
8. Produktionsformen, Fütterungstechnik und Rationenplanung

Peter Stoll, Annelies Bracher, Martin Jost, Andreas Gutzwiller und Jürg Kessler

8.1 Fütterung und Ökologie

Wo Tiere gehalten werden, fallen tierische Ausscheidungen an. In Regionen mit zu hoher Tierdichte belasten die Ausscheidungen in Form von Mist, Gülle und Gasen die Umwelt. In der Schweinehaltung sind besonders die darin enthaltenen Stickstoff(N)-Verbindungen in Form von Ammoniak und Nitrat sowie der Phosphor umweltrelevant. Stehen Tierställe in der Nähe von Siedlungsgebieten, können auch Geruchsemissionen problematisch werden. Zu beachten ist, dass Massnahmen, welche beim Einzeltier zu vermindertem Austrag an Stickstoff und Phosphor führen, nicht auf Stufe Betrieb über vermehrte Umtriebe, höhere Tierzahlen oder schlechte Lagerungs- und Ausbringtechnik der Gülle zunichte gemacht werden.

8.1.1 Reduktion des Stickstoff (N)-Austrages

Pro Mastschweineplatz (MSP) und Zuchtsauenplatz (ZSP) fallen gemäss den schweizerischen Grundlagen für die Düngung (FAL / RAC 2001) jährlich 13 kg N beziehungsweise 35 kg N an (Tabelle 37). Der N-Anfall beinhaltet Kot-N, der durch die Proteinverdaulichkeit bestimmt wird und Harn-N, der den verdauten, aber nicht verwerteten N enthält. Das heisst, dass der überschüssige N einer über dem Bedarf liegenden Proteinzufuhr und/oder eines ungünstigen Aminosäureprofils im Harn in Form von Harnstoff erscheint, der über 90 % des Harn-

Tabelle 37. N-Anfall und N-Verwertung verschiedener Schweinekategorien.

	N-Anfall	N-Verwertung
	Praxis Schweiz	(N-Ansatz : N-Futter)
Saugferkel, kg / Tier		86 %
Absetzferkel, kg / Tier	0.4	45 – 54 %
Mastschwein, kg / Tier	4.0	30 – 50 ¹⁾ %
MSP, kg / Jahr	13.0; Untergrenze: 10.0	
trächtige Sau, kg / Tier	6.5	10 – 21 %
laktierende Sau, kg / Tier	5.1	33 – 43 %
kg / Jahr (inkl. trächtig)	25.4	18 – 28 %
ZSP, kg / Jahr (inkl. Absetzferkel)	35.0; Untergrenze: 29.2	

¹⁾ 50 % bei Kombination von Multiphasenfütterung mit dem Konzept des idealen Proteins.

N ausmacht. In Kontakt mit Kot wird Harnstoff rasch in Ammoniak umgewandelt, der als Gas in die Luft entweichen kann.

Im Produktionszyklus eines schlachtreifen Mastschweines (relativer Beitrag der Sauen und Ferkel eingerechnet) werden rund 16 % des Futter-N im Kot und 51 % im Harn ausgeschieden. Nur ein Drittel des Futter-N wird verwertet (Dourmad et al. 1999). Durch die Fütterung können die N-Verluste über Kot und Harn beeinflusst werden. Die Grundsätze einer N-optimierten Fütterung umfassen folgende Massnahmen (Verstegen and Tamminga 2002):

- *Bedarfsgerechte Fütterung*: angepasste Sicherheitsmarge, Phasenfütterung
- *Hohe Verdaulichkeit*: Rohkomponentenwahl, Inaktivierung von Trypsininhibitoren, Einsatz von Enzymen (zum Beispiel indirekte Wirkung von Carbohydrasen)
- *Optimiertes Aminosäurenprofil*: Rohkomponentenwahl, Zusatz reiner Aminosäuren, proteinreduzierte Rationen
- *Kohlenhydrat-Protein-Verhältnis im Dickdarm*: Zufuhr fermentierbarer Kohlenhydrate in Form von Nichtstärke-Polysacchariden (zum Beispiel Zuckerrübenschnitzel)
- *Minimale Futterreste und Futterverluste*.

Die absoluten und relativen Beiträge dieser Fütterungsmassnahmen sind in Tabelle 38 zusammengefasst, die ein erhebliches Potenzial zur Absenkung des N-Anfalles aufzeigt.

Bedarfsgerechte Fütterung: Um eine Proteinübersorgung zu vermeiden, ist die Ration in Zusammensetzung und Menge an die Leistung und das physiologische Stadium des Schweines anzupassen (Kapitel 4). Dies wird mit der so genannten Phasenfütterung mit abgestuften Proteingehalten umgesetzt. Im einfachsten Fall wird bei Mastschweinen zwischen einem Jagerfutter und Ausmastfutter unterschieden und bei Sauen erfolgt der Futterwechsel entsprechend dem Reproduktionszyklus. Aus Gründen der Einfachheit und der Futterlagerungsmöglichkeiten wird dies in der Praxis leider oft nicht gemacht. Dabei wird ein zeitweiliger Proteinüberschuss in Kauf genommen. Unter der Voraussetzung, dass die Futterzusammensetzung und der Bedarf genügend genau eingeschätzt werden, reduzieren sich die N-Ausscheidungen bei 2-phasiger bis Multiphasenfütterung um 10 bis 37 % (Tabelle 38). Einsparmöglichkeiten ergeben sich auch, wenn auf allzu hohe Sicherheitsmargen verzichtet wird.

Tabelle 38. Beitrag von Fütterungsmassnahmen zur Reduktion des N-Anfalles.

	N total (Gülle)	Kot-N	Harn-N	Ammoniak-Emission
Fütterung nach Norm, kleine Sicherheitsmarge	10 – 15 %		↓	↓
hohe Proteinverdaulichkeit	5 %	10 – 25 %		
Phasenfütterung: Mast				
2-phasig	10 %		↓	↓
3-phasig	15 – 20 %		↓	20 %
Multiphasenfütterung ¹⁾	37 %	17 %	30 %	↓
Phasenfütterung: Sauen trächtig / laktierend	20 – 25 %		↓	29 %
proteinreduzierte Rationen, Zusatz reiner Aminosäuren (Lysin, Methionin, Threonin, Tryptophan)	pro 10 g RP/kg Futter: ⇒ – 8 bis 8.5 % N pro 10 g RP/kg Futter: ⇒ – 9 % NH ₄ ⁺ – N in Gülle pro 10 g RP/kg Futter: ⇒ 0.1 bis 0.3 l weniger Wasserkonsum bis 40 % weniger N _{tot} , bis 60 % weniger NH ₃ -Emissionen			
im Dickdarm fermentierbare Kohlenhydrate	pH ↓	+ 20 – 70 % ²⁾ Kotmenge ↑	35 – 45 % Harmmenge ↓	25 – 60 %

¹⁾ Modellrechnung nach Fütterungsnormen

²⁾ Kot-N nimmt zu

Hohe Verdaulichkeit: Die Futtermittelverdaulichkeit bestimmt, wie viel Kot produziert wird. Durch die Wahl von Rohkomponenten mit hoher Proteinverdaulichkeit kann die Menge an Kot-N vermindert werden. Nicht zu unterschätzen sind antinutritive Faktoren, die die Proteinverdaulichkeit beeinträchtigen, wie Trypsininhibitoren und Lectine der Leguminosen. Diese sind über eine entsprechende Hitzebehandlung zu inaktivieren. Nicht zuletzt lassen sich schlecht verdauliche Komponenten mit Enzymzusätzen aufschliessen.

Aminosäurenprofil: Der Proteinbedarf entspricht einem Bedarf an Aminosäuren. Die Verwertung der Aminosäuren wird durch die Verfügbarkeit der erstlimitierenden, essenziellen Aminosäuren bestimmt. Ein massgeblicher Teil der N-Ausscheidungen im Harn ist auf Aminosäuren-Ungleichgewichte zurückzuführen. Die Optimierung des Aminosäurenprofils nach dem Konzept des Idealproteins (Kapitel 2) ist eine effiziente Art, die N-Ausscheidungen zu minimieren, da der RP-Gehalt der Ration reduziert werden kann. Dies erreicht man über zwei Wege: die Verwendung von Proteinträgern, die sich in ihrem Aminosäurenprofil ergänzen und den Einsatz von reinen Aminosäuren, mit denen in Protein reduzierten Rationen die erstlimitierenden Aminosäuren zugeführt werden. Dies betrifft in erster Linie Lysin, Methionin, Threonin und Tryptophan. Die Grenze der Proteinreduktion liegt bei rund 40 g/kg Futter. Dabei wird bis 40 % weniger N ausgeschieden und bis 60 % weniger Ammoniak emittiert. Da gleichzeitig der Wasserkonsum zurückgeht, wird weniger Harn gebildet.

Kohlenhydrat-Proteinverhältnis im Dickdarm: Eine gezielte Zufuhr an im Dickdarm fermentierbaren Kohlenhydraten fördert das Wachstum der Dickdarmflora mit vermehrter Bildung flüchtiger Fettsäuren, bewirkt eine Verschiebung des Harn-N zum Kot-N und erhöht den organisch gebundenen N im Kot. Der pH-Wert der Gülle sinkt und die Ammoniakemissionen gehen zurück (Canh et al. 1998).

Minimale Futterreste und Futterverluste: Durch ungeeignete Futtertröge, schlechte Fütterungstechnik und Futterverderb können erhebliche Futterverluste entstehen, die letztlich in der Gülle enden. Eine Minimierung dieser Verluste ist nicht nur umweltrelevant.

8.1.2 Geruchsemissionen

Wie bei jeder Tierart haben auch beim Schwein die Exkremente einen typischen Geruch. Dieser setzt sich aus einer Vielzahl verschiedener Gase zusammen. Beim Schwein dominieren mengenmässig Ammoniak (NH_3) und Schwefelwasserstoff (H_2S). Die geruchsbelastenden Verbindungen fallen im Dickdarm vorab als Zwischenprodukte des Aminosäurenabbaus an. Ein relativer Mangel an fermentierbaren Kohlenhydraten verstärkt diesen Vorgang. In der Gülle oder im Mist werden die Umbauprozesse fortgeführt (Mackie et al. 1998).

Geruch kann nicht vermieden, aber unter anderem durch die Fütterung beeinflusst werden (Sutton et al. 1999):

- Da Ammoniak wesentlich an den Geruchsemissionen beteiligt ist, können sinngemäss alle zuvor aufgeführten Fütterungsmassnahmen, die zu einer Reduktion der N-Ausscheidung führen, auch zu einer Verminderung der Geruchsemissionen beitragen.
- Eine Reduktion der in den Dickdarm fliessenden Proteinmenge verringert die Bildung geruchsaktiver Verbindungen. Dies kann über die Erhöhung der Proteinverdaulichkeit und einen bedarfsgerechten Proteingehalt der Ration gesteuert werden.
- Die Verschiebung des Kohlenhydrat-Protein-Verhältnisses im Dickdarm über eine gezielte Zufuhr an erst im hinteren Verdauungstrakt fermentierbaren Kohlenhydraten (rohfaserreiche Futtermittel, Rübenschnitzel, Trester) begrenzt die Bildung unangenehm riechender Zwischenprodukte der mikrobiellen Gärung.

8.1.3 Phosphor und Phytase

Um die Umwelt so wenig wie möglich mit Phosphor (P) aus der Schweinehaltung zu belasten, muss die P-Ausscheidung über Kot und Harn minimiert werden. Dazu bieten sich aus der Sicht der Fütterung mehrere Möglichkeiten an.

Die wichtigsten sind die gezielte Deckung des P-Bedarfes durch Mehrphasenfütterung sowie die Erhöhung der P-Verwertung durch den Einsatz von Phytasen. Auf den Einsatz von Phytasen soll im Folgenden etwas näher eingegangen werden.

