen nahezu gleiche Mengen DNA, die aus der mikrobiellen Besiedlung des Verdauungstraktes resultieren (FLACHOWSKY ET AL. 2000).

Die aufgenommene DNA und die DNA-Bruchstücke werden nach dem Verzehr im Verdauungstrakt durch Magensäure und verschiedene Enzyme zügig weiter abgebaut. Dabei ist nicht auszuschließen, dass Genfragmente in die Darmepithelien gelangen und in den Wirtsorganismus absorbiert werden. In Modellversuchen einer Arbeitsgruppe um Walter Doerfler von der Universität Köln, bei denen Mäuse über unterschiedlich lange Zeiträume große Mengen von Phagen-DNA aufnahmen, konnten DNA-Fragmente 2 bis 8 Stunden nach der Fütterung im Blut nachgewiesen werden. Die Bruchstücke der Phagen-DNA wurden anschließend vor allem in zum Immunsystem des Körpers gehörenden Zellen und Geweben gefunden, in die sie ungerichtet eingelagert wurden. Nach einmaliger Gabe wurden Fragmente der aufgenommenen DNA in einem Zeitraum bis zu 8 Stunden in den Leukozyten und bis zu 24 Stunden in Milz und Leber gefunden (SCHUBBERT ET AL. 1994). Werden die Gene an trächtige Tiere verfüttert, fanden sich die Gen-Abschnitte auch bei den Nachkommen in verschiedenen Organen. Die Gene werden wohl zwar nicht regelrecht vererbt, aber mit dem Blut der Plazenta auf die Embryonen übertragen. Unklar ist, ob die Gene auch noch groß genug sind, um biologisch aktiv zu werden (DOERFLER ET AL. 1999).

Auch fanden sich unverwechselbare Gen-Abschnitte im Gewebe bei einer Untersuchung von Schweine- und Geflügelfleisch (KLOTZ ET AL. 2002). Bei Verfütterung von Bt-Mais und herbizidtoleranten Sojabohnen an Milchkühe konnte EINSPANIER ET AL. (2001) Bruchstücke dieser Pflanzen-DNA in den Leukozyten (Makrophagen) nachweisen. Interessanter Weise gelang der Nachweis in den inneren Organen dabei nicht, jedoch wurden in der Milch ebenfalls schwache Signale entsprechender Pflanzen-Gene gefunden. Ein ähnliches Ergebnis wird auch in einer weiteren Veröffentlichung berichtet, auch hier fanden sich die Gene im Blut und in der Milch (PHIPPS ET AL. 2003). Diese Ergebnisse sind durchaus plausibel, denn die Gene werden im Blut von den Makrophagen abgefangen. Bei der Kuh ist bekannt, dass Makrophagen auch aktiv in das Euter einwandern können. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn Euterentzündungen bekämpft werden sollen. Offensichtlich werden dabei auch die fremden Gene mit in das Euter und damit direkt in die Milch transportiert. Dabei unterscheiden sich Gene aus normalen Pflanzen kaum von den Genen genmanipulierter Saaten. Es scheint lediglich eine Frage der Häufigkeit des Vorkommens der jeweiligen Gen-Abschnitte zu sein, ob die Gene aufgespürt werden können. Deswegen ist die Frage nach der Auffindbarkeit von Genen aus dem normalen Pflanzenerbgut im Vergleich zu denen, die für genmanipulierte Pflanzen typisch sind, wohl nur eine Frage der statistischen Häufigkeit. Trotzdem wird von verschiedenen Autoren immer wieder herausgestellt, dass noch nie Gen-Abschnitte in der Milch gefunden wurden, die für manipulierte Pflanzen typisch sind, so als ob es sich mit diesen Genen bei dem Weg durch den Verdauungstrakt grundsätzlich anders verhalten würde, als mit den Genen normaler Pflanzen. Dass ausgerechnet Gene aus genmanipulierten Pflanzen nicht in die Milch gelangen können, nur weil sie bisher dort noch nicht nachgewiesen wurden, scheint nicht realistisch zu sein. Tatsächlich wurden in der Milch bereits Gene identifiziert, wie sie für Gen-Mais und Gen-Soja typisch sind (Greenpeace 6/2004).

Aus Unterlagen, die Greenpeace vorgelegt wurden, geht hervor, dass von der Universität Weihenstephan bei München bereits im Jahr 2000 entsprechende Gene in der Milch eines Landwirtes gefunden wurden. Dabei gibt es verschiedene Möglichkeiten, wie die Gene in die

Milch gelangt sein könnten: Über das Tier, das gentechnisch veränderte Pflanzen gefressen hatte, aber auch über die Luft, mit Aerosolen, die mit Staub aus gentechnisch veränderten Futtermitteln belastet waren. Keine der Möglichkeiten wird im vorliegenden Bericht ausgeschlossen. Allerdings wurden bei den Genen aus der Soja nur relativ kurze Gen- Abschnitte aufgespürt und nicht die (ebenfalls gesuchten) längeren Gen-Abschnitte, was dafür spricht, dass die Gene tatsächlich aus verdautem Pflanzenmaterial stammen. Zudem waren bei einer der beiden Proben die Gene nicht gleichmäßig in der Milch verteilt, sondern konnten nur in Milchezellen und den fetten Anteilen der Milch gefunden, wo auch die Makrophagen zu finden sind, die Gen-Abschnitte transportieren. Wäre die Milch dagegen über die Luft verschmutzt worden, hätten sich Gen-Fragmente auch in der wässrigen Phase finden müssen (Greenpeace 6/2004).

Für eine qualitative Bewertung ist zu berücksichtigen, dass diese Erbsubstanzen vom Menschen nicht "neu erfunden" werden, sondern aus anderen Lebewesen stammen und damit natürlichen Ursprungs sind. Dennoch sollte genau darauf geachtet werden, welche Gene konkret zum Einsatz kommen. Die Antibiotika-Resistenzgene, die in heutigen transgenen Pflanzen häufig als Markergene mit eingefügt sind, stammen zum Beispiel aus Mikroorganismen, mit denen der Mensch auch natürlicherweise in Kontakt kommen kann. Obwohl die Wahrscheinlichkeit für einen erfolgreichen Gentransfer von der transgenen Pflanze auf (z.B. humanpathogene) Bakterien als extrem gering beurteilt wird (LORENZ ET AL. 1994, JONAS ET AL. 2001), sollte künftig auf die Verwendung von Antibiotika-Resistenzgenen aus Gründen des Vorsorgeprinzips verzichtet werden.

Aus den vorliegenden Ergebnissen kann zusammenfassend folgender Schluss abgeleitet werden:

- Die bisher untersuchten transgenen Futterpflanzen dürften in ihrer ernährungsphysiologischen Bewertung nicht signifikant von den isogenen Ausgangslinien abweichen (FLACHOWSKY ET AL. 2000).

Aus der Sicht der Tierernährung sind weitere Untersuchungen, unter anderem zu folgenden Themen erforderlich:

- Exaktere ernährungsphysiologische Bewertung gentechnischer Veränderungen von Pflanzeninhaltsstoffen.
- Einfluss der GVO auf Tiergesundheit und Produktqualität.
- Effekte von gentechnisch veränderten Mikroorganismen.

3.5.2. Transgene Nutztiere

3.5.2.1. Transgene Nutztiere im Allgemeinen

Die Entwicklung der transgenen Nutztiere für die Landwirtschaft steht bislang in der Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit im Schatten des Anbaus transgener Nutzpflanzen. Dies könnte daran liegen, dass Produkte transgener Nutztier noch nicht bis zum Verbraucher vorgedrungen sind. Allerdings wurde in den USA und Kuba schon die Zulassung zur Vermarktung transgener Fische beantragt (Stand 8/2002). Öffentliche Diskussionen zur Beurteilung der Risiken und Chancen durch die Haltung transgener Nutztiere blieben aber aus und sind nun dringlicher den je. Der Mangel an Studien verwundert vor allem in Anbetracht der Fülle gentechnischer Forschungsprojekte und des langen Zeitraums, seitdem diese durchgeführt wurden. Bereits 1985 wurde erstmals von der Geburt transgener Nutztiere berichtet. Die ersten Versuchstiere waren damals Schafe, Schweine und Kaninchen (HAMMER ET AL. 1985). Inzwischen wurden genetische Veränderungen auch an Rindern, Ziegen, Hühner und insgesamt 35 verschiedenen Fischarten durchgeführt (MEIER ET AL. 2003). Die hohe Anzahl an Experimenten bei der Entwicklung transgener Fische kommt zustande, weil hier derzeit im Vergleich zu den übrigen Wirbeltieren am wenigsten Komplikationen auftreten (TEUFEL ET AL. 2002).

Das bisher am häufigsten verfolgte Ziel bei genetischen Veränderungen an Nutztieren ist eine Erhöhung der Produktivität. Zumeist werden arteigene oder artfremde Gene, welche für Wachstumshormone kodieren, übertragen. Dadurch wird das Wachstum der Tiere beschleunigt, um so schneller die gewünschte Schlachtreife zu erlangen. Die größten Erfolge konnten hierbei in der Lachszeit erzielt werden (SIN 1997). Bei Schweinen wurde bereits von transgenen Tieren berichtet, die nicht nur schneller wachsen, sondern dabei fettärmeres Fleisch produzieren (MITCHELL ET AL. 2001). Gerade diese Möglichkeit, bestimmte Eigenschaften von landwirtschaftlichen Produkten wie z.B. der Fettgehalt von Fleisch oder die Zusammensetzung der Milch von Kühen zu Gunsten des Menschen zu verändern, löst bei den Befürwortern dieser Technik Begeisterung aus.

Auch auf die für Aufsehen erregenden Epidemien der letzten Jahre, wie BSE, Maul- und Klauenseuche, Geflügelpest und viele anderen Krankheiten, die besonders im Falle von Intensiv-Haltungen einen hohen Kostenfaktor in der Landwirtschaft darstellen, hat die Gentechnologie anscheinend Antworten. Bei Schweinen und Schafen wurden Versuche zum Transfer von Immunglobulin-Genkonstrukten unternommen (LO ET AL. 1991, WEIDLE ET AL. 1991). Dadurch sollten die Tiere gegen bestimmte Bakterien eine "angeborene" Immunisierung erhalten, was letztlich aber dann doch nicht funktionierte. DENNING ET AL. (2001) forscht an einer Entwicklung prionresistenter Tiere zur Bekämpfung der bei Schafen auftretenden Krankheit "Scrapie". KERR ET AL. (2001) konnte bei Mäusen ein Gen einbauen, durch das die Mäuse in ihrer Milch einen antibakteriellen Wirkstoff (Lysostaphin) produzieren, der Bakterien bekämpft, die bei Rindern eine Entzündung des Euters (Mastitis) hervorrufen. Diese Experimente gelten als Vorbereitung für die Entwicklung entsprechender transgener Kühe.

In der anfänglichen Euphorie über die neuen technischen Möglichkeiten, blieben aber die Untersuchungen zu den möglichen Risiken dieser genetischen Veränderungen für den Menschen, die Umwelt und die Nutztiere auf der Strecke.

3.5.2.2. Ökologische Auswirkungen

Prinzipiell besteht bei transgenen Nutztieren die Gefahr, dass durch Paarung die in sie eingebauten Fremdgene in wildlebende Populationen ihrer Art oder nahe verwandter Arten gelangen. Allerdings besteht diese Gefahr in den meisten landwirtschaftlich genutzten Gebieten nicht mehr, da einerseits die Wildformen z.B. bei Rindern schon lange ausgerottet wurden und andererseits die Nutztiere durch permanente Stallhaltung keinen Kontakt mit eventuellen Wildformen haben. Ganz anders bei der Zucht von Fischen in Aquakulturen, die zumeist im direkten Umfeld ihrer wildlebenden Artgenossen gehalten werden. Hier kommt es in den Küstenbereichen der offenen Meere immer wieder zu Ausbrüchen, was ein schwerwiegendes ökologisches Problem darstellt. Freigesetzte transgene Fische können sowohl für ihre wilden Artgenossen, als auch für artfremde Populationen zu einer ernsthaften Gefahr werden (MUIR ET AL. 2002).

3.5.2.3. Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen

Potentielle gesundheitliche Risiken für den Menschen durch transgene Nutztiere müssen in Abhängigkeit von den transferierten Genen abgeschätzt werden. Neben den Risiken, die durch den Verzehr der Tiere entstehen, muss auch berücksichtigt werden, ob Gefahren von Krankheitserregern ausgehen könnten, die möglicherweise bei der Haltung transgener Tiere auf den Menschen übertragen werden. Prinzipiell muss bei einem Verzehr transgener Tiere ein erhöhtes Allergierisiko in Erwägung gezogen werden (HACKER ET AL. 2004). Zudem ist es denkbar, dass solche Tiere unerwartete Toxine produzieren sowie eine veränderte Fleischzusammensetzung aufweisen (DEVLIN ET AL. 2001), die sich nachteilig auf die Gesundheit des Menschen auswirken kann. In einer in Kuba durchgeführten Studie (GUILLÉN ET AL. 1999) wurde festgestellt, dass bei einem Verzehr von transgenen Fischen keiner der gemessenen biochemischen Parameter des Blutes der Probanden beeinflusst wurde. Allerdings entsprachen sowohl Dauer als auch Umfang dieser Studie in keiner Weise den wissenschaftlichen Anforderungen an eine Überprüfung der Unbedenklichkeit von Lebensmitteln. Leider veranschaulicht dieses Beispiel den derzeitigen Stand und Stellenwert der Risikoforschung bei transgenen Nutztieren, weitere Publikationen auf dem Feld gesundheitlicher Auswirkungen durch den Verzehr von Produkten transgener Nutztiere existieren meiner eingehenden Recherche zufolge nicht.

3.5.2.4. Auswirkungen auf die Gesundheit der Nutztiere

Es ist wohl unumstritten, dass für die betroffenen Nutztiere schwerste gesundheitliche Schädigungen bei den durchgeführten Experimenten entstehen. BREM ET AL. (1994) berichtet bei Schweinen von krankhaften Veränderungen an Magen, Herz und Lunge, Erkrankungen der Haut und einer reduzierten Fertilität. Bei transgenen Kaninchen ruft eine erhöhte Expression von Wachstumshormonen Symptome hervor, wie sie beim Menschen mit Akromegalie zu beobachten sind (COSTA ET AL. 1998). Bei transgenen Fischen verursachen große Wachstumssteigerungen nicht nur Tumore, sondern auch extreme Deformationen des Kopfes und andere Körperteile bzw. veränderte Flossen- und Wirbelformen, abnormales Kiemenwachstum, fehlende Körpersegmente und verkümmerte Nacken- und Schwanzformen (DEVLIN 1998, DUNHAM 1999, HEW ET AL. 1997, PANDIAN ET AL. 1999). Dazu kommt noch eine extrem niedrige Erfolgsrate, was insgesamt den Tierverbrauch bei der Herstellung transgener Nutztiere in extreme Höhen treibt. Zwischen 85 % und 99 % der Embryonen verenden zumeist im Mutterleib der Tiere. Lediglich 0,5 % bis 4 % der in Leihmütter transferierten Embryonen werden lebend geboren und sind zudem tatsächlich transgen (AMMANN ET AL. 2000, MEIER ET AL. 2003).

Weiters ist es auch eine Frage der Ethik, welches Ausmaß an Tierverbrauch und an Leiden seitens der Nutztiere man aus Gründen der Wirtschaftlichkeit in Kauf nehmen möchte. Auch ist nicht gewiss, in wie weit bei einer Weiterentwicklung und Vereinfachung der Handhabung genetischer Methoden zur Herstellung transgener Nutztier neu entstehende Gefahren durch einen Missbrauch der Technik auszuschließen sind.

3.6. Krebsrisiken durch Fleischkonsum

3.6.1. Allgemeines

Es finden sich schon im Altertum Hinweise darauf, dass die Ernährung sowohl in der Erhöhung als auch in der Reduktion des Krankheitsrisikos eine Rolle spielen könnte. Erst in den letzten paar Jahren liegen Resultate aus Studien vor, mit welchen der Zusammenhang zwischen Ernährung und Krebs untersucht wurde (RIBOLI ET AL. 1996). Allerdings sind mir nur wenige Daten über die unterschiedlichen Bewirtschaftungsmethoden in bezug auf Fleisch im Hinblick auf Krebsrisiken bekannt. Zum Beispiel kann der Verzicht auf Pökelsalze wie Natriumnitrit (E 250), Natriumnitrat (E 251) und Kaliumnitrat (E 252) in der Verarbeitung von Fleisch zu einer Verminderung des Krebsrisikos vor allem im Zusammenhang mit der Entstehung von Magenkrebs darstellen. Denn beim Aufwärmen oder Stehenlassen von nitrathaltigen Lebensmitteln bei Zimmertemperatur kann durch bakterielle Einwirkung eine Reduktion des Nitrates zu Nitrit stattfinden. Nitrit verbindet sich unter anderem mit sekundären Aminen aus der Nahrung zu Nitrosaminen, die sich im Tierversuch für verschiedene Organe als karzinogen erwiesen. Die Reduktion von Nitrat zu Nitrit kann auch im Körper ablaufen, wenn sich die dafür notwendigen Bakterien z.B. auf einer atrophischen Magenschleimhaut, die zu wenig Säure produziert, vermehren können. Untersuchungen in unterschiedlichen Ländern (USA, Kanada, China, Spanien, Italien) ergaben ein größeres Magenkrebsrisiko bei überdurchschnittlichem Verzehr von eingesalzenem Fleisch bzw. von Wurstwaren (GRAHAM ET AL. 1990, BOEING ET AL. 1991, HANSSON ET AL. 1993).

Ein weiterer möglicher Faktor zu einem erhöhten Krebsrisiko sind polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und heterozyklische Amine, die sich beim Grillen oder Kochen von Fleisch und Fisch mit zu hohen Temperaturen bilden. Die orale Zufuhr von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen führt in Mäusen und Ratten zu Magen- und Mammakarzinomen sowie zu malignen Lymphomen und Leukämie (IARC 1973). Heterozyklische Amine, die durch die Spaltung von Aminosäuren von zu stark gebratenem Fleisch und Fisch entstehen, führen nach langandauernder Nahrungszufuhr bei Mäusen, Ratten und Affen zu Tumoren in verschiedenen Organen (GOLD ET AL. 1994, STAVRIC 1994, LAYTON ET AL. 1995). Beim Menschen variiert die tägliche Aufnahme von heterozyklischen Aminen erheblich und ist abhängig von den Ess- und Kochgewohnheiten.

3.6.2. Magenkarzinom

In einer Studie der John Hopkins University School of Hygiene and Public Health wurde auf der Basis von 565 Patienten, die aus den kanadischen Regionen Neufundland, Toronto und Manitoba stammten und in der Zeit von 1979-1982 neu an Magenkrebs erkrankt waren, versucht, eine Risikoabschätzung hinsichtlich des Konsums von gepökelten Nahrungsmitteln vorzunehmen. Die

Autoren (RISCH ET AL. 1985) fanden für den Risikofaktor Nitrit bei einer täglichen Aufnahme von 1 mg eine signifikante Erhöhung des Magenkarzinomrisikos um das 2,61-fache (d.h. um 161 %).

Auch epidemiologische Untersuchungen aus dem Department of Epidemiology des Tumor Instituts von Zhengzhou in der chinesischen Provinz Henan deuten auf eine Gefährdung durch den Verzehr gepökelter Lebensmittel hin: LU & QIN (1987) setzten die Menge an verkauftem Pökelsalz pro Kopf der Bevölkerung in der Provinz Henan (70 Mio. Einwohner) mit den dort vorhandenen Mortalitätsraten bei verschiedenen Karzinomarten für die Jahre 1964-1966 und 1974-1976 in Beziehung. Die Autoren verglichen 41 Verwaltungsbezirke mit hoher Tumorzinzidenz und 36 Verwaltungsbezirke mit niedriger Tumorzinzidenz. Sie fanden heraus, dass die Menge pro Kopf verkauften Pökelsalzes in Gebieten mit hoher Tumorzinzidenz mit 7,65 kg pro Kopf und Jahr erheblich höher lag als in Gebieten mit niedriger Tumorzinzidenz (5,83 kg pro Kopf und Jahr). Bezüglich Leber-, Lungen- und Zervixkarzinomen bzw. Leukämien ergaben sich keine signifikanten Korrelationen zwischen der Menge pro Kopf verkauften Pökelsalzes und der Sterberate, jedoch war für das Ösophaguskarzinom eine positive und signifikante Korrelation nachweisbar: Mit steigendem jährlichem Pro-Kopf-Verkauf von Pökelsalzen stieg sowohl bei Männern als auch bei Frauen die Häufigkeit von Ösophaguskarzinomen signifikant an. Gleiches zeigte sich für das Magenkarzinom.

Auch in Europa finden sich in diversen Studien epidemiologische Hinweise darauf, dass der Genuss gepökelter Fleischwaren Karzinome, insbesondere solche des Magens, mit-induzieren kann. So untersuchten SANCHEZ-DIEZ ET AL. (1992) in der spanischen Provinz Leon (Nordwest-Spanien) 109 Patienten mit Magenkarzinom und verglichen deren Ernährungsverhalten mit jenem von 123 Kontrollpersonen. Als Zielparamester galt u.a. der ein- bis zweimal wöchentliche oder sogar tägliche Konsum von selbstgemachten, gepökelten und luftgetrockneten Wurstwaren. Es zeigte sich, dass Personen, die solche Wurstwaren ein- bis zweimal wöchentlich konsumierten, im Vergleich zu Personen, die keine solchen Wurstwaren aßen, ein 2,42fach höheres Magenkarzinomrisiko aufwiesen: Dies entspricht einer Erhöhung der Magenkrebs-Inzidenz um 142 %. Wurden solche Wurstwaren täglich konsumiert, stieg das Erkrankungsrisiko im Vergleich zu Nicht-Konsumenten sogar auf das 3,34-fache (d.h. um 234 %) an.

Eine andere spanische Studie (GONZALEZ ET AL. 1994) kam zu unterschiedlichen Ergebnissen: Sie war in den Provinzen Zaragoza (Aragon), Soria (Castilien), Lugo (Galicien) und den Städten Barcelona und La Coruna durchgeführt worden und verglich eine Gruppe von 354 Magenkarzinompatienten mit einer alters-, geschlechts- und wohnortspezifischen Kontrollgruppe. Hier zeigten sich zwischen beiden Vergleichsgruppen keine signifikanten Unterschiede der Tumorzinzidenz in Abhängigkeit zur täglichen Nitritzufuhr. Überraschenderweise lag die tägliche Nitratzufuhr bei den Magenkarzinompatienten signifikant niedriger im Vergleich zur Kontrollgruppe. Lediglich die Zufuhr von Nitrosaminen war bei den Magenkarzinompatienten signifikant um 10% höher als bei gesunden Kontrollpersonen.

3.6.3. Kolorektalkarzinom

Die Abteilung für Präventiv- und Sozialmedizin der Chulalongkorn-Universität im thailändischen Bangkok führte eine Fall-Kontroll-Studie bei 279 Kolokarzinompatienten (Dickdarm- bzw. Mastdarmkrebspatienten) durch, die mit einer ebenso großen Anzahl von Kontrollpersonen verglichen wurden. Die Autoren (LOHSONTHORN & DANVIVAT 1995) konnten ermitteln, dass der Genuss von gepökeltem Speck das relative Erkrankungsrisiko um das 8,82-fache (also um 782 %) erhöhte und damit sogar noch weitaus bedeutsamer für das Kolorektalkarzinomrisiko war als

das Vorhandensein von Darmpolypen (4,5-fache Risikoerhöhung), die als Vorstufe und Risikofaktor für kolorektale Karzinome gelten.

Auch GIOVANNUCCI ET AL. (1994) konnten ein erhöhtes Kolonkarzinomrisiko belegen, vor allem bei Männern, die häufig rotes (Rind-, Schweine-, Lammfleisch) oder verarbeitetes Fleisch (Wurstwaren, eingesalzenes, gepökeltes oder geräuchertes Fleisch) konsumierten. Bei Konsum von weißem Fleisch (Hühnerfleisch) oder Fisch war dagegen ein leicht vermindertes Risiko festzustellen.

Keinen Anstieg des Kolorektalkarzinomrisikos nach überdurchschnittlich hohem Fleischkonsum ergaben drei amerikanische (WILLETT ET AL. 1990, THUN ET AL. 1992, BOSTICK ET AL. 1994) und eine holländische Studie (GOLDBOHM ET AL. 1994).

3.6.4. Pankreaskarzinom

In einer Fall-Kontroll-Studie aus Shanghai (China) konnten JI ET AL. (1995) auf epidemiologischer Basis einen Zusammenhang zwischen dem Konsum von gepökeltem Fleisch und Pankreaskarzinomen (Bauchspeicheldrüsenkrebs) sichern. Sie stellten die Verzehrsgewohnheiten von 444 Karzinompatienten (260 Männer; 184 Frauen) jenen von 1.526 gesunden Vergleichspersonen (847 Männer, 679 Frauen) gegenüber. Untersucht wurde, ob gepökeltes Fleisch gar nicht/selten, gelegentlich oder häufig von den Befragten konsumiert wurde. Dabei stellte sich unter Berücksichtigung des Geschlechts beim Vergleich der Risikogefährdung heraus, dass bei Pankreaskarzinompatienten, die gelegentlich gepökeltes Fleisch konsumierten, das Erkrankungsrisiko moderat erhöht war (%: 1,18-fach; und 1,77-fach), während das Erkrankungsrisiko bei Personen, die häufig gepökeltes Fleisch zu sich nahmen, um das 1,4-fache (Männer) bzw. 2,14-fache (Frauen) angestiegen war. Bei den Frauen (nicht jedoch bei den Männern) fiel diese Risikozunahme signifikant aus.

LYON ET AL. (1993) dokumentierten vor allem bei Männern eine Erhöhung des Pankreaskarzinomrisikos bei einem hohen Konsum von Speck und Würsten. Der Verzehr von rotem Fleisch, Hähnchen und Fisch steht laut dieser Studie sowohl bei Männern wie auch bei Frauen in keinem Zusammenhang mit dem Pankreaskarzinom. Eine deutlich mehr Patienten einbeziehende Kohortenstudie in den USA zeigte aber, dass sich bei Männern mit hohem Fleischkonsum das Risiko, an Pankreaskrebs zu erkranken, verdreifacht (ZHENG ET AL. 1993).

3.6.5. Lungenkarzinom

In einer Fall-Kontroll-Studie des Cancer Research Centers der Universität von Hawaii wurden während des Zeitraums vom 1. März 1983 bis 30. September 1985 Lungenkrebspatienten aus sieben größeren klinischen Zentren u.a. im Hinblick auf ihre Konsumgewohnheiten von gepökelten Fleisch- und Wurstwaren untersucht (GOODMAN ET AL. 1992). Es zeigte sich bei Rauchern mit starkem Konsum von Pökelwaren ein signifikant erhöhtes Lungenkarzinomrisiko: Wenn viel gepökelter Schinken und/oder gepökelte Würste verzehrt wurden, stieg das Risiko jeweils um das 2,5-fache. Ähnliche Verhältnisse zeigten sich auch bei ehemaligen Rauchern, deren Karzinomrisiko bei starkem Konsum von gepökeltem Schinken statistisch signifikant um das 2,4-fache und bei starkem Konsum von gepökelten Würsten um das 2,9-fache erhöht war.

