

6 Ernährung und Fütterung der Schweine (G. Flachowsky, A. Berk und E. Schulz)

6.1 Ernährungsphysiologische Grundlagen (G. Flachowsky)

Das Ziel der Ernährung besteht in der effizienten Umwandlung der Futtermittel bzw. der Nährstoffe in nutzbare Tierprodukte, wie Milch, Fleisch und Eier, bzw. in andere tierische Leistungen (z. B. Zugkraft, Wolle, Sport) mit gesunden Tieren unter Berücksichtigung ökonomischer und ökologischer Aspekte (z. B. N- und P-Ausscheidung). In der Schweineproduktion geht es in Mitteleuropa ausschließlich um die ökonomisch und ökologisch günstige Erzeugung an Fleisch mit hohem Genusswert in einer vom Verbraucher gewünschten Qualität.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass im Vergleich mit der Milch-, Eier- und Geflügelfleischerzeugung die Schweinefleischerzeugung nährstoffökonomisch und ökologisch nicht günstig abschneidet. In Tabelle 6.1 sind in Abhängigkeit von der Leistungshöhe die tägliche erzeugte Menge an essbarem Protein sowie die N-Ausscheidung je kg essbarem Protein vergleichend dargestellt. Der Vergleich belegt, dass durch höhere Leistungen und entsprechende Fütterungsmaßnahmen eine effizientere Futternutzung möglich ist, was eine Herausforderung für die Schweinehalter darstellt.

Durch eine bedarfsgerechte Ernährung sollen die Futterinhaltsstoffe effizient in den gewünschten Fleischansatz umgesetzt werden. Mengenmäßig gehören Kohlenhydrate, Proteine und Fette zu den wichtigsten Futterinhaltsstoffen; im Tierkörper kommen fast ausschließlich Proteine und Fette vor. Kohlenhydrate haben nur als Glykogen (Speicherkohlenhydrat in der Leber) und als Glucose im Blut eine spezifische Bedeutung im Energiestoffwechsel. In Tabelle 6.2 sind die Hauptnährstoffe bzw. Bestandteile der Futtermittel und z. T. der Tierkörper sowie wichtige Mengen- und Spurenelemente zusammengestellt.

Die Weender Futtermittelanalyse erfasst die wichtigsten Bestandteile der Futtermittel und der Tierkörper (Abb. 6.1, s. auch Abschnitt 6.2.1).

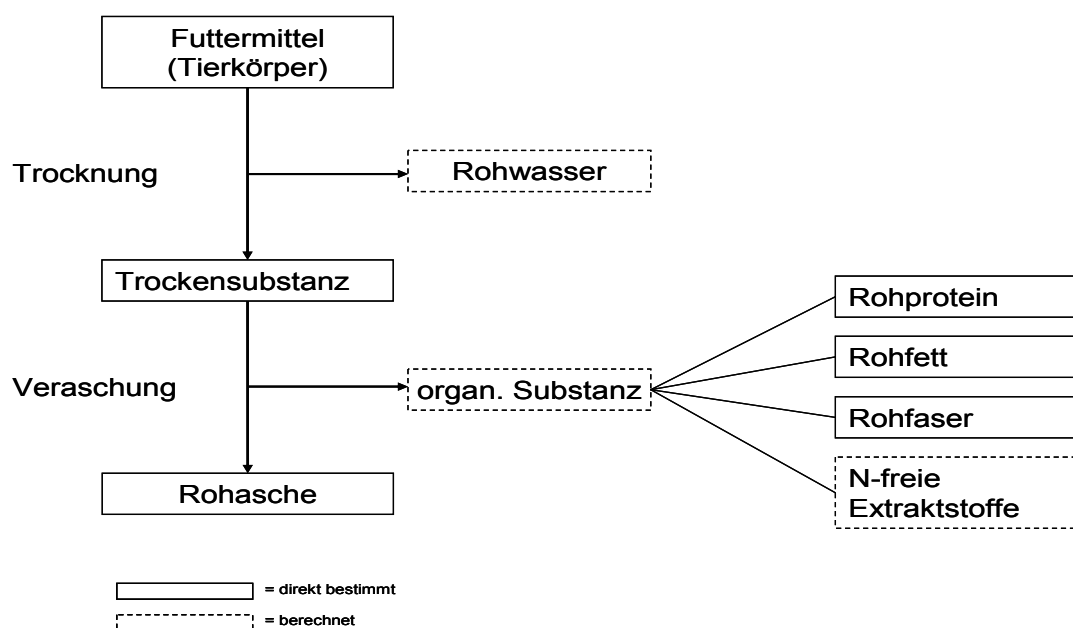


Abb. 6.1: Schritte und Fraktionen der Weender Analyse

Tab. 6.1: Produktion von essbarem Protein mit verschiedenen Tierarten/-kategorien und N-Ausscheidung

Proteinquelle	Produktion	Essbarer	Proteingehalt in	Essbares Protein		N-Ausscheidung	
				g/Tag	g/kg Körpergewicht	kg/kg	Prozent der Aufnahme
Kuhmilch (650 kg LM)	10 kg Milch	95	34	323	0,5	0,65	75
	20 kg Milch			646	0,9	0,44	70
	40 kg Milch			1292	2,0	0,24	65
Rindfleisch (400 kg LM)	500 g LMZ ¹⁾	50	190	48	0,12	2,5	90
	1000 g LMZ			95	0,24	1,6	84
	1500 g LMZ			143	0,36	1,2	80
Schweinefleisch (80 kg LM)	500 g LMZ	60	150	45	0,55	0,8	85
	700 g LMZ			63	0,8	0,7	80
	900 g LMZ			81	1,0	0,6	75
Hähnchenfleisch (1,5 kg LM)	40 g LMZ	60	200	4,8	3,2	0,4	70
	60 g LMZ			7,2	4,8	0,3	60
Eier (1,8 kg LM)	50 % LL ²⁾	95	120	3,6	2,0	0,6	80
	70 % LL			5,1	2,8	0,35	65
	90 % LL			6,6	3,7	0,2	55

¹⁾Lebendmassezunahme²⁾Legeleistung

Tab. 6.2: Ausgewählte Inhaltsstoffe, die in Futtermitteln und teilweise im Tierkörper vorkommen

Nährstoffe	Kohlenhydrate	Fett	Eiweiße	Mengen- und Mengenelemente	Vitamine
Einzelne Komponenten (Beispiele)	<u>Monosaccharide</u> •Glucose •Galaktose •Fructose •Ribose <u>Disaccharide</u> •Maltose •Cellobiose •Lactose <u>Polysaccharide</u> - Stärke •Amylose •Amylopektin - Glycogen - Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP) •Zellulose •Hemicellulose •Pektin <u>Kohlenhydrat-Begleitstoffe</u> •Lignin	<u>Glycerin</u> <u>Fettsäuren (FS)</u> -Gesättigte FS •Laurinsäure (C ₁₂) •Myristinsäure(C ₁₄) •Palmitinsäure(C ₁₆) •Stearinsäure(C ₁₈) - Ungesättigte FS •Ölsäure(C _{18:1}) •Linsäure(C _{18:2}) •Linolensäure(C _{18:3}) •Arachidonsäure(C _{20:4}) •Trans-FS •Konjugierte Linsäuren (mit cis- und trans- Bindung) Phospholipide Steroid Carotinoide	<u>Aminosäuren (AS)</u> - Essentielle AS •Histidin •Isoleucin •Leucin •Lysin •Methionin •Phenylalanin •Threonin •Tryptophan •Valin -Semi- und nichtessentielle AS •Alanin •Arginin •Asparaginsäure •Glutaminsäure •Glycin •Prolin •Serin	<u>Mengenelemente</u> •Calcium (Ca) •Chlor (Cl) •Kalium (K) •Magnesium (Mg) •Natrium (Na) •Phosphor (P) •Schwefel (S) <u>Spurenelemente</u> •Cobalt (Co) •Eisen (Fe) •Jod (J) •Kupfer (Cu) •Mangan (Mn) •Selen (Se) •Zink (Zn)	<u>Fettsäure</u> <u>Vitamine</u> •A •D •E •K <u>Wasserlösliche Vitamine</u> •B ₁ •B ₂ •B ₆ •B ₁₂ •Niacin •Pantothensäure •Biotin •Folsäure Provitamine und vitamin-ähnliche Substanzen •β-Carotin •Cholin •Carnitin

Die verschiedenen Fraktionen werden als Rohnährstoffe bezeichnet, wohlwissend, dass sich die einzelnen Nährstoffgruppen (Tab. 6.2) nicht in jedem Fall in den gleichen Fraktionen der Weender Futtermittelanalyse wieder finden. Beispielsweise kommen verschiedene Polysaccharide sowohl in der Fraktion der Rohfaser als auch bei den N-freien Extraktstoffen vor. Die Weender Futtermittelanalyse stellt aber nach wie vor eine wichtige Grundlage für die unter 6.2. besprochene Futterbewertung dar.

Als weiterführende Literatur zum Thema „ernährungsphysiologische Grundlagen“ können die Fachbücher von Abel et al. (1995), Engelhard und Breves (2004), Jeroch et al. (1999), Kamphues et al. (2004) und Kirchgessner (2004) empfohlen werden.

6.1.1 Aufbau, Entwicklung und Funktion des Verdauungstraktes

Bei der Verdauung werden die hochmolekularen Futterinhaltsstoffe, wie Proteine, Fette und Kohlenhydrate durch spezifische Verdauungsenzyme in niedrigmolekulare Bestandteile, wie z. B. Aminosäuren, Fettsäuren und Monosaccharide gespalten. Diese Monomeren, aber auch größere Bruchstücke, wie Dipeptide, Mono- oder Diglyceride bzw. Disaccharide werden dann mittels Absorption für den Tierkörper verfügbar gemacht. Verdauung und Absorption finden beim Schwein hauptsächlich im Magen und Dünndarm statt.

Der Verdauungstrakt des Schweines besteht aus Maulhöhle, Speiseröhre, einhöhligen Magen (Monogastrier) und Darm. Der Darm wird in Dünndarm mit den Abschnitten Zwölffinger-, Leer- und Hüftdarm und in Dickdarm mit Blind-, Grimm- und Mastdarm unterteilt (Abb. 6.2).

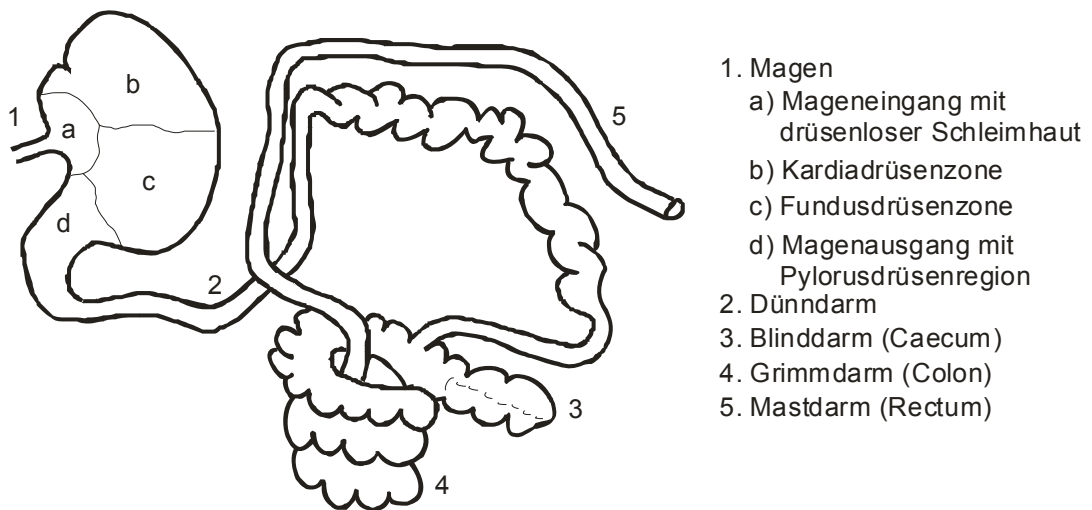


Abb. 6.2 Magen- und Darm-Kanal des Schweines

Das Fassungsvermögen des gesamten Verdauungskanals eines Schweines beträgt ca. 26 bis 28 Liter, wobei etwa 30% des Volumens auf den Magen, 33% auf den Dünndarm und 37% auf den Dickdarm entfallen. Die Darmlänge beträgt beim Schwein etwa das 14fache der Körperlänge. Der Dünndarm (15-20 m) ist deutlich länger als der Dickdarm (3-5 m). Die Oberfläche des Darmes wird noch durch Falten und Zotten sowie Mikrovilli in den Innenflächen um ein Vielfaches vergrößert. Die Oberflächenvergrößerung trifft vor allem auf die Dünndarmmucosa zu, da dort vorrangig die Einwirkung der Enzyme und die Absorption der Nährstoffe stattfinden.

Der Verdauungstrakt und die nährstoffspezifischen Enzyme entwickeln sich mit zunehmendem Alter der Tiere. Unmittelbar nach der Geburt sind vor allem Laktase, Lipase und Protein-spaltende Enzyme vorhanden (Abb. 6.3), so dass das Ferkel ausschließlich auf die Zufuhr/Aufnahme von Muttermilch bzw. adäquaten Milchaustauschern angewiesen ist.

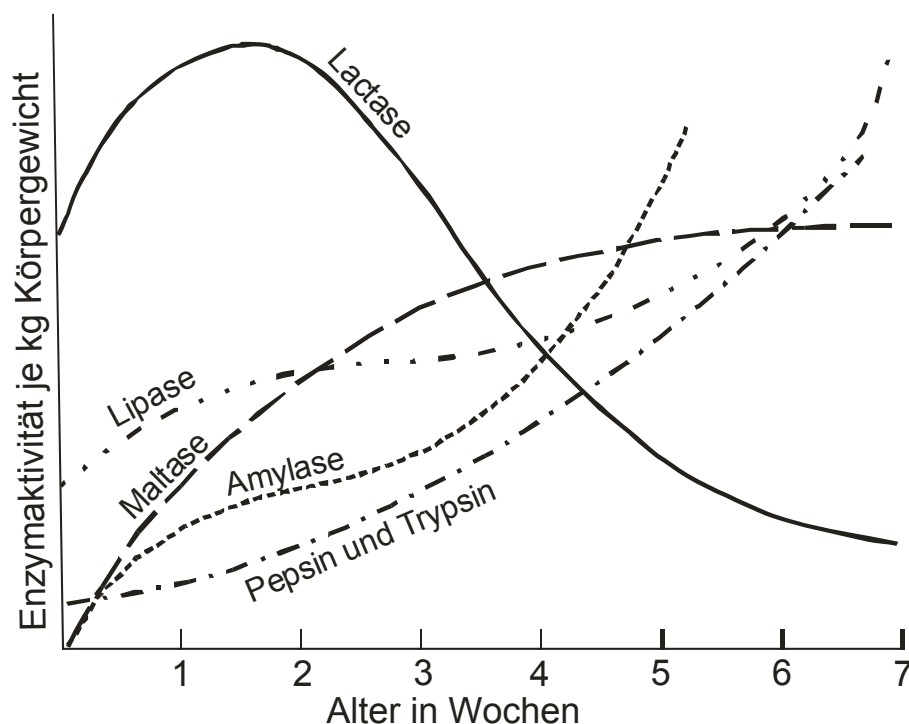


Abb. 6.3: Aktivität von Verdauungsenzymen beim Ferkel (nach Kirchgessner 2004)

Die Amylase- und Maltaseaktivitäten (Kohlenhydratspalter) steigen mit zunehmendem Alter allmählich an. Bei zu hohen Stärkemengen bei jungen Tieren kann es zu einem Stärke-Bypass durch den Dünndarm kommen, so dass größere Stärkemengen für mikrobielle Umsetzungen im Dickdarm bereitstehen und somit potenziell zu Durchfällen beitragen können.

