

Schriftenreihe
FB 19
Ernährungs- und Haushaltswissenschaften
Justus-Liebig-Universität Gießen

Heft 1

Vorträge der 1. Hochschultagung
Fachbereich 19
Ernährungs- und Haushaltswissenschaften
Justus-Liebig-Universität Gießen
14. Februar 1990

Gießen 1990

EINFLUSS DER TIERERNÄHRUNG AUF DIE QUALITÄT VON LEBENSMITTELEN TIERISCHER HERKUNFT

Prof. Dr. Josef Pallauf*)

1. Einleitung
2. Ernährungseinflüsse auf die Milchqualität
3. Ernährungseinflüsse auf die Fleisch- und Fettqualität beim Schwein
4. Ernährungseinflüsse auf die Eiqualität
5. Zusatzstoffe in der Tierernährung
6. Unerwünschte Stoffe und Umweltaspekte
7. Schlußfolgerungen

1. Einleitung

Lebensmittel tierischer Herkunft stellen einen wichtigen und ernährungsphysiologisch wertvollen Bestandteil der Ernährung des Menschen dar. Gemessen am Preis für Lebensmittel tierischen Ursprungs ist die Kaufkraft des Lohnes eines Industriearbeiters in den letzten Jahrzehnten ganz erheblich gestiegen (Abb. 1). Im Jahre 1988 mußten in der Bundesrepublik bei einem Netto-Stundenverdienst von 14,-- DM für den Einkauf von 1 l Frischmilch nur noch etwa 5 Min., für 10 Eier 11 Min., für 1 kg Brathähnchen 21 Min., für 1 kg Butter 37 Min., für 1 kg Schweinekotelett 46 Min. und für 1 kg Rindfleisch zum Braten im Mittel nur noch 74 Minuten Arbeitszeit aufgewendet werden (FACHVERBAND FUTTERMITTELINDUSTRIE 1989). Die Grafik zeigt insgesamt, daß die tierischen Produkte heute, gemessen am Durchschnittseinkommen, außerordentlich preis-

*) Institut für Tierernährung der JLU Gießen,
Senckenbergstraße 5, 6300 Gießen

wert zur Verfügung stehen. Dabei hat sich die Qualität der Produkte seit dem Jahre 1960 keineswegs generell verschlechtert, sondern konnte in einigen Punkten weiter verbessert werden. Von seinem insgesamt verfügbaren Einkommen muß der Verbraucher für die Ernährung heute im Mittel nur noch einen Anteil von rund 16% aufwenden.

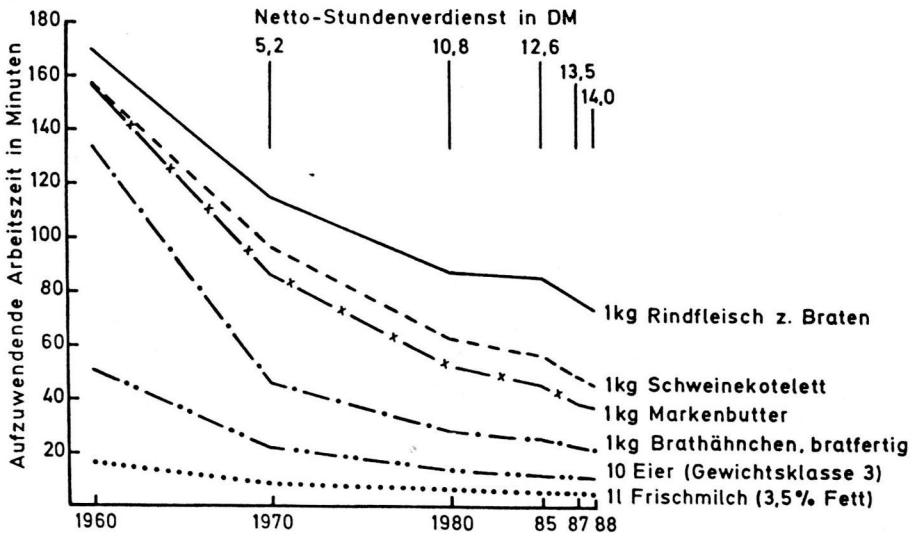


Abb. 1: Entwicklung der mittleren Kaufkraft des Netto-Stundenverdienstes eines Industriearbeiters (verheiratet, ohne Kinder) für Lebensmittel tierischen Ursprungs von 1960 bis 1988

Die Stellung der Tierernährung im Dienste der Gesundheit des Menschen zeigt schematisiert Abb.2. Zum einen ist die Tierernährung für die Lieferung von gesunden Lebensmitteln tierischer Herkunft in hohem Maße verantwortlich. Zum anderen hat die ernährungsphysiologische Tierernährungsforschung am Modelltier, wie zum Beispiel Ratte, Maus, Meerschweinchen, Ferkel oder Minipig, seit langem große direkte Bedeutung für eine gesunde Ernährung des Menschen. Es sei nur daran erinnert, daß nahezu alle Vitamine sowie die essentiellen Spurenelemente und Aminosäuren zunächst jeweils im Tierversuch entdeckt und studiert wurden und die neuen Erkenntnisse meist erst später auf den Menschen übertragen werden

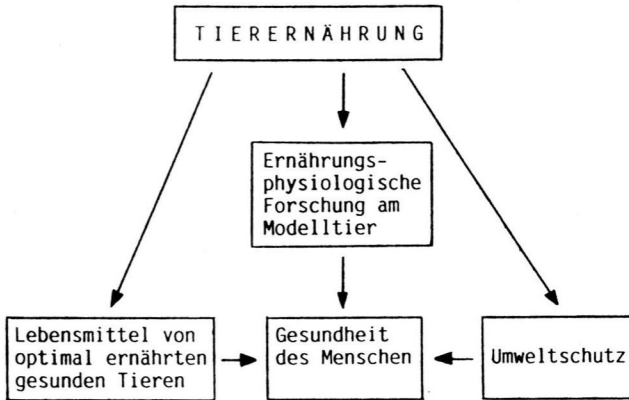


Abb. 2: Tierernährung im Dienste der Gesundheit des Menschen

konnten. Der schonende Umgang mit den Ressourcen der Umwelt und die Verminderung des Stoffeintrages über den Kot und Harn der Nutztiere sind wichtige Aspekte des Umweltschutzes, der ebenfalls der Gesundheit des Menschen dient.