3.6.6. Prostatakarzinom

In einer niederländischen Kohortenstudie (SCHUURMAN ET AL. 1999) wurde die Risikozunahme für die Entwicklung von Prostatakarzinomen u.a. in Bezug auf den Konsum von gepökelten Fleischwaren (Kochfleisch, Schinken, fettarme Fleischprodukte, Räucherware) in einem 642 Personen zählenden Karzinomkollektiv im Vergleich zu einer 1.525-köpfigen Kontrollgruppe untersucht. Das relative Prostatakarzinomrisiko wurde in der Gruppe, in der kein Konsum von gepökeltem Fleisch vorhanden war auf 1,0 gesetzt. Auf dieser Basis wurde das relative Risiko mit steigendem Fleischkonsum ermittelt. Die Risikoanalyse erbrachte eine statistisch signifikante Zunahme des relativen Risikos für die Entwicklung von Prostatakarzinomen, wenn der tägliche Konsum an gepökelten Fleischwaren zunahm. In der Kohorte mit dem größten Tageskonsum solcher Produkte (36 g/Tag) war das Risiko auf das 1,37-fache erhöht.

3.6.7. Fazit

Die Frage nach einem möglichen stark erhöhten Krebsrisiko bei einer Einnahme von gepökelten Fleischwaren ist zu bejahen, da in der Mehrzahl der eruierten (Fall-Kontroll-)Studien eine teilweise drastische Risikoerhöhung für diverse Karzinomarten bei verstärktem Konsum von nitrat- und nitratsalzgepökelten Fleisch und Wurstwaren erkennbar ist. Besonders stark wirkt sich erhöhter Konsum gepökelten Fleisches auf das Magenkarzinomrisiko aus, welches um das 1,9- bis 2,61-fache erhöht war. Auch kolorektale Karzinome können dadurch um das 2,12- bis 8,82-fache häufiger auftreten. Weißes Fleisch ist hingegen möglicherweise nicht mit dem kolorektalen Karzinom assoziiert (WCRF & AICR 1997); ausführlichere und unabhängige Studien liegen hier jedoch noch kaum vor. Andere Tumoren des Gastrointestinaltrakts (z.B. Pankreaskarzinom) scheinen ebenfalls vermehrt aufzutreten, wenn gepökelte Fleischwaren verstärkt verzehrt werden. Bedeutsam ist eine drastische, zusätzliche Risikoerhöhung für Raucher, an Lungenkarzinomen zu erkranken: Besonders starke Raucher mit hohem Pökelfleischkonsum haben ein etwa dreifach höheres Erkrankungsrisiko als gleich starke Raucher mit niedrigem Pökelfleischkonsum. Studien, die verschiedenste andere möglicherweise das Krebsrisiko beeinflussende Faktoren im Hinblick auf Fleischkonsum detailliert mitberücksichtigen, scheinen noch nicht vorzuliegen. Auch wäre z.B. ein simpler Vergleich von Menschen, die sehr viel Fleisch zu sich nehmen, mit solchen, die sich vorwiegend vegetarisch ernähren ein wichtiger. Ebenso fehlen Studien, die exakte Vergleiche „bio“ versus „nicht-bio“ einschließen würden.

3.7. Herz-Kreislaufkrankungen

MARK ET AL. (1997) führten aufgrund der hohen Herzinfarkttraten in Ungarn eine Studie durch, in der sie die Essgewohnheiten eines ungarischen Dorfes mit einer deutschen Kontrollgruppe verglichen. Das Resultat zeigte, dass Fälle von Bluthochdruck und Diabetes mellitus bei beiden Gruppen etwa gleich verteilt waren. Die BMI-Werte (Body Mass Index) lagen allerdings bei den Ungarn signifikant höher als bei der deutschen Kontrollgruppe. Als Ursache dafür wurde der weitaus höhere Konsum von tierischen Fetten und fettreichem Fleisch angegeben, der in Ungarn sehr beliebt und über die Grenzen hinaus bekannt ist.

Weitere Studien belegten einen eindeutigen Zusammenhang von Bluthochdruck und regelmäßigen Verzehr von Fleisch mit hohem Fettgehalt (HUIJBREGTS ET AL. 1995, ELLIOTT

2003). Bluthochdruck und ein erhöhter Lipidblutspiegel, insbesondere ein erhöhter Bluthochdruck-Spiegel, der vor allem auf fettreiche Ernährung zurückzuführen ist, sind bedeutende Risikofaktoren für Arteriosklerose bis hin zum Herzinfarkt und Hirnschlag (BUDDE & BREITHARDT 2001). WOLMARANS ET AL. (1999) weisen darauf hin, dass der Genuss von hautfreiem Hühnerfleisch und Fisch eine positivere Wirkung auf die Fettsäurezusammensetzung im Blut hat als fettarmes rotes Fleisch. Andere Studien beobachteten sogar einen vorbeugenden Effekt im Hinblick auf koronare Herzerkrankungen bei einem regelmäßigen Verzehr von in Fisch angereicherten Omega-3-Fettsäuren (HU ET AL. 2002, ERKKILA ET AL. 2004).

1.8. Tierschutz und Tierhaltung

Das Ausmaß des praktischen Tierschutzes in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung hängt hauptsächlich von der Art des Stallbaus und der Tierhaltungstechnik ab. Deshalb ist die in Europa etwa seit Mitte des vorigen Jahrhunderts zu beobachtende Entwicklung zur durchgängigen Rationalisierung, Spezialisierung, Intensivierung und Automatisierung der sogenannten "Tierproduktion" sehr kritisch zu beurteilen (BARTUSSEK 1997). Auf der anderen Seite hat aber zumindest beim Verbraucher in den letzten zwei bis drei Jahrzehnten das Verständnis für die Grundanforderungen einer tiergerechten Nutztierhaltung stark zugenommen.

Man muss sich bewusst sein, dass die Tiere in der Landwirtschaft hauptsächlich wegen des Umstandes, dass Menschen ihr Fleisch, ihre Milch oder ihre Eier als Lebensmittel nutzen wollen, leben. Ohne menschliche Interessen gäbe es auch keine Rinder, Schweine und Geflügel in den Ställen und auf den Weiden. Leider hat dieser Umstand in den letzten Jahrzehnten dazu geführt, dass das Dasein der Nutztiere auf einen bloßen Nutz- und Ernährungswert beschränkt wurde. Dieser Wandel der Beziehung der Menschen zu den Tieren zeigt sich heute in einer extremen Polarisierung, bei der auf der einen Seite Haustiere innig geliebt und auf der anderen Seite Nutztiere als seelenlose Sache millionenfach gedankenlos getötet werden (GESSL 2002).

Die Tierhaltung vergangener Jahrhunderte war wenig von Technik beeinflusst und somit hauptsächlich durch Handarbeit geprägt. Als ein Ergebnis der aktuellen, starken Technisierung aller Bereiche der Tierhaltung lässt sich heute eine räumliche und gefühlsmäßige Distanz zwischen Tierhalter und Tier erkennen, die zu einer zunehmenden Entfremdung führt. So verbringen die Bäuerinnen und Bauern immer weniger Zeit *mit* ihren Tieren, dafür aber eine wahrscheinlich vergleichbare Zeit *für* die Tiere, z.B. in der täglichen Arbeit vor dem Computer (Futterzuteilungen, Entmistungsmanagement und diverse Analysen). Bei dieser Art der Tierhaltung interessieren die Bedürfnisse der Tiere primär nur mehr dann, wenn irgend etwas nicht mehr funktioniert. So erscheint es auch nicht verwunderlich, dass auch in der Tierhaltung nur noch technische Entwicklungen als Fortschritt der Tiernutzung wahrgenommen werden. Jeder Kritik an diesem auf Technikentwicklung basierenden Verständnis von Fortschritt wird entgegen gehalten, sie sei "technik- und fortschrittsfeindlich" und glorifiziere die "gute alte Vergangenheit" (IDEL 2001).

Artgemäße Tierhaltung versucht, die "alte" Balance zwischen Nutzung von Leben und Achtung des Lebens wiederzufinden, die man in der Landwirtschaft früherer Zeiten in verstärktem Maß noch vorfand. Sie ist die Besinnung darauf, dass wir Menschen den Tieren, von denen wir leben, eine würdevolle Behandlung schuldig sind. Von "artgemäß" oder "tiergerecht" spricht man, wenn sich Tiere ihren angestammten Bedürfnissen entsprechend verhalten können. Ein artgemäßes Haltungssystem ist eine dem biologischen Typus der Tierart entsprechend gestaltete Haltungsumwelt, in der die Tiere in allen Funktionskreisen (z.B. Nahrungsaufnahme-,

Komfort-, Ausruh-, Sozial-Verhalten usw.) Normalverhalten zeigen können, gesund und unverehrt sind.

Aus solchen Beobachtungen lassen sich einige allgemeine Forderungen an eine artgemäße und tiergerechte Haltungsumwelt (nach KONRAD 1998) ableiten:

1. Verschiedene Verhaltensweisen müssen an verschiedenen Orten ausgeführt werden können. Das bedeutet für die Gestaltung von Haltungssystemen, dass für die verschiedenen Verhaltensfunktionen (z.B. Nahrungsaufnahmeverhalten, Ausscheidungsverhalten, Ruheverhalten, Mutter-Kind-Verhalten usw.) speziell dafür ausgestattete Bereiche vorgesehen sein müssen. Diese Anforderung schließt Anbindehaltung und Einflächen- bzw. Einraumsysteme aus.
2. Tiere müssen auf die Umgebung einwirken und diese verändern können. Schweine haben z.B. bei der Nahrungsaufnahme das Bedürfnis nach Erkundung, vor dem Ruhen wollen sie den Liegeplatz gestalten, und vor der Geburt wollen Sauen ein Wurfneut bauen. Hühner zeigen bei der Futteraufnahme ebenfalls Erkundungsverhalten, baden in Staub und Sand ihr Gefieder und bauen zur Eiablage im geschützten Bereich ein Nest. Die Haltungssysteme sind daher mit geeignetem, stets attraktivem und funktionsgerechtem Substrat (Einstreu) auszustatten.
3. Tiere reagieren auf verschiedene Umweltsituationen variabel und differenziert. Artgemäße Haltungssysteme zeichnen sich daher durch vielfältige und wechselhafte Reizangebote (Enrichments) aus (z.B. ständiger Zugang zu einem Auslauf im Freien).
4. Tiere müssen arttypische soziale Beziehungen in Abhängigkeit von Geschlecht, Alter und Fortpflanzungszyklus aufbauen können.
5. Insgesamt müssen Tiere ihre hochentwickelten Fähigkeiten zur Aufrechterhaltung der Gleichgewichtslage zwischen Organismus und Umwelt durch Selbstregulierung entfalten können.

Tiergerechte Haltung landwirtschaftlicher Nutztiere zielt auch darauf ab, Belastungen für die Tiere zu vermeiden. Die menschlichen Interessen an der Nutzung der Tiere sollen mit deren Bedürfnissen und Ansprüchen bestmöglich in Einklang gebracht werden. Artgemäße Nutztierhaltung liefert so einen Beitrag zur nachhaltigen, öko-sozial gerechten wie ethisch-moralisch vertretbaren Gewinnung von Lebensmitteln tierischer Herkunft. Im erweiterten Sinn kann man artgemäße Tierhaltung auch als Kulturauftrag verstehen. Denn die Kultur einer Gesellschaft zeigt sich auch und gerade im Umgang mit der Natur, insbesondere mit der empfindenden Natur wie den Tieren (SCHNEIDER 1999).

Ein riesiger Nachholbedarf in der ökologischen Tierhaltung besteht auch hinsichtlich der Ökologisierung der Zucht. Da der ökologische Landbau nicht über eine eigene Zucht oder gar über spezielle Öko-Rassen verfügt, hängt die gesamte Züchtung in dramatischer Weise von Zuchtzielen, Züchtungstendenzen und Zuchttechniken der konventionellen Tierzucht ab. In den vergangenen Jahren hat aber die konventionelle Tierzucht einseitig das Zuchtziel Leistungssteigerung innerhalb intensiver Haltungssysteme weiter verfolgt. Die Schere zwischen den konventionellen Zuchtzielen und den Standortbedingungen in weniger intensiven (=extensiven) Haltungssystemen – bis hin zum ökologischen Landbau – klafft somit immer weiter auseinander und macht eine Ökologisierung der Tierzucht – eine Züchtung auf standortbezogene Kriterien und weniger Energie-Input – so notwendig wie wünschenswert (IDEL ET AL. 2004).

Der Tierschutz hat es sich zur Aufgabe gemacht, Tiere vor Schmerzen, Leiden und Schäden zu bewahren. Die Voraussetzungen dafür sollen durch die Tierschutzgesetzgebung der einzelnen Staaten geschaffen werden. Im Gegensatz zum Naturschutz, den die Menschen um ihrer selbst willen treiben - nämlich um die Natur für sich und seine Nachkommen zu erhalten - steht beim Tierschutz das zu schützende Tier im Vordergrund. Die heutigen Tierschutzgesetzgebungen haben, im Gegensatz zu früher, in der Regel allein den Schutz des Tieres zum Ziel. Sobald menschliche Interessen beteiligt sind, geschieht dies meist auf Kosten, nicht zum Wohle des Tieres (SAMBRAUS 1997, GOETSCHEL & BOLLIGER 2004, <http://www.tierimrecht.org>).

3.9. Fleischkonsum und Ethik

Masttiere hält und schlachtet man zum Zweck der Fleischerzeugung. Milch- und Zuchttiere sowie Legehennen werden nach Ende ihrer Hauptnutzungszeit ebenfalls zur Fleischverwertung getötet. Hinter den Bemühungen von tierbewussten Bauern um einen tiergerechten Stallbau steht die Überzeugung einer moralischen Verantwortung für die Lebensqualität der Nutztiere als Mitgeschöpfe. Hingegen halten viele Vegetarier das Töten zu Nahrungszwecken grundsätzlich für ein Unrecht (KAPLAN 1993, REGAN 1983, TEUTSCH 1996, WOLF 1995, PLUHAR 1995). Es bestehe kein ernährungsphysiologischer Bedarf, der zur Verletzung von Lebensrechten der Tiere berechtigen könnte. KAPLAN (1994) bringt seine Meinung auf den Punkt und bezeichnet Fleischessen als Mord.

Dieser extremen Position, die über Tierschutzorganisationen beachtliche Breitenwirkung erfährt, wird im philosophischen Diskurs eine Minderstellung des Tieres gegenüber dem Menschen entgegen gehalten: Tiere hätten im Gegensatz zu Personen keine Begriffe, sie lebten im Augenblick, ihr Leben füge sich nicht zu einem Sinn Ganzen, sie hätten kein Zukunftsbewusstsein, sie haben keine Vorstellung vom Tod, sie streben nicht nach Kulturgütern, sie hätten kein Bewusstsein ihrer Existenz (TEUTSCH 1996). Für viele Vegetarier begründen diese Defizite jedoch kein Recht, Tiere zu töten. Man argumentiert u.a. damit, dass die gleichen Mängel in schweren Fällen auch auf geistig behinderte Menschen zutreffen, die dann mit der selben Begründung wie Schlachttiere behandelt werden dürften (PLUHAR 1988a,b). Und da ein solches Handeln ganz selbstverständlich nicht nur als unmoralisch abgelehnt, sondern geradezu als abstoßend empfunden wird, müsste dieses Prinzip auch gegenüber den Tieren gelten.

Hat der strenge Vegetarismus somit die Vernunft auf seiner Seite? Oder kann auch eine Nutztierhaltung einschließlich des Tötens von Tieren zum Zweck der Fleischgewinnung in einer tiergerechten Haltung gerechtfertigt werden? Und können sachgerechte und fürsorgliche Pflege, schonender Umgang und Transport sowie die angst- und schmerzfreie Tötung der Tiere ethisch vertretbar sein?

Der "ethische Vegetarismus" rechtfertigt seine Forderung nach moralisch gebotenem Verzicht auf eine Nutztierhaltung und auf Fleischkonsum auch mit der Erkenntnis, dass tierisches Eiweiß für die menschliche Ernährung nicht erforderlich sei. Die großangelegte sogenannte Berliner-Vegetarierstudie belegte, dass man sich zumindest als gesunder und nicht schwangerer Erwachsener durchaus ganz ohne tierisches Eiweiß (veganisch) ernähren kann (ROTTKA ET AL. 1985, ROTTKA 1990). Kleinkinder, Kinder, Kranke und Schwangere sind jedoch bei einer solchen Ernährung einem Gesundheitsrisiko oder sogar einer Gesundheitsgefährdung ausgesetzt. Der gegenteiligen Behauptung aus Vegetariereisen (MANGELS 1998), hält ROTTKA (1990) die

Tatsache entgegen, dass hierbei mehrere Stoffe in sehr anspruchsvoller Weise künstlich substituiert werden müssen. Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung bestätigt die Ergebnisse der Berliner Studie für gesunde Erwachsene durch neuere Untersuchungen und stellt fest: „Auch bei sorgfältiger Beachtung ernährungsphysiologischer Regeln ist Personen mit erhöhtem Nährstoffbedarf von einer veganen Kost dringend abzuraten; dazu gehören vor allem schwangere und stillende Frauen, ältere Menschen und Kinder. Für Säuglinge und Kleinkinder ist eine solche Ernährungsweise sogar gefährlich und unbedingt zu vermeiden“ (DGE, 1998).

Dies bedeutet aber für die Nutztierhaltung, dass z.B. Milchtiere jedenfalls gebraucht werden - allerdings wesentlich weniger als heute gehalten werden. Zudem gebären sie zur Hälfte männliche Kälber und jedenfalls auch mehr weibliche Nachkommen als zur Milcherzeugung benötigt würden. Eine Kuh kann bis zu ihrem natürlichen Tod durchaus 20 Jahre alt werden. Sie muss jedes Jahr ein Kalb bringen, um auch ständig Milch zu erzeugen. Dürften diese „überschüssigen“ Tiere nicht getötet werden, müsste man zur Vermeidung von Leiden durch Hunger, Krankheit und Siechtum alle nachkommenden Tiere bis zu ihrem natürlichen Tod füttern, unterbringen, pflegen und tierärztlich behandeln. Wollte man die Population nicht ständig größer werden lassen, wäre ihre natürliche Fortpflanzung durch Kastration oder getrennte Haltung der männlichen und weiblichen Nachkommen zu unterbinden. Auch wenn alle weiblichen Tiere außer einem „Milchnachfolgetier“ nicht gedeckt würden, eine Kuh also nur eine einzige Milchperiode (Laktation) zur Milcherzeugung genützt und dann nicht mehr belegt würde, wären angeblich um ein Vielfaches mehr Tiere zu halten als zur Milcherzeugung erforderlich wären (BARTUSSEK 2001).

Eine ökosoziale Agrarpolitik sieht in der familienbäuerlichen Landwirtschaft die Grundlage für eine ausreichende Besiedlungsdichte im ländlichen Raum, für einen pfleglichen Umgang mit den natürlichen Ressourcen (Boden, Wasser, Luft), für die Erhaltung einer vielfältigen und gepflegten Erholungslandschaft und für deren Schutz vor Zerstörung durch Lawinen, Hochwässern und Muren (RIEGLER, 1988). Zu diesem Zweck müssen die bäuerlichen Familien ein ausreichendes Einkommen aus der Landwirtschaft erwirtschaften. Heute stammen in Mitteleuropa rund zwei Drittel, in den reinen Gründlandgebieten des Alpenraumes bis zu 100 % der landwirtschaftlichen Einkünfte aus der Tierhaltung. Blicke nur die Rinderhaltung zum Zweck der Milchgewinnung übrig und alle anderen Erzeugungsarten (Schweinezucht und -mast, Geflügelmast, Mastlämmer usw.) würden wegfallen, würden damit nicht nur die Einkünfte aus diesen heutigen Wirtschaftszweigen ausbleiben, sondern auch der tierische Dünger (ohne Geflügelmast) für die Pflanzenproduktion. Nachhaltiger, ökologischer Ackerbau ohne tierische Ausscheidungen als Dünger ist in manchen Gebieten aus naturräumlichen Gründen nicht möglich und in anderen Gebieten nur mit beträchtlichen Schwierigkeiten und Ertragseinbußen verbunden (BARTUSSEK 2001).

Tiere im Umfeld von Menschen profitieren bei guter Pflege und Fürsorge nicht nur deshalb, weil ihnen das leidvolle Gefühl von Hunger und Durst erspart bleibt und sie vor schädigenden, belastenden und ängstigenden Situationen bewahrt werden, denen sie in freier Natur ausgesetzt wären, sondern auch unmittelbar durch den „emotionellen Mehrwert“ ihres Gefühlslebens, der durch eine liebevolle Hinwendung zum Tier für dieses unzweifelhaft entsteht. Das bisher vorliegende Material aus der Erforschung der Mensch-Tier-Beziehung bei landwirtschaftlichen Nutztieren stützt diese These (WAIBLINGER 1996, SIMANTKE 1993/95). Zudem ist die positiv gestimmte Gefühlsbeziehung zwischen Nutztier und Tierbetreuer eine von zahlreichen Bäuerinnen und Bauern bestätigte Erfahrungstatsache. Eine Nutztierhaltung auf solcher Handlungsgrundlage, verbunden mit kurzen schonenden Tiertransporten und angst- und schmerzfreier Tötung, würde also das von empfindungsfähigen Wesen erlebte Glück auf der Welt

erhöhen und wäre daher nicht nur ethisch erlaubt, sondern sogar als wertstiftend zu beurteilen (BARTUSSEK 2001).

Insofern stimmt Bartussek dem Philosophen SCHNEIDER (1992) zu, wenn er nach eingehender ethischer Diskussion zwei in den konkreten Auswirkungen sich widersprechende Haltungen gelten lässt: „Unter rein gesinnungsethischer Perspektive spricht demnach vieles dafür, auf den Konsum von Tieren und tierischen Produkten gänzlich zu verzichten, solange es entsprechende Alternativen gibt [und durch sehr gewissenhafte Ergänzung erforderlicher Supplemente eine Gefährdung der Gesundheit von Säuglingen, Kindern, Schwangeren, Kranken und Alten verhindert wird]. Folgenethisch würde ein solcher Verzicht auf eine viehlose Landwirtschaft hinauslaufen, die jedoch – global gesehen – nicht überall möglich ist und gerade unter ökologischen Gesichtspunkten nicht unproblematisch ist. Hier liegt ein Dilemma vor, das durch die notwendige Kombination zweier ethischer Grundhaltungen entsteht: Die individualethische Reflexion auf das Gewissen des Einzelnen und die sozialetische Reflexion auf die Folgen des eigenen Handelns, sofern andere sich ihm anschließen. Ich sehe momentan keinen Weg, dieses Dilemma befriedigend zu lösen.“

Wenn es gilt, die heutige Massentierhaltung zu verteidigen, wird stets auf die Sonderstellung des Menschen in der Natur verwiesen, die es ihm gestatte, die Natur zu seinem Zwecke nach eigenem Gutdünken zu nutzen: "Erlaubt ist, was rentabel ist". Welche Besonderheit des Menschen ist es nun, die es berechtigt erscheinen lässt, ihm diese Sonderstellung im Reich der Natur einzuräumen? Die Besonderheit besteht wohl nur darin, dass er ein einsichtsfähiges, seiner selbst bewusstes und damit moralfähiges Wesen sein müsste. Nur der Mensch wäre in der Lage, in seinem Tun nicht nur die eigenen Interessen, sondern auch die der anderen zu berücksichtigen. Auf dieser Fähigkeit zu Moral (was nicht heißt, dass sie zwingendermaßen ausgeführt wird) und ethischer Abwägung beruhe die einzigartige Stellung des Menschen in der Natur. Man sollte sich aber auf sie nur berufen, wenn man ihr auch gerecht wird (SCHNEIDER 1999).

Der Auftrag einer ethisch verantwortungsvollen Tierhaltung kann daher nur heißen, allen Tieren gerecht zu werden. Und gerecht werden wir ihr erst dann, wenn wir auch unsere vielfältigen Interessen an der Nutzung von Tieren möglichst unvoreingenommen mit deren Interessen und Bedürfnissen abwägen. Wir müssen einsehen, dass wir uns das Recht, Tiere zu nutzen und zu töten, nur nehmen dürfen, wenn es mit der Erfüllung der Pflicht zur Fürsorge einhergeht. Das bedeutet, dass wir Menschen den Eigenwert der Tiere als empfindungsfähige Wesen mit Bedürfnissen, Empfindungen und arttypischen Verhaltensweisen als ein wesentliches Gut akzeptieren müssen.

4. BEI MASSENHALTUNG HÄUFIG AUFTRETENDE TIERERKRANKUNGEN

4.1. Einleitung

Ziel aller biologischen Anbauweisen ist die Produktion von gesunden Lebensmitteln, wobei nicht die Reduktion auf isolierte, lineare Wirkungsketten, sondern die Vernetzung biologischer Systeme als Erkenntnisbasis dient. Mit "gesund" ist sowohl der Gesundheitszustand der landwirtschaftlich genutzten Böden, Pflanzen und Tiere als auch die positive Wirkung auf den Konsumenten und seine Umwelt gemeint. Es ist klar, dass Produkte von kranken Tieren wie etwa Milch von Kühen mit Euterentzündung oder Fleisch von BSE-Rindern nicht als Lebensmittel verwendet werden. Schwieriger ist die Frage, inwieweit Tiere noch als gesund zu bezeichnen sind, die nur mit vorbeugendem Medizinalfutter und/oder chirurgischen Eingriffen (Abbrennen der Schnäbel, Kupieren der Schwänze u.a.) in ausschließlich ökonomisch orientierten Haltungssystemen (Massentierhaltung) überleben können.

Man kann hier die Gesundheitsdefinition der WHO als Beurteilungsgrundlage heranziehen, die unter Gesundheit u.a. vollkommenes Wohlbefinden und nicht nur die Abwesenheit von Krankheit versteht (WHO 1948). Daher sind tiergerechte Haltungssysteme und artgerechte Fütterung Grundvoraussetzungen für die Produktion gesunder tierischer Lebensmittel. Einige wenige Beispiele sollen diese These verdeutlichen. Eine hohe Kraftfutterzufuhr bei Rindern z.B. resultiert in einem gestörten Basen-Säure-Gleichgewicht und verursacht Entzündungen im Pansen, im Klauenbereich, im Euter usw. Weiters wird die körpereigene Abwehr geschwächt, wodurch Schwanzspitzennekrosen und andere örtliche Entzündungen nicht mehr abheilen. Kalium-Überschüsse in falsch gedüngtem Futter wirken negativ auf die Fruchtbarkeit, und bei hohem Nitratgehalt im Grünfutter kommt es vermehrt zu Milchfieber und Entzündungen der Gebärmutter Schleimhaut. Die Erkrankungsrate bei Haltung auf Spaltböden ist signifikant höher als auf Stroh. Die Einschränkung der Bewegungsfreiheit von Zuchtsauen durch Anbinden begünstigt die Entstehung des gefürchteten MMA-Komplexes (Mastitis, Metritis, Agalaktie = Brustdrüsenentzündung, Gebärmutterentzündung, Milchmangel). Insgesamt liegt die Erkrankungsrate um 100 % über jener bei Tieren mit Auslaufmöglichkeit (VELIMIROV & MÜLLER 2003).

Auch die hohe Bestandsdichte ist Grund für die Zunahme von virusbedingten Krankheiten, z.B. Durchfallerkrankungen des Schweins. Allgemein ist bekannt, dass Stress in jeder Form, sei es durch falsche Fütterung oder Haltung, eine allgemeine Immunschwäche nach sich zieht. Die Folge ist, dass an sich harmlose Mikroorganismen zum Problem werden, wie z.B. Erreger der Rinder- und Ferkelgrippe und der Schnüffelkrankheit. Man kann das Krankheitsgeschehen im Tierbestand als sichtbar gewordenen Symptom einer gestörten Landwirtschaft interpretieren (BOEHNCKE 1986).

Analog zu den andiskutierten Problemen im Bereich tierischer Produktion können auch intensive Mineraldüngung (Fütterung) sowie vorbeugende und akute Pestizidanwendungen (Medizinalfutter) im pflanzlichen Bereich gesehen werden. Intensive Produktionssysteme (Massentierhaltungen) können nur mittels massiver äußerer Stützung durch den Einsatz chemisch-synthetischer Mittel aufrechterhalten werden, weitab von stark durch entsprechende Werbung beeinflusste Konsumentenvorstellungen über eine naturbelassene, tiergerechte Landwirtschaft.

