

Sonderheft 296
Special Issue



Landbauforschung
Völkenrode
FAL Agricultural Research

Schweinezucht und Schweinefleischerzeugung
Empfehlungen für die Praxis

herausgegeben von
Wilfried Brade und Gerhard Flachowsky

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Die Verantwortung für die Inhalte liegt bei den jeweiligen Verfassern bzw. Verfasserinnen.

2006

**Landbauforschung Völkenrode - FAL Agricultural Research
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Germany**

landbauforschung@fal.de

Preis / Price: 12 €

ISSN 0376-0723

ISBN-10: 3-86576-020-1

ISBN-13: 978-3-86576-020-3

Vorwort

Etwa zwei Drittel des Fleischverzehrs der Deutschen entfallen auf Schweinefleisch (≈ 40 kg je Einwohner und Jahr). Nicht nur national, sondern auch international ist die Anzahl der Schweineschlachtungen in den letzten Jahren deutlich angestiegen.

Schweinefleisch wird nicht nur auf Grund seines Genusswertes und der vielfältigen Verarbeitungsmöglichkeiten als Lebensmittel so geschätzt, sondern es ist auch reich an Protein bzw. Aminosäuren sowie verschiedenen Fettsäuren, Mengen- und Spurenelementen und Vitaminen. Der Deutsche ist so in das Schwein „verliebt“, dass er in seinem Leben im Mittel mehr als 50 Schweine verzehrt.

In den letzten Jahren hat sich ein bedeutender Strukturwandel in der deutschen Schweinehaltung vollzogen. Der Trend zu weiterem betrieblichen Wachstum hält an. Besonders in der Schweinemast werden zunehmend große Stallanlagen für spezialisierte Betriebe gebaut. Für die erfolgreiche Schweinemast in diesen Ställen sind große und gleichmäßige Ferkelpartien erforderlich. Konsequente Bestandsaufstockungen in der Sauenhaltung bzw. in der Ferkelaufzucht tragen dieser Forderung Rechnung.

Die Ursachen für diese Entwicklungen sind vor allem in einer Globalisierung des Marktes für Schweinefleisch zu sehen. Während noch vor 10-20 Jahren die Schweinemäster in Dänemark und den Niederlanden das Maß aller Dinge waren, steigen verstärkt globale Player in den Schweinefleischmarkt ein, wie z.B. China, die USA und Länder Südamerikas.

In Deutschland befinden sich gegenwärtig die Tierhaltung und damit auch die Schweinefleischerzeugung in einem Spannungsfeld unterschiedlicher Interessen.

Der Markt erfordert wettbewerbsfähige Schweinehaltungssysteme; die Gesellschaft in erster Linie preisgünstige, sichere Lebensmittel. Die hier vorhandenen Chancen, vor allem intensiver Schweinehaltungssysteme, begründen sich in erster Linie in der Wettbewerbsfähigkeit, der Verringerung der Umweltbelastung durch optimierte Fütterung und Haltung und der erleichterten Kontrolle der Prozessqualität. Es geht nicht nur darum, qualitativ hochwertige und sichere Produkte umweltverträglich sowie unter Einhaltung der Richtlinien des Tierschutzes zu erzeugen, sondern diese hohen Standards auch den Konsumenten zu vermitteln.

Produktsicherheit und Qualität sind zentrale Forderungen in der Lebensmittelerzeugung. Schweineproduzenten, die keine hohe Qualität und Sicherheit garantieren können, haben auf dem Markt keine Chance. Schwerpunkte der Qualitätssicherung, die eine lückenlose Dokumentation einschließen, sind folgende Bereiche: Herkunft, Haltung, Fütterung, Management, Risikofaktoren für die Tiergesundheit, aktueller Gesundheitsstatus, Einhaltung der Gesetze und Vorschriften insbesondere im Tier- und Umweltschutz bis zum Transport und der Schlachtung der Tiere. Ziel dieser Qualitätssicherung bereits auf Betriebsebene ist die weitere Teilnahme am Markt überhaupt!

Nicht unerwähnt soll auch die zukünftige Chance für bestimmte Nischenprodukte bleiben. Es wird wohl immer auch Verbraucher geben, die bestimmte Segmente nachfragen (z.B. Öko-Fleisch; Parma-Schinken u. a.); so dass gleichfalls verschiedene Nischenprodukte Marktchancen haben.

Erhebliche Konsequenzen für die Fleischerzeugung wird das global weiter fortschreitende Bevölkerungswachstum haben. Bereits im Jahre 2030 sind über 8 Mrd. Menschen weltweit zu ernähren. Der überwiegende Teil dieses Bevölkerungswachstums wird in den so genannten Entwicklungsländern stattfinden. Da gleichzeitig die Wirtschaft in zahlreichen dieser Länder kontinuierlich wächst, werden dort immer mehr und bessere Nahrungsmittel nachgefragt; der Pro-Kopf-Verbrauch an Fleisch steigt permanent. Die Höhe des Fleischverzehrs gilt gegenwärtig in vielen dieser Länder als „Wohlstandsindikator“.

Wenn die Nachfrage nach Fleisch steigt, erhöht sich aber auch der Verbrauch, vor allem von Getreide. Die Getreideproduktion muss folglich weltweit weiter zunehmen, um diese wachsende Nachfrage sowohl für die menschliche Ernährung als auch für den Futtermittelsektor zu decken. Andererseits muss auch eine effizientere Futternutzung angestrebt werden, um das Fleisch mit einem niedrigeren Futteraufwand und wenig Ausscheidungen an Stickstoff, Phosphor u. a. Nährstoffe je kg und damit umweltfreundlich zu erzeugen.

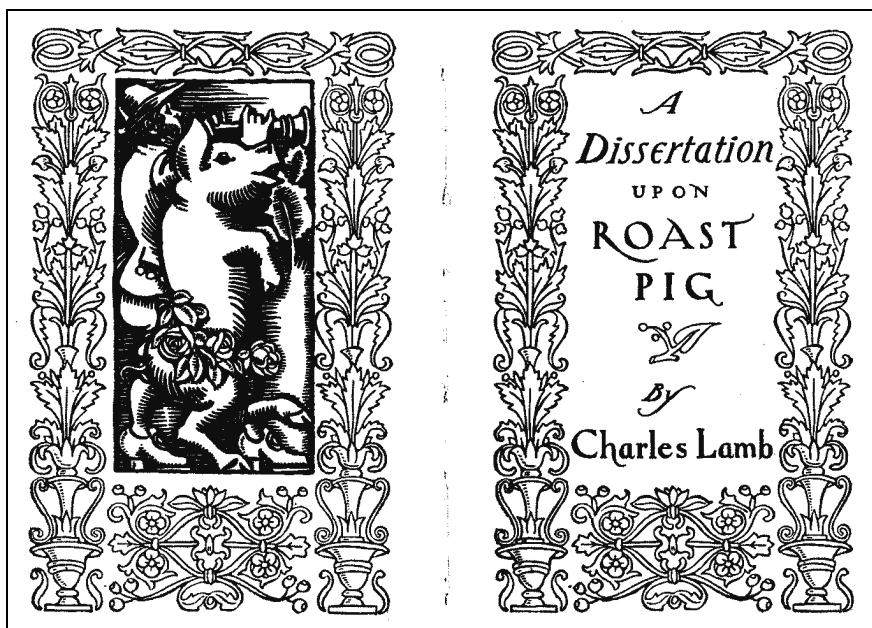
Die Schweinefleischerzeugung wird somit durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Ihre Wirtschaftlichkeit ist von den natürlichen, betriebs- und marktwirtschaftlichen Bedingungen abhängig. Bei allen Produktionsformen ist jedoch ein hohes produktionstechnisches Wissen und Können erforderlich, wenn eine standortangepasste Schweinefleischerzeugung nachhaltig sichergestellt werden soll.

Die vorliegende Broschüre, die unter bewusster und gleichzeitiger Einbeziehung verschiedenster Fachdisziplinen (Züchtung, Ernährung, Haltung, Tiergesundheit, Qualitätssicherung, Biotechnik, Betriebswirtschaft etc.) schon seit längerer Zeit geplant war, soll ein Leitfaden für den Schweinezüchter und Schweinefleischproduzenten, für den Auszubildenden, für Studierende, Berater, aber auch interessierte Verbraucher sein. Als Herausgeber freuen wir uns, dass es gelungen ist, Spezialisten der verschiedenen Fachdisziplinen für die Bearbeitung der jeweiligen Kapitel zu gewinnen. Die Darstellung von gesichertem Grundlagenwissen und von Erfahrungen aus der Praxis stand im Vordergrund.

Wir hoffen, dass diese Broschüre eine breite Zustimmung erfährt. An Hinweisen zur möglichen weiteren Verbesserung der vorliegenden Broschüre sind die Verfasser sehr interessiert.

Hannover/Braunschweig, im September 2006

Wilfried Brade
Gerhard Flachowsky
(Herausgeber)



Frontispiz und Titelblatt aus „A Dissertation upon Roast Pig“
(Dissertation über Schweinebraten) von Charles Lamb.
Illustriert von Will Bradley. Concord, Sign of the Vine, um 1902.
Sammlung Frances Converse Massey (aus Archiv: W. Brade)

Autorenliste

Dr. Ulrich Baulain
Institut für Tierzucht der Bundes-
forschungsanstalt für Landwirtschaft
Braunschweig (FAL) Mariensee
Höltysstraße 10
31535 Neustadt
E-Mail: ulrich.baulain@fal.de

Dr. Gerhard Haxsen
Institut für Betriebswirtschaft der
Bundesforschungsanstalt für
Landwirtschaft Braunschweig (FAL)
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
E-Mail: gerhard.haxsen@fal.de

Dr. Andreas Berk
Institut für Tierernährung der
Bundesforschungsanstalt für
Landwirtschaft (FAL)
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
E-Mail: andreas.berk@fal.de

Dr. Martina Henning
Institut für Tierzucht der Bundes-
forschungsanstalt für Landwirtschaft
Braunschweig (FAL) Mariensee
Höltysstraße 10
31535 Neustadt
E-Mail: martina.henning@fal.de

Prof. Dr. Wilfried Brade
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
und Tierärztliche Hochschule Hannover
Johannsenstraße 10
30159 Hannover
E-Mail: wilfried.brade@lwk-
niedersachsen.de

Dr. Edna Hillmann
ETH Zürich,
Institut für Nutztierwissenschaften
LFW B 54.1
Universitätsstraße 2
CH – 8092 Zürich
E-Mail: edna-hillmann@ethz.ch

MSc. Ralf Bussemas
Institut für ökologischen Landbau der
Bundesforschungsanstalt für
Landwirtschaft Braunschweig (FAL)
Trenthorst 32
23847 Westerau
E-Mail: ralf.bussemas@fal.de

Dr. Claus Mayer
Institut für Tierschutz und Tierhaltung der
Bundesforschungsanstalt für
Landwirtschaft Braunschweig (FAL)
Dörnbergstraße 25 – 27
29223 Celle
E-Mail: claus.mayer@fal.de

Prof. Dr. Gerhard Flachowsky
Institut für Tierernährung der
Bundesforschungsanstalt für
Landwirtschaft (FAL)
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
E-Mail: gerhard.flachowsky@fal.de

Dr. Hendrik Nienhoff
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Schweinegesundheitsdienst
Heisterbergallee 12
30453 Hannover
E-Mail: hendrik.nienhoff@lwk-
niedersachsen.de

Dr. Jürgen Harlizius
Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen
Schweinegesundheitsdienst
Siebengebirgsstraße 200
53229 Bonn
E-Mail: juergen.harlizius@lwk.nrw.de

Dr. Rainer Oppermann
Institut für ökologischen Landbau der
Bundesforschungsanstalt für
Landwirtschaft Braunschweig (FAL)
Trenthorst 32
23847 Westerau
E-Mail: rainer.oppermann@fal.de

PD Dr. Gerold Rahmann
Institut für ökologischen Landbau der
Bundesforschungsanstalt für
Landwirtschaft Braunschweig (FAL)
Trenthorst 32
23847 Westerau
E-Mail: gerold.rahmann@fal.de

Dr. Friedrich Weißmann
Institut für ökologischen Landbau der
Bundesforschungsanstalt für
Landwirtschaft Braunschweig (FAL)
Trenthorst 32
23847 Westerau
E-Mail: friedrich.weissmann@fal.de

Dr. Edgar Schulz
Institut für Tierernährung der
Bundesforschungsanstalt für
Landwirtschaft (FAL)
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
E-Mail: edgar.schulz@fal.de

Prof. Dr. Martin Wähner
Hochschule Anhalt (FH),
Standort Bernburg
Strenzfelder Allee 28
06406 Bernburg
E-Mail: waehner@loel.hs-anhalt.de

Dipl.-Ing. agr. Armin Schön
LWK Niedersachsen, LPA Rohrsen
Verdener Landstraße 20
31627 Rohrsen
E-Mail: armin.schoen@lwk-
niedersachsen.de

Dr. Lars Schrader
Institut für Tierschutz und Tierhaltung der
Bundesforschungsanstalt für
Landwirtschaft Braunschweig (FAL)
Dörnbergstraße 25 – 27
29223 Celle
E-Mail: lars.schrader@fal.de

Dipl.-Ing. agr. Reinhard Schulte-Sutrum
Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen
Nevinghoff 40
48147 Münster
E-Mail: reinhard.schulte-
sutrum@lwk.nrw.de

Dipl.-Ing. agr. Gerd Stalljohann
Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen
LZ Haus Düsse, Ref. Schweinehaltung
OT Ostringhausen
59505 Bad Sassendorf
E-Mail: schwein.duesse@lwk.nrw.de

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1	Schweinefleischerzeugung aus nationaler sowie globaler Sicht (<i>W. Brade</i>)	1
2	Physiologische Grundlagen, Wachstum, Schlachtkörperzusammensetzung sowie Fleisch- und Fettqualität (<i>M. Henning, U. Baulain</i>)	4
2.1	Anatomie und Funktion von Muskulatur und Fettgewebe	4
2.2	Gewebewachstum	6
2.3	Schlachtkörperqualität	8
2.4	Fleischbeschaffenheit	13
2.5	Fettqualität	18
2.6	Gesundheitswert von Schweinefleisch bzw. -fett	20
3	Genetik und Züchtung (<i>W. Brade, A. Schön</i>)	23
3.1	Zoologische Klassifizierung und Domestikation	23
3.2	Wichtige Rassen in Deutschland	24
3.3	Molekulargenetische Grundlagen	25
3.4	Leistungsprüfung und Erfassung der genetischen Variabilität	30
3.5	Praktische Durchführung der Stationsprüfung	37
3.6	Wichtige Merkmalskomplexe in der Schweinezüchtung	45
3.7	Kreuzungszucht	49
3.8	Nutzung moderner Biotechniken	61
4	Fortpflanzung und Biotechnik (<i>M. Wähner</i>)	65
4.1	Allgemeine Angaben zur Fortpflanzungsbiologie beim Schwein	65
4.2	Produktionsmanagement - Arbeit nach Produktionszyklogrammen	69
4.3	Fortpflanzungssteuerung	73
4.4	Künstliche Besamung und Embryotransfer	80
4.5	Abferkelmanagement	85
5	Verhalten, Haltung, Bewertung von Haltungssystemen (<i>C. Mayer, E. Hillmann, L. Schrader</i>)	94
5.1	Verhalten	94
5.2	Haltung	105
5.3	Management	110
5.4	Verhaltensprobleme	111
5.5	Haltungssysteme für nicht-ferkelführende Sauen	113
5.6	Haltungssysteme für säugende Sauen	116
5.7	Haltungssysteme für Aufzuchtferkel	118
5.8	Haltungssysteme für Mastschweine und Jungsauen	120

	Seite	
6	Ernährung und Fütterung der Schweine (G. Flachowsky, A. Berk, E. Schulz)	123
6.1	Ernährungsphysiologische Grundlagen (G. Flachowsky)	123
6.1.1	Aufbau, Entwicklung und Funktion des Verdauungstraktes	126
6.1.2	Verdauung beim Schwein	128
6.1.3	Stoffwechsel und Einflussfaktoren	131
6.2	Futtermittelkundliche Aspekte (A. Berk)	133
6.2.1	Wichtige Futterinhaltsstoffe	133
6.2.2	Futterbewertung	136
6.2.3	Einteilung der Futtermittel	138
6.2.4	Futtermitteltabellen	140
6.3	Fütterung von Schweinen (E. Schulz)	141
6.3.1	Reproduktion	141
6.3.1.1	Trächtigkeit/Gravidität	142
6.3.1.2	Laktation	144
6.3.1.3	Güstzeit	146
6.3.2	Ferkelfütterung	147
6.3.2.1	Säugeperiode	147
6.3.2.2	Aufzuchtperiode	150
6.3.3	Mast	150
6.3.4	Empfehlungen zur Versorgung mit Spurenelementen und Vitaminen	152
6.3.5	Wasserversorgung	153
7	Fütterungstechnik (G. Stalljohann, R. Schulte-Sutrum)	156
7.1	Aktuelle Fütterungstechniken	156
7.2	Fütterungsautomaten bzw. Tröge in der Ferkelaufzucht und Schweinemast	162
7.3	Fütterungstechnik und Hygiene	168
8	Ökologische Schweinefleischerzeugung (F. Weißmann, R. Bussemas, R. Oppermann, G. Rahmann)	170
9	Krankheiten und Tierärztliche Bestandsbetreuung (H. Nienhoff, J. Harlizius)	182
9.1	Vorbemerkung	182
9.2	Tierärztliche Bestandsbetreuung im Wandel der Zeit	184
9.3	Krankheiten im Bestand erkennen	186
9.4	Vermeidung von Erkrankungen durch Management	191
9.5	Störungen der Fruchtbarkeit	200
9.6	Krankheiten in der Ferkelaufzucht und Mast	202
9.7	Krankheitsvorbeuge und -bekämpfung	202

		Seite
10	Betriebswirtschaft, Wirtschaftlichkeit, Vermarktung (G. Haxsen)	213
10.1	Bestimmungsgründe der Wirtschaftlichkeit	213
10.2	Schweineproduktion im internationalen Wettbewerb	213
10.3	Maßnahmen zur Verbesserung und Sicherung der Wirtschaftlichkeit	229
10.4	Zusammenfassung	236
11	Futtermitteltabelle (A. Berk)	238

1 Schweinefleischerzeugung aus nationaler sowie globaler Sicht (W. Brade)

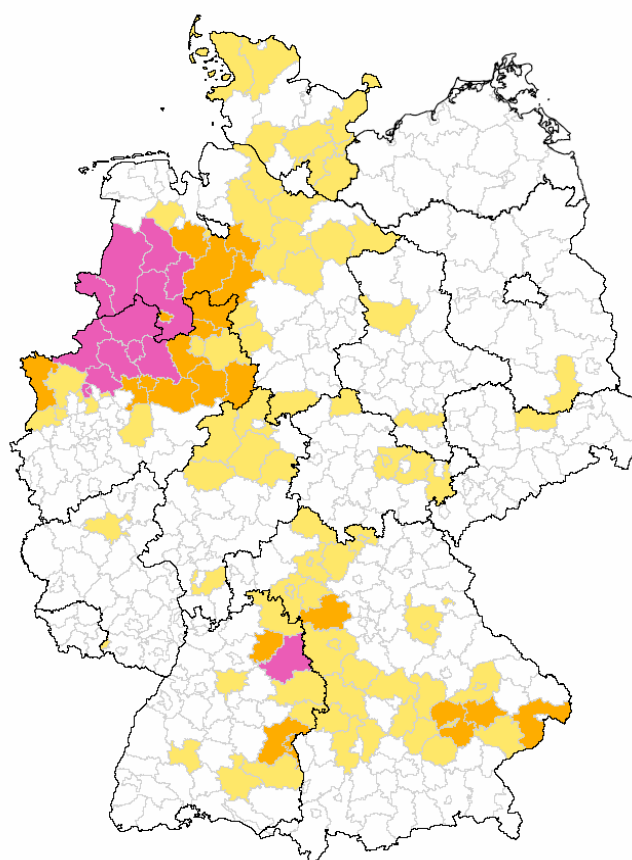
Die Bundesrepublik ist weltweit einer der attraktivsten Absatzmärkte für Veredelungsprodukte. Neben dem großen und kaufkräftigen Binnenmarkt tragen stabile Wirtschaftsverhältnisse sowie die zentrale Lage Deutschlands innerhalb der EU dazu bei.

Nach den Erhebungen des Statistisches Bundesamtes vom November 2005 hat sich der Schweinebestand in Deutschland um 2 % gegenüber dem Vorjahr erhöht. Insgesamt summierte sich die Zahl der Schweine (Nov. 2005) auf 26,86 Mill. Tiere. Damit gibt es in Deutschland soviel Schweine wie nie zuvor. Vor allem die Ausdehnung der Mastschweinehaltung trug zum Anstieg des Schweinebestandes bei (Tab. 1.1).

Tab. 1.1: Entwicklung des Schweinebestandes in Deutschland (in Millionen)

	1999	2002	2005
Deutschland gesamt	26,0	26,25	26,86
davon			
- Jung- u. Zuchtsauen	2,58	2,53	2,50
- Ferkel	6,52	6,72	6,95
- Jungschweine bis 50 kg	6,68	6,67	6,69
- Mastschweine	10,16	10,37	10,67

Die Schweinehaltung in Deutschland ist nicht gleichmäßig über die Fläche verteilt; vielmehr sind viehdichte Regionen und solche mit geringerem Tierbesatz zu erkennen. Regional liegt der Schwerpunkt der Schweinefleischerzeugung in Niedersachsen (Weser-Ems) und Nordrhein-Westfalen (Abb. 1.1).



0 - 100 100 - 250 250 - 500 > 500

Abb. 1.1: Regionen mit intensiver Schweinehaltung (Anzahl Schweine je 100 ha LN)

Quelle: information.medien.agrar (i.m.a) e.V., Bonn, 2006

Deutschland gehört neben China, den USA, Brasilien und Spanien zu den wichtigsten Schweinefleischproduzenten der Welt. Allerdings ist Deutschland nicht in der Lage mittels inländischer Produktion den hier vorhandenen Bedarf vollständig zu decken. Aktuelle Entwicklungen lassen die Prognose zu, dass der Schweinefleischverbrauch für 2006 einen weiteren leichten Zuwachs erfahren wird. Der Selbstversorgungsgrad wird gegenüber 2005 weiter leicht ansteigen (auf ~ 94 %).

Die Gesamtschlachtmenge in Deutschland beläuft sich auf ca. 4,5 Mill. t (in 2005). Der Anstieg des Fleischanfalls - gegenüber den Vorjahren - ist allerdings nur zum Teil auf eine Erhöhung der inländischen Produktion zurückzuführen (vgl. Kapitel 10).

Tab. 1.2: Anzahl Schweine, Mastschweine und Zuchtsauen in ausgewählten EU-Staaten (2004)

Land	Schweine (insg.)* - Anzahl Tiere -	Mastschweine* (ab 50 kg)	Zuchtschweine* (ab 50 kg)
Deutschland	26335	10389	2513
Spanien	25409	9948	2681
Frankreich	15168	5764	1323
Dänemark	13407	3943	1419
Polen	17396	5808	1692
Niederlande	11140	3850	1135
Italien	8972	4739	744
Belgien	6319	2754	617
EU-25	151657	57608	15230

Quelle: ZDS-Jahresbericht 2004 (Ausgabe 2005); *) in 1000 Stück

Die Nachfrage nach Schweinefleisch auf den internationalen Märkten steigt stetig. Bei den Importländern nimmt Japan seit Jahren eine Spitzenposition ein. Wachsende Einkommen und ein weiteres Bevölkerungswachstum in zahlreichen „Schwellenländern“ lassen zukünftig die weltweite Nachfrage nach Schweinefleisch weiter beleben.

Bei der Erzeugung von Schweinefleisch sind vor allem vier Produktionszentren – Ostasien, Europa, Nordamerika und Südamerika – zu nennen. China ist der größte Produzent von Schweinefleisch (2005: 48,9 Mill. t Schweinefleisch). In weniger als 10 Jahren dürfte China mehr als die Hälfte der Welterzeugung für Schweinefleisch auf sich vereinigen. Der dort vorhandene steigende Bedarf an Fleisch ist in Zukunft durch eine erhöhte chinesische Produktion allein nicht zu decken. Dies könnte den chinesischen Markt zu einer lukrativen Exportmöglichkeit machen; besonders für Teilstücke und Fleischprodukte, die auf dem deutschen Markt nur schwer abzusetzen sind.

Die USA produzierten im abgelaufenen Jahr 9,4 Mill. t Schweinefleisch und steigerten ihre Exporte um mehr als 10 %. Für das Jahr 2006 ist ein weiterer Anstieg der Produktion um 2 % prognostiziert. Für Exporte aus der EU erwächst scharfe Konkurrenz vor allem auf dem japanischen Markt; dem aktuell wichtigsten Exportmarkt für die USA.

Brasilien gehört zu den wichtigsten Schweinefleischproduzenten der Welt. Um die Abhängigkeit vom europäischen bzw. russischen Markt zu verkleinern, sucht Brasilien verstärkt neue Absatzmärkte gleichfalls in Asien. Hier könnte sich mittelfristig ein schärfer werdender Wettbewerb für EU-Ware ergeben.

Die Vogelgrippe stellt zusätzlich einen großen Unsicherheitsfaktor für eine Prognose zum Fleischkonsum dar. Während in China versucht wird, durch Massenimpfungen die damit verbundenen Probleme einzuschränken, dehnt sich die Seuche – vor allem auch in Westeuropa – weiter aus. Inwieweit ein möglicher Konsumverzicht bei Geflügelprodukten zu einem permanenten Substitutionseffekt durch einen höheren Verzehr an Schweinefleisch führt, lässt sich momentan nur schwer einschätzen.

Einfluss von Politik und Globalisierung

Generell ist der Einfluss der Politik auf die deutsche Schweineproduktion zwischenzeitlich erheblich. Gültige Rechtsverordnungen regeln Belange der Schweinehaltung häufig bis ins Detail und lassen z. T. nur wenig Spielräume zu; dabei würde das gültige Tierschutzgesetz bereits oft ausreichen, denn es verpflichtet die Tierhalter zu artgemäßer und angemessener Ernährung bzw. Haltung der Tiere. An dieser Stelle sind u.a. folgende weitere Vorschriften beispielhaft zu nennen:

- die Schweinehaltungsverordnung
- das Futtermittelgesetz/Futtermittelhygieneverordnung
- Schweinehaltungshygieneverordnung
- Arzneimittelgesetz
- Tiertransport-Verordnung
- Tierseuchen- und Tierkörperbeseitigungsgesetz
- das Düngemittelrecht / Verschärfung der Düngemittelverordnung
- Umweltrecht z. B. in Form der TA-Luft
- Bau- und Steuerrecht

Diese politisch-rechtliche Einflussnahme beeinflusst seit vielen Jahren die Entwicklung der deutschen Schweinefleischerzeugung.

In einem immer stärker globalisierten Fleischmarkt, auf dem sich der Preis in Abhängigkeit von internationalen Kostenstrukturen bildet, führen nationale Alleingänge bzw. spezifische Verordnungen oder Erlasse, deren Vorgaben über einer entsprechenden EU-Gesetzgebung hinausgehen, oft nur zu weiteren Wettbewerbsverzerrungen.

Unabhängig von den Rahmenbedingungen und entsprechenden Auflagen in der Produktion sind Landwirte Unternehmer. Die gegebenen Marktmechanismen zwingen zur Minimierung der Produktionskosten. Selbst wenn sich Marktsegmente mit höheren Preisen etablieren lassen, ist auch hier innerhalb der Anbieter der Zwang zur Reduzierung der Produktionskosten gegeben. Dies gilt in gleicher Weise auch für die ökologische Schweinefleischerzeugung.

Das Futter verursacht den größten Teil der Kosten in der Schweinefleischerzeugung. Das Streben nach hoher tierischer Individualleistung (tägliche Lebendmassezunahme/Proteinansatz) hat seine Wurzeln in der Biologie (= relative Abnahme des zugehörigen Anteils für Körpererhalt mit zunehmender Leistung). Zusätzlich sind auch die produktbezogenen Ausscheidungen umweltrelevanter Stoffe (z.B. N-Ausscheidung/kg erzeugtes Schweinefleisch) umso höher, je niedriger das Leistungsniveau ist.

Produktsicherheit und Qualität sind zentrale Forderungen in der Lebensmittelerzeugung. Schweinefleischerzeuger, die keine hohe Qualität und Sicherheit garantieren können, werden aus dem Markt verschwinden, da sie ein Risiko darstellen.

Die hier vorhandenen Chancen, vor allem intensiver Schweinehaltungssysteme, begründen sich in erster Linie in der Wettbewerbsfähigkeit, der Verringerung der Umweltbelastung (je erzeugte Produkteinheit) durch eine optimierte Produktion und der erleichterten Kontrolle der Prozessqualität. Um die gesellschaftliche Akzeptanz intensiver Produktionsformen zu erhöhen, ist jedoch weitere Aufklärungsarbeit nötig. Es geht nicht nur darum, qualitativ hochwertige und sichere Produkte umweltverträglich sowie unter Einhaltung der Richtlinien des Tierschutzes zu erzeugen, sondern diese hohen Standards auch den Konsumenten zu vermitteln.

Die deutschen Schweinezüchter und -halter stehen im Wettbewerb mit europäischer und zunehmend auch weltweiter Konkurrenz. Rasante strukturelle Änderungen sowohl in der Tierhaltung als auch in der Fleischwirtschaft, insbesondere der Trend zur weiteren Spezialisierung und Größenwachstum, sind ein Ausdruck dieser Entwicklung. Besonders auffallend ist der eingeleitete Konzentrationsprozess bei den Schlachtunternehmen.

Für die landwirtschaftliche Tierhaltung ist es unverzichtbar, dass mit ihr ein angemessener Gewinn erwirtschaftet werden kann. Insofern setzen auch alle Visionen für eine zukünftige Schweinehaltung voraus, dass mit ihr - bei weiterer notwendiger Effizienzsteigerung - längerfristige positive betriebswirtschaftliche Ergebnisse zu erzielen sind.

2 Physiologische Grundlagen, Wachstum, Schlachtkörperzusammensetzung sowie Fleisch- und Fettqualität (M. Henning und U. Baulain)

Die Qualität von Schweinefleisch wird durch die Schlachtkörperzusammensetzung und die Beschaffenheit von Muskel- und Fettgewebe bestimmt. Bei Ersterer ist vor allem der Muskelfleischanteil von Interesse, der bei den üblichen Schlachtgewichten in enger Beziehung zum Fettgewebeanteil steht. Nach den derzeitigen Marktwünschen sollte innerhalb des Schlachtgewichtsbereichs von 82 - 105 kg der **Muskelfleischanteil** um 58 % betragen. Daneben können bei bestimmten Abrechnungssystemen auch der Fleischanteil und die Gewichte der wertvollen Teilstücke (Schinken, Lachs, Schulter) sowie der Fleischanteil im Bauch von Bedeutung sein. Diese Merkmale sind durch das genetisch vorgegebene Fleisch-/Fettansatzvermögen der Tiere, die Fütterungsintensität und das Mastendgewicht gut steuerbar.

Schweinefleisch sollte aus Verbrauchersicht folgende Eigenschaften aufweisen:

- rosa bis rote Farbe
- geringer Saftverlust sowohl beim Lagern als auch beim Erhitzen
- im zubereiteten Zustand zart, saftig und artspezifisch aromatisch
- weißes, oxidationsstabiles Fettgewebe von kerniger Konsistenz

Unerwünschte Ausprägungen lassen sich verschiedenen physiologisch und biochemisch charakterisierbaren Qualitätszuständen zuordnen. Zum Verständnis dieser Zusammenhänge werden zunächst die Entwicklung und die Struktur des Muskelfleisches sowie einige muskelphysiologische Vorgänge beschrieben. Danach folgen Aufbau und Funktion des Fettgewebes, weil dieses ebenfalls im hohen Maße zur Qualität des Schlachtkörpers beiträgt. Zudem werden diverse Einflussfaktoren auf die Schlachtkörperzusammensetzung und die Gewebebeschaffenheit beschrieben.

2.1 Anatomie und Funktion von Muskulatur und Fettgewebe

Aufbau und Funktion der quergestreiften Muskulatur

Unter Fleisch im engeren Sinn versteht man Muskelfleisch (mit oder ohne Knochen, Fett- und Bindegewebe). Das Muskelfleisch entsteht aus der sogenannten quergestreiften oder Skelettmuskulatur. Diese Muskeln sind für die aktiven Körperbewegungen (zum Beispiel der *Musculus semimembranosus* in der Schenkelinnenseite oder *Musculus triceps brachii* in der Schulter) zuständig oder besitzen Haltefunktionen wie der *Musculus longissimus dorsi* (langer Rücken- oder Kotelettmuskel) oder der *Musculus psoas major*, auch Lendenmuskel oder Filet. Ein Skelettmuskel besteht aus Muskelfasern, die in Längsrichtung angeordnet und jeweils einzeln und in Bündeln von bindegewebigen Hüllen, den sogenannten Faszien oder dem Epimysium (Abb. 2.1), umschlossen sind. Diese Hüllen verschmelzen am Ende der Muskeln zu Sehnen und haften mit diesen am Skelett an.

Die Muskelfasern setzen sich aus einzelnen Myofibrillen zusammen (s.u.). Die Querstreifen werden bei der Betrachtung der Muskulatur unter dem Lichtmikroskop sichtbar und entstehen durch die Anordnung der Myofibrillen (Muskelzellen). Die Myofibrillen bestehen aus Aktomyosin, welches bei der Muskelarbeit (Kontraktion) eine wesentliche Rolle spielt. Aktomyosin kommt als Aktin und Myosin getrennt in den Untereinheiten der Myofibrillen, den Myofilamenten, vor. Aktin- und Myosinfilamente greifen während der Kontraktion unter Einwirkung von ATP (AdenosinTriPhosphat) ineinander und spalten eine Phosphatverbindung vom ATP ab (\rightarrow zu AdenosinDiPhosphat = ADP). Bei der Resynthese des ATP erschaffen sie wieder. Dazu wird Energie von den Muskelzellen aus Glykogen, dem Kohlenhydratspeicher in der Muskulatur, gewonnen, indem Glucose anaerob (ohne

Sauerstoffbeteiligung) zu Milchsäure abgebaut oder aerob (mit Sauerstoff) zu CO_2 (Kohlendioxid) und Wasser (H_2O) verbrannt wird. So wird ATP als chemische Energie gewonnen. Der sauerstoffreiche (aerobe) Weg der Energiegewinnung ist allerdings ungleich effizienter als der anaerobe:

aerob \Rightarrow *aus 1 Mol Glukose entstehen 38 Mol ATP*
anaerob \Rightarrow *aus 1 Mol Glukose entstehen 2 Mol ATP*

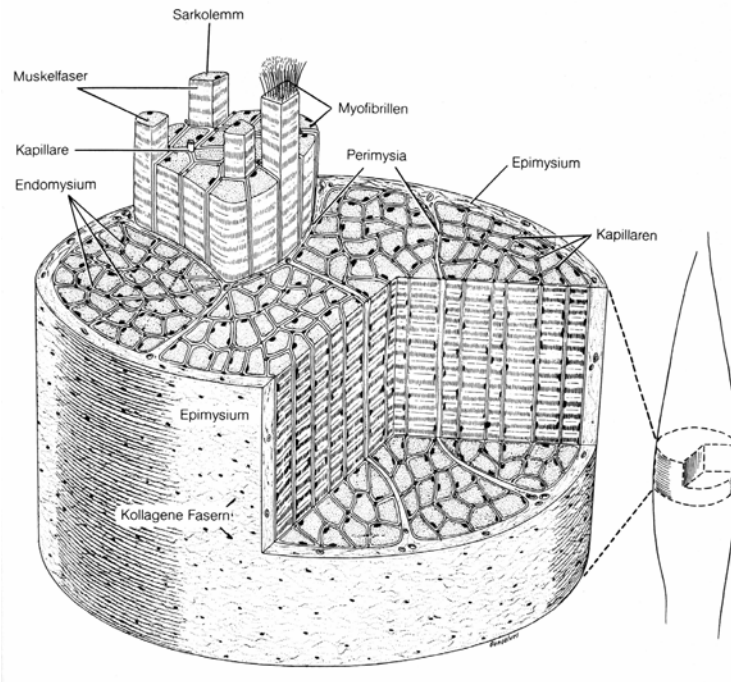


Abb. 2.1: Aufbau der Skelettmuskulatur (Junqueira und Carneiro, 1986)

Fibrillenarme, aber myoglobinreiche (Myoglobin = sauerstofftragender Muskelfarbstoff) Fasern kontrahieren langsam, sind zu Dauerleistungen fähig und daher überwiegend in den Bewegungsmuskeln zu finden. Sie haben durch ihren hohen Anteil von Myoglobin eine dunkelrote Färbung (Typ Ib Fasern). Fibrillenreiche Fasern sehen hell aus (weiße Typ IIa Muskelfasern), sind zu rascher Kontraktion fähig, ermüden aber schnell, da sie auf anaerobe Energiegewinnung (ohne Sauerstoffbeteiligung) angewiesen sind. Dabei fällt durch den Abbau von Glykogen Milchsäure an, die im lebenden Organismus durch den Blutstrom in die Leber zurückgeführt und dort wieder zu Glykogen umgebaut wird.

Nach der Schlachtung verbleibt die Milchsäure im Muskel, was durch den pH-Wert erfasst werden kann. Das entstehende saure Milieu stabilisiert sich etwa innerhalb der ersten 6 - 8 Stunden post mortem (nach Eintritt des Todes) und bildet einen natürlichen Haltbarkeitsschutz. Während der pH-Wert im lebenden Muskel durch Puffersysteme im Blut auf 7.0 - 7.2 konstant gehalten wird, ist die Geschwindigkeit des Glykogenabbaus post mortem und damit die Zeit zum Erreichen des End-pH-Wertes von 5.4 - 5.6 entscheidend für das Wasserbindungs- oder Saffthaltevermögen des Fleisches. Eine zu schnelle Anreicherung mit Milchsäure (gekennzeichnet durch das Erreichen des End-pH-Wertes innerhalb einer Stunde nach dem Schlachten) führt zu gesteigerten Durchlässigkeiten der Muskelzellmembranen und damit zum Austritt von Zellinhalt in die Zellzwischenräume (Perimysium), und wir haben es mit einem verminderten Saffhalte- oder Wasserbindungsvermögen zu tun. Durch Zuschnitt und Erhitzen des Fleisches kommt es dann zu den unerwünscht hohen Substanzverlusten.

Fettgewebe

Für die Schlachtkörperbewertung und als Nahrungsmittel spielt das Fettgewebe des Schweines eine wichtige Rolle. Das sogenannte Depofett ist unter der Haut/Schwarte (subkutan), zwischen den Muskeln (intermuskulär) sowie innerhalb einzelner Muskeln zwischen den Muskelfaserbündeln (intramuskulär) zu finden und dient als Energiespeicher oder Polster (Nieren-Beckenfett oder Flomen). Weitere Funktionsfette sind als Bestandteile der Zellstruktur in Form von Lipoproteinen oder Phospholipiden in fast allen Körperzellen zu finden. Das Fettgewebe ist sehr stoffwechselaktiv und an der Hydrierung und Dehydrierung von Fettsäuren sowie an der Bildung von Fetten aus Kohlenhydraten und Protein beteiligt. Fettgewebe kann als ein spezialisiertes Bindegewebe angesehen werden, und es ist stark vaskularisiert, d.h. mit Blutgefäßen durchzogen (s.u. die Arteriole und die Kapillare). Das Fett wird in den Zellen in kleinen Tropfen abgelagert, die zusammenfließen bis der gesamte Zellleib mit Fett ausgefüllt und der Zellkern an den Rand gedrückt ist (Loeffler, 2002).

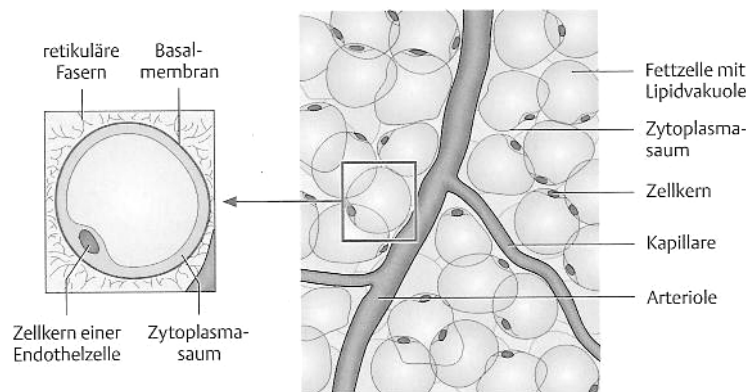


Abb. 2.2: Aufbau des Fettgewebes (Faller und Schünke, 2004)

Fettzellen speichern Lipide, die durch Pinozytose (= Einschnürung) aus dem Blut aufgenommen oder aus Kohlenhydraten in den Zellen direkt gebildet werden. Auch in der Leber finden diese Umbauprozesse statt. Des Weiteren ist die Leber an der Regulation des Fettstoffwechsels beteiligt. Sie produziert die Gallenflüssigkeit, ein Sekret, das Gallensäuren enthält, die ihrerseits Verbindungen mit den Fettsäuren im Blut eingehen können, um die Fettverdauung zu ermöglichen.

2.2 Gewebewachstum

Die Basis jeglicher Fleischproduktion sind Wachstumsvorgänge bei Wild- und Haustieren. Während der Embryonalentwicklung findet bei allen Säugern die Erzeugung von Muskelzellen (= Fasern) statt, die als Hyperplasie bezeichnet wird. Nach der Geburt ist Wachstum im Muskelgewebe überwiegend durch Zellvergrößerungen (Hypertrophie) bestimmt, nur noch in geringem Umfang kommt es zu Zellneubildungen. Dies kann zum Beispiel nach Verletzungen und Schädigungen der Muskulatur notwendig werden und wird durch so genannte Satellitenzellen induziert, die unter der Basalmembran (Umhüllung einer Muskelfaser) liegen. Muskelwachstum bedeutet eine Vergrößerung des Muskelquerschnitts und die Verlängerung der Muskelfasern. Die Größe der Muskelfasern ist vom Alter, dem Genotyp und der Nährstoffversorgung des Tieres abhängig.

Bis zu welchem Zeitpunkt in der Entwicklung die Fettzellenanzahl sich verändert und bis wann und in welchem Umfang sich die Fettzellen vergrößern können, ist noch nicht vollständig geklärt. Auch hier sind Genotyp, Alter des Tieres und die Fütterungsintensität entscheidend für die Entwicklung der Fettdepots. Bekannt ist, dass das intramuskuläre Fett als letztes Depot im Verlauf des Wachstums angelegt wird.

Genetische Einflüsse auf das Wachstum

Der nachhaltigste genetische Einfluss auf das Wachstum ist die **Rassezugehörigkeit**, wobei es innerhalb der Rassen und Linien unterschiedlich große genetische Varianzen gibt, die überhaupt erst einen Selektionsfortschritt ermöglichen. In den letzten 50 Jahren sind die durchschnittlichen Wachstumsleistungen, gemessen in täglichen Zunahmen, um etwa 150 g pro Tier und Tag gesteigert worden. Die Futtermittelverwertung wurde verbessert, sowie das Proteinansatzvermögen. Die Muskulatur heutiger Mastschweine ist im Vergleich zu früher erheblich hypertrophiert, d.h. wir haben es mit einer Vergrößerung des Muskelquerschnittes und auch der einzelnen Muskelfasern zu tun. Bei einigen Rassen war das physiologisch verträgliche Maß schon überschritten (Piétrauschweine sowie einige Landrassen), was in der Züchtung zu einer Korrektur der Zuchtziele zu Gunsten qualitativer und zu Lasten quantitativer Merkmale geführt hat. Dieser „Merkmalsantagonismus“ zwischen Fleischfülle und Fleischbeschaffenheit war das zentrale Thema der Tierzuchtforschung in den 70er und 80er Jahren.

Das **Geschlecht** eines Tieres bestimmt einen Teil des genetischen Wachstumspotenzials. Es nimmt Einfluss auf die Zuwachsleistung, die gewebliche Körperzusammensetzung sowie auf die Körperproportionen. Da Geschlechtshormone eine anabole (wachstumsfördernde) Wirkung haben, zeichnen sich die Schlachtkörper männlicher Tiere im Vergleich zu Kastraten durch einen höheren Muskelfleischanteil und eine geringere Verfettung aus. Doch selbst die geringe Verfettung ist beim Schwein ein Problem, da intakte männliche Tiere mit einem unangenehmen Geschlechtsgeruch, der durch das im Hoden produzierte Androstenon hervorgerufen wird, behaftet sind. Obwohl nur etwa 50% der Bevölkerung diesen Geschlechtsgeruch wahrnehmen, wäre die Ebermast für den deutschen Markt ein schwer kalkulierbares Risiko.

Das Wachstum der Börgen (kastrierte männliche Tiere) ist durch eine messbar stärkere Einlagerung von Fett in den intermuskulären und intramuskulären Bereichen gekennzeichnet. Es wird auch mehr Nieren-Becken-Fett, also Flomen gebildet, was zu einer geringeren Schlachtausbeute (= Ausschachtung in %) im Vergleich zum Eber führt. Trotzdem sind die Schlachtkörper der Börgen beim Handel sehr beliebt, da gut durchwachsene Teilstücke als Verarbeitungsware benötigt werden. Weibliche Tiere weisen bezüglich ihrer Muskel- und Fettwachstums ein mittleres Niveau zwischen den Ebern und den Börgen auf.

Die Wachstumsverläufe zwischen Muskulatur, Fettgewebe und Knochen verlaufen zunächst weitgehend parallel; etwa zum Eintritt der Pubertät, beim Schwein entspricht dies dem Schlachtagter von 5-6 Monaten, nimmt das Fettwachstum bei gleichbleibender Fütterungsintensität überproportional zu.

Fütterungseinflüsse auf das Wachstum

Die Höhe der **Energiezufuhr** moduliert im Zusammenhang mit der Wachstumsintensität die anteilige Entwicklung der Gewebearten. Die Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung, wie sie für Mastschweine durch den Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) erarbeitet wurden, haben eine Optimierung der Körperzusammensetzung zum Ziel. Zur Nutzung des Wachstumspotenzials werden in der konventionellen Mast den Getreide-, Kartoffel- oder Molkebasisrationen Mineralstoffe, synthetische Aminosäuren sowie Spurenelemente zugesetzt, der bei den monogastrischen Schweinen eine unterschiedliche **Proteinzufuhr** unmittelbar den Aminosäurenstoffwechsel beeinflusst. Die Aminosäureaufnahme steht dabei in enger Beziehung zur gleichzeitigen Energieaufnahme, so dass Aminosäurebedarfsangaben auf die Energiezufuhr bezogen werden (Schwarz, 2000). Durch gezielten Einsatz von Aminosäuren in der Ration, wobei auch rasse-, kreuzungs- sowie geschlechtsspezifische Besonderheiten eine Rolle spielen, wird versucht, die Stickstoffausscheidung durch eine bessere Ausnutzung im Tier zu reduzieren.

Im **Ökologischen Landbau** gehört zu den Grundsätzen der Fütterung von Mastschweinen neben dem Verbot, freie Aminosäuren und bestimmte Eiweißfuttermittel (z.B. Fischmehle und Sojaextraktionsschrot) einzusetzen, auch das Gebot, den Tieren täglich Rau- oder Saft-

futter zur Verfügung zu stellen (Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau - AGÖL, 1996). Dahinter steckt auch die Annahme, dass das langsamer gewachsene Tiere gesünder seien und ein kräftiger gefärbtes, besser Saft haltendes und schmackhafteres Fleisch hervorbringen. Durch diese Maßnahmen wird z.T. bewusst auf eine maximale Ausnutzung der Wachstumskapazität von Schweinen verzichtet, da eine enge Verknüpfung zwischen Wachstumsintensität, Mastdauer und Futteraufwand für den Zuwachs besteht. Über den ökologischen Effekt ist zu diskutieren. Das höhere Alter der Tiere beim Erreichen des Mastendgewichtes kann einen positiven Effekt auf einen reduzierten Wassergehalt im Fleisch haben, und das nicht genutzte Proteinansatzvermögen kann zudem zu einem erhöhten Anteil von Fetteinlagerungen führen (Hoppenbrock et al., 1998).

2.3 Schlachtkörperqualität

Definition

Unter Schlachtkörperqualität versteht man in erster Linie die Ausbildung des Schlachtkörpers mit seinen fleischtragenden Partien sowie den Grad der Verfettung. Es handelt sich hierbei jedoch um eine relative Größe, die im Wesentlichen durch die Anforderungen des Marktes (Abb. 2.3) geprägt wird. Das Hauptkriterium zur Beschreibung der Schlachtkörperqualität ist der **Muskelfleischanteil** (MFA), dessen Feststellung gesetzlich geregelt ist. Auf der Basis des Muskelfleischanteiles und des Schlachtkörpergewichtes erfolgt eine Einteilung in die Handelsklassen (EUROP). Diese Einteilung ist ein Ausdruck für die Bemühungen, die Anforderungen des Marktes durch Preisdifferenzierung dem Erzeuger gegenüber sichtbar zu machen.

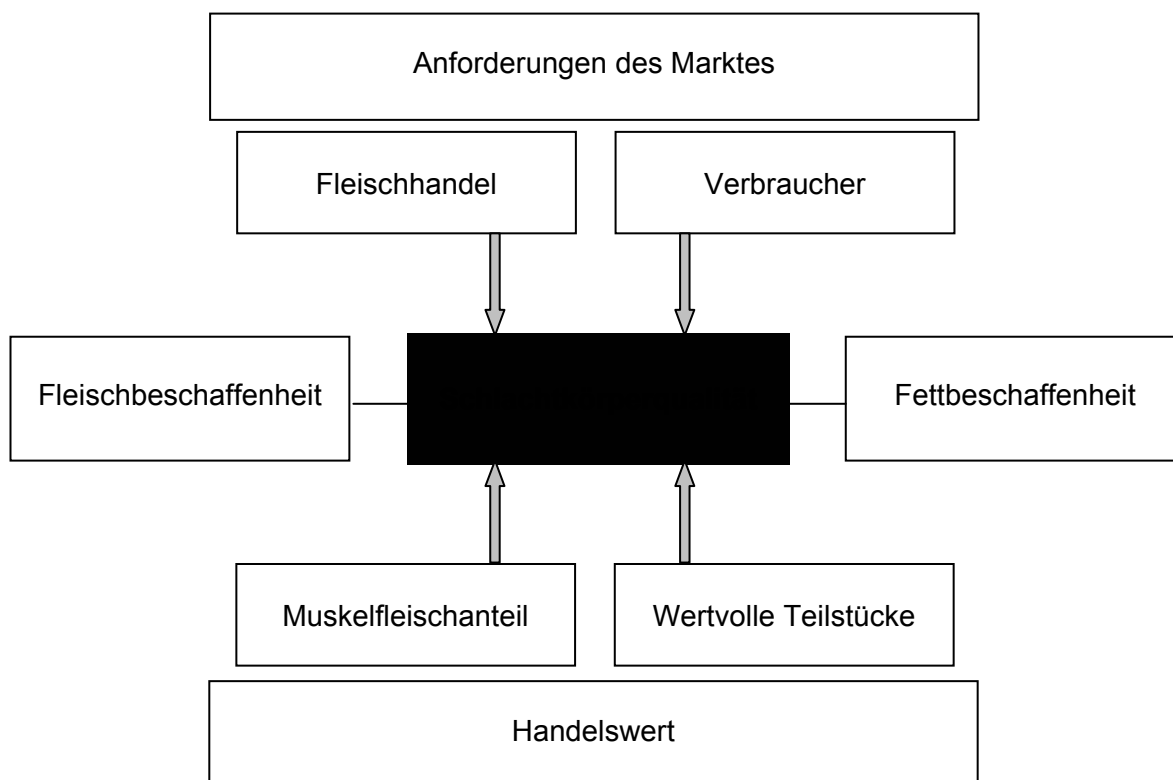


Abb. 2.3: Schema zum Begriff der Schlachtkörperqualität

Auch wenn die Einstufung von Schweineschlachtkörpern in die Handelsklassen klar definiert ist, wird der tatsächliche **Handelswert** damit nur unzureichend erfasst. Daher wurden am Markt spezielle Bewertungsverfahren entwickelt, die als Preismasken bezeichnet werden. Diese sollen für alle an der Vermarktung Beteiligten eine möglichst große Transparenz bei der Bezahlung ermöglichen; tatsächlich führt aber die Vielzahl von derartigen Preisgestaltungssystemen eher zu einer verminderten Markttransparenz. Für den Erzeuger ist es ausgesprochen schwierig, Vergleiche zwischen Vermarktern mit unterschiedlichen Preismasken zu ziehen.

Einflussfaktoren auf die Schlachtkörperzusammensetzung /-qualität

Die Schlachtkörperzusammensetzung ist das Ergebnis von Wachstumsvorgängen im Tier und wird somit von denselben genetischen und umweltbedingten Faktoren beeinflusst, die bereits im Abschnitt über das postnatale Wachstum beschrieben wurden. Die folgende Darstellung (Abb. 2.4) soll diese Wechselbeziehungen nochmals verdeutlichen.

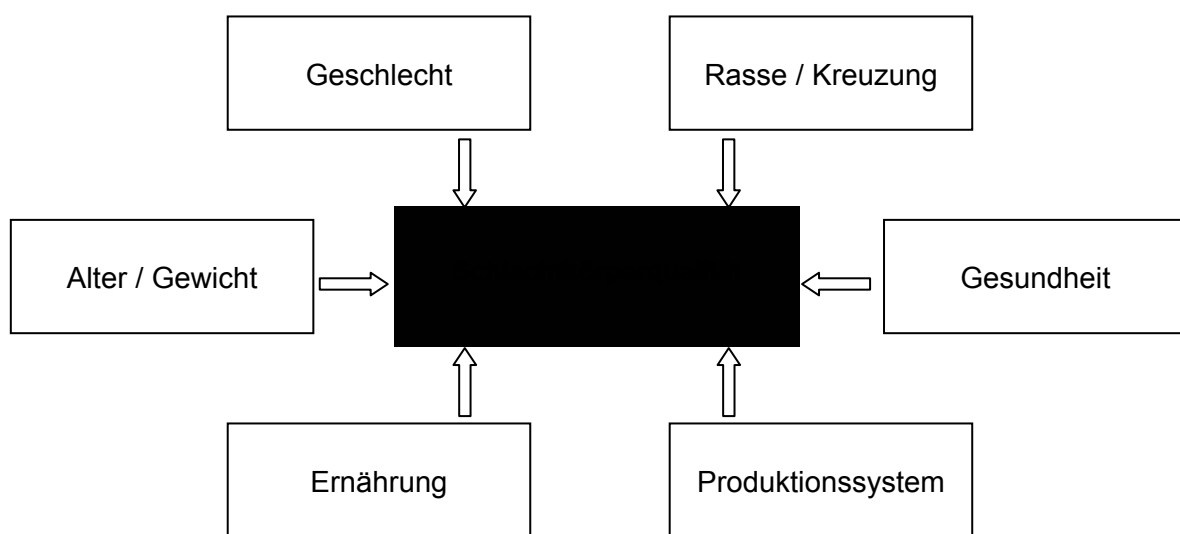


Abb. 2.4: Einflussfaktoren auf die Schlachtkörperzusammensetzung (-qualität)

Bestimmung der Schlachtkörperzusammensetzung

Aus den zuvor dargestellten Zusammenhängen wird ersichtlich, dass die Kenntnis der geweblichen Zusammensetzung von Schlachtkörpern sowohl für die Züchtung als auch für die Vermarktung von Schweinen zentrale Bedeutung hat. Infolgedessen befassen sich auch Tierzucht- und Fleischforschung seit langem intensiv mit der dazugehörigen Thematik. Die genaueste direkte Erfassung der Körperzusammensetzung erfolgt über eine manuelle Vollzerlegung des Schlachtkörpers in die Fraktionen Muskel, Fett, Knochen, Schwarte und Rest. Der Muskelfleischanteil wird daraus als Anteil des Muskelgewebes am Schlachtkörper berechnet. Die sehr arbeitsaufwändige Vollzerlegung ist jedoch nur in Ausnahmefällen durchführbar, so dass Hilfsmerkmale herangezogen werden müssen, den Muskelfleischanteil zu schätzen. Je nach Einsatzgebiet müssen dabei Kriterien wie z. B. Praktikabilität, Objektivität und Genauigkeit und nicht zuletzt die Kosten der Merkmalerfassung beachtet werden.

Vermarktung

In der Vermarktung von Schweinen werden heute in erster Linie Schlachtkörper bewertet; eine subjektive Lebendtierbeurteilung ist nur noch die Ausnahme. Die Bezahlung der Schlachtkörper erfolgt hauptsächlich anhand des Muskelfleischanteiles, der am Schlachtband mit Hilfe von halbautomatischen **Klassifizierungsgeräten**, den sog. Choirometern, geschätzt werden kann. Bei den amtlich zugelassenen Klassifizierungsgeräten unterscheidet

man Sondengeräte und Ultraschallgeräte. Unter den Sondengeräten, die mit Hilfe von optoelektronischen Einstichsonden die Speck- und Muskeldicke in Höhe der 2./3. letzten Rippe messen, sind das Fat-O-Meater (FOM) und das Hennessy-Grading-System (HGP4) am weitesten verbreitet (Littmann et al., 2006). Auf der Basis des Speck- und Fleischmaßes wird der Muskelfleischanteil über folgende seit dem 1.10.1997 amtlich gültige Schätzformel bestimmt:

$$\text{MFA [\%]} = 58,6688 - 0,82809 \cdot \text{Speckmaß} + 0,18306 \cdot \text{Fleischmaß}$$

Als weiteres zugelassenes Verfahren der objektiven Schlachtkörperbewertung ist noch das sog. **Zwei-Punkt-Verfahren** (ZP) zu erwähnen, das in Schlachtstätten, an denen weniger als 200 Schlachtungen pro Woche erfolgen, angewendet werden darf. Hierzu werden an der Schlachthälfte die dünnste Fettauflage über dem Lendenmuskel und die dickste Stelle des Lendenmuskels mit Hilfe eines Lineals gemessen und dann in eine Schätzformel eingesetzt, um den Muskelfleischanteil zu bestimmen.

Eine wesentlich detailliertere Bewertung des Schlachtkörpers ist mit dem automatischen Klassifizierungssystem **AutoFOM** möglich, das unabhängig von einem Bediener sowohl den Muskelfleischanteil erfasst als auch Informationen über die wertvollen Teilstücke liefert. Ein Drittel aller Schweine wurde im Jahre 2005 in Deutschland bereits mit diesem in Dänemark entwickelten System klassifiziert, dessen Haupteinsatzgebiet der nordwest-deutsche Raum ist. Das Messprinzip beruht darauf, dass die Schweine zwischen Entborsten und Abflammen auf dem Rücken liegend über einen halbrunden Edelstahlbügel gezogen werden, in den 16 Ultraschallmessköpfe integriert sind. Im Abstand von 5 Millimetern werden pro Schlachtkörper ca. 200 Querschnittsbilder erzeugt, so dass sich bei 16 Schallköpfen insgesamt 3200 Einzelmessungen ergeben. Aus dieser großen Anzahl von Speck- und Fleischmaßen werden über spezielle mathematische Verfahren die für die Vermarktung notwendigen Kennzahlen berechnet. Direkt nach der Messung werden folgende Merkmale ermittelt:

1. Magerfleischanteil in Prozent des gesamten Schlachtkörpers
2. Magerfleischanteil in Prozent von Teilstücken (Betriebsschnittführung)
 - Schinken schier vom Schinken
 - Lachs schier vom Kotelett
 - Schulter schier von der Schulter
 - Magerfleischanteil vom Bauch
3. nach der Rückmeldung des 2-Hälftengewichtes werden die Teilstückergebnisse in kg ausgegeben
 - Schinken schier
 - Lachs schier
 - Schulter schier
 - Bauch

Bei der AutoFOM-Klassifizierung erfolgt die Bezahlung nach einem sog. Indexpunkt-Handelswertmodell (Westfleisch, 2004). Dabei werden die Teilstückergebnisse mit sog. Gewichtungsfaktoren multipliziert und zu einem Gesamtindex addiert. Der Erlös eines Schlachtkörpers ergibt sich durch Multiplikation dieses Index mit einem aus dem Markt abgeleiteten Preisfaktor. Aus einer Studie von Adam und Hartmann (2005) wird jedoch deutlich, dass die Abrechnungsmodelle nach AutoFOM zwischen den Schlachtstätten immer unterschiedlicher werden. Unterschiede in den Bewertungsfaktoren, Gewichts- und Systemgrenzen führen zum Teil zu erheblichen Differenzen in der Bewertung der Schlachtkörper und erschweren eine vergleichende Bewertung.

Die zusätzlichen Informationen über die Teilstücke erleichtern dem Schlachtbetrieb die Sortierung der Schlachtkörper und ermöglichen eine Optimierung bei der Vermarktung von Teilstücken. Abb. 2.5 zeigt diese Teilstücke schematisiert gemäß DLG-Schnittführung (nach Scheper und Scholz, 1985).

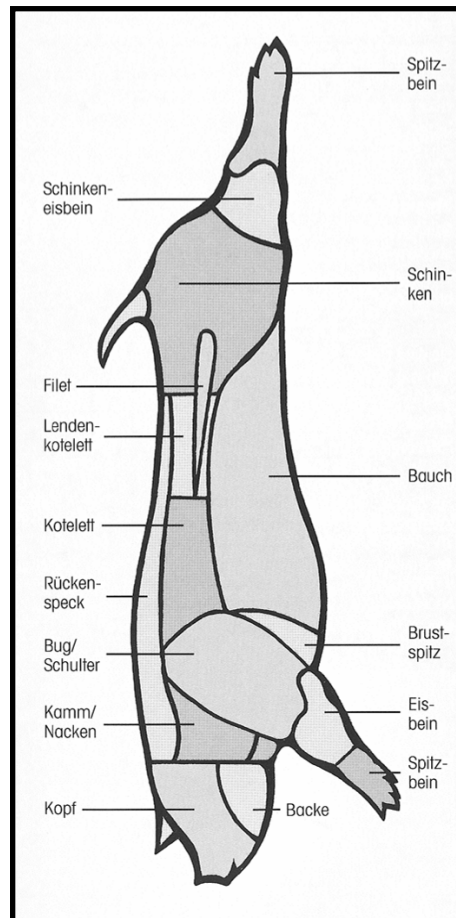


Abb. 2.5: Schlachtkörperteilstücke nach DLG-Schnittführung

Da bei der Bezahlung nach AutoFOM dem Schlachtgewicht als Vermarktungskriterium nicht mehr so große Bedeutung beikommt, sondern allein die Summe der Indexpunkte über den Erlös entscheidet, ist das Erkennen des optimalen Schlachtzeitpunktes für den Mäster deutlich schwieriger geworden. Daher wurden bereits Systeme entwickelt, die auf Basis der Videobildanalyse die Körperzusammensetzung der Mastschweine schätzen bzw. befinden sich in der Weiterentwicklung (Bockisch et al., 2004).

Wie zuvor beschrieben, wird der Erlös eines Mastschweines bei der Klassifizierung mit Hilfe von Sondengeräten durch den Muskelfleischanteil und das Schlachtgewicht und bei der Vermarktung nach AutoFOM durch den Handelswert bestimmt. Eine nicht zu vernachlässigende Größe ist die Schlachtausbeute oder **Ausschlachtung**, definiert als das Verhältnis von Schlachtkörper- zu Lebendgewicht vor der Schlachtung. Damit wird ersichtlich, dass die prozentuale Ausschlachtung vor allem vom Zeitpunkt der letzten Fütterung in Relation zur Lebendgewichtserfassung vor der Schlachtung abhängig ist. Dieses Merkmal weist in der Praxis eine sehr hohe Variation auf, da der Zeitpunkt der Lebendgewichtsfeststellung sehr unterschiedlich gehandhabt wird. Adam (2006) weist darauf hin, dass bei der Vermarktung nach FOM bei leichten und mittelschweren Schweinen eine bessere Ausschlachtung zu einer Erlösverbesserung führt, bei schweren Schweinen dagegen zu Abzügen. Bei der Vermarktung nach AutoFOM wächst der Erlös mit steigender Ausschlachtung in allen Gewichtsklassen.