In Abb. 3 ist definiert, welche Einzelfaktoren für die Qualität von Lebensmitteln tierischen Ursprungs verantwortlich sind (GÜNTHER 1980, DLG-ARBEITSKREIS FUTTER UND FÜTTERUNG 1989). Von besonderer Bedeutung ist dabei der ernährungsphysiologische Wert. Aber auch Genußwert und Verarbeitungswert spielen eine große Rolle. Ebenso sind Hygienestatus, z.B. das Freisein von pathogenen oder toxinbildenden Bakterien und Pilzen und deren Stoffwechselprodukten, sowie die Rückstandsbelastung von erheblichem Gewicht. Die Wertschätzung des Verbrauchers resultiert schließlich aus der Summe objektiver und auch subjektiver Wertvorstellungen. Berechtigte oder unberechtigte Ängste können dabei ebenfalls eine große Rolle spielen. Durch ständig verbesserte und erheblich verfeinerte Analysemethoden und eine Ausweitung der Kontrollanalysen auf immer mehr Umweltkontaminanten und lange Zeit kaum beachtete Pilztoxine hat sich in den vergangenen Jahren eine ehemals ungeahnte Informationsfülle ergeben. Die große Zahl positiver Befunde hat dabei erneut deutlich gemacht, daß die früher insbesondere von Verbraucherseite für verschiedene Schadstoffe häufig geforderte

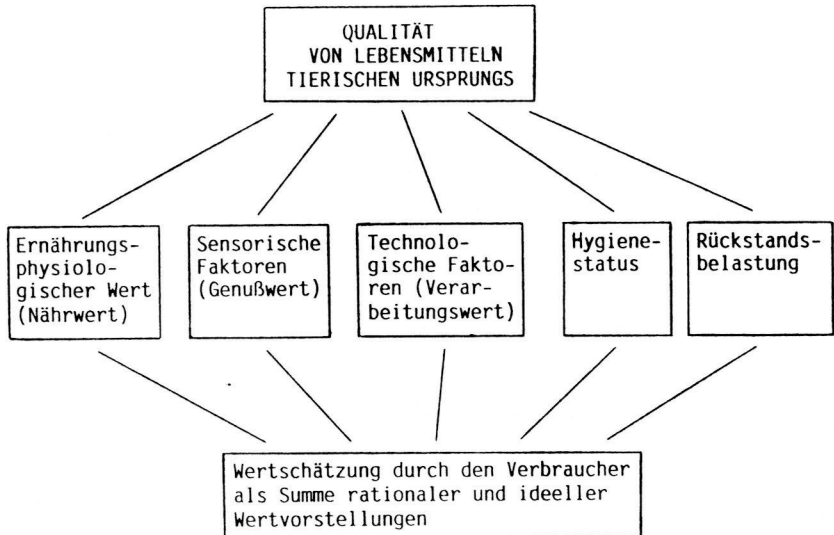


Abb. 3: Einzelfaktoren der Qualität von Lebensmitteln tierischen Ursprungs

"Nulltoleranz" bei einer hochentwickelten Analytik mit extrem niedrigen Nachweisgrenzen letzten Endes nicht einzuhalten ist. Trotzdem in den vergangenen Jahren die Belastung der Nahrungskette mit Pestiziden und Schwermetallen in der Bundesrepublik im allgemeinen ganz erheblich abgenommen hat, ist die Öffentlichkeit an diesen Problemen mehr als je zuvor interessiert. Den Einwänden der Wissenschaft, toxikologisch wären die meisten der positiven Befunde nach heutiger Kenntnis unbedenklich, wird dabei von Medien und Verbrauchern häufig mit erheblicher Skepsis begegnet.

2. Ernährungseinflüsse auf die Milchqualität

Einflüsse auf wichtige Inhaltsstoffe der Milch und damit deren ernährungsphysiologische Qualität sind in Übersicht 1 zusammenfassend dargestellt (GÜNTHER 1980, MENKE 1984, ROHR und DAENICKE 1984, PALLAUF 1982 und 1985, KIRCHGESSNER und KREUZER 1988, KIRCHGESSNER et al. 1988 a und b). Die Zusammensetzung des Milcheiweißes ist genetisch festgelegt und das Aminosäurenmuster der einzelnen Eiweißfraktionen daher nicht durch die Fütterung zu

Übersicht 1: Einfluß der Fütterung der Milchkuh auf verschiedene Inhaltsstoffe der Milch

Inhaltsstoffe	Einfluß durch die Fütterung
Milcheiweiß	+ Quantität u. z. T. Harnstoffgehalt
Milchfett	++ quantitativ u. qualitativ
fettlösli. Vitamine	
A, β -Carotin, E	++ früher abhängig von Jahreszeit
D u. K	+
Vit.-B-Komplex u. C	$\pm$ normal z.B.: 0,3-0,7 mg B ₁ ; 0,3-0,5 mg B ₆ ; 3 mg Pantothensäure; 4-7 μ g B ₁₂ je kg
Mengenelemente	-
Spurenelemente	
J, Mo	++
Se, Zn	+
Cu, Mn, Co	$\pm$
Fe	-

++ sehr starker Einfluß, + deutlicher Einfluß, $\pm$ geringer Einfluß,
- kein Einfluß

beeinflussen. Der Eiweißgehalt in % sowie nach neueren Forschungsergebnissen (KIRCHGESSNER et al. 1988 a) auch der insgesamt geringe Harnstoffgehalt (normal 15-25 mg/100 ml Milch) sind hingegen durch die Fütterung durchaus zu verändern. Der Milchfettgehalt wird sowohl quantitativ wie auch qualitativ bei der Milchkuh sehr stark durch die Fütterung beeinflusst. Für die Milchfettsynthese des Wiederkäuers spielt das Acetat aus dem Pansen die größte Rolle. Es entsteht durch bakterielle Fermentation insbesondere aus Cellulose, Hemicellulose und Pektin, so daß rohfaserreiche Grundfuttermittel hierbei besonders wichtig sind. Damit steht der Wiederkäuer prinzipiell nur in geringer Nahrungskonkurrenz zum Menschen. Bei Weidegang bzw. Grünfütterung im Stall entsteht durch den vermehrten Einbau ungesättigter Fettsäuren in das Milchfett eine weichere Butter als bei überwiegender Heufütterung im Winter. Silagefütterung nimmt dabei eine Mittelstellung ein.

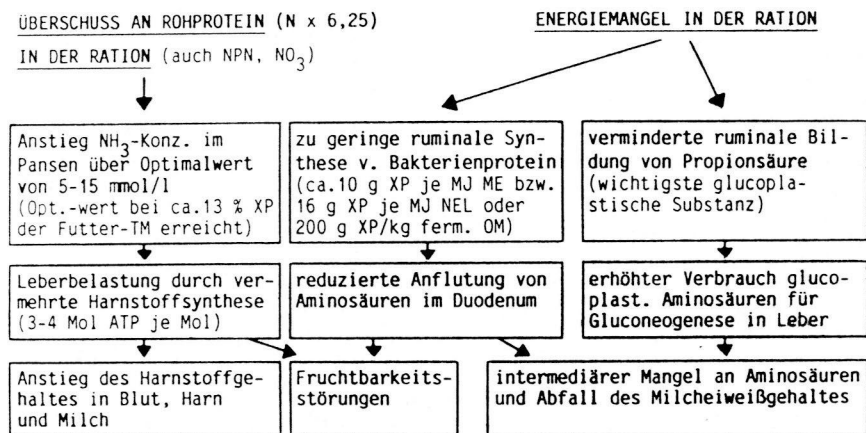
Für einen hohen Gehalt an fettlöslichen Vitaminen und dem die Butter gelb färbenden β -Carotin, dem pflanzlichen Provitamin A, ist eine ganzjährig gute Versorgung der Milchkuh mit Vitaminen bzw. deren Vorstufen von ausschlaggebender Bedeutung. Da in der Winterfütterung heute die Vitamine A, D und E grundsätzlich über vitaminisiertes Mineralfutter bzw. Kraftfutter supplementiert werden, gehört der frühere starke Vitaminabfall der Wintermilch weitgehend der Vergangenheit an.

