

VORWORT

In den zwei Jahrzehnten seit Erscheinen der ersten Versorgungsempfehlungen für Pferde des Ausschusses für Bedarfsnormen hat sich viel verändert. Die Zahl der Pferde und Pferdesport-Begeisterten ist gestiegen. Es wurde Wissen um das Pferd in den Bereichen von Physiologie, Haltung und Gesundheit generiert. Zudem wurden verschiedene Kriterien der Bewertung von Futtermitteln und Fütterung für Pferde weiterentwickelt. Somit war die Zeit für eine Neubearbeitung der Versorgungsempfehlungen reif. Allein der Unterschied im Umfang zu der früheren Auflage aus dem Jahr 1994 und die Dauer der Arbeit an den neuen Empfehlungen lassen den wissenschaftlichen Fortschritt der letzten zwei Jahrzehnte erahnen.

Es versteht sich beinahe von selbst, dass die Arbeit an diesem Buch auch zu intensiven Diskussionen geführt hat, ohne die wissenschaftlicher Fortschritt kaum möglich ist. Den Sachverständigen und Mitgliedern des Ausschusses für Bedarfsnormen gebührt ein herzlicher Dank für den konstruktiven Disput und die Bereitschaft zum Konsens. Es ist ein Werk entstanden, das den Anspruch hat, neue Standards zu setzen. Das Buch zeigt zudem auf, in welchen Bereichen wissenschaftliche Ableitungen und Konzepte derzeit an Grenzen stoßen. Es gibt somit Impulse für neue Forschungsarbeiten.

In der Zeit, in der diese Empfehlungen entstanden, hat es viele Erörterungen mit Fachkollegen und Anregungen gegeben, die in unterschiedlicher Weise eingeflossen sind. Allen sei für diese Unterstützung herzlich gedankt. Mit diesem Dank ist die Bitte verbunden, auch nach dem Erscheinen dieser Auflage mit konstruktiver Kritik nicht zu sparen. Es ist ein Charakteristikum von Büchern dieser Art, dass sie am Tag des Erscheinens bereits in Teilen wieder überarbeitungsbedürftig sind, weil Wissenschaft voranschreitet. Nur wenn Kritik kommuniziert und aufgegriffen wird, lässt sich der Wissenszuwachs erreichen, ohne den später die Arbeit an der nächsten Auflage dieses Buches nicht begonnen werden kann.

Ein erheblicher Teil der Vorarbeit zu diesem Buch ist in einem Forschungsprojekt geleistet worden, das vom damaligen Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung gefördert wurde. Für diese Förderung ist der Ausschuss für Bedarfsnormen sehr dankbar. Dieses Projekt wäre ohne diese Fördermittel nicht realisiert worden.

Mögen diese neuen Versorgungsempfehlungen ihren Beitrag zur tier- und bedarfsgerechten Versorgung der Pferde mit Energie und Nährstoffen leisten.

Stuttgart-Hohenheim, im August 2014

Markus Rodehutschord
Vorsitzender des Ausschusses für Bedarfsnormen

1. EINLEITUNG

Die „Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Pferden“ wurden vom Ausschuss für Bedarfsnormen (AfBN) der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) im Jahre 1994 publiziert (GfE 1994). Seitdem gab es einen erheblichen Zuwachs an wissenschaftlichen Erkenntnissen. Dies betrifft sowohl tierexperimentell abgesicherte Ergebnisse als auch modellhafte Ableitungen zur Futterbewertung und zum Bedarf an Energie und Nährstoffen für verschiedene Teilleistungen. Somit erschien es geboten, die verfügbare Literatur auszuwerten und die Empfehlungen zur Versorgung den aktuellen Erkenntnissen und Erfordernissen anzupassen. Gegenüber der im Jahre 1994 publizierten Broschüre (GfE 1994) besteht eine wesentliche Neuerung in der Aufnahme eines Kapitels zur artgerechten Ernährung, welches zusätzlich Anforderungen an die Rationsgestaltung, die Wasserversorgung und -qualität sowie die Futtermittel- und Fütterungshygiene aufgreift.