In pflanzlichen Futtermitteln liegt der Phosphor zu 60 – 75 % als sogenannter Phytin-Phosphor vor. Dieser kann vom Schwein nur zu einem kleinen Teil verwertet werden, da ihm die zur Freisetzung des P notwendigen Enzyme, sogenannte Phytasen, weitgehend fehlen.

Mittels Mikroorganismen können heute diese Phytasen in grossen Mengen industriell produziert und somit dem Futter zugemischt werden. Durch den Einsatz dieser Phytasen wird die P-Verwertung aus pflanzlichen Futtermitteln deutlich verbessert, was bei entsprechend angepassten P-Gehalten im Futter zu einer wesentlichen Reduktion der Umweltbelastung durch tierische Exkremente führt. Die Phytasen beeinflussen aber auch die Protein- und Aminosäurenverwertung sowie die Verwertung der für das Schwein relevanten Mineralstoffe Kalzium, Eisen, Kupfer und Zink positiv. Im gegenwärtigen Zeitpunkt kann jedoch diese Verbesserung bei der Bemessung der empfohlenen Zulage an Spurenelementen mangels Daten noch nicht berücksichtigt werden.

Nach den Empfehlungen des DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung (DLG 1999) entsprechen:

100 Einheiten Phytase (FTU¹⁾ 0.16 g VDP

oder

0.20 g P aus Monokalziumphosphat

oder

0.23 g P aus Dikalziumphosphat

¹⁾ Eine Einheit Phytase-Aktivität (FTU) ist definiert als die Enzymmenge, die pro Minute 1 Mikromol anorganischen Phosphor aus 0.0015 mol/l Natriumphytat bei pH 5.5 und 37 °C freisetzt.

Dieser Austauschfaktor gilt für eine Phytaseergänzung bis zu 500 Einheiten je kg Futter. Bei Zulagen von über 500 FTU je kg Futter nimmt die P-Verdaulichkeit aus pflanzlichen Futtermitteln nur noch wenig oder praktisch gar nicht mehr zu. Bei Rationen, die sich überwiegend aus pflanzlichen Futtermitteln mit einer tiefen P-Verdaulichkeit wie Mais, Gerste sowie Sojaextraktionsschrot (Nährwerttabellen Kapitel 11) zusammensetzen, kann der Austauschfaktor von 0.16 g VDP pro 100 FTU direkt angewendet werden. Enthält die Ration grössere Anteile an Futtermitteln mit einer relativ hohen P-Verdaulichkeit (Weizen, Kartoffeleiweiss usw.), so ist zu beachten, dass der angegebene Austauschfaktor nur bis zu einer Steigerung der P-Verdaulichkeit aus pflanzlichen Quellen von bis zu 65 % gilt. Diese Begrenzung hat zur Folge, dass in diesen Rationen nicht der volle Austauschfaktor eingesetzt werden kann.

Es liegt auf der Hand, dass der Austauschfaktor von 0.16 g VDP pro 100 FTU von verschiedenen Grössen abhängt. So nimmt zum Beispiel die P-Freisetzung durch Phytasen in der Reihenfolge laktierende Sau ⇒ Mastschwein ⇒ hochtragende Sau ⇒ Ferkel ab. Es hat sich auch gezeigt, dass gewisse Säuren wie Ameisensäure die Aktivität der Phytasen verstärken. Welchen Einfluss Enzymkombinationen auf die Phytasenwirkung haben, ist weitgehend unklar. Versuche mit dem Schwein lassen einen hemmenden Effekt von Carbohydrasen auf die Phytasenaktivität erkennen. Bis heute ist es jedoch nicht möglich, die verschiedenen Einflüsse in Zahlen zu fassen.

8.2 Alternative Produktionsformen

8.2.1 Übersicht

Unabhängig von der Produktions- und Haltungsform gilt der Grundsatz der bedarfsdeckenden und artgerechten Fütterung mit dem Ziel, eine optimale Basis für fruchtbare Sauen, gesunde Ferkel oder ein qualitativ hochstehendes Endprodukt Fleisch zu schaffen.

Abbildung 16. Auch bei alternativen Produktionsformen gilt der Grundsatz der bedarfsdeckenden und artgerechten Fütterung.



Die Labelprogramme unterscheiden sich von der herkömmlichen Praxis über vertraglich festgelegte und kontrollierte Produktionsrichtlinien, die sich an folgenden Kriterien in verschiedenen Kombinationen und unterschiedlicher Strenge orientieren:

- Geschlossene innerbetriebliche Stoffkreisläufe
- Ökologischer Leistungsnachweis
- Tierfreundliche Haltung
- Verlängerte Säugezeit
- «GVO-freie» Futtermittel und Futterzusätze
- Naturbelassene Futtermittel
- Keine chemisch-synthetischen Futterzusätze: Aminosäuren, Enzyme, organische Säuren usw.
- Keine tierischen Fette und Proteine mit Ausnahme von Milch und Milchnebenprodukten
- Qualitätsmanagement: Aufzeichnungs- und Kennzeichnungspflicht, Rückverfolgbarkeit, Kontrolle, Zertifizierung.

Die Anforderungen der einzelnen Label oder QM unterscheiden sich mehr oder weniger. Allen gemeinsam ist im Minimum die Einhaltung des Umwelt- und Tierschutzgesetzes sowie das Verbot von deklarationspflichtigen, gentechnisch veränderten Futtermitteln, wobei die Grenzwerte unterschiedlich gehandhabt werden. Im Zuge des generellen Fütterungsverbot von antimikrobiellen Leistungsförderern (AML) und den verschärften BSE-Auflagen haben sich in den letzten Jahren die Labelproduktion und konventionelle Produktion angenähert. Unterschiede bestehen in Anforderungen, die über die gesetzlichen Grundlagen hinausgehen, wie zum Beispiel ökologischer Leistungsnachweis, ausgeglichene Nährstoffbilanzen, Grundsatz der betriebseigenen Futtermittel, nur natürliche Futterzusätze, besonders tierfreundliche Stallhaltung (BTS), RAUS-Programm, Weidegebot und Freilandhaltung. Die Produktionsrichtlinien der Labelprogramme beinhalten weit mehr als nur Fütterungs- und Haltungsaspekte.

Detaillierte Informationen sind bei den jeweiligen Organisationen (Tab. 39), in *Labelprogramme in der Tierhaltung* (Buchmann 2001), betreffend Biolandbau beim Forschungsinstitut für biologischen Landbau (*Ordner Richtlinien Biolandbau*, FIBL 2003a und *Praxiswissen Biolandbau*, FIBL 2003b) und spezifisch Freiland in *Freilandhaltung von Schweinen* (Ingold und Kunz 1997) zu beziehen.

Tabelle 39. Label und QM in der Schweinehaltung.

Label	Organisation	Sitz	Informationen
M-7	Migros 7-Punkte-Fleisch-Garantie	Zürich	www.engagement.ch www.migros.ch
IP-Suisse	Vereinigung IP-Bauern	Zollikofen	www.ipsuisse.ch
AgriNatura	Anicom AG	Winterthur	www.anicom.ch
SwissPrimPorc	Schweiz. Vereinigung der Ammen- und Mutterkuhhalter	Brugg	www.svamh.ch
Coop Naturaplan	COOP	Basel	www.coop.ch
QM-Schweizer Fleisch	Bauernverband	Brugg	www.qm-schweizerfleisch.ch
Knospe	Bio Suisse	Basel	www.bio-suisse.ch www.fibl.org
Migros-Bio	Migros	Zürich	www.engagement.ch
kagfreiland	kagfreiland	St. Gallen	www.kagfreiland.ch
Demeter	Verein für biologisch-dynamische Landwirtschaft	Münchenstein	www.demeter.ch
Freiland-Haltung VSS	Verein Schweizer Landwirte für Schweine-Freiland-Haltung	Köniz	Tel. 031 829 32 30

Die verschiedenen Rückmeldungen aus der Praxis über schlechte Leistungen, mangelnde Fettqualität, Leerfleischigkeit, fetten Bauchspeck, Fruchtbarkeitsprobleme und Ferkelverluste bei Labeltieren weisen auf Fütterungsprobleme hin, die nicht in jedem Fall auf die Labelproduktion beschränkt sind. Dazu einige Hinweise:

- *Fütterungsintensität.* Die bei uns gebräuchlichen Rassen haben ein Wachstumspotenzial von 700 bis 900 g / Tag. Tiefe, als tierfreundlich angesehene Zuwachsraten bei Mastschweinen von 600 g / Tag werden nur über eine sehr restriktive Futtermenge erreicht. Solche Tiere haben permanent Hunger und verhalten sich sehr unruhig. Zudem wurde ein tiefer IMF-Gehalt und erhöhter Polyensäuregehalt im Rückenspeck nachgewiesen, Faktoren, die die Genuss- oder Verarbeitungsqualität negativ beeinflussen. Kommt bei knapper Energieversorgung eine mangelnde Proteinqualität dazu, resultieren leerfleischige Schlachtkörper. Andererseits kann die ad libitum Fütterung bei Kastraten zu fettem Bauchspeck und tiefem Magerfleischanteil führen. Als Gegenmassnahmen werden die Begrenzung des Schlachtgewichtes bei Kastraten auf 85 kg, geschlechtsgetrennte Mast und ab 80 kg Lebendgewicht rationierte Fütterung empfohlen (Kapitel 7).
- *Weide, Freiland.* Bei der Weidehaltung sind mehrere Aspekte besonders zu beachten (Stoll 1994). Bei Aussenhaltung besteht ein erhöhtes Risiko von Parasitenbefall. Ohne regelmässige Entwurmung verschlechtert sich die Leistung und die Schlachthofbeanstandungen häufen sich. Im Weiteren erhöht sich bei der Weidehaltung der Magerfleischanteil und das Auflage- und intramuskuläre Fett nehmen ab. Die Polyensäuren werden in weniger Fett eingelagert. Es entsteht ein weiches Fett. Wenn über Grünfütterung oder Mais zusätzlich ungesättigte Fettsäuren aufgenommen werden, muss das Ergänzungsfutter einen entsprechend tiefen PMI aufweisen, damit in der Gesamtration der empfohlene Maximalwert von 1.7 g / MJ VES nicht überschritten wird. Durch vermehrte Aktivität und Thermoregulation steigt der Energiebedarf um rund 5 bis 15 % (Abschnitt 1.2) und die Futtermittelverwertung verschlechtert sich.

Tragende Sauen können einen wesentlichen Teil des Bedarfes über Weidefütterung beziehungsweise Raufütterung decken, nicht aber laktierende Sauen, da diese einen weit höheren Nährstoffbedarf haben. Aus diesem Grund wird ein Säugefütterungsmittel mit einer hohen Nährstoffkonzentration empfohlen.

Bei Weide und Freilandhaltung ist einer korrekten Wasserversorgung vorab auch im Winterhalbjahr Beachtung zu schenken. Dies gilt besonders für laktierende Sauen. Alle Schweinearten sind über isolierte Hütten, Langstroh, Suhlen und Schattendächer vor Kälte und Hitze zu schützen. Oberhalb von 22 °C schränkt eine säugende Sau ihren Futterverzehr ein, während diese Temperatur für neugeborene und frisch abgesetzte Ferkel bereits weit

unterhalb der Zone thermischer Neutralität liegt. Deshalb sind Sauen im Sommer auf Suhlen und Schatten angewiesen. Ferkel hingegen sollten sich jederzeit in windgeschützte und wärmegeämmte Nester zurückziehen können. Die in Labelprogrammen verlängerte Säugezeit von 6 bis 7 Wochen erfordert eine Säugebeifütterung über einen Ferkelschlupf. Bei Freilandhaltung können über Umtriebsplanung, Standortwahl und Tierbesatz Gewässerbelastung, Bodenverdichtung, Erosion und Geruchsbelastungen vermieden werden (Eberle und Buchmann 2000).