Ganz anders bemüht man sich im biologischen Landbau um möglichst ökologisch orientierte Systeme, in welchen durch die Bereitstellung bedarfsgerechter Rahmenbedingungen die Selbstregulierungsmechanismen sowie die Eigenabwehr zum Tragen kommen. Alle anthropogenen Eingriffe sind darauf ausgerichtet. Um die Produktion von gesunden Lebensmitteln in diesem Sinne zu garantieren, wurden Richtlinien für den biologischen Landbau erstellt und gesetzlich verankert (1989 im *Codex Alimentarius Austriacus* als Kapitel A 8 für pflanzliche Produkte, seit 1991 für tierische Erzeugnisse und Teilkapitel B: Erlaubte Hilfs- und Zusatzstoffe bei der Verarbeitung tierischer Produkte). Tiergerechte Haltungs- und Fütterungssysteme haben nachweislich nicht nur auf das Wohlbefinden der Tiere, sondern auch auf die Produktqualität positive Effekte. Da der Einsatz von Medizinalfutter verboten ist und bei Erkrankung homöopathischen Heilmitteln der Vorzug gegeben wird, sind auch keine diesbezüglichen Rückstände (z.B. Antibiotika) zu befürchten. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass tierische Lebensmittel aus biologischer Produktion nur extrem selten Medikamente und/oder Pestizidrückstände enthalten (KOUBA 2002 zitiert in VELIMIROV & MÜLLER 2003).

Hier ein kleiner Überblick von Tierkrankheiten, die aufgrund ihrer verheerenden Auswirkungen eine große mediale Wirkung haben. Diese Seuchen unterscheiden nicht zwischen den verschiedenen Anbaumethoden in der Landwirtschaft. Allerdings bietet der allgemein schlechte gesundheitliche Zustand der Nutztiere bei Massentierhaltungen einen besseren Nährboden für solche Krankheiten und muss auch damit in Verbindung gebracht werden.

4.2. Bovine Spongiforme Enzephalopathie (BSE) (aus: BVET 2001)

Übertragbare, chronisch-degenerative Krankheit des Zentralnervensystems des Rindes mit einer jahrelangen Inkubationszeit und immer tödlichem Ausgang. Andere transmissible spongiforme Enzephalopathien sind beim Tier: Scrapie (Schaf, Ziege), Transmissible Minkenzephalopathy (TME) des Nerzes, Felide Spongiforme Enzephalopathy (Katze), Chronic Wasting Disease (CWD) von Hirschartigen in Amerika. Beim Menschen: Kuru, Creutzfeldt-Jakob-Krankheit (CJD), Gerstmann-Sträussler-Scheinker-Syndrom (GSSS) und Familiäre Fatale Insomnie (FFI).

Empfängliche Arten:

Rind, Schaf, Ziege, andere Wiederkäuer, Katzen, eventuell weitere Arten.

Erreger:

Prionen (PrP^{sc}, Proteinase-resistentes Isomer des Prionenproteins PrP). Diskutiert werden auch unkonventionelle Viren (Virino). Prionen zeichnen sich durch sehr hohe Resistenz gegen Hitze, UV- und ionisierende Strahlung und Desinfektionsmittel aus. Sie sind empfindlich auf stark alkalische Substanzen (Javellewasser, Eau de Barraque). Autoklavieren bei 133 °C während mindestens 20 Minuten bei 3 bar inaktiviert den Erreger.

Klinik/Pathologie:

Inkubationszeit von drei bis sechs Jahren oder länger. Die neurologischen Symptome sind Störungen des Verhaltens, der Bewegung, und der Sensibilität. Allgemein werden beobachtet:

- Ängstlichkeit, Nervosität, erhöhte Aufmerksamkeit und Schreckhaftigkeit
- Angst vor dem Überschreiten des Kotgrabens, vor Durchgängen und vor kleinsten Hindernissen
- Aggressivität
- Häufiges Belecken der Nase

- Zähneknirschen
- Zittern oder Muskelzuckungen an Lippen, Ohren Hals, Vorderkörper, Flanken oder ganzem Körper
- Immer steifer werdender Gang mit Ataxie und Hypermetrie der Nachhand, gelegentlich auch der Vorhand. Im Endstadium Festliegen.
- Zusammenzucken oder sogar plötzliches Umfallen infolge geringster Umwelteinflüsse (Lärm, Bewegungen von Personen oder Tieren usw.)
- Überempfindlichkeit auf Berührungen vor allem im Kopf- und Halsbereich
- Überempfindlichkeit auf Licht und Lärm
- Langsame Abmagerung und langsamer Leistungsrückgang bei erhaltener Fresslust

Verbreitung:

BSE wurde zum ersten Mal 1986 aus Großbritannien gemeldet. Bis einschließlich 2004 traten dort über 180.570 Fälle auf. Auf dem europäischen Festland sind BSE-Fälle in Spanien, Frankreich, Portugal, Deutschland, Schweiz, Italien, Dänemark, in den Niederlanden, Belgien und Luxemburg aufgetreten. In Österreich gab es bisher nur einen einzigen Fall. Allgemein ist aber in Europa eine rückläufige Tendenz durch geeignete Maßnahmen zu bemerken.

Epidemiologie:

Zur Zeit wird die Übertragung durch Verfütterung von ungenügend erhitzten Tierkörpermehlen von an Scrapie bzw. an BSE erkrankten Wiederkäuern als epidemiologisch relevanteste Form angesehen. Der Erreger konnte bis heute nur im Gehirn, Rückenmark, Spinalganglien, Darm und in den Augen von infizierten Tieren nachgewiesen werden.

Diagnose:

Die definitive Diagnose kann momentan nur histopathologisch und immunhistochemisch (PrPsc-Nachweis) an Gehirnschnitten gestellt werden. Zur Zeit ist keine 100 % gesicherte Diagnose am lebenden, infizierten aber noch nicht erkrankten Tier möglich. Serologische Tests stehen nicht zur Verfügung. Es werden Bioassays mit konventionellen und transgenen Mäusen durchgeführt.

4.3. Maul- und Klauenseuche (MKS) (aus: BVET 2001)

Akute, hochansteckende Viruserkrankung der Paarzeher. Charakteristisch sind Aphthen (schmerzhafte Geschwüre der Mundschleimhaut) und Erosionen im Bereich der Maul und Nasenschleimhaut sowie am Kronsaum.

Empfängliche Arten:

Rind, Schwein, Schaf, Ziege (sämtliche Paarzeher).

Erreger:

Familie *Picornaviridae*, Genus *Aphthovirus*. Sieben Serotypen: O, A, C, Asia1, SAT1, SAT2, SAT3 mit zahlreichen Subtypen. Die Virulenz ist unterschiedlich. Es besteht keine Kreuzimmunität zwischen den Serotypen. Das Maul- und Klauenseuchevirus weist eine hohe Tenazität gegen Austrocknung, Kälte oder hohe Salzkonzentration auf. In Rohmilch und ungenügend erhitzten Milchprodukten, Gefrier- oder Pökelfleisch (Schwein) bleibt das Virus monatelang infektiös, in Stallschmutz, Mist und Jauche bis zu zwei Wochen. Rasche Inaktivierung erfolgt bei pH < 6.0 und bei Temperaturen > 50°C.

Klinik/Pathologie:

Ist je nach Tierart unterschiedlich. Rind: Fieber, Milchrückgang, Appetitlosigkeit, Apathie. Wenige Stunden nach der Infektion bilden sich Aphthen im Bereich des Mauls, der Maulschleimhaut, der Zunge, im Klauenbereich (Kronsaum, Zwischenklauenspalt) und an den Zitzen. Ausgeprägte Salivation (Speichelfluss), Kaustörungen und typische Schmatzgeräusche. Klauenläsionen verursachen vermehrtes Liegen oder akute Lahmheit. In Einzelfällen kann es zum Verlust der Klauen kommen. Komplikationen können durch Aphthenbildung im Pansenbereich oder durch einen Befall der Herzmuskulatur mit Krankheitserregern entstehen. Die Aphthen platzen innerhalb von ein bis drei Tagen und heilen rasch ab. In unkomplizierten Fällen erholen sich die Tiere. Schwein: Die Symptome sind weniger ausgeprägt als beim Rind. Klauenbereich oft stärker betroffen als Maulbereich. Typisch: Akute Lahmheit, häufiges Liegen und plötzliche Todesfälle infolge Schädigung der Herzmuskulatur. Bei Schaf und Ziege ist der Verlauf oft milder und die Aphthenbildung ist weniger stark ausgeprägt.

Verbreitung:

USA, Zentralamerika, Australien, Neuseeland, Japan und Westeuropa sind frei von Maul- und Klauenseuche. Im Internationalen Tierseuchenamt (OIE) werden alle gemeldeten Fälle registriert (http://www.oie.int/eng/en_index.htm). In weiten Teilen der Welt kommt die Krankheit endemisch und mit hoher Prävalenz vor. Je nach Region dominieren bestimmte Serotypen. 1996 gab es Ausbrüche in Albanien, Mazedonien, Serbien, Montenegro (Typ A22; neu: A Irak) sowie in Bulgarien, in der Türkei und in Griechenland (Typ O) sowie in Taiwan. 2000 wurden Fälle in Griechenland, Russland und Georgien gemeldet. In Japan und Südkorea trat nach vielen Jahren der Seuchenfreiheit 2000 ein Seuchenzug auf. In Südamerika traten 2000 durch illegale Importe in verschiedenen Länder Seuchenfälle auf.

Der bislang letzte Fall von MKS brach am 20. Februar 2001 in Großbritannien aus und breitete sich nach Frankreich, Irland und den Niederlanden aus. Knapp ein Jahr später, nach Vernichtung von Millionen von Tieren und Kosten in Milliardenhöhe, galt Europa wieder als MKS-frei.

Epidemiologie:

Inkubationszeit: Drei bis acht Tage; Virusausscheidung erfolgt bereits während der Inkubationsperiode. Die Übertragung erfolgt durch direkten und indirekten Kontakt. Alle Sekrete und Exkrete sind virushaltig. Das Maul- und Klauenseuche Virus kann in Aerosolen lange überleben und über weite Distanzen verteilt werden (kaltnasses Klima, Wind). Indirekte Übertragung durch kontaminierte Geräte, Transportfahrzeuge, Personen und Aufnahme von virushaltigen Fleischabfällen/Milchprodukten (Schwein). Rasche Durchseuchung bei Ausbruch.

Diagnose:

Verdacht bei Auftreten von Aphthen an Maul, Zunge, Maulschleimhaut oder Kronsaum, meist bei mehreren Tieren einer Herde gleichzeitig. Typisch ist das Loslösen des Epithels, verbunden mit erheblichem Gewebeverlust. Bestätigung durch Labor notwendig (Virusnachweis, Serologie).

4.4. Klassische Schweinepest (aus: BVET 2001)

Fieberhafte Viruserkrankungen, die in verschiedenen Verlaufsformen auftreten können. Unspezifische Symptome, therapieresistentes Fieber und gehäufte Tierabgänge sind schweinepestverdächtig. Neben der Klassische Schweinepest (KSP) gibt es auch die Afrikanische Schweinepest (ASP), die sich klinisch nicht von der KSP unterscheiden lässt.

Empfängliche Arten:

Alle Schweinearten einschließlich Wildschwein.

Erreger KSP:

Familie *Flaviviridae*, Genus *Pestivirus*. Kreuzreaktionen bei serologischen Untersuchungen (Bovine Virusdiarrhöe, und Border Disease der Schafe) möglich.

Erreger ASP:

Noch nicht klassifiziertes DNA Virus. Hohe Tenazität: in Tierkörpern und Fleischprodukten bleiben die Viren monatelang infektiös. Temperaturen von 70 °C während mindestens 60 Minuten inaktivieren das Virus. Bei der Desinfektion mittels Laugen ist darauf zu achten, dass der pH über 11 liegt. Bei Säurebehandlung sind pH Werte < 3 erforderlich. Da es sich um behüllte Viren handelt, sind Detergentien bei der Desinfektion hilfreich.

Klinik/Pathologie:

Bei beiden Schweinepestformen handelt es sich um fieberhafte Viruserkrankungen, die perakut, akut, chronisch schleichend oder inapparent verlaufen können. Die Inkubationszeit beträgt vier Tage bis drei Wochen. Der akute Verlauf ist gekennzeichnet durch hohes Fieber und plötzliche, oft gehäufte Todesfälle. Die Tiere können punkt- oder flächenförmige Blutungen in der Unterhaut, Nieren, Kehle, Gekröse, Lymphknoten aufweisen. Wichtiger und häufiger sind heute subakute bis chronische Formen. Der klinische Verlauf ist dabei von unspezifischen Symptomen geprägt. Der Tierhalter beobachtet Aborte, kleine Würfe, mehr Ferkelabgänge, ZNS-Symptome, Hinterhandlähmungen, Durchfall, Hautveränderungen, Fressunlust, schlechte Mastleistung, Husten usw.

Verbreitung KSP:

Der EU Raum wird immer wieder von KSP heimgesucht; so 1995 Deutschland, Österreich, Frankreich, Italien; 1997 Niederlande, Belgien, Deutschland, Spanien, Italien. Endemische Verbreitung in Wildschweinpopulationen gewisser Gegenden. ASP: Endemisch in Afrika sowie Sardinien. Sporadische Ausbrüche kommen auch in Portugal (1999) und weiter nördlich (1985 in Belgien, 1986 in Holland) vor.

Epidemiologie KSP:

Wildtierreservoir (Wildschweine). Übertragung durch direkten Kontakt (Handel mit infizierten Tieren), Verfütterung von ungenügend erhitzten Fleischabfällen, Samen, kontaminierte Transportfahrzeuge. ASP: Verbreitung durch Verfütterung von ungenügend erhitzten Fleischabfällen (Ausbrüche in Belgien, Holland). In Afrika sind Zecken und Warzenschweine das Virusreservoir. Es herrscht eine ständige Bedrohung der Schweinepopulationen durch illegalen Import von Fleischerzeugnissen im Reiseverkehr.

Diagnose:

Klinische Untersuchungen des Einzeltieres sind wenig ergiebig. Die Untersuchung von Tiergruppen oder Beständen ermöglicht eine Verdachtsdiagnose. Unspezifische klinische Symptome wie Anorexie, Apathie, Durchfall, ZNS-Symptome, Aborte, Einbusse der Mastleistung mit Tierverlusten sind schweinepestverdächtig. Regelmäßiges Fiebermessen bei möglichst vielen Tieren ist wichtig. Eine endgültige Diagnose kann nur durch Virusnachweis/Serologie gestellt werden.

4.5. Klassische Geflügelpest (Aviäre Influenza = “Vogelgrippe“) (aus: BVET 2001)

Die Aviäre Influenza ist eine akute, hochansteckende, fieberhaft verlaufende Viruserkrankung der Vögel. Sie kann erhebliche wirtschaftliche Verluste verursachen.

Empfängliche Arten:

Huhn, Puten, Gänse, Enten, andere Vogelarten.

Erreger:

Familie *Orthomyxoviridae*, Genus *Influenzavirus A*. Die Subtypen H5 und H7 sind besonders virulent.

Klinik/Pathologie:

Sehr variabel. Struppiges Gefieder, Apathie, Anorexie. Hohes Fieber, respiratorische Symptome, Ödeme an Kopf, Hals, Kamm und Beinen oder Kammnekrosen kommen vor. Zentralnervöse Störungen und Durchfall können ebenfalls auftreten. Es kommt zum Rückgang der Legeleistung, die Eischalen werden dünn oder fehlen. Junge Tiere sind am empfänglichsten.

Verbreitung:

In Europa ist die Geflügelpest erstmals 1878 in Italien beobachtet worden, zuletzt brach die Seuche um den 3. März 2003 (13 Geflügelbetriebe) in den Niederlanden aus, nachdem sie in den 80er Jahren in den USA und in Irland aufgetreten war. Am 20. April 2003 waren bereits trotz eingeleiteter Bekämpfungsmaßnahmen weit über 200 Betriebe betroffen. Über 14 Mio. Tiere wurden notgeschlachtet, davon 84.000 in Deutschland. Einen weiteren Ausbruch der Krankheit gab es im Januar 2004 in Südost- und Ostasien, bei dem die Erkrankung auch auf den Menschen übergriff. Dabei starben in Vietnam und Thailand bisher insgesamt 19 Menschen (Stand: 13.2.2004). Das im Januar 2004 vornehmlich in Asien wütende Typ-A-Virus H5N1 wird von Fachleuten als besonders gefährlich eingeschätzt.

Epidemiologie:

Charakteristisch für Influenzaviren: antigenic drift (langsame, aber häufige Antigenveränderung durch hohe Mutationsrate des Virusgenoms) und antigenic shift (sprunghaftes Erscheinen eines neuen Subtyps durch genetische Reassortierung). Wirtswechsel scheint möglich. Wildvögel, vor allem Wasservögel, stellen ein Virusreservoir dar.

Diagnose:

Verdacht bei ausgeprägten respiratorischen Symptomen und Rückgang der Legeleistung mit hoher Mortalität. Bestätigung durch ein Labor ist allerdings notwendig (Virusnachweis, Serologie).

4.6. Salmonellosen (aus: BVET 2001)

Als Salmonellosen werden zusammenfassend verschiedene Krankheiten bei Mensch und Tier bezeichnet, die durch Infektion mit Bakterien der Gattung *Salmonella* hervorgerufen werden.

Empfängliche Arten:

Säugetiere, Vögel, Reptilien, Amphibien. Fleischfresser sind wenig empfänglich. Salmonellen sind je nach Serovar an bestimmte Tierarten oder an den Menschen adaptiert (primäre bzw. wirtsadaptierte Salmonellosen) oder sie sind nichtwirtsadaptiert (sekundäre bzw. gastrointestinale Salmonellosen). Primär: *S. dublin* - Rind, *S. abortus-ovis* - Schaf, *S. choleraesuis* - Schwein, *S. gallinarum-pullorum* - Geflügel, *S. abortusequi* - Pferd. *S. typhi* und *S. paratyphi* A, B und C sind primäre Salmonellen des Menschen. Nichtwirtsadaptierte Salmonellen sind unter anderem *S. typhimurium* und *S. Enteritidis*.

Erreger:

Familie der *Enterobacteriaceae*. Gramnegative, meist bewegliche und unbekapselte Stäbchen. Fakultativ anaerober Stoffwechsel. Laktose wird in der Regel nicht vergärt, zur Kultur sind Anreicherungs-, Selektiv- und Differentialnährböden notwendig. Serologische Klassifizierung: aufgrund von somatischen (O-)Antigenen, Geißel-(H-)Antigenen mit Phasenwechsel nach Kaufmann-White Schema.

Klinik/Pathologie:

Krankheitsverlauf je nach Alter und Immunitätslage des Wirts sowie Virulenz des Erregers. Jungtiererkrankungen, Gastroenteritiden und Aborte sind die Hauptmanifestationsformen. Längendauernde, symptomlose Ausscheidungen in der Rekonvaleszenz müssen beobachtet werden. Rind: Kälber erkranken meist akut septikämisch mit hohem Fieber, Pneumonie, Arthritis und Enteritis. Die Letalität ist hoch. Erwachsene Tiere erkranken seltener und oft sekundär im Anschluss an andere Krankheiten oder im Anschluss an klinische Salmonellosefälle im gleichen Bestand. Hochgradiger Durchfall mit Beimengung von intestinale Epithel oder Blut, sowie Abdominalschmerzen sind die dominierenden klinischen Symptome. Bei trächtigen Kühen kann es zu Abort mit starker Keimausscheidung kommen. Ziegen erkranken selten.

Bei Schafen kommt es bei einer Infektion mit *S. abortus-ovis* zum Verlammen ab dem 4. Trächtigkeitsmonat. Die Infektion verläuft oft subklinisch, kann aber mit monatelanger Keimausscheidung verbunden sein. *S. arizona* O61 kann beim Schaf Aborte, Durchfall oder leichtgradige Septikämie auslösen. Schwein: Akute bis subakute septikämische Infektion bei Absatz- und Jungferkeln mit hohem Fieber, Zyanose, Pneumonie, Durchfall und hoher Letalität (*S. choleraesuis*). Andere Infektionskrankheiten (u.a. Schweinepest) begünstigen den Ausbruch der Krankheit. Klinische Salmonellosefälle mit nichtwirtsadaptierten Serovaren sind selten. Symptomlose Ausscheidung wird gelegentlich beobachtet. Pferd: Septikämie bei Fohlen, adulte Pferde erkranken meist sekundär nach anderer schwerer Krankheit.

Verbreitung:

Nichtwirtsadaptierte Salmonellen sind weltweit verbreitet mit lokalen Unterschieden in der Häufigkeit der Serovare.

Epidemiologie:

Die Übertragungswege der Salmonellen sind sehr vielfältig. Nutztiere infizieren sich mit kontaminierten Futtermitteln oder auf kontaminierten Weiden. Eine horizontale Übertragung durch direkten Kontakt oder eine vertikale Übertragung ist beschränkt auf Erkrankungen mit

wirtsadaptierten Salmonellen. Bei der Erkrankung mit nichtwirtsadaptierten Salmonellen sind symptomlose Ausscheider häufig. Für den Menschen stellen kontaminierte und fehlerhaft aufbewahrte Lebensmittel (Fleisch, Eier, Rohmilchprodukte) die wichtigste Gefahrenquelle dar.

Diagnose:

Verdacht bei gehäuften Aborten oder fieberhafter Erkrankung mehrerer Jungtiere mit septikämischer Entwicklung und hoher Letalität (wirtsadaptierte Salmonellen). Verdächtig sind auch fieberhafte Durchfallerkrankungen (nichtwirtsadaptierte Salmonellen). Bestätigung durch bakteriologischen Erregernachweis ist unerlässlich. Serologie ausschließlich für Primärsalmonellosen.

4.7. Auswirkungen dieser Krankheiten auf den Menschen

BSE wird vom Rind auf den Menschen übertragen und führt beim Menschen zu einer der Creutzfeldt-Jakob-Krankheit ähnlichen Erkrankung, der sogenannten neuen Variante der Creutzfeldt-Jakob-Krankheit (nvCJK). Unklar ist, welche Prionenkonzentration ausreicht, um einen Menschen zu infizieren. Das größte Infektionsrisiko besteht beim Verzehr von infiziertem Gehirn, Rückenmark, Augen, Mandeln, Bries, Milz und Eingeweiden des Tieres, weil diese Gewebe die höchsten Prionenkonzentrationen aufweisen. Die Creutzfeldt-Jakob-Krankheit ist eine tödlich verlaufende, derzeit unheilbare neurologische Erkrankung. Erstmals beschrieben wurde sie 1920 von den deutschen Neuropathologen Hans-Gerhard Creutzfeldt und Alfons Jakob. Die Inkubationszeit von der Infektion bis zum Auftreten erster Symptome kann 20 bis 40 Jahre dauern. Die Erkrankten leiden unter Gedächtnisverlust, Wesensveränderungen, Muskelkrämpfen und Depressionen (BEGHI ET AL. 2004).

Bei der Vogelgrippe (Geflügelpest) erfolgt die Übertragung durch Aerosole, direkten Tierkontakt und indirekt durch kontaminierte Geräte, Hühnermist, Fahrzeuge oder Personen. Ansteckungsgefährdet sind vor allem jene Menschen, die auf engstem Raum mit dem lebenden Geflügel umgehen. Gefahr für den Menschen besteht aber vor allem dann, wenn gleichzeitig mit dem Erreger der Geflügelpest ein menschliches Grippe-Virus umgeht, wie es auch im Januar 2004 der Fall war. Dann nämlich könnte sich das menschliche Influenza-Virus mit dem Geflügel-Virus zu einer gefährlichen Grippevirus-Variante verbinden.

(http://www.who.int/csr/disease/avian_influenza/en/)

Nach wie vor stehen Salmonellen in vielen Ländern Europas an der Spitze der Erreger von Lebensmittelinfektionen. Vornehmlich besiedeln die Salmonellenbakterien den Dünndarm und verursachen ca. fünf bis 72 Stunden (Inkubationszeit) nach dem Verzehr infizierter Speisen (hauptsächlich Geflügel- und Schweinefleisch, Muscheln, Eier und Eiprodukte) durch ein von ihnen gebildetes Gift (Endotoxin) eine Entzündung der Darmwand. Darauf folgend treten Fieber, Kopfschmerzen, Übelkeit, Bauchkrämpfe, Erbrechen und wässrige Durchfälle, die gelegentlich mit Blut und Schleim durchsetzt sind, auf. Die Krankheit dauert ungefähr vier bis sieben Tage und heilt meist folgenlos aus. Durch die anhaltenden Durchfälle kann es jedoch zu einem enormen Wasser- und Elektrolytverlust (Mineralien) kommen. Diese "Austrocknung" des Körpers (Exsikkose) führt zu Kreislaufproblemen. Vor allem bei abwehrgeschwächten Patienten können sich die Erreger im Körper ausbreiten und zu einer Entzündung mehrerer Organe führen (Sepsis). Dabei sind oft Herz, Lunge, Hirnhaut, Knochen und Gelenke betroffen.

(<http://www.aok.de/bund/tools/medicity/diagnose.php?icd=11>)

5. METHODEN ZUR QUALITÄTSERFASSUNG TIERISCHER LEBENSMITTEL

5.1. Qualitätsdefinitionen

5.1.1. Produktqualität

Bei der Erzeugung von Milch, Eiern und Fleisch werden die hier betrachteten Qualitätskriterien weitgehend durch die genetische Variation der Nutztiere, das Geschlecht sowie bei Fleisch durch das angestrebte Mastengewicht (das Schlachalter) bestimmt. Hier ist insbesondere zu erwähnen, dass Belastungen, die kurz vor dem Töten auf Nutztiere einwirken, d.h., das Verladen, Transporte und die Schlachtung selbst den *post mortalen* Stoffwechsel unmittelbar beeinflussen und sich daher auch stark auf alle Aspekte der Fleischqualität auswirken. Entsprechende Vorschriften zum schonenden Umgang mit Schlachtieren im ökologischen Landbau sollen die Bildung solcher Stoffwechselprodukte weitgehend verhindern. Tierarzneimittel und Masthilfsstoffe sind meist nur in konventionellen, tierischen Lebensmitteln nachweisbar, allerdings werden dabei die zulässigen Höchstmengen nur selten überschritten. In Bio-Erzeugnissen sollten diese Stoffe wegen des weitgehenden Verbotes der Anwendung im ökologischen Landbau nicht zu finden sein. Das Vorkommen an Pflanzenschutzmitteln, Schwermetallen und Umweltkontaminanten sind in allen Produktkategorien eher gleichverteilt und werden vom jeweiligen Erzeugungsstandort sowie von der früheren Landnutzung bestimmt (TAUSCHER ET AL. 2003).

Zu den wesentlichen Faktoren, die die Qualität von Milch, Eiern und Fleisch ausmachen sollen, werden unter anderen üblicherweise gerechnet:

- Inhaltsstoffe (ernährungsphysiologischer Wert)
- Nährstoffe (Protein, Fett, Spurenelemente, Vitamine)
- Unerwünschte Inhaltsstoffe und Rückstände (z.B. Cholesterin, Purin, trans-Fettsäuren, organische und anorganische Fremdstoffe)
- Hygienisch-bakteriologische Merkmale (z.B. Keimgehalt, mikrobiell gebildete Schadstoffe)
- Sensorische Faktoren (Aussehen, Geschmack, Geruch, Farbe)
- Physikalisch-technologische Kriterien (Wasserbindevermögen, Eischalenqualität u.a.)
- Schlachtkörperqualität bei der Fleischerzeugung (Muskelfleischanteil, Ausprägung bestimmter Teilstücke u.a.).