Teilaspekte der umfangreichen Überarbeitung wurden auf internationalen wissenschaftlichen Tagungen zur Diskussion gestellt und in wissenschaftlichen Zeitschriften publiziert. Besonders hervorzuheben sind die folgenden Neuerungen:

- Die **Futterbewertung** in Mischfuttermitteln und Rationen erfolgt nach dem **Additivitätsprinzip**. Futterwerte von Einzelfuttermitteln sind also auch in Mischfuttermitteln und Rationen, jeweils mit den Anteilen gewichtet, gültig. Nachfolgende Gleichungen und Ableitungen zur Ermittlung des Futterwertes gelten innerhalb bestimmter Grenzen für Einzelfuttermittel, Mischfuttermittel und Rationen gleichermaßen. Grenzen des Gültigkeitsbereiches an bestimmten Inhaltsstoffen in der Ration werden definiert.
- Die **energetische Futterbewertung** erfolgt auf der Stufe der **Umsetzbaren Energie** (Metabolisable energy, ME). Dies hat gegenüber der bisherigen Bewertung auf der Stufe der Verdaulichen Energie (Digestible energy, DE) vor allem den Vorteil, dass der beim Pferd im Vergleich zu anderen Species deutlich höhere Energieverlust über den Harn berücksichtigt, d. h. in Abzug gebracht wird. Der Verlust an Methanenergie wird ebenfalls beachtet, welcher jedoch beim Pferd als Dickdarmfermentierer von weit geringerer Bedeutung für den Gesamtverlust an Energie ist als beim Wiederkäuer.
- Die **Proteinbewertung des Futters** erfolgt über indirekt ermitteltes **praecaecal verdauliches Rohprotein** (pcvXP) und für einzelne Aminosäuren (AS) auf der gleichen Ebene, d. h. als pcvAS. Die Abkehr vom verdaulichen XP als Bewertungsgröße war erforderlich, da auch Pferde ihren Bedarf an essentiellen AS nur über das bis zum Ende des Dünndarms verdaute Futterprotein decken. Aufgrund der sehr geringen Anzahl von Versuchsergebnissen zur praecaecalen Verdaulichkeit von XP und AS beim Pferd wurden modellhafte Ableitungen vorgenommen. Diese basieren auf dem „Cornell Net Carbohydrate and Protein System“ für Wiederkäuer. Sie berücksichtigen die XP-Löslichkeit, die in Experimenten am Pferd ermittelte Beziehung zwischen pcvXP und löslichem XP sowie den in einzelnen Fraktionen zu erwartenden AS-Gehalten.
- Die Ableitung des **Erhaltungsbedarfs an ME** von Pferden wurde aufgrund des im Vergleich zu anderen Nutztierarten großen Anteils am Gesamtbedarf und der großen Variation unter Zuhilfenahme der verfügbaren Literatur grundlegend überarbeitet. Der bisher als konstanter Multiplikator der Metabolischen Körpergröße betrachtete Energiebedarf wurde differenziert. Unter-

schiede im Protein- und Fettgehalt des Körpers und diesbezüglich modifizierende Größen wie Rasse sowie Trainings- und Ernährungszustand wurden berücksichtigt. Weiterhin wurden auch Anforderungen für die Spontanbewegung und die Thermoregulation in Form von Zuschlägen oder Abzügen berücksichtigt.