Die verschiedenen Verdauungsenzyme werden entweder über Sekrete der Magen- und Dünndarmschleimhaut oder der Pankreas in das Lumen des Verdauungstraktes sezerniert (Abb. 6.4). Dabei handelt es sich vor allem um Hydrolasen, die die Hydrolyse der Bindungen, wie z.B. Ester-, Peptid- oder Glycosidbindung, der wichtigsten Futterinhaltsstoffe bewirken. Neben dieser luminalen Verdauung werden durch die Bürstensäume des Dünndarms auch membrangebundene Enzyme sezerniert, durch die verschiedene Spaltprodukte bis zu Monomeren abgebaut werden (Abb. 6.4). β -glukosidisch gebundene Kohlenhydrate, wie Zellulose und verschiedene Hemizellulosen (1-3, 1-4- β -D-Glucane, Arabino-Xylane, Galacto-Mannane u. a.) können nicht durch körpereigene Enzyme verdaut werden. Ihr Abbau erfolgt teilweise mittels Mikroorganismen in den hinteren Darmabschnitten.

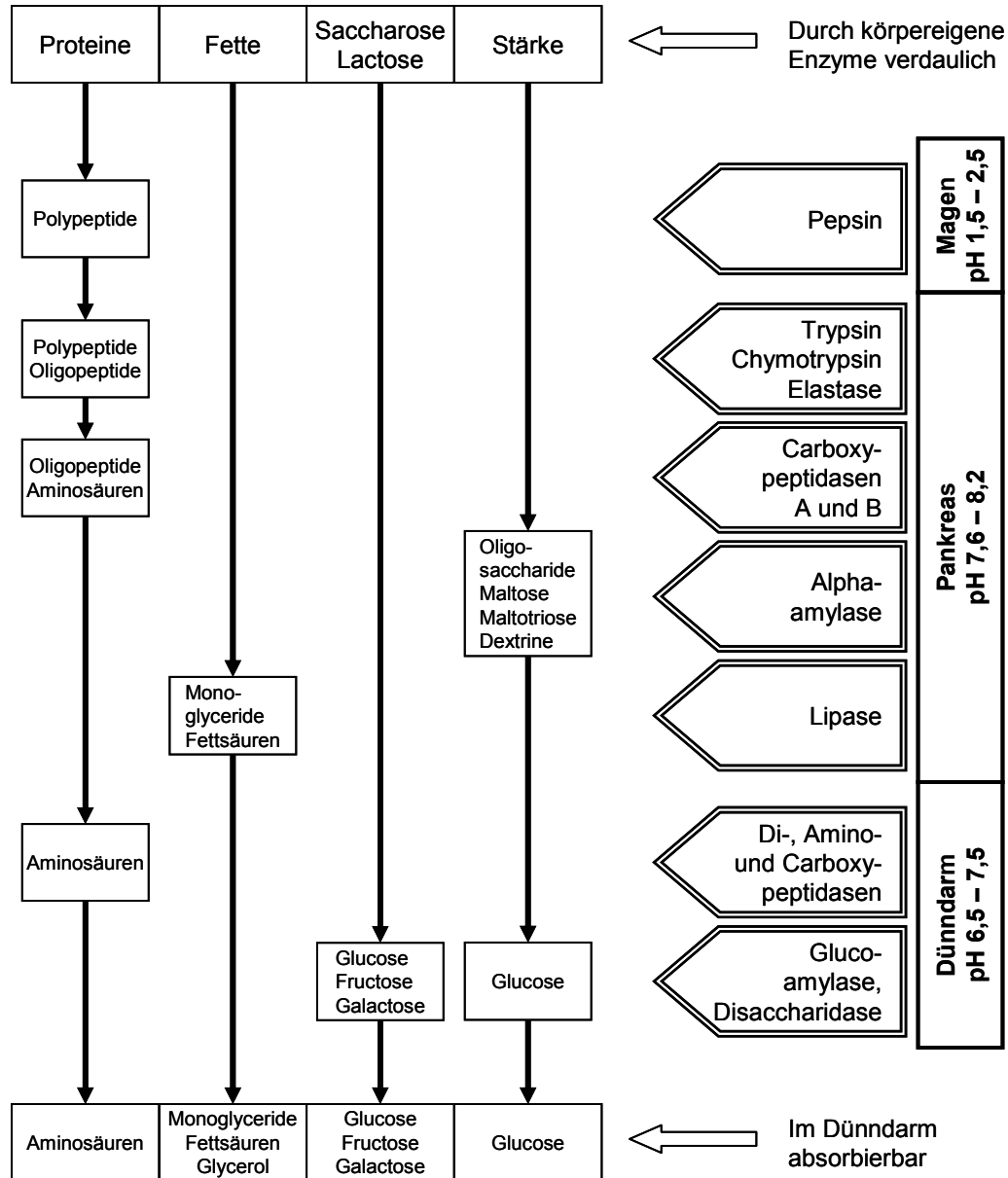


Abb. 6.4: Abbau der Hauptnährstoffe durch körpereigene Enzyme zu absorptionsfähigen Produkten im Verdauungstrakt (nur die wichtigsten Enzyme sind berücksichtigt)

6.1.2 Verdauung beim Schwein

Bei der Verdauung kann in drei Bereiche unterschieden werden:

- Mechanische Aufbereitung (Futteraufnahme, Zerkleinerung durch Kauen, Einspeicheln)
- Chemische bzw. enzymatische Verdauung (HCl-Bildung im Magen und beginnende Proteinspaltung durch Pepsin, anschließende Neutralisation des Nahrungsbreies durch Pankreassekrete und enzymatische Aufspaltung der spezifischen Nährstoffe im Dünndarm)
- Mikrobielle Verdauung (vor allem spezielle Kohlenhydrate, wie Zellwandbestandteile) im Dickdarm.

Im Maulbereich erfolgt neben der Zerkleinerung die Einspeichelung. Der aus den Speicheldrüsen stammende Speichel enthält Schleim- und Mineralstoffe sowie in geringem Umfang das Stärke-spaltende Enzym α -Amylase.

Der Magen dient primär als Nahrungsspeicher. Die von den Belegzellen der Fundusdrüsen des Magens gebildete Salzsäure führt zu einer pH-Wert-Absenkung des Futterbreies bis auf Werte von 1,5-2,5 (Abb. 6.4) und hat damit auch eine bakterizide Wirkung. Obwohl im Magensaft verschiedene Enzyme (Pepsin) enthalten sind, ist die Bedeutung für die enzymatische Verdauung im Vergleich zu der Verdauungskapazität des Dünndarms mit seiner Vielfalt an Enzymen gering.

Der Transport des Nahrungsbreies durch die verschiedenen Abschnitte des Verdauungstraktes erfolgt durch spezielle Bewegungen der spezifischen Magen- und Darmmuskulatur. Durch Pendel- und Knetbewegung als auch durch peristaltische (wellenförmige) Bewegungen wird der Darminhalt mit den Zotten der Darmwände in Berührung gebracht, so dass die luminale Verdauung und auch die Nährstoffabsorption möglich werden. Außerdem wird der Nahrungsbrei weiter transportiert.

Proteinverdauung

Die Proteinverdauung beginnt in nennenswertem Umfang bereits im Magen (Abb. 6.4).

Durch den niedrigen Magen-pH-Wert von 1,5-2,5 (HCl-Produktion der Belegzellen der Fundusdrüse) erfolgt zunächst eine Denaturierung des Proteins. Die Drüsen der Magenschleimhaut sezernieren das Pepsinogen, eine Enzymvorstufe, das bei dem tiefen pH-Wert zum Pepsin aktiviert wird und eine Proteinhydrolyse bis zu Polypeptiden ermöglicht. Damit der Magen sich nicht selbst verdaut, wird auch eine die Magenwand schützende Schleimschicht produziert.

Im Dünndarm erfolgt dann durch die Enzyme der Pankreas (Bauschspeicheldrüse) sowie durch verschiedenen Peptidasen der Darmschleimhaut die weitere Aufspaltung der Polypeptide zu Oligo-, Dipeptide bis hin zu den Aminosäuren, die dann im Dünndarm absorbiert werden können (Abb. 6.4).

Fettverdauung

Für die Verdauung der Fette ist die feine gleichmäßige Verteilung der Fetttropfchen (Emulgierung) durch die Gallensäuren unerlässlich, da so die Enzyme (Lipasen) besser angreifen können. Zugleich neutralisiert die Galle den sauren Verdauungsbrei, damit die in den Dünndarm sezernierten Enzyme zur Wirkung kommen können. Für die Fettverdauung hat die Pankreaslipase die größte Bedeutung (Abb. 6.4). Durch sie werden die Fette (Fettglyceride) in Di- und Monoglyceride sowie in Glycerin und freie Fettsäuren gespalten. Diese Spaltprodukte werden im Dünndarm absorbiert und stehen zur energetischen Nutzung bzw. zum Aufbau von Körperfett zur Verfügung.

Kohlenhydratverdauung

Die Verdauung der Kohlenhydrate beginnt bereits im Maul durch die von den Speicheldrüsen sezernierte Amylase. Ein nennenswerter Kohlenhydratabbau erfolgt dann im Dünndarm durch die Pankreasamylase (Abb. 6.4). Die entstehenden Disaccharide (z.B. aus dem Polysaccharid Stärke) werden durch Disaccharidasen (Glukosidasen, Galactosidasen) weiter gespalten. So werden die Disaccharide Maltose in Glucose, Saccharose in Glucose und Fructose und der Milchzucker Lactose in Glucose und Galactose gespalten. Diese Monosaccharide gelangen über die Darmepithelzellen in das Blut (Abb. 6.4). Für die Spaltung der β -glukosidische Bindungen der Glucose in Polysacchariden, wie Zellulose, Hemizellulosen u.a. besitzt das Schwein keine körpereigenen Enzyme.

Verdauung im Dickdarm

Der Dickdarm kann als mikrobieller Verdauungsraum bezeichnet werden. Die Dickdarmschleimhaut besitzt keine Darmzotten, aber Drüsen, die Schleim absondern. Der Aufenthalt der Nahrungspartikel ist im Dickdarm etwa zwei- bis dreimal so lang wie im Dünndarm. In dieser Zeit können Darmbakterien aktiv werden und es erfolgt die Absorption von Wasser und Elektrolyten.

Obwohl beim Schwein die Verdauung mit körpereigenen Enzymen dominiert, entwickelt sich mit zunehmendem Alter im Dickdarm eine Mikrobenpopulation ($10^8 - 10^{10}$ Bakterien je g Darmsaft), so dass dort Prozesse ablaufen, die mit denen im Pansen der Wiederkäuer

vergleichbar sind. Daraus ergeben sich Konsequenzen für die Fütterung. Die Mikroorganismen des Dickdarmes sind wie auch im Pansen in der Lage, verschiedene Nährstoffe auf- (z. B. mikrobielle Proteinsynthese), aber auch abzubauen (Proteinabbau, Fermentation der β -glukosidisch gebundenen Zellwandkohlenhydrate). Mit Ausnahme der flüchtigen Fettsäuren, wie Essig-, Propion- und Buttersäure (Verhältnis in Mol-% etwa 65:20:10), die vor allem aus dem mikrobiellen Kohlenhydratabbau entstehen, können die anderen mikrobiell synthetisierten Nährstoffe (z.B. Proteine) nicht im Dickdarm absorbiert werden. Daraus resultiert, dass für das Schwein nur die vor dem Dickdarm (vor dem Caecum/Blinddarm bzw. praecaecal) verdauten Nährstoffe zur Verfügung stehen. Diese Erkenntnis führte u. a. dazu, dass in den neuen Versorgungsempfehlungen der GfE (2006) der Aminosäurebedarf auf der Basis praecaecal verdaulicher Aminosäuren (pcv AS) abgeleitet wurde.

Die im Dickdarm absorbierten flüchtigen Fettsäuren werden vom Schwein energetisch genutzt. In Abhängigkeit vom Zellwandanteil in der Ration können vom Schwein 10 bis 30% des Energieerhaltungsbedarfes aus den Fermentationsprodukten des Dickdarms gedeckt werden.

Verdaulichkeit

Als verdaut werden die Nährstoffe bezeichnet, die nicht im Kot erscheinen. Da dabei nicht berücksichtigt wird, ob die Nährstoffe im Dünndarm absorbiert und vom Schwein „echt“ genutzt werden können oder im Ergebnis der Umsetzungen im Dickdarm neu gebildet wurden bzw. aus endogenen Ausscheidungen stammen, wird auch häufig der Begriff „scheinbar verdaulich“ verwendet.

Die Verdaulichkeit gibt an, wieviel Prozent der aufgenommenen Nährstoffe nicht im Kot ausgeschieden werden und errechnet sich nach folgender Gleichung:

$$\text{(scheinbare) Verdaulichkeit (\%)} = \frac{\text{Nährstoffaufnahme im Futter} - \text{Nährstoffausscheidung im Kot (g/Tier und Tag)}}{\text{Nährstoffaufnahme im Futter (g/Tier und Tag)}} \times 100$$

Sie wird ermittelt, indem neben Futtermittelanalysen Schweine individuell eine bestimmte Zeit in sogenannten Bilanzkäfigen gehalten werden und der Kot gesammelt und analysiert wird.

Die Verdaulichkeit der einzelnen Futternährstoffe ist tierarten- und altersabhängig und wird für die einzelnen Futtermittel tabelliert (s. Anhangtabelle). Sie ist von großer Bedeutung für die Ermittlung des Gehaltes der Futtermittel an verdaulicher, umsetzbarer bzw. Nettoenergie der verschiedenen Futtermittel (Abschnitt 6.2).

Die Entwicklung des Volumens (Höhe der Futteraufnahme) und der Funktion des Verdauungssystems (z.B. zunehmende mikrobielle Dickdarmverdauung) auf der einen Seite und das Leistungsniveau bzw. der Energiebedarf der Schweine auf der anderen Seite sind die Gründe für die unterschiedlichen Ansprüche der Schweine an die Verdaulichkeit bzw. die Energiekonzentration des Futters (Tab. 6.3).

Ferkel, intensiv wachsende Mastschweine und säugende Sauen benötigen ein höher verdauliches Futter (> 80% Verdaulichkeit der organischen Substanz) als die anderen Kategorien (Tab. 6.3).

Tab. 6.3: Empfehlungen für Schweine verschiedener Altersstufen und Nutzungsrichtungen für die Verdaulichkeit sowie mögliche Konsequenzen für den Rohfasergehalt und die Energiekonzentration der Ration

	Verdaulichkeit der organischen Substanz (%)	Mögliche Konsequenzen für	
		Rohfasergehalt (% der T)	Energiekonzentration (MJ ME/kg T)
Ferkel, 10.-15. Lebenswoche	≈ 85	< 7	≈ 15
Mastschweine und weibliche Jungschweine	≈ 80	4-8	≈ 14
Sauen			
niedertragend	≈ 65	6-14	≈ 12
hochtragend	≈ 75	6-12	≈ 13
säugend	≈ 80	6-10	≈ 13,5
Besamungseber	≈ 75	6-12	≈ 12,5

6.1.3 Stoffwechsel und Einflussfaktoren

Zu den Stoffwechselaktivitäten der Schweine zählen die Umsetzungen für die Prozesse der Lebenserhaltung sowie für Bewegung, Wachstum und bei Sauen für Gravidität und Laktation (Abb. 5). Bei Ebern kommen noch die Aufwendungen für die Spermaproduktion und den Deckakt dazu. Alle diese Prozesse sind stoffwechselfähig sehr komplex und nicht voneinander losgelöst zu betrachten.

Erhaltung

Im Erhaltungsbedarf werden die zur Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge und zur Erhaltung der Leistungsbereitschaft erforderlichen Umsetzungen zusammengefasst. Dazu zählen der Grundumsatz (Umsetzungen im thermoneutralen Bereich in absoluter Ruhe) und die Aufwendungen für Verdauung und Absorption, die Umsetzungen im Stoffwechsel sowie eine minimale Bewegungsaktivität (Abb. 6.5).