Aspekte der Züchtung

Voraussetzung einer züchterischen Verbesserung der Qualität von Schlachtkörpern ist eine möglichst exakte Bestimmung des Muskelfleischanteiles. Ein in der Schweinezucht seit langem anerkanntes und erprobtes Verfahren zur Bestimmung der Verfettung bzw. des Muskelfleischanteiles am lebenden Tier ist die **Ultraschall-Speckdickenmessung**, auch als Echolot-Speckdickenmessung bekannt. Mit diesem Verfahren werden in Deutschland jährlich mehr als 15.000 Eber und 100.000 Sauen im Rahmen der Eigenleistungsprüfung von den Zuchtorganisationen geprüft (Müller et al., 2002). Gehen die Ultraschall-Messwerte in die Zuchtwertschätzung ein, dürfen ausschließlich Geräte verwendet werden, die durch den Ausschuss für Leistungsprüfungen und Zuchtwertfeststellung beim Schwein (ALZ) zugelassen worden sind. Darüber hinaus muss die Messung an vorgegebenen Messstellen erfolgen. Die detaillierten Anforderungen finden sich in den entsprechenden Richtlinien für die Eigenleistungsprüfung auf Station und im Feld. Die korrekte Ultraschallmessung wird am lebenden Schwein an folgenden Messpositionen (Abb. 2.6) vorgenommen:

Maß B7: Speckdicke 7 cm seitlich der Rückenmittellinie in der Mitte des Tieres zwischen Schulter und Schinken

Maß A7: Speckdicke 7 cm seitlich der Rückenmittellinie 10 bzw. 15 cm vor Maß B7 in Abhängigkeit von Rasse und Gewicht

Maß C7: Speckdicke 7 cm seitlich der Rückenmittellinie 10 bzw. 15 cm hinter Maß B7 in Abhängigkeit von Rasse und Gewicht.

Die Muskeldicke wird dagegen nur im Messpunkt B7 erfasst.

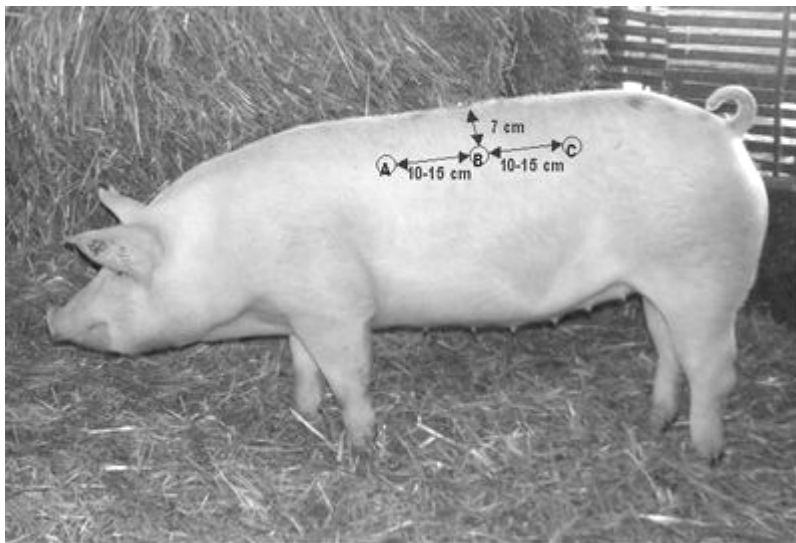


Abb. 2.6: Messpunkte für die Ultraschall-Speckdickenmessung in der Eber- Eigenleistungsprüfung (ZDS, 2005)

Im Rahmen der Geschwister- und Nachkommenprüfung auf Station wird der Muskelfleischanteil seit 20 Jahren mit Hilfe der „**Bonner Formel**“ geschätzt, in die verschiedene am Schlachtkörper erhobene Fleisch- und Speckmaße eingehen (Schmitt, 1986). Der züchterische Fortschritt, die Anhebung des Schlachtkörpergewichtes in der Stationsprüfung sowie eine veränderte Schnittführung in der Zerlegung im Rahmen der Novellierung des Vieh- und Fleischgesetzes machten eine Anpassung dieser Formel notwendig (Tholen et al., 2004). Es existieren nunmehr getrennte Formeln für a) die sehr mageren Schweine der Vaterlinie Piétrain und b) für Mutterlinien (DE/DL) und Hybriden/Kreuzungen (vgl. auch Abschnitt 3.6).

Für eine optimale Schlachtkörperverwertung hat in den letzten Jahren auch die Qualität des Teilstückes Bauch immer größere Bedeutung erlangt. Um den besonderen Verhältnissen in diesem Teilstück gerecht zu werden, wurden von Tholen et al. (1998) spezielle Formeln zur

Bestimmung des Muskelfleischanteiles im Bauch entwickelt („Gruber Formel“), die getrennt nach Vatterassen, Mutterassen sowie Hybriden in der Leistungsprüfung angewendet werden.

Forschung

Eine seit langem bedeutsame Aufgabe der Tierzucht- und der Fleischforschung sind die Entwicklung, Anpassung und Bewertung von Methoden, die nicht nur in der Forschung sondern auch für den praktischen Einsatz benötigt werden.

Die mit Abstand genauesten, aber auch aufwändigsten Verfahren zur Bestimmung der Körperzusammensetzung am lebenden Tier und am Schlachtkörper sind die Röntgen-Computertomographie (CT) und die Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT). Diese ursprünglich für die Humanmedizin entwickelten Techniken werden schon seit ca. 20 Jahren auch in der Forschung an landwirtschaftlichen Nutztieren und hier besonders beim Schwein eingesetzt. Diese bildgebenden Techniken ermöglichen eine zerstörungsfreie Messung und bieten damit vielfältige und außergewöhnliche Anwendungsmöglichkeiten.

So ist unter Verwendung spezieller Bildauswertungsmethoden eine sehr genaue Messung der geweblichen Zusammensetzung erreichbar. Aufgrund der klaren Differenzierung von Muskel- und Fettgewebe ist eine direkte Messung von Gewebevolumina möglich. CT und MRT können somit statt der sehr zeit- und arbeitsaufwändigen grobgeweblichen Zerlegung als Referenzmethode zur Bestimmung der Körperzusammensetzung dienen. Eine Nutzung dieser Techniken als Referenz kann in Zukunft auch im Rahmen der Leistungsprüfungen zu einer schnelleren Anpassung von Schätzformeln zur Bestimmung des Fleischanteils oder Handelswertes von Schlachtkörpern führen und bei der Weiterentwicklung von Verfahren, die in der praktischen Tierzüchtung benötigt werden - wie z. B. Ultraschall und Videobildanalyse - hilfreich sein.

Über wiederholte in vivo Messungen derselben Probanden ist eine detaillierte Analyse des individuellen Wachstums von Geweben, Körperpartien, einzelnen Muskeln und Organen möglich. Bei dieser Vorgehensweise reicht eine deutliche geringere Anzahl von Tieren im Versuch aus als bei herkömmlichen Stufenschlachtungen mit anschließender grobgeweblicher Zerlegung von Geschwistern oder nicht verwandten Tieren.

2.4 Fleischbeschaffenheit

Definition

Der viel strapazierte „Qualitätsbegriff“ sollte im Zusammenhang mit Schweinefleisch durch den Begriff „Fleischbeschaffenheit“ ersetzt werden. Die physikalische Beschaffenheit ist durch Messgrößen bestimmbar, die als Hilfsmerkmale für das Saffhalte- oder Wasserbindevermögen des Fleisches, welches für die Verarbeitung oder Zubereitung in der Küche das wichtigste Kriterium ist. Das direkte Maß wäre der Tropfsaftverlust (oder drip loss in %), zu dessen Ermittlung Zeit erforderlich ist, da man auf eine Fleischprobe oder ein Teilstück das die Schwerkraft wirken lassen muss.

Wasserbindevermögen kann auch mit der Filterpapierpressmethode nach Grau/Hamm ermittelt werden (Otto, 2005), die durch das notwendige planimetrische Vermessen des Saftsaumes aufwändigeren Untersuchungen vorbehalten ist. Dazu zählt auch die Ermittlung des Wasseraufnahmevermögens (Quellung), auch eine wichtige technologische Eigenschaft, die die Fähigkeit zur Aufnahme von Pökelflüssigkeiten charakterisiert. Hierzu muss eine Fleischprobe 6 Stunden in Wasser liegen und wird dann zurückgewogen (Kallweit, 1988). An einem ausgewählten Material wird derzeit in der LPA Haus Düsse die EZ-DripLoss Methode angewandt, bei der 2 runde Stanzproben aus dem Rückenmuskel (Kotelettscheibe an der 13./14. Rippe 24 Stunden post mortem entnommen) mit einem Durchmesser von 2 cm in Fleischsafttrichter eingelegt und dann nach weiteren 24 Stunden zurückgewogen (Otto et al., 2004).

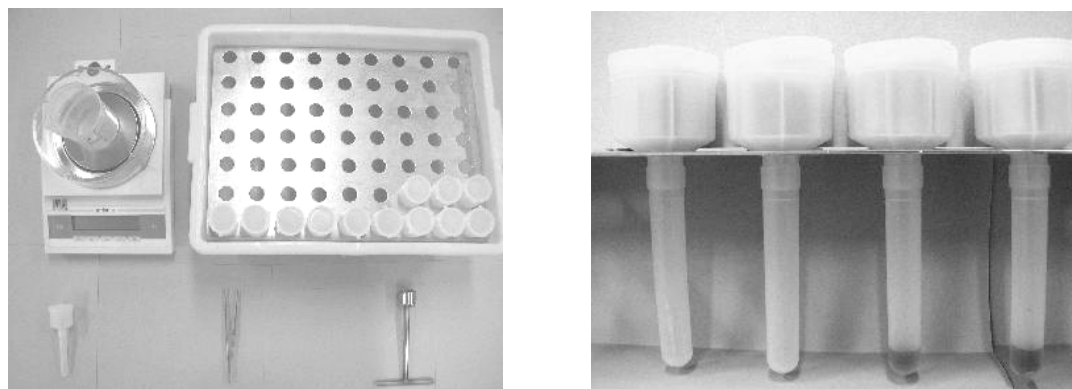


Abb. 2.7: Fleischsafttrichter zu Bestimmung des Tropfsaftverlustes (Christensen, 2003)

Im Abschnitt 2.1 wurde auf die physikalisch-chemischen Veränderungen in der Muskulatur während der ersten Stunden nach dem Schlachten hingewiesen. Die letztmalig stattfindenden Energieabbauvorgänge (Abbau von phosphatreichen Verbindungen wie ATP und die Umwandlung von Glykogen in Milchsäure) sind direkt durch den pH-Wert-Abfall festzustellen. Die überstürzte oder normal ablaufenden Glykolyse führt zu einem schlechten oder besseren Safthaltevermögen durch die Durchlässigkeit der Zellwände. Die daraus entstehenden Fleischbeschaffheitsmängel wie PSE (pale = blass, soft = weich, exsudative = wässrig), DFD (dark = dunkel, firm = fest, dry = trocken)-Fleisch und der Hampshire-Typ (hoher pH₁- und niedriger End-pH-Wert), lassen sich nach dem Erreichen des End-pH-Wertes mit dem Merkmal Leitfähigkeit gut erfassen. Eine gute Leitfähigkeit des Gewebes (hohe Werte) ist bei einem unerwünscht hohen Anteil an Flüssigkeit in den Interzellularräumen messbar (Übersicht 2.1). Die folgende Übersicht enthält Richtwerte zur ungefähren Abgrenzung der beschriebenen Fleischfehler.

Übersicht 2.1: Richtwerte zur Bestimmung der Fleischbeschaffenheit mit Einstichsonden (Kallweit, 1990)

Meßmethode	Meßstelle	PSE	Normal	DFD
pH ₁	Kotelett	< 5,6	> 5,8	--
pH ₂₄	Kotelett	--	< 5,8	> 6,0
pH ₁	Schinken	< 5,6	> 5,8	--
pH ₂₄	Schinken	--	< 5,8	> 6,1
LF ₁	Kotelett	> 8	< 5	--
LF ₁	Schinken	> 8	< 5	--
LF ₂₄	Kotelett	> 9	< 6	--
LF ₂₄	Schinken	> 9	< 6	--
RW*	Kotelett	> 30	< 30	

* Reflektionswert des FOM-Klassifizierungsgerätes

Der pH (er gibt die Konzentration der freien Wasserstoffionen (H⁺) an) kann sowohl zur Beschreibung des PSE- als auch des DFD Problems herangezogen werden. Innerhalb der ersten Stunde nach dem Schlachten zeigt er durch absinkende Werte die Geschwindigkeit des Glykogenabbaus zu Milchsäure an; nach 24 Stunden kann man sehen, ob der pH sein erwünschtes niedriges Niveau erreicht hat. Wenn bereits vor der Schlachtung im Tierkörper zuviel Glykogen abgebaut wurde, bleibt für die Milchsäurebildung nicht genug. Der pH erreicht nur Werte von 6,0 und höher, das bedeutet die Gefahr von leimigem, dunklen Fleisch, das eine geringere Haltbarkeit hat → DFD !! Hersteller von rohem Schinken sortieren schon Rohware ab 5,8 aus. Die Leitfähigkeitsmessung ist zur DFD-Erkennung nicht geeignet. Einen groben Hinweis auf PSE (besonders P = blass) kann der Reflektionswert

(Farbhelligkeit) der FOM-Sonde geben; Schlachtkörper mit Werten > 30 werden in einigen Betrieben gekennzeichnet und ggf. direkt für die Verarbeitung vorgesehen, wenn sich der PSE-Verdacht nach der Kühlung bestätigt. Zu diesem Zeitpunkt ist auch der Leitfähigkeitswert als Hilfsmerkmal zur „Früherkennung“ von möglichen Wasserbindungsproblemen am zuverlässigsten.

Einflüsse auf die Fleischbeschaffenheit

Genetische Faktoren

Stress vor dem Schlachten durch eine unsachgemäße Behandlung sowie Fehler bei der Betäubung der Schlachtschweine sind die häufigsten Ursachen für einen überstürzten Glykogenabbau. Stressanfällige Schweine neigen eher dazu als stressresistente. Auch in anderen Ländern wie in Frankreich und den USA werden die Bemühungen verstärkt, die Fleischqualität, und hier sind ein gutes Safthaltevermögen und die Farbstabilität gemeint, zu verbessern. Erhebliche Fortschritte werden erzielt, seit zwei Gene bekannt sind, die einzeln und auch additiv die Beschaffenheit negativ beeinflussen. Das MHS-Gen ist schon seit Beginn der 70er Jahre bekannt. Es wurde Europa weit und später auch in den USA in den Sauenlinien systematisch gegen dieses Gen selektiert. Dazu waren zunächst aufwendige Testverfahren nötig, die entweder das Maligne Hyperthermie Syndrom (MHS) auslösten (Halothan-Test), oder es wurden durch die Bestimmung muskelspezifischer Enzyme im Blut nach physischer oder pharmakologischer Belastung die anfälligen Tiere identifiziert (CK-Test). Das MHS-Gen stellt eine Mutation des Ryanodin-Rezeptors dar, das in den Zellmembranen der Muskelzellen zu einer Fehlregulation der Ca^{++} -Freisetzung aus dem sarkoplasmatischen Retikulum führt. Es kommt bei Belastung zu zahlreichen unkontrollierten Muskelkontraktionen, was Energieversorgungsprobleme in den Zellen nach sich zieht. Es entsteht ein Defizit von ATP, welches durch anaerobe Glycolyse ausgeglichen werden muss. Dabei wird vermehrt Laktat (Milchsäure) im Muskelgewebe angesammelt (Abschnitt 2.1.). Die daraus resultierende eine Azidose (Übersäuerung) induziert osmotische Veränderungen in den Zellen, die von Schwellungen und Degenerationen mit Austritt von muskelspezifischen Enzymen in den Extrazellularraum und damit ins Blutserum begleitet wird (Bickhardt, et al., 1972).

Die Sanierung der Mutterlinien galt lange Zeit als ausreichendes Instrument zur Sicherstellung der Stressresistenz und somit der (End-)Produktqualität, denn sowohl mischerbig (heterozygot(NP)-negative) als auch reinerbig (homozygot(NN))-negative Nachkommen sind relativ sichere Lieferanten von guter Fleischbeschaffenheit.

Bei genauerem Hinsehen erwiesen sich allerdings auch die Genträger (NP) als Endprodukte problematisch, was durch muskelphysiologische Untersuchungen mittels Magnet-Resonanz-Spektroskopie bestätigt wurde (Henning et al., 2000), so dass auch die Genträger konsequent aussortiert werden sollten. Ein weiteres inzwischen identifiziertes Gen (RN^-) hat ebenfalls einen erheblichen Einfluss auf die Verarbeitungseigenschaften von Schweinefleisch und ist bisher nur bei der Rasse Hampshire nachgewiesen worden.

Der Hampshirefaktor (**RN^- Gen**) ist gekennzeichnet durch einen verzögerten frühpostmortalen pH-Wert-Abfall, welcher durch eine hohe Glykogenspeicherkapazität in der Muskulatur bedingt ist. 24 Stunden p.m. sind dann im Fleisch auffallend niedrige pH-Werte zu finden, verbunden mit einem deutlich vermindertem Wasserbindevermögen und einer schlechten Kochpökeleigenschaft (schlechtes Aufnahmevermögen der Pökelflüssigkeit). Das dafür verantwortliche Gen beeinflusst vor allem den Energiestoffwechsel in den Muskelfasern des Typs IIa. Es zeigen sich erhöhte Enzymaktivitäten im Citratzyklus, was zu einer Gesamt-Zunahme des glykolytischen Potenzials in der „weißen Muskulatur“ führt. Das Glykogen und das Protein sind gleichwertige Bindungspartner für das im Muskel vorhandene Wasser, wodurch die an Glykogen gebundene Wassermenge zu- und die dem Protein anhaftende Wassermenge abnimmt. Durch Erhitzen wird die Restglykogenmenge umgewandelt, und das gebundene Wasser geht verloren. Die Auswirkungen des RN^- Gens wurden von verschiedenen Arbeitsgruppen zunächst in Frankreich, dann in Deutschland und Dänemark beschrieben (Laube, 2000).

Haltungs-/Managementbedingungen

Im Öko-Landbau und z.B. beim Neuland Programm wird den Tieren mehr Bewegungsfreiheit gewährt als nach den Haltungsverordnungen vorgeschrieben, sei es durch ein größeres Platzangebot im Stall selbst oder durch Zugang zu einem Auslauf bzw. zu einer Weide. Durch die damit verbundene höhere körperliche Aktivität sollte es zu einem Training des Herz-/Kreislaufsystems, einer verbesserten Kapillarversorgung der Muskeln und letztlich zu einer erhöhten Leistungsfähigkeit des Muskelstoffwechsels kommen, Bedingungen, die der Entstehung von PSE-Fleisch entgegenwirken müssten.

So weit diesbezügliche Versuche vorliegen, waren jedoch gerade diese Auswirkungen nicht zu beobachten bzw. - wie z.B. bei Kreuzer et al. (1994) - auf Grund sich überlagernder Effekte der genetischen Herkunft nicht eindeutig zu interpretieren. Hier seien stellvertretend nur einige der inzwischen zahlreichen Arbeiten zitiert. Augustini et al. (1982) verglichen unter Verwendung stressempfindlicher, stark muskelbetonter Schweine eine Haltung auf Vollspaltenboden (0,6 m²/Tier) mit einer Haltung im Tieflaufstall auf Stroheinstreu (1,8 m²/Tier). Die Schlachtkörper aus der Tiefstallgruppe waren trotz gleicher Futterzuteilung stärker verfettet und wiesen auch einen etwas höheren intramuskulären Fettgehalt auf. In den untersuchten PSE-Kriterien zeigten sie jedoch tendenziell sogar ungünstigere Werte als die Schlachtkörper der auf engem Raum gehaltenen Vergleichsgruppe. In der sensorischen Bewertung gab es keine Unterschiede. Barton-Gade und Blaabjerg (1989) fanden bei im Auslauf gehaltenen Schweinen (25 m²/Tier + 0,5 m² Liegefläche unter Dach) deutlich geringere Anteile an DFD-Abweichungen als bei den im Stall gemästeten Kontrolltieren. Die Autoren führten dies auf eine bessere Kondition der Auslauftiere und auf deren ruhigeres Verhalten während der Bereitstellung am Schlachthof zurück. Aus Arbeiten über eine Beeinflussung der Fleischqualität durch die Haltungsbedingungen während der Mastperiode lässt sich zusammenfassend festhalten, dass bei Zugang zu großflächigem Auslauf die Futtermittelverwertung sinkt und der Schlachtkörper einen geringeren Fettgewebeanteil und somit einen höheren Muskelfleischanteil erhält. Damit verbunden ist ein geringerer intramuskulärer Fettgehalt, der sich für die sensorische Qualität allgemein eher als nachteilig erweist. Trotzdem werden in einigen Fällen – in Kombination mit einem geringeren Kollagengehalt – günstige Auswirkungen auf die Zartheit beobachtet, denen weiterhin unter Beachtung der genetischen Herkunft nachgegangen werden sollte. Eindeutige Effekte auf den PSE-Status sind nicht zu belegen. Bedingt durch die erhöhte motorische Aktivität kann es jedoch zu einer verstärkten Kohlenhydratanreicherung in den Muskelfasern kommen. Dies vermindert einerseits die Gefahr der Entstehung von DFD-Abweichungen, sie kann aber auch zu sehr niedrigen End-pH-Werten mit unerwünschten Folgen für die Wasserbindung führen. Abschließend lässt sich festhalten, dass bei den erwähnten Systemen – schon um der Forderung nach Auslaufhaltung besser entsprechen zu können - häufiger Robustrassen oder zumindest reinerbig MHS-negative Mastendprodukte gewählt werden, die durch Stressresistenz und geringere Neigung zu PSE Vorteile bieten. Solche Herkünfte weisen im statistischen Durchschnitt aber auch einen fetteren Schlachtkörper auf, der auch in Vermarktungsschienen des Öko-Landbaus geringer bezahlt wird, so dass ggf. doch auf muskelfleischreichere Tiere zurückgegriffen werden muss.

Transport- und Schlachtbedingungen

Zu den Verantwortlichkeiten des Mastbetriebes zählen neben der Auswahl der möglichst stressstabilen Genetik und den geringen Einflussmöglichkeiten über die Tierhaltung, ein gutes Management in Hinsicht Verladung und Transport der Schlachttiere. In Markenfleischprogrammen, die eine sogenannte vertikale Integration der einzelnen Produktionsbereiche anstreben, sind für die neuralgischen Punkte auf dem Weg zur Qualitätsfleischerzeugung entsprechende Richtlinien entwickelt worden. Kurze Treibewege, gute Lichtverhältnisse, rutschfeste Böden und **Ruhe beim Ausstallen und Verladen** – die Empfehlungen zur Gestaltung der Verladung und des Transportes sind durch zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen und Erfahrungen aus der Praxis ausreichend beschrieben. Inzwischen sind zahlreiche Transporte unterwegs, die ausschließlich **geschlossene Mastgruppen** transportieren, entweder im Container oder in entsprechend abgetrennten Abteilen auf den Ladeflächen, und so aggressive Auseinandersetzungen der

Tiere weitgehend vermeiden. Die im Umgang mit Tieren sein und werden zu einer **ruhigen Fahrweise** angehalten. Die Fahrzeuge sind so ausgestaltet, dass für eine ausreichende **Belüftung** der Tiere gesorgt ist.

An den Schlachthöfen sind die Verhältnisse in den letzten Jahrzehnten den Erfordernissen für eine schonende Behandlung der Schlachtschweine angepasst worden. Dazu gehören **ausreichende Wartestallkapazitäten**, in denen die Tiere Zugang zu Sprühanlagen haben, die sie selbst in Funktion setzen können. Dadurch kann am ehesten ein beschleunigter Energiestoffwechsel, bei dem auch noch Wärme produziert wird, heruntergefahren werden. Ausruhzeiten von 1,5 bis 3 Stunden werden empfohlen. Der Zutrieb zur Betäubung sollte dann ebenfalls in Ruhe und ohne übermäßigen Zwang erfolgen.

Im der Tierschutzschlachtverordnung (TierSchlV 1995) werden die für Schweine zulässigen **Betäubungs- und Tötungsverfahren** beschrieben. Elektrobetäubung kann manuell oder automatisch erfolgen, wichtig ist, dass der Betäubungsstrom wirksam ist (Tierschutz !) und keine betäubungsbedingten Schäden am Schlachtkörper (Qualitätsmängel) entstehen. Es kann zu Knochenbrüchen, besonders im Bereich der Wirbelsäule, und zu punktförmigen Muskelblutungen kommen. Bei der Kohlendioxid(CO₂)-Betäubung (Abb. 2.8) sind in erster Linie die CO₂-Konzentration (> 80%) am Hauptexpositionspunkt sowie die Aufenthaltsdauer in der CO₂-Atmosphäre von Bedeutung. Die Wirkung der Betäubung ist bei sehr aufgeregten Schweinen grundsätzlich schwächer, was zusätzlich für einen möglichst ruhigen Umgang mit den Tieren spricht. Der eigentliche Vorteil der CO₂-Betäubung liegt in der Verminderung der Schlachtkörperschäden.

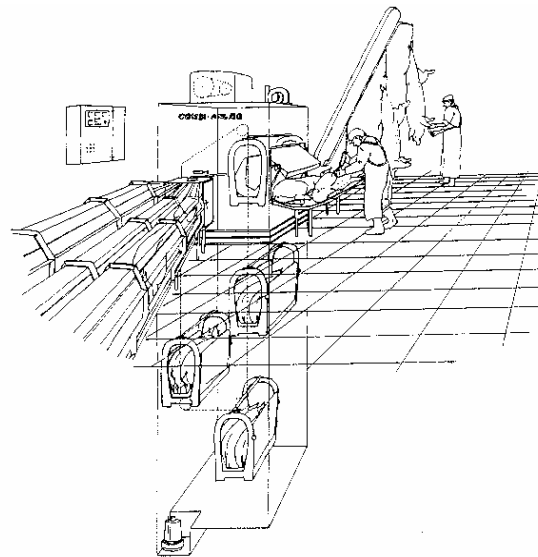


Abb. 2.8: Schema einer CO₂-Betäubungsanlage mit Gondeln und Entblutung im Hängen (nach Troeger, 1997)

Elektrobetäubung und Gasanästhesie sind in der Regel reversibel, daher ist es wichtig, dass möglichst unmittelbar nach der Betäubung der Entblutungsstich erfolgt (20 bis 30 sec). Nach der Elektrobetäubung liegen die Schweine zumeist auf einem Plattenförderband. Der günstige Einfluss dieser **Entblutetechnik** beruht auf einer Einschränkung der „Muskelarbeit“ mit den entsprechenden Energieabbauvorgängen und der Stimulation der anaeroben Glykolyse, der Milchsäurebildung und dem überstürzten pH-Wertabfall (Troeger, 1997). Brüh- und Enthaarungsverfahren mit entsprechender Hitzeeinwirkung können die Oberflächenkeimbesiedlung des Schlachtkörpers erheblich vermindern. Das Entnehmen des Magen-Darm-Traktes stellt ein weiteres Kontaminationsrisiko dar, welches durch zunehmende Automatisierung verringert werden kann. Vor der Trennung der Schlachthälften wird das Geschlinge entnommen (Zunge, Speise- und Luftröhre, Lunge, Herz und Leber) sowie die Flomen, Nieren und das Zwerchfell bis auf den Zwerchfellpfeiler (Trichinenuntersuchung) entfernt.

Yorkshire (Edelschweine) bei gleichem Gewicht und Alter mehr Rückenspeck, und dieser hat einen höheren Anteil an gesättigten Fettsäuren und daher eine für die Verarbeitung günstigere Konsistenz. Auch der Vergleich von Hampshires mit Duroc-Kreuzungen und Yorkshires führte zu dem Ergebnis, dass die Hampshires in ihrem Rückenspeck einen höheren Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren hatten als die anderen, fetteren Schlachtkörper. Vergleiche zwischen Ebern und Kastraten der gleichen Kreuzung deuten auf diese Zusammenhänge ebenfalls hin, Messungen der Fettkonsistenz ergaben gleiche Werte bei gleichen Rückenspeckdicken, und jeweils ungünstigere Werte für die Eber, wenn die Schlachtkörper magerer waren. Wenn man also einen überdurchschnittlichen Magerfleischanteil im Schlachtkörper von z.B. > 56% haben möchte, kann nicht gleichzeitig der Rückenspeck, der in einer solchen Hälfte an der Rückenmitte gemessen ca. 20 mm (incl. Schwarte) betragen würde, einen hohen Anteil an gesättigten Fettsäuren besitzen. Dies ist nach den biologischen Gesetzmäßigkeiten und unabhängig von der Futtergrundlage unmöglich. Die Qualität der Fettgewebe wird weitestgehend durch das Fettsäurenmuster der darin enthaltenen Lipide bestimmt.

Intramuskuläres Fett (IMF)

Unter intramuskulärem Fettgehalt wird im Allgemeinen der durch organische Lösungsmittel extrahierbare Anteil an Fett und Fettbegleitstoffen im schieren Muskelgewebe verstanden. Dabei ist zu unterscheiden zwischen den Membranlipiden (vor allem Phospholipide), deren Anteil weitgehend konstant bleibt (etwa 0,6-0,8 %), und dem in den Fettzellen des Perimysiums eingelagerten Depotfett (Triglyceride), dessen Anteil starken Schwankungen unterliegt. In welchem Ausmaß vor allem die Membranlipide bei der Bestimmung miteinfasst werden, hängt jedoch davon ab, ob der Extraktion eine HCl-Behandlung der Fleischprobe vorgeschaltet wird und welches Lösungsmittel verwendet wird. Zu beachten ist weiterhin, dass auch innerhalb des Schlachtkörpers eine erhebliche Variation besteht (Fischer, 1994), so dass nur an der gleichen Messstelle ermittelte Werte vergleichbar sind.

Die Bemühungen, den intramuskulären Fettgehalt zu erhöhen, gehen etwa in die gleiche Richtung. Kurzfristig ist es notwendig, auf Rassen auszuweichen, die insgesamt einen höheren Fettanteil im Schlachtkörper haben und somit auch die günstigere Fettzusammensetzung liefern (z. B. Duroc oder Duroc-Kreuzungen). Hierfür gibt es aber von Seiten des Marktes gegenwärtig keine direkten Anreize.

Fütterungseinflüsse

Futterfette liefern in erster Linie Energie und haben bei empfohlener Rationsgestaltung keine nachhaltige Wirkung auf den Fettstoffwechsel beim Schwein. Eine erhöhte Zufuhr von ungesättigten Fettsäuren (z. B. aus Sojaöl) kann die körpereigenen Fettsyntheseraten erhöhen, andere experimentell zugeführte Fette können den Insulin- und Glukosespiegel im Blut erniedrigen. Einflüsse auf den Muskelstoffwechsel und somit eine direkte Wirkung auf physikalische Fleischbeschaffenheitsparameter konnten nicht ermittelt werden (Choi, 1989).

Die Qualität der Fette beim Schwein ist zum einen abhängig von der Zufuhr von Fetten über das Futter, zum anderen ist sie aber auch genetisch bedingt. Am deutlichsten spiegeln sich die Futterfette im Fettsäurenmuster des Rückenspecks und im intramuskulären Fett wider, wohingegen das Nierenbeckenfett aufgrund seiner definierten Funktionen am stärksten genetisch beeinflusst ist (Kallweit et al., 1988). In seltenen Fällen kommen noch spezifische Geruchs-/Geschmacksabweichungen ein zu hoher Gehalt an Polyensäuren („PUFA“ = polyunsaturated fatty acid) im subkutanen und intramuskulären Fett wirkt sich qualitätsmindernd auf die Beschaffenheit des Fleisches sowie die Verwendbarkeit des gesamten Schlachtkörpers aus. Als Grenzwert für den Gehalt an Poly- also mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Fettgewebe vom Schwein wird ein Gehalt von max. 12 bis 15% vorgeschlagen (Stiebing et al., 1993), was bedeutet, dass der Maisanteil in der Mastration 50% nicht überschreiten sollte.

2.6 Gesundheitswert von Schweinefleisch bzw. -fett

Obwohl der Wert von tierischem Protein in der Humanernährung unumstritten ist, hält die Diskussion über die Fette unvermindert an. Sie führt trotz eines nachweislich geringen Anteil an intramuskulären Fett in einigen Ernährungsempfehlungen zum vollständigen Verzicht auf Schweinefleisch, weil neben dem Nährwert (positiv) der Gesundheitswert als negativ angesehen wird (Löbber et al., 2000) Dazu trägt nicht zuletzt ein große Vielfalt an Verarbeitungsprodukten aus Schweinefleisch bei, die in traditionellen Rezepturen sehr fett- und wenig ballaststoffreich der sind. Die Fleischforschung und -industrie bemühen sich daher um neue Rezepturen. Ein anderer Weg wäre die direkte Einflussnahme auf Fettsäurezusammensetzung über das Futterfett. Bei dem Fettsäuremuster der für die menschliche Ernährung verwendeten Fette werden aus diätetischen Gesichtspunkten (Schutz vor kardiovaskulären Erkrankungen) höhere Anteile an Polyensäuren im Allgemeinen (Verhältnis PUFA : SFA > 0,45) und an ω -3-Fettsäuren im Besonderen (Verhältnis ω -6/ ω -3 < 4,0) gewünscht. Andererseits besteht bei vielseitiger Ernährung keine Notwendigkeit, z. B. n-3-Fettsäuren, die in hoher Konzentration u.a. in Seefisch (Fischöl), Leinöl oder Rapsöl vorkommen, maßgeblich aus Schweinefleisch zu beziehen, wo eine Anreicherung mit erheblichen Nachteilen für dessen Lagerstabilität und Verarbeitungsfähigkeit verbunden ist. Welche Fettqualität letztlich produziert werden sollte, hängt vom jeweiligen Verwendungszweck ab. Steht im **Frischfleischbereich** der Genusswert im Vordergrund, so wird ein Fett, das rasch oxidiert, abgelehnt. Daraus ergibt sich, dass der Polyensäureanteil zu begrenzen ist. Gegebenenfalls kann dem Schweinefett durch den Einsatz von Futtermitteln (z. B. Kokos- und Palmkernfett), die mittelkettige Fettsäuren (C:12 - Laurinsäure, C:14 – Myristinsäure) enthalten, eine als angenehm empfundene, leicht nussartige Aromanote mitgeteilt werden.

Bei einem Speck für die **Dauerwarenherstellung** ist nun besonderer Wert auf niedrige Gehalte an Polyensäuren (z. B. < 12 %) zu legen. Die Konsistenz des Fettgewebes kann aber auch durch hohe Ölsäureanteile beeinträchtigt werden, wenngleich dies bei bestimmten Rohschinkenspezialitäten, wie z.B. dem spanischen „Jamon iberico“, bewusst in Kauf genommen, ja sogar als produkttypisch angesehen wird. Schließlich gelten hier auch mittelkettige Fettsäuren als unerwünscht, da sie im Verlaufe der Reifung Geschmacksabweichungen im Endprodukt verursachen können.

Bei beiden Verwertungsrichtungen erweisen sich die stark oxidationsbereiten Polyensäuren mit 3 und mehr Doppelbindungen als besonders problematisch. Da solche Fettsäuren in größeren Konzentrationen nur in wenigen Futtermitteln, wie Leinsamen, Leinöl, Seetierölen und schlecht entfetteten Fischmehlen, enthalten sind, lässt sich eine Anreicherung im Tierkörperfett leicht vermeiden. Zu dieser Gruppe gehört jedoch eine Reihe von ω -3-Fettsäuren, denen im Bemühen um eine **gesunde Ernährung** wachsendes Interesse entgegengebracht wird. Deshalb kommen immer wieder Überlegungen auf, Schweinefett durch eine gezielte Anreicherung mit diesen Fettsäuren diätetisch wertvoller zu machen. Dies ist produktionstechnisch leicht zu realisieren. Allerdings kann es dann - insbesondere im Verlaufe einer Gefrierlagerung - nicht nur im Rückenspeck, sondern sogar im Magerfleisch zu massiven Aromaabweichungen kommen.

Literatur

- Adam, F. (2006): Was bringen zusätzliche Ausschlachtungsprozente beim Schwein? Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, www.landwirtschaftskammer.de
- Adam, F., Hartmann, F.-J. (2005) Maskenvielfalt für AutoFOM-Abrechnungen nimmt zu. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, www.landwirtschaftskammer.de
- Augustini, Chr. (1982): Ursachen unerwünschter Fleischbeschaffenheit beim Schwein. In: Beiträge zum Schlachtwert von Schweinen. Kulmbacher Reihe. Band 3, S. 165 - 186

- Augustini, Chr., Fischer, K., Schön, L. (1982): Bewegungsfördernde Haltung und Fleischbeschaffenheit beim Schwein. *Fleischwirtschaft* 62, S. 1161 - 1167
- Bickhardt, K., Chevalier, HJ., Giese, W., Reinhard, HJ. (1972): Akute Rückenmuskelnekrose und Belastungsmiopathie beim Schwein. *Fortschr. Der Vet.Med.* 18 Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg 111 S.
- Barton-Gade, PA., Bejerholm, C. (1990): Vorläufige Beobachtungen über das Verhalten und die Fleischqualität von Schweinen aus Auslaufhaltung. *Fleischwirtschaft* 70, S. 555
- Bockisch, FJ., Hesse, A., Henning, M., Baulain, U. (2004): Wie sieht es aus im Schwein? Neue Verfahrens- und Sensortechnik kann Schweinefleischproduktion optimieren. *Forschungsrep. Verbrauchersch. Ernähr. Landwirtsch.*(2), S. 38 - 41
- Choi Do Young (1989): Untersuchungen zum Einfluss eines spezifischen Fettsäurezusatzes auf Fleischbeschaffenheit und Körperfett beim Schwein. *Sonderheft 105 Landbauforschung Völkenrode* 139 S.
- Christensen, LB. (2003): Drip loss sampling in porcine M. longissimus dorsi. *Meat Science* 63 (4), S. 469 - 477
- Faller, A. (neu bearbeitet von Schünke, M.) (2004): *Der Körper des Menschen*. Thieme Verlag Stuttgart New York 826 S.
- Fischer, K. (1994): Zur Topographie des intramuskulären Fettgehaltes bei Rind und Schwein. *Mitteilungsblatt BAFF* 33, S. 112 - 120
- Gläser, KR. (2000): Untersuchungen zur Eignung der Fettzahl als Kriterium für die Einschätzung der Fettqualität von Mastschweinen unter dem Einfluss der Fütterung im Hinblick auf die Qualität von Verarbeitungsprodukten. *Diss. Agr. ETH Zürich/CH*
- Henning, M., Baulain, U., Kohn, G., Lahucky, R. (2000) : In vivo and post mortem changes of muscle phosphorus metabolites in pigs of different Malignant Hyperthermia Genotypes. In: *Quality of meat and fat in pigs as affected by genetics and nutrition*. EAAP Publication 100, S. 135 - 138
- Honikel, KO. (1997): Chemische und strukturelle Veränderungen nach dem Schlachten. In: *Handbuch Fleisch und Fleischwaren*. Behr's Verlag Hamburg Wirth/Barciaga/Krell Hrsgb.
- Junqueira, L. C., Carneiro, J. (1986): *Histologie: Lehrbuch der Cytologie, Histologie und mikroskopischen Anatomie des Menschen unter Berücksichtigung der Histophysiologie*. Springer, Berlin, Heidelberg 1986, 2. Aufl.
- Kallweit, E. (1988): *Fleisch* In: *Kallweit/Kielwein/Fries/Scholtyssek Qualität tierischer Nahrungsmittel*. Ulmer Verlag Stuttgart, S. 11 - 112
- Kallweit, E. (1990) Qualitätskriterien, -kontrollen und -garantien für Schweinefleisch. In: *Schweineproduktion*. Hrsgb. AMK Berlin Bauer/Ingwersen/Frohnmeyer/Petersen S. 51 - 57
- Kreuzer, M., Lange, M., Köhler, P., Jaturasitha, S. (1994): Schlachtkörper- und Fleischqualität in Markenfleischprogrammen beim Schwein unter Produktionsauflagen mit dem Ziel besonders artgemäßer Haltung bzw. einer günstigeren Körperfettkonsistenz. *Züchtungskunde* 2 (66), S. 136 - 151
- Laube, S. (2000): Die Eignung spezieller Schweinekreuzungen zur Qualitätsverbesserung von Markenschweinefleisch unter besonderer Berücksichtigung von MHS-Status, Hampshire-Faktor intramuskulärem Fettgehalt. *Diss. TiHo Hannover*
- Littmann, E., Götz, K.-U., Dodenhoff, J. (2006): *Schweinezucht und Schweineproduktion*. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, S. 137 - 143
- Löbber, R., Hanrieder, D., Berges, U., Beck, J. (2000): *Lebensmittel – Waren, Qualitäten, Trends*. Verlag Europa-Lebensmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co., Haan-Gruiten

- Loeffler, K. (2002): Anatomie und Physiologie der Haustiere. UTB Agrarwissenschaften Veterinärmedizin Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 456 S.
- Müller, S., Polten, S. (2002): Ultraschall-Speckdickenmessung am lebenden Tier im Rahmen der Eigenleistungsprüfung. SuS / ZDS-USV 2002
- Otto, G. (2005): Investigation on meat quality in pigs with special emphasis on drip loss. Schriftenreihe des Instituts für Tierzucht und Tierhaltung der Universität Kiel, Heft 152
- Otto, G., Roehe, R., Looft, H., Thoelking, L., Kalm, E. (2004): Comparison of different methods for determination of drip loss and their relation to meat quality and carcass characteristics in pigs. Meat Science, 68 (3), S. 401 - 409
- Paulus, ED., Henning, M., Brandt, H., Kallweit, E., Glodek, P. (2000): Die Fleischleistung und der Markterlös von Schweinekreuzungen mit besonderen Qualitätseigenschaften im Vergleich zum heutigen Standard- und Markenschweineangebot. Züchtungskunde 72 (4), S. 290 - 307
- Schwarz, FJ. (2000): Ernährung und Fleischqualität. In: Qualitätsfleischerzeugung bei landwirtschaftlichen Nutztieren. DGfZ-Schriftenreihe 18, S. 41 - 57
- Scheper, J., Scholz, W. (1985): DLG-Schnittführung für die Zerlegung der Schlachtkörper von Rind, Kalb, Schwein und Schaf. DLG-Verlag, Frankfurt, D 85
- Stiebing, A., Kühne, D., Rödel, W. (1993): Fettqualität: Einfluss auf die Lagerstabilität schnittfester Rohwurst. Fleischwirtschaft 73, S. 1169 - 1172
- Tholen, E., Wiese, M., Baulain, U., Höreth, R., Hoppenbrock, KH. (2004): Schätzung des Muskelfleischanteiles von stationär leistungsgeprüften Zuchtschweineherkünften. Fleischwirtschaft 84, S. 105 - 109
- Tholen, E., Peschke, W., Baulain, U., Schellander, K. (1998): Objektive Erfassung des Fleischanteils im Schweinebauch. 1. Mitteilung: Entwicklung von Schätzgleichungen aus Schlachtkörpermaßen. Züchtungskunde 70, S. 196 - 204
- Troeger, K. (1997): Schlachtung und Fleischgewinnung. In: In: Handbuch Fleisch und Fleischwaren. Behr's Verlag Hamburg Wirth/Barciaga/Krell Hrsgb.
- Westfleisch Spezial (2004): Mit AutoFOM in ein neues Zeitalter. www.westfleisch.de
- Wood, JD. (1973): The fatty acid composition of backfat from Piétrain and Large White pigs. Anim. Prod. 17, S. 281 - 285
- Wood, JD, Jones, RCD, Bayntun, JA, Dransfield, E. (1985): Backfat quality in boars and barrows at 90 kg liveweight. Anim. Prod. 40, S. 481 - 487
- Villegas, FJ., Hedrick, HB., Veum, TL., McFate, KL., Bailey, ME. (1973): Effect of diet and breed on fatty acid composition of porcine adipose tissue. J. Anim. Sci. 36, S. 663 - 666
- ZDS (2005): Richtlinie für die Durchführung der Eber-Eigenleistungsprüfung auf Fleischleistung in Prüfstationen (Stationsprüfung) vom 24.11.2005

3 Genetik und Züchtung (W. Brade und A. Schön)

3.1 Zoologische Klassifizierung und Domestikation

Zu den altweltlichen echten Schweinen (Familie: Suidae) gehören fünf Gattungen, wobei nur die Gattung *Sus*, Wildschweine, domestiziert wurde (Abb. 3.1):

Alle europäischen bzw. asiatischen Unterarten der eurasischen Wildform gelten als durchgängige Fortpflanzungsgemeinschaft der Art *Sus scrofa*. Hausschweine besitzen - wie die süd- und ostasiatischen Unterarten des Wildschweines - neben den beiden Geschlechtschromosomen weitere 36 Autosomen.

In einigen (europäischen) Unterarten des Wildschweines ist ein intraspezifischer „Robertson-scher“ Chromosomenpolymorphismus belegt, d.h. eine Chromosomenfusion unter Reduktion der Anzahl von 38 auf 36.

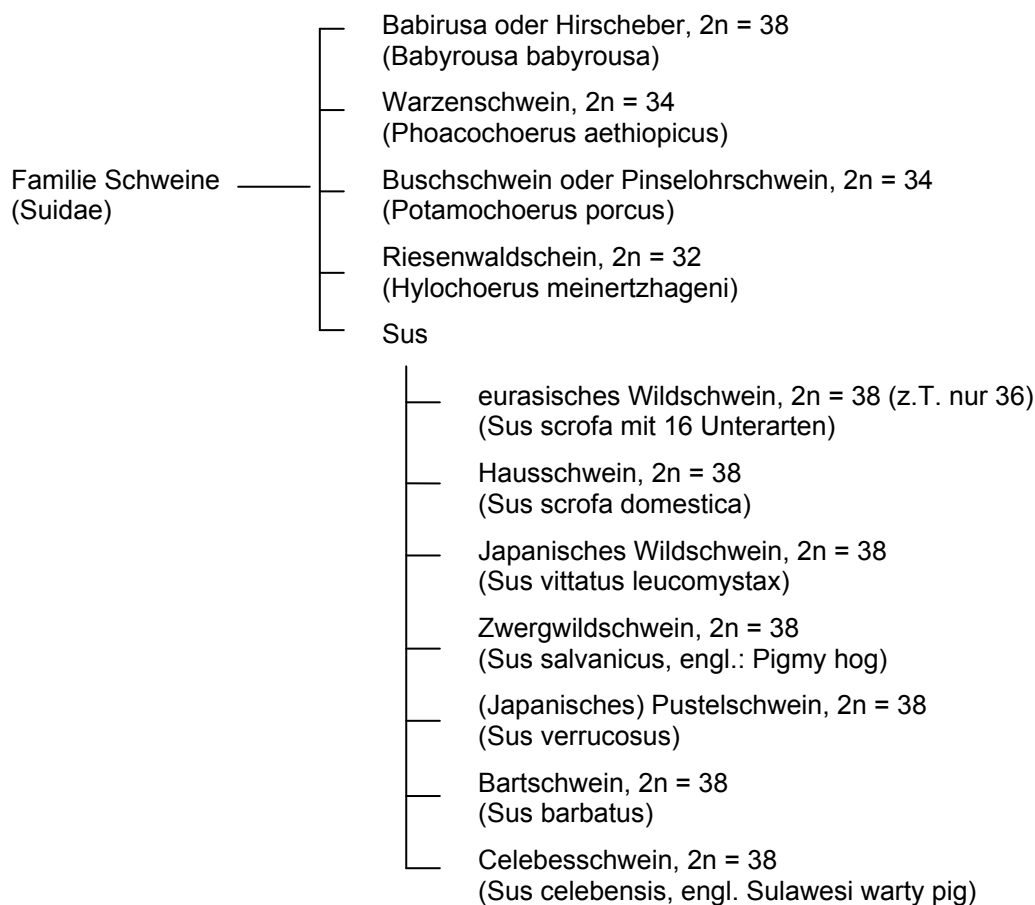


Abb. 3.1: Gattungen innerhalb der Familie der Schweine (= Suidae) sowie zugehörige Chromosomenzahl (Quelle: Chowdhary, 1998; modifiziert)

Für das eurasische Wildschwein (*Sus scrofa*), das Bartschwein (*Sus barbatus*) von der Malaiischen Halbinsel und das Pustelschwein (*Sus verrucosus*) sind aus anatomisch-physiologischer Sicht charakteristisch: 44 Zähne, 14 Rippenpaare und 10 bis 12 Zitzen. Demgegenüber hat das Zwergwildschwein (*Sus salvanicus*), das nur die Größe eines Feldhasen erreicht, nur 40 Zähne sowie auch nur 13 Rippenpaare. Das eurasische Wildschwein (*Sus scrofa*) hat das größte Verbreitungsgebiet aller Schweine und eine bemerkenswerte Vielfalt (mit 16 Unterarten). Generell gilt: Die Wildformen von Sardinien oder der japanischen Riuku sind die kleinsten Wildschweine. Demgegenüber stellen die Wildschweine aus den Karpaten, dem Kaukasus und dem Ussurgebiet die größten Unterarten dar.

Domestikation

Die Domestikation des Wildschweines begann mindestens 5000 Jahren v.u.Z.. Eine erste Domestikation von Schweinen erfolgte wahrscheinlich im Gebiet des sog. fruchtbaren Halbmondes (Vorderasien). Nach archäozoologischen Befunden sind heute weitere autochthone Domestikationszentren für Schweine in Südostasien, China und Südschweden nachweisbar (Falkenberg u. Hammer, 2006). Spätere lokale, teilweise zufällige Einkreuzungen von Wildtieren waren nach den gegenwärtigen Befunden nur von untergeordneter Bedeutung.

Aus dem ursprünglichen Domestikationsgebiet heraus verbreiteten Siedler die Hausschweinehaltung nach Ägypten, Indien bzw. auf die Balkanhalbinsel. Für Mitteleuropa sind Einwanderungswege über das Mittelmeer nach Südeuropa sowie entlang der großen europäischen Flüsse nachgewiesen (Falkenberg u. Hammer, 2006). Während polynesischer Einwanderer nachweislich schon sehr frühzeitig Hausschweine auf ozeanische Inseln mitbrachten, sind in Amerika oder in Australien erst mit Beginn der europäischen Kolonisation Schweine gehalten worden. Aus den Wildtieren entstanden zahlreiche Schweinerassen, die sich in ihrer äußeren Erscheinung (Körperform, Pigmentierung/Farbe der Haut etc.) sowie in ihren Leistungen unterscheiden. Mitunter liegt die beobachtete Differenziertheit zwischen zwei Rassen lediglich in einem einzigen Genort begründet, um eine Rassenzuordnung vorzunehmen.

Rassenbildung

Unter einer Rasse versteht man eine Fortpflanzungsgemeinschaft (Population) von domestizierten Tieren innerhalb der Art, die einander in wesentlichen morphologischen und physiologischen Merkmalen ähnlich sind und eine gemeinsame Zuchtgeschichte haben. Allerdings ist die Variation innerhalb der Rassen oft sehr erheblich. Man kann mehr als 350 verschiedene Rassen unterscheiden, die in Internetpräsentationen zwischenzeitlich gut dokumentiert sind (z.B. www.ansi.okstate.edu/breeds oder www.tiho-hannover.de/einricht/zucht/eaap).

Tab. 3.1: Regionale Verteilung der Rassen

Region	Rassen (gesamt)
Afrika	13
Asien/Pazifik	157
Europa (einschl. frühere UdSSR)	129
Lateinamerika	24
Naher Osten	2
Nordamerika	28
Gesamt	353

Quelle: Hammond u. Leitch (1998)

Da Haustiere und damit Rassen einer ständigen züchterischen Beeinflussung durch den Menschen unterliegen, bleibt gleichzeitig eine hohe Dynamik sowohl zwischen als auch innerhalb der Rassen anzuerkennen. Mit anderen Worten: sowohl die einzelne Rasse als auch die vorhandene Rassenvielfalt unterliegen einer ständigen Veränderung.

3.2. Wichtige Rassen in Deutschland

In der modernen Schweinezucht erfolgt die züchterische Bearbeitung von Reinzuchtpopulationen zwischenzeitlich vorrangig nach ihrer Verwendung im zugehörigen Zuchtprogramm. Entsprechend differenziert sind die zugehörigen Zuchtzielformulierungen und Selektionsrichtungen. Man kann zwei Rassegruppen unterscheiden:

- *Vaterrassen* (z. B.): *Pietrain (Pi)*
Duroc (Du)
Hampshire (Ha)
- *Mutterrassen* (z. B.): *Deutsche Landrasse (DL)*
Deutsches Edelschwein (DE); Yorkshire
Leicoma (Lc)
Angler Sattelschwein (AS)
Schwäbisch-Hällisches Schwein (SH)

Weitere Rassen (in der Regel wenig spezialisiert) werden in staatlich geförderten Genreserven bzw. in der Hobbyzucht gehalten (z. B. Buntes Bentheimer Schwein (BB)).

In den Zuchtunternehmen bilden die oben genannten Rassen häufig auch die Grundlage der Hybridzuchtprogramme. So genannte Linien (Vater-/Mutterlinien) wurden hier aus den vorhandenen Rassen herausgezüchtet. Diese sind im Allgemeinen spezifisch bearbeitete, häufig geschlossene Teilpopulationen oben genannter Rassen (Beispiel: Eber der Linie 77 im BHZP basierend auf der Vatterrasse Pietrain etc.). Die Definition der Linie ist aber nicht in jedem Fall eindeutig.

In jüngster Zeit sind darüber hinaus französische Herkünfte auf dem deutschen Markt verstärkt zu finden; vor allem als Mutterrassen. Sie wurden konsequent auf hohe Fruchtbarkeitsleistung, z. T. unter Einbeziehung verschiedener chinesischer Rassen (z. B. Meishan) herausgezüchtet (Tab. 3.2).

Tab. 3.2: Vergleich der Reproduktionsleistung der chinesischen Meishan und verschiedener europäischer Rassen

Merkmal	Meishan	europäische Rasse	Verfasser
Alter bei Pubertät (Tage)	92-96	197-201 (LW, Y)	verschiedene
Konzeptionsrate (%)	93,0	85,2 (LW)	Despres et. al (1992)
Zahl lebend geborener Ferkel	13,2	10,0 (LW)	Haley et. (1995)
Aufzuchttrate (in %) (Geburt bis Absetzen)	88,1-88,7	93,8-93,9	Bidanel et. al (1993)

Quelle: Rothschild et al., 1998, S. 319 (wesentlich gekürzt); Y = Yorkshire, LW = Large White

Auch bezüglich der Mast- oder Schlachtleistung sind die oben genannten Rassen z. T. deutlich differenziert (Tab. 3.3):

Tab. 3.3: Rassendifferenzen bezüglich der Schlachtleistung (Orientierungswerte)

	Fleischanteil	Rückenfett- dicke		Schlachtaus- beute (%)	Schlachtkör- perlänge
Large White/ Yorkshire (Edelschw.) ¹	=	=	=	=	=
Landrasse	=	=	=	-/=	+
Duroc	-/+	-/+	-/+	-/=	-
Hampshire	+	-	+	=/+	-/=
Pietrain	+++	--	+++	++	--
Meishan	----	+++++	----	--	--

Quelle: Sellier u. a. (1998); ¹ Yorkshire als Vergleichspopulation verwendet

Definition: = vergleichbares Leistungsniveau; + = Überlegenheit/positive Abweichung; - = Unterlegenheit/negative Abweichung

Eigene Untersuchungen beispielsweise zur Fleischqualität oder dem intramuskulären Fettgehalt (IMF) ergaben gleichfalls züchterisch nutzbare Unterschiede zwischen den Rassen/Kreuzungen (Baulain u. a., 2000).

3.3 Molekulargenetische Grundlagen

Nukleinsäuren speichern und übertragen genetische Informationen. Es müssen zwei Nukleinsäuren unterschieden werden:

- die *Desoxyribonukleinsäure* (DNA)
- die *Ribonukleinsäure* (RNA).

Das Genom (= Gesamtheit der vorhandenen Erbinformationen) des Schweines besteht aus DNA-Molekülen. Die genetischen Informationen sind hier in der Reihenfolge der Basen (= Basensequenz) in den DNA-Strängen verschlüsselt (Abb. 3.2).

An dieser Stelle sollen folgende Definitionen gegeben werden:

- Das **Genom** ist die Gesamtheit der genetischen Information im haploiden Chromosomensatz
- Ein **Gen** ist eine Funktionseinheit der DNA, in der kodierende wie auch die regulatorischen Sequenzen für ein Protein bzw. für die rRNA oder tRNA lokalisiert sind
- Ein **Allel** ist eine durch Mutation entstandene Variante eines Gens. Der Begriff Allel wird zudem für die auf homologen Chromosomen liegenden entsprechenden Gene verwendet (= paternales bzw. maternales Allel)
- Der **Genotyp** eines Individuums beschreibt eine Allelkonstellation an einem bestimmten Genort oder auch die Allelkonstellation an mehreren Genorten.

Genetische Informationen liegen in den Zellen nicht als „Einzelstückchen“ vor. Vielmehr sind die DNA-Moleküle in „organisierter“ Form als Chromosomen vorhanden, d. h. sie sind verdichtete und verpackte Zellbestandteile. Das (Haus-)Schweinegenom ist von ähnlicher Größe, Komplexität und chromosomaler Organisation ($2n = 38$) wie das Humangenom.

Beim Hausschwein besteht die im Zellkern vorhandene Chromosomenausstattung aus 38 Chromosomen: 36 Chromosomen liegen als homologe Paare (= Autosomen) vor (= 12 Paare vom metazentrischen und 6 Paare vom akrozentrischen Typ).

[Erläuterung: Je nach Lage des Zentromers (= Primäreinschnürung) unterscheidet man akrozentrische (= Zentromer am Chromosomenende), submetazentrische (= Zentromer von der Mitte des Chromosoms gegen das Ende verschoben) oder metazentrische. Die Chromosomen werden zusätzlich in einen „kurzen“ Arm (p = petit) und einen „langen“ Arm (q) eingeteilt. Begrenzt werden diese Abschnitte durch die Chromosomenenden und das Zentromer.]

Darüber hinaus besitzt jedes weibliche Schwein in jeder Zelle zwei X-Chromosomen. Jedes männliche Tier trägt zusätzlich ein X- und ein Y-Chromosom. Das Schwein besitzt somit - im Vergleich zu anderen wichtigen Nutztierarten (Rind: $2n = 60$; Pferd: $2n = 64$; Hühner: $2n = 78$) – weniger Chromosomen.

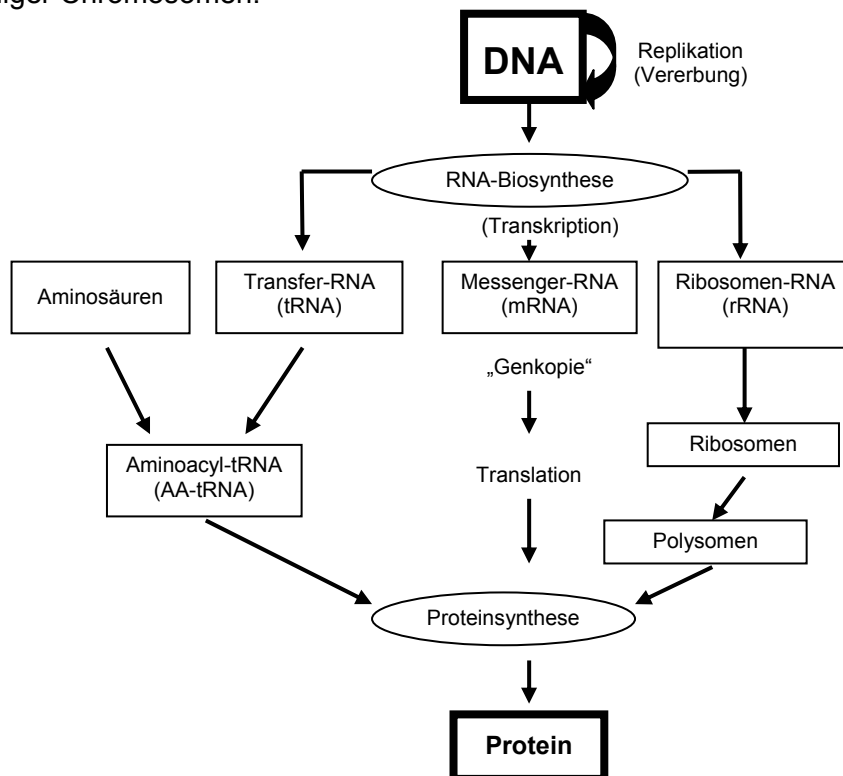


Abb. 3.2: Schematische Darstellung der wichtigsten Prozesse und Strukturen, die bei der Realisierung des genetischen Codes mitwirken (Blockschaltbild)

Die reifen Keimzellen (Spermien/Eizelle) enthalten nur einen einfachen (= haploiden) Chromosomensatz, da sich sonst die Genomgröße in jeder Generation verdoppeln würde. Man schätzt, dass etwa 30.000 bis 35.000 Gene im Zellkern vorhanden sind.

Die Mitochondrien-DNA (mtDNA) enthält insgesamt 37 Gene. Da jedes Mitochondrium mehrere Kopien dieses ringförmigen DNA-Moleküls enthält und in einer einzelnen Zelle bis zu mehreren hundert Mitochondrien vorhanden sein können, kann die gesamte mitochondriale DNA-Menge einer somatischen Zelle bis zu 0,5 % der nukleären DNA-Menge erreichen. Interessant ist, dass nur ca. 20 % der im Zellkern vorhandenen DNA „Gene und genähnliche Sequenzen“ darstellen. 80 % des vorhandenen DNA-Materials im Zellkern ist „extragene DNA“, deren Bedeutung zum Teil noch ungeklärt ist (Abb. 3.3).

Extragene DNA

In den letzten 10 Jahren hat man sich verstärkt auch der „extragenen“ DNA, das heißt DNA außerhalb von Genen, zugewandt (Abb. 3.3). Hier erfährt vor allem die schwach- bis hochrepetitive DNA eine besondere Aufmerksamkeit. Nach der Anordnung der repetitiven DNA sind zwei Arten zu nennen:

- die **Tandemwiederholung** (= „**tandem repeats**“),
- die **verstreute Sequenzwiederholung** (in Form der **SINEs** [= short interspersed nuclear elements] oder **LINEs** [= long interspersed nuclear elements]).

Bei den Tandemwiederholungen werden - in Abhängigkeit von der Länge der Wiederholungseinheit - verschiedene Klassen unterschieden:

- die **Satelliten-DNA**,
- die **Minisatelliten-DNA**,
- die **Mikrosatelliten-DNA**.

Die Begriffswahl für verschiedene Tandem-Sequenzwiederholungen ist in der Literatur zum Teil uneinheitlich.

Satelliten-DNA wird nicht transkribiert. Sie besteht aus sehr langen tandemförmigen Wiederholungseinheiten, die insgesamt bis zu einigen Megabasen (Mb) umfassen können.

Die Minisatelliten-DNA ist demgegenüber eine mittelgroße tandemförmige Wiederholungseinheit.

Ein typisches Beispiel für eine Minisatelliten-DNA ist die Telomerfamilie, die, wie der Name erkennen lässt, im Telomerbereich der Chromosomen (= Chromosomenenden) zu finden ist.

Die Mikrosatelliten-DNA besteht aus sehr kurzen Wiederholungseinheiten, die meist nur 1 bis 4 Basenpaare (bp) umfassen.

(Mikrosatelliten werden manchmal auch als STRs [= short tandem repeats] bezeichnet, doch diese Bezeichnung wird auch auf die synthetischen Wiederholungssequenzen [= STR-Probes] angewandt, die dem Nachweis von Minisatellitensequenzen dienen).

Mikrosatelliten-DNA ist über das ganze Genom verteilt. Meist findet man sie in den Abschnitten zwischen den Genen oder in Introns. In seltenen Fällen sind sie auch in codierenden Sequenzen gefunden worden.

Da die Anzahl der hintereinander liegenden Wiederholungseinheiten an einem bestimmten Locus bei verschiedenen Individuen sehr differenziert ist, lassen somit diese DNA-Abschnitte ein „individuelles Muster“ erkennen. Sie können deshalb zur Identitätssicherung (= „DNA-Fingerprinting“) genutzt werden. Hierbei sind möglichst gleichzeitig genügend viele Loci, an denen sich einfache, kurze Tandemwiederholungen befinden, einzubeziehen.

