

Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.
Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Actes de la Société
Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative
= Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 157 (1977)

Vereinsnachrichten: Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung
Autor: [s.n.]

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

3. Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung
Société Suisse de Recherches sur la Nutrition

Der Beitrag der Tierproduktion an die Sicherung der Lebensmittelversorgung der schweizerischen Bevölkerung in Normal- und Krisenzeiten

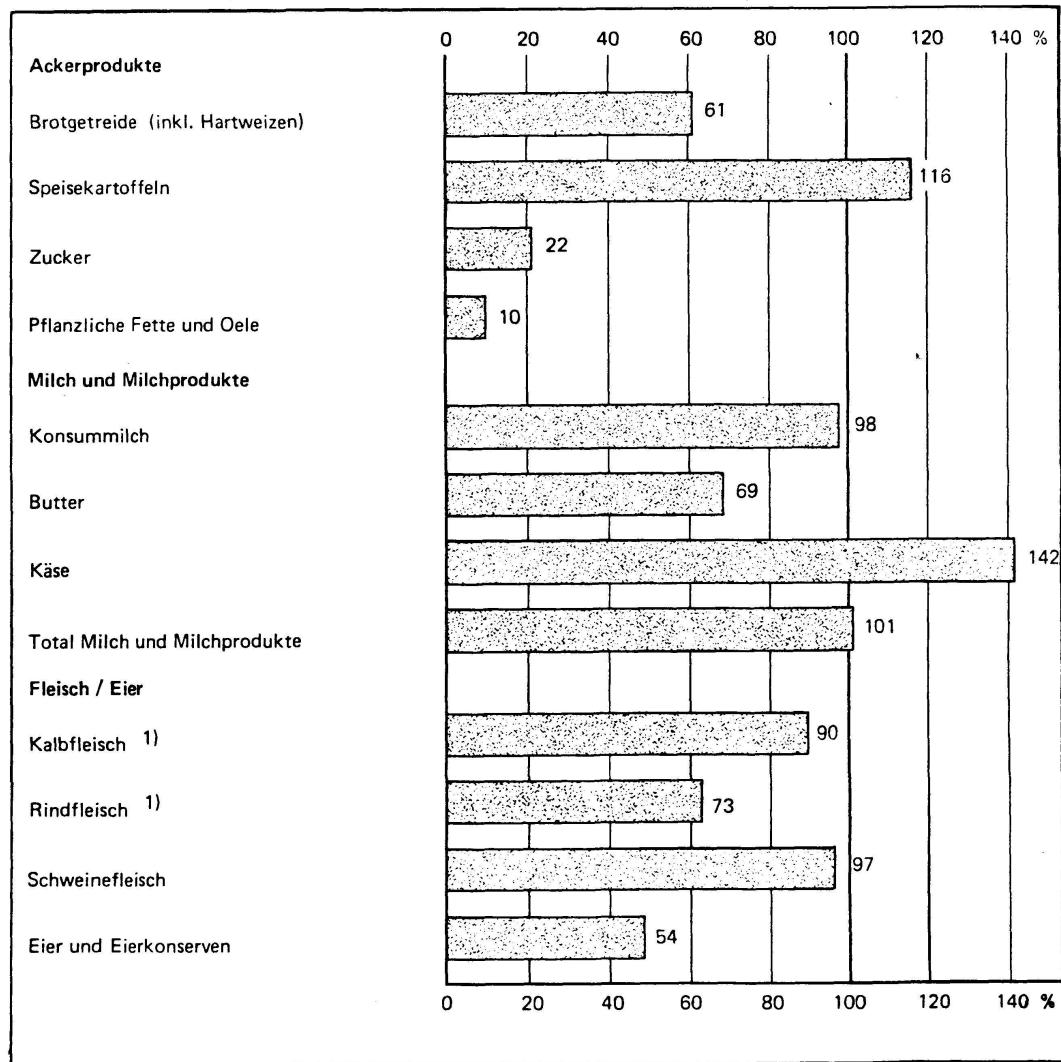
1. J. von Ah (Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement, Abteilung für Landwirtschaft, Bern): **Der Beitrag der Tierproduktion an die Sicherung der Lebensmittelversorgung der schweizerischen Bevölkerung in Normal- und Krisenzeiten**

Die Sicherung der Landesversorgung mit Lebensmitteln ist eine der vornehmsten und wichtigsten Aufgaben der schweizerischen Landwirtschaft. So lesen wir im 5. Landwirtschaftsbericht: "Es muss (daher) ein Hauptziel unserer Agrarpolitik sein, dafür zu sorgen und die Bedingungen zu schaffen, damit die Landwirtschaft ihre Hauptaufgaben erfüllen kann, nämlich: Die Nahrungsmittelversorgung in Normalzeiten, die Vorsorge für Zeiten gestörter Zufuhren und die Landschaftspflege. Wir erachten die ersten beiden als vorrangig und sind gleichzeitig darum besorgt, die letztere zu fördern"¹. Diese Zielsetzung der Landesversorgung ist eine der Konstanten der schweizerischen Landwirtschaftspolitik, welche sich nicht alleine auf Krisenzeiten einstellen kann. Krisenzeiten und Normalzeiten können heute nämlich im weltpolitischen Geschehen kaum mehr streng voneinander unterschieden werden. Weiter verlangt das Ziel der Nahrungsmittelversorgung bei gestörten Zufuhren, dass in Friedenszeiten die nötige Produktionsbereitschaft aufrechterhalten bleibt. Dies ergibt sich aus der Natur des landwirtschaftlichen Produktionsprozesses, der an biologische und saisonale Zyklen gebunden ist und sich als flächengebundene Erzeugung in verhältnismässig zahlreichen Unternehmereinheiten vollzieht. Die Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion in Notzeiten und Änderungen in der Zusammensetzung des Ausstosses verlangen deshalb verhältnismässig viel Zeit, was einen entsprechenden Bereitschaftsgrad verlangt.

In der vorliegenden Arbeit geht es vor allem um die tierische Produktion. Ausgehend von der Situation in der Selbstversorgung, sollen die Bestimmungsgründe bei Nachfrage und Angebot Hinweise für die Sicherung der Versorgung in Normalzeiten geben. In einem zweiten Teil soll die Sicherung der Landesversorgung anhand von Zahlen der Ernährungsplanung für Notzeiten dargestellt werden.

1. Die Sicherung der Versorgung mit tierischen Produkten in Normalzeiten
 - 1.1 Der Selbstversorgungsgrad bei Nahrungs- und Futtermitteln

Die schweizerische Landwirtschaft deckt gegenwärtig rund 60 Prozent (Ø 1971/72 bis 1973/74 59%; 1974/75 65%) des Kalorienbedarfes der Bevölkerung. Die Differenz zum Gesamtverbrauch, d.h. rund 40 Prozent, werden



1) Im Jahre 1976 lagen die Prozentsätze bei Rindfleisch bei ungefähr 87 % und bei Kalbfleisch rund 95 %

Quelle: 5. Landwirtschaftsbericht, Bern 1976, S. 30

Abb. 1 Inlanderzeugung von Nahrungsmitteln in Prozent des Inlandverbrauchs.
Mittel 1971/72 – 1973/74

in normalen Zeiten als Nahrungsmittel importiert. Futtermittelimporte tragen an die 60 Prozent Selbstversorgung schätzungsweise 10 Prozent bei.

Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Inlanderzeugung in Prozessen des Inlandverbrauchs, im Dreijahresmittel 1971/72 – 1973/74 bei einer mittleren ortsansässigen Bevölkerung von rund 6,5 Mio. Einwohnern. Die Zusammenstellung zeigt, dass unsere Versorgung in normalen Zeiten bei tierischen Produkten besser ist als bei Ackerprodukten. Dies ist auf die natürlichen Produktionsbedingungen und die sich daraus ergebenden komparativen Kostenvorteile zurückzuführen. So deckt die Inlanderzeugung den Inlandverbrauch bei Milch und Milchprodukten zu etwas mehr als 100

Prozent. Bei Rindfleisch liegt der Prozentsatz bei etwas über 70 und bei Kalbfleisch bei 90 Prozent. Wegen der hohen Futtermittelimporte kann der Selbstversorgungsgrad bei Schweinefleisch mit 97 Prozent angegeben werden. Aus dem gleichen Grunde wird ein beträchtlicher Anteil von Geflügelfleisch und Eiern ebenfalls im Inland erzeugt.

Mit Ausnahme der Kartoffeln, die mit 100 Prozent des Verbrauches im Inland produziert werden, ist der Selbstversorgungsgrad bei Brotgetreide rund 60, bei Zucker rund 20 und bei pflanzlichen Ölen und Fetten bloss rund 10% (heute etwas darüber). Diese Unterschiede zwischen pflanzlichen und tierischen Produkten werden uns bei der Diskussion über die Landesversorgung in Notzeiten noch beschäftigen.

Die hohen Futtermitteleinfuhren der letzten Jahre waren willkommen zur inneren Aufstockung von Landwirtschaftsbetrieben, welche dadurch die erhöhte Nachfrage nach Fleisch zu decken vermochten. Während im Durchschnitt der Jahre 1961/62 – 1965/66 17 Prozent des gesamten Futterverbrauchs der Schweiz, berechnet als Stärkeeinheiten, importiert wurden, stieg dieser Anteil auf 27,2 Prozent im Jahre 1972/73 und fiel im Jahre 1975/76 auf 23,4 Prozent zurück².

Diese Zahlen über die Futtermitteleinfuhren lassen den Schluss zu, dass die Sicherung der Landesversorgung mit tierischen Produkten, welche auf der Basis von Kraftfutter erzeugt werden, verhältnismässig stark auslandabhängig ist. Der Selbstversorgungsgrad bei Kraftfutter beträgt insgesamt knapp drei Viertel. Er ist aber bedeutend niedriger in der Schweinemast, in der Eierproduktion und in der Erzeugung von Geflügelfleisch. Dies würde sich dann empfindlich bemerkbar machen, wenn die Einfuhrmöglichkeiten für Futtermittel infolge internationaler Wirren oder Missernten ausfielen.

1.2 Entwicklung der Nachfrage

Der Gesamtverbrauch von Fleisch setzt sich aus einer grossen Zahl von Fleischsorten und -qualitäten zusammen. Aus Gründen der Vereinfachung werden sie zusammengefasst. Der Gesamtverbrauch setzt sich zusammen aus: Rind- und Kalbfleisch, Schweinefleisch, Geflügelfleisch, Schafffleisch, übriges (Ziegen- und Pferdefleisch, Kaninchen, Wildbret, Fische, Krusten- und Weichtiere).

Der Gesamtverbrauch von Fleisch ist in den letzten 20 Jahren rasch angestiegen. Dies ist vor allem auf eine starke Verbrauchsausdehnung beim Schweine- und Geflügelfleisch zurückzuführen.

Tabelle 1 gibt einige Zahlen. Inlandproduktion und Gesamtverbrauch haben sich zwischen 1955 und 1976 mehr als verdoppelt. Der pro Kopfverbrauch nahm wegen des Bevölkerungswachstums nicht um 100 Prozent, sondern lediglich um 62 Prozent zu, was aber immer noch beachtlich ist³. Auch 1977 ist der Fleischverbrauch, trotz stagnierender Einkommen erneut gestiegen, was auf tiefere Fleischpreise zurückzuführen ist. So stellte das Schweiz. Bauernsekretariat im ersten Halbjahr 1977 im Vergleich zur entsprechenden Vorjahresperiode einen beträchtlichen Mehrverbrauch von Fleisch von Schlachttieren fest. Der Konsumanstieg beläuft sich für Rindfleisch auf 1,5%, für Kalbfleisch auf 8,6%, für Schweinefleisch auf 7,2%, für Schafsfleisch auf 9,9% und für Fleisch von Schlachttieren im ganzen auf 5,6%.

Tab. 1. Fleisch¹: Inlandproduktion, Aussenhandel, Verbrauch und Selbstversorgungsgrad, 1955 – 1976

Jahr	Inland- produktion 1000 t	Einfuhr- überschuss ² 1000 t	Total 1000 t	Verbrauch pro Kopf kg	Inland- anteil in %
1955	198	43	241	48.5	82
1960	246	56	302	55.9	81
1965	288	95	383	63.7	75
1970	360	101	461	72.1	78
1973	395	116	511	78.2	77
1974	414	84	498	75.9	83
1975	409	80	489	75.3	84
1976	426	81	507	78.8	84

1) Umfasst: Rind-, Kalb-, Schweine-, Geflügel-, Schaf-, Ziegen-, Pferdefleisch, Kaninchen, Wildbret, Fische, Krusten- und Weichtiere

2) Unter Berücksichtigung der Lagerveränderungen

Quelle: Schweiz. Genossenschaft für Schlachtvieh- und Fleischversorgung (GSF), Jahresbericht 1976

Gleichzeitig ermittelte das Bundesamt für Industrie, Gewerbe und Arbeit (BIGA) Rückgänge der Verkaufspreise bei Braten vom Rind gegenüber dem Vorjahr um 6,5%, vom Kalb um 5,4% und vom Schwein um 10,3%⁴

Im Vergleich zum Ausland liegt der Fleischverbrauch der Schweiz 1976 mit 78,8 kg pro Kopf allerdings auch heute noch verhältnismässig tief. So wiesen Länder wie Frankreich 1975 97,5 kg, Canada 104,3 kg, USA 125,8 kg Jahreskonsum pro Kopf auf. Diese Zahlen lassen längerfristig eine Zunahme des gesamten Fleischverbrauches in der Schweiz als wahrscheinlich erscheinen⁵, auch wenn aus erhebungstechnischen Gründen die genannten ausländischen Zahlen gegenüber der Schweiz etwas überhöht sind.

Gesamtwirtschaftlich gesehen sind die wesentlichsten Bestimmungsgründe für die mengenmässige Nachfrage nach tierischen Produkten

- die Bevölkerungszahl und -struktur (heute in der Schweiz abnehmend oder stagnierend; Bevölkerung Januar 1976 6,3 Mio.) grösserer Anteil alter Leute,
- die Einkommensentwicklung (heute eher stagnierend; wird wiederum zunehmen mit Wirtschaftswachstum),
- Preis des Fleisches und Preise anderer Nahrungsmittel (1976 und 1977 lieferten eindeutig Nachweise dieser Zusammenhänge).

Diese Grössen sind quantifizierbar. Sie gestatten eine Schätzung aufzustellen über die wahrscheinliche Entwicklung des Verbrauches für eine bestimmte Zeitperiode. Schwieriger zu erfassen ist die Bedürfnisstruktur und die daraus resultierende Nutzeneinschätzung des Einzelnen und des Kollektivs. Immerhin zeigen sich qualitative Veränderungen in der Ernährung durch eine Tendenz zum vitamin- und mineralstoffhaltigeren sowie kalorienärmeren Verbrauch. Weiter kann ein starker Übergang zu qualitativ höheren

Produkten d.h. vom pflanzlichen zum tierischen Eiweiss und von kalorienreichen zu stärker veredelten Nahrungsmitteln festgestellt werden. Diese Tendenzen weisen ebenfalls in Richtung eines zu erwartenden höheren Fleischkonsums in der Schweiz in den nächsten Jahren.

Ausgedrückt in Kalorien liefern Fleisch und Fisch rund 16 Prozent des gesamten Kalorienverbrauches. Dieser Prozentsatz hat in den Jahren 1948/50 lediglich 11 betragen. Der Anteil Eier lässt sich stagnierend mit einem Prozent berechnen. Milch und Milchprodukte (ohne Butter) stehen heute bei 13 Prozent. In den Jahren 1948/50 hat dieser Prozentsatz noch 17 betragen. In der Prospektive dürfte diese Gruppe weiterhin stagnieren, wobei einem immer noch sinkenden Verbrauch an Konsummilch ein steigender Käseverbrauch gegenüberstehen dürfte. Der Gesamtverbrauch wird dadurch von der Bevölkerungszahl und -struktur bestimmt⁶. Weniger Kinder bedeuten weniger Milchtrinker; eine geringere Bevölkerungszahl vermindert die Zahl der Verbraucher.

Die von der Nachfrageseite her in nächster Zeit erwartete zunehmende Kalorienaufnahme beim Konsum von Fleisch dürfte kompensiert werden durch eine Abnahme des Kalorienverbrauches bei Getreide, Kartoffeln und bei der Konsummilch. Auch der Fettkonsum (Butter, Schlachtfette, pflanzliche Öle und Fette), bei welchem in jüngster Zeit eher eine Tendenz weg von den sichtbaren tierischen Fetten hat festgestellt werden müssen, wird durch den erwarteten Mehrkonsum beim Fleisch früher oder später durch den Sättigungsdruck von der Kalorienseite her, abnehmen.

Soviel zur Entwicklung der Nachfrage nach tierischen Produkten. In normalen Zeiten bestimmt die Nachfrage im schweizerischen marktwirtschaftlichen System, welche Produkte in welchen Mengen produziert werden sollen.

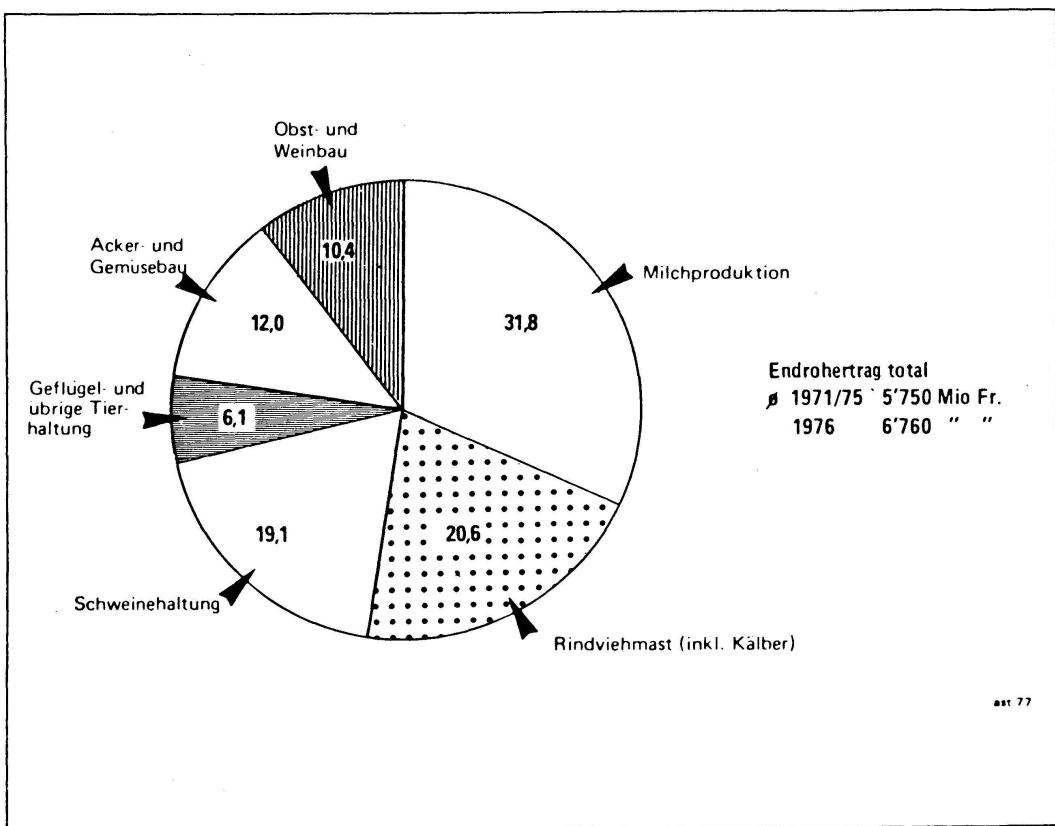
Als Nächstes soll uns nunmehr die Frage beschäftigen, wie in normalen Zeiten die Befriedigung der Nachfrage nach tierischen Produkten durch das Angebot sichergestellt wird.

1.3 Entwicklung des Angebotes

Die Tierhaltung bildet produktions- und einkommensmäßig die Hauptgrundlage des landwirtschaftlichen Angebotes.

Abbildung 2 zeigt, dass sich der Endrohertrag der Landwirtschaft (= Wertschöpfung des Agrarsektors im Sinne der nationalen Buchhaltung) im Mittel der Jahre 1971/75 zu 77,6 Prozent auf die tierische Produktion und nur zu 22,4 Prozent auf die pflanzliche Produktion verteilte. Die Anteile der einzelnen Produktgruppen betragen rund 32 Prozent Milchproduktion, je rund 20 Prozent Rindviehmast und Schweinemast und schliesslich rund 6 Prozent Geflügel- und übrige Tierhaltung. Diese Verteilung ist der Grund dafür, dass der wertmässige Anteil der Inlandproduktion bei Nahrungsmitteln mit rund 70 Prozent höher ist als der einleitend angeführte 60-prozentige Selbstversorgungsgrad in Kalorien. Tierische Produkte sind Veredlungsprodukte, deren Erzeugung der Landwirtschaft eine Verdienstmarge ermöglicht.

Ähnlich wie bei den pflanzlichen Produkten waren die Leistungssteigerungen in der tierischen Produktion in jüngster Zeit beachtlich. Einige Zah-



Quelle: 5. Landwirtschaftsbericht, Bern 1976, S. 25

Abb. 2 Zusammensetzung des Endrohertrages der Landwirtschaft. Mittel 1971/75, in Prozent.

len sollen dies belegen. So hat Glättli⁷ berechnet, dass die durchschnittliche Zunahme der Milchleistung pro Kuh und Jahr von 25 kg im Durchschnitt der Jahre 1958/64 auf 50 kg in den Jahren 1970/76 angestiegen ist. Indexmäßig berechnet stieg die Milchleistung pro Kuh, Durchschnitt 1958/64 = 100, im Jahre 1975 auf 118. Die Fleischleistung je Kuh zeigte sogar eine mehr als doppelt so hohe Zuwachsrate, indem der Index 1975 mit 142 Punkten berechnet wurde.

Zahlen über die Leistungssteigerungen in der Futterproduktion (1975/76 stammten rund 63 Prozent der in der Schweiz verfütterten Stärkeeinheiten aus inländischem Rauhfutter) sind für den Landesdurchschnitt keine erhältlich. Lehmann⁸ schätzt indessen das heute vorhandene zusätzliche Ertragspotential im Kunstmutterbau bis zu 25 Prozent, zu erreichen durch richtige Arten-, Sorten- und Mischungswahl der Futterpflanzen, Nutzung sowie Düngung. Auch bei den Naturwiesen dürfte das Potential noch beträchtlich sein. Caputa und Charles⁹ haben bei ihren 10jährigen Weidemastversuchen im waadtländer Jura nachgewiesen, dass bis zu 1000 g Tageszuwachs bei Mastrindern nur auf Rauhfutterbasis möglich ist, was gegenüber traditionellen Weidemethoden einer Verdoppelung entspricht.

Tab. 2 Trends in Gross Feed Conversion Efficiency of Livestock¹

	1940	1970	1985	1970 1940 %	1985 1970 %
Pork	3,9	3,3	2,5	85	76
Beef	10,0	7,5	5,0 ²	75	67
Milk	1,2	0,7	0,4	58	57
Sheep	—	8,0	4,0	—	50
Poultry	4,5	2,2	1,8	49	82
Eggs	3,5	3,0	2,5	86	83

1) Basically applicable to USA conditions only but the trends should be similar in many other parts of the world

2) Range conditions.

Source: University of California, "A Hungry World: The Challenge to Agriculture", General Report by University of California Food Task Force, Division of Agricultural Sciences, University of California, July 1974, Table 4.5.

Weitere Leistungsfortschritte in der tierischen Erzeugung sind auch aus der Futterverwertung zu erwarten. So zeigt Tabelle 2 aus einer Publikation der OECD¹⁰ wie sich die Relation Kraftfutteraufwand / Lebendgewichtszuwachs seit 1940 verändert hat und welche Leistungsverbesserungen bis 1985 in den USA noch erwartet werden. Die Indizes machen deutlich, dass im Zeitraum 1970 – 1985 nochmals die gleichen Verbesserungen als möglich erscheinen, die in den Jahren 1940 – 1970 erreicht worden sind. Einschränkend ist allerdings zu sagen, dass die Zusammensetzung und der Nährwert des Futters eine grössere Rolle spielen als das Futtergewicht. Die Zahlen der Tabelle 2 sind deshalb mit Vorsicht zu interpretieren. Aus diesem Grunde gibt die Forschungsanstalt Grangeneuve für die Rindermast 4,5 – 8 kg Futter je kg Lebendzuwachs und in der Milchproduktion je nach Milchleistung 0,9 – 1,3 kg Futter je kg Milch an. In der Schweinefütterung werden für 1940 4,5 kg und für 1970 3,5 kg Futteraufwand angegeben. Für 1985 kann mit 2,7 kg Futter pro kg Lebendgewichtszuwachs gerechnet werden, sofern bis zu diesem Zeitpunkt die Ebermast möglich ist. Die Geflügelzuchtschule Zollikofen gibt je nach Fettgehalt des Futters, beim Mastgeflügel heute schon 1,8 bis 2,2 kg Futter pro kg Lebendgewicht an. Bei den Legehennen betrug der Futteraufwand pro kg Eier im Jahre 1970 zwischen 2,6 – 2,8 kg. Für 1985 werden 2,2 – 2,5 kg angegeben.

Die Bestimmungsgründe des Angebotes tierischer Produkte liegen in den Problembereichen der Preise der tierischen Erzeugnisse im Verhältnis zu den Erzeugungskosten, in den Preisrelationen zwischen den Produkten, beim sog. technischen Fortschritt, in der Nachfrage nach tierischen Produkten und schliesslich im Fragenkomplex der landwirtschaftlichen Strukturen. Wir können auf diese Probleme hier nicht näher eintreten. Über die mutmassliche Entwicklung des Angebotes kann aber gesagt werden, dass wir in nächster Zeit eher mit Überschüssen als mit Mangel rechnen müssen. Die

schweizerische Landwirtschaft wird eher Probleme eines zu grossen Angebotes als einer zu geringen Sicherstellung der Landesversorgung mit tierischen Produkten zu lösen haben (nur unwesentliche Veränderungen in der politischen Lage selbstverständlich vorausgesetzt).

Von einer gleichen Prognose geht auch das von einer Arbeitsgruppe für die Lenkung der landwirtschaftlichen Produktion erarbeitete Produktionsprogramm für die Zeit von 1976 bis 1980¹¹ aus, welches in den Absatzmöglichkeiten für Milch, Rindfleisch, Schlachtkälber, Schweinen, Schafen und den Produkten der Geflügelhaltung Grenzen sieht und nicht von Seite des möglichen inländischen Angebotes. Verschärfend wirkt der seit 1974 eingetretene Bevölkerungsrückgang.

Zusammenfassend darf deshalb wohl gesagt werden, dass es der schweizerischen Landwirtschaft und den ihr durch die Agrarpolitik vorgegebenen Rahmenbedingungen gelungen ist, in Normalzeiten, die Landesversorgung mit tierischen Produkten sicherzustellen.

2. Die Sicherung der Versorgung mit tierischen Produkten in Notzeiten

2.1 Die Problemstellung

Die Sicherung der Landesversorgung mit tierischen Produkten in Notzeiten ist gegenüber Normalzeiten eine grundlegend andere Aufgabe. Die freie Wahl des Konsumenten, dessen marktwirksame Nachfrage in unserem Wirtschaftssystem die Absatzmöglichkeiten des Angebotes bestimmt, wird ersetzt durch eine Zuteilung nach ernährungsphysiologischen Bedürfnissen. Die Zusammensetzung des Speisezettels in Art und Menge der Nahrungsmittel, wird durch ein staatliches Planungsinstrument, die Rationierung vorgegeben. Der Konsument erhält, was ihm zugeteilt wird. Die Zuteilung richtet sich nach Alter, Beschäftigung, Geschlecht usw. Der Warenkorb enthält, was verfügbar ist. Die Ernährungsfachleute bestimmen weitgehend, was und wieviel zur Erhaltung der Volksgesundheit und Leistungsfähigkeit an Nahrungsmitteln den einzelnen Verbrauchergruppen zugeteilt werden soll, damit die sehr knappen Nahrungsmittel "gerecht" verteilt werden.

Importe fallen nach der Problemstellung einer Ernährungsplanung dahin. Als Nahrungsmittel und Futtermittel wird verteilt, was an Vorräten im Landesinnern vorhanden ist, und was die schweizerische Landwirtschaft zu produzieren vermag. Dieses Szenarium hat bereits Wahlen in seiner Anbauplanung der Kriegsjahre 1939–1945¹² verwendet; es ist erneut die Ausgangslage für die heutige Ernährungsplanung für Notzeiten¹³.

Auch beim landwirtschaftlichen Produzenten fallen die marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen für eine nach Art und Menge freie Produktion dahin. Der Landwirt wird soviel wie möglich produzieren müssen, und zwar von jenen Erzeugnissen, welche in ihrer Gesamtheit die vollständige Selbstversorgung des Schweizervolkes gewährleisten und in den Einzelrationen den ernährungsphysiologischen Anforderungen entsprechen. Produktionspflicht und Abgabeverpflichtung ergänzen die planwirtschaftliche Konzeption.

2.2 Die energetischen Grundlagen der Ernährungsplanung

Einleitend wurde darauf hingewiesen, dass der Selbstversorgungsgrad der Schweiz rund 60 Prozent betrage; 40 Prozent werden als Nahrungsmittel eingeführt (Abbildung 1). Es wurde auch ausgeführt, dass die Selbstversorgung bei pflanzlichen Produkten niedriger sei als bei tierischen. Für das Jahr 1973/74 schätzt das Schweiz. Bauernsekretariat die Prozentsätze auf 35 und 84 Prozent¹⁴.

Geht man davon aus, dass die Schweiz von sämtlichen Nahrungs- und Futtermittelimporten abgeschnitten werden könnte, lässt sich die vollständige Versorgung mit Nahrungs- und Futtermitteln mit drei Massnahmen erreichen:

Umstellen von tierischen auf pflanzliche Produkte, welche sich für die direkte menschliche Ernährung eignen; Einsatz der vorhandenen Vorräte; Reduktion des Lebensmittelverbrauches (Rationierung).

Uns interessiert vor allem die Umstellung von tierischen auf pflanzliche Produkte, welche sich aus dem unterschiedlichen energetischen Wirkungsgrad verschiedener landwirtschaftlicher Produkte in der menschlichen und tierischen Ernährung ableiten lässt.