Vor allem die Inhaltsstoffe und hygienischen Faktoren stehen in engem Zusammenhang mit dem ernährungsphysiologischen Wert bzw. der Humangesundheit. Im Alltag sind es aber vorwiegend sensorische Eigenschaften bzw. die subjektiven Wertschätzungen der Verbraucher, die - neben dem Preis - über den Kauf von Lebensmitteln tierischer Herkunft entscheiden. Von zunehmender Bedeutung ist auch der "Ruf" eines Produktes, wie die BSE-Krise für Rindfleisch eindrucksvoll gezeigt hat (TAUSCHER ET AL. 2003).

5.1.2. Prozessqualität

Mit der Prozessqualität von Lebensmitteln sollen die im Ablauf der Lebensmittelherstellung von der landwirtschaftlichen Erzeugung bis hin zur Verarbeitung der landwirtschaftlichen Produkte und Lebensmittel entstehenden Auswirkungen auf die Umwelt erfasst und bewertet werden. Externe Effekte, d.h., positive Umweltleistungen oder negativ zu bewertende Umweltlasten gehen prägend in die Prozessqualität ein. Darunter u.a. die Auswirkungen der Produktionsverfahren auf die Biodiversität, auf Spurengasemissionen mit Klimarelevanz sowie auf die Gestaltung der Kulturlandschaft, ebenso die Auswirkungen des Grundsatzes der Regionalität von Erzeugung und Vermarktung im ökologischen Landbau. Einige Unterschiede in der Prozessqualität von Lebensmitteln aus dem konventionellen und dem ökologischen Landbau ergeben sich aus den rechtlichen Rahmenbedingungen und Richtlinien des ökologischen Landbaus (TAUSCHER ET AL. 2003).

Es zeigt sich, dass der heute sehr hohe Verbrauch an tierischen Lebensmitteln eine hohe Intensität der Futtermittelproduktion bei gleichzeitig hoher Flächeninanspruchnahme erfordert. Die konventionelle Futtermittelherzeugung erfordert einen beträchtlichen Einsatz an mineralischen Düngemitteln, der bei weitgehendem Verzicht auf Leguminosen (luftstickstoffbindende kleeartige Futterpflanzen) mit einem hohen Energieeinsatz für die Produktion von stickstoffhaltigen Düngemitteln verbunden ist. Da im ökologischen Pflanzenbau keine mineralischen N-Düngemittel eingesetzt werden, ist dieser im Hinblick auf den Ressourceneinsatz bei der Pflanzenproduktion günstiger zu bewerten als bei konventionell Produktionsverfahren. Grundsätzlich steigen Ressourceneinsatz und Emissionen bei der Erzeugung von tierischen Lebensmitteln mit zunehmendem Leistungsniveau. Mit zunehmender Erzeugungsleistung werden jedoch die eingesetzten Ressourcen effektiver genutzt, die auf das erzeugte Produkt bezogenen Emissionen verringern sich. Bei Überschreitung eines bestimmten Leistungsniveaus wird dieser effizienzsteigernde Effekt wieder aufgehoben; für unterschiedliche Erzeugnisse gibt es daher rechnerisch jeweils optimale Leistungsniveaus, die sich gezielt nutzen lassen (TAUSCHER ET AL. 2003).

Der Umfang, der durch Nutztiere direkte Emissionen von Methan, Stickstoff (N) und Phosphor (P) verursacht, ist von der Tierart und von der erzeugten Lebensmittelkategorie abhängig. Bei der Beurteilung der N- und P-Ausscheidung ist jedoch die verfügbare landwirtschaftliche Nutzfläche mit zu berücksichtigen: Bei ausreichender Flächenausstattung können auch größere N- und P-Ausscheidungen sinnvoll als Pflanzennährstoffe genutzt werden. Ökologische Produktionsverfahren legen daher eine flächenbezogene maximale Nutztierzahl fest (TAUSCHER ET AL. 2003).

In der biologischen produktbezogenen Qualitätsforschung spielt die Methodenauswahl und Methodenkombination eine wichtige Rolle. Frühere, Anfang der 90er Jahre durchgeführte, Vergleiche beinhalteten nur einige wenige Inhaltsstoffe und waren alleinig mittels chemisch-analytischen Techniken durchgeführt worden, die den Zustand eines Produktes zu einem bestimmten Zeitpunkt wiedergaben. Gültige Bezüge auf die Physiologie des Menschen waren daher kaum möglich, viele Arbeiten waren auch zu einseitig aufgebaut. Aus diesen bis zum Jahr 1995 vorliegenden Arbeiten konnten die signifikanten Vorteile, die man hinsichtlich der inhaltsstofflichen Zusammensetzung biologisch erzeugter Produkte erwartet hatte, auf den ersten Blick hin noch nicht bestätigt werden. Vor allem integrative dynamische und prozessbezogene Qualitäts-Ermittlungsmethoden verhalfen zu der Erkenntnis, dass Lebensmittel aus ökologischer Landwirtschaft eine weitaus höhere Qualität besitzen als solche aus konventioneller Produktion.

Neben Produkt- und Prozessqualität landwirtschaftlicher Erzeugnisse müssen auch deren Auswirkungen auf das individuelle Wohlbefinden der Verbraucherinnen und Verbraucher berücksichtigt werden. Positive Qualitätsbeurteilungen können den Menschen positives Empfinden vermitteln (Salutogenese), negative Qualitätsbeurteilungen machen Erkrankungen wahrscheinlicher (Pathogenese). Psychologische Effekte und deren Einwirkungen auf das Wohlbefinden der Konsumenten u.a. begründet durch das Wissen um eine höhere Prozessqualität müssen daher als Qualitätskriterium Berücksichtigung finden. Produkte aus einer nachhaltigen und umweltverträglichen Landwirtschaft mit weniger negativen Effekten auf Biodiversität, Wasser, Boden, Luft und Klima können so eine höhere Lebensmittelqualität signalisieren (Psychologischer Wert) (KÖPKE 2003 in TAUSCHER ET AL. 2003).

Dieses neue Kriterium der Lebensmittelqualität stellt eine erhebliche wissenschaftliche Herausforderung dar, die neuer Kategorien und Methoden bedarf, welche dem modernen erweiterten Qualitätsbegriff eher gerecht werden: Erweitert im Sinne der Einbeziehung von ganzheitlichen, ökologischen, ethischen und sozialen Gesichtspunkten. Hierfür wurden Methoden entwickelt, die das Verhalten der Produkte selbst überprüfen, wobei bioelektrische, physiologische und gestaltbildende Eigenschaften mittels P-Wert-Bestimmung, Biophotonenemissionsmessung, Zersetzungstest und bildschaffender Methoden getestet werden. Die Überprüfung der Nahrungsmittelqualität durch den Menschen ist aber auch erwünscht und notwendig. Daher werden Verkostungstests eingesetzt, um mögliche Geschmacksunterschiede zwischen biologisch und konventionell erzeugten Produkten nachzuweisen. Sensorische Kennzeichen sind nur bedingt durch chemische und physikalische Methoden erfassbar und der Geschmackswert soll den Bedürfnissen des Konsumenten entsprechen. Auch aus ernährungsphysiologischer Sicht ist der Geschmackswert von Bedeutung, da davon in hohem Maße Appetitentwicklung und Aufnahmebereitschaft abhängen (TAUSCHER ET AL. 2003).

In den Qualitätsforschungsbereichen, in denen einerseits Ernährungsversuche mit Menschen aus ethischen oder unzumutbaren Gründen nicht angebracht sind, andererseits aber auch eine noch so detaillierte Inhaltsstoffanalyse nicht ausreicht, um synergistische und additive Effekte zu erfassen, werden zur Überprüfung der biologischen Qualität Fütterungsversuche mit Tieren eingesetzt. Auf diese Weise können Verdaulichkeit, biologische Verfügbarkeit und andere Nahrungseffekte überprüft werden (TAUSCHER ET AL. 2003). Bei einer weiteren Methode werden den jeweiligen Versuchstieren Lebensmittel aus biologischer und konventioneller Produktion zur Wahl angeboten. Die Rückwaage der Futterreste zeigt, welche Variante bevorzugt wurde. Es stellte sich heraus, dass Tiere in der Lage sind, sehr deutlich zwischen biologisch und konventionell erzeugten Agrarprodukten zu unterscheiden, auch wenn aus chemischer Sicht die ernährungsphysiologischen Bedürfnisse in beiden Fällen gedeckt wären. Die Futterwahlversuche mit Hühnern, Kaninchen und Laborratten ergaben in den meisten Fällen eine Präferenz für biologisch angebaute Produkte (VELIMIROV ET AL. 2000). Allerdings muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass vor allem Fütterungsversuche und Futterwahlversuche aufgrund herbivorer Versuchstiere und andere dieser im folgenden Teil detaillierter beschriebenen Methoden hauptsächlich an pflanzlichen Lebensmitteln aus biologischem Anbau durchgeführt werden.

5.2. Überblick über produktbezogene komplementäre Qualitätserfassungsmethoden

5.2.1. Bildschaffende Methoden – Vitalaktivität

Der erkenntnistheoretische Hintergrund der bildschaffenden Methoden (z.B. Kupferchloridkristallisation, Steigbildmethode und Rundfilter-Chromatographie) ist die Annahme einer gestaltbildenden Kraft, die als organisierendes Prinzip die innere Ordnung in organischen Substanzen herstellt und erhält. Bei der Kupferchloridkristallisation soll die Vitalaktivität sichtbar werden, wenn wässrige organische Lösungen mit Metallsalzlösungen in Verbindung gebracht werden. Das Chromabild wird als Ausdruck der Vitalkraft eines Produktes interpretiert (VELIMIROV & MÜLLER 2003). Bei der Steigbildmethode gilt die Differenzierungskraft einzelner Komponenten des Produkts als Ausdruck von Vitalität (RIST ET AL. 2002).

3.2.2. Biophotonenemissionsmessung – Lichtspeicherkapazität

Zurückzuführen ist die Biophotonenforschung auf Arbeiten des russischen Biologen und Arztes Alexander Gurwitsch, die der österreichische Physiker und Nobelpreisträger Erwin Schrödinger in den 30er Jahren fortführte. Er fand heraus, dass die innere "Lebensordnung" biologischer Organismen in Verbindung mit dem Sonnenlicht steht. Der Begriff "Biophotonik" geht auf die Erfindung des deutschen Biophysikers Fritz-Albert Popp zurück, der 1976 an der Universität Marburg zusammen mit seinem Doktoranden Bernhard Ruth eine ultraschwache Lichtemission aus biologischen Systemen entdeckte. Er wies nach, dass alle lebenden Organismen im sichtbaren Bereich des Spektrums (mindestens von 200 bis 800 nm) einzelne Photonen mit einer Gesamtintensität von einigen bis zu etwa hundert Photonen pro Sekunde und pro Quadratzentimeter Oberfläche des lebenden Systems ständig emittieren (POPP & RUTH 1977).

Diese ultraschwache Lumineszenz (rhythmische, kohärente Lichtemission), die sich in der zeitlichen Verzögerung von Fluoreszenz und Photometrie wesentlich unterscheidet, wird mit sog. Photomultipliern gemessen, deren Empfindlichkeit und Signal-Rausch-Verhältnis den Biophotonenströmen der Objekte optimal angepasst wird. Die Analyse der Proben sowie anschließende Auswertung und Interpretation der Ergebnisse erlauben Aussagen über die "Qualitätsreihenfolge" von bestimmten Produkten: Dem Frischezustand, die Beschaffenheit der Fettkomponenten (Alterung) und dem Reifegrad. Auch Rückschlüsse auf die Schadstoffbelastung und auf die Anbau- oder Haltungsformen werden möglich. Eine lange Speicherfähigkeit, dargestellt als Abklingkurve oder erhöhte Photonenanzahlraten wird als Zeichen hoher Überlebensqualität interpretiert (POPP & RUTH 1977).

5.2.3. Der P-Wert – Energiestatus

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

Beurteilung von Lebensmittelqualität eingesetzt. Es können Bezüge zu Lagerqualität und Anbauweise nachgewiesen werden (VELIMIROV & MÜLLER 2003).

5.2.4. Zersetzungstest – Haltbarkeit

Für den Zersetzungstest werden die Vergleichsproben zerkleinert, in Petrischalen eingewogen und bei 25 °C, 50 % relative Feuchtigkeit, unter Lichtabschluss inkubiert. Der Verlauf der Zersetzung, sowie das Nachdunkeln der Proben, der Texturverlust und die mikrobielle Besiedelung, wird fotografisch dokumentiert. Nach einer definierten Zeitspanne werden die zersetzten Proben bei 85 °C getrocknet, um den Trockensubstanzverlust und somit die Haltbarkeit zu ermitteln (VELIMIROV & MÜLLER 2003).

5.2.5. Mikrobiologische Besiedelung – Differenzierung des Substrates

Der mikrobielle Aufwuchs wird im Zersetzungstest beobachtet. Es kann gezeigt werden, dass die Substrateigenschaften einen differenzierenden Effekt auf die mikrobielle Besiedelung ausüben. Der biologische Landbau stellt eine funktionierende Alternative zu konventionellen Systemen dar, wobei zusammenfassend festgehalten werden muss, dass aus chemisch-analytischer Sicht Bio-Produkte häufig bessere, in mehreren Fällen gleich gute und nur sehr selten schlechtere Qualitätsmerkmale aufweisen - und das ohne Einsatz von Chemie und antibiotikagestützter Massentierhaltung (VELIMIROV & MÜLLER 2003).

5.2.6. Verkostungstest – Geschmack

“Sensorische Analysen“ (Verkostungen) können sowohl von Forschungsgruppen als auch mit ungeschulten Konsumenten durchgeführt werden. Der in diesem Zusammenhang am besten geeignete Test ist der Erweiterte Dreieckstest (JELLINEK 1985). Drei codierte Proben werden angeboten, von denen zwei ident sind. Es soll die abweichende Probe erkannt und der Unterschied beschrieben, sowie die persönliche Bevorzugung angegeben werden. Auf diese Weise können objektive Unterscheidbarkeits- und subjektive Beliebtheitsaspekte getestet werden (VELIMIROV & MÜLLER 2003).

6. DIE QUALITÄT VON PRODUKTE AUS TIERGERECHTER HALTUNG IM VERGLEICH ZU MASSENTIERHALTUNG

Aus integrativer Sicht konnten in vielen bisherigen, meist interdisziplinären Vergleichsuntersuchungen signifikante Ergebnisse zu Gunsten von Lebensmitteln aus optimalem biologischen Anbau erzielt werden. Die wichtigsten Ergebnisse aus der vergleichenden Qualitätsforschung werden im Folgenden auf tierische Produktgruppen bezogen kurz dargestellt.

6.1. Milch und Milchprodukte

Bei der in Biomilch im hohen Maße vorkommenden konjugierten Linolsäuren (CLA) wird eine vorbeugende Wirkung gegen Krebs und Arteriosklerose diskutiert, nachdem im Tierversuch solche Beobachtungen gemacht wurden (JAHREIS 1997). CLA und trans-Vaccensäure als CLA-Vorstufe werden im Pansen von Wiederkäuern aus Linolen- und Linolsäure gebildet, die wiederum aus dem Fettanteil des Futters aufgenommen werden (PETERSON ET AL. 2002). Besonders Grünfutter enthält hohe Anteile an Linol- und Linolensäure. Da Weidegang im ökologischen Landbau obligat ist, könnte dies zu höheren CLA-Gehalte der Milch mit entsprechend positiver Bewertung führen. Eine kanadische Studie konnte dies durch einen fast doppelt so hohen CLA-Gehalt in der Milch eines ökologisch bewirtschafteten Betriebes im Vergleich zu zwei konventionell wirtschaftenden Betrieben bestätigen (JAHREIS ET AL. 1996).

Die Milchqualität wird bezogen auf die Inhaltsstoffzusammensetzung sehr stark von der Fütterung beeinflusst. Die Ergebnisse aus vergleichenden Untersuchungen an ökologisch und konventionell erzeugter Milch zeigten niedrigere Aflatoxingehalte in den ökologisch erzeugten Milchproben. Aflatoxine sind Pilzgifte mit kanzerogener Wirkung. Es wird angenommen, dass sie von aflatoxinbelasteten Kraftfuttermitteln herrühren könnten (GRAVERT ET AL. 1989, LUND 1991, PABST 2002).

Rückstände bereits lange verbotener Pflanzenschutzmittel, Beizmittel und Silolacke können in geringeren Mengen in Milch aus beiden Produktionsverfahren vorkommen (WEBER ET AL. 1993, BUCHBERGER 2001), was von einer nicht sachgerechten Umstellung auf eine biologisch betriebene Landwirtschaft herrühren kann. Rückstände von aktuell im Einsatz befindlichen, nicht persistenten Mitteln werden von den Tieren metabolisiert und sind deshalb nicht mehr nachzuweisen. Tierarzneimittelgehalte sind in der Milch üblicherweise nur dann nachzuweisen, wenn die nach einer Anwendung vorgeschriebenen Wartezeiten bis zum erneuten Abliefern nicht eingehalten werden; positive Nachweise sind also vorwiegend auf Arbeitsfehler zurückzuführen (Rückstandshöchstmengen-VO (EWG) Nr. 2377/90). Bei der ökologischen Milcherzeugung müssen doppelt so lange Wartezeiten eingehalten werden.

Im Allgemeinen ist die hygienische Qualität der Milch in jeder Produktionsform von den hygienischen Verhältnissen bei der Produktion abhängig (ZANGERL 2000). Mit Hilfe von bildschaffenden Methoden (Kupferkristallisation und Steigbildmethode) konnte eine Abnahme der "Lebenskräfte" entsprechend der Verarbeitungs- und Produktionsintensität gezeigt werden (BALZER-GRAF 1991, RIST ET AL. 2002).

Bei Käse stellte man in einer Untersuchung der Milchwirtschaftlichen Untersuchungs- und Versuchsanstalt Kempten (Muva) fest, dass Biokäse nicht nur einen besseren Geschmack

aufweisen, sondern auch keine allergisierende Farbstoffe wie “Annatto gelb“ oder Konservierungsmittel wie Natamycin, das eigentlich ein Arzneimittel gegen Pilzkrankungen zwischen Zehen, Finger und im Genitalbereich ist, enthalten (ÖKO-TEST 1997). Zu weiteren Milchprodukten liegen bislang keine vergleichenden Daten vor.

6.2. Eier

Der Konsument sieht in der Dotterfarbe oft einen Hinweis auf den Vitamingehalt der Eier und damit eine generell bessere Qualität bei intensiver Färbung. Dotterfarbe und Vitamin-A-Gehalt sind abhängig vom Carotinoidgehalt und von der Carotinoidzusammensetzung. Hühnereier aus Freiland- bzw. aus ökologischer Haltung zeichnen sich durch signifikant höhere Carotinoidgehalte aus, was auf die zusätzliche Carotinzufuhr beim Auslauf durch Gras und andere Grünpflanzen zurückgeführt wird. Besteht keine Möglichkeit zur Grünfutteraufnahme, müssen Ersatzpigmente dosiert werden, damit die Dotterfarbe den Verbrauchervünschen entspricht. Bei konventionellen Produktionsverfahren werden dazu synthetisch hergestellte Carotinoide zugefügt. JEROCH ET AL. (2001) zeigen, dass sich mit diesem konventionellen Produktionsverfahren verständlicherweise eine dunklere Dotterfarbe erzielen lässt als bei Bio-Eiern ohne Pigmentzusätze im Futter. Nach SEEMANN (1997) besteht jedoch die Möglichkeit, über den Ersatz von synthetischen Pigmenten durch natürliche Farbstoffe im Futter die erwünschte Farbintensität zu erzielen. Denn bei einem intensiven Konsum von Eiern mit künstlich erhöhtem Carotingehalt kann es zu einer Pigmentanreicherung in der Netzhaut des Auges (Retina) und damit verbundenen Nachteilen für das menschliche Sehen kommen. Aus diesem Grund hat die EU beschlossen, die zulässige Höchstmenge des Carotinoids Canthaxanthin als Futterzusatzstoff u.a. für Legehennen drastisch zu verringern (SCF 2002b).

Die Eier aus Freilaufhaltung zeigten auch ein sehr differenziertes “Speichervermögen“ für Biophotonen. Die Hühnereier aus Freilauf-, Käfig- und Bodenhaltung konnten auf Grund der Speicherwerte von Dottermischproben nach Weißlichtanregung eindeutig zugeordnet werden. Der wichtigste Differenzierungsfaktor war die Sonnenexposition der Hühner bei Auslaufhaltung (LAMBIG 1992). Neuere Untersuchungen des Dotters von Auslaufhennen wiesen auf einen höheren Gehalt an Vitamin A hin, der auch auf das zusätzliche Futterangebot (Pflanzen u.a.) im Auslauf zurückgeführt wurde. So wurden bei guter Versorgung mit Grünfutter im Auslauf die höchsten Vitamin-A-Gehalte, ein höherer Gehalt der Carotinoide Lutein, das die Gelbfärbung des Eidotters bewirkt, und β -Carotin ohne Farbwirkung, sowie ein höherer Gehalt an der ungesättigten Fettsäure Linolensäure gemessen (LESMEISTER 2000).

Weiters konnte in einem Fütterungsversuch mit Hühnern nachgewiesen werden, dass die Eier der biologisch gefütterten Hühner nicht nur schwerer waren, sondern auch ein signifikant höheres Dottergewicht hatten. Bei den konventionellen Eiern hingegen war das Eiklargewicht signifikant höher (PLOCHBERGER 1989). Eine weitere Arbeit zu verbesserter Dotterqualität ergab positive Zusammenhänge zwischen Freilandhaltung, frischem Grünfutter, intaktem Federkleid einerseits und besserer Lichtspeicherkapazität andererseits (KÖHLER 2000). Die Stressbelastung von Hühnern in Käfighaltung lässt sich mittels der P-Wert-Ermittlung gut nachweisen. Eier von Käfighühnern haben deutlich höhere P-Werte, der für eine verminderte Qualität spricht (HOFFMANN 1997).

In der Schweiz ist der Anteil der dort produzierten Eier aus Hühnerhaltung mit Auslauf seit 1990 von weniger als 1 % auf etwa 10 % gestiegen. In der gleichen Periode (1991 - 2002) ist die Zahl von *Salmonella*-Enteritidis bei Hühnern stark gesunken (BVET 2003), ebenso war eine

deutliche Reduktion der Fälle von Salmonellose beim Menschen festzustellen (BAG 2002). Allerdings stellen dauergenutzte Ausläufe wegen leicht in den Stall eingeschleppter Infektionserreger ein erhöhtes Erkrankungsrisiko für die Hennen dar, solange keine erfolgversprechenden Entseuchungsstrategien zur Verfügung stehen. Die Entwicklung neuer Ansätze zur Kontrolle der Endoparasiten des Geflügels ohne Einsatz von Tierarzneimitteln, sog. *BioControl*-Methoden, ist hier von großem Interesse. Ohne *BioControl*-Methoden ist bei der Öko-Produktion wegen der vergleichbaren hygienischen Situation mit einem ähnlichen Umfang an Tierarzneimitteln wie in der herkömmlichen Einstreuhaltung mit und ohne Auslauf zu rechnen. Mit Verminderung des Risikos dauergenutzter Ausläufe durch moderate Besatzdichte, Wechselweiden, Wahrung einer guten Einstreuqualität im Stall und Fortschritten in der Veterinärmedizin dürfte bei entsprechender Reinigung des Stalles vor Neubelegung eine geringere Behandlungsnotwendigkeit mit Arzneimitteln und Bioziden in Aussicht stehen. Dies bekräftigt auch eine Studie, in der weniger Antibiotika- und Pestizidrückstände in biologischen Eiern nachgewiesen wurde (KOUBA 2002).

6.3. Fleisch

6.3.1. Allgemeines

Fleischqualität in diesem Sinne ist nach HOFMANN (1986) die Summe aller "sensorischen", ernährungsphysiologischen, hygienisch -toxikologischen und verarbeitungstechnologischen Eigenschaften des Fleisches. Man unterscheidet Fleisch mit normaler Qualität, Fleisch mit abweichender Qualität und Fleisch mit außergewöhnlicher Qualität. Zu Qualitätsabweichungen führen Fleischfehler wie beispielsweise sehr helles, weiches, wässriges und offen strukturiertes Fleisch (PSE-Fleisch) oder aber auch sehr dunkles, festes, trockenes Fleisch (DFD-Fleisch). Die Ursachen dafür sind sehr mannigfaltig. Bei Fleisch mit außergewöhnlicher Qualität liegen alle qualitätsbestimmenden Eigenschaften über den durchschnittlichen Erfordernissen.

Kennzahlen für die Fleischqualität sind die chemische Beschaffenheit (Wassergehalt, Fett- und Eiweißgehalt, Fettsäuremuster), der pH-Wert, die Marmorierung, die Farbe des Fleisches, das Wasserbindungsvermögen, die Scherkraft (Zartheitsparameter) und die "sensorischen" Merkmale wie Saftigkeit, Zartheit und Geschmack. Der Gehalt des Fleisches an intramuskulärem Fett ist für die Geschmacksgebung besonders wichtig. Die Fettsäurezusammensetzung ist unter gesundheitlichen Aspekten, insbesondere im Hinblick auf Herz- Kreislaufkrankungen, von Interesse. Fettmenge und Fettzusammensetzung sind bei Rindern und Schweinen über die Fütterung steuerbar (FISCHER ET AL. 1992), wobei die Fettzusammensetzung von der verfügbaren Futterfettmenge und deren Fettsäuremuster abhängig ist. Wird dieser Sachverhalt nicht berücksichtigt, so führen durch den Stärkeanteil energiereiche Rationen zu einem relativ höheren Anteil an gesättigten Fettsäuren. Durch die Fütterung von Rindern mit Leinsamen kann die Linolensäurekonzentration um rund 50 % angehoben werden (WOOD ET AL. 1999); die Fütterung mit Gras erhöhte den Linolensäuregehalt im Vergleich zur Getreidefütterung ebenfalls. Beide Maßnahmen beinhalten die Option auf höhere CLA und *trans*-Fettsäuren-Gehalte im Fleisch (vgl. 6.1. Milch). Auch bei der Schweinemast führte die Verabreichung von Rau- oder Saftfutter (Silage) im ökologischen Produktionsverfahren zur geringfügigen Erhöhung der Gehalte an Omega-3-Fettsäuren (FISCHER ET AL. 1998/99). Das Fleisch von Rindern, die mit Getreide gefüttert wurden, wies dagegen relativ hohe Linolensäuregehalte auf (FRENCH ET AL. 2000), wobei jedoch darauf hinzuweisen ist, dass der Polyenfettsäuregehalt im Rinderfett mit 2 % - 5 % der Gesamtfettsäuren relativ niedrig ist (FLACHOWSKY ET AL. 1997, LANGENHOFF ET AL. 2003). Bei Lamm- (Schaf)- und Ziegenfleisch sind Einflüsse der Produktionsverfahren nicht bekannt.

6.3.2. Rindfleisch

Der Einfluss von Fütterung und Haltungsform auf die Rindfleischqualität wird in der Literatur sehr unterschiedlich bewertet. Generell kann gesagt werden, dass das Fleisch von Weidetieren dunkler ist als das von Rindern aus der Anbindehaltung (KEANE ET AL. 1998). Ein weiterer positiver Einfluss der Weidemast wurde auf die Scherkraft nachgewiesen, welche die Zartheit des Rindfleisches kennzeichnet (GUHE 1991). Weitere Untersuchungen zu diesem Thema ergaben, dass das Fleisch von Masttieren aus der Koppelhaltung und dem damit verbundenen hohen Anteil an Gras in der Ration sich günstig auf den pH-Wert des Fleisches, die Farbhelligkeit und Zartheit auswirken (ENDER ET AL. 1997, MANDELL ET AL. 1998).