Man vermutet, dass Polymorphismen aufgrund einer unterschiedlichen Anzahl an Wiederholungen (VNTRs = variable number of tandem repeats) vorrangig durch einen Mutationsvorgang bei der DNA-Replikation (= Fehlpaarungen durch Strangverschiebungen [engl.: slipped strand mispairing]) entstehen. Zusätzlich zur Variabilität in der Zahl der Wiederholungen innerhalb bestimmter DNA-Bereiche ist ein Polymorphismus auch durch DNA-Sequenzänderungen in der Nachbarschaft der Wiederholungseinheiten möglich.

Obwohl die Bedeutung der Mikrosatelliten- aber auch Minisatelliten-DNA noch nicht vollständig geklärt ist, hat somit bereits ihre Nutzung in der praktischen Züchtung begonnen.

Mitochondrien-DNA wird stets nur von der Mutter auf ihre Nachkommen übertragen. Die gesonderte Beachtung der mitochondrialen Vererbung in der Züchtungspraxis kann wie folgt zusammengefasst werden:

- spezifische Einbeziehung in die Selektion (Erbspfad Sau-Sau)
- gezielte Oozyten-Auswahl im Rahmen der In-vitro-Erzeugung von Embryonen
- Bewertung der Erhaltungswürdigkeit von Rassen
- Erfassung möglicher mitochondrialer Erkrankungen
- mögliche Überschätzung der Pedigree-Zuchtwerte von Jungebern (bei Nichtberücksichtigung der mt-DNA-Einflüsse der Mutter).

Vergleichende Genkarten zeigen, dass das Schweine- und Humangenom ähnlicher sind als vergleichsweise das Maus- und Humangenom (Thomas et al., 2003). In der vergleichenden Genkartierung werden zusätzlich definiert:

Homologe DNA-Abschnitte: DNA-Sequenzen, die in ihrer Sequenz eine hohe Übereinstimmung aufweisen und mutmaßlich aus einer Ausgangssequenz hervorgegangen sind. Eine weitere Einteilung erfolgt in:

- **Orthologe DNA-Bereiche:** Weisen eine hohe Übereinstimmung der Sequenz zwischen verschiedenen Spezies auf und werden als Nachfolger einer gemeinsamen Vorläufersequenz angesehen
- **Paraloge DNA-Bereiche:** Kommen in ein und derselben Spezies vor und zeigen eine hohe Übereinstimmung ihrer Basensequenz; Vervielfältigung einer Ausgangssequenz; Entstehung von Genfamilien.

Die mittlere Länge konservierter syntänischer Segmente zwischen Schwein und Mensch ist fast doppelt so lang wie die durchschnittliche Länge konservierter syntänischer Segmente zwischen Maus und Mensch (Thomas et al., 2003). Weiterhin zeigt sich, dass neben organisatorischen Ähnlichkeiten zwischen menschlichem und Schweinegenom auch Ähnlichkeiten auf Nukleotid-Niveau zu finden sind.

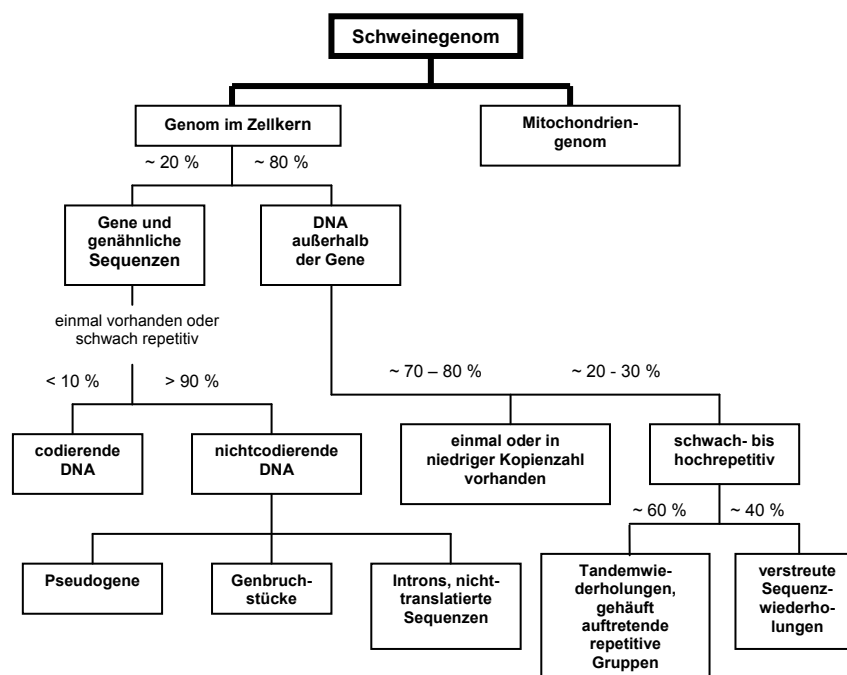


Abb. 3.3: Schematische Struktur des Schweinegenoms

Stand der Kartierung des Kerngenoms

Der Stand der Kartierung des Schweinegenoms ist im Vergleich zum menschlichen Genom noch gering. Internationale Projekte lassen aber auch hier einen schnellen Erkenntniszuwachs erwarten. Gleichwohl steht die Genomanalyse hinsichtlich der Kartierung und Aufklärung der molekularen Grundlagen wichtiger Nutzeigenschaften des Schweines erst am Anfang. Darüber hinaus wird an den Erfolgen der Kartierung des menschlichen Genoms partizipiert, da eine gewisse "konservierte Übereinstimmung" spezifischer Chromosomenabschnitte beim Menschen und Schwein zu beobachten ist.

Beispielsweise ist das „Swine Genome Sequencing Consortium (SGSC)“ im September 2003 gebildet worden (Schook et al., 2005). Vorgesehenes Ziel: internationale Koordination des Sequenzierung und weitere Aufklärung des Schweinegenoms. Zurzeit sind mehr als 3000 kartierte Loci für das Schweinegenom katalogisiert (z.B.: <http://www.theark-db.org>).

Für die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Genvarianten stehen zwischenzeitlich entsprechende gendiagnostische Verfahren zur Verfügung, die im Rahmen der züchterischen Verbesserung der jeweiligen Leistungen beim Schwein Anwendung finden können:

Tab. 3.4: Gene bzw. Genvarianten, die signifikant phänotypische Merkmale beim Schwein beeinflussen (Auswahl nach Schwerin u.a., 2006)

Merkmals	Locus	Phänotyp	Mutation	Referenz
Erkrankung	<i>FUT1</i> 2000	Ödemerkrankung	Punktmutationen	Meijerink et al.,
Fellfarbe	<i>KIT</i>	weiße Fellfarbe	Duplikation	Johansson Moller et al., 1996
	<i>MC1R</i>	schwarze Fellfarbe	Punktmutation	Kijas et al., 1998
Stressempfindlichkeit	<i>RYR1</i>	Maligne Hyperthermie Syndrom (MHS)	C/T Transition	Fuji et al., 1991
Wachstum	<i>MC4R</i>	Wachstum, Fettgehalt	Punktmutation	Kim et al., 2000
Schlachtkörperszusammensetzung und Fleischqualität	<i>H-FABP</i>	intramuskulärer Fettgehalt		Gerbens et al., 1997
	<i>PRKAG3</i>	Anstieg des Glykogengehalts	Punktmutation	Milan et al., 2000
	<i>RYR1</i>	verminderte Fleischqualität	C/T Transition	Fuji et al., 1991
	<i>AGRP</i>	Fleischqualität und Wachstum		Kim et al., 2000
	<i>LEP</i>	Fettanteil, Magerfleischanteil		Hardge et al., 2000
	<i>LEPR</i>	Fettanteil, Magerfleischanteil		Hardge et al., 2000
Fruchtbarkeit	<i>RARG</i>	Wurfgröße	Punktmutation	Messer et al., 1996
	<i>FSHB</i>	Wurfgröße	Punktmutation	Zhao et al., 1998; Li et al., 1998
	<i>RBP4</i>	Wurfgröße	Punktmutation	Messer et al., 1996; Rothschild et al., 2000
	<i>ESR</i>	Wurfgröße	Punktmutation	Rothschild et al., 1996
	<i>PRLR</i>	Wurfgröße	Punktmutation	Vincent et al., 1998

Beispielsweise handelt es sich beim **Malignen Hyperthermie-Syndrom (MHS)** um eine erblich bedingte Krankheitsdisposition (mit einem einfachen, autosomal rezessiven Erbgang). Bei stressempfindlichen Schweinen kann das Maligne Hyperthermie-Syndrom „künstlich“ - wie vor ca.15 Jahren als spezifischer Test in der Schweinezucht noch üblich - mit dem Narkosemittel Halothan ausgelöst werden.

Das MHS-Gen ist seit längerer Zeit identifiziert. Eine nachgewiesene Mutation in dem Ryanodin-Rezeptorgen ist Ursache für diesen Gendefekt (= der Ryanodin-Rezeptor ist für die Calcium-Regulation der Skelett-Muskulatur von zentraler Wichtigkeit).

Man findet die beiden Allelvarianten N und n vor. Dabei steht N für die dominant wirkende Genvariante der Stressresistenz und n für die rezessive Genvariante einer Stressempfindlichkeit. Stressresistente reinerbige Tiere haben folglich den Genotyp NN; mischerbige (heterozygoten) Schweine den Genotyp Nn. Stressempfindlichen Tiere besitzen den MHS-Genotyp nn. In der Zuchtpraxis werden *vereinbarungsgemäß* stressresistente reinerbige (=homozygote) Tiere mit **NN**, der mischerbige Genotyp aber mit **NP** und der reinerbig stressempfindliche Genotyp mit **PP** bezeichnet (vgl. auch Abschnitt 2.4).

Die Landrasse- bzw. Edelschweinherdbuchpopulationen sind nahezu 100 % reinerbig stressstabil. Die weitere Stresssanierung der Rasse Piétrain wird bundesweit aktuell vorangetrieben.

Die meisten (wirtschaftlich interessanten) Nutzeigenschaften beim Schwein werden allerdings durch mehrere Genorte beeinflusst (= Polygenie), wobei jeder Genort nur einen kleinen Teil zur Merkmalsvariation beiträgt. Diese Genorte heißen QTL (engl.: Quantitative Trait Loci). Sie werden häufig von DNA-Markern erfasst, die diese QTLs gewissermaßen „flankieren“. Allerdings umspannen die verfügbaren Marker häufig einen DNA-Bereich von mehreren Millionen Basenpaaren. Darin eingeschlossen kann sich eine Vielzahl von Genen befinden. Von Interesse ist häufig nur eines oder wenige, so dass eine weitere Eingrenzung der QTL-Position mit immer enger werdenden Markern angestrebt wird.

Statistische Schätzfehler, die vor allem bei einem QTL mit kleinem Effekt leicht möglich sind, sowie der gleichfalls noch begrenzte Kenntnisstand über Gen-Gen-Interaktionen (Epistasie) erschweren zusätzlich die Verifikation molekulargenetischer Untersuchungsergebnisse und deren konsequente Nutzung in Praxis. Beispiel: Rothschild et al. (1996) zeigte - nach Rassenkreuzung - eine klare Beziehung zwischen einem vorliegenden Polymorphismus im Östrogen-Rezeptor-Locus (engl. ESR) und der Wurfgröße bei Sauen (bis 1,5 Ferkel/Wurf). Spätere Arbeiten - in anderen Populationen - bestätigen jedoch nicht diesen von Rothschild et al. (1996) gezeigten deutlichen Effekt (z. B. Gibson et al., 2002).

3.4 Leistungsprüfung und Erfassung der genetischen Variabilität

Unter Züchten versteht man generell die Beurteilung, Selektion und Verpaarung von Tieren einer Population mit dem Ziel, Nachkommen zu erzeugen, die in ihren Leistungen dem angestrebten Zuchtziel im Mittel näher stehen als die zugehörige Elterngeneration. Das Vorhandensein und die zuverlässige Erfassung der genetischen Variabilität ist die Grundlage jeder tierzüchterischen Arbeit.

Leistungs- und Qualitätsprüfungen sind kein Selbstzweck. Sie sind die Grundlage züchterischer Entscheidungen und dienen der fortlaufenden Qualitätskontrolle und Überprüfung der Gesundheit von Einzeltieren bzw. Tierbeständen. Leistungs- und Qualitätsprüfungen sind somit notwendiger fester Bestandteil aller Zuchtprogramme. Leistungsprüfungen werden entweder als **Feldprüfungen** in Praxisbetrieben oder als **Stationsprüfungen** in speziellen Prüfstationen durchgeführt (Tab. 3.5 u. Abb. 3.4).

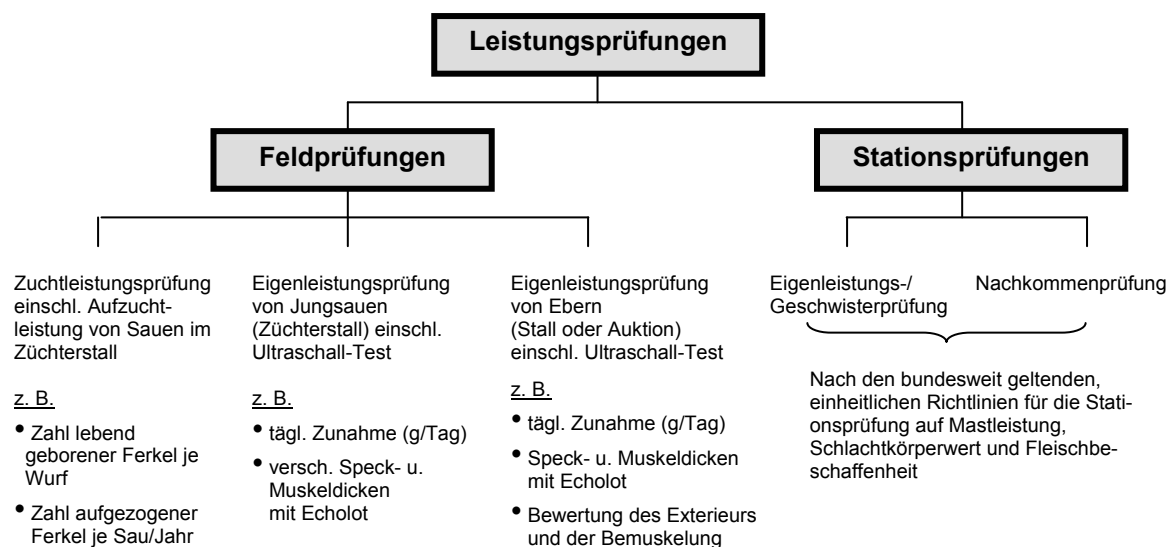


Abb. 3.4: Verschiedene Formen der Leistungsprüfung beim Schwein

Durch den permanent rückläufigen Anteil staatlicher Förderungen werden neuerdings auch kombinierte Feld- und Stationsprüfungen (z. B. im Rahmen der Kreuzungsnachkommenprüfung von Ebern) diskutiert. Zuchtleistungsprüfungen für die weiblichen Tiere sind vorzugsweise typische Feldprüfungen (mit Erfassung der Daten durch den Tierbetreuer/-besitzer).

Tab. 3.5: Vor- und Nachteile von Feld- bzw. Stationsprüfungen

Prüfungsform	Vorteile	Nachteile
Feldprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • kostengünstig • große Tierzahlen realisierbar • Einbeziehung von Genotyp -Umwelt - Interaktionen durch Prüfung in verschiedenen Umwelten 	<ul style="list-style-type: none"> • ungleiche Prüfbedingungen • hohe umweltbedingte Einflüsse; viele Einflussfaktoren • größere Fehlerquote
Stationsprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • einheitliche Prüfbedingungen • hohe Vergleichbarkeit • hohe Aussagekraft, falls Prüfbedingung repräsentativ für Praxis 	<ul style="list-style-type: none"> • generell höherer Kostenaufwand • begrenzte Prüfkapazitäten

Die großen Zuchtunternehmen (PIC, BHZP u.a.) testen potentielle Besamungseber vorrangig über unternehmenseigene Ebereigenleistungsprüfstationen (z. B. im BHZP pro Jahr über 3000 Eber in Spranz, Niedersachsen). Derartige Prüfungen erfordern einen sehr hohen Gesundheitsstatus in allen beteiligten Basiszuchten (Abb. 3.5).

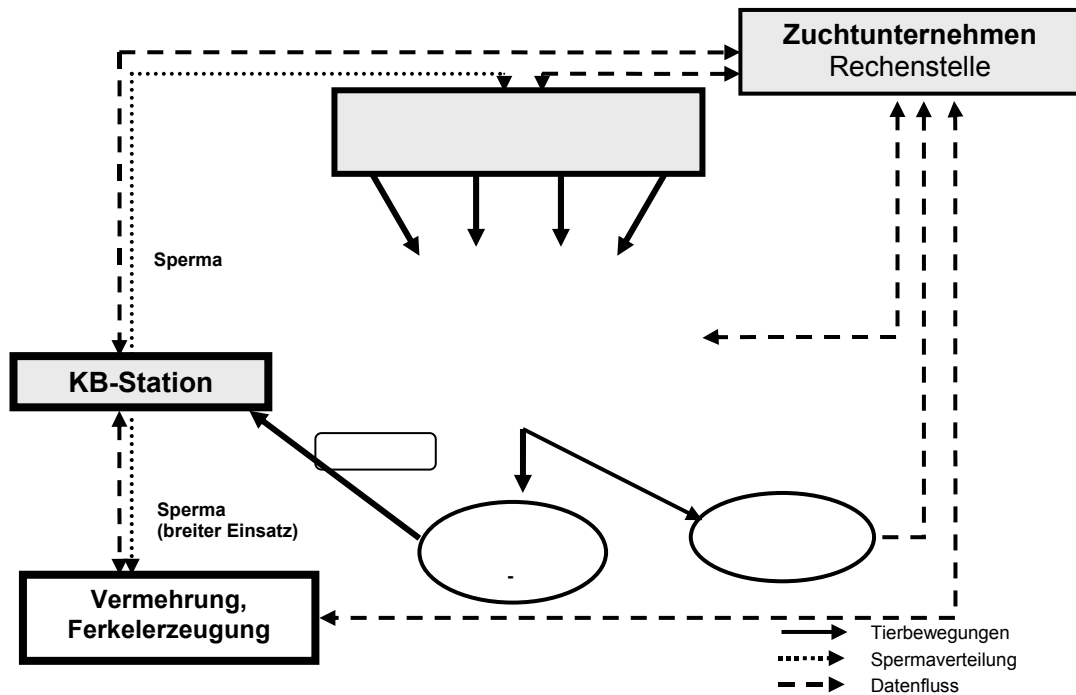


Abb. 3.5: Zentrale Stellung der stationären Eberleistungsprüfung zur vorrangigen Verbesserung der Mast- und Schlachtleistung in einem Zuchtunternehmen (Beispiel: BHZP, Prüfstation Spranz; Niedersachsen)

Die Anlieferung der Prüfungsferkel erfolgt i. d. R. frühzeitig (bei BHZP in einem Alter von etwa 28 Tagen). Nach altersgerechter Aufstallung und Fütterung wird mit ca. 80 bis 85 Lebenstagen eine linienspezifische Prüfung in Gruppen (10 bis 12 Tieren) begonnen. Nach ca. 80 Tagen ist hier die Prüfung der Mutter- bzw. Vaterlinien abgeschlossen. Ermittelt werden folgende Merkmalskomplexe im BHZP (nach Firmenangaben):

Alle geprüften Eber:

- Zunahmen, Futterraufnahme
- Ultraschallmessung der Speck- und Muskeldicken
- Exterieurbeurteilung nach linearem Schema.

Zusätzlich von den nicht zur Zucht selektierten Ebern (90 %) im Schlachtbetrieb:

- Speckmaße an der Schlachthälfte
- Rückenmuskelfläche
- FOM-Magerfleischanteil
- Fleischbeschaffenheit.

Die Züchtervereinigungen/Herdbuchzuchten nutzen stationäre Prüfungen (= LPA-Prüfungen) vor allem im Rahmen der Merkmalerfassung für die Mast- und Schlachtleistung sowie für die Erfassung der Fleischbeschaffenheit von Voll- bzw. Halbgeschwisterprüfung (VGP, HGP) von züchterisch interessanten Reinzuchtieren [z. B. reinrassigen Pietrains] (Abschn. 3.6).

Weitere Leistungsprüfung: Feldprüfung von Kreuzungsnachkommen

Die Erzeugung von Schlachtschweinen erfolgt heute überwiegend auf der Basis von Kreuzungs- oder Hybridzuchtprogrammen. Aus der Sicht der Fleischerzeugung besitzen somit Leistungsinformationen von Masthybriden (= „Endprodukte“) besondere Bedeutung.

Aus züchterischer Sicht ist die zusätzliche Testung von Kreuzungsnachkommen vor allem dann gerechtfertigt, wenn unterschiedliche Gene/Genwirkungen in Reinzucht bzw. Kreuzung „aktiviert“ werden (= Abweichung der Reinzucht-Kreuzungs-Korrelationen für das betreffende Merkmal von „Eins“; $r_g \leq 1,0$) (Abschn. 3.7).

In einigen Regionen sind schon seit längerem vertraglich gebundene Testbetriebe gezielt in Zuchtprogramme integriert worden, in denen Endprodukte aus der Stufe der Ferkelerzeugung - zur Bewertung der KB-Eber unter Praxisbedingungen - gemästet werden (Abb. 3.6).

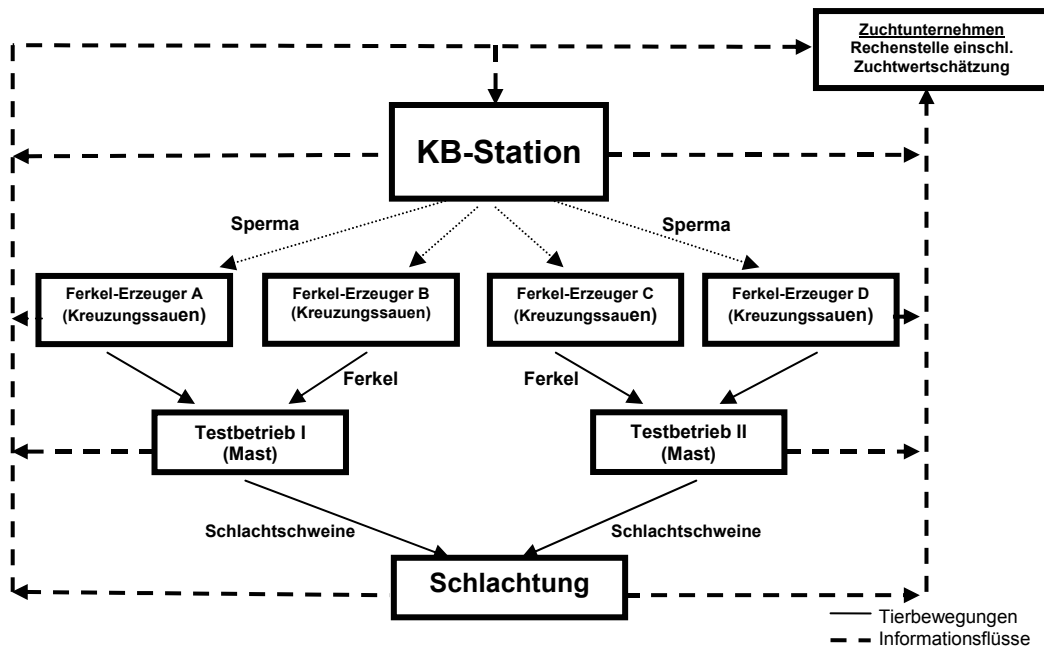


Abb. 3.6: Struktur einer Feldprüfung von Kreuzungsnachkommen zu testender Eber eines Zuchtunternehmens

Voraussetzung ist eine eindeutige Dokumentation und Tierkennzeichnung - beginnend bei der Besamung der Muttertiere in der Ferkelerzeugung – bis hin zur Schlachtung. Der besondere Vorzug einer derartigen Prüfung ist die Realisierbarkeit von größeren Nachkommenszahlen je Prüferer vergleichsweise gegenüber der Stationsprüfung. Verständlicherweise ist eine derartige Prüfung nicht völlig ohne personell-organisatorische Aufwendungen machbar.

Stichproben- oder Warentest

Dieser Test umfasst die Prüfung von Sauen in der Stufe der Ferkelerzeugung sowie der Mast- und Schlachtleistung von Endprodukten verschiedener Kreuzungs- bzw. Hybridzuchtprogramme. Die Fruchtbarkeit der Sauen wird in der Regel durch Kombination aus Zählverfahren und/oder Auswertung von Sauenplanerdaten vorgenommen; die Prüfung der Endprodukte erfolgt sinnvollerweise in einer neutralen Prüfeinrichtung (= Station).

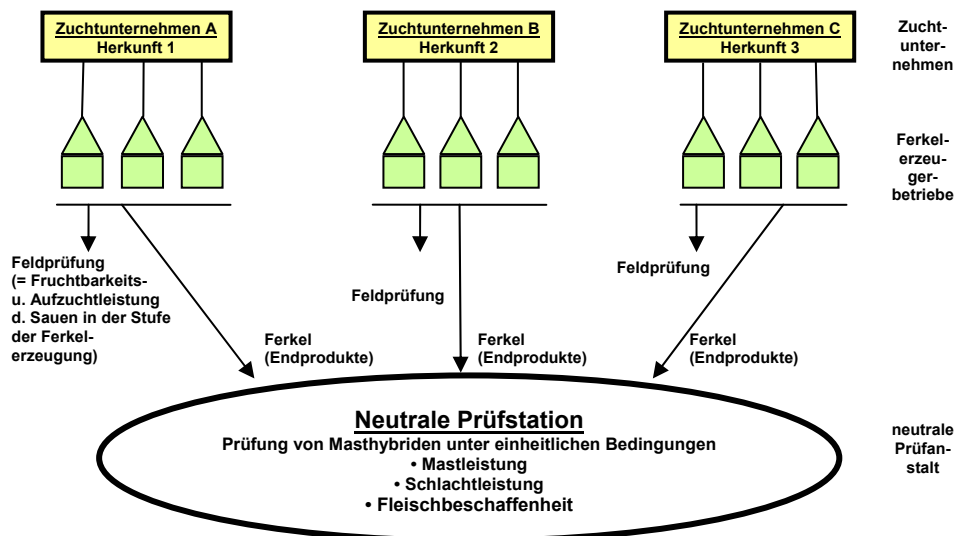


Abb. 3.7: Bewertung von Schweinen (Kreuzungssauen, Masthybriden) verschiedener Zuchtunternehmen im Sinne eines Waren- oder Stichprobentests

Nach dem aktuell vorliegenden Entwurf eines neuen deutschen Tierzuchtrechts soll genau diese wertvolle(!) Prüfung ersatzlos wegfallen. Der Vorschlag der Verfasser lautet hier: Fort-

führung des bisherigen Stichprobentests (Warentests) durch gezielte Projektförderung im Sinne eines Verbraucherschutzes für Sauenhalter bzw. Mäster!

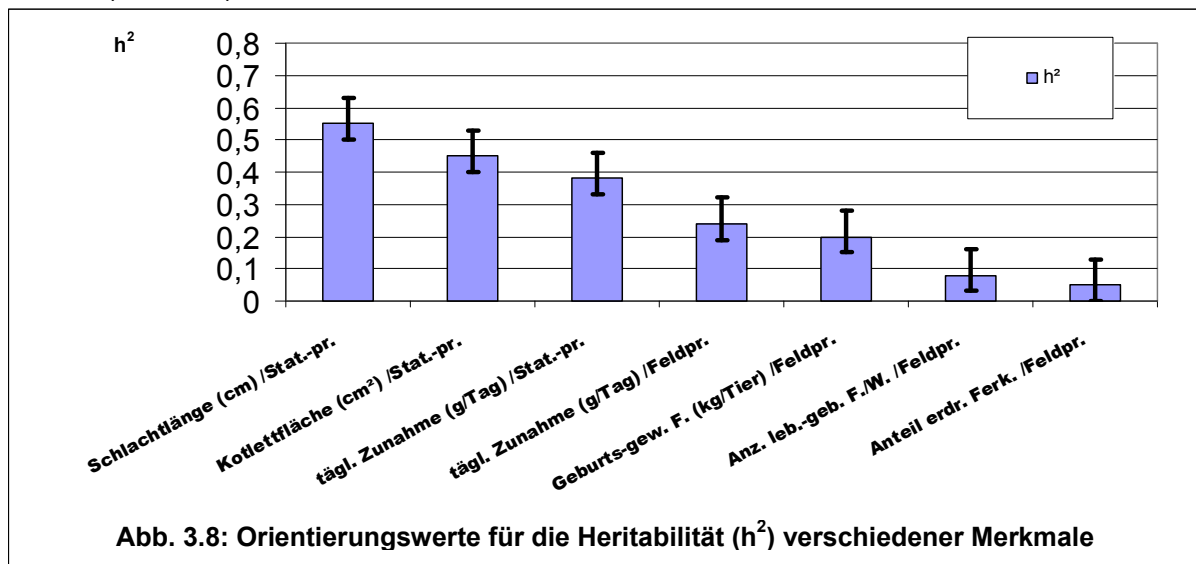
Erfassung der genetischen Variabilität in einer Reinzuchtpopulation (Rasse)

Obwohl alle grundlegenden Erkenntnisse der Genetik auf Vererbungsstudien an qualitativen Merkmalen (= Merkmale, die von Einzelgenen bestimmt werden) beruhen, zeigen die meisten wichtigen Nutzeigenschaften (z.B. Proteinansatz/Zunahme, Körpergewicht) eine kontinuierliche Variation. Die Ursachen sind in einer Vielzahl beteiligter, frei kombinierbarer bzw. teilweise gekoppelter Gene (= Polygenie) sowie in der gleichzeitig gewöhnlich starken umweltbedingten Beeinflussbarkeit zu sehen. Damit ist die auf einer eindeutigen Klassifizierung von Phänotypen beruhende "Mendel"-Analyse bei quantitativen Merkmalen nicht möglich. Für diese Merkmale gleicht die Häufigkeitsverteilung innerhalb einer genügend großen Herde einer „Glocke“ (= Gaußsche Glockenkurve). Mit anderen Worten: die meisten Beobachtungswerte sind symmetrisch um den Mittelwert zu finden.

Die Bestimmung der genetischen Varianz (s^2_g) erfolgt hier durch Auswertung der Ähnlichkeit („Kovarianz“) verwandter gegenüber nichtverwandter Tiere auf der Basis genetisch-statistischer Verfahren. Im Interesse der Vergleichbarkeit wird die genetische Varianz häufig in Bezug zur Gesamtvarianz (s^2_p = phänotypische Varianz) angegeben (mit s^2_u = umweltbedingte oder nichtgenetische Varianz). Diesen Varianzanteil nennt man auch Heritabilität (h^2):

$$h^2 = \frac{s^2_g}{s^2_p} = \frac{s^2_g}{s^2_g + s^2_u}$$

Die Heritabilität kann Werte zwischen 0 und 1 (bzw.: zwischen 0 % und 100 %) annehmen. Der mögliche Erfolg selektiver Maßnahmen ist generell umso höher, je bedeutender die genetische Varianz an der Gesamtvarianz ist. Folgende Orientierungswerte können gegeben werden (Abb. 3.8):



Zu vermerken bleibt, dass die **Heritabilität (h^2)** eines Merkmals in verschiedenen Populationen/Rassen differenziert sein kann und zusätzlich eine Abhängigkeit von der Art und Weise der Merkmalerfassung (Leistungsprüfung auf Station oder im Feld, Fütterungsvariante etc.) einschließlich des zugehörigen Produktionsniveaus besteht. Kurz: Die genetisch bedingte Varianz ist in verschiedenen Populationen verständlicherweise nicht notwendigerweise gleich und auch die umweltbedingte Varianz kann in verschiedenen Umwelten/Prüfeinheiten deutlich differenziert sein. Neben der Heritabilität interessieren die genetischen Beziehungen zwischen den Merkmalen. Ihre Erfassung erfolgt durch Bestimmung der genetischen Korrelation (r_g), die Werte zwischen $-1,0$ und $+1,0$ annehmen kann (Tab. 3.6 und 3.7).

Tab. 3.6: Beisp. A: Genetische Korrelationen (oberhalb d. Diagonalen) und Heritabilitäten für verschiedene Merkmale (Ergebnisse der Stationsprüf. in der LPA Rohrsen; Rasse: Pietrain; reinrassig)

	tägl. Zunahme (TZ) (g/Tag)	MFA (%)	Fleischfläche (FF) (cm ²) ^{xxx}	Leitfähigkeit (Kotl., 24 h) ^{xx}	pH-1-Wert ^x (pH ₁)	pH-24-Wert ^{xx} (pH ₂₄) ^{xx}
TZ	0,32	-0,32	-0,26	-0,18	0,10	0,03
MFA		0,37	0,88	0,30	-0,27	0,10
FF			0,37	0,24	-0,22	0,10
LF ₂₄				0,31	-0,92	0,08
pH ₁					0,26	0,00
pH ₂₄						0,10

Anm.: MFA = Muskelfleischanteil, ^x) erfasst 45 min. nach Schlachtung, ^{xx}) erfasst 24 h nach Schlachtung, ^{xxx}) im Musculus longissimus dorsi (m. l. d.); Quelle: Ruten, Schön, Brade u. a. (2002); Datenumfang: 5467 geprüfte Tiere

Tab. 3.7: Beisp. B: Genetische Korrelationen (oberhalb d. Diagonalen) und Heritabilitäten für verschiedene Merkmale (Ergebnisse der Stationsprüf. in der LPA Rohrsen; Rasse: Deutsche Landrasse, DL)

	tägliche Zunahme - TZ- (g/Tag)	MFA (%)	Fleischfläche (FF) (cm ²) ^{xxx}	Leitfähigkeit (Kotl., 24 h) ^{xx}	pH-1-Wert ^x (pH ₁)	pH-24-Wert ^{xx} (pH ₂₄) ^{xx}
TZ	0,34	-0,02	-0,02	-0,01	0,10	0,15
MFA		0,44	0,90	0,32	-0,23	0,18
FF			0,45	0,36	-0,32	0,16
LF ₂₄				0,32	-0,93	0,40
pH ₁					0,27	0,24
pH ₂₄						0,30

Quelle: Ruten, Schön, Brade u. a. (2002); Datenumfang: 3247 geprüfte Tiere der Mutterrasse DL

Ist die genetische Korrelation $r_g = 0$, besteht keine Abhängigkeit zwischen den beiden Merkmalen. Ist die genetische Korrelation nahe Eins ($r_g = \leq 1,0$), besteht ein enger positiver Zusammenhang. Strebt die Korrelation gegen -1 ($r_g \geq -1,0$), so besteht ein deutlich negativer Zusammenhang, d. h., verbessern sich die Merkmalswerte bezüglich einer Eigenschaft reduzieren sich die Merkmalswerte in der anderen Eigenschaft.

Zuchtwertschätzung (BLUP)

Bei der Zuchtwertschätzung werden Leistungs- und Abstammungsinformationen miteinander verknüpft, um die genetische Veranlagung eines Tieres aus der beobachtbaren (= phänotypischen Leistung) bestmöglich zu ermitteln. Der Zuchtwert eines Tieres ist im Gegensatz zu seinem Genotyp keine fixe, sondern eine variable Größe und ändert sich mit der jeweiligen Population, zu der man das betreffende Tier in Beziehung setzt.

Mathematische Definition des Zuchtwertes: Nach der Theorie der Populationsgenetik entspricht der *wahre Zuchtwert* eines Tieres für ein bestimmtes Merkmal folgender Beziehung (Essl, 1996):

$$ZW = 2 \cdot (NKD - PD)$$

mit PD = Durchschnitt der jeweiligen Referenzpopulation,
 NKD = Leistungsdurchschnitt der Nachkommen des Tieres,
 ZW = zuchtwertbedingte Abweichung des Tieres von PD,

wenn folgende (idealisierte) Annahmen zutreffen:

- die Paarungspartner reflektieren genetisch die Referenzpopulation,
- die Anzahl der Nachkommen geht gegen unendlich,
- die Umwelt, in der die Nachkommen ihre Leistung erbringen, muss im Durchschnitt jener der Referenzpopulation vollständig entsprechen.

Die Multiplikation der Abweichung (NKD - PD) mit 2 berücksichtigt den Fakt, dass ein Tier die Erbanlagen seiner Nachkommen nur zur Hälfte bestimmt, während die andere Hälfte von den jeweiligen Paarungspartnern stammt.

Betrachtet man die oben dargestellte Definition des Zuchtwertes, so wird klar, dass der *wahre Zuchtwert* eines Tieres unbekannt bleibt, weil die für seine Bestimmung notwendigen Bedingungen in der Praxis nie vollständig erfüllbar sind (Essl, 1996). Grundlage der aktuellen Zuchtwertschätzung ist deshalb die Beschreibung beobachtbarer Leistungen mittels eines gemischten linearen Modells, indem die auszuwertenden Tiere in aller Regel als zufällig und die gleichzeitig zu erfassenden verschiedenen (!) Umwelteinflüsse als fixe Einflussgrößen betrachtet werden. Die moderne Zuchtwertschätzung beinhaltet folglich den Aufbau und die Lösung eines umfangreichen Gleichungssystems. Das so genannte **BLUP-Verfahren (BLUP = Best Linear Unbiased Prediction)** hat hier seine konsequente Anwendung erfahren.

Das BLUP-Verfahren setzt Kenntnisse in der Matrizenrechnung voraus. Gleichzeitig sind zuverlässige Kenntnisse über verschiedene genetische Parameter erforderlich. Detaillierte Beschreibungen der verwendeten Zuchtwertschätzmodelle findet man Online bei den zuständigen Rechenstellen. Aktuell wird an der zusätzlichen Integration von molekulargenetischen Daten in das BLUP-Zuchtwertschätzverfahren gearbeitet (z. B. Reinhardt et al., 2003).

Die konsequente Teilnahme der schweinehaltenden Betriebe einschließlich der Schlachtbetriebe an der Leistungsermittlung/Datenerfassung stellt die Grundlage des Prüfeinsatzes von Testeberrn im Feld dar. Gleichzeitig nimmt die Verantwortung der Betriebe für die Qualität der zu erhebenden Daten stetig zu, da die staatliche Förderung der Leistungsprüfung abnimmt bzw. künftig möglicherweise völlig entfällt.

Genetischer Fortschritt innerhalb einer Population (Rasse)

Der mögliche Selektionserfolg (ΔG) pro Jahr wird bei Auslese innerhalb der Rasse (Population) von folgenden Faktoren bestimmt:

- Genauigkeit der Zuchtwertschätzung (r_{zw})
- Selektionsintensität (i)
- genetische Variabilität (s_g^2)
- Generationsintervall (L).

Dazu kommen weitere Faktoren (Populationsgröße, Zahl der gleichzeitig berücksichtigten Merkmal etc.) auf deren Darstellung hier verzichtet werden soll.

Der zu erwartende Selektionserfolg kann mit folgender Gleichung näherungsweise bestimmt werden:

$$\Delta G/\text{Jahr} = \frac{r_{zw} \cdot i \cdot s_g}{L}$$

Die Selektionsintensität (i) ist vom Anteil der zur Zucht verwendeten Tiere abhängig. Sie ist umso höher je geringer der Anteil derjenigen Tiere ist, die zur Weiterzucht verwendet werden. Auf der Ebene der Population (= Fortpflanzungsgemeinschaft) sind vier Pfade zu berücksichtigen:

- Vater - Sohn (VS)
- Vater - Tochter (VT)
- Mutter - Sohn (MS)
- Mutter - Tochter (MT).

Modellrechnungen belegen, dass der Zuchtfortschritt innerhalb einer selektiv bearbeiteten Reinzuchtpopulation vor allem von der konsequenten Auslese zuverlässig geprüfter Vatertiere abhängt (Erbbfad: VS, VT).

3.5 Praktische Durchführung der Stationsprüfung

(Auszug aus der Richtlinie für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit beim Schwein vom 01.01.2004)

Im Interesse einer bundeseinheitlichen Durchführung der Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit hat der Ausschuss für Leistungsprüfungen und Zuchtwertfeststellung beim Schwein (ALZ) des Zentralverbandes der Deutschen Schweineproduktion (ZDS) eine Richtlinie für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit beim Schwein beschlossen, die hier gekürzt wiedergegeben werden soll:

Inhalt

- Beschickung der Leistungsprüfungsanstalt (LPA)
- Durchführung der Prüfung
- Erfassung und Berechnung von Daten der Mastleistung, Tiergesundheit und des Schlachtkörperwertes
- Erfassung und Berechnung von Daten zur Fleischbeschaffenheit
- Auswertung der Prüfungsgruppen
- Veröffentlichung der Prüfungsergebnisse

Beschickung der Leistungsprüfungsanstalt (LPA)

Die LPA stellt gemeinsam mit den für die Beschickung zuständigen Stellen einen Beschickungsplan auf und regelt die Anlieferung bzw. Abholung der Prüfungsgruppen.

Die Bezahlung der Ferkel wird zwischen dem Träger der LPA und den im Einzugsgebiet tätigen Zuchtorganisationen, deren Mitglieder die LPA beschicken, geregelt.

Für die Anlieferung der Prüfungstiere sind folgende Angaben durch die Zuchtorganisation erforderlich:

- Name und Anschrift des Beschickers
- Kennzeichnung der Prüfungstiere (Ohrnummer = Mutter- und Spitzennummer)
- Abstammung des Wurfes (Vater und Mutter), Geburtsdatum und Nummer des Wurfes, aus dem die Prüfungstiere stammen.
- Rasse der Prüfungstiere, bei Kreuzungstieren Rasse der Eltern.

Der Leiter der LPA und seine Beauftragten sind berechtigt, die Prüfungsgruppen vor Anlieferung zu besichtigen und die Einstellung von ungeeigneten Gruppen in die LPA abzulehnen.

Eine Prüfungsgruppe besteht aus zwei gleichgeschlechtlichen und möglichst gleichmäßig entwickelten Tieren eines Wurfes. Bei Großgruppenhaltung mit Abruffütterung kann die Prüfungsgruppe auch aus mehr als zwei Tieren bestehen. Die Einstellung der Prüfungstiere erfolgt bis zu einem Höchstgewicht von 28 kg. Weitere Auflagen bezüglich Alter, Gewicht oder Geschlecht können durch die jeweilige LPA mit der für die Beschickung zuständigen Stelle festgelegt werden.

Die für die Beschickung zuständige Zuchtorganisation und der Schweinegesundheitsdienst (SGD) sorgen dafür, dass nur gesunde Tiere aus gesunden Beständen zur Prüfung kommen. Gegebenenfalls kann ein amtstierärztliches Gesundheitszeugnis verlangt werden.

Die Verantwortung für die Einhaltung aller Anlieferungsbedingungen liegt beim Beschicker. Bis zum Beginn des Prüfungsabschnittes kann der Leiter der LPA oder dessen Beauftragte die Rücknahme oder den Austausch von Tieren veranlassen. Die Gründe dafür sind dem Beschicker und der Zuchtorganisation mitzuteilen.

Zur Sicherung der Abstammung werden von mindestens 5% der jährlich angelieferten Prüfungsgruppen Blutgruppenuntersuchungen durchgeführt. Alternativ sind auch DNA-Abstammungsanalysen zulässig.

Durchführung der Prüfung

Die Prüftiere werden in vor der Belegung gereinigte und desinfizierte Buchten eingestallt. Der Stall soll dann eine Temperatur von 16 - 22°C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 60 - 70% haben. Soweit es die speziellen Verhältnisse der LPA zulassen, wird nur in Doppelbelegung (Zweiergruppen) oder in Großgruppen mit Abruffütterung geprüft.

Die Durchführung der Prüfung in Großgruppen ist in gesonderten Anlagen zu dieser Richtlinie geregelt.

(Vor Beginn des Prüfungsabschnittes erhalten die Tiere ein ADE-Vitaminpräparat. Eine vorbeugende Behandlung gegen Endo- und Ektoparasiten und infektiöse Erkrankungen ist in diesem Vorprüfabschnitt zulässig. Ein Betreten der Prüfungsställe ist für fremde Personen nur in begründeten Ausnahmefällen und mit Genehmigung des LPA-Leiters statthaft.)

Als Prüfungsabschnitt gilt der Lebendgewichtabschnitt von 30 – 105 kg. Der Zeitpunkt des Endes der Prüfung ist jedoch so einzurichten, dass bei allen Rassen ein *Schlachtgewicht warm* von möglichst genau 85 kg erreicht wird. Soweit es die räumlichen Bedingungen der LPA zulassen, ist bei den Mutterrassen eine Anhebung des Schlachtgewichtes auf 90 bis 95 kg erlaubt. In diesem Fall wird das Korrekturgewicht auf 92 kg festgelegt. Je LPA gilt aber nur ein Schlachtgewicht, das bei Veröffentlichung der Ergebnisse anzugeben ist.

Die Prüfungstiere werden bis zu Beginn des Prüfungsabschnittes und vor Prüfungsende wöchentlich ohne Nüchterung gewogen. Bei Erreichen des Prüfungsbeginns bzw. des Endes der Prüfung wird gleichzeitig die bis dahin verbrauchte Futtermenge festgestellt.

Scheidet ein Tier durch Erreichen des Prüfungsendgewichtes aus anderen Gründen (Ausfall) aus der Gruppe aus, so ist das Gewicht von beiden Tieren zum Zeitpunkt des Ausscheidens und die bis dahin verbrauchte Futtermenge zu erfassen.

Fütterung der Prüfungstiere

- Fütterungsregime

Während der Prüfung erfolgt die Fütterung ausschließlich ad libitum durch Selbstfütterungseinrichtungen und die Wasserversorgung durch Selbsttränken. Vor der Schlachtung ist die Futteraufnahme – auch bei Doppelbelegung – so zu unterbinden, dass eine mindestens 12 stündige Nüchterung gewährleistet ist. An das Futter werden bundesweit einheitliche (Mindest-)Forderungen gestellt (vgl. auch Kapitel 6).

Erfassung von Daten zur Tiergesundheit

Die Diagnose und die Art der Behandlung sind zu dokumentieren.

Erfassung und Berechnung von Daten

Ausgewertet werden alle Prüfungsgruppen, auch wenn Tiere während des Prüfungsabschnittes ausgefallen sind.

Eine gekürzte Erklärung zur Erfassung/Berechnung der Merkmale ist nachfolgend gegeben:

- Einstallgewicht

Gewicht bei Einstallung in den Prüfungsstall in kg

- Einstallalter

Alter bei Einstallung in den Prüfungsstall in Tagen

- Alter bei Prüfungsbeginn

Alter bei 30 kg in Tagen bzw. Alter bei Beginn des Prüfungsabschnittes nahe 30 kg (dann Angabe der exakten Lebendmasse bei Prüfbeginn)

- Alter bei Prüfungsende

Alter bei 105 kg in Tagen bzw. Alter bei Beendigung des Prüfungsabschnittes (bei Erfassung der Mastleistung ohne Interpolation) mit Angabe der Lebendmasse am Prüfende

- Mastendgewicht

Gewicht in kg am Tag vor der Schlachtung (ggf. hochrechnen; die Hochrechnung des Mastendgewichtes erfolgt mit der täglichen Zunahme).

- Tägliche Zunahme

Durchschnittliche tägliche Zunahme (in g) im Prüfungsabschnitt:

$$= \frac{\text{Zuwachs im Prüfungsabschnitt in kg}}{\text{Tage im Prüfungsabschnitt}} \times 1000$$

- Nettoprüftagszunahme (fakultativ)

$$= \frac{\text{Schlachtgewicht (warm) in kg minus (30 kg x 0,8)}}{\text{Alter bei Schlachtung - Alter bei Prüfbeginn}} \times 1000$$

- Nettolebenstagszunahme (fakultativ)

$$= \frac{\text{Schlachtgewicht (warm) in kg}}{\text{Alter bei Schlachtung}} \times 1000$$

- Futteraufwand je kg Zuwachs

$$= \frac{\text{Futtermittelverbrauch im Prüfungsabschnitt in kg}}{\text{Zuwachs im Prüfungsabschnitt in kg}}$$

- Nettofutteraufwand je kg Zuwachs (fakultativ)

$$= \frac{\text{Futtermittelverbrauch im Prüfungsabschnitt in kg}}{\text{Schlachtgewicht (warm) in kg minus (30 kg x 0,8)}}$$

- Tägliche Futteraufnahme (fakultativ)

$$= \frac{\text{Futtermittelverbrauch im Prüfungsabschnitt in kg}}{\text{Tage im Prüfungsabschnitt}}$$

Erfassung und Berechnung von Daten des Schlachtkörperwertes

Die Erfassung der Daten erfolgt innerhalb einer LPA möglichst einheitlich an der hängenden Schlachtkörperhälfte nach einer Abkühlzeit von mind. 12 Stunden.

- Schlachtkörpergewicht warm

Dieses umfasst das Gewicht des längsgeteilten Schlachtkörpers in kg ohne Beckenhöhlenfett, Nieren und Nierenfett bzw. Flomen, Zwerchfell sowie Zwerchfellpfeiler, unmittelbar nach der Schlachtung.

- Schlachthälftengewicht kalt

Dieses wird berechnet aus dem Schlachtkörpergewicht warm in kg, abzüglich 2 % Kühlverlust, geteilt durch zwei.

- Schlachtkörperlänge

Sie wird in cm an der hängenden Hälfte von der cranialen Kante des ersten Halswirbels bis zur cranialen Kante des Schlossknochens gemessen. Der erste Halswirbel ist durch Zurückbiegen des Kopfes erkennbar.

- Rückenspeckdicke

Sie umfasst die durchschnittliche Dicke des Rückenspecks an Widerrist, Rückenmitte und Lende in cm, wobei jeweils mit der Schublehre von der Trennlinie zwischen "Muskel" und "Speck einschließlich Palisadenzellen" bis zur "Außenkante Schwarte" gemessen wird. Die Messungen erfolgen senkrecht zur Außenkante Schwarte an folgenden Stellen:

- Widerrist (dickste Stelle)
- Rückenmitte (dünnste Stelle)
- Lende (dünnste Speckauflage über dem Lendenmuskel)

- Rückenmuskelfläche

Fläche des "musculus longissimus dorsi" am Kotelettanschnitt in cm². Der Kotelettanschnitt wird an der hängenden Hälfte vorgenommen, indem ein senkrecht zur Wirbelsäule verlaufender Planschnitt zwischen dem 13. und 14. Brustwirbelkörper erfolgt.

Die Durchtrennung der Knochen darf mit der Säge erfolgen. Der Schnitt durch den Muskel ist mit dem Messer zu führen.

Der Kotelettanschnitt wird fotografiert und im Maßstab 1 : 1 reproduziert. Dabei wird ein Stativ benutzt, das in der Mitte der Längsseite des Aufsetzrahmens die Messskala trägt. Diese Messskala soll so nahe wie möglich an den Muskel gebracht werden und der Anschnittfläche direkt aufliegen.

In Ausnahmefällen kann der Kotelettanschnitt auch durchgezeichnet werden (durchpausen).

Die Messung erfolgt mit dem Planimeter oder andere Techniken, mit mindestens der gleichen Genauigkeit und die vom ALZ zugelassen sind. Das z. Z. gebräuchlichste Verfahren ist die Aufnahme mit einer Digitalkamera und die Flächenmessung am PC (Abb. 3.9). Für die Rückenmuskelfläche erfolgt bei jedem Einzeltier rassespezifisch eine lineare Korrektur auf ein Schlachtkörpergewicht warm von 85 kg.

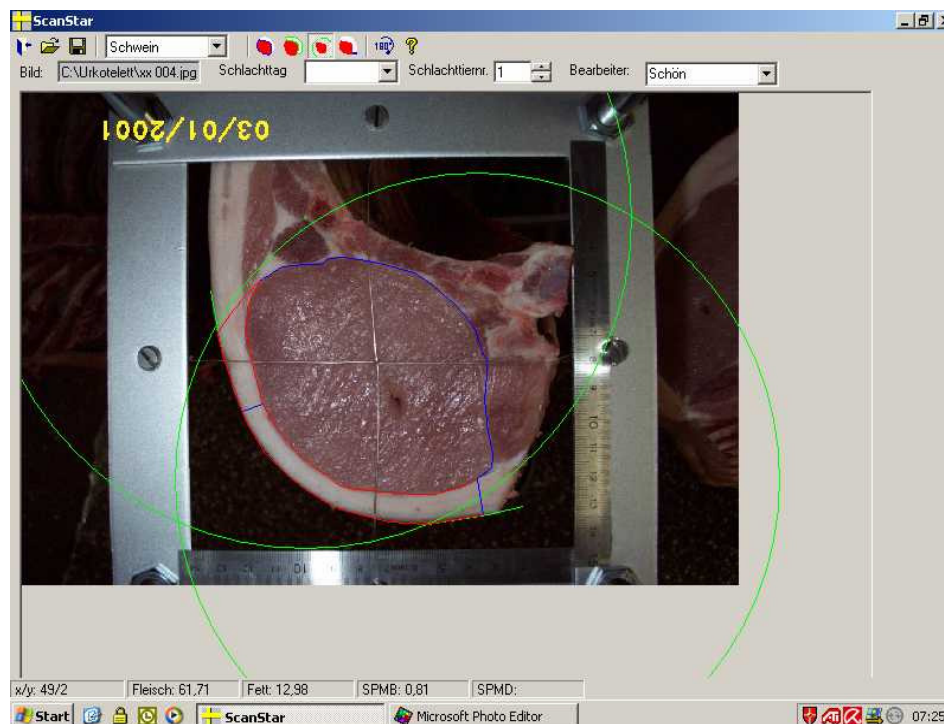


Abb. 3.9: Erfassung der Fleischfläche mittels Digitalkamera und PC

- Fettfläche

Fläche der Fettschicht über dem "musculus longissimus dorsi" am Kotelettanschnitt in cm². Zur Begrenzung der Fettfläche ist genau definiert. Vereinfacht dargestellt, wird sie begrenzt von einem Lot am oberen dorsalen (dem Rücken nächsten) Ende des Rückenmuskels und einem Zirkelschlag von dem Punkt des Rückenmuskels, der an seiner ventralen Seite (dem Bauch am nächsten) gefunden wird. Die Messung der Fettfläche erfolgt mit den gleichen Verfahren und der gleichen Technik, wie die Messung der Rückenmuskelfläche. Für die Fettfläche erfolgt bei jedem Einzeltier rassespezifisch eine lineare Korrektur auf ein Schlachtkörpergewicht warm (= SGW) von 85 kg.

- Fleisch: Fett-Verhältnis

Es wird unter Zugrundelegung des Quotienten von

Fettfläche (korrigiert auf 85 kg SGW)

Rückenmuskelfläche (korrigiert auf 85 kg SGW)

gebildet und ist als Verhältnis:

Fettfläche
1 : -----
Rückenmuskelfläche dargestellt.

- Speckdicke über Rückenmuskelfläche (Speckmaß B)

Diese ist die dünnste Stelle der Fettauflage über dem Rückenmuskel in cm und wird mit der Schublehre an der Hälfte oder auf der Kotelettfotographie festgestellt.

Andere Techniken, die mindestens die gleiche Genauigkeit aufweisen und vom ALZ zugelassen sind, dürfen verwendet werden.

- Seitenspeckdicke

Sie wird mit der Schublehre am Kotelettanschnitt der hängenden Schlachthälfte gemessen. Sie ist das größte fleischfreie Speckmaß senkrecht zur Schwarte in der Höhe des ventralen Endes des "musculus latissimus dorsi" einschließlich der Schwarte.

Ist dieser Punkt durch andere Muskeln überlagert, wird das seitliche Speckmaß an der dicksten fleischfreien Stelle genommen.

Wenn der in den Seitenspeck hineinragende Muskel "ausgeprägt", d.h. nicht unterbrochen ist und eine Dicke von mindestens 5 mm aufweist, wird das seitliche Speckmaß ebenfalls an der dicksten fleischfreien Stelle ventral des "musculus iliocostalis" genommen.

- Fleischanteil im Bauch

Der Fleischanteil (FA) in % ist anhand gültiger Formeln (Gruber Formeln) zu schätzen.

- Intramuskulärer Fettgehalt (fakultativ)

Der intramuskuläre Fettgehalt kann entweder nasschemisch oder mit zugelassenen physikalischen Analyseverfahren festgestellt werden. Diese müssen an dem sog. Soxhlett-Verfahren mit Säureaufschluss geeicht sein. Die Probenentnahme erfolgt im Anschnitt zwischen der 13./14. Rippe.

- Schinkengewicht (fakultativ)

Zur Feststellung des Schinkengewichtes in kg wird der Schinken von der Hälfte abgetrennt.

Nach Heraustrennung des Filetstückes erfolgt die Schnitfführung zwischen dem letzten und vorletzten Lendenwirbel (Langschnitt) senkrecht zur Längsachse (Wirbelsäule).

Die Grenze zwischen Lendenwirbel und Kreuzbein ist in der Regel durch eine Knorpelschicht in Dreiecksform zu erkennen; außerdem sind die Kreuzbeinwirbel bei 105-kg-Schweinen weitgehend miteinander verwachsen.

Die Feststellung des Schinkengewichtes erfolgt einschließlich Fettauflage, Eisbein, Spitzbein, Schwanz und Zuwamme, jedoch ohne Filet. Bleibt der Filetkopf am Schinken, erfolgt ein Abzug von 200 g. Fehlt der Schwanz, erfolgt eine Zuwaage von 200 g.

- Schinkenanteil (fakultativ)

Anteil des Schinkengewichtes am Schlachthälftengewicht kalt in %.

- Fleischanteil (nach Formeln)

Der Fleischanteil in % wird anhand gültiger Formeln („Bonner Formeln“), getrennt für Vater- bzw. Mutterassen, geschätzt.

Erfassung von Daten zur Fleischbeschaffenheit

- pH1-Kotelett

Die Messung erfolgt 35-45 Minuten post mortem (nach der Schlachtung) innerhalb einer LPA immer möglichst zum gleichen Zeitpunkt. Die Messung ist an der Hälfte durchzuführen, an deren Hinterbein das Tier zuerst aufgehängt wurde.

Die Messung erfolgt durch 4 cm tiefes Einstechen der Elektrode des pH-Meters zwischen die Dornfortsätze des 13. und 14. Brustwirbels. Vor der Messung ist die Temperatur der Schlachthälfte an der Einstich-Stelle zu messen und das pH-Gerät entsprechend einzustellen.

- Leitfähigkeit (LF) 1-Kotelett (fakultativ)

Die Messung erfolgt 40-50 Minuten post mortem ebenfalls immer möglichst zum gleichen Zeitpunkt. Die Messung ist an der gleichen Hälfte durchzuführen, wie die pH1 Messung. zuerst aufgehängt wurde.

Die LF1-Messung erfolgt durch Einstechen der Elektrode zwischen die Dornfortsätze des 12. und 13. Brustwirbels bis zu einer Tiefe von ca. 6 cm.

- LF24-Kotelett

Die Messung erfolgt 24 Stunden post mortem \pm 4 Stunden zwischen den Dornfortsätzen des 14. und 15. Brustwirbels bis zu einer Tiefe von ca. 6 cm.

- Fleischhelligkeit (OPTO-Wert)

Die Messung erfolgt unmittelbar nach der Kotelettfotografie am Kotelettanschnitt mit einem vom ALZ genehmigten Gerät zur Fleischhelligkeitsmessung.

Vor der Messung ist die Feuchtigkeit auf der Fleischfläche mit dem Messer abzustreichen.

- pH24-Schinken

Die Messung wird 24 Stunden post mortem \pm 4 Stunden am Schinken (4-6 cm oberhalb des Schloss-Knochens, 2-3 cm) seitlich durchgeführt.

- pH24-Kotelett

Die Messung wird 24 Stunden post mortem \pm 4 Stunden am Kotelettanschnitt durchgeführt.

- Fleischbeschaffenheitszahl (FBZ) (fakultativ)

In die Fleischbeschaffenheitszahl gehen Abweichungen vom Schlachttagsmittel von ausgewählten Einzelkriterien der Fleischbeschaffenheit mit unterschiedlicher Gewichtung ein.

Veröffentlichung der Prüfungsergebnisse**- Prüfungsbericht**

Nach Abschluss der Prüfung wird für jede Gruppe ein Prüfungsbericht erstellt und jeweils ein Exemplar dem Beschicker, der Zuchtorganisation und gegebenenfalls weiteren Fachdienststellen überlassen (siehe „Prüfbericht“ nachfolgende Seite).

- Jahresbericht

Nach Abschluss eines Prüfungsjahres werden die Ergebnisse der Leistungsprüfungen und Zuchtwertfeststellungen im Jahresbericht der Prüfungsanstalt zusammenfassend veröffentlicht.

Prüfbericht der LPA Rohrsen

Verband: NEZ (8)

Prüfjahr: 2006 Gruppen-Nr.: 21885 Ank.-Alter: 60 Tage

Rasse: PI (5)

LPA Rohrsen • Verdener Landstr. 20-24 • 31627 Rohrsen

04.124.001

Wurf-Nr.: 2

Vater: 37 8259 BOKAS NN

Heinz Mustermann
Mustermeierstraße 10
33333 Prüfhausen

Mutter: 37 80641 RASTA NN

Beschicker-Nr.: 181

Merkmale		Tier 1	Tier 2	Gruppe	Abweichung
Spitzen-Nr.		16	17		
MHS-Status		o. Erg.	o. Erg.		
Ausfallursache/Kennziffer		0 2	0 2	2	
Ankunftsgewicht	kg	23,0	24,0	23,5	
Alter Mastende	Tage	169	169	169	
Tägliche Zunahme	g	762	762	762	+ 25
Futteraufwand	1:	2,30	2,30	2,30	+0,14
Futteraufnahme	kg/Tag	1,75	1,75	1,75	
Stallendgewicht	kg	105	106	106	
Schlachtdatum		19.06	19.06	6	
Schlachtgewicht (warm)	kg	84,8	85,9	85,4	
Körperlänge	cm	96	96	96	
Rückenspeck	cm	2,1	2,3	2,2	-0,3
Widerrist	cm	3,6	3,7	3,7	
Mitte	cm	1,8	2,1	2,0	
Lende	cm	0,9	1,0	1,0	
Seitenspeck	cm	2,2	1,8	2,0	-0,2
Speck über Rückenmuskel	cm	0,6	0,4	0,5	+0,1
Fettfläche	qcm	12,6	8,1	10,4	
Fleischfläche	qcm	68,8	63,8	66,3	+ 5,1
Fleisch-Fett-Verhältnis	1:	0,18	0,13	0,16	+0,01
Schinkengewicht	kg	14,4	14,8	14,6	
Schinkenanteil	%	34,6	35,2	34,9	- 0,8
Magerfleischanteil	% (Bonn)	64,7	65,3	65,0	- 0,6
Fleischanteil im Bauch	% (Grub)	63,2	66,2	64,7	- 0,4
Auto-FOM Schinken, schier	kg	18,7	19,3	19,0	+ 0,7
Lachs	kg	7,4	7,1	7,2	+ 0,2
Schulter, schier	kg	7,7	7,9	7,8	
Bauch	kg	12,9	12,6	12,8	- 0,4
Fleischanteil im Bauch	%	62,1	62,5	62,3	+ 3,0
Fleischhelligkeitswert		63	55	59	- 2
PH1-Kotelett		6,47	6,49	6,48	+ 0,11
PH24-Kotelett		5,41	5,41	5,41	
PH24-Schinken		5,52	5,56	5,54	
LF1-Kotelett		3,90	3,60	3,75	+ 0,15
LF24-Kotelett		3,00	3,40	3,20	+ 1,80
Fleischbeschaffenheitszahl		59	57	58	+ 6

Bemerkungen:

Ebermittelwerte:

32 32 7 174 808 2,36 98 62,6 0,17 36,0 65,8 65,2 55 3,92
+1+0,02 +1,9+0,02 +0,7 +0,5 +0,9 +2 +0,61

Halbgeschwisterteilindex(25): +7

Halb- und Vollgeschwisterteilindex(29): +16

Rohrsen, den 22.06.06

gez. Schön

3.6 Wichtige Merkmalskomplexe in der Schweinezüchtung

Zuchtzielformulierung (generell)

Schweineproduzenten unterscheiden sich nicht von anderen landwirtschaftlichen Produzenten. Sie können gleichfalls die Preise kaum beeinflussen und müssen daher stets die Produktivität erhöhen und die Stückkosten senken. Nur so kann bei tendenziell steigenden Kosten die notwendige Wettbewerbsfähigkeit gesichert werden. Eine weitere Leistungssteigerung (Erhöhung der Zahl abgesetzter Ferkel/Sau/Jahr; höhere Tageszunahmen in der Schweinemast; Reduzierung der Tierverluste etc.) bleibt deshalb für die spezialisierten Betriebe anzuerkennen. So nimmt der Futterenergieaufwand pro kg Zunahme mit zunehmender Produktivität ab.