- *Proteinversorgung.* Bei weitgehendem Fehlen tierischer Proteinquellen sind alle essenziellen Aminosäuren in der Optimierung zu berücksichtigen. Das heisst, dass neben Lysin, Methionin, Cystin, Threonin und Tryptophan auch Isoleucin, Leucin, Phenylalanin, Tyrosin, Valin, Arginin und Histidin beachtet werden müssen (Kapitel 4). Da Vitamin B₁₂ gar nicht und Carnitin nur in sehr geringen Mengen in pflanzlichen Futtermitteln vorkommen, müssen VEGI-Rationen mit diesen Wirkstoffen ergänzt werden (Abschnitt 3.2). Dies gilt besonders für Zuchtsauenrationen.

Durch den Verzicht auf den Einsatz reiner Aminosäuren in gewissen Labelprogrammen muss der Rohproteingehalt der Ration angehoben werden, was die N-Ausscheidungen erhöht (Abschnitt 8.1). Damit die Ammoniakentgiftung zu Harnstoff nicht zu einer Belastung für das Tier wird, empfiehlt sich die Phasenfütterung sowohl bei Zucht- wie Mastschweinen. Futterleguminosen enthalten Trypsininhibitoren und Lectine, die unbedingt über eine Hitzebehandlung inaktiviert werden müssen. Unbehandelte Leguminosen sollten wegen reduzierter Proteinverdauung nicht verfüttert werden (Abschnitt 8.5).

- *Futterhygiene.* Durch den vermehrten Zugang zu Raufutter in Form von Einstreue sowie von Heu, Gras, Mais und deren Silagen erhöht sich das Risiko von Mykotoxinschäden (Abschnitt 6.5). Schweinen ist nur Raufutter einwandfreier Qualität anzubieten und verschimmelte Posten sind konsequent auszusondern.

Werden keine Säurezusätze zur Futterstabilisierung verwendet, erhöhen sich die Ansprüche an die Hygiene in allen Bereichen des Betriebes. Mikrobiell verdorbenes Kraft- oder Flüssigfutter verursacht ernsthafte Gesundheitsstörungen (Abschnitt 6.4). Am empfindlichsten reagieren Zuchtschweine und Ferkel.

8.2.2 Qualitätsmanagement Schweinefleisch

Mit dem Qualitätsmanagement Schweizer Fleisch (QM-SF) wird die landwirtschaftliche Produktion für die Abnehmer und Konsumenten transparent und offen dargelegt. Das QM-SF soll auch die Produktion von Fleisch bester Qualität garantieren. Diese Ziele werden unter anderem durch eine hohe Fachkompetenz der Schweinehalter, durch eine tierfreundliche Haltung und eine aktive Förderung der Tiergesundheit erreicht.

Die Teilnahme am QM-SF steht allen Schweinehaltern offen und ist freiwillig. Teilnahmebedingung ist, dass die geltenden Gesetze betreffend Tierschutz, Gewässerschutz, Tierseuchen und Fütterung eingehalten werden. Zusätzlich sind die Bestimmungen betreffend dem SGD-Status zu beachten. Die Produktionsabläufe müssen dokumentiert, stets nachgeführt und einfach einsehbar sein. Verschiedene Checklisten und Formulare (siehe Internet www.qm-schweizerfleisch.ch) sollen die Einhaltung der QM-SF gewährleisten.

Detaillierte Angaben zur Fütterung der Schweine gemäss QM-Schweizer Fleisch sind in den Produktionsrichtlinien Schweine (Ausgabe März 2002) festgehalten. Die wichtigsten Punkte können wie folgt zusammengefasst werden:

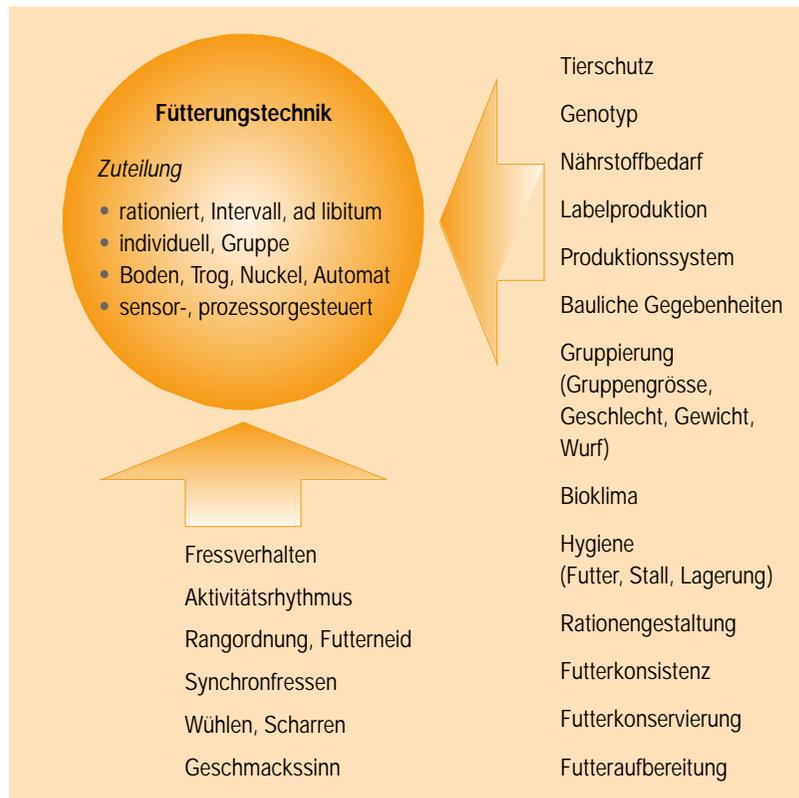
- Die Bestimmungen des schweizerischen Futtermittelbuches sind massgebend.
- Es darf nur Futter ohne deklarationspflichtige Anteile an gentechnisch veränderten Organismen (GVO) verfüttert werden.
- QM-Betriebe, die Fleischsuppe verfüttern, müssen als Empfänger von Fleischsuppe vom Kantonstierarzt zugelassen sein. Zudem darf nur Fleischsuppe verfüttert werden, die gemäss Artikel 183 der Tierseuchenverordnung hergestellt wurde.
- Für die Aufbereitung und /oder Fütterung von Küchen- und Speiseabfällen müssen QM-Betriebe über eine aktuelle Bewilligung des Kantons verfügen.
- Für QM-Betriebe die Fischmehl einsetzen, gelten in Bezug auf Verfütterung und Buchführung bestimmte Auflagen.

Selbstmischer brauchen in gewissen Fällen eine Bewilligung der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Nutztier- und Milchwirtschaft in Posieux (ALP; Abschnitt 9.1). Keine Bewilligung wird benötigt, wenn auf dem eigenen Betrieb Ergänzungsfuttermittel, zum Beispiel Proteinkonzentrat oder Mineralfuttermittel sowie Ausgangsprodukte/ Einzelfuttermittel zu einer Mischung verarbeitet werden und wenn diese Mischung ausschliesslich im eigenen Betrieb verwendet wird.

8.3 Fütterungstechnik

Die Auswahl einer bestimmten Fütterungstechnik wird von vielen Faktoren beeinflusst, die in einer engen Wechselwirkung stehen (Abb. 17).

Abbildung 17. Einflussfaktoren der Fütterungstechnik.



Schweine sind in der Regel tagaktive Tiere mit zwei Hauptaktivitätsphasen zwischen 7 bis 10 und 14 bis 18/20 Uhr. Die über viele Mahlzeiten verteilte Futteraufnahme erfolgt arttypisch über Wühlen, Scharren und Grasens. Geruchs- und Geschmackssinn sind stark ausgebildet. Schweine sind Synchronfresser mit festgefügtter Rangordnung und ausgeprägtem Futterneid. Ein fressendes

Schwein animiert die andern zum Fressen. «Schlange stehen» gehört nicht zu ihrem Verhaltensrepertoire (Schäfer 1999). Bei knappem Futterangebot und begrenzten Futterplätzen führt dies zu Rankämpfen. Ranghöhere Tiere verdrängen rangniedere Tiere, die weniger oder nicht fressen können. Diese Verhaltensweise begründet die gesetzlich vorgeschriebenen maximal bewilligten Tier-Fressplatzverhältnisse (TFV) und Anzahl Tiere pro Automat verschiedener Fütterungssysteme (www.bvet.ch). Bei rationierter Fütterung ohne elektronisches Tiererkennungssystem ist ein TFV von 1 : 1 vorgeschrieben.

Die bei Mastschweinen und Galtsauen übliche restriktive Fütterung bewirkt ein sehr rasches Fressen. Gerade bei Flüssigfütterung wird die Futterportion in einigen Minuten verzehrt. Der Nährstoffbedarf wird zwar gedeckt, aber der Erkundungs- und Beschäftigungstrieb kann in unstrukturierten Buchten nicht ausgelbt werden. Dies äussert sich in Verhaltensstörungen und Unruhe. Gemäss Tierschutzverordnung müssen Schweine sich beschäftigen können (www.bvet.ch). Dafür eignet sich auch Stroh und Raufutter.

Bei ad libitum Fütterung verliert die Rangordnung an Bedeutung und Fressplätze können geteilt werden, solange rangniedere Tiere genügend Zeit haben, ihre Ration tagsüber und nicht nachts aufzunehmen. Dies hängt von der Gruppengrösse, dem TFV, dem Alter und der Futterkonsistenz ab. Da Nassfutter rascher verzehrt wird als Trockenfutter, resultiert bei Trockenfutterautomaten ein engeres Tier-Fressplatzverhältnis (5 : 1) als bei Breifutter (10 : 1).

Die Fortschritte in der Prozessortechnik haben die Möglichkeiten der Futterzuteilung erweitert (Hesse 2001): Intervallfütterung, Abruffütterung, Sensorfütterung (Füllstandmessung).

8.3.1 Prozessor-gesteuerte Futterautomaten für abgesetzte Ferkel

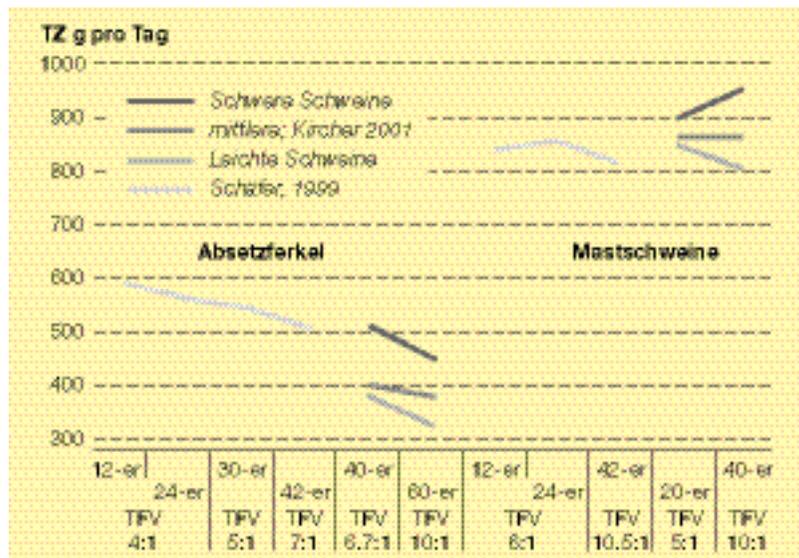
Bei den prozessorgesteuerten Futterautomaten für abgesetzte Ferkel wird das Futter (Brei) in bestimmten Zeitintervallen in den Trog geleitet. Je nach Modell ist die Futtermenge, die Zeitintervalle und die Fressdauer pro Fütterungsblock programmierbar. Diese Intervallfütterung mit häufigen, kleinen Futterportionen ist auf das Anfüttern von Absetzferkeln zugeschnitten. Eine gleichmässige Futteraufnahme ohne Überfressen beugt einer unerwünschten E. coli-Vermehrung vor. Aber der Erfolg dieses Fütterungssystems hängt von der gewählten Futterkurve, der Anzahl Futterportionen, der Fressdauer pro Fütterungsblock und dem TFV ab. Wird eine zu Beginn restriktive Tagesfuttermenge eingestellt, sollten alle Ferkel synchron fressen können. Eine ungenügende Futteraufnahme unmit-

telbar nach dem Absetzen wegen beschränkter Futterplätze und /oder zu knapp bemessener Fressdauer wirkt sich leistungsmindernd aus.