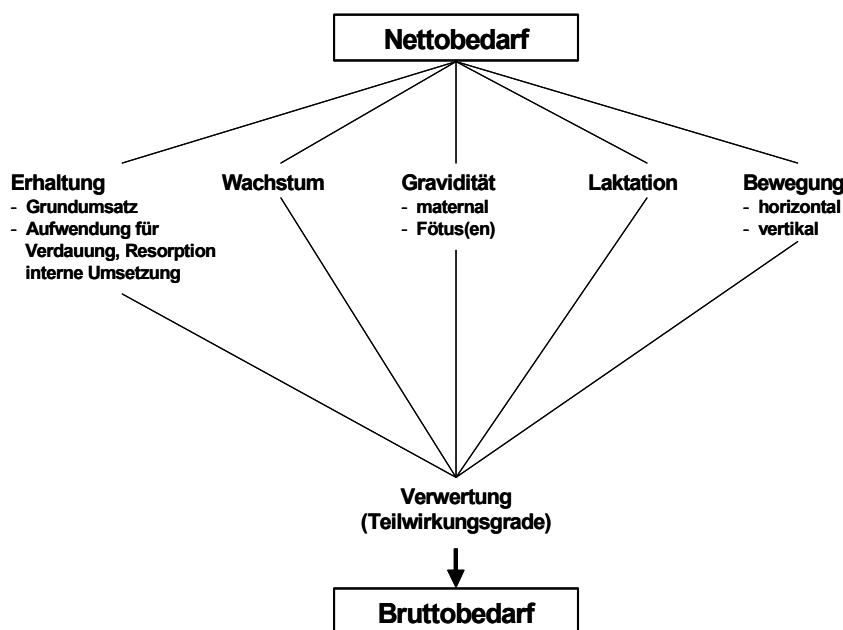


Abb. 6.5: Schema zur Ableitung des Brutto- bzw. Gesamtenergiebedarfs aus dem Nettobedarf und den Teilwirkungsgraden beim Schwein (nach Jeroch et al., 1999)

GfE (2006) unterstellte für Schweine (Ferkel, Mastschweine, Sauen) einen Erhaltungsbedarf von 0,44 MJ umsetzbare Energie (ME) je kg LM^{0,75} und Tag, der Literatur können Werte im Variationsbereich von 0,35-0,75 MJ je kg LM^{0,75} und Tag entnommen werden (Jeroch et al., 1999).

Als Aminosäuren- bzw. Protein-Erhaltungsbedarf werden alle notwendigen Aufwendungen an N-Verbindungen verstanden, die dem Organismus die Aufrechterhaltung des N-Gleichgewichtes erlauben. Sie tragen demnach nicht zum Proteinansatz bei, verhindern jedoch die Mobilisation von Körperprotein. In Auswertung der verfügbaren Literatur wurden durch die GfE (2006) folgende Angaben zum täglichen Bedarf an praecaecal verdaulichen Aminosäuren (pcv AS) abgeleitet (in mg je kg LM^{0,75}):

Lysin: 38, Methionin: 10; Threonin: 50, Tryptophan: 15. Daraus ergibt sich für diese vier Eck-Aminosäuren ein Verhältnis von 100 : 26 : 132 : 39.

Ansatz (Wachstum)

Die über den Erhaltungsbedarf hinaus aufgenommene Energie und die Nährstoffe stehen zum Ansatz zur Verfügung. Je weiter das Verhältnis zwischen Energieaufnahme für den Ansatz und für die Erhaltung ist bzw. je geringer der relative Anteil des Erhaltungsbedarfes an der Gesamtaufnahme ist, um so effizienter werden Futternährstoffe in Produkte vom Schwein umgewandelt bzw. um so geringer sind Futter- bzw. Energieaufwand.

Der Stoffansatz der Schweine besteht im Wesentlichen aus Protein und Fett, angesetzt werden jedoch auch Mengen- und Spurenelemente. Während der Proteinansatz mit zunehmendem Alter/Lebendmasse geringfügig abfällt (von ≈ 165 g/kg bei 30 kg LM auf ≈ 145 g/kg Lebendmasse bei 120 kg schweren Mastschweinen; Abb. 6.6), steigt der Fettansatz kontinuierlich an (von 190 auf ≈ 420 g/kg Lebendmasse bei 30 bzw. 120 kg Lebendmasse, Abb. 6.6).

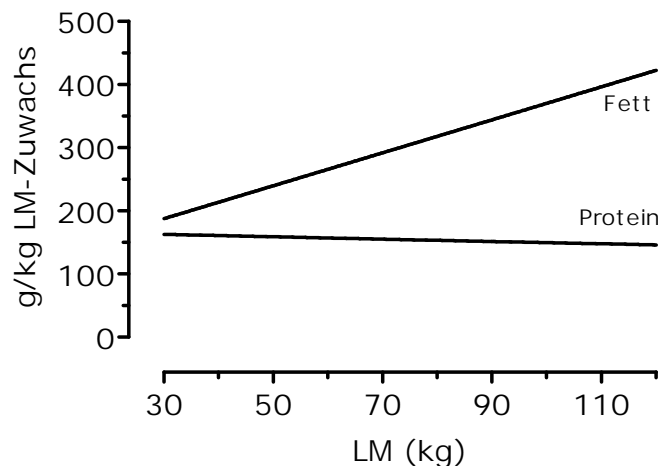


Abb. 6.6. Veränderung der Gehalte an Protein und Fett im Zuwachs von Schweinen ab 30 kg Lebendmasse (GfE, 2006)

Börge setzen bei gleicher Lebendmasse und gleicher Fütterung mehr Fett an als weibliche Schweine, im Proteinansatz bestehen keine nennenswerten Unterschiede (GfE, 2006).

Unter Berücksichtigung des Stoff- bzw. Energieansatzes wurden die Teilwirkungsgrade der umsetzbaren Energie des Futters abgeleitet. Da in der Ferkelaufzucht (bis 30 kg LM) keine wesentlichen Unterschiede im Protein- und Fettansatz bestehen (Abb. 6.6), wurde für diese Altersgruppe ein einheitlicher Teilwirkungsgrad (k_{pf}) von 0,70 unterstellt.

Da im späteren Wachstumsverlauf der Fettansatz dominiert (Abb. 6.6) und die Futterenergie für die Fettbildung effizienter genutzt wird als für den Proteinansatz, werden für den Mastabschnitt von > 30 kg verschiedene Teilwirkungsgrade verwendet ($k_p = 0,56$; $k_f = 0,74$). Diese Faktoren haben wesentliche Bedeutung für die Ableitung der Versorgungsempfehlungen für Mastschweine (Abschnitt 6.3).

Trächtigkeit

Die Trächtigkeitsphase ist sowohl durch erhöhten Energie- und Stoffansatz bei der Sau (Uterus, Placenta, Flüssigkeiten, Milchdrüse sowie „Superretention“ in verschiedenen Geweben) als auch in den Föten gekennzeichnet. Dabei besteht jedoch eine deutliche Abhängigkeit vom Trächtigkeitsstadium (Abb. 6.7).

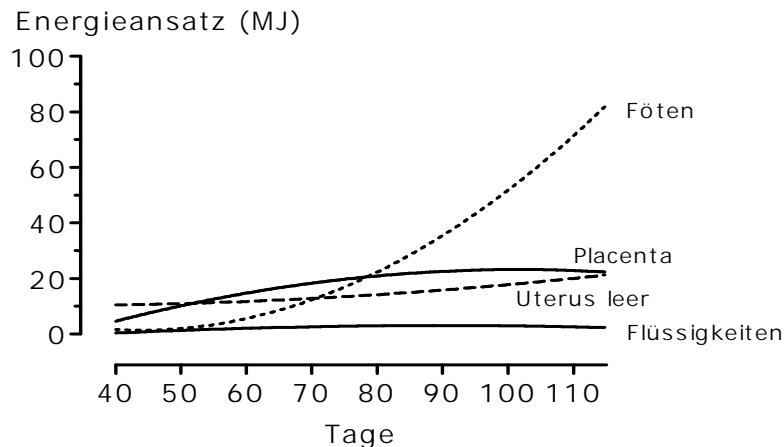


Abb. 6.7.: Verlauf des Energieansatzes in Fraktionen der Konzeptionsprodukte während einer Trächtigkeit mit 12 Ferkeln (nach NOBLET et al., 1985)

Während in den ersten Trächtigkeitswochen Uterus- und Placentaentwicklung dominieren, entfallen in den letzten Wochen weit über 50 % des Energieansatzes auf die Föten. Bei der Ableitung von Versorgungsempfehlungen für tragende Sauen wurden durch die GfE (2006) diese Zusammenhänge berücksichtigt (Abschnitt 6.3).

Laktation

Sauenmilch enthält im Mittel 51 g Protein, 83 g Fett und 40 g Lactose je kg. Daraus ergibt sich ein mittlerer Energiegehalt von ≈ 5 MJ/kg. Die Laktationsleistung steigt von 5-6 kg/Tag in der ersten Woche bis auf 10 kg /Tag (und im Einzelfall darüber) in der 3. Woche an, wobei die Wurfgröße auch Einfluss auf die Milchleistung ausübt. Aus diesen Einflussfaktoren und unter Berücksichtigung eines Teilwirkungsgrades der umsetzbaren Energie für die Milchbildung (k_i) von 0,7 (GfE, 2006) kann abgeleitet werden, dass eine tägliche Futteraufnahme von 7 kg und mehr realisiert werden müsste. Derartige Werte können häufig nicht erreicht werden, so dass durch die Mobilisierung von Körpergewebe zusätzliche Energie bzw. Protein für die Milchbildung gewonnen werden muss. Energetisch werden durch die Mobilisation von 1 kg Lebendmasse im Mittel 20 MJ (15-25 MJ/kg) für die Milchsynthese gewonnen. Auf die praktischen Konsequenzen dieser Zusammenhänge wird im Abschnitt 6.3.2. Fütterung tragender bzw. laktierender Sauen eingegangen.

6.2 Futtermittelkundliche Aspekte (A. Berk)

6.2.1 Wichtige Futterinhaltsstoffe

Rohnährstoffe

Grundlage der Ermittlung der wertbestimmenden Bestandteile eines Futtermittels, das gilt für Einzelfuttermittel ebenso wie für Mischfuttermittel, ist die Weender Analyse (Abschn. 6.1., Abb. 6.1.).

Auf klassisch nasschemische Art werden dabei im eigentlichen Sinne nur die Trockenmasse (T), die Rohasche (XA), das Rohprotein (XP), das Rohfett (XL) und die Rohfaser (XF) bestimmt. Die entsprechenden analytischen Verfahren sind das Trocknen, das Veraschen, die N-Analyse, die Fettextraktion und die Rohfaserbestimmung. Das Rohwasser (keine offizielle Abkürzung), die Organische Masse (OM) und die N-freien Extraktstoffe (XX) werden durch einfache Differenzrechnung ermittelt. Da sich die Futtermittelbewertung im Laufe der Zeit durch neue Erkenntnisse und bessere analytische Möglichkeiten weiter entwickelt hat, muss man diese Fraktionen heute um folgende erweitern:

- Rohstärke und stärkeähnliche Substanzen (XS)
- Zucker, berechnet als Saccharose, bei Milch und Milchprodukten als Lactose (XZ)
- Säure-Detergentien-Faser (ADF)
- Neutral-Detergentien-Faser (NDF)
- Organischer Rest (OR), dieser wird wie folgt berechnet:
OR = OM-(XP+XL+XS+XZ+ADF)
- Bakteriell fermentierbare Substanz (BFS), welche bis vor kurzem noch zur Berechnung der Umsetzbaren Energie (ME) notwendig war, aber jetzt keine Bedeutung mehr hat.

Aminosäuren

Weitere wichtige Futterinhaltsstoffe sind die die Fraktion des Rohproteins (XP) bildenden Aminosäuren. Es gibt etwa 20 Hydrolyseprodukte aus Nahrungsproteinen, die als Aminosäuren bezeichnet werden (Abschn. 6.1., Tab. 6.2.). Die für die Tierernährung wichtigste Charakterisierung der Aminosäuren ist die der Essentialität. Tiere und Menschen sind in der Lage aus verschiedenen über die Nahrung aufgenommenen Aminosäuren Körperproteine mit einer veränderten Zusammensetzung im Vergleich zum Nahrungsprotein zu bilden. Allerdings können dabei nicht alle Aminosäuren selbst synthetisiert werden. Jene, die unbedingt über die Nahrung zugeführt werden müssen, bezeichnet man als essenziell. Beim Schwein gehören dazu:

- | | |
|--------------|----------------|
| • Lysin | • Isoleucin |
| • Methionin | • Leucin |
| • Threonin | • Histidin |
| • Tryptophan | • Phenylalanin |
| • Valin | • Arginin. |

Arginin wird, da es nur beim Ferkel das Wachstum bei erhöhter Zufuhr verbessert, auch oft als semiessentiell bezeichnet.

Futterenergie

Alle Vorgänge im lebenden Körper verbrauchen Energie. Das reicht von der Aufrechterhaltung der Körpertemperatur bei wechselwarmen Tieren, über Bewegung und Synthese von Geweben (Muskel, Blut, Föten) und Sekreten (Enzyme, Hormone, Milch) bis zur Immunreaktion, um nur die wesentlichsten zu nennen. Im Gegensatz zu Pflanzen, die über die Möglichkeit der Fotosynthese zur Energiegewinnung verfügen, müssen Tiere die notwendige Energie über das Futter zu sich nehmen. Dabei wird aus den Nährstoffgruppen Fett, Kohlenhydrate und Protein durch unterschiedlich effektive „Verbrennungsvorgänge“ Energie aus der Nahrung gewonnen. Daraus lässt sich schließen, dass zur Bestimmung des Energiegehaltes der Nahrung neben den Gehalt an Hauptnährstoffen die futtermittelabhängige Effektivität von deren „Verbrennung“ Berücksichtigung finden muss. Bei der Bewertung der Effektivität müssen drei unterschiedliche Ebenen berücksichtigt werden.

1. Der Anteil an verdaulichen Hauptnährstoffen. Das heißt, welche Struktur haben die drei Hauptnährstoffe und welche Möglichkeiten ihrer Absorption während der Verdauungstraktpassage ergeben sich für das Tier daraus.
2. Durch unterschiedliche „logistische“ Aufwendungen beim Umbau in zur Energiegewinnung nutzbare Strukturen der Hauptnährstoffe und der „Entsorgungsaufwendungen“ dabei anfallender Nebenprodukte gibt es Energieverluste. Diese schlagen sich vor allem in der Harnzusammensetzung nieder.
3. Grundlage bei der „Verbrennung“ aller drei Hauptnährstoffe ist der Kohlenstoff (C), der in Form von CO₂ über die Atemluft „entsorgt“ wird. Im Fall der „Verbrennung“ von Proteinen fällt jedoch auch noch Stickstoff (N) an, der auf energetisch aufwendige Weise über Leber und Niere „entsorgt“ werden muss. Setzt sich das Futter im Verhältnis zum Bedarf des Tieres aus zu wenig Kohlenhydraten und Fett und zuviel Protein zusammen, muss die bei der Stickstoffentsorgung (unnützlich) entstehende Wärmeenergie abgeführt werden.

Auf der Grundlage dieser Voraussetzungen ergeben sich folgende Möglichkeiten der Bewertung der Futterenergie:

- Bruttoenergie (GE) oder Brennwert des Futters (Energie, die bei der Verbrennung unter definierten Bedingungen frei wird).
- Verdauliche Energie (DE) = GE – Kotenergie (Brennwert des Kotes)
- Umsetzbare Energie (ME) = DE – [Harnenergie (Brennwert des Harnes) + Gärgase]
- Nettoenergie (NE) = ME – Wärmeenergie

Die für das Tier letztendlich nutzbare Energie ist die Nettoenergie (NE). Trotzdem nutzen wir in Deutschland die Umsetzbare Energie (ME) zur Charakterisierung des Futterenergiegehaltes, da die Datengrundlage zu deren Bestimmung deutlich größer ist als die zur Berechnung der NE auf Basis der verdaulichen Nährstoffe. Mit den Vorteilen und Grenzen der ME als Energiebewertungsmaßstab in der Schweineernährung hat sich die GfE (2006) kürzlich intensiv auseinandergesetzt.