Laut deutschem Tierzucht recht kann jede Zuchtorganisation ihr eigenes Zuchtziel festlegen, so dass regionale Abweichungen vom Rassezuchtziel möglich sind. Generell sollte das Zuchtziel die Rentabilität des Erzeugerbetriebes positiv beeinflussen, die erzeugten Produkte die von den Verbrauchern gewünschte Qualität aufweisen, die Gesundheit der Tiere nicht gefährden und nicht im Widerspruch zum Tierschutz stehen. Das Zuchtziel ist somit in der Regel komplex. Für die Aufnahme eines Merkmals in ein Zuchtziel sollten folgende Bedingungen erfüllt sein:

- die wirtschaftliche Bedeutung sollte gegeben sein (direkt oder indirekt),
- das Merkmal muss eine genügend große genetische Variation (s^2_g) aufweisen,
- das Merkmal muss mit genügender Genauigkeit erfassbar/messbar sein.

In der Hobbyzucht spielen demgegenüber wirtschaftliche Überlegungen oftmals keine Rolle.

Verständlicherweise besitzen die Reproduktionsleistungen, die Mast- und Schlachtleistung sowie die Fleischbeschaffenheit eine zentrale Stellung in der Schweinezüchtung. Daneben sind funktionelle Merkmale zu nennen (Abb. 3.10).

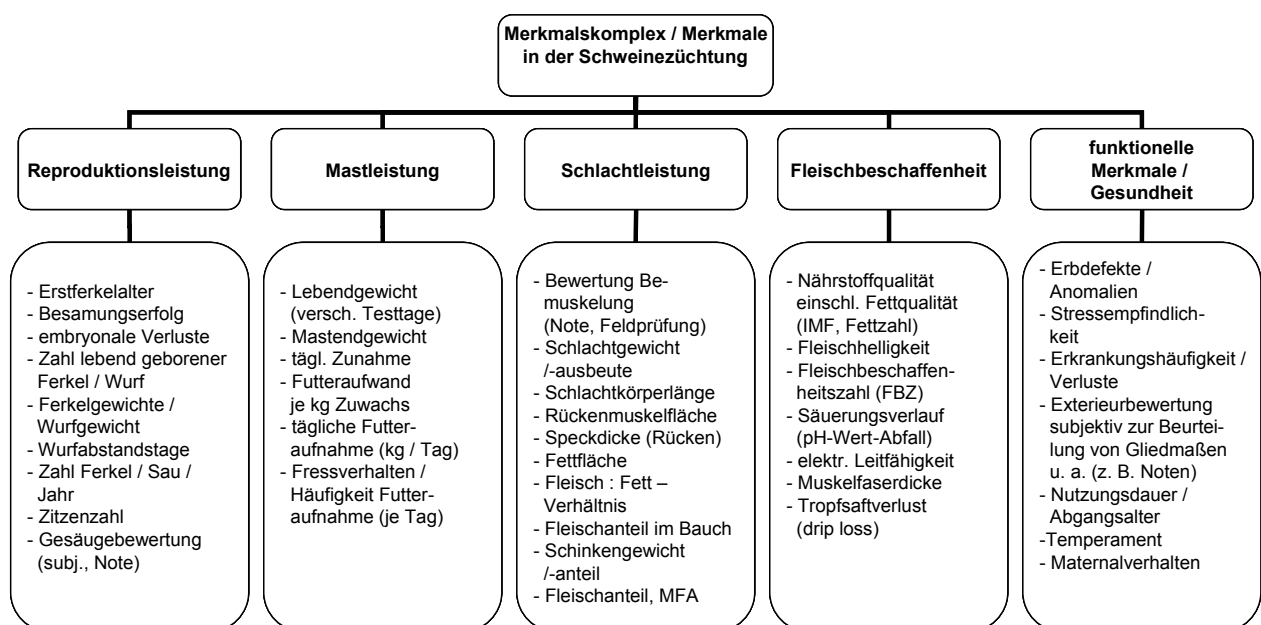


Abb. 3.10: Merkmalskomplexe/Merkmale in der Schweinezüchtung

Beispielsweise sind die Exterieur-Merkmale häufig nur lose mit der Leistungsveranlagung der Tiere verknüpft. Demgegenüber sind Zusammenhänge zwischen einzelnen Exterieurmerkmalen und Nutzungsdauer/Langlebigkeit vorhanden.

Die konsequente Beachtung von Erbfehlern ist aus Gründen des Tierschutzes, aber auch der Ökonomie, angezeigt. Potentielle Besamungseber werden deshalb vor Beginn des Testeinsatzes auf das Vorhandensein eines/mehrerer unerwünschter rezessiver Gene untersucht.

Tab. 3.8: Zuchtziele in Vergangenheit, Gegenwart und naher Zukunft

	Zuchtziel (nach Jahren)		
	1980	1990	aktuell
<u>Reproduktionsmerkmale:</u>			
Wurfgröße	+	++	+++
Produktivität d. Sauen	0	+	++
weitere Merkmale (Langlebigkeit ...)	0	0	+
<u>Produktionsmerkmale:</u>			
Wachstumsrate	++	++	++
Futterverwertung	+++	++	++
Fleischanteil	+++	++	+
Fleischbeschaffenheit	+	++	+++
Fettqualität	0	0	+

0, +, ++, +++ = charakterisiert die zunehmende Wichtigkeit; Quelle: Ollivier, L. (1998, modifiziert)

Produktionsziele

Die Ziele der Schweineproduktion lassen sich anhand von Mehrmerkmalskomplexen festlegen:

Tab. 3.9: Zielvorgaben in der Schweineproduktion (Kalm, 2003, modifiziert)

Merkmalskomplexe	Forderungen
Fruchtbarkeit	25 - 28 abgesetzte Ferkel/Sau/Jahr
Mastleistung	850 tägliche Zunahmen (g)
	2,5 Futterverwertung (kg)
Schlachtkörper	57 - 58 Muskelfleischanteil (%-FOM)
	einheitliche Ware
Fleischbeschaffenheit	0 %-PSE (Pale Soft Exudativ)
	frei von Genen der Stressanfälligkeit (MHS-Test)
	1,5 %-Intramuskuläres Fett
Gesundheit	Fettsäuren (relative Anteile)
	Krankheitsresistenz/salmonellenfrei, minimale Schlachtbefunde

Die Fruchtbarkeit der Sauen bleibt für die Ferkelerzeuger das wichtigste Merkmal. In der Schweinemast stehen neben der Minimierung der Futterkosten eine Optimierung des Muskelfleischanteils im Vordergrund. Für die Produktqualität hat die Minimierung des PSE-Anteils höchste Priorität und ähnlich gestaltet sich der Bereich für die Gesundheit (Kalm, 2003).

Spezielle Merkmale

Fruchtbarkeitsleistungen der Sauen

Für Ferkelerzeuger ist es entscheidend, hohe Abferkelraten, große Würfe lebend geborener Ferkel und möglichst viele Würfe je Sau und Jahr zu erzielen. Größer werdende Bestände und die Organisation der Betriebe in einem bestimmten Produktionsrhythmus erfordern ein effektives Besamungsmanagement (vgl. Kapitel 4).

Die genetische Varianzen innerhalb der Rassen sind – gemessen an den zugehörigen Gesamtvarianzen der verschiedenen Fruchtbarkeitsmerkmale- in der Regel gering (Tab. 3.10).

Tab. 3.10: h^2 -Werte für Reproduktionsmerkmale der Sau (Orientierungswerte)

	h^2
Zahl geborener Ferkel (gesamt)	0,10
Zahl lebend geborener Ferkel	0,09
Zahl abgesetzter Ferkel	0,07
Wurfgewicht (21. Tag)	0,17

Quelle: Rothschild u.a. (1998, S. 323, gekürzt)

Generell gilt: Die genetischen Beziehungen zwischen Wurfgröße (bei Geburt) und Wurfgröße (beim Absetzen) ist positiv; jedoch ist gleichzeitig eine ungünstige Beziehung zwischen Wurfgröße (bei Geburt) und der Totgeburtenrate (bzw. der Überlebensrate in der Säugeperiode) zu nennen.

Lund und Mitarbeiter (2002) ermittelten beispielsweise eine negative genetische Korrelation in Höhe von $r_g = -0,39$ zwischen der Wurfgröße und der Überlebensrate der Ferkel bis zum Absetzen bei Landrassesauen. Obwohl die Wurfgröße zum Absetzzeitpunkt das zentrale Leistungskriterium in der Ferkelerzeugung ist, werden in der Regel oftmals nur die geborenen bzw. die lebend geborenen Ferkel in aktuellen deutschen Zuchtprogrammen z. Z. berücksichtigt.

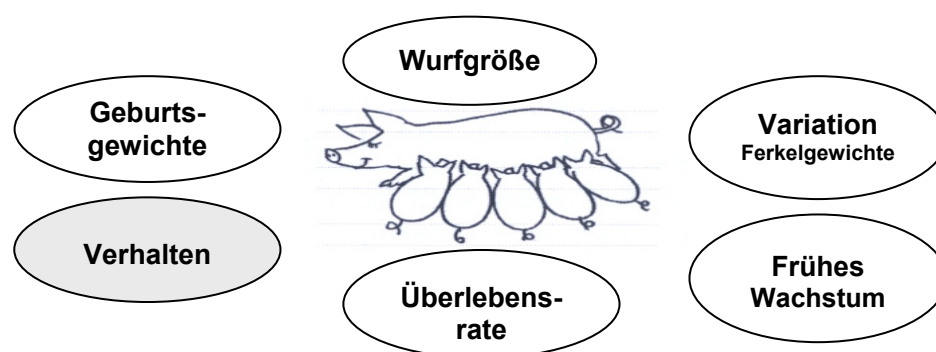
Die Dänen selektieren beispielsweise (innerhalb der Mutterrassen) auf „Zahl lebender Ferkel/Wurf/Sau am 5. Tag nach Abferkelung“!

Auch erfolgt die Selektion auf hohe Fruchtbarkeitsleistung oftmals nur in der Reinzuchtstufe, obwohl die Wurfleistungen von Kreuzungssauen auf der Ferkelerzeugerstufe viel entscheidender sind. Hier bleibt das Zuchtmanagement gefordert, da die Züchter in den höchsten Zuchtstufen oft der Reinzuchtleistung mehr Gewicht geben, da ihr vorrangiges Ziel der Absatz von Sauen an Vermehrungsbetriebe ist. Sehr berechtigt sind deshalb Zuchtansätze, die beinhalten, dass das Zuchtziel auf der Produktionsstufe festgelegt wird, weil dort der Zuchtfortschritt realisiert werden soll.

Zusätzlich sei an dieser Stelle angemerkt: Ein besonderer Vorteil der Kreuzungszucht liegt in der Nutzung von Heterosiseffekten in ökonomisch bedeutenden Merkmalen mit niedriger Heritabilität. Generell kann für die Schweinezucht deshalb formuliert werden: konsequente zusätzliche Nutzung **nicht-additiver** Genwirkungen („Heterosis“) vor allem bei Merkmalen mit geringer Heritabilität (wie Fruchtbarkeit) (vgl. Abschnitt 3.7).

Maternale Verhaltensmerkmale

Neben den klassischen Merkmalen (Wurfgröße, Geburtsgewicht, Überlebensrate etc.) interessieren nach Grandinon (2003) auch maternale Verhaltensmerkmale in der Stufe der Ferkelerzeugung (Abb. 3.11):



Erfassung des Verhaltens ferkelführender Sauen
- Frau Dr. Grandinon, 2003, Uppsala/Schweden -

Bestandteile (z.B.):

„Ferkelschreitest“: Vorspielen eines Tonbandes mit Ferkelschrei bei Erdrückungsgefahr (1. Tag p.p., 20 sec. lang) und Bewertung der Reaktion der Sau;

„Ferkelbehandlungstest“: Bewertung der Sau bei Ferkelbehandlung am 4. Tag (Fe-Spritze, Kastration) in Abferkelbuch

Abb. 3.11: Messung von Maternaleigenschaften bei Sauen

Der Kenntnisstand zu Muttereigenschaften von Sauen ist jedoch noch relativ gering.

In den skandinavischen Ländern wurde 1998 ein spezielles Netzwerk u. a. zu dieser Thematik aufgebaut (www.nordicnetworksow.slu.se).

Bekanntermaßen ist das Erdrücken der Ferkel durch die Sau ein häufiger Verlustgrund. Auch sind große Unterschiede zwischen den Sauen bezüglich der Sorgsamkeit beim Positionswechsel während des Säugens belegt (z.B. Blackshaw und Hagelslo, 1990; Wechsler und Hegglin, 1997).

Legt sich eine Sau auf eines ihrer Ferkel, so ist die Erdrückungsgefahr generell umso größer, je länger sie in dieser Position verbleibt. Sauen, die schnell auf den Angstschrei eines Ferkels reagieren, besitzen somit diesbezüglich ein vorteilhafteres Maternalverhalten. Grandinson (2003) hat hier interessante Versuchsreihen durchgeführt, die (zwischenzeitlich auch in modifizierter Form) in Deutschland wiederholt wurden:

- Reaktion der Sau auf eine Tonbandaufzeichnung mit Ferkelschrei. (Das Tonband wurde am Abferkeltag bzw. am Tag danach in einer definierten Säugeposition über eine Dauer von 20 Sekunden abgespielt. Die Reaktion der Sauen auf diesen „Schreitest“ wurden in Klassen bewertet (1 = keine Reaktion, 2 = Sau bleibt liegen und schaut hoch; 3 = Sau setzt sich hin; 4 = Sau steht auf). An dieser Stelle zu vermerken bleibt, dass 20 % der Sauen keine Reaktion zeigten.
- Zusätzliche Bonitierung des Verhaltens der Sau bei Behandlungsmaßnahmen an ihren Ferkeln (ca. am 4. Säugetag)

In der Tabelle 3.11 sind die ermittelten genetischen Parameter dargestellt. Die Erbllichkeit der Reaktion der Sau auf einen (vorgespielten) Angstschrei eines Ferkels (= „Schreitest“) ist mit $h^2 = 0,06$ relativ gering. Die berechneten genetischen Korrelationen bestätigten erwartungsgemäß jedoch auch, dass Sauen, die vergleichsweise stärker auf ein Ferkel(angst)schrei reagieren, geringere Ferkelverluste aufweisen (Tab. 3.12):

Tab. 3.11: Heritabilität (h^2) für den „Ferkelschreitest“ ferkelführender Sauen

Kenngröße/Merkmal	h^2
Reaktion der Sau beim „Schreitest“*	0,06 ($\pm 0,03$)
<u>zum Vergleich:</u> Saugferkelverluste (%)	0,03 ($\pm 0,02$)
Erdrückungsverluste (%)	0,04 ($\pm 0,02$)

Anm.: * n = 1335 Würfe von 829 Sauen; Quelle: Grandinson (2003, stark gekürzt)

Tab. 3.12: Genetische Beziehungen des „Ferkelschreitests“ und Verlustraten

%-Anteil gestorbener Tiere	%-Anteil erdrückter Tiere
- 0,24	- 0,16

Quelle: Grandinson, 2003

Kurz: Neuere Ergebnisse aus der Literatur belegen eine genetische Fundierung der Muttereigenschaften im Hinblick auf das Verhalten der Sauen. Allerdings sind die umweltbedingten Einflüsse hier hoch, so dass nur mit standardisierten Methoden unter definierten Umweltbedingungen derartige zusätzliche züchterische Ansätze in praxi überhaupt sinnvoll scheinen. Die generell niedrigen Erbllichkeiten der Saugferkelverluste bzw. von Verhaltenstests bei Sauen zeigen aber auch, dass der betriebsbedingte Einfluss hier von zentraler Bedeutung ist. Sinnvollerweise sind deshalb weitere züchterische Maßnahmen mit einer gleichzeitigen Verbesserung der Haltungs- und Managementbedingungen zu kombinieren.

Mast-/Schlachteistung in Abhängigkeit vom Fütterungssystem

Wie bereits angedeutet, sind die Beziehungen zwischen Futterverwertung und Zunahme vom Fütterungssystem/Prüfsystem abhängig (Tab. 3.13):

Tab. 3.13: Genetische Parameter bei unterschiedlicher Fütterung

Merkmal	ad libitum bzw.	bei restriktiver
<u>h²-Werte</u>		
tägl. Zunahme (TZ)	0,31	0,30
Rückenfettdicke (RFD)	0,49	0,31
Futteraufnahme (FA)	0,29	*
Futterverwertung (FW) (kg Futter/kg Zunahme)	0,30	0,29
<u>genetische Korrelationen (r_g):</u>		
TZ : FA	0,65	kleiner -0,90 (≤ -0,90)
RFD : FA	0,37	
TZ : FW	-0,53	kleiner -0,90 (≤ -0,90)
RFD : FW	0,30	0,23
TZ : RFD	0,12	-0,16
* keine vergleichbaren Angaben		

Quelle: Clutter u.a., 1998 (gekürzt u. modifiziert)

Kurz: Die Beziehungen zwischen Zunahme und Futterverwertung sind bei restriktiver Fütterung - im Gegensatz zur möglichen ad libitum-Fütterung - eindeutig enger.

3.7 Kreuzungszucht

In der Praxis haben sich längst Methoden zur zusätzlichen Nutzung von Kreuzungseffekten etabliert. So sind F1-Sauen deutlich vitaler und fruchtbarer als Reinzuchtsauen. Während noch vor 30 Jahren Mastschweine fast ausschließlich in Reinzucht erzeugt wurden, ist es heute umgekehrt. Gleichzeitig hat sich der Schwerpunkt der Zuchtarbeit von der Reinzucht zur Kreuzungs- bzw. Hybridzucht verlagert. Allerdings setzen Kreuzungszuchtprogramme immer auch die Reinzucht bleibend voraus (= Reinzucht zwecks Bereitstellung von züchterisch bearbeiteten reinrassigen Großeltern- bzw. Elterntieren). In der so genannten Basiszucht werden einerseits die Großelterntiere in Reinzucht (z. B. DL und DE) für die Vermehrungsbetriebe erzeugt. Andererseits sind hier auch die benötigten reinrassigen Eber - vor allem für die Besamung – zu erstellen. Die Vermehrungsbetriebe produzieren ihrerseits wiederum Jungsaunen entweder in Reinzucht oder auch in Kreuzungszucht für die nachfolgende Stufe, die Ferkelerzeugerbetriebe. Die hierarchische Organisation der Schweinezüchtung lässt sich gut mit einer Pyramide veranschaulichen (Abb. 3.12):

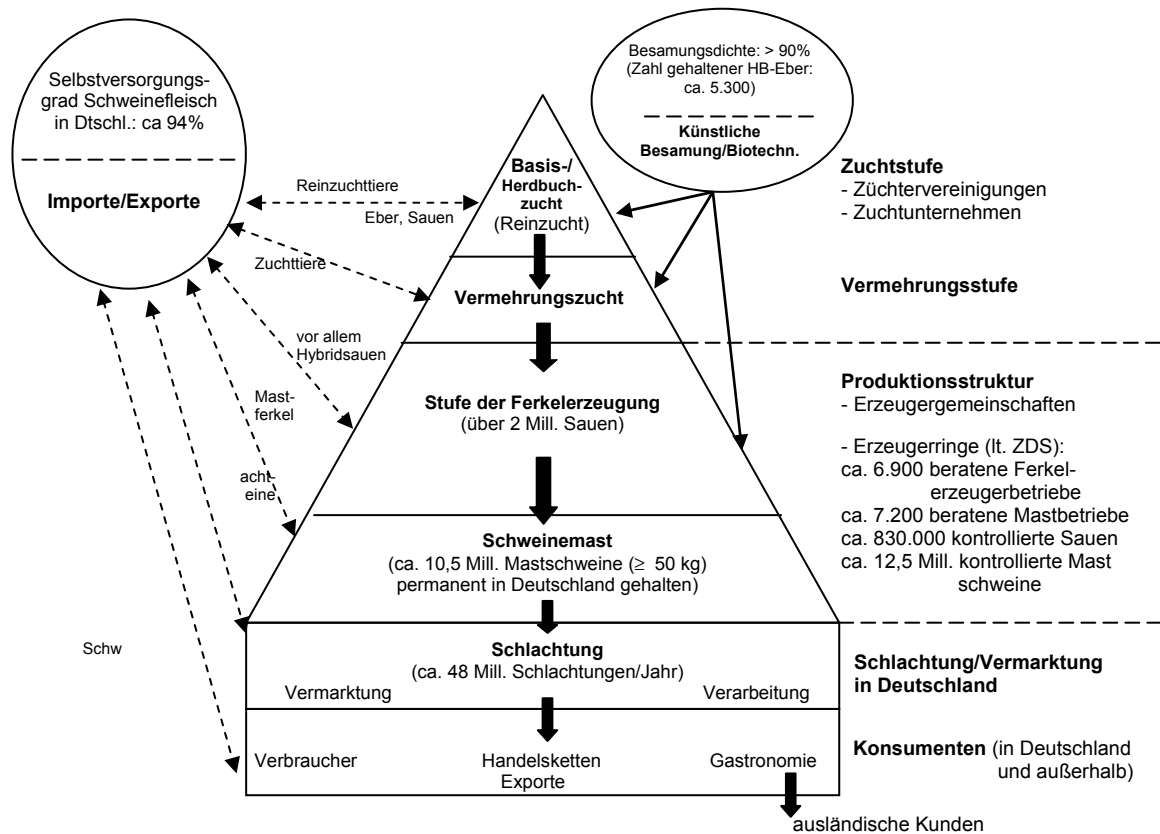


Abb. 3.12: Struktur/Organisation der deutschen Schweineproduktion (in Anlehnung an v. Lengerken u.a., 1997)

Kreuzungsparameter in Projekten mit mehreren Rassen (Linien)

Theorie

Die systematische Umverteilung der Genotypen nach Kreuzung bewirkt in der F_1 -Generation einen so genannten Heterosiszuwachs (h); in Abhängigkeit von den Allelfrequenzen in den beiden Ausgangspopulationen sowie der Bedeutung von Dominanz und Epistasie (= intra- und intergenische Wechselwirkungen) für das betreffende Merkmal. Dominanz und Epistasie werden zusammenfassend auch als nicht additive Genwirkungen bezeichnet. Soweit der beobachtete Heterosiseffekt ausschließlich auf Dominanz beruht, bleibt die Hälfte dieses Heterosiszuwachses (h) in den folgenden Generationen erhalten. Der Heterosiszuwachs (h) kann wie folgt definiert werden: $h = F_1 - (P_1 + P_2)/2$, wenn mit F_1 bzw. P_1 und P_2 das Mittel der ersten Kreuzungsgeneration bzw. der beiden Elternpopulationen bezeichnet wird. Zu erwähnen bleibt: Bei fehlender Dominanz bzw. Epistasie gibt es keine Heterosis; d.h. die F_1 -Generation repräsentiert dann das Mittel der beiden Ausgangspopulationen.

In zahlreichen Kreuzungsexperimenten (mit gezielter Einbeziehung von 3- oder 4-Linien-Kombinationen bzw. F_2 -Hybriden) ist nun gezeigt worden, dass sich die Leistungshöhe unterschiedlicher Kreuzungsstufen mit dem einfachen Additiv-Dominanz-Modell nur begrenzt erklären lässt (Dickerson, 1963; Fairfull et al., 1987 u. a.). Zwecks konsequenter Einbeziehung vor allem der Epistasie haben später Hill (1982) oder auch Jakubec et al. (1982) auf Modellansätze aus der Pflanzenzüchtung zurückgegriffen, die ursprünglich aus der Betrachtung von homozygoten Ausgangslinien hervorgingen. Dickerson (1969, 1973) hat darüber hinaus einen „Rekombinationseffekt“ eingeführt, der exakt jenen Anteil der Additiv x Additiv-Epistasie erfasst, der im Parameter für den „Heterosiszuwachs“ nicht enthalten ist. Zwischenzeitlich ist wiederholt auch massive Kritik am „Dickersonschen“ Ansatz zur Epistasie geübt worden, weil kompliziertere epistatische Wechselwirkungen (z. B. Additiv x Dominanz – oder Dominanz x Dominanz-Wechselwirkungen) nicht gesondert erfasst werden können. Trotz dieser Kritik erweist sich dieser Ansatz – vor allem aufgrund einer möglichen Zerlegung des individuellen Heterosiszuwachses (bei Mehrlinienhybriden) sowie zusätzlich definierter (maternaler und paternaler) Effekte – als überraschend leistungsfähig.

Die Tabelle 3.14 enthält mögliche Interpretationen beobachtbarer Leistungsdifferenzen zwischen verschiedenen Kreuzungsstufen. Dabei sind die verschiedenen Kreuzungsparameter wie folgt symbolisiert worden:

g_A	= (individueller) additiv-genotypischer Effekt der Linie A (analog: g_B)
g_A^M	= maternal bedingter Effekt der Linie A (analog: g_B^M)
g_A^P	= paternal bedingter Effekt der Linie A (analog: g_B^P)
h, h^M, h^P	= individueller, maternal bzw. paternal bedingter Heterosiszuwachs
r, r^M, r^P	= individueller, maternal bzw. paternal bedingter Rekombinationseffekt
e_A	= extra-chromosomaler Effekt der Linie A (analog: e_B)
g_A^{M*}	= zusätzlicher Effekt bedingt durch die mütterliche Großmutter, die der Linie A angehört.

Dickerson (1969, 1973) hat somit den Heterosiszuwachs „dreigeteilt“ (analog: Rekombinationseffekt):

- individueller Heterosiszuwachs
- maternal bedingter Heterosiszuwachs
- paternal bedingter Heterosiszuwachs

Kurze Erläuterung:

Individuelle Heterosis: bezieht sich auf die Überlegenheit der Kreuzungstiere selbst gegenüber dem Durchschnitt der Reinzuchteltern (Beispiel: Zunahme in der Mastperiode)

Maternale Heterosis: begründet sich durch systematische Nutzung von Kreuzungssauen als Muttertiere (z.B. in Form einer besseren Milchleistung während der Säugeperiode gegenüber Reinzuchtsauen)

Paternale Heterosis: begründet sich durch systematische Nutzung von Kreuzungsebern als Vatertiere (z.B. mit höheren Libido gegenüber Reinzuchtebern).

Der individuelle Heterosiszuwachs variiert beispielsweise für die tägliche Zunahme - in Abhängigkeit von den Allelfrequenzdifferenzen zwischen zwei (europäischen) Ausgangsrassen - zwischen ca. 5 - 6 % (z. B. Clutter et al., 1998). Eine eher „unerwünschte“ Heterosis wird oft für die Rückenspeckdicke beschrieben (= Kreuzungstiere tendieren häufig zu mehr „Fett“). Alle drei Heterosistypen können bei der 4-Rassenkreuzung (z. B. (AB) x (CD)) praktisch genutzt werden. Bei der 3-Rassen-Terminalkreuzung ($Cx(BA)_{Rot.}$) kann nur ein Teil des Heterosiszuwachses dauerhaft genutzt werden, der vergleichsweise gegenüber der „einfachen“ 3-Rassenkreuzung ($Cx(BA)$) möglich scheint (vgl. Abb. 3.14 und 3.16).

Leider erweisen sich die relativ einfach durchzuführenden Mittelwertvergleiche häufig als wenig geeignet, speziell interessierende Kreuzungsparameter sicher zu quantifizieren. Wirksamer dürften solche Schätzungen sein, die möglichst unter Verwendung der Leistungen aller verfügbaren Kreuzungskombinationen die verschiedenen Kreuzungsparameter gleichzeitig zu quantifizieren versuchen (Brade, 1990, u.a.). Die Wirksamkeit spezieller Kreuzungsparameter erfordert zusätzlich eine angepasste Gestaltung der Prüfung und Selektion der männlichen und weiblichen Zuchttiere (= Selektion mit/ohne Berücksichtigung spezieller Zuchtwerte). Genau hier sind jedoch noch eine Reihe von Fragen offen bzw. werden in der Literatur widersprüchlich diskutiert.

Tab: 3.14: Kreuzungsparameter aufgrund des Vergleichs von Mittelwerten verschiedener Kreuzungsstufen (Dickerson 1969, 1973, Notter, 1987; Brade, 1990)

zu bildende Differenz	zu bestimmende Kreuzungsparameter
<u>Kreuzungen zwischen den Rassen A und B:</u>	
$\bar{A} - \bar{B}$	$= (g_A - g_B) + (g^M_A - g^M_B) + (g^P_A - g^P_B) + (e_A - e_B)$
$\overline{BA} - \overline{AB}$	$= (g^M_A - g^M_B) + (g^P_B - g^P_A) + (e_A - e_B)$
$\overline{F2} - \overline{R1} \text{♂}$	$= h^P_{AB} + \frac{1}{4} r_{AB}$
$\overline{F2} - \overline{R1} \text{♀}$	$= h^M_{AB} + \frac{1}{4} r_{AB}$
$\overline{R1} \text{♂} - \overline{R1} \text{♀}$	$= h^M_{AB} - h^P_{AB}$
$1,5 \times \overline{BA} - 0,5 \times \bar{A} - \overline{B(BA)}$	$= h_{AB} - \frac{1}{4} r_{AB}$
<u>zugehörige Definition der R1-Gruppen:</u>	
$\overline{R1} \text{♂} = \frac{1}{4}[\overline{A(AB)} \times \overline{A(BA)} - \overline{B(AB)} + \overline{B(BA)}]$	
$\overline{R1} \text{♀} = \frac{1}{4}[\overline{(AB)A} + \overline{(BA)A} + \overline{(AB)B} + \overline{(BA)B}]$	
<u>Mehrrassenkreuzungen:</u>	
$\frac{1}{2}[\overline{C(AB)} + \overline{C(BA)} - \overline{CA} - \overline{CB}]$	$= h^M_{AB} + \frac{1}{4} r_{AB}$
$\frac{1}{2}[\overline{(AB)C} + \overline{(BA)C} - \overline{AC} - \overline{BC}]$	$= h^P_{AB} + \frac{1}{4} r_{AB}$
$\overline{C(AB)} - \overline{C(BA)}$	$= (e_B - e_A) + (g^{M*}_B - g^{M*}_A)$
$\overline{(AB)(CD)} - \frac{1}{2}[\overline{A(CD)}] + \overline{B(CD)}$	$= h^P_{AB} + \frac{1}{4} r_{AB}$

hier: \bar{A} = Mittelwert der Rasse A; $\overline{C(AB)}$ = Mittelw. der 3-Wege-Kreuzung $C \text{♂} \times (A \times B) \text{♀}$; \overline{BA} = Mittelw. der F1-Verpaarung $B \times A$

Setzt man voraus, dass deutlich von Eins abweichende genetische Reinzucht-Kreuzungskorrelationen ($r_{g(R,K)} \leq 1,00$) für wirtschaftlich wichtige Merkmale anzuerkennen sind, bleibt die zusätzliche Prüfung und Selektion der Zuchttiere bezüglich der Leistungen der Kreuzungsnachkommen die Methode der Wahl.

An dieser Stelle soll der Hinweis genügen, dass mit zunehmender Zahl gleichzeitig zu berücksichtigender Linien (Rassen) auch die Zahl der fortlaufend zu testenden Nachkommengruppen wächst (Tab. 3.15). Bei vergleichbarer Prüfung sind im 2-Linienprojekt 2 F1-Gruppen und im 4-Linienprojekt bereits 12 F1-Gruppen zu testen, falls konsequent auf spezielle Kombinationseignung gezüchtet wird.

Setzt man eine konstante Gesamtprüfkapazität sowie eine vergleichbare Selektionsintensität (in den einzelnen Linien) voraus, so sind von vornherein die höchsten Prüf- und Selektionsgenauigkeiten – bezüglich der zu verbessernden Produktionshybride – bei Nutzung nur weniger Linien (Rassen) zu erwarten. Bei der Entscheidung bezüglich der Anwendung eines spezifischen Kreuzungsprojektes ist vor allem das Verhältnis der Zahl benötigten Sauen in der Ferkelerzeugung vergleichsweise gegenüber der Zahl zu erzeugender Masthybriden beachtenswert. Da dieses Verhältnis wiederum produktionsorganisatorisch beeinflusst ist, entscheidet häufig auch die Effektivität/Management in der gesamten Ferkelerzeugung über das zu empfehlende Hybridzuchtprogramm.

Aus genetisch-züchterischer Sicht kann die Überlegenheit einer Hybride „B“ gegenüber einer Hybride „A“ in der Tat schnell verloren gehen, falls die aktuelle genetische Differenziertheit nur gering ist und bezüglich der Hybride „A“ ein deutlich größerer Zuchtfortschritt realisiert wird. Schlussfolgernd aus diesen verallgemeinerten Betrachtungen sollte bei Empfehlung eines 4-Linien-Hybridprojektes - vergleichsweise gegenüber einem 3-Linien-Projekt - die Forderung sinnvoll und damit berechtigt sein, dass eine (interessierende) 4-Linien-Finalhybride bereits zu Beginn der Zuchtarbeit deutlich der (besten) 3-Linien-Hybride überlegen ist.

Tab. 3.15: Gestaltung der Nachkommenprüfung im Rahmen verschiedener Hybridzuchtprojekte mit konsequenter Selektion auf spezielle Kombinationseignung (verallgemeinerte Ansätze)

Produktions-wirksame Linien/Rassen	Genutzte Genotypen in der Ferkelerzeugung	genutzte Mast-hybriden	Zahl Test-gruppen - insges.-	Genotypen zur Bewertung der Vätertiere (♂)	Genotypen zur Bewertung der Müttertiere (♀)
2-Linien-Hybridprogramm (A, B)					
A, B	♂ : A ♀ : B	AB	2	Linie A: AB Linie B: BA	BA AB
3-Linien-Hybridprogramm (A, B, C) mit vollständiger Prüfung aller möglichen F1-Genotypen:					
A, B, C	♂ : A ♀ : BC	A (BC)	6	Linie A: AB, AC Linie B: BA, BC Linie C: CA, CB	BA, CA AB, CB AC, BC
3-Linien-Hybridprogramm (A, B, C) mit teilweiser Prüfung von ausgewählten F1-Genotypen:					
A, B, C	♂ : A ♀ : BC	A (BC)	4	Linie A: AB, AC Linie B: BA Linie C: CA	BA, CA AB AC
4-Linien-Hybridprogramm (A, B, C, D) mit vollständiger Prüfung aller möglichen F1-Hybriden					
A, B, C, D	♂ : AD ♀ : BC	(AD) (BC)	12	Linie A: AB, AC, AD Linie B: BA, BC, BD Linie C: CA, CB, CD Linie D: DA, DB, DC	BA, CA, DA AB, CB, DB AC, BC, DC AD, BD, CD

Genetische Korrelation zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistung

Die genetische Korrelation zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistung bestimmt maßgeblich die Zuchtstrategie in einem Kreuzungszuchtprogramm. Treten infolge einer niedrigen genetischen Korrelation beispielsweise Rangverschiebungen auf, kann der in der Reinzuchtstufe realisierte Zuchtfortschritt nicht voll an die Kreuzungsstufe weitergegeben werden.

Die genetische Beziehung zwischen einer Reinzucht- und Kreuzungsleistung lässt sich mittels des Korrelationskoeffizienten messen:

$$r_{g(R,K)} = \frac{COV_{g(R,K)}}{\sqrt{V_{g(R)}} \times \sqrt{V_{g(K)}}}$$

- $r_{g(R,K)}$ = genetische Korrelation zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistung
 $COV_{g(R,K)}$ = genetisch bedingte Kovarianz zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistung
 $V_{g(R)}$; $V_{g(K)}$ = zugehörige genetische Varianzen in Reinzucht bzw. Kreuzung

Eine hohe genetische Korrelation ($r_{g(R,K)}$ oder kurz nachfolgend auch: r_g) von annähernd 1 bedeutet, dass beide Merkmale hauptsächlich durch die additiv genetische Varianz bestimmt werden. Eine niedrige oder negative Korrelation weist u.a. auf partielle Dominanz (oder Überdominanz) in dem betreffenden Merkmal hin.

In zahlreichen Untersuchungen wurden genetische Korrelationen zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistungen geschätzt. Einige Schätzwerte sind in Tab. 3.16 dargestellt:

Tab. 3.16: Berechnete genetische Korrelationen zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistung ($r_{g(R,K)}$) für Produktions- und Reproduktionsmerkmale beim Schwein

Quelle	genetische Herkunft*	Merkmal	$r_{g(R,K)}$
McLaren et al. (1985)		Absetzgewicht	0,25
Brandt (1994)	LR, LW, DU, F1,	Lebenstagszunahme	0,47 – 0,97
	DU x F1	Rückenspeckdicke	0,54 – 0,99
Schmutz (1996)	PI, PI x LR	Tageszunahme	0,73
		Futtermverwertung	0,50
		Muskelfleischanteil	0,98
		Fleischqualität	0,99
Brandt u. Täubert (1998)	DE, LR x DE	Tageszunahme	0,90
		Rückenspeckdicke	0,92
Merks u. Hanenberg (1998)	Y, DU, DU x Y,	Gewicht	0,90 – 1,00
	PI x Y	Rückenspeckdicke	0,61 – 0,95
Bösch (1999)	verschiedene Linien u. zugehörige Kreuzungen	Wurfgröße	0,40 -0,59

*DE = Deutsches Edelschwein, DU = Duroc, LR = Landrasse, LW = Large White, PI = Pietráin, Y = Yorkshire; Quelle: Bösch (1999, wesentlich gekürzt)

Die genetischen Korrelationen zwischen Reinzucht- und Kreuzungsleistungen liegen für verschiedene Merkmale der Mastleistung auf mittlerem bis hohem Niveau (Tab 3.16). Bösch (1999) u.a. zeigen deutlich niedrigere Werte für das Merkmal Wurfgröße.

Brade (1990) zeigte frühzeitig anhand von Simulationsstudien, dass bei einer genetischen Korrelation von $r_{g(R,K)} \leq 0,75$ (oder niedriger) die kombinierte Selektion nach Reinzucht- und Kreuzungsleistung erfolgreicher ist, als eine ausschließliche Selektion nach Reinzuchtleistung (Tab 3.17 bis 3.20).

Die Selektion der benötigten Vatertiere erfolgt heute in der Regel in mehreren, aufeinander folgenden Schritten, d. h. mehrstufige Auswahlverfahren stehen in praxi im Vordergrund.

Zuchtfortschritt bei 2stufiger Auswahl der Eber (Methodische Grundlagen)

Der zu erwartende Selektionserfolg im aggregierten Genotyp H (= Zuchtziel oder Gesamtzuchtwert) ist bei mehrstufiger Auslese der Tiere- im Gegensatz zur einstufigen Selektion - schwieriger zu bestimmen. Bei einstufiger Auslese (der benötigten Vatertiere) nach einem Index lässt sich der in der Nachkommengeneration zu erwartende Zuchtfortschritt im Zuchtziel H (= $\underline{a}'\underline{Y}$ mit \underline{a}' = Zeilenvektor relativer ökonomischer Gewichte, \underline{Y} = Vektor der additiv genetischen Werte der m Merkmale) wie folgt berechnen (Selektion im männlichen Geschlecht vorausgesetzt):

$$\Delta G_H = \frac{1}{2} i r_{HI} \sigma_H \quad (1)$$

Wenn jetzt ΔG_H = zu erwartender Selektionserfolg in der Nachkommengeneration bezüglich des aggregierten Genotyps H aufgrund der Auslese der Väter nach I, i = Selektionsintensität (im männlichen Geschlecht), r_{HI} = Korrelation zwischen H und I (im männlichen Geschlecht) und σ_H = geschätzte Standardabweichung des Zuchtzieles H bedeuten.

Der bei zweistufiger Indexauslese (zu erwartende) genetische Fortschritt bezüglich H (ΔG_H) kann demgegenüber mittels Beziehung (2) berechnet werden (Brade, 1991):

$$\Delta G_H = \frac{1}{2} \frac{r_{HI_1} \cdot z_1 \cdot j_{21} + r_{HI_2} \cdot z_2 \cdot j_{22}}{p_1 p_2} \cdot \sigma_H \quad (2)$$

mit

- r_{HI1}, r_{HI2} = Korrelationen zwischen H und den in der ersten bzw. zweiten Selektionsstufe verwend. Indizes I_1 und I_2 ;
 Z_1, Z_2 = Ordinatenwerte der Normalkurve in den entsprechenden Stützpunkten
 p_1, p_2 = Anteil zur Weiterzucht ausgelesener Tier ein der ersten bzw. zweiten Selektionsstufe (= Remontierungsanteil der ersten bzw. zweiten Selektionsstufe).

Die in Beziehung (2) zusätzlich genannten Korrekturgrößen J_{21} und J_{22} stellen hierbei eindimensionale Normalintegrale dar (Brade, 1991).

Zur Illustration der bei 2stufiger Auslese der Vatertiere gültigen Zusammenhänge sind nachfolgend - in Anlehnung an die Bedingung der Eberauswahl in der Schweinezüchtung - verschiedene Beispiele aufgezeigt.

Vorausgesetzt wird eine Selektion der Eber zunächst nach einem Merkmal (z.B. Zunahme) aufgrund einer Eigen- und Geschwisterprüfung (in einer zentralen Aufzuchtstation) mit anschließender Kreuzungsnachkommenprüfung (intensiv „vor“ausgelesener Vatertiere) in einem zugehörigem (zweiten) Merkmal (= Zunahme der Kreuzungsnachkommen). Die Ausdehnung auf mehr als zwei (differenzierte) Merkmale ist sofort möglich, da entsprechende EDV-Programme zur Verfügung stehen.

In der Tabelle 3.17 sind zunächst die verwendeten Populationskennwerte zusammengestellt:

Tab. 3.17: Verwendete Populationsparameter zur 2-Stufen-Selektion der Vatertiere (Simulationsstudie)

Variante	Selektionsmerkmal in der 1. Stufe		Selektionsmerkmal in der 2. Stufe		Reinzucht-Kreuzungs-Korrelationen zwischen beiden Merkmalen	
	h^2	σ_p	h^2	σ_p	$r_{g(R,K)}$	r_p^*
1.	0,35	1,00	0,25	0,84	1,00	0,30
2.	0,35	1,00	0,25	0,84	0,70	0,21
3.	0,35	1,00	0,25	0,84	0,40	0,12
4.	0,35	1,00	0,25	0,84	0,10	0,03

*Anmerkung: Die phänotypischen Korrelationen (r_p) entsprechen jeweils denjenigen Werten, die bei einer fehlenden umweltbedingten Ähnlichkeit vorauszusetzen sind: $cov(P_1, P_2) = cov(G_1, G_2)$ mit $cov(u_1, u_2) = 0$

Neben den in Tab. 3.17 dargestellten differenzierten Reinzucht-Kreuzungskorrelationen ($=r_{g(R,K)}$ -Werte) sind darüber hinaus die ökonomischen Gewichte der beiden Merkmale unterschiedlich ($\underline{a}' = [0 \ 1]$) festgelegt worden ($\underline{a}' =$ Zeilenvektor der relativen ökonomischen Gewichte). Diese ökonomische Gewichtung bedeutet, dass ausschließlich das in der 2. Stufe ermittelte Selektionskriterium (= hier: Zunahme der Kreuzungsnachkommen) entscheidend ist. Die vorausgesetzten Informationsquellen lauten ($P_1 = 1.$ Merkmalswert; $P_2 = 2.$ Merkmalswert):

- 1. Stufe:** Selektion nach Eigenleistung (EL) und den Leistungen von 2 Vollgeschwistern (2VL) aufgrund der Verfügbarkeit des 1. Merkmalswertes EL (P_1) + 2VL (P_1)
- 2. Stufe:** Selektion nach der Eigenleistung (EL) und den Leistungen von 2 Vollgeschwistern (2VL) aufgrund der Verfügbarkeit des 1. Merkmalswertes sowie den Leistungen von 3...60 Nachkommen (3...60 NL) aufgrund der Verfügbarkeit des 2. Merkmalswertes: EL (P_1) + 2VL (P_1) + 3...60 NL (P_2)

An dieser Stelle soll an zwei Gesichtspunkte erinnert werden:

- aus tierzüchterischer Sicht ist es in der Regel vorteilhaft, wenn alle verfügbaren Informationen aus der 1. Stufe noch einmal in der 2. Stufe berücksichtigt werden;
- bei begrenzter Nachkommenprüfkapazität (in der 2. Stufe) variiert der mögliche Umfang zu prüfender Nachkommen (je Proband) in Abhängigkeit von der Intensität der Auslese der Vatertiere bereits in der 1. Stufe.

In der Tab. 3.18 sind (einige) berechnete k_2 -Werte (= Stützungspunkte)- für unterschiedliche Varianten - zusammengestellt, so dass notwendige Zwischenschritte überprüft bzw. (mittels selbständig erarbeiteter EDV-Projekte) vergleichend gegenüber gestellt werden können.

Tab. 3.18: Berechnete Korrelationen (r_{112}) sowie standardisierte Stützungspunkte (k_2) bei unterschiedlich intensiver Selektion der Vatertiere

Anteil ausgelesener Tiere (%)			genetische Korrelationen zwischen den Merkmalen (r_g)							
gesamt	1. Stufe (p_1 %)	2. Stufe (p_2 %)	$r_{g(R,K)} = 1,00$		$r_{g(R,K)} = 0,70$		$r_{g(R,K)} = 0,40$		$r_{g(R,K)} = 0,10$	
			r_{112}	k_2	r_{112}	k_2	r_{112}	k_2	r_{112}	k_2
Bedingung: gleiche ökonomische Gewichtung der beiden Merkmale (Wichtungsverhältnis $\underline{a}' = [1 \ 1]$); sehr intensive Selektion										
1,0	20,0	5,0	0,934	2,327	0,922	2,326	0,914	2,326	0,911	2,323
1,0	5,0	20,0	0,832	2,239	0,817	2,224	0,807	2,221	0,804	2,210
1,0	2,5	40,0	0,722	1,970	0,764	1,952	0,756	1,936	0,755	1,934
1,0	2,0	50,0	0,755	1,820	0,749	1,805	0,742	1,789	0,741	1,787
1,0	1,5	66,7	0,735	1,541	0,732	1,532	0,727	1,518	0,727	1,517

Anmerkung: r_{112} = Korrelation zwischen dem Selektionskriterium der 1. und 2. Stufe (= r_{H11}/r_{H12})

Die Tab. 3.19 und 3.20 beinhalten schließlich die in der Nachkommengeneration zu erwartenden genetischen Fortschritte (ΔG_H) bei unterschiedlich gestalteter 2stufiger Auslese der Vatertiere.

Tab 3.19: Zuchtfortschritt bezüglich des aggregierten Genotyps in der Nachkommenschaft (ΔG_H) bei unterschiedlich intensiver Selektion der Vatertiere in der ersten Stufe

Anteil ausgelesener Tiere in der 1. Stufe (p_1 %)	Anteil ausgelesener Tiere in der 2. Stufe (p_2 %)	erwarteter Zuchtfortschritt in der Nachkommengeneration (ΔG_H)			
		$r_{g(R,K)} = 1,00$	$r_{g(R,K)} = 0,70$	$r_{g(R,K)} = 0,40$	$r_{g(R,K)} = 0,10$
Bedingung: ökonomische Bedeutung ausschließlich des zweiten Merkmals (Wichtungsverhältnis: $\underline{a}' = [0 \ 1]$); intensive Selektion					
100,0	5,0	0,300	0,243	0,200	0,179
50,0	10,0	0,315	0,272	0,239	0,208
25,0	20,0	0,335	0,298	0,259	0,213
12,5	40,0	0,345	0,297	0,243	0,181
10,0	50,0	0,342	0,288	0,277	0,161
7,5	66,7	0,330	0,266	0,197	0,123
5,0	100,0	0,280	0,196	0,112	0,028

Bedingung: konstante relative Prüfkapazität PK, (= n / p_2 mit n = Umfang einer zu prüfenden Nachkommengruppe) vorausgesetzt

Die Ergebnisse lassen erkennen, dass die Höhe des möglichen Fortschritts (ΔG_H) mit Abnahme der zugehörigen genetischen Korrelation ($r_{g(R,K)}$) deutlich geringer wird (Tab. 3.19). Bemerkenswert jedoch ist, dass eine vergleichsweise intensive Auslese der benötigten Vatertiere (Eber) bereits in der ersten Stufe auch dann noch vorteilhaft bleibt, wenn nur eine sehr lose oder sogar negative Beziehung zwischen den beiden Merkmalen ($r_{g(R,K)}$) besteht (Tab. 3.19 u. 3.20).

Die optimalen Selektionsschärfen in den verschiedenen Stufen - gemessen jeweils an der Höhe des Gesamtzuchtfortschrittes innerhalb einer geprüften Variante - sind dabei sehr nachhaltig von der Höhe der möglichen Gesamtselektionsintensität abhängig.

Setzt man einen Anteil ausgelesener Tiere von insgesamt 5 % voraus, so sollten etwa 12 - 25 % der eigenleistungsgeprüften Eber in die Stufe der Nachkommenprüfung (= 2. Stufe) übernommen werden (Tab. 3.19). Bei einem vorausgesetzten Gesamtremontierungsprozentsatz von $p = 1,00$ % reduziert sich dieser optimale Anteil auf 2 bis 5% (Tab. 3.20).

Tab. 3.20: Zuchtfortschritt bezüglich des aggregierten Genotyps in der Nachkommenschaft (ΔG_H) bei unterschiedlich intensiver Selektion der Vatertiere in der ersten Stufe

Anteil ausgelesener Tiere in der 1. Stufe (p_1 %)	Anteil ausgelesener Tiere in der 2. Stufe (p_2 %)	erwarteter Zuchtfortschritt in der Nachkommengeneration (ΔG_H)			
		$r_{g(R,K)} = 1,00$	$r_{g(R,K)} = 0,70$	$r_{g(R,K)} = 0,40$	$r_{g(R,K)} = 0,10$
Bedingung: ökonomische Bedeutung ausschließlich des zweiten Merkmals (Wichtungsverhältnis: $\underline{a}' = [0 \ 1]$); sehr intensive Selektion					
20,0	5,0	0,387	0,313	0,252	0,196
10,0	10,0	0,406	0,345	0,285	0,221
5,0	20,0	0,427	<u>0,367</u>	<u>0,290</u>	<u>0,224</u>
2,5	40,0	<u>0,434</u>	0,361	0,274	0,190
2,0	50,0	0,429	0,349	0,263	0,167
1,0	100,0	0,361	0,253	0,144	0,036

Anmerkung: $PK_r = 60$; Anteil (%) ausgelesener Tiere insgesamt (= Gesamtremontierungsprozentsatz): p (%) = 1,00

Dringend zu vermerken bleibt, dass diese Aussagen nur unter Beachtung der vorausgesetzten (relativen) Nachkommenprüfkapazität ($PK_r = 60$) gültig sind. Da damit gleichzeitig das Verhältnis zwischen der absoluten Zahl verfügbarer Nachkommenprüfplätze (N) und der Anzahl benötigter Alteber (s) erfasst wird ($s_1 =$ Anzahl zu prüfender Jungeber):

$$PK_r = N / s = (s_1 \times n) / s,$$

sind beispielsweise unter veränderten relativen Prüfkapazitäten - bei Konstanzhaltung des Umfangs einer zu prüfenden Nachkommengruppe (n) - wiederum Veränderungen hinsichtlich der zu empfehlenden Selektionsintensitäten in den verschiedenen Stufen zu erwarten. Aus der Sicht der praktischen Züchtung interessiert schließlich jedoch der Vergleich der Selektionserfolge bei Anwendung einer zwei- oder einstufigen Zuchtwahl der Eber - in Abhängigkeit von der Höhe der genetischen Beziehungen zwischen beiden Merkmalen bei differenzierten Zuchtzielen - unter gebührender Beachtung zugehöriger Generationsintervalle (Tab. 3.21).

Tab. 3.21: Zu erwartende jährliche Selektionserfolge ($\Delta G_H/J$) bei zwei- oder einstufiger Vatertierauswahl (Anteil ausgelesener Eber: je 5 %)

Genet. Korrelationen ($r_{g(R,K)}$)	Auswahl in zwei Stufen ($T = 2,25$)*			Auswahl in einer Stufe ($T = 1,65$)*	
	p_1 (%)	p_2 (%)	$\Delta G_H/J$	p_1 (%)	$\Delta G_H/J$
ökonomische Bedeutung ausschließlich des 2. Merkmals $\underline{a}' = [0 \ 1]$:					
$r_{g(R,K)} = 1,00$	25,0	20,0	0,15	5,0	0,17
$r_{g(R,K)} = 0,70$	25,0	20,0	0,13	5,0	0,12
$r_{g(R,K)} = 0,40$	25,0	20,0	0,12	5,0	0,07
$r_{g(R,K)} = 0,10$	25,0	20,0	0,09	5,0	0,02

* Anm: mittleres Generationsintervall bei 2stufiger Auslese:
 $T = 2,25$ Jahre ($T_{Eber} = 2,8$ Jahre; $T_{Sauen} = 1,7$ Jahre)
mittleres Generationsintervall bei 1stufiger Auslese:
 $T = 1,65$ Jahre ($T_{Eber} = 1,6$ Jahre; $T_{Sauen} = 1,7$ Jahre)

Die Vorzüglichkeit der zweistufigen Selektion ist - im gewählten Beispiel - nicht nur von den genetischen Beziehungen zwischen den (beiden) Merkmalen sondern sehr nachhaltig auch vom formulierten Zuchtziel abhängig.

Bei einer angestrebten konsequenten Verbesserung des 2. Merkmals $\underline{a}' = [0 \ 1]$ ist der jährliche (= zweistufige) Selektionserfolg im aggregierten Genotyp ($\Delta G_{H/J}$) offensichtlich dann höher, wenn für die genetische Korrelation $r_{g(R,K)} \leq 0,75$ gilt.

Fazit: Bei konsequenter Bewertung der Nachkommenleistung im Zuchtziel wächst die Vorzüglichkeit der 2stufigen Zuchtwahl - vergleichsweise gegenüber der einstufigen Auslese - mit abnehmender genetischer Korrelation zwischen dem in der Eigen- und Nachkommenprüfung berücksichtigten Merkmal.

Kreuzungsschemata

Kreuzungsverfahren können nach verschiedenen Gesichtspunkten (z. B. nach der Zahl beteiligter Rassen/Linien); nach der Kontinuität der Nutzung/Nichtnutzung von Kreuzungstieren zur Weiterzucht in Form kontinuierlicher oder diskontinuierlicher Verfahren; nach vorrangiger Nutzung additiver Genwirkungen oder aber auch solche Kreuzungsverfahren mit kontinuierlicher Nutzung nicht additiver Genwirkungen usw. gegliedert werden. Nachfolgend sind einige wichtige Kreuzungsverfahren beim Schwein dargestellt:

2-Rassen-Kreuzung

Die 2-Rassenkreuzung ist die einfachste Form eines Kreuzungsprogramms. In der Regel kommt auf der väterlichen Seite eine Rasse mit hohem Muskelfleischanteil zum Einsatz. Auf der mütterlichen Seite wird eine Rasse mit hoher Fruchtbarkeit und guten Muttereigenschaften einschl. hohem Wachstumsvermögen bevorzugt:

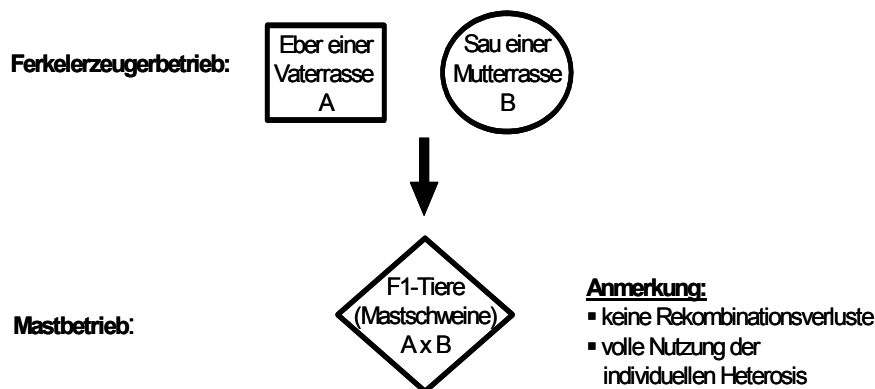


Abb. 3.13: Schema einer 2-Rassen-Kreuzung (einfache, diskontinuierliche Kreuzung)

- = männliche Tiere
- = weibliche Tiere
- ◇ = beide Geschlechter möglich

3-Rassen-Kreuzung

Mit der 3-Rassen-Kreuzung soll durch die Verwendung einer weiteren (= 3.) Rasse vor allem die Vitalität und Fruchtbarkeit der Muttertiere - durch zusätzliche Nutzung entsprechender Heterosiseffekte in der Stufe der Ferkelerzeugung - weiter erhöht werden. Die 3-Rassen-Kreuzung ist in den meisten Kreuzungsprogrammen aktueller Standard:

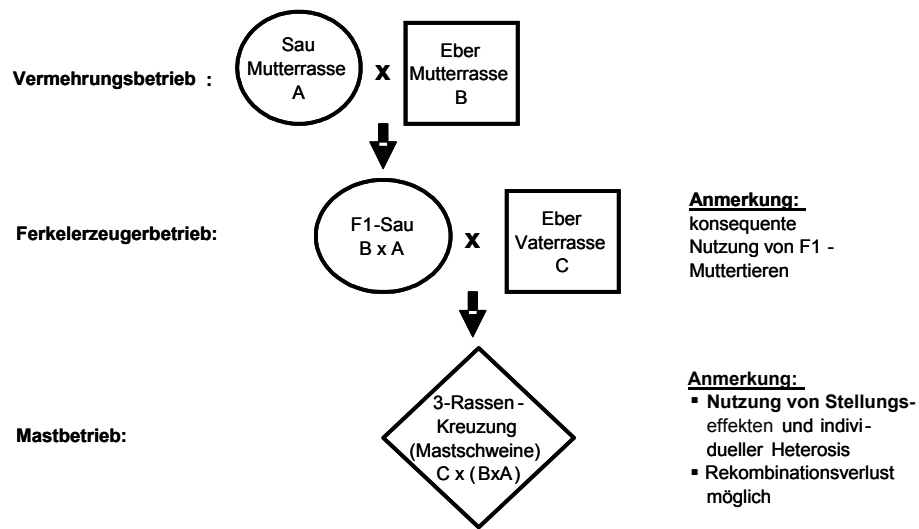


Abb. 3.14: Schema einer 3-Rassen-Kreuzung (diskontinuierliche Kreuzung)

4-Rassen-Kreuzung

Bei dieser Mehrfachkreuzung findet zusätzlich der Einsatz von Kreuzungsebern in der Stufe der Ferkelerzeugung statt:

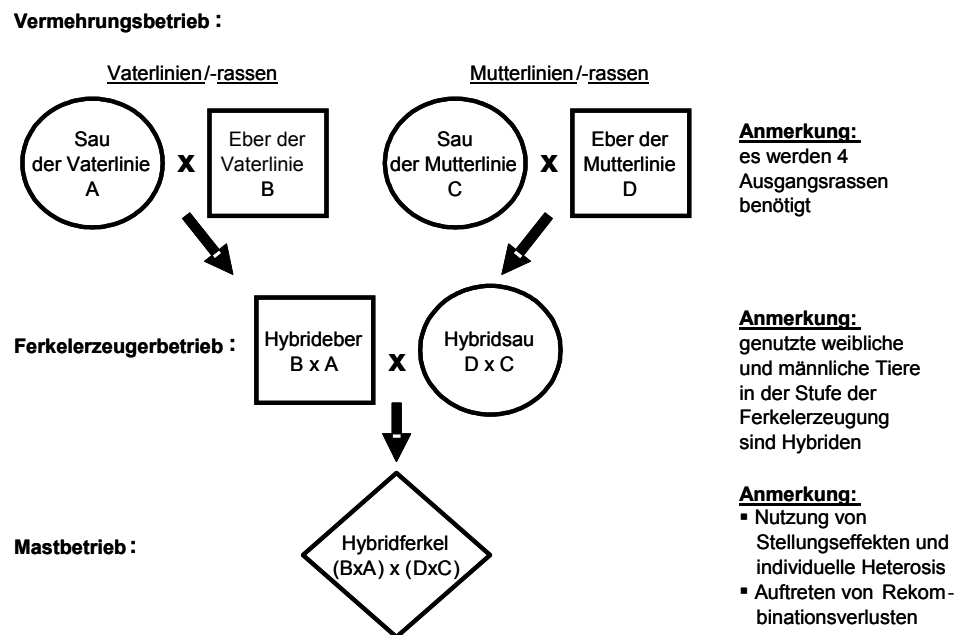


Abb. 3.15: Schema einer 4-Rassen-Kreuzung (diskontinuierliche Mehrfachkreuzung)

Rotationskreuzung

Rotationskreuzungen erfahren in den großen Ferkelerzeugerbetrieben zunehmende Beachtung. Ihre Umsetzung wird durch eine konsequente Nutzung der künstlichen Besamung (= KB) erleichtert. Die Entscheidung zur Durchführung einer Rotationskreuzung ergibt sich oft durch eine angestrebte Minderung des seuchenhygienischen Risikos; bedingt durch Wegfall eines fortlaufenden Zukaufs von Jungsaugen:

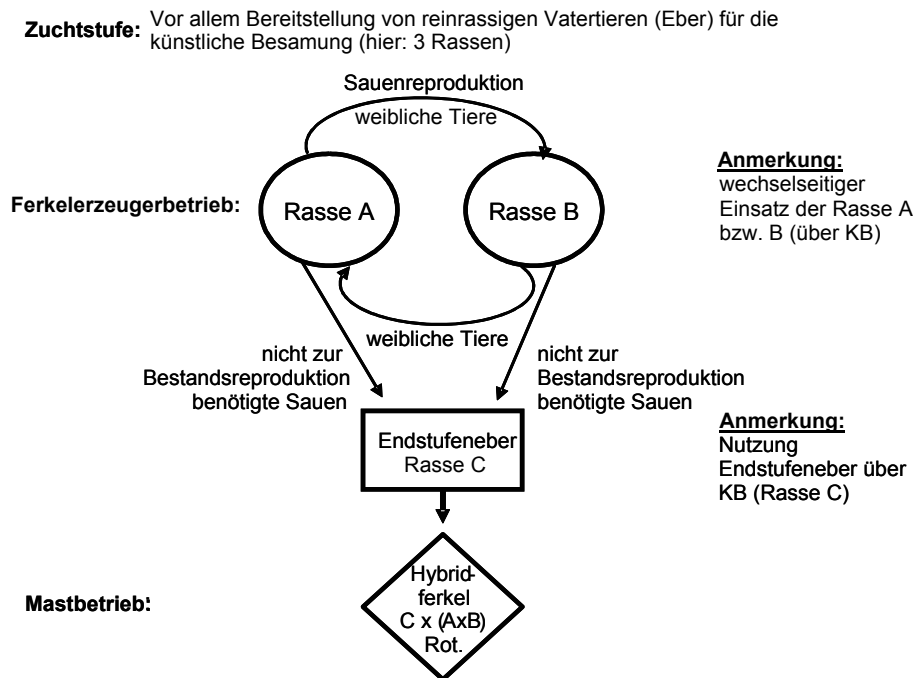


Abb. 3.16: Terminalrotation (hier: 2-Rassen-Rotation mit Nutzung eines Endstufenebers)

Bei den so genannten Rotationskreuzungen werden beispielsweise (ein Teil) der weiblichen Tiere zur Weiterzucht verwendet (Abb. 3.16).