8.3.2 Brei- und Rohrbreiautomaten für Ferkel und Mastschweine

Im Gegensatz zu Trockenfutterautomaten sind bei Brei- und Rohrbreiautomaten Tränkesysteme (Nippel, Trogsprühnippel) integriert. Das über einen Dosiermechanismus in den Trog fallende Futter kann von den Schweinen selber zu einem Brei angemischt werden. Dies vereinigt mehrere Vorteile wie geringere Staubbelastung im Stall, gleichzeitige Futter- und Wasseraufnahme, geringerer Wasserverbrauch, Futter wird in trockener, das heisst in hygienisch stabiler Form gelagert und transportiert. Im Weiteren ermöglichen sie die Grossgruppenhaltung mit mehr Bewegungsraum für das Einzeltier. Bei einem weiten TFV im Bereich von 10 : 1 herrscht aber ein grosser Konkurrenzdruck um einen Futterplatz. Es kommt zu vermehrten Aggressionen, Verdrängungen, Überbelegung (Trogauslastung > 100 %) und erhöhter Nachtaktivität für rangniedere Tiere. Die Auswirkungen auf die Leistung sind in Abbildung 18 dargestellt.

Abbildung 18. Tageszuwachs von Absetzferkeln und Mastschweinen an Rohrbreiautomaten in Abhängigkeit von Gruppengrösse und Tier-Fressplatzverhältnis.



Ferkel reagieren allein schon auf eine Gruppenvergrößerung bei gleichem TFV mit einem Leistungsrückgang. Die Arbeit von Kircher (2001) zeigt auf, dass bei grösseren Gruppen und weiterem TFV die Zuwachsraten der Ferkel in allen Gewichtsklassen zurückgingen, während bei Mastschweinen die schweren Tiere auf Kosten der leichten den Zuwachs steigern konnten. Der durchschnittliche Tageszuwachs blieb gleich, aber die Schweine wuchsen auseinander. Ein TFV von 10 : 1 ist bei Ferkeln als zu hoch zu werten. Insbesondere während der heiklen Anfütterungsphase kann der hohe Konkurrenzdruck nur über zusätzlich aufgestellte Futterschalen gelöst werden. Besser fährt man, von Anfang an ein enges TFV von nicht über 5 : 1 zu wählen.

8.3.3 Fütterungssysteme für Sauen

Bei Sauen steht das Einzeltier im Vordergrund (Abschnitt 1.3). Durch die vorgeschriebene Gruppenhaltung von Galtsauen ist die übliche rationierte und individuelle Futterzuteilung neu zu gestalten. Die sich bietenden Möglichkeiten hängen von der Herdengrösse ab. Grundsätzlich sind Jungsauen von Altsauen zu trennen und eine Gruppierung nach Körperkondition erleichtert eine gezielte Fütterung. Bei gruppenweise rationierter Fütterung kann die störungsfreie Aufnahme einer für alle annähernd gleichen Futtermenge über eine hohe Fressgeschwindigkeit (Quickfeeder, Breifutter in Trog mit Fressplatzteiler), eine langsame Futterausdosierung (Dribbelfütterung, Sauen werden biologisch an Trog fixiert) oder Fangfressständen gesteuert werden. Die momentane Fixierung in Fressständen ermöglicht in kleinen Herden die individuelle Fütterung «von Hand».

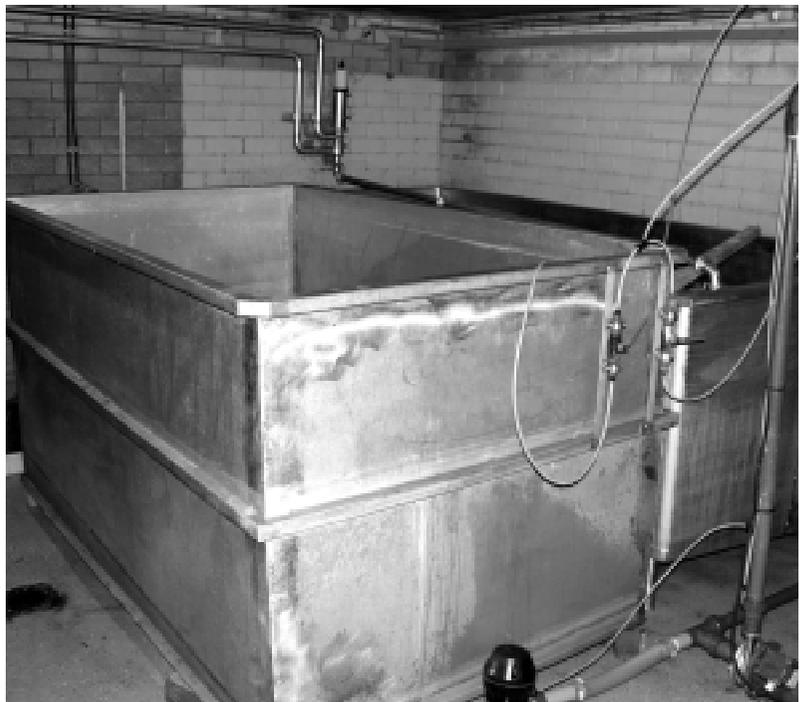
Mit der computergestützten Abruffütterung wird die Einzeltierfütterung automatisier-, programmier- und kontrollierbar. Es sind Systeme für Trocken-, Brei- und Flüssigfutter auf dem Markt. Galtsauen fressen ihre breiige und flüssige Tagesration in weniger als 30 Minuten. Beschäftigungs- und Sättigungsmaterial in Form von zusätzlichem Raufutter trägt viel zur Stallruhe und zu arttypischen Verhaltensweisen bei. In die gleiche Richtung geht die neu aufgekommene ad libitum Fütterung von Galtsauen. Um einer Verfettung vorzubeugen, wird ein roh-faserreiches (~ 12 % RF) quellfähiges Futter empfohlen (< 10 MJ VES).

8.3.4 Hinweise zur Flüssigfütterung und Futterhygiene

In modernen Flüssigfütterungsanlagen ist die Prozessortechnik weit fortgeschritten. Die buchtenweise Ansteuerung in Kombination mit Füllstandsensoren ermöglicht neben der rationierten auch die ad libitum Fütterung am Kurztrog. Der Vorteil der Sensorfütterung liegt darin, dass das Fressverhalten die

Ausdosierung mitbeeinflusst, was sich bei geschlechtsgetrennter Mast gezielt ausnützen lässt (Hoppenbrok 1998). Bei Futteranspruch und leerem Trog wird eine entsprechende Futtermenge frisch angemischt. Es wird empfohlen, den Trog einmal pro Tag blank fressen zu lassen. Das System eignet sich für alle Schweinekategorien. Der Futtertransport in flüssiger Form ist hygienisch nicht unproblematisch. Die Restlosfütterung trägt viel zur Futterhygiene bei. Die dazu benötigten Auslagerungsbehälter (Spülbehälter) sollten standardmässig eingebaut werden.

Abbildung 19. Bei Flüssigfütterung ist eine strikte Hygiene erstes Gebot.



Durch den Trend weg von Trockenfutter zu angefeuchtetem, breiigem oder flüssigem Futter gewinnt die Futterhygiene vermehrt an Bedeutung. Grundsätzlich ist ein Futterwassergemisch ein idealer Nährboden für Mikroorganismen (Ab-

schnitt 8.4). Bei unkontrollierter Vermehrung unerwünschter Keime verdirbt Futter rasch und führt zu Gesundheitsstörungen.

Die mikrobiologische Qualität von Flüssigfutter hängt ab von (Coenen 1998; ergänzt):

- Wasserqualität
- Hygienestatus und Keimbesatz der Rohkomponenten
- Konservierung, Fermentierung von Rohkomponenten¹⁾
- Beimpfung mit Milchsäurebakterien¹⁾
- pH des Flüssigfutters, verändert über Zusätze¹⁾
- Standzeiten des Futters: Anmischbehälter, Leitungen, Futtertröge
- Technische Ausführung der Anlage, Spülvorrichtung, Restlosfütterung
- Anzahl Fütterungen, Handhabung von Futterrestmengen
- Lagerhygiene, Reinigungsroutine der Anlage, Stallhygiene.

¹⁾ siehe Abschnitt 9.3 Hilfsstoffe.

Zu jeder Flüssigfütterungsanlage gehört ein Hygienekonzept, das mit dem Anlagenbauer, Fütterungsberater und Tierarzt abzusprechen und mit der Inbetriebnahme konsequent anzuwenden ist (Tabellen 40a und 40b).

Tabelle 40a. Hygienekonzept und Empfehlungen für Flüssigfütterungsanlagen.

Checkpunkte	Reinigung			Empfehlungen
	täglich	wöchentlich	periodisch	Kontrollen
Krafftuttersilos Förderanlage Zulaufrohre Entstaubungsanlage		Kontrolle, bei Bedarf reinigen reinigen	besenrein vor Neubefüllung	Aussensilos im Schattenbereich, Getreide trocken einlagern, evtl. Säurezusatz; prüfen auf Temperatur, Schimmelherde, Insekten, Nagerkot, Kondens- und Regenwasser
Raufutter Maissilage, CCM Einstreue	frisch vor- legen, Reste entfernen			nur einwandfreie Qualität, ver- schimmelte Ware ⇒ Mykotoxine Maissilage: viel Hefen möglich
Wasser				bei eigener Quelle Qualität periodisch prüfen

Tabelle 40b. Hygienekonzept und Empfehlungen für Flüssigfütterungsanlagen.

Checkpunkte	Reinigung			Empfehlungen
	täglich	wöchentlich	periodisch	Kontrollen
Milchnebenprodukte mobile und fixe Tanks Zuleitungen	ausspülen	Hochdruck-Reiniger bei Bedarf	wenn machbar mit Natronlauge oder H ₂ O ₂	periodisch prüfen auf pH, Hefenbesatz, Gasbildung; mit Zusätzen stabilisieren oder kontrolliert fermentieren
Anmischbehälter (Futterstände) Rührwerk	automatisch und /oder mit Schlauch ausspülen	Hochdruck-Reiniger mit Warmwasser, Biofilm wegbürsten	Grundreinigung	aus Edelstahl, ohne Ecken und Kanten, mit Ablassventil, Reinigungsöffnung, Säurepumpe, Spülvorrichtung; Futtersuppe periodisch prüfen auf pH, Gasbildung, Keimbesatz; Restmengen stabilisieren
Auslagerungsbehälter (Spülbehälter)		Hochdruck-Reiniger mit Warmwasser	Grundreinigung	gut zugänglich und einsehbar, prüfen auf Ablagerungen, Biofilm
Futterleitungen			Grundreinigung mit Natronlauge vor Neuebelegung oder 2 bis 3 Mal pro Jahr	Einbau von Rohrstücken aus Acrylglas ⇒ Biofilm sichtbar; Restlosfütterung; umpumpen fördert Abrieb, Gasdruck prüfen
Trogauflaufrohre			Spülmaus auf Hochdruck-Reiniger vor Neuebelegung	senkrecht ohne Kniestück montieren; Schimmelbildung möglich!
Futtertröge	Kot, Futterreste wegschöpfen		Hochdruck-Reiniger vor Neuebelegung	Trittstufe, kurze Futterstandzeiten, Suppe periodisch prüfen auf pH, Keime, Gas, Mischpräzision
Stall	Kotbereich		reinigen, desinfizieren vor Neuebelegung	Fliegenbekämpfung, Stallklimanormen, Keime und Toxine auf Staubpartikeln!