Die beiden Autoren P. und A. Ehrlich leiten das Kapitel Nahrungsmittelproduktion ihres Buches "Population, Resources, Environment" mit den Sätzen ein (in freier Übersetzung):

"Alles Fleisch ist Gras. Dieser einfache Satz fasst ein einfaches Prinzip der Biologie zusammen, das wesentlich ist um das Welternährungsproblem zu verstehen. Die Futtergrundlage aller Tiere ist die grüne Pflanze – das Gras. Der Mensch und alle andern Tiere, welche diesen Planeten bewohnen erhalten ihre Energie und Aufbaustoffe für Wachstum, Entwicklung und Erhaltung durch das Essen von Pflanzen, durch den Konsum von Tieren, welche Pflanzen aufgenommen haben oder durch das Essen von Tieren, welche Tiere frassen, die Pflanzen gefressen haben, usw."¹⁵

Der ganze Prozess der Nahrungsmittelproduktion kann als ein gewaltiger Energieumwandlungsvorgang verstanden werden, der sich nach den Gesetzmässigkeiten der Thermodynamik vollzieht. Nach dem ersten Gesetz, kann Energie weder geschaffen noch zerstört werden. Sie lässt sich aber umwandeln, wie z.B. von Sonnenenergie in chemische Energie durch die Photosynthese. Pflanzen sind dabei, die einzigen Lebewesen, die Sonnenenergie in chemische Energie umwandeln können und darum die Basis aller Nahrungsketten bilden.

Das zweite Gesetz der Thermodynamik besagt im Wesentlichen, dass bei jedem Übergang von Energie ein Teil derselben verloren geht. Die praktische Folge dieser Gesetzmässigkeit in der Lebensmittelproduktion ist die, dass auch kein biologisches System einen hundertprozentigen Wirkungsgrad der Energieumwandlung besitzen kann. Es werden bei jeder Umwandlung grössere oder kleinere Energieverluste auftreten. Der Gesamtverlust wird umso grösser sein, je zahlreicher die Umwandlungsstufen sind. In der landwirtschaftlichen Produktion müssen wir damit rechnen, dass die für die Nahrungsmittelproduktion zur Verfügung stehende Landfläche, für die menschliche Ernährung nicht bei allen Produkten die gleiche Kalorienzahl pro Flächeneinheit liefert. Es ist zu erwarten, dass unter gleichen Bedingungen die pflanzlichen Produkte wie Getreide und Kartoffeln im Vergleich zu

tierischen Erzeugnissen, wie Milch oder Schweinefleisch höhere Kalorienerträge liefern. Bei beschränkter Landfläche und unter der Annahme eines Wegfalles der Importe ergibt sich der Schluss, dass für eine Erhöhung der Selbstversorgung des Landes der Ackerbau auf Kosten der Tierhaltung auszudehnen ist.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Ernährungsplanung, unter besonderer Berücksichtigung der tierischen Produkte, als geschlossenes nationales Produktionssystem dargestellt. Es wird dabei von vorgegebenen landwirtschaftlichen Nutzflächen, bestimmten technischen Produktions- und Verarbeitungskoeffizienten der Nahrungs- und Futtermittel, vorgegebenen Minimalrationen für 6,3 Millionen Einwohner, Fruchtfolgevorschriften und Fütterungsvorschriften ausgegangen.

2.3 Ergebnisse des Teilbereiches Tierhaltung der Ernährungsplanung

Für eine Beurteilung des Wirkungsgrades in der Nahrungsmittelerzeugung ist das System zu definieren.

Als Basis wird die Flächeneinheit als landwirtschaftliche Nutzfläche genommen. Dieser Faktor beschränkt die Höchstmenge landwirtschaftlicher Produkte. Es wird untersucht, welche Erträge ausgedrückt in Mcal und kg verdaulichem Eiweiss eine Hektare landwirtschaftliches Kulturland in alternativer Nutzung im Ackerbau oder in der Tierhaltung liefern. Als Produktionsjahr werden einheitlich 12 Monate, beginnend mit der Herbstsaat im Ackerbau, genommen. Bei den landwirtschaftlichen Nutztieren ist festzuhalten, dass die Produktionsperioden der einzelnen Tierarten nicht notwendigerweise mit einem Erntejahr des Ackerbaus zusammenfallen. Die Zyklen sind z.T. kürzer (z.B. Schweine-, Geflügelfleisch-, Eierproduktion), aber auch z.T. länger (z.B. Milchproduktion, Rindermast). Die Ausgangsdaten des tierischen Sektors wurden deshalb dem Erntejahr des Ackerbaus angepasst. Weiter wurden sog. Tiereinheiten berechnet, welche davon ausgehen, dass zu Beginn des nächsten Produktionsjahres im Altersaufbau sowie in der zahlenmässigen Zusammensetzung nach Geschlecht und Aufzucht wiederum eine vollständig intakte Produktionseinheit zur Verfügung steht. Die Tiereinheiten umfassen 100 Milchkühe mit Stieren und Aufzucht, 100 Schlachtschweine mit dazugehörigen Muttersauen und Eber, 1000 Legehennen mit Elterntieren und unter der Annahme eines 5,77fachen Umschlages in 12 Monaten usw.

Tabelle 3 a präsentiert die Ergebnisse des Ackerbaus im Vergleich zur Milchproduktion. Bei den Erträgen wurde abgesetzt: das Saatgut und ein Abzug für das Wetterrisiko (in drei von vier Ernten würden höhere Erträge als die angenommenen eintreten). Die Zusammenstellung bezieht sich auf die Anbauperiode mit der höchsten Ausdehnung des Ackerbaues und vollständiger Selbstversorgung (KS3). Gegenüber Friedenszeiten wurde deshalb im Ertrag noch zusätzlich eine Ertragsverminderung eingerechnet, die auf den Mehranbau mit teilweise minderem Saatgut auf schlechteren Böden durch im Ackerbau weniger erfahrene Bauern eintreten kann.

Die Zahlen belegen die überragende Bedeutung der Hackfrüchte: Zuckerrüben, Kartoffeln, Körnermais mit 8,9-, 5,8- und 4,1fachen Erträgen der Milchproduktion. Brotgetreide (Sommerweizen, Roggen, Winterweizen)

Tab. 3 a Flächenerträge der Pflanzen- und Tierproduktion nach der Ernährungsplanung EP 75¹

Energie Mcal/ha und Jahr in KS 3² Talgebiet

Produkt	(1) Ertrag q/ha	(2) Total Mcal/ha ³	(3) Rangfolge (wenn Milch = 1)	(4) Milchanteil Total (kg/ha)
Zuckerrüben	421	27 700	8,9	8 629
Kartoffeln	371	17 900	5,8	3 200
Körnermais	54	12 800	4,1	—
Sommerweizen	35	9 900	3,2	699
Roggen	38	9 800	3,2	1 074
Winterweizen	35	9 700	3,1	694
Raps	21	8 200	2,6	548
Spelz	36	7 200	2,3	1 985
Hafer	36	5 300	1,7	1 857
Wintergerste	39	4 700	1,5	2 084
Milchkühe	—	3 100 ⁴	1,0	4 406

1) Ernährungsplanung 1975, Stand Dezember 1976

2) KS = Kriegswirtschaftliche Anbaustufe als Ackerbaujahr von 12 Monaten;
KS3 = Vollständige Selbstversorgung

3) 1 Mcal = 4.1897 Megajoule (MJ)

4) Der Fleisch- und Fettanteil beträgt 6,94 Prozent

liegt mit 3,1 und 3,2 in der gleichen Größenordnung. Einen deutlichen Abfall zeigen Hafer und Wintergerste, die vor allem für die Schweine und Pferde angepflanzt werden. Die Haferfläche und Rauhfutterfläche, für die in der Planung enthaltenen 60000 Pferde, würde die Brotgetreideversorgung um etwa 12 Prozent und die Milchmenge um etwa 9 Prozent erhöhen, wenn Nahrungsmittel statt Pferdefutter produziert würden.

Bemerkenswert ist die Kolonne über den Milchanteil der Energieproduktion. Dieser Milchanteil ergibt sich aus der Tatsache, dass bei den meisten Lebensmitteln ackerbaulicher Herkunft auch Futtermittel anfallen. Werden diese Futtermittel, in vereinfachter Berechnung für Erhaltung, Aufzucht und Produktion über 0,65 Stärkeeinheiten pro kg Milch, als mögliche Milchproduktion kalkuliert, ergeben sich die Zahlen der vierten Kolonne. Spitzenreiter sind die Zuckerrüben und Kartoffeln; Spelz, Hafer und Wintergerste sind hoch wegen ihres verhältnismässig hohen Futtermittelanteils. Da die Milchkuheinheiten auch Fleisch und Fett als Koppelprodukte liefern, entfallen von den 3 100 Mcal/ha (Kolonne 2, Tab. 3 a) 6,94 Prozent auf die beiden tierischen Erzeugnisse.

Das gesamte Ertragsniveau im ersten Bewirtschaftungsjahr (KSO) ist 10 Prozent höher als KS3. Das Berggebiet, mit 12,5 Prozent Anteil an der offenen Ackerfläche, weist ein um rund 10 Prozent niedrigeres Ertragsniveau auf, als KS3.

Tab. 3 b Flächenerträge der Pflanzen- und Tierproduktion nach der Ernährungsplanung EP 75¹

Energie Mcal/ha und Jahr in KS 3² Talgebiet

Produkt	(1) Total Mcal/ha ³	(2) Rangfolge (wenn Milch = 1)	(3) Milchanteil Total (kg/ha)
Milchkühe	3 100 ⁴	1,0	4 406
Schweinefleisch	1 900	0,6	—
Legehennen	1 600	0,5	—
Ziegen	1 400	0,4	—
Mastpoulets	1 200	0,4	—
Schafe	400	0,1	—
Pferde	30	0,01	—

1) Ernährungsplanung 1975, Stand Dezember 1976

2) KS = Kriegswirtschaftliche Anbaustufe als Ackerbaujahr von 12 Monaten;
KS3 = Vollständige Selbstversorgung

3) 1 Mcal = 4.1897 Megajoule (MJ)

4) Der Fleisch- und Fettanteil beträgt 6.94 Prozent

Tabelle 3 b zeigt die Verhältnisse bei den tierischen Produkten in Relation zur Milch. Die Rangfolge zeigt wohl die von Tierfütterungsspezialisten erwarteten Plätze, wobei die Milchkuh mit einem Abstand an der Spitze steht.

Bei den Fütterungsvorschriften des Rechenmodells wurde von der knappen Futtermittelsituation, ohne Einführen ausgegangen. So wurde möglichst auf die Rauhfutterbasis des Landes abgestellt. Eine Milchkucheinheit erhält lediglich 166 kg Winterweizen pro Jahr. Für die Schlachtschweine werden pro Tiereinheit und Jahr 207 q Rauhfutter im Maximum angenommen. In Form von Trockengras wird ein Maximum für die Hühner festgelegt. Die Pferde erhalten neben Grünfutter Hafer. Ohne Kraftfutter werden die Ziegen und Schafe gefüttert. Als Kraftfutter ist für die Schweine eine Ration halb Gerste halb Mais vorgesehen, und die Hühner werden in den Berechnungsannahmen der Tabelle 3 mit Winterweizen gefüttert.

Tabelle 4 stellt die Erträge an verdaulichem Eiweiß dar und zwar in kg pro ha. Wenn Milch als 1 genommen wird, ergibt sich bei Kartoffeln ein Faktor 2,9. Zuckerrüben fallen im Vergleich zur Energie stark ab. Eine höhere Leistung als Milchkühe ergeben die Masthühner. Legehennen und Schweine leisten weniger als die Milchkuh, wobei besonders die Schweine stark abfallen. Der Fleischanteil der Milchkucheinheit beträgt 14,2 Prozent.

Die Zahlen der Tabellen 3 und 4 ergeben sich als Flächenleistungen der maximal möglichen Ackerfläche im Talgebiet. Für das Rauhfutter wurde von den Erträgen der Kunstmärsen ausgegangen.

Neben diesen in den Fruchtfolgen sich befindlichen landwirtschaftlichen Nutzflächen, umfasst das Areal der Schweiz aber grosse Rauhfutterflächen, welche sich für den Ackerbau nicht eignen. Es sind dies im Tal-

Tab. 4 Flächenerträge der Pflanzen- und Tierproduktion nach der Ernährungsplanung EP 75¹

Verdauliches Eiweiss kg/ha in KS 3² Talgebiet

Produkt	(1) Total kg/ha	(2) Rangfolge (wenn Milch = 1)	(3) Proteinanteil Milch kg/ha
Kartoffeln	491	2,9	106
Roggen	370	2,2	35
Winterweizen	361	2,1	23
Gemüse	331	2,0	—
Körnermais	297	1,8	—
Zuckerrüben	285	1,7	285
Spelz	284	1,7	66
Hafer	205	1,2	61
Wintergerste	156	0,9	69
Mastpoulets	195	1,2	—
Milch	169 ³	1,0	145
Legehennen	131	0,8	—
Schweine	73	0,4	—

1) Ernährungsplanung 1975, Stand Dezember 1976

2) KS = Kriegswirtschaftliche Anbaustufe als Ackerbaujahr von 12 Monaten;
KS3 = Vollständige Selbstversorgung

3) Der Fleischanteil beträgt 14,2 Prozent

gebiet beinahe 400000 ha und im Berggebiet, ohne Alpweiden, rund 300000 ha. Diese Futterflächen werden in Normal- und in Krisenzeiten über die Wiederkäuer, insbesondere das Rindvieh sinnvoll genutzt. Die Wiederkäuer stehen (mit Ausnahme eines allfälligen Kraftfutteranteiles), im Gegensatz zu Schwein, Huhn und Pferd, mit dem Menschen in keiner direkten Konkurrenz für die Landnutzung zur Ernährung. Gras ist bekanntlich für den direkten menschlichen Konsum bis heute nicht geeignet. Diesem Gesichtspunkt sollte in den Diskussionen über die Stellung des Fleischkonsums in der Welternährung vermehrt Beachtung geschenkt werden. Eine Hektare Naturwiese leistet über die Milchkuh nach den Berechnungen der Ernährungsplanung im Talgebiet rund 2630 kg Milch und 70 kg Fleisch (Landesdurchschnitt, Aufzucht inbegriffen, ohne jegliche Kraftfuttergabe).

Noch kurz einen Überblick über die Gesamtergebnisse der Ernährungsplanung. Es kann darnach möglich sein, 6,3 Mio. Einwohner mit 2370 Kcal, 75 g Eiweiss, 62 g Fett und 383 g Kohlenhydrate pro Kopf und Tag ausschliesslich aus der landeseigenen Erzeugung zu versorgen. Wie sich die Nährstoffversorgung auf die pflanzlichen und tierischen Herkünfte verteilt zeigt Tabelle 5 im Quervergleich mit der Versorgung 1943/45, der Anbauplanung 1967, und mit dem Dreijahresdurchschnitt 1970/71 – 1972/73. Dieses Ergebnis ist nur mit grossen Opfern von seiten der Verbraucher und gewaltigen Anstrengungen der Bauern erreichbar. Nach neuesten Erkenntnissen

Tab. 5 Nährstoffversorgung 1943/45, Anbauplanung 1967, 1970/71 – 1972/73,
KS 3 Ernährungsplanung 1975 pro Tag und Verbraucher

Jahr	Eiweiss			Fette			Kohlenhydrate	Kcal
	Pflz. g	Tier. g	Total g	Pflz. g	Tier. g	Total g	g	
1943/45	42	45	87	18	53	71	406	2 683
Anbauplanung								
1967	44	37	81	17	52	69	350	2 408
1970/71 –								
1972/73	33	55	88	53	93	146	371	3 224
KS 3 EP 75 ¹	43	32	75	–	–	62	384	2 370 ²

1) Gewichtetes Mittel der 8 Verbrauchergruppen

2) Durchschnitt KS 0 – KS 3

KS = Kriegswirtschaftliche Anbaustufe als Ackerbaujahr von 12 Monaten

KS3 = Vollständige Selbstversorgung

liegen die vorgesehenen Mengen Nahrungseiweiss über dem tatsächlichen physiologischen Bedarf, auch wenn der relative Mehrbedarf heranwachsender Jugendlicher und stillender Mütter berücksichtigt wird¹⁶.

Abbildung 3 schliesslich zeigt den Vergleich des Monatsverbrauches 1973/74 mit den Monatsrationen des Ernährungsplanes bei vollständiger Selbstversorgung (KS 3). Die verhältnismässig stärksten Reduktionen zeigen Zucker und Fleisch, nämlich von 3,96 kg auf 1,28 kg pro Durchschnittsverbraucher und Monat bei Zucker, und 4,86 kg auf 1,63 kg beim Fleisch. Milch- und Butterangebot können etwas erhöht werden, während Käse und Eier zu reduzieren sind. Am bemerkenswertesten ist der starke Anstieg im Kartoffelverbrauch von 4,04 auf 21,73 kg pro Kopf. Unsere Landesversorgung wird daher im Wesentlichsten durch die Kartoffel und durch die Milchkuh sichergestellt werden können. Bei vollständiger Selbstversorgung macht der Energienanteil der Milch- und Milchprodukte 21.4 Prozent der Tagesration aus. Die Kartoffeln liefern rund 25.1 Prozent. Die Eiweissversorgung verteilt sich zu 23.9 Prozent auf Milch und Milchprodukte und zu 18.1 Prozent auf die Kartoffeln. Brotgetreide liefern weitere 25.4 Prozent an die Kalorienversorgung und 29.5 Prozent an das Eiweissangebot.

3. Abschliessende Bemerkungen

Die Ausführungen haben gezeigt, dass die Tierproduktion an die Sicherung der Ernährung der schweizerischen Bevölkerung in Normal- und in Krisenzeiten einen wesentlichen Beitrag zu leisten vermag. Gleichzeitig ist die tierische Produktion die hauptsächlichste Einkommensquelle der schweizerischen Landwirtschaft. Über das Tier, insbesondere das Rind wird der überwiegende Teil der schweizerischen Bodenfläche ausserhalb des Waldes

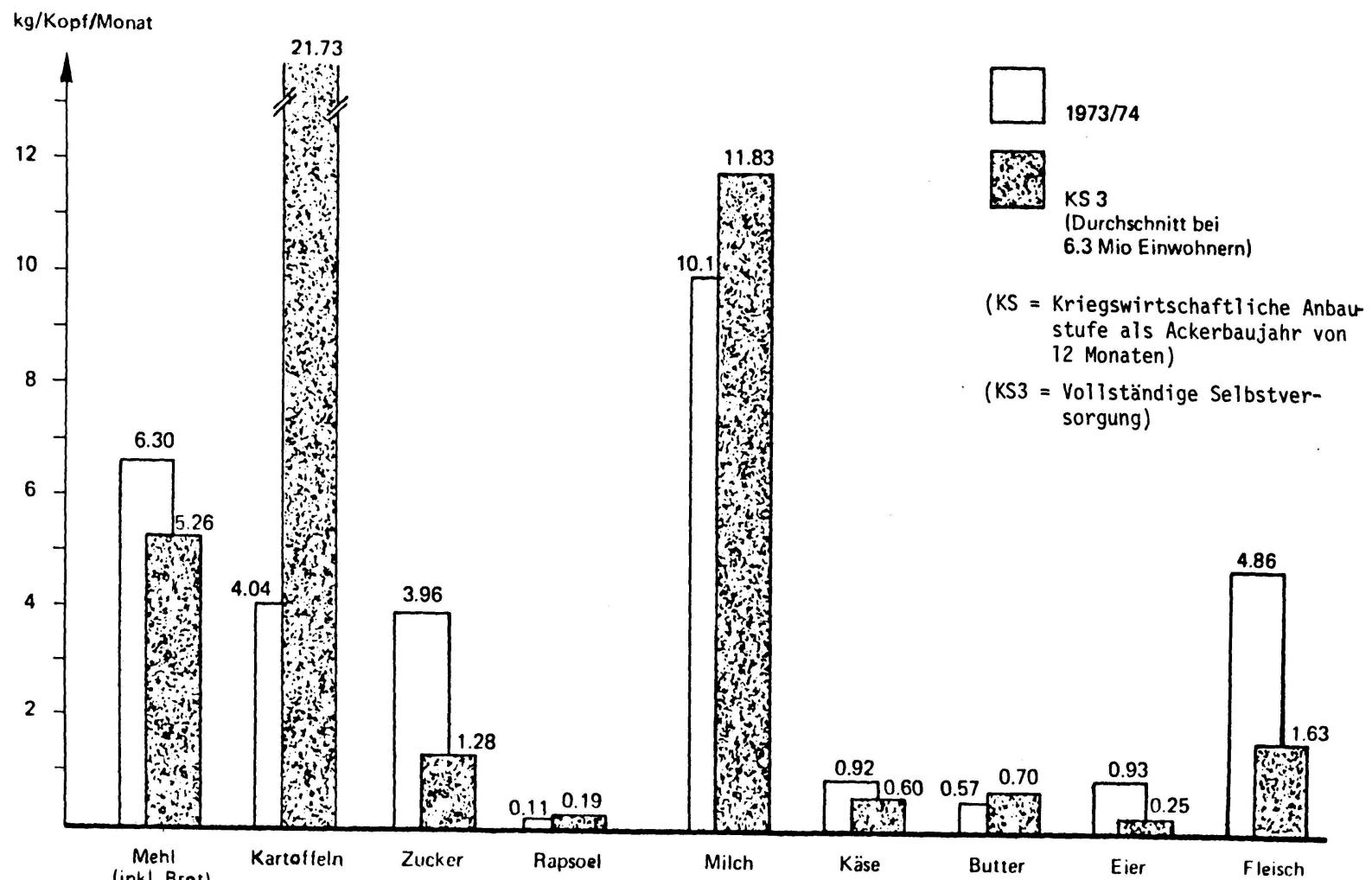


Abb. 3 Vergleich des Monatsverbrauches 1973/74 mit den Monatsrationen des Ernährungsplanes bei vollständiger Selbstversorgung (KS 3)

Quelle: Ernährungsplanung 1975, Stand Dezember 1976, S. 13

genutzt. Die Tierproduktion leistet damit an die Erhaltung der Kulturlandschaft der Schweiz, und damit an die einleitend erwähnte Zielsetzung der landwirtschaftlichen Tätigkeit einen sehr grossen Beitrag.

In der Prospektive gesehen ist das Angebot an tierischen Produkten ausreichend, um der Nachfrage zu genügen. Es wird eher mit Überschüssen an Milch, vielleicht auch Fleisch gerechnet werden müssen. In Notzeiten müsste der Ackerbau insbesondere zulasten der Nichtwiederkäuer, Schwein und Huhn ausgedehnt werden, um den energetischen Wirkungsgrad der Nahrungsmittelproduktion zu erhöhen. Daraus lässt sich ableiten, dass eine der "Hauptaufgaben (der Forschung in der Tierproduktion) einerseits darin bestehen (wird), die begrenzt verfügbaren Kraftfuttermittel dort einzusetzen, wo sie mit dem höchsten Wirkungsgrad in tierische Nahrungsmittel umgewandelt werden und anderseits aufzuzeigen, wie die grossen Grünfutterflächen unseres Landes am besten genutzt werden können" (Zitat aus dem Bericht der landwirtschaftlichen Forschungskommission über Stand und Ziele der landwirtschaftlichen, kulturtechnischen und veterinärmedizinischen Forschung sowie der Wald- und Holzforschung in der Schweiz, S. 42,¹⁷). Das Institut für Tierproduktion an der ETHZ sowie die Eidg. Forschungsanstalt fürviehwirtschaftliche Produktion in Grangeneuve richten heute schon einen wesentlichen Teil ihrer Forschungstätigkeit auf diese Zielsetzung aus.

Literaturhinweise

- 1) 5. Landwirtschaftsbericht, Bern 1976, S. 174
- 2) Schweiz. Bauernsekretariat, Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung, Brugg 1976, S. 65
- 3) Schweiz. Genossenschaft für Schlachtvieh- und Fleischversorgung (GSF), Jahresbericht 1976
- 4) Schweiz. Genossenschaft für Schlachtvieh- und Fleischversorgung (GSF), Bemerkungen zu "Der Schlachtvieh- und Fleischmarkt in Zahlen", 5.8.1977
- 5) Anderegg Ralph, Konzepte für die schweiz. Landwirtschaft, Bd. 1, Entwicklung des Nahrungsmittelverbrauchs, Agrarseminar St. Gallen, 1977, S. 1 – 106
- 6) Anderegg, op. cit. S. 1 – 38
- 7) Glättli H.U., Rindviehzucht und Überproduktion, Vortrag in der Gesellschaft schweiz. Landwirte 10.12.1976, Tabellen 4 und 7
- 8) Lehmann J., Klee - Gras und Leistung unserer Tiere, "Die Grüne" Nr. 20, 14.5.1976
- 9) Caputa Charles, Dix ans d'expérimentation pastorale à Vuissens 1968 – 1977, Changins 6.9.1977
- 10) OECD, Study of Trends in World Supply and Demand of Major Agricultural Commodities, Paris 1976, S. 76
- 11) Landwirtschaftlicher Informationsdienst (Hsg.), Landwirtschaftliches Produktionsprogramm für die Zeit von 1976 bis 1980, Bern Oktober 1975, S. 12 – 18
- 12) Wahlen F.T., Das schweizerische Anbauwerk 1940 – 1945. Hsg. Schweiz. Naturforschende Gesellschaft, Zürich 1946
- 13) von Ah J., EP 75, Ernährungsplanung 1975, Stand Dez. 1976, Hsg. Delegierter für wirtschaftliche Kriegsvorsorge, Kriegsernährungsamt

- 14) Schweiz. Bauernsekretariat, Statistische Erhebungen und Schätzungen, op. cit. S. 105
- 15) Ehrlich P.R. und A.H., Population, Resources, Environment, Issues in Human Ecology, Freeman & Co, San Francisco, 1972, S. 101 f.
- 16) National Academy of Sciences, Recommended Daily Dietary Allowances, USA, Revised 1974, in "News Report", June/July 1974, XXIV No. 6
- 17) Landw. Forschungskommission, Forstlicher Forschungsrat, Stand und Ziele der landwirtschaftlichen, kulturtechnischen und veterinärmedizinischen Forschung, sowie der Wald und Holzforschung in der Schweiz, Beiheft 9, Wissenschaftspolitik, Bern 1976, S. 42

In Abschnitt 2 nicht zitierte Literatur

Bickel H, Der Futteraufwand in der Rindviehproduktion unter besonderer Berücksichtigung des Wirkungsgrades der Energieverwertung, Schweiz. Landw. Forschung, Heft 3/4, 1977

Blaxter K.L., Relative Efficiencies of Farm Animals in Using Crops and Byproducts in Production of Foods, Proceedings second World Conference on Animal Production, American Dairy Science Association, July 1968, p. 31 – 40

Reid J.T., Comparative Efficiency of Animals in the Conversion of Feedstuffs to Human Foods, Proceedings 1975 Cornell Nutrition Conference, p. 16 – 24

Schürch A., Die Bedeutung der Tierproduktion für die Sicherung der zukünftigen Ernährung, 31. Sonderheft "Landwirtschaftliche Forschung", Sauerländer, Frankfurt am Main, 1974, S. 25 – 39

van Es A.J.H., Losses and Gains of Energy During Production of Food for Human Consumption in Animal Husbandry, 1976, p. 360 – 374.

2. A. Schürch (Institut für Tierproduktion, Gruppe Ernährung, ETH Zürich): Die Bedeutung der Tierproduktion für die Ernährung des Menschen

Wir realisieren heute mehr denn je, dass allem Wachstum Grenzen gesetzt sind, die bezüglich verschiedener lebenswichtiger Faktoren innerhalb einer oder weniger Generationen erreicht werden dürften. Ein naheliegendes, wenn auch möglicherweise nicht das wichtigste Problem, mit dem wir heute schon regional und in Zukunft weltweit rechnen müssen, ist die Sicherstellung einer quantitativ und qualitativ genügenden Ernährung der Weltbevölkerung. Bei Betrachtungen über die mit dieser Aufgabe zusammenhängenden Fragen, dürfen wir uns allerdings durch die Überproduktion und das Überangebot in den entwickelten und wirtschaftlich starken Ländern keinesfalls über das Bestehen eines echten Ernährungsproblems bei vielen Menschen hinwegtäuschen lassen.

In der Diskussion über die Sicherung der Nahrungsmittelversorgung in näherer und weiterer Zukunft wird immer wieder die Frage gestellt, ob und wie weitgehend die Nahrungsmittelproduktion über das Tier, d.h. die Tierproduktion ernährungsphysiologisch, ethisch und gesamtwirtschaftlich richtig, notwendig und verantwortbar sei. Die folgenden Ausführungen sind als Beitrag zur Diskussion über diese für unsere Zukunft wichtigen Fragen gedacht.

1. Ernährungsphysiologische Überlegungen zur Bedeutung der Nahrungsmittel tierischer Herkunft

Der Mensch, ein Omnivore

Ein entwicklungsgeschichtlicher Rückblick lässt erkennen, dass die gemeinsamen Vorfahren des Menschen und des Menschenaffen, die Hominoiden höchstwahrscheinlich herbivor waren. Die Vorfahren der Menschenaffen, die weiter in den tropischen Wäldern lebten, und die Menschenaffen selbst, sind überwiegend herbivor geblieben. Die Hominiden dagegen, die vor vielleicht 20 bis 30 Millionen Jahren die Wälder verlassen haben, sind omnivor geworden, was ihnen, neben anderen Entwicklungen, die weite Verbreitung auf unserem Erdball ermöglicht hat (BIEGERT, 1966). Der älteste menschenähnliche Primat, Ramapithecus und der unmittelbare Vorläufer des Menschen, Australopithecus, scheinen beide omnivor gewesen zu sein.

In der Alt- und Mittelsteinzeit waren die Menschen Sammler, Jäger und Fischer. Sie lebten je nach den klimatischen Bedingungen von einem wechselnden Anteil pflanzlicher und tierischer Nahrungsmittel. Aus der Lebensweise der Ureinwohner Australiens kann man schliessen, dass der Steinzeitmensch neben Grassamen, Nüssen, Blättern, Beeren, Schossen, Früchten, Rinden und Wurzeln auch Insekten, Nagetiere, Reptilien, Wildtiere, Eier und Fische verzehrte (BROWN, 1973; ROBSON, 1975). Vorgefundene Überreste deuten sogar darauf hin, dass der Pekingmensch (*Pithekanthropus*) weitgehend karnivor, wahrscheinlich sogar kannibal war (CLARK, 1961). Auch Höhlenzeichnungen aus dem späten Paläolithicum, die Jagdszenen darstellen, bestätigen, dass Fleisch von Wildtieren zur Nahrung unserer Vorfahren gehört hat.