Die Vor- bzw. Nachteile der verschiedenen Kreuzungsverfahren sind nachfolgend noch einmal zusammengestellt:

Tab. 3.22: Vor- und Nachteile verschiedener Kreuzungsverfahren

Kreuzungsschema	Vorteile	Nachteile
2-Rassen-Kreuzung:	<ul style="list-style-type: none"> Nutzung von Kreuzungseffekten in der Maststufe leichte Durchführbarkeit Bestandsergänzung im eigenen Betrieb 	<ul style="list-style-type: none"> Nichtnutzung von Kreuzungseffekten in der Ferkelerzeugung (Sauenseite) schlechte Marktchancen für anfallende männliche Tiere auf der Sauenseite (reinerassige Kastrate)
3-Rassen-Kreuzung:	<ul style="list-style-type: none"> Nutzung von Kreuzungseffekten in der Ferkelerzeugung und in der Maststufe Sicherstellung marktgerechter Tiere 	<ul style="list-style-type: none"> höheres hygienisches Risiko durch ständigen Zukauf höherer finanzieller und größerer organisatorischer Aufwand
4-Rassen-Kreuzung:	<ul style="list-style-type: none"> generell wie 3-Rassen-Kreuzung; zusätzliche Nutzbarkeit des paternal bedingten Heterosiszuwachses (= eingesetzte Eber in der Ferkelerzeugung z. B. in Form der Nutzung von F1-Ebern) 	<ul style="list-style-type: none"> generell wie 3-Rassen-Kreuzung höherer Züchtungsaufwand durch notwendiges Bearbeiten von 4 Rassen/Linie im Vergleich zur 3-Rassen-Kr.
Terminalrotation: (hier: 2-Rassen-Rotationskreuzung in der Ferkelerzeugung mit Einsatz eines Endstufenebers (= 3. Rasse))	<ul style="list-style-type: none"> vermindertes seuchenhygienisches Risiko durch Wegfall ständigen Zukaufs weiblicher Tiere (vor allem in Großanlagen) 	<ul style="list-style-type: none"> keine komplette Nutzung möglicher Kreuzungseffekte wechselnde genetische Zusammensetzung der Endprodukte

3.8 Nutzung moderner Biotechniken

Biotechnologische Verfahren lassen sich aus methodischer Sicht nach molekulargenetischen und reproduktionsbiologischen Verfahren zusammenfassen (Abb. 3.17): molekulargenetische Verfahren, die notwendigerweise ein molekulargenetisches Labor voraussetzen, dienen beispielsweise der Diagnostik von Erbfehlern auf DNA-Ebene, der Identitätssicherung (Abstammungskontrolle) bzw. der Genomanalyse. Zu den reproduktionsbiologischen Verfahren, die z. T. im Züchterstall erfolgen, zählen: die künstliche Besamung (KB), der Embryotransfer (ET), das Sexing, die In-vitro-Produktion von Embryonen (IVP) oder die Klonierung.

Der Einsatz moderner Biotechniken beschleunigt über verschiedene Faktoren (Selektionsintensität, verbesserte Genauigkeit der Zuchtwertschätzung, Verkürzung des Generationsintervalls etc.) den möglichen Zuchtfortschritt. Allerdings sind moderne Zuchtprogramme heute sehr komplex und vielgestaltig. Mit anderen Worten: Alle einseitig orientierten Zuchtziele mit Reduzierung der Tiergesundheit sind abzulehnen.

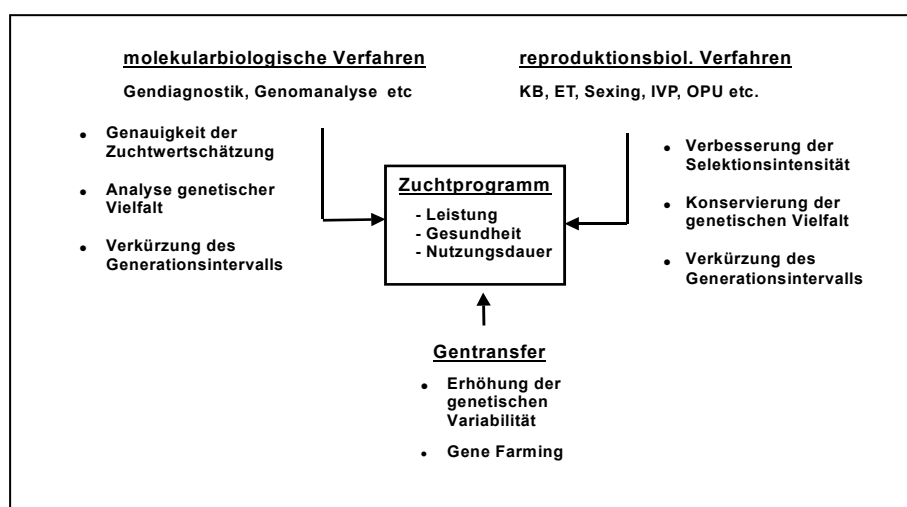


Abb. 3.17: Bedeutung der Bio- und Gentechnik in der Tierzucht

Die Akzeptanz der verschiedenen Biotechniken ist von einer Vielzahl gleichzeitig wirkender Einflussfaktoren abhängig (Abb. 3.18).

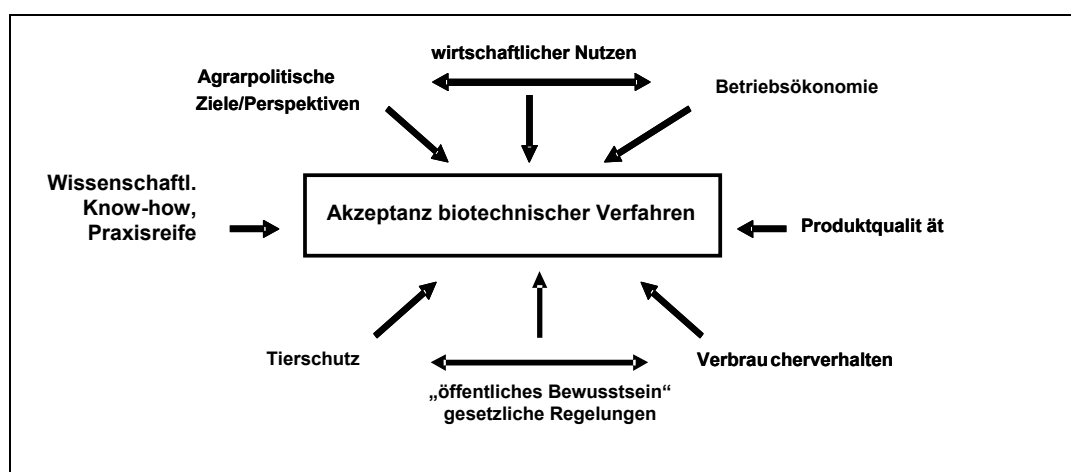


Abb. 3.18: Einflussfaktoren auf die Akzeptanz biotechnischer Verfahren

Die Gentechnologie ermöglicht es, einzelne Gene zu isolieren, zu analysieren bzw. zu verändern. Unter einer Gendiagnose soll nachfolgend die Untersuchung einer Eigenschaft auf

der DNA-Stufe verstanden werden. In der Tierzucht bieten sich vielfältige Nutzungsmöglichkeiten an:

- direkte Erfassung qualitäts- und quantitätsbeeinflussender Gene
- Erfassung von Erbfehlern
- „Markerassisted“ Selektion (MAS) z. B. Erfassung genetischer Marker für QTLs (vgl. Abschn. 3.3)
- Identitätssicherung/Abstammungskontrolle z. B. DNA-Fingerprinting
- Bewertung genetischer Distanzen zwischen Rassen oder Tiergruppen/ Beurteilung der Erhaltungswürdigkeit von Rassen oder Tiergruppen

Künstliche Besamung und Spermasexing: Die KB wurde Ende der 40er Jahre zunächst aus tiermedizinischen Gründen eingeführt, um die Infektionskette von Geschlechtskrankheiten zu unterbrechen. Die zusätzlichen züchterischen Vorteile wurden schnell offensichtlich (bessere Auslastung überlegener Vatertiere, schnellere und genauere Zuchtwertschätzung). Weitere Fortschritte bei der Trennung von X- und Y-Chromosomentragenden Spermien haben zwischenzeitlich Methoden verfügbar gemacht (z. B. „Beltsville Sperm Sexing Technology“), um das Geschlecht vorzubestimmen. Schweinespermien unterscheiden sich darin, dass das „X-Spermium“ etwa 3,6 % mehr DNA enthält als das Y-Chromosom tragende Spermium. Der individuelle Spermien-DNA-Gehalt kann bestimmt und zur Geschlechtsdifferenzierung mittels eines Durchflusssytometers genutzt werden (Rath, 2002).

Transgene Schweine: Unter transgenen Tieren versteht man Tiere, die in Keim- und Körperzellen Fremd-DNA besitzen. Sie werden erzeugt, indem man genetisches Material experimentell in das Genom der Keimbahn einschleust. Dies erreicht man beispielsweise durch Mikroinjektion von DNA in den männlichen Vorkern (Pronucleus) einer befruchteten Eizelle (Zygote). Ein Teil der transgenen Tiere exprimiert das fremde Gen und überträgt es auch auf seine Nachkommen (Expression: Ausprägung der in den Genen enthaltenen Informationen). Zwischenzeitlich sind eine Reihe transgener Schweine erzeugt worden. Die relativ geringen Erfolgsraten von Gentransferprogrammen setzen hohe finanzielle Aufwendungen voraus. In Deutschland gelten einschneidende rechtliche Vorschriften (z.B. das Gentechnikgesetz (GenTG), die Gentechnik-sicherheitsverordnung (GenTSV), das Tierschutzgesetz (TschG) sowie die Gentechnik-aufzeichnungsverordnung (GenTAufzV)), die einen Missbrauch dieser Technik verhindern sollen.

Hochinteressante Beispiele zur gezielten Erzeugung/Nutzung transgener Schweine in der Grundlagenforschung bzw. im Rahmen der Prüfung des Schweins als möglicher „Organ-spender“ für den Menschen (=Xenotransplantation) können hier zusätzlich genannt werden (z.B. Niemann u.a., 2005).

Fazit:

- *nur die Zuchtprogramme sind langfristig wettbewerbsfähig, die moderne biotechnologische Verfahren (KB etc.) konsequent nutzen;*
- *Fortschritte bei der Trennung von X- und Y-Chromosomentragenden Spermien haben Methoden verfügbar gemacht, um das Geschlecht der Nachkommen bereits bei der Besamung der weiblichen Tiere vorzuselektieren. Erste Besamungsstationen bieten gesex-tes Sperma an. Der Preis, die reduzierten Besamungsergebnisse sowie patentrechtliche Fragen begrenzen aktuell den breiten Einsatz von gesextem Sperma;*
- *Gentransferprogramme sind nach wie vor auf Experimentaleinrichtungen beschränkt. Die Zuchtpraxis könnte jedoch langfristig von solchen Experimenten profitieren, die eine Erhöhung einer spezifischen Krankheitsresistenz zum Ziel haben bzw. zur gezielten qualitativen Veränderung des Produktes beitragen;*
- *Da mittels neuer Biotechniken die Reproduktionsfähigkeit von Individuen erhöht wird, bleiben Maßnahmen, die eine sichere Bewertung von Zuchttiere sicherstellen, von zentralem Interesse. Die Sicherstellung einer zuverlässigen Leistungsprüfung des Einzeltieres bleibt Voraussetzung für den Erfolg züchterischer Maßnahmen sowohl auf der Ebene des Einzelbetriebes als auch des Zuchtverbandes.*

Literatur

- Baulain, U. P., P. Köhler, E. Kallweit, W. Brade, A. Schön (2000): Intramuscular fat content in some native German pig breeds. EAAP publication, 100, 181 - 184
- Blackshaw, J. K.; A. M. Hagelslo (1990): Getting up and lying-down behaviours of loose housed sows and social contacts between sows and piglets during day 1 and day 8 after parturition. Appl. Anim. Behav. Sci., 25, 61 - 70
- Brade, W., (1991): Aspekte der zweistufigen Auslese von Vatertieren, dargestellt an einem Anwendungsbeispiel der Eberauswahl. J. Anim. Breed. Genet., Bd. 108, 1991, S. 9 - 16
- Brade, W., (1990): Züchtung von Legehennen in Mehrlinienprojekten. Archiv Geflügelk. 1990, 54, 195 - 198
- Chowdhary, B. P. (1998): Cytogenetics and Physical Chromosome Maps.
zit. in: The Genetics of the Pig. ed. M. F. Rothschild u. A. Ruvinsky, CAB International, S. 199 - 263
- Clutter, A. C.; E. W. Brascamp (1998): Genetics of Performance Traits.
in: The Genetics of the Pig. ed.: M. F. Rothschild und A. Ruvinsky, CAB International, S. 427 - 462
- Cochran, W. G., (1951): Improvement by means of selection. Proc. 2nd Berkeley Symp. Math. Stat. Prob. 1951, 449 - 470.
- Dickerson, G. E., (1969): Experimental approaches in utilizing breed resources. Anim. Breed. Abstr. 37, 1969, 191 - 202
- Dickerson, G. E., (1973): Inbreeding and heterosis in animals. In: Proc. Anim. Breed. Genet. Symp. in honour of Dr. J. L. Lush in Blacksburg Virginia, ASAS und ADSA, 4 - 77
- Falkenberg, H.; H. Hammer (2006): Zur Geschichte und Kultur der Schweinezucht und -haltung. (1. Mitt.). Züchtungskunde 78, S. 55 - 68
- Gibson, J.P.; Z.H. Jiang; J.A.B. Robinson (2002): No detectable association of the ESR Pvull mutation with sow productivity in a Meishan x Large white F2 population. Anim. Genetics, Bd. 33, No. 6, 448 - 450
- Grandison, K. (2003): Genetic Aspects of Maternal Ability in Sows.
Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, 2003
- Groves, C. P.; P. Grubb (1993): The Eurasian Suids: Sus and Babyrousa.
zit. in: The Genetics of the Pig ed. M. F. Rothschild u. A. Ruvinsky CAB International, 1998.
- Hammond, K.; H. W. Leitch (1998): Genetic Resources and the Global Programme for their Management. in: The Genetics of the Pig. ed.: M. F. Rothschild u. A. Ruvinsky, CAB International, S. 405 - 425
- Hill, W. G., (1983): Dominance and epistasis as components of heterosis. Zeitschr. Tierz. u. Züchtungsbiologie 99, 161 - 168
- Jacubec, V.; J. Hyanek, (1982): Quantitative analysis of components of hybridization. Livest. Prod. Sci. , 1982, 639 - 651
- Kalm, E. (2003): Entwicklungen in der Schweinezucht. Lohmann Information, 1/2003, S. 3 - 8
- Lengerken, von, G.; M. Wicke (1997) Entwicklungstendenzen in der Schweinefleischerzeugung 4. Symposium, Inst. für Tierzucht u. -haltung, Halle, 03.04.97
- Niemann, H. (2005): Das menschliche Schwein: Xenotransplantation.
www.wdr.de/tv/q21/2045.0phtml

- Notter, D. R., (1987): The crossbred sire: theory. *J. Anim. Sci.* 65, 99 - 109
- Ollivier, L.; Gueblez, R.; Webb, A. J.; H. A. M. van der Steen (1992): Breeding goals for nationally and internationally operating pig breeding organizations. *Proceedings of the 4th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production Vol. 15*, pp 383 - 394, 1992
- Ollivier, L.(1998): Genetic Improvement of the Pig. in: *The Genetics of the Pig*. ed.: M. F. Rothschild u. A. Ruvinsky, CAB International, S. 511 - 540
- Rath, D. (2002): Einsatz von gesextem Sperma. *Landbauforschung Nr. 242*, 37 - 42
- Rothschild, M. F.; A. Ruvinsky (1998): *The Genetics of the Pig* CAB International 1998, 621 Seiten
- Rothschild, M.; C. Jacobson, D. Vaske u.a. (1996): The estrogen receptor locus is associated with a major gene influencing litter size in pigs. *Proc. Nat. Acad. Sc. of USA*, Bd. 93, No. 1, 201 - 205
- Ruten, W.; A. Schön, W. Brade u. a. (2002): Estimation of Genetic Parameters and Genetic Trends in Hanoverian Pig Herdbook Populations. 53. EAAP Congress, Cairo, 1.- 4. Sept. 2002, Vortrag, Manuskript 6 Seiten
- Schook, L. B.; J. E. Beever, J. Rogers u. a. (2005): Swine Genome Sequencing Consortium (SGSC): a strategic roadmap for sequencing the pig genome. *Comp. u. Functional Genomics*, 2005, 6, 251 - 255
- Schwerin, M.; R. Fries, H. Simianer, H. Swalve, K. Wimmers (2006): Die strukturelle und funktionelle Genomanalyse – neue Wege zum Verstehen des Phänotyps. *Züchtungskunde* 78, 2006, S. 1 - 16
- Utz, H. F., (1969): Mehrstufenselektion in der Pflanzenzüchtung. *Arb. Univ. Hohenheim*, Bd. 49, 1969, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Wechsler, B.; D. Hegglin (1997): Individual differences in the behaviour of sows at the nest-site and the crushing of piglets. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 51, 39 - 49

- Körperkondition von Jungsaunen bis zur Zuchtbenutzung

Ausreichende Körperreserven der Sauen sowie optimale Fettdepots zum Zeitpunkt ihrer Zuchtbenutzung haben eine hohe Bedeutung für die Fortpflanzungsleistung im ersten Wurf, aber auch und in allen darauf folgenden Würfen. Jungsaunen sollen zügig wachsen. Die Lebendmassen sollten am 140. Tag 70 kg und am 180. Tag 100 kg betragen. Bei der Wägung am 180. Tag wird die Lebenstagszunahme berechnet und die Seitenspeckdicke (SSD) zur Beurteilung der Körperkondition in der Körpermitte 6 cm seitlich gemessen (Abb. 4.1). In anderen Ländern der EU erfolgt die Messung der Seitenspeckdicke meist am Punkt P₂ (7 cm seitlich in Höhe der letzten Rippe).

Das Wissen um die hohe reproduktionsphysiologische Bedeutung der Körperkondition bei Sauen führte in den letzten Jahren zu einer Aufwertung der Konditionierungsphase zwischen dem 180. Lebenstag und dem Beginn der Zuchtbenutzung. Sie sollte mindestens 6 Wochen lang sein. Drei Funktionen hat die Konditionierungsphase:

- Management der Fortpflanzungsbiologie mit zotechnischer Pubertätsstimulation und Vorbereitung zur künstlichen Besamung (KB)
- Körperkonditionierung mit Tageszunahmen von 650 bis 700 g und Forcierung der Seitenspeckdicke bis auf 17 mm zur Besamung (KB)
- Tiergesundheitsmanagement, Kontakt mit dem herdenspezifischen Keimmilieu und Immunprophylaxe

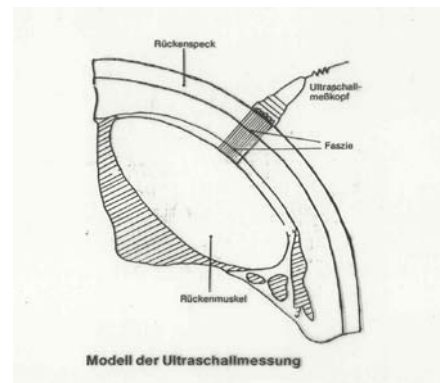
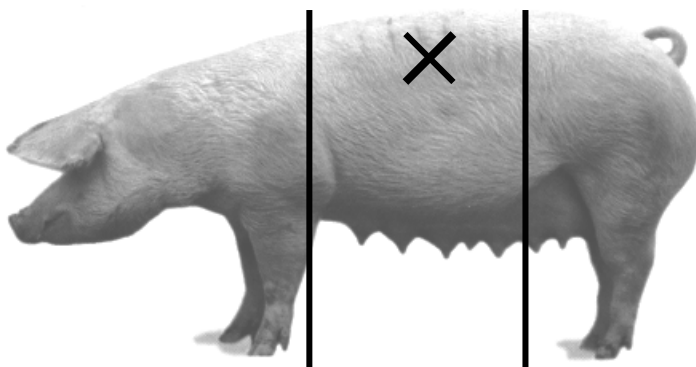


Abb. 4.1: Punkt für die US-Messung der Seitenspeckdicke

- Körperkondition von Zuchtsauen

Um eine hohe Lebensleistung zu erreichen, sind wichtige Orientierungswerte für die Körperkondition der Sauen (Tab. 4.3) zu beachten und in Abhängigkeit von der Wurfnummer die richtige Konditionsnummer (BCS) zu sichern (Abb. 4.2).

Tab. 4.3: Orientierungswerte für die Körperkondition von Sauen

Wurf-Nr.	Körpermasse (kg)				SSD (mm)
	bei EB	85. TTg *	vor Geburt	n. 4-wöchiger Säugezeit	
1	≥ 130	170	195	160	20
2	160	195	220	185	17
3	185	210	235	205	15
4	205	225	250	215	14
5	215	230	255	220	13
6	220	235	260	225	12

* Anm.: TTg = Trächtigkeitstag

Sauen zum ersten und zweiten Wurf sollten sich vor der Geburt in der Konditionsnote „4“, Altsauen zwischen „3“ und „4“ befinden. Nach Ende der Laktation sollte die BCS-Benotung möglichst nicht wesentlich unterhalb der Klasse 3 liegen.

Neben dieser subjektiven Einteilung empfiehlt sich die objektive Messung der Seitenspeckdicke mithilfe eines Ultraschallmessgerätes.

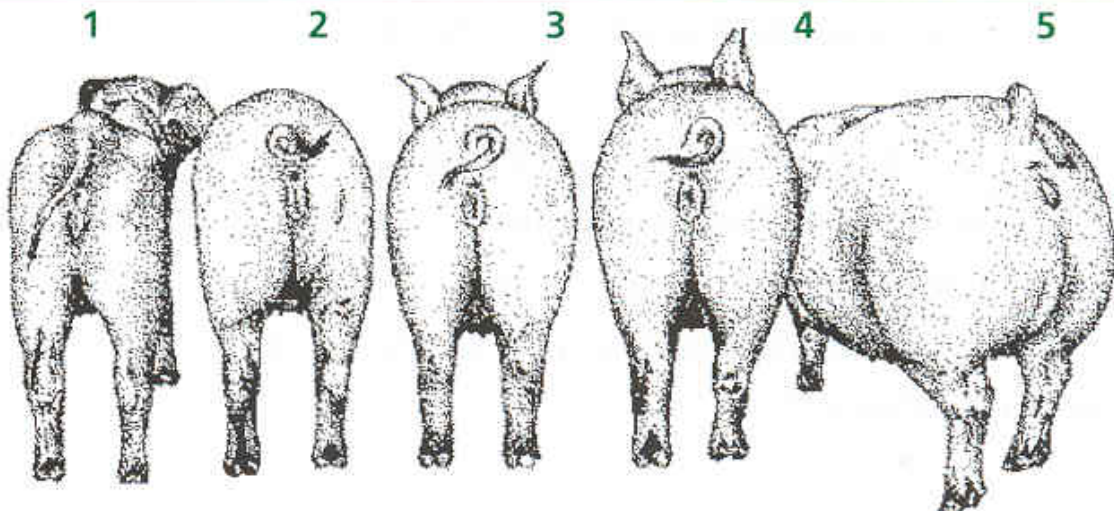


Abb. 4.2: Sauen nach Kondition einordnen (BCS - „Body Condition scoring“)

Konditionsnote 1:

- Beckenknochen, Sitzbeinhöcker stehen deutlich hervor;
- Schwanzansatz und Flanken sind eingefallen;
- Dornfortsätze und Rückenwirbel stehen über den gesamten Rücken deutlich hervor;
- Einzelne Rippen sind klar zu erkennen.

Konditionsnote 2:

- Beckenknochen und Hüfthöcker sind leicht bedeckt;
- Das Gewebe an Schwanzansatz und Flanken ist leicht eingefallen;
- Die Dornfortsätze der Rückenwirbel und einzelne Rippen sind sichtbar.

Konditionsnote 3:

- Beckenknochen und Lendenwirbel sind nicht sichtbar, können aber ertastet werden;
- Die Dornfortsätze der Rückenwirbel sind nur in Schulterhöhe gerade noch sichtbar;
- Der Schwanzansatz ist von Fettgewebe umgeben.

Konditionsnote 4:

- Becken und Rippen sind kaum fühlbar;
- Die Rückenwirbel lassen sich nur noch unter Druck ertasten;
- Die Flanken sind voll. Am Schwanzansatz im Vulvabereich und an den Innenschenkeln sind leichte Fettfalten zu erkennen.

Konditionsnote 5:

- Beckenknochen, Rippen, Rücken- und Lendenwirbel lassen sich auch unter starkem Druck nicht ertasten;
- Der Schwanzansatz ist mit Fettfalten tief im Gewebe versunken;
- Starke Fettfalten im Vulvabereich und an den Innenschenkeln.

Die in der Säugezeit sich verändernde Körperkondition ist für die nachfolgende Fruchtbarkeit der abgesetzten Sau sehr entscheidend. Sauen sollten während der Säugezeit nicht mehr als 15 kg abnehmen. Bei stark abgesäugten Sauen treten die Rauschen verzögert ein, der Anteil umrauschender Tiere ist erhöht und die Wurfgröße reduziert. Ein häufig beobachtetes Phänomen sind die konträr verlaufenden Gewichts- und Speckdickenentwicklungen (Abb. 4.3).

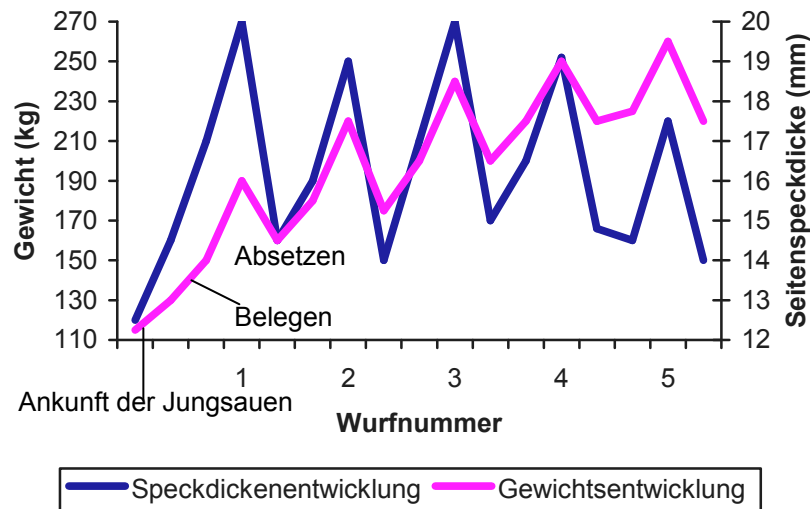


Abb. 4.3: Gewichts- und Seitenspeckdickenentwicklung bei Sauen

Sexualzyklus bei Sauen

Die Belegung der Sauen erfolgt entweder durch den Natursprung des Ebers oder heute mehrheitlich durch künstliche Besamung (KB). Der Erfolg einer Belegung erfordert ein zeitlich richtiges Zusammentreffen von Samenzelle und Eizelle im Eileiter des weiblichen Tieres. Die Paarungsbereitschaft des weiblichen Tieres wird als Brunst (Rausche) bezeichnet. Im Rahmen des Sexualzyklus mit seinen verschiedenen Phasen wiederholt sie sich im Zeitabstand von durchschnittlich 21 Tagen (Abb. 4.4). Die Brunst wird in drei Phasen eingeteilt, die Vorbrunst (Proöstrus), Hauptbrunst (Östrus, Duldungsphase) und Nachbrunst (Postöstrus), wobei jeweils unterschiedliche äußerliche Merkmale beim Tier erkennbar sind (Tab. 4.4).

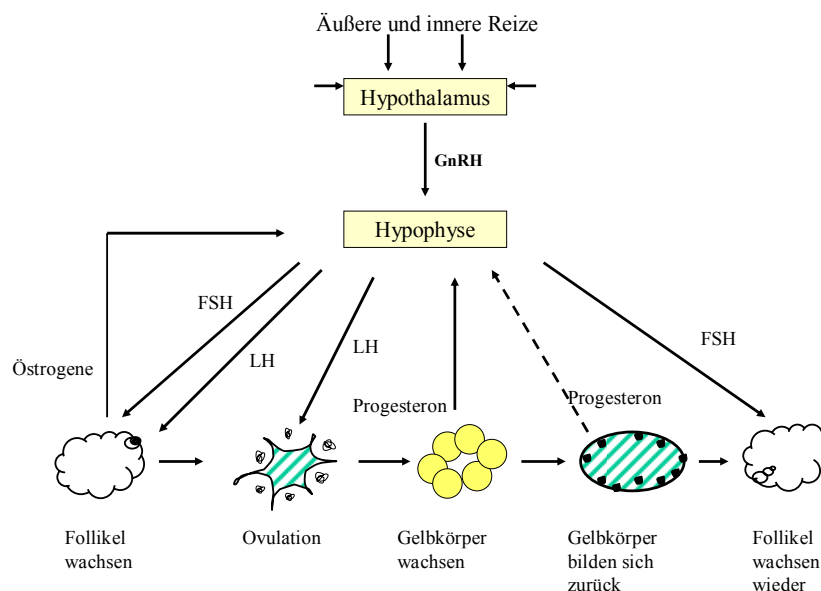


Abb. 4.4: Aktivitäten am Eierstock während des Sexualzyklus beim weiblichen Schwein

Verschiedene äußere Einflussfaktoren können den Sexualzyklus der Sau beeinflussen. Dazu gehören neben der Fütterung und Haltung, mehr oder minder stark die saisonabhängigen Umgebungstemperaturen. Das kann vor allem im Hochsommer und Frühherbst zu einer Diskontinuität in der Verteilung der anfallenden Würfe und/ oder zu einem Rückgang der Wurfgrößen führen (Tab. 4.5). Das beeinträchtigt die Kontinuität und Wirtschaftlichkeit der

Ferkelerzeugung. Bei Jungsaunen und primiparen Sauen tritt dieser Tatbestand allgemein häufiger und stärker auf als bei älteren Tieren. Es ist aber auch darauf zu verweisen, dass das Ausmaß derartig beeinträchtigter Fruchtbarkeitsmerkmale betrieblich sehr variiert, ja in verschiedenen Betrieben solche Erscheinungen überhaupt nicht auftreten.

Tab. 4.4: Merkmale des äußeren Sexualzyklus beim weiblichen Schwein

Ruhephase (Diöstrus)	Vorbrunst	Hauptbrunst	Ruhephase (Metöstrus) (Diöstrus)		Vorbrunst (Proöstrus)
Keine äußeren Anzeichen	Rötung und Schwellung der Scham, Unruhe etc.	Duldung	Keine äußeren Anzeichen	Keine äußeren Anzeichen	Rötung und Schwellung der Scham, Unruhe etc.
7.-17. Tag *	18.-21. Tag *	1.-2. Tag *	3.-6. Tag *	7.-17. Tag *	18.-21. Tag *

* Basis: 21-tägiger Sexualzyklus

Tab. 4.5: Wirkungen von Stallklimafaktoren auf Sauen in Abhängigkeit vom Reproduktionszyklus

Reprodukt-	Depression	Wirkung
Besamung	Brunstverhalten <ul style="list-style-type: none"> - verzögerter Brunsteintritt nach Absetzen - verminderte Brustintensität - azyklisches Brunstverhalten - Brunstlosigkeit - reduzierte Anzahl ovulierter Eizellen 	<ul style="list-style-type: none"> - Unsicherheiten in der Festlegung des Besamungstermins - Erschwertes Eingliedern der Sauen in das Zyklogramm - Vermindertes Befruchtungsergebnis, reduzierte Wurfgröße
Frühe Trächtigkeit	Frühembryonale Sterblichkeit <ul style="list-style-type: none"> - erhöhte Verlustraten bei Embryonen 	<ul style="list-style-type: none"> - reduzierte Wurfgröße - Totalverluste der Fruchtanlagen
Späte Trächtigkeit	Fetale Entwicklung <ul style="list-style-type: none"> - erhöhte Absterberate an Feten (Mumien) - verminderte Gewichtsentwicklung der Feten - vermehrtes Auftreten von Aborten und Verferkelungen 	<ul style="list-style-type: none"> - erhöhte Anzahl tot geborener Ferkel, verminderte Wurfgröße - Erhöhte Anzahl untergewichtiger Ferkel verursacht höhere Saugferkelverluste. - Totalverlust der Würfe
Säugezeit	Milchleistung der Sau <ul style="list-style-type: none"> - verminderte Milchsekretion - verminderte Futteraufnahme - hoher Gewichtsverlust der Sauen 	<ul style="list-style-type: none"> - mangelhaftes Ferkelwachstum, erhöhte Saugferkelverluste - Sauen sind am Ende der Säugezeit zu stark abgesäugt - Verlängertes Absetz-Östrus-Intervall

4.2 Produktionsmanagement – Arbeit nach Produktionszyklogrammen

Die Produktivität in der Ferkelerzeugung ist in Deutschland in den letzten fünf Jahren angestiegen. Das genetische Potential bei den Sauen, die Fütterungs- und Haltungsbedingungen haben sich spürbar verbessert. Derzeit werden landesweit etwa 21 Ferkel je Sau und Jahr

abgesetzt. Diese Zahl errechnet sich aus der Multiplikation von der Anzahl erbrachter Würfe je Sau und Jahr ($\emptyset = 2,24$) und der Anzahl an abgesetzten Ferkeln je Wurf (9,4). Der Wurfabstand wird von der Trächtigkeitsdauer (115 Tage), von der Säugezeit (mehrheitlich 28 Tage) und der Länge der Gützeit bestimmt. Die Höhe der Trächtigkeitsrate nach EB ist hierfür von bedeutendem Einfluss (Absetz-Konzeptions-Intervall). Im Vergleich zu anderen Ländern mit intensiver Schweineproduktion liegen die deutschen Betriebe jedoch damit immer noch im Rückstand. Als kurz- und mittelfristige Ziele in der Ferkelproduktion werden bis 27 abgesetzte Ferkel bzw. 26,5 verkaufte Mastschweine je Sau und Jahr diskutiert. Ein wesentlicher Aspekt ist dabei der Grad der Ausschöpfung der genetischen Potentiale in den Reproduktionsmerkmalen. Das schließt sowohl die vorgeburtlichen Prozesse, wie die Relation zwischen der Anzahl an Feten und der Anzahl ovulierter Eizellen, die embryonale und fetale Mortalität, als auch die Prozesse um die Geburt bzw. danach ein.

Für die intensive Ferkelproduktion sind die engen wechselseitigen Zusammenhänge zwischen der Organisationsform der Produktion, der Zoo- und Biotechnik für die Fortpflanzungssteuerung und dem Tiergesundheitsmanagement typisch (Abb. 4.5).

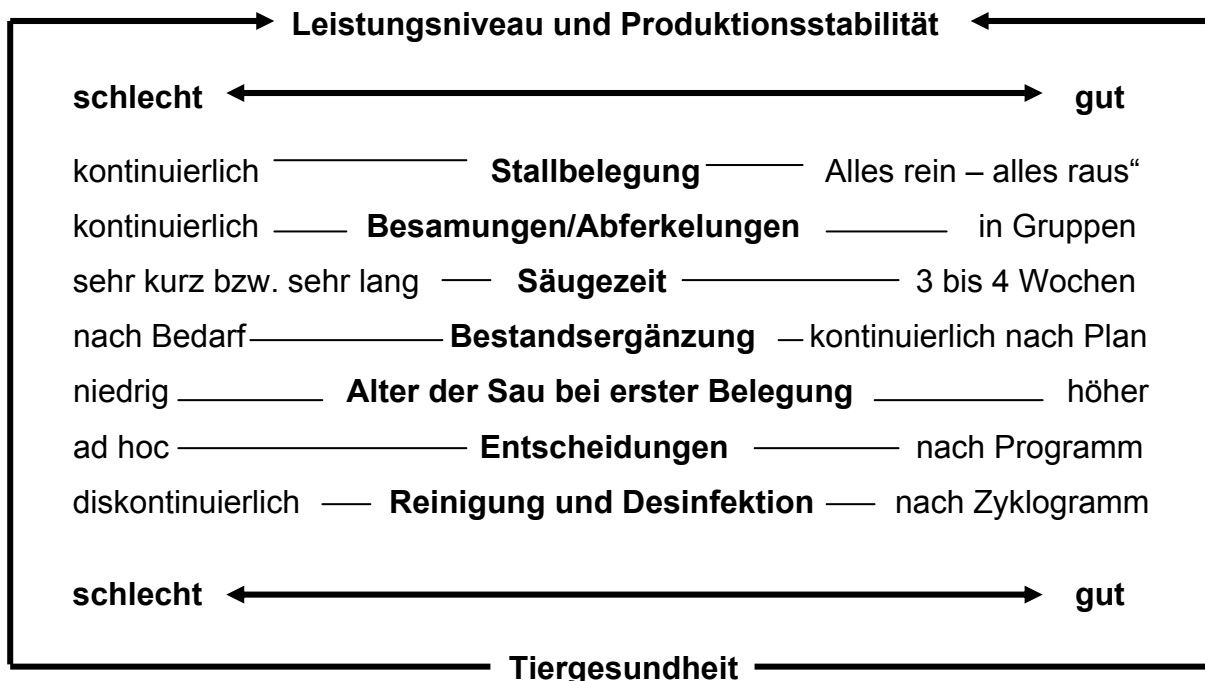


Abb. 4.5: Einfluss verschiedener Managementfaktoren auf Tiergesundheit und Leistung

Die Stallbelegungen nach dem „Alles rein - alles raus“ – Prinzip, die gruppenweisen Besamungen, Abferkelungen und das gleichzeitige Absetzen der Sauen von ihren Würfen nach der Säugezeit sowie die Absicherung einer fest in das Produktionszyklogramm integrierten Reinigungs- und Desinfektionszeit bieten die Gewähr für ein hohes und sicheres Produktionsniveau mit gesunden Tieren. Die straffe Organisation des gesamten Produktionsprozesses beeinflusst so direkt die betriebswirtschaftlich entscheidende Anzahl produzierter Ferkel je Sau und Jahr.

Die Schweineproduktion mit ihren relativ kurzen Produktionszyklen entwickelt sich immer mehr zu einer nach Terminen organisierten Branche der Tierproduktion. Diesem Anliegen dienen grundsätzlich solche produktionsorganisatorische Maßnahmen wie das Gruppenabferkelsystem (Abb. 4.6). Dieses ist Voraussetzung und Bestandteil eines betrieblichen Produktionszyklogramms.

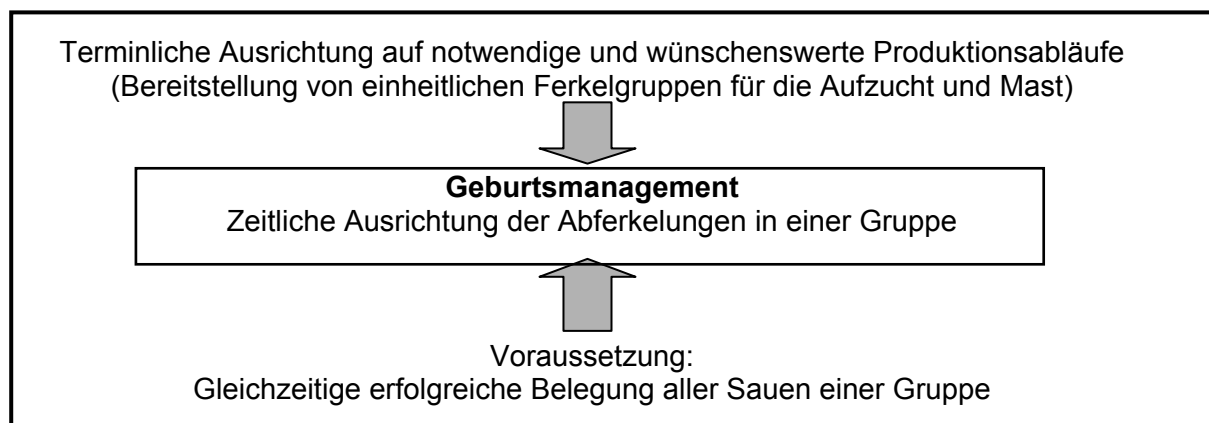


Abb. 4.6: Management biologischer Prozesse in der Schweineproduktion

In einem Produktionszyklogramm werden die regelmäßig wiederkehrenden biologischen und technologischen Ereignisse zu Fixpunkten für den Produktionsablauf. Das betrifft in erster Linie die Besamung der Sauen, die Abferkelung und das Absetzen der Ferkel. Der gesamte Sauenbestand wird deshalb in Untergruppen unterteilt, die nach dem Produktionsrhythmus zeitlich versetzt die einzelnen Produktionsphasen durchlaufen. Zwei Kennzahlen sind für die Organisation eines Produktionszyklogramms wesentlich: der „Produktionsrhythmus“ und die „Anzahl an Sauengruppen“ in die der Gesamtbestand unterteilt werden muss.

$$\text{Produktionsrhythmus} = \frac{\text{Belegungsdauer des Abferkelstalles (incl. Reinigung u. Desinfektion)}}{\text{Anzahl an Abferkelstalleinheiten}}$$

$$\text{Anzahl Sauengruppen} = \frac{\text{Wurfabstand in der Gruppe}}{\text{Produktionsrhythmus}}$$

Die Arbeit nach einem Produktionszyklogramm bietet wesentliche Vorteile:

- Tierhygienische Forderungen bei einer Stallbewirtschaftung nach dem „Alles rein – alles raus“ – Prinzip sind in hohem Maße abzusichern.
- Es wird eine hohe Ausschöpfung des genetischen Leistungspotentials der Sauen gewährleistet.
- Die Arbeit in den jeweiligen Stallabteilungen erfolgt mit weitgehend einheitlichen Tiergruppen, d.h. ausgeglichen nach Alter, Entwicklung und Reproduktionsstatus.
- Die gesamte Produktion erhält eine langfristige Übersichtlichkeit mit hoher Transparenz, so dass eine gute und sichere Planung möglich ist.
- Die Bewältigung von Arbeitsspitzen (u.a. Geburtsbetreuung beim Abferkeln, spezielle Arbeiten im Abferkelstall, Absetzen der Ferkel, Besamung) ist arbeitsorganisatorisch langfristig planbar.

Die besondere Bedeutung des Gruppenabferkelsystems mit integrierter Reinigung und Desinfektion liegt zweifellos darin, dass für die Sicherung der Tiergesundheit günstige Voraussetzungen geschaffen werden. Beim Schwein mit seinen kurzen Produktionsperioden, spielt die Unterbrechung von Erregerketten die besondere Rolle, um dem Erregerhospitalismus mit seinen Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit entgegen wirken zu können. Die in Gruppen zeitgleich zur Abferkelung kommenden Sauen erlauben eine gute Auslastung der für die Geburtsbetreuung eingesetzten Arbeitskräfte. Im Hinblick auf die Vermarktung der Ferkel sind Sauengruppen um 20 Stück günstig, weil damit erzeugte Absetzferkelgruppen um 200 Stück je Gruppe beim Verkauf gute Preiskonditionen ermöglichen.

Bewährte Produktionssysteme sind in großen Herden der 7-Tage-Rhythmus mit 28-tägiger Säugezeit und in kleineren bis mittleren Sauenbeständen der 21-Tage-Rhythmus mit ebenfalls 28-tägiger Säugezeit. Beispielsweise wäre eine Herde mit 112 Sauen in 7 Gruppen zu unterteilen, sodass im Abstand von 21 Tagen jeweils 16 Sauen zur Abferkelung kämen (Tab. 4.6; Abb. 4.7). Damit sind genügend große Partien von Absetzferkeln mit einheitlicher Genetik sowie mit einheitlicher Entwicklung und Gesundheit zu produzieren und vorteilhaft zu vermarkten.

Tab. 4.6: Eckzahlen für die Bewirtschaftung eines Sauenbestandes im Ein-, Zwei- oder Drei-Wochenrhythmus

	Produktionsrhythmus (Wochen)		
	1	2	3
Anzahl Sauengruppen (St.)	21	10	7
Säugezeit (Tage)	28	21	28
Anzahl Abferkelställe (St.)	5	2	2
Anzahl Ferkelaufzuchtställe (St.)	6	3	3

Sauenherden, die nach dem periodischem Abferkelsystem bewirtschaftet werden, erreichen höhere Reproduktions- und Aufzuchtleistungen als anders organisierte Bestände. So produzierten laut ZDS im Jahr 2003/2004 von insgesamt 12.718 erfassten Betrieben 54,4% nach dem Prinzip des Gruppenabsetzens mit Abferkelabteilen und erreichten gegenüber den anders bewirtschafteten Herden mit 22,93 signifikant 0,32 Stück mehr lebend geborene Ferkeln je Sau und Jahr. Weiterhin wurden von diesen Beständen 0,25 mehr Ferkel je Sau und Jahr aufgezogen und 0,02 Würfe mehr je Sau und Jahr realisiert als in Beständen ohne Abferkelsystem.

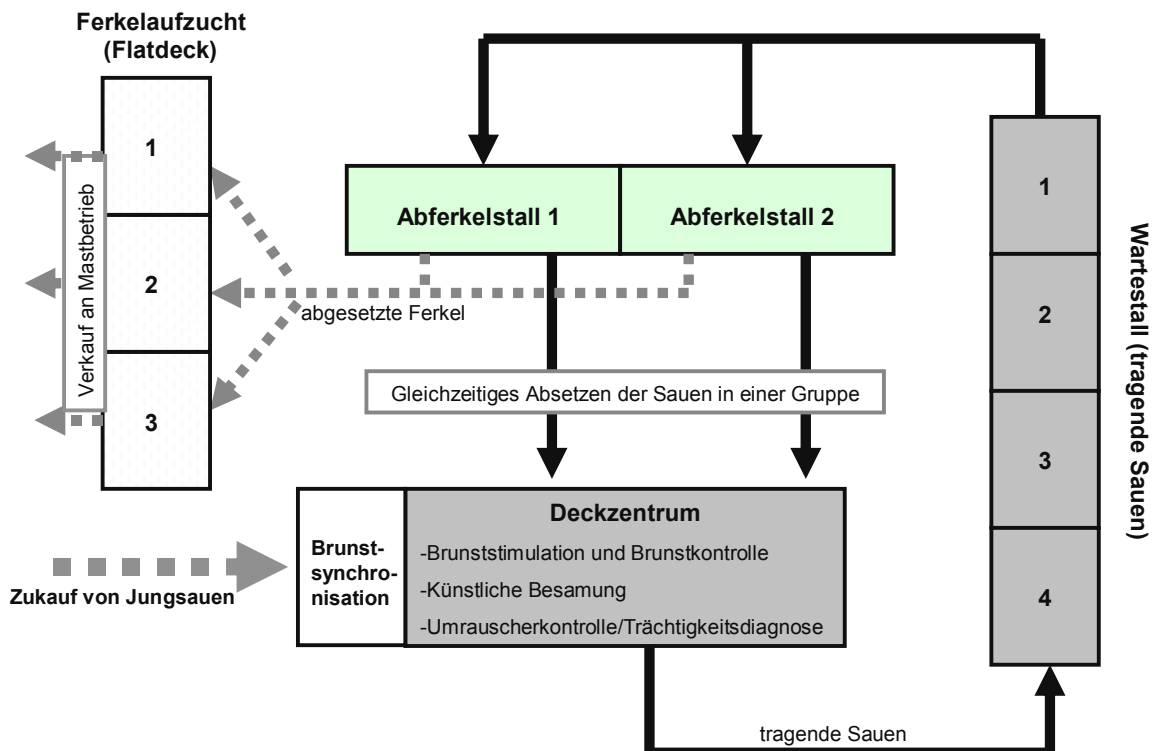


Abb. 4.7: Schema einer im 3-Wochenrhythmus programmierten Ferkelproduktion mit künstlicher Besamung, Zukauf von Jungsauen und Brunststeuerung

4.3 Fortpflanzungssteuerung

Ein Produktionsmanagement mit Abferkelsystemen setzt das gleichzeitige Eintreten der Brunst bei den Sauen einer Gruppe voraus. Dies ist bei Altsauen nach etwa gleich langer Säugezeit durch das gleichzeitige Absetzen der Ferkel relativ sicher zu erreichen. Bei Jungsaunen einer Gruppe mit unterschiedlichen Pubertätseintritten ist eine Synchronisation der Brunsten weitaus aufwendiger. Grundsätzlich stehen dafür wissenschaftlich erprobte zoo- und biotechnische Verfahren zur Verfügung.

Zootechnische Zyklusstimulation

Als zootechnische Maßnahmen werden Faktoren der Haltung und Fütterung, des Managements aber auch der zeitlich und nach Intensität abgestuften Belastung der Tiere durch Gestaltung von Umweltfaktoren zur Stimulation des Reproduktionsgeschehens verstanden. Die gezielte Anwendung derartiger Faktoren erfolgt in Abhängigkeit von der Produktionsphase der Sauen, d.h. Art und Intensität dieser Reize müssen der physiologischen Reaktionsbereitschaft der Tiere entsprechen. Das verlangt von den betreuenden Personen ein hohes Einfühlungsvermögen für die Tiere. Um zootechnische Maßnahmen zur Stimulation des Östrus erfolgreich anzuwenden, muss das betreuende Personal sehr gute Kenntnisse über deren Wirkungen, über das natürliche Brunstgeschehen der Sauen in der Herde und über ihre Reaktionen auf exogene Reize besitzen. Falsch angewendete Stimulationsfaktoren wirken als Stress und können Schäden bei den Tieren verursachen. Bekanntlich wirkt eine Vielzahl an zootechnischen Faktoren bei Sauen stimulierend auf deren Brunstverhalten (Abb. 4.8).

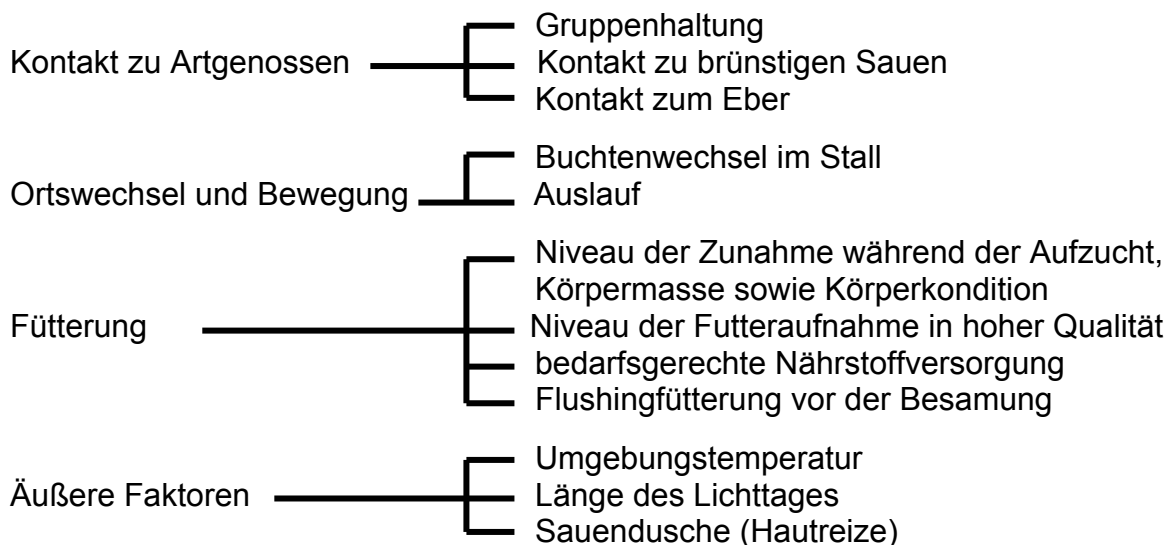


Abb. 4.8: Komponenten der zootechnischen Brunststimulation bei Sauen

Der Effekt all dieser Stimulationsmaßnahmen wird vor allem durch den Termin ihrer Durchführung erreicht. Die sporadische Anwendung zootechnischer Verfahren ist nur von bedingtem Wert. Vielmehr müssen zootechnische Maßnahmen im Komplex und so systematisch angewendet werden, dass ein planmäßiges, dem Produktionsrhythmus angepasstes Angebot essenzieller Umweltreize gewährleistet wird. Demnach sollte die Stimulation zu Beginn der Follikelwachstumsphase erfolgen, d.h. zwischen dem 15. und 21. Zyklustag. Bei Altsauen ist das die Phase nach dem Absetzen der Ferkel. In eigens dafür eingerichteten Deckzentren wirkt besonders der intensive Eberkontakt vorteilhaft für einen sicheren Brusteintritt bei den Sauen.

Bei Jungsaunen sind komplex wirkende Maßnahmen anzuwenden, um die Pubertät zu stimulieren. Hier kommt es vor allem darauf an, dass mit Hilfe systematischer, sich im 21-

Tage Rhythmus wiederholenden Stimulierungsphasen der Pubertätseintritt im Altersbereich zwischen dem 180. und 200. Lebenstag sicher einsetzt und so die Voraussetzung für eine Zuchtbenutzung der Jungsaue im gewünschten Alter von bis 240 Lebenstagen und ihre Eingliederung in bestehende betriebliche Abferkelsysteme bietet. Das erfordert einen frühzeitigen Beginn der systematischen Mehrfachstimulation, in deren Ablauf betriebliche und züchtungsrelevante Ereignisse, die im Moment ihrer Anwendung gleichzeitig als zootecnische Stimulation wirken, zeitlich gezielt in das System integriert werden. Solche Ereignisse sind u.a. Wägungen der Tiere oder notwendige Umstellungen.

Generell, aber besonders für sogenannte „Problemsauen“, d.h. für Saue zum zweiten Wurf und/oder für stark abgesäugte Saue mit überdurchschnittlich hoher Aufzuchtleistung wird zur Stimulation des Brunsteintrittes und zur Verbesserung der Ovulationsrate eine Flushingfütterung, d.h. eine besonders energiereiche Fütterung mit mindestens 40 MJ ME je Tag vom Absetzen der Ferkel bis zur Belegung als vorteilhaft angesehen.

Allgemein ist jedoch mithilfe zootecnischer Stimulationsmethoden allein eine Synchronisation der Östren nur bis zu einem gewissen Grad möglich. Eine Synchronisation der Ovulationen innerhalb der synchronisierten Zyklen ist dagegen kaum realisierbar, so dass stabile, nach genauen Terminen ausgerichtete Besamungs- und Abferkelsysteme nur bedingt zu organisieren sind.

Biotechnische Verfahren zur Zyklussteuerung

Biotechnik versteht sich als die Steuerung und Nutzung biologischer Systeme durch den Menschen zur gezielten Produktion von Stoffen. Weil Prozesse der Fortpflanzung Schlüsselprozesse im Sinne einer Steuerung und terminlichen Regulierung sein können, hat sich eine spezielle Biotechnik der Fortpflanzung entwickelt. Sie dienen der Kontrolle, Überwachung, Steuerung und Beeinflussung von Körperfunktionen für die Planung und Durchführung von Prozessen in der Tierproduktion (Abb. 4.9).

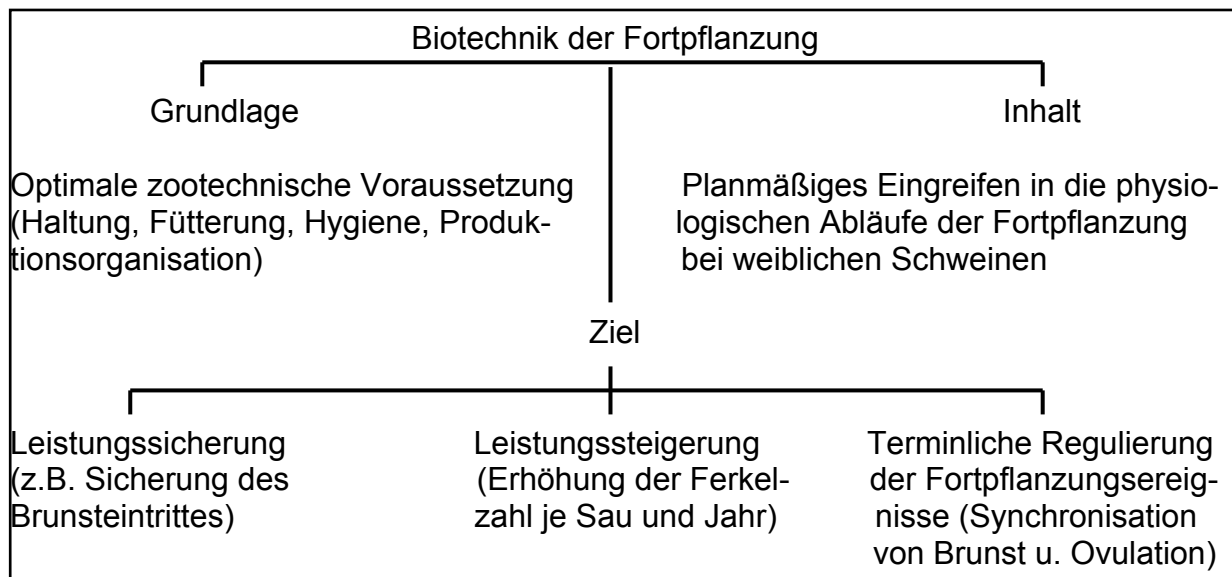


Abb. 4.9: Grundlage, Inhalt und Ziel der Biotechnik der Fortpflanzung (König, 1973)

Die exogene Unterstützung der physiologisch ablaufenden endokrinen Prozesse sichert deren Eintritte und zeitliche Abläufe. Drei biotechnische Verfahren zur Zyklussteuerung werden landesweit angewendet:

- Brunststimulation bei abgesetzten Saue
- Brunstsynchronisation bei Jungsaue
- Ovulationssynchronisation bei Jung- und Altsaue mit anschließender terminorientierter Besamung

Alle genannten Verfahren haben zum Ziel die Gleichschaltung der Brunsteintritte bzw. der Ovulationen zum Zweck der gleichzeitigen Besamung aller Sauen in einer Gruppe. Das basiert auf der Wechselwirkung zwischen Blockade und Stimulation der ohnehin selbstständig im Organismus ablaufenden Prozesse. Dafür werden exogene Hormonpräparate wie Gonadotropine (PMSG.. Pregnant Mare Serumgonadotrophin, hCG...human Choriongonadotropin), GnRH...Releasinghormone) oder Steroide (Altrenogest) eingesetzt.

Brunststimulation bei abgesetzten Altsauen

Grundsätzlich ist das Fortpflanzungsmanagement bei Altsauen, wie schon erwähnt, wenig problematisch. Während der Sägezeit wirkt bei der Sau der Laktationsanöstrus, d.h. die Sau wird solange nicht in die Brunst kommen wie die Ferkel von ihr gesäugt werden. Dieser Anöstrus basiert auf einer durch den Saugstimulus ausgelösten Blockade der GnRH-Freisetzung aus dem Hypothalamus. Das ist im Vergleich zu anderen Arten eine Spezifik des Schweins. Beim Rind z. B. tritt während der Laktation die Brunst bei der Kuh nach vollendeter Rückbildung der Gebärmutter wieder ein und eine erneute Besamung kann erfolgen.

Der entscheidende Moment für eine Synchronisation der Östren bei Sauen ist das gleichzeitige Absetzen aller Sauen von ihren Ferkeln am Ende der vorangegangenen Sägezeit. Das Absetzregime für die Altsauen bestimmt somit den betrieblichen Produktionsrhythmus. Nach einer 4-wöchigen Sägezeit ist bei Sauen mit einem spontanen Brunsteintritt zwischen 3 und 8 Tagen zu rechnen. Für eine straff organisierte Produktion ist diese Zeitspanne aber noch zu groß, d.h. eine zeitlich genügend eng begrenzte Besamung der Sauen ist so kaum möglich. Es kommt hinzu, dass verschiedene äußere Einflussfaktoren gegebenenfalls zusätzlich für Unsicherheiten im rechtzeitigen Brunsteintritt nach dem Absetzen sorgen können:

- Unterschiedliche Körperkondition der Sauen infolge Abgesäugtheit nach vorherigen Wurf,
- Saisonale Einflüsse mit besonders hohen Umgebungstemperaturen (Sommer, Frühherbst),
- Sauen zum zweiten Wurf weisen gegenüber Sauen mit höheren Wurfnummern ein etwas verringertes Duldungsgeschehen und einen etwas verzögerten Brunsteintritt nach dem Absetzen der Ferkel aus dem 1. Wurf auf.

Den Sauen zum zweiten Wurf sollte deshalb stets besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Im Vergleich zu älteren Sauen reagieren sie endokrinologisch oft verzögert auf die veränderte Situation nach dem Absetzen der Ferkel. Die Mechanismen des anlaufenden Zyklus werden teilweise verspätet aktiviert, wobei eine hohe Sensibilität gegenüber endogenen, wie die momentane Stoffwechsellage oder hormonelle Situation, und exogenen Einflüssen, wie Hygieneregime, Fütterung, Haltung etc., vorliegt.

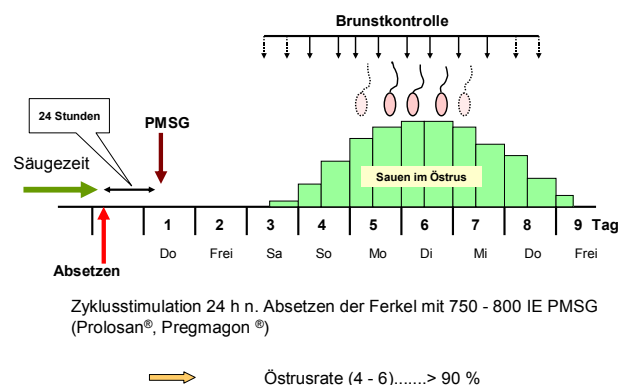
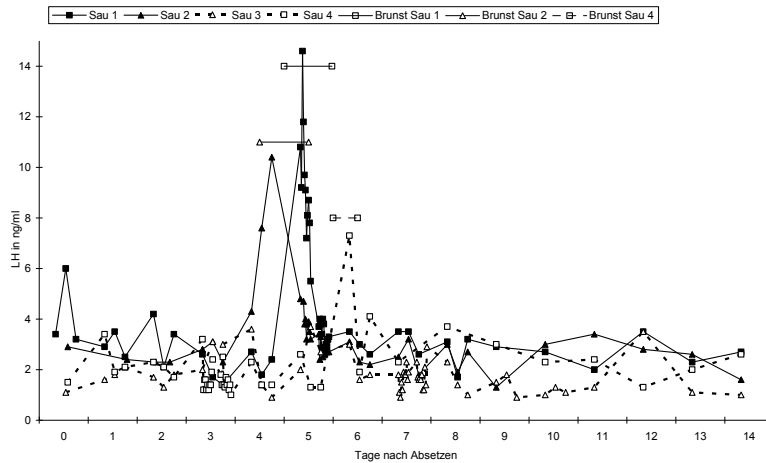
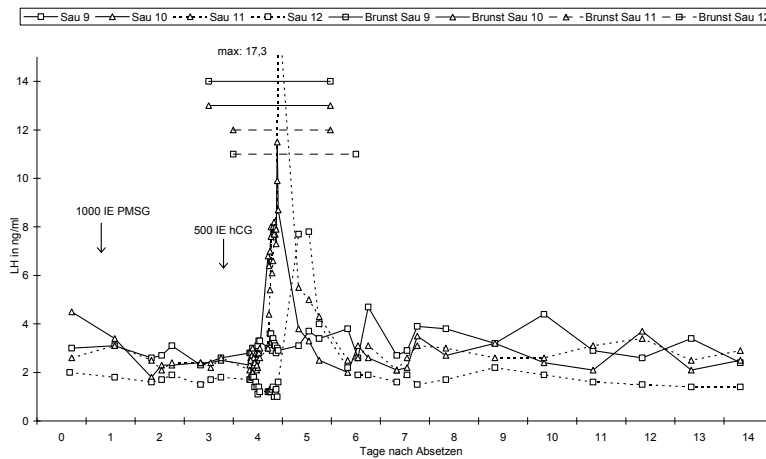


Abb. 4.10: Brunststimulation bei abgesetzten Sauen mit duldungsorientierter Besamung

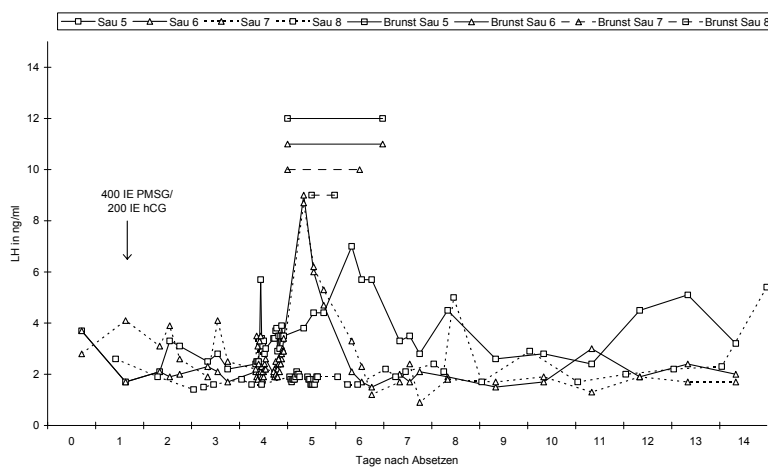
Generell hat sich der langjährige Einsatz einer hormonellen Zyklusstimulation mit PMSG – Präparaten (Pregmagon® und Prolosan® vom IDT Dessau bzw. Intergonan® von Intervet) bewährt. PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin) ist ein Stutenserumgonadotropin und stimuliert das Follikelwachstum. Nach einer 28-tägigen Säugezeit erhalten die Sauen exakt 24 Stunden nach dem Absetzen der Ferkel in Abhängigkeit von ihrer Wurfnummer 800 IE bis 1000 IE PMSG injiziert. Primipare Sauen erhalten 1000 IE, für Tiere höherer Wurfnummer haben sich 800 IE PMSG als ausreichend erwiesen (Abb. 4.10).