Die Notwendigkeit der Grundreinigung der Futterleitungen mit Natronlauge wird kontrovers diskutiert. Es gibt Betriebe, bei denen sich in der Anlage eine gesunde, stabile Keimflora etabliert hat und keine Biofilmbildung (Schmier-schichten) auftritt. Hier erübrigt sich ein Eingreifen. In allen andern Fällen und insbesondere in Zuchtbetrieben wird die periodische Grundreinigung empfohlen. Es ist oft die letzte Massnahme, um säureresistente Hefen und Biofilmlagerungen aus dem System zu beseitigen (Nagel 1998 a,b). Ein Biofilm entsteht durch die Anhaftung schleimbildender Bakterien an Oberflächen. Sie weisen gegenüber mechanischen und chemischen Reinigungsverfahren eine erhöhte Resistenz auf und sorgen für eine ständige Rekontamination von Flüssigfutter. In der ersten Woche nach der Grundreinigung wird die gezielte Beimpfung der Futtersuppe mit Milchsäurebakterien, im Besonderen mit *Pediococcus acidilactici*, empfohlen, damit sich rasch eine vorwiegend laktatbildende Keimflora aufbaut (Nagel 2000) und sich unerwünschte Mikroorganismen nicht entwickeln können. Die Beimpfung kann auch über eine gezielt fermentierte Schotte erfolgen. Die Milchsäurebakterien sollten aber bereits in der Käserei zugegeben werden.

Die Qualität der Rohkomponenten und Futtersuppe ist regelmässig zu prüfen. Neben deren Aussehen und Geruch sowie dem Fressverhalten der Schweine ergeben sich nützliche Hinweise durch die pH-Messung (Indikatorpapier), Messung der Gasbildung mit dem PET-Flaschentest und der Keimzahlbestimmung mit Abklatschtest (Info und Bezug unter www.almedica.ch) oder Einsendung der Futterprobe an ein Futtermittellabor (Abschnitt 6.4). Der optimale pH-Bereich für Flüssigfutter liegt zwischen 4 bis 4.8. Beim PET-Flaschentest kann das Phänomen auftreten, dass trotz hoher Hefezahl kein Gas gebildet und ein falsch negatives Ergebnis interpretiert wird. Dies wurde in mit Propionsäure konservierter Schotte beobachtet (Spara et al. 2003). Weitere Hinweise zur Stabilisierung und Konservierung von Futter sind im Abschnitt 9.3 zu finden.

8.4 Verwertung von Nebenprodukten

Bei der Verarbeitung von Lebensmitteln fallen Nebenprodukte an, die zum grössten Teil über die Schweinefütterung kostengünstig und ökologisch entsorgt beziehungsweise wiederverwertet werden können (Chaubert 1995). Voraussetzung dazu sind unter anderem genaue Kenntnisse über den Nährwert dieser Nebenprodukte sowie über deren Gehalt an Inhaltsstoffen. Verschiedene

Inhaltsstoffe sind es auch, die den Einsatz von gewissen Nebenprodukten mengenmässig begrenzen. Dazu gibt der Abschnitt 8.5 (Einsatzgrenzen Futtermittel) weitere Hinweise. Die wichtigsten in der Schweinefütterung eingesetzten Nebenprodukte fasst Tabelle 41 zusammen. Zusätzliche Informationen zum Einsatz von Nebenprodukten gibt die Liste der anerkannten Nebenprodukte, die zu Ausnahmen von den Anforderungen an die Nutzfläche (Art. 25 der Gewässerschutzverordnung) führen können (RAP 2000).

Tabelle 41. Übersicht über die wichtigsten Nebenproduktgruppen.

Nebenprodukte aus der	
Milchverarbeitung	Buttermilch, Magermilch, Schotte, Permeat; frisch oder in Form von Konzentrat
Kartoffelverarbeitung	Kartoffelschälbrei
Konservengemüseproduktion	Gemüsesuppe
Obstverarbeitung	Apfel-, Birnen-, Traubentrester, Schlempen von Brennereien
Zuckerherstellung	Zuckerrübenschnitzel, Melasse
Stärkefabrikation und Tofuherstellung	Stärkemilch aus der Stärkefabrikation, Tofutrester
Ölgewinnung	Extraktionsschrote oder Kuchen von Soja, Raps, Sonnenblumen, Lein
Müllerei	Abgangweizen, Kleien, Nachmehle, Getreidekeime
Teigwaren-, Bäckerei- und Biskuitproduktion	Teigwaren, Teig, Brot, Biskuits
Gastronomie	Gastronebenprodukte

8.4.1 Korrekte Nährwertschätzung von Nebenprodukten

Über den durchschnittlichen Nähr- und Mineralstoffgehalt von Nebenprodukten geben die Nährwerttabellen (Kapitel 11) Auskunft. Bei den meisten Nebenprodukten können jedoch je nach Ausgangsmaterial und Verarbeitungstechnologie sehr unterschiedliche Gehaltswerte auftreten. In gewissen Fällen ist es deshalb angezeigt, repräsentative Proben zu analysieren. Diese Analysen sind um

so häufiger nötig, je mehr die Zusammensetzung der Trockensubstanz wechselt. In der Praxis ist es in der Regel so, dass die kurzfristigen Schwankungen im Nährwert zum grössten Teil durch einen unterschiedlichen Trockensubstanzgehalt verursacht werden (z. B. Milchnebenprodukte). Damit die beim Anmischen der Futtersuppen verwendeten Werte möglichst gut der Realität entsprechen, müssen deshalb zumindest die Trockensubstanzwerte innert nützlicher Frist verfügbar sein. Das heisst, der Betrieb muss zur Bestimmung der Trockensubstanz entsprechend ausgerüstet sein. Es empfiehlt sich, die «Hausmethode» (Backofen) periodisch durch ein offizielles Futtermittellabor auf ihre Gültigkeit überprüfen zu lassen (Parallelproben).

8.4.2 Nebenprodukte richtig ergänzen

Damit das Schwein die gewünschte Leistung erbringt und die Schlacht-, Fleisch- sowie Fettqualität den Wünschen der Abnehmer entspricht, muss der Nähr- und Mineralstoffbedarf des Schweines auch bei Verwendung von Nebenprodukten korrekt gedeckt werden. Dies bedeutet, dass die Nebenprodukte richtig kombiniert und die Rationen mit einem angepassten Ergänzungsfutter zu vollwertigen Rationen ergänzt werden.

Da Nebenprodukte im Allgemeinen als Suppe verfüttert werden, müssen die im Abschnitt 8.3, Fütterungstechnik, aufgeführten Grundsätze für Futtersuppen unbedingt eingehalten werden.

8.4.3 Beurteilung der Preiswürdigkeit

Bevor ein Nebenprodukt in einer Schweineraion eingesetzt wird, gilt es seine Preiswürdigkeit zu beurteilen. Das Ergebnis dieser Beurteilung kann je nach Betrieb unterschiedlich ausfallen. Wird das Mischfutter aufgrund tieferer Preise der Rohkomponenten kostengünstiger, so sinkt auch der Preis, bei dem ein Nebenprodukt für den Schweinehalter interessant ist.

Die Preiswürdigkeit eines Nebenproduktes kann anhand der Gehalte an Energie und Protein (Programm Paritätspreisberechnung in Vorbereitung; später abrufbar unter www.alp.admin.ch) beurteilt werden. Die beste Schätzung ergibt jedoch die Berechnung des Substitutionswertes aufgrund der Berechnung von Futtrationen mit Hilfe von Optimierungsprogrammen.

Ist der effektive Preis für das Nebenprodukt höher als der berechnete Substitutionspreis, so ist dieses Produkt im Vergleich zu den verwendeten Basiskomponenten zu teuer.

Der Substitutionspreis für ein Nebenprodukt ist entsprechend zu reduzieren bei

- Mehraufwand bei der Aufbereitung und Fütterung
- Erheblichen Transport- und Lagerkosten
- Erhöhtem Aufwand für Reinigung
- Schwankenden Nährstoffgehalten (ungenauere Rationengestaltung)
- Erhöhtem Risiko (Futterverderb, Gesundheitsstörungen).

8.5 Einsatzgrenzen Futtermittel

Aufgrund des Gehaltes an bestimmten Inhaltsstoffen dürfen gewisse Futtermittel nur in begrenzten Mengen an Schweine verfüttert werden.

8.5.1 Einsatzbegrenzende Futterinhaltsstoffe

Futtermittel wie Mais, Kleie und Rapssamen sind reich an einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA und PUFA). Diese können die Fettqualität (Fettzahl) negativ beeinflussen (Abschnitt 7.3). Rationen mit einem hohen Gehalt an Milchzucker (Laktose) können zu Verdauungsstörungen wie Durchfall und übermäßige Gasbildung im Dickdarm führen. Eine starke Hefebildung in gelagerten Milchnebenprodukten erhöht das Risiko von Verdauungsstörungen zusätzlich (Abschnitt 6.4).

Im Weiteren entfalten zahlreiche, sogenannte sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe im Körper des Schweines unerwünschte Wirkungen. Jungtiere sind dabei besonders empfindlich. Zu den sekundären Pflanzeninhaltsstoffen zählen unter anderem Trypsininhibitoren, Lectine, Tannine und Glucosinolate. Trypsininhibitoren kommen vor allem in Leguminosensamen (Soja, Erbsen), in geringeren Mengen auch in Roggen und Triticale vor. Sie inaktivieren die Enzyme der Bauchspeicheldrüse zur Proteinverdauung und als Folge davon nimmt die Verdaulichkeit des Proteins im Dünndarm ab. Durch Hitzebehandlung kann ein hoher Anteil der Trypsininhibitoren inaktiviert werden. Lectine, welche hauptsächlich in Bohnen und Erbsen enthalten sind, sind Proteine, welche sich an die Oberfläche der Darmzellen anhaften, die Schleimhaut schädigen und dadurch die Verdauungsvorgänge stören. Die Lectine können wie die Trypsininhibitoren durch Hitzebehandlung grösstenteils inaktiviert werden. Pflanzliche Gerbstoffe (Tannine) sind hitzebeständige Verbindungen, welche insbesondere die Proteinverdauung negativ beeinflussen. Besonders tanninreich sind Ackerbohnen, Erb-

sen, Raps und Hirse. Glucosinolate kommen in Raps und anderen Kreuzblütlern vor. Sie haben einen stechenden Geschmack, der die Futteraufnahme negativ beeinflussen kann und hemmen über verschiedene Wirkungsmechanismen die Funktion der Schilddrüse, welche eine zentrale Bedeutung für den Stoffwechsel hat. Weitere sekundäre Pflanzenstoffe mit negativen Auswirkungen auf das Tier sind die Alkaloide, die beispielsweise in Lupinen und in grünen Kartoffeln sowie in Kartoffelsprossen vorkommen. In grösseren Mengen aufgenommene Alkaloide können akute Vergiftungen verursachen.

8.5.2 Einsatzgrenzen

In Tabelle 42 sind für die wichtigsten Futtermittel die Einsatzgrenzen zusammengefasst. Bei diesen Angaben handelt es sich um Richtwerte; massgebend sind in jedem Fall die Zusammensetzung und die Gehalte der Gesamtration.

Abbildung 20. Auch Futterrüben werden von den Schweinen gerne gefressen.



Wo nichts Spezielles vermerkt ist, beziehen sich die Einsatzgrenzen auf die Gesamtration mit rund 88 % TS.

Tabelle 42a. Futtermittel für Schweine und ihre Einsatzgrenzen.