- Die Ableitung des **zusätzlichen ME-Bedarfs tragender Stuten** erfolgt auf der Basis von Literaturergebnissen zum Sauerstoffverbrauch des graviden Uterus. Dieser ist offenbar speciesübergreifend relativ groß, was unter anderem den als besonders niedrig bekannten energetischen Teilwirkungsgrad für die Trächtigkeit erklären dürfte.
- Für die Ermittlung von Grunddaten zur **Energie- und Nährstoffversorgung laktierender Stuten** ist eine wesentliche Neuerung die Berücksichtigung der Allometrie der Milchleistung, die sich weder proportional zur Lebendmasse (LM) noch zur Metabolischen Körpergröße ($\text{kg}^{0,75}$ LM) verhält. Der Zeitpunkt der höchsten Milchleistung wurde gegenüber den bisherigen Vorstellungen (GfE 1994) deutlich vorverlegt, was trotz unterschiedlicher Vorgehensweise bei der Ableitung weitgehend den Angaben des NRC (2007) entspricht. Erstmals werden in der vorliegenden Broschüre im Verlauf der Laktation sich ändernde Gehalte an Nährstoffen in der Milch für die Ableitung der Versorgungsempfehlungen berücksichtigt.
- Jede Arbeit von Pferden macht eine angemessene Sauerstoffaufnahme erforderlich. Die Sauerstoffaufnahme wiederum steht in einem engen Zusammenhang mit der Herzschlagfrequenz. Diese ist die Grundlage für die Schätzung des **ME-Bedarfs für die Arbeit** von Pferden.
- Die **Empfehlungen zur Versorgung mit Mineralstoffen und Vitaminen** wurden neu abgeleitet und dabei die Metabolische Körpergröße als Bezugsgröße gewählt. Auf diese Weise wird die aus der Extrapolation der an unterschiedlich großen und schweren Pferden gewonnenen Versuchsergebnisse auf Tiere abweichender Gewichtsklassen auftretende Verzerrung beseitigt, dass bei ähnlichem Leistungsniveau die für die Bedarfsdeckung erforderlichen Nährstoffkonzentrationen verschieden schwerer Pferde variieren.
- Bei der Ableitung von **Anforderungen an die Versorgung mit Grobfuttermitteln** zeigte sich, dass übliche Größen zur Beurteilung der Strukturwirksamkeit von Futtermitteln (z. B. Verzehr- und Kauaktivität, Gehalt an Gerüstsubstanzen) für die Beurteilung von Rationen für Pferde nicht genügen. Es erfolgte daher eine Ableitung auf Basis ethologischer Indikatoren, nach denen Futtersuche und -aufnahme für Equiden ein Grundbedürfnis mit hoher Priorität darstellen.

Bei Umsetzung der Neuerungen und sachgerechter Berücksichtigung dieser Empfehlungen können Erkrankungen und Leistungseinbußen aufgrund von Defiziten oder Überschüssen in der Energie- und Nährstoffversorgung weitestgehend ausgeschlossen werden.

Literatur

GfE (1994): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

NRC (National Research Council) (2007): Nutrient requirements of horses. The National Academies Press, Washington D.C.

2. FUTTERMITTELBEWERTUNG

Mit der letzten Auflage dieser Broschüre im Jahre 1994 wurde ein System vorgestellt, in dem sowohl Futtermittelbewertung als auch Bedarfsableitung auf der Basis von DE und verdaulichem Rohprotein (DXP) erfolgten (GfE 1994). Die Dokumentationsstelle der Universität Hohenheim hat eine Bewertung der wichtigsten Futtermittel vorgenommen und daraus die Futterwerttabelle für Pferde (Universität Hohenheim – Dokumentationsstelle 1995) erstellt. In der vorliegenden Broschüre wird die energetische Futterbewertung auf der Stufe der ME und die Bewertung des Futterproteins basierend auf dem Gehalt an pcvXP bzw. pcvAS vorgenommen.

2.1 ENERGIE

2.1.1 Begründung für die Bewertungsstufe

Die DE ist als Bewertungsstufe bei einer herbivoren Species mit ausgeprägtem intestinalen Fermentationsraum nur eingeschränkt geeignet, da insbesondere die Methanenergieverluste durch Futtereigenschaften bedingt sind und daher die rechnerisch ermittelte Verwertung der DE im Stoffwechsel erheblich variieren kann. Im französischen Nettoenergie (NE)-System für Pferde wird eine substratspezifische Verwertung der ME $((NE/ME) \times 100)$ von 85 % für Glucose, 80 % für langkettige Fettsäuren, 70 % für AS und 63 bis 65 % für kurzkettige Fettsäuren angenommen (Martin-Rosset 2000). Weiterhin werden, differenziert nach verschiedenen Futtermitteln, die beim Verzehr entstehenden Energieaufwendungen berücksichtigt (Vermorel und Mormede 1991, Vernet et al. 1995, Vermorel und Martin-Rosset 1997, Martin-Rosset 2000). Zudem ist eine Bewertung auf der Stufe der NE mit der Kopplung an eine bestimmte Leistung (i. d. R. der Stoffansatz im Wachstum) verbunden, wodurch bei Anwendung auf andere Leistungen unterstellt wird, dass die Teilwirkungsgrade für die Verwertung der ME gleich sind. Dies ist nicht nur bei der Trächtigkeit problematisch. Insbesondere kann für den Erhaltungsstoffwechsel nicht von derselben Effizienz der Energieverwertung wie beim Stoffansatz in der positiven Energiebilanz ausgegangen werden. Darüber hinaus lässt sich der Energiebedarf für körperliche Arbeit (abgesehen von der Zugarbeit oder der vertikalen Bewegung, bei denen die Effizienz der ME-Verwertung nicht höher als 0,3 ist) nur in ME ausdrücken, da hierfür eine Nettogröße nicht definiert werden kann. Der AfBN vertritt deshalb die Auffassung, dass aus wissenschaftlicher Sicht die energetische Futterbewertung auf der Stufe der ME vorgenommen werden sollte, insbesondere dann, wenn, wie in der Pferdefütterung, der Bedarf für Erhaltung und für körperliche Arbeit einen großen Anteil des Gesamtbedarfs ausmacht.