Bis zum Jahr 2006 wurde zur Berechnung der ME in Futtermitteln und -mischungen auf Basis der verdaulichen Nährstoffe eine Formel genutzt, die eine Korrektur vorsah, wenn der Gehalt an bakteriell fermentierbarer Substanz (BFS) bzw. an Zucker (XZ) einen festgelegten Wert überstieg (Formel 1). Da dies zu gewissen Sprüngen führte, stand diese Formel aus Sicht der Futtermittelbewertung in der Kritik. Außerdem konnten spätere Untersuchungen die Höhe der BFS-Korrektur nicht bestätigen und ließen eine andere Unterteilung der Kohlenhydrate als besser erscheinen. Deshalb wird ab 2006 (GfE, 2006) die Formel 2 zur Berechnung der ME in Futtermitteln und -mischungen genutzt.

$$ME_{\text{BFS-korr.}} \text{ (MJ/kg T)} = 0,0210 \times \text{DXP} + 0,0374 \times \text{DXL} + 0,0144 \times \text{DXF} + 0,0171 \times \text{DXX} - 0,0014 \times \text{XZ} - 0,0068 \times (\text{BFS} - 100) \quad \text{Formel 1}$$

Zur Erläuterung: D = verdaulich;

- alle Rohnährstoffe in g/kg T;
- Korrektur für Zucker gilt für einen Zuckergehalt ≥ 80 g/kg T;
BFS = DXX + DXF – XS – XZ; ist nur zu berücksichtigen, wenn BFS ≥ 100 g/kg T.

$$ME \text{ (MJ/kg T)} = 0,0205 \times \text{DXP} + 0,0398 \times \text{DXL} + 0,0173 \times \text{XS} + 0,0160 \times \text{XZ} + 0,0147 \times (\text{DOM} - \text{DXP} - \text{DXL} - \text{XS} - \text{XZ}) \quad \text{Formel 2}$$

Sonstige Futterinhaltsstoffe

Zur Charakterisierung von bestimmten Futterinhaltsstoffen werden zum Teil sehr unterschiedliche Methoden angewandt. So kann man beispielsweise zur Bestimmung des Phosphorgehaltes in Futtermitteln eine einfache photometrische Messung nach vollständigen

Aufschluss (vollständige Veraschung) vornehmen. Es ist aber auch möglich durch unterschiedliche Aufschlussverfahren die unterschiedlichen Bindungsformen des Phosphors (P) zu bestimmen, was für die Verfügbarkeit des P für das Tier von großer Bedeutung ist.

Die „sonstigen Inhaltsstoffe“ werden in folgende Stoffgruppen unterteilt:

- Mengenelemente (außer C, O und N) sind die auf Elementarbasis gemessenen Körperbestandteile, deren Anteil je Element >100 mg/kg LM ist. Sowohl die Mengenelemente als auch Spurenelemente bilden die Gruppe der Mineralstoffe. Zu den für die Tierernährung wichtigen Mengenelementen zählen Calcium (Ca), Phosphor (P), Natrium (Na) Chlor (Cl), Magnesium (Mg), Kalium (K) und Schwefel (S).
- Spurenelemente haben im Vergleich zu den Mengenelementen meist einen Anteil von < 100 mg/kg LM. In der Tierernährung kennt man ca. 25 lebenswichtige Spurenelemente (Spurenelemente und sog. Ultra-Spurenelemente), von denen in der praktischen Fütterung aber nur sechs zugeführt werden müssen, um einen eventuellen Mangel vorzubeugen. Das sind die Elemente Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Zink (Zn), Mangan (Mn), Selen (Se) und Iod (I; alte Schreibweise: Jod). Kobalt (Co) ist das Zentralatom des Vitamins B₁₂ (Cobalamin) und zählt auch zu den Spurenelementen, beim Schwein und anderen Nichtwiederkäuern besteht jedoch kein eigentlicher Kobaltbedarf, sondern ein Vitamin-B₁₂-Bedarf (Tab. 6.14 und 6.15). Unter den unter allen Bedingungen ausreichend in den Einzelfuttermitteln vorhandenen lebensnotwendigen Ultra-Spurenelementen sind beispielsweise auch die Elemente Blei (Pb), Arsen (As) und Cadmium (Cd), die in der Anlage 5 der Futtermittelverordnung (FMV) als unerwünschte Stoffe aufgeführt sind. Dort sind für deren Gehalt in Futtermitteln und -mischungen entsprechende Obergrenzen angegeben.
- Vitamine sind ebenso wie die bisher aufgeführten Nährstoffe lebensnotwendige Bestandteile der Nahrung. Die in der Tierernährung verwendeten Einzelfuttermittel haben einen natürlichen Vitamingehalt. Dieser ist jedoch größeren Schwankungen unterlegen (z.B. Lagerungsdauer), gegenüber dem Bedarf sehr unausgeglichen und analytisch aufwendig zu bestimmen. Aus diesem Grund findet in Futtermischungen der Anteil an Vitaminen aus den Einzelfuttermitteln bei der Kalkulation der jeweiligen Futtermischung meist keine Berücksichtigung.

Aminosäuren, Spurenelemente und Vitamine gehören nach der EU-Verordnung Nr. 1831/2003 zur Kategorie der ernährungsphysiologischen Zusatzstoffe (Mengenelemente gelten als Einzelfuttermittel; für Details s. Pape, 2006).

6.2.2 Futterbewertung

Oft wird unter dem Begriff der Futterbewertung allein die energetische Bewertung der Futtermittel und -mischungen verstanden. Einzubeziehen sind aber auch die schon erwähnten Futterinhaltsstoffe, die bei der Futtermittelanalyse bestimmt werden. Der Umgang mit den Ergebnissen von Energieberechnung oder -schätzung und der Analytik der Inhaltsstoffe mündet jedoch in beiden Fällen in die Gestaltung der Ration, stellt also eine Bewertung dar.

Bei der Futtermittelbewertung zur Rationsgestaltung für Schweine müssen folgende Faktoren Berücksichtigung finden:

- Gehalt an Umsetzbarer Energie (ME)
- Proteingehalt und Proteinqualität in Form der limitierenden (unter den gegebenen Rationsbedingungen die tierische Leistung begrenzenden) essentiellen Aminosäuren Lysin, Methionin (angegeben als Methionin + Cystin), Threonin und Tryptophan; seit kurzem auf der Basis der praecaecalen Verdaulichkeit dieser Aminosäuren (GfE, 2006)
- Fettqualität – da unter bestimmten Bedingungen die Futterfettqualität das erzeugte tierische Fett in seiner Zusammensetzung beeinflussen kann
- Die Zusammensetzung der Kohlenhydratfraktion (Stärke, Zucker, Rohfaser)

- Der Gehalt an Mengenelementen und im Falle der Phosphors (P) die Bindungsform, da auch hier beim Schwein auf der Basis der Verdaulichkeit des P bewertet wird
- Der Gehalt an Spurenelementen, zumindest für durch das Futtermittelrecht mit Obergrenzen belegte Spurenelemente.

Bei der Rationsgestaltung müssen aber neben den bisher aufgeführten Futterinhaltsstoffen auch sich negativ auf das Tier auswirkende Inhaltsstoffe, so genannte antinutritive Faktoren, Berücksichtigung finden. Auch diese Stoffgruppe ist sehr vielgestaltig und wird von verschiedenen Autoren unterschiedlich eingegrenzt. Grundsätzlich kann man diese Gruppe in zwei Kategorien einteilen:

- Von außen in das Futtermittel gelangte Stoffe, auch als Kontaminanten bezeichnet. Hierzu zählen Verunreinigungen beim Anbau (z. B.: Unkrautsamen, Pflanzenschutzrückstände oder Mykotoxine) oder bei der Ernte bzw. Verarbeitung zugeführte toxische Stoffe (z. B.: Polychlorierte Kohlenwasserstoffe (PCB), aus Lacken oder Bindegarn).
- Im Futtermittel natürlich vorkommende Inhaltsstoffe (sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe; s. Tab. 6.4).

Mit Möglichkeiten zur Dekontamination unerwünschter Stoffe in Futtermitteln beschäftigt sich eine kürzlich von einer Bearbeitergruppe fertig gestellte Studie (Flachowsky 2006).

Tab. 6.4: Beispiele für sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe mit antinutritiven Wirkungen

Inhaltsstoff	Vorkommen	Bemerkung
Glucosinolate	Raps und andere Kreuzblütler	Besonders bei Samen und Kuchen aus Raps und anderen Kreuziferen zu beachten
Erucasäure	Raps	Spielt bei „00“-Raps keine Rolle mehr
Alkaloide	Lupinen	Bei Bitterlupinen alter Zucht-richtungen z. T. extrem hoch, bei Süßlupinen beachten
Tannine, Saponine	Körnerleguminosen	
Trypsininhibitoren	Soja, Kartoffeln	Nach Hitzebehandlung unwirksam
Lectine	Ackerbohnen, Erbsen	
α-Galactoside	Körnerleguminosen	
Phytinsäure	Alle pflanzlichen Futtermittel	
Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP)	Getreide, Körnerleguminosen	

Aus den Gehalten an antinutritiven Inhaltsstoffen, aber auch aus der Zusammensetzung der Fett- bzw. Kohlenhydratfraktion ergeben sich tierartspezifische Restriktionen für bestimmte Einzelfuttermittel. Für das Schwein sind in der Tabelle 6.5 ausgewählte Einsatzgrenzen aufgelistet.

Tab. 6.5: Wichtige Einzelfuttermittel mit Restriktionen in der Schweinfütterung (nach Hoffmann und Steinhöfel 2005)

Futtermittel	Begrenzung in der Ration (%) für:		
	Ferkel	Mastschweine	Sauen
Ackerbohnen	0 – 5	10 – 20	10
Erbsen	0 – 10	20 – 30	15 – 20
Leinsaat/Leinkuchen	3 / 10	3 / 10	3 / 10
Rapskuchen	0	5	4
Rapsextraktionsschrot ¹⁾	0	8	4
Süßlupinen ²⁾	0 – 5	20	15 – 20
Triticale	20 – 30	35 – 50	50
Weizen	45 – 60	60 – 70	50

¹⁾ bei „Doppelnull“-Raps können höhere Anteile zum Einsatz kommen

²⁾ bei geringem Alkaloidgehalt können höhere Anteile eingesetzt werden

Dabei ist allerdings in jedem Fall die Kombination der Einzelfuttermittel in der Ration zu beachten. D.h. zwei stärkereiche Komponenten wie Weizen und Triticale sollten in der Summe die Einsatzgrenzen von Weizen auch nicht überschreiten.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht kann es jedoch bewusst zu einer verhältnismäßigen Überschreitung kommen, wenn der wirtschaftliche Vorteil des erhöhten Einsatzes einer Komponente (z.B. hofeigenes Getreide) den zu erwartenden Minderertrag (z.B. geringere Zunahmen in der Mast) deutlich übersteigt.

Neben den bisher aufgeführten Kriterien zur Futtermittelbewertung gibt es mit der Pufferkapazität (auch Säurebindungsvermögen, SBV, genannt) ein weiteres Bewertungskriterium, das in erster Linie bei der Ferkelfütterung Beachtung finden sollte. Darunter versteht man die Eigenschaft des Futters, die Magensäure abzupuffern. Vor allem beim abgesetzten Ferkel mit noch nicht völlig angepasstem Verdauungssystem kann dies Schadmikroben begünstigen, was zu Colienterotoxämie (Ödemkrankheit) beim Ferkel führen kann. Prinzipiell gilt, dass Mineralfutter und proteinreiche Futterkomponenten eine hohe Pufferkapazität haben, detaillierte Daten finden sich in der Tabelle 6.6.

Tab. 6.6: Pufferkapazität von Futtermitteln (Verbrauch von HCl, in mmol pro 100 g Substanz, um pH 4 zu erzielen; nach Bolduan, 1993)

Futtermittel	mmol HCl
Weizenschrot	9,0
Gerstenschrot	10,0
Sojaextraktionsschrot	50,7
Trockenmagermilch	66,4
Mineralfutter, 50 g P	755,2
Ferkelstarterfutter	28,0
Ferkelstarterfutter + 0,35%	
Ameisensäure	21,0

6.2.3 Einteilung der Futtermittel

Die Einteilung der Futtermittel kann aus ganz unterschiedlichen Herangehensweisen erfolgen. Exemplarisch sollen hier die am häufigsten verwendeten Systematiken aufgezählt werden:

- Bezüglich ihrer Herkunft (pflanzlichen oder tierischen Ursprungs, Nebenprodukte aus der Lebensmittelindustrie).

Da aber die meisten Futtermittel pflanzlichen Ursprungs, sind findet man oft die folgenden Einteilungsprinzipien:

- Aus botanischer Sicht (Vegetative und generative Pflanzenteile; Ölsaaten, Getreide u.a.).
- Bezüglich des verwendeten Pflanzenteiles (Körner und Samen, Wurzeln und Knollen).
- Einteilung entsprechend des Wassergehaltes (Trockenfutter, Fließfutter).
- Oft wird auch nach den Hauptinhaltsstoffen unterteilt (energiereich, proteinreich, mineralische Futtermittel).
- Selbstmischende Betriebe unterscheiden gern in „betriebseigene-“ und „Zukauffuttermittel“.
- Einteilung nach futtermittelrechtlichen Gesichtspunkten.

Alle Einteilungsprinzipien haben den Nachteil, dass sie nie alle bei der Futtermittelherstellung Verwendung findenden Komponenten berücksichtigen, außer der zuletzt genannten Einteilung entsprechend futtermittelrechtlichen Gesichtspunkten. Aus diesem Grund soll hier diese Systematik als alleinige Berücksichtigung finden. Grundlage für die Einteilung ist die Futtermittelverordnung (FMV) mit ihren Anhängen (Abb. 6.8).

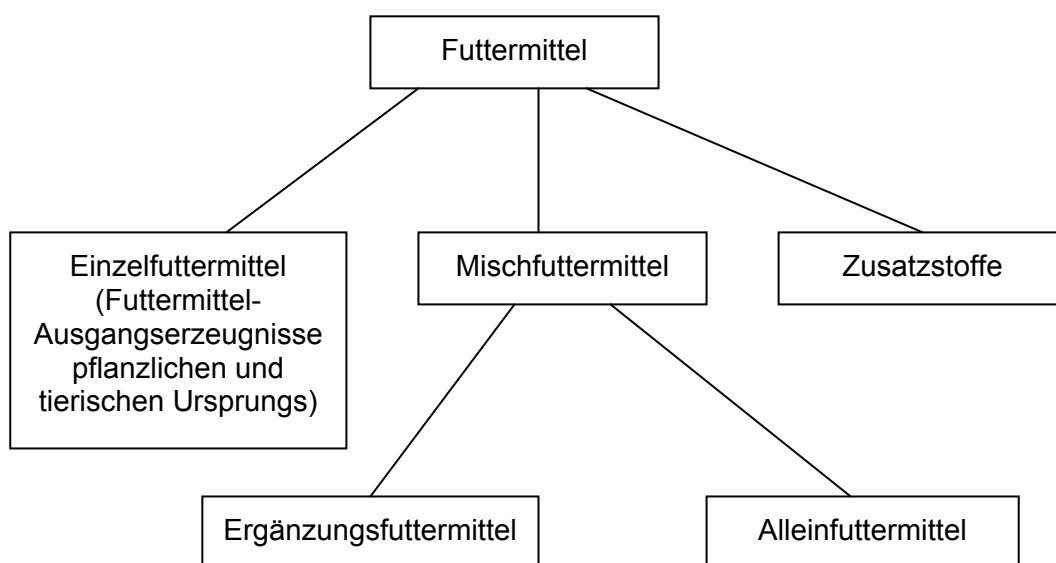


Abb. 6.8: Einteilung der Futtermittel nach der Futtermittelverordnung

Dabei gibt es noch die Begriffe „Melassefuttermittel“ und „Mineralfuttermittel“ als spezielle Ergänzungsfuttermittel, sowie den Begriff „Milchaustauschfuttermittel“ als speziell hervorgehobenes Mischfuttermittel (was aber bei Schweinen keine Bedeutung hat). Wie im oben gezeigten Schema schon beschrieben, beinhaltet der Begriff „Einzelfuttermittel“ sowohl Ausgangserzeugnisse (z. B. Weizen) als auch Nebenerzeugnisse der Futtermittel- und Lebensmittelverarbeitung, der Herstellung von Gütern aus nachwachsenden Rohstoffen, die sowohl pflanzlichen als auch tierischen Ursprungs sein können. In den Anlagen 1 und 1a zur FMV sind die entsprechenden „Zulassungsbedürftigen Einzelfuttermittel“ bzw. die „Nicht zulassungsbedürftigen Einzelfuttermittel“ aufgelistet. In der Schweineernährung von Bedeutung bei den zulassungsbedürftigen sind die z. B. Hefen. Wesentlich umfangreicher ist die Liste der nicht zulassungsbedürftigen, von denen die für die Schweineernährung wichtigsten Einzelfuttermittel im Tabellenanhang (Abschnitt 11) aufgeführt und beschrieben werden.

Ergänzungsfuttermittel haben Gehalte an bestimmten Inhaltsstoffen, die über den für die entsprechende Tierart geltenden Höchstgrenzen liegen, da sie dazu bestimmt sind mit anderen Futtermitteln ergänzt zu werden. Im Gegensatz dazu sind Alleinfuttermittel von ihrer Zusammensetzung in der Lage den Bedarf der entsprechenden Tiere allein zu decken.