Futtermittel	Einsatzgrenze und Bemerkungen
Gerste	Keine Restriktion
Hafer	Futterkomponente der Wahl für den Zuchtbetrieb; im Mastfutter nicht über 10 % (Rohfaser, PMI); auf genügende Trocknung achten; im Ferkelfutter normalerweise in Form von Haferflocken
Weizen	Keine Restriktion
Triticale	Im Normalfall Einsatz wie Weizen; Mutterkornbesatz möglich, kontaminiertes Futtermittel nicht an trächtige Zuchtsauen verfüttern, da der staubförmige Mutterkornanteil nicht erfasst werden kann
Roggen	30 % nicht überschreiten; auf möglichen Mutterkornbesatz achten (Grenzwert für Mutterkornbesatz bei Mastschweinen 0.1 %); weitere Hinweise siehe Triticale
Mais	Besonders anfällig auf Befall mit Fusarien (Mykotoxinbildner)
Mehl	Mastschwein maximal 30 %, sonst negativer Einfluss auf die Fettbeschaffenheit; vorzugsweise Sorten mit tiefem Fettgehalt auswählen
Körner, Kolben	Maximal 40 % in der Gesamttrockensubstanz der Ration in Form von Silage, gleiche Begründung wie beim Maismehl, jedoch Beeinflussung etwas weniger ausgeprägt; bei höheren Anteilen Kombination mit Schotte und /oder Flüssigstärke positiv für die Fettqualität
ganze Pflanze	In Mengen von 1.2 bis 1.5 kg TS pro Tier und Tag für trächtige Zuchtsauen; Mastschweine maximal 0.3 kg TS pro Tag
Ackerbohnen	Maximal 20 % für Mastschweine, 10 % für Ferkel und Zuchtsauen; Protein ist reich an Lysin und arm an Methionin (Kombination mit Raps günstig)
Proteinerbsen	Maximal 40 % für Mastschweine, 20 % für Ferkel und Zuchtsauen; Protein ist reich an Lysin und arm an Methionin (Kombination mit Raps günstig)
Raps	
Samen	Protein- und fettreich (PMI); muss getoastet werden wegen Glucosinolat-Gehalt; maximal 3 % für Mastschweine und 6 % für Zuchtschweine; Protein ist reich an den schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystin (Kombination mit Ackerbohnen und Proteinerbsen günstig)
Schrot, Kuchen	Maximal 10 % für Mastschweine und Zuchtsauen (max. 1.5 mmol Glucosinolate /kg Alleinfutter), 5 % für Ferkel; Kuchen beschränkt lagerfähig wegen erhöhten Fettgehalts (Kombination mit Ackerbohnen und Proteinerbsen günstig)
Sonnenblumen	Bei Kuchen Begrenzung durch den PMI-Gehalt; mit Schalen Einschränkung durch den hohen Rohfasergehalt

Wo nichts Spezielles vermerkt ist, beziehen sich die Einsatzgrenzen auf die Gesamtration mit rund 88 % TS.

Tabelle 42b. Futtermittel für Schweine und ihre Einsatzgrenzen.

Futtermittel	Einsatzgrenze und Bemerkungen
Lupinen, süß	Maximal 5 % für Mastschweine wegen Bitterstoffen
Kartoffeln	Bis 30 % in der Gesamt-TS der Ration; Verfütterung frisch gedämpft, gedämpft siliert oder getrocknet in Form von Flocken oder Mehl, roh an Mastschweine möglich (spezielles Ergänzungsfutter mit 2.0 g pro kg höherem Lysingehalt notwendig)
Futterrüben	Mastschweine bis maximal 30 – 40 % in der Gesamt-TS der Ration, Zuchtsauen maximal 1.8 kg TS/Tag
Diffusionsschnitzel	Maximal 20 % in der Gesamt-TS der Ration, bei Flüssigfütterungsanlagen 10 % (Geliereffekt)
Kartoffelschälabfälle	Maximal 10 % in der Gesamt-TS der Ration, in gekochtem Zustand maximal 20 % (Inaktivierung der Trypsininhibitoren); Solanin Gehalt kann erhöht sein
Gemüseabfälle	Erhitzen von Vorteil (Hygiene; Nährstoffaufschluss; Zerstören gewisser unerwünschter Futterinhaltsstoffe)
Apfeltrester	Wegen des hohen Rohfasergehalts Begrenzung auf 10 %, in Spezialfutter für Absetzferkel bis 20 %
Wiesengras	In jungem Zustand verfüttern; günstig sind Weissklee-Raigras-Mischungen speziell für Zuchtschweine; 1.2 bis 1.4 kg TS pro Tier und Tag; bei Mastschweinen Einschränkung durch PMI-Gehalt (spezielle Beachtung bei Freilandhaltung)
Trockengras	Nur junges Ausgangsmaterial trocknen; im Mastfutter maximal 10 % (hoher PMI-Gehalt), keine Einschränkung bei Zuchtschweinen
Milchnebenprodukte Schotte Permeat Magermilch Buttermilch	Für eine optimale Verwertung maximal 30 % in der Gesamt-TS der Ration, Maximal 20 % in der Gesamt-TS der Ration, 4 – 5 l pro Mastschwein und Tag nicht überschreiten (sonst Proteinüberschuss) Gleiche Einschränkungen wie bei Magermilch; TS-Gehalt überprüfen, da häufig verdünnt mit Washwasser
Melasse, Fructosesirup	Maximal 20 % in der Gesamt-TS der Ration, in Kombination mit hohen Schottemengen maximal 10 %; vorteilhaft ist eine Kombination mit Fett
Fett	Maximal 8 – 12 % je nach PMI
Gastronebenprodukte	Wegen des hohen Fett- und Na-Gehalts je nach Herkunft maximal 30 – 50 % in der Gesamt-TS der Ration; Kombination mit fettarmen Futtermitteln wie Schotte, Melasse und Flüssigstärke; zusätzlich Trinkwasser anbieten; gesetzliche Vorschriften (Tierseuchenverordnung SR 916.401 Art. 41 - 43) beachten!

Je nach Produktionsform (Abschnitt 8.2) können die Vorschriften bezüglich der Einsatzgrenzen von Futtermitteln von den in den Tabellen 42a und 42b aufgeführten Daten abweichen. Dies gilt es unbedingt zu beachten.

8.6 Rationenplanung

Die Rationen sind so zu gestalten, dass der tägliche Nähr- und Mineralstoffbedarf entsprechend den Produktionsstadien und Leistungsniveaus gedeckt wird (Kapitel 4, 5). Dabei sind auch das Verzehrs- und Verdauungsvermögen, das Fressverhalten, die angestrebte Produktequalität (Kapitel 7) sowie die empfohlenen Höchstmengen für Einzelkomponenten (Abschnitt 8.5) zu berücksichtigen. Bei Labelprogrammen kommen spezifische Gebote und Verbote dazu (Abschnitt 8.2). Die Vorgehensweise bei der Berechnung von Futtermengen und Gehaltswerten von Alleinfutter oder Ergänzungsfutter geht aus den folgenden Rationenbeispielen hervor.

8.6.1 Ferkel

Berechnungsbeispiel eines Alleinfutters

Die Ferkel werden im Allgemeinen ad libitum gefüttert. Mit Ausnahme der ersten Woche nach dem Absetzen frisst das Ferkel auf Energiesättigung. Die dabei aufgenommene Energiemenge wird deshalb bei einer üblichen Energiekonzentration des Futters ($> 13 \text{ MJ VES/kg}$) bei Trockenfütterung kaum beeinflusst. Die tägliche Energieaufnahme in Abhängigkeit des Lebendgewichtes kann mit der in Abschnitt 1.1 beschriebenen Formel (2) berechnet werden.

- Annahmen*
- Lebendgewicht: 18 kg
 - Energiegehalt des Futters: 13.5 MJ VES/kg
 - Trockenfütterung

Empfohlenes tägliches Energieangebot gemäss Formel (2) aus Abschnitt 1.1:

$$\begin{aligned} \text{VES} &= -8.2206 + 135.57 \times \frac{18}{100} - 143.62 \times \left(\frac{18}{100}\right)^2 \\ &= 11.53 \text{ MJ/Tier und Tag} \end{aligned}$$

Daraus ergibt sich eine Futterzuteilung von 0.85 kg pro Tier und Tag (11.53/13.5).

Aus dem Lebendgewicht und der Energieaufnahme kann gemäss Formel (3) aus Abschnitt 1.1 der Tageszuwachs geschätzt werden:

$$TZ \text{ (g)} = -103.13 + 109.99 \times \frac{18}{10} + 428.30 \times \frac{11.53}{10} - 83.52 \times \left(\frac{11.53}{10}\right)^2 = 478 \text{ g pro Tag}$$

Bei Flüssigfütterung kann mit einer 20 % höheren Energieaufnahme gerechnet werden. In obige Gleichung eingesetzt (13.84 MJ VES/Tag) würde ein TZ von 528 g resultieren.

Die Gehaltswerte des Alleinfutters berechnen sich nach den Empfehlungen aus Abschnitt 4.1 (Tabellen 14, 15, 16). Zu beachten ist, dass der PMI (Abschnitt 7.3) einen Maximalwert darstellt.

Tabelle 43. Ferkel: Gehaltswerte für ein Alleinfutter (pro kg Futter) bei einem Lebendgewicht von 18 kg und einem Energiegehalt des Futters von 13.5 MJ VES/kg.

Ration: 0.85 kg Alleinfutter	g/MJ VES	g/kg Futter	Ration: 0.85 kg Alleinfutter	g/MJ VES	g/kg Futter
RP	12.6	170 ¹⁾	PMI max	1.7 ²⁾	23.0
VLys	0.72	9.7	Ca	0.80	10.8
VMet + VCys	0.46	6.2	P	0.52	7.0
VThr	0.49	6.6	VDP	0.29	3.9
VTrp	0.14	1.9	Na	0.13	1.8

¹⁾ Berechnungsbeispiel für Rohprotein:

$$\text{g/kg Futter: } 12.6 \times 13.5 = 170$$

12.6: Empfehlung für Rohprotein in g/MJ VES aus Abschnitt 4.1 (Tabelle 14) bei einem Lebendgewicht von 20 kg

13.5: angenommene Energiekonzentration des Futters in MJ VES/kg

²⁾ PMI: $1.3 \times \text{MUFA} + \text{PUFA} = 1.7$; MUFA und PUFA in g/MJ VES

8.6.2 Mastschweine

a) Berechnungsbeispiel eines Alleinfutters für Mastjager und Ausmast

- Annahmen*
- durchschnittliches Leistungsniveau der Herde: 800 g MTZ
 - Lebendgewicht: 40 kg und 80 kg
 - Energiegehalt des Futters: 13 MJ VES /kg
 - mit Auslauf
 - Phasenfütterung

Das empfohlene tägliche Energieangebot kann gemäss Formel (4) und Tabelle 1 aus Abschnitt 1.2 berechnet werden:

$$\begin{aligned} \text{VES} &= -12.22 + 113.50 \times \frac{40}{100} - 83.49 \times \left(\frac{40}{100}\right)^2 + 20.16 \times \left(\frac{40}{100}\right)^4 \\ &= 19.7 \text{ MJ/Tag bei 40 kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VES} &= -12.22 + 113.50 \times \frac{80}{100} - 83.49 \times \left(\frac{80}{100}\right)^2 + 20.16 \times \left(\frac{80}{100}\right)^4 \\ &= 33.4 \text{ MJ/Tag bei 80 kg} \end{aligned}$$

Für Auslauf wird ein Zuschlag von 5% gemacht. Das empfohlene Energieangebot erhöht sich auf 20.7 MJ (19.7 x 1.05) bzw. 35.1 MJ (33.4 x 1.05). Daraus ergibt sich eine Futterzuteilung von 1.6 kg pro Tier und Tag (20.7/13) bei 40 kg LG und 2.7 kg bei 80 kg LG.