Der Beginn der landwirtschaftlichen Produktion, d.h. des Ackerbaus und etwas später auch der Haltung von Nutztieren geht auf die Jungsteinzeit (10000 v. Ch.) zurück. Aus den ältesten Überlieferungen aus Ägypten, Griechenland und Asien kann man entnehmen, dass damals die Nahrungsmittel tierischer Herkunft eine wichtige Rolle gespielt haben müssen. Ihr Anteil dürfte 20% bis 40% des Gesamtgewichtes der Nahrung betragen haben (BREIREM et al., 1977).

Mit Ausnahme einiger Spezialfälle unter extremen klimatischen Bedingungen, wie die Eskimos, deren Nahrung fast ausschliesslich tierischer Herkunft ist, und einiger Völkergruppen in tropischen Gegenden, die zwangsläufig fast ausschliesslich pflanzliche Nahrung zu sich nehmen, hat sich der Mensch eindeutig zum Omnivoren entwickelt.

Tab. 1 Größenverhältnisse des Verdauungstraktes

	Körperlänge Darmlänge	Volumen je 100 kg Liter
Herbivoren		
Rind (Wiederkäuer)	1 – 20	60
Pferd	1 – 12 (Blinddarm)	40
Omnivoren		
Schwein	1 : 14	25
Mensch	1 : 6 – 7	12 – 14
Karnivoren		
Hund	1 : 5	18
Katze	1 : 4	20

Diese Klassierung des Menschen wird auch durch die Masse der Verdauungsorgane bestätigt (Tabelle 1).

Tabelle 1 lässt deutlich erkennen, dass der Mensch bezüglich Bau und Funktion der Verdauungsorgane ein Omnivore ist, der näher bei den Karnivoren als bei den Herbivoren steht.

Die Vorliebe des Menschen für tierische Nahrung

Schon in historischen Zeiten hat der Mensch eine Vorliebe für Nahrungsmittel tierischer Herkunft gezeigt, nicht nur aus Gründen der Bedarfsdeckung, sondern auch aus sensorischen Gründen. Immer wenn der Lebensstandard ansteigt, nimmt auch der Konsum von tierischen Nahrungsmitteln, vor allem von Fleisch zu. Laut FAO (FISCHNICH, 1966) betrug der Anteil tierischer Nahrungsmittel 1960–62 in den Entwicklungsländern 13% und in den entwickelten Ländern über 40% des gesamten Nahrungsgewichtes. Innerhalb eines Jahrhunderts hat auch in Europa der Anteil der tierischen Nahrungsmittel von rund 25% auf über 40% der gesamten Energieaufnahme zugenommen.

Der Drang nach mehr tierischen Nahrungsmitteln hält bei den meisten Menschen auch dann an, wenn Protein- und Energiebedarf gedeckt sind. Wenn das Nahrungsangebot da ist, so wird häufig mehr konsumiert, als dem Bedarf entspricht, mit den bekannten ungünstigen Folgen für die Gesundheit. Zudem bedeutet ein solcher Luxuskonsum auch Verschwendungen wertvoller Nährstoffe.

Bedeutung des tierischen Proteins für die Ernährung

Sowohl der Gesamtproteingehalt als auch die biologische Wertigkeit des Proteins liegt im allgemeinen bei tierischen Lebensmitteln höher als bei pflanzlichen (Tabelle 2). Von dieser Regel gibt es allerdings Ausnahmen, wie z.B.

Tab. 2 Gehalt verschiedener Nahrungsproteine an den wichtigsten essentiellen Aminosäuren (g pro 16 g N)

	I'leu	Leu	Lys	Met Cys	Phe Tyr	Thr	Try	Val
Vollei	5,8	8,9	6,6	5,3	10,3	5,1	1,5	7,5
Kuhmilch	5,5	10,1	8,4	2,9	10,9	4,8	1,1	6,7
Fischprotein	4,8	7,9	7,9	3,8	8,2	5,0	1,2	5,7
Muskel	6,3	7,7	8,1	4,6	8,3	4,6	1,3	5,8
Kollagen	1,7	3,7	4,5	1,2	2,4	1,5	0,1	2,1
Blattprotein	4,3	7,5	5,7	3,3	8,5	4,1	0,9	5,4
Soja	4,5	7,5	6,0	3,2	8,2	3,7	1,3	5,0
Erdnuss	3,5	6,2	3,2	2,2	9,1	2,7	1,0	3,9
Hefe	3,9	5,8	5,6	3,5	6,4	4,1	1,0	4,8
Reis	4,5	8,0	3,5	3,4	10,3	3,3	0,6	5,4
Weizen	3,4	6,8	2,6	3,6	7,6	3,0	1,1	4,6
Hirse (Pennisetum)	5,9	9,3	3,5	3,8	7,7	3,5	1,1	6,2
Hirse (Sorghum)	4,2	13,2	2,3	3,5	9,1	3,4	1,1	5,3
Mais	3,8	10,6	2,7	4,3	8,6	4,0	0,7	5,0
Gerste	3,7	7,1	3,7	3,1	8,2	3,2	1,3	5,3

— Gehalt knapp bis ungenügend

das Kollagen in Knorpel und Sehnen, die heute zunehmend für die Herstellung von Fleischprodukten zur menschlichen Ernährung verwendet werden.

Von besonderer Bedeutung für die Ernährung ist die günstige Ergänzungswirkung tierischer Proteine zu Getreideproteinen. Die Getreidearten, die rund 55% der Nahrungsenergie für den Menschen liefern, enthalten Proteine, die knapp an Lysin und teilweise auch an Tryptophan sind, während diese Aminosäuren in den meisten tierischen Proteinen reichlich vorkommen. Muss der Proteinbedarf mit Getreide allein gedeckt werden, so kann das Getreideprotein nur gemäss seinem Gehalt an den limitierenden Aminosäuren für den Aufbau von Körperprotein verwendet werden. Der Überschuss an andern Aminosäuren wird nach Desaminierung zur Deckung des Energiebedarfes oder zur Fettsynthese verwendet, was einer Proteinverschwendug gleichkommt. Eine Kombination von Getreideprotein mit tierischen Proteinen in geeignetem Verhältnis bedeutet somit eine Einsparung von Protein.

Ein vollständiger Ersatz des tierischen durch pflanzliches Protein bietet weitere Schwierigkeiten. Vollwertige Kombinationen von nur pflanzlichen Proteinen sind in grossen Quantitäten für praktische Zwecke kaum zu realisieren. Zudem gedeihen die besten pflanzlichen Proteine, wie Sojaprotein, nur unter speziellen klimatischen Bedingungen und müssen vor ihrer Verwendbarkeit für die menschliche Ernährung meist industriell verarbeitet werden. In weniger begünstigten Klimazonen und bei topographischen Verhältnissen, die keinen Ackerbau zulassen, kann hochwertiges, für den Menschen direkt verwendbares Protein bis heute praktisch nur über das Haustier erzeugt werden.

Trotz der Bedeutung einer adäquaten Versorgung des Menschen mit hochwertigem Protein, dürfen wir dieses Problem nicht überbewerten. Auf Grund neuerer Bedarfsbestimmungen, die allerdings bei überreichlicher Energiezufuhr durchgeführt worden sind und deshalb von verschiedenen

Ernährungsfachleuten in Frage gestellt werden (z.B. SCRIMSHAW, 1976), sind die Proteinnormen für Erwachsene von 1 g auf 0,8 g pro kg Körpergewicht und entsprechend auch für Jugendliche herabgesetzt worden.

Zudem hat die WHO (1973) festgestellt, dass die Proteinproduktion den Bedarf um 70% überstieg. Man neigt deshalb heute immer mehr zur Auffassung, dass die Proteinversorgung des Menschen in ihrer Beziehung zur Energieversorgung zu betrachten sei. Eine ungenügende Energiezufuhr kann selbst bei normalerweise genügend hoher Proteingabe zu einem Proteinmangel führen, weil bei Energiemangel das Protein teilweise zur Deckung des Energiebedarfes verwendet wird. Eine zusätzliche Proteingabe hat in einer solchen Situation solange keinen Zweck, als der Energiebedarf nicht gedeckt ist. Andernfalls wird Protein verschwendet (PAYNE, 1973).

Untersuchungen von COMBS (1972) an Geflügel haben ergeben dass bei suboptimaler Energie- und Proteinversorgung eine Zulage von 4,5 g Kohhydraten oder 1,9 g Fett je 1 g Protein einsparen lässt. Über das Ausmass dieser Sparwirkung beim Menschen sind wir noch nicht orientiert.

Sind die tierischen Fette die schwarzen Schafe unserer Ernährung?

Tierische Nahrungsmittel weisen im allgemeinen einen hohen Fettgehalt auf. Teilweise ist dieses Fett als Zellfett integrierender Bestandteil der Zelle, teilweise als Depotfett in speziellen Geweben eingelagert. Schliesslich liegt auch Fett in den tierischen Produkten, wie Milch und Eiern vor. Sind nun die tierischen Fette die schwarzen Schafe unserer Ernährung, wie heute in jedem Blättlein, das der Hausfrau zugestellt wird, zu lesen ist?

Vor Beantwortung dieser Frage sei an einige Eigenschaften und Wirkungen der Fette ganz allgemein erinnert. Fette weisen einen hohen Energieinhalt von gegen 40 KJ pro g sowie eine hohe Verdaulichkeit (Verdauungskoeffizient ca. 95) auf. Fette in der Nahrung führen deshalb zur Herabsetzung des Nahrungsvolumens und zur Erleichterung der Deckung eines hohen Bedarfes.

Tab. 3 Fettsäuremuster pflanzlicher und tierischer Öle und Fette

Öl bzw. Fett	% gesättigte Fettsäuren	% einfach ungesättigte Fettsäuren	% einfach ungesättigte Fettsäuren
Kokos -	75 – 85	5 – 25	1 – 3
Oliven -	15 – 25	50 – 80	5 – 20
Raps -	4 – 7	70 – 80	15 – 25
Erdnuss -	15 – 25	40 – 60	20 – 40
Soja -	10 – 20	20 – 40	45 – 65
Sonnenblumen -	10 – 15	15 – 35	55 – 70
Butter -	55 – 65	30 – 40	2 – 5
Frauenmilch -	45 – 50	35 – 45	5 – 15
Rinder -	35 – 55	40 – 50	1 – 5
Schweine -	30 – 40	40 – 60	7 – 25
Hühner -	30 – 41	40 – 50	10 – 30
Seetier -	20 – 35	25 – 55	20 – 45

Den tierischen Fetten wird jedoch vor allem ihr hoher Gehalt an gesättigten und ihr niedriger Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren vorgeworfen. Tabelle 3 illustriert diese Verhältnisse.

Den Angaben in Tabelle 3 kann entnommen werden, dass innerhalb der pflanzlichen und tierischen Fette beträchtliche Unterschiede bezüglich Gehalt an gesättigten Fettsäuren, Monoen- und Polyensäuren bestehen, so dass man nicht verallgemeinern kann.

Die American Heart Association hat folgende Empfehlungen bezüglich Lipidaufnahme gemacht:

	In % der Energieaufnahme
Gesamte Fettaufnahme	max. 30 – 35
Aufnahme an gesättigten Fettsäuren	max. 10
Aufnahme an Polyensäuren	11 – 14*)
Cholesterinaufnahme	mg pro Tag max. 300

Der Bedarf an Linolsäure, wie er aus Tierversuchen abgeleitet werden kann, lässt sich ohne Schwierigkeiten selbst bei alleiniger Aufnahme von tierischen Fetten, wie Schweineschmalz oder Geflügelfett decken. Zu diesem Schluss muss man auch kommen, wenn man Frauenmilchfett, das ja den Bedürfnissen des Säuglings angepasst ist, mit Schweineschmalz vergleicht. Bemerkenswert ist auch, dass Frauenmilch und Schweineschmalz als einzige Fette die Palmitinsäure in der β -Stellung des Triglyzerides aufweisen. Hierdurch wird die Verdaulichkeit dieser Fette verbessert. Der primäre Fehler unserer Ernährung liegt vielmehr in der übermässigen Energieaufnahme ganz allgemein, sei es in Form tierischer oder pflanzlicher Fette, löslicher Kohlehydrate oder auch in Form von Alkohol. Die meisten Menschen haben aber gerade für diese Nahrungs- und Genussmittel eine Vorliebe, so dass es verständlich ist, dass sie mit zunehmendem Einkommen und bei Wahlfreiheit aus einem grossen Angebot vermehrt ihren Gelüsten nach diesen Nahrungsmitteln nachgeben. Die Schuld für die Folgen wird dann oft spezifisch dem einen oder andern Nahrungsmittel in die Schuhe geschoben.

Tierische Produkte und Nährstoffkonzentration

Der Fettgehalt der Nahrung und die tierischen Nahrungsmittel tragen massgeblich dazu bei, eine geeignete Nährstoff- bzw. Energiekonzentration in der Nahrung des Menschen sicherzustellen. Wie schon an anderer Stelle erwähnt wurde, ist die Kapazität des Verdauungstraktes beim Menschen beschränkt. Vegetabile Nahrung weist infolge einer allgemein schlechten Verdaulichkeit und einem niedrigen Brennwert eine geringe Konzentration an verwertbaren Nährstoffen bzw. verwertbarer Energie auf. Zur Deckung des Energiebedarfes muss deshalb bei rein vegetabiler Ernährung, die an sich meist auch fettarm ist, ein viel grösseres Nahrungsvolumen aufgenommen werden, als mit fettreichen und hochverdaulichen tierischen Produkten. Diese erleicht-

*) Linolsäurebedarf auf Grund von Tierversuchen bei bedarfsgemässer Energiezufuhr unter 2% der Energieaufnahme. Höhere Polyensäuregaben sind vor allem bei kalorischer Überernährung zur Senkung des Blutcholesterins angebracht.

tern deshalb oder ermöglichen vielfach erst die Deckung des hohen Energie- und Proteinbedarfs von wachsenden Jugendlichen und von körperlich schwer Arbeitenden.

Nach STARLING (1945) beträgt eine normale, den anatomischphysiologischen Gegebenheiten des Menschen angepasste Fettaufnahme 20 – 25% der Energieaufnahme. Die Gewährleistung einer bedarfsgemässen Energiekonzentration in der Nahrung dürfte die wichtigste Funktion der Fette, vor allem auch der in den tierischen Produkten integrierten Fette sein (BREIREM, 1977).

Probleme mit Lebensmitteln tierischer Herkunft

Einige Nahrungsmittel tierischer Herkunft führen bei einer mehr oder weniger grossen Zahl von Konsumenten zu Problemen, wie z.B. Allergien, Intoleranzen, usw. Die meisten dieser Probleme sind allerdings nicht spezifisch für tierische Nahrungsmittel.

Ein viel diskutiertes, sehr umstrittenes Problem ist die Laktoseintoleranz. In den letzten Wochen des intrauterinen Lebens nimmt die Laktaseaktivität stark zu und erreicht ein Maximum während der neonatalen Periode. Bei 20 – 30% der Europäer und bei 90 – 100% der nicht kaukasischen Orientalen, der Semiten, Ostafrikaner, Inder, Japaner und Eskimos nimmt die Laktaseaktivität nach dem 1. Lebensjahr stark ab. Die nicht abgebauten Laktose führt bei diesen Menschen zu übermässiger Gärung im Dickdarm, oft verbunden mit Durchfall. Bei Milchverteilung in Entwicklungsländern muss dem Problem der Laktoseintoleranz Beachtung geschenkt werden. Es lässt sich meist dadurch lösen oder mildern, dass die Milch in Form laktosearmer oder laktosefreier Produkte, wie Sauermilchprodukte oder Käse konsumiert wird.

Bei Völkern kaukasischer Abstammung, die sich seit Generationen mit Milch ernährt haben, scheint die Laktasebildung auch in späterem Alter erhalten zu bleiben (KRETSCHMER, 1971).

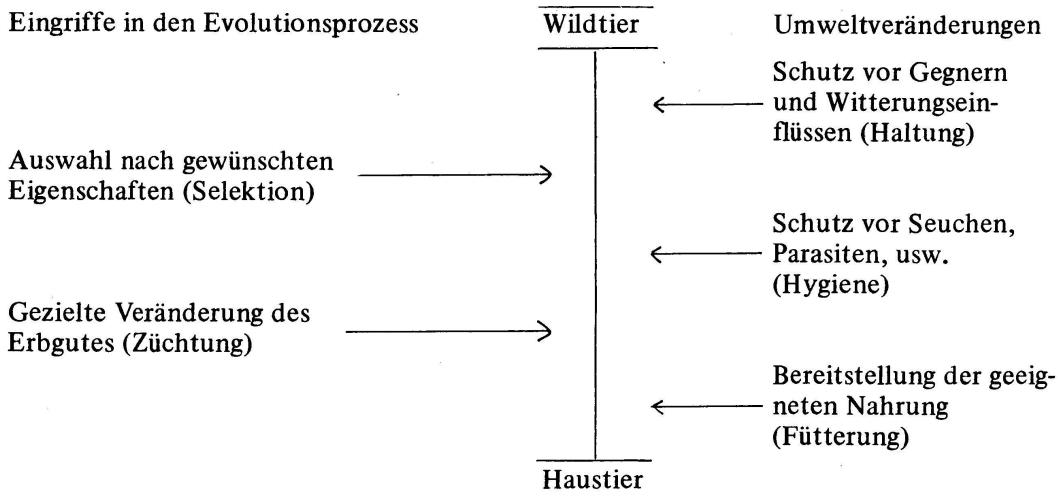
Der hohe Nukleinsäuregehalt tierischer Produkte, der zu hoher Harnsäurebildung führt, ist für Gichtanfällige nachteilig, ist aber in vermehrtem Masse auch den aus Einzellern (z.B. Hefe) hergestellten Produkten eigen.

2. Ethische Überlegungen zur Haltung von Haustieren

Bedeutung und Auswirkungen der Domestizierung der Haustiere

Schon vor Jahrtausenden, als der Mensch begonnen hat, Tiere zu domestizieren, hat er durch Auswahl der Tiere nach gewünschten Eigenschaften und durch gezielte züchterische Massnahmen bewusst in den natürlichen Evolutionsprozess eingegriffen. Parallel hierzu hat er auch die Umwelt des Tieres umgestaltet, indem er dieses vor Gegnern und Witterungseinflüssen schützte, die hygienischen Bedingungen verbesserte und schliesslich dafür sorgte, dass das Tier ohne viel eigenes Dazutun die geeignete Nahrung in genügender Menge erhielt (Darstellung 1)

Darstellung 1 Der Domestikationsprozess



Als Folge der in Darstellung 1 skizzierten Eingriffe des Menschen in die Erbeigenschaften und in die Umwelt des Tieres ist aus dem Wildtier, bei dem der Kampf um das Überleben (Selbstschutz, Nahrungsbeschaffung, Reproduktion) die Hauptmotivation des Verhaltens bildet, das Haustier entstanden, bei welchem an Stelle des Überlebenskampfes die Fähigkeit getreten ist, weit über den Eigenbedarf hinaus eine für den Menschen nützliche Leistung in Form von Arbeit oder eines Produktes wie Fleisch, Fett, Milch, Eier, Wolle, usw. zu erbringen. Der Domestikationsprozess hat aber auch dazu geführt, dass das Haustier in der natürlichen Umwelt seiner wildlebenden Verwandten nicht mehr existenzfähig ist.

Ein Zurück von dieser Entwicklung, d.h. die Rückführung unserer Haustiere in die freie Wildbahn ist deshalb eine Unmöglichkeit und würde auch mit ethischen Grundsätzen in Widerspruch stehen. Infolge der zunehmenden Beanspruchung des Lebensraumes durch den Menschen ist die oft geforderte, verstärkte Freilandhaltung der Haustiere meist nicht mehr realisierbar.

Tierhaltung und Tierschutz

Die Deckung der grossen Nachfrage nach qualitativ hochwertigen tierischen Produkten zu Preisen, die für den Konsumenten tragbar sind und dem Produzenten ein angemessenes Einkommen gewährleisten, ist nur mit staatlicher Hilfe möglich und erfordert zudem eine Intensivierung und Rationalisierung der Tierhaltung. Als Folge der letzteren Bestrebungen tritt vermehrt eine Tendenz zur Spezialisierung und Industrialisierung der Tierhaltung in Erscheinung, die gelegentlich mit Haltungsformen verbunden ist, welche den Erfordernissen des Tierschutzes widersprechen. Ungeachtet des Zweckes der Tierhaltung, sei es zur Erzeugung von Nahrungsmitteln, als Sporttier, Heimtier oder als Zootier ist immer auf das normale tiereigene Verhalten Rücksicht zu nehmen. Der Beurteilung von Haltungsformen müssen allerdings objektive, nicht auf einer Vermenschlichung des Tieres beruhende Massstäbe zugrundegelegt werden.

Weltanschauliche oder religiöse Argumente gegen Nahrungsmittel tierischer Herkunft

Auf der ganzen Welt gibt es Menschen, die aus weltanschaulichen oder religiösen Gründen einzelne oder alle tierischen Nahrungsmittel meiden. Reine Vegetarier sind allerdings selten. Meist werden bei einer sogenannten vegetarischen Ernährung Milch oder Milchprodukte mitberücksichtigt. Eine solche laktovegetabile Kost wie sie beispielsweise in Indien weite Verbreitung gefunden hat, ist hochwertig und vermag den Bedarf des Menschen voll zu decken. Einschränkungen des Konsums tierischer Nahrungsmittel richten sich im allgemeinen nicht gegen diese an sich, sondern haben meist hygienische Gründe, wie beispielsweise das Schweinefleischverbot der Mohammedaner, das u.a. dem Schutz vor Trichinose diente.

Nicht nur in unserer modernen Gesellschaft sondern ebenso häufig bei primitiven Völkern gibt es viele Tabus oder zumindest Abneigungen gegen bestimmte tierische Produkte, wie beispielsweise Pferde-, Hunde- oder Katzenfleisch. Diese sind meist nur gefühlsmässig begründet und lassen sich nicht objektiv er härten.

3. Gesamtwirtschaftliche Überlegungen zur Bedeutung der Tierproduktion

Zur Beurteilung der Frage, ob ganz allgemein Nahrungsmittel über das Haustier erzeugt werden sollen und wenn ja, welche, muss der Wirkungsgrad der Energie- und Proteinumwandlung, die Konkurrenz zwischen Mensch und Tier und die Veredlungsfunktion des Tieres berücksichtigt werden.

Tierproduktion als Ursache von Nährstoff- und Energieverlusten

Bei der Überführung der Sonnenenergie in die Energie in Form pflanzlicher Nahrungsmittel und bei der weiteren Überführung letzterer in die Energie in Form von tierischen Produkten treten Verluste auf. Nach Angaben von GINSBURG et al. (1974) lässt sich berechnen, dass die jährliche Einstrahlung für Zürich 3×10^7 MJ pro ha beträgt. Nach NÖSBERGER (1972) können je nach Kulturart 2 – 6% der einfallenden Strahlungsenergie durch die Photosynthese fixiert werden. In Tabelle 4 ist der Wirkungsgrad der Ausnutzung der Sonnenenergie bei pflanzlichen und tierischen Produkten, berechnet nach KLEIBER (1967), aufgeführt.

Tab. 4 Die Verwertung der Sonnenenergie durch Pflanze und Tier

	Wirkungsgrad %
Luzerneheu (8,4 t/ha)	0,29
Kartoffeln (15 t/ha)	0,10
Getreide (2,1 t/ha)	0,05
Milch (540 kg Kuh, 9 kg Milch pro Tag, Fütt: Heu, Rüben)	0,042
Schweinefleisch (Mast 18 – 100 kg in 20 Wochen, Fütt: Kart., Silage, Kraftfutter)	0,015
Eier (50% Legaleistung)	0,002

Die Werte in Tabelle 4 basieren auf relativ schlechten Leistungen. Nach NÖSBERGER (1972) beträgt unter besseren Produktionsbedingungen der Wirkungsgrad für die Getreideproduktion bei 5 t Körner je ha 0,6%, kann also rund 10mal besser sein als der von Kleiber berechnete. Bei Kartoffelerträgen von 50 t Knollen pro ha kann sogar ein energetischer Wirkungsgrad von 1,2% und bei Grünlanderträgen von 200 q TS pro ha ein solcher von 5% erreicht werden. Die Ausnutzung der Sonnenenergie für die Nahrungsmittelherzeugung ist demnach ganz allgemein schlecht. Die Tierproduktion steht dabei um einiges schlechter da als die Pflanzenproduktion. Der hohe energetische Wirkungsgrad bei der Erzeugung von Grünmasse hat zur Folge, dass unter den Leistungen unserer Haustiere die Milchproduktion auf Grünfutterbasis günstiger abschneidet als die andern Richtungen der Tierproduktion, die vorwiegend auf Getreide und Futtermitteln tierischer Herkunft basieren.

Die absolute Leistungsfähigkeit von Pflanzen und Tieren für die Erzeugung von Nahrungsmitteln geht aus den Flächenerträgen an für den Menschen verwertbarer Energie und verdaulichem Protein bei verschiedenen Produktionsrichtungen hervor.

Tab. 5 Flächenerträge der Pflanzen- und Tierproduktion (SCHURCH, 1974)

	Ertrag*) q/ha, Jahr q/ha, Jahr	Für den Menschen verwertbar Energie Mcal/ha	
			verdaul. Prot. kg/h
Kartoffeln	300 (450)	22'450	387
Reis	60 (130)	15'000	264
Mais	50 (100)	13'570	200
Weizen	40 (80)	10'110/12'635	260/427**)
Gerste	40 (70)	8'000	152
Soja	25 (40)	7'460	587
Hafer	35 (60)	5'700	158
Milchkuh (4000 kg/Jahr, inkl. Aufzucht)		3'000	130
Mastschwein		2'000	60
Legehenne		1'200	80

*) () = Spitzenerträge

**) Weiss- bzw. Vollmehl

Berechnungen der Leistungsfähigkeit integraler Systeme der Tierproduktion in der Schweiz bezüglich Energie- und Proteinverwertung von BICKEL (1974) haben die in Tabelle 6 aufgeführten Wirkungsgrade ergeben.

Tab. 6 Wirkungsgrad verschiedener Systeme der Nutztierhaltung

	Masttiere durch- schnittl. Tages- zuwachs	End- gewicht	4000	6000	4000	6000
		g	kg	LG		
Milchleistung pro Jahr, kg			4000	6000	4000	6000
Milchprod. + Wurstkälber	—	60	17	21	22	31
Milchprod. + Kälbermast	1200	180	16	21	16	22
Milchprod. + Rindviehmast	950	500	14	18	20	23
Milchprod. + Rindviehmast	720	600	12	16	18	22
Rindviehmast (Mutterkuhhaltung)	720	600	5		11	
Schweinemast	620	105		24		16
Geflügelmast	30	1,52		7/13*)		17/27*)
Eierproduktion	245/Jahr		12		21/23*)	

*) Effektiv konsumierbarer Schlachtkörper/pfannenfertig

Tabelle 6 kann entnommen werden, dass bezüglich Erzeugung von Energie und Protein in Form des essbaren Produktes die reine Milcherzeugung unter Verwertung der überschüssigen Kälber als Wurstkälber an der Spitze steht. Wird die Milchproduktion mit Mast kombiniert, d.h. dass 3 von 4 Kälbern gemästet werden, so erhält man den höchsten energetischen Wirkungsgrad mit der Kälbermast und die beste Verwertung des Futterproteins bei der in der Schweiz üblichen halbintensiven Rindermast mit Maissilage, welche eine durchschnittliche Tageszunahme von 950 g und ein Endgewicht von 500 kg ergibt. Bei der reinen Rindviehmast mit Mutterkuhhaltung wie sie in den extensiven Weidegebieten der Welt üblich ist und neuerdings auch in der Schweiz in geringem Umfang durchgeführt wird, werden Futterenergie und Futterprotein nur zu 5 bzw. 11% in die Energie und das Protein des essbaren Produktes übergeführt. Die Schweinemast und die Geflügelmast weisen etwa den gleichen Wirkungsgrad der Proteinverwertung auf, während das Schwein bezüglich Energieverwertung sehr günstig, das Geflügel dagegen schlecht abschneidet. Der Wirkungsgrad der Proteinverwertung bei der Eierproduktion ist mit demjenigen bei Milchproduktion vergleichbar.

Das Tier als Konkurrent des Menschen

Wenn es darum geht die Lebensmittelerzeugung durch Einschränkung der Tierproduktion zu maximieren, so müssen neben dem Wirkungsgrad der Überführung von Energie und Protein, in Form von Photosyntheseprodukten, in Nährstoffe, die für den Menschen verwertbar sind, die Konkurrenzverhältnisse zwischen Mensch und Tier um die Nahrung mitberücksichtigt werden. MENKE (1962) hat diese Konkurrenzverhältnisse für normale Zeiten (Min.) und für Notzeiten, wie sie am Ende des letzten Krieges in Deutschland herrschten (Max.), berechnet (Tabelle 7).

Tab. 7 Anteil des für die menschliche Ernährung direkt verwertbaren Futters

		Für den Menschen verwertbar, %		Protein	
		Energie Min.	Energie Max.	Min.	Max.
Milchkuh	4000 kg	5	10	0	20
	8000 kg	15	30	0	50
Mastrind		10	15	5	40
Mastschaf		0	30	0	50
Mastschwein		60	90	5	80
Mastküken		60	80	5	90
Legehenne		60	80	5	90
Mastkalb		70	95	95	100

Aus den in Tabelle 7 aufgeführten Zahlen geht hervor, dass das Mastkalb, vor allem dann, wenn weisses Kalbfleisch erzeugt wird, bezüglich der erforderlichen Nahrung zum Menschen in scharfer Konkurrenz steht. Wenn aber wie z. Zt. in der Schweiz die Milchproduktion die Absatzmöglichkeiten übersteigt, bietet die Kälbermast eine der wenigen Möglichkeiten zur Verwertung der Überschussmilch.

