

Tierernährung – Rohstoffveredelung oder Energieverschwendung? *)

Animal Nutrition – Refinement of Raw Materials or Waste of Energy?

Von E. Pfeffer **)

1. Einleitung

Fragt man nach der wesentlichen Funktion landwirtschaftlicher Nutztiere im Zuge der Nahrungsmittelproduktion, so ergeben sich je nach Entwicklungsstand unterschiedliche Antworten. Im ersten Stadium, das kulturgeschichtlich an das Stadium der Jäger anschließt, stehen sehr weite Flächen zur Verfügung, die mit minimalem Kapitalaufwand genutzt werden. In dieser Phase haben Nutztiere vor allen Dingen die Aufgabe, bei der extensiven Nutzung weiter Flächen die Arbeit zu erleichtern. Dieses Stadium, das im Altertum in Europa weit verbreitet war, findet sich auch heute noch in weiten Teilen Australiens, Afrikas und Südamerikas.

Wird infolge einer starken Steigerung der Bevölkerungszahl der Boden zum begrenzenden Faktor, so werden Nutztiere in erster Linie gehalten zur Steigerung der Erträge auf den Ackerflächen durch Bereitstellung von Zugkraft und von Dünger. Im Gegensatz zur fleischreichen Ernährungsweise während der ersten Phase ernähren sich die Menschen in dieser zweiten Phase im wesentlichen von pflanzlicher Nahrung, wie dies zu Beginn des vorigen Jahrhunderts in Deutschland üblich war.

Wo technischer Fortschritt infolge der Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse zu erheblichen Steigerungen der Flächenerträge geführt hat, besteht die Funktion der Nutztiere heute weitgehend darin, überreichlich produzierte Feldfrüchte, die in Zeiten knapper Versorgung selbst als Nahrungsmittel eingesetzt werden könnten, weiter zu veredeln. Während zu Beginn

*) Text der am 19. Oktober 1979 gehaltenen Antrittsvorlesung.

**) Prof. Dr. E. Pfeffer, Direktor des Instituts für Tierernährung der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität.

Anschrift: Endenicher Allee 15, 5300 Bonn - 1.

des vorigen Jahrhunderts in der Landwirtschaft etwa $\frac{3}{4}$ der geldlichen Einnahmen aus dem Verkauf von Getreide stammten, beruhen in der Landwirtschaft der Bundesrepublik heutzutage die Verkaufserlöse zu deutlich mehr als 70 % auf tierischen Produkten. Gut $\frac{1}{3}$ der gesamten Vorleistungen der deutschen Landwirtschaft werden allein für den Ankauf von Futtermitteln ausgegeben. Berücksichtigt man auch die im Betrieb selbst erstellten Futtermittel, so wird deutlich, daß erheblich mehr als die Hälfte der gesamten Aufwendungen für die Bereitstellung von Futtermitteln getrieben werden.

Ein Blick über die Grenzen unserer hochindustrialisierten Region zeigt, daß die hier erfolgte Entwicklung keinesfalls allgemein stattgefunden hat. Weite Regionen der Erde, etwa die dichtbevölkerten Länder Südasiens, befinden sich vielmehr in einer Phase, die derjenigen des beginnenden vorigen Jahrhunderts bei uns sehr ähnlich ist.

Angesichts der allgemeinen Rohstoffverknappung muß bezweifelt werden, daß die bei uns und in Nordamerika erfolgte Entwicklung ohne weiteres auf die weiten Regionen der Erde übertragen werden kann, in denen heute noch Hunger herrscht. Es wird sogar häufig die Frage gestellt, ob landwirtschaftliche Nutztiere nicht sogar wesentliche Nahrungskonkurrenten des Menschen sein könnten, die zu einer wesentlichen Verschwendung von Nahrungsenergie führen. Zur Erörterung dieser Frage soll im folgenden zunächst der Energiefluß durch die Tiere betrachtet werden.

2. Energetische Wirkungsgrade

Die Gesamtmenge der in dem gefressenen Futter gespeicherten Sonnenenergie, die also ihrem Brennwert entspricht, wird als Bruttoenergie bezeichnet. Zieht man von der Bruttoenergie die mit dem Kot ausgeschiedene Energie ab, so erhält man die verdauliche Energie, von der noch die Energie des Harns und der bei Pflanzenfressern gebildeten Gärgase abgezogen werden muß, wenn man diejenige Energiemenge ermitteln will, die im Zuge des Stoffwechsels umgesetzt wird. Wie groß der Anteil der umsetzbaren Energie an der Bruttoenergie ist, wird für die einzelnen Tierarten weitgehend durch die Zusammensetzung der Futterrations bestimmt.

Die umsetzbare Energie verteilt sich nun einerseits auf Wärme und andererseits auf Energie im Produkt, also in gebildetem Fett, Protein oder Milchsucker. Wie aus der Abb. 1 zu ersehen ist, richtet sich die Menge der gebildeten Wärme einerseits nach dem für die Erhaltung notwendigen Energieumsatz und andererseits nach den Teilwirkungsgraden bei den einzelnen Syntheseleistungen. Als Gesamtwirkungsgrad der umsetzbaren Energie im Zuge tierischer Leistungen läßt sich der Anteil der auf das erzielte Produkt entfallenden Energie an der insgesamt hierfür benötigten umsetzbaren Energie definieren. In der Tabelle 1 sind entsprechende Werte für verschiedene Leistungen aufgeführt. Da wir aufgrund des heutigen Kenntnisstandes der Biochemie davon ausgehen können, daß die Teilwirkungs-