Vitamin K und alle B-Vitamine werden dem Wiederkäuer aufgrund seiner Symbiose mit den Pansenmikroben normalerweise ausreichend zur Verfügung gestellt und sind damit auch für die Milchsynthese verfügbar. Insbesondere bezüglich des Vitamin B₁₂, das im Pflanzenreich nicht vorkommt, sondern ausschließlich von Mikroorganismen synthetisiert wird, stellt die Milchkuh weltweit einen wichtigen natürlichen Lieferanten dar.

Während bei den Mengenelementen kaum ein Ernährungseinfluß vorliegt, sind die Spurenelemente Jod und Molybdän - und in eingeschränktem Maße auch Selen und Zink - in erheblichem Umfange durch den verfügbaren Gehalt in der Futterration zu beeinflussen (PALLAUF 1982). Hingegen entzieht sich der absolut niedrige Eisengehalt der Milch dem Einfluß der Fütterung.

In Übersicht 2 werden die negativen Auswirkungen eines Energiemangels bei gleichzeitigem Überschuß an Rohprotein in einer Milchviehration in Anlehnung an BURGSTALLER (1989) schematisiert dargestellt. Die Bakterien im Pansen können Nicht-Protein-Stickstoff (NPN) neben Eiweiß als Stickstoffquelle für die Proteinsynthese

Übersicht 2: Negative Auswirkungen eines Energiemangels bei gleichzeitigem Überschuss an Rohprotein in einer Milchviehration



nutzen. Voraussetzung ist allerdings unter anderem eine hohe Energieversorgung der Pansenbakterien über das Futter. Die durch den bakteriellen Abbau von Stärke vorwiegend entstehende Propionsäure spielt wiederum für die Glucoseneubildung der Kuh eine entscheidende Rolle. Insgesamt wird daher der Eiweißgehalt der Milch nicht in erster Linie durch den Rohproteingehalt des Futters, sondern durch den Energiegehalt der Ration beeinflusst. Viel Energie im Futter führt zu hohen Anteilen an Bakterienprotein, das nach der Verdauung in Labmagen und Duodenum der Kuh in Form hochwertiger Aminosäuren für die Milchproteinsynthese zur Verfügung steht. Umgekehrt belastet Rohproteinüberschuß bei gleichzeitigem Energiemangel den Leberstoffwechsel und führt zu Störungen des Fertilitätszyklus und Abfall des Milcheiweißgehaltes. In Abb. 4 (KRÄMER 1984) wird anhand von mehrjährigen Kontrollergebnissen der freiwilligen Milchleistungsprüfung gezeigt, daß innerhalb

ABKALBUNG IM NOVEMBER

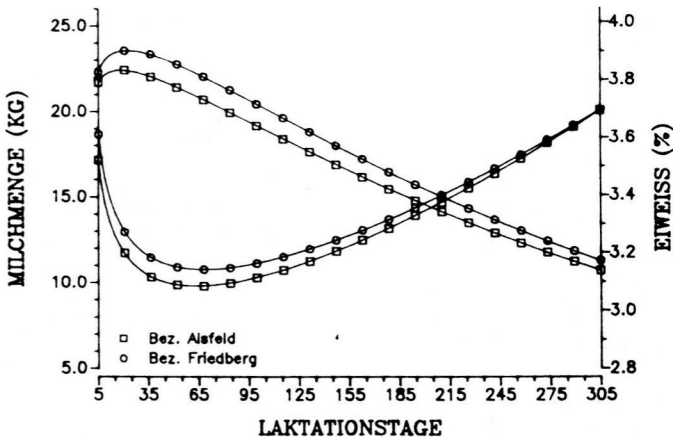


Abb. 4: Regionale Einflüsse auf den Verlauf von Milchmenge und Eiweißgehalt bei Abkalbung im November

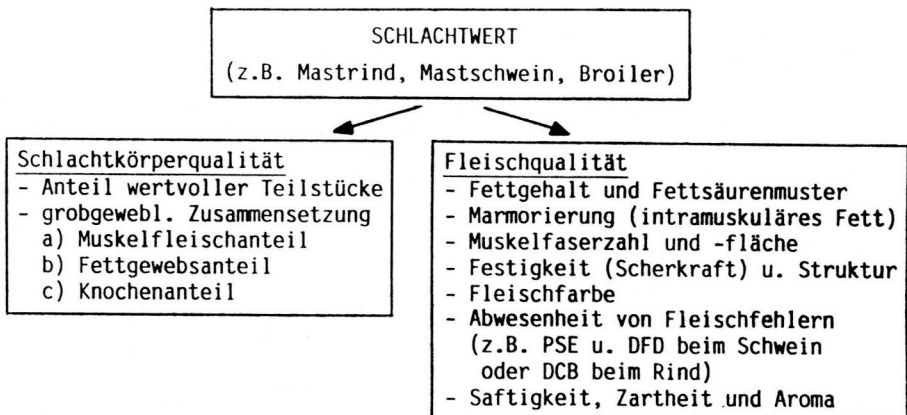
Hessens der Milcheiweißgehalt von Kühen im Bezirk Alsfeld (überwiegend Grünlandgebiet) bei Abkalbung im November deutlich

niedriger liegt als im Bezirk Friedberg (überwiegend Ackerbaugebiet). Obwohl Milchmenge in kg und Milcheiweißgehalt in % normalerweise negativ korreliert sind, weisen die Kühe im Bezirk Friedberg trotz der höheren Milchmengenleistung auch noch einen höheren Proteingehalt auf. Diese deutliche Differenzierung ist auf die in Grünlandbetrieben in der Winterfütterung besonders schwierige Energieversorgung zurückzuführen. Energiereiche Maissilage - die im Bezirk Friedberg vermehrt zur Verfügung stehen dürfte - stellt hingegen einen besonders hochwertigen Energieträger dar und stabilisiert damit den Milcheiweißgehalt.

3. Ernährungseinflüsse auf die Fleisch- und Fettqualität beim Schwein

In Übersicht 3 ist dargelegt, welche Faktoren im einzelnen den Schlachtwert und damit die Schlachtkörperqualität und die Fleischqualität bestimmen (HENKEL 1984, DLG-ARBEITSKREIS FUTTER UND FÜTTERUNG 1989). Die Fütterungsintensität hat dabei erheblichen Einfluß auf den Fettgewebsanteil. Mit einer bedarfsgerechten Protein-

Übersicht 3: Faktoren der Schlachtkörperqualität und der Fleischqualität als Bestimmungsgründe für den Schlachtwert



versorgung kann das genetisch determinierte Proteinansatzvermögen des wachsenden Tieres weitestgehend ausgeschöpft werden. Innerhalb

der Fleischqualität ist der Fettgehalt und bei Schwein und Broiler vor allem das Fettsäurenmuster erheblich abhängig von der Ernährung. Fehler wie PSE-Fleisch, d.h. blasses, zu weiches und wäßriges Fleisch oder DFD-Fleisch, d.h. zu trockenes, festes und dunkles Fleisch beim Schwein, werden in erster Linie durch genetische Faktoren, Haltungs- und Transportfehler sowie falsche Behandlung der Tiere vor dem Schlachten verursacht. Biochemisch ist die Entstehung von PSE-Fleisch durch eine überstürzte postmortale Milchsäurebildung, die Ausbildung von DFD-Fleisch hingegen durch eine ungenügende Milchsäurebildung charakterisiert. Der Einfluß der Tierernährung ist dabei außerordentlich begrenzt. Ähnliches dürfte vermutlich auch für die beim Mastrind teilweise beobachtete Abweichung des sog. "dark cutting Beef" (DCB) zutreffen. Aromafehler hingegen können z.B. beim Schwein durch bestimmte geschmacksbeeinträchtigende Fischmehle hervorgerufen werden.