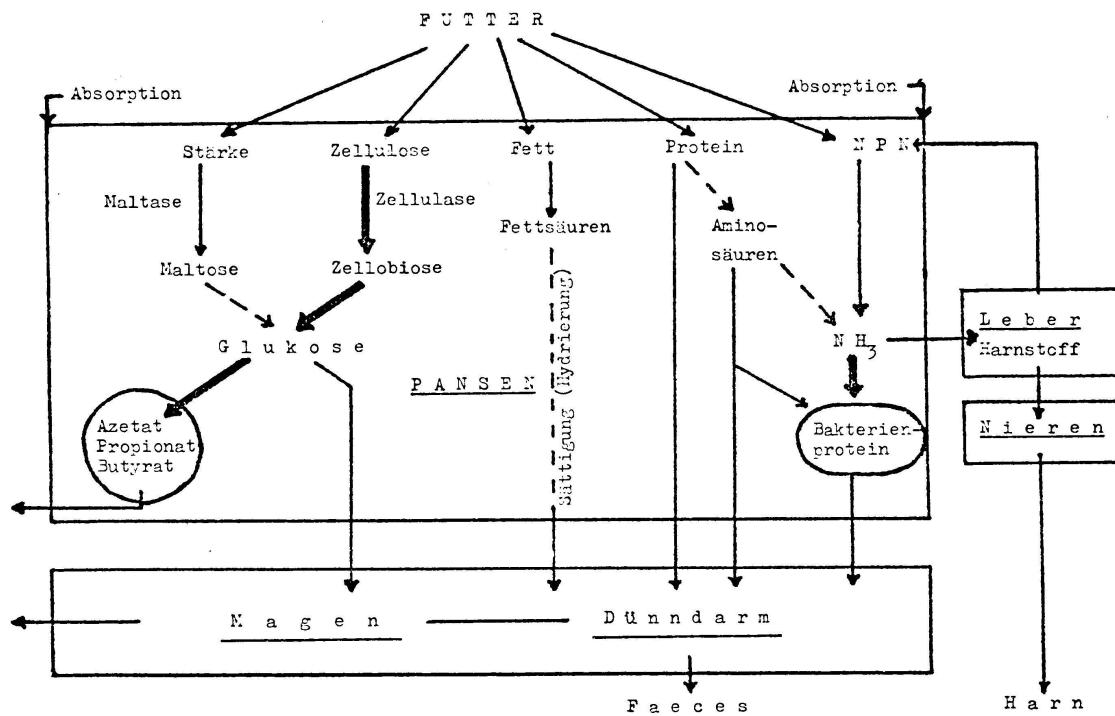
Unter den andern Produktionsrichtungen stehen Legehenne, Mastküken und Mastschwein in stärkerer Konkurrenz zum Menschen als der Wiederkäuer.

Veredlungsfunktion des Haustieres

Bei allen Überlegungen, ob und wie weit die Haustierhaltung einzuschränken sei, muss die grosse Bedeutung des Haustieres für die Überführung von Futtermitteln, die vom Menschen als solche nicht verwertet werden können, in hochwertige Nahrungsmittel beachtet werden. Das Schwein und das Huhn werden in beschränktem Ausmass als Abfallverwerter (Haushalttabfälle, Abfälle der Gewinnung von Mehl, Pflanzenölen, usw.) voraussichtlich auch in weiterer Zukunft eine Veredlerfunktion ausüben.

Eine besonders grosse Bedeutung für die Veredlung von pflanzlichen Nährstoffen, die vom Menschen nicht direkt als Nahrung verwertet werden können, kommt dem Wiederkäuer zu. Dieser ist befähigt, mit Hilfe seiner symbiotischen Mikroflora im Vormagensystem Zellulose und andere pflanzliche Zellwandbestandteile der Grünlandprodukte sowie Nichtprotein-stickstoff (NPN) zu verwerten und in Milch und Fleisch umzuwandeln (Darstellung 2).

Darstellung 2 Nährstoffumwandlungen im Pansen des Wiederkäuers



○ Pansenmikroorganismen (Bakterien, Infusorien)

→ Mikrobielle Stoffumwandlungen, die für die Nahrungsmittelerzeugung wichtig sind

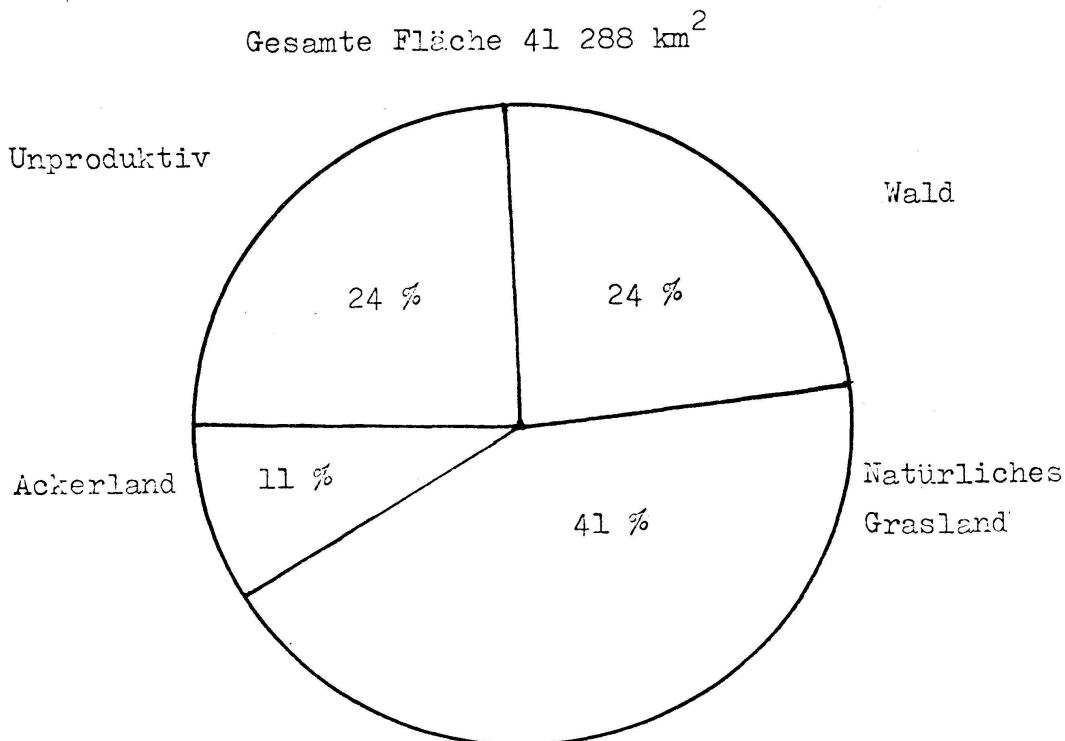
--- unerwünschte Prozesse

Die Bedeutung des Wiederkäuers für die Erzeugung von Nahrungsmitteln wird in ihrem Ausmass erst deutlich, wenn wir realisieren, dass die Fläche des natürlichen Graslandes weltweit mehr als doppelt so gross ist, wie die Ackerfläche. In der Schweiz liegt dieser Anteil noch höher (Darstellung 3).

4. Wachstumsgrenzen für Mensch und Tier

Die verschiedenen demographischen Untersuchungen geben, je nach den berücksichtigten Parametern (Nahrung, Rohstoffe, Energie, Lebensraum, usw.) sehr verschiedene Grenzen für das Wachstum der Weltbevölkerung an. Wird die Nahrung als begrenzender Faktor betrachtet, so müssen neben dem Menschen auch die Haustiere in die Überlegungen miteingeschlossen werden (BORGSTROM, 1967).

Darstellung 3 Landnutzung in der Schweiz



In Tabelle 8 sind die Ergebnisse einer Studie von REID (1970), welche die Grenzen andeutet, die der Erzeugung tierischer Produkte unter Mitwendung von Überschüssen an vegetabilen Nahrungsmitteln, vor allem von Getreide und Ölschroten gesetzt sind. Die Berechnungen beziehen sich auf einen jährlichen Bevölkerungszuwachs von 1,7% und 2,2%.

Wenn es gelingt sofort den Bevölkerungszuwachs auf 1,7% pro Jahr herabzusetzen, so wird es nach den Ergebnissen in Tabelle 8 möglich sein, bis zum Jahr 2000 die nötigen Kraftfuttermittel für eine einigermassen bedarfsgerechte Tierproduktion verfügbar zu haben. Geht die Zunahme der Weltbevölkerung dagegen mit der gleichen Progression wie heute weiter, so muss aus Gründen der Nahrungsmittelversorgung der Einsatz von Kraftfuttermitteln für die Tierproduktion schon im nächsten Vierteljahrhundert stark eingeschränkt werden, wodurch sich die Versorgung mit tierischen Produkten einem kritischen Punkt nähern könnte. Ein weiterer beschränkender Faktor auf die Tierproduktion wird sich aus der ungünstigen Entwicklung

Tab. 8 Die Tierproduktion auf Kraftfutterbasis im Jahr 2000

Millionen Tonnen	Bevölkerungszuwachs pro Jahr	
	1,7%	2,2%
Schweinefleisch	57	68
Bedarf	57	62
Eier		
Bedarf	27	32
Produktion	27	0
Geflügelfleisch		
Bedarf	17	21
Produktion	17	0
Milch		
Bedarf	677	807
Produktion	301	0
Fleisch von Wiederkäuern		
Bedarf	71	84
Produktion	0	0

der Wechselbeziehung zwischen Lebensraum für Mensch und Tier und landwirtschaftlichem Kulturland ergeben. Die Landfläche pro Kopf der Bevölkerung, die heute inklusive Gebirge und Polarregionen weniger als 4 Hektar beträgt, wird bei gleicher Zuwachsrate der Bevölkerung wie heute, im Jahr 2000 auf etwa 2 Hektar zurückgehen. Da aber ein grosser Teil der Menschheit und der Tiere auf dem kulturfähigen Land lebt und dieses durch Überbauung, falsche Bewirtschaftung und Raubbau ständig vermindert wird, dürfte sich eine zunehmend schärfere Konkurrenz um den Lebensraum ergeben, die zwangsläufig zum Rückgang und schliesslich zur weitgehenden Eliminierung des Tierbestandes führen wird. Angesichts der Bedeutung der Haustiere für eine den Bedürfnissen des Menschen angepasste Nährstoffversorgung dürften aber mit dem Rückgang des Tierbestandes auch die Grenzen für die Existenz des Menschen rasch näher rücken.

5. Schlussbetrachtungen

Angesichts des immer noch ungebrochenen Wachstums der Weltbevölkerung und der instabilen politischen und ökonomischen Verhältnisse in vielen Teilen der Welt sind die Aussichten, in Zukunft die ganze Menschheit bedarfskonform ernähren zu können, schlecht. In Mangelgebieten muss mit allen Mitteln versucht werden, die Nahrungsmittelproduktion unter ausgewogener Ausnutzung des Veredlungspotentials unserer Haustiere zu erhöhen. Nachteile tierischer Produkte, die nur bei Überkonsum in Erscheinung treten, spielen in dieser Situation eine sekundäre Rolle. Dagegen muss die Menschheit ganz besonders die Bevölkerung der entwickelten Länder lernen, im Verbrauch aller Güter der Welt, der Nahrung, des Wassers, der Energie, der verschiedenen Rohstoffe Mass zu halten. In erster Linie gilt es aber die hemmungslose Vermehrung der Menschheit zu drosseln. Je früher, d.h. je

weiter entfernt von den Grenzen der Kapazität der Erde zur Erhaltung des Lebens es dem Menschen gelingen wird, ein biologisch ausgewogenes Gleichgewicht zu seiner Umwelt herzustellen, desto grösser ist die Aussicht, dass auch in Zukunft das Tier seinen Platz auf der Erdoberfläche behalten kann und nicht vollständig verschwinden muss. Ohne Tier wird es nie möglich sein, allen Menschen ein menschenwürdiges Dasein zu bieten.

Literaturverzeichnis

- Bickel, H. (1974): Persönliche Mitteilung. Inst. für Tierproduktion, ETH, Gruppe Ernährung, Zürich
- Biegert, J. (1966): Menschliche Evolution und Ernährung. Proc. 7. Intern. Congress on Nutr., Hamburg. Friedr. Vieweg u. Sohn, Braunschweig
- Borgstrom, G. (1967): Der hungrige Planet. BLV Bayerischer Landwirtschaftsverlag GmbH, München, Basel, Wien
- Breirem, K., Th. Homb und L. Vik-Mo (1977): Production of Animal Protein in View of Human Protein Demand. Proc. 2. Intern. Symp. on Protein Metabolism and Nutrition. Center for Agric. Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands
- Brown, R.L. (1973): Food, W.H. Freeman Co., San Francisco
- Clark, G. (1961): The Dawn of Civilization. Thames and Hudson Ltd., London
- Combs, G.F. (1972): Report Agric. Res. Inst. Maryland. Agric. Board NAS/NRC, Washington
- Fischnich, O.E., J.H. Anderson und W. Schulte (1966): Die Versorgung der Welt mit Nahrung. Bedarf-Möglichkeiten-Aussichten bis zum Jahr 2000. Proc. 7. Intern. Congress on Nutr., Hamburg. Friedr. Vieweg u. Sohn, Braunschweig.
- Ginsburg, Th., B. Schneider und T. Woodman (1974): Sonnenenergie – Herausforderung an die Technik. NZZ Nr. 117
- Kleiber, M. (1967): Der Energiehaushalt von Mensch und Tier. Paul Parey, Hamburg und Berlin, 1967
- Menke, K.H. (1962): Hohenheimer Reden u. Abhandlungen Nr. 23.
- Nösberger, J. (1972): Das Produktionspotential der landwirtschaftlich nutzbaren Vegetationsdecke der Erde. NZZ Nr. 305
- Payne, D.R. (1973): Proteins in Human Nutrition. Academic Press, London
- Reid, J.T.: The future Role of the Ruminant in Animal Production. Proc. Cornell Nutrition Conf. 50, 1970
- Schürch, A. (1974): Die Bedeutung der Tierproduktion für die Sicherung der zukünftigen Ernährung. Landw. Forschung, 31. Sonderband
- Scrimshaw, N.S. (1976): An Analysis of Past and Present Recommended Dietary Allowances for Protein in Health and Disease. New England J. Medicine 294, 136–142 und 198–203.
- Starling, E.H. (1945). Brit. Med. J. 7, 105
- WHO (1973). WHO Chronicle 27, 487

3. B. Blanc (Station fédérale de recherches laitières, Liebefeld-Berne et Université de Lausanne): Le Lait et ses produits comme aliment pour l'homme

De même que le colostrum est essentiel à la survie et au développement du nouveau-né, les sécrétions lactées de la vache lui sont naturellement en premier lieu destinées. Les compositions protéique et minérale tout spécialement sont adaptées aux besoins de la croissance rapide du jeune bovin.

Cependant, la richesse du lait de vache a, depuis des millénaires déjà, incité l'homme à profiter de cette source alimentaire sélectivement abondante. Nous ignorons à quelle époque de son histoire l'homme a, pour la première fois, capturé et domestiqué le bovin sauvage. Les représentations graphiques les plus anciennes faisant état de l'utilisation de la vache comme animal laitier remontent aux Sumériens, un peuple qui vivait probablement dans la basse vallée de l'Euphrate, au quatrième millénaire avant J.-C.; venant des hauts plateaux de l'Iran, ils s'établirent en Mésopotamie, après avoir assujetti les populations sémitiques. Des dessins taillés dans la pierre indiquent qu'au moment où les artistes commencèrent à s'exprimer par l'art graphique, la vache laitière était connue depuis longtemps comme animal domestique. On trouva la plus ancienne représentation d'une scène de traite dans le temple de la déesse Nin-Khursag, protectrice des troupeaux, à Al-Uaid, sous forme d'un assez grand relief taillé dans la pierre calcaire, dont on estime qu'il fut exécuté vers 3100 av. J.-C.

L'importance économique du bovin, donc sa domestication, a son origine dans une conception religieuse: l'adoration de la lune comme créatrice de toute vie prospère. Ainsi, les Babyloniens sacrifiaient-ils des bovins en l'honneur de la déesse de la lune. Par la suite, le premier lait trait, considéré comme un aliment particulièrement béni par la déesse, fut réservé d'abord aux élus, les prêtres et les rois. Les sacrifices de plus en plus nombreux, puis quotidiens, stimulèrent la production laitière de la vache.

Dans les cultes, les mythes et les légendes, aucun autre animal domestique n'a été autant honoré et apprécié que la vache. Même les déesses apparaissent sous forme de vaches: tel est le cas de la déesse-mère dans l'Edda, de la vache blanche sacrée de la déesse-mère Isis et de la vache honorée chez les Hindous comme une bête sacrée (Parau, 1974).

Mais le lait est aussi souvent utilisé comme symbole. C'est ainsi que le lait constitue le symbole par excellence de la nourriture spirituelle. Le lait est aussi une nourriture d'immortalité. L'ésotérisme islamique en fait d'ailleurs un symbole d'initiation. Et c'est d'un océan de lait que le barattage du Ramâyâna fait naître l'amrita, le breuvage de la vie. En langage tantrique, le lait est le boddhicitta (à la fois la pensée et le semen) s'élevant vers le centre ombilical, le manipurachakra. Les Hindous ont une déesse qui est la source d'une mer de lait. Le lait est en outre également un symbole de la fécondité.

Le fromage également est un aliment connu depuis très longtemps. Que ce soit en Asie, à Babylone, en Judée, en Egypte ou bien en Grèce et plus tard à Rome, les écrits de l'antiquité font souvent allusion au fromage. La Bible elle-même en parle à plusieurs reprises; par exemple: avant d'affronter le géant Goliath, le jeune berger David remit de la part de son père dix fromages au capitaine des troupes israélites qui affrontaient les Philistins.

Au cours des générations, l'homme s'est adapté à une alimentation basée sur le lait et les produits laitiers, comme le fromage, le lait acidulé et le beurre. Avec les mouvements de populations agricoles colonisatrices et de leur implantation aux Etats-Unis, le lait est devenu un aliment de base de première importance.

Le fait que, grâce à la flore symbiotique de sa panse, le ruminant soit en mesure de digérer la cellulose, l'azote non-protéique et l'urée, me semble d'une importance primordiale dans l'appréciation de la valeur de produits d'origine animale pour l'alimentation de l'homme. Selon Wedin et coll. (1975), par exemple, les deux tiers des unités d'affouragement et selon Pimentel et coll. (1975), environ la moitié des protéines de l'affouragement de la vache proviennent, aux Etats-Unis, de produits de pâtures, dont l'homme ne peut jusqu'à présent faire directement usage pour sa propre alimentation.

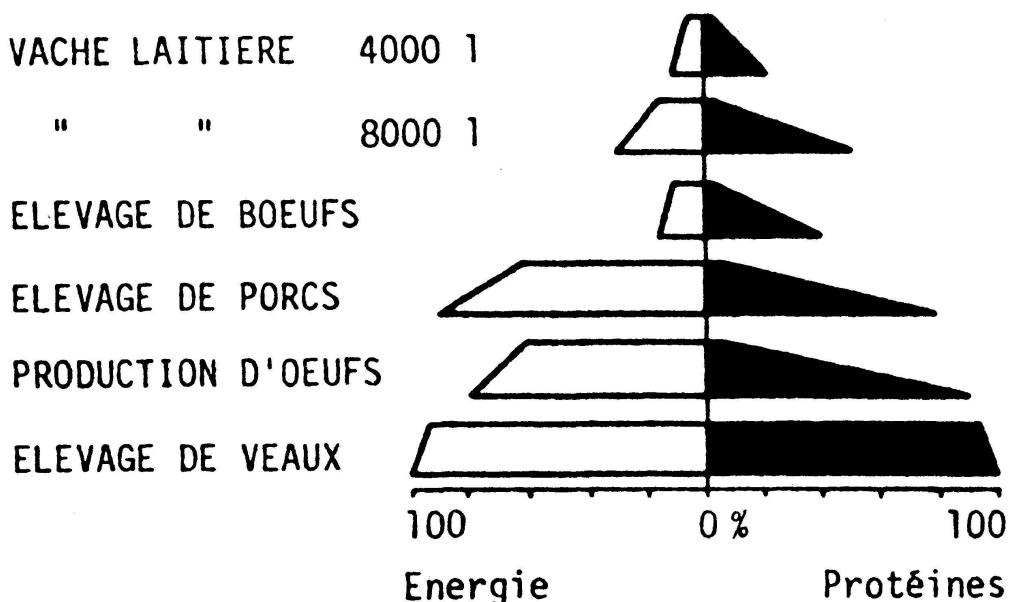


Fig. 1 Concurrence pour l'alimentation humaine (d'après Klostermeyer, 1974)

Les proportions d'énergie et de protéine utilisées pour la production animale dont l'homme pourrait directement bénéficier sont présentées sur la figure 1, tandis que la figure 2 rend compte des possibilités de l'exploitation des protéines de l'affouragement vert, limitées aux ruminants. Il en ressort que, parmi les produits d'origine animale, le lait est obtenu avec la mise en œuvre relativement la plus faible d'énergie et de protéine et que l'élevage de bétail bovin constitue la plus faible concurrence pour l'alimentation humaine.

La valeur nutritive d'un produit alimentaire et sa signification physiologique sont déterminées en premier lieu par la composition de ce produit en nutriments (protéines, glucides, lipides, sels minéraux, oligo-éléments, vita-

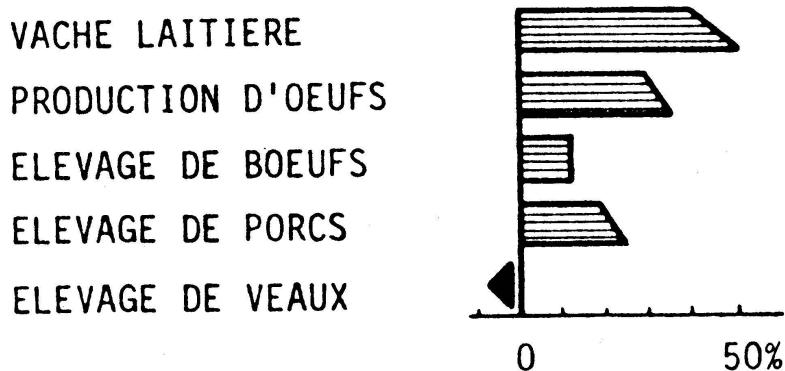


Fig. 2 Exploitation des protéines de l'affouragement vert (d'après Klostermeyer, 1974)

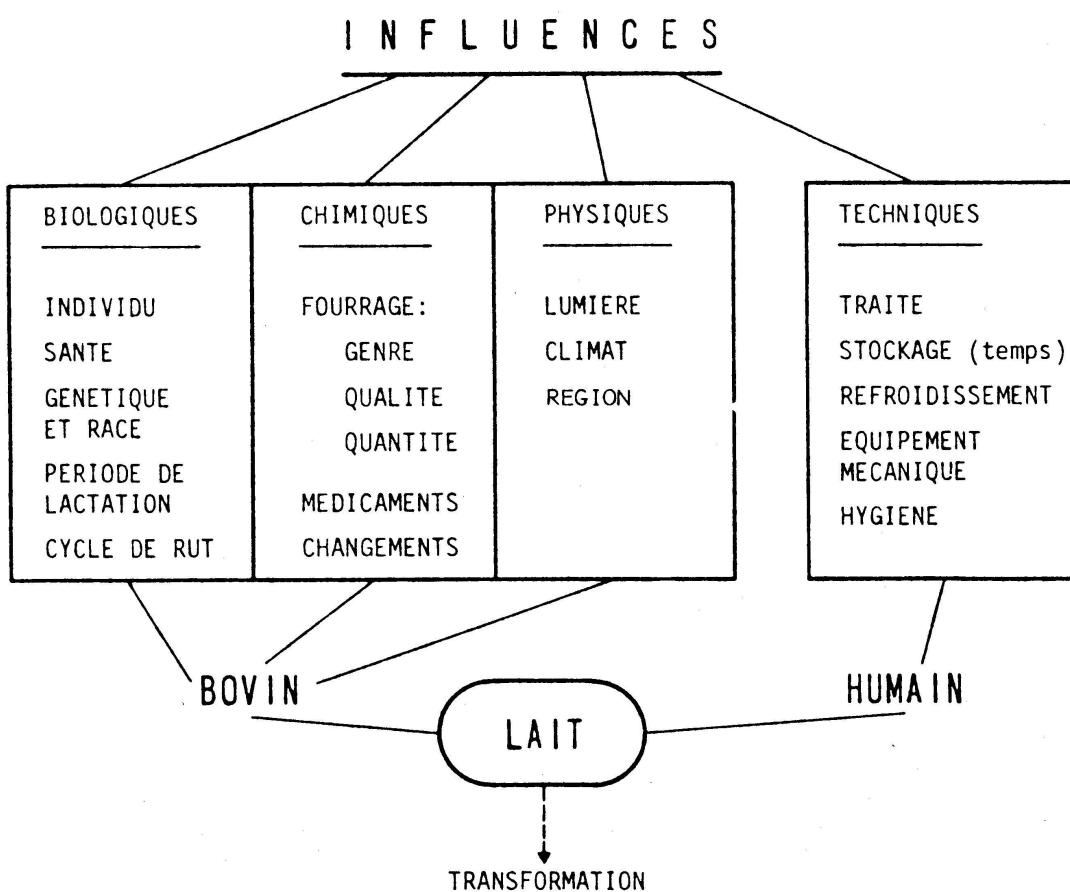


Fig. 3 Influences diverses susceptibles de modifier la composition du lait (d'après Kiermeier, 1977)

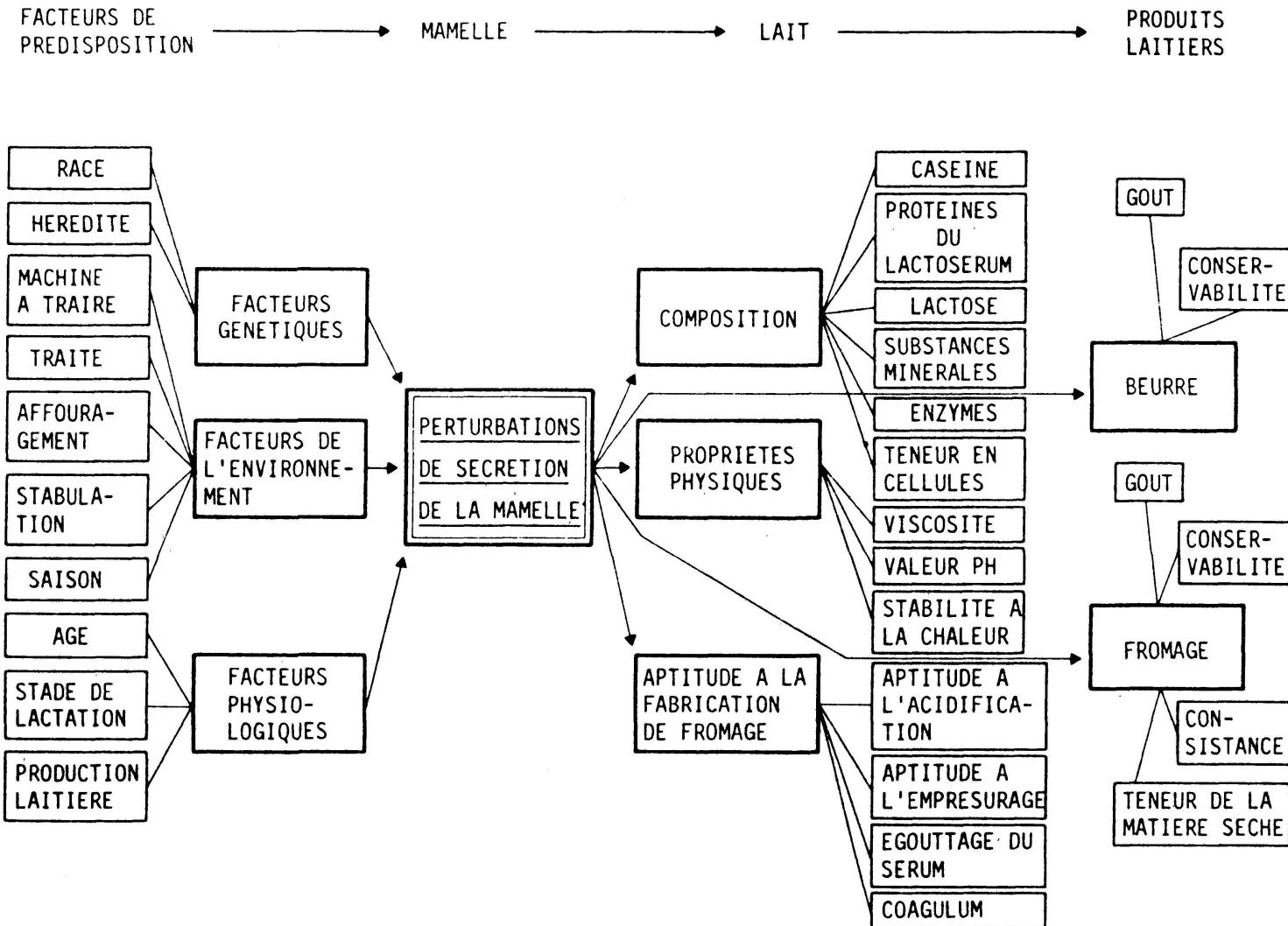


Fig. 4 Influence des perturbations de la sécrétion lactée sur la qualité du lait et des produits laitiers (d'après Institut für Milchwissenschaft, Weihenstephan, 1968).