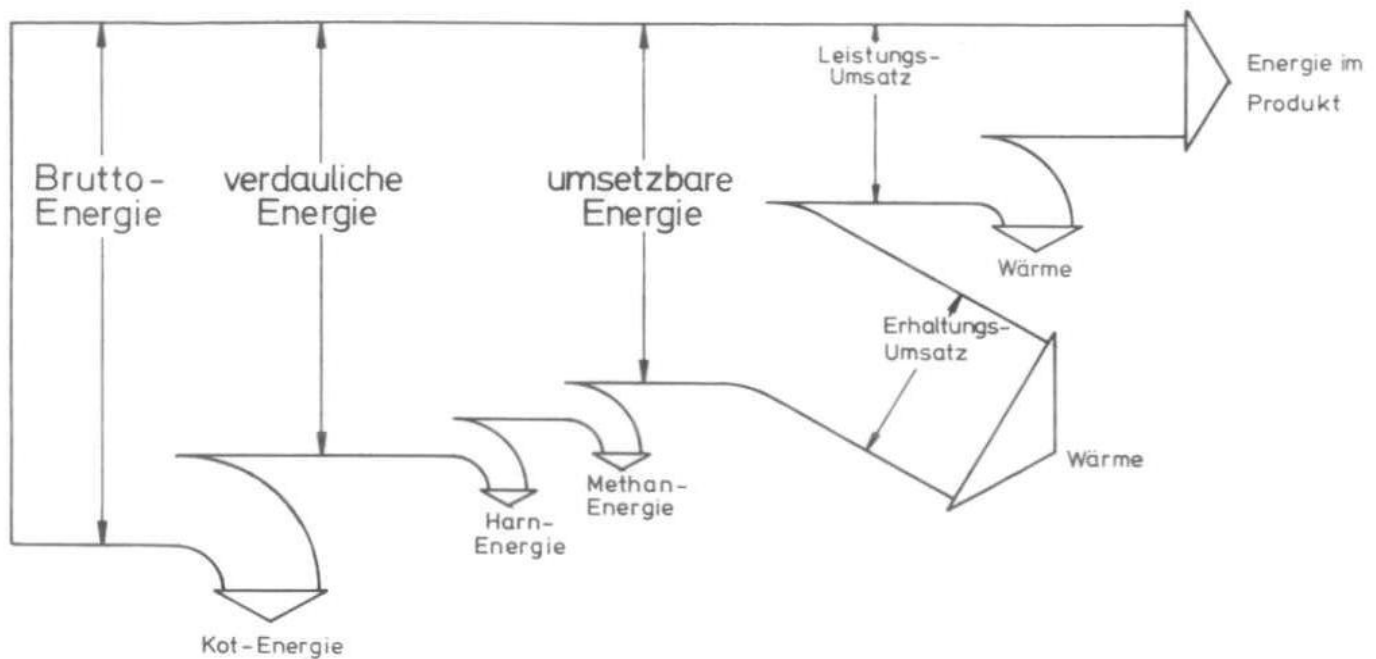


Abb. 1: Verbleib der Futter-Energie im Organismus.

Tabelle 1: Gesamtwirkungsgrade der umsetzbaren Energie für bestimmte tierische Leistungen.

Produktions- richtung	Tier	Leistungshöhe	Gesamt-WG %
Mast	Bulle	1000 g Zunahme pro Tag	15
	Lamm	300 g Zunahme pro Tag	25
	Schwein	700 g Zunahme pro Tag	35
	Hähnchen	1500 g in 8 Wochen	38
	Karpfen	1000 g in 10 Monaten	20
	Forelle	250 g in 10 Monaten	40
	Milch	Kuh, 550 kg	4500 kg Milch pro Jahr
Eier	Huhn, 1,5 kg	250 Eier pro Jahr	25

grade für einzelne Reaktionsschritte weitgehend konstant sind, können wir annehmen, daß die Leistungsintensität den größten Einfluß auf die Höhe des Gesamtwirkungsgrades der umsetzbaren Energie hat. Da für die Produktion nur diejenige umsetzbare Energie zur Verfügung steht, die nicht zur Deckung des Erhaltungsbedarfes herangezogen wird, muß also der Gesamtwirkungsgrad der umsetzbaren Energie um so höher sein, je höher das Verhältnis des Leistungsumsatzes zum Erhaltungsumsatz ist. Für Produktionsrichtungen,

Tabelle 2: Einfluß von Lebendmasse und Leistungshöhe auf die Verwertung der umsetzbaren Energie für Milch und Eier.

Tier	Lebendmasse kg	Jahresleistung	Gesamtwirkungsgrad der umsetzbaren Energie (%)
Kuh	450	4500 kg Milch	34
		4500 kg Milch	38
	650	6000 kg Milch	30
		6000 kg Milch	34
Henne	1,5	180 Eier	21
		250 Eier	25
	2,5	180 Eier	16
		250 Eier	20

bei denen die Körpermasse konstant gehalten werden kann, wird dieser Zusammenhang in der Tabelle 2 deutlich. Es ist zu erkennen, daß bei der Milchkuh die Steigerung der jährlich produzierten Menge von 4500 kg auf 6000 kg dann keine Steigerung des Gesamtwirkungsgrades beinhaltet, wenn gleichzeitig die Lebendmasse von 450 auf 650 kg erhöht wird. In dem bei uns heute anzutreffenden Leistungsbereich kann näherungsweise gesagt werden, daß eine Steigerung der im Herdendurchschnitt anzutreffenden Lebendmasse um 100 kg mit einer Steigerung der jährlich produzierten Milchmenge von deutlich mehr als 750 kg verbunden sein muß, wenn im Zuge züchterischer Maßnahmen eine Steigerung des Gesamtwirkungsgrades der umsetzbaren Ener-

Tabelle 3: Auf die Muskulatur entfallende Anteile am Gesamtgehalt des Körpers verschiedener Masttiere.

Tier	In der Muskulatur zu findender Anteil (%)	
	des Körperproteins	der Körperenergie
Bulle	50	25
Schwein	52	35
Hähnchen	43	50
Karpfen	52	41
Forelle	67	53

gie bewirkt werden soll, da nur dann das Verhältnis des Leistungsumsatzes zum Erhaltungsumsatz gesteigert wird. Entsprechendes läßt sich auch für das Beispiel der Legehennen erkennen.