Der Fettgehalt sowohl am Schlachtkörper als auch intramuskulär kann durch Auslauf der Stiere reduziert werden (FRICKH 2001). PASTUSHENKO ET AL. (2000) wiesen im Rindfleisch von Tieren aus biologischer Landwirtschaft eine ernährungsphysiologisch günstigere Fettsäurezusammensetzung nach. Sie fanden einen deutlich höheren Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren, die blutdruck- und cholesterinsenkend wirken und für den Aufbau biologisch aktiver Membranen wichtig sind, als in konventionellen Vergleichsproben (bio: 10,3 % und 11,5 %; kon: 0,7 %). Durch Weidehaltung wird der Gehalt von Omega-3-Fettsäuren (n-3-Fettsäuren) und der Gehalt an Linolensäure (C18:3) im Fleisch von Rindern um ein Vielfaches erhöht. Zudem wird das Verhältnis von n-6- zu n-3-Fettsäuren positiv (= niedriger n-6 : n-3 Quotient) beeinflusst (DANNENBERGER ET AL. 2004). Am Atominstitut der Universität Wien wurde die Biophotonenemission von Rindfleisch in Abhängigkeit von Alter, Transport und Schlachtung untersucht, da deren Messung Hinweise auf die Stressbelastung der Rinder geben kann (KLIMA ET AL. 1995). Die Ergebnisse zeigten geringere Emissionswerte für die Proben der mobil geschlachteten Tiere (Schlachtung am Hof). Da sich die Stressbelastung der Tiere bei unterschiedlichen Schlachtmethoden auf die Photonenemission nachweisbar auswirkt, könnte auch eine stressbelastete Haltung und Fütterung denselben Effekt haben (VELIMIROV & MÜLLER 2003).

6.3.2. Schweinefleisch

Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass im Freiland geborene und gehaltene Tiere aufgrund ihres stärkeren Immunsystems wesentlich seltener erkranken als im Stall geborene und gehaltene (BREMERMAN 2002, THORNTON 1990, MORTENSEN 1994). Laut PLONAIT (1997), KASPER (1999) und BARTUSSEK (1993) ist dies auch auf den resistenz- und vitalitätssteigernden Einfluss des natürlichen Lichts zurückzuführen. Zudem hemmt das UV-Licht das Bakterienwachstum und erhöht die Durchblutung im Körper. Nach WEILER ET AL. (1995) wirkt sich außerdem die Bewegung positiv auf die Abwehrkräfte aus. Dagegen erkranken Tiere, die im Stall geboren werden und dann ins Freiland gebracht werden aufgrund des großen Stresses zunächst häufiger (BREMERMAN 2002, MEYER 1989).

Lungen- und Atemwegserkrankungen spielen im Freiland kaum eine Rolle (BARTUSSE 1993). Laut THORNTON (1990) liegen daher die Tierarztkosten in der Freilandhaltung bei der Hälfte der Tierarztkosten von der Stallhaltung. AGDE & EIDAM (1990) konnten bei einem Versuch zur Bestimmung des Einflusses extensiver Haltung (mehr Platzangebot für die Tiere, aber noch nicht so viel wie bei der ökologischen Haltung) und Fütterung auf die Mastleistung und Schlachtkörperqualität zeigen, dass der Muskelfleischanteil bei extensiv gehaltenen Schweinen höher als bei den konventionell gehaltenen Tieren liegt. In der extensiv gehaltenen Gruppe waren auch der pH-Wert und die Leitfähigkeit tendenziell besser. DUFEY (1992) wies nach, dass die

Verminderung der Wachstumsgeschwindigkeit bei extensiver Haltung zu einer Abnahme des Gehaltes an intramuskulärem Fett und einem höheren Anteil an ungesättigten Fettsäuren im Fettgewebe führte.

Die einseitige Zucht in Richtung eines sehr hohen Magerfleischanteils bei Schweinen aus der konventionellen Landwirtschaft kann erhebliche Qualitätsprobleme nach sich ziehen. Durch die Abnahme des Fettgehaltes im Muskelfleisch geht der Genusswert größtenteils verloren, das Fleisch schmeckt fade, strohig und trocken, man spricht von DFD-Fleisch als sensorische Eigenschaft. Eine weitere unerwünschte sensorische Eigenschaft ist PSE, hier wird das Fleisch als blass, schwabbelig, mit stärkerer Wassereinlagerung und verschlechterter Haltbarkeit beschrieben. DFD- und PSE-Eigenschaften lassen sich allerdings durch die Wahl geeigneter Rassen und korrekte Behandlung bei Transport und Schlachtung weitgehend vermindern (FISCHER ET AL. 2001).

Die Belastungsempfindlichkeit der Schweine nimmt zu, was ebenfalls einen Qualitätsverlust auf Grund vermehrt auftretender fehlgebildeter Muskelfasern bedeutet (SCHWÖRER 2001). Die Forderung nach mageren Fleischteilen auch für biologisch erzeugte Fleisch- und Wurstwaren (NENTWIG 1991) wirft gewisse Probleme auf, da biologisch erzeugtes Schweinefleisch meist eine geringere Fleischfülle mit stärkerer Verfettung aufweist (PESCHKE 1994). Laut THIELEN (1993) sind diese Befunde auf eine unzureichende Versorgung mit essenziellen Aminosäuren in den biologischen Kraftfuttermischungen zurückzuführen.

In einem Fütterungsversuch mit unterschiedlichen Diäten wurde der Einfluss der im biologischen Landbau üblichen kombinierten Fütterung, der Einsatz von Silage und Kraftfuttermischungen, im Vergleich zur konventionellen Fütterung – ohne Silage – geprüft (BELLOF ET AL. 1999). Die Kraftfuttermischung, zusammengesetzt aus Rapskuchen, Ackerbohnen und Kartoffeleiweiß, entsprach im Hinblick auf essenzielle Aminosäuren den Bedürfnissen der Tiere. Der Gehalt an intramuskulärem Fett war in allen Gruppen sehr günstig. Der Einsatz von Silage in der Endmast bewirkte eine deutlich verminderte Fettfläche sowie eine geringfügig erniedrigte Fleischfläche. Diese Ergebnisse stehen im Widerspruch zu den Untersuchungen von PESCHKE (1994) und zeigen, dass eine bedarfsgerechte Versorgung mit essenziellen Aminosäuren für gute Fleischqualität Voraussetzung ist und auch unter biologischen Bedingungen erreicht werden kann. Die sensorische Beurteilung ergab bei den mit Silage gefütterten Gruppen tendenzielle Vorteile in der Zartheit. Die Fleischqualität wurde insgesamt durch die im biologischen Landbau angewendete kombinierte Fütterung sehr positiv beeinflusst.

Zuletzt sei noch erwähnt, dass ein enger Zusammenhang zwischen dem Schutz der Schlachttiere und der zu erwartenden Fleischqualität besteht (GNEIST 2001). Lange Transportwege und qualvolle Wartezeiten verursachen eine Stressbelastung bei den Schlachttieren, die bei einer Optimierung der gesamten Logistik gemindert werden kann. Fleisch aus mobiler Schlachtung sowie von regionalen Schlachthöfen ist nicht nur qualitativ besser, sondern erfüllt auch die Forderung der Konsumenten nach tiergerechten Systemen (VELIMIROV & MÜLLER 2003).

6.3.3. Geflügel

Bedingt durch die Produktionsrichtlinien der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 wachsen Masthähnchen und -puten bei ökologischer Zucht langsamer, was zu festerem und weniger zartem Fleisch und manchmal als schlechter bewertetem Aroma führen kann (RISTIC 2000). Keine Unterschiede im Hinblick auf Aroma, Saftigkeit, Zartheit und Gesamteindruck fand ELLENDORF (2002) zwischen intensiver Hähnchenmast einerseits und Auslauf- und Ökomast andererseits. Allerdings ließ sich die gegrillte Brust der Bio-Hähnchen mit dem geringsten Kraftaufwand zerteilen. Die Grillverluste beliefen sich auf 20 %, 17 % und 15 % für Intensiv-, Auslauf- und Ökomast. Durch die niedrigere Mastintensität bei der Erzeugung von Bio-Geflügel enthalten diese tendenziell weniger intramuskuläres Fett im Brust- und Schenkelfleisch, weniger Wasser und mehr Protein. So fand ELLENDORF (2002) geringfügige, aber signifikante Unterschiede im Wassergehalt von 74,9 % (bio.) bzw. 75,8 % (kon.), im Proteingehalt (kon.: 23,4 % bzw. bio.: 24,2 %) und im Fettgehalt (bio.: 0,92 % bzw. kon.: 1,01 %). Hähnchen aus konventioneller Auslaufmast hatten die höchsten Wasser- und geringsten Proteingehalte, bei der Öko-Mast war das Ergebnis umgekehrt. Systeme zur Erzeugung von Masthähnchen im ökologischen Landbau sind allerdings bislang wenig entwickelt, so dass auch vergleichende Untersuchungen hier noch zu verzerrten Ergebnissen führen können.

In den letzten Jahren wurde vor allem der besonders drängenden Frage der Substitution der antibiotisch wirksamen Leistungsförderer durch Naturprodukte, die mit der Öko-Produktion kompatibel sind, nachgegangen. Dabei wurde festgestellt, dass derartige Produkte (Kräutermischungen, Probiotika) tatsächlich in der Lage sind, einen Teil der Wirksamkeit der antibiotisch wirksamen Leistungsförderer zu ersetzen und somit positive Effekte auf die Mastleistung und die Schlachtkörperzusammensetzung zu erzielen (RISTIC ET AL. 2002).

6.4. *Fische, Krebse und Muscheln*

6.4.1. Allgemeines

Eingangs muss erwähnt werden, dass gemäß Artikel 4 der EU-Öko-Verordnung die Erzeugnisse der Fischerei auf wild lebende Tiere nicht als aus ökologischer Erzeugung stammend gelten. "Wilden Biofisch" gibt es demnach nicht. Etwa 40 Millionen Tonnen Fisch wurden 1998 weltweit von der Aquakultur produziert, davon nur 4 % in Europa. Gemäß Prognosen dürfte die Aquakultur im Jahre 2025 mehr als 50 % des heutigen Ertrages der weltweiten Fischerei ausmachen (STIPPL 1997b).

Die Aquakultur in der Europäischen Gemeinschaft umfasst 3 Bereiche:

- Meerwasserfischzucht
- Süßwasserfischzucht
- Muschelzucht

Europaweit sind die skandinavischen Länder sowie Schottland und Irland Marktführer im Bereich der Aquakultur. Hier steht derzeit die Zucht von Lachsen und Forellen im Vordergrund (OSTERMEYER 2003).

6.4.2. Ökologische Aquakultur

Bislang gibt es keine einheitliche EU-Regelung für die Produktion von Biofisch. Im Süden Europas gelten andere Bestimmungen als hierzulande und auch hier hat jeder Anbauverband seine eigenen Richtlinien. Weltweit gesehen, gibt es zahlreiche Bio-Aquakulturstandards, von denen jedoch viele erst als Entwurf vorliegen (OSTERMEYER 2003).

In Österreich kann zur Beurteilung der Voraussetzungen für eine biologische Teichwirtschaft ein Fischereiberater der "Arge Biofisch" (www.biofisch.at) im Rahmen des *KT-Freiland-Verbandes* zugezogen werden. Hier werden bei der Planung zur Umstellung auf eine biologische Teichwirtschaft vor allem geschlossene Stoffkreisläufe und intakte ökologische Systeme angestrebt. Dabei werden Methoden und Techniken angewendet, die die Fruchtbarkeit der Fische und die Gewässer unbegrenzt erhalten, auf erneuerbare Ressourcen zurückgreifen, die Umwelt nicht grob verschmutzen und die natürlicherweise im Wasser ablaufenden Kreisläufe fördern und andere Prozesse, die entlang der Nahrungskette ablaufen, nicht belasten. Der im Endprodukt kumulierte, nicht erneuerbare Energieinput soll so gering als möglich sein. Das natürliche Verhalten und die natürlichen Bedürfnisse der Fische bilden die Grundlage der Gestaltung und Beurteilung der Haltungsbedingungen (KT-Freiland-Verband).

Verfahren der Gentechnik und Erbgutbeeinflussung durch Biotechnologie können in der ökologischen Aquakultur weder beim Tier noch beim Futter akzeptiert werden: Erbgutveränderungen jeglicher Art werden ausgeschlossen. Weder Mutterfische noch Besatzfische oder Eier dürfen Verfahren der Gentechnik bzw. Biotechnologie (z.B. Triploidisierung, Gynogenese, Klonung usw.) unterzogen werden oder durch Hormongaben beeinflusst werden und dürfen auch nicht von solcherart behandelten Elternfischen stammen. Rein weibliche Bestände und triploide Fische o.ä. sind daher nicht möglich (KT-Freiland-Verband).

Auch für die Fütterung von Fischen gelten in Österreich die Fütterungsbestimmungen der *KT-Freiland-Standards*. Futtermittel müssen demnach grundsätzlich aus biologischer Landwirtschaft stammen. Verboten sind: Enzyme, Leistungs- und Wachstumsförderer, Appetitförderer, synthetische Konservierungsmittel, synthetische Antioxidantien, Hormone und hormonähnliche Wirkstoffe, synthetische Bindemittel und weitere (synthetische) Zusatzstoffe. Unter den landwirtschaftlichen Nutztieren der Fische haben Salmoniden (Lachse) in Bezug auf die Fütterung eine Sonderstellung. Sie sind Raubtiere und stellen höchste Anforderungen an die Versorgung mit hochwertigem Eiweiß und Fettsäuren. Bei Teichwirtschaft in Fließwasser wird keine Naturnahrung erzeugt und unverarbeitete Produkte landwirtschaftlichen Ursprungs können in der Forellenfütterung nicht eingesetzt werden. Fischmehl/-öl ist deshalb in der Ration nicht austauschbar, und es sind keine im anerkannt ökologischen Landbau akzeptablen Substituten verfügbar. Allerdings ist die Herkunft von Fischmehl/-öl problematisch, es kann daher in der biologischen Landwirtschaft nur mit zertifiziert nachvollziehbarem Herkunftsnachweis akzeptiert werden (KT-Freiland-Verband).

Die Verwendung von Landtiermehl ist in der ökologischen Aquakultur strikt verboten. Der Hersteller muss die einwandfreie Herkunft und Qualität der Rohstoffe (Freisein von mikrobiellen, chemischen und radioaktiven Belastungen, Ursprung aus biologischer Landwirtschaft) garantieren und hat eine direkte oder indirekte Verunreinigung mit gentechnisch veränderten Organismen (GVO) oder daraus gewonnenen Produkten auszuschließen. Verpackungen für Bio-Futtermittel müssen eindeutig als solche erkennbar sein und eine genaue Inhaltsdeklaration tragen (KT-Freiland-Verband).

In Deutschland haben vier deutsche Erzeugerverbände (*Naturland*, *Demeter*, *Bioland*, *Biokreis*) Rahmenrichtlinien für das Züchten von Biofisch aufgestellt. *Demeter*, *Bioland* und *Biokreis* beschränken sich auf sogenannte Friedfische (z.B. Karpfen). Seit 1995 gibt es *Naturland* Richtlinien für die in Deutschland naturgemäße Teichwirtschaft. In den folgenden Jahren entwickelte *Naturland* Richtlinien für die Produktion von Salmoniden und anderen Kaltwasserfischen und zur Kultur von Muscheln im Meer. Ende 1999 verabschiedete *Naturland* Richtlinien zur Haltung von Garnelen (Shrimps) in Teichen. Karpfen, Forellen und Lachse werden bereits nach *Naturland*-Richtlinien aufgezogen und in Deutschland vermarktet (OSTERMEYER 2003).

Die ersten Öko-Forellen aus deutscher Teichhaltung sind seit dem Jahre 2000 zu erhalten. Die ersten Lachse, die nach *Naturland*-Richtlinien aufwachsen, stammen aus den Hochseegehegen im Atlantik an der irischen Westküste vor Clare Island. Weitere irische und schottische Farmen haben sich mittlerweile angeschlossen. *Naturland* hat inzwischen mehrere Bio-Lachsfarmen zertifiziert. Die Lachse werden direkt im Meer in Käfigen gehalten. Die maximale Besatzdichte ist festgelegt. Sie beträgt circa 10 kg Lachs auf 1 m³ Wasser. Die Futtermischung besteht im wesentlichen aus Fischmehl, Fischöl (ca. 15-25 %), Kohlenhydraten (ca. 10-20 %), Vitaminen und Mineralien. Das Fischmehl stammt vorrangig aus Abfällen von wild lebenden Speisefischen aus Gebieten mit dem Fischbestand schonender und bewahrender Fischereiwirtschaft (keine Zuchtfische). Das dem Futter beigemengte Getreide muss aus biologischem Anbau stammen. Bei der Lachszucht darf eine Hefe (Phaffiahefe), die ein Farbpigment erzeugt, dem Futter zugesetzt werden. 1996 erfolgte die Einführung des Ökolachses auf dem deutschen Markt. Mittlerweile wird auf dem deutschen Markt auch schottischer Biolachs angeboten, der von der SOIL-Association zertifiziert wird. Das Futter dieser Tiere enthält als Pigmentquelle Garnelenschrot (OSTERMEYER 2003).

Erste von *Naturland* zertifizierte Muscheln (aus Irland) sind seit Ende 1999 auf dem Markt. Anfang 1999 hat *Naturland* ein Pilotprojekt zur ökologischen Shrimpproduktion in Ecuador gestartet. Eine größere Zahl von Garnelenfarmen aus Lateinamerika und Asien ist derzeit dabei, die Umstellung gemäß den *Naturland*-Richtlinien durchzuführen. Auch *Bioland* beabsichtigt, Garnelen auf den Markt zu bringen, die unter ökologischen Bedingungen gezüchtet werden (OSTERMEYER 2003).

Die Internationale Vereinigung biologischer Landbaubewegungen (IFOAM) hat 1998 Basis-Richtlinien für das ökologische Aquafarming aller Arten von Meerestieren herausgegeben (IFOAM, 2000). Die Aquakultur umfasst die Erzeugung vieler in Süß-, Brack- und Salzwasser lebender Tierarten. Der Richtlinienentwurf gilt für Fleischfresser, Allesfresser und Pflanzenfresser in allen Wachstumsstadien und in jeglicher Form von Gehegen, wie z.B. Teiche, Behälter und Käfige (offene und geschlossene Systeme).

6.4.3. Konventionelle Aquakultur

Über die konventionelle Aquakultur wird von einigen Öko-Verbänden in den Medien oft nichts Gutes berichtet (WAHRENBERG 1996, AMBROS 2001, SPELSBERG 1997):

„Die Tiere leben in engen Behältnissen dicht an dicht. Sie werden mit Kraftfutter so schnell wie möglich auf ihr Schlachtgewicht gebracht. Die Fische sind wegen der hohen Besatzdichte krankheitsanfällig. Das Futter wird prophylaktisch mit Antibiotika angereichert. Wachstumsförderer, Mastbeschleuniger, Farbstoffe und Mittel gegen Parasiten werden oft dem Futtermittel zugesetzt.“ Dies mag für viele Garnelen-Aquakulturen im asiatischen Raum

zutreffen; es gilt jedoch nicht oder nur im beschränkten Maß für die heimischen Fischzuchten. Es ist dabei deutlich zwischen den verschiedenen Fischarten und Erzeugerländern zu unterscheiden.

In Deutschland werden überwiegend Karpfen und Regenbogenforellen in Aquakulturen gehalten. Andere Fische spielen nur eine untergeordnete Rolle (BOHL 1999). Der Karpfen wird meist in extensiven Betrieben in große Stillwasserteiche ausgesetzt, die gute Bestände von Unterwasserpflanzen und reichliche Naturnahrung aufweisen. [Zu dichte Pflanzenbestände sind in Karpfenteichen unerwünscht. Sie verhindern eine vorteilhafte Durchlichtung und Erwärmung des Wassers, erhöhen nachteilig den pH-Wert, engen den Lebensraum der Fische ein und binden große Mengen an Nährstoffe. Außerdem werden Übersicht und Kontrolle, sowie Abfischungen erschwert und Schädlinge angelockt (BOHL 1999).] Getreide und Soja wird meist ergänzend verfüttert. Karpfen werden hierzulande somit in einer zur ökologischen Produktion zumindest sehr ähnlichen Weise aufgezogen. Er wächst normalerweise bis zu einer Konsumgröße von circa 1,5 kg in drei Sommern heran. In Deutschland wurden im Jahre 2000 etwa 13.000 t Karpfen produziert.

Die Forellenteichwirtschaft wird intensiv betrieben. Sie ist ganz auf künstliche Fütterung eingestellt. In Deutschland wurden im Jahre 2000 ca. 25.000 Tonnen Forellen produziert. Da die Versorgung des deutschen Marktes mit eigenen Produkten nicht gewährleistet ist, kommt es zu Importen in etwa gleicher Höhe (OSTERMEYER 2003).

In den letzten Jahren sind von vielen Forellenzüchtern zahlreiche technische Neuentwicklungen eingesetzt worden, die für das Betriebsmanagement und den Umweltschutz von Bedeutung sind. Dazu gehören die Verwendung von Flüssigsauerstoff für höhere Besatzdichten, bessere gesundheitliche Kondition der Tiere und schnelleres Wachstum, der Wechsel von pelletiertem zu extrudiertem Futter mit höherem Energie- und verringertem Phosphorgehalt, die Nutzung von computergesteuerten automatisierten Fütterungssystemen, der Einsatz von Mikrofiltern für die Behandlung der Ablaufwässer und die Verwendung von rein weiblichen Nachkommenschaften (HILGE 2001).

In Büsum wird in der deutschlandweit ersten marinen Fischfarm mit vollständig geschlossenem Wasserkreislauf Steinbutt gezüchtet, der seit Herbst 2002 auf dem Markt ist. Im Wattenmeer der Nordsee werden Miesmuscheln kultiviert. Die jährlichen Produktionszahlen schwankten in den letzten Jahren stark: zwischen 6.000 t und 51.000 t (HILGE 2001).

Etwa die Hälfte der weltweiten Lachsproduktion stammt aus Norwegen (Fisch-Magazin 2000/01). Mit den derzeit verfügbaren Futtermitteln ist es bereits möglich, dass z.B. 1 kg Lachs oder Forelle mit nur einem Kilogramm Futter produziert wird (FCR: feed conversion rate = 1). Dies hat zur Folge, dass entsprechend weniger Stoffwechselprodukte wieder ausgeschieden werden. Die Verbesserungen des Futters sind eine der Ursachen dafür, dass die Mastdauer stark verkürzt werden konnte. Für die meisten Fische wie Lachse, Forellen und Aal wird Futter verwendet, das heute bis zu 50-60 % aus Fischmehl besteht (STIPPL 1997a, Fisch-Magazin 2000/01). Fischmehle gelten aufgrund ihrer hohen Verdaulichkeit und ihres ausgewogenen Aminosäuremusters als eine der besten Proteinquellen für den Fisch. Zur Deckung des Bedarfs an essentiellen Fettsäuren eignen sich besonders Fischöle (SARGENT ET AL. 1999).

Fischfett ist reich an Polyenfettsäure der n-3-Reihe, z.B. Eicosapentaensäure (EPA), Docosahexaensäure (DHA). Für die Forelle sind nur die n-3-Fettsäuren essentiell. Für Karpfen, Wels, Aal und Tilapien (Buntbarsch) besteht zusätzlich ein Bedarf an n-6-Fettsäuren, z.B. Linolsäure (BOHL 1999). Die Ressourcen an Fischmehl und Fischöl sind jedoch begrenzt. Es gibt

bereits verschiedene erfolgreich durchgeführte Versuche, Fischmehl zumindest teilweise durch pflanzliche Proteine oder Brauereihefe zu ersetzen (OLIVA-TELES ET AL. 2001). Ölsaaten und andere pflanzliche Proteine enthalten jedoch oft antinutritive Substanzen, die zunächst zerstört, inaktiviert oder extrahiert werden müssten, bevor sie als Fischfutter verwendet werden könnten. Weitere Nachteile von Fischmehl-Ersatzstoffen sind: begrenzte Verfügbarkeit, hohe Herstellungskosten, schwankende Qualität und die fehlende Schmackhaftigkeit (TACON 1994). Da über das Futter die Fettsäurezusammensetzung der Fische entscheidend beeinflusst wird, sinkt bei Verfütterung von Pflanzenfett der Gehalt an DHA und EPA im Fischkörper stark ab. Ein Zusatz von Astaxanthin und Canthaxanthin als färbende Stoffe ist gemäß der Futtermittelverordnung nur bei Lachsen und Forellen zulässig (OSTERMEYER 2003).

Früher wurden bei der intensiven Aquakultur große Mengen an Antibiotika und anderen Präparaten zur Bekämpfung von Krankheiten und Parasiten eingesetzt. Dies hat zum vermehrten Auftreten von antibiotikaresistenten, fischpathogenen Bakterien in Aquakulturbetrieben geführt. Der Einsatz von Wachstumsförderern, also gering dosierten Hormonzusätzen im Futter, ist bei Organismen in der Aquakultur zwecklos und außerdem in der EU generell verboten (STIPPL 1997b). Fütterungsversuche haben ergeben, dass Forellen davon nicht besser wachsen. (Steroid-) Hormone kommen in der Fischzucht bei der Produktion von Lachsforellen mit nur Weibchen-Beständen zum Einsatz (v. LUKOWICZ 1999). Derart behandelte Elterntiere dürfen jedoch nicht als Lebensmittel verwendet werden.

Medikamente dürfen nur unter tierärztlicher Aufsicht zur Bekämpfung von Krankheiten verwendet werden. Gegen bakterielle Erkrankungen wie Furunkulose oder Kaltwasser-Vibriose werden Fische von Züchtern geimpft (STIPPL 1997b). Aufgrund der durchgeführten Impfungen ist der Verbrauch an Antibiotika in der norwegischen Fischzucht trotz steigender Fischproduktion drastisch zurückgegangen (WHO Technical Report 883, 1999; ALDERMAN ET AL. 1998).

Bei der Bekämpfung der Lachslaus geht man von den bisher benutzten, umweltgefährdenden organophosphorhaltigen Präparaten ab (STIPPL 1997a). Man verwendet stattdessen z.B. Wasserstoffperoxid oder Pyrethroid-Präparate, Teflubenzuron- und Diflubenzuron-Präparate (Fisch Magazin 2000/01; SCHOLZ 1999). Auch gefleckte Lippfische, die die Lachse von den Läusen auf natürliche Weise befreien, kommen zum Einsatz (Fisch Magazin 2000/01). Die Fischläuse können zu großen Verlusten in den Fischfarmen führen. Diese Läuse können aber auch auf Wildbestände übertragen werden.

6.4.4. Qualitätsvergleich von Fischen aus ökologischer und konventioneller Aquakultur

Vergleichsuntersuchungen von Fischen aus konventioneller und ökologischer Erzeugung wurden nach bisherigem Kenntnisstand noch nicht durchgeführt. Lediglich die Stiftung Warentest und Ökotest in Deutschland haben vakuumverpackte aufgeschnittene Seiten von geräuchertem Wildlachs und von geräuchertem konventionell und ökologisch gezüchtetem Farmlachs hinsichtlich Zusammensetzung, Schadstoffgehalte, mikrobiologische Qualität und sensorischen Eigenschaften untersuchen lassen (OSTERMEYER 2003).