Das Feld der Zusatzstoffe wurde in den letzten Jahren von vielen z. T. größeren Veränderungen geprägt. Grundlage für die Neuordnung ist die EG-Verordnung Nr. 1831 aus dem Jahr 2003. Im Anhang 1 dieser Verordnung werden die Futterzusatzstoffe in folgende Kategorien und Funktionsgruppen unterteilt:

- Technologische Zusatzstoffe
 - Konservierungsmittel
 - Antioxidationsmittel
 - Emulgatoren
 - Stabilisatoren
 - Verdickungsmittel
 - Geliermittel
 - Bindemittel
 - Stoffe zur Beherrschung einer Kontamination mit Radionukliden
 - Trennmittel
 - Säureregulatoren
 - Silierzusatzstoffe
 - Vergällungsmittel
- Sensorische Zusatzstoffe
 - Farbstoffe
 - Aromastoffe
- Ernährungsphysiologische Zusatzstoffe
 - Vitamine, Provitamine
 - Verbindungen von Spurenelementen
 - Aminosäuren, deren Salze und Analoge
 - Harnstoff und seine Derivate
- Zootechnische Zusatzstoffe
 - Verdaulichkeitsförderer
 - Darmstabilisatoren
 - Stoffe, die die Umwelt günstig beeinflussen
 - Sonstige zootechnische Zusatzstoffe

Außerdem wird in Artikel 6 dieser Verordnung eine weitere Gruppe an Zusatzstoffen aufgeführt. Diese beinhaltet Kokzidiostatika und Histomonostatika, also Stoffe zur Abtötung oder Wachstumshemmung von Protozoen.

Diese Verordnung hat bei der Umsetzung in nationales Recht unter anderem dazu geführt, dass ab 2006 die Aminosäuren nicht mehr der Anlage 1 der FMV (zulassungsbedürftige Einzelfuttermittel), sondern der Anlage 3 FMV (Zusatzstoffe) zugeordnet werden. Für Interessierte sei hier als weiterführende Literatur das Buch „Futtermittelzusatzstoffe“ von Pape (2006) und Mitautoren genannt.

An dieser Stelle soll eine Anmerkung zu Futtermitteln aus gentechnisch veränderten Pflanzen folgen. In den letzten Jahren (seit 2001) hat sich die OECD mit dem Vergleich von Pflanzen aus herkömmlicher Züchtung und ihren gentechnisch veränderten Counterparts beschäftigt und umfangreiche Tabellen (so genannte Konsensus Dokumente) erarbeitet. Derartige Papiere sind gegenwärtig für Gerste, Mais, Reis, Weizen, Sojabohnen, Raps, Zuckerrüben, Kartoffeln und Baumwolle verfügbar (OECD 2001-2005).

6.2.4 Futtermitteltabellen

Die DLG erstellte in der Vergangenheit auf der Grundlage einer Datensammlung der Dokumentationsstelle in Hohenheim Futterwerttabellen für Rinder und Schweine. Die 6. und gegenwärtig letzte Auflage der Tabelle für Schweine datiert aus dem Jahr 1991. Diese beinhaltet „Grünfutter, Wurzeln, Knollen usw., frisch“ (15 Futtermittel); „Silagen“ (40 Futtermittel) und „Handels- und andere Futtermittel“ (280 Futtermittel), also insgesamt 335 Futtermittel für Schweine. Aufgeführt sind in 22 Spalten pro Futtermittel folgende Daten,

beginnend mit der Probenzahl, die den Mittelwerten zu Grunde liegt über die Rohnährstoffe und ihrer Verdaulichkeit bis zum Gehalt an Umsetzbarer Energie (ME).

Da dies jedoch nicht alle futtermittelrelevanten Daten sind, wurden von der DLG auch tierartübergreifend Futterwerttabellen für „Aminosäuregehalte in Futtermittel“ (letzte Auflage 1976) und für „Mineralstoffgehalte in Futtermittel“ (letzte Auflage 1973) herausgegeben, die auf der Datensammlung der Dokumentationsstelle in Hohenheim basierten.

Besonders bei den Daten für die Aminosäuregehalte gibt es jedoch wesentlich aktuellere Tabellen. Hier sind u. a. das ständig aktualisierte Tabellenwerk der DEGUSSA „AMINODat®“ (2006) auf CD-ROM sowie die ebenfalls auf CD-Rom erhältlichen Programme „AmiPig“ (2000, Gemeinschaftswerk: Association Francaise de Zootechnie, Ajinomoto Eurolysine, Aventis Animal Nutrition, INRA, ITCE) und „e-Rhodiment Nutrition Guide“ (2006) der Firma ADISSEO zu nennen.

Vielfach Verwendung v. a. in der Futtermittelindustrie findet die NOVUS-Tabelle (2004) „Row Material Compendium“, die periodisch überarbeitet die Daten der Futterinhaltsstoffe aus 17 nationalen Futtermitteltabellen zusammenfasst. Hier finden unterschiedliche Energiebewertungssysteme sowie die Rohnährstoffe, Mengen- und Spurenelemente, die Aminosäuren und die Vitamine, soweit in den entsprechenden Tabellen aufgeführt, Berücksichtigung.

In nächster Zukunft wird in Deutschland eine tierartübergreifende aber mit allen notwendigen tierartspezifischen Daten ausgestattete Online Version einer Futtermitteltabelle durch die DLG zur Verfügung gestellt. Enthalten sind dabei (soweit für das jeweilige Futtermittel verfügbar) alle Daten, die für ausgewählte typische Schweinefuttermittel im Tabellenanhang (Abschnitt 11) dargestellt sind.

An dieser Stelle muss die ausschließliche Benutzung von Tabellenwerten für die Futterplanung und -herstellung kritisch betrachtet werden. Für eine adäquate Versorgung der Tiere mit Energie und den entsprechenden Nährstoffen sind regelmäßige Analysen wichtiger Inhaltsstoffe unerlässlich. Die Analysendichte ist vom Anteil der Komponente in der Futtermischung und der Partiegröße abhängig. So muss eine einheitliche Weizenpartie aus eigenem Anbau einmal analysiert werden, bei Zukauf größerer Partien ist entsprechend jede zu beproben und eine Analyse anfertigen zu lassen. Wird eine kleine Partie einer Komponente nur zu geringen Teilen (<5%) eingesetzt, kann man bei der Berechnung der Futtermischung bzw. -ration durchaus auf eine Analyse auf Futterinhaltsstoffe verzichten und Tabellenwerte verwenden.

6.3 Fütterung von Schweinen (E. Schulz)

Zur Fütterung von Schweinen werden einige Anregungen für die Realisierung hoher Reproduktions- und Mastleistungen gegeben und dies bei Beachtung von Gesundheit der Tiere und ökologischen Anforderungen.

Fragen der Fütterungstechnik incl. Stalleinrichtung sind in Abschnitt 7 behandelt.

6.3.1 Reproduktion

Angaben zu einigen Zielen in der Ferkelerzeugung gehen von einem gegenwärtig guten Leistungsniveau aus, was betriebsspezifisch zu relativieren ist. Derartige Daten geben aber wichtige Hinweise für die Fütterung.

Folgende Leistungen werden gegenwärtig bei Zuchtsauen angestrebt:

Würfe/Jahr	> 2,3	Geburtsgewicht je Ferkel	≥ 1,5 kg
leb. geb. Ferkel/Wurf	> 11	Ferkelverluste	< 12 %
abg. Ferkel/Sau und Jahr	> 24	Absetzgewicht nach 25 Tagen Säugezeit	> 7,0 kg
Nutzungsdauer - Sauen	> 4 Würfe		

6.3.1.1 Trächtigkeit/Gravidität

Jungsauen sollten im Alter von 7,5 – 8,5 Monaten mit einer Lebendmasse (LM) von ca. 130 - 140 kg und einer Rückenspeckdicke (P_2) je nach Genotyp von 16 - 18 mm im 2. oder 3. Östrus gedeckt werden. Während der 1. Trächtigkeit ist neben der Entwicklung der Konzeptionsprodukte Uterus, Placenta, Flüssigkeit, Föten (ca. 12) und Milchdrüsen auch eine Zunahme der Körpersubstanz (maternales Wachstum) von ca. 40 kg anzustreben, so dass insgesamt ca. 65 kg Lebendmassezunahme (LMZ) erzielt werden sollten.

In den folgenden Zyklen ist neben den Reproduktionsprodukten ein Ausgleich für die Substanzverluste während der Laktation (beispielhaft werden hier 10 kg Körpermasse unterstellt) und je nach Gewicht der Sauen eine geringe Gewichtszunahme zu realisieren. Der Umfang der maternalen Gewichtszunahme hängt vom Genotyp, dem jeweils erzielten Lebendgewicht bzw. der Trächtigkeitsnummer ab.

Beispielhaft sind in der Tabelle 6.7 Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung für die 1. und 3. Trächtigkeit aufgeführt. Dabei wird wie bisher eine Unterteilung der Trächtigkeit in „niedertragend“ entsprechend ca. 2/3 der gesamten Tragezeit und in den Rest mit „hochtragend“ vorgenommen (Abb. 6.7 und 6.9). Für die 1. Trächtigkeit wird eine Entwicklung von 12 Föten und für die folgenden von 13 Föten unterstellt.

Im Zusammenhang mit der Tabelle 6.7 und allen weiteren Empfehlungen zur Versorgung ist darauf hinzuweisen, dass sie in Anlehnung an die jüngsten Angaben des Ausschusses für Bedarfsnormen der GfE (2006) erfolgen. Die GfE macht ihre Angaben zur Aminosäureversorgung auf der Basis der praecaecal (ileal) verdaulichen Aminosäuren (pcv AS, Abschn. 6.1.2). Für die Praxis erfordert dies auf Grund der vorliegenden Daten über Aminosäuren in den Futtermitteln und futtermittelrechtlicher Vorgaben für die Deklaration eine Umrechnung auf Brutto-/Gesamt-Aminosäuren.

Mit Hilfe der einzelnen proteinhaltigen Futtermittel und deren pc Verdaulichkeit der AS kann für typische Alleinfuttermischungen eine mittlere pc VQ für die jeweilige AS geschätzt werden, die dann für die Umrechnung genutzt wird.

Tab. 6.7: Empfehlungen für die tägliche Energie- und Nährstoffversorgung während der Trächtigkeit (nach GfE, 2006)

Trächt. Nr.	LM kg	Ab-schnitt**	ME*** MJ	Roh-prot. g	pcv Lys g	Lys g	Ca g	vP**** g	P g	Na g
1	140	N	29	270	9,5	12	10	4,1	9,0	1,6
	↓ 205	H	37	410	14,5	18,5	16	6,2	13,5	1,2
3	220*	N	33	260	9,0	11,5	7	2,5	5,5	1,0
	↓ 270	H	40	400	14,0	18	18	7,0	15,5	1,3

* Maternales Wachstum berücksichtigt die LM-Verluste in der vorangegangenen Laktation.

** N= Umfasst den „niedertragenden“ Abschnitt bis ca. 80. Trächtigkeitstag

H = Umfasst den „hochtragenden“ Abschnitt vom 80. – 114. Tag der Trächtigkeit

*** Werte gelten für den thermoneutralen Bereich (untere kritische Temperatur für Gruppenhaltung 13°C, ansonsten 19°C).

Je 1°C Unterschreitung sollte bei Gruppenhaltung ein Zuschlag von 0,5 MJ, ansonsten von 0,8 MJ ME/Tier und Tag erfolgen.

**** vP = verdaulicher Phosphor

Die Empfehlungen spiegeln zum einen die Veränderungen in den Anforderungen sowohl während der Trächtigkeit als auch zwischen den verschiedenen Zyklen wider. Dies gilt insbesondere für die Energieversorgung, die mit der Gewichtszunahme während der Gravidität ansteigt. Auf Grund der hohen maternalen Gewichtszunahmen von 40 kg bzw. 30 kg sind die Empfehlungen insbesondere zur Energieversorgung höher als bisher üblich.

Bei den Aminosäuren und Mineralstoffen ergeben sich ebenfalls unterschiedliche Anforderungen im Verlauf einer Trächtigkeit, während zwischen den verschiedenen Trächtigkeits-Nummern keine relevanten Abweichungen bestehen. Zu erklären ist dies aus der Verringerung der angestrebten Lebendmassezunahme mit der Zahl der Trächtigkeit und zum anderen mit dem geringen Erhaltungsbedarf, der nicht zu einer wesentlichen Erhöhung des Bedarfes führt. Dies bedeutet für eine eng angepasste Fütterung während der Trächtigkeit den Einsatz unterschiedlicher Futtermischungen, was in der Praxis nicht umzusetzen ist.

Bei der Wahl der Energiekonzentration in der Futtermischung ist zu beachten, dass die Sättigung vor allem durch die Futtermenge beeinflusst wird. Ausgehend von der täglich notwendigen Lysinmenge kann unter Berücksichtigung der Lysinkonzentration im Rohprotein des jeweiligen Alleinfutters die Menge an Futterprotein je Tag berechnet werden. Die in der Tabelle 6 aufgeführten Proteinmengen beruhen auf einem Lysingehalt von 4,5 g/100 g Rohprotein im Futter und stellen somit nur Orientierungswerte dar. Die empfohlenen Mineralstoffmengen dürften einfach zu erfüllen sein. Angaben zur notwendigen Versorgung mit Spurenelementen und Vitaminen sind in den Tabellen 6.14 und 6.15 zusammengestellt.

Futtermischungen – Trächtigkeit

Schwierig ist es, mit den entsprechenden Futtermengen eine Sättigung zu erzielen. In diesem Zusammenhang wird die Bedeutung der Rohfaser bzw. gerüstkohlenhydratreichen Komponenten immer wieder diskutiert, wobei auch auf deren Einfluss auf die Darmtätigkeit und die manchmal zu beobachtenden Stereotypen bzw. Verhaltensstörungen hingewiesen wird. Bisher vorliegende Beobachtungen sprechen zwar für einen möglichst hohen Anteil an Rohfaser, sie ermöglichen aber keine bestimmte Gehaltsforderung. Wichtiger als einen bestimmten Gehalt zu fixieren ist der Einsatz von Futtermitteln mit hohem Quellvermögen und/oder Gehalt an bakteriell fermentierbarer Substanz bzw. Nicht-Stärke-Polysacchariden, wie z. B. Trockenschnitzel, Grünmehle, Kleien, Sojaschalen u. ä.

Auch in der Trächtigkeit erfolgt z. T. der Einsatz einiger Zusatzstoffe wie Säuren, manchmal auch Probiotika, Kräuter bzw. deren Extrakte und Enzyme. Während Säuren zum überwiegenden Anteil dem Trächtigkeitsfutter zugesetzt werden, sind Probiotika und Kräuter nur für eine gewisse Zeitspanne vor dem Abferkeln, z. T. in Verbindung mit einem sog. „Geburtsvorbereitungsfutter“, im Einsatz.

Die Fütterung erfolgt fast ausschließlich in Form eines Alleinfutters, das sowohl zugekauft als auch im eigenen Betrieb hergestellt sein kann. Eine kombinierte Fütterung von Saft- oder Grobfutter plus Ergänzungsfutter ist zwar zu empfehlen, wird aber gegenwärtig nur selten durchgeführt. Unter Berücksichtigung der Energie- und Nährstoffversorgung und der anzustrebenden Sättigung werden die in Tabelle 6.8 aufgeführten Orientierungswerte für ein Alleinfutter vorgeschlagen.

Tab. 6.8: Empfehlungen für ein Alleinfutter während der Trächtigkeit

ME MJ/kg	pcv	Brutto- Lys %	Roh- protein %	Roh- faser %	NSP %	Ca	vP %	P	Na %
12,2	0,46	0,60	13	≥7	> 30	0,55	0,20	0,45	0,10

Je nach körperlichem Zustand der Sauen wird die niedertragende Phase teilweise als „Konditionsphase“ genutzt (Abb. 6.9). Dabei ist zu beachten, dass eine hohe Energie- und Nährstoffzufuhr in den ersten drei Wochen nach dem Decken die embryonale Entwicklung negativ beeinflussen kann.