Im Gegensatz zur Milchproduktion wird im Zuge der Mast ein Produkt erstellt, das keinesfalls vollständig in der menschlichen Ernährung verwendet wird. Auf die Muskulatur, der im Zuge der Fleischerzeugung das eigentliche Interesse gilt, entfallen bei den meisten Masttieren weniger als 50 % der gesamten Energie des Körpers, wie aus der Tabelle 3 zu ersehen ist. Hier-

Tabelle 4: Energie der Muskulatur von Masttieren als Anteil der für die Mast aufgewendeten umsetzbaren Energie.

Tierart	%
Rind	4
Karpfen	8
Schwein	12
Hähnchen	19
Forelle	21

aus resultiert, daß die in der Tabelle 4 angeführten Werte, die die Energie der Muskulatur als Anteil der insgesamt für die Mast aufgewendeten umsetzbaren Energie angeben, deutlich niedriger sind als die in der Tabelle 1 aufgeführten Gesamtwirkungsgrade der umsetzbaren Energie.

Welche Auswirkungen die Steigerung des Verhältnisses Leistungsumsatz : Erhaltungsumsatz auf die Verwertung der umsetzbaren Energie bei der Mast haben kann, wird für das Schwein in der Tabelle 5 gezeigt. In einer Untersuchung in der die Fütterung während der gesamten Mastdauer zwischen dem 2fachen und 4fachen des Erhaltungsbedarfes variiert wurde, bewirkte die Steigerung der Fütterungsintensität deutlich eine Verkürzung der Mastdauer und damit eine erhebliche Steigerung des Gesamtwirkungsgrades der umsetzbaren Energie, nämlich von 21 auf 41 %. Gleichzeitig fiel jedoch der Anteil der auf die Muskulatur entfallenden Körperenergie von 40 auf 23 %, so daß die in der Muskulatur anzutreffende Energie den Anteil von 11 % der insgesamt aufgewendeten umsetzbaren Energie des Futters nicht überstieg.

Eine wirklich vollständige Erfassung des im Zuge der Fleischproduktion benötigten Aufwandes an umsetzbarer Energie müßte selbstverständlich den Bedarf der Elterntiere mitberücksichtigen. Durch diese Größe wird der Gesamtwirkungsgrad bei der Fleischproduktion um so stärker beeinflußt, je geringer die Zahl der Nachkommen pro Jahr für ein Elterntier ist. Bei Fischen

Tabelle 5: Auswirkungen der Fütterungsintensität auf die Verwertung der umsetzbaren Energie beim Mastschwein (nach Gütte et al. 1979).

Intensität (× Erhaltung)	Masttage für 25–99 kg	Gesamt-WG der umsetzbaren Energie (%)	Anteil der Körperenergie im Muskel (%)	Energie im Muskel, % der umsetz- baren Energie des Futters
2,0	198	21	40	8
2,5	140	29	38	11
3,0	109	34	33	11
3,5	95	39	29	11
4,0	89	41	23	9

kann dieser Einfluß wegen der besonders hohen Zahl der Nachkommen praktisch vernachlässigt werden, in der Hähnchenmast entfallen auf die Muttertiere nur etwa 10 % der insgesamt notwendigen umsetzbaren Energie, wenn von 120 Nachkommen pro Henne jährlich ausgegangen wird. In der Schweinemast erhöht sich der Anteil auf etwa $\frac{1}{3}$ bei 20 Mastferkeln jährlich pro Sau, während in der Mast von Rindern und Schafen mehr als die Hälfte der insgesamt aufgewendeten umsetzbaren Energie wegen der geringen Zahl der Nachkommen für die Muttertiere aufgewendet werden muß.

3. Teilwirkungsgrade für die Bildung von Protein und Fett

Da die im Zuge des Wachstums retinierte Energie praktisch ausschließlich auf Protein und Fett im Körper entfällt, läßt sich sagen, daß die an den wachsenden Organismus gefütterte umsetzbare Energie für dreierlei Prozesse verwendet wird: Erhaltungsumsatz, Proteinbildung und Fettbildung. In der Abb. 2 wird schematisch dargestellt, daß die für Erhaltung umgesetzte Energie vollkommen in Wärme umgewandelt wird, während bei der Bildung von Protein und Fett jeweils entsprechend den Teilwirkungsgraden bestimmte Wärmemengen gebildet werden. Aus den klassischen Respirationsuntersuchungen zur energetischen Futtermittelbewertung, etwa bei Oskar Kellner, läßt sich der Teilwirkungsgrad für Fettbildung errechnen, da diese Untersuchungen an ausgewachsenen Tieren durchgeführt werden, die nur noch minimale Proteinmengen ansetzen. Da ein Ansatz von Protein ohne gleichzeitigen Fettansatz nicht zu erzielen ist, lassen sich energetische Teilwirkungsgrade für die Bildung von Körperprotein nur durch die Berechnung von Mehrfach-Regressionen aus ausführlichen Meßdaten zum Energieumsatz größerer Gruppen von wachsenden Tieren ableiten. Entsprechendes gilt für die Leistungsrichtungen Laktation und Eibildung.