6.4.5. Qualitätsvergleich von wild lebenden Fischen und Fischen aus konventioneller Aquakultur (nach: OSTERMEYER 2003)

Einzelne Untersuchungen, in denen wild lebende Fische und Fische aus konventionellen Aquakulturen miteinander verglichen wurden, existieren bereits:

- Bei der sensorischen Verkostung von Lachs beispielsweise schnitt Wildlachs besser ab als der gefarmte Lachs. Laut dieser Studien würden die wild lebenden Lachse sogar einen höheren Fettgehalt als die gezüchteten Tiere enthalten (<http://www.ems.org/salmon>; ACKMAN ET AL. 1986).
- Eine andere Untersuchung ergab, dass die Gehalte der wasserlöslichen Vitamine in wild lebenden und in Fischen aus Aquakulturanlagen sich nur relativ wenig unterscheiden. Dies verhielt sich anders bei den fettlöslichen Vitaminen, was am Beispiel des Retinols deutlich gezeigt wurde. Die gefarmten Tiere enthielten einen höheren Fettgehalt und höhere Vitamin A-Werte (NETTLETON ET AL. 1992).
- In einer anderen Studie zeigte sich, dass der Gesamtfettgehalt von verschiedenen gefarmten Fischen größer ist als der von wild lebenden Fischen (GEORGE ET AL. 1995).
- NETTLETON ET AL. (1992) untersuchten die Cholesterolgehalte von wild lebenden und gefarmten Fischen, die sich laut dieser Studie kaum unterscheiden sich.
- Die für den Menschen essentiellen Gehalte an n-3- und n-6-Fettsäuren (ungesättigte Omega-Fettsäuren) verschiedener wild und gefarmt lebender Fische wurden bereits verglichen. Das Verhältnis von n-3 zu n-6 war signifikant niedriger in gefarmten als in wild lebenden Tieren der gleichen Fischart (i.e. Forelle, Lachs, Karpfen) (GEORGE ET AL. 1995, v. VLIET ET AL. 1990, OTWELL ET AL. 1981, SUZUKI ET AL. 1986).
- Bei Aalen wurde das Verhältnis von gesättigten zu ungesättigten Fettsäuren in wild und gefarmten Tieren bestimmt (GEORGE ET AL. 1995; OTWELL ET AL. 1981). Bei gleichem Fettgehalt enthielten die gefarmten Aale mehr DHA und EPA als die wild lebenden Tiere (ABRAMI ET AL. 1992).
- Die Qualität von Wildlachs und von in Aquakultur gezüchteter Lachsforelle wurde während 6 monatiger Lagerung im Kühlfach beobachtet (ANDERSEN ET AL. 1990).
- Es gibt auch Untersuchungen, in denen die Mikroflora von wild lebenden Fischen und Fischen aus Aquakulturen verglichen werden (GONZÁLEZ ET AL. 2001, GONZÁLEZ ET AL. 1999, SCHOLZ 1999).

In Norwegen, Schottland und den USA gilt gefarmter Lachs wegen des künstlichen Futters als nematodenfrei (WHO Technical Report 883, 1999).

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Zusammenfassend ist festzustellen, dass bis heute die Produktqualität von tierischen Lebensmitteln aus unterschiedlichen Produktionsverfahren insgesamt nur sehr schwer vergleichend bewertet werden kann. Hierzu wären noch umfangreichere, gezielt auf einen Vergleich ausgerichtete Arbeiten auf der Basis der gängigen Qualitätsbeurteilung erforderlich. Wichtig wären insbesondere Studien, die gezielt mögliche Unterschiede im gesundheitlichen Wert von ökologisch und konventionell hergestellten Produkten, untersucht am Zielorganismus Mensch, darstellen können. Durch den weitgehenden Mangel an epidemiologische Studien und Probandenstudien am Menschen können vergleichende Aussagen zur nachhaltigen Wirkung der Erzeugnisse aus ökologischem und konventionellem Produktionsverfahren auf die menschliche Gesundheit derzeit nur indirekt abgeleitet werden. Nachhaltigkeit bedeutet aber auch, im Lebensmittelbereich gesundheitliche, ökologische, ökonomische und soziale Folgen zu berücksichtigen. Dies heißt, dass ein Verlassen von kurzfristigen, gewinnmaximierten Strategien dringend erforderlich wäre. Im Produktionsbereich sind langfristige, zukunftsfähige Alternativen anzustreben. Dazu gehört eine ökologische Landwirtschaft mit Erhalt von Bodenfruchtbarkeit, Artenvielfalt und intakten Ökosystemen. Ein Denken in Kreislaufprozessen nach dem Vorbild der Natur ist dabei unerlässlich. Dieses verlangt einen gesellschaftlichen Umdenkungs- und Umstrukturierungsprozess, der letztlich zu einem "Weniger" an Quantität und einem "Mehr" an Qualität führt (SCHNEIDER 1997).

Im Lebensmittelbereich ist es notwendig, sich der auch in der vorliegenden Arbeit dargestellten Zusammenhänge und Grundsätze bewusst zu werden. Dies gilt sowohl in der Lebensmittel-Industrie (bzw. für die -Produzenten) als auch für den Konsumenten. Eine artgemäße und ökologische Tierhaltung kann aber auch zu einer gleichmäßigeren Verteilung des Einkommens auf viele landwirtschaftliche Betriebe beitragen und Fehlentwicklungen in der Tierhaltung entgegen wirken. Ein Verzicht auf Hochleistungstiere und intensive Fütterungsmethoden erlaubt den Einsatz vielfältiger einheimischer Futtermittel und macht den Import von billigem Soja aus Dritt-Welt-Ländern unnötig, was auch die Beeinträchtigung der Entwicklungschancen dieser Länder und deren starke wirtschaftliche Abhängigkeit positiv beeinflussen würde.

Die Umsetzung eines zukunftsfähigen Ernährungs- und Lebensstils ist immer auch eine Frage der persönlichen Prioritäten. Diese Umsetzung wird, neben einer wissenschaftlich fundierten Aufklärung und einer ehrlichen Medienarbeit, den interessierten und informierten Konsumenten benötigen, der abwägen und entscheiden kann und will. Dieser wird zweifelsohne mehr Eigenverantwortung übernehmen und sich deshalb für zukunftsfähige Produkte im Lebensmittelbereich – und darüber hinaus – entscheiden.

6. ABKÜRZUNGEN

AICR: American Institute for Cancer Research

BAG: Bundesamt für Gesundheit (CH)

BBGes: Berliner Betrieb für Zentrale Gesundheitliche Aufgaben (D)

BfR: Bundesinstitut für Risikobewertung (D)

BgVV: Bundesinstitut für gesundheitl. Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (D)

DFD-Fleisch: engl. dark, firm, dry = dunkel, fest, trocken

DHA: Docosahexaensäure

ECEH: European Center for Environment and Health

EHEC: Enterohämorrhagische Escherichia coli

EHI: Euro-Handelsinstitut

EPA: Eicosapentaensäure

FAO: Welternährungsorganisation der Vereinten Nationen

FlHV: Fleischhygieneverordnung (D)

GFIHV: Geflügelfleischhygiene-Verordnung (D)

GVO: gentechnisch veränderte Organismen

HACCP – Konzept: Hazard Analysis and Critical Control Point

IAEA: Internationalen Atomenergie-Organisation

IACR: International Agency for Research on Cancer

ICGFI: International Consultative Group on Food Irradiation

IFOAM: Internationale Vereinigung biologischer Landbaubewegungen

JECFA: Joint Expert Committee on Food Additives

LMBG: Lebensmittelbundesgesetz (D)

MAP: Modified-Atmosphäre-Packaging

PCB: polychlorierte Biphenyle

PSE–Fleisch: engl. pale, soft, exudative = blass, weich, wässrig und offen strukturiert

PTMI: Provisional Tolerable Monthly Intake

SCAN: Scientific Committee on Animal Nutrition

SCF: Scientific Committee on Food

TDI: Tolerable Daily Intake

TEF: Toxic Equivalent Factors

TWI: Tolerable Weekly Intake

WCRF: World Cancer Research Fund

ZMP: Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH (D)

7. LITERATURVERZEICHNIS

A

ABRAMI, G., NATIELLO, F., BRONZI, P., MCKENZIE, D., BOLIS, L., AGRADI, E. (1992): A comparison of highly unsaturated fatty acid levels in wild and farmed eels. *Comp. Biochem. Physiol.* 101B, 79-81.

ACKMAN, R.G., TAKEUCHI, T. (1986): Comparison of fatty acids and lipids of smolting hatchery fed and wild Atlantic salmon. *Lipids* 21, 117-120.

AGDE, K., EIDAM, K. H. (1990): Erste Untersuchungen über den Einfluss extensiver Haltung und Fütterung auf Mastleistung und Schlachtkörperqualität von Schweinen. *Schweinezucht und Schweinemast* 38 (2), 42-44.

ALDERMAN, D.J., HASTINGS, T.S.(1998): Antibiotic use in aquaculture: development of antibiotic resistance – potential for consumer health risks. *International Journal of Food Science and Technology* 33, 139-155.

ALFÖLDI, T., BICKEL, R., WEIBEL, F. (1998): Vergleichende Qualitätsuntersuchungen zwischen biologisch und konventionell angebauten Produkten: Eine kritische Betrachtung der Forschungsarbeiten zwischen 1993 und 1998. Internal Report. Research Institute of Organic Farming (FiBL), CH-5070 Frick.

ALMONACID-MERINO, S.F., TORRESE, J.A. (1993): Mathematical models to evaluate temperature abuse effects during distribution of refrigerated solid foods *J. Food. Eng.*, 20, 223- 245.

AMBROS, G. (2001): Auf Fischfang im Bioladen. *Schrot & Korn* 5/01.

AMMANN, D., VOGEL, B. (2000): Transgene Nutztier. *Landwirtschaft-Gene Pharming-Klonen. Züricher Tierschutz* (Hrsg.); Zürich.

ANDERSEN, H.J., BERTELSEN, G., CHRISTOPHERSEN, A.G., OHLEN, A., SKIBSTED, L.H. (1990): Development of rancidity in salmonoid steaks during retail display. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 191, 119-122.

ANDERSEN, L. (1997): Bioschutzkulturen für Fleischwürste. *Fleischwirtschaft* 77, 424-429.

ANDERSEN, L. (1995): Biopreservation with FloraCarn L-2. *Fleischwirtschaft* 75, 1327-1329.

B

BAG (2002): Bundesamt für Gesundheit (Schweiz): Campylobacter und Salmonella -Stand Ende August 2001, http://www.bag.admin.ch/infekt/publ/bulletin/_d

BAILEY, J. S., REAGAN, J. O., CARPENTER, J. A., SCHULER, G. A. (1979): Microbiological condition of broilers as influenced by vacuum and carbone dioxide in bulk shipping packs *J. Food Science* (44), 134-137.

BALZER-GRAF, U. & F., BALZER, M. (1991): Milchqualität im Spiegel bildschaffender Methoden. Lebendige Erde 5, 236-254.

BAMBRICK, H.J., KJELLSTROM, T.E. (2004): Good for your heart but bad for your baby? Revised guidelines for fish consumption in pregnancy. Med J Aust. 181(2), 61-2.

BARTUSSEK, H. (1993): Die Bedeutung von Licht, Sonne, Luft und Bewegung für Nutztier-Aspekte einer unbekannteren Wissenschaft. In: 9. IGN-Tagung in CH, Appenzell, 10./11. Juni 1993, 8-27.

BARTUSSEK, H. (1997): Neue Tendenzen in der Nutztierhaltung und der Tiergerechtheitsindex, In: Das Buch vom Tierschutz, Sambras, H.H. und A. Steiger (Hrsg.), Enke Verlag, Stuttgart, 70-83.

BARTUSSEK, H. (2001): Ist Fleischkonsum ethisch vertretbar? 8. FREILAND-Tagung: Tierische Lebensmittel, Qualität beginnt im Stall Wien, 27. September 2001.

BAUMGART, J. (1999): Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln. 4 aktual. Aufl., Behr's Verlag.

BBGes - Berliner Betrieb für Zentrale Gesundheitliche Aufgaben: Hormone, Thyreostatika und β -Agonisten: Gesunde Tiere - Gesunde Lebensmittel - Gesunde Verbraucher. Präsentation auf der Grünen Woche 2003.

BEGHI, E., GANDOLFO, C., FERRARESE, C., RIZZUTO, N., POLI, G., TONINI, M.C., VITA, G., LEONE, M., LOGROSCINO, G., GRANIERI, E., SALEMI, G., SAVETTIERI, G., FRATTOLA, L., RU, G., MANCARDI, G.L., MESSINA, C. (2004): Bovine spongiform encephalopathy and Creutzfeldt-Jakob disease: facts and uncertainties underlying the causal link between animal and human diseases. Neurol Sci. 25(3), 122-9.

BEM, Z., HECHELMANN, H. (1994): Kühlung und Kühllagerung von Fleisch – Mikrobiologische Vorgänge. Fleischwirtschaft 74, 916-924.

BENKERROUM, N., BAOUZI, A., KAMAL, M. (2003): Behaviour of *Listeria monocytogenes* in raw sausages (merguez) in presence of a bacteriocin-producing lactococcal strain as a protective culture. Meat Sci 63, 479-484.

BfR - Bundesinstitut für Risikobewertung: Dioxinbelastete Futtermittel eines Herstellers in Thüringen – Auswirkungen auf den Verbraucher. Risikobewertung des BfR vom 28. Februar 2003, 2 Seiten.

BfR - Bundesinstitut für Risikobewertung: Quecksilber und Methylquecksilber in Fischen und Fischprodukten – Bewertung durch die EFSA. Stellungnahme des BfR vom 29. März 2004, 1 Seite.

BgVV - Bundesinstitut für gesundheitl. Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (1999): Temperaturanforderungen und -empfehlungen für Lebensmittel Informationsschrift.

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.

BOEING, H., JEDRYCHOWSKI, W., WAHRENDORF, J., POPIELA, T., TOBIASZ-ADAMCZYK, B., KULIG, A. (1991): Dietary risk factors in intestinal and diffuse types of stomach cancer: a multicenter case-control study on Poland. *Cancer Causes Control* 2, 227-233.

BOEHNCKE, E. (1986): Die Auswirkungen intensiver Tierproduktion auf das Tier, den Menschen und die Umwelt. In: Sambras, H.,H und Boehncke, E. (Hrsg.): *Alternative Konzepte* 53, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe, 9-26.

BOHL, M. (1999): Zucht und Produktion von Süßwasserfischen, Verlags Union Agrar, 2. Auflage.

BOHNSACK, U., KNIPPEL, G., HÖPKE, H.-U. (1987): Der Einfluss einer CO₂- Atmosphäre auf die Haltbarkeit von frischem Geflügel. *Fleischwirtschaft* (67) 9, 1131-1136.

BORCH, E., KANT-MUERMANS, M.L., BLIXT, Y. (1996): Bacterial Spoilage of meat and cured meat products *Int. J. Food Microbiol.* 33, 103-120.

BOSTICK, R.M., POTTER, J.D., KUSHI, L.H., SELLERS, T.A., STEINMETZ, K.A., MCKENZIE, D.R., GAPSTUR, S.M., FOLSOM, A.R. (1994): Sugar, meat, and fat intake, and non-dietary risk factors for colon cancer incidence in Iowa women. *Cancer Causes Control* 5, 38-52.

BREDHOLT, S., NESBAKKEN, T., HOLCK, A. (1999): Protective cultures inhibit growth of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7 in cooked, sliced, vacuum- and gas-packaged meat. *Int J Food Microbiol* 53, 43-52.

BREM, G., MÜLLER, M. (1994): Large transgenic animals. In: *Animals with novel genes*. Maclean, N. (ed.); Cambridge University Press, Cambridge, 179-233.

BREMERMAN, N. (2002): Vergleichende Untersuchung zur Gesundheit, Mastleistung und Fleischqualität von Schweinen in der Stall- bzw. Freilandhaltung. – Berlin: Fachbereich Veterinärmedizin der FU Berlin. Dissertation.

BRUHN, M., VAN ALVENSLEBEN, R. (2001): Verbrauchereinstellungen zu Bioprodukten – Der Einfluss der BSE-Krise 2000/2001 -. Nr. 20. Institut für Agrarökonomie der Universität Kiel; Lehrstuhl für Agrarmarketing. Kiel. (Download: <http://www.uni-kiel.de/agrarmarketing/Lehrstuhl/oekopro.htm>).

BRUNNHUBER, B. (1997): Probleme bei der Temperaturüberwachung von gekühlten und tiefgefrorenen Lebensmitteln. 3. Symposium Verfahrenstechnik, München.

BUCHBERGER, J. (2001): Milchleistung und Milchqualität – Vergleich der Milchleistung und der Milchqualität aus biologischer bzw. konventioneller Erzeugung. *Deutsche Molkereizeitung* 21, Teil I, 844-849 und Teil II , 891-896.

BUDDE, T., BREITHARDT, G. (2001): Koronare Herzkrankheiten. In: *Innere Medizin*. Greten, H. Georg Thieme Verlag, Stuttgart - New York, Kapitel 2.

BVET (2001): Bundesamt für Veterinärwesen: Meldepflichtige Tierseuchen der Schweiz und in der Fleischkontrolle geregelte Krankheiten und weitere bedeutsame Krankheiten, Datenblätter, Herausgeber: Bundesamt für Veterinärwesen, CH 3003 Bern.

BVET (2003): Bundesamt für Veterinärwesen: Tierseuchenmeldesystem der Schweiz: Salmonellen bei Hühnern: <http://www.bvet.admin.ch/tsmd/start.htm?go=weiter>

BYWATER, R.J., CASEWELL, M.W. (2000): An assessment of the impact of antibiotic resistance in different bacterial species and the possible contribution of animals to resistance in human infections. *Journal of Antimicrob Chemother* 46, 643-645.

C

CARTA, P., FLORE, C., ALINOVI, R., IBBA, A., TOCCO, M.G., ARU, G., CARTA, R., GIREI, E., MUTTI, A., LUCCHINI, R., RANDACCIO, F.S. (2003): Sub-clinical neurobehavioral abnormalities associated with low level of mercury exposure through fish consumption. *Neurotoxicology*. 24(4-5), 617-23.

CLEVELAND, J., MONTVILLE, T.J., NES, I.F., CHIKINDAS, M.L. (2001): Bacteriocines: safe, natural antimicrobials for food preservation. *Int J Food Microbiol* 53, 43-52.

COSTA, C., SOLANES, G., VISA, J., BOSCH, F. (1998): Transgenic rabbits overexpressing growth hormone develop acromegaly and diabetes mellitus. *The FASEB Journal*, 12, 1455-1460.

CUTTER, C.N. (2000): Antimicrobial effect of herb extracts against *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella typhimurium* associated with beef. *J. Food Protect* 63, 601-607.

D

DAINTY, R. H., MACKEY, B. M. (1992): The relationship between the phenotypic properties of bacteria from chilled-stored meat and spoilage process *Journal of applied Bacteriology*. Symposium supplement, 73, 103-114.

van DAM, R.M., WILLETT, W.C., RIMM, E.B., STAMPFER, M.J., HU, F.B. (2002): Dietary fat and meat intake in relation to risk of type 2 diabetes in men. *Diabetes Care*. 25(3), 417-24.

DANNENBERGER, D., NÜRNBERG, G., SCOLLAN, N., SCHABBEL, W., STEINHART, H., ENDER, K., NÜRNBERG, K. (2004): Effect of Diet on the Deposition of n-3 Fatty Acids, Conjugated Linoleic and C18:1trans Fatty Acid Isomers in Muscle Lipids of German Holstein Bulls. *J Agric Food Chem*. 52(21), 6607-6615.

DELINCÉE, H. (1996): Behandlung von Lebensmitteln mit ionisierenden Strahlen. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.), *Ernährungsbericht 1996*, Frankfurt, 152-164 und 182-185.

DELINCEE, H., POOL-ZOBEL, B. (1998): Genotoxic properties of 2-alkylcyclobutanone, a compound formed on irradiation of food containing fat. *Radiation Physics and Chemistry*, 52; 39-42.

DENNING, C., BURL, S., AINSLIE, A., BRACKEN, J., DINNYES, A., FLETCHER, J., KING, T., RITCHIE, M., RITCHIE, W.A., ROLLO, M., DE SOUSA, P., TRAVERS, A., WILMUT, I., CLARK, A.J. (2001): Deletion of the $\alpha(1,3)$ galactosyl transferase (GGTA1) gene and the prion protein (PrP) gene in sheep. *Nature Biotechnology*, 19, 559-562.

DEVLIN, R.H., BIAGI, C.A., YESAKI, T.Y., SMAILUS, D.E., BYATT, J.C. (2001): Growth of domesticated transgenic fish. *Nature*, 409, 781-782.

DEVLIN, R.H. (1998): Production and evaluation of transgenic fish for aquaculture. *Australasian Biotechnology*, 8(4), 222-227.

DEWDNEY, J.M., MAES, L., RAYNAUD, J.P., BLANC, F., SCHEID, J.P., JACKSON, T., LENS, S., VERSCHUREREN, C. (1991): Risk assessment of antibiotic residues of beta-lactam and macrolide food products with regard to their immuno-allergic potential. *Food Chem Toxicol*, 29, 477-483.

DGE (1998): Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Beratungs-Standards, 3. Vegetarische Ernährung, VI/3.1 - VI/3.2, Frankfurt am Main.

DIEHL, J.F. (1992): Food irradiation: is it an alternative to chemical preservatives? *Food Addit Contam.* 9(5), 409-16. Review.

DIEHL, J.F. (1995): Safety of irradiated food. Marcel Dekker, N.Y. 1-454.

DOERFLER, W., SCHUBBERT, R. (1999): Fremde DNA in Säugersystemen, in *Rundgespräche der Kommission für Ökologie*, Bd. 16, Lebensmittel und Gentechnik, 53-60, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, ISBN 3-931516-66-0.

DOREA, J.G. (2004): Mercury and lead during breast-feeding. *Br J Nutr.* 92(1), 21-40.

DUFHEY, P. A. (1992): Vergleich unterschiedlicher Mastformen bei Schweinen. – Teil 2: Fleischqualität Vergleich unterschiedlicher Mastformen bei Schweinen. *Landwirtschaft Schweiz* 5 (11-12); 581-86.

DUNHAM, R.A. (1999): Utilization of transgenic fish in developing countries: potential benefits and risks. *Journal of the World Aquaculture Society*, 30(1), 1-11.

E

EINSPANIER, R., KLOTZ, A., KRAFT, J., AULRICH, K., POSER, R., SCHWÄGELE, F., JAHREIS, G., FLACHOWSKY, G. (2001): The fate of forage plant DNA in farm animals: a collaborative casestudy investigating cattle and chicken fed recombinant plant material. *Eur. Food Res. Technol.* 212, 129-134.

ELLENDORF, F. (2002): Interdisziplinäre Bewertung unterschiedlich intensiver Produktionssysteme von Masthähnchen unter Aspekten von Tierschutz, Produktqualität, Umwelt, Wirtschaftlichkeit. Kurzbericht einer Feldstudie, Institut für Tierzucht und Tierverhalten, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft.

ELLIOTT, P. (2003): Protein intake and blood pressure in cardiovascular disease. Proc Nutr Soc. 62(2), 495-504.

ENDER, K., PAPSTEIN, H.J., NÜRNBERG, K., WEGNER, J. (1997): Muscle and fat related characteristics of grazing steers and lambs in extensive systems. Proc. EU-workshop on "Effect of extensification on animal performance and product quality". 14-16 May, Melle-Gontrode, Belgium.

EPSTEIN, SS., HAUTER, W. (2001): Preventing pathogenic food poisoning: sanitation, not irradiation. Int J Health Serv. 31(1), 187-92.

ERKKILA, A.T., LICHTENSTEIN, A.H., MOZAFFARIAN, D., HERRINGTON, D.M. (2004): Fish intake is associated with a reduced progression of coronary artery atherosclerosis in postmenopausal women with coronary artery disease. Am J Clin Nutr. 80(3), 626-32.

F

FEUERPFIL, I., LOPEZ-PILA, J., SCHMIDT, R., SCHNEIDER, E., SZEWCZYK R. (1999): Antibiotikaresistente Bakterien und Antibiotika in der Umwelt. Bundesgesundheitsblatt 42, 37-50.

Fisch Magazin 5/2000-5/2001: Die Erfolgsgeschichte des Zuchtlachses.

FISCHER, K., FREUDENREICH, P., HOPPENBROCK, K.H., SOMMER, W. (1992): Einfluss produktionstechnischer Bedingungen auf das Fettsäuremuster im Rückenspeck von Mastschweinen. Fleischwirtschaft 72, 200-205.

FISCHER, K., LINDNER, J.P. (1998) Einzelaspekte der Fütterung nach Richtlinien des ökologischen Landbaus im Hinblick auf die Fleisch- und Fettqualität beim Schwein. "Einfluss von Erzeugung und Verarbeitung auf die Qualität landwirtschaftlicher Produkte". Kongressband - 110. VDLUFA-Kongress in Gießen, Schriftenreihe 49, VDLUFA, Darmstadt, 385-388.

FISCHER, K., KRATZ, R. (1999): Sensorische Qualität von mit Polyensäuren angereichertem Schweinefleisch. Jahresbericht 1999, BAFF Kulmbach, 13-15.

FISCHER, K., DOBROWOLSKI, A. (2001): Zur topografischen Verteilung des Glykolytischen Potenzials in der Muskulatur von Schlachtschweinen. Mitteilungsblatt BAFF Kulmbach 40, 283-294.

FLACHOWSKY, G., KÜHN, K., SCHNEIDER, A. DAENICKE, R. (1997): Influence of short-term vitamin E supplementation to bulls fed different concentrates on vitamin E content in body tissues and oxidative stability of kidney fat. J. Anim.Feed Sci. 6, 439-449.

FLACHOWSKY, G., AULRICH, K., BÖHME, H., DAENICKE, R. (2000): Transgene Kost fürs liebe Vieh? Fütterungsversuche mit gentechnisch veränderten Futtermitteln. Forschungsreport 1, 32-35.

FOONG, S.C., GONZALEZ, G.L., DICKSON, J.S. (2004): Reduction and survival of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat meats after irradiation. J Food Prot. 67(1), 77-82.

Freiland-Verband: Tierhaltungsempfehlung Fisch. KT-Freiland-Verband 1040 Wien.
www.freiland.or.at/pdf/KTFL_empfehlung_fisch.pdf

FRANK, U., DASCHNER, F. (2003): Mikrobielle Gesundheitsrisiken durch konventionell- und ökologisch-produziertes Fleisch. Aus dem Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene Universitätskliniken der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. 28.

FRENCH, P., STANTON, C., LAWLESS, F., O'RIORDAN, E.G., MONAHAN, F.J., CAFFREY, P.J., MOLONEY, A.P. (2000): Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *J. Anim. Sci.* 78, 2849-2855.

FRICKER, A. (1984): Lebensmittel mit allen Sinnen prüfen. 1. Aufl., Springer Verlag, 58.

FRICKH, J. (2001): Einfluss von Haltung und Fütterung auf die Fleischqualität beim Maststier. Beitrag 8. Freiland-Tagung: Tierische Lebensmittel – Qualität beginnt im Stall. Freiland Verband, Wien 2001, 9-15.

FUNG, T.T., SCHULZE, M., MANSON, J.E., WILLETT, W.C., HU, F.B. (2004): Dietary patterns, meat intake, and the risk of type 2 diabetes in women. *Arch Intern Med.* 164(20), 2235-40.

G

GALLO, L. (1981): Mikrobiologische Aspekte bei der Kühllagerung von Schlachtgeflügel Diss. Dipl. Lm.-Ing., ETH Zürich, 1981.

GAUKEL, V. (2002): Kühlen und Gefrieren von Lebensmitteln Handbuch zur zweiten Frische-Logistig-Tagung, Hrsg: Pastors, Krefeld, 219-246.

GÄNZLE, MG., HERTEL, C., HAMMES, WP. (1996): Die antimikrobielle Wirkung von Bakteriozin-bildenden Kulturen in Fleischwaren – Modellhafte Beschreibung des Effekts von Sakacin P auf *Listeria ivanovii* DSM20750 in Abhängigkeit von pH-Wert, NaCl- und Nitritkonzentration. *Fleischwirtschaft* 76, 409-412.