Spontan brünstige
Sauen



Zyklusstimulation
mit 1000 IE PMSG



Zyklusstimulation
mit 400 IE PMSG/
200 IE hCG

Abb. 4.11: LH-Konzentration bei abgesetzten Sauen nach unterschiedlicher Zyklusstimulation

Es ist dabei zu beachten, dass eine alleinige Applikation von PMSG zu diesem Zeitpunkt dem hormonellen Status der Sau am besten entspricht. Das PMSG-Molekül beinhaltet bekanntlich zwei endokrinologischen Funktionen, die einer FSH- und einer LH-Wirksamkeit. Auf Grund seiner relativ langen Halbwertszeit stimuliert es das Wachstum und die Entwicklung der Ovarfollikel, die Sekretion von Östrogen (17 β -Östradiol) und fördert auf diese Weise den Eintritt von Brunst und Ovulation. Das ist auch der Grund dafür, dass eine alleinige Applikation von PMSG zu diesem Zeitpunkt dem physiologischen Sekretionsmuster von FSH und LH spontan brünstiger Sauen besser entspricht als eine simultane Behandlung von PMSG und hCG (Abb. 4.11). Eine Zyklusstimulation 24 Stunden nach dem Absetzen der Ferkel mit einem PMSG/hCG - Kombinationspräparat sollte demnach nicht vorgenommen werden, weil sie keine optimalen Bedingungen für eine erfolgreiche Konzeption in engen Besamungszeiträumen bietet.

Brunstsynchronisation bei Jungsaunen

Bei Jungsaunen basiert die Gleichschaltung der Brunst auf der scheinbaren Verlängerung der Gelbkörperphase durch Verabreichung des synthetischen Progestagens Regumate[®] (JANSSEN—CILAG). Dieses Präparat bewirkt mit seiner Wirksubstanz Altrenogest (Allyltrenbolon) die künstliche Blockierung des nach dem Gelbkörperabbau (Luteolyse) einsetzenden Follikelwachstums. Den Tieren wird das Präparat täglich oral verabreicht. Während dieser Zeit vollzieht sich der spontane Gelbkörperabbau (Luteolyse). Bei den Jungsaunen, bei denen dieser schon beendet ist, verhindert das Progestagen den Start der Follikelphase des neuen Zyklus. Diese Zyklusblockade muss bei den Tieren einer Gruppe über einen Mindestzeitraum durchgeführt werden, der gewährleistet, dass die Gelbkörper bei allen Saunen der Gruppe abgebaut sind. Dieser Zeitraum beträgt 15 bis 18 Tage. Am Ende dieser Behandlung liegt bei allen Tieren der Gruppe ein einheitlicher Ovarstatus vor, von dem aus das Follikelwachstum synchron wieder beginnen kann. Die Tagesdosis von Regumate[®] sollte 5, besser 4 ml je Tier betragen. Bei Tieren die nur 4 ml Regumate[®] bekamen, trat die Duldung etwas früher ein als bei Tieren mit einer 5 ml Tagesdosis (Tab. 4.7).

Tab. 4.7: Brunsteintritt und Fruchtbarkeitsleistungen von Jungsaunen nach 15-tägiger Zyklusblockung mit einer Tagesdosis von 4 oder 5 ml Regumate[®]

Regumate [®] - Dosis	Anzahl EB (St.)	Duldungseintritt (Std. n. Regumate [®])	Trächtigkeitsrate (%)	leb. geb. Ferkel/Wurf (St.)
5 ml	374	135	79,1	8,9
4 ml	343	132	81,9	9,3

Mithilfe einer PMSG-Injektion, die 36 bis 38 Stunden nach der letzten Regumate[®]-Gabe injiziert wird, kann der anlaufende Brunstzyklus und dessen Synchronität bei allen Jungsaunen der Gruppe verbessert werden. Es empfehlen sich hier 1000 IE besser nur 800 IE PMSG zu verabreichen. Dabei ist ein Zeitabstand zwischen der letzten Regumate[®]-Gabe und der PMSG-Injektion von 42 bis 48 Stunden einzuhalten (Tab. 4.8). Das ist ein wesentlicher Unterschied zu früheren Empfehlungen, wo ein Abstand von 24 Stunden zwischen der letzten Gabe des Zyklusblockers (Suisynchron) und der PMSG-Injektion genannt wurde. Die synchronisierten Östren konzentrieren sich zu 85 bis 90% auf den 4. bis 6. Tag nach der PMSG-Gabe. Die Besamungen erfolgen duldungsorientiert unter Zuhilfenahme eines Stimulierebers. Die erste Besamung wird 8 bis 12 Stunden nach der ersten Feststellung des Duldungsreflexes und die zweite Besamung spätestens 16 Stunden nach der ersten vorgenommen. Das in dieser Form praktizierte Synchronisationsverfahren bietet nun eine günstige Voraussetzung für die problemlose Eingliederung von Jungsaunen in den betrieblichen Fortpflanzungs- und Produktionsrhythmus.

Tab. 4.8: Fruchtbarkeitsergebnisse von brunstsynchronisierten Jungsauen mit unterschiedlichem Zeitabstand zwischen der letzten Regumate®-Gabe und PMSG*

Std. zwischen Regumate u. PMSG	Anzahl EB (St.)	Trächtigkeitsrate (%)	Leb. Geb. Ferkel/Wurf (St.)	Leb. Geb. Ferkel/100 EB (St.)
24	953	75,6	9,58	724
42	1050	83,4	10,40	870

* Schnurrbusch (2002)

Ovulationssynchronisation mit terminorientierter Besamung

Das biotechnische Verfahren der Ovulationssynchronisation baut auf dem der Brunstsynchronisation auf und beinhaltet den zusätzlichen Behandlungsschritt der hormonellen Ovulationsstimulation. Dieser dient der Gleichschaltung der Ovulationseintritte bei allen Sauen der Gruppe innerhalb der bereits gleichgeschalteten Zyklen. Das ermöglicht die Anwendung der terminorientierten Besamung zu festen Zeitpunkte. Diese Vorgehensweise ist für zwei wesentliche Aspekte von großer Bedeutung:

- Die zeitlich eng begrenzte Belegung großer Sauengruppen ist möglich.
- Die gleichzeitige Belegung aller Sauen der Gruppe ist die Voraussetzung für das zeitlich eng begrenzte Abferkeln aller Jung- und Altsauen.

Außerdem wird die Planbarkeit der Ereignisse im Abferkelstall und auch darüber hinaus bis zur Mast verbessert. Eventuelle Unsicherheiten in der Feststellung des optimalen Besamungstermins werden mit der Ovulationssynchronisation eliminiert und auf diese Weise die Fruchtbarkeitsleistungen bei den Sauen stabilisiert.

Ein wirtschaftlich sehr bedeutender Effekt besteht darin, dass von den zur Besamung aufgestellten Sauen nahezu keine Tiere wegen fehlender Duldung ausfallen. Während bei dem biotechnischen Verfahren der Brunstsynchronisation mit anschließender duldungsorientierten Besamung allgemein 5 bis 10% der Sauen mehr aufgestellt werden müssen, um die infolge fehlender Brunstsymptome ausfallenden Tiere auszugleichen, ist das bei der Ovulationssynchronisation nicht der Fall.

Bislang wurde bzw. wird zur Ovulationsstimulation ein hCG-Präparat (Choriongonadotropin; Ovogest®, Intervet) mit seinen LH-wirksamen Komponenten verwendet. Aus heutiger Sicht empfiehlt sich stattdessen der Einsatz eines hochwirksamen GnRH – Analogons, z. B. das Gonavet® (VEYX). Dieses synthetische Präparat enthält den Wirkstoff Gonadorelin D-Phe 6 – LHRH (Tab. 4.9).

Heute wird das in Abbildung 4.12 dargestellte Behandlungsregime angewendet. Es wird daraus ersichtlich, dass für Altsauen mit 4-wöchiger Säugezeit ein Zeitabstand zwischen der PMSG- und der GnRH - Injektion von 72 Stunden zu wählen ist. Bei Jungsauen ist ein Abstand von 78 bis 80 Stunden einzuhalten. Es beinhaltet ferner die für die betriebliche Produktionsplanung wichtige Zuordnung der anfallenden Arbeiten wie das Absetzen der Ferkel

Tab. 4.9: Fruchtbarkeitsleistungen von Jung- und Altsauen nach Ovulationssynchronisation bei Anwendung von hCG oder GnRH

Gruppe	n	Trächtigkeitsrate %	geborene Ferkel/Wurf (St.) insgesamt		leb. geb. Ferkel je 100 EB (St.)
Jungsauen					
500 IE hCG	656	71,2	9,83	8,84	630
50µg Gonavet®	643	76,7*	9,63	8,69	668*
Altsauen					
500 IE hCG	1683	82,5	12,07	11,37	938
50µg Gonavet®	1309	86,7	12,26	11,57	1003

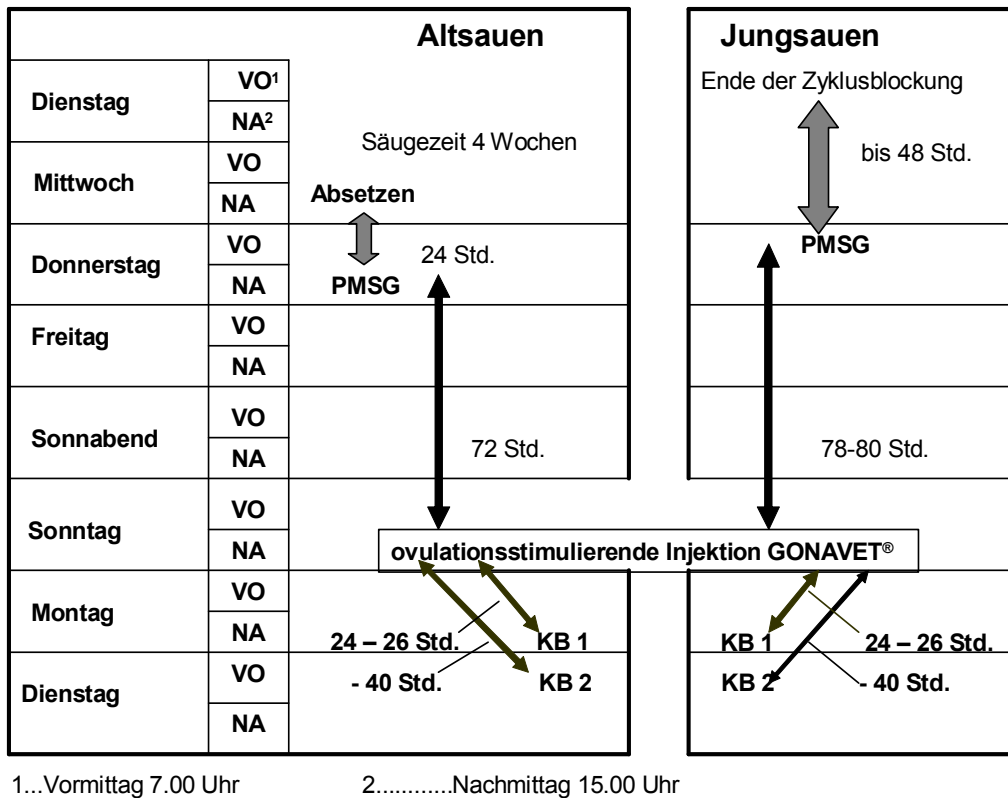


Abb. 4.12: Ovulationssynchronisation und terminorientierte Besamung bei Jung- und Altsauen (Wähler, 2002)

und die Termine für die Besamung der Sauen in den Gruppen auf den jeweiligen Wochentag.

Für die terminorientierte Besamung empfehlen sich zwei Inseminationszeitpunkte. Bei gesunden Altsauen sollte die erste Besamung (KB₁) 24 Stunden nach der GnRH-Injektion erfolgen und die zweite (KB₂) spätestens 40 Stunden danach abgeschlossen sein.

Die Ergebnisse einer zeitgleich durchgeführten Untersuchung in einem größeren Sauenbestand mit 28-tägiger Säugetage zeigen sehr überzeugend die Leistungsüberlegenheit in Trächtigkeitsrate und Wurfgröße der biotechnisch behandelten Sauen (Tab. 4.10).

Tab. 4.10: Fruchtbarkeitsleistungen von Altsauen in Abhängigkeit vom Verfahren der Fortpflanzungssteuerung

	Spontane Brunst	Brunststimulation n. Absetzen und DOB	Ovulationssynchronisation und TOB
Anzahl Sauen (St.)	33	189	887
Trächtigkeitsrate (%)	81,82	87,83	88,39
Leb. Geb. Ferkel/W St.)	10,00	11,23	10,91
Ferkelindex (LGF/100EB)	818	986	964

4.4 Künstliche Besamung und Embryotransfer

Künstliche Besamung

Die künstliche Besamung gilt als das erste biotechnische Verfahren in der Schweineproduktion. Es beinhaltet die Samengewinnung von Ebern, die Beurteilung des Samens, seine Konfektionierung und Lagerung sowie die Samenübertragung auf Sauen. Sehr frühe Informationen über Versuche zur künstlichen Besamung liegen aus der Zeit zwischen 1930 und 1935 vom eigens dafür gegründeten Institut in Moskau vor. Ab 1948 wurden aus Japan relativ umfangreiche Ergebnisse publiziert, und in Westeuropa, damit auch in Deutschland, wurde die künstliche Besamung beim Schwein seit 1956 praktiziert. Im Jahr 1959 fand eine eigens dafür thematisierte Jahrestagung der Europäischen Vereinigung für Tierproduktion (EVT) bei Paris statt. Besonders in Ostdeutschland erfuhr die künstliche Besamung ab Mitte der 60er Jahre eine sehr große Anwendungsbreite. Unterstützt von den Rahmenbedingungen hat der Aufbau großer Betriebe mit großen Sauenherden die Entwicklung und Praxiseinführung der künstlichen Besamung beim Schwein sowie weiterer biotechnischer Verfahren in enger Wechselwirkung vorangetrieben. Vier wesentliche Aspekte der künstlichen Besamung sind zu nennen, die für die intensive Sauenhaltung bedeutungsvoll sind:

- Sicherung tiergesundheitlicher Richtlinien durch Unterbrechung von Infektionsketten für Deckinfektionen,
- Nutzung tierzüchterischer Vorteile für die Leistungsentwicklung in den Beständen,
- Verbesserung betriebswirtschaftlicher Kennwerte und
- Voraussetzung für eine Produktionsorganisation nach Zyklusprogramm mit Gruppenabferkelung.

Der letztgenannte Aspekt steht in enger Beziehung zur Betriebswirtschaft und hat im Hinblick auf die zunehmende Ausrichtung der Produktion nach Terminen einen besonders zu benennenden Stellenwert.

Der Anwendungsumfang der künstlichen Besamung beim Schwein ist in den letzten Jahren stark angestiegen. Während bis 1990 weltweit noch eine relativ zögerliche Entwicklung zu beobachten war, wurden 1996 bereits 27% der weltweit gehaltenen Sauen künstlich besamt. In Deutschland liegt der Anteil bei etwa 87 %, wobei in Ostdeutschland nahezu 100% der Würfe mit künstlicher Besamung produziert werden (ZDS, 2005).

Die künstliche Besamung beim Schwein wird in drei Organisationsformen praktiziert, wobei jede derselben Vor- und Nachteile aufweist (Tab. 4.11).

- Fernbesamung
- Eigenbestandsbesamung
- Standortbesamung

Fernbesamung: Die Besamung der Sauen wird von einem qualifizierten Besamungsbeauftragten der Eberstation durchgeführt. In Einzelfällen übernehmen diese Aufgabe auch Tierärzte. Der Anteil der Fernbesamung ist in den letzten Jahren sehr stark zurückgegangen und liegt heute nur bei etwa 2%.

Zustellbesamung: Der Ebersamen wird nach vorheriger Bedarfsanmeldung durch Kurier von der Eberstation dem sauenhaltenden Betrieb zugestellt. Die Besamung der Sauen wird vom Personal des Sauenbestandes vorgenommen (Eigenbestandsbesamung).

Standortbesamung: Die Spermaproduktion und die Besamung erfolgt in einem Betrieb bzw. in einem Ort. Es werden die Sauen des Bestandes und evtl. die in benachbarten Betrieben vom Personal des jeweiligen Betriebes damit besamt.

Tab. 4.11: Vor- und Nachteile der Organisationsformen in der künstlichen Besamung beim Schwein

Organisationsform	Vorteil	Nachteil
Fernbesamung	<ul style="list-style-type: none"> - Fachgerechte Produktion von Samen in zentraler Eberstation 	<ul style="list-style-type: none"> - Trennung zwischen dem Personal, welches die Brunstbeobachtung im Stall durchführt und dem, welches die Besamungen vornimmt - Hygienische Risiko wegen Zutritt der fremden Person - Sicherung des optimalen Besamungstermins erfordert hohen Logistikaufwand
Zustellbesamung	<ul style="list-style-type: none"> - Fachgerechte Produktion von Samen in zentraler Eberstation - Einheit beim Personal für Brunstbeobachtung und Besamung 	<ul style="list-style-type: none"> - evtl. Zwischenlagerung im Betrieb
Standortbesamung	<ul style="list-style-type: none"> - Samengewinnung nach Bedarf - Einheit beim Personal für Brunstbeobachtung und Besamung 	<ul style="list-style-type: none"> - ungünstige Auslastung der Vatertiere - Investitionskosten - Qualität der Samenportionen - Zusätzliche Qualifikation

Spermaproduktion

Die Spermagewinnung erfolgt in zentralen Eberstationen unter Zuhilfenahme eines Phantoms. Das Absamen des Ebers wird mehrheitlich mit der sog. „Handmethode“, aber auch mit der künstlichen Vagina oder vereinzelt auch schon mit dem System „Collectis“ durchgeführt. Anschließend folgt die makroskopische und mikroskopische Beurteilung des Spermias:

Makroskopische Beurteilung: - Volumen nach Filtration

- Geruch
- Farbe

Mikroskopische Beurteilung: - Motilität, Funktionstest zur Beurteilung der Bewegungsintensität mit Anteil vorwärtsbeweglicher Spermien

- Spermienkonzentration
- Morphologie der Spermien

Das Ziel der In-vitro-Beurteilung von Sperma ist die Selektion von Ejakulaten mit eingeschränkter Qualität. Insofern müssen Mindestwerte für die befruchtungsrelevanten Parameter (Hilfsmerkmale) sichergestellt werden (Tab. 4.12).

Tab. 4.12: Spermatologische Parameter für Ebersamen

Parameter	Grenzwert
Volumen (ml)	100 ml
Anzahl Samenzellen (Milliarden St.)	2,0
Anteil vorwärtsbeweglicher Samenzellen (%)	50
Anteil Samenzellen mit morphologischen Abnormitäten (%)	20

Das dafür angewendete Methodenspektrum, das im Wesentlichen die Beurteilung der Spermienmotilität als einen Funktionstest sowie morphologische Merkmale der Spermienzelle benutzt, ist geeignet mit vertretbarem Aufwand eine entsprechende Sicherheit

dafür zu geben. Häufig wird schon die computergestützte Spermienmotilitätsanalyse (CMA) dafür verwendet. Damit sind wesentlich objektivere und sichere Ergebnisse in der Beurteilung der Samenzellen zu realisieren. Das gestattet eine höhere Garantie für die angestrebte Anzahl an Spermien je Besamungsportion (Waberski et al. 2004; Stähr et al., 2005).

Je nach Dichte erfolgt der Zusatz des Konservierungsmittels, sodass je Samenportion etwa 2 Milliarden Samezellen enthalten sind. Je Ejakulat werden bis etwa 30 Samenportionen hergestellt. Die Konfektionierung erfolgt beim Ebersamen mithilfe eines Langzeitkonservierungsmittels. Es wird allgemein eine Befruchtungsfähigkeit bis 80 Stunden gewährleistet. Eine Tiefgefrierkonservierung (TG-Sperma) von Ebersamen wird nur vereinzelt in besonderen Fällen praktiziert. Die Befruchtungsfähigkeit des Samens ist nach dem Auftauen häufig beeinträchtigt.

Samenübertragung

Der Samenübertragung geht eine intensive Brunstkontrolle bei den Sauen voraus. Eine biotechnische Steuerung des Zyklus erleichtert diese Tätigkeit, weil gleich behandelte Tiere in einer gleichen Zyklusphase sich befinden. Die Brunstkontrolle wird jedoch dadurch nicht überflüssig. Die genaue Vorhersage der Ovulation verlangt die möglichst genaue Bestimmung des Brunsteintritts. Es ist davon auszugehen, dass die Ovulationen zu Beginn des letzten Drittels der Duldungsphase erfolgen. Die Duldungsphase kann teilweise tierindividuell stark variieren. Ein früher Duldungseintritt nach dem Absetzen der Ferkel ist meist mit einer längeren Duldungsphase verbunden. Spät duldende Sauen weisen meist eine kurze Hauptbrunst auf. Dementsprechend muss der richtige Besamungstermin gewählt werden (Abb.4.13).

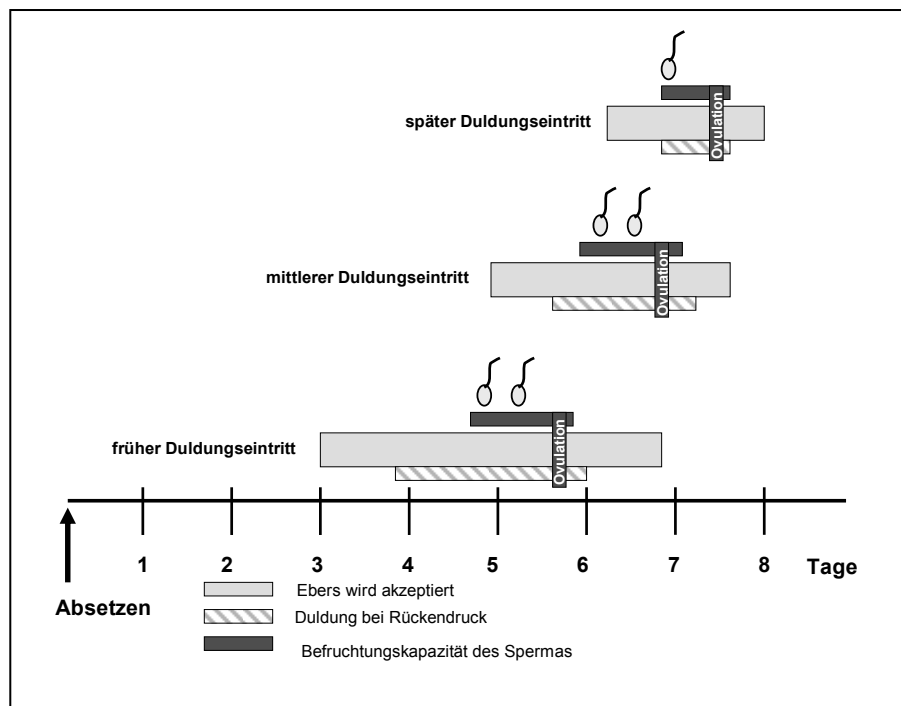


Abb. 4.13: Schema für die Besamung von Sauen
(n. Weitze et al., 1994)

Eine zweimalige Besamung hat sich allgemein als vorteilhaft erwiesen. Allein Sauen mit sehr kurzer Duldungsperiode können evtl. nur einmal besamt werden.

Bei frühem Brunsteintritt sollte die erste Besamung 24 Stunden nach der ersten manuellen Duldungsfeststellung erfolgen.

Bei Sauen mit mittlerem Duldungseintritt ist ein Zeitabstand von 12 und bei spätem Duldungseintritt ein solcher von nur 1 bis 2 Stunden einzuhalten.

Die Sameübertragung kann nach verschiedenen Verfahren erfolgen, was bedeutet, dass der Samen an unterschiedlichen Stellen im weiblichen Genitale abgesetzt wird und dass unterschiedliche Katheter zu verwenden sind (Abb. 4.14 und 4.15):

- intrazervikale Besamung mit einem Katheter ohne Innenkatheter (klassisches Verfahren),
- intrauterine Besamung mit Katheter-in-Katheter-System,
- tiefintrauterine Besamung mit Katheter-in-Katheter-System (Magapor-Katheter)

Das klassische Verfahren ist die intrazervikale Besamung. Teilweise bessere Befruchtungsergebnisse können mit der intrauterinen Besamung erreicht werden, weil hier mit dem Katheter-in-Katheter-System der Samen tiefer, d.h. direkt in den Gebärmutterkörper abgesetzt werden kann.

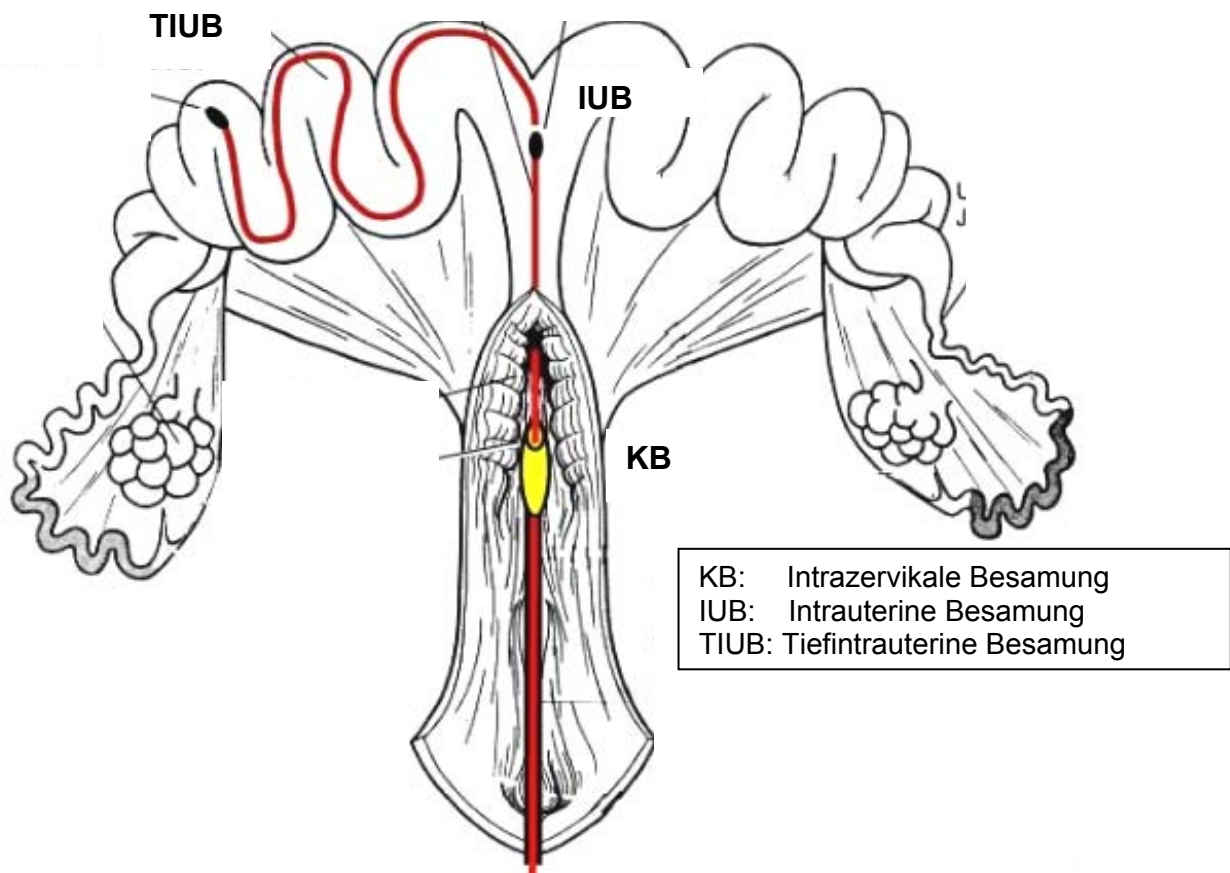


Abb. 4.14: Applikationsorte für Samen im weiblichen Genitale

Die tiefintrauterine Besamung ist bisher nur von wissenschaftlichem Interesse. Eine Praxisreife hat dieses Verfahren noch nicht. Ziel ist hierbei, sehr viel weniger Samenzellen je Portion verwenden zu können. Damit werden weit reichende züchterische und wirtschaftliche Konsequenzen durch eine höhere Auslastung der Eber erwartet.

Allgemein erhält die intrauterine Insemination ein besonderes Interesse für die Bearbeitung von folgenden Themen:

- Besamung mit niedrigen Spermienzahlen, was zu einer deutlich höheren Auslastung von Besamungsebern führt und die Verwendung von Samen nach Spezialbehandlung z.B. Sortierung nach Geschlecht („Sexing“) ermöglicht,
- Insemination von Spermien mit geringerer Vitalität, z.B. nach Tiefgefrierkonservierung.



Abb. 4.15: Besamungskatheter für Sauen von links: klassischer Katheter, Clean-Blue-Katheter, Katheter mit Innenkatheter

Das Besamungsergebnis kann in gegebenen Fällen mithilfe einfacher Maßnahmen verbessert werden. Eine langjährig erprobte Möglichkeit ist die Zugabe von Oxytocin zum Inseminat. Neuere Untersuchungen bestätigten, dass mit 1ml Oxytocin ein positiver Effekt vor allem auf die Abferkelrate erreicht werden kann (Tab. 4.13).

Tab. 4.13: Einfluss von 10 IE Oxytocin zum Inseminat auf die Befruchtungsergebnisse von Altsauen nach künstlicher Besamung

Wurf-Nr.	Ohne Oxytocin			Mit 10 IE Oxytocin		
	Anzahl EB (St.)	AFR %	IGF/W. (St.)	Anzahl EB (St.)	AFR (%)	IGF/W. (St.)
2	206	80,0	10,6	112	90,9	10,7
3	165	83,8	11,0	96	89,6	10,4
4	120	88,0	11,1	69	95,6	11,2
5	79	86,5	10,7	60	89,7	10,9
6	72	94,2	10,7	42	92,7	10,8
>6	243	76,4	9,8	122	84,6	9,5
Insges.	885	82,5	10,6	501	89,8	10,5

Grundsätzlich ist für den Erfolg der Besamung die Einhaltung wichtiger Hygieneaspekte mit entscheidend. Mit einem umhüllten Besamungskatheter (z.B. Clean Blue), bei dem während der Einführung in das Genitale die Plastikhülle abgezogen wird, kann die Gefahr des Einbringens von Erregern aus der Umgebung des Tieres reduziert werden, was sich positiv auf die Befruchtungsergebnisse auswirkt.

Wie beim Rind sind auch beim Schwein bei der Trennung von X- und Y-Chromosomen-tragenden Spermien weitere Fortschritte gemacht worden. Damit ist eine Bestimmung des Geschlechts der Nachkommen im Voraus möglich.

Eberspermien unterscheiden sich darin, dass das X-Spermium etwa 3,6% mehr DNA enthält als das Spermium mit dem Y-Chromosom. Der individuelle Spermien-DNA-Gehalt kann mithilfe eines Durchflusszytometers bestimmt werden. Das ermöglicht die Geschlechtsdifferenzierung. Mit Hochgeschwindigkeits-Flowzytometer und spezieller Software für die Sortierung der Spermien können je Sekunde bis zu 30.000 Samenzellen identifiziert werden. Etwa 20% davon können sicher auf ihren Chromosomengehalt geprüft und mit hoher Trenngenauigkeit (>90%) sortiert werden (Rath et al., 2003). Je Stunde könnten so 20 bis 25 Mio. nach Geschlecht sortierte Spermien für die Besamung zur Verfügung stehen. Als Inseminationsverfahren kommt dafür nur die tiefintrauterine Besamung in Betracht. Erste Praxisversuche mit sehr geringen Spermienmengen und reduzierten Volumina an Samenflüssigkeit erbrachten noch sehr unterschiedliche Ergebnisse. Der Innovationsgehalt dieser Thematik ist für die Züchtung generell und für Jungsauen- bzw. Eberproduzenten sehr hoch. Es ist zu erwarten, dass die Entwicklung hier sehr rasch weiter geht.

Embryotransfer

Im Vergleich zum Rind hat beim Schwein der Embryotransfer eine begrenzte Bedeutung. Das Generationsintervall und der relativ niedrige Wert des Einzeltieres sind die Gründe dafür. Hinzu kommt, dass nicht-chirurgische Verfahren der Embryonengewinnung nicht möglich sind, sondern nur folgende Verfahren zur Auswahl anstehen:

- Embryonengewinnung nach Schlachtung,
- Embryonengewinnung nach chirurgischen Eingriff oder
- Embryonengewinnung mithilfe der Endoskopie.

Die in-vitro-Produktion von Embryonen ist beim Schwein ebenfalls sehr gering realisiert. Dies ist u.a. auch darin begründet, dass auch die Eizellgewinnung mit einem relativ hohen Aufwand oder nach Schlachtung nur erfolgen kann. Außerdem liegen die in vitro-Reifungsraten der aus Primärfollikeln gewonnenen Eizellen unter 5% und die Befruchtungsraten unter 0,5% (Brüssow u. Wähner, 2005).

Durch somatische Klonen (Kerntransfer) und Gentransfer kann die Keimzellenentwicklung wesentlich beeinflusst werden (Niemann, 2003). Grundlage des somatischen Kerntransfers ist die Übertragung eines diploiden Zellkerns in eine gereifte Eizelle, der vorher der eigene haploide Chromosomensatz entfernt wurde. Die Zellkerne werden dabei vorwiegend aus fetalen und adulten Fibroblasten (Haut- oder Bindegewebszellen) gewonnen. Diese Manipulation der Keimzellen ermöglicht die Erzeugung einer größeren Anzahl genetisch identischer Nachkommen. Die Effizienz dieses biotechnologischen Verfahrens ist beim Schwein aber noch sehr gering; der Anteil geborener Ferkel ist unter 1 %.

Im Zusammenhang mit dem Export von genetischem Material zum Aufbau von Zuchtbeständen in anderen Ländern hat der Embryotransfer beim Schwein eine gewisse Bedeutung.

4.5 Abferkelmanagement

Geburt

Die Geburt ist das zentrale Ereignis im Sauenstall, aber auch für die Schweineproduktion insgesamt. Mit ihr ist die Terminfolge für alle Produktionsphasen über die Säugezeit, Absetzferkelaufzucht bis zum Ende der Mast festgelegt. Die weit reichende Bedeutung einer ordnungsgemäß ablaufenden Abferkelperiode ist vielfältig:

- Es besteht ein direkter Bezug zur Gesundheit von Sau und Ferkel,
- Gleiche Geburtstermine bieten die Voraussetzung für ein gleichmäßiges Wachstum der Ferkel von allen Sauen der Abferkelgruppe,
- Es ist der Übergang von der Versorgung des Fetus durch die Mutter über die Plazenta zum selbstständigen Gasaustausch über die Lunge sowie zur Ernährung über den Magen-Darm-Kanal.

Die Geburt ist der Vorgang, bei dem das Muttertier nach einer physiologischen Trächtigkeitsdauer die herangereiften Jungtiere einschließlich deren Fruchthüllen aus den Geburtswegen austreibt. Sie ist aber erst das Ergebnis einer längeren Kette von Wirkungen fetaler und mütterlicher hormoneller Prozesse mit wechselseitigem Einfluss (Abb. 4.16).

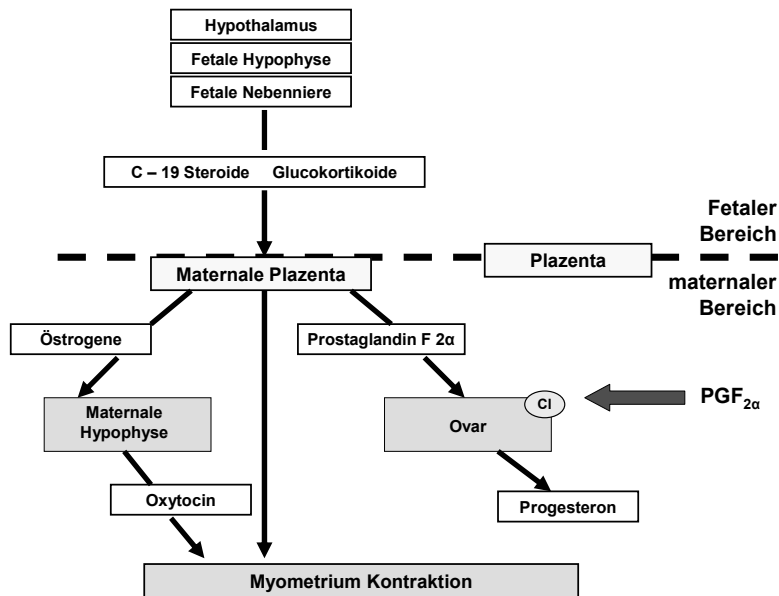


Abb. 4.16: Hormonelle Steuerung der Geburt

Bei der Geburt lassen sich drei Phasen unterscheiden:

- Eröffnungsphase,
- Austreibungsphase und
- Nachgeburtsphase

Eröffnungsphase: Der Eröffnungsphase geht ein zwei- bis dreitägiges Vorbereitungsstadium voraus, das von allgemeiner Unruhe gekennzeichnet ist. Mitunter kann bei der Sau ein Nestbauverhalten beobachtet werden. Der Übergang zur eigentlichen Eröffnungsphase ist fließend. Die Geburtswege öffnen sich maximal. Im Vergleich zum einlingsgebärenden Tier (Rind, Pferd), wo mit Einsetzen der Wehentätigkeit die Fruchtblase in den Geburtskanal gepresst wird um diesen zu weiten, erfolgt bei der Sau das Austreiben der Ferkel meist unverzüglich, sobald eines den Muttermund passiert hat.

Austreibungsphase: Diese Phase ist durch die kräftigen, in regelmäßigen Zeitabständen auftretenden Gebärmutterkontraktionen (Wehen) unterstützt durch Bauchpressen gekennzeichnet. Weil dieser Vorgang bei der Sau in der Gebärmutter erfolgt, sind hier keine Fruchtwässer sichtbar.

Nachgeburtsphase (Puerperium): Das ist die Zeit, während der sich im Anschluss an die Geburt im mütterlichen Organismus der Fortpflanzungstrakt zurückbildet. Die Nachwehen stoßen die letzten Fruchthüllen aus. Nach 0,5 bis 2 Stunden geht die Nachgeburt ab. Das Puerperium dauert insgesamt drei Wochen. In dieser Zeit erfolgt der Umbau der Fortpflanzungsorgane bis zu dem Stadium hin, dass eine neue Trächtigkeit erlaubt. Bei der Sau ist diese Phase durch den laktationsbedingten Anöstrus gekennzeichnet, d.h. dass solange von den Ferkeln der Saugstimulus wirkt, wird im Hypothalamus der Sau die GnRH-Freisetzung blockiert, infolgedessen keine Follikelreifung und auch keine Brunst einsetzen kann.

Gruppenabferkelung und Geburtensynchronisation

Die moderne Ferkelproduktion ist heute meist nach dem Prinzip der Gruppenabferkelung (Produktionszyklogramm) mit konsequentem „Alles rein – alles raus“- Verfahren organisiert. Darin integriert sind die Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen, so dass die Anreicherung von pathogenen Erregern gering bleibt. Eine solche Arbeitsweise verlangt nach konzentrierten Abferkelzeiträumen für die Sauen einer Gruppe. Die wesentliche Voraussetzung dafür ist die zeitgleiche, terminorientierte Besamung aller Sauen. Dennoch können die Abferkelungen auf Grund der natürlichen Varianz der Trächtigkeit (111 bis 119

Tage) sich über eine Woche erstrecken. Das ist im Sinne der straffen nach Zyklusogramm gesteuerten Produktion nachteilig. Die Ferkel der zuletzt geborenen Würfe haben eine sehr viel kürzere Säugezeit als die von zuerst abgeferkelten Sauen. Sie sind am Absetztermin am jüngsten und sind meist auch leichter als ihre früher geborenen Gruppengefährten.

Generell sind Geburten nachteilig, wenn sie nach einer physiologischen Trächtigkeitsdauer von mehr als 115 Tagen erst eintreten. Überlange Tragezeiten können die Tiergesundheit sowie die erzielten Aufzuchtergebnisse beeinträchtigen und erschweren das Abferkelmanagement. Kurze Geburtsdauern bei den einzelnen Sauen, wofür etwa 2,5 Stunden (erstes bis letztes Ferkel) als optimal gelten, aber auch für die gesamte Gruppe sind in vielerlei Hinsicht vorteilhaft:

- Der Geburtsstress ist für Sau und Ferkel zeitlich begrenzt.
- Eine problemlose Nachgeburtsphase wird gefördert.
- Ein kurzes Absetz-Östrus-Intervall wird als Voraussetzung für eine kurze Zwischenwurfzeit unterstützt.
- Der Anteil tot geborener Ferkel wird reduziert und die Vitalität der lebenden Ferkel ist verbessert.
- Die Startphase der zu säugenden Ferkel und ihre Gewichtsentwicklung werden positiv beeinflusst.
- Ein rascher Eintritt der Stallruhe nach der Abferkelperiode dient der ungestörten Aufzucht.

Das verlangt nach einer weiteren Konzentration der Geburten bei den Sauen einer Gruppe, d.h. nach einer Gleichschaltung der Geburten.

Geburtensynchronisation

Seit vielen Jahren hat sich die Geburtensynchronisation mit partieller Anwendung der biotechnisch unterstützten Partusinduktion in der Sauengruppe mithilfe von Prostaglandin ($\text{PGF}_{2\alpha}$) bewährt (Tab. 4.14).

Tab. 4.14: Prostaglandinpräparate

Name des Präparates	Hersteller
Iliren [®]	HOECHST
Suimate [®]	ESSEX
PGF-Veyx [®]	VEYX
PGF-Veyx forte [®]	VEYX
Preloban [®]	Intervet
Dinolytic [®]	Pfizer
Ovaren [®]	CPPharma

Das Prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$ ist ein Gewebshormon, das in der Plazenta und in den Epithelzellen der Gebärmutterschleimhaut gebildet wird. Seine Wirkung ist auf den Gelbkörper gerichtet, indem es diesen nun zur Regression bringt. Damit wird die Sekretion von Progesteron (Trächtigkeitsschutzhormon) eingestellt und zusammen mit der daraufhin einsetzenden Oxytocinwirkung beginnen die für die Geburt wichtigen Gebärmutterkontraktionen. Der Geburtsvorgang ist damit eingeleitet.

Die Synchronisation der Abferkelungen in einer Sauengruppe sieht die Einleitung (Induktion) der Geburten bei den länger als 115 Tage tragenden Sauen vor, d.h. dass etwa nur bei 50% der zur Abferkelung anstehenden Sauen diese Behandlung zur Anwendung kommt. Dazu erhalten diese Tiere eine Injektion des heute meist synthetisch hergestellten Prostaglandins $\text{F}_{2\alpha}$ zur Auslösung der Geburt, sodass der gesamte Geburtszeitraum der Gruppe verkürzt wird (Abb. 4.17). Die Dosis der PGF-Gabe sollte 175 μg , besser nur 100 μg betragen (Hühn u. Wähner, 1999).

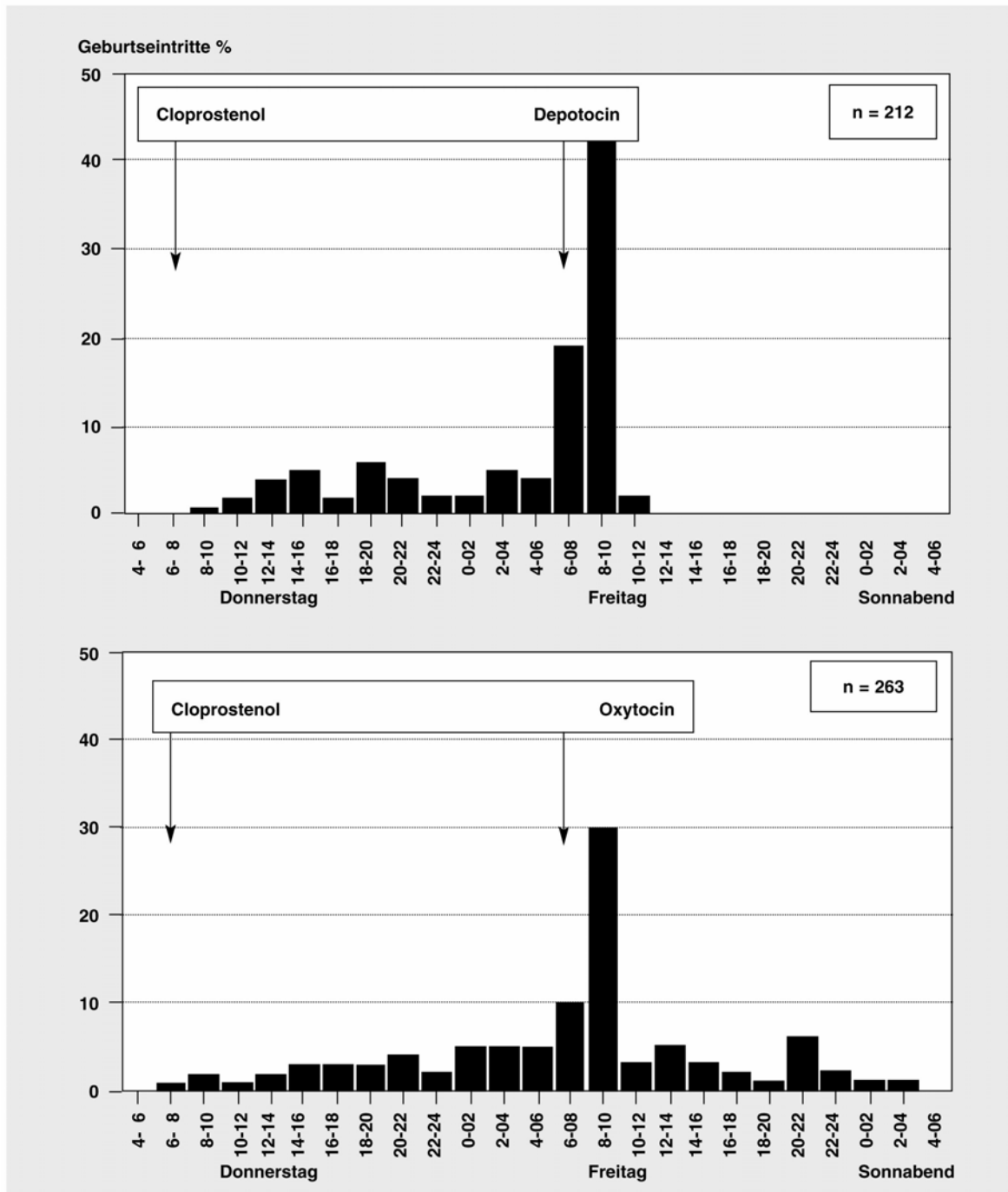


Abb. 4.17: Konzentration der Geburtseintritte bei Sauen nach kombinierter Behandlung mit PGF und natürlichem Oxytocin bzw. Depotocin®

Wenn die Cloprostenol-Injektion z. B. am Morgen des 114. oder 115. Trächtigkeitstages vorgenommen wird, konzentrieren sich die Abferkeltermine meist auf den Nachmittag des gleichen sowie auf die Vormittagsstunden des nächsten Tages, d.h. die Geburten treten im Durchschnitt bis 24 Stunden nach der Behandlung mit PGF_{2α} ein. Jüngere Sauen reagieren im Mittel etwas verhaltener als ältere Tiere (Tab. 4.15).

Der Effekt der partiellen Geburtsinduktion kann erhöht werden, wenn 24 Stunden nach der geburtsauslösenden PGF_{2α}-Injektion noch zusätzlich Oxytocin injiziert wird. Damit werden die durch das PGF_{2α} indirekt initiierten Gebärmutterkontraktionen weiter unterstützt und die Geburten verlaufen zügiger. Auf diese Weise kann ein höherer Synchronisationseffekt beim Anfall der Geburten in der Gruppe erreicht werden. Um den zeitlichen Eintritt und insbesondere die tageszeitliche Verteilung der induzierten Geburten noch besser steuern zu können,

empfiehlt sich die Verwendung eines synthetischen Oxytocinanalogs mit längerer Halbwertszeit (Depotocin[®], Veyx). Es sollten maximal 1 ml Depotocin[®] verabreicht werden, weil bei höheren Dosierungen bei einem relativ hohen Prozentsatz der behandelten Sauen ein

Tab. 4.15: Einfluss des Injektionstermins zur Partusinduktion bei Sauen zum 1. und 2. Wurf auf den Geburtseintritt und Wurfleistung

Wurf-Nr.	Injektionstermin für PGF _{2α} (TTg.)	Anzahl Tiere (St.)	Mittlerer Geburtseintritt (Std. n. PGF _{2α})	Leb. geb. F. / W.	Peripartale Verluste je Wurf (%)
1	110 – 113	8	24,2	8,37	1,4
	114	14	15,6	7,93	9,8
	115 - 116	114	18,1	8,48	9,8
2	110 – 113	7	29,9	9,70	6,7
	114	10	22,4	7,20	5,3
	115 - 116	110	19,3	8,54	9,4

vorzeitiges Abtropfen oder Auslaufen der Kolostralmilch eintreten kann. So behandelte Sauen schließen bis 12 Stunden danach zu über 90% die Geburt ab.

Depotocin[®] kann aber auch unabhängig von der Partussynchronisation zur Wehenstimulation eingesetzt werden. Wenn es nach der Geburt des ersten Ferkels injiziert wird, verkürzt es die Gesamtaustreibungszeit im Vergleich zu unbehandelten Tieren signifikant. Das wirkt förderlich auf die Vitalität der Ferkel und senkt die Aufzuchtverluste. Außerdem wird der Puerperalverlauf günstig beeinflusst, und bei den Sauen mit Mastitis-Metritis-Agalaktie-Syndrom (MMA) wird der Heilungsverlauf beschleunigt, so dass sogar indirekt ein positiver Einfluss auf die Fruchtbarkeit im nachfolgenden Wurf zu erwarten ist.

Zeitpunkt für die Geburtsinduktion

Die Wahl des Injektionszeitpunktes für die Geburtsinduktion ist in größeren Beständen mit Fremdarbeitskräften im Hinblick auf die Organisation abferkelfreier Wochenenden sehr bedeutungsvoll. Neben diesen arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten ist der physiologisch richtige Zeitpunkt für die Geburtsinduktion sehr entscheidend.

Es ist bekannt, dass das Wachstum der Feten mit fortschreitender Trächtigkeit bis zu deren Ende intensiver erfolgt, aber offenbar bis zum 115. Trächtigkeitstag weitgehend abgeschlossen ist (Abb. 4.18). Es lässt sich bei Schweinefeten in der Hochträchtigkeit ein tägliches Körperwachstum von 50 bis 80 g kalkulieren.

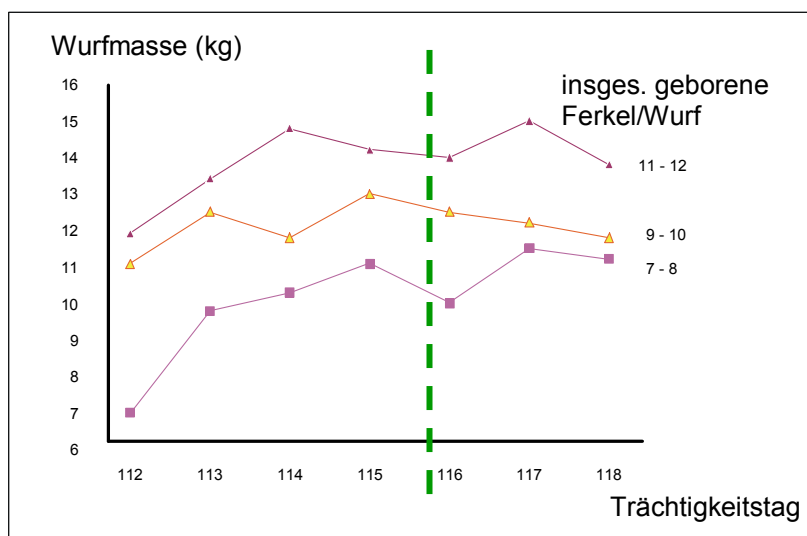


Abb. 4.18: Wurfmassen von Jungsau nach unterschiedlicher Trächtigkeitsdauer bei Beachtung der Wurfgröße

Die $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Injektion zur Geburtseinleitung sollte bei Jung- und Altsauen nicht vor dem 114. Trächtigkeitstag erfolgen, weil das verminderte Geburtsmass der Ferkel zur Folge hat und die weitere Entwicklung der Ferkel dadurch beeinträchtigt ist. Für die richtige Berechnung des Injektionstages ist der Tag der letzten Belegung /Besamung als erster Trächtigkeitstag zu zählen (Tab. 4.16). Demnach ist, wenn die zweite Besamung an einem Dienstag früh erfolgt, der 114. Trächtigkeitstag stets ein Mittwoch. Wenn am Mittwoch die $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Injektion vorgenommen wird, ist mit hoher Sicherheit die Abferkelperiode am darauf folgenden Freitag abgeschlossen.

Tab. 4.16: Berechnungsweise der Trächtigkeitsdauer und der Wochentage für Belegung und Abferkelung beim Schwein

Durchführung der		Wochentage, auf welche die Trächtigkeitstage fallen			
KB 1	KB 2	113. TTg.	114. TTg.	115. TTg.	116. TTg.
Montag	Dienstag	Di	Mi	Do	Fr
Dienstag	Mittwoch	Mi	Do	Fr	Sa
Mittwoch	Donnerstag	Do	Fr	Sa	So
Donnerstag	Freitag	Fr	Sa	So	Mo
Freitag	Samstag	Sa	So	Mo	Di

Ein detaillierter Versuch zum Einfluss des Trächtigkeitstages (entweder 113. oder 114. Trächtigkeitstag), an dem die Geburtsinduktion mit $\text{PGF}_{2\alpha}$ durchgeführt wurde, ergab, dass generell nach einer zu frühen Geburtsinduktion deutlich leichtere Ferkel geboren werden als von Sauen, die erst später, d.h. am 114. Tag, die Geburtsinduktion erfuhren. Der Unterschied in der Geburtsmasse der Einzelferkel betrug nahezu 100 g (Abb. 4.19).

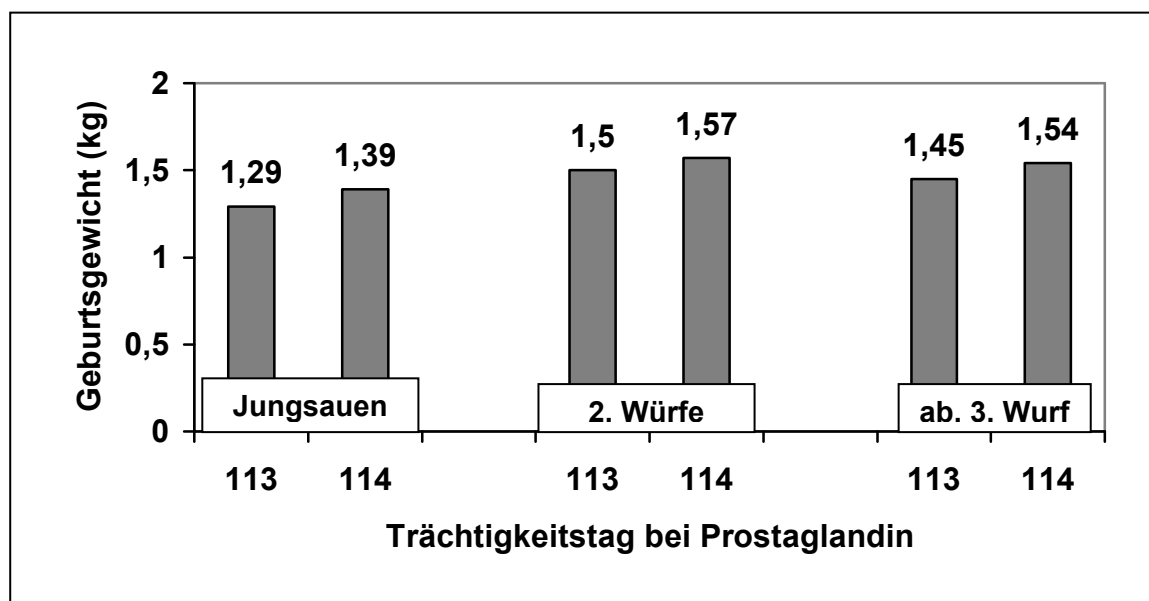


Abb. 4.19: Geburtsgewichte von Ferkeln in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Geburtsinduktion und der Wurfnummer der Sau (Bößenrodt, 2004)

Die schwereren Ferkel besitzen günstigere Voraussetzungen für die nachfolgende Aufzuchtphase als leichtere. Nach einer gleich langen Säuzeit von 28 Tagen erreichten die schwereren Ferkel beim Absetzen ein um 300 g höheres Einzelferkelgewicht (Tab. 4.17).

Tab. 4.17: Einfluss des Termins der Geburtsinduktion auf die Zunahme und das Absetzgewicht von Saugferkeln (Bößenrodt, 2004)

Trächtigkeitstag bei $\text{PGF}_{2\alpha}$	tägl. Zunahme (g)	Korr. Absetzgewicht n. 28 Tagen
113	230	7,88
114	237	8,18

Insgesamt lassen sich sechs wesentliche Vorteile für die Geburtensynchronisation mit partieller biotechnischer Partusinduktion formulieren:

- Die Vorbereitung der Sauen auf die Abferkelung und die Geburtsüberwachung können optimiert werden.
- Ein rascher Geburtsverlauf innerhalb weniger Tage in einem keimarmen Milieu eines gereinigten und desinfizierten Abferkelstalles hilft das Auftreten von Puerperalstörungen (MMA) zu reduzieren und dient dem Erhalt der Tiergesundheit.
- Der Anteil an Totgeburten, Geburtsverlusten sowie an lebensschwachen Ferkel wird reduziert
- Es herrschen günstige Bedingungen für einen erfolgreichen Wurfausgleich vor.
- Für alle Ferkel ist eine ausreichend lange Säugezeit gewährleistet, sodass altersmäßig ausgeglichene und gesunde Ferkel im Wurf sowie in der Abferkelgruppe aufgezogen werden können
- Für die Sauen ergeben sich infolge gleich langer Säugezeiten günstige Bedingungen für einen stabilen Folgeöstrus nach dem Absetzen.

Säugezeit

Generelles Ziel ist es, gleich große und nach Gewicht ausgeglichene Würfe mit vielen vitalen Ferkeln aufzuziehen. Zwei biologische Gegebenheiten wirken dabei aber erschwerend:

- Mit steigender Wurfgröße sinkt allgemein das Geburtsgewicht des Einzelferkels.
- In Würfen mit untergewichtigen Ferkeln sind vermehrt Totgeburten zu verzeichnen. Ferkel von Jungsauen sind durchschnittlich 80 bis 100g leichter als Ferkel von älteren Sauen (Abb. 4.20).

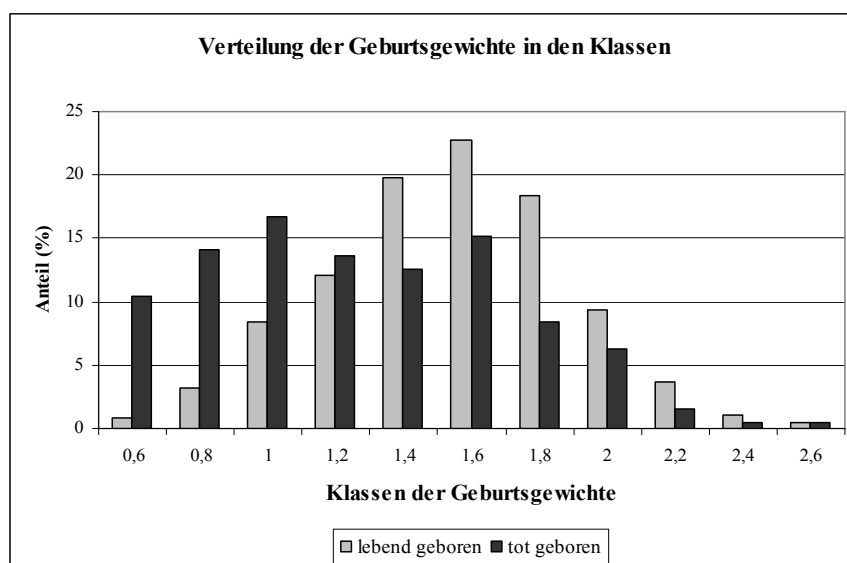


Abb. 4.20: Beziehung zwischen Wurfgröße und Anzahl tot geborener Ferkel (Fischer u.a., 2006)

Die Länge der Austreibungszeit hat für die Vitalität und das Überleben der neugeborenen Ferkel einen hohen Einfluss. Wenn die Austreibungszeit je Ferkel 20 Minuten übersteigt, erhöht sich der Anteil tot geborener Ferkel signifikant. Außerdem treten bei älteren Sauen im Vergleich zu jüngeren etwas längere Austreibungszeiten und auch vermehrt Totgeburten auf. Die zuletzt geborenen Ferkel weisen jedoch meist eine etwas höhere Körpermasse auf. Insofern werden diese Ferkel häufig nicht infolge ihres Entwicklungsstandes tot geboren, sondern wegen des zu langen Zeitabstandes bis zur Austreibung.

Weiterhin ist der Zustand der Nabelschnur für das Überleben der Ferkel von großer Bedeutung. Ein vorzeitiger Riss oder ein zu frühes manuelles Durchtrennen ist für das neugeborene Ferkel in verschiedener Hinsicht ungünstig. Es wird die Nährstoffversorgung

abrupt unterbrochen. Häufig tritt ein mehr oder wenig geringer Blutverlust auf, sodass dem Ferkel damit wichtige Nährstoffe verloren gehen. Außerdem ist eine intakte Nabelschnur den Ferkeln nach der Geburt eine Orientierungshilfe. Ohne sie kann sich das Ferkel möglicherweise zu weit von der Mutter entfernen, ja sogar in der Bucht verirren und erst sehr spät zum Gesäuge finden um Kolostrum aufzunehmen. Eine Abnabelung sollte frühestens 2 bis 3 Minuten nach der Geburt erfolgen. Allgemein ist bei lebend geborenen Ferkeln die Nabelschnur bei Abschluss der Austreibung sehr viel häufiger intakt (67% der Fälle) als bei tot geborenen Ferkeln (44% der Fälle).