Ergebnisse aus Respirationsversuchen mit Pferden (Nehring und Franke 1956, Hoffmann et al. 1967, Burlacu et al. 1993, Vermorel et al. 1997a,b) ermöglichen es, den mit ausreichend hoher Genauigkeit aus Nährstoffgehalten bestimmbaren DE-Gehalt im Pferdefutter um den Verlust an Methan- und Harnenergie zu korrigieren und somit den ME-Gehalt zu ermitteln (Kienzle und Zeyner 2010). Die Grundlagen für die Ableitung der DE sowie der Energieverluste in Form von Methan und Harn sind im Folgenden dargelegt.

2.1.2 Ermittlung der Verdaulichen Energie

Die Schätzung des Gehaltes an DE in Futtermitteln für Pferde wird mit Hilfe folgender Gleichung vorgenommen (GfE 2003):

Gleichung 2.1

$$DE \text{ (MJ/kg TM)} = -3,54 + 0,0209 \text{ XP} + 0,0420 \text{ XL} + 0,0001 \text{ XF} + 0,0185 \text{ XX}$$

(Regressionskoeffizienten in MJ/g; Rohnährstoffe in g/kg TM)

Für die Ableitung der Schätzggleichung wurde das folgende Modell gewählt:

$$DE = (GE_{XP} \times DXP + GE_{XL} \times DXL + GE_{XF} \times DXF + GE_{XX} \times DXX) / 1000$$

DE = verdauliche Energie

GE = Bruttoenergie

DXF = verdauliche Rohfaser

XF = Rohfaser

DXL = verdauliches Rohfett

XL = Rohfett

DXP = verdauliches Rohprotein

XP = Rohprotein

DXX = verdauliche N-freie Extraktstoffe

XX = N-freie Extraktstoffe

(DE in MJ/kg TM; GE in MJ/kg; verdauliche Rohnährstoffe in g/kg TM)

Weiterhin wurden dafür die folgenden Bedingungen formuliert:

1. Die GE-Konzentrationen der einzelnen Rohnährstoffe sind als Konstanten definiert: GE_{XP} , GE_{XL} , GE_{XF} und $GE_{XX} = 23,9$; $39,8$; $20,1$ und $17,5$ MJ/kg (GfE 1995).
2. Der Gehalt an verdaulichen Rohnährstoffen wird bei dieser Schätzung regressiv ermittelt (siehe nächster Absatz).
3. Als Regressoren werden ausschließlich Fraktionen der Weender Analyse verwendet. Die Anzahl von Versuchen, in denen die Fraktionen der Detergenzienfaseranalyse berücksichtigt wurden, ist noch zu gering.

Die Gleichung ist verwendbar für Einzelfuttermittel, Mischfuttermittel und Rationen, sofern der Gehalt an XL bzw. XF in der Ration 80 bzw. 350 g/kg TM nicht überschreitet.

Die folgenden Regressionsgleichungen zur Schätzung des Gehaltes an verdaulichen Rohnährstoffen im Pferdefutter wurden als Zwischenstufe abgeleitet:

$$DXP = - 27,2 + 0,917 \text{ XP}$$

$$DXL = - 11,5 + 1,108 \text{ XL}$$

$$DXX = - 149,4 + 1,110 \text{ XX}$$

(Rohnährstoffe und verdauliche Rohnährstoffe in g/kg TM).

Eine regressive Schätzung des Gehaltes an DXF war nicht zufriedenstellend, so dass die im Datenmaterial vorliegende mittlere XF-Verdaulichkeit von 47,4 % zur Ableitung der Schätzggleichung (Gleichung 2.1) verwendet wurde.