GEISEN, R., LÜCKE, FK., KRÖCKEL, L. (1992): Starter and protective cultures for meat and meat productes. *Fleischwirtschaft* 72, 894-898.

GEORGE M. (2000): Management the cold chain for quality and safety. The national Food Centre, Ireland.

GEORGE, R., BHOPAL, R. (1995): Fat composition of free living and farmed sea species: implications for human diet and sea-farming techniques. *British Food Journal* 97 (8), 19-22.

GESSL, R. (2002): Die ethische Verantwortung des Landwirts – Tierschutz durch eine artgemäße Tierhaltung, In: *Freiland-Journal* (3), 2.

GILKA, J., INGR, I., PALASEK, J. (1980) : Beurteilung des Frischegrades von zu Halffertigzeugnissen bestimmtem Fleisch *Fleischwirtsch.* 60 (1), 118-122.

GILL, C.O. (1983): Meat Spoilage and Evaluation of the Potential Storage Life of Fresh Meat Journal of Food Protection 46, 444-452.

GILL, C.O. (1986): The Control of Microbial Spoilage in Fresh Meats In: Pearson A.M., T.R. (eds.): Advances in Meat Research – Meat and Poultry Microbiology, Macmillian Publishers LTD, 49-88.

GIOVANNUCCI, E., RIMM, E.B., STAMPFER, M.J., COLDITZ, G.A., ASCHERIO, A., WILLETT, W.C. (1994): Intake of fat, meat, and fiber in relation to risk of colon cancer in men. Cancer Res 54, 2390-2397.

GOETSCHEL, A.F., BOLLIGER, G. (2004): Die TIER-CD-ROM über das Tier in Gesellschaft und Recht. Stiftung für das Tier im Recht. CH-8034 Zürich. www.tierimrecht.org

GOLD, L.S., SLONE, T.H., MANLEY, N.B., AMES, B.N. (1994): Heterocyclic amines formed by cooking food: comparison of bioassay results with other chemicals in the Carcinogenic Potency Database. Cancer Lett 83, 21-29.

GOLDBOHM, R.A., van den BRANDT, P.A., van't VEER, P., BRANTS, H., DORANT, E., STURMANS, F., HERMUS, R.J.J. (1994): A prospective cohort study on the relation between meat consumption and the risk of colon cancer. Cancer Res 54, 718-723.

GONZÁLEZ, C.A., RIBOLI, E., BADOSA, J., BATISTE, E., CARDONA, T., PITA, S., SANZ, J.M., TORRENT, M., AGUDO, A. (1994) : Nutritional factors and gastric cancer in Spain. Am J Epidemiol, 1;139(5), 466-73.

GONZÁLEZ, C.J., LOPEZ-DIAZ, T.M., GARCIA-LOPEZ, M.L., PRIETO, M., OTERO, A. (1999): Bacterial Microflora of Wild Brown Trout, Wild Pike and Aquacultured Rainbow Trout. J of Food Protection 62, 1270-1277

GONZÁLEZ, C.J., SANTOS, J.A., GARCIA-LOPEZ, M.L., GONZALEZ, N., OTERO, A. (2001): Mesophilic Aeromonads in Wild and Aquacultured Freshwater Fish. J of Food Protection 64, 687-691.

GOODMAN, M.T., HANKIN, J.H., WILKENS, L.R., KOLONEL, L.N. (1992): High-fat foods and the risk of lung cancer. Epidemiology, 3, 288-299.

GÖTZE, S. (2002): Wie viel Bio wollen die Deutschen? Das Marktpotenzial für Produkte aus dem kontrolliert ökologischen Landbau: Eine Analyse und Quantifizierung unter psychologischen, soziologischen und ökonomischen Aspekten. ZMP Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land-, Forst u. Ernährungswirtschaft GmbH (Hrsg.), Bonn.

GRAHAM, A., HAUGHEY, B., MARSHALL, J., BRASURE, J., ZIELEZNY, M., FREUDENHEIM, J., WEST, D., NOLAN, J., WILKINSON, G. (1990): Diet in the epidemiology of gastric cancer. Nutr Cancer 13, 19-34.

GRAVERT, H.O., PABST, K., ORDOLFF, D., TREITEL, U. (1989): Milcherzeugung im alternativen Landbau. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 41 (3).

Greenpeace (2004): Neue Kennzeichnung für Gentech-Lebensmittel.
http://www.greenpeace.at/uploads/media/kennz_neu_04.pdf

Greenpeace (6/2004): Wie kommen die Gene in die Milch? V.i.S.d.P.: Dr. Christoph Then.
http://www.greenpeace.at/uploads/media/FS_Gene_in_der_Milch.pdf

GUHE, M. (1991): Genetische und produktionstechnische Analyse des Schlachtkörperwertes und der Fleischqualität von Jungbullen. Dissertation, Universität Kile, Schriftenreihe 68.

GUILLÉN, I., BERLANGA, J., VALENZUELA, C.M., MORALES, A., TOLEDO, J., ESTRADA, M.P., PUENTES, P., HAYES, O., DE LA FUENTE, J. (1999) : Safety evaluation of transgenic tilapia with accelerated growth. *Marine Biotechnology*, 1, 2-14.

H

HACKER, G.W., SIEBENHÜNER, G., FEGERL, S., JIRIKOWSKI, G. (2004): Efficient nutritional therapy in a case of psoriasis. In Vorbereitung.

HACKER, G.W., SIEBENHÜNER, G., FEGERL, S., JIRIKOWSKI, G. (2004): Serum IgG antibodies against nutritional constituents in atopic dermatitis. In Vorbereitung.

HACKER, G.W., SIEBENHÜNER, G., FEGERL, S., JIRIKOWSKI, G. (2004): Anti nutritional protein IgG antibodies and therapeutic consequences: Influence on migraine-related symptoms. In Vorbereitung.

HAMMER, R.E., PURSEL, V.G., REXROAD, JR, C.E., WALL, R.J., BOLT, D.J., EBERT, K.M., PALMITER, R.D., BRINSTER, R.L. (1985): Production of transgenic rabbits, sheep and pigs by microinjection. *Nature*, 315, 680-683.

HAMMES, WP., HALLER, D. (1998): Wie sinnvoll ist die Anwendung von Probiotika in Fleischwaren? *Fleischwirtschaft* 78, 301-306.

HANSEN, EB. (2002): Commercial bacterial starter cultures for fermented foods of the future. *Int J Food Microbiol* 87, 119-131.

HANSSON, L.E., NYRÈN, O., BERGSTRÖM, R., WOLK, A., LINDGREN, A., BARON, J., ADAMI, H.O. (1993): Diet and risk of gastric cancer. A population-based case-control study in Sweden.

HEATON, S. (2001): *Organic Farming, Food Quality and Human Health - A Review of the Evidence*. Soil Association, Bristol, Great Britain, 87.

HELMUTH, R. (1999): Einsatz antimikrobiell wirksamer Substanzen in der Veterinärmedizin. *Bundesgesundheitsblatt* 42, 26-34.

HEW, C.L., FLETCHER, G. (1997): Transgenic fish for aquaculture. *C & I Magazine* (<http://ci.mond.org/9708/970812.html>).

HILBERT, F., SMULDERS, F. (2000): Kälte ist kein vollständiger Schutz. *Fleischwirtschaft* 12, 26-28.

HILGE, V. (1998) : Entwicklung, Umweltauswirkung, Verbesserung der Produktqualität. Fischer & Teichwirt 3, 84-87.

HILGE, V. (2001): Nährstoff-Einträge aus der deutschen Aquakultur in die Ostsee. Inf. Fischwirtsch. Fischereiforsch. 48, 171-173.

HOFFMANN, M. (1997): Vom pH-Wert zum Pyhysiogramm. In: M. Hoffmann (Hrsg.): Vom Lebendigen in Lebensmitteln. Alternative Konzepte 92, 62-69, Deukalion Verlag, Holm.

HOFMANN, K. (1986): Ist Fleischqualität meßbar? In: Chemisch - physikalische Merkmale der Fleischqualität. Kulmbacher Reiche, 6, 1-17.

HOLZAPFEL, WH., GEISEN, R., SCHILLINGER, U. (1995): Biological preservation of foods with reverence to protective cultures, bacteriocines and food-grade enzymes. Int J Food Microbiol 24, 343-362.

HU, F.B., BRONNER, L., WILLETT, W.C., STAMPFER, M.J., REXRODE, K.M., ALBERT, C.M., HUNTER, D., MANSON, J.E. (2002): Fish and omega-3 fatty acid intake and risk of coronary heart disease in women. Jama 10;287(14), 1815-21.

HUGAS, M. (1998): Bacteriogenic lactic acid bacteria for the biopreservation of meat and meat productes. Meat Sci 49, 139-150 Suppl.1.

HÜHNE, K., AXELSSON, L., HOLCK, A., KRÖCKEL, L. (1996): Analysis of the sakacin P gene cluster from *Lactobacillus sake* Lb674 and ist expression in sakacin-negative *Lb. sake* strains. Microbiology 142, 1437-1448.

HUIJBREGTS, P.P., FESKENS, E.J., KROMHOUT, D. (1995): Dietary patterns and cardiovascular risk factors in elderly men: the Zutphen Elderly Study. Int J Epidemiol. 24(2), 313-20.

I

IDEL, A., MATHES, M. (2004): Die falschen Ziele - Warum die Tierzucht ökologisiert werden muß. In: Der Kritische Agrarbericht 2004, 197-202.

IDEL, A. (2001): Vom Produkt-Design zur Designer-Kuh – Die landwirtschaftliche (Aus)Nutzung der Tiere, In: Den Tieren gerecht werden: zur Ethik und Kultur der Mensch-Tierbeziehung, Tierhaltung Band 27, Witzenhausen, 33-51.

IFOAM (2000) Basis-Richtlinien für ökologische Landwirtschaft und Verarbeitung, 13. vollständig überarbeitete Auflage verabschiedet von der IFOAM-Generalversammlung in Basel, Schweiz, September 2000, <http://www.ifoam.org>

International Agency for Research on Cancer (1973): Certain polycyclic aromatic hydrocarbones and heterocyclic compounds. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Vol 3§. IARC, Lyon.

International Consultative Group on Food Irradiation (ICGFI): Facts about food irradiation. Wien, No. 1-14 (1991). Deutsche Übersetzung: Informationen zur Lebensmittelbestrahlung, Wien (1994).

J

JACOBSEN, T., KOCH A.G., GRAVESEN, A., KNÖCHEL, S. (2002): Biocontrol of class IIa bacteriocin sensitive and resistant *Listeria monocytogenes* in sliced meat products. Proceedings 18th Int ICFMH Symp, Lillehammer, Norway, 131.

JAHREIS, G., FRITSCHKE, J., STEINHART, H. (1996): Monthly variations of milk composition with special regard to fatty acids depending on season and farm management systems- conventional versus ecological. *Fett/Lipid* 98, 356-359.

JAHREIS, G. (1997): Krebshemmende Fettsäuren in Milch und Fleisch. *Ernährungsumschau* 44, 168-172.

JAMES, C. (2003): Preview: Global Status of Commercialized Transgenic Crops: 2003. *ISAAA Briefs* No. 30. ISAAA: Ithaca, NY.

JELLINEK, G. (1985): *Sensory Evaluation of Food (Theory and Practice)*. Ellis Horwood Ltd., Chichester

JEROCH, H., STROBEL, E., ZACHMANN, R., MATZKE, W. (2001): Energie- und Rohproteinbedarf von für die ökologische Nutzungsrichtung vorgesehenen Geflügelherkünften unter besonderer Berücksichtigung des Einsatzes einheimischer und alternativer Eiweißträger aus dem ökologischen Anbau im Raum Sachsen-Anhalt. Abschlussbericht 1997-2000, Agrarökologisches Institut., Universität Halle-Wittenberg, 17-43.

JI, B.T., CHOW, W.H., GRIDLEY, G., MCLAUGHLIN, J.K., DAI, Q., WACHOLDER, S., HATCH, M.C., GAO, Y.T., FRAUMENI, J.F. (1995): Dietary factors and the risk of pancreatic cancer: a case-control study in Shanghai, China. *Cancer Epidemiol Biomarker Prev*, 4, 885-893.

JÖCKEL, J. (2002): Temperatur- und Atmosphärisch geführte Transporte Handbuch zur ersten Frische-Logistik-Tagung Duisburg, Juli, 2002, 391-400.

JOHNSON, B.C., METTA, V.C. (1956): Effect of irradiation sterilization on nutritive value of protein and energy of food. *Fed Proc.* 15(3), 907-9.

JONAS, D. A., ELMADFA, I., ENGEL, K. H., HELLER, K. J., KOZIANOWSKI, G., KÖNIG, A., MÜLLER, D., NARBONNE, J. F., WACKERNAGEL, W. KLEINER, J. (2001): Safety considerations of DNA in food. *Ann. Nutr. Metab.* 45, 1-20.

K

KAMPELMACHER, E.H. (1983): Lebensmittelbestrahlung - eine neue Technologie zur Haltbarmachung und zur hygienischen Sicherung von Lebensmitteln. *Fleischwirtschaft* 63, 1677-1686.

KAMPHUES, J. (2001): Wissenschafts-Ressekonferenz zum Thema "Antibiotika in der Tiermast", Bonn.

KANNY, G., PUYGRENIER, J., BEADOIN, E., MONERET-VAUTRIN, D.A. (1994): Alimentary Anaphylactic Shock – Implications for penicillin residues. *Allerg Immunol* 26, 191-193.

KASPER, U. (1999): Sauwohl, gesund und produktiv bei strenger Hygiene. *Bauernzeitung* 15, 60-61.

KAPLAN, H.F. (1993): Leichenschmaus – ethische Gründe für eine vegetarische Ernährung, *rororo Sachbuch* Nr. 9513, Rowohlt Verlag, Reinbek.

KAPLAN, H.F. (1994): Interview mit der Zeitschrift *Gaia*, II u. III/1994, zit. *Anima* 3, 4.

KATLA, T., MORETRO, T., SVEEN, I. ET AL. (2002): Inhibition of *Listeria monocytogenes* in chicken cold cuts by addition of sakacin P and sakacin P-producing *Lactobacillus sakei*. *J Appl Microbiol* 93, 191-196.

KEANE, M.G., ALLEN, P. (1998): Effect of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. *Livest. Prod. Sci.* 56 (3), 203-214.

KERR, D.E., PLAUT, K., BRAMLY, A.J., WILLIAMSON, C.M., LAX, A.J., MOOR, K., WELLS, K.D., WALL, R.J. (2001): Lysostaphin expression in mammary glands confers protection against staphylococcal infection in transgenic mice. *Nature Biotechnology*, 19, 66-69.

KLEER, J., HILDEBRANDT, G. (2002): Bedeutung der Predictive Microbiology zur Risikominimierung bei der Lebensmittelherstellung *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz* 2002, 45, 474-483.

KLIMA, H., KATZINGER, R. (1995): Photonenemission von Rindfleisch unterschiedlicher Schlachtarten. Nach Auftrag von ORF-Redaktion „Argumente“.

KLOTZ, A., MAYER, J., EINSPANIER, R. (2002): Degradation and possible carry over of feed DNA monitored in pigs and poultry, *Eur Food Res. Technol*, 214, 271-275.

KÖHLER, B., FÖLSCH, D.W., STRUBE, J., LANGE, K. (2000): The influence of housing systems on the egg quality under particular consideration of the elements fresh grass and lighting conditions. *Proceedings of the 13th International IFOAM Scientific Conference, August 2000 in Basel*. Edts.: Thomas Alföldi, William Lockeretz, Urs Niggli, 289-292.

KONRAD, S. (1998): Vom biologischen Typus der Tierarten zur artgemäßen Haltungsumwelt. 'Nutztierzucht am Scheideweg', *Nationalparkakademie Hohe Tauern*, 38-46.

KÖPKE, U. (1994): Nährstoffkreislauf und Nährstoffmanagement unter dem Aspekt des Betriebsorganismus. In: Mayer, J., Faul, O., Ries, M., Gerber, A., Kärcher, A. (Hrsg.): *Ökologischer Landbau - Perspektive für die Zukunft*. Stiftung Ökologie & Landbau, Bad Dürkheim, 54-113.

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.

KOUBA, M. (2002): Quality of organic animal products. INRA Productions Animales 15(3), 161-169.

KOUTSOUMANIS, K.P., TAOUKIS, P.S., DROSINOS, E. H., NYCHAS, G.-H. (2000): Applicability of an Arrhenius Model for the combined effect of temperature and CO₂ Packaging on the spoilage microflora of fish. Appl. and Environmental Microb., 3528 – 3534.

KRÄMER J. (1997): Lebensmittel-Mikrobiologie. 3. Aufl., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart

KRESKEN, M., HAFNER, D., von ROSENSTIEL, N. (1999): Zeitliche Entwicklung der Antibiotikaresistenz bei klinisch wichtigen Bakterienspezies in Mitteleuropa. Bundesgesundheitsblatt 42, 17-25.

KREYENSCHMIDT, J., LOHMEYER, K., STAHL, N. (2002a): Charakterisierung des Verderbs von Frischfleisch. Fleischwirtschaft 10/ 2002, 108 – 111.

KREYENSCHMIDT, J., REICHSTEIN, R. (2002b): Produktbegleitende Frischeüberwachung Poster im Rahmen der 2 „Frische-Logistik-Tagung“, Okt. 2002, Krefeld

KRÖCKEL, L. (1995): Bacterial fermentation of meats. In: G. Campbell-Platt, PE Cook (eds) Fermented Meats. Blackie Academic and Professional, London, Weinheim, New York.

KRÖCKEL, L. (1998): Biokonservierung von Fleischerzeugnissen. In: Senat der Bundesforschungsanstalt im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.) Schwerpunkt: Biotechnologie rund um's Tier. Forschungsreport 2/1998, 26-29.

KRÖCKEL, L. (1998): Biopreservation of vacuum-packaged sliced Bologna-type sausage by lactobacilli. 3rd Karlsruhe Nutrition Symposium "European Research towards Safer and Better Food, 18.-20. October 1998, Proceedings Part 2, 228-231.

KRÖCKEL L., HECHELMANN H. (1998): Mikrobiologie der Kühlung, Kühlungslagerung und Fleischreifung In: Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach (Hrsg.): Kühlen, Zerlegen, Kühlungslagerung, Reifung – Einfluss auf die Fleischqualität, Kulmbacher Reihe, Band 15, 35-57.

KRÖCKEL, L. (1999): Natural barriers for use in biopreservation-Bacteriocinogenic lactic acid bacteria may inhibit pathogenes. Fleischwirtschaft International 2/99, 36-38.

KRÖCKEL, L. (1999): Molecular and practical aspects of bacteriocinogenic, lactic acid bacteria from meats. Abstract, in: Bacteriocins: Progress in Food Application and Regulatory Aspects; Workshop in Horsholm, Denmark, November 7-9, 1999, 10-11.

KRÖCKEL, L. (2003): Nutzbarmachung mikrobiologisch-genetischer Ressourcen zur Biokonservierung von Fleischerzeugnissen. Fleischwirtschaft 83, 65-69.

KUHNERT, H. (2002): Boom durch BSE? Studie zur Nachfrage nach Öko-Lebensmitteln. B&B Agrar 55 (5), 161-166.

KUNZ, B. (1994): Grundriss der Lebensmittelmikrobiologie, 2. Aufl., Behr's Verlag, Hamburg.

L

LABUZA, T.P., FU, B. (1995): Use of time/temperature integrators, predictive microbiology, and related technologies for assessing the extent and impact of temperature abuse on meat and poultry products *Journal of Food Safety* (15) 3, 201-227.

LABUZA T. P. (2002): Determination of the Shelf Life of Foods Internet: www.fsci-umn.edu/Ted_Labuza/papers; Papers and Book Chapters.

LAMBERT, A. D., SMITH, J. P., DODDS, K. L. (1991): Shelf life extension and microbiological safety of fresh meat – a review. *Food Microbiology* (8), 267-297.

LAMBING, K. (1992): Nutzung der "low-level-luminescence"-Meßtechnik zur Untersuchung von Lebensmitteln. Universität Kaiserslautern.

LANGENHOFF, M., DAENICKE, R., KÖHLER, P., MEYER, U., FLACHOWSKY, G. (2003): Einfluss von zwei Silomaishybriden auf die Mast- und Schlachtleistung von Jungbullen. *Landbauforschung Völkenrode* 53 (im Druck).

LAYTON, D.W., BOGEN, K.T., KNIZE, M.G., HATCH, F.T., JOHNSON, V.M., FELTON, J.S. (1995): Cancer risk of heterocyclic amines in cooked foods: an analysis and implications for research. *Carcinogenesis* 16, 39-52.

LEAK, F. W. (2000): Quality changes in Ground beef during distribution and storage, and determination of Time- Temperature-Indicator (TTI) characteristic of ground beef University of Florida Institute of food and Agricultural Sciences Internet: www.vitsab.com, Stand: April 2003.

LEISTNER, L. (1987): Zukunft der Konservierung von Lebensmitteln, insbesondere Fleisch, durch Bestrahlung. *Fleischwirtschaft* 67, 900-908.

LESMEISTER, S. (2000): Bestimmung von Carotinoiden und Fettsäuremethylestern zu Nachweis der Qualität von Hühnereiern. Diplomarbeit, Fachhochschule Fulda, FB Lebensmitteltechnologie (zitiert nach Köhler, B., (2000), 127).

LETELLIER, P.R., NAWAR, W.W. (1972): 2-alkylcyclobutanones from the radiolysis of triglycerides. *Lipids*, 7, 75-76.

LETTMAN, T., KREYENSCHMIDT, J., KUNZ, B., PETERSEN, B., HAARER, D. (2003): Charakterisierung des Parameterspektrums von Zeit-Temperatur-Integratoren (TTI's) am Beispiel von verpacktem Frischfleisch. *Fleischwirtschaft*, Mai, 2003.

LO, D., PURSEL, V., LINTON, P.J., SANDGREN, E., BEHRINGER, R., REXROAD, C., PALMITER, R.D., BRINSTER, R.L. (1991): Expression of mouse IgA by transgenic mice, pigs and sheep. *European Journal of Immunology*, 21, 1001-1006.

LOHSONTHORN, P., DANVIVAT, D. (1995): Colorectal cancer risk factors: a case-control study in Bangkok. *Asia Pac J Public Health*, 8, 118-122.

LORENZ, M. G., WACKERNAGEL, W. (1994): Bacterial gene transfer by natural genetic transformation in the environment. *Microbiol. Rev.* 58, 563-602.

v. LUKOWICZ, M. (1999): Die deutsche Forellenproduktion in Europa – Situation und Probleme. Arbeiten des deutschen Fischerei-Verbandes, Heft 72.

LU, J.B., QIN, Y.M. (1987): Correlation between high salt intake and mortality rates for oesophageal and gastric cancers in Henan Province, China. *Int J Epidemiol*, 16, 171-176.

LUND, P. (1991): Characterization of alternatively produced milk. *Milchwissenschaft* (3), 46.

LÜCKE, FK., HECHELMANN, H., LEISTNER, L. (1982): Botulismus nach Verzehr von Rohschinken, Experimentelle Untersuchungen. *Fleischwirtschaft* 62, 1-4.

LÜCKE, F.K., TROEGER, K. (1998): Fleischhygiene: Mikrobiologische Risiken In: Brandscheid, W., Honikel, K.O., von Lengerken, G., Troeger, K. (Hrsg.): *Qualität von Fleisch und Fleischwaren*, Band 2, Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main, 439-505.

LYON, J.L., SLATTERY, M.L., MAHONEY, A.W., ROBISON, L.M. (1993): Dietary intake as a risk factor for cancer of the exocrine pancreas. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2(6), 513-8.

M

MANDELL, I.B., BUCHANAN-SMITH, J.G., CAMPBELL, C.P. (1998): Effects of forage vs grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-Cross Steers when time on feed is controlled. *J. Anim. Sci.* 76, 2619-2630.

MANGELS, R. (1998): Feeding Vegan Kids, VRG Nutshell, ><http://www.vrg.org/nutshell/kids.htm>< vom 13.08.1998.

van MANSVELT, J. D. (2001): Sind Ökolebensmittel qualitativ besser? *Ökologie und Landbau* 117, 6-10.

MARCKMANN, P., (2000): Organic foods and allergies, cancers and other common diseases – present knowledge and future research. In: Alföldi, Th., W. Lockeretz & U. Niggli (ed.): *Proceedings of the 13th IFOAM Scientific conference 28-31 August 2000 in Basel*. Zürich, Switzerland, 312.

MARK, L., KONDACS, A., HANYECZ, V. (1997): Cardiovascular risk factors: comparison of a Hungarian community with Germany. *Wien Klin. Wochenschr.* 19;109(17), 683-7.

MATTHES, H.D., PASTUSHENKO, V. (1999): Einfluss der landwirtschaftlichen Produktionsweise auf den Fettsäuregehalt des Fleisches. *Ernährungs-Umschau* 46:335-338. MAZEL, D., DAVIES, J. (1999): Antibiotic resistance in microbes. *Cell.Mol. Life Sci.* 56, 742-754.

McMULLEN, LM., STILES, ME. (1996): Potential for use of bacteriocin-producing lactic acid bacteria in the preservation of meats. *J Food Protect*, 64-71 Suppl.

MEAD, G.C., ADAMS, B.W., HAQUE, Z. (1982): Vorkommen, Ursprung und Verderbspotential psychrotropher Enterobacteriaceae auf verarbeitetem Geflügel. *Fleischwirtsch.* 62 (9), 1173-1177.

MEIER, M.S., TEUFEL, J., HILBECK, A., TAPPESER, B. (2003): *Transgene Tiere: Nutzung, Risiken und Möglichkeiten der Risikovermeidung*. Umweltbundesamt Berlin.

MENDONCA, A.F., ROMERO, M.G., LIHONO, M.A., NANNAPANENI, R., JOHNSON, M.G. (2004): Radiation resistance and virulence of *Listeria monocytogenes* Scott A following starvation in physiological saline. *J Food Prot.* 67(3), 470-4.

MEYER, C. (1989): Freilandhaltung bei Schweinen unter besonderer Berücksichtigung der Tiergesundheit. Kassel: Gesamthochschule, Diplomarbeit.

MITCHELL, A.D., PURSEL, V.G. (2001): Effects of dietary conjugated linoleic acid on growth and body composition of control and IGF-1 transgenic pigs. *The FASEB Journal*, 15(5), 961.

MOJE M. (1998): Kühllagerungsverfahren für Frischfleisch. *Fleischwirtschaft* (79), 2, 84-87.

MØLGAARD, J. P., 2000. Nutrients, secondary metabolites and foreign compounds in organic foods. In: ALFÖLDI, Th., W. LOCKERETZ & U. NIGGLI (ed.): Proceedings of the 13th IFOAM Scientific conference 28-31 August 2000 in Basel. Zürich, Switzerland, 313.

MOLINS, R. (2001): *Food Irradiation - Principles and Applications*, Wiley-Interscience, New York/Weinheim.

MÖLLER, K. (2000): Frische erhalten und verbessern Empfehlungen für kühlpflichtige und leicht verderbliche Fleischwaren, Fleisch und Wurst. *Fleischwirtschaft* 5, 39-42.

MORTENSEN, B. (1994): Outdoor pig production in Denmark. *Pig News and Information* Vol. 15, No. 4, 117N-120N.

MOSER, U. (2000): Langkettige w.3Fettsäuren. *Ernährung/Nutrition*, 24(10), 426.

MUIR, W.M., HOWARD, R.D. (2002): Assessment of possible ecological risks and hazards of transgenic fish with implications for other sexually reproducing organisms. *Transgenic Research*, 11, 101-114.