Tab. A Paiement individuel du lait commercial selon ses qualités

Critères	Exigences	Déduction de prix	Résultat 1.7.76 – 31.12.76
Nombre total de germes (Gesamtkeimzahl)	moins de 80'000 par ml de 80'000 – 200'000 par ml plus de 200'000 par ml	pas de déduction 0,5 ct par kg ou litre 1,0 ct par kg ou litre	89,2% de l'ensemble des producteurs 7,5% des producteurs 3,3% producteurs
Présence de substances inhibitrices (Hemmstoff-Nachweis)	en cas de présence de substances inhibitrices le producteur concerné est signalé à l'inspecteur laitier	<ul style="list-style-type: none"> - amende disciplinaire de 300.– à Fr. 1'000.– - suspension temporaire de la prise en charge du lait jusqu'à suppression des défauts contestés - dans les cas graves: plainte pénale 	en moyenne 24 cas par mois
Teneur en cellules (Zellzahl)	épreuve à la soude caustique négative épreuve à la soude caustique positive	aucune déduction déduction de 1,0 ct par kg ou 1, si 3 des 4 épreuves précédentes étaient déjà positives (aggravé dès 1.1.77)	nég. 81,2% pos. 18,8% pos. avec déduction de prix 3,0%
Odeur et goût (Geruch, Geschmack)	faute nettement perceptible	déduction 1,0 ct par kg/l	en ordre 99,7% réclamation 0,3%

mines); puis intervient la disponibilité pour l'organisme, liée à la forme biochimique et biophysique sous laquelle se présentent les composés de chaque classe. Il s'agit en bref des aspects quantitatifs et qualitatifs de la composition chimique/biochimique de l'aliment.

La figure 3 illustre la multiplicité des influences qui déterminent en fait la composition du lait.

L'état de santé de la vache joue également un rôle prépondérant (figure 4). Une mamelle malade produit de nombreux effets sur les propriétés chimiques, biochimiques et technologiques du lait. Il est souhaitable d'élever encore le niveau déjà élevé de la qualité hygiénique et microbienne du lait atteint dans les petites et moyennes exploitations suisses avec notre système de production décentralisé. Une contribution essentielle à ce développement est le paiement du lait selon ses qualités: nombre total de germes, présence de substances inhibitrices, teneur en cellules, odeur et goût (tableau A).

Il faut en outre signaler que les déductions de prix opérées en fonction de l'appréciation du test à la soude caustique ont encore été augmentées à partir du 1er janvier 1977: ainsi la déduction est-elle maintenant de 3 centimes par litre lorsque le test à la soude caustique se révèle sept fois positif dans les neuf mois précédents, et de 5 centimes par litre lorsqu'il est onze fois positif dans les quatorze mois précédents. Un renforcement supplémentaire de la sévérité des critères d'hygiène du lait et des répercussions sur les déductions de prix est en discussion actuellement. Ce nouveau système pourrait, dans les cas graves, conduire au refus de livraison des laits qui ne satisfont pas suffisamment et depuis trop longtemps aux normes hygiéniques fixées.

Puisque nous parlons des facteurs qui influencent la composition du lait, mentionnons encore les fluctuations saisonnières.

La teneur en vitamine A, ainsi que celle en carotène, vitamine D et E est plus élevée dans le lait pendant la période d'affouragement vert que pendant les mois d'hiver.

Le lait réunit en un tout homogène plus de 200 composants connus qui représentent tous les groupes de nutriments, répartis en trois phases: aqueuse, lipidique et gazeuse. Avec quelques réserves, on peut sans doute affirmer que la composition du lait est en effet profondément équilibrée et adaptée (Williams et coll., 1971) aux besoins de croissance des jeunes mammifères de l'espèce correspondante (figure 5).

Mais la structure physico-chimique du lait, dans laquelle se répartissent sous forme d'éléments particulaires les leucocytes, cellules somatiques, globules gras et micelles de caséine, est également intéressante.

De manière très globale, signalons la composition moyenne du lait de vache suisse:

Protides (protéines principalement)	3,2 – 3,4%
Lipides (matière grasse)	3,8 – 3,9%
Glucides (lactose)	4,8%
Sels minéraux	0,75%
Calories	env. 680/litre

Dans le cadre des considérations sur la composition du lait, présentons tout d'abord les protéines du lait. Leur grande valeur nutritive et biologique est reconnue. Toutes les protéines du lait sont riches en lysine et constituent donc un complément précieux du froment. Jekat et Kofranyi (1970) ont

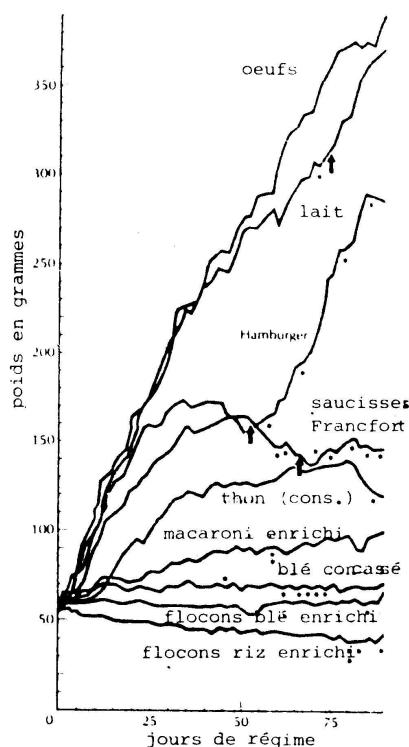


Fig. 5 Croissance de jeunes rats dont le régime consiste en un seul aliment. Les astérisques indiquent les animaux décédés. Les flèches indiquent si des suppléments à la diète ont été administrés (d'après Williams et coll., 1971).

montré qu'en mélangeant du lait et du froment, le rapport 76:24 du besoin minimal en g de protéines par kg de poids corporel était moins élevé par rapport au besoin minimal nécessaire pour chaque composant pris séparément. Ils constatèrent également une amélioration de la valeur biologique d'autres protéines mélangées, comme le lait et l'œuf, la lactalbumine et la pomme de terre, l'œuf et le maïs, les pommes de terre et le riz et d'autres encore (Kofranyi et Sekat, 1967).

Les matières grasses du lait présentent des caractéristiques physico-chimiques tout à fait spéciales qui leur confèrent des propriétés nutritionnelles particulières. Le beurre et la crème sont en effet formés de globules microscopiques qui sont facilement résorbables et disponibles pour l'organisme. Rappelons ici les travaux de Haubold et coll. (1966) qui ont pu démontrer à l'aide d'essais sur animaux que la matière grasse du lait, qui est une émulsion naturelle de graisse, n'est dans l'ensemble pas résorbée sous forme de produits de la lipolyse, glycérine et acides gras, mais en majeure partie sous forme corpusculaire des globules gras, sans dégradation enzymatique. Par la voie lymphatique, les particules de matière grasse du lait arrivent dans la circulation veineuse au niveau du canal thoracique sous forme de chylomicrons et après avoir passé le cœur, les poumons et la circulation artérielle du sang, ils vont dans le liquide tissulaire interstitiel qui entoure les cellules du corps. De là, les globules de matière grasse sont absorbés par la membrane cellulaire du cytoplasme, apparemment sans subir de dégradation enzymatique notable.

Cette résorption corpusculaire est particulièrement importante pour l'enfant en bas âge qui peut directement absorber les globules gras de la matière grasse du lait, sans devoir solliciter le foie dont la maturité fonctionnelle n'est pas encore atteinte. Ce phénomène n'existe pas dans les huiles naturelles et les margarines. Après destruction totale de l'émulsion de matière grasse du lait, par exemple après fabrication de beurre fondu ou avec d'autres sources de lipides, la résorption par voie enzymatique a déjà lieu dans le lumen intestinal.

La matière grasse du lait possède une teneur relativement élevée en chaînes courtes d'acides gras et elle est plus digeste que d'autres graisses alimentaires, étant donné que la rapidité de l'oxydation et de l'utilisation métabolique des acides gras dépend de la longueur de leurs chaînes. D'autres aspects de la matière grasse du lait seront présentés en parlant du beurre.

Le lactose, sucre caractéristique du lait, crée un milieu intestinal favorable à une flore bactérienne bénéfique et facilite la résorption du calcium. Le galactose qu'il contient est soit transformé en glucose, soit utilisé directement par l'organisme pour la synthèse de substances (cérébrosides en particulier) primordiales pour la constitution du cerveau et des autres tissus nerveux: le développement mental de l'enfant en dépend dans une large mesure.

Chez les adultes ne consommant pas de lait, on peut constater une certaine intolérance au lactose. Ces personnes ne sont pas en mesure de dégrader le lactose en glucose et en galactose dans l'intestin grêle, ce qui a pour conséquence une fermentation dans le gros intestin, des gonflements et la diarrhée. En Europe, Amérique du Nord et Australie, moins de 10% des adultes sont sujets à cette intolérance. Cependant rares sont les personnes sévèrement atteintes, malgré l'utilisation d'un test médical de dépistage discutable: il consiste en l'administration en une fois de 50 g de lactose dans de l'eau. Or, cette quantité correspond à celle contenue dans plus d'un litre de lait, qui serait absorbée d'un coup. De plus, le comportement intestinal et métabolique du lait ingéré avec toutes les substances accompagnantes du lait est très différent: son hydrolyse est beaucoup plus échelonnée dans une plus longue période post-prandiale. Pour les personnes sévèrement atteintes, les possibilités diététiques suivantes existent:

- En règle générale, il n'est pas nécessaire de renoncer complètement à la consommation de lait, deux à trois verres de lait ne se traduisant par aucun effet néfaste.
- Dans les produits fermentés comme le yoghourt, le babeurre et le fromage, le lactose est déjà en grande mesure ou complètement dégradé.
- Des biscuits au lait sans lactose sont déjà fabriqués, en Australie par exemple; les moyens technologiques de la filtration sur gel et de la dialyse permettent en outre d'éliminer le lactose dans le lait.
- Une autre possibilité consiste à ajouter au lait de la β -galactosidase (lactase), qu'il est relativement facile de produire en quantités assez importantes par voie microbienne, à la nourriture contenant du lactose, en cas de déficience d'enzymes ou de faire subir un traitement préliminaire au lait avec la lactase; le développement et l'utilisation de lactase immobilisée a également déjà permis de fabriquer un lait et des produits laitiers pauvres en lactose.

Le lait est une excellente source de vitamines (Blanc, 1966). Du point de vue du ravitaillement quotidien, il convient de signaler que le lait contribue grandement à couvrir les besoins en vitamines B_2 et B_{12} et qu'il fournit

des quantités suffisantes de vitamines A, B₁, B₆ et C, d'acides folique, pantothenique et de biotine, alors que tous les autres sont représentés en quantités moins importantes.

Concernant les sels minéraux, le lait est une source précieuse de calcium et de phosphore pour les êtres humains, en particulier pour les enfants et les personnes âgées. Citons également dans ce contexte le potassium, le magnésium, le sodium et le chlore (tableau B).

Tab. B Teneurs du lait en substances minérales (d'après Renner, 1974)

Substance minérale	Teneurs du lait (en g/l)		
	Valeur moyenne	Valeurs extrêmes	
Calcium	1,20	0,6	- 2,0
Phosphore	0,94	0,5	- 1,5
Potassium	1,50	1,0	- 2,0
Sodium	0,45	0,2	- 0,9
Chlore	1,06	0,6	- 1,8
Magnésium	0,12	0,05	- 0,24
Soufre	0,33	0,2	- 0,5

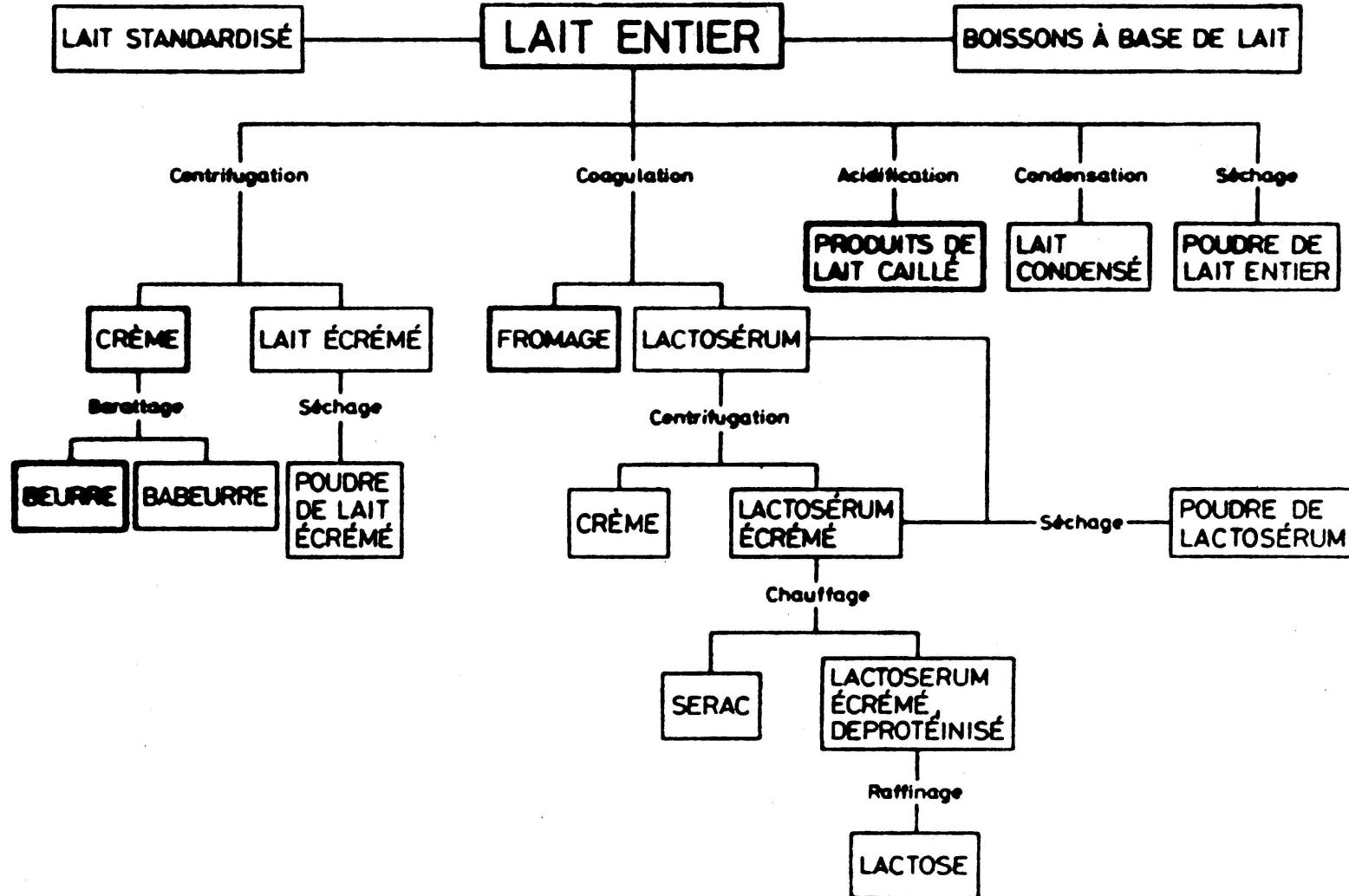
La contribution du lait au ravitaillement en oligo-éléments est très inégale. Ainsi, le bilan est positif pour le zinc et l'iode, alors que la seule consommation de lait et de produits laitiers provoquerait une carence de fer et également de cuivre (tableau C).

Il est étonnant de voir le nombre de produits qu'on peut fabriquer à partir du lait en utilisant différents procédés technologiques et microorganismes (figure 6).

La riche palette des fromages, par exemple, illustre bien ce fait et tous ces fromages sont pourtant fabriqués à partir de la même matière première qu'est le lait.

Pour mettre en évidence certains aspects de l'importance de ces produits comme aliments, limitons-nous à trois types de produits laitiers: les produits fermentés, le fromage et le beurre. L'importance des produits fermentés dans l'alimentation a déjà fait l'objet de publications (Blanc, 1973 et 1974). Parmi les produits fermentés: lait acidulé, yogourt, biogourt, kéfir, "cottage cheese", babeurre, le plus répandu est sans doute le yogourt, plus récemment la consommation de "cottage cheese" s'est développée. A propos de leur composition, on peut citer les chiffres suivants: le yogourt contient environ 4,5% de protéines, 3,5% de matière grasse et 2,7% de lactose; le "cottage cheese" par contre, se compose de 12,3% de protéines, 4,3% de matière grasse et 3,3% de lactose.

Les principaux changements qui apparaissent au cours de la préparation des produits laitiers acidifiés sont présentés dans la figure 7, tandis que le



Altérations de la composition du lait durant la fabrication des produits laitiers acidifiés

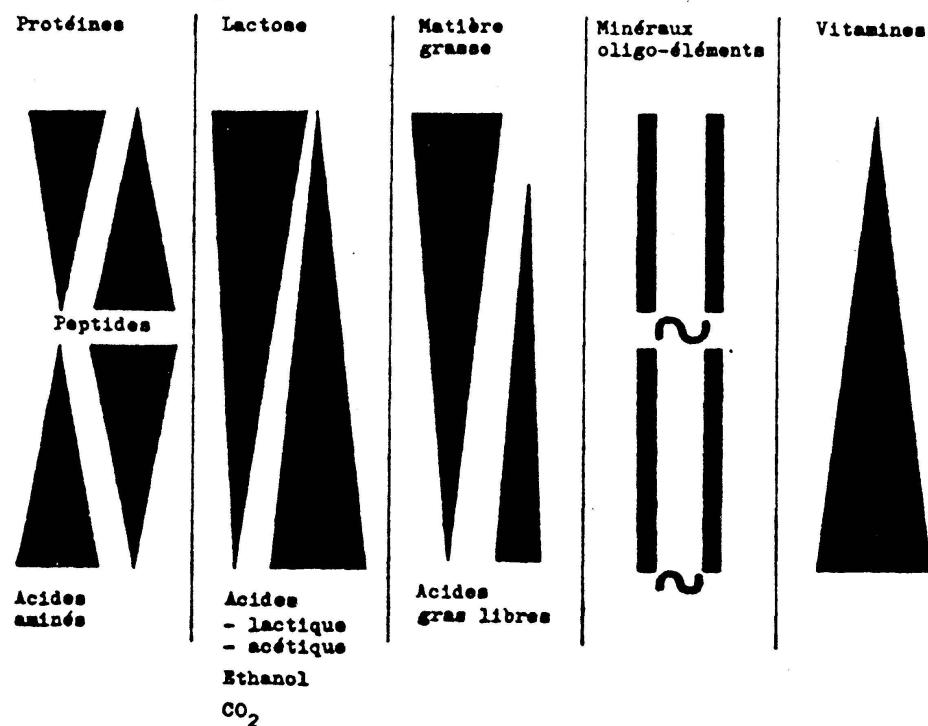


Fig. 7 (d'après Blanc, 1973 et 1974)

Tab. C Teneurs du lait en oligo-éléments (d'après Renner, 1974)

Oligo-élément	Teneurs du lait (en $\mu\text{g/l}$)		
	Valeur moyenne	Valeurs extrêmes	
Cuivre	110	0 –	1200
Fer	600	100 –	2400
Cobalt	0,8	0 –	10
Molybdène	55	5 –	150
Zinc	3370	220 –	18700
Manganèse	50	5 –	370
Iode	80	5 –	400
Fluor	140	60 –	700
Aluminium	750	100 –	2100
Arsenic	45	30 –	100
Bore	200	70 –	400
Brome	1500	60 –	25000
Chrome	20	5 –	82
Etain	220	0 –	1000
Nickel	30	0 –	130
Plomb	50	4 –	100
Selenium	30	4 –	67
Silicium	3700	1500 –	7000

tableau D résume les principales caractéristiques des produits laitiers acidifiés sur le plan de la physiologie de la nutrition.

Tab. D Caractéristiques des produits laitiers acidifiés sur le plan de physiologie nutritionnelle (d'après Blanc, 1973 et 1974)

L'acide lactique, représenté dans le yogourt avec 0,7 à 1,0%, constitue l'élément central dans les produits laitiers acidifiés auxquels il donne leur caractéristique fondamentale. Il est produit par dégradation du lactose par voie soit homo- soit hétérofermentative par des microorganismes lactiques. Dans l'appréciation du rôle physiologique et de la physiologie de la nutrition de l'acide lactique dans l'organisme, il s'agit de distinguer les formes L(+) et D(−) de cet acide. De ces deux formes stéréoisomères de l'acide lactique, seul le L(+) peut être utilisé physiologiquement par l'organisme humain, alors que l'acide lactique D(−) est éliminé en grande partie. C'est uniquement chez les enfants en bas âge que l'on a parfois constaté une moins bonne tolérance à l'acide lactique D(−), de sorte qu'il pouvait se

Tab. E Acide lactique total et pourcentage de sa forme L(+) dans divers produits laitiers fermentés (d'après Blanc, 1973 et 1974)

Produits* / critères	Nombre d'analyses	Acide lactique total μ Mol/g	g %	% de la forme L(+)
Yoghourt Nature	16	119,8	1,08	54,4
Yoghourt 1/2 écrémé Caramel	16	102,7	0,93	56,2
Yoghourt Fraises	16	91,3	0,82	56,2
Yoghourt Mocca	15	115,3	1,04	47,1
Yoghourt Yoyo-cerises	2	133,3	1,20	42,4
Yoghourt Aco-diététique	15	131,2	1,18	52,4
Lait acidifié nordique	15	108,2	0,97	87,9
Babeurre	2	95,1	0,86	86,8
Séré (quark) maigre	16	92,0	0,83	95,7
Séré (quark) de crème	16	64,8	0,58	94,2
Séré aux fraises	16	55,8	0,50	93,7
Demi-crème acide	15	95,8	0,86	96,2
Mayonette	16	58,8	0,53	92,3

* Tous les produits sont fabriqués par la "Verbandsmolkerei" Berne

produire une acidose. Dans de tels cas, il faudrait n'utiliser que des produits laitiers acidifiés contenant de l'acide lactique L(+). Certains yoghurts diététiques sont fabriqués au moyen de souches sélectionnées de microorganismes lactiques produisant plus de 95% de forme L(+) de l'acide lactique.

Le tableau E présente les résultats d'acide lactique total et de la forme L(+) dans divers types de yoghurts et dans divers autres produits acidifiés, tels que lait acidifié, babeurre, sérés, demi-crème acidulée, mayonette.

L'acide lactique agit sur la suspension colloïdale de caséine du lait qui, sous forme de caséinate de calcium, possède un pouvoir tampon important. L'acide lactique, par action des ions H⁺ qu'il entraîne, dissocie progressivement les groupements phosphocalciques responsables de la formation des agrégats et de la précipitation grossière de la caséine. Sous sa forme décalcifiée, la caséine est plus rapidement amenée au pH d'action gastrique et précipitée en une fine flocculation.

Cet effet est doublement favorable: 1. sur le pH stomacal qui peut s'abaisser plus aisément au niveau d'action de la pepsine, 2. sur les possibilités supérieures d'attaque des fines particules par les molécules d'enzymes protéolytiques.

En créant une valeur de pH favorable dans l'estomac et dans l'intestin, l'acide lactique contribue à une bonne utilisation des substances nutritives. Cela est surtout vrai pour la rétention du calcium, la combinaison d'acide lactique, de lactose, de vitamine D et de calcium jouant un rôle déterminant.

Je mentionnerai encore deux autres propriétés des produits laitiers acidifiés qui présentent un intérêt particulier, même si la discussion scientifique se poursuit encore à leur sujet. Les travaux de Reddy et coll. (1973),

effectués avec des souris auxquelles on avait implanté des tumeurs, ont montré qu'en les nourrissant de yogourt, les tumeurs étaient entravées dans leur développement. Chez les souris nourries au yogourt, les cellules cancéreuses augmentaient de 30 à 35% moins rapidement que chez celles du groupe de contrôle. Ces résultats suggèrent qu'outre des substances naturelles antibiotiques, le yogourt contiendrait également des éléments actifs anti-tumoraux.

Le deuxième point nutritionnel consiste à répondre à la question: Le yogourt contient-il effectivement un facteur permettant d'abaisser le taux de cholestérol chez l'homme? Mann et Spoerry (1974) avaient rapporté qu'au cours d'essais alimentaires avec des Massaï, ils avaient administré jusqu'à 8 litres de lait acidifié et 960 mg de cholestérol aux sujets étudiés et ils avaient constaté un abaissement du cholestérol sérique. Récemment, Mann (1977) a stipulé après des essais effectués sur des sujets américains, que ce facteur actif était l'hydro-symétholglutarate qui inhiberait lors de la synthèse du cholestérol l'enzyme réglant l'hydroxyméthylglutarilCoA-réductase. Des travaux effectués sur des rats avec du lait en poudre suggèrent également l'effet d'abaissement du taux de cholestérol de ce facteur. Payens et coll. (1976), en revanche, n'ont constaté aucune diminution, mais pas non plus d'augmentation, lors de l'administration de grandes quantités de yogourt ou de lait de la teneur en cholestérol. Il est prématuré de vouloir formuler un jugement définitif.

Grâce à leur effet de stimulation des sécrétions digestives, leur bonne digestibilité et le coefficient de rétention élevé pour de nombreuses substances, les produits laitiers acidifiés conviennent particulièrement bien aux enfants en croissance, aux adultes surmenés nerveusement, aux personnes âgées.

Ils sont nourrissants, sans charger les organes de digestion. Ils offrent l'ensemble des nutriments et la plupart des composés importants qui se trouvent dans le lait sous une forme facile à assimiler et attrayante par sa diversité. Les qualités organoleptiques remarquables des produits acidifiés font partie de leur valeur dans l'alimentation, car un facteur émotionnel important, même si on ne le réalise pas toujours, est profondément lié au choix et à la prise de nourriture.

Le fromage est un produit laitier important, qui se présente sous forme de nombreuses catégories, dont la classification est présentée dans le tableau F. Sa composition peut varier, comme cela est le cas pour la teneur en matière grasse. La teneur en protéines des diverses sortes de fromage varie en sens inverse à celle en matière grasse.

Le fromage double crème contient 31 g de matière grasse et 15 g de protéines par 100 g, le fromage gras 30 g de matière grasse et 32 g de protéines, le fromage quart-gras 3 g de matière grasse, mais 37 g de protéines. La maturation des fromages est liée à une dégradation intensive des protéines, différente selon les sortes de fromages. En outre une partie de la caséine non soluble dans l'eau est transformée en composés azotés hydrosolubles: les peptides et les acides aminés libres. La proportion de ces composés azotés hydrosolubles par rapport à l'azote total varie généralement dans les diverses sortes de fromage entre 10 et 40%. Cette dégradation partielle de la caséine permet de considérer la maturation des fromages comme une sorte de pré-digestion améliorant la digestibilité des protéines. Le fromage, dont la

Tab. F Classification des fromages selon leurs propriétés

a) *selon la consistance de la pâte*

fromages à pâte dure:	emmental, gruyère, sbrinz, fromage à rebibes
fromages à pâte mi-dure:	appenzell, tilsit, raclette, tête de moine, vacherin fribourgeois
fromages à pâte molle:	
à croûte fleurie:	brie, camembert, tomme vaudoise
à croûte lavée:	romadour, limburger, münster, reblochon, vacherin Mont d'Or
fromages bleus:	roquefort, gorgonzola
fromages frais:	petit suisse, carré double-crème, séré, cottage cheese
séricac	
fromages fondus	

b) *selon le mode de fabrication*

fromages à base de présure ou de lait doux	
fromages à base de lait acidifié	

c) *selon la sorte de lait utilisée*

fromages à base de lait de vache	
fromages à base de lait de chèvre	
fromages à base de lait de brebis	

d) *selon la teneur en matière grasse de la masse sèche*

fromages double crème	min.	65% m.g./m.s.
fromages à la crème	min.	55% m.g./m.s.
fromages gras	min.	45% m.g./m.s.
fromages 3/4-gras	min.	35% m.g./m.s.
fromages 1/2-gras	min.	25% m.g./m.s.
fromages 1/4-gras	min.	15% m.g./m.s.
fromages maigres	moins de	15% m.g./m.s.
séré à la crème	min.	50% m.g./m.s.
séré double-crème	min.	60% m.g./m.s.

teneur en protéines varie entre 20 et 35% selon les sortes, peut contribuer de façon considérable à couvrir les besoins en acides aminés essentiels de l'homme.

Lors de la fabrication du fromage, c'est avant tout la caséine du lait qui en constitue la base protéique, alors que les protéines lactosériques à haute valeur biologique apparaissent dans le lactosérum. Les progrès de la technologie ont cependant permis, par exemple, de fabriquer du fromage à pâte molle à partir de concentrés de lait maigre ultra-filtré sans perte de lactosérum. Cette technique, qui permet de conserver toutes les protéines dans le fromage, mais en transforme parfois les caractéristiques organoleptiques et de texture, n'est pas utilisée de manière très courante. Une grande attention est portée à l'utilisation rationnelle et économique du lactosérum, que ce soit sous forme de nouveaux produits lactosériques, de complément à d'autres produits alimentaires, de concentrés de protéines lactosériques ou par bio-dégradation du lactosérum déprotéinisé.

Les vitamines B se transforment également en cours de maturation du fromage, étant en partie utilisées et synthétisées par les microorganismes. Les fromages avec une période de maturation prolongée voient leurs teneurs en vitamines B₁, B₁₂, niacine et acide panthoténique s'elever, alors que celles en riboflavine et acide folique s'abaissent le plus souvent. Le fromage, aussi bien que le lait, est une source appréciable de calcium et de phosphore. La consommation de 10 g de fromage peut couvrir le besoin quotidien en calcium à 30 à 40% s'il s'agit de fromage à pâte molle et à 100% environ s'il s'agit de fromage à pâte dure; quant aux besoins en phosphore, ils peuvent être couverts à 12 à 20% et 40 à 50% respectivement.