Generell ist bei der kurzen Säugezeit von bis zu 28 Tagen jede Säugestunde und die aufgenommene Menge an Kolostrum für die Entwicklung der Ferkel von großer Bedeutung. Aus diesem Grund sind die Ferkel nach der Geburt schnell an das Gesäuge anzusetzen. Das hilft die Geburt zu beschleunigen, weil der Saugreiz die Oxytocinausschüttung anregt und so die Wehen aktiviert. Es dient weiterhin der schnellen Kolostrumaufnahme durch die Ferkel. Weil mit zeitlichem Abstand von Beginn der Geburt die Fett- und Eiweißkonzentration in der Milch sinkt, und sich dadurch ungünstigere Bedingungen für das Wachstum der Ferkel und für deren passiven Immunschutz ergeben (Tab. 4.18), sind alle Maßnahmen der Geburtsbetreuung auf eine zügig ablaufende Geburt unter hygienisch einwandfreien Bedingungen und auf eine schnelle Kolostrumaufnahme durch die Ferkel auszurichten. Insofern ist die Bedeutung der Geburtsüberwachung sehr hoch. Sie stellt die wichtigste zootecnische Maßnahme zur Verringerung von peripartalen Ferkelverlusten dar.

Tab. 4.18: Veränderung der Zusammensetzung der Kolostralmilch von Jungsaunen in den ersten fünf Stunden nach der Geburt

Stunden n. Geburtsbeginn	Eiweiß (%)	Fett (%)	Laktose (%)
0	29,2	6,3	3,2
1	28,9	6,6	3,0
2	26,0	6,3	2,9
3	20,1	5,8	2,8
4	27,4	6,0	2,6
5	13,6	3,9	2,7

Literatur

- Bößenrodt, K., Melzer, G., Wendrock, K., Wähner, M. (2004): Untersuchungen zum Einfluss des Termins für die Geburtsinduktion. 10. Bernburger Biotechnik-Workshop, Tag.-bd. S. 145 - 150
- Brüssow, K.-P., Wähner, M. (2005): Biotechnische Fortpflanzungssteuerung beim weiblichen Schwein. Züchtungskunde 77, 157-170
- Fischer, K., Brüssow, K.-P., Wähner, M., Bergfeld, U. (2006): Untersuchungen zu embryonalen und fetalen Verlusten in Sauenlinien der Deutschen Landrasse. DGfZ, Sept.2006
- Hühn, U., Wähner, M. (1999): Einfluss der Partussynchronisation bei Sauen auf ausgewählte Kriterien der Vitalität und Entwicklung der Ferkel. Tierärztl. Prx. 27, 279-284
- König, I. (1973): Biotechnik der Fortpflanzung in der industriemäßigen Schweineproduktion. Tierzucht 27. Jg., 324
- Niemann, H. (2003): Fortschritte in der Biotechnologie beim Schwein. REKASAN 10, 80-82
- Rath, D. (2001): Neue Strategien zur Minimierung der Anzahl Spermien in der künstlichen Besamung beim Schwein, 7. Bernburger Biotechnik-Workshop, Tag.-bd. S.41 - 46

- Rath, D., Sieg, B., Leight, J., Klinc, P., Besseling, M., Krüger, C., Wolken, A., Frenzel, A., Westermann, P., Probst, S., Großfeld, R., Hadelers, K.G., Ehling, C. (2003): Current perspectives of sperm sorting in domestic farm animals. 19th Meeting A.E.T.E. – Rostock, proceedings 125 - 128
- Schnurrbusch, U. (2002): Embryonalentwicklung des Schweines und Einflüsse auf die Überlebensrate der Embryonen. 8. Bernburger Biotechnik-Workshop, Tag.-bd. S. 13 - 21
- Stähr, B., Müller, K., Rothe, L. (2005): Möglichkeiten zur Verbesserung der Beurteilung von Ebersperma – mehr Sicherheit für den Spermakunden. 11. Bernburger Biotechnik-Workshop, Tag.-bd. S. 81 - 89
- Waberski, D., Petrunkina, A., Töpfer-Petersen, E. (2004): Spermatologische Diagnostik zur Fruchtbarkeitsdiagnose: Stand und Perspektive. 10. Bernburger Biotechnik-Workshop, Tag.-bd. S. 119 - 123
- Wähner, M. (2002): Synchronisation von Zyklus und Ovulation beim Schwein. Tierärztl. Prax. 30, 252- 260
- Wähner, M. (2005): Anforderungen an das Besamungsmanagement beim Schwein. 11. Bernburger Biotechnik-Workshop, Tag.-bd. S. 11 - 20
- Weitze, K. F., Wagner-Rietschel, D., Waberski, D., Richter, L., Krieter, J. (1994): The onset of heat after weaning, heat duration and ovulation as major factors in AI timing in sows. *Reprod. Dom. Anim* 29, 433-443
- ZDS (2005): Zahlen aus der Deutschen Schweineproduktion.

5 Verhalten, Haltung, Bewertung von Haltungssystemen (C. Mayer, E. Hillmann, L. Schrader)

5.1 Verhalten

Auswirkungen der Domestikation auf das Verhalten

Heutige Hausschweinerassen unterscheiden sich morphologisch von ihren Vorfahren u. a. durch einen kürzeren und breiteren Kopf mit eingedellter Nasenlinie, grössere Ohren, eine stärker entwickelte Hinterhand, einen längeren und massigeren Rumpf (18 statt 14 Rippenpaare), geringere Beborstung, hellere Haut (z. T. auch rot oder schwarz pigmentiert) sowie 7 - 8 statt 5 Zitzenpaare. Gegenüber Wildschweinen sind Hausschweine früher geschlechtsreif und haben 10 - 16 statt 5 - 7 Ferkel pro Wurf.

Im Zuge der Domestikation ist es auch zu einer deutlichen Reduktion der Gehirnmasse (34%) und -oberfläche gekommen. Am stärksten sind hiervon entwicklungsgeschichtlich jüngere Hirnregionen (im Neocortex) betroffen. Interessanterweise hat sich das Verhaltensrepertoire unserer Hausschweine jedoch nicht qualitativ verändert. Versuche in Grossbritannien und Schweden haben gezeigt, dass sich Hausschweine im Freiland bereits nach wenigen Monaten im Wesentlichen wie ihre wilden Vorfahren verhalten.

- Schweine sind ökologisch ausserordentlich anpassungsfähig.
- Hausschweine unterscheiden sich morphologisch und physiologisch von Wildschweinen, dennoch verfügen sie über ein vergleichbares Verhaltensrepertoire.

Sinnesleistungen

Riechen und Schmecken: Hauptsinn der Schweine ist das Riechen. Sie sind Makrosmaten und ihr Geruchssinn spielt eine entscheidende Rolle bei der Nahrungssuche, der Individualerkennung, dem Sexualverhalten und der Markierung ihrer Territorien. Schweine verfügen über spezielle Geruchsdrüsen: Augendrüsen, Carpaldrüsen und Präputialdrüsen (Eber). Geschmacklich haben Schweine eine Vorliebe für süß und vermeiden salziges und saures Futter. Bitterstoffe machen ihnen wenig aus.

Hören: Schweine haben einen ausgeprägten Gehörsinn. Ihr Frequenzspektrum reicht von 42 Hz bis 40,5 kHz mit einem Bereich besten Hörens bei 8 kHz (Abb. 5.1). Das Gehör ist wichtig für die Kommunikation, die Individualerkennung und für das Erkennen von Gefahr (Raubfeinde).

Sehen: Das Sehvermögen der Schweine ist nicht besonders gut entwickelt. Schweine sind farbtüchtig, haben aber Probleme, dunkle Farbtöne voneinander zu unterscheiden. Unterhalb einer Beleuchtungsstärke von 12 Lux reduziert sich bei ihnen die Fähigkeit zum Farbsehen und damit ihre Sehschärfe.

Tasten: Besonders tastsensibel ist die sehr bewegliche Rüsselscheibe der Schweine. Sie enthält soviel Tastsinneszellen wie beide menschlichen Hände zusammen. Der Tastsinn spielt bei der Nahrungssuche eine entscheidende Rolle.

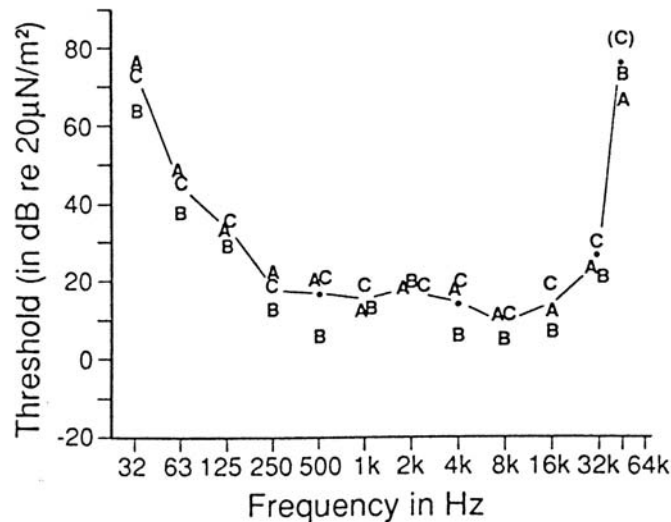


Abb. 5.1: Hörkurve von drei Schweinen (A, B, C); Quelle: Heffner & Heffner (1990)

Nahrungsaufnahme und Elementarverhalten

Schweine (auch Wildschweine) sind tagaktiv und nur optional dämmerungs- bzw. nachtaktiv. Ihr Verhalten im Laufe eines Tages ist zeitlich und räumlich klar strukturiert. Ein Wechsel der Verhaltensaktivität ist meist auch mit einem Wechsel des Ortes verbunden. Innerhalb ihres Aktivitätsbereiches („home range“) bewegen sich Schweine auf Wechsellern fort, die auch markiert werden.

Nahrungssuche und -aufnahme: Schweine sind Allesfresser (Omnivoren). Sie fressen Gräser, Samen, Früchte, Wurzeln, Knollen, Pilze, Laub, Wirbellose (Larven, Würmer), Eier, kleinere Wirbeltiere (Nager, Eidechsen) und auch Aas. Im Jahresverlauf passen sie sich dem jeweils veränderten Nahrungsangebot an. Insgesamt fressen sie sowohl energiereiche, als auch strukturierte, rohfaserreiche Nahrung.

Die Zeit, die Schweine direkt mit Nahrungsaufnahme verbringen, ist relativ gering. Die Nahrungssuche hingegen beschäftigt sie im Freiland zwischen 70 und 80 % ihrer Gesamtaktivitätszeit, selbst wenn sie zugefüttert werden (Abb. 5.2).

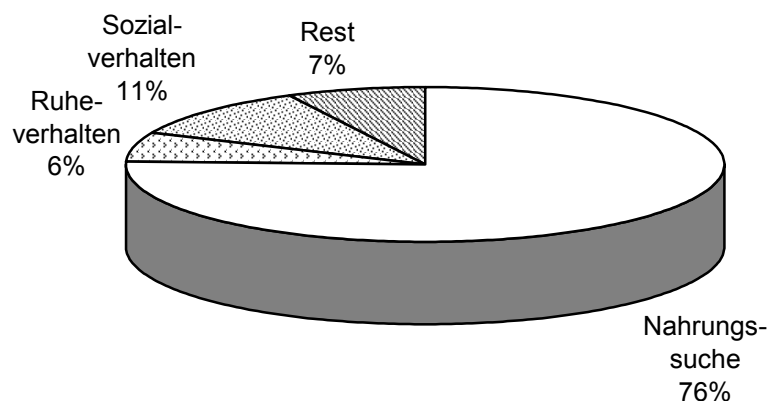


Abb. 5.2: Zeitbudget von Hausschweinen im Freiland während ihrer Aktivitätszeit

Dies resultiert daraus, dass die Nahrung der Schweine in ihrem natürlichen Habitat sehr ungleichmässig verteilt ist. Schweine haben daher stammesgeschichtlich für die Nahrungssuche ein ausgeprägtes Erkundungsverhalten entwickelt. Vorwiegend setzen sie dabei ihren Rüssel zum Wühlen, Suchen (Geruch) und Bearbeiten der Nahrung ein. Mit ihren

Vorderklauen scharren sie häufig oder fixieren auch Nahrung, um sie besser bearbeiten zu können. Die Feinbearbeitung der Nahrung erfolgt mit der Zunge und den Zähnen. Schweine sind so z.B. in der Lage, Nüsse von ihrer Schale zu befreien.

Hauptsächlich suchen und fressen Schweine ihre Nahrung in den Morgenstunden, sowie in den Nachmittags- und Abendstunden. Die Nahrungssuche und -aufnahme geschieht dabei in kürzeren Phasen, zwischen denen die Schweine oft den Ort und auch die Nahrungsart wechseln, z.B. vom Grasens zum Fressen von Knollen. Während der Nahrungssuche halten Schweine im Freiland eine Distanz zwischen 2 - 4 m voneinander ein.

Wildschweine legen pro Tag eine Strecke von 4 - 6 km zurück. Meist bewegen Schweine sich dabei im Kreuzgang fort, können jedoch auch traben, galoppieren und gut schwimmen.

Trinken: Schweine nehmen Wasser saugend und schlüpfend auf, da sie ihren Rüssel nicht bis zu den Mundwinkeln in das Wasser absenken und so beim Trinken Luft angesaugt wird. Die Menge und die Häufigkeit der Wasseraufnahme hängen von klimatischen Bedingungen und der Qualität der Nahrung ab. Bei Schweinen ist die Wasseraufnahme zeitlich eng an die Futteraufnahme gekoppelt. Auch bei Stallhaltung brauchen Schweine permanenten Zugang zu sauberem Wasser.

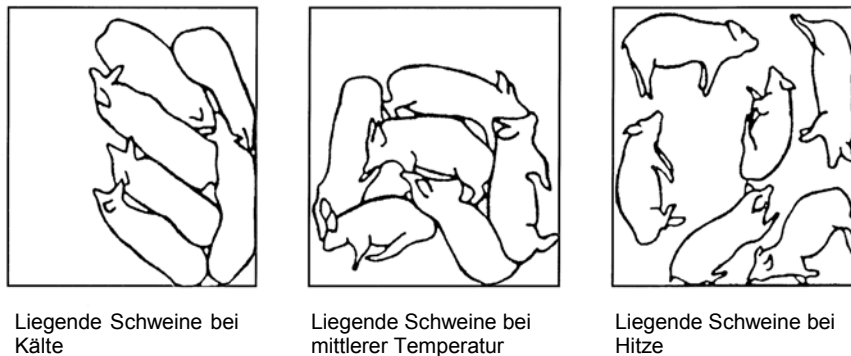
Elimination: Entgegen landläufiger Meinung sind Schweine bezüglich ihres Eliminationsverhaltens sehr saubere Tiere. Sie vermeiden es, Kot und Harn in der Nähe ihres Liegebereiches abzusetzen. Im Freiland suchen sie bestimmte Kotplätze auf, die 5 - 15 m von ihren Schlafnestern entfernt sind. Während des Tages koten sie auch an den Seiten ihrer Wechsel, womit sie möglicherweise ihr Territorium markieren. Auch unter Haltungsbedingungen nutzen Schweine bestimmte Kotplätze, wenn sie räumlich hierzu die Möglichkeit haben. Schweine koten ca. 4 - 5-mal am Tag und zwar meist unmittelbar im Anschluss an Ruhe- oder Fressphasen.

- Schweine sind Allesfresser und nehmen sowohl energiereiche als auch rohfaserreiche, strukturierte Nahrung zu sich.
- Unter Freilandbedingungen verbringen Schweine über 70 % ihrer Aktivitätszeit mit Nahrungssuche und -aufnahme.
- Zwischen den einzelnen Fressphasen wechseln sie häufig den Ort.
- Die Wasseraufnahme ist zeitlich an die Fressphasen gekoppelt.
- Nach Möglichkeit vermeiden Schweine es, in der Nähe ihres Liegebereiches zu koten und zu harnen.

Ruheverhalten: Wildschweine und Hausschweine unter Freilandbedingungen nutzen zum Schlafen und Ruhen Schlafnester, die von der gesamten Gruppe (Rotte) benutzt werden. Diese Schlafnester werden täglich neu angelegt bzw. bestehende ausgebessert. Angelegt werden die Nester an Orten, die sowohl witterungsgeschützt sind, als auch einen Überblick über das Gelände ermöglichen. Das Material (Blätter, Zweige, etc.) wird z. T. aus einer Entfernung von 20 m herangeschafft. Hausschweine, die auf Tiefstreu gehalten werden, bearbeiten vor dem Abliegen ebenfalls das Substrat und richten sich eine Liegemulde ein.

Zum Ablegen werden die vier Beine nahezu gleichzeitig eingeknickt, wobei die Vorderbeine meist den Anfang machen. Die entspannteste Ruhelage ist die Seitenlage, bei der die Beine seitlich ausgestreckt werden. Die Bauchlage, bei der die Beine meist in den Karpalgelenken eingeknickt sind, geht der Seitenlage voraus. Wird die Bauchlage beibehalten, kann dies ein Hinweis darauf sein, dass der Liegeplatz nicht optimal ist (Kälte, Nässe, Zugluft) und / oder die Tiere aufgeregt oder gestresst sind. Die Liegeposition ist auch von der Umgebungstemperatur abhängig. Bei hohen Temperaturen vermeiden Schweine beim Liegen Körperkontakt, während sie bei niedrigen Temperaturen eng zusammen liegen (Abb. 5.3).

Bei zu starker Kälte kann es zur sog. "Haufenlagerung" kommen.



Liegende Schweine bei Kälte

Liegende Schweine bei mittlerer Temperatur

Liegende Schweine bei Hitze

Abb. 5.3: Liegepositionen von Schweinen in Abhängigkeit von der Temperatur

Zum Aufstehen begibt sich das Schwein von der Seiten- in die Bauchlage und nimmt dann eine Sitzstellung mit gestreckten Vorderbeinen ein. Anschliessend werden die Hinterbeine gestreckt.

Bei Schweinen unter Freilandbedingungen beträgt die nächtliche Ruhephase 11 - 15 Stunden, Ruhephasen am Tag können bis zu 3 Stunden dauern. Bei Stallhaltung liegen Schweine 80 - 90 % eines Ganztages.

Körperpflege: Bedingt durch ihren Körperbau sind Schweine relativ unbeweglich. Aus diesem Grund erreichen sie viele Körperpartien nicht mit ihrem Rüssel oder den Hinterbeinen, sondern scheuern sich an Gegenständen. Dabei wird oft eine charakteristische Reihenfolge eingehalten (vom Kopf und Hals bis zur Hinterhand). Wildschweine oder im Freiland gehaltene Hausschweine benutzen dabei über Jahre hinweg oft die gleichen "Malbäume", die auch geruchlich markiert werden. Gegenseitige Körperpflege ("social grooming") ist bei Schweinen relativ selten. Falls es auftritt, lecken sich die Tiere nicht gegenseitig, sondern beknabbern sich.

Schweine besitzen keine Schweißdrüsen und sind durch ihre subkutane Fettschicht gut isoliert. Eine aktive Thermoregulation bei Wärme ist ihnen nur durch die Schleimhäute im Nasen- und Rachenraum möglich. Bei wärmeren klimatischen Bedingungen ist es daher für sie notwendig, sich zu suhlen bzw. Wärme durch Verdunstungskälte abführen zu können. Im Freiland suhlen sich Schweine bereits ab einer Lufttemperatur von 18°C. Durch das Suhlen nutzen sie die Verdunstungskälte. Indem sie vor dem Suhlen Erdreich und Wasser der Suhle durchmischen, erhöhen sie den thermoregulatorischen Effekt, da das Wasser aus dem Schlamm langsamer verdunstet als reines Wasser. Die Schlammschicht auf ihrer Haut schützt zusätzlich gegen Sonneneinstrahlung sowie gegen Insektenstiche und Parasiten. Im Freiland dauert das Suhlen ca. 30 min.

- Zum Schlafen errichten Schweine unter Freilandbedingungen Schlafnester, die von einer Gruppe gemeinsam genutzt werden.
- Die Seitenlage ist die entspannteste Ruheposition.
- Verändertes Liegeverhalten (längeres Liegen in Bauchlage, "Haufenlagerung") weist auf gestörtes Wohlbefinden hin.
- Zur Körperpflege scheuern sich Schweine an Gegenständen; gegenseitige Körperpflege ist sehr selten.
- Suhlen ist für Schweine notwendig, da es der Thermoregulation, dem Schutz vor Sonneneinstrahlung, Insekten und Parasiten dient.

Sozialverhalten

Sozialstruktur: Wildschweine leben in kleinen Gruppen (Rotten) zusammen (ohne Frischlinge 20 bis max. 30 Tiere), die sich aus adulten weiblichen Tieren (zwischen 2 – 4, selten 6 Bachen), deren weiblichen Nachkommen und diesjährigen Ferkeln (Frischlingen) zusammensetzen (matrilineare Sozialstruktur). Männliche Tiere verlassen nach 1 bis 1 ½ Jahren die Rotte, bleiben zunächst noch in Junggesellengruppen zusammen, um spätestens ab der nächsten Paarungszeit als Einzelgänger umherzuziehen. Während der Nahrungssuche können auch mehrere Rotten zusammentreffen, da sich ihre Aktivitätsbereiche (home ranges) überschneiden können. Wird eine Rotte zu gross (ab ca. 30 Tieren), teilt sie sich. In einer Rotte Wildschweine besitzt meist die älteste Bache eine Führungsrolle, indem sie Aktivitäts- und Ortswechsel initiiert. Innerhalb der Rotte bilden sich altersstrukturierte Untergruppen. Vorteile der kleinen Rotten im Lebensraum Wald sind: Bessere Anpassung an das verteilte und jahreszeitlich wechselnde Nahrungsangebot, bessere Deckung und Fluchtmöglichkeit.

Die Sozialstruktur der Schweine bedingt ein sehr ausgeprägtes Sozialverhalten, mit dem sie über 10 % ihrer Aktivitätszeit verbringen. Gleichzeitig ergibt sich hieraus, dass Schweine, die neu zu einer Gruppe stossen, nur langsam in die bestehende soziale Einheit integriert werden. Bei Untersuchungen mit Hausschweinen unter Freilandbedingungen hielten zwei neu eingeführte Gruppen tagsüber einen grossen Abstand (50 m) ein und teilten sich erst nach 192 Tagen ein Schlafnest.

Kommunikation: Olfaktorische Kommunikation spielt bei Schweinen eine große Rolle im Nahbereich. Treffen zwei Schweine aufeinander, zeigen sie Naso-nasal-Kontakt, welcher der geruchlichen Individualerkennung dient (Abb. 5.4). Naso-nasal-Kontakt wird aus diesem Grunde auch bereits während der Geburt zwischen Sau und Ferkel gezeigt. Während der Brunstzeit markieren Bachen die Malbäume mit Speichel und verreiben ihn mit dem Sekret der Augendrüsen. Keiler kontrollieren diese Markierungen und markieren ihrerseits Stämme und Äste mit Speichel. Im Zusammenhang mit Sexualverhalten, aber auch agonistischem Verhalten, zeigen männliche Schweine ein bestimmtes Verhaltensmuster, das "Patschen" (Aufeinanderschlagen der Kiefer, wodurch der Speichel schaumig wird). Dieses Verhalten unterstützt die Freisetzung von Pheromonen.

In Anpassung an ihren Lebensraum (dichte Vegetation) ist die akustische Kommunikation bei Schweinen stark ausgeprägt. Schweine äussern z.B. Laute, um den Kontakt zwischen den Mitgliedern einer Gruppe aufrecht zu erhalten oder um Gruppenaktivitäten zu koordinieren. Entscheidend ist die akustische Kommunikation auch für die Koordinierung und Synchronisierung des Säugens.

Schweine haben ein umfangreiches Lautrepertoire, in dem sich verschiedene Lauttypen voneinander unterscheiden lassen. Viele dieser Lauttypen können kontinuierlich ineinander übergehen und werden selten situationsspezifisch geäussert. Sie spiegeln den motivationalen Zustand der Tiere wieder und erlauben die individuelle Identifizierung des jeweiligen Senders.

Mimisches Ausdrucksverhalten fehlt bei Schweinen nahezu. Gestische Ausdrucksmuster werden insbesondere während agonistischer Interaktionen oder beim Sexualverhalten gezeigt (Abb. 5.4).

Eber zeigen bei agonistischen Auseinandersetzungen z.B. das sog. "Stemmwetzen", bei dem die Vorderextremitäten abwechselnd vorgestellt und unter Druck nach hinten gezogen werden. Ein weiteres visuelles Ausdrucksmuster bei agonistischen Interaktionen ist das Aufstellen der Rückenborsten. Bei Begegnungen zweier Tiere bringt das dominante Tier seinen Rang z.B. durch plötzliches Drehen des Kopfes mit geöffneter Schnauze zum Ausdruck, während das subdominante Tier seine Ohren anlegen, den Kopf abwenden oder ausweichen kann.

Bei Wildschweinen zeigt auch die Stellung des Schwanzes die Erregung oder Stimmung

eines Tieres an. Steht er steil nach oben, bedeutet dies höchste Aufmerksamkeit, in entspannten Situationen hängt er wedelnd nach unten.

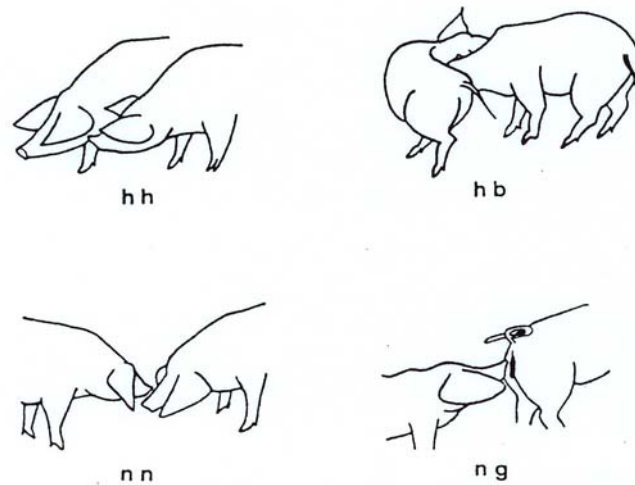


Abb. 5.4: Einige unterschiedliche Interaktionsarten beim Hausschwein.
hh: Kopf-an-Kopf-Stossen, hb: Kopfstoss in Flanke,
nn: naso-nasal-Kontakt ng: naso-genital-Kontakt; Quelle: Jensen (1980)

Schweine gelten als Kontakttiere, da sie i. d. R. mit Hautkontakt zu Gruppenmitgliedern liegen. Neben einer thermoregulatorischen Funktion hat dies sicherlich auch eine soziale bzw. kommunikative Bedeutung. Beispielsweise gibt es bevorzugte Liegepartner, zu denen auch aktiv durch Verdrängen anderer Tiere Körperkontakt gesucht wird. Der Naso-nasal-Kontakt kann nicht nur als olfaktorische, sondern auch als taktile Kommunikation gelten.

- Schweine leben in kleinen Gruppen zusammen, die aus weiblichen Tieren, den weiblichen Nachkommen und diesjährigen Jungtieren bestehen.
- Ältere männliche Tiere leben als Einzelgänger.
- Über 10 % der Aktivitätszeit wird mit Sozialverhalten verbracht.
- Olfaktorische Kommunikation spielt bei Schweinen für die Individualerkennung, das Sexualverhalten und geruchliche Markierungen eine grosse Rolle.
- Schweine sind vokal äusserst aktive Tiere mit einem grossen Lautrepertoire. Laute dienen dem Kontakt zwischen den Tieren, der Individualerkennung und der Verhaltenskoordinierung.
- Das visuelle Ausdrucksverhalten ist weniger ausgeprägt, spielt aber beim agonistischen und Sexualverhalten eine Rolle.

Agonistisches Verhalten: Positive Beziehungen zwischen Schweinen einer Gruppe kommen durch Naso-nasal-Kontakte und Liegepräferenzen zum Ausdruck. Weiterhin werden die Beziehungen zwischen den Tieren über eine Rangordnung geregelt, die durch agonistisches Verhalten etabliert und durch Ausdrucksverhalten aufrechterhalten wird. Die Rangordnung regelt den Zugang der Individuen zu Ressourcen wie Futter, Liegeplätzen und Sexualpartnern. In einer natürlichen und etablierten Gruppe ist die Rangordnung relativ stabil.

Wichtigstes Kriterium für den Rang eines Tieres ist das Gewicht (korreliert mit Grösse und Alter) und damit letztendlich seine Körperstärke. Zusätzlich bestimmen Faktoren wie Erfahrung, Wendigkeit und Temperament eines Tieres den Ausgang der Rankämpfe. Männliche Tiere sind innerhalb einer Altersgruppe meist ranghöher als weibliche Tiere. Auch genetische Faktoren (Rasse) haben einen Einfluss auf den Rang.

In natürlich zusammengesetzten Schweinegruppen sind Rangauseinandersetzungen selten. Vermehrt kommt es zu Auseinandersetzungen, wenn Jungtiere geschlechtsreif werden, Sauen neu in eine Gruppe kommen, im Zusammenhang mit der Nahrungsaufnahme und zwischen männlichen Tieren während der Brunstzeit.

Vor einer direkten physischen Auseinandersetzung zeigen Schweine zunächst Ausdrucksverhalten wie "Stemmwetzen", "Patschen", Aufrichten der Rückenborsten, Zuwenden des Kopfes mit geöffneter Schnauze. Dabei umkreisen sich die beteiligten Tiere oft langsam. Kommt es zu einer physischen Auseinandersetzung, lassen sich Verhaltensweisen wie Beissen, Schieben, Stossen und Aushebeln unterscheiden. Begonnen wird eine Auseinandersetzung meist mit Beissen, was zu erheblichen Schrammen insbesondere im Schulterbereich führen kann. In antiparalleler Stellung versuchen sich die Tiere gegenseitig mit der Schulter wegzuschieben, wodurch sich die Tiere umeinander drehen. Beim Aushebeln versuchen die Tiere, den Hals des Gegners mit dem Rüssel zu unterfahren, um ihn wegzuschleudern. Von Bisswunden sind am häufigsten die Ohren, der Nacken und das Gesicht betroffen.

Sowohl für die eigentliche Auseinandersetzung als auch für das Ausweichen nach der Konfrontation brauchen Schweine ausreichend Platz, da es ansonsten zu gravierenderen Verletzungen kommen kann.

Sexualverhalten

Die Brunst einer Sau ist an einer Schwellung und Rötung der Scham, Ausfluss und Verhaltensunruhe erkennbar. Rauschende Sauen bespringen sich gegenseitig und können die gleichen Verhaltensweisen wie Eber zeigen (Genitalkontrollen und Flankenstösse). Da wegen der Brunst die Körpertemperatur erhöht ist, haben rauschende Sauen ein erhöhtes Abkühlungsbedürfnis.

Bei Wildschweinen kommen die Bachen synchron in die Rausche. Zuerst wird die Altbache rauschig und markiert Scheuerbäume (Malbäume) mit Speichel und Augensekret, was ein geruchliches und optisches Signal für die Keiler ist, die dann die Rotte aufsuchen. Während der Rausche kämpfen Keiler um die Bachen und verteidigen sie gegenüber anderen Keilern. Im Schnitt deckt ein Keiler 3 (maximal 8) Bachen. Während der Brunst verlieren Keiler bis zu 20 % ihres Gewichtes.

Der Eber kontrolliert die Brunst der Sauen durch Beriechen des Anogenitalbereiches. Entfernt sich die Sau nicht, folgt ein Naso-nasal-Kontakt, bei dem der Eber vermehrt "Patschen" zeigt. Anschliessend prüft der Eber mit kräftigen Flankenstössen die Duldungsbereitschaft der Sau. Ist sie duldungsbereit, nimmt sie die Paarungsstellung ein (leichtes Spreizen der Beine, wobei die Vorderbeine nach vorne und die Hinterbeine nach hinten gestellt werden) und "segelt" mit den Ohren (Ohren werden rhythmisch nach vorne und hinten bewegt). Der Eber umklammert beim Aufsprung mit seinen Vorderbeinen den Brustbereich der Sau, schachtet den Penis aus und beginnt mit Suchbewegungen. Erst wenn der Penis in die Scheide eingeführt ist, und sich die korkenzieherartig gedrehte Penisspitze in der Scheide verankert hat, kommt es zur Ejakulation. Im Durchschnitt dauert ein Deckakt 5 - 15 Minuten. Eine Sau lässt sich während einer Rausche durchschnittlich 8 (4 - 15) mal decken.

Der Kontakt zu Ebern oder auch brünstigen Sauen hat positive Auswirkungen auf die Brunstauslösung, -stimulation, und -synchronisierung. Dabei ist der Effekt stärker, wenn ein Eber nicht permanent den Sauen präsentiert wird, sondern nur einige Minuten täglich. Bei multiparen Sauen wirkt der Kontakt zum Eber besser als bei primiparen Sauen. Während der Laktation kommen Sauen in konventioneller Haltung nicht in den Östrus. Werden sie jedoch in reich strukturierten Buchten und den natürlichen Verhältnissen nahe kommenden Sozialstrukturen gehalten, zeigen sie einen Laktationsöstrus und werden durchschnittlich am Tag 35 pp von dem permanent anwesenden Eber gedeckt.

- Die Beziehungen zwischen Schweinen einer Gruppe werden über positive Sozialkontakte und über agonistisches Verhalten geregelt.
- Nachdem eine Rangordnung etabliert ist, wird sie über Ausdrucksverhalten aufrecht erhalten.
- Die Gegenwart eines Ebers hat diverse positive Effekte auf das Fortpflanzungsverhalten der Sau.

Verhalten von Sau und Ferkeln

Wurfneest: Die Trächtigkeit der Sauen dauert 115 Tage bzw. 3 Monate, 3 Wochen und 3 Tage. Bachen und Sauen unter Freilandbedingungen separieren sich 1 - 4 Tage vor dem Werfen von ihrer Gruppe und suchen einen Platz für ihr Wurfneest (Abb. 5.5).

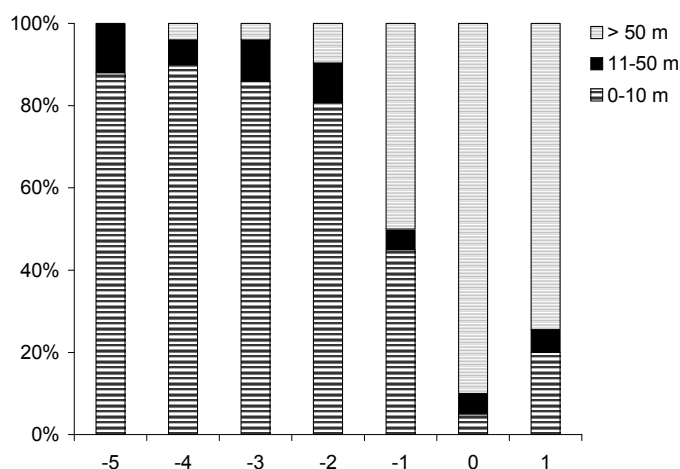


Abb. 5.5: Durchschnittliche Distanz einer Sau (im Freiland) zu ihrem jeweils nächsten Gruppenmitglied 5 Tage vor bis 1 Tag nach dem Werfen.

Quelle: Jensen & Redbo (1987)

Bei der Suche nach geeigneten Plätzen können Sauen mehrere Kilometer zurücklegen. Kriterien für die Auswahl des Wurfneestes sind: Unzugänglichkeit, windgeschützte und sonnige Lage (Zugang im Süden), guter Bodenbewuchs, trockener Boden und Wasser in der Nähe. Die Sauen passen die Lage und Polsterung der Wurfneester den jeweiligen klimatischen Bedingungen an. Sobald ein geeigneter Platz gefunden ist, graben und scharren die Sauen mit ihrem Rüssel und den Vorderbeinen zunächst eine flache Mulde. In der näheren Umgebung (teilweise aus Entfernung von 50m!) werden dann als Polstermaterial Laub, Gras und kleine Äste gesammelt und in der Schnauze zum Nest getragen. Gleichzeitig wird durch Heranscharren von Material der Nestrand erhöht. Der Nestbau dauert mehrere Stunden.

Das Nestbauverhalten ist mit einem Anstieg an Prolaktin verbunden. Es konnte gezeigt werden, dass Sauen am letzten Tag vor dem Abferkeln eine gleich hohe Motivation für Nestbaumaterial haben wie für Futter. Ausserdem hängt die Motivation zum Nestbau nicht ausschliesslich vom Erreichen des Zieles (dem Nest) ab. Selbst wenn Sauen ein fertiges Nest angeboten wird, reduziert sich ihr Nestbauverhalten nicht.

Das Wurfneest schützt 1.) die Ferkel vor klimatischen Einflüssen (Kälte, Wind, Nässe), fördert 2.) die enge und notwendige Bindung zwischen der Sau und ihren Ferkeln, vermindert 3.) durch die weiche Polsterung die Gefahr, dass Ferkel von der Sau erdrückt werden, schützt 4.) die Ferkel vor den anderen Gruppenmitgliedern (z.B. Tottreten) und verhindert 5.) in den ersten Lebenstagen die Konkurrenz verschiedener Würfe um die Zitzen der Sau (Fremdsaugen).

Geburt: Die Geburt kündigt sich durch Verhaltensunruhe der Sau und eine erhöhte Atemfrequenz an. Außerdem ist die Vulva stark vergrößert und aus den Zitzen lässt sich Kolostralmilch herausdrücken. Zur Geburt nimmt die Sau meist die Seitenlage ein. Direkt nach der Geburt der ersten Ferkel stehen Sauen oftmals auf und nehmen Naso-nasal-Kontakt zu ihren Ferkeln auf. Sie lecken die Ferkel jedoch nicht ab.

Zwischen den Geburten der Ferkel liegen ca. 15 - 30 Minuten und die Geburt aller Ferkel dauert insgesamt 2 - 4 Stunden. Meist sind die Ferkel bei Geburt nicht mehr von der Fruchtblase umhüllt oder streifen sie selbständig nach Geburt ab. Die Nachgeburten gehen meist gemeinsam nach Geburt aller Ferkel ab (Geburtsende, ca. 1 - 2 Stunden nach Geburt des letzten Ferkels).

Unmittelbar nach ihrer Geburt stehen die Ferkel auf und suchen das Gesäuge. Dabei richten sie sich nach taktilen (Borstenart und -ausrichtung, Härte des Körperteils), thermischen (Temperatur nimmt zum Gesäuge hin zu) und akustischen Reizen (Laute der Sau) und bleiben dabei in ständigem Körperkontakt zur Sau. Bei der Suche des Gesäuges zerreißt meist die Nabelschnur (nach 5 - 10 min). Die grosse Mehrzahl der Ferkel findet gleich den direkten Weg zwischen den Hinterbeinen hindurch zum Gesäuge (nach 7 - 15 min), wobei jedoch noch keine Milch aufgenommen wird. Zunächst können die Ferkel noch zum Rüssel der Sauen gehen und Naso-nasal Kontakt aufnehmen, wobei Ferkel und Sau charakteristische Laute äussern können. Zu einer ersten Milchaufnahme kommt es nach 15 - 30 min.

Saugordnung: Bereits unmittelbar nach der Geburt kämpfen Ferkel um die Ressource Milch, d.h. um eine Zitze am Gesäuge. In diesem Zusammenhang ist interessant, dass als stammesgeschichtliche Anpassung an diese Konkurrenz unter Wurfgeschwistern bei Geburt bereits vier Schneide- und vier Eckzähne voll ausgebildet sind.

Besonders bevorzugt werden die vorne und in der Mitte liegenden Zitzen. Gründe hierfür könnten sein, dass sie dem Kopf der Sau am nächsten sind (und daher im Anschluss an einen postnatalen Naso-nasal-Kontakt die nächst erreichbaren sind), sie vor Schlägen der Hinterbeine am besten geschützt sind, sie auf Massagereize am sensibelsten sind und daher entsprechend mehr Milch abgeben können. Nach 2 - 3 Tagen hat sich eine Zitzenkonstanz etabliert, d.h. jedes Ferkel hat eine bestimmte Zitze, die gegen andere Ferkel verteidigt wird. Die Ferkel erkennen "ihre" Zitze am Geruch und an den Nachbarferkeln. Der Drüsenkörper nicht genutzter Zitzen bildet sich innerhalb von 10 Tagen wieder zurück. Die Zitzenordnung spiegelt nicht unbedingt eine spätere Rangordnung wieder.

Sauen erkennen ihre Ferkel sicher nach einem Tag und zwar hauptsächlich am Geruch. Später erkennen sie ihre Ferkel auch an der Stimme und am Aussehen. Geruchlich scheinen Sauen ihre Ferkel einzeln unterscheiden zu können und nicht nur ihren Wurf. Ferkel unterscheiden das eigene Wurfneut mit ihrer Muttersau bereits 12 Stunden nach der Geburt von Nestern mit fremden Sauen.

Säugevorgang: In den ersten Stunden nach Geburt ist wegen des hohen Oxytocintiters ständig Milch im Gesäuge vorhanden, so dass die Ferkel zunächst permanent die für das Immunsystem wichtige Kolostralmilch aufnehmen können.

Später (ca. 10 - 12 h pp) sinkt der Oxytocintiter und damit ist Milch nicht mehr permanent im Gesäuge vorhanden. Der Grund hierfür ist, dass das Gesäuge der Sauen über keine Zisternen verfügt, in denen Milch gespeichert werden kann. Zu einem Milchfluss kommt es nur in den kurzen Phasen der Milchejektion. Daher ist es notwendig, dass zu diesem Zeitpunkt alle Ferkel gleichzeitig am Gesäuge sind. Die Synchronisierung der Ferkel wird durch eine komplexe Verhaltenssequenz gewährleistet:

1. Die Ferkel drängen an das Gesäuge und äussern quiekende Laute. Die Sau legt sich in Seitenlage ab und gibt das Gesäuge frei.

2. Die Ferkel nehmen ihre Zitzenposition ein und massieren das Gesäuge (ca. 1 - 2 Minuten). Die Sau äussert mit niedriger Rate einen spezifischen, tieffrequenten Grunzlaut.
3. Die Ferkel halten ihre Zitze umschlossen ("slow suckling", ca. 30 Sekunden). Die Grunzrate der Sau erhöht sich (Abb. 5.6).
4. Saugphase ("rapid suckling", ca. 30 Sekunden). Nur während dieser Phase erfolgt ein Milchfluss (15 - 20 s). Die Sau grunzt wieder mit einer niedrigen Rate.
5. Die Ferkel massieren erneut das Gesäuge (ca. 2 Minuten oder länger; hierdurch wird möglicherweise die Durchblutung des Gewebes erhöht, wodurch es beim nächsten Säugevorgang zu einer erhöhten Milchsekretion kommt. Hin und wieder gehen einzelne Ferkel zum Kopf der Sau und äussern ganz charakteristische Laute.

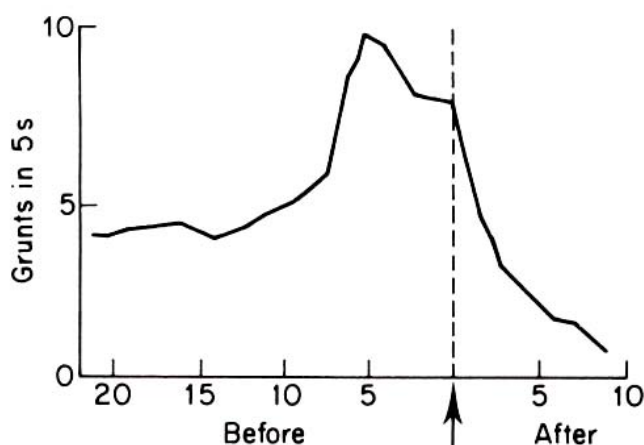


Abb. 5.6: Grunzrate der Sau unmittelbar vor und nach der Milchejektion (gestrichelte Linie). Auch durch die Massage des Gesäuges per Hand lässt sich dieses Verhalten auslösen (durchgezogene Linie). Quelle: Fraser (1975)

Jeder Säugevorgang ist also eine komplexe Verhaltenssequenz, in der durch akustische und taktile Kommunikation die Koordination zwischen Ferkeln und Sau und die Synchronisierung der Ferkel erreicht wird. Entsprechend kann der Säugevorgang z.B. durch andauernden Lärm gestört werden.

Die Säugungen sind meist auch zwischen verschiedenen Sauen synchronisiert, selbst wenn die ferkelführenden Sauen innerhalb eines Gebäudes in Einzelbuchten stehen. Auch hierbei spielt die akustische Kommunikation eine wesentliche Rolle. So lässt sich durch Vorspielen von Säugegrunzern Säugeverhalten auslösen. Biologische Funktionen dieser Synchronisierung der Säugeakte sind die Koordination der Gruppenaktivitäten und die Vermeidung von Fremdsaugen ("cross-suckling").

Während der ersten Lebensstage – während derer sich die Ferkel natürlicherweise noch im Wurfneest befinden – initiiert hauptsächlich die Sau das Säugen und beendet es selten von sich aus (Abb. 5.7). Später – in etwa mit Verlassen des Wurfneestes – sind die Ferkel hauptsächlich die Initiatoren der Säugeakte.

Nicht bei jedem Säugeakt kommt es auch zu einer Milchejektion mit Milchaufnahme (sog. Leersäugen). Möglicherweise ermöglicht Leersäugen eine bessere Synchronisierung zwischen den Sauen oder führt dazu, dass beim nächsten Säugeakt mehr Milch einschießt. Es lässt sich hieraus auch ableiten, dass die Motivation zum Säugen nicht ausschliesslich mit der Milchaufnahme zusammenhängt, sondern dem Säugen eine eigene Motivation zugrunde liegt.

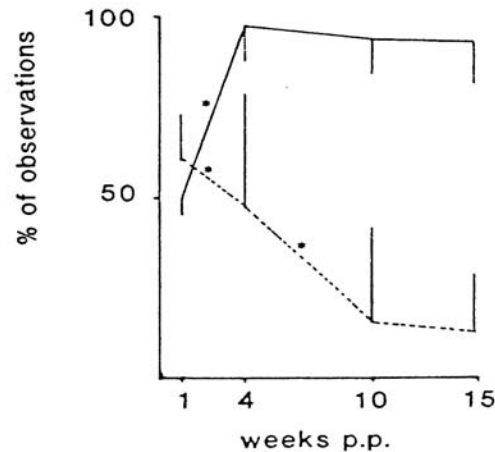


Abb. 5.7: Anteil an Säugungen, die in den Wochen 1 bis 15 nach der Geburt von der Sau initiiert (durchbrochene Linie) und abgebrochen (durchgezogene Linie) wurde.
Quelle: Jensen (1988)

Ontogenese / Frühe Sozialisation: Unter Freilandbedingungen bleiben die Sauen in den ersten Tagen nach der Geburt ca. 90% ihrer Zeit im Nest. Die Ferkel selber bleiben ausschließlich im Nest, sind dort aber bereits zu 30% ihrer Zeit aktiv. Nach ca. 4 Tagen verlassen die Ferkel erstmalig ihr Wurfneest und 7 - 14 Tage nach Geburt kehrt die Sau mit ihren Ferkeln zur Gruppe zurück.

In der Gruppe haben die Ferkel zwar auch Kontakt zu anderen Gruppenmitgliedern und zu Ferkeln anderer Würfe, bevorzugen jedoch die ersten 2 - 3 Monate die Nähe und den Kontakt zu ihren Wurfgeschwistern.

In der 2. bis 6. Lebenswoche zeigen Ferkel ganz besonders häufig Bewegungsspiele, für die sie viel Platz in Anspruch nehmen. Während in den ersten Lebenswochen im Spielverhalten keine geschlechtsspezifischen Unterschiede gefunden wurden, spielen im Alter von 2 Monaten männliche Ferkel häufiger und bevorzugt mit gleichgeschlechtlichen Partner (geschlechtsspezifische Sozialisation).

Die Laktation dauert bei Schweinen unter natürlichen Bedingungen 3 - 4 Monate. Das Entwöhnen ist unter diesen Bedingungen ein langsamer und kontinuierlicher Prozess. Bereits einige Tage nach Geburt nehmen Ferkel geringe Mengen fester Nahrung auf, was im Laufe der ersten Lebenswochen kontinuierlich zunimmt. Die Entwöhnung geschieht hauptsächlich durch die Sau, die den Säugevorgang immer häufiger abbricht oder sich der Massage der Ferkel völlig entzieht.

- Sauen bauen vor dem Werfen ein Wurfneest, das verschiedene Schutzfunktionen hat und die Bindung zwischen Sau und Ferkeln fördert.
- Während der Geburt nimmt die Sau häufig Kontakt zu den Ferkeln auf.
- Die Ferkel orientieren sich an taktilen, thermischen und akustischen Reizen, um das Gesäuge zu erreichen.
- Nach 2 - 3 Tagen etabliert sich eine Saugordnung.
- Durch akustische und taktile Kommunikation synchronisieren und koordinieren sich Sau und Ferkel. So wird gewährleistet, dass jedes Ferkel bei der Milchejektion an seiner Zitze ist.
- Nach 7 - 14 Tagen schliesst sich die Sau mit ihren Ferkeln der Gruppe an. In den ersten 2 - 3 Monaten bleiben die Wurfgeschwister bevorzugte Sozialpartner der Ferkel.
- Unter natürlichen Bedingungen ist das Entwöhnen ein kontinuierlicher Prozess, der erst nach 3 - 4 Monaten abgeschlossen ist.

5.2 Haltung

Generelle Ansprüche

Das in den voranstehenden Abschnitten behandelte Verhaltensrepertoire der Schweine hat sich stammesgeschichtlich als Anpassung an ihre natürlichen Lebensräume entwickelt. Im natürlichen Lebensraum erfüllt dieses Verhaltensrepertoire bestimmte Funktion (z.B. Selbsterhalt, Fortpflanzung, Aufzucht der Nachkommen). In der Haltung sind viele dieser Verhaltensweisen eigentlich überflüssig (d.h. funktionslos), da der Tierhalter für den Selbsterhalt und die Reproduktion der Tiere sorgt (z.B. durch Fütterung, Auswahl des Sexualpartners, Schutzvorrichtungen für die Ferkel). Das Verhalten der Tiere ist unter Haltungsbedingungen also häufig von seiner natürlichen Funktion entkoppelt. Da das Verhalten genetische Grundlagen hat, ist die Motivation, bestimmte Verhaltensweisen auszuüben, jedoch auch unter Haltungsbedingungen weiterhin vorhanden. Allerdings bietet die Haltung den Tieren oft nicht die adäquaten Reize (z.B. bearbeitbares Substrat, Nestbaumaterial), diese Verhaltensweisen auch auszuführen. Hieraus lassen sich viele Haltungsprobleme ableiten. Hinzu kommt, dass die Haltungsbedingungen die Tiere mit Umweltreizen konfrontieren, für die sie stammesgeschichtlich keine entsprechenden Verhaltensreaktionen entwickelt haben und die auch ihre Lernfähigkeit überfordern. Auch dies kann zu einer überforderten Anpassungsfähigkeit der Tiere führen, was sich in Verhaltensstörungen, physiologischen Störungen (Stress, geschwächte Immunkompetenz), Krankheit, morphologischen Schäden und damit auch Produktionsverlusten äußern kann.

Um diese negativen Auswirkungen der Haltung zu reduzieren, müssen daher – abgeleitet aus dem natürlichen Verhaltensrepertoire der Schweine – bestimmte Ansprüche der Tiere berücksichtigt werden.

Soziale Ansprüche

Schweine sind sehr soziale Tiere, die in relativ kleinen Verbänden mit heterogener Altersstruktur leben.

Auch unter Haltungsbedingungen sollten Schweine daher in Gruppen gehalten werden. Die Gruppen sollten nicht zu groß sein (max. 20 - 30 Tiere), da ansonsten die Individualerkennung und die Etablierung einer Rangordnung erschwert sein kann, wodurch es zu vermehrten Auseinandersetzungen zwischen den Tieren kommt (Verletzungsgefahr, chronische Belastung, Leistungseinbußen). Bei größeren Gruppen sollte die Bildung von Untergruppen durch Strukturierung der Bucht ermöglicht werden. Außerdem sollten Gruppenbuchten den Tieren Flucht- und Rückzugsmöglichkeiten bieten. Anzustreben ist, dass Gruppen über längere Zeiträume hinweg in ihrer Zusammensetzung stabil bleiben, da nach Etablierung einer Rangordnung Auseinandersetzungen selten werden. Dies ist allerdings in der Praxis oft schwer zu verwirklichen.

Neben der Berücksichtigung der sozialen Ansprüche der Schweine kann die Gruppenhaltung auch ökonomische Vorteile haben. So lassen sich viele Gruppenhaltungssysteme in Altbauten einrichten oder kostengünstig in Neubauten verwirklichen (keine aufwendigen Fixierungssysteme notwendig, Kaltstall und somit geringe Energiekosten möglich). Neben der erhöhten Gefahr verletzungsträchtiger Auseinandersetzungen sind mögliche Nachteile der Gruppenhaltung, dass die individuelle Kontrolle der Tiere erschwert ist, bei Haltung mit Einstreu ein erhöhter Strohbedarf vorhanden ist und ein erhöhter Arbeitsaufwand bzw. Mechanisierungsgrad notwendig ist.

Ausgewachsene Eber sollten – insbesondere bei Anwesenheit brünstiger Sauen – nicht gemeinsam gehalten werden (erhöhte Aggressivität). Ein Eber kann aber durchaus in einer Gruppe tragender Sauen mitlaufen. Sauen sollten die Möglichkeit erhalten, sich zum Abferkeln von der Gruppe zu separieren. Hierzu müssen sie nicht zwangsläufig in Einzelbuchten gehalten werden, sondern auch in Gruppenbuchten lassen sich Nestbuchten einrichten.

Problembereich Neugruppierung: Neugruppierungen von Schweinen treten in der Praxis nach dem Absetzen der Ferkel, dem Übergang von Aufzucht- zu Mastschweinen und bei der Gruppenhaltung nicht-ferkelführender Sauen auf, die nach dem Absetzen ihrer Ferkel in eine Gruppenhaltung kommen. Eine Neugruppierung ist immer eine Belastung für Schweine, da sie sehr abrupt mit fremden Tieren konfrontiert werden und die Rangverhältnisse geklärt werden müssen, um eine neue Gruppenstruktur zu etablieren. Ist die Neugruppierung gleichzeitig mit einer Umstallung verbunden, kann bereits die neue Umgebung zu einer physiologischen Belastungsreaktion führen.

Nach Neugruppierung finden die meisten Auseinandersetzungen innerhalb der ersten 24 h statt, nach 48 h ist meist eine Rangordnung etabliert. Hauptsächlich kommt es unter Tieren ähnlichen Gewichtes bzw. Alters zu Auseinandersetzungen, da hier ein wichtiges Rangkriterium wegfällt. Folglich gibt es in alters-homogenen Gruppen mehr Auseinandersetzungen als in alters-heterogenen Gruppen. In der Praxis ist allerdings - bedingt durch die Haltung der Schweine nach Produktionsgruppen - die Gruppierung gleichaltriger Tiere die Regel. Einzelne Tiere sollten nie in eine etablierte Gruppe eingeführt werden, da sie ganz besonders häufig aggressiven Auseinandersetzungen ausgesetzt sind.

In der Praxis werden häufig Tranquilizer (z.B. Azaperon) oder Geruchsüberdecker eingesetzt, um die Folgen der Auseinandersetzungen (Verletzungen, Gewichtsreduktion durch zeitweilig verringerte Nahrungsaufnahme und Stress) zu reduzieren. Es konnte allerdings gezeigt werden, dass hierdurch lediglich der Zeitpunkt der Auseinandersetzungen verzögert wird. Das Fehlen der Auseinandersetzungen direkt nach dem Zusammensetzen kann sogar dazu führen, dass die Rangordnung insgesamt instabiler bleibt.

Wirksamer ist es, den Tieren ausreichend Platz zu geben und die Möglichkeit, auszuweichen. In den ersten 1 - 2 Tagen der Umgruppierung kann den Tieren z.B. zusätzlich zur neuen Bucht eine ausreichend grosse "Arena" angeboten werden. Das Anbieten von Beschäftigungsmaterial (z.B. Stroh aus Raufe, Autoreifen) hat auf die Häufigkeit der Auseinandersetzungen beim Umgruppieren kaum einen Effekt, gleiches gilt für eine Ablenkfütterung.

Räumliche Ansprüche

Das Verhalten von Schweinen ist nicht nur zeitlich sondern auch räumlich stark strukturiert, d.h. verschiedene Verhaltensweisen (z.B. Fressen, Liegen, Koten) werden an unterschiedlichen Orten ausgeführt.

Besonders das Verhalten der Schweine, ihren Kot und Harn an bestimmten Orten abzusetzen, kann stalltechnisch ausgenutzt werden (spezielle Kotbereiche, evt. mit perforiertem Boden). Schweine bevorzugen zum Koten und Harnen Plätze, die feucht (z.B. an der Tränke), offen (Gitter statt massiver Buchtenabtrennung) und bereits geruchlich markiert sind.

Ausreichender Platz und Ausweichmöglichkeiten durch Buchtenstrukturierung verringern zwar nicht in allen Fällen die Häufigkeit agonistischer Auseinandersetzungen, reduzieren aber das Auftreten schwerer Verletzungen. Gerade bei der Haltung grösserer Gruppen kann die Bildung von Untergruppen durch Einrichtung separater Liegeabteile erleichtert werden.

Viele Haltungsprobleme sind auf nicht ausreichende Bewegungsmöglichkeit der Schweine zurückzuführen. Im Freiland legen Schweine während ihrer Aktivitätszeit mehrere Kilometer täglich zurück. Bewegungsmöglichkeiten (z.B. in geräumigen Mehrflächenbuchten, zusätzliche Laufbereiche) wirken sich positiv auf den Bewegungsapparat und das Kreislaufsystem aus. Bei Sauen hat dies z.B. einen Einfluss auf den Geburtsverlauf und Erdrückungsverluste.

Bei Stallhaltung liegen Schweine zu 80 - 90 % des Tages. Der Ausgestaltung des Liegebereiches ist daher besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Schweine bevorzugen weiche und trockene Liegeflächen, wie sie z.B. durch Einstreu zu verwirklichen sind. Dabei

ist jedoch zu berücksichtigen, dass Schweine bei hohen Temperaturen kühle und wärmeabführende Liegeflächen bevorzugen. Vollständig eingestreute Buchten ohne planbefestigten bzw. perforierten Teilbereich sind daher in der Schweinehaltung problematisch. Eingestreute Teilbereiche ermöglichen aufgrund ihrer wärmedämmenden Eigenschaft die Haltung von Schweinen in nicht-wärmedämmten Ställen und haben einen positiven Effekt auf die Klauen und die Gliedmassen (weniger Klauen- und Gelenksverletzungen und weniger Schürfwunden). Zusätzlich ermöglicht es den Tieren Beschäftigung. Ein weiterer Vorteil liegt darin dass den Tieren mit eingestreuten Teilbereichen ein weicher verformbarer Liegebereich zur Verfügung steht. Der Strohbedarf und Arbeitsaufwand ist bei Einstreuverfahren natürlich höher als bei strohloser Haltung. Die Gefahr eines erhöhten Infektionsdrucks und des stärkeren Verschmutzens der Tiere ist bei entsprechendem Management nicht gegeben. Zumindest sollte den Schweinen ein planbefestigter Liegebereich angeboten werden.

Das Anbringen von Scheuerpfählen oder -bürsten erleichtert Schweinen ihre Körperpflege und kann Beschädigungen der Buchteinrichtungen reduzieren.

Klimatische Ansprüche

Hausschweine können sich an unterschiedliche klimatische Bedingungen anpassen.

Durch Schaffung eines angepassten Mikroklimas (Tiefstreubett, Nischen, Unterschlüpf etc.) lassen sich Schweine problemlos in nicht-wärmedämmten Ställen halten oder auch in ganzjähriger Freilandhaltung. Die Konfrontation mit dem Außenklima hat positive Effekte auf Gesundheit und das Stallklima. Bei zu kalten Temperaturen kann es zur sog. Haufenlagerung kommen, bei der sich die Schweine übereinander legen. Dieses Verhalten weist auf eine Überforderung ihrer Anpassungsfähigkeit durch zu niedrige Temperaturen hin. Dem erhöhten Wärmebedürfnis von Ferkeln ist durch Einstreumaterial, Wärmestrahler, Ferkelkisten oder Ferkelbetten Sorge zu tragen.

Wegen ihrer eingeschränkten Fähigkeit zur Thermoregulation brauchen Schweine die Möglichkeit, sich aktiv abkühlen zu können. Den Tieren sollte es ermöglicht werden, sich z.B. durch Duschen abzukühlen. Aus Sicht der Tiere wäre eine Suhle am günstigsten, da sie nicht nur der Thermoregulation sondern auch der Körperpflege dient. Dies ist jedoch höchstens bei der Auslauf bzw. Freilandhaltung zu verwirklichen. Zu beachten ist auch, dass sich Schweine bei wärmeren Temperaturen ohne Körperkontakt in Seitenlage ausstrecken. Hierzu braucht jedes Tier in der Bucht auf wärmeableitenden Flächen (planbefestigt oder perforiert) ausreichend Platz. Bei Stallhaltung ist oft zu beobachten, dass sich Schweine in den Kotbereich legen oder Tränkezapfen so manipulieren, dass Pfützen entstehen, in die sie sich legen. Dieses Verhalten weist auf nicht ausreichende Abkühlungsmöglichkeiten hin.

Schweine sind tagaktiv und benötigen zur visuellen Orientierung ausreichend Licht. Nach der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung müssen Schweineställe für mindestens acht Stunden während der Aktivitätszeit 80 Lux aufweisen. Wird dies nicht über Tageslichteinfall durch die Fenster erreicht, muss für eine künstliche Beleuchtung gesorgt werden.

Beschäftigung

Im Freiland verbringen Schweine über 70 % ihrer Aktivitätszeit mit Nahrungssuche und Nahrungsaufnahme.

Verbunden ist dies mit intensivem Explorationsverhalten, d.h. mit oralen Tätigkeiten wie Wühlen, Scharren und Beißen. In der Haltung brauchen und können diese Verhaltensweisen nicht mehr ausgeführt werden. Dieser Mangel fördert das Auftreten verschiedener Verhaltensstörungen. Schweinen muss daher Beschäftigungsmaterial angeboten werden. Bei eingestreuter Haltung nutzen die Tiere das Substrat zur Beschäftigung. Besonders bei einstreuloser Haltung brauchen sie zusätzliche Möglichkeiten wie beispielsweise Stroh aus der Rau-

fe und Kauhölzer. Letztere sollten aus weichem Holz bestehen, häufiger ausgewechselt werden und lose angekettet sein, um ein Verschmutzen durch Beförderung in den Kotbereich zu vermeiden. An Ketten oder Autoreifen verlieren Schweine relativ schnell ihr Interesse, da sie nicht manipulierbar sind und sich ihre Struktur nicht durch die Bearbeitung verändert. In letzter Zeit sind sogar regelrechte Beschäftigungsautomaten für Schweine entwickelt worden, die von den Tieren zunächst manipuliert (drehen, hebeln) werden müssen, bevor sie Beschäftigungsmaterial (z.B. Stroh) abgeben (Abb. 5.8).

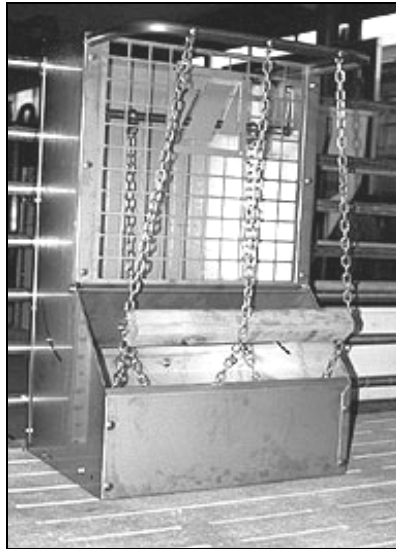


Abb. 5.8: Beschäftigungsautomat für Schweine

Fütterung und Tränken

Das natürliche Nahrungsspektrum der Schweine ist sehr breit und beinhaltet sowohl energiereiche als auch rohfaserreiche und strukturierte Nahrung.

Unter Haltungsbedingungen erhalten Schweine meist ausschließlich sehr homogenes, energiereiches Futter, das kein strukturiertes Raufutter enthält. Das Futter wird ihnen in flüssiger (Brei, Suppe) oder fester Form (Mehl, Pellets) angeboten. Ein ausgewachsenes Schwein braucht für die Aufnahme von 1 kg Trockenfutter lediglich 3 - 4 Minuten, für flüssiges oder breiiges Futter noch weniger. Auch die Häufigkeit der Nahrungsaufnahme weicht zumindest bei rationierter Fütterung extrem von den natürlichen Verhältnissen ab. Schweine im Freiland nehmen während ihrer gesamten Aktivitätszeit immer mal wieder Nahrung auf, unter Haltungsbedingungen mit ad libitum Fütterung fressen Schweine ca. 6 - 15-mal täglich. Meist bekommen Schweine jedoch nur 1 - 2 mal täglich Futter (außer Ferkel und Mast Schweine in der Vormast), um einem Verfetten vorzubeugen. Aus letzterem Grunde ist die Menge an Futter meist auch restriktiv. Verschiedene Versuche haben gezeigt, dass bei restriktiver Fütterung die Motivation zur Nahrungsaufnahme auch nach der Fütterung noch hoch ist.