Ein Beispiel für den durchschlagenden Effekt einer bedarfsgerechten Fütterung mit der essentiellen Aminosäure Lysin ist in Abb. 5 nach Untersuchungen von WALZ (1985) aufgeführt. Bei mangelhafter

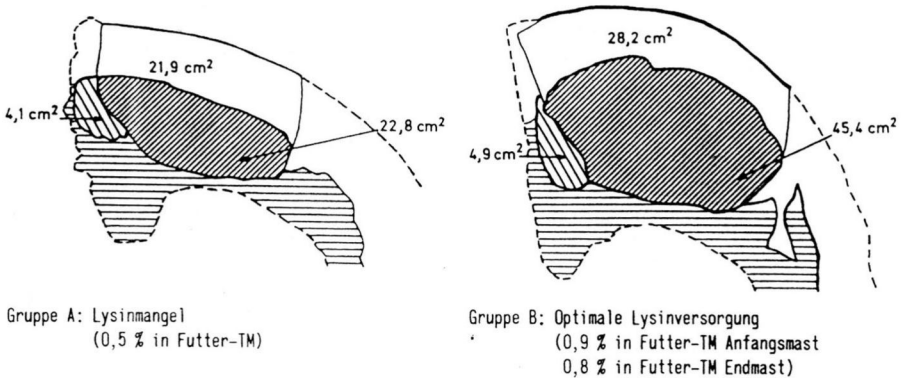


Abb. 5: Fleischflächen des Musculus longissimus dorsi und M. multifidus (Querschnitt 13. Rippe) beim Mastschwein in Abhängigkeit von der Lysinversorgung

Lysinzufuhr von nur 0,5% im Alleinfutter für Mastschweine (Gruppe A) war die Kotelettfläche zu Mastende um nahezu die Hälfte geringer als bei optimalem Lysingehalt im Futter (Gruppe B). Das rasch

wachsende Fleischschwein hat einen sehr hohen Lysinbedarf, der keineswegs allein über Getreideprotein zu decken ist. Gute Lysinträger sind hingegen mit wenigen Ausnahmen (Federmehl, Gelatine) tierische Proteine und Leguminosen, wie die Sojabohne oder auch Ackerbohnen und Erbsen.

Generell ist eine optimale Ernährung der Nutztiere mit Protein, Energieträgern, Mineral- und Wirkstoffen wichtig für die Erzeugung vom Tier stammender Lebensmittel. Nur vollwertig ernährte und gesunde Tiere können dauerhaft qualitativ hochwertige Lebensmittel liefern.

Wie sehr der Verbraucherwunsch nach immer fettärmerem Schweinefleisch auch zu einem deutlich reduzierten Futteraufwand je kg Zuwachs geführt hat, wird in Übersicht 4 (modifiziert nach HENKEL 1985) dargelegt. Für 1 kg Rückenspeck, der zu über 90% aus Fett

Übersicht 4: Vergleich des Energieaufwandes für Rückenspeck und mageres Muskelfleisch in der Schweinemast

	1 kg Rückenspeck	1 kg Muskelfleisch
Rohprotein	15 g (0,34 MJ)	237 g (5,36 MJ)
Rohfett	912 g (35,6 MJ)	17 g (0,66 MJ)
Rohasche	1 g	11 g
Wasser	72 g	735 g
Summe	1000 g (35,9 MJ)	1000 g (6,0 MJ)
Futteraufwand ohne Erhaltungsbedarf*)	3,9 kg	0,84 kg
relativ	(100)	(22)

*) bei 12,5 MJ ME je kg Alleinfutter sowie $k_p=0,56$ u. $k_f=0,74$

besteht und rund 36 MJ oder nach alter Rechnung 8600 kcal enthält, sind ohne Erhaltungsbedarf demnach 3,9 kg Futter notwendig. Ein kg sehr mageres Muskelfleisch hingegen enthält rund 24% Rohprotein,

weniger als 2% Fett sowie über 70% Wasser und weist einen Energiegehalt von lediglich 6 MJ bzw. 1430 kcal auf. Der Energieaufwand pro kg Muskelfleisch beträgt somit - wiederum ohne Erhaltungsbedarf - deutlich weniger als 1 kg Futter. Für den Fleischansatz sind allerdings wesentlich höhere Gehalte an essentiellen Aminosäuren sowie Mineral- und Wirkstoffen im Futter erforderlich. Auch die prozentuale Verwertung der umsetzbaren Energie für die retinierte Nettoenergie ist im Falle des Proteinansatzes mit dem Teilwirkungsgrad $k_p = 0,56$ deutlich ungünstiger als für den Fettansatz mit $k_f = 0,74$.

Übersicht 5 zeigt, daß es bezüglich Fett und Fettzusammensetzung im Schweinefleisch erhebliche Zielkonflikte gibt (WENK und PRA-BUCKI 1990). Zum einen wünscht der Verbraucher mindestens 2-3%

Übersicht 5: Zielkonflikte bezüglich Fett im Schweinefleisch

FETTGEHALT

<u>erwünscht</u>	<u>unerwünscht</u>
intramuskuläres Fett (mind. 2-3 %) als Träger von	insbesondere intermuskuläres und subcutanes Fett als
- Aromastoffen	überflüssiger Energieträger
- essentiellen Fettsäuren	und Risikofaktor
- fettlöslichen Vitaminen	

ANTEIL POLYENFETTSÄUREN (PUFA)

ernährungsphysiologisch erwünscht ist hoher Anteil an Polyenfettsäuren (hoher P/S-Quotient)	technologisch, insbesondere für Dauerwaren, ist hoher Anteil an PUFA unerwünscht; gesätt. Fett- säuren ergeben "kernigen" Speck
--	--

Fazit für den Landwirt:

1. Im Genotyp fettarme und fleischreiche Tiere mästen
2. Im Mastfutter Maximalgrenze von 1,2 % Polyenfettsäuren einhalten, um im Rückenspeck ≤ 12 % Linolsäure nicht zu überschreiten
3. Insbesondere auf gute Versorgung mit Vitamin E und Selen achten

intramuskuläres Fett, vor allem als Träger von Aromastoffen. Zum anderen sind jedoch intermuskuläres und vor allem subcutanes Fett als überflüssige Energieträger und gesundheitliche Risikofaktoren bei unserem absolut hohen Fleischverzehr pro Kopf außerordentlich unerwünscht. Eine optimale intramuskuläre Fetteinlagerung ist jedoch zwangsläufig mit einer erhöhten intermuskulären und subcuta-

nen Fettdeposition verbunden. Ebenfalls sehr stark durch die Fütterung zu beeinflussen ist der Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA). Ernährungsphysiologisch ist im Nahrungsfett des Menschen generell ein hoher Anteil an diesen Polyenfettsäuren erwünscht. Technologisch ist beim Schwein allerdings ein möglichst hoher Anteil an gesättigten Fettsäuren erforderlich, weil nur Triglyceride mit gesättigten Fettsäuren einen "kernigen" Speck sowie gute Haltbarkeit bei Dauerwaren ergeben. Der Landwirt muß deshalb heute darauf achten, daß im Mastfutter ein Gehalt an Polyenfettsäuren von etwa 1,2% (WENK und PRABUCKI 1990) nicht überschritten wird. Weiterhin ist eine gute Versorgung der Mast-schweine mit Vitamin E und Selen wichtig, weil dadurch der Gehalt an Vitamin E und Selen im Endprodukt deutlich erhöht wird. Dies trägt nicht nur zur besseren Haltbarkeit der Produkte bei, sondern ist auch für den Menschen ernährungsphysiologisch von Vorteil.

4. Ernährungseinflüsse auf die Eiqualität

In Übersicht 6 sind sowohl positive als auch einige negative Kriterien der Qualität des Hühnereies und deren Beeinflussung durch

Übersicht 6: Einflüsse der Ernährung des Legehuhnes auf positive und negative ernährungsphysiologische Kriterien der Eiqualität

Beispiele positiver Merkmale	Fütterungs- einfluß
Aminosäurenmuster des Proteins	±
Mengenelemente	±
Fettgehalt (quantitativ)	±
Gehalt an Linol- u. Linolensäure	++
fettlösliche Vitamine A, D, E, K	++
B-Vitamine	+
ess. Spurenelemente Fe, Cu, Mn, Zn	±
J, Se	+
Beispiele negativer Merkmale	
Cholesterolgehalt	±
Quecksilbergehalt	+
Geruchs- und Geschmacksfehler (z.B. durch Gossypol, Sinapin, Fischöle)	+
++ sehr starker Einfluß, + erheblicher Einfluß	
± geringer Einfluß	

die Fütterung aufgeführt (NABER 1979, VOGT 1984, SCHOLTYSEK 1988). Das Aminosäurenmuster des Eiproteins ist ähnlich wie dasjenige des Muskelproteins und des Milchproteins genetisch determiniert. Unabhängig von der Fütterung weist das Protein der Keimzelle Ei daher eine besonders hohe biologische Wertigkeit auf. Bei Aminosäurenmangel synthetisiert das Huhn deshalb kein anderes Protein, sondern es reduziert die Legeleistung. Auch Mengenelemente und quantitativer Gehalt an Dotterfett sind kaum durch die alimentäre Versorgung der Legehennen beeinflusst. Demgegenüber kann der Gehalt an essentiellen Fettsäuren, wie Linol- und Linolensäure, im Dotter sehr stark durch die Fütterung beeinflusst werden. Dies gilt auch für die fettlöslichen Vitamine und in eingeschränktem Maße auch für die Vitamine des B-Komplexes. Bei den Spurenelementen kann vor allem der Jod- und Selengehalt des Eies erheblich durch die Gehalte im Futter beeinflusst werden.

Versuche, den unerwünschten Cholesterolgehalt des Eies durch Fütterungsmaßnahmen erheblich zu reduzieren, haben bislang noch keine praktikable Methode erkennen lassen. Quecksilber, als Beispiel eines toxischen Schwermetalles, wird im Ei in deutlich erhöhten Mengen gefunden, wenn z.B. mit Hg-haltigen Beizmitteln behandeltes Saatgut auch nur in geringen Mengen an Legehennen verfüttert wird. Mit aus diesem Grunde sind in der Bundesrepublik quecksilberhaltige Beizmittel seit mehreren Jahren nicht mehr zugelassen. Futtermittelrechtlich zählt Quecksilber zu den unerwünschten Stoffen. In Futtermitteln dürfen daher bestimmte Maximalgehalte nicht überschritten werden. Aus der DDR wird berichtet (ANKE 1989), daß in 80% der Fälle, in denen Eier den Normalwert von unter 10 µg Hg/kg Frischmasse überschritten, als Ursache die Verfütterung von Hg-kontaminiertem Getreide zu ermitteln war. In alten Lehrbüchern der praktischen Geflügelfütterung befand sich teilweise der Hinweis, zuviel gebeiztes Getreide könne notfalls 1:10 verschnitten an Geflügel verfüttert werden. Aus heutiger Sicht war das selbstverständlich ein ebenso gefährlicher wie unverantwortlicher Ratschlag.

Durch bestimmte Inhaltsstoffe von Futtermitteln, wie Gossypol aus Baumwollsaat, Sinapin aus Brassicaceen oder Bestandteilen des Fischmehles können unerwünschte Farb-, Geruchs- und Geschmacksab-

weichungen des Eies verursacht werden. Das Rätsel, warum auch Eier von Hühnern die kein Fischmehl erhalten, einen Fischgeruch aufweisen können, wurde vor wenigen Jahren weitgehend gelöst (BUTLER und FENWICK 1985). Aus dem Sinapin der Rapssaat wird in den paarig angeordneten Blinddärmen des Huhnes durch bakterielle Prozesse Trimethylamin gebildet. Während dieses den fischartigen Geruch verursachende Trimethylamin - soweit eine Absorption erfolgt - normalerweise durch körpereigene Enzyme (mikrosomale Trimethylamin-Oxidase) wieder abgebaut wird, erscheint es bei bestimmten genetischen Enzymdefekten, die häufiger bei Braunlegern auftreten, im Ei. Durch züchterische Selektion wird inzwischen versucht, diesen Defekt weitgehend zu eliminieren. Trimethylamin kann aber auch aus Cholin entstehen. Darüber hinaus ist bekannt, daß Progoitrin durch das daraus entstehende Goitrin sowie lösliche Tannine, die ebenfalls in Rapssaat enthalten sind, die Wirkung der intermediären Trimethylamin-Oxidase hemmen. Auch aus diesen Gründen wird Rapsextraktionsschrot in der Geflügelfütterung nur sehr begrenzt eingesetzt.

5. Zusatzstoffe in der Tierernährung

Zusatzstoffe sind nach dem Futtermittelgesetz "Stoffe, die dazu bestimmt sind, Futtermitteln zur Beeinflussung ihrer Beschaffenheit oder zur Erzielung bestimmter Eigenschaften oder Wirkungen, insbesondere zur Beeinflussung von Aussehen, Geruch, Geschmack, Konsistenz oder Haltbarkeit, zu sonstigen technologischen Zwecken oder aus ernährungsphysiologischen oder diätetischen Gründen, zugesetzt zu werden".