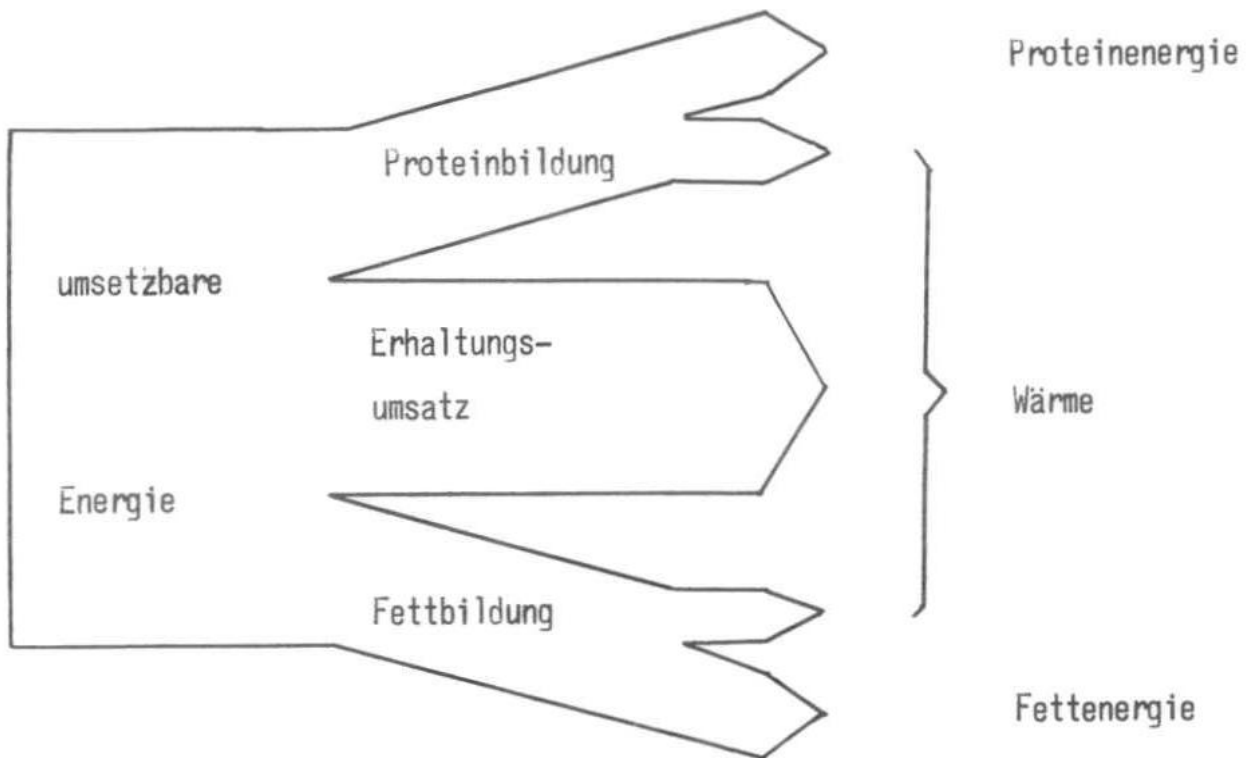


Abb. 2: Aufteilung der umsetzbaren Energie im wachsenden Organismus.

Die experimentelle Schwierigkeit mag erklären, warum ausführliche Daten zu dem genannten Komplex erst in den letzten zehn Jahren in größerem Maße mitgeteilt worden sind. Aus den in der Tabelle 6 zusammengefaßten Ergebnissen einiger dieser Untersuchungen kann abgeleitet werden, daß in fast allen Untersuchungen der Teilwirkungsgrad für die Bildung von Protein deutlich niedriger ist als für die Bildung von Fett, und daß zweitens die Variation der Teilwirkungsgrade im Falle der Proteinbildung deutlich größer ist als im Falle der Fettbildung. Vergleicht man die gemessenen Teilwirkungsgrade mit denjenigen, die Armstrong (1969) als erwartete Werte aus den biochemischen Grundlagen errechnete, so zeigt sich, daß im Falle der Fettbildung gemessene und erwartete Werte in den meisten Fällen hervorragend übereinstimmen, während umgekehrt im Falle der Proteinbildung bei erwarteten Teilwirkungsgraden von mehr als 75 % mehr als die Hälfte der aufgeführten Meßwerte niedriger als 50 % liegen. Als Ursache für die Diskrepanz zwischen dem theoretischen Rechenwert und den tatsächlich gemessenen Werten wird der „turn-over“ des Körperproteins angesehen. Während die theoretische Berechnung aus biochemischen Grundlagen den Energieaufwand für die Synthese von Protein ableitet, wird im Versuch am wachsenden Tier die N-Retention gemessen und auf den hierfür benötigten Aufwand an umsetzbarer Energie bezogen. Da im lebenden Organismus aber ständig auch während des Wachstums Körperprotein abgebaut wird, kann die Synthese von Protein ganz wesentlich höher liegen als der aus der N-Retention errechnete Protein-Ansatz. Folglich müssen die aufgeführ-

Tabelle 6: Ermittelte energetische Verwertung bei der Bildung von Protein und Fett im Organismus.

Leistung	Tierart	Teilwirkungsgrad (‰)		Autoren	
		Protein	Fett		
Wachstum	Ratte	46	70	Schiemann et al. 1979	
		52	70	Oslage 1970	
	Schwein	36	74	Kielanowski 1965	
		77	79	Burlacu et al. 1973	
		54	70	Gädeken et al. 1974	
		48	77	Thorbek 1975	
		Schaf	68	73	Walker u. Norton 1971
			33	79	Ørskov u. McDonald 1970
		Wdk.	35	99	Bickel u. Durrer 1974
	12		91	Rattray et al 1974	
	15		80	Rattray u. Joyce 1976	
41	58		Ørskov u. McDonald 1976		
Laktation	Rind	57	55	Hoffmann et al. 1972	
Eibildung	Huhn	44	74	Hoffmann u. Schiemann 1973	

ten Teilwirkungsgrade für Proteinbildung keinesfalls im Widerspruch zu dem Erwartungswert für die energetische Effizienz bei der Proteinsynthese stehen, die Messung des „turn-over“ und die daraus abzuleitende Differenz zwischen Proteinsynthese und Proteinansatz ist jedoch für das bessere Verständnis der aufgeführten Zusammenhänge von besonderer Bedeutung.