Ab dem 80. Trächtigkeitstag sollte eine Anpassung, d.h. höhere Futtergabe an die dann ansteigenden Energie- u. Nährstoffansprüche (Abb. 6.7), erfolgen. Mit der Aufstallung in die Abferkelbuchten ca. 1 Woche vor dem Abferkeln werden einige Maßnahmen mit dem Ziel

durchgeführt, die Sau auf das Geburtsgeschehen sowie die Futterumstellung vorzubereiten und dem sog. Mastitis-Metritis-Agalaktie-Komplex (MMA) vorzubeugen.

Dies kann in unterschiedlicher Form geschehen, zum einen, durch Einsatz eines Laktationsfutters, aber ergänzt/verschnitten mit den schon erwähnten Komponenten, wie Trockenschnitzel, Grünmehl, Weizenkleie, Probiotika, um eine hohe Energieversorgung mit möglichst geringen Futtermengen zu erreichen und gleichzeitig einer Darmträgheit entgegenzuwirken.

Zum anderen werden auch spezielle „Geburtsvorbereitungsfutter“ oder „Abferkelmischungen“ eingesetzt. Diese Alleinfuttermittel verbinden die schon erwähnten Eigenschaften des gezielt „verschnittenen Laktationsfutters“ mit der Ergänzung spez. Komponenten, wie Traubenzucker, Molkepulver, hoher Vitaminierung und Berücksichtigung der Kationen- Anionenbilanz. Mit letzterem soll der pH-Wert des Harns herabgesetzt werden, um Harnwegsinfektionen vorzubeugen bzw. einzuschränken. Damit kann ein Beitrag zur Vermeidung des MMA-Komplexes geleistet werden.

Am Tag der Geburt ist die Futtevorlage bis auf 1,5 – 2,0 kg zu vermindern. Äußerst wichtig ist das Wasserangebot! Neigen Sauen zur Darmverstopfung, so kann mit Gaben von Leinsaat und/oder Glaubersalz sowie Bewegungsaktivität vorgebeugt werden.

Während der Trächtigkeit wird allgemein eine „Trockenfütterung“ in Form von geschroteten oder pelletierten Mischungen durchgeführt. Dabei kommen unterschiedliche Fütterungstechniken zum Einsatz, wodurch eine mehrmalige und individuelle Futtevorlage ermöglicht wird, was zu einer Beruhigung im Bestand und zur gezielten „Konditionierung“ der Sauen beiträgt. Die technisch ebenfalls mögliche „Nass- oder Flüssigfütterung“ hat sich bisher nicht wesentlich verbreitet.

6.3.1.2 Laktation

Aufgabe der Fütterung nach dem Abferkeln ist es, neben der Erhaltung der Körpersubstanz der Sauen Voraussetzungen für eine intensive Milchbildung zu schaffen. Mit der allgemeinen Gewichtsentwicklung der Sauen und dem Anstieg der Zahl an geborenen Ferkeln ergeben sich sehr hohe Anforderungen an die tägliche Energie- und Nährstoffversorgung.

Die GfE (2006) unterstellt für den Erhaltungsbedarf von Sauen $0,44 \text{ MJ/kg}^{0,75}$ im thermoneutralen Bereich ($11^\circ\text{C} - 22^\circ\text{C}$).

Für den Energiebedarf zur Milchbildung wurde oft von der experimentell festgestellten Milchmenge ausgegangen. Dies ist methodisch schwierig und mit Fehlern behaftet. Daher wird die indirekte Bestimmung über die Gewichtsentwicklung der Ferkel genutzt, wobei dieses Vorgehen einfacher und die Kriterien exakter zu erfassen sind. Voraussetzung ist die Kenntnis der Beziehung zwischen notwendiger Energie aus der Milch und der Gewichtsentwicklung der Ferkel. Aus vielen Untersuchungen ergab sich, dass im Mittel mit 4,1 kg Sauenmilch mit einem Energiegehalt von 5 MJ/kg bei säugenden Ferkeln ein Lebendmassezuwachs von 1 kg erzielt werden kann.

Für die Synthese von 1 kg Milch sind im Mittel 7,1 MJ ME, 5,1 g pcv Lys, 2,8 g pcv Met + Cys, 3 g pcv Thr und 0,92 g pcv Trp nötig. Außerdem ist der Bedarf für die Erhaltung der Sau zu berücksichtigen. In der Tab. 6.9 sind Empfehlungen zur Versorgung einer Sau mit ca. 200 kg LM zu Beginn der Laktation und einem täglichen Gewichtsverlust von ca. 400 g aufgeführt. Berücksichtigt sind neben dem Verlust an Körpersubstanz vor allem der unterschiedliche Lebendmassezuwachs der Ferkel. Sollten sich von diesen Unterstellungen Abweichungen im Einzelfall ergeben, so können entsprechende Konsequenzen für die Versorgung über Extrapolation und mit Hilfe der Angaben in der Fußnote (Tab. 6.9) abgeleitet werden. Hinsichtlich der Mineralstoffversorgung ergeben sich durch Gewichtsveränderungen der Sauen nur geringe Verschiebungen (30 mg Ca und 11 mg vP/kg LM). Bei den weiteren Elementen kann unterstellt werden, dass sie originär in ausreichender Menge in den Futtermischungen vorhanden sind.

Tab. 6.9: Empfehlungen zur Versorgung laktierender Sauen (GfE 2006)
(LM ~ 200 kg, Säugedauer = 25 Tage, Verlust an Lebendmasse der Sau = 10 kg)

Wurfzuwachs kg/Tag		1,5	2,0	2,5
ME	MJ/Tag	58 ²⁾	72 ²⁾	87 ²⁾
pcv Lysin	g/Tag	29,5	40,0	50,5
Brutto-Lysin	"	35	47	59
pcv Met+Cys	"	17,5	23,5	29,5
Brutto-Met+Cys	"	21	28	36
pvc Threonin	"	19,5	25,5	32,0
Brutto-Threonin	"	24	31	39
pcv Tryptophan	"	6,0	7,8	9,7
Brutto-Tryptophan	"	7,2	9,5	12
Rohprotein¹⁾	"	640	850	1070
Ca	"	29	35	43
vP	"	13	16	20
P	"	24	29	36
Na	"	8	10	12

¹⁾ Rohproteinmenge beruht auf einem Lysingehalt von ca. 5,5 g Lys/100 g Futterprotein

²⁾ Differenzen in der LM der Sauen von ± 20 kg haben Abweichungen von ± 2 MJ ME/Tag zur Folge. Unterschiede im Gewichtsverlust während der Säugetzeit von ± 1 kg gegenüber der Tabellenangabe von 10 kg LM ergeben Abweichungen von ± 1 MJ ME/Tag und ± 0,44 g pcv Lys bzw. 0,52 g Brutto-Lys/Tag

Bei einer Übertragung der täglich notwendigen Nährstoffmengen in Nährstoffkonzentrationen eines Alleinfutters ist vor allem die Begrenzung in der Futterraufnahme zu berücksichtigen, außerdem ist ein gewisser Gehalt an Gerüstkohlenhydraten/Rohfaser vorzusehen. Allgemein sollten die Gehaltsanforderungen auch den Einsatz eines breiten Spektrums an Futterkomponenten ermöglichen.

Daher wird eine Energiekonzentration von 13,4 MJ ME/kg kaum überschritten werden. In der Tab. 6.10 sind Gehaltsangaben für das Alleinfutter in der Laktation gemacht.

Tab. 6.10: Empfehlungen für ein Alleinfutter während der Laktation^{*)}

ME MJ/kg	Lysin %		Met+Cy %		Thr %		Trp %	
	pcv	Brutto	pcv	Brutto	pcv	Brutto	pcv	Brutto
13	0,74	0,87	0,43	0,52	0,47	0,57	0,14	0,17
Rohprotein %		Rohfaser %		Ca %	P %		Na %	
16		5-6		0,65	verd.	Brutto	0,20	
					0,30	0,54		

^{*)} Futtermittelrechtliche Vorgaben zur Deklaration von Mischfuttermitteln werden hier nicht berücksichtigt.

Nach dem Abferkeln darf die Futterraufnahme nur schrittweise gesteigert werden, damit sich die Tiere an die größeren Futtermengen und – wenn noch nicht erfolgt – an das Laktationsfutter gewöhnen können. Während dieser Zeit muss das „Verdauungsgeschehen“ hinsichtlich Kotabsetzen, aber auch Harnfluss kontinuierlich beobachtet werden, um bei evtl. Verstopfungen oder Harnwegsentzündungen schnell eingreifen zu können. Ausgehend von ca. 2 kg Futter am Tag der Ferkelgeburt sollte am ersten Tag danach um 0,2 - 0,3 kg Futter/Tag gesteigert werden, dann um ca. 0,5 kg/Tag, so dass bis zum 9. Tag nach dem Abferkeln ca. 6,5 kg Futterraufnahme erzielt werden. Zur Vermeidung von größeren Gewichtsverlusten (Absäugen) als hier unterstellt ist für einen Energieausgleich der ersten 10 Laktationstage eine weitere Steigerung um 1 - 1,5 kg Futter/Tag notwendig (Abb. 6.9). Höheren Gewichtsverlusten von 20 kg und mehr ist unbedingt entgegenzuwirken, da dann negative Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit zu erwarten sind.

Im Mittel gilt bei einem Alleinfutter mit 13 MJ ME/kg für die tägliche Futtermenge: 0,9 % der LM Sau + 0,45 kg/Ferkel. Derartige Futtermengen werden von Jungsaunen (1. Wurf) kaum erreicht. Hilfreich sind eine dünn-breiige Fütterung und dies zweimal zu Beginn sowie nach einer Woche dreimal am Tag. Unterstützend wirken sich auch die Hygiene im Stall, die Beseitigung von Futterresten, ein kontinuierliches Angebot von frischem Wasser, Temperaturkontrolle u. a. aus. Hierbei sollte die Stalltemperatur möglichst 20°C (strohlose Haltung) nicht überschreiten, da der intensive Stoffwechsel der Sau eine starke Wärmeabgabe bedingt. Mit steigender Temperatur wird dies erschwert und führt dann zu einer Einschränkung der Futteraufnahme.

Es sollte auch sicher sein, dass die Sau zum Fressen aufsteht und für sie sog. Beschäftigungsmaterialien vorhanden sind. Diese Fütterungsintensität ist bis zum Tag vor dem Absetzen der Ferkel (25. Lebenstag) aufrechtzuerhalten. Die übliche Zufütterung der Ferkel wird nicht extra berücksichtigt. Das manchmal praktizierte „Abfüttern“, also Reduzierung der Futtermenge vor dem Absetzen, ist auf Grund der kurzen Säugezeit nicht empfehlenswert.

6.3.1.3 Günstzeit

Nach dem Absetzen der Ferkel ist die Futtermenge zu reduzieren (Abb. 6.9). Je nach Kondition der Sauen bzw. Verlust an Körpersubstanz sollte das 1,5 - 1,7-fache des Erhaltungsbedarfes an ME in Form des Laktationsfutters bis zum Belegen eingesetzt werden. Von dieser Überversorgung, die z. T. auch als Flushing-Fütterung bezeichnet wird, erhofft man sich einen positiven Effekt auf die Ovulationsrate, was aber experimentell schwierig zu beweisen ist. Im Deckzentrum wird dann die Umstellung auf das energie- und nährstoffärmere Futter für die Trächtigkeit vorgenommen.

Futtermischungen – Laktation und Günstzeit

Die Wahl der Komponenten für das Laktationsfutter wird neben ökonomischen Überlegungen vor allem durch die Anforderungen an die Energie und Nährstoffe im Alleinfutter bestimmt. Für den Rohfasergehalt sind es die gleichen Komponenten wie für die Trächtigkeit. Allgemein werden ca. zwei Drittel der Mischungen durch Getreide gebildet und die Proteinkomponenten sind neben Soja- und Rapsextraktionsschrot geringe Anteile an Leguminosen, Molkeprodukten, Bierhefe und freie Aminosäuren. Eine spezielle Diskussion gibt es gegenwärtig zum Einsatz von Fetten/Ölen. Dies ist nicht nur im Zusammenhang mit der Staubbindung und Energielieferung, sondern mit der Wirkung auf den Fettgehalt und die Fettzusammensetzung der Sauenmilch zu sehen. Trotz guter Ergebnisse hinsichtlich der Ferkelabsetzgewichte und der Reduzierung der Substanzverluste bei den Sauen ist dieser ergänzende Fettzusatz nicht verbreitet. Gründe dafür könnten der beobachtete Rückgang an Futteraufnahme bei Sau und Ferkel sowie die empfohlene Höhe von 8 - 10 % Fettzusatz sein.

Auch beim Laktationsfutter wird oft ein Säurezusatz vorgenommen, während weitere Zusätze wie Probiotika, Kräuter, Enzyme seltener und dann zeitlich begrenzt um das Geburtsgeschehen eingesetzt werden. Das Sauenfutter für die Laktation wird sowohl im Betrieb hergestellt als auch fertig zugekauft. Bei Eigenmischungen auf Getreidebasis erfolgt entweder ein Zukauf von Eiweißkomponenten und Mineralfutter oder eines Ergänzungsfutters mit unterschiedlich hohem Proteingehalt (30 - 40 %). Das Futter wird fast ausschließlich individuell als Trockenfutter mit Hilfe unterschiedlicher Techniken angeboten. Eine Flüssigfütterung, die technisch ebenfalls möglich ist wird aber nur in kleinem Umfang durchgeführt.

Die früher oft praktizierte kombinierte Fütterung von Trockenfutter (-konzentrat) plus Silagen bzw. Grobfuttermitteln ist heute auf die ökologische Schweinehaltung begrenzt.

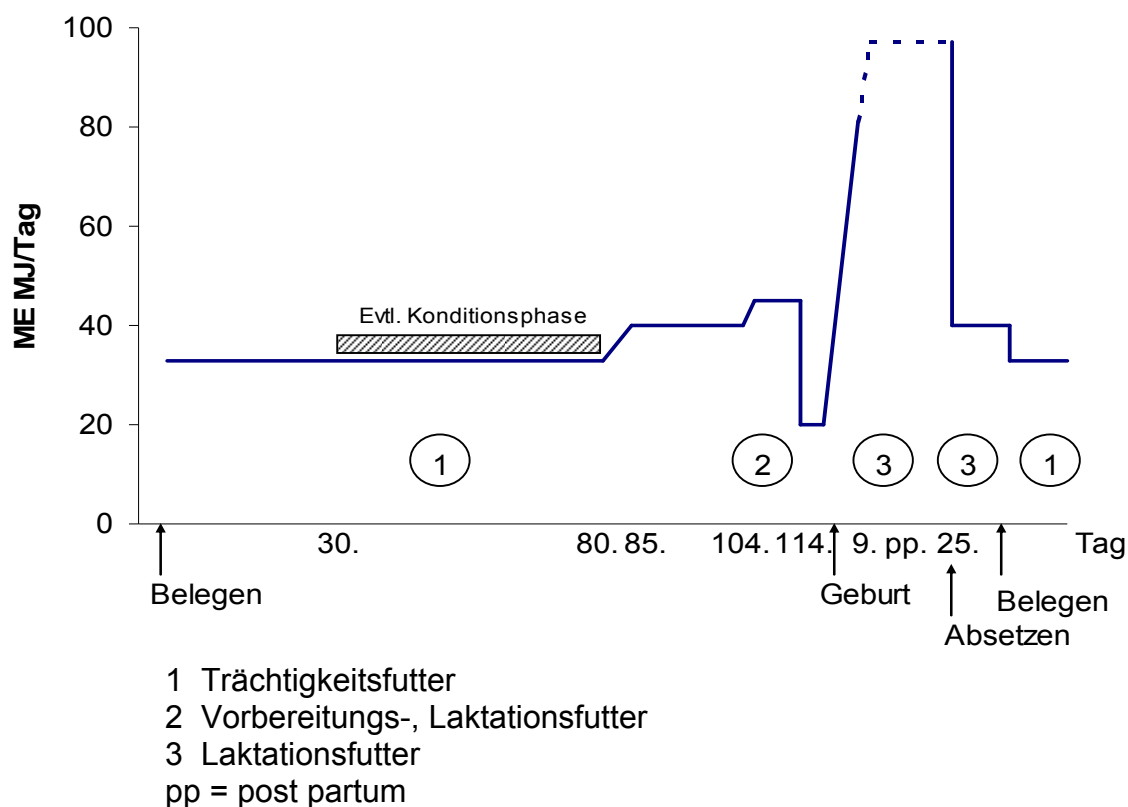


Abb. 6.9: Fütterungsregime für Sauen
(Grunddaten siehe Tab. 6.7 und 6.9, im thermoneutralen Bereich)

6.3.2 Ferkelfütterung

Hierbei ist zu unterscheiden zwischen der Säugeperiode (Geburt bis zum Absetzen) und der Aufzuchtperiode (Absetzen bis zum Mastbeginn).