Auslaufhühner legen normalerweise Eier mit einem kräftig gefärbten Dotter, solange sie Zugang zu frischem grünen Pflanzenmaterial haben, das neben β -Carotin eine Fülle verschiedener Carotinoide enthält. Der Verbraucher assoziiert deshalb zumindest teilweise auch heute noch eine kräftige Dotterfarbe mit Auslaufhühnern, bzw. mit einem hohen Vitamingehalt des Eies. Dieser enge Zusammenhang ist allerdings meist nicht mehr gegeben. Vielmehr kann heute über die in Übersicht 7 (modifiziert nach SIEWERT 1989) aufgeführten naturidentischen Carotinoide und Xanthophylle eine ganzjährig dem Verbraucherwunsch entsprechende Dotterfarbe sichergestellt werden.

Wichtige natürliche Pigmentträger im Geflügelfutter sind daneben nach wie vor Gelbmais und Luzernegrünmehl. Auch Extrakte von Blüten der Tagetesblume wurden erprobt. Nicht alle färbenden Verbin-

Übersicht 7: Beispiele natürlich vorkommender Carotinoide und Xanthophylle, die als Futterzusatzstoffe für Legehennen und Mastgeflügel Verwendung finden

	Canthaxanthin*)	B-Apo-8' carotinal	Capsanthin	Citraxanthin	Lutein	Zeaxanthin
Vorkommen	Pfifferlinge Crustaceen	Citrusfrüchte Spinat Luzerne	Paprika	Citrusfrüchte	Mais Luzerne	Mais (1-33 mg/kg)
Farbwirkung	gelborange -orangerot	gelb	gelborange -orangerot	orange- rot	gelb	gelb
übliche Dosierung mg/kg Futter	3	2-6	0,1-0,2 % Paprikamehl	1-6	6-30	15
Vit.-A-Wirksamkeit in %	- **)	36-72	-	44	50-60	-
Ausnutzungsrate in % ca.	16-38	15	2-4	3-5	10	60

*) Neuerdings auch für Lachse und Forellen (z.B. "Lachsforelle") zugelassen

**) Bei Fischen günstige Wirkung auf Reproduktion

dungen weisen gleichzeitig auch eine Vitamin-A-Wirksamkeit auf, so daß ein dunkler Dotter nicht automatisch immer auf einen höheren Vitamin-A-Gehalt hinweist. Canthaxanthin, das natürlicherweise in Pfifferlingen und Krebsen verstärkt vorkommt, ist neuerdings auch zur Fütterung von Lachsen und Forellen zugelassen und wird insbesondere bei der Erzeugung sogenannter "Lachsforellen" eingesetzt. Auch die Rotfärbung des Federkleides von Flamingos ist auf diese aus dem Pflanzenbereich stammenden Pigmente zurückzuführen. Für die Färbung des Schlachtkörpers bei Mastgeflügel sind ebenfalls Carotinoide und Xanthophylle verantwortlich.

Zu den Zusatzstoffen in der Tierernährung zählen auch die Vitamine, da deren Zusatz als Supplementierung mangelhafter natürlicher Gehalte der eingesetzten Futtermittel in der modernen

Tierernährung unerlässlich geworden ist. Die Bedeutung der heute großtechnisch fermentativ oder auch synthetisch hergestellten Vitamine liegt daher weltweit vor allem in der Tierernährung. Lediglich bei Vitamin C, B₁ und B₆ sind die über Lebensmittel oder Pharmaka beim Menschen direkt eingesetzten Mengen deutlich höher. Die Vitaminierung des Tierfutters dient über die Lebensmittel tierischen Ursprungs jedoch auch der Vitaminversorgung des Menschen.

Hormone waren in der Bundesrepublik noch nie als Zusatzstoffe zugelassen. Mißbräuchliche Anwendungen - z.B. bei Kälbern - haben daher nichts mit dem Futtermittelgesetz direkt zu tun, sondern stellen eine außerordentlich bedauerliche Mißachtung des Arzneimittelgesetzes dar. Durch verfeinerte Analysemethoden und verschärfte Kontrollen sollten solche illegalen Praktiken inzwischen der Vergangenheit angehören.

Eine weitere Gruppe zugelassener Zusatzstoffe stellen Fütterungsantibiotika dar, die als natürliche Fermentationsprodukte und nach strenger Prüfung ihrer Unbedenklichkeit unter bestimmten Auflagen bei Jungtieren zugelassen sind. Der leistungssteigernde Effekt, verbunden mit verbesserter Futterverwertung, kommt dabei nach heutiger Kenntnis vor allem über eine positive Beeinflussung der Tätigkeit der Mikroorganismen im Gastrointestinaltrakt zustande. Obwohl nach derzeitigem wissenschaftlichen Kenntnisstand bei fachgerechtem Einsatz weder Rückstandsprobleme noch gesundheitliche Risiken für den Verbraucher auftreten, sind diese Leistungsförderer in der Öffentlichkeit nicht völlig unumstritten. Neuerdings befinden sich in der Tierernährungswissenschaft deshalb bestimmte Bakterienkulturen bzw. -präparate, sogenannte Probiotika, sowie auch verschiedene organische Säuren als Futterzusatzstoffe verstärkt in der Erforschung.

6. Unerwünschte Stoffe und Umweltaspekte

Nach der Futtermittelverordnung gibt es für die unerwünschten Stoffe, die früher als Schadstoffe bezeichnet wurden, Höchstgehalte, bei deren Überschreitung das Futtermittel nicht mehr eingesetzt werden darf. Bei Pestiziden war in den letzten Jahren ein deutlicher Rückgang der Belastung von Futtermitteln und insbeson-

dere auch von Lebensmitteln tierischen Ursprungs zu verzeichnen. Auch die polychlorierten Biphenyle (PCB) sind neuerdings im Abnehmen begriffen. Das gefährliche tropische Schimmelpilzgift Aflatoxin konnte durch den Verzicht auf den Einsatz kontaminierter Futtermittel, wie z.B. Erdnußschrot in der Milchviehfütterung, weitgehend aus der Tierernährung verbannt werden.

Innerhalb der toxischen Schwermetalle hat die Bleibelastung der Futtermittel in den vergangenen Jahren erheblich abgenommen. Verstärkte Aufmerksamkeit ist jedoch unter anderem dem Cadmium zu widmen, dessen Konzentration in der Nahrungskette noch nicht so eindeutig abnimmt, wie es wünschenswert wäre. Abbildung 6 zeigt Ergebnisse aus einer Dissertation (JARY 1988), die in