Comme nous l'avons déjà mentionné, lors de la protéolyse, la caséine fournit des peptides et des acides aminés libres, ces derniers se dégradant ensuite encore partiellement en acides gras libres, ammoniac, CO₂ et amines. Ces amines biogènes, l'histamine, la tyramine et la tryptamine, par exemple, peuvent alors agir dans le métabolisme en augmentant la pression sanguine, mais sont dégradées relativement rapidement par des amino-oxydases. La consommation de fromage n'a normalement aucun effet négatif à cause de ces amines biogènes. Il n'y a qu'un cas spécifique qui puisse interdire la consommation de fromage et d'autres aliments contenant des amines: des patients souffrant d'une pression sanguine trop élevée traités par des inhibiteurs des monoaminoxydases. La dégradation des amines dans le métabolisme est bloqué, de sorte qu'après la consommation d'aliments contenant des amines, des réactions indésirables peuvent se produire. Le beurre est un autre produit laitier que nous voulons encore mentionner. Il contient 82 à 84% de matière grasse laitière, les autres composants tels que protéines, hydrates de carbone et sels minéraux, représentant environ 2%. Le beurre est un fournisseur précieux de vitamines liposolubles, surtout des vitamines A et E. Quant à la composition en acides gras, on peut dire que la matière grasse laitière est une des plus riches parmi les graisses naturelles. On y a décelé plus de 100 acides gras différents, dont beaucoup naturellement ne sont présents que sous forme de traces. Il s'agit d'acides gras saturés, insaturés et à chaîne ramifiée, d'hydroxa-acides et d'acides-cétones ainsi que de composés cycliques. La matière grasse laitière contient en outre 0,2 à 1,2% d'acide arachidonique. Comme tous les autres produits d'origine animale, la matière grasse laitière possède une teneur relativement faible en acides gras essentiels, si on la compare avec quelques huiles et graisses végétales. Il ne faut néanmoins pas en conclure que la matière grasse laitière doive être remplacée par une autre graisse à forte teneur en acide linoléique pour parer à une carence, car le besoin en acide linoléique est entièrement couvert par une alimentation équilibrée avec apport de corps gras des deux origines, animale et végétale. Dans un vaste essai clinique sur la valeur biologique des graisses alimentaires (Lembke, 1976), il a été démontré que la sorte de graisse consommée (beurre ayant une teneur en acide linoléique de 6% dans sa matière grasse et margarine ayant une matière grasse dont la teneur en acide linoléique est de 15%) n'a pas eu d'influence significative sur le cours et les résultats de l'essai; il a notamment été constaté que la forte teneur en acide linoléique de la diète à base de margarine n'a pas fourni d'influence perceptible. La matière grasse laitière a sa place justifiée dans le cadre d'une diète équilibrée.

De nombreux essais effectués ces dernières années, principalement par des instituts australiens et californiens, ont montré que la composition de la matière grasse laitière peut être manipulée par l'affouragement de graisse encapsulée de protéines traitées à la formaline afin d'éviter sa dégradation dans la panse. On a surtout utilisé dans ce but une huile riche en acide linoléique. La teneur en acide linoléique de la matière grasse laitière a ainsi pu être portée de 4 – 5% à 30 – 40%. On rencontre encore des difficultés de stockage et de transformation de cette sorte de lait sensible aux phénomènes d'oxydation. En Australie cependant, le stade a été atteint, qui permette la production et commercialisation à grande échelle de lait et de viande ayant une teneur augmentée en acides gras polyinsaturés (McDonald et Scott, 1977). Une grande gamme de produits laitiers, tels que des yoghourts, des fromages à pâte molle, des fromages à pâte mi-dure, du beurre et des glaces, présentant une texture et une saveur acceptables, ont été fabriqués. La question se pose toutefois, de savoir si l'enrichissement en acides gras insaturés de la matière grasse laitière au moyen de l'affouragement de capsules de matière grasse polyinsaturée est nécessaire et rationnelle. Au cours des discussions concernant la provenance des maladies cardio-vasculaires selon la théorie des graisses saturées et du cholestérol, plusieurs reproches sont faits au beurre et à sa teneur en cholestérol (tableau G) ou le fait qu'il aurait tendance à augmenter ou à ne pas diminuer la cholestérolémie. Ces assertions doivent être complètement revues et réévaluées à la lumière de nouveaux travaux scientifiques qui montrent clairement que le cholestérol ne peut être considéré comme le facteur causal de l'athéromatose, de l'artériosclérose et des infarctus coronaires. Le lait maternel est lui aussi riche en cholestérol!

Tab. G Teneur en cholestérol de quelques aliments (d'après Philipps et Brigg, 1975)

aliment	mg/100 g	ration habituelle en mg
lait entier	14	32 (1 verre, 240 g)
lait à basse teneur en m.g. (2%)	4	9 (1 verre, 240 g)
lait écrémé	2	4 (1 verre, 240 g)
fromage Cheddar	103	30 (1 cube, 28 g)
crème glacée à la vanille	45	51 (1 bâton, 114 g)
yogourt nature, basse teneur en m.g.	6	14 (1 gobelet, 240 g)
beurre	227	32 (1 cuill., 14 g)
œuf entier	504	286 (1 œuf, 57 g)
blanc de poulet, chair seule, crue	79	67 (85 g)
flétan, chair seule, au court bouillon	60	51 (85 g)
thon à l'huile, en conserve	65	55 (85 g)

L'importance du lait et des produits laitiers dans notre alimentation ressort clairement de la couverture importante des besoins quotidiens en diverses substances nutritives qu'ils sont susceptibles de fournir.

Pour les enfants et les adolescents, le lait et les produits laitiers sont importants avant tout en raison de leurs teneurs en protéines, calcium et phosphore. Les protéines laitières peuvent amplement suffire à couvrir les besoins en protéines animales; chez des enfants de 2 à 3 ans, 200 ml de lait, 40 g de séré et un œuf, chez des écoliers 1/2 litre de lait et 15 g de fromage, suffisent. Le lait et les produits laitiers seraient très difficiles à remplacer si l'on veut assurer un apport suffisant de calcium chez les enfants; la formation des os et des dents exige calcium et phosphore dans un rapport équilibré. Les besoins en phosphore sont généralement couverts par une alimentation saine.

Le lait et les produits laitiers font des collations idéales à l'école. A part le lait et les boissons chocolatées, on peut considérer favorablement les boissons à base de lait et les produits laitiers acidifiés, car leur composition est plus équilibrée du point de vue de la physiologie nutritionnelle que beaucoup de produits concurrents composés uniquement d'eau, de sucre et de substances aromatiques. Une condition importante à l'acceptation des produits laitiers réside dans leur présentation; la température de consommation, qui devrait être d'environ 10°C, joue également un rôle pour garantir la saveur agréable et l'effet rafraîchissant.

L'alimentation des personnes âgées pourrait être améliorée par la consommation accrue de lait et de produits laitiers. Les personnes âgées ont de plus grands besoins en protéines, car une consommation réduite de calories compromet la couverture des besoins en protéines et leur capacité de biosynthèse des protéines corporelles diminue. Chez les personnes âgées, on a parfois constaté une certaine aversion à l'égard du lait, due à un manque de lactase et d'acidité gastrique croissant avec l'âge. Ceci pourrait conduire à une malnutrition ou à une sous-alimentation protéique qui pourraient être combattues par la consommation de protéines lactiques sous forme de séré et d'autres produits laitiers. C'est précisément pour couvrir le besoin journalier en calcium que la consommation de lait et de produits laitiers est indispensable chez les personnes âgées. Citons pour mémoire le problème de l'ostéoporose des personnes âgées, liée à une perte de protéines due à la dégradation de l'ossature.

L'importance du lait et des produits laitiers dans la diététique est grande mais seuls quelques aspects seront abordés dans ce travail. Les produits laitiers acidifiés sont une aide efficace lors de perturbations de l'acidité gastrique, ainsi que dans diverses formes d'entérites et de colites. L'acide lactique du yogourt peut être de grande valeur en cas de maladies intestinales causées par des colonies bactériennes. Les produits laitiers peuvent également être très utiles pour combattre la constipation chronique.

Un autre produit très estimé en diététique est le séré. Celui-ci est administré avec succès, en raison de sa richesse en protéines, en cas de faiblesse corporelle, après des opérations ou d'autres maladies graves, spécialement lorsqu'on a constaté une hypoprotéinémie. On l'utilise principalement en cas de maladies hépatiques suraiguës et chroniques.

Paccalin et coll. (1975) ont récemment rapporté leur expérience du régime "lait et fromage" qui semble très efficace dans les encéphalopathies porto-cave des cirrhotiques.

Le fromage se prête également de façon admirable à la diète des diabétiques et aux régimes hypoglucidiques, car le lactose et les monosaccharides qui en sont issus: glucose et galactose, y sont entièrement dégradés.

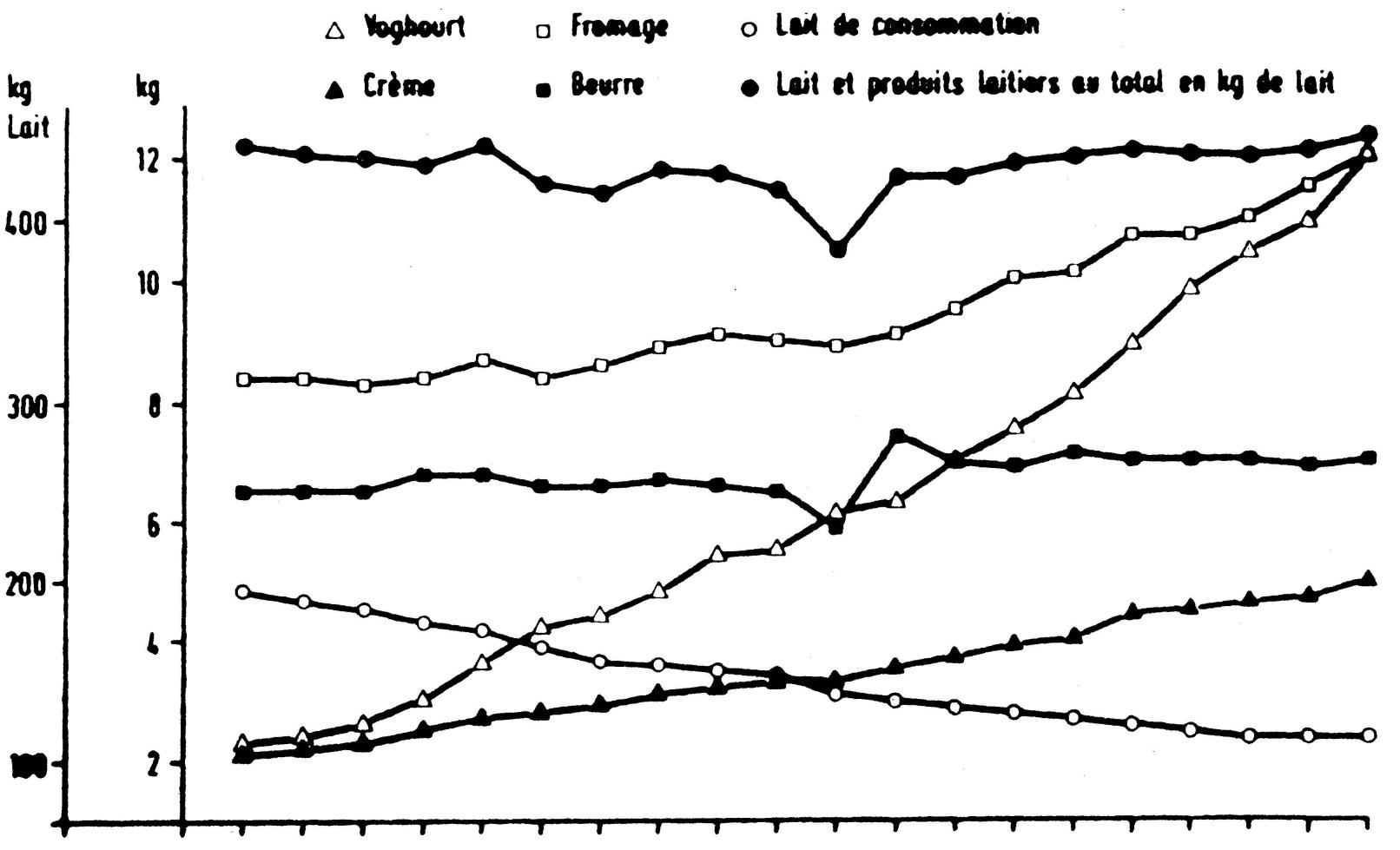


Fig. 8 Consommation annuelle de lait et de produits laitiers par tête d'habitant pendant les 20 dernières années (en kg)

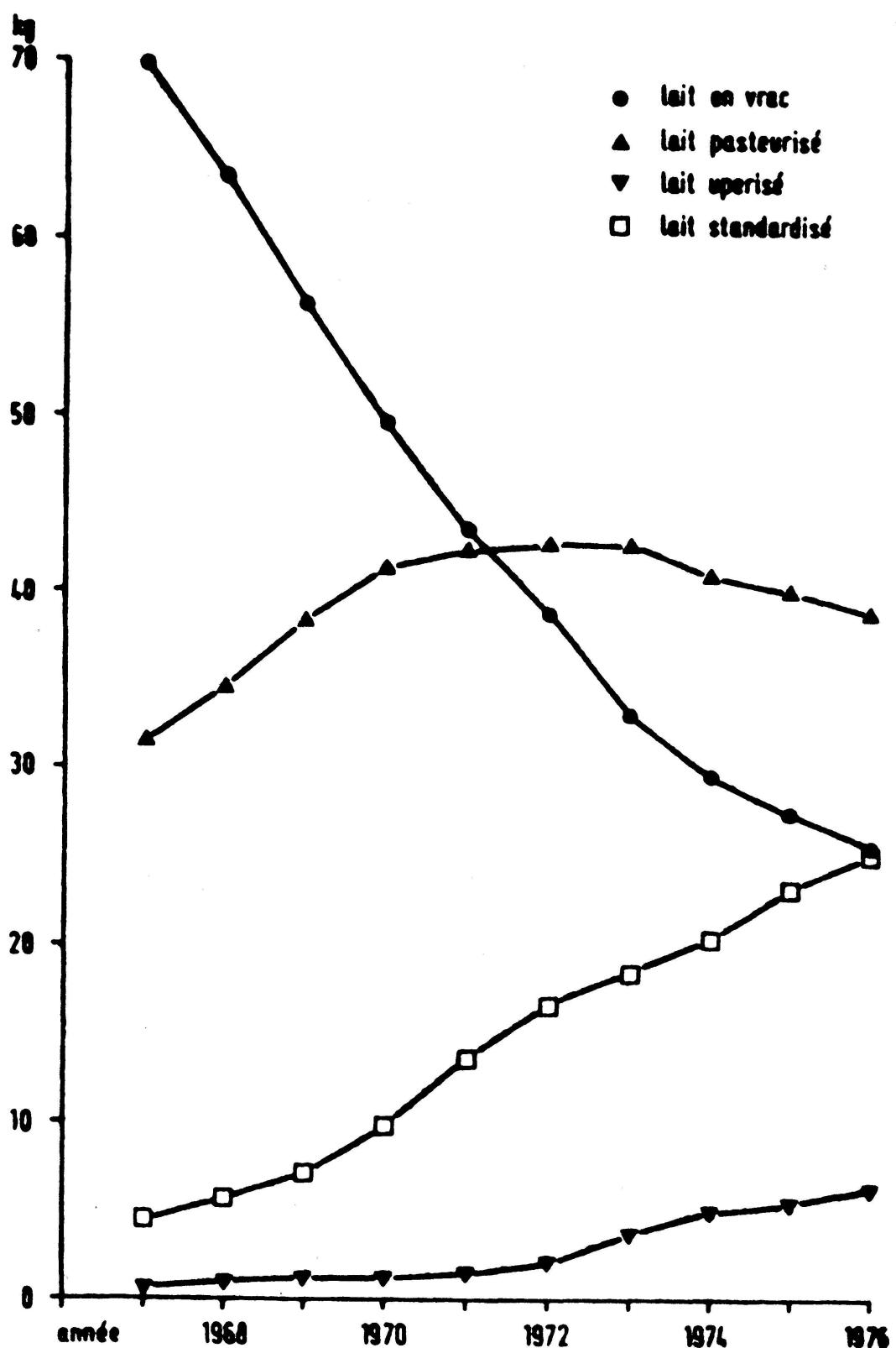


Fig. 9 Consommation de lait par tête d'habitant pendant les 10 dernières années (en kg)

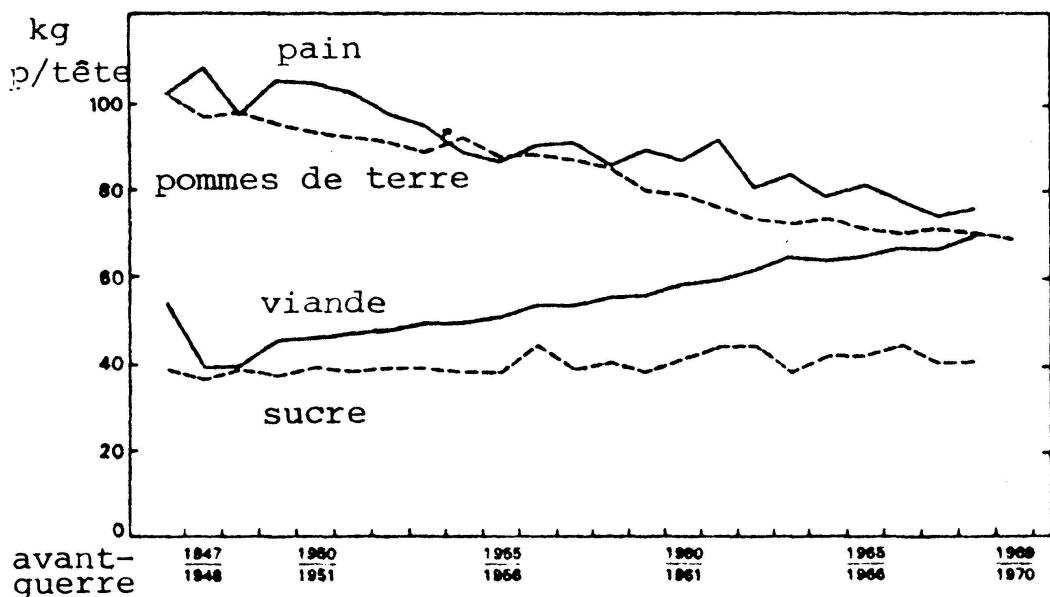


Fig. 10 Evolution de la consommation par tête d'habitant de pain, pommes de terre, viande et sucre (d'après Aebi, 1971)

La consommation de lait et produits laitiers en Suisse, au cours des 20 dernières années, est un reflet de leur importance dans l'alimentation de base de notre pays et des changements d'habitudes alimentaires survenues pendant cette période. La consommation de yogourt par tête d'habitant s'est développée de manière réjouissante. Elle a passé de 2,3 kg en 1957 à 12,0 kg l'année dernière. Quant à la consommation de fromage, elle a passé de 8,4 à 12 kg également, la crème de 2,1 à 5,0 kg, alors que la consommation de beurre a stagné et celle du lait a diminué de 195 à 112 kg, niveau resté inchangé ces trois dernières années (figure 8). En analysant le développement de la consommation de lait-boisson par tête d'habitant au cours des dix dernières années, que ce soit le lait en vrac, le lait pasteurisé, le lait upérisé et le lait standardisé, nous constatons des changements notoires (figure 9).

Afin de placer le développement de cette consommation par tête d'habitant par rapport au domaine plus vaste des denrées alimentaires, la figure 10 vous montre l'évolution par tête d'habitant de la consommation de pommes de terre, de pain, de viande et de sucre dans la période postérieure à la deuxième guerre mondiale.

Comment se présentera cette évolution à l'avenir? Le groupe de travail "Etude perspective" (Perspektivstudie, 1971) de l'Université de Saint-Gall a, dans une étude sur "Les perspectives de développement de l'économie publique suisse jusqu'à l'an 2000" évalué la consommation probable des divers produits alimentaires; il faut néanmoins tenir compte du fait que la récession a apporté quelques changements dans l'intervalle. Les résultats des enquêtes concernant la consommation de diverses denrées alimentaires doivent être classés en trois groupes:

1. Les denrées alimentaires dont la consommation par tête d'habitant est en régression alors que les revenus augmentent; à ce groupe appartiennent les farines de céréales (et ainsi le pain), les pommes de terre, le riz, les graisses animales et le lait frais de consommation.
2. Les denrées alimentaires, dont la consommation par tête d'habitant ne varie pas lorsque les revenus augmentent: les légumes, les fruits indigènes, les œufs, le beurre et la margarine.
3. Les denrées alimentaires, dont la consommation augmente parallèlement aux revenus: les fruits exotiques, le sucre, le yoghourt, le fromage et divers produits laitiers, les huiles et les graisses végétales, le poisson et la viande.

Jusqu'à quel point le développement de l'économie mondiale et de la situation alimentaire du monde entier se répercute-t-il sur notre propre situation alimentaire? De toutes façons le lait et les produits laitiers représentent une base importante et économique de l'alimentation des populations; leur utilisation se propage sans discontinuer des pays à civilisation de type occidental à ceux en voie de développement: après le Japon, l'Inde, l'Amérique latine, l'Afrique à son tour se rend compte des possibilités de l'utilisation des productions lactées des ruminants pour la satisfaction des besoins nutritionnels de l'homme.

Bibliographie

- H. Aebi: Eiweiss: Ernährungsfaktor Nummer Eins, Schriftenreihe der Schweiz. Vereinigung für Ernährung, Heft 17, 1971
- Arbeitsgruppe Perspektivstudien, Teil III A, Entwicklungsperspektiven der schweizerischen Landwirtschaft, St. Gallen, 1971, S. 12
- B. Blanc: Influence du stockage et des traitements industriels sur la teneur en vitamines du lait de vache, *Le Lait* 36, 1966, 141
- B. Blanc: Der Wert der Sauermilchprodukte in der modernen Ernährung, Schweiz. Milchzg 99, 1973, 60, 463 und 61, 472
- B. Blanc: Valeur des produits laitiers fermentés dans l'alimentation moderne, *Le Laitier Romand* 50, 1974, 21, 141 et 23, 158
- H. Kubold, E. Heuer, H.W. Loew, R. Rohnschinsky: Lymphsystem und corpusculäre Resorption von natürlichen Milchfetten, *Milchwissenschaft* 21, 1966, 204
- F. Jekat, E. Kofrányi: Zur Bestimmung der biologischen Wertigkeit von Nahrungsproteinen, XV. Milch und Milchprodukte, H.S.Z. Physiolog. Chem. 351, 1970, 47
- F. Kiermeier: Milchforschung: Rückblick – Ausblick, *Molk. Ztg Welt der Milch* 31, 1977, 425
- H. Klostermeyer: Die Welteiweissituation: eine Herausforderung an die Milchforschung, *Kieler Milchw. Forsch. Ber.* 26, 1974, 145
- E. Kofrányi, F. Jekat: Zur Bestimmung der biologischen Wertigkeit von Nahrungsproteinen XII. Die Mischung von Ei mit Reis, Mais, Soja, Algen, H.S.Z. Physiolog. Chem. 348, 1967, 84
- A. Lembke: Vergleich der biologischen Wertigkeit von Nahrungsfetten – Ergebnisse eines klinischen Grossversuches, *Kieler Milchw. Forsch. Ber.* 29, 1976, 231
- G.V. Mann: A factor in yogurt which lowers cholesterol in man, *Atherosclerosis* 26, 1977, 335

- G.V. Mann, A. Spoerry: Studies of a surfactant and cholesterolemia in the Masai, Am. J.Clin.Nutr. 27, 1974, 464
- I.W. McDonald, T.W. Scott: Foods of ruminant origin with elevated content of polyunsaturated fatty acids, Wld Rev. Nutr. Diet. 26, 1977, 144
- Institut für Milchwissenschaft, Weihenstephan: Milchwissenschaft 23, 1968, Titelblatt, Heft 7
- J. Paccalin, M. Cabanel, P. Lantreit, F.J. Traissac: Experiences with milk and cheese diet in treatment of portalsystemic encephalopathy and cirrhosis, Z. Ernährungswiss. 14, 1975, 113
- D. Parau: Studien zur Kulturgeschichte des Milchentzugs, Dt. Molk. Ztg 95, 1974, 645
- W. Payens, E.J.M. Rethans, H. de Waard: Einfluss des Konsums einer grossen Menge von Joghurt oder Milch auf den Serumcholesterolgehalt, Milchwissenschaft 31, 1976, 525
- M.C. Philipps, G.M. Briggs: Milk and its role in the American diet, J. Dairy Sci. 58, 1975, 1751
- D. Pimentel, N. Dritschilo, J. Krummel, J. Kutzman: Energy and land constraints in food protein production, Scien 190, 1975, 754
- G.V. Reddy, K.M. Shahani, M.R. Banerjee: Inhibitory effects of yoghurt on Ehrlich ascites tumor-cell proliferation, J. Nat. Cancer Ins. 50, 1973, 815
- E. Renner: Milch und Milchprodukte in der Ernährung des Menschen, Volkswirtschaftlicher Verlag, Kempten, 1974
- W.F. Wedin, H.J. Hodgson, N.L. Jacobson: Utilizing plant and animal resources in producing human food, J.Anim.Sci. 41, 1975, 667
- R. Williams, J. Heffley, C. Bode: The nutritive value of single foods, Proc. Nat.Acad. Sci.U.S. 68, 1971, 2362

4. Chr. Schlatter (Institut für Toxikologie, ETH Zürich): Toxische Stoffe in Milch und Fleisch

Literaturhinweise:

1. Schadstoffe in Lebensmitteln tierischer Herkunft. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 67, 200 – 211, 1976
2. Bericht über die Aflatoxintagung, Zürich, April 1978. Eigenverlag Institut für Toxikologie, CH-8603 Schwerzenbach (ZH)

5. J. Pohlenz (Universität Zürich): Zum Vitamin B₁ - (Thiamin-)Mangel beim Kalb

Ein Thiamin-Mangel-Syndrom beim Wiederkäuer, wie es im Folgenden zur Diskussion gestellt werden soll, darf nach theoretischen Überlegungen gar nicht vorkommen. Wiederkäuer besitzen nämlich die Fähigkeit, in ihrem Vormagensystem Thiamin zu synthetisieren. Unter konventionellen Fütterungsbedingungen ist tatsächlich die Eigenproduktion an Thiamin beim erwachsenen Wiederkäuer so gross, dass regelmässig mit der Milch – zur Versorgung des Kalbes – sowie mit Harn und Kot dieses Vitamin ausgeschieden wird.

Die den täglichen Bedarf deckende Thiamin-Synthese oder aber die für das Leben notwendige Thiamin-Absorption können unter geänderten Fütterungsbedingungen gestört sein, so dass es auch beim Wiederkäuer zur Unterversorgung oder gar zu einem Mangel an Vitamin B₁ kommen kann. Derartige Situationen liegen bei der Intensivhaltung von Rindern – bei Kälbern bei der Mast mit nicht mit Thiamin supplementierten Milchaustauschern, bei Junggrindern bei der Mast mit Silage in Verbindung mit Futterkonzentraten – vor.

Die beim Vitamin B₁-Mangel vorkommenden Symptome der erkrankten Tiere und die morphologischen Veränderungen am Zentralnervensystem sind heute gut bekannt. Es erkranken meist Tiere im Alter von 4 Wochen bis zu 10 Monaten. Nach vorübergehender Unruhe mit Erregungszuständen bleiben die Tiere plötzlich verkrampt stehen. Einige können erblinden und rennen gegen Gegenstände bzw. das Gitter; andere verharren in sägebockartiger Stellung, wobei eines der häufigsten Symptome eine starre, steife Halshaltung mit erhobenem Kopf ist. Im späteren Stadium kommen die Tiere zum Festliegen; dabei wird ein Opisthotonus noch ausgeprägter sichtbar. Schliesslich verfallen festliegende Tiere in Krämpfe mit Ruderbewegungen; danach tritt meistens schnell der Tod ein.

Bei der pathologisch-anatomischen Untersuchung gestorbener Tiere sind lediglich Veränderungen am Gehirn nachweisbar. Die Grosshirnrinde zeigt meist bilaterale symmetrische Auflösungserscheinungen mit ausgedehnten degenerativen Schädigungen der Ganglienzellen, die in der näheren Umgebung der nekrotischen Bezirke liegen. In diesen Bezirken werden ebenfalls ausgedehnte Oedeme und frische Blutungen gefunden.

Diese Mangelkrankheit wurde erstmals bei Mastrindern in "Feedlots" 1956 im Staate Colorado beobachtet und als Polioenzephalomalazie beschrieben. Heute ist diese Krankheit weltweit bekannt und auch in der Schweiz bereits 1966 nachgewiesen worden. Neuerdings wird diese Gehirnkrankheit als Cerebrocorticalnekrose (CCN) bezeichnet. 1965 wurde von Pill und Mitarbeitern empirisch gefunden, dass eine Behandlung mit Vitamin B₁ erfolgreich ist, wenn die Erkrankung im frühen Stadium erkannt wird. Heute weiss man, dass Supplementationen von Thiamin zum Futter das Auftreten von Cerebrocorticalnekrose verhindern. Eigene Untersuchungen an Milchmastkälbern und an Mastrindern aus Intensivhaltung haben gezeigt, dass ein oft subklinisch verlaufender Thiaminmangel beim Kalb und Rind viel häufiger vorkommt, als allgemein angenommen wird. Gleichzeitig lässt sich zeigen, dass Tiere, die im frühen Stadium der Erkrankung behandelt werden,

zwar funktionell wieder geheilt werden können, Gehirnveränderungen aber irreparabel bestehen bleiben. Daraus lässt sich folgern, dass unter bestimmten Fütterungsbedingungen Tieren Vitamin B₁ zusätzlich verabreicht werden sollte, um der Krankheit vorzubeugen und gleichzeitig Leistungseinbussen verhüten zu können.

Nachdem das klinische Bild und die pathologisch-anatomischen Veränderungen beim Thiaminmangel des Wiederkäuers bekannt sind und so dieses Krankheitsbild zu diagnostizieren ist, bleibt nach wie vor die Frage offen, in welcher Weise ein Thiaminmangel beim Wiederkäuer entstehen kann. Versucht man dazu die Literatur zu verfolgen, so lassen sich vier verschiedene Wirkungsmechanismen, die zu einem Thiaminmangel führen können, herausstellen.