4. Bedeutung der Symbiose mit Mikroorganismen

Aus den vorangegangenen Ausführungen ist abzuleiten, daß der geringste Wirkungsgrad für die umsetzbare Energie bei der Mast von Rindern und Schafen zu erwarten ist, während umgekehrt höchste Wirkungsgrade in der Mast von Hähnchen und Forellen erzeugt werden können. Hieraus darf allerdings nicht der Schluß gezogen werden, daß wegen der deutlich schlechteren energetischen Verwertung Rinder und Schafe die größeren Konkurrenten des Menschen um eine knapper werdende Nahrung seien. Zwar ist allgemein bei Tieren mit einfachem Verdauungssystem die Verwertung der umsetzbaren Energie günstiger als bei Wiederkäuern, allerdings kommen für die Fütterung der monogastrischen Tiere unter Bedingungen intensiver Produktion praktisch nur solche Futtermittel in Frage, die auch direkt als

Nahrungsmittel für den Menschen eingesetzt werden könnten. Wiederkäuer dagegen können vegetative Pflanzenteile gut verwerten, die nicht in der menschlichen Ernährung eingesetzt werden können.

Der Grund für diese besondere Befähigung der Wiederkäuer liegt in dem Zusammenleben mit den im Vormagen angesiedelten Mikroorganismen. Diese Mikroorganismen sind zur Spaltung nahezu aller Polysaccharide befähigt, wobei sie ihren Energiebedarf durch die Vergärung der gebildeten Monosaccharide zu flüchtigen Fettsäuren decken. Höhere Tiere können von den pflanzlichen Kohlenhydraten nur Stärke und Saccharose durch eigene Verdauungsenzyme abbauen, wobei als absorbierbare Endprodukte der Verdauung Glucose bzw. Glucose + Fructose anfallen, die mehr als 98 % der Energie aus den Substraten noch enthalten. Die im Vormagen angesiedelten Mikroorganismen dagegen können praktisch alle pflanzlichen Kohlenhydrate aufspalten, wobei als absorbierbare Endprodukte der Verdauung die flüchtigen Fettsäuren anfallen, in denen nur 70–85 % der Energie aus den abgebauten Substraten enthalten sind. Hieraus resultiert, daß zwar einerseits die Verwertung der umsetzbaren Energie beim Wiederkäuer niedriger ist als beim monogastrischen Tier, daß jedoch andererseits die Energie zahlreicher pflanzlicher Substanzen nur für Wiederkäuer umsetzbar ist, während sie für die monogastrischen Tiere unverdaulich sein muß.

Die Gegenleistung der Mikroorganismen für den Wirt besteht jedoch nicht nur im Abbau pflanzlicher Zellwandbestandteile, die für Säuger völlig unverdaulich sind, sondern auch in der Synthese hochwertigen mikrobiellen Proteins, das alle für den Säuger essentiellen Aminosäuren in günstiger Konzentration enthält. Die infolge der kontinuierlichen Gärung im Vormagen entstandene mikrobielle Biomasse fließt kontinuierlich ab in Labmagen und Darm des Wirtstieres, wo sie von wirtseigenen Enzymen verdaut wird. Die Konsequenz hieraus ist, daß der Wiederkäuer relativ unabhängig von der Qualität des mit dem Futter aufgenommenen Proteins ist. In Extremfällen ist es sogar ohne weiteres möglich, Tiere bei mäßiger Leistung über Generationen zu erhalten, wenn diesen keinerlei Futterprotein zugeführt wird und der Stickstoff-Bedarf der Mikroorganismen des Vormagens ausschließlich durch NPN-Verbindungen gedeckt wird. Da die Mikroorganismen des Vormagens außer dem biologisch hochwertigen Protein ihrer eigenen Zellsubstanz auch alle im B-Komplex zusammengefaßten wasserlöslichen Vitamine synthetisieren, auf deren Zufuhr der Säuger angewiesen ist, ergibt sich, daß gerade diejenige Tiergruppe, die den geringsten Wirkungsgrad bei der Verwertung der umsetzbaren Energie zeigt, nämlich die Wiederkäuer, pflanzliche Substanz, welche nicht als Nahrungsmittel für den Menschen geeignet ist, zu hochwertigen Nahrungsmitteln veredeln kann. Die in verschiedenen Ländern aufgezeigten Möglichkeiten zur Fütterung von Stroh (Zusammenfassende Übersicht bei Pfeffer und Potthast 1979) stellt nur eine Möglichkeit zur sinnvollen Veredelung von Koppelprodukten der pflanzlichen Produktion zu hochwertigen Nahrungsmitteln dar. Es gibt Hinweise, daß in ähnlicher Weise auch Bananenstauden und ähnliche Koppelprodukte als Futtergrundlage eingesetzt werden können (Ohlde et al. 1978).

Da die Mikroorganismen im Vormagen wegen der dort vorherrschenden anaeroben Bedingungen nicht atmen sondern nur gären können, wird das Ausmaß ihres Zellwachstums normalerweise energetisch begrenzt. Aus verschiedenen Untersuchungen läßt sich errechnen, daß der auf verwertbare Aminosäuren entfallende Anteil an der im Zuge mikrobieller Verdauung anfallenden Energie der absorbierbaren Verdauungsendprodukte bei etwa 14 % liegt. Unterstellt man, daß die von höheren Tieren beim Hungern gebildete Energie zu 95 % aus Fett und zu 5 % aus Protein entstammt, so ist leicht einzusehen, daß im Zustand des Erhaltungsumsatzes bei ausreichender Versorgung mit umsetzbarer Energie und ausschließlicher Stickstoffaufnahme in Form NPN der Bedarf der Wirtstiere an Aminosäuren reichlich gedeckt sein muß. Da in der Milch etwa 25 % der Energie in Form von Protein vorliegen, muß mit steigender Milchleistung der Anteil der verwertbaren Aminosäuren an der Nettoenergie dem Grenzwert der 25 % immer näher