6.3.2.1 Säugeperiode

Nach der Geburt ist darauf zu achten, dass die Ferkel so schnell wie möglich zur Aufnahme des Kolostrums bei der Sau angesetzt werden. Nur innerhalb der ersten ca. 25 - 35 h nach der Geburt können vom Ferkel intakte Proteinmoleküle durch die Darmwand aufgenommen werden. Daher ist darauf zu achten, dass die Ferkel mehrmals zum Saugen kommen, dies auch, um genügend Energie zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur bereitzustellen, da Ferkel zu diesem Zeitpunkt „fettarm“ sind, also keine Isolierfettschicht aufweisen. Bei hoher Ferkelzahl > 10 könnte ein Wurfausgleich oder je nach Anzahl an Sauen im Betrieb eine technische Ferkelamme nötig werden. Bei letzterer kommt ein Milchaustauscher entweder als Warm- oder Kalttränke zum Einsatz. Die mehrmaligen Gaben an Milchtränke erfordern besondere Aufmerksamkeit hinsichtlich Funktionstüchtigkeit incl. der Vermeidung von Milchresten im System. Obwohl die Sauenmilch, abgesehen vom Eisen, hohe Nährstoffkonzentrationen aufweist, ist es notwendig, schon am 2. - 4. Lebenstag (LT) für eine zusätzliche Eisengabe von 150 - 200 mg je Tier zu sorgen, die möglichst zu wiederholen ist. Als gezielte Versorgung hat sich die Injektion bewährt. Orale Gaben (Pasten, Beifutter, Tränken) mit zweiwertigen Eisenverbindungen können dies unterstützen. Schon in der ersten Lebenswoche ist Trockenfutter einzusetzen. Dazu ist ein schmackhaftes Futter in pelletierter Form möglichst breitflächig nicht auf dem Fußboden (!), sondern in flachen Trögen mehrmals in kleinen Portionen anzubieten. Ziel ist die Adaptation an ein kompaktes Futter im Gegensatz zur Milchnahrung. Dies ist verbunden mit der Stimulation der entsprechenden Enzymbildung, z. B. von der bisher hohen Lactaseaktivität für die

Spaltung des Milchzuckers hin zur Amylaseaktivität für die Hydrolyse der Getreidestärke und zur Entwicklung der Trypsin/Chymotrypsinaktivität (s. Abschn. 6.1.1 u. 6.1.2). Mit der sich langsam steigernden Futteraufnahme wird ein Ausgleich des Nährstoffdefizits angestrebt, das im Verlauf der Säugezeit auftritt und außerdem wird das Absetzen der Ferkel erleichtert. Neben der Milchaufnahme ist den Ferkeln ebenfalls Wasser in Schalen anzubieten und für dessen Frischezustand zu sorgen.

Als Orientierung für die Versorgung sowohl während der Säuge- als auch Aufzuchtphase, die oft im selben Betrieb erfolgen, sind in der Tabelle 6.11 Daten für die Energie und einige Nährstoffe aufgeführt. Die Aufteilung der Wachstumsabschnitte folgt in etwa den Praxisgegebenheiten mit entsprechenden Ferkelfuttertypen. Dabei wurde die Leistung in Form guter Lebendmassezunahmen ausgedrückt. Für die Periode direkt nach dem Absetzen der Ferkel sind die Auswirkungen durch Futter- und Stallumstellung, neue Gruppenbildung und weiteres bei der LMZ berücksichtigt.

Tab. 6.11: Empfehlungen zur Versorgung von Ferkeln während der Säugeperiode, Aufzucht und Vormast (GfE, 2006)

LM-Abschnitt kg		5 – 8	→ 15	→ 25	→ 35
LMZ	g/Tag	290	330	550	660
ME	MJ/Tag	5,9	7,8	12,7	17,4
pcv Lys	g/Tag	5,8	6,6	11,0	13,1
Brutto-Lys	"	6,3	7,8	13,0	15,6
pcv Met + Cys	"	3,0	3,5	5,8	6,9
Brutto-Met+Cys	"	3,3	4,2	6,9	8,3
pcv Thr	"	3,5	4,2	6,9	8,2
Brutto-Thr	"	3,8	5,0	8,2	9,9
pcv Trp	"	1,0	1,2	2,0	2,3
Brutto-Trp	"	1,1	1,4	2,4	2,8
Ca	"	3,7	4,4	7,2	8,9
vP	"	1,6	2,0	3,1	3,8
P	"	2,3	3,3/3,1*	5,6/4,8*	7,0/5,8*
Na	"	0,6	0,7	1,1	1,5

* Bei Einsatz von Phytase

Bei den Angaben zu den Brutto-AS und zum Phosphor ist nochmals darauf hinzuweisen, dass sie auf Basis ihrer verdaulichen Nährstoffe unter Anwendung einer mittleren Verdaulichkeit des Alleinfutters berechnet wurden. Änderungen in der Zusammensetzung der Futtermischungen können auch zu Änderungen in der mittleren Verdaulichkeit des jeweiligen Nährstoffes führen und somit zu anderen Bruttowerten.

Nicht angeführt sind Empfehlungen zur Proteinversorgung, die unterschiedlich abgeleitet werden können. Das Lysin als wichtigste Eckaminosäure in der Versorgung von Schweinen ermöglicht für alle Leistungsbereiche eine gute Grundlage zur Schätzung der zu empfehlenden Rohproteinmenge bzw. -gehalte in den Mischungen. Ausgehend von den notwendigen Gehalten an Lysin in den jeweiligen Futtermischungen wird unter Berücksichtigung der Aminosäurezusammensetzung der einzelnen Komponenten eine Relation zwischen Gehalt an Lysin und Rohprotein für die Gesamtmischung festgelegt. Mit Hilfe dieser Relation bzw. Lysinkonzentration (Lysin g/100 g Protein) ist ein Rohproteingehalt vorzugeben, der auch den notwendigen Gehalt weiterer essenzieller Aminosäuren gewährleistet.

In der Beratung und auch der Mischfutterproduktion hat man die Lysinkonzentration für Ferkelfutter z. T. stark erhöht. So sind 7,4 g Lysin/ 100 g Rohprotein – wohl in Anlehnung an das Milchprotein – nur dann gerechtfertigt, wenn auch weitere essenzielle AS in entsprechender Konzentration im Futterprotein vorhanden sind, was mit üblichen Komponenten ohne den Zusatz von AS nicht möglich ist. Vorteil hoher Konzentrationen an essenziellen AS ist aber der damit mögliche geringere Gehalt an Rohprotein im Futter, was zu einer Reduzierung der Pufferkapazität und N-Ausscheidung beiträgt. Bei Einhaltung der in

Tabelle 6.11 aufgeführten Empfehlungen für die essenziellen AS kann z. B. für das Ergänzungsfutter in der Säugeperiode ein Lysingehalt bis zu 6,8 g/100 g Rohprotein unterstellt werden. In den folgenden Aufzuchtabschnitten ist dann von einer Abstufung der Lysin-Konzentration im Protein der jeweiligen Futtermischung auszugehen.

Zur Vermittlung einer Gesamtübersicht sind in der Tabelle 6.12 für alle Aufzuchtphasen unter Bezug auf die Energiekonzentration in den Mischungen Gehaltsangaben zu einigen Inhaltsstoffen gemacht.

Tab. 6.12: Empfehlungen für die Futtermischungen während der Säugeperiode, Aufzucht und Vormast

LM-Abschnitt kg		5-8	→ 15	→ 25	→ 35
ME	MJ/kg	13,8	13,4	13,0	13,0
pcv Lysin	%	1,35	1,15	1,10	0,98
Brutto-Lys	%	1,45	1,35	1,30	1,15
pcv Met + Cys	%	0,70	0,60	0,59	0,52
Brutto-Met+Cys	%	0,77	0,72	0,70	0,62
pcv Thr	%	0,82	0,72	0,70	0,61
Brutto-Thr	%	0,89	0,86	0,84	0,74
pcv Trp	%	0,24	0,21	0,20	0,17
Brutto-Trp	%	0,26	0,24	0,24	0,21
Rohprotein	%	21,5	21,0	20,0	19,0
Ca	%	0,85	0,75	0,73	0,66
vP	%	0,37	0,34	0,32	0,28
P	%	0,53	0,52*	0,49*	0,43*
Na	%	0,15	0,15	0,15	0,15

*P-Gehalt bei Phytaseeinsatz

Ein Vergleich mit bisherigen Empfehlungen für diese Wachstumsphase zeigt, dass für die Aminosäuren höhere Gehaltswerte vorgeschlagen werden. Ursächlich dafür ist das Ziel, einen möglichst hohen Proteinansatz zu erreichen und evtl. Schwächen in der Futtermittelbewertung auszugleichen. Das heißt, weitergehende „Sicherheitszuschläge“ sind nicht zu rechtfertigen. Bei der Tryptophanversorgung wurden Sondereffekte auf den Futtermittelverzehr nicht berücksichtigt. Die Gehaltsangaben für die Mineralstoffe entsprechen früheren Empfehlungen. Eine Umrechnung auf andere Energiekonzentrationen in den Mischungen ist leicht durchführbar.

Futtermischungen – Säugeperiode

Für das Ferkelfutter in der Säugeperiode ist die Wahl geeigneter Komponenten von großer Bedeutung. Sie müssen von sehr guter hygienischer Beschaffenheit sein. Getreide wie Weizen, Mais sowie stärkehaltige Nebenprodukte sollten zumindest partiell aufgeschlossen sein. Eiweißhaltige Futtermittel mit hoher Verdaulichkeit, wie z. B. Milch- und Milchnebenprodukte (aschearm!), Kartoffeleiweiß, Proteinhydrolysate, Sojaproteine, Hämoglobinpulver sind vorzuziehen, soweit es die Preiswürdigkeit erlaubt. Öle/Fette sollten auf Grund des noch nicht angepassten Enzymstatus sowohl hinsichtlich Menge als auch Zusammensetzung an der Sauenmilch orientiert werden.

Bewährt hat sich der Zusatz von Säurekombinationen. Außerdem erfolgen weitere Zusätze, wie Spurenelemente und Vitamine (Tab. 6.14 u. 6.15) sowie Probiotika. Die Frage, ob das Ferkelbeifutter schon mit dem Folgefutter (Ferkelaufzuchtfutter I) während der Säugeperiode zu verschneiden ist oder erst nach dem Absetzen, ist nicht eindeutig zu beantworten. Je nach betriebswirtschaftlichen Gegebenheiten und Länge der Säugezeit wird verfahren. Bei Säugezeiten bis zu 25 Tagen ist zu empfehlen, dass das Folgefutter erst nach dem Absetzen zum Einsatz kommt. Dies auch deshalb, weil der Futtermittelverbrauch trotz z. T. beachtlicher Streuverluste für diese Zeitspanne nur mit ca. 1,0 kg/Ferkel zu veranschlagen ist.

6.3.2.2 Aufzuchtperiode

Wie schon angesprochen, ist das Absetzen von der Sau und die damit verbundenen Belastungen durch mehrere Stressfaktoren (Umstellung im Futter, Transport, Stallklima, Keimbelastung, Gruppenbildung u. a.) nach der Geburt die kritischste Phase. Dies ist bei den Fütterungsmaßnahmen zu beachten, die allgemein das Ziel haben, ein schnelles Wachstum mit guter Muskel- und Skelettentwicklung unter Vermeidung von Verdauungsstörungen und Ödemerkrankungen zu realisieren.

Aufgabe der Fütterung ist:

- Sicherstellung einer zügigen Futter- und Wasseraufnahme nach dem Absetzen
- Einsatz eines hochverdaulichen, hygienisch einwandfreien Futters
- Deckung des Energie- und Nährstoffbedarfes
- Vermeidung von „Überfressen“
- Minderung der Pufferkapazität des Futters durch Auswahl entsprechender Komponenten incl. Säurezusatz
- Unterstützung der Darmtätigkeit durch Zusatz von Probiotika, fermentierbare Gerüstkohlenhydrate, Prebiotika
- Vermeidung von Futterresten und abgestandenem Wasser

Futtermischungen - Aufzucht

Die Anpassung der Energie- und Nährstoffversorgung an den Bedarf im Verlauf der Aufzucht wird allgemein mit zwei Alleinfuttertypen praktiziert. Für den Übergang zur Mast erfolgt oft noch der Einsatz eines so genannten Vormastfutters (Tab. 6.12).

Zur Vorbeugung oder beim Auftreten von Verdauungsstörungen wird neben der Wahl wenig puffernder Komponenten (Abschn. 6.2) und dem Zusatz von Säuren eine Reduzierung des Protein- und Ca-Gehaltes im Futter vorgenommen. Offen ist dabei, wie lang diese Fütterungsperiode mit einer Ca-Absenkung vertretbar ist, ohne nachhaltige Schäden in der Entwicklung der Ferkel insbesondere des Skeletts zu erzeugen. Dies kann aber nur ein Beitrag zur Reduzierung oder Verhinderung von Durchfällen sein.

Eine weitere Möglichkeit bietet eine Reduzierung der Futteraufnahme. Um dadurch nicht zu viel Unruhe und ein Auseinanderwachsen zu verursachen, erfordert die rationierte Fütterung entsprechende technische Einrichtungen (Abschn. 7).

Während der Aufzucht wird das Futter in trockener, breiiger oder flüssiger Form mit Hilfe unterschiedlicher technischer Hilfsmittel angeboten (Abschn. 7).

Gegenwärtig wird die Aufzucht mit ca. 28 kg LM abgeschlossen.

6.3.3 Mast

Die Mast - der letzte Schritt in der Produktionskette - hat die Aufgabe, einen marktgerechten Schlachtkörper zu erzeugen und dies mit geringstem Aufwand an Betriebsmitteln, insbesondere an Futtermitteln, an Arbeitskraft, Tierarztkosten, Tierverlusten und umweltrelevanten Ausscheidungen. Die Aufgabe der Fütterung besteht im Wesentlichen darin, eine bedarfsgerechte Zufuhr an Energie, Nähr- und Zusatzstoffen vorzunehmen, die es ermöglicht, das Wachstumspotenzial (Gewichtszunahme) soweit auszuschöpfen, so lange weder qualitative noch gesundheitliche Schwächen auftreten.

Die "Mast" mit all ihren Einflussfaktoren ist kontinuierlich Gegenstand von Diskussionen, Beratungen, Seminaren und Publikationen. Beispielhaft sei auf die Arbeiten der DLG, Frankfurt, und des VLK, Bonn, hingewiesen. Daher sollen hier nur einige Zusammenhänge und Teilbereiche angesprochen werden.

Aus den schon zitierten Empfehlungen der GfE (2006) können nur exemplarisch Hinweise für die Versorgung gegeben werden. Als Beispiel ist in der Tabelle 6.13 die notwendige Versorgung für eine mittlere Lebendmassezunahme von ca. 800 g/Tag im Mastabschnitt von ca. 35 kg LM bis 120 kg LM aufgeführt. Hierbei wird ein Genotyp mit hohem Fleischansatz unterstellt, d.h. mit einem Proteinansatz ausgehend von ca. 17 % abfallend auf 16 % in der LMZ. Der daraus resultierende mittlere Energieaufwand ist mit 37 MJ ME/kg LMZ als sehr

günstig zu beurteilen. Für die sog. Vormast sind die entsprechenden Daten in den Tabellen 6.11 und 6.12 angegeben.