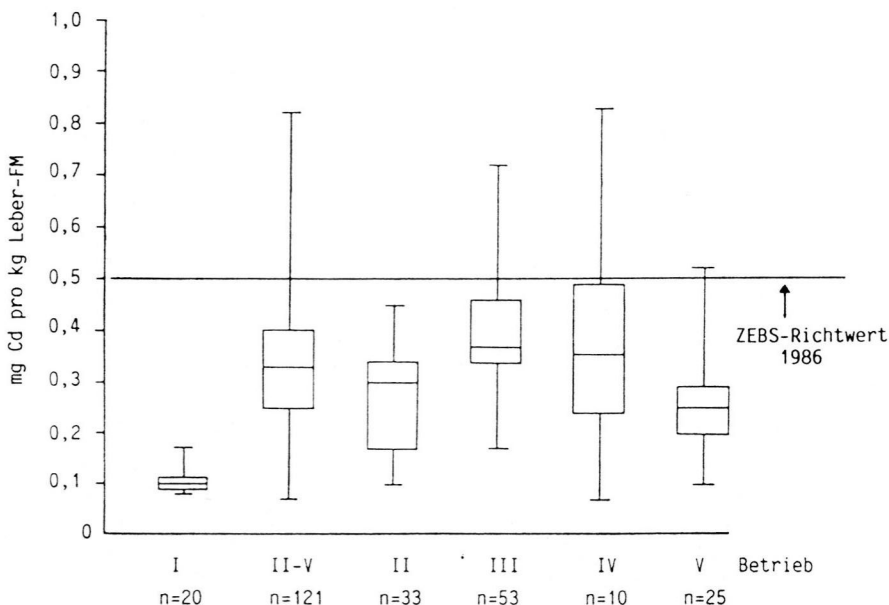


Abb. 6: Cadmiumgehalte in Lebern von Mastschweinen (mg Cd je kg Frischmasse) aus einem unbelasteten Betrieb (I) und vier Betrieben (II-V), auf deren Böden von 1965-1979 große Mengen an Cd-haltigen Klärschlämmen ausgebracht wurden

Zusammenarbeit des Institutes für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde der Justus-Liebig-Universität Gießen mit dem Institut für Tierernährung entstanden ist. Die Grafik zeigt in sogenannten Box-

Whiskers-Plots Ergebnisse von Cadmiumanalysen in Lebern von Mastschweinen aus verschiedenen landwirtschaftlichen Betrieben. Während Betrieb I einen unbelasteten Standort darstellt, erzeugen die Betriebe II-V ihre Futtermittel auf Böden, die durch früheres Ausbringen cadmiumhaltiger Klärschlämme stark belastet sind. Die Mastschweine aus dem unbelasteten Betrieb weisen im Mittel nur 0,1 mg Cadmium pro kg Leber-Frischmasse auf. Demgegenüber steigt der mittlere Cadmiumgehalt der Lebern aus den belasteten Betrieben auf das 3- bis 4fache an. In Einzelfällen wurde der Richtwert der Zentralen Erfassungs- und Bewertungsstelle (ZEBS) des Bundesgesundheitsamtes aus dem Jahre 1986 erheblich überschritten. Auffallend ist dabei auch die große tierindividuelle Streuung der Einzelwerte bei den Cd-belasteten Betrieben.

Noch drastischer als in der Leber wird Cadmium mit zunehmendem Alter in der Niere angereichert. Die Cd-Belastung liegt dabei im Mittel in der Niere um das 5- bis 8fache höher als in der Leber. Nieren von Pferden und Zuchtschweinen werden deshalb grundsätzlich nicht mehr für den Verzehr freigegeben. Nieren und Lebern von Mastschweinen aus Problembetrieben werden kontrolliert und sind nach der Fleischhygiene-Verordnung bei Überschreitung des doppelten ZEBS-Richtwertes als genußuntauglich zu verwerfen. Erfreulicherweise wird Cadmium im Muskelfleisch nur in ganz geringen Mengen eingelagert. Die Gehalte liegen mindestens um eine Zehnerpotenz niedriger als in der Leber. Selbst in den von JARY (1988) untersuchten, extrem belasteten Betrieben wurde mit maximal 0,02 mg Cadmium je kg Muskulatur-Frischmasse, (Mittelwerte 0,002-0,009 mg Cd/kg FM) der ZEBS-Richtwert von 0,1 mg Cd je kg Frischmasse bei weitem nicht erreicht. Im Falle von Muskelfleisch und Cd übt das Mastschwein somit eine Filterfunktion innerhalb der Nahrungskette aus, die den Menschen effizient zu schützen vermag.

Die Tierernährung sucht neuerdings verstärkt nach Wegen, den Eintrag unerwünschter Stoffe in die Nahrungskette zu minimieren. In Übersicht 8 wird dazu eine stark vereinfachte Modellrechnung zum Ersatz von Fischmehl als Methioninträger durch synthetisches DL-Methionin gezeigt. Selbstverständlich ist Fischmehl nach wie vor ein wertvolles und sehr vielseitiges Futtermittel, das weiterhin große Bedeutung in der Tierernährung haben wird. Wenn es jedoch in

erster Linie oder ausschließlich um eine Methioninergänzung der Ration geht, so kann der gezielte Einsatz von synthetisch hergestelltem Methionin anstelle von Fischmehl auch zu einer erheblichen Reduzierung der Schwermetallbelastung führen, wie dies am Beispiel von Arsen, Cadmium und Quecksilber in Übersicht 8 gezeigt wird.

Übersicht 8: Geringere Belastung der Nahrungskette mit unerwünschten Stoffen durch Einsatz von synthetischem DL-Methionin anstelle von Fischmehl in der Ernährung von Nutztieren

Vereinfachte Modellrechnung zum Methionin-Äquivalent

Weltproduktion an DL-Methionin 1989: ca. 180 000 t.

Diese Methioninmenge entspricht rund 8,6 Mio t Fischmehl.

Lt. Futtermittelrecht darf Fischmehl je kg maximal

10 mg Arsen, 2 mg Cadmium und 0,5 mg Quecksilber ent-

halten. Wird unterstellt, daß Fischmehl im Mittel mit 50% der zulässigen Höchstgehalte belastet ist, so würden durch die eingesparte Fischmehlmenge

43 t Arsen,

8,6 t Cadmium und

2,1 t Quecksilber

weniger an Nutztiere verabreicht

Neuerdings werden auch verstärkt Fütterungsmaßnahmen zur Reduzierung von Nährstoffeinträgen über die tierischen Exkremente in das Ökosystem diskutiert. Dabei steht die Reduzierung des Stickstoff- und Phosphoreintrages im Vordergrund. Bei Stickstoff geht der Weg im Falle der Monogastriden, wie z.B. Schwein und Huhn, in erster Linie über präzise auf den Bedarf der Tiere in den einzelnen Alters- und Leistungsstadien zugeschnittene Aminosäuren-Muster im Alleinfutter bzw. Ergänzungsfutter. Es ist weder ökologisch noch ökonomisch sinnvoll, Protein über den Bedarf des Nutztieres hinaus zu verfüttern, weil damit lediglich der Stoffwechsel des Tieres unnötig belastet und der N-Gehalt der Gülle erhöht wird. Unter ungünstigen Bedingungen kann dadurch auch die N-Belastung von Oberflächengewässern und Grundwasser zunehmen. Proteinmangel mindert andererseits die Leistung des Tieres und führt insgesamt zu einer

verschlechterten Transformation des Futterproteins in hochwertige Lebensmittel tierischen Ursprungs.

Im Hinblick auf die Minimierung des Phosphoreintrages aus der tierischen Veredelungswirtschaft in die Ökosphäre, ist die Lösung vor allem in einer Verbesserung der Verfügbarkeit des pflanzlichen Phytin-Phosphors für Schwein und Geflügel zu suchen. Dadurch könnte der Einsatz von Futter-Phosphaten, die im Falle von Rohphosphaten teilweise überdies noch erhebliche Belastungen an Cadmium aufweisen, deutlich reduziert werden.