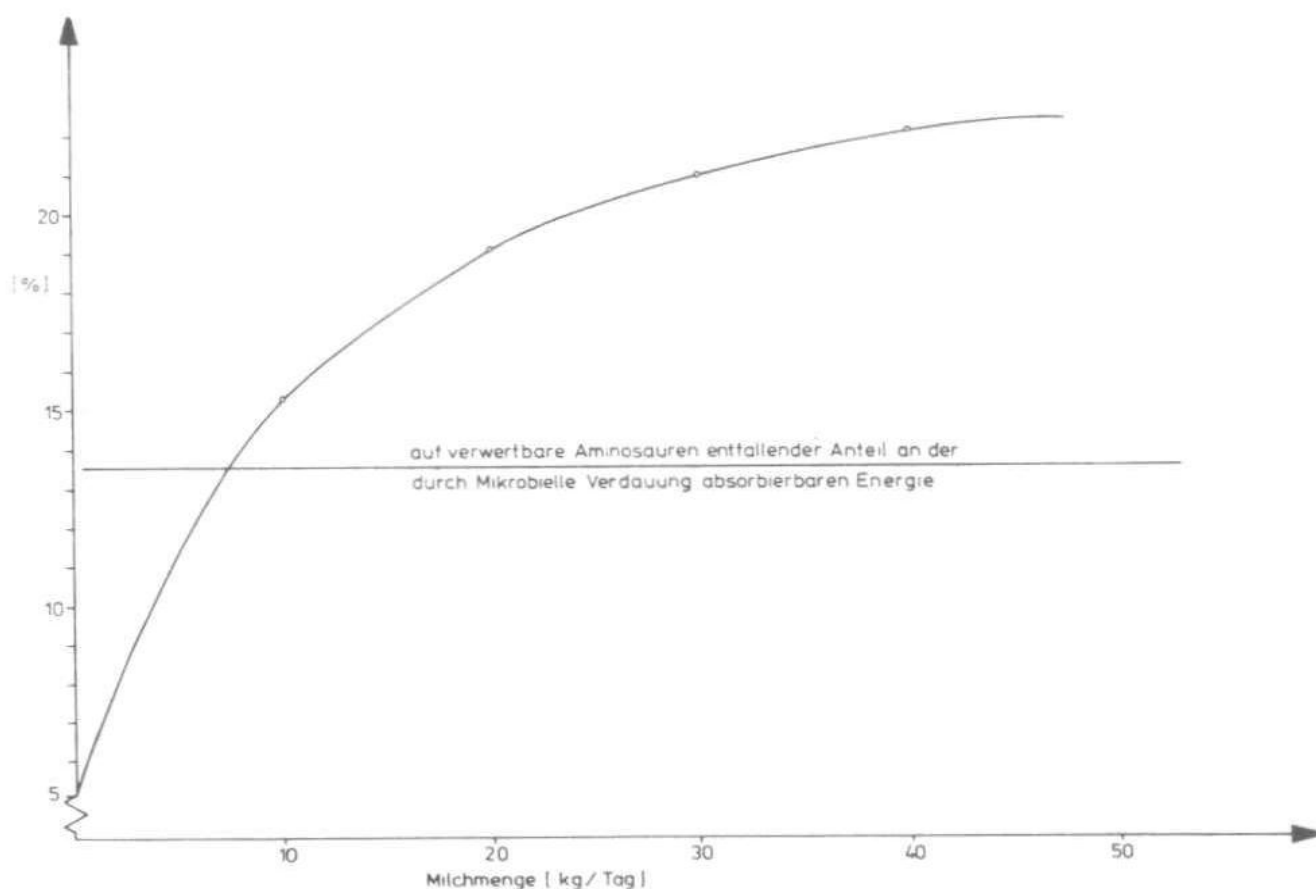


Abb. 3: Auf Protein entfallender Anteil an der Netto-Energie.

kommen. In der Abb. 3 wird dargestellt, daß mit steigender Milchleistung in steigendem Maße der Aminosäurenbedarf der Wirtstiere die Versorgung durch Mikroorganismen übersteigt, so daß in zunehmendem Maße nicht abgebautes Futterprotein in den Darm der Wiederkäuer gelangen muß. Dies bedeutet, daß mit steigender Milchleistung in zunehmendem Maße die vorher angesprochene Fähigkeit der Wiederkäuer zur Veredlung von Rohstoffen