Tab. 6.13: Empfehlungen zur Versorgung von Mastschweinen (GfE, 2006)

LM-Abschnitt kg:		35 → 55	→ 75	→ 95	→ 115
LMZ	g/Tag	750	950	900	750
ME	MJ/Tag	23	32	34	34
pcvLys	g/Tag	15	18	18	15,5
Brutto-Lys	"	18	22	22	19
pcv Met+Cys	"	8,0	9,5	9,5	8,5
Brutto-Met+Cys	"	9,5	12,0	12,0	10,5
pcv Thr	"	9,5	11,5	11,5	10,0
Brutto-Thr	"	11,5	14,0	14,0	12,5
pcv Trp	"	2,5	3,1	3,1	2,7
Brutto-Trp	"	3,0	4,0	4,0	3,3
Ca	"	11,0	14,0	13,0	12,0
vP	"	4,4	5,7	5,5	4,7
P	"	8,0/6,3*	11,5/8,5*	12,0/8,5*	10,5/7,2*
Na	"	1,7	2,3	2,2	2,0

*)Bei Einsatz von Phytase

Mit Hilfe dieser Daten können die notwendigen Gehaltswerte für die Alleinfuttermittel der verschiedenen Mastabschnitte berechnet werden.

Die Intensität der Aufteilung in Fütterungsabschnitte mit unterschiedlichen Futtermischungen wird vor allem durch betriebswirtschaftliche Voraussetzungen bestimmt. Die größte Differenzierung erlaubt die Flüssigfütterung mit Hilfe von zwei, eventuell drei Grundmischungen. Übliche Fütterungsverfahren sind in der Übersicht 6.1 skizziert.

Die Wahl der einzelnen Futtermittel wird von mehreren Faktoren beeinflusst, wobei für die Teilnehmer am System Qualität und Sicherheit (QS) die allgemeine Einschränkung gilt, dass nur Futtermittel eingesetzt werden dürfen, die in der „Positivliste für Einzelfuttermittel“ der Normenkommission (NK, 2006) erfasst sind.

Die Prinzipien der Kombination von Einzelfuttermitteln und Konzentraten zur Ergänzung sind aus Übersicht 6.1 zu ersehen.

Übersicht 6.1: Mastformen und Fütterungsverfahren

Alleinfutter: entsprechend Anforderungen in unterschiedlichen Mastabschnitten		
Getreide, Fette/Öle und/oder nur CCM	} plus	Eiweißkomponenten plus
Getreide, Fette/Öle plus Erzeugnisse		Mineralfutter
u. Nebenerzeugnisse		oder nur Ergänzungsfutter
aus Lebensmittelindustrie sowie Biotechnologie		
Vormast + Universalmast	von ca. 40 kg	bis ca. 120 kg
Vormast + 2 oder 3 Phasen	von ca. 40 kg – 70 kg – 120 kg	
	oder von ca. 40 kg – 60 kg – 90 kg – 120 kg	
Vormast und Multiphasen : Anpassung innerhalb kleiner Gewichtsspannen		

Wichtig für den Masterfolg ist die Fütterungsstrategie, d.h. eine auf die jeweiligen Produktionsleistungen abgestimmte quantitative und qualitative Zufuhr an Energie und Nährstoffen in den verschiedenen Mastabschnitten.

Für die Wahl einer Fütterungsstrategie sind ganz unterschiedliche Faktoren von Bedeutung, vorrangig Genotyp und Geschlecht, Ansprüche des Marktes, Fütterungstechnik sowie ökonomische Rahmenbedingungen, z. B. Ferkel- und Schlachtschweinepreise sowie Futterkosten. Somit kann es keine einheitliche Strategie geben, sondern betriebsbezogene Entscheidungen.

Im Zusammenhang mit dem Geschlecht ist zu berücksichtigen, dass der Stoffansatz bis zu ca. 70 kg gleich ist. Danach kommt es bei den Börgen im Mittel zu höherer Fetteinlagerung, insbesondere bei hoher LMZ. Dabei ist aber der Proteinansatz bei einem erheblichen Anteil der Böрге ebenso hoch wie bei den weiblichen Mastschweinen.

Um einer zu starken Verfettung der Böрге vorzubeugen, wird oft ab 70 kg - 80 kg LM die Futtermenge gleichgehalten, während weibliche Tiere ad libitum gefüttert werden. Das angestrebte Endgewicht wird durch die Vorgaben für das Gewicht der Schlachthälften (Schlachtkörper) bestimmt.

6.3.4 Empfehlungen zur Versorgung mit Spurenelementen und Vitaminen

Die Empfehlungen der GfE (2006) zur Spurenelementversorgung beruhen auf Ergebnissen aus Wachstums- und Bilanzversuchen sowie auf Dosis- Wirkungsstudien. Einzelergebnisse, die aus Versuchen mit Sonderwirkungen abgeleitet wurden, sind nicht berücksichtigt worden. In der Tabelle 6.14 ist neben den Empfehlungen auch ein Hinweis auf die futtermittelrechtlich erlaubten Höchstmengen (mg/kg Futter mit 88 % T) gegeben.

Tab. 6.14: Empfehlungen zur Spurenelementversorgung von Schweinen (mg/kg Futtertrockenmasse, GfE, 2006)

Spurenelement	Zuchtsauen und Zuchteber	Ferkel	Mastschweine und Zuchtläufer	Höchstgehalte FMV Anlage 3
Eisen (Fe)	80-90	80-120*	50-60	750
Iod (I)	0,6**	0,15**	0,15**	10
Kupfer (Cu)	8-10	6***	4-5	25
Mangan (Mn)	20-25	15-20	20	150
Selen (Se)	0,15-0,20	0,20-0,25	0,15-0,20	0,5
Zink (Zn)	50	80-100****	50-60	150
* bei Saugferkeln mindestens 200 mg Fe i. m. am 2.-3. Tag post partum, Höchstmenge 250 mg/Tag (FMV) ** bei Einsatz von glucosinolathaltigen Futtermitteln (z. B. Rapsschrot) bis 1 mg/kg *** 170 mg/kg bis 12. Lebenswoche (FMV) **** 200 mg/kg Milchaustauscher (FMV)				

Für die Empfehlungen zur Versorgung mit Vitaminen (Tab. 6.15) wurden unterschiedliche Kriterien herangezogen, wie z. B. Leistungsmerkmale, physiologische Parameter wie Blut- und Gewebespiegel, Speicherung in Organen oder Gewebeeigenschaften.

Auch hier wurden einzelne Beobachtungen über „Sondereffekte“ von hohen Vitamingaben nicht berücksichtigt, da sie nicht verifizierbar und im Experiment selten reproduzierbar sind.

Tab. 6.15: Empfehlungen zur Versorgung von Schweinen mit Vitaminen (je kg Futtertrockenmasse)

Vitamin		Ferkel	Mastschweine	Zuchtsauen	
A	I.E.	4.000	2.200 (13.500)*	2.300	laktierend
				4.000	gravid
D	I.E.	500 (10.000)*	150-200 (2.000)*	200	
				(2.000)*	
E	I.E.	15	15	30	laktierend
				15	gravid
K (Menadion)	mg	0,15	(0,1) ¹⁾	(0,1) ¹⁾	
B₁ (Thiamin)	"	1,7	1,7	1,7	
B₂ (Riboflavin)	"	4,4 ²⁾ /3,7	2,8 ³⁾ /2,3	4,2	
Niacin⁴⁾	"	20 ²⁾ -15	15	11	
Pantothensäure	"	13	10	13	
B₆ (Pyridoxin)	"	3,0	3,0	1,5	
B₁₂ (Cobalamin)	"	0,040 ²⁾ /0,023	0,010	0,017	
Biotin⁵⁾	"	0,09	0,06	0,22	
Folsäure	"	0,33	0,33	1,44	
Cholin⁶⁾	"	1000	800 ³⁾ /500	1200	

¹⁾Empfehlungen unsicher (mikrobielle Synthese), ²⁾bis 10 kg LM, ³⁾bis 60 kg LM,

⁴⁾verfügbares Niacin bei bedarfsgerechter Tryptophanversorgung, ⁵⁾verfügbares Biotin,

⁶⁾vitaminähnliche Substanz

*Höchstgehalte nach FMV Anlage 3

6.3.5 Wasserversorgung

Neben den allgemeinen Hinweisen auf die Notwendigkeit der Bereitstellung von Wasser sollen noch einige Aspekte zur Versorgung angesprochen werden.

Wasser hat gleich mehrere Funktionen wie Lösungs-, Verdünnungs- und Transportmittel sowohl außerhalb als innerhalb von Tier und Mensch, es fördert die Verdauung, dient der Aufrechterhaltung des Zelldruckes (Turgor) und der Wärmeregulation. Speziell für das Schwein kommt dem Wasser als Komponente für die „Flüssigfütterung“ eine entscheidende Bedeutung zu.

Diese Aufzählung weist schon darauf hin, dass hierbei nicht nur der Bedarf im engeren Sinn zu erfüllen ist, sondern eine durch die körperliche Verfassung und die Haltungsbedingungen (Fütterung, Stallklima, Art der Aufstallung) bedingte Aufnahme an Wasser zu sichern ist.

Wichtige Einflussgrößen auf die Wasseraufnahme sind:

- Trockensubstanz- bzw. Wassergehalt im Futter
- Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit
- Wassergehalt im Leistungsprodukt und Leistungshöhe
- Gesundheitszustand und Alter der Schweine
- Spez. Inhaltsstoffe im Wasser (z. B. NaCl oder KCl)

Für die Schätzung der benötigten Wassermenge gibt es zwar Gleichungen, die aber anders als für andere Nutztiere nur die Aufnahme an Futtertrockenmasse und das metabolische Körpergewicht berücksichtigen. Aussagen zu praxisrelevanten Wassermengen beruhen somit auf Erfahrungswerten, die natürlicherweise mit Abweichungen behaftet sind. In der Tab. 6.16 sind Daten einer Arbeitsgruppe der DLG, z. T. modifiziert (NRC, 1998, Kamphues u. Schulz, 2002) zusammengestellt.

Tab. 6.16: Wasseraufnahme von Schweinen (DLG, 2000, modifiz.)

	Lebendmasse kg	Wasseraufnahme l/Tier und Tag
Saugferkel	2 - 7	0,2 - 0,9
Absetzferkel	7 - 30	1,0 - 2,5
Mastschweine	30 - 75 75 - 120	2,6 - 7,0 7,0 - 10,0
Sauen: güst und niedertragend hochtragend säugend		8,0 - 10,0 10,0 - 15,0 15,0 + 1,5/Ferkel
Eber		10,0 - 15,0

Ein Mangel an Tränkwasser hat Leistungseinbußen zur Folge, da die Futtermittelaufnahme reduziert wird, die Milchproduktion abfällt, gesundheitliche Störungen auftreten, u. a. wegen eingeschränkter Harnausscheidung und gestörter Wärmeregulation (Hyperthermie).

Neben der Bereitstellung notwendiger Wassermengen ist dessen Qualität von entscheidender Bedeutung, um sowohl gesundheitliche Störungen beim Schwein als auch den Transfer unerwünschter Stoffe in die entsprechenden Lebensmittel zu vermeiden.

Die jetzt gültige Futtermittelhygieneverordnung [VO (EG) 183/2005] gibt nur allgemeine Anforderungen vor, wonach das Tränkwasser für das jeweilige Nutztier „geeignet“ sein muss. Unabhängig davon wird seit einiger Zeit über konkrete Grenz- oder Richtwerte für organische und anorganische Belastungen diskutiert, wobei bisher keine allgemein verbindlichen Vorgaben oder eine Tränkwasserverordnung vorliegen. Trotzdem sollte jeder Betrieb – soweit er das Wasser nicht aus dem öffentlichen Netz entnimmt – zur Kontrolle repräsentative Proben untersuchen lassen. Die Probenahme sollte vor allem an der Stelle der Aufnahme durch das Tier erfolgen (Schulze-Horsel, 1998). Orientierungswerte für die Beurteilung des Tränkwassers sind durch die Landwirtschaftskammern oder Veterinärämter zu erhalten.

Literatur

Abel, H.J., Flachowsky, G., Jeroch, H., Molnar, S. (1995): Nutztierernährung, Gustav Fischer Verlag Jena, 519 S.

AMINODat® 3.0 (2006): Degussa AG. Feed Additives, Hanau-Wolfgang

AmiPig (2000): Association Francaise de Zootechnie, Ajinomoto Eurolysine, Aventis Animal Nutrition, INRA, ITCE

BGBl (2005): Futtermittelverordnung (FMV) in der Neufassung vom 07.03.2005 (BGBl. I S. 522), zuletzt geändert am 22.12.2005 (BGBl. I S. 3707)

Bolduan, G. (1993): Ferkelerernährung. In: Wiesemüller / Leibetseder: Ernährung monogastrischer Nutztiere. Gustav Fischer Verlag, Jena – Stuttgart, 308 S.

DLG (1973): DLG-Futterwerttabellen – Mineralstoffgehalte in Futtermitteln. DLG-Verlag, Frankfurt/Main

DLG (1976): DLG-Futterwerttabellen – Aminosäuregehalte in Futtermitteln. DLG-Verlag, Frankfurt/Main

DLG (1991): DLG-Futterwerttabellen – Schweine – 6. erweiterte und völlig neu gestaltete Auflage. DLG-Verlag, Frankfurt/Main

DLG (1999): DLG-Information 1/1999, Schweinefütterung auf Basis des verdaulichen Phosphors. DLG-Verlag Frankfurt/Main

- DLG (2000): Frostsichere Wasserversorgung von Schweinen in Außenklimaställen. DLG-Merkblatt 319, Frankfurt
- DLG (2002): Leistungs- und qualitätsgerechte Schweinefütterung, DLG-Information 1/2002, DLG e.V. Frankfurt
- DLG (2002): Schweinemast, Trendreport Spitzenbetriebe. DLG e.V., Frankfurt
- DLG (2005): Kleiner Helfer für die Berechnung von Futterrationen – Wiederkäuer und Schweine. DLG-Verlag, Frankfurt/Main
- DLG (2006): 5. DLG Konferenz Forum Spitzenbetriebe Schwein. 14.-15.II. Göttingen, DLG e.V. Frankfurt
- EG (2005): Verordnung (EG) Nr. 183/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Januar 2005 mit Vorschriften für die Futtermittelhygiene, Abl. EU L 35 vom 8.2.2005
- Engelhard, W.v., Breves, G. (2004): Physiologie der Haustiere, Enke-Verlag, Stuttgart, 650 S.
- e-Rhodiment Nutrition Guide (2006): ADISSEO France SAS
- Flachowsky, G. (Hrsg. 2006): Möglichkeiten zur Dekontamination von unerwünschten Stoffen nach Anlage 5 der Futtermittelverordnung. Sonderheft 294, Landbauforschung Völkenrode, 290 S.
- GfE (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. Heft 10, DLG-Verlag, Frankfurt/M. (im Druck)
- Hoffmann, M. und Steinhöfel, O. (2005): Futtermittelspezifische Restriktionen. Landesarbeitskreis „Futter und Fütterung im Freistaat Sachsen“, 35 S.
- Jeroch, H., Drochner, W., Simon, O. (1999): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 544 S.
- Kamphues, J., Coenen, M., Kienzle, E., Pallauf, J., Simon, O., Zentek, J. (2004): Supplemente zur Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung, Verlag M. & H. Schaper, Alfeld-Hannover, 10. Auflage, 374 S.
- Kirchgessner, M. (2004): Tierernährung, Verlags Union Agrar 11. Auflage, 582 S.
- NK (2006): Positivliste für Einzelfuttermittel (Futtermittel-Ausgangserzeugnisse), Zentralausschuss der Deutschen Landwirtschaft, www.futtermittel.net
- Noblet, J., Close, W.H., Heavens, R.P. (1985): Studies on the energy metabolism of the pregnant sow. 1. Uterus and mammary tissue development. Br.J.Nutr. 53, 251 - 265
- OECD (2001-2005): Series on the Safety of Novel Foods and Feeds No. 1-10. Consensus documents on compositional considerations for new varieties of soybean etc.: Key food and feed nutrients and antinutrients. Organisation for Economic cooperation and Development, Paris, France
- Pape, H.-C. (Hrsg.) (2006): Futtermittelzusatzstoffe. Agrimedia GmbH, Bergen/Dumme
- Row Material Compendium (2004): Novus International, Inc.
- Schulze-Horsel, T. (1998): Feldstudie zur Wasserversorgung und Wasserqualität in Schweinebeständen Norddeutschlands. Diss. Tierärztl. Hochschule Hannover
- VLK (2003-2006): Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Tagungsunterlagen 2003, 2004, 2005, 2006. Verb. Landwirtschaftskammern, Bonn
- VO(EG) Nr. 1831/2003: Verordnung des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 22. September 2003 über Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung; Abl. L 269 vom 18.10.2003, S. 29