Die Gehaltswerte des Alleinfutters berechnen sich nach den Empfehlungen aus Abschnitt 4.1 (Tabellen 14, 15, 16). Zu beachten ist, dass der PMI (Abschnitt 7.3) einen Maximalwert darstellt.

Tabelle 44. Mastschweine: Gehaltswerte für ein Alleinfutter (pro kg Futter) bei einem Lebendgewicht von 40 kg (Jägerfutter) und 80 kg (Ausmastfutter) und einem Energiegehalt des Futters von 13 MJ VES/kg.

Ration: 1.6 bzw. 2.7 kg Alleinfutter	g/MJ VES	g/MJ VES	g/kg Futter	g/kg Futter
	Jägerfutter	Ausmast	Jägerfutter	Ausmast
RP	12.0	10.6	156 ¹⁾	138
VLys	0.61	0.46	7.9	6.0
VMet+VCys	0.39	0.29	5.1	3.8
VThr	0.41	0.31	5.3	4.0
VTrp	0.12	0.09	1.6	1.2
PMI max	1.7	1.7	22.1	22.1
Ca	0.59	0.49	7.7	6.4
P	0.42	0.33	5.5	4.3
VDP	0.21	0.16	2.7	2.1
Na	0.09	0.08	1.2	1.04

¹⁾ Berechnungsbeispiel für Rohprotein:

g/kg Futter: $12.0 \times 13.0 = 156$

12.0: Empfehlung für Rohprotein in g/MJ VES aus Abschnitt 4.1 (Tabelle14) bei einem Lebendgewicht von 40 kg

13.0: angenommene Energiekonzentration des Futters in MJ VES/kg

b) Berechnungsbeispiel einer Schottenration mit Ergänzungsfutter

- Annahmen**
- Durchschnittliches Leistungsniveau der Herde: 800 g MTZ
 - Lebendgewicht: 80 kg
 - Energiegehalt des Ergänzungsfutters: 13 MJ VES/kg
 - Mit Auslauf
 - Gehaltswerte für Schotte sind den Nährwerttabellen (Kapitel 11, Nr. 61) entnommen. TS: 60 g, RP: 8 g, VES: 0.9 MJ, VLys: 0.62 g, VMet + VCys: 0.26 g, VThr: 0.42 g, VTrp: 0.08 g, Ca: 0.4 g, P: 0.4 g, VDP: 0.4 g, Na: 0.4 g/kg Futter. Die Fettsäuren sind vernachlässigbar.
 - Schottenanteil: 30 % in der TS der Gesamtration.

Das empfohlene tägliche Energieangebot kann aus Berechnungsbeispiel a) übernommen werden: 35.1 MJ VES pro Tag in 2.7 kg Futter.

Berechnung der Schottenmenge: 2.7 kg Futter entspricht 2.4 kg TSgesamt (2.7×0.89). 30 % davon ergeben 720 g TS aus Schotte (2.4×0.3), wozu 12 kg Schotte ($720/60$) benötigt werden.

- Energie aus der Schotte: 10.8 MJ VES/Tag (12×0.9)
- Energie aus dem Ergänzungsfutter: 24.3 MJ VES/Tag ($35.1 - 10.8$).

Daraus ergibt sich eine Zuteilung von 1.9 kg Ergänzungsfutter pro Tier und Tag ($24.3/13$).

Die Gehaltswerte des Ergänzungsfutters berechnen sich nach den Empfehlungen aus Abschnitt 4.1 (Tabellen 14, 15, 16) unter Berücksichtigung der über die Schotte zugeführten Nährstoffe. Beim PMI ist der Maximalwert angegeben, so dass in der Gesamtration 1.7 g PMI/MJ VES nicht überschritten werden. Da der Schottenanteil in der Gesamtration über 10 % liegt, sind höhere Fe- und Mn-Zulagen erforderlich (Abschnitt 5.2).

Abbildung 21. Eine korrekte Ration garantiert eine gute Leistung.



Tabelle 45. Mastschweine: Gehaltswerte für ein Ergänzungsfutter (pro kg Futter) zu Schotte bei einem Lebendgewicht von 80 kg und einem Energiegehalt des Futters von 13 MJ VES/kg.

Ration: 12 kg Schotte, 1.9 kg Ergänzungsfutter	g/MJ VES	g/kg Futter
RP	11.4 ¹⁾	148 ¹⁾
VLys	0.36	4.7
VMet + VCys	0.29	3.8
VThr	0.24	3.1
VTrp	0.09	1.2
PMI max	2.46	32.0
Ca	0.51	6.6
P	0.28	3.6
VDP	0.03	0.4
Na	0 ²⁾	0 ²⁾

¹⁾ Berechnungsbeispiel für Rohprotein:

$$\text{g/MJ VES: } \frac{35.1 \times 10.6 - 12 \times 8}{24.3} = 11.4$$

$$\text{g/kg Futter: } 11.4 \times 13 = 148$$

35.1: Empfohlenes Energieangebot in MJ VES pro Tier und Tag (siehe oben)

10.6: Empfehlung für Rohprotein in g/MJ VES aus Abschnitt 4.1 (Tabelle 14) bei einem Lebendgewicht von 80 kg

12: berechnete Schottenmenge in kg pro Tier und Tag

8: Rohprotein-Gehalt für Hartkäseschotte (siehe oben)

24.3: Energie aus dem Ergänzungsfutter in MJ VES pro Tier und Tag (siehe oben)

13: angenommene Energiekonzentration im Ergänzungsfutter in MJ VES/kg

²⁾ Der Na-Bedarf wird vollständig über die Schotte gedeckt.

Bemerkung: In der Ausmast deckt die Schotte nach obigem Beispiel 30 % des Energie- und 26 % des Rohproteinbedarfes. Der hohe Salzgehalt der Schotte führt zu einer Überversorgung mit Na. Dies bedingt, dass die Tiere jederzeit Zugang zu Wasser haben.

c) Berechnungsbeispiel einer CCM-Ration mit Ergänzungsfutter

- Annahmen**
- Durchschnittliches Leistungsniveau der Herde: 800 g MTZ
 - Lebendgewicht: 80 kg
 - Energiegehalt des Ergänzungsfutters: 13 MJ VES/kg
 - Mit Auslauf
 - Gehaltswerte für CCM (Maiskolbensilage ohne Lieschen) sind den Nährwerttabellen (Kapitel 11 Nr. 23) entnommen: TS: 590 g, RP: 54 g, VES: 9.2 MJ, VLys: 0.90 g, VMet + Cys: 1.72 g, VThr: 1.01 g, VTrp: 0.19 g, Ca: 0.1 g, P: 1.8 g, VDP: 0.7 g, Na: 0.1 g; MUFA: 6.0 g; PUFA: 14.0 g pro kg Futter; PMI: 2.37 g/MJ VES
 - CCM-Anteil: 40 % in der TS der Gesamtration.

Das empfohlene tägliche Energieangebot kann aus Berechnungsbeispiel a) übernommen werden: 35.1 MJ VES pro Tag in 2.7 kg Futter
Berechnung der CCM-Menge: 2.7 kg Futter entspricht 2.4 kg TSgesamt (2.7 x 0.88). 40 % davon ergeben 960 g TS aus CCM (2.4 x 0.4), wozu 1.63 kg CCM (960/590) benötigt werden.

- Energie aus CCM: 15.0 MJ VES/Tag (1.63 x 9.2)
- Energie aus dem Ergänzungsfutter: 20.1 MJ VES/Tag (35.1 – 15.0).

Daraus ergibt sich eine Zuteilung von 1.55 kg Ergänzungsfutter pro Tier und Tag (20.1/13).

Die Gehaltswerte des Ergänzungsfutters berechnen sich nach den Empfehlungen aus Abschnitt 4.1 (Tabellen 14, 15, 16) unter Berücksichtigung der über CCM zugeführten Nährstoffe. Beim PMI ist der Maximalwert angegeben, so dass in der Gesamtration 1.7 g PMI/MJ VES nicht überschritten werden.

Tabelle 46. Mastschweine: Gehaltswerte für ein Ergänzungsfutter (pro kg Futter) zu CCM bei einem Lebendgewicht von 80 kg und einem Energiegehalt des Futters von 13 MJ VES/kg.

Ration: 1.6 kg CCM, 1.6 kg Ergänzungsfutter	g/MJ VES	g/kg Futter
RP	14.13 ¹⁾	184 ¹⁾
VLys	0.73	9.5
VMet + VCys	0.37	4.8
VThr	0.46	6.0
VTrp	0.14	1.85
PMI max	1.20 ²⁾	15.7
Ca	0.85	11.0
P	0.43	5.6
VDP	0.22	2.9
Na	0.13	1.7

1) Berechnungsbeispiel für Rohprotein:

$$\text{g/MJ VES: } \frac{35.1 \times 10.6 - 1.63 \times 54}{20.1} = 14.13$$

$$\text{g/kg Futter: } 14.13 \times 13 = 184$$

35.1: Empfohlenes Energieangebot in MJ VES pro Tier und Tag (siehe oben)

10.6: Empfehlung für Rohprotein in g/MJ VES aus Abschnitt 4.1 (Tabelle 14) bei einem Lebendgewicht von 80 kg

1.63: CCM in kg pro Tier und Tag

54: Rohprotein-Gehalt für CCM in g/kg

20.1: Energie aus dem Ergänzungsfutter in MJ VES pro Tier und Tag (siehe oben)

13: angenommene Energiekonzentration im Ergänzungsfutter in MJ VES/kg

2) PMI: $\frac{35.1 \times 1.7 - 15.0 \times 2.37}{20.1} = 1.20$

1.7: PMI in Gesamtration

2.37: PMI in CCM

15.0: Energie aus CCM in MJ VES/Tag.

Bemerkung: CCM deckt in der Ausmast nach obigem Beispiel 43 % des Energie- und 24 % des Rohproteinbedarfes. Da CCM einen hohen PMI aufweist, ist den ungesättigten Fettsäuren im Ergänzungsfutter besondere Beachtung zu schenken.

8.6.3 Sauen

Für die Berechnung eines Alleinfutters für Sauen ist analog wie bei Ferkeln und Mastschweinen vorzugehen.

a) Trächtigkeit: Berechnungsbeispiel einer Grassilageration mit Ergänzungsfutter

Bei Zuchtschweinen eignen sich nur Silagen einwandfreier Qualität. Der TS-Gehalt ist periodisch zu überprüfen.

- Annahmen*
- Hochtragende Altsau (85. bis 114. Tag) mit 200 kg LG beim Decken
 - Energiegehalt des Ergänzungsfutters: 13 MJ VES/kg
 - Grassilagemenge: 1.2 kg TS pro Tier und Tag
 - Gehaltswerte für Grassilage (Weissklee/Raigras-Mischung) sind den Nährwerttabellen (Kapitel 11 Nr. 150) entnommen: TS: 290 g; RP: 65 g; RF: 56 g; VES: 2.2 MJ; VLys: 1.53 g; VMet + VCys: 0.86 g; VThr: 1.18 g; VTrp: 0.54 g; Ca: 3.9 g; P: 1.1 g; Na: 0.1 g pro kg Futter
 - Gruppenhaltung mit Auslauf
 - Körperkonditionsklasse 5 bei Beginn Hochträchtigkeit

Das empfohlene tägliche Energieangebot für hochtragende Sauen kann gemäss Formel (11) (Abschnitt 1.3) berechnet werden. Angenommene Ferkelzahl: 12.

$$\text{VES (ht)} = 73.7 - 69.1 \times 2 + 38.74 \times 2^2 - 6.73 \times 2^3 + 0.077 \times 12 + 0.0255 \times 12 = 41.2 \text{ MJ/Tag}$$

Für Auslauf wird ein Zuschlag von 5 % gemacht. Das empfohlene Energieangebot erhöht sich auf 43.3 MJ VES/Tag (41.2×1.05).