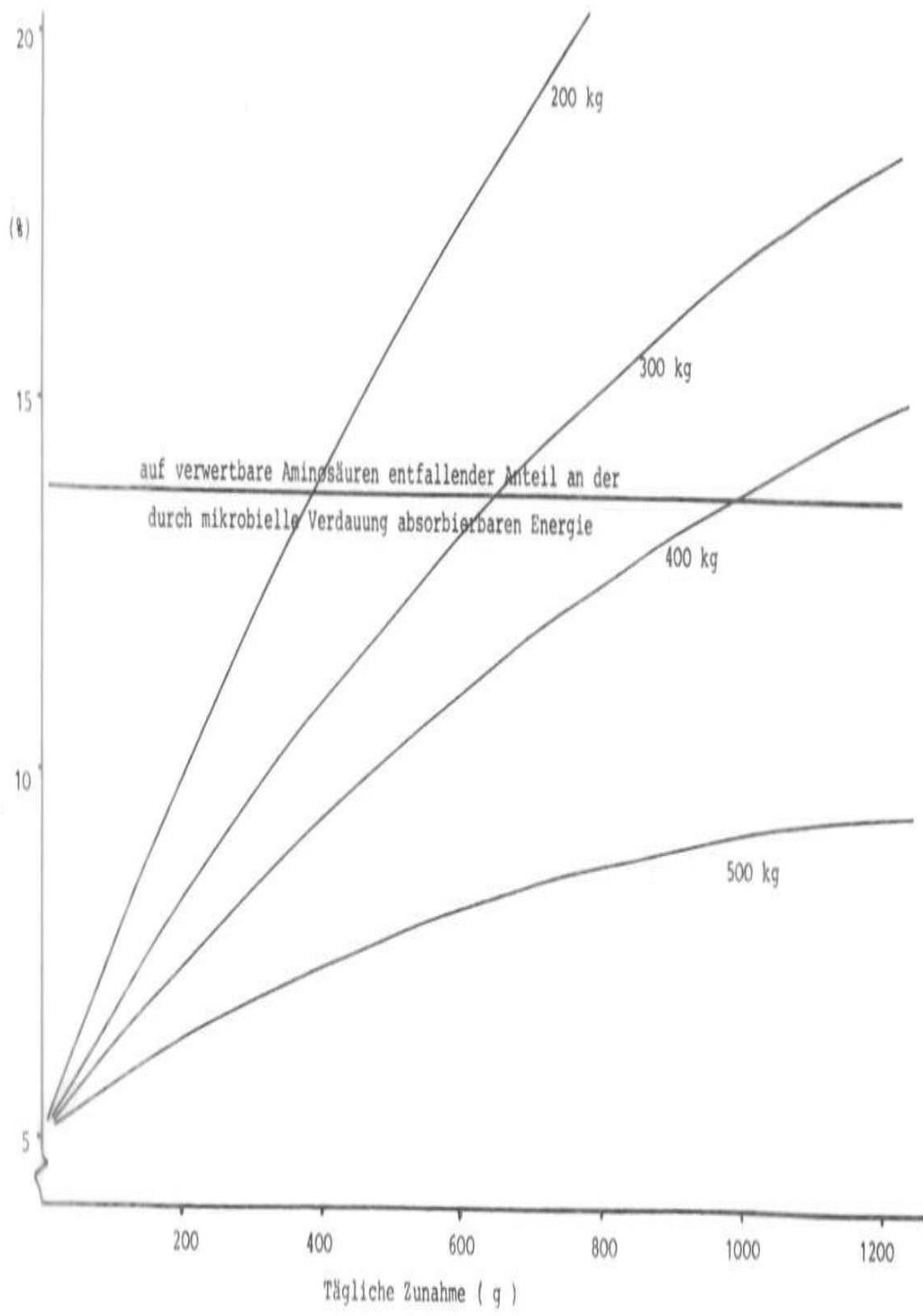


Abb. 4: Auf Protein entfallender Anteil an der Netto-Energie bei der Bullenmast (für Schwarzbunte berechnet nach Schulz et al. 1974).

zurückgeht und der Bedarf an hochwertigen Futtermitteln steigt, die ebenso gut in der menschlichen Ernährung eingesetzt werden könnten. Die kritiklose Übertragung von Milchkühen mit erblicher Anlage für hohe Milchmengen in tropische Zonen, in denen die Futtergräser sich durch besonders niedrigen Gehalt an Rohprotein auszeichnen, muß daher als sehr kurzsichtige Maßnahme angesehen werden, die nicht zum gewünschten Erfolg führen kann.

Da bei Mastbullen der auf Protein entfallende Anteil an der Energie des Produktes mit steigender Lebendmasse immer geringer wird, ergeben sich für schwarz-bunte Rinder die in der Abb. 4 gezeigten Abhängigkeiten zwischen dem auf verwertbare Aminosäuren entfallenden Anteil an der absorbierten Energie einerseits und der Tageszunahme andererseits bei verschiedenen Lebendmassen. Es ist zu erkennen, daß die für die Versorgung durch Mikroorganismen geltende Grenzlinie von der den Bedarf darstellenden Kurve umso früher geschnitten wird, je niedriger die Lebendmasse ist. Wenn auch für verschiedene Rassen wegen des unterschiedlichen Verfettungsgrades die entsprechenden Kurven anders aussehen werden, so dürfte doch prinzipiell ein analoges Bild entstehen. Hieraus ist abzuleiten, daß der Aminosäurebedarf von Mastbullen die Versorgung durch Mikroorganismen nur in frühen Mastabschnitten übersteigt, daß also auch bei relativ intensiven Produktionsbedingungen der für Bullenmast notwendige Aufwand an reinem Protein erheblich niedriger sein muß als bei intensiver Milchproduktion. Unter diesem Gesichtspunkt muß es als durchaus zweckmäßig angesehen werden, wenn in Zonen mit dürftiger Proteinversorgung die Mastdauer pro Rind 4 Jahre oder länger beträgt, wobei die Kälber sehr lange mit den Muttertieren laufen und gesäugt werden. Gerade auch unter diesen Umständen zeigt sich, daß die Rindermast, die sich eingangs durch besonders schlechte energetische Verwertung auszuzeichnen schien, hier als besonders effizientes System der Veredlung relativ wertloser Rohstoffe angesehen werden muß.

Da die Pflanzenproduktion immer mit dem Anfall großer Mengen von Zellulose und anderen Kohlenhydraten verbunden sein wird, die nur durch Mikroorganismen verdaut werden können, gewinnt in zunehmendem Maße die Fütterung von Ganzpflanzen an Wiederkäuer Interesse. Während in unseren Breiten bereits Tendenzen zu erkennen sind, neben der Verfütterung ganzer Maispflanzen auch in der Verwertung von Getreide technische Energie dadurch zu sparen, daß nicht mehr Körner und Stroh in aufwendigen Arbeitsverfahren getrennt werden, sondern als Ganzes zu Futter verarbeitet werden, gewinnt unter diesem Aspekt in einigen tropischen Zonen die Rindermast auf der Basis von Zuckerrohr zunehmendes Interesse. In vielen Gegenden bringt Zuckerrohr bei weitem die größten Erträge an eingefangener Sonnenenergie je Flächeninhalt. Während bisher unter erheblichem Aufwand an technischer Energie der Zucker von dem weitaus größeren Teil der anderen Bestandteile des Zuckerrohrs getrennt wurde, würde die Nutzung als Futterpflanze bei minimalem Aufwand an technischer Energie die Nutzung auch der Energie dieser Bestandteile über das Tier ermöglichen.