Abschließend läßt sich feststellen, daß der kritische Verbraucher bei geschärftem Umweltbewußtsein auch besonderen Wert darauf legt, daß die vom Tier gewonnenen Lebensmittel mit möglichst umweltschonenden Produktionsverfahren gewonnen werden. Im Sinne der Qualitätsvorstellungen wäre daher den eingangs besprochenen Bestimmungsfaktoren aus neuerer Sicht noch der Begriff "ökologische Qualität" hinzuzufügen.

7. Schlußfolgerungen

1. Die Tierernährung trägt eine große Verantwortung bei der Erzeugung von qualitativ hochwertigen und gesundheitlich unbedenklichen Lebensmitteln tierischer Herkunft für den Verbraucher.
2. Neben der grundsätzlichen Forderung einer bedarfs- und leistungsgerechten Nähr- und Wirkstoffversorgung der Nutztiere gibt es bei einigen Inhaltsstoffen bzw. Qualitätskriterien auch eine direkte Einwirkungsmöglichkeit über die Fütterung, die im Bedarfsfalle genutzt werden sollte.
3. Die zunehmende Umweltbelastung führte in der Vergangenheit auch zu erheblichen Kontaminationen bei Futtermitteln. In der Zwischenzeit konnte jedoch die Belastung der Nahrungskette mit unerwünschten Stoffen (Schadstoffen) in sehr vielen Fällen erheblich reduziert werden. Aufgabe von Wissenschaft, Beratung, Landwirten, Gesetzgeber und Kontrollbehörden ist es, auch in Zukunft Schäden von Tier und Mensch abzuwenden.

4. Die Tierernährung sollte in Wissenschaft und Praxis in Zukunft verstärkt bemüht sein, das Ökosystem trotz effizienter Lebensmittelproduktion möglichst wenig zu belasten. Zukunftsorientierte Forschungsanstrengungen und die konsequente Umsetzung ernährungsphysiologischer Kenntnisse in die praktische Rationsgestaltung sind dazu notwendig.

Literatur

- ANKE, M. (1989): Bedeutung der Spurenelemente für landwirtschaftliche Nutztiere und das Wild. In: FIEDLER, H.J. und RÖSLER, H.J. (Hrsg.), Spurenelemente in der Umwelt, S.172-191, Enke Verlag Stuttgart.
- BURGSTALLER, G. (1989): Fehlende Zehntel des Milcheiweißes erfüttern. Hessenbauer 198, H. 16, 36-39.
- BUTLER, E.J. und FENWICK, G.R. (1985): Trimethylamin und fischartiger Geruch von Eiern.
Lohmann Information März/April 1985, S. 1-8.
- DLG-ARBEITSKREIS FUTTER UND FÜTTERUNG (1989): A) Die Fleischqualität beim Schwein und ihre Beeinflussung durch die Fütterung. B) Möglichkeiten zur Verbesserung der Rindfleischqualität. Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft Frankfurt/Main.
- GÜNTHER, K.D. (1980): Die Bedeutung zootechnischer Maßnahmen für die Qualität hochwertiger Lebensmittel tierischen Ursprungs: Fütterung. Arch.Lebensmittelhyg. 31, 162-169.
- HENKEL, H. (1984): Einfluß von Haltung und Fütterung auf die Qualität von Schweinefleisch.
Ldw. Forschung SH.40 (Kongreßband 1983), 68-74
- HENKEL, H. (1985): Futteraufwand - ein Merkmal der Mastleistung beim Schwein? Lohmann Information, Jan./Febr. 1985, S.5-10.

- JARY, E. (1988): Cadmium-, Zink-, Kupfer- und Calciumgehalte in Nieren, Lebern und Muskulatur von Schlachttieren aus Beständen mit Klärschlammbeaufschlagten Futterflächen. Diss. agr. FB 19, Justus-Liebig-Universität Gießen.
- KIRCHGESSNER, M. und KREUZER, M. (1988): Aminosäurenmuster des Milchproteins während und nach Über- oder Unterversorgung der Kuh mit Rohprotein. J.Anim.Physiol.a.Anim.Nutr. 59, 150-159.
- KIRCHGESSNER, M., PAULICKS, B.R. und SCHWARZ, F.J. (1988a): Veränderungen im Harnstoffgehalt der Kuhmilch bei unzureichender und überhöhter Proteinversorgung. J.Anim.Physiol.a.Anim.Nutr. 59, 79-84.
- KIRCHGESSNER, M., ROTH-MAIER, D.A. und PAULICKS, B.R. (1988b): B-Vitamine (Thiamin, Vitamin B₆, Vitamin B₁₂ und Pantothen-säure) in der Kuhmilch bei Energie- oder Proteinmangel und anschließender Realimentation. J.Anim.Physiol.a.Anim.Nutr. 59, 255-262.
- MENKE, K.-H. (1984): Qualität der Lebensmittel tierischer Herkunft. Ldw.Forschung SH. 40 (Kongreßband 1983), 112-114.
- NABER, E.C. (1979): The effect of nutrition on the composition of eggs. Poultry Sci. 58, 518-528.
- PALLAUF, J. (1982): Zum Einfluß der Ernährung mit Spurenelementen auf die Qualität von Lebensmitteln tierischer Herkunft. Übers. Tierernährung 10, 163-188.
- PALLAUF, J. (1985): Leistungsmerkmale der Milchkuh unter dem Einfluß der Ernährung. Ergebnisse landw. Forschung der Justus-Liebig-Universität Gießen, H. XVII, 103-114.
- ROHR, K. und DAENICKE, R. (1984): Einfluß der Fütterung und Haltung auf die Milch- und Fleischqualität beim Wiederkäuer. Ldw. Forschung SH. 40 (Kongreßband 1983), 56-67.

- SCHOLTYSEK, S. (1988): Fütterung und innere Eiqualität. In: Aktuelle Themen der Tierernährung und Veredelungswirtschaft, Lohmann Tierernährung GmbH, Cuxhaven, 7-15,
- SIEWERT, E. (1989): Zusatzstoffe in Futtermitteln. In: GROSSKLAUS, D. (Hrsg.) Rückstände in von Tieren stammenden Lebensmitteln S. 75-104, Parey Verlag Berlin und Hamburg
- VOGT, H. (1984): Einfluß der Haltung und Fütterung des Geflügels auf die Qualität der erzeugten Produkte.
Ldw. Forschung SH. 40 (Kongreßband 1983), 75-87
- WENK, C. und PRABUCKI, A.L. (1990): Faktoren der Qualität von Schweinefleisch aus Schweizer Sicht. In: Aktuelle Themen der Tierernährung und Veredelungswirtschaft, Lohmann Tierernährung GmbH, Cuxhaven (im Druck)
- WALZ, O.P. (1985): Zum Einfluß von Lysinulagen während und nach der Mahlzeit auf die Nährstoffverwertung bei Mastschweinen. 3. Mitt.: Bilanzen von Calcium und Phosphor, Blutanalysen, Schlachtkörperbewertung. Z. Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermittelkde. 54, 190-205.