MÜLLER, G., WEBER, H. (1996): *Mikrobiologie der Lebensmittel – Grundlagen*. 8.Aufl., Behr's Verlag, Hamburg.

MYERS, G.J., DAVIDSON, P.W., COX, C., SHAMLAYE, C.F., PALUMBO, D., CERNICHIARI, E., SLOANE-REEVES, J., WILDING, G.E., KOST, J., HUANG, L.S., CLARKSON, T.W. (2003): Prenatal methylmercury exposure from ocean fish consumption in the Seychelles child development study. *Lancet*. 17;361(9370), 1686-92.

N

Naturland: Richtlinien für die ökologische Aquakultur vom Naturland-Verband für naturgemäßen Landbau e.V., Fassung 12/2002

NENTWIG, B. (1991): Kann die Fütterung die Fleischfülle und -qualität des Mastschweins beeinflussen? *Bioland* 3, 8.

NETTLETON, J.A., EXLER, J. (1992): Nutrients in wild and farmed shellfish. *Journal of Food Science* 57, 257-260.

NEUMAYR, L. (1980): Bedeutung der Keimzahl. In: Kulmbacher Reihe, Bd. 1 „Themen aus der Mikrobiologie, Hygiene und dem Lebensmittelrecht“ (Hrsg. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach), 27-40.

el NEZAMI, H.S., CHREVATIDIS, A., AURIOLA, S., SALMINEN, S., MYKKÄNEN, H. (2002): Removal of common Fusarium toxins in vitro by strains of Lactobacillus and Propionibacterium. Food Addit. Contamin. 19, 680-686.

NIETO-LOZANO, J.C., REGUERA-USEROS, J.I., PELAEZ-MARTINEZ, M.C. ET AL. (2002): Bacteriocinogenic activity from starter cultures used in Spanish meat industry. Meat Sci 62, 336-342.

NILSSON, L., GRAM, L., HUSS, H.H. (1999): Growth control of *Listeria monocytogenes* on cold smoked salmon using a competitive lactic acid bacteria flora. J Food Protect 62, 336-342.

O

ÖKO-TEST (1997): Für Maus und Menschen. Ein Testbericht im Sonderheft 21: Essen und Trinken. Test: Käse. ÖKO-Test Verlag GmbH, Frankfurt.
www.oekotest.de/cgi/ot/otgs.cgi?suchtext=k%E4se&doc=3548

OLIVA-TELES, A., GONÇALVES, P. (2001) : Partial replacement of fishmeal by brewers yeast in diets for sea bass juveniles. Aquaculture 202, 269-278.

OSTERMEYER, U. (2003): Bewertung von Fischen aus ökologischer und konventioneller Produktion. Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel. Forschungsbereich Fischqualität, Hamburg.

OTWELL, W.S., RICKARDS, W.L. (1981/82): Cultured and wild American eels: Fat content and fatty acid composition. Aquaculture 26, 67-76.

P

PABST, K. (2002): Auch ÖKO-Milch hat hohe Qualität. Bundesanstalt für Milchforschung, Kiel 2002.

PAIGE, C., TOLLEFSON, L., MILLER, M. (1997): Public Health Impact on Drug Residues in Animal Tissues. Vet Human Toxicol 39, 162-169.

PANDIAN, T.J., VENUGOPAL, T., KOTEESWARAN, R. (1999): Problems and prospects of hormone, chromosome and gene manipulations in fish. Current Science, 76(3), 396-386.

PASTUSHENKO, V., MATTHES, H.D., HEIN, T., HOLZER, Z. (2000): Impact of cattle grazing on meat fatty acid composition in relation to human nutrition. Proceedings of the 13th International IFOAM Scientific Conference, August 2000 in Basel. Edts.: Thomas Alföldi, William Lockeretz, Urs Niggli.

- PESCHKE, W., GEHRA, H., SCHMIDT, H., ZIEGLER, F., OPPERMAN, P., RAHBAUER, P. (1994): Schweinefleisch aus konventioneller und ökologischer Produktion – ein Vergleich. Informationen und Hinweise der Bayr. Landesanstalt für Tierzucht und des Tiergesundheitsdienstes Bayern e. v., Sonderheft.
- PETERSEN, B., KUNZ, B. (2001): „Qualität durch Frische“ Lebensmittel: Schweinefleisch Poster im Rahmen der Präsentation: “Verbraucherschutz durch Agrarforschung – Beiträge zur Lebensmittelsicherheit und Qualität“ auf dem Münsterplatz in Bonn 25.05.-26.05.2001.
- PETERSON, D.G., KELSEY, J.A., BAUMANN, D.E. (2002): Analysis of variation in *cis*-9, *trans*-11 conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat of dairy cows. J. Dairy Sci. 85, 2164-2172.
- PHIPPS, R. H., DEAVILLE, E.R., MADISSON, B.C. (2003): Detection of transgenic and endogenous plant DNA in rumen fluid, duodenal digesta, milk, blood, and feces of lactating dairy cows. J Dairy Sci. 86(12), 4070-8.
- PICHARDT, K. (1998): Lebensmittelmikrobiologie: Grundlagen für die Praxis. 4.Aufl., Berlin: Springer Verlag.
- PICHNER, R. (1999): Untersuchungen an frischem und gelagertem Schweinefleisch zur Evaluierung geeigneter Frischeparameter. Diss. vet.med., München.
- PLESS, P., REISINGER, T. (1995): Einsatz der Impedanz-Splitting-Methode zur schnellen Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes auf Schlachttierkörpern Fleischwirtsch. 75 (9), 1149 – 1152.
- PLOCHBERGER, K. (1989): Feeding Experiments. A Criterion for Quality Estimation of Biologically and Conventionally Produced Foods. Agriculture, Ecosystems and Environment, 27, 419-428, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- PLONAIT, H. (1997): Einfluß der Haltungsbedingungen auf das Krankheitsgeschehen. In: Plonait, H. und Bickhardt, K. (Hrsg.): Lehrbuch der Schweinekrankheiten, 2. Aufl. Berlin: Parey-Verlag, 11-34.
- PLUHAR, E. (1988a): Is There a Morally Relevant Difference Between Human and Animal Nonpersons? Journ. of Agric. Ethics, 1988, 1, 59-68.
- PLUHAR, E. (1988b): When is it Morally Acceptable to Kill Animals? Journ. of Agric. Ethics, 1988, 3, 211-224.
- PLUHAR, E. (1995): Beyond Prejudice. The Moral Significance of Human and Nonhuman Animals. Duke University Press, Durham, NC, USA, 1995; zit. REGAN, T.: Book Review, Journ. of Agric. Ethics, 1997, 1, 79-82.
- POONI, G.S., MEAD, G.C. (1984): Prospective use of temperature function integration for predicting the shelf-life of non- frozen poultry-meat products Food Microbiology 1, 67-78
- POPP, F.A., RUTH, B. (1977): Analysis of the ultraweak luminescence radiation from biological systems with emphasis on the importance in drug research (author's transl) Arzneimittelforschung. 27(5), 933-40.

PÖTZELBERGER, D., PAULSEN, P., HELLOWIG, E., BAUER, F. (1997): Erhebung zur Haltbarkeit und Haltbarkeitsbewertung von Frischfleisch. *Fleischwirtschaft* 77 (12) 1086 – 1089.

R

REGAN, T. (1983): *The Case for Animal Rights*. Univ.of California Press, Berkeley.

REGEZ, P., GALLO, L., SCHMITT, R. E., SCHMIDT-LORENZ, W. (1988): Microbial Spoilage of Refrigerated Fresh Broilers III. Effect of Storage Temperature on the Microbial Association of Poultry Carcasses. *Lebensm.-Wiss. u. Technol.* (21), 229-233.

REINSCHMIDT, B., JÖCKEL, J., HILDEBRANDT, G. (1992): Impedanzmessgeräte in der Routinediagnostik *Lebensmitteltechnik* (24) 12, 58-60.

REUTER, G. (1996): Mikrobiologie des Fleisches. In *Mikrobiologie der Lebensmittel, Fleisch und Fleischerzeugnisse* Behrs Verlag, Hamburg.

RIBOLI, E., DECLOITRE, F. (1996): Interduction á l'étude des relations entre alimentation et cancer. In : *Alimentation et cancer : évaluation des données scientifiques*. Riboloi E, Decloitre F et Collet-Ribing C (eds.) Lavoisier Technique & Documentation, Paris.

RICHTER, M., FEHLHABER, K., BRAUN, P. (1998): Haltbarkeitsprobleme bei Lebensmitteln durch mikrobielle Enzyme *Fleischwirtsch.* 78 (4), 366-368.

RIEGLER, J. (1988): Zukunft für die Bauern. Manifest für eine ökosoziale Agrarpolitik in Österreich. Sonderdruck *Agrarische Rundschau* und Sonderausgabe Förderungsdienst Nr. 5a, BMfLuF, Wien.

RISCH, H.A., JAIN, M., CHOI, N.W., FODOR, G., PFEIFFER, C.J., HOWE, G.R., HARRISON, L.W., CRAIB, K.J.P., MILLER, A.B. (1985): Dietary factors and the incidence of cancer of the stomach. *Am J Epidemiol*, 122, 947-959.

RIST, S., RIST, L., RIST, M. (2002): UHT-Biomilch: ein Schritt in die falsche Richtung ? Beiträge zur Förderung der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise, Nr. 3, 2-13. *Suhr*.

RISTIC, M. (2000): Sensorische und chemische Kriterien des Broilerfleisches verschiedener Herkunft aus alternativer Haltung und Fütterung. *Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Fleischforschung* 39, 769-772.

RISTIC, M., DAMME, K. (2002): Fütterung mit Rationen nach Öko-Bedingungen: Veränderungen der Schlachtkörper- und Fleischqualität von langsam wachsenden Broilerlinien. *Fleischwirtschaft* 82, 115.

RODGERS, S. (2001): Preserving non-fermented refrigerated foods with microbial cultures – a review. *Trends Food Sci Tech* 12, 276-284.

ROTTKA, H., THEFELD, W. (1985): Gesundheit und vegetarische Ernährungsweise. *Aktuelle Ernährung*, 1984, 209 - 216.

ROTTKA, H. (1990): Die Berliner Vegetarierstudie. Vortrag und Beilage zur Tagungsmappe am Symposium „Gesünder Leben“, Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Wien, 27.-29.9.1990.

RUSSELL, S. M. , FLETCHER, D.L., COX, N. A. (1992): A rapid method for determination of temperature abuse of fresh broiler chicken Poultry Science 71, 1391 – 1395.

S

SAFRAN, N., AIZENBURG, D.V.M., BARK, H. (1993): Paralytic syndrome attributed to lasalocid residues in commercial ration fed to dogs. JAVMA 202, 8.

SAMBRAUS, H.H. (1997): Grundbegriffe im Tierschutz, In: Das Buch vom Tierschutz, Sambraus, H.H. und A. Steiger (Hrsg.), Enke Verlag, Stuttgart, 30-39.

SANCHEZ-DIEZ, A., HERNANDEZ-MEJIA, R., CUETO-ESPINAR, A. (1992): Study of the relation between diet and gastric cancer in a rural area of the province of Leon, Spain. Eur J Epidemiol, 8, 233-237.

SARGENT, J.R., TACON, A.G.J. (1999): Development of farmed fish: a nutritionally necessary alternative to meat. Proc. of the Nutrition Society 58, 377-383.

SCAN (2000): Opinion of the Scientific Committee on Animal Nutrition on the Dioxin contamination of feedstuffs and their contribution to the contamination of food of animal origin. European Commission, Health and Consumer Protection Directorate-General, 60.

SCF - Scientific Committee on Food (2002b): Opinion of the Scientific Committee in Animal Nutrition on the use of anthraxanthin in feedingstuffs for salmon and trout, laying hens, and other poultry. 17. April 2002.

SCHILLINGER, U., LÜCKE, FK. (1998): Antibacterial activity of *Lactobacillus sake* isolated of meat. Appl Environ Microbiol 55, 1901-1906.

SCHILLINGER, U., GEISEN, R., HOLZAPFEL, WH. (1996): Potential of antagonistic microorganism and bacteriocins for the biological preservation of foods. Trends Food Sci Tech 7, 158-164.

SCHILLINGS-SCHMITZ (2002): Anforderung an die Frischelogistik in der Nahrungskette zwischen Qualitätsmanagement und Wirtschaftlichkeit Tagungshandbuch zur 1 Frische-Logistik-Tagung. Hrsg. P. Pastors, Juli, 2002, Duisburg.

SCHNEIDER, M. (1992): Tiere als Konsumware? Gedanken zur Mensch-Tier-Beziehung. In: Schneider, M. und Karrer, A. (Hrsg.): Die Natur ins Recht setzen. Ansätze für eine neue Gemeinschaft allen Lebens. Alternative Konzepte Nr. 82, Verlag C.F.Müller, Karlsruhe.

SCHNEIDER, M. (1997): Langsamer – Näher – Weniger – Schöner: Wege aus der Wohlstandsfalle. Universitas 52 (609) 241-249.

SCHNEIDER, M. (1999): Neun Gründe für eine artgemäße und ökologische Tierhaltung in der Landwirtschaft, In: Artgemäße Rinderhaltung, Stiftung Ökologie & Landbau, Ökologische Konzepte, 77, 4. unveränderte Auflage, Bad Dürkheim, 9-21.

SCHOLZ, T. (1999): Parasites in cultured and feral fish. *Veterinary Parasitology* 84, 317-335.

SCHUBBERT, R., LETTMANN, C., DOERFLER, W. (1994): Ingested foreign (phage M13) DNA survives transiently in the gastrointestinal tract and enters the bloodstream of mice. *Mol Gen Genet.* 242(5), 495-504.

SCHULENBURG, J. (1997): Möglichkeiten und Grenzen der Impedanztechnik unter besonderer Berücksichtigung der Gesamtkeimzahlbestimmung Diss. vet.med, Berlin, 1997.

SCHULTE, U. (1995): Bestrahlung von Lebensmitteln. *Fachberater* 45(4), 215-227.

SCHUURMAN, A.G., VAN DEN BRANDT, P.A., DORANT, E., GOLDBOHM, R.A. (1999): Animal products, calcium and protein and prostate cancer risk in the Netherlands Cohort Study. *Br J Cancer*, 80, 1107-1113.

SCHWÄGELE, F. (1998): Kühlung, Kühllagerung und Fleischreifung - chemische und physikalische Grundlagen In: Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach (Hrsg.): Köhlen, Zerlegen, Kühllagerung, Reifung – Einfluss auf die Fleischqualität, Kulmbacher Reihe, Band 15, 7-35.

SCHWÖRER, D. (2001): Magerfleischanteil als Qualitätsparameter – Ist eine Bezahlung danach gerechtfertigt?. 8. Freilandtagung 2001: Tierische Lebensmittel – Qualität beginnt im Stall. Freiland Verband, Wien 2001; 16-21.

SEEMANN, M. (1997): Neuere Trends in der Legehennenfütterung. Wie kommt das Gelbe ins Ei? *Lohmann Information*, Januar bis März 1997, 7-12.

SEUSS, I. (1992): Ernährungsphysiologische Bedeutung von tierischen Fettgewebe. *Fleischwirtschaft* 72, 1642-1646.

SIMANTKE, Chr. (1993): Zur Mensch-Tier-Beziehung in der Schweinehaltung, in: Ökologische Schweinehaltung; Beratung Artgerechte Tierhaltung e.V. (BAT), Witzenhausen, 159 – 172.

SIMANTKE, Chr. (1995): Zur Mensch-Tier-Beziehung beim Geflügel, in: Ökologische Geflügelhaltung; Beratung Artgerechte Tierhaltung e.V. (BAT) u. GhK, Witzenhausen, 114 - 128.

SIN, F.Y.T. (1997): Transgenic fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 7, 417-441.

SINEL, H.J. (1992): Einführung in die Lebensmittelhygiene. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg

SMULDERS, F. J. M., UPMANN, M. (2000): Verminderung der bakteriellen Belastung auf frischem Fleisch Beherrschung mikrobieller Risiken bei Fleischgewinnung und -bearbeitung *Fleischwirtschaft* (80), 10, 18-20.

SOMMERS, C., FAN, X. (2003): Gamma irradiation of fine-emulsion sausage containing sodium diacetate. *J Food Prot.* 66(5), 819-24.

Soil Association (2004): Information sheet Document: "Too hard to crack? The problem of drug residues in eggs" by Richard Young and Colin Nunan.

Soil Association (2004): Organic food: Facts and figures 2004

SONG, I.H., KIM, W.J., JO, C., AHN, H.J., KIM, J.H., BYUN, M.W. (2003): Effect of modified atmosphere packaging and irradiation in combination on content of nitrosamines in cooked pork sausage. *J Food Prot.* 66(6), 1090-4.

SPELSBERG, G. (1997): Frischer Fisch. *Natur* 1, 68-74.

STAVRIC, B. (1994): Biological significance of trace levels of mutagenic heterocyclic aromatic amines in human diet: A critical review. *Chem Toxicol* 32, 977-994.

STEPHENSON, J. (2004): FDA warns on mercury in tuna. *Jama.* 14;291(2), 171.

STIPPL, S. (1997a): Naturland zertifiziert Biolachs, Aquakultur-Fachleute kritisieren diese Richtlinien. *Fisch Magazin* 11/1997, 66-80.

STIPPL, S. (1997b): Geschichte + Vision Aquakultur. *Fisch Magazin* 1-2/1997, 105-111.

SUZUKI, H., OKAZAKI, K., HAYAKAWA, S., WADA, S., TAMURA, S. (1986): Influence of commercial dietary fatty acids on polyunsaturated fatty acids of cultured fresh water fish and comparison with wild fish of the same species. *J. of Agricultural and Food Chemistry* 34, 58-60.

T

TACON, A.G.J. (1994): Feed ingredients for carnivorous fish species alternatives to fishmeal and other fishery resources. *FAO Fisheries Circular* 881.

TAOUKIS, P. S., FU, B., LABUZA, T. P. (1991): Time-Temperature Indicators *Food Technol.* (45), 10, 70-82.

TAOUKIS, P. S., LABUZA, T. P. (1997): Chemical Time-Temperature-Integrators as quality monitors in the chill chain *Proc. of the international Symposium Quimper Froid* 97, 291-297.

TÄUFEL, A., TERNES, W., TUNGER, L., ZOBEL, M. (1993): *Lebensmittel-Lexikon A-K*, 3. Aufl., Behr's Verlag, Hamburg.

TAUSCHER, B., BRACK, G., FLACHOWSKY, G., HENNING, M., KÖPKE, U., MEIER-PLOEGER, A., MÜNZING, K., NIGGLI, U., PABST, K., RAHMANN, G., WILLHÖFT, C., MAYER-MIEBACH, E. (2003): Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren. Statusbericht 2003. Senatsarbeitsgruppe „Qualitative Bewertung von Lebensmitteln aus alternativer und konventioneller Produktion.“ Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig. 134 Seiten. http://www.bmvel-forschung.de/download/tdm200306_bericht_030515.pdf

TEUBER, M. (1999): Spread of antibiotic resistance with food-borne pathogens. *Cellular and Molecular Life Sciences* 56, 755-763.

TEUBER, M. (2000): Antibiotikaresistenzen - Ausbreitung und Konsequenzen. Labor für Lebensmittelmikrobiologie, ETH Zürich in Biologen heute 2/2000.

TEUFEL, J., PÄTZOLD, F., POTTHOF, C. (2002): Specific research on transgenic fish considering especially the biology of trout and salmon. Federal Environmental Agency, Texte 64/02, Berlin.

TEUTSCH, G.M. (1996): Die Frage der Tiertötung. In: Mensch und Mitgeschöpf unter ethischem Aspekt. Literaturbericht 1995/96, 19. Folge, Altex (Alternativen zu Tierexperimenten), 1996, 4, 195-217, Abschnitt 3.6, 203 - 204.

THIELEN, C. (1993): Fütterungspraxis bei alternativ gehaltenen Mastschweinen. Diss. Hannover

THORNTON, K. (1990): Outdoor pig production. 2. Auflage Ipswich: Farming Press Verlag.

THUN, M.J., CALLE, E.E., NAMBOODIRI, M.M., FLANDERS, W.D., COATES, R.J., BYERS, T., BOFFETTA, P., GARFINKEL, L., HEATH, C.W. (1992): Risk factors for fatal colon cancer in a large prospective study. JNCI 84, 1491-1500.

TOMPKIN (1990): The use of HACCP in the production of meat and poultry products J. Food Protect. 53 (9), 795 – 803.

U

UPMANN, M., PAULSEN, P., JAMES, C., SMULDERS, F. J.M. (2000): Die Mikrobiologie von Kälte behandeltem Fleisch. Fleischwirtschaft (80)8, 90-97.

UPTON M. (1996): Relationships between pathogen growth and the general microbiota on raw and processed meat and poultry. In: "HACCP: An integrated approach to assuring the microbiological safety of meat and poultry" (Ed. Sheridan J. J., Buchanan R. L., Montville T. J.), 139-149 Food and Nutrition Press, Inc.

V

VELIMIROV, A., KIENZL-PLOCHBERGER, K., SCHWAIGER, E. (2000): Futterwahlversuche mit Ratten und mikrobiologische Untersuchungen als integrative Testmethoden zur Ermittlung der Qualität landwirtschaftlicher Produkte. Förderdienst des Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Umweltschutz und Wasserwirtschaft in Wien.

VELIMIROV, A., MÜLLER, W. (2003): Die Qualität biologisch erzeugter Lebensmittel, Endbericht, im Auftrag von Bio Ernte Austria, Wien, 59.

van VLIET, C. M. E., (1998): Is biologische voeding gezonder dan gangbare? Afdeling kennisbemiddeling, Lanbouuniversiteit Wageningen, Netherlands.

van VLIET, T., KATAN, M.B. (1990): Lower ratio of n-3 to n-6 fatty acids in cultured than in wild fish. American Journal of Clinical Nutrition 51, 1.

W

WAHRENBERG, A. (1996): Öko-Verbände wagen sich in unbekannte Gewässer: Bio-Fisch. Schrot & Korn 09/96, 8-13.

WAIBLINGER, S. (1996): Die Mensch-Tier-Beziehung bei Laufstallhaltung von behornten Milchkühen, Tierhaltung Band 24, GhK, Witzenhausen, 1996.

WAWERLA, A., EISGRUBER, H., SCHALCH, B., STOLLE, A. (1998): Zum Einsatz der Impedanzmessung in der Lebensmittelmikrobiologie Archiv für Lebensmittelhygiene (49) 4/5, 76-89.

WEBER, S., PABST, K., ORDOLFF, D., GRAVERT, H.O. (1993): Fünfjährige Untersuchungen zur Umstellung auf ökologische Milcherzeugung. Mitt.: Milchqualität und Tiergesundheit. Züchtungskunde 65, 338-347.

WEIDLE, U.H., LENZ, H., BREM, G. (1991): Genes encoding a mouse monoclonal antibody are expressed in transgenic mice, rabbits and pigs. Gene 98, 185-191.

WEILER, U., CLAUS, R. (1995): Wie funktioniert die Abwehrkraft? Schweinezucht und Schweinemast, 6, 42-44.

WEISE, E. (1996): Mikrobiologie des Geflügels In: Weber (Hrsg.) Mikrobiologie der Lebensmittel-Fleisch und Fleischerzeugnisse Behr's Verlag, Hamburg.

WILLETT, W.C. (1990): Nutritional epidemiology. Oxford University Press, New York.

WITTE, W., KLARE, I. (1999): Antibiotikaresistenz bei bakteriellen Infektionserregern. Bundesgesundheitsblatt 42, 8-16.

WOESE, K., LANGE, D., BOESS, C., BÖGL, K. W., (1995a): Produkte des ökologischen Landbaus - Eine Zusammenfassung von Untersuchungen zur Qualität dieser Lebensmittel (Teil I und II). Bundesgesundheitsblatt 6/95, 210-273.

WOESE, K., LANGE, D., BOESS, C., BÖGL, K. W. (1995b): Ökologisch und konventionell erzeugte Lebensmittel im Vergleich eine Literaturstudie. Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, Teil I/II bzw. Heft 04/05; Berlin.

WOLF, J.-C. (1995): Tötung von Tieren. in: Nida-Rümelin, J. u. Pfordten, D. (Hrsg.) (1995): Ökologische Ethik und Rechtstheorie. Nomos (Studien zur Rechtsphilosophie und Rechtstheorie), Bd. 10, Baden Baden, 1995, 219-230; zit. Deutsch (1996), 204.

WOLMARANS, P., LAUBSCHER, J.A., VAN DER MERWE, S., KRIEK, J.A., LOMBARD, C.J., MARAIS, M., VORSTER, H.H., TICHELAAAR, H.Y., DHANSAY, M.A., BENADE, A.J. (1999): Effects of a prudent diet containing either lean beef and mutton or fish and skinless chicken on the plasma lipoproteins and fatty acid composition of triacylglycerol and cholesteryl ester of hypercholesterolemic subjects. J Nutr Biochem. 10(10), 598-608.

WOOD, J.D., ENSER, M., FISHER, A.V., NUTE, G.R., RICHARDSON, R.I., SHEARD, P.R. (1999): Manipulating meat quality and composition. Proc. Nutr. Soc. 58, 363-370.

World Cancer Research Fund and American Institute for Cancer Research (1997): Food, nutrition and the prevention of cancer: a global perspective. AICR, NW Washington.

World Health Organization (WHO): „Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity.“ Gesundheitsdefinition 1948.

World Health Organization (WHO): Food Irradiation - A technique for preserving and improving the safety of food. Genf(1988) Deutsche Übersetzung: Bundesgesundheitsamt, Berlin, SozEp-Hefte 1(1991)

WHO Technical Report 883 (1999): Food safety issues associated with products from aquaculture, <http://www.who.int/fsf/trs883.pdf>

World Health Organization (WHO): Safety and nutritional adequacy of irradiated food. Genf (1994).

World Health Organization (WHO): Food Irradiation - Sky's the Limit Press Release WHO/68, 19. September 1997.

World Health Organization (WHO): Wholesomeness of food irradiated with doses above 10 kGy. Technical Report Series 890, Genf (1999).

WORTHINGTON, V. (1998): Effect of agricultural methods on nutritional quality. A comparison of organic with conventional crops. *Alternative Therapies* 4, 58-69.

Y

YUSSEFI, M., WILLER, H. (2003): Ökologische Agrarkultur Weltweit – Organic Agriculture Worldwide. Stiftung Ökologie & Landbau (SÖL), 3. Auflage, Bad Dürkheim.

Z

ZANGERL, P., GINZINGER, W., TSCHAGER, E. & I. LOBITZER (2000): Sensory quality and microbial load of milk products from organic farming in Austria. Proceedings of the 13th International IFOAM Scientific Conference, August 2000 in Basel. Edts.: Thomas Alföldi, William Lockeretz, Urs Niggli.

ZHENG, W., MCLAUGHLIN, J.K., GRIDLEY, G., BJELKE, E., SCHUMAN, L.M., SILVERMAN, D.T., WACHOLDER, S., CO-CHIEN, H.T., BLOT, W.J., FRAUMENI, J.F. JR. (1993): A cohort study of smoking, alcohol consumption, and dietary factors for pancreatic cancer (United States). *Cancer Causes Control*. 1993 Sep;4(5), 477-82.

ZIEGLER R. (2000): Gutachten zur Beurteilung der Gefährdungslage durch den Verzehr von nitrit-/nitratgepökelten Fleischwaren beim Menschen. Auftraggeber: ALLOK GmbH München. <http://www.allok.com>

ZMP (2001a): Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH (Hrsg.): Einstellungen und Käuferprofile bei Bio-Lebensmitteln, Bonn.

ZMP (2001b): Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH (Hrsg.): Erfolgsfaktoren von Bio-Produkten im selbständigen Einzelhandel (SEH), Bonn.