1. Es gibt Substanzen, die dem Thiamin ähnlich sind und entsprechend im Stoffwechsel an seine Stelle treten können, ohne es aber in seiner Funktion ersetzen zu können. Man muss annehmen, dass einige dieser Substanzen, die als Medikamente Verwendung finden, einen solchen Wirkungsmechanismus besitzen. Mit dem Coccidiostatikum Amprolium lässt sich das beschriebene Krankheitsbild experimentell erzeugen. Es sind aber zur Erzeugung der Mangelsymptome grosse Mengen dieses Medikamentes erforderlich, die unter normalen Bedingungen beim Rind und Schaf nie zur Anwendung kommen würden. Kürzlich wurde bekannt, dass auch beim Pferd durch die Anwendung von Amprolium Vitamin B₁-Mangel-Symptome in Form von Ataxien erzeugt werden konnten.
2. Es gibt in der Natur Thiamin-zerstörende Substanzen – sie werden Thiaminasen genannt –, die das Thiaminmolekül spalten und somit das Vitamin im Stoffwechsel unwirksam machen. Derartige Substanzen werden im *Bacillus thiaminolyticus* sowie in anderen Clostridien nachgewiesen und werden auch in Pilzen und deren Toxinen vermutet. Thiaminasen können auch in Farnkräutern festgestellt werden; die Verfütterung von pulverisierten Farnpflanzenanteilen führt zu Thiamin-Mangel-Symptomen. Bei Untersuchungen von Vormageninhalt von an Thiamin-Mangel-Symptomen leidenden Rindern konnten Thiaminasen nachgewiesen werden.
3. Es muss vermutet werden, dass bei einer höheren Wachstumsrate, die bei intensiv gemästeten Tieren erwünscht ist, ein höherer Stoffumsatz und ein entsprechend höherer Thiaminbedarf vorliegt. Aus eigenen Untersuchungen kann gefolgert werden, dass zu bestimmten Zeiten der Milchmast mit Austauschermilch die Eigensynthese von Thiamin in den Vormägen nicht ausreicht. Neuere Untersuchungen anderer Autoren haben gezeigt, dass bei Schafen, die eiweißfrei mit einer Harnstoff-Diät ernährt wurden, eine Thiamin-Synthese gar nicht zustande kommt. Diese Schafe erkrankten während des Versuches an Cerebrocorticalnekrose.
4. Da die Absorption von Thiamin nicht über die Vormägen erfolgt, sondern alles Thiamin über den Dünndarm in den Körper gelangen muss, können auch latent verlaufende Erkrankungen des Dünndarms, wie sie bei Kälbern häufig vorkommen, zu einer Thiamin-Unterversorgung des Körpers führen, wenn die Darmschleimhaut durch Virusinfektionen oder aber Protozoeninfektionen geschädigt ist.

Diese erst seit gut 20 Jahren bekannte Krankheit, die vorwiegend eine degenerative Veränderung des zentralen Nervensystems als Folge eines Vitaminmangels darstellt, zeigt beispielhaft, wie bei "industrialisierter" Tierhaltung neue Krankheiten entstehen können, die vorerst mühsam erforscht und diagnostiziert werden müssen. Wenn wir auch heute durch Supplementation diesem Mangel abhelfen können, müssen wir uns dennoch stets darüber im klaren sein, dass ein Wandel in der Ernährung von Nutztieren mit dem Ziel grössere Leistungen zu erbringen stets Gefahren mit sich bringt, die wir rechtzeitig erkennen müssen.

6. M. Frigg (F. Hoffmann-La Roche & Co. A.G., Basel): Zur biologischen Verfügbarkeit von Biotin im Geflügelfutter

Einleitung

Biotin, oder auch Vitamin H genannt, ist für die Gewährleistung eines normalen Wachstums von Tieren sowie für eine normale Futterverwertung notwendig. Die Erhaltung der Integrität epidermaler Strukturen (Haut, Haarkleid, Klauen) hängt wesentlich von einer genügenden Biotinzufuhr ab.

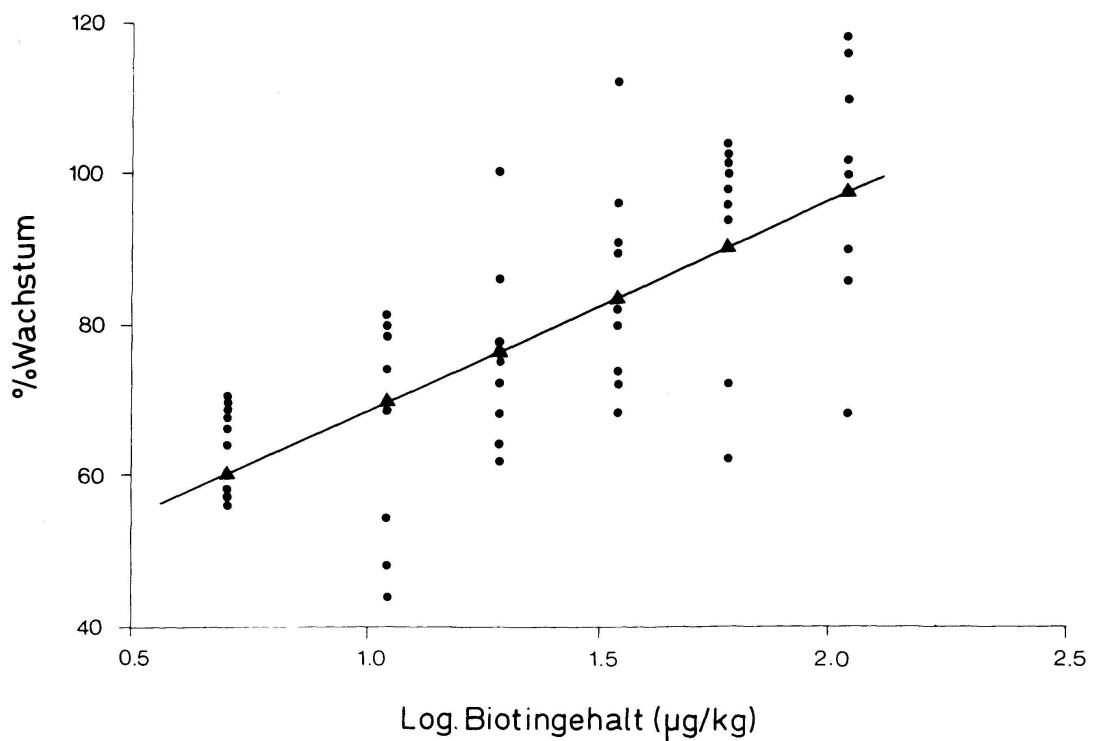
Die Bedeutung von Biotin im Stoffwechsel kann durch dessen Rolle bei der Synthese von Holoenzymen verstanden werden (1, 2). Für die Acetyl-CoA Carboxylase und die Pyruvat Carboxylase, zwei Schlüsselenzyme im Stoffwechsel, ist Biotin das Coenzym. Auch für eine Reihe anderer Enzyme ist Biotin das Coenzym (1–3). Die Acetyl-CoA Carboxylase ist ein essentielles Enzym für die Synthese der Fettsäuren, während die Pyruvat Carboxylase ein Schlüsselenzym in der Gluconeogenese ist.

In der vorliegenden Arbeit wurde vorwiegend der Frage nachgegangen, wieviel Biotin in den verschiedenen Futtermitteln vorhanden ist, und welche Bedeutung dieses Biotin für die Ernährung von Tieren hat.

Analyse von Biotin

In Mais wird ca. 50 μ g Biotin/kg gefunden, in Weizen ca. 100 μ g/kg und in Gerste ca. 140 μ g/kg. Für die Bestimmung dieser sehr geringen Konzentrationen an Biotin stehen jedoch keine chemischen Analysenmethoden zur Verfügung. Die Analysen werden mit Hilfe eines mikrobiologischen Tests durchgeführt, wobei das Wachstum von *Lactobacillus plantarum* als Parameter dient (4, 5).

Neuerdings werden auch Analysenmethoden mit Hilfe radiochemischer Tests beschrieben; deren Anwendbarkeit für die verschiedenen Indikationen wurde hingegen noch nicht umfassend gezeigt.



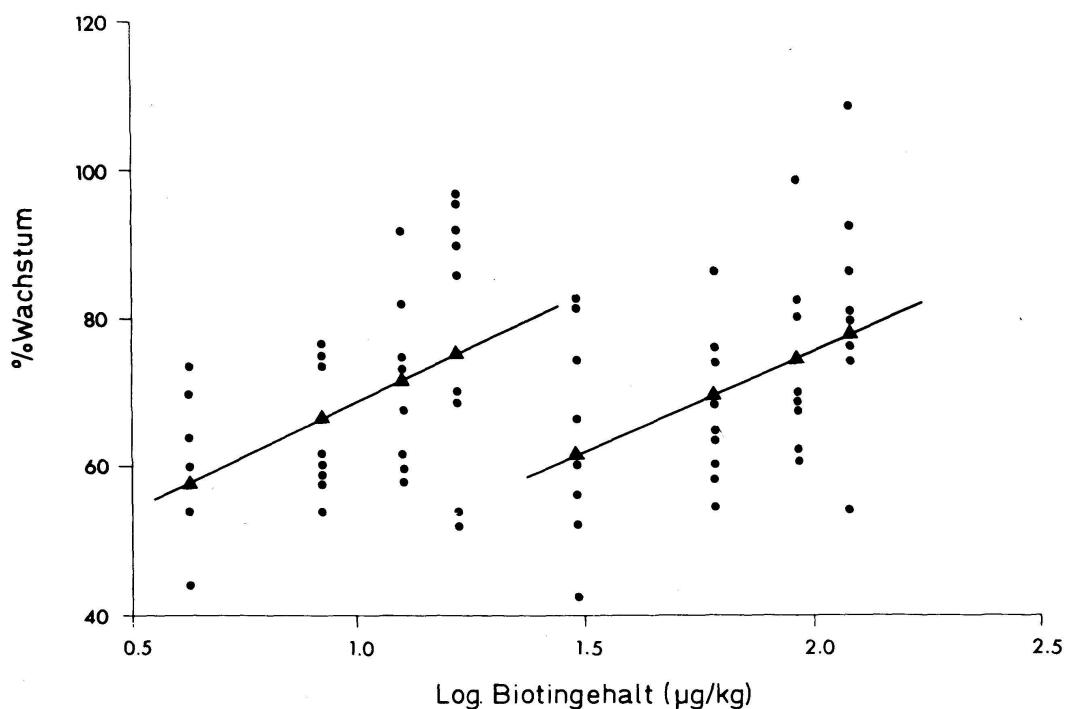


Fig. 2 Berechnete Regressionen (\blacktriangle) aus den % Wachstumswerten von Küken (●) in Abhängigkeit des Biotingehaltes in Mais (linke Regression) und Milo (rechte Regression). Diagramm wie Fig. 1.

schiedene Mengen der zu prüfenden Futterkomponente ausgetauscht. Für die Berechnung wurde der mikrobiologisch bestimmte Biotingehalt der jeweiligen Komponente verwendet. Wie in Fig. 2 für Mais und Milo gezeigt, wurden jeweils vier Konzentrationen von jeder Futterkomponente eingesetzt. Jede der so erhaltenen Futtermischungen wurde einmal als solche, und einmal mit einem Zusatz von $360 \mu\text{g}$ Biotin/kg eingesetzt. Das Wachstum der Gruppe mit $360 \mu\text{g}$ Biotin/kg diente zur Ermittlung des maximalen Wachstums (100%). Dies bedeutet, dass nur von Biotin abhängiges Wachstum für die Berechnung berücksichtigt wurde.

Biotin-Verfügbarkeit aufgrund des Wachstumstests

Für die verschiedenen Futterkomponenten wurden jeweils verschiedene Regressionen gefunden. Die Regressionen für Weizen waren z.B. nicht signifikant von null verschieden. Dies hatte zur Folge, dass eine weitere statistische Auswertung nicht möglich war.

Signifikante Regressionen wurden weiter mit Hilfe eines "Parallel-Line"-Verfahrens ausgewertet. Der Vergleich erfolgte immer zwischen einem Standard mit synthetischem Biotin und dem mikrobiologisch bestimmten Biotin

der jeweils geprüften Futterkomponente. Das Resultat gab direkt die prozentuale biologische Verfügbarkeit des mikrobiologisch bestimmten Biotingehaltes an (6).

Die Resultate sind in Tabelle 1 angegeben. Aufgrund der nicht signifikanten Regressionen (6) kann für Weizen nicht zwischen null und einer sehr geringen Verfügbarkeit unterschieden werden. Für praktische Belange dürfte darin wohl kaum ein Unterschied bestehen. Bemerkenswert ist die durchwegs geringe biologische Verfügbarkeit des Biotins in Gerste, Hafer und Milo. In Proteinträgern ist die biologische Verfügbarkeit des Biotins meist gut (Tab. 1).

	% Verfügbarkeit
Weizen	0
Gerste	0–20
Hafer	30
Milo	20
Mais	100
Soyaschrot	100
Rapsschrot	76
Erdnussschrot	54
Fischmehl	100
Fleischmehl	100
Brauereihefe	100
Maiskleber	100
Weizenkeime	40
Grasmehl	100

Tab. 1 Biologische Verfügbarkeit von mikrobiologisch bestimmtem Biotin in verschiedenen Futtermitteln. Resultate mit Hilfe des Küken-Wachstumstests.

Verfügbarkeit des Biotins mit Hilfe des Leberbiotingehaltes

Für einige der Proteinträger wurde die Verfügbarkeit von Biotin auch noch mit Hilfe des Leberbiotins bestimmt. Wie in Fig. 3 für synthetisches Biotin (Standard) gezeigt, nimmt der Leberbiotingehalt mit zunehmendem Biotingehalt im Futter zu. Im Diagramm sind die Leberbiotingehalte der verschiedenen Testgruppen beim entsprechenden mikrobiologisch bestimmten Biotingehalt im Futter eingetragen. Daraus ist ersichtlich, dass die meisten Komponenten im Bereich der Standardkurve liegen, was in Übereinstimmung zu Tabelle 1, einer 100%-igen Verfügbarkeit entspricht. Einzig bei Erdnussschrot liegt der Punkt deutlich unter der Kurve, was ebenfalls in Übereinstimmung zur reduzierten Verfügbarkeit im Wachstumstest (Tab. 1) steht. Der Punkt für Rapsschrot stammt aus einem Versuch in welchem auch im Wachstumstest eine vollständige Verfügbarkeit gefunden wurde.

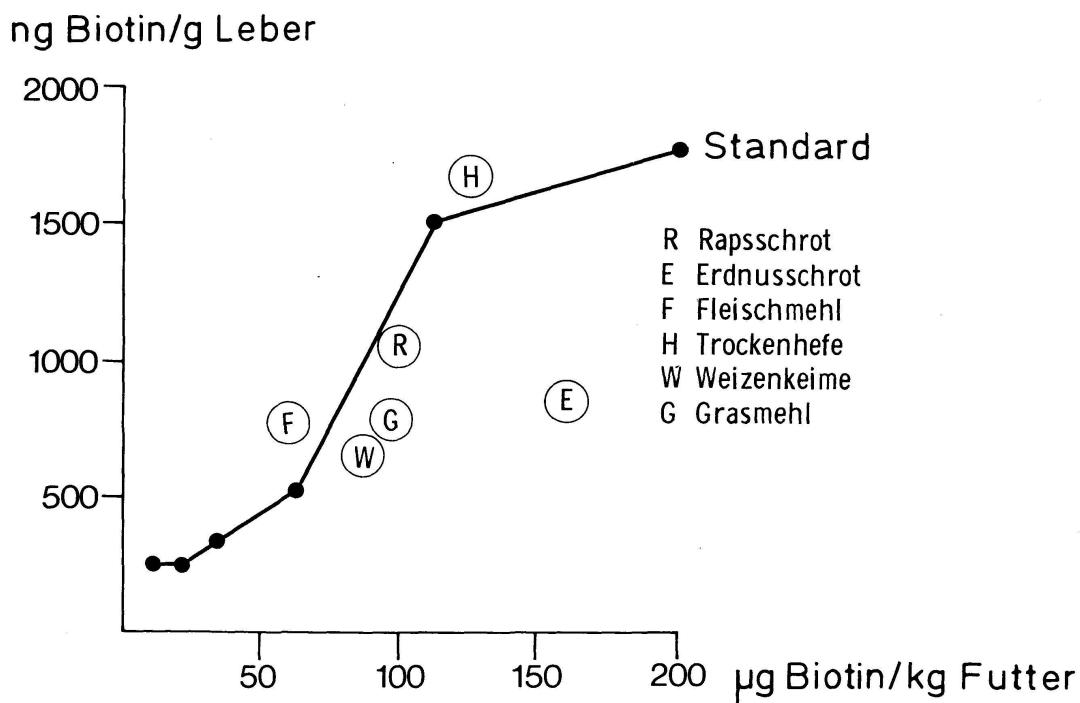


Fig. 3 Biotingehalt in der Leber von Küken in Abhängigkeit des Biotingehaltes im Futter. Für die Standardkurve (●) wurden verschiedene Mengen Biotin zur Grunddiät zugesetzt. Die einzelnen Punkte entsprechen dem Biotingehalt aus verschiedenen Futtermitteln.

Mikrobiologischer Biotingehalt von Futterkomponenten

Um den Einfluss der reduzierten Verfügbarkeit des Biotins für praktische Verhältnisse abschätzen zu können, war es notwendig, die Gehaltszahlen zu kennen, die den Berechnungen zugrundegelegt werden sollen. Wenn man die in der Literatur angegebenen Werte zusammenstellt, so sieht man, dass erhebliche Unterschiede zwischen verschiedenen Angaben bestehen. Für Weizen werden z.B. zwischen 60 und 180 µg Biotin/kg angegeben, für Mais zwischen 20 und 150 usw. Diese Unterschiede können teilweise durch die Herkunft der Komponenten bedingt sein, andererseits ist aber auch ein Unterschied aufgrund der Analysenmethodik in den verschiedenen Laboratorien nicht auszuschliessen.

Aus diesem Grunde wurden in ein und demselben Labor, unter standardisierten Bedingungen, Futtermittelproben aus verschiedenen europäischen Ländern sowie aus Afrika und Südamerika untersucht. Die Resultate sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Es ist ersichtlich, dass die Unterschiede zwischen den verschiedenen Proben einer Futterkomponente recht erheblich sind. Für Mais z.B. wurde bei einem Mittelwert von 47.3 µg/kg ein minimaler Wert von 12 und ein maximaler Wert von 72 gefunden. Die Werte von 37 Weizenproben lagen zwischen 82 und 136 µg/kg, usw.

	Anzahl Proben	Mittlerer Biotingehalt µg/kg	Minimaler Wert	Maximaler Wert
Mais	65	47.3	12	72
Maiskleber	6	83.3	48	156
Milo	6	245.4	172	304
Weizen	37	98.6	82	136
Weizennachmehl	4	310.1	270	331
Wezenkleie	10	378.4	267	489
Wezenkeime	2	280.5	276	285
Gerste	40	160.0	84	239
Hafer	7	253.2	202	307
Soja*	8	242.5	200	266
Erdnuss*	4	1446.1	1128	1613
Sonnenblumenkerne*	11	1032.4	692	1235
Raps*	3	937.7	907	965
Fleischmehl	20	111.4	8	200
Fischmehl	22	143.3	59	235
Luzernegrünmehl	9	558.1	399	642
Trockenhefe	5	279.4	90	836

* Extraktionsschrote

Tab. 2 Biotingehalt von verschiedenen Futterkomponenten analysiert zwischen 1975 und 1977. Proben aus den meisten europäischen Ländern sowie aus Afrika und Südamerika wurden analysiert.

Es ist offensichtlich, dass ein Futtermittel in bezug auf den Biotingehalt sehr variabel sein kann, und dass bei Verwendung von Tabellenwerten der Fehler unter Umständen gross sein kann.

Verfügbares Biotin in einigen Diätbeispielen

Aufgrund der in Tabelle 2 angegebenen Mittel-, Minimal- und Maximalwerte, wurde für drei Weizendiäten, unter Berücksichtigung der biologischen Verfügbarkeit (Tabelle 1), der Biotingehalt ausgerechnet (Tabelle 3). Aus den Werten in Tabelle 3 geht hervor, dass sowohl die geringe Verfügbarkeit als auch die natürliche Variabilität der Komponenten der Grund dafür sein können, dass eine Diät einen ungenügenden Biotingehalt aufweist. Sowohl im ersten wie auch im zweiten Beispiel ergeben die Weizendiäten, selbst unter der Annahme maximaler Biotinkonzentration, noch keine genügende Biotinversorgung. Im dritten Beispiel ist, unter der Annahme des Maximalwertes, noch genügend Biotin vorhanden, während der Mittelwert gerade noch eine marginale Versorgung gewährleisten würde.

Futter-komponente	% Anteil in Diät	Gehalt an verfügbarem Biotin ($\mu\text{g}/\text{kg}$)		
		Mittelwert	Minimum	Maximum
1. Beispiel				
Weizen	60	6 (59)	5 (49)	8 (82)
Soja-extraktions-schrot	30	72	60	80
	Total	78 (131)	65 (109)	88 (162)
2. Beispiel				
Weizen	60	6 (59)	5 (49)	8 (82)
Soja-extraktions-schrot	20	48	40	53
Fischmehl	5	7	3	12
	Total	61 (114)	48 (92)	73 (147)
3. Beispiel				
Weizen	60	6 (59)	5 (49)	8 (82)
Erdnuss-extraktions-schrot	20	150 (278)	121 (225)	174 (323)
Fleischmehl	10	11	1	20
	Total	167 (348)	127 (275)	202 (425)

Tab. 3 Berechnung des verfügbaren Biotins in vereinfachten Diätbeispielen mit Weizen als Hauptkomponente. In Klammern ist der mikrobiologisch bestimmte Biotingehalt, ohne Berücksichtigung der reduzierten Verfügbarkeit, angegeben. Berechnung mit den Werten aus Tab. 2.

Diagnose der marginalen Biotinversorgung

In einem Versuch mit einer Weizendiät (5) wurde gezeigt, dass ein durch ungenügende Biotinversorgung bedingtes reduziertes Wachstum vorkommen kann, ohne dass andere Biotinmangelsymptome vorhanden sind. Die Zugabe von 50 μg Biotin/kg zur Weizendiät erwies sich als ungenügend und ergab eine marginale Biotinversorgung, wie sie in der Praxis aufgrund der geringen Verfügbarkeit des Biotins in einzelnen Futtermitteln vorkommen kann. Als diagnostisches Hilfsmittel erwies sich neben dem Wachstum die Analyse des Plasma- und Leberbiotingehaltes. Wie in Fig. 4 gezeigt wird, verläuft der Plasmabiotinspiegel bis zum Erreichen einer genügenden Versorgung im Bereich von 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ nach oben und erreicht dann ein Plateau. Der Leberbiotingehalt erreicht früher ein Plateau.

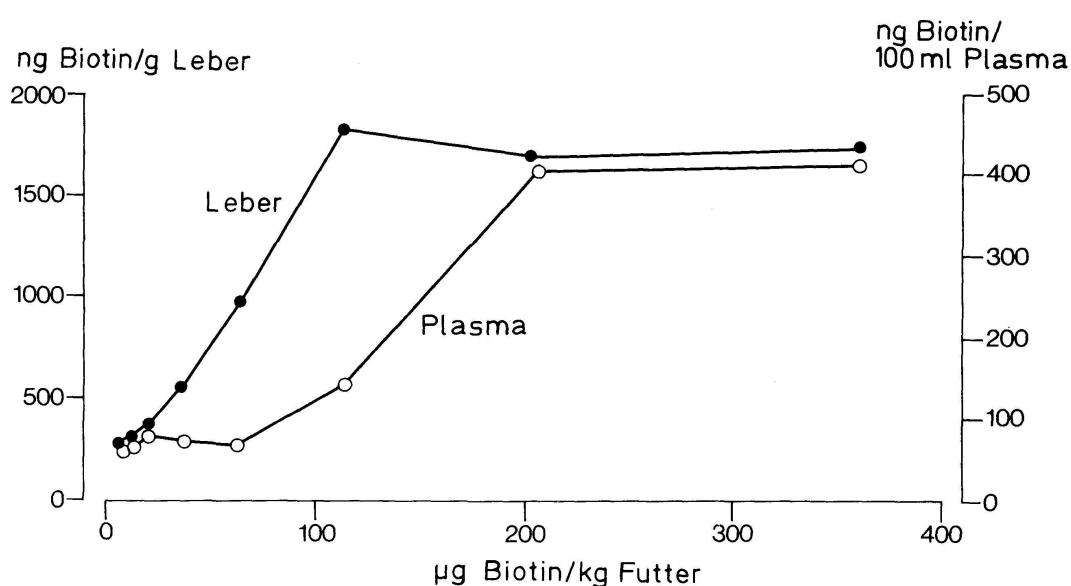


Fig. 4 Biotingehalt in Leber und Plasma von 4 Wochen alten Küken, die verschiedene Mengen Biotin im Futter erhielten.

Plasmabiotinwerte über $200 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ zeigen eine genügende Biotinversorgung an.

Zusammenfassung

- Der Biotingehalt von Futterkomponenten schwankt von Probe zu Probe erheblich.
- In gewissen Getreidearten ist das mikrobiologisch bestimmte Biotin nicht oder nur teilweise verfügbar.
- Eine leichte Unterversorgung mit Biotin ist nicht notwendigerweise von klassischen Biotinmangelsymptomen begleitet.
- Als diagnostische Hilfe sind Plasma- und Leberbiotinwerte geeignet.

Literaturverzeichnis

- 1) Moss, J. und D. Lane, 1971. The Biotin-Dependent Enzymes. Advances in Enzymology 35: 321–442.
- 2) Robinson, F.A., 1966. The Vitamin Co-factors of Enzyme Systems. Pergamon Press, Oxford: 497–560.

- 3) Murthy, P.N.A. und S.P. Mistry, 1977. Biotin. Prog. Fd. Nutr. Sci. 2: 405–455.
 - 4) Wright, D.L. und H.R. Skeggs, 1944. Determination of Biotin with Lactobacillus arabinosus. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 56: 95–98.
 - 5) Frigg, M. und G. Brubacher, 1976. Biotin Deficiency in Chicks fed a Wheat based Diet. Internat. J. Vit. Nutr. Res. 46: 314–321.
 - 6) Frigg, M., 1976. Bio-Availability of Biotin in Cereals. Poultry Science 55: 2310–2318.
7. **H. Vogtmann (Universität Alberta, Canada), A.L. Prabucki (ETH Zürich), D.R. Clandinin (Universität Alberta, Canada), J. Howell und R.T. Hardin (Edmonton/Alta., Canada): Die physiologische Wirkung des unverseifbaren Anteils von Rapsöl**

Zusammenfassung

Die physiologische Wirkung des unverseifbaren Anteils von Rapsölen mit hohem und tiefem Erukasäuregehalt wurde in Experimenten mit Broilern und Ratten untersucht. Es wurden Futtermischungen mit 15% Rapsöl (26% Erukasäure) für Broiler und mit 10% Rapsöl (46% Erukasäure) für Ratten verwendet. Span Rapsöl mit einem tiefen Erukasäuregehalt von 2.5% wurde sowohl für Broiler als auch für Ratten eingesetzt. Als Vergleich diente Sojaöl. Außerdem wurde Sojaöl verwendet, dem der unverseifbare Anteil von Rapsöl, Span Rapsöl oder Sojaöl zugemischt worden war. Der unverseifbare Anteil wurde mit einem polaren (Diäthyläther) oder einem nicht polaren (Petroläther) Lösungsmittel extrahiert.

Die Ergebnisse deuteten auf einen unbekannten Faktor im unverseifbaren Anteil von Rapsöl mit hohem und tiefem Erukasäuregehalt hin, der zumindest teilweise für die negative physiologische Wirkung von Rapsölen verantwortlich sein könnte. Bei diesem Faktor dürfte es sich um eine eher polare Verbindung handeln, da negative physiologische Wirkungen bei Ratten dann auftraten, wenn der mit Diäthyläther extrahierte unverseifbare Anteil der Rapsöle verwendet wurde. Die Wirkung dieser Verbindung scheint in Gegenwart von Erukasäure erhöht zu sein.

Einleitung

Seit der Veröffentlichung von Roine et al. (1960) über Fettinfiltration im Herzmuskel von Schweinen und Ratten nach Verabreichung von Futter mit 60 cal % Rapsöl sind viele widersprüchliche Ergebnisse über die ernährungsphysiologischen Eigenschaften von Rapsöl publiziert worden (z.B. Abdellatif und Vles (1970), Rocquelin et al. (1971), Leclerc (1968), Vogtmann et al. (1973). Neuere Ergebnisse von Kramer et al. (1975) haben diese Situation noch verschärft, indem nachgewiesen wurde, dass auch Rapsöl mit

tiefem Erukasäuregehalt Läsionen im Herzmuskel von Ratten hervorrufen konnte. Damit war die Hypothese, dass Erukasäure der alleinige Faktor für die negativen physiologischen Eigenschaften von Rapsöl sei, in Frage gestellt.

Schon Aherne et al. (1974) hatten festgestellt, dass es sich bei den Veränderungen im Herzmuskel von Schweinen bei Verabreichung von Rapsöl im Futter nicht um eine Fettinfiltration handelte, sondern vielmehr um eine Erhöhung der Anzahl von Blutgefäßen und damit um eine Zunahme des Bindegewebeanteils. Sauer (1974) kam zu ähnlichen Befunden, aus denen er folgerte, dass möglicherweise die Stellung der Erukasäure im Triglyceridmolekül für die physiologischen Eigenschaften von Rapsölen verantwortlich sein könnte.

Prabucki und Schürch (1975) leiteten dagegen aus ihren Beobachtungen ab, dass ein unbekannter Faktor im unverseifbaren Anteil von Rapsöl bzw. die Kombination eines solchen Faktors mit Erukasäure gemeinsam für die negativen physiologischen Eigenschaften von Rapsölen verantwortlich sei. Diese Hypothese würde auch die unterschiedlichen Ergebnisse, häufig unabhängig vom Erukasäuregehalt der verwendeten Rapsöle, erklären. Biedermann (1977) deutete auf die Möglichkeit hin, dass es sich bei diesem unbekannten Faktor um Terpenalkohole handeln könnte. Ähnliche Überlegungen waren schon von Rocquelin (1970) angestellt worden, wurden jedoch nicht experimentell belegt.

Zur Prüfung der Hypothese eines unbekannten Faktors im Unverseifbaren wurde daher in den vorliegenden Untersuchungen einerseits Rapsöl mit hohem und tiefem Erukasäuregehalt, sowie Sojaöl eingesetzt. Andererseits wurde Sojaöl verwendet, dem der unverseifbare Anteil von Rapsöl mit entweder hohem oder tiefem Erukasäuregehalt bzw. von Sojaöl selber zugesmischt worden war. Der ernährungsphysiologische Effekt dieser Öle wurde bei Broiler Küken und bei Ratten untersucht. Die Zulagen von Öl im Futter betrugen 15% (Broiler) bzw. 10% (Ratten).