Für Körperkonditionsklasse 5 wird ein Abzug von 10 % gemacht. Das empfohlene Energieangebot beträgt somit 39 MJ VES/Tag (43.3×0.9).

Berechnung der Grassilagemenge: $\frac{1.2}{0.29} = 4.14 \text{ kg}$.

Korrektur des Energiegehaltes der Grassilage für Zuchtsauen gemäss Formel (7) (Abschnitt 1.3):

$$\text{VES Zucht} = 1.014 \times 2.2 + 0.0066 \times 56 = 2.6 \text{ MJ/kg}$$

- Energie aus Grassilage: 10.8 MJ VES/Tag (4.14 x 2.6)
- Energie aus dem Ergänzungsfutter: 28.2 MJ VES/Tag (39 – 10.8).

Daraus ergibt sich eine Zuteilung von 2.17 kg Ergänzungsfutter pro Tier und Tag (28.2/13).

Die Gehaltswerte des Ergänzungsfutters berechnen sich nach den Empfehlungen aus Abschnitt 4.2 (Tabelle 23) unter Berücksichtigung der über die Grassilage zugeführten Nährstoffe. Für Fettsäuren bestehen keine Restriktionen, solange die Sauen nicht ausselektioniert werden.

Abbildung 22. Gras und Grassilagen mit hohem Proteingehalt sind für Zuchtsauen ein geeignetes Futtermittel.



Tabelle 47. Trächtige Sauen: Gehaltswerte eines Ergänzungsfutters (pro kg Futter) zu Grassilage bei einem Energiegehalt des Futters von 13 MJ VES/kg.

Ration: 4.1 kg Grassilage, 2.2 kg Ergänzungsfutter	g/MJ VES	g/kg Futter
RP	4.29 ¹⁾	55.8 ¹⁾
VLys	0.37	4.8
VMet + VCys	0.21	2.7
VThr	0.24	3.1
VTrp	0.05	0.65
Ca	0.15 ²⁾	1.95
P	0.39	5.07
VDP	2)	
Na	0.17	2.21

¹⁾ Berechnungsbeispiel für Rohprotein:

$$\text{g/MJ VES: } \frac{39 \times 10 - 4.14 \times 65}{28.2} = 4.29$$

$$\text{g/kg Futter: } 4.29 \times 13 = 55.8$$

39: Empfohlenes Energieangebot in MJ VES pro Tier und Tag (siehe oben)

10: Empfehlung für Rohprotein in g/MJ VES aus Abschnitt 4.2 (Tabelle 23) für tragende Sauen

4.14: angenommene Grassilagemenge in kg pro Tier und Tag

65: Rohprotein-Gehalt von Grassilage in g/kg (siehe oben)

28.2: Energie aus dem Ergänzungsfutter in MJ VES pro Tier und Tag (siehe oben)

13: angenommene Energiekonzentration im Futter in MJ VES/kg.

²⁾ Da für Grassilagen keine Angaben zur Verdaulichkeit des P vorhanden sind, ist die Ration nach Gesamtphosphor zu optimieren. In diesem Fall berechnet sich das empfohlene Ca-Angebot nach der Formel $\text{Ca} = 1.3 \times \text{P-Angebot}$.

Bemerkungen: Grassilage deckt bei tragenden Sauen nach obigem Beispiel 26 % des Energie- und 69 % des Rohproteinbedarfes. Der berechnete Proteingehalt des Ergänzungsfutters fällt entsprechend tief aus.

b) Laktation: Berechnungsbeispiel einer Ration mit Biertreibersilage und Ergänzungsfutter

Bei Zuchtschweinen eignen sich nur Silagen einwandfreier Qualität. Der TS-Gehalt ist periodisch zu überprüfen und Futterreste sind täglich zu entfernen.

- Annahmen*
- Laktierende Sau mit 10 Ferkeln bei einem LG von 210 kg
 - Energiegehalt des Ergänzungsfutters: 14.0 MJ VES/kg
 - Die Ferkel erhalten ein Beifutter
 - Menge an Biertreibersilage: 5 kg pro Tier und Tag
 - Gehaltswerte für Biertreibersilage sind den Nährwerttabellen (Kapitel 11 Nr. 137) entnommen: TS: 240 g; RP: 60 g; RF: 40 g; VES: 2.4 MJ; VLys: 1.8 g; VMet + VCys: 1.79 g; VThr: 1.5 g; VTrp: 0.6 g; Ca: 0.8 g; P: 1.4 g; VDP: 0.5 g; Na: 0.1 g pro kg Futter.

Das empfohlene tägliche Energieangebot für laktierende Sauen ist gemäss Tabelle 22 (Abschnitt 4.2) 83 MJ VES/Tag. Bei bekannter Wurfgewichtszunahme kann Formel (13) (Abschnitt 1.3) angewendet werden.

Korrektur des Energiegehaltes der Biertreibersilage für Zuchtsauen gemäss Formel (7) (Abschnitt 1.3):

$$\text{VES Zucht} = 1.014 \times 2.4 + 0.0066 \times 40 = 2.7 \text{ MJ/kg}$$

- Energie aus Biertreibersilage: 13.5 MJ VES/Tag (5 x 2.7)
- Energie aus dem Ergänzungsfutter: 69.5 MJ VES/Tag (83 – 13.5).

Daraus ergibt sich eine Zuteilung von 4.96 kg Ergänzungsfutter pro Tier und Tag (69.5/14).

Die Gehaltswerte des Ergänzungsfutters berechnen sich nach den Empfehlungen aus Abschnitt 4.2 (Tabelle 23) unter Berücksichtigung der über die Biertreibersilage zugeführten Nährstoffe. Es bestehen keine Restriktionen für Fettsäuren.

Tabelle 48. Laktierende Sauen: Gehaltswerte eines Ergänzungsfutters (pro kg Futter) zu Biertreibersilage bei einem Energiegehalt des Futters von 14 MJ VES/kg.

Ration: 5 kg Biertreibersilage, 5 kg Ergänzungsfutter	g/MJ VES	g/kg Futter
RP	10.01 ¹⁾	140.2 ¹⁾
VLys	0.68	9.5
VMet + VCys	0.29	4.1
VThr	0.38	5.3
VTrp	0.11	1.54
Ca	0.73	10.22
P	0.48	6.72
VDP	0.20	2.80
Na	0.15	2.10

¹⁾ Berechnungsbeispiel für Rohprotein:

$$\text{g/MJ VES: } \frac{83 \times 12 - 5 \times 60}{69.5} = 10.01$$

$$\text{g/kg Futter: } 10.01 \times 14 = 140.2$$

83: Empfohlenes Energieangebot in MJ VES pro Tier und Tag (siehe oben)

12: Empfehlung für Rohprotein in g/MJ VES aus Abschnitt 4.2 (Tabelle 23) für laktierende Sauen

5: angenommene Menge an Biertreibersilage in kg pro Tier und Tag

60: Rohprotein-Gehalt für Biertreibersilage in g/kg (siehe oben)

69.5: Energie aus dem Ergänzungsfutter in MJ VES pro Tier und Tag (siehe oben)

14: angenommene Energiekonzentration im Futter in MJ VES/kg

Bemerkungen: Biertreibersilage deckt bei laktierenden Sauen nach obigem Beispiel 16 % des Energie- und 30 % des Rohproteinbedarfes. Der Verfütterung von rohfaserreichen Futtermitteln sind durch das Verzehrsvermögen und den hohen Energiebedarf der laktierenden Sauen Grenzen gesetzt.

8.7 Literatur

Buchmann M., 2001. Labelprogramme in der Tierhaltung. Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau (LBL, Hrsg.).

Canh T.T., Sutton A.L., Aarnink A.J.A., Verstegen M.W.A., Schrama J.W., Bakker G.C.M., 1998. Dietary carbohydrates alter the fecal composition and pH and the ammonia emission from slurry of growing pigs. *J. Anim. Sci.* 76, 1887 – 1895.

Chaubert C., 1995. Die Nebenprodukte der Lebensmittelherstellung. *Agrarforschung.* 2 (2), 49 – 52.

Coenen M., 1998. Charakterisierung von Futterproben aus Flüssigfütterungsanlagen für Schweine. *Der praktische Tierarzt.* 79, 165 – 166.

DLG, 1999. Schweinefütterung auf der Basis des Verdaulichen Phosphors. *DLG-Information* 1/1999, 8 S.

Dourmad J.Y., Giungand N., Latimier P., Sève B., 1999. Nitrogen and phosphorous consumption, utilisation and losses in pig production: France. *Liv. Prod. Sci.* 58, 199 – 211.

Eberle T., Buchmann M., 2000. Freilandhaltung von Schweinen – Hinweise für die Praxis. *UFA-Revue.* 10.

FiBL, 2003a. Richtlinien Biolandbau A und B. Umfassende Sammlung der Verordnungen des Bundes und der Labelrichtlinien zum biologischen Landbau.

FiBL, 2003b. Praxiswissen Biolandbau. Tierhaltung, Futterbau, Ackerbau.

FAL/RAC, 2001. Grundlagen für die Düngung im Acker – und Futterbau. *Agrarforschung.* 8 (6), 1 – 80.

Hesse D., 2001. Neue Fütterungstechniken in der Schweinehaltung. Themen zur Tierernährung, www.vilomix.com.

Hoppenbrok K.H., 1998. Neue Fütterungstechniken für Mastschweine. *Der praktische Tierarzt.* 79, 162.

Ingold U., Kunz P. (Hrsg.), 1997. Freilandhaltung von Schweinen. Schweizerische Ingenieurschule für Landwirtschaft, Zollikofen; Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau. 153 S.

Kircher A., 2001. Untersuchungen zum Tier-Fressplatzverhältnis bei der Fütterung von Aufzuchtferkeln und Mastschweinen an Rohrbreiautomaten unter dem Aspekt der Tiergerechtigkeit. Dissertation Universität Hohenheim, 108 S.

Mackie R.I., Stroot P.G., Varel V.H., 1998. Biochemical identification and biological origin of key odour components in livestock waste. *J. Anim. Sci.* 76, 1331 – 1342.

Nagel M., 1998a. Mikrobiologische Vorgänge in Flüssigfutter für Schweine. *Handbuch der tierischen Veredlung.* 189 – 200.

Nagel M., 1998b. Mikrobiologische Grundlagen der Reinigung und Desinfektion. *Hygiene und Desinfektion.* 18, 4 – 8.

Nagel M., 2000. Probiotische Mikroorganismen für die Verbesserung von Flüssigfutter? *Handbuch der tierischen Veredlung.* 70 – 85.

RAP, 2000. Liste der anerkannten Nebenprodukte, die zu Ausnahmen von den Anforderungen an die Nutzfläche (Art. 25 der Gewässerschutzverordnung) führen können. *RAP, Posieux,* 1 S.

Schäfer E-M., 1999. Vergleichende Untersuchungen des Nahrungsaufnahmeverhaltens und der Wachstumsintensität von Mastschweinen und Ferkeln an Rohrbreiautomaten und anderen Fütterungssystemen unter besonderer Berücksichtigung der Gruppengröße. Dissertation Universität Giessen, 144 S.

Spara A.F., Gutzwiller A., Gafner J-L., Stoll P., 2003. Konservierungsmittel für Milchnebenprodukte im Vergleich. *Agrarforschung.* 10, 394 – 399.

Stoll P., 1994. Fütterungsstrategien in der Freilandhaltung – Mastschweine. *LBL-Kurs N° 94.211 Schweinehaltung,* Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau.

Sutton A.L., Kephart K.B., Versteegen M.W.A. Canh T.T., Hobbs P.J., 1999. Potential for reduction of odorous compounds in swine manure through diet modification. *J. Anim. Sci.* 77, 430 – 439.

Verstegen M., Tamminga S., 2002. Feed composition and environmental pollution. In: Recent advances in animal nutrition. Nottingham University Press. 45 – 65.