5. Schlußfolgerung

In der Einleitung wurde die Frage gestellt, ob Nutztiere als Nahrungskonkurrenten des Menschen den in weiten Gegenden herrschenden Hunger verstärken anstatt an seiner Überwindung beteiligt zu sein. Sofern der Schwerpunkt auf die Verwertung von Koppelprodukten pflanzlicher Produktion einerseits oder auf die Verwertung von Ganzpflanzen mit hohem Flächenertrag mit minimalem Aufwand an technischer Energie andererseits gelegt wird, überwiegt im Falle der Wiederkäuer ganz eindeutig der Aspekt der Rohstoffveredlung gegenüber demjenigen der Energieverschwendung. Dabei ergibt sich sogar das Bild, daß die Nutzungsrichtung mit dem geringsten Wirkungsgrad für die Verwertung der umsetzbaren Energie, nämlich die Mast, aus Gründen der Rohstoffveredlung in weiten Gegenden der energetisch gesehen effizienteren Milchproduktion überlegen ist.

Summary

It is questioned whether farm animals compete with man for food instead of helping to overcome hunger in large areas of the world. As long as priority is given to utilization of by products or to feeding complete plants of high yields per area with minimum spending to technical energy, in ruminants aspects of refining raw materials are more evident than those of wasting energy. Fattening ruminants, though showing the lowest efficiency of utilization of metabolizable energy, appears to be the most efficient way of refining dietary protein, if this is limiting production.

Literaturverzeichnis

ARMSTRONG, D. G., 1969: Cell bioenergetics and energy metabolism, in: Handbuch der Tierernährung I (Hrsg.: W. Lenkeit, K. Breirem und E. Crasemann). — Verlag P. Parey, Hamburg und Berlin, S. 385–414.

BICKEL, H. u. DURRER, A., 1974: Energy utilization in growing sheep, in: Energy metabolism of farm animals, EAAP-Publ. No. 14 (Hrsg.: K. H. Menke, H.-J. Lautzsch u. J. R. Reichl).

BURLACU, G., BAIA, G., TONILA, D., MOISA, D., TASCENCO, V., VISAM, J. u. STOICA, J., 1973: Efficiency of the utilization of the energy of food in piglets, after weaning. — J. Agric. Sci. 81, 295–302.

GÄDEKEN, D., OSLAGE, H. J. u. FLIEGEL, H., 1974: Der Energiebedarf für die Eiweiß- und Fettsynthese bei wachsenden Schweinen, in: Energy metabolism of farm animals, EAAP-Publ. No. 14 (Hrsg.: K. H. Menke, H.-J. Lautzsch u. J. R. Reichl) Universitätsdokumentation Hohenheim, S. 169–172.

GÜTTE, J. O., HENNISCH, E. u. HEINE, Th., 1979: Untersuchungen zum Einfluß unterschiedlicher Energieversorgung auf Wachstum, Futtermittelverwertung und Zusammensetzung des Körpers von Schweinen. — Z. Tierphysiol., Tierernährg., Futtermittelkde. 41, 99–108 und 177–184.

HOFFMANN, L., JENTSCH, W. WITTENBURG, H. u. SCHIEMANN, R., 1972: Die Verwertung der Futterenergie für die Milchproduktion. — Arch. Tierernährg. 22, 721–742.

HOFFMANN, L. u. SCHIEMANN, R., 1973: Die Verwertung der Futterenergie durch die legende Henne. — Arch. Tierernährg. 23, 105–132.

KIELANOWSKI, J., 1965: Estimates of the energy cost of protein desposition in growing animals, in: Energy metabolism, EAAP-Publ. No. 11 (Hrsg.: K. L. Blaxter) Ac. Press, London und New York, S. 13–20.

ØRSKOV, E. R. u. McDONALD, J., 1970: The utilization of dietary energy for maintenance and for fat and protein desposition in young growing shep, in: Energy metabolism of farm animals, EAAP-Publ. No. 13 (Hrsg.: A. Schürch u. C. Wenk) Juvis Druck + Verlag, Zürich, S. 121–124.

ØRSKOV, E. R. u. McDONALD, J., 1976: The effects of changing from a low to a high-protein diet on growth, body composition and energy utilization in lambs, in: Energy metabolism of farm animals, EAAP-Publ. No. 17 (Hrsg.: M. Vermorel) G. de Bussae, Clermont-Ferrand, S. 133–136.

OSLAGE, H. J., GÄDEKEN, D. u. FLIEGEL, H., 1970: Über den energetischen Wirkungsgrad der Protein- und Fettsynthese bei wachsenden Schweinen, in: Energy metabolism in farm animals, EAAP-Publ. No. 13 (Hrsg.: A. Schürch und C. Wenk) Juvis Druck und Verlag, Zürich, S. 133–136.

OHLDE, F., BECKER, K. u. PFEFFER, E., 1978: Untersuchungen über die Eignung von Bananenpflanzen für die Wiederkäuerfütterung. — Der Tropenlandwirt 79, 99–111.

PFEFFER, E. u. POTTHAST, V., 1979: Stroh als Futterkomponente für Rinder. — Übers. Tierernährg. 7, 93–108.

RATTRAY, P. V., GARRET, W. N., HINMAN, N. u. EAST, N. E., 1974: Energy cost of protein and fat desposition in sheep. — J. Anim. Sci. 38, 378–382.

RATTRAY, P. V. u. JOYCE, J. P., 1976: Utilization of metabolizable energy for fat and protein desposition in sheep. — N. Z. J. Agric. Res. 19, 299–305.

THORBEEK, G., 1975: Studies on energy metabolism in growing pigs 424. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, Kopenhagen.

WALKER, D. M. u. NORTON, B. W., 1971: The utilization of the metabolizable energy of diets of different protein content by the milk-fed lamb. — J. Agric. Sci. 77, 363–369.