Diese restriktive, seltene und zeitlich stark verkürzte Nahrungsaufnahme, für die kaum noch orale Betätigung notwendig ist, ist einer der Faktoren, der zu verschiedenen Verhaltensstörungen beiträgt. Nach Möglichkeit sollte Schweinen daher besonders nach dem Fressen zusätzlich Stroh, Heu oder Gras vorgelegt werden, was übrigens die Verdaulichkeit des Alleinfutters nicht beeinträchtigt.

Ein restriktives Futterregime führt dazu, dass Nahrung mengenmässig und zeitlich zu einer knappen Ressource wird, so dass es zu Konkurrenz und vermehrten Auseinandersetzungen zwischen den Tieren kommt. Verschärft wird die Situation dadurch, dass Schweine am Trog nicht die bei der Nahrungsaufnahme im Freiland übliche Distanz einhalten können. Rangniedrige Tiere können daher eine geringere Nahrungsaufnahme und somit eine

geringere Gewichtszunahme haben als ranghöhere.

Die hohe Erregung der Schweine vor und während der Fütterung äussert sich in ihrem "Schreien", und auch physiologische Parameter, wie z.B. die Herzfrequenz, sind deutlich erhöht. Verstärkt wird die Erregung noch dadurch, dass die Fütterung oft die einzige Abwechslung am Tag ist.

Daher ist es sinnvoll, ausreichende Fressplatzbreiten einzuhalten (Tab. 5.2). Futtertröge für Sauen müssen zusätzlich wenigstens durch Sichtblenden im Kopfbereich unterteilt sein. Für Sauen in Gruppenhaltung sind verschliessbare Einzelfressstände zu empfehlen.

Schweine müssen permanenten Zugang zu Wasser haben und die Tränken müssen jeweils erreichbar sein, d.h. der jeweiligen Grösse der Schweine angepasst.

Abruffütterung: In Gruppenhaltungssystemen für Zuchtsauen werden häufig Abruffütterungen eingerichtet. Entgegen ihrer natürlichen Nahrungsaufnahme können die Tiere hier nicht gleichzeitig fressen. Oft kommt es vor dem Futterautomaten zu aggressiven Auseinandersetzungen. Damit bereits in der Station stehende Tiere nicht bedrängt oder gebissen werden können, sind die Futterstationen meist verschließbar und mit einer Schleuse versehen. Abruffütterungen, die nicht verschließbar sind, sollten nicht verwendet werden.

Durch eine stabile Rangordnung kann der Zugang zur Futterstation reguliert und somit Auseinandersetzungen reduziert werden.

Auch bei der Abruffütterung können Auseinandersetzungen zwischen Tieren durch ausreichend Platz (besonders im Wartebereich) und Strukturierung der Bucht (Trennung der Futterstation und des Wartebereiches vom Liegebereich) reduziert werden. Das alleinige Anbieten von Beschäftigungsmaterial (z.B. Stroh oder Heu) führt nicht unbedingt zu einer Reduzierung der Auseinandersetzungen. Wirksamer ist es, wenn die Tiere eine Grundration an einem Gemeinschaftstrog erhalten und eine individuelle Restmenge (entsprechend der Futterkurve) an einer einfach gestalteten Abrufstation. Bei einmaligem, täglichem Futterzyklus zeigen die Tiere ebenfalls weniger Auseinandersetzungen als bei einem zweimaligen Futterzyklus pro Tag. Ebenso wichtig ist die Anzahl der Sauen pro Station zu begrenzen, damit es nicht zu Auseinandersetzungen kommt. Diese Anzahl liegt jedoch weit unter den technischen Möglichkeiten der heutigen Stationen.

- Faktoren, die zu vermehrten Auseinandersetzungen führen, sind: Häufiges Umgruppieren, homogene Alters- bzw. Gewichtsstruktur der Gruppe, zu hohe Gruppengrösse, nicht ausreichender Platz bzw. Raumstruktur.
- Strukturierte und geräumige Buchten ermöglichen den Tieren, verschiedene Verhaltensweisen an unterschiedlichen Orten zu zeigen (z.B. Kotecken), Liegeflächen abhängig von klimatischen Bedingungen auszuwählen (Einstreu bei Kälte, kühle Flächen bei Hitze) und wirken sich durch die Bewegungsmöglichkeit positiv auf die Gesundheit aus.
- Schweine benötigen während ihrer Aktivitätszeit zur Orientierung ausreichend Licht.
- Beschäftigungsmaterial soll das bei der Nahrungssuche natürliche Erkundungsverhalten ermöglichen und hilft, das Auftreten verschiedener Verhaltensstörungen zu reduzieren.
- Die Fütterung in der Haltung unterscheidet sich drastisch von der Nahrungsaufnahme im Freiland. Das Futter ist sehr homogen, enthält kaum strukturierte Rohfaseranteile, wird oft sehr selten vorgelegt, kann sehr schnell aufgenommen werden und wird meist in restriktiven Mengen gegeben. Dadurch kommt es bei der Fütterung häufig zu Auseinandersetzungen.

5.3 Management

Abschleifen der Zähne

Bereits bei neugeborenen Ferkeln sind vier Schneide- und vier Eckzähne voll ausgebildet. In der Praxis werden diese Zähne oft abgeschliffen (das Abkneifen der Zähne mit einer Zange ist verboten), um Verletzungen der Ferkel untereinander und des Gesäuges zu vermeiden. Allerdings konnte in einer Untersuchung beispielsweise gezeigt werden, dass es nur bei 5 von 170 Würfen zu Verletzungen von Ferkeln durch Bisse kam und nur bei 1 von 170 Sauen zu Bissverletzungen des Gesäuges. Andere Untersuchungen haben gezeigt, dass das Abschleifen der Zähne zu keiner Leistungssteigerung führt und oft sogar mit leistungsmindernden Nebenwirkungen wie Entzündungen der Pulpahöhlen und des Zahnfleisches verbunden ist. Ein generelles Abschleifen der Zähne bei allen Ferkeln sieht das Tierschutzgesetz nicht vor, sondern nur bei einer Indikation (Verletzung der Sau oder der Wurfgeschwister) im Einzelfall (§5 Abs. 3.5 Tierschutzgesetz).

Schwanzkupieren

Auch das Kürzen der Schwänze wird oft routinemäßig durchgeführt, um Produktionsverluste durch Schwanzbeißen zu reduzieren. Hiermit werden allerdings nur die Symptome behandelt, da die Ursachen für das Schwanzbeißen in den Haltungsbedingungen zu suchen sind. Nicht nur der Eingriff selber ist schmerzhaft, sondern durch das Kürzen wird die Schwanzspitze schmerzempfindlicher, weshalb die betroffenen Tiere sich dem Schwanzbeißen durch andere Tiere eher entziehen.

In Deutschland dürfen Schwänze nur bei Ferkeln, die weniger als vier Tage alt sind, ohne Schmerzausschaltung kupiert werden (§5 Abs. 3.3 Tierschutzgesetz).

Kastration

Männliche Ferkel werden routinemässig wegen des möglichen Ebergeruches ihres Fleisches (verursacht durch Androstenon) kastriert. Eine Kastration ohne Schmerzausschaltung ist nur bis zum Alter von 4 Wochen zulässig (§5 Abs. 3.1 Tierschutzgesetz), sollte aber, wenn überhaupt, besser in den ersten drei Tagen durchgeführt werden, da dann die Wundheilung am besten verläuft, das Verhalten am wenigsten beeinträchtigt ist, und die Schmerzreaktionen am geringsten sind.

Bei Ebern unter 100 kg Schlachtgewicht und einem Alter unter 170 Tagen tritt der Ebergeruch nur in 5 % der Fälle auf. Das Problem Ebergeruch lässt sich also auch durch frühere Schlachtung und geeignete Ernährung kontrollieren, zumal bei nicht kastrierten männlichen Tieren die Futtermittelverwertung und Gewichtszunahme besser und die Schlachtkörper fleischreicher sind. Weiterhin spielt auch die Verwendung des Fleisches eine Rolle, da z.B. bei Rohwaren (Schinken) der Ebergeruch nicht auftritt.

Die Kastration ist für die Tiere schmerzhaft, insbesondere offenbar die Durchtrennung der Samenstränge. Die Kastration wirkt sich mehr als fünf Tage auf das Verhalten der Tiere aus (Abliege-, Ruhe- und Spielverhalten).

Rüsselringe

Rüsselringe und Nasenklammern hindern Schweine am Wühlen (z.B. auf der Weide), da es im empfindlichen Rüssel zu Schmerzreizen kommt. Gerade das Wühlen gehört aber zum Nahrungsaufnahmeverhalten der Schweine. Um Flurschäden in Grenzen zu halten, empfiehlt sich eher ein geeignetes Weidemanagement.

Das Einsetzen von Nasenringen und Rüsselklammern ist in Deutschland ohne Schmerzausschaltung verboten.

- Das Abschleifen der Zähne ist für die Ferkel ein schmerzhafter Eingriff und kann durch Nebenwirkungen zu Leistungsminderungen führen.
- Mit dem Kupieren der Schwänze werden nicht die eigentlichen Ursachen des Schwanzbeissens angegangen.
- Die Kastration ist schmerzhaft und beeinträchtigt das Verhalten der Tiere über mehrere Tage.
- Rüsselringe verhindern das artspezifische Explorationsverhalten (Wühlen) der Schweine

5.4 Verhaltensprobleme

Stangenbeißen

Diese Verhaltensstörung wird besonders häufig von Sauen im Kasten- oder Anbindestand gezeigt (Tab. 5.1). Beim Stangenbeißen manipulieren die Tiere die Stange mit dem Rüssel, nehmen sie zwischen die Kiefer und gleiten an ihr entlang oder beißen in sie hinein. Im Anbindestand wird häufig auch die Kette manipuliert. Hierbei kann es auch zu verstärkter Speichelsekretion kommen. Diese Verhaltensstörung kann sich auch zu einer Stereotypie entwickeln, d.h. die Bewegungsabläufe werden immer formkonstanter, werden wiederholt hintereinander ausgeführt und haben keine offensichtliche Funktion.

Stangenbeißen tritt am häufigsten im zeitlichen Zusammenhang mit Fressen auf, und zwar hauptsächlich nach, aber auch kurz vor und während der Fütterung.

Sauen in Kasten- und Anbindeständen erhalten meist nur 1 - 2 mal am Tag eine restriktive Menge strukturarmes, homogenes Futter, das schnell aufgenommen werden kann und so gut wie gar nicht oral manipuliert werden kann. Die restriktive Nahrungsmenge und fehlende Beschäftigungsmöglichkeit sind als Hauptfaktoren für die Entstehung des Stangenbeißens anzusehen. Hinzu kommt, dass die Tiere auch keine Nahrungssuche (Wühlen etc.) in der meist einstreulosen Haltung ausführen können.

Im Zusammenhang mit der Fütterung steigt generell die Erregung der Tiere und damit auch ihre Verhaltensaktivität ("Unruhe") an. Durch die reizarme Haltungsumgebung werden Verhaltensaktivitäten in Richtung weniger und überhaupt möglicher Verhaltensweisen wie Stangenbeißen kanalisiert. Mit "Ausbruchverhalten" hat Stangenbeißen also nichts zu tun.

Nicht jedes Tier zeigt unter entsprechenden Haltungsbedingungen Verhaltensstörungen. Vielmehr scheinen individuelle Dispositionen vorzuliegen.

Das Auftreten von Stangenbeißen lässt sich durch Anbieten von manipulierbaren Gegenständen (z.B. Stroh, weiches Kauholz) verringern. Wirksamer ist es natürlich, den Tieren insgesamt eine abwechslungsreichere Haltungsumgebung zu bieten und sie verhaltensgerechter zu füttern.

Leerkauen

Leerkauen wird häufig von Sauen im Kasten- oder Anbindestand, aber auch von Mast Schweinen in einstreulosen Haltungssystemen gezeigt. Die Tiere kauen, ohne jedoch Futter oder anderes Material in der Schnauze zu haben. Begleitet werden kann das Leerkauen durch Saugen, Zähneknirschen und verstärkte Speichelsekretion mit Schaumbildung. Vergleichbar dem Stangenbeißen kann sich Leerkauen zur Stereotypie entwickeln. Auch das Leerkauen ist auf Beschäftigungsdefizite im Zusammenhang mit dem Nahrungsaufnahme- bzw. -suchverhalten zurückzuführen (s. Stangenbeißen). Entsprechend seltener tritt es bei

Haltung mit Einstreu oder Beschäftigungsmaterial auf.

Trauern

Auch das so genannte Trauern wird am häufigsten bei Sauen in Kasten- oder Anbindehaltung oder auch bei Mastschweinen in einstreuloser Haltung beobachtet (Tab. 5.1). Die Tiere sitzen hundeeartig auf ihrer Hinterhand, lehnen sich oft an die Buchtenwand, haben den Kopf gesenkt, schließen die Augen teilweise oder ganz und wirken insgesamt apathisch. Mögliche Ursachen sind Beinschwäche wegen Bewegungsmangel, ein zu kalter Untergrund (auf den sich die Tiere nicht ablegen) und insgesamt eine reizarme Umgebung. Auf jeden Fall weist Trauern auf ein Handlungsdefizit hin.

Tab. 5.1: Häufigkeiten* (pro Tier und Stunde) von Verhaltensstörungen säugender Sauen in einstreulosen Kastenständen und in eingestreuten und mit Erde versehenen Gruppenbuchten.

	Kastenstand	Gruppenbucht
Stangenbeissen	4,2	0,1
Leerkauen	10,4	0,1
Trauern	0,3	0,01

* Anzahl Beobachtungen (pro Tier je Zeiteinheit)

Quelle: Arellano et al. (1992)

Weben

Diese Verhaltensstörung tritt bei Sauen in Kasten- oder Anbindehaltung auf. Die Tiere bewegen im Sitzen oder auch Stehen ihren Kopf rhythmisch hin und her. Auch hier dürften Ursachen in einer reizarmen Umgebung zu suchen sein.

Schwanz- und Ohrenbeissen

Das Schwanz- und auch das Ohrenbeißen treten häufig bei Mastschweinen und bei Absetzferkeln auf. Hierbei berühren die Tiere mit dem Rüssel den Schwanz bzw. die Ohren eines anderen Tieres und beginnen, an dem Körperteil zu knabbern. Durch häufiges, intensives Beknabbern, das z. T. auch in Beißen übergeht, entstehen blutige Verletzungen. Im Extremfall kann es auch zum "Kannibalismus" kommen, d.h. dem Tod eines Tieres durch Einwirkung anderer Buchtenmitglieder.

Als Ursachen des Schwanz- oder Ohrenbeissens kommen verschiedene Faktoren in Frage, die meist kombiniert zu dieser Verhaltensstörung führen. Zu vermehrtem Auftreten von Schwanz- und Ohrenbeissen kommt es bei zu hoher Besatzdichte, zu hoher Gruppengröße, einstreuloser Haltung, schlechtem Stallklima, nicht ausreichendem Platz am Futtertrog, defekter Tränke, Parasitenbefall und hohem Lärmpegel. Auch eine Summe von vielen kleinen Mängeln kann Schwanzbeissen auslösen wenn z.B. ein weiterer negativer Faktor hinzukommt (z.B. Futterumstellung oder kurzer Ausfall der Lüftung). Blutungen nach Verletzungen erhöhen offenbar die Attraktivität der betreffenden Körperteile für andere Buchtenmitglieder. Besonders attraktiv ist Blut bei Salz- und Proteinmangel, wobei letzteres auch zu einer verminderten Gewichtszunahme führt.

Reduzieren und auch ganz verhindern lässt sich Schwanz- und Ohrenbeißen durch Anbieten von Beschäftigungsmaterial (z.B. Stroh aus Raufe, Kauholz), rohfaserreichem und strukturiertem Zusatzfutter und Einstreu. Diese Verhaltensstörung ist also hauptsächlich auf Beschäftigungsmangel zurückzuführen und nicht auf aggressives Verhalten. Das Kupieren der Schwänze oder eine (verbotene) Dunkelhaltung der Tiere reduzieren zwar das Auftreten dieser Verhaltensstörungen, ändern jedoch nichts an ihren Ursachen.

Die bei Mastschweinen hin und wieder zu beobachtende Analmassage ist wohl auf gleiche Ursachen wie das Schwanz- und Ohrenbeißen zurückzuführen. Eventuell bei der Analmas-

sage ausgeschiedener Kot wird mitunter auch von den massierenden Tieren gefressen.

Gegenseitiges Besaugen

Gegenseitiges Besaugen von Ohren, Schwanz, Präputium und anderen Körperteilen kann häufig bei Absetzferkeln beobachtet werden. Das Besaugen kann mit Bauchmassage und Urintrinken verbunden sein. Je früher Ferkel abgesetzt werden, desto häufiger zeigt sich diese Verhaltensstörung. Das gegenseitige Besaugen ist daher auf ein durch das plötzliche Absetzen hervorgerufenen Saugdefizit zurückzuführen (s. Problemkreis Absetzen).

Vulvabeissen

Zu dieser Verhaltensstörung kann es in Gruppenhaltungssystemen mit Abruffütterung kommen. Meist tritt Vulvabeissen unmittelbar vor der Futterstation im Wartebereich auf. Wahrscheinlich ist dieses Verhalten nicht auf Aggression, sondern vielmehr auf Futterappetenz zurückzuführen, verursacht durch die unbiologische, sequentielle (statt gleichzeitige) Fütterung der Sauen in der Abruffütterung.

- Verhaltensstörungen haben meist multifaktorielle Ursachen.
- Insbesondere begünstigen eine nicht verhaltensgerechte Fütterung, eine reizarme Umgebung, Mangel an Beschäftigungsmöglichkeit und zu geringe Buchtengrösse und -struktur das Auftreten von Verhaltensstörungen wie Stangenbeissen, Leerkauen, Trauern und Schwanz- und Ohrenbeissen.
- In tiergerechten Ställen ist ein Kupieren der Schwänze nicht notwendig
- Gegenseitiges Besaugen bei Absetzferkeln ist auf das frühe und abrupte Absetzen zurückzuführen.

5.5 Haltungssysteme für nicht-ferkelführende Sauen

Zusätzlich zu den allgemeinen Anforderungen von Schweinen an ihre Haltungsumgebung sind bei der Haltung von nicht-ferkelführenden Sauen folgende Punkte besonders zu beachten:

- Sauen haben i. d. R. eine etablierte und stabile Rangordnung. Auseinandersetzungen und Kämpfe treten vor allem bei der Neugruppierung (z.B. nach dem Absetzen) und dem Eingliedern fremder Tiere auf.
- Nicht-ferkelführende Sauen werden restriktiv gefüttert und erhalten nur 1 - 2-mal am Tag geringe Futtermengen. Die Nahrungskonkurrenz ist daher besonders groß und es kann zu heftigen Auseinandersetzungen zwischen den Tieren kommen.
- Die Haltungsumgebung beeinflusst die körperliche Kondition der Tiere (Fundamentalschwäche, Herz-Kreislauf-System). Eine gute körperliche Kondition ist positiv für den Geburtsablauf und reduziert Erdrückungsverluste.

Einzelhaltung

Anbindestand: Die Anbindehaltung für Sauen ist in Deutschland verboten (§ 25 Abs. 5 Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung).

Kastenstand: Sauen müssen in Deutschland in der Zeit vier Wochen nach dem Decken bis eine Woche vor dem Ferkeln in Gruppenhaltungssystemen gehalten werden (§ 25 Abs. 2 Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung).

Problembereich Fixierung von Sauen: Sauen werden häufig einzeln gehalten, zum Teil auch in Kastenständen fixiert. Säugende Sauen werden wesentlich häufiger einzeln als in Gruppe gehalten.

Vorteile: Der geringe Platzbedarf, der geringe Strohbedarf, die individuelle Fütterungs- und Kontrollmöglichkeit. Weiterhin führen die nur eingeschränkt und nur zwischen unmittelbar benachbarten Tieren möglichen Auseinandersetzungen selten zu gravierenden Verletzungen.

Nachteile: Durch die eingeschränkte Möglichkeit zu physischen Auseinandersetzungen können die Tiere ihre Rangverhältnisse nicht klären, was wiederum zu chronischer Belastung führen kann. Bei allen Systemen mit Fixierung werden Bewegung und Sozialverhalten stark oder völlig verhindert. Dies verschlechtert die Kondition, erschwert die Brunsterkennung und vermindert den Klauenabrieb. Der Boden ist meist nicht eingestreut, wodurch er hart und rutschig sein kann. Dies kann zu Schäden an Zitzen, Klauen und Gelenken führen. Durch die Umrandung der Stände kommt es oft zu Druckstellen. Auch wenn der hintere Teil der Stände perforiert ist, ist die Liegefläche oft verschmutzt. Hierdurch sind Infektionen bei fixierten Tieren häufig. Die fehlende Beschäftigungsmöglichkeit in den einstreulosen Ständen führt häufig zu verschiedenen Verhaltensstörungen.

Gruppenhaltung

Fress-Liegeboxen: Dieses System besteht aus mehreren verschließbaren Kastenständen, die als Fress- und Liegebereich (planbefestigt oder teilperforiert) genutzt werden und meist nicht eingestreut sind (Abb. 5.9). Hinter den Kastenständen befindet sich ein Kot- bzw. Laufgang, der für zeitweise Bewegungsmöglichkeit genutzt wird. Die Gänge müssen ausreichend breit sein (Tab 5.2), damit sich die Tiere ungehindert drehen und einander ausweichen können. Dieses System ist v. a. beim Neugruppieren von Sauen problematisch, weil zu wenig Platz für Rangkämpfe und Ausweichen vorhanden ist. Ein Warmstall ist notwendig.

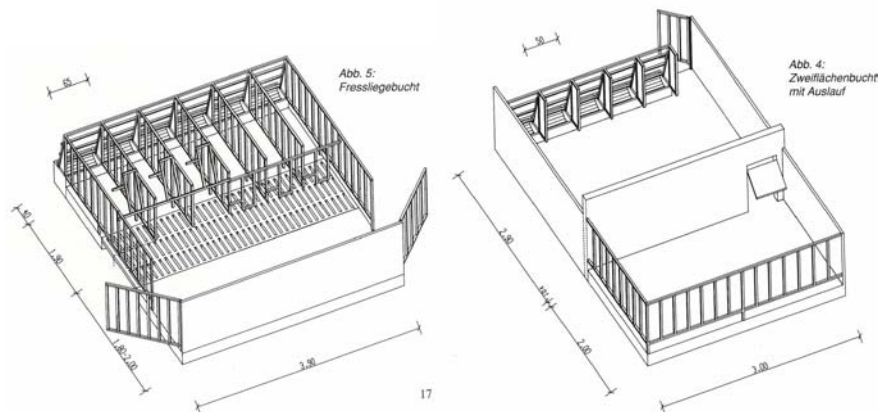


Abb. 5.9: Fressliegebucht und 2-Flächenbucht mit Auslauf (FAT, 1992)

2-Flächenbucht: Diese Buchten bestehen aus einem (evt. leicht eingestreuten) kombinierten Fress- und Liegebereich mit kurzen Sichtblenden am Trog und einem planbefestigten oder perforierten Lauf- und Kotbereich (Abb. 5.9). Dieses System wird auch als "Dänische Bucht" oder "Mistgangbucht" bezeichnet, vor allem wenn zwischen den beiden Bereichen eine Trennwand vorhanden ist. Statt einem Kotgang kann auch ein befestigter Auslauf als Kot-/Laufbereich genutzt werden. Wegen fehlender Fressstände ist eine individuelle Fütterung der Sauen nicht möglich. Die Bucht kann in einem Kaltstall eingerichtet werden, wenn die Liegefläche ausreichend eingestreut wird.

2-Flächen-Tiefstreubucht: Hier besteht der planbefestigte Fressbereich aus verschließbaren Einzelfressständen. Der tiefer gelegene Liegebereich wird eingestreut, ein Teil dieses Bereichs dient als Kotplatz. Der Fressbereich sollte auf keinen Fall eingestreut werden, damit

ausreichender Klauenabrieb sowie eine kühle Liegefläche bei hohen Temperaturen gewährleistet sind. Eine Wärmedämmung ist nicht notwendig.

3-Flächenbucht: Die Buchten (Abb. 5.10) bestehen aus drei Funktionsbereichen (planbefestigter Fressbereich mit Einzelfressständen oder Sichtblenden am Trog, Lauf- und Kotbereich, Liegebereich). Der Liegebereich kann mit einer festen Wand umgeben sein, wird eingestreut und ist vom Lauf- und Kotbereich durch eine Schwelle abgetrennt. Einbau in einen Kaltstall ist möglich, wenn die Liegefläche eingestreut ist

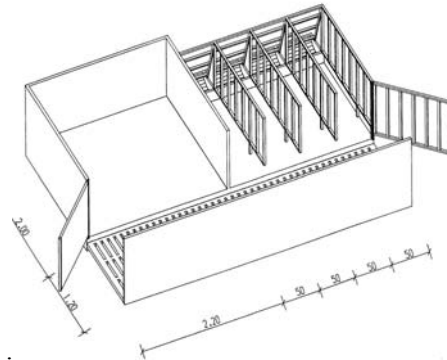


Abb. 5.10: Dreiflächenbucht

Gruppenhaltung mit Abruffütterung: Auch diese Bucht beinhaltet drei Funktionsbereiche. Vor der computergesteuerten Futterstation befindet sich ein Wartebereich (planbefestigt oder perforiert) bzw. ist dieser in den Laufgang integriert (Abb. 5.11). Im Wartebereich kann zusätzlich auch Raufutter angeboten werden. Der Liegebereich wird meist eingestreut und kann bei größeren Gruppen in mehrere Abteile unterteilt sein. Der Lauf- und Kotbereich sind planbefestigt oder perforiert.

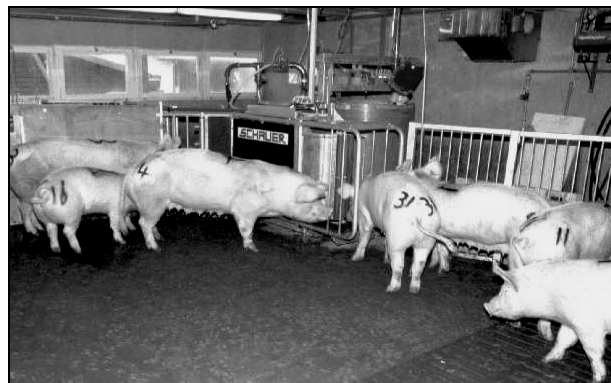


Abb. 5.11: Gruppenhaltung mit Abruffstation

Die Haltung von nicht-ferkelführenden Sauen in Gruppen hat gegenüber der Einzelhaltung deutliche Vorteile, doch können auch hier Probleme auftreten. Das Gruppieren nach dem Absetzen (bei Einzelhaltung während der Säugezeit) wird begleitet von Rankkämpfen. Diese führen häufig zu Verletzungen (Ohren, Hals, Schulter, Flanke), allerdings sind diese meist harmlos und bedeuten für die Tiere nur eine vorübergehende Belastung. Bei der Fütterung treten häufig Aggressionen auf. Auch hier sind die auftretenden Verletzungen i. d. R. harmlos. Bei fehlenden Gegenmaßnahmen kann es jedoch immer wieder zu ernsthaften Aggressionen kommen. Diese stellen dann eine Belastung für die Tiere dar, Umrauschen, Verwerfen oder Totgeburten können die Folge sein. Aus diesem Grund sollten z.B. Abruffütterungsstationen mit einem Selbstschließenden Mechanismus versehen sein, damit die fressende Sau nicht von hinten gebissen werden kann.

Um negative Auswirkungen der Gruppenhaltung weitestgehend zu reduzieren, sollten die

Buchten klar strukturiert sein: verschiedene Abteile im Liegebereich ("Schlafnester"), ausreichend Fluchraum im Wartebereich vor der Futterstation. Zusätzlich zu Kraftfutter sollte den Tieren Raufutter angeboten werden (Beschäftigung). Von Vorteil sind auch möglichst konstante Gruppenzusammensetzungen.

5.6 Haltungssysteme für säugende Sauen

Die Haltung in dieser Zeit muss sowohl den Ansprüchen der Sau als auch denen der Ferkel genüge leisten. Deswegen sind speziell für die Haltung säugender Sauen einige Besonderheiten zu berücksichtigen.

Die Wärmeansprüche von Sau und Ferkeln sind sehr unterschiedlich. Während die Ferkel sehr wärmebedürftig sind (30 - 33°C in den ersten Tagen), sind hohe Temperaturen für Sauen eine starke Belastung. Die Stallhygiene ist wichtig für Sau (Infektionsgefahr nach der Geburt) und Ferkel, deren Abwehrmechanismen noch nicht voll entwickelt sind.

Ausreichend Bewegung wirkt sich sehr positiv auf die Gesundheit der Sau und damit auf die Vermeidung von Ferkelverlusten aus (Erdrücken, Milchmangel, Krankheit).

In den ersten Lebenswochen ernähren sich die Ferkel fast ausschließlich von Milch, die Aufnahme fester Nahrung beginnt im Alter von 2 Wochen. Säugende Sauen werden fast immer einzeln gehalten. Grundsätzlich werden Systeme, in denen die Sau fixiert ist, von solchen unterschieden, in denen sie sich frei bewegen kann. Letztere lassen sich je nach Strukturierung der Bucht weiter unterteilen. Generell sollten alle Abferkelsysteme in wärmegeprägten Ställen gebaut werden.

Allen Sauen ist in der Woche vor dem Abferkeln ausreichend Stroh oder zum Nestbau geeignetes Material bereitzustellen (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung §25, Abs. 7).

Einzelhaltung mit Fixierung der Sau

Kastenstand: Im Kastenstand wird die Sau durch einen allseitig geschlossenen Stand fixiert. Der Stand ist gerade oder diagonal in der Bucht angeordnet. Der Boden ist teilperforiert. Die Ferkelbereiche müssen bei perforierten Böden abgedeckt sein. Um das Wärmebedürfnis der Ferkel zu decken, werden Bodenheizplatten oder Wärmestrahler verwendet.

Kastenstände reduzieren die Ferkelverluste gegenüber guten Abferkelbuchten ohne Fixierung der Sau nicht. Für säugende Sauen ergeben sich bei fixierter Einzelhaltung zusätzlich zu den für nicht-ferkelführende Sauen genannten Aspekten spezielle Probleme. Die Fixierung und fehlendes Material verhindern, dass Nestbauverhalten ausgeübt werden kann. Da die Sauen trotzdem für dieses Verhalten hoch motiviert sind, werden die Verhaltensaktivitäten gegen die Buchteneinrichtung orientiert.

Die Geburt dauert bei fixierten Sauen durchschnittlich eine Stunde länger (erhöhte Gefahr lebensschwacher und totgeborener Ferkel). Während und nach der Geburt ist die Kommunikation zwischen Sau und Ferkeln gestört, was die Verhaltenskoordinierung erschwert. Ferkelabweiser (Zapfen oder Horizontalstangen) im Kastenstand können die Ferkel beim Saugen behindern und eine Gefahrenquelle darstellen (Einklemmen beim Ablegen der Sau). In den meisten Einzelhaltungssystemen kann sich die Sau den Saugversuchen ihrer Ferkel nur entziehen, indem sie die wenig entspannte Bauchlage einnimmt.

Einzelhaltung ohne Fixation der Sau

1-Flächenbucht: Hierbei handelt es sich um eine unstrukturierte Bucht (z.B. Scan-Bucht). Um Ferkelverluste durch Erdrücken zu reduzieren, sind Abweisstangen entlang der Buchtenwände befestigt. Der Ferkelbereich ist abgetrennt (teils Ferkelkiste) und mit einer Wärmequelle ausgestattet.

FAT-Buchten: Dieses System ist gegliedert in einen eingestreuten Liegebereich mit geschlossenen Seitenwänden und einen planbefestigten Aktivitätsbereich/Kotgang (Abb. 5.12). Das eingestreute Ferkelnest kann mit einer Wärmelampe versehen werden und liegt direkt am Bedienungsgang. Es werden i.d.R. keine Abweisstangen angebracht.

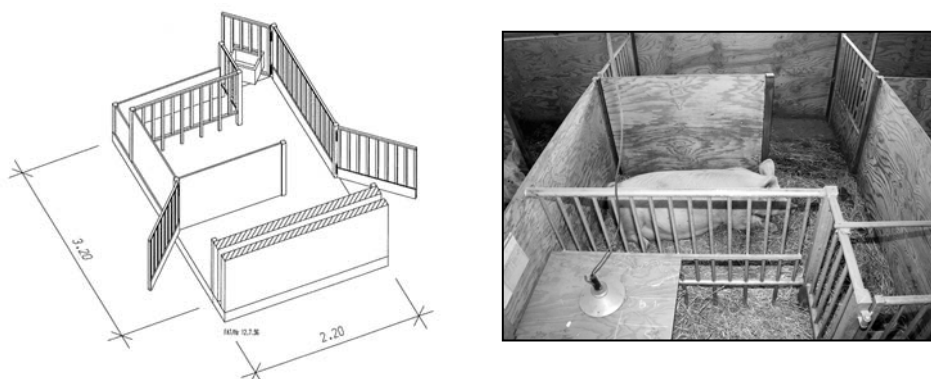


Abb. 5.12: FAT 2 Bucht (entwickelt von: FAT, 1992)

HeKu-Bucht: Weiterentwicklung der dänischen Bucht von J. Hempler und P. Kuhn (Beratung tiergerechte Nutztierhaltung, Abb. 5.13). Besonderes Kennzeichen der Heku-Bucht ist der schwenkbare Bügel, der einerseits die Abgrenzung zum Ferkelnest darstellt, mit dem andererseits aber, durch Umschwenken des Bügels, die Sau zeitweilig fixiert werden kann. Liege- / Aktivitäts- und Kotbereich sind auch in der HeKu-Bucht deutlich getrennt.

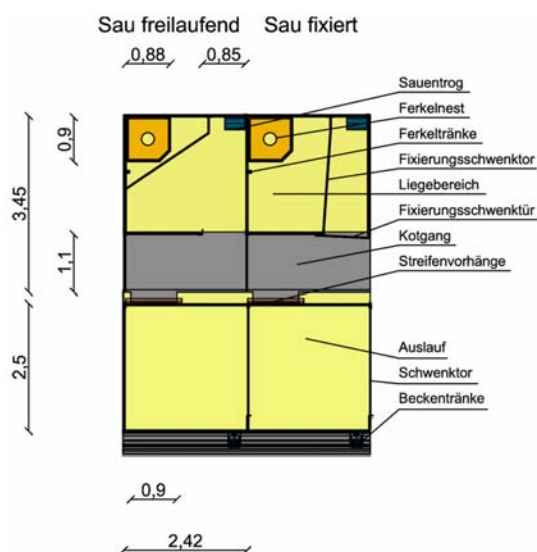


Abb. 5.13: HeKu-Bucht (Zeichnung BAT)

Gruppenhaltung für säugende Sauen

Gruppensäugen: Die Sauen werden zum Abferkeln in Einzelbuchten gehalten. Wenn die Ferkel 10 - 14 Tage alt sind, werden Gruppen von etwa 4 - 8 Sauen mit ihren Würfen gemeinsam gehalten. Diese Gruppenbuchten sollten reichhaltig strukturiert sein. Diese Form der Haltung funktioniert nur, wenn die Sauengruppen über lange Zeit konstant bleiben und die Tiere sich gut kennen.

Problemkreis Erdrücken der Ferkel: Durch das Erdrücken von Ferkeln durch die Sau sterben ungefähr 2 - 10 % aller lebend geborenen Ferkel. Bezogen auf die Gesamtzahl an Ferkelverlusten macht diese Abgangsursache ungefähr die Hälfte aus. Die meisten Maßnahmen, diese Verluste zu reduzieren, sind technischer Art:

- Kastenstandhaltung der Sau, um ihren Abliegevorgang zu behindern und damit zu verlangsamen
- Wärmequelle außerhalb des Liegebereiches der Muttersauen, um Ferkel aus der Gefahrenzone zu halten
- Abweissvorrichtungen an den Buchtenwänden, um Ferkeln Fluchtmöglichkeiten zu geben.



Abb. 5.14: Sau mit Ferkel in Bewegungsbucht

Sau und Ferkel zeigen natürliche Verhaltensweisen, die dem Erdrücken der Ferkel vorbeugen (Abb. 5.14). Bevor eine Sau den Nestbereich betritt, nimmt sie Naso-nasal-Kontakt zu ihren Ferkeln auf. Anschließend bearbeitet sie den Boden mit dem Rüssel, wobei sie sich vorsichtig vorwärts bewegt. Während dieser Zeit gruppieren sich die Ferkel an einem Ort. Die Sau legt sich dann seitlich so auf die Hinterhand ab, dass sich die Ferkel auf der Seite ihres Gesäuges befinden. Gerät ein Ferkel trotzdem unter die Sau, vokalisiert es heftig und versucht sich zu befreien. Die Sau reagiert darauf, indem sie den betreffenden Körperteil anhebt oder ganz aufsteht. Das Abliegen im Nestbereich ist also eine komplexe Verhaltenssequenz, durch die sich Sauen und Ferkel koordinieren und somit Erdrücken vorgebeugt wird. Dieses Verhalten können sie in den meisten Abferkelbuchten allerdings nicht bzw. kaum zeigen.

Beispiele für Abferkelbuchten, in denen den Sauen und Ferkeln dieses Verhalten ermöglicht wird, sind die HeKu- oder die FAT-Bucht. Diese Buchten ermöglichen ein weitgehend natürliches Nestbau-, Geburts- und Säugeverhalten. Außerdem ermöglicht die Strukturierung der Bucht eine Trennung des Kot- und Liegebereiches. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Reproduktionsleistungen in diesen Buchten insgesamt keinen Unterschied zu Kastenstandbuchten aufweisen (Weber et al. 2006).

5.7 Haltungssysteme für Aufzuchtferkel

Der Begriff Aufzuchtferkel umfasst den Altersabschnitt von 3 - 6 bis etwa 10 - 12 Wochen (= 6 - 10 bis 20 - 30 kg). Diese Klassifizierung basiert nicht auf biologischen, sondern auf produktionstechnischen Gegebenheiten (Zeitpunkt vom Absetzen bis Verkauf bzw. Umstallung in Vormast- und Mastbuchten).

Problemkreis Absetzen: Während unter natürlichen Bedingungen das Entwöhnen ein kontinuierlicher Prozess ist, der erst ca. im 4. Lebensmonat der Ferkel abgeschlossen ist, werden Ferkel in der modernen Haltung abrupt nach 3 - 6 Wochen abgesetzt. Im Zeitraum des Absetzens ist die Bindung zwischen den Ferkeln und der Sau noch sehr ausgeprägt. Feste Nahrung wird zwar auch unter Freilandbedingungen bereits nach 2 Wochen aufgenommen, sie ersetzt die Milch jedoch erst ab 12 - 14 Wochen. Mit dem Absetzen werden die Ferkel oft mit fremden Würfen und in fremder Umgebung neu gruppiert. Das abrupte Absetzen führt unter Haltungsbedingungen zu einer besonders hohen Stressbelastung. Hierdurch kommt es häufig zu einer verminderten Widerstandskraft gegen Infektionen und dadurch z.B. zu Coli-Durchfall und Ferkelgrippe.

Aufzuchtferkel werden ausschließlich in Gruppe gehalten. Die Gruppen bestehen aus einem

oder mehreren Würfen, wobei ein Trend zur Haltung in Großgruppen (40 - 160 Tiere) besteht. Die Aufzuchtbuchten lassen sich nach der räumlichen Strukturierung, der Bodenbeschaffenheit und dem Einsatz von Stroh unterscheiden.

Flatdeck: Flatdecks sind Einflächenbuchten aus Metall mit perforiertem Boden (Gusseisen-, Lochblech-, Kunststoff-, Betonroste; Abb. 5.15). Vor dem Fressbereich kann der Boden planbefestigt sein. Flatdecks werden nicht eingestreut, was eine Klimatisierung erforderlich macht.



Abb. 5.15: Flatdeck für Ferkelaufzucht

2-Flächen-Tiefstreubucht: Ähnlich der 2-Flächenbucht, nur dass hier der Fress- mit dem Kotbereich kombiniert ist (planbefestigt oder perforiert) und der Liegebereich tiefer liegt und eingestreut wird. Bei ausreichend Einstreu ist dieses System als Kaltstall realisierbar. Wird ein Teil des Liegebereiches abgedeckt, ist statt Tiefstreu auch Einstreu ausreichend ("Kistenstall").

Koomans-Bucht: Hierbei handelt es sich um eine einflächige Tiefstreu-Bucht, bei der eine Teilfläche als Unterschlupf abgedeckt ist (Abb. 5.16). In einer an der FAL weiterentwickelten Form befindet sich gegenüber der Kiste ein mit Gusspalten abgedeckter Kotbereich. Der Futterautomat befindet sich im aufklappbaren Unterschlupf, die Tränke und der Kotbereich im offenen Teil der Bucht. Die Koomans-Bucht wird in Kaltställen bzw. in offenen Hallen realisiert. Im Kotbereich kann auch eine Dusche zur Abkühlung im Sommer installiert werden.



Abb. 5.16: modifizierte Koomans-Bucht (FAL-Celle, 2003)

Nürtinger-Kiste: Haltungssystem für Großgruppen, das durch einen gemeinsamen Aktivitätsbereich (planbefestigt, nicht eingestreut) und nicht eingestreuete Liegekisten für je 10 Tiere charakterisiert ist. Die Liegekisten sind beheizt und zur offenen Seite mit Lamellen versehen. Oft ist ein Kotbereich abgetrennt, und die Buchten können mit Scheuerpfahl, Strohraufe und auch Dusche ausgerüstet sein.

Im sog. "Nürtinger System" werden auch Mastschweine und nicht-ferkelführende Sauen gehalten.

5.8 Haltungssysteme für Mastschweine und Jungsauen

Die Haltungssysteme lassen sich nach Strukturierung, Bodenbeschaffenheit und dem Einsatz von Stroh einteilen. Die Buchtenform ist abhängig von der Anordnung des Futtertroges. Diese ist wiederum abhängig vom Fütterungsverfahren. Bei Längströgen werden breite Buchten, bei Quertrögen tiefe eingesetzt. Die Buchtenwände sollten im Liegebereich geschlossen sein und im Kotbereich aus einem Gitter bestehen (Steuerung des Abkotverhaltens). Beim Einsatz von Futterautomaten werden diese teilweise in die Buchtenwand zwischen zwei Buchten eingebaut. Zur Beschäftigung der Tiere sollten in einstreulosen Systemen Beschäftigungsautomaten zum Einsatz kommen.

Vollperforierte Bucht: Der Boden ist perforiert (meist Betonspalten). Dieses System kann nur in einem Warmstall eingerichtet werden. In diesem reizarmen und unstrukturierten System ist ein Normalverhalten der Tiere nicht möglich. In Deutschland werden Mastschweine und Jungsauen vorwiegend in vollperforierten Buchten gehalten. Vermehrt ist auch hier ein Trend zu Großgruppenhaltungen festzustellen. Diese Systeme weisen den geringsten Flächenbedarf auf.

2-Flächenbucht: Vorn in der Bucht befindet sich ein kombinierter Fress-/Liegebereich (Festboden, wärmedämmend, evtl. leicht eingestreut), dahinter - entweder erhöht und perforiert oder tiefer gesetzt und fest - der Kotgang. Der Kotgang kann auch in einen Auslauf integriert werden. Das System ist grundsätzlich ähnlich wie für tragende Sauen oder Aufzuchtferkel.

Offenfront-Tiefstreu-Bucht: Dieses System sollte als 2-Flächen-Tiefstreubucht realisiert werden (Abb. 5.17). Allen Varianten gemeinsam ist eine offene Front auf der Rückseite. 1-Flächen-Tiefstreubuchten sind für Mastschweine nicht geeignet, weil die Tiere in solchen Buchten keine Abkühlungsmöglichkeiten haben.

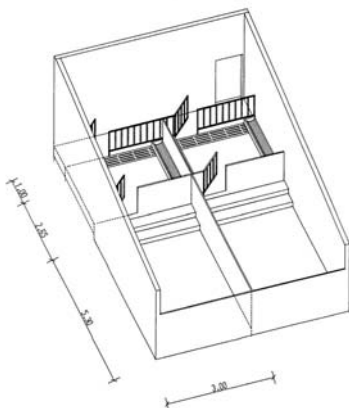


Abb. 5.17: Offenfront-Tiefstreubucht (FAT)

Schrägmist- / Tretmistbucht: Diese Einflächenbucht hat ein Gefälle von 6 – 10 %. Der Futterautomat und eine Strohraufe sind oben angebracht. Das Stroh wird von den Tieren aus der Raufe gezogen (Selbsteinstreu) und wird hauptsächlich durch Wühlaktivität nach unten befördert, wo es durch einen Schlitz in der Buchtenwand nach außen gelangt (Selbstentmischung). Dieses System wird auch für Aufzuchtferkel und nicht-ferkelführende Sauen genutzt.

In der Tabelle 5.2 werden Empfehlungen zu Abmessungen von Aufstallungssystemen gegeben:

Tab. 5.2: Empfehlungen zu Abmessungen von Aufstallungssystemen (verändert nach Empfehlungen und Vorschriften in der Schweiz und Deutschland. Weitere Info unter www.bmelv.de, www.fat.ch und www.bvet.admin.ch) Stand 31.07.06

Tierkategorie		Ferkel	Ferkel	Mastschweine / Jungsauen		Sauen	Zuchteber
Lebendgewicht	Kg	< 20	> 20	30 - 50	50 - 110		
Anbindehaltung	Verboten §25 Abs. 5 TierschutzNutztierHaltungsverordnung						
Beleuchtung	Für mindestens 8 Stunden / Tag dem Tagesgang angepasst 80 lux im Aufenthaltsbereich der Tiere						
Lärm	85 db (A) nicht dauerhaft überschritten						
Fressplatzbreite pro Tier Tier : Fressplatz Verhältnis bei Vorratsfütterung (ad lib.) Trockenfutterautomaten Breifutterautomaten	cm	12 4:1 12:1	18 4:1 12:1	27	33	45	
Tiere an Abruffütterung						36	
Rohrbreiautomaten	Produktindividuelle Empfehlungen unter www.bvet.ch (Tierschutz, Vollzugshilfen, Stalleinrichtungen)						
Bei tagesrationierter Fütterung		2:1	2:1				
Bei rationierter Fütterung		1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
Tier : Tränkestellen, räumlich von Futter getrennt		12:1	12:1	12:1	12:1	12:1	
Bodenfläche							
Kastenstände ¹							
- lichte Breite	cm					0,65	
- lichte Länge	cm					1,90	
Laufgangbreite bei Fressliegebuchten						160 / 200²	
Bucht mit Tiefstreu	m ²		0,5	0,65	1,0	2,5	
Bucht mit separatem Kotplatz ³							
- Liegefläche	m ²	0,1 / 0,15	0,18 / 0,25	0,25 / 0,4	0,38 / 0,65	0,95 / 1,3⁴	
- Gesamtfläche	m ²	0,2 / 0,2	0,35 / 0,35	0,5 / 0,6	0,75 / 1,0	2,05 - 2,5⁵	6⁶
Abferkelbucht							
- mit Kastenstand	m ²					4,5	
- Bewegungsbucht	m ²					7,0	
Spaltenboden, max. Spaltenweite	mm	11 / 9⁷	14 / 11	18 / 16	18 / 16	20 / 16	20 / 16
- Gusseisen und Kunststoffroste	mm	11 / 9⁷	14 / 11	18 / 18	18 / 18	20 / 20	20 / 20
- Betonroste							
Spaltenboden, min. Auftrittsbreite	cm	5	5	8	8	8	8
- Betonroste	m ²			0,45	0,65	1,3	4,0
Laufhof (max. 50 % überdacht)							

Fettgedruckte Werte sind in Deutschland gesetzlich vorgeschrieben (Tierschutzgesetz, TierschutzNutztierHaltungsverordnung)

Werte im Normaldruck sind als Empfehlungen zu sehen und basieren auf wissenschaftlichen Erkenntnissen und auf Erfahrungen aus Nachbarländern

1. Dauernde Haltung in Kastenständen ist nicht zulässig. In der Zeit 4 Wochen nach dem Decken bis eine Woche vor dem Abferkeln ist eine Gruppenhaltung vorgeschrieben §25, Abs. 2 TierschutzNutztierHaltungsverordnung
2. Bei einseitiger Anordnung 1,6 m bei beidseitiger Anordnung 2,0 m
3. Die Liegefläche sollte planbefestigt sein, darf in Deutschland jedoch einen Perforationsgrad von max. 15 % aufweisen (bei Saugferkeln ist planbefestigter Boden im Liegebereich vorgeschrieben)
4. Bei Jungsauen (1.Decken bis Abferkeln) 0,95 m², bei Sauen ab dem 2. Wurf 1,3 m²
5. Mindestfläche gestaffelt nach Gruppengröße: < 6 Sauen 2,5 m²; 6 – 39 Sauen 2,25 m²; > 40 Sauen 2,05 m²
6. Schmale Buchtenseite mindestens 2 m, wenn gleichzeitig Deckbucht mindestens 10 m²
7. Gilt nur in Abferkelbuchten

Literatur

- Arellano, P. E.; Pijoan, C.; Jacobson, L. D.; Algers, B.; 1992: Stereotyped behaviour, social interactions and suckling pattern of pigs housed in groups or in single crates, Applied animal behaviour science 35 (2): 157 - 166
- Fraser, D.; 1975: The nursing and suckling behaviour of pigs. III. Behaviour when milk ejection is elicited by manual stimulation of the udder, British veterinary Journal 131 (4): 416 - 426
- Hefner, R. S.; Hefner, H. E.; 1990: Hearing in domestic pigs (*Sus scrofa*) and goats (*Capra hircus*), Hearing Research 48 (3): 231 - 240
- Jensen, P.; 1980: An ethogram of social interaction patterns in group-housed dry sows, Applied animal ethology 6 (4): 341 - 350
- Jensen P. and Redbo, I.; 1987: Behaviour during nest learning in free-ranging domestic pigs. Applied animal behaviour science 18 (3-4): 355 - 362
- Jensen, P.; 1988: Maternal behaviour and mother-young interactions during lactation in free-ranging domestic pigs, Applied animal behaviour science 20 (3-4): 297 - 308
- Weber, R.; Keil, N.M.; Fehr, M.; Horat, R.; 2006: Ferkelverluste in Abferkelbuchten. Ein Vergleich zwischen Abferkelbuchten mit und ohne Kastenstand, FAT-Berichte 656

Zeichnungen der verschiedenen Buchten von:

BAT, Beratung artgerechte Tierhaltung e.V.

FAT, Eidgenössische Forschungsanstalt für Landtechnik und Agrarwirtschaft, Tänikon, Schweiz

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).

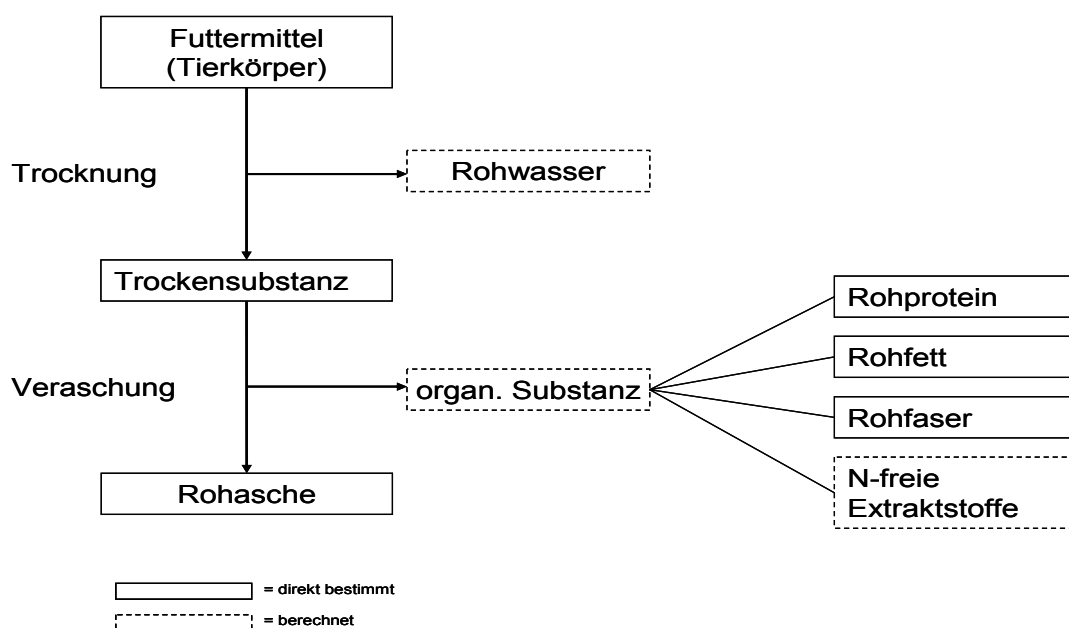


Abb. 6.1: Schritte und Fraktionen der Weender Analyse

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⁾Lebendmassezunahme ²⁾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).

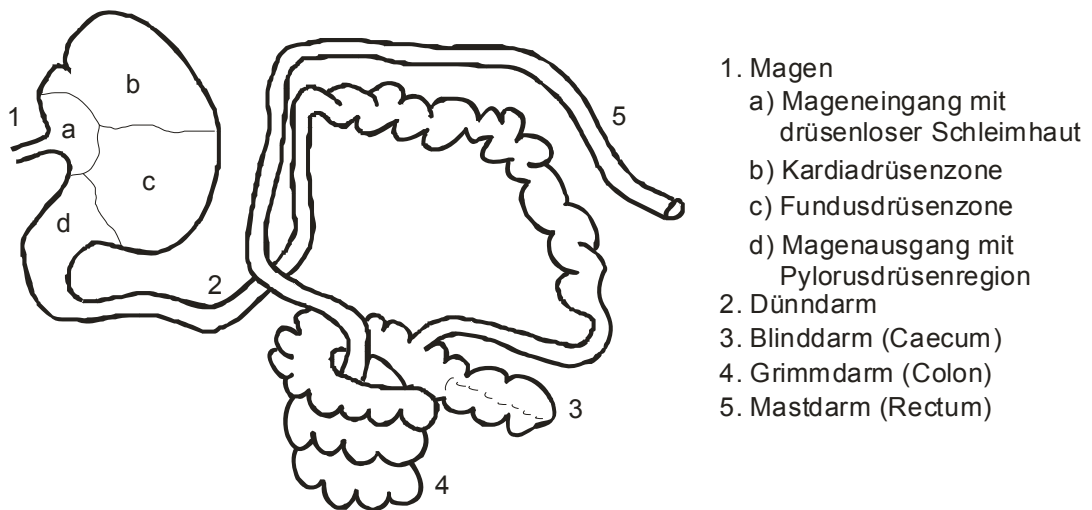


Abb. 6.2 Magen- und Darm-Kanal des Schweines

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.

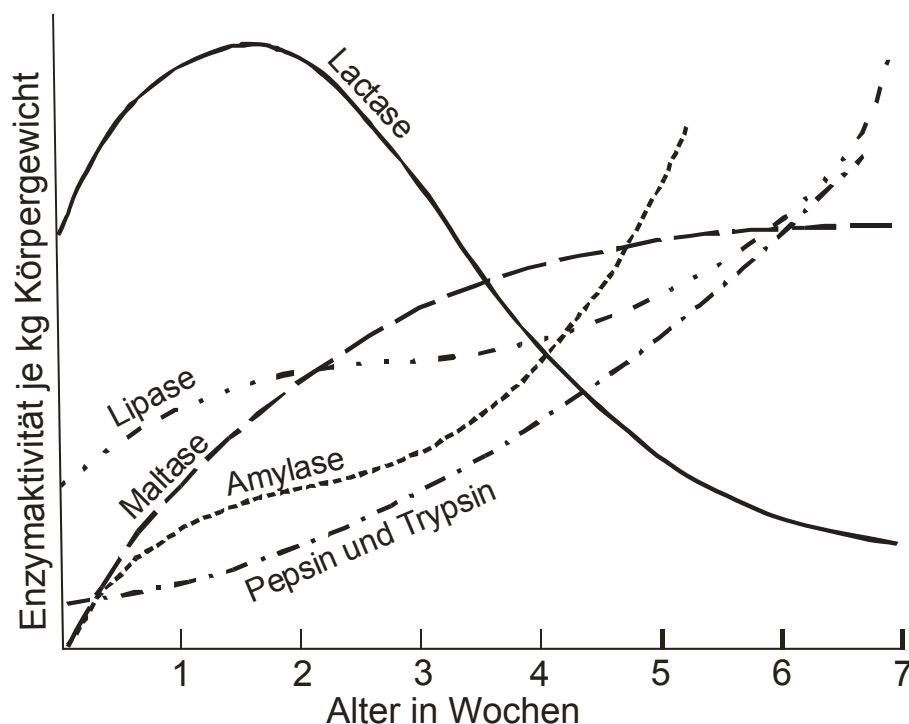


Abb. 6.3: Aktivität von Verdauungsenzymen beim Ferkel (nach Kirchgessner 2004)

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.

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).

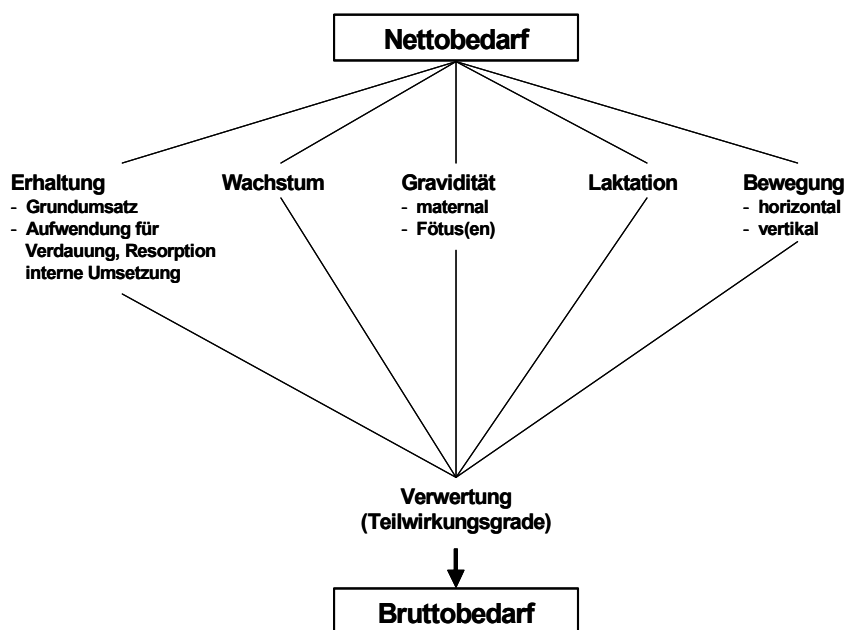


Abb. 6.5: Schema zur Ableitung des Brutto- bzw. Gesamtenergiebedarfs aus dem Nettobedarf und den Teilwirkungsgraden beim Schwein (nach Jeroch et al., 1999)

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).

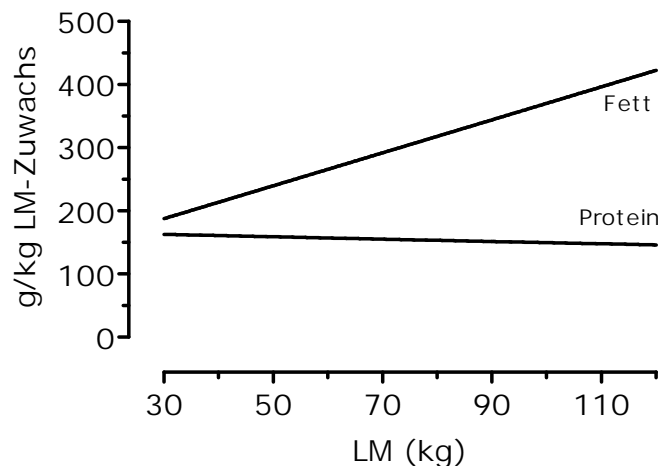


Abb. 6.6. Veränderung der Gehalte an Protein und Fett im Zuwachs von Schweinen ab 30 kg Lebendmasse (GfE, 2006)

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).

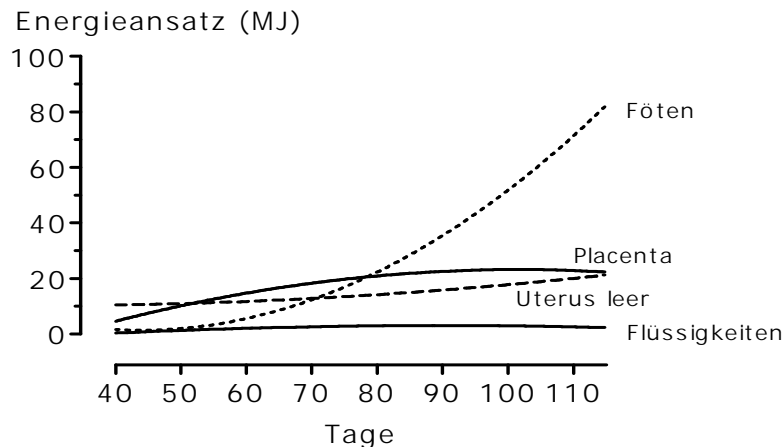


Abb. 6.7.: Verlauf des Energieansatzes in Fraktionen der Konzeptionsprodukte während einer Trächtigkeit mit 12 Ferkeln (nach NOBLET et al., 1985)

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 Kreuzifereen 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).

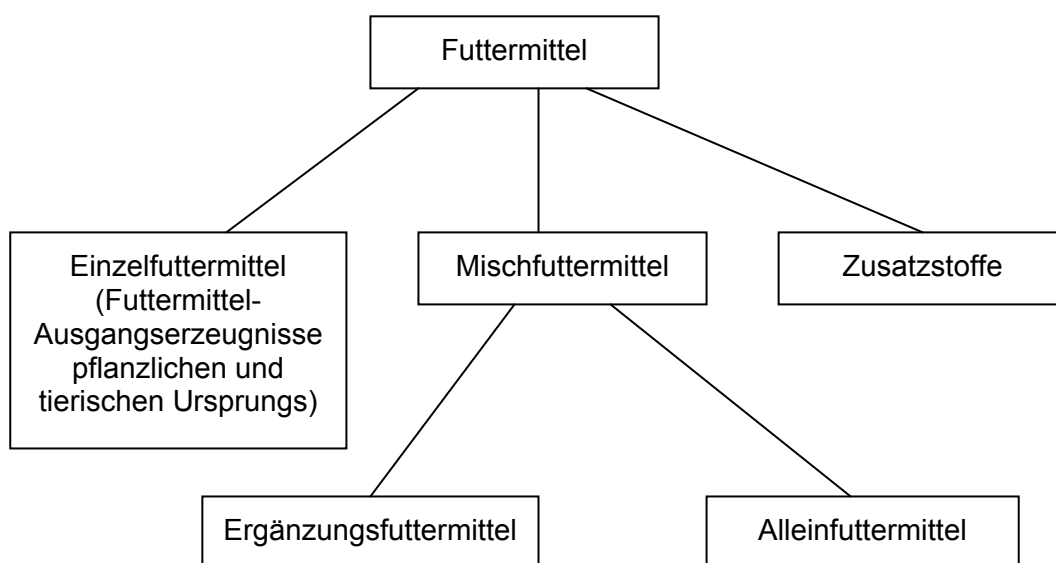


Abb. 6.8: Einteilung der Futtermittel nach der Futtermittelverordnung

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 Trächtigkeitfutter 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 $\pm 0,44$ 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 Futtermittelaufnahme 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+Cys %		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 Futtermittelaufnahme nur schrittweise gesteigert werden, damit sich die Tiere an die größeren Futtermittelvolumina 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 Futtermittelaufnahme 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 Jungsaueen (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 Gützeit

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 Gützeit

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.