Versuchsanlage und Methoden

Die Experimente mit Broiler Küken wurden am Department of Animal Science, University of Alberta, Edmonton, Canada, durchgeführt. Es wurden Futtermischungen verwendet, die 15% Rapsöl mit hohem Erukasäuregehalt (26%, RSO), 15% Span Rapsöl mit tiefem Erukasäuregehalt (2.5%, SPO) oder 15% Sojaöl (SBO) enthielten. Außerdem wurde 15% Sojaöl eingesetzt, dem der unverseifbare Anteil von RSO, SPO oder SBO zugemischt worden war. Der unverseifbare Anteil aus den Ölen war nach Verseifung mit NaOH mit Diäthyläther extrahiert worden. Die Futtermischungen enthielten 23% Protein und 13400 kJ UE/kg (Tabelle 1).

Insgesamt 72 weibliche Eintagsküken (Dominant White male x Hubbard female) wurden in 15 vergleichbare Gruppen zu je vier Tieren eingeteilt. Die Tiere wurden in Aufzuchtbatterien in einem vollklimatisierten Raum mit permanenter Beleuchtung gehalten. Futter und Wasser standen ad libitum zur Verfügung. Je drei Gruppen erhielten eine der sechs Futtermischungen (Tabelle 2). Nach acht Wochen wurden die Broiler getötet und Herz, Leber und Milz entnommen und sofort gewogen. Anschliessend wurden die Organe in 10%-iger Formalinlösung aufbewahrt, später in Paraffin eingebettet und

BROILER			
Komponenten	%	RATTEN	
Weizenschrot	27.97	Hafer, gemahlen	40.0
Sojaextraktionsschrot	40.00	Weizenkleie	20.0
Luzernemehl	1.00	Sojaextraktionsschrot	20.0
Kohlensaurer Kalk	1.75	Heringmehl	5.0
Phosphorsaurer Kalk	1.50	Kohlensaurer Kalk	1.5
Kochsalz	0.25	Phosphorsaurer Kalk	1.5
Magnesiumsulfat	0.02	Kochsalz	0.5
Zinkoxid	0.01	Vitamin-Vormischung ³	0.1
Vitamin-Vormischung ²	0.20	Spurenelement-Vormischung	0.1
Celite	1.30	Celite	1.3
Öl ¹	15.00	Öl	10.0
Cellulose	11.00		

¹ Rapsöl (RSO) mit 26% Erukasäure/Span Rapsöl (SPO) mit 2.5% Erukasäure/Sojaöl (SBO)/SBO mit der unverseifbaren Fraktion (UF) von RSO/SBO + UF von SPO/SBO + UF von SBO/

² Zulage pro kg Futter: Vitamin A, 4000 IU; Vitamin K, 2 mg; Riboflavin, 5 mg; Calcium pantothenat 10 mg; Niacin, 20 mg; Cholin chlorid, 200 mg; Vitamin B₁₂, 0.01 mg; Folsäure, 2 mg; DL-methionin, 500 mg.

³ Zulage pro kg Futter: Vitamin A, 15000 I.U.; Vitamin D₃, 2000 I.U.; Vitamin E, 25 mg; Vitamin K, 3 mg; Vitamin C, 5 mg; Vitamin B₁, 3 mg; Vitamin B₂, 6 mg; Calcium pantothenat, 15 mg; Niacin, 30 mg; Cholin chlorid, 200 mg; Vitamin B₁₂, 25 mcg; Folsäure, 1 mg.

Tab. 1 Futtermischungen für Broiler und Ratten

auf 6 microns geschnitten. Vor der histologischen Untersuchung wurden die Schnitte mit Haematoxilin und Eosin angefärbt.

Die Untersuchungen mit Ratten wurden am Institut für Tierproduktion, Gruppe Ernährung, der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich, durchgeführt. Die Futtermischungen mit 20% Protein enthielten Zulagen von 10% Rapsöl mit hohem Erukasäuregehalt (46%, RSO), 10% Span Rapsöl mit tiefem Erukasäuregehalt (2.5%, SPO), 10% Sojaöl (SBO) sowie 10% Sojaöl mit dem unverseifbaren Anteil von entweder RSO, SPO oder SBO (Tabelle 1). Der unverseifbare Anteil der Öle wurde nach Verseifung mit NaOH einerseits mit Diäthyläther, und anderseits auch mit Petroläther extrahiert.

Aus der institutseigenen Zucht wurden 40 weibliche Ratten in 20 Gruppen zu je zwei Tieren eingeteilt. Die Ratten wurden unter kontrollierten Klimabedingungen in Macrolon – Käfigen gehalten. Die Beleuchtungsdauer betrug 16 Stunden, Futter und Wasser standen ad libitum zur Verfügung. Vier Gruppen erhielten je eine der fünf bzw. sechs Futtermischungen. Nach 60 Tagen wurden die Ratten getötet und das Gewicht von Herz, Leber und Milz festgestellt. In einem Versuch wurde ausserdem noch der Anteil an Bindegewebeprotein im Herzmuskel bestimmt (Bergmann und Loxley (1973) modifiziert nach Osman (1966)).

Öl ¹	Futter- verzehr	Zuwachs	Futter- verwertung	Herz		Leber		Milz	
	g/Tier + Tag	g/Tier + Tag	g/Futter/ g Zuwachs	g	g/g MKG ²	g	g/g MKG	g	g/g MKG
15% im Futter									
RSO	45.9ab ^{(*)⁴}	20.0	2.15	6.2	0.031	31.6	0.16	2.2	0.010ab ⁸
SPO	48.3ab ⁷	21.1	2.14	6.5	0.031	35.0	0.17	2.5	0.012ac
SBO	49.2ab	21.7	2.13	5.9	0.029	33.8	0.16	2.2	0.009ab
<hr/>									
SBO+SBOUF	50.8 ^b	22.6	2.15	6.0	0.028	29.3	0.14	2.2	0.010ab
SBO+SPOUF	48.2ab	21.5	2.13	5.7	0.028	30.1	0.14	2.0	0.009b
SBO+RSOUF	43.3a	19.8	2.08	5.8	0.029	31.1	0.16	3.0	0.013c
SE ³	2.03	1.69	0.087	0.34	0.0031	2.25	0.016	0.129	0.00077
Signifikanz	* ⁵	NS ⁷	NS	NS	NS	NS	NS	** ⁶	*

¹ Für die Bedeutung der Abkürzungen siehe Tabelle 1. ² MKG = Metabolische Körpermengen (g Körpermengen^{0.75}). ³ Standard Abweichung. ⁴ (*) = P < 0.10, Tendenz, unterscheidet sich nur SBO+RSOUF. ⁵ * = P < 0.05. ⁶ ** = P < 0.01. ⁷ NS = Nicht signifikant. ⁸ Ziffern mit den gleichen Buchstaben innerhalb einer Spalte unterscheiden sich nicht signifikant (P < 0.05).

Tab. 2 Experimente mit Broilern. Futterverzehr, Futterverwertung und Organgewichte (UF mit Diäthyläther extrahiert)

Die Ergebnisse für Futterverzehr, Körpergewicht, Zuwachs und Organ gewicht wurden statistisch mittels Varianzanalyse untersucht (Winer, 1971). Zum Vergleich der Durchschnittswerte wurde Duncans New Multiple Range Test verwendet (Steel and Torrie, 1960).

Ergebnisse und Diskussionen Broiler Küken

Bei der Fütterung von RSO an Broiler Küken trat eine deutliche Tendenz ($P < 0.10$) für einen geringeren Futterverzehr auf. Diese Tendenz war noch stärker ($P < 0.05$) wenn Sojaöl mit der unverseifbaren Fraktion von RSO dem Futter zugemischt wurde (SBO+RSOUF). Das Milzgewicht zeigte hingegen eine signifikante Zunahme ($P < 0.05$) bei der SBO+RSOUF-Gruppe. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine negative physiologische Wirkung auch von der unverseifbaren Fraktion von RSO ausgehen kann, ohne dass Erukasäure anwesend ist, wie dies für Futterverzehr und Milzgewicht bei den SBO+RSOUF-Gruppen der Fall war. Andere Effekte sind im allgemeinen auch bei der Fütterung höherer Dosen von RSO im Futter bei Broilern nicht zu erwarten (Vogtmann et al. (1973)). Aus diesem Grunde war auch bewusst eine Extraktion der Öle mit Diäthyläther bei den Versuchen mit Broiler Küken durchgeführt worden. Die Hypothese von Biedermann et al. (1977), dass nicht Erukasäure allein, sondern auch ein unbekannter Faktor im unverseifbaren von Rapsöl für die negativen ernährungsphysiologischen Eigenschaften verantwortlich sein könnte, wird durch die vorliegenden Befunde gestützt.

Öl ¹	Herz, % der Fälle				Leber, % der Fälle			
15% im Futter	Myocarditis	Granulozyten	Degenerative Veränderungen	Lymphknoten	Vasculitis	Heterophilie	Lymphknoten	Haematoame
RSO	16.6	8.3	16.7	0	66.6	8.3	16.6	8.3
SPO	33.3	8.3	0	16.7	50.0	16.6	50.0	0
SBO	25.0	8.3	0	0	75.0	25.0	41.6	0
<hr/>								
SBO+SBOUF	36.4	27.3	0	0	90.9	9.1	90.9	0
SBO+SPOUF	45.5	27.3	0	9.1	63.6	0	81.8	0
SBO+RSOUF	50.0	12.5	0	12.5	87.5	12.5	62.5	0

¹ Für die Bedeutung der Abkürzungen siehe Tabelle 1

Tab. 3 Pathologische Veränderungen im Herzmuskel und in der Leber von Broilern

Die Zellinfiltration (Tab. 3) im Herzmuskel (Myocarditis) war charakterisiert durch die Anwesenheit einer Mischung von Lymphozyten, Monozyten und einigen Plasmazellen, die zwischen den Muskelfasern lagen. Diese Beobachtung konnte insgesamt bei 22 Herzen gemacht werden. Das Auftreten nekrotischer Veränderungen konnte nur in zwei Herzen festgestellt werden. Die histologischen Veränderungen in den Herzmuskeln der Broiler schienen in keinem Zusammenhang mit den verschiedenen Ölzusätzen im Futter zu stehen. Aus den Ergebnissen lässt sich jedoch tendenzmäßig ablesen, dass die Gruppen mit Zusatz der unverseifbaren Fraktion einen höheren Anteil an Myocarditis aufwiesen. Zulagen der unverseifbaren Fraktion von SPO und RSO führten hierbei zur höchsten Quote an Myocarditis.

Es dürfte relativ schwierig sein, das Auftreten der beobachteten Zellinfiltration im Herzmuskel der Broiler zu erklären. Vor allen Dingen deshalb, weil die Beobachtungen nicht einheitlich und gerichtet waren. So traten in einigen Fällen mehrheitlich Lymphozyten und Monozyten auf, wogegen in anderen Fällen eher Plasmazellen oder auch Granulozyten festgestellt wurden. Ähnliche Befunde ergaben sich auch in anderen Versuchen mit Broiler Küken, die nicht im Zusammenhang mit Rapsöl standen. Es erscheint daher möglich, dass die Myocarditis eine Reaktion gegenüber unbekannten Viren ist, die jedoch nicht klinisch manifest wird. Die Autoren sind der Ansicht, dass REO-Viren die Ursache sein könnten. Hoffmann et al. (1975) beschrieben ähnliche Symptome einer spontanen oder experimentell bedingten Infektion bei Broiler Küken.

Obwohl eine Leber ein Haematom aufwies, konnte keinerlei degenerative Fettinfiltration in den Lebern nachgewiesen werden. Vasculitis dürfte aber wohl eher eine unzureichende Umschreibung für die Symptome bei einer Vielzahl der Lebern sein. (Tab. 3). Es handelte sich hierbei um eine Ansammlung von runden Zellen (hauptsächlich Lymphozyten), welche die Blutgefäße umgaben oder sogar teilweise mit der Wand der Blutgefäße verbunden waren. Hierbei schien es sich eher um eine unspezifische Lymphoid-Reaktion auf eine nicht manifest gewordene Infektion zu handeln, als um eine diätspezifische Folgeerscheinung. Diese Symptome sind in der modernen Broilerproduktion so häufig, dass sie fast als normal bezeichnet werden müssen. Bei der Milz waren keinerlei Abnormitäten festzustellen.

Ratten

Die geringsten Zuwachsraten traten bei den Ratten auf, die Futter mit 10% RSO oder SPO erhielten (Tab. 4), wogegen SBO in Futter zu den höchsten Zuwachsraten führte ($P < 0.05$). Zulagen der unverseifbaren Fraktion von RSO und SPO zu SBO führten der Tendenz nach zu mittleren Zuwachsraten, die zwischen den Werten von RSO und SPO auf der einen und SBO auf der anderen Seite lagen. Diese Beobachtungen galten aber nur dann, wenn die unverseifbare Fraktion mit Diäthyläther extrahiert worden war; bei der Verwendung von Petroläther traten diese Unterschiede nicht auf.

Ähnliche Ergebnisse zeigten sich beim Herzgewebe, wo Futter mit RSO oder SPO zu einem höheren Herz-Körpergewicht-Verhältnis führten als das mit SBO ($P < 0.05$). Auch in diesem Fall führten die mit Diäthyläther extrahierten unverseifbaren Anteile von RSO und SPO im Sojaöl zu mittleren

Öl ¹ 10% im Futter	Zuwachs g/Ratte	Diäthyläther Extrakt			Zuwachs g/Ratte	Petroläther Extrakt		Bindegewebeprotein ² mg/g Protein
		Herz g Gewebe/200 g Körpergewicht	Leber g Körpergewicht (KG)	Milz		Herz g/200 g KG		
RSO	122.6	0.68	7.49	0.38	123.4	0.74		28.8
SPO	122.3	0.67	8.14	0.38	130.6	0.74		33.6
SBO	142.7	0.57	8.22	0.39	144.7	0.67		31.4
<hr/>								
SBO+SPOUF ³	131.2	0.61	7.45	0.43	138.9	0.67		31.9
SBO+RSOUF ³	130.6	0.63	7.42	0.37	143.6	0.69		28.1
SE ⁴	3.59	0.029	0.377	0.028	3.28	0.024		— ⁵
Signifikanz	*	*	NS	NS	*	NS		—

¹ Für die Bedeutung der Abkürzungen siehe Tab. 1. ² Im Herzmuskel. ³ Durchschnitt von einfacher und doppelter UF Zulage zu SBO.

⁴ Standardabweichung. ⁵ Nicht berechnet.

Tab. 4 Versuche mit Ratten. Unverseifbare Fraktion (UF) mit Diäthyläther (polares Lösungsmittel) und Petroläther (nicht-polares Lösungsmittel) extrahiert.

REL%

ZUWACHS (g/Tier)

120

110

100

90

80

70

60

□ DIÄTHYLÄTHER
 ■ PETROLÄTHER

RSO SPO SBO SBO⁺
 SBO_{UF} SPO⁺_{UF} RSO⁺
 RSO_{UF}

HERZ (g/200g LG)

120

110

100

90

80

70

60

50

40

30

20

10

0

SBO SBO⁺
 SBO_{UF} SPO⁺_{UF} RSO⁺
 RSO_{UF}

Fig. 1 Relative Veränderungen im Zuwachs und im korrigierten Herzgewicht von Ratten. Sojaöl mit Zulagen des unverseifbaren Anteils von Rapsölen extrahiert mit Petroläther oder Diäthyläther.

Werten, wogegen die Petroläther-Extrakte im Sojaöl keinerlei Unterschiede ergaben. Der Anteil an Bindegewebeprotein im Herzmuskel wurde durch die verschiedenen Futtermischungen nicht signifikant beeinflusst.

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe sind in Figur 1 zusammenfassend dargestellt. Die Übersicht zeigt deutlich, dass Futter mit 10% RSO oder SPO zu geringerem Zuwachs von Ratten führten als 10% SBO. Die unverseifbare Fraktion von SBO beeinflusste die Zuwachsrate nicht, wogegen diejenige von RSO oder SPO im Sojaöl eine Zuwachsrate ergab, die zwischen den Ergebnissen von SBO und RSO bzw. SPO lag. Allerdings konnten diese Beobachtungen nur dann gemacht werden, wenn die unverseifbare Fraktion mit Diäthyläther extrahiert worden war. Mit Petroläther als Extraktionsmittel für das Unverseifbare der Rapsöle traten keine derartigen Effekte auf. Gleichgerichtete Zusammenhänge konnten beim Herzgewicht festgestellt werden.

Diese Resultate unterstützen die Hypothese, dass ein unbekannter Faktor in der unverseifbaren Fraktion von Rapsöl (Biedermann et al. (1977)) wenigstens teilweise für die vielfach beobachteten negativen ernährungsphysiologischen Effekte verantwortlich sein könnte. Die Tatsache, dass dieser Effekt bei Ratten deutlicher in Erscheinung tritt als bei Broilern, steht im Einklang mit früheren Befunden (Vogtmann et al. (1975)). Es erscheint wahrscheinlich, dass es sich bei dem unbekannten Faktor um eine polare Verbindung handelt, die mit Diäthyläther, aber nicht mit Petroläther extrahiert werden kann. Die Wirkung dieses unbekannten Faktors scheint in Gegenwart von Erukasäure erhöht zu sein. Allerdings können sowohl Erukasäure als auch dieser unbekannte Faktor unabhängig voneinander reagieren. Die Differenz zwischen den Ergebnissen von RSO oder SPO zu denjenigen von SBO+SPOUF bzw. SBO+RSOUF (Fig. 1) könnte als Massstab für die Wirkung des unbekannten Faktors allein, unabhängig von der Gegenwart von Erukasäure, betrachtet werden.

Biedermann et al. (1977) hielten es für möglich, dass Terpenalkohole eine Rolle spielen könnten. Budzunuska und Rutkowski (1970) analysierten verschiedene Triterpene im unverseifbaren Anteil von Rapsöl. Weitere Untersuchungen in dieser Richtung sind notwendig, um die noch offenen Fragen abzuklären.

Diese Arbeit wurde mit Unterstützung des National Research Council von Kanada, des Alberta Agriculture Research Trust und der Rapeseed Association von Kanada durchgeführt.

Literatur

- Abdellatif, A.M.M., Vles, R.O.: Proc. 3. Int. Rapeseed Congress, p. 423 (1970).
Aehlerne, F.X., Bowland, J.P., Christian, R.G., Vogtmann, H.: Proc. 4. Int. Rapeseed Congress, Giessen, p. 701 (1974).
Bergmann and Loxley (1963) cited in Grau, R., Fleisch und Fleischwaren, Verlag Parey, Berlin und Hamburg (1969).

- Biedermann, R., Prabucki, A.L., Vogtmann, H.: Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 68, 100 (1977).
- Budzynska, J., Rutkowski, A.: Proc. 2. Int. Rapeseed Congress, Warszow, Poland, p. 199 (1970).
- Hoffmann, et al.: Avian diseases 19, 224–236 (1975).
- Kramer, J.G.K., Hulan, H.W., Mahadevan, S., Sauer, F.D.: Lipids 10, 511–516 (1975).
- Leclerc, B.: C.R. Acad. Sci. Paris 267, 2235–2237 (1968).
- Prabucki, A.I., Schürch, A.: Bericht an die Eidgen. Ernährungskommission (1975).
- Rocquelin, G., Marin, B., Cluzan, R.: Proc. 3. Int. Rapeseed Conf., St. Adèle, Canada, 405–422 (1970).
- Rocquelin, G., Sergiel, J.P., Martin, B., Leclerc, J., Cluzan, R.: Amer. Oil Chem. Soc. 48, 728–732 (1971).
- Roine, P., Uksila, E., Teir, H., Rapola, J.: Z. Ernährungswiss. 1, 118–124 (1960).
- Sauer, F.D.: Proc. 4. Int. Rapeseed Conf., Giessen, Germany, 725–731 (1974).
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H.: Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Company, New York (1960).
- Vogtmann, H., Clandinin, D.R., Robblee, A.R.: Poultry Sci. 52, 955–962 (1973).
- Vogtmann, H., Christian, R., Hardin, R.T., Clandinin, D.R.: Internat. J. Vit. Nutr. Res. 45, 221–229 (1975).
- Winer, B.G.: Statistical Principles in Experimental Design. McGraw-Hill Book Company, New York (1971).

8. F. Ehrensperger (Universität Zürich): Magengeschwür und Ernährung beim Schwein

1. Wesen und Bedeutung der Krankheit

Beim Schwein kommen im Vergleich zu anderen Haustieren häufig Magengeschwüre vor. Diese Geschwüre treten praktisch immer an derselben Stelle der Magenschleimhaut, nämlich in der drüsenseligen „Pars proventricularis“ auf. Diese Zone ist mit einem mehrschichtigen, normalerweise nur leicht verhornten Plattenepithel ausgestattet, das im Aufbau der Oesophagus-schleimhaut nahesteht. Sie umgibt die Oesophagus-Oeffnung als ca. 6 x 10 cm grosses Rechteck. Wegen dieser besonderen Lokalisation wird dieses Geschwür als „Ulcus oesophagogastricum“ bezeichnet. Zwar kommen bei Schweinen gelegentlich auch Geschwüre in der Drüsenschleimhaut des Magens vor, diese sind jedoch bedeutend seltener und stellen Zufalls- oder Begleitbefunde anderer Krankheiten dar.

Die oesophagogastrischen Geschwüre hingegen treten nicht selten klinisch in Erscheinung. In modernen Schweine-Mast- und Zuchtbetrieben können sie gehäuft auftreten und zu einem Bestandesproblem werden. Es sind Ausbrüche bekannt, bei denen in Grossbetrieben 5% des Mastschweinebestandes an den Folgen von Magengeschwüren eingingen. Etwa gleich hohe Abgangsraten wurden in Zuchtbetrieben bei Sauen beobachtet. Aus der Sicht der Sektionsstatistiken liegt die Häufigkeit in der Schweiz zwischen 1 und 2% (Magengeschwüre als Todesursache).

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass diese Krankheit bis vor 25 Jahren unbekannt war; die erste Beschreibung aus den USA datiert von 1951, bei uns ist sie erst ab ca. 1963 regelmässig aufgetreten.

Klinisch können 3 Verlaufsformen unterschieden werden:

a) akuter (bis perakuter) Verlauf:

Dabei sterben Tiere bei bestem Nährzustand ganz unerwartet (perakut) oder nach kurzer Krankheit, gekennzeichnet durch Schwäche, Bluterbrechen, Atemnot, Blässe und eventuell Blutabgang im Kot.

Bei der Sektion solcher Tiere zeigt sich ein Bluterguss in das Magenlumen, je nach Dauer der Krankheit auch ins Darmlumen. Der ganze Kadar ver wirkt wie ausgeblutet, einzelne lockere Gewebe erscheinen ödematös. Der perakute Verlauf ist vornehmlich bei Muttersauen zu beobachten.

b) subakuter bis chronischer Verlauf:

Intermittierende Sickerblutungen aus dem Magengeschwür führen zu extremer Anämie ("White pig disease"). Ein diagnostisch verwertbares Symptom ist auch die durch Blutbeimengung bedingte Schwarzverfärbung des Kotes. Die Magengeschwüre weisen in diesen Fällen meist wallartige, hohe Ränder auf. Der Geschwürsgrund ist kraterartig vertieft und grau induriert.

In seltenen Fällen können gar Magenperforationen mit anschliessender Bauchfellentzündung beobachtet werden. Die durch die Anämie geschwächten Tiere fallen oft sekundären bakteriellen Infektionen vornehmlich der Atemwege zum Opfer.

c) subklinischer Verlauf:

Bei völlig gesund erscheinenden Schweinen kann man bei der Schlachtung in einem erstaunlich hohen Prozentsatz geschwürige Veränderungen in der Pars proventricularis des Magens finden. Von insgesamt 644 Schlachtschweinen, die wir diesbezüglich untersuchten, fanden wir bei 11,4% Geschwüre und Narben, bei 30% Erosionen (geringgradige Epitheldefekte) und bei 24% Verhorngungsstörungen, die als Vorstadien der Geschwürsbildung angesehen werden. Nur 34% der untersuchten Tiere wiesen unveränderte Mägen auf.

Diese Feststellung, dass über 10% klinisch gesunder Schlachtschweine mit Magengeschwüren behaftet sind, zieht natürlich die Frage nach sich, ob dadurch die Mastleistung dieser Tiere beeinträchtigt sei. Wir haben diese Frage an einem grösseren Tiermaterial überprüft, indem wir von Tieren mit und ohne Magenveränderungen die mittleren Tagesgewichtszunahmen und die Futterverwertung verglichen. Dabei traten keine signifikanten Unterschiede zutage. Gleichzeitig untersuchten wir diese Tiere im Hinblick auf eine latente Anämie. Auch hier bestanden keine Unterschiede zwischen Tieren mit und ohne Magengeschwür.

Die wirtschaftliche und klinische Bedeutung der Magengeschwüre beim Schwein dürfte somit auf die klinisch manifesten Verlaufsformen beschränkt sein. Allerdings wird angenommen, dass die subklinischen Geschwüre einen Risikofaktor darstellen, indem sie unter dem Einfluss noch unbekannter Faktoren sich ausbreiten und zu Blutungen Anlass geben können.

2. Ursachen

Die Kenntnisse über die Ursache der Magengeschwüre der Schweine sind noch recht lückenhaft. Fest steht, dass es nicht eine einheitliche, sondern mehrere Ursachen gibt. Wahrscheinlich ist ein Zusammenspiel mehrerer ursächlicher Faktoren für die Geschwürsentstehung nötig.

Die möglichen, z.T. bewiesenen Ursachen können wie folgt gruppiert werden:

- | | |
|------------------------|--------------|
| a) Fütterung | c) Rasse |
| b) Haltungsbedingungen | d) Infektion |

ad a) Fütterung

a₁) Fütterungszusammensetzung: Es wurde mehrfach nachgewiesen, dass hoher Mais-Anteil in der Ration die Geschwürsbildung fördert, insbesondere nach Hitzebehandlung. In einem Versuch wurde beobachtet, dass bei einem Maisanteil von über 76% bei 53% der Versuchstiere Geschwüre auftraten; 39% starben daran.

Andererseits hat Hafer eine geschwürhemmende Wirkung, insbesondere die Haferspelzen. Auch andere Getreidearten wurden geprüft, zeigten jedoch keinen positiven oder negativen Einfluss auf die Geschwürsbildung.

Der Rohfaseranteil scheint ebenfalls von Bedeutung zu sein, indem bei extrem geringem Rohfasergehalt vermehrt Geschwüre auftreten. In Problembeständen kann durch Strohbeifütterung oft eine Besserung erzielt werden.

Ferner wurde nachgewiesen, dass Verfütterung grosser Mengen von Molkereinebenprodukten und ungesättigten Fettsäuren in Form tierischer Fette und Öle die Ulcusbildung begünstigen.

a₂) Futterzusätze: Es wurde der Einfluss von zahlreichen Vitaminen (A, D, E, K, B₁, B₂, Pyridoxin, Niacin, Pantothensäure, B₁₂ und C), Spurenelementen und Antibiotika geprüft. Nur das Vitamin E erwies sich als leicht ulcushemmend.

a₃) Futterform: Mehrere Autoren beobachteten vermehrt Magengeschwüre bei Verabreichung von pelletiertem Futter. Andere und eigene Arbeiten bestätigen diese Beobachtungen nicht.

a₄) Mahlgrad: Der Mahlgrad des Futters besitzt einen unbestrittenen Einfluss auf die Ausbildung von Magengeschwüren: feiner Mahlgrad wirkt ulcusfördernd, grober Mahlgrad schützt vor Geschwüren.

Diesen Zusammenhang konnten wir in Zusammenarbeit mit dem Institut für Tierernährung der ETH Zürich, dem Veterinär-Physiologischen Institut der Universität Zürich und der Genossenschaft UFA in einem Fütterungsversuch recht klar aufzeigen. Ein praxisübliches Futter wurde zu einem Teil mit einer Schlagmühle mit einem 5mm-Sieb, zum andern Teil mit einem 1 mm-Sieb gemahlen. Als weitere Varianten wurden Schweine mit Pellets und mit Brei gefüttert, beides hergestellt aus je beiden Futtermehlfaktionen. Nach Ablauf der Mastperiode wurden anlässlich der Schlachtung die Mägen dieser Tiere (total 80) untersucht und dabei signifikant mehr und stärkere Geschwüre bei den

mit feingemahlener Nahrung gefütterten Tieren gefunden. Anfeuchten des Futters sowie Pelletierung blieben ohne Einfluss.

b) **Haltungsbedingungen:**

Das Auftreten der Magengeschwüre koinzidierte zeitlich und regional in etwa mit dem Aufkommen der Intensivhaltung. Bei freilebenden Wildschweinen wurden in einer in Deutschland durchgeführten Untersuchung keine Magengeschwüre beobachtet. Unter experimentellem Stress (Schüttelrost, Immobilisation) konnten akute Geschwüre, allerdings vornehmlich in der Drüsenzone, erzeugt werden.

Bei Muttersauen treten akut blutende Geschwüre besonders dann auf, wenn die Tiere über grössere Distanzen z.B. in einen Abferkelstall transportiert werden.

c) **Rasse:**

Es wurde festgestellt, dass die Duroc-Schweine etwas mehr Magengeschwüre aufweisen, verglichen mit Yorkshire. Über die einheimischen Rassen liegen keine Untersuchungen vor.

d) **Infektion:**

Mit histologischen und mikrobiologischen Methoden lassen sich in Magengeschwüren oft Pilze, vorwiegend Candida-Arten, nachweisen. Diese gehören jedoch zur normalen Flora des Schweinemagens und sind höchstens fakultativ pathogen. Nach einer Publikation aus Neuseeland weisen Schweine mit Magenwurmbefall (*Hyostrongylus rubidus*) vermehrt Magengeschwüre auf.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass unter den ursächlichen Faktoren für die Geschwürsbildung in der Pars proventricularis des Schweinemagens an erster Stelle die Fütterungseinflüsse stehen. Insbesondere zu feiner Mahlgrad, hoher Maisanteil und zu geringer Rohfasergehalt führen zu vermehrtem Auftreten dieser Veränderung.

Literatur

Ehrensperger, F.; Jucker, H.; Pfirter, H.P.; Pohlenz, J. und Schlatter, Ch.: Einfluss der Futterbeschaffenheit auf das Auftreten oesophagogastrischer Geschwüre und auf die Mastleistung beim Schwein. Zbl. Vet. Med. A, 23, 265 – 276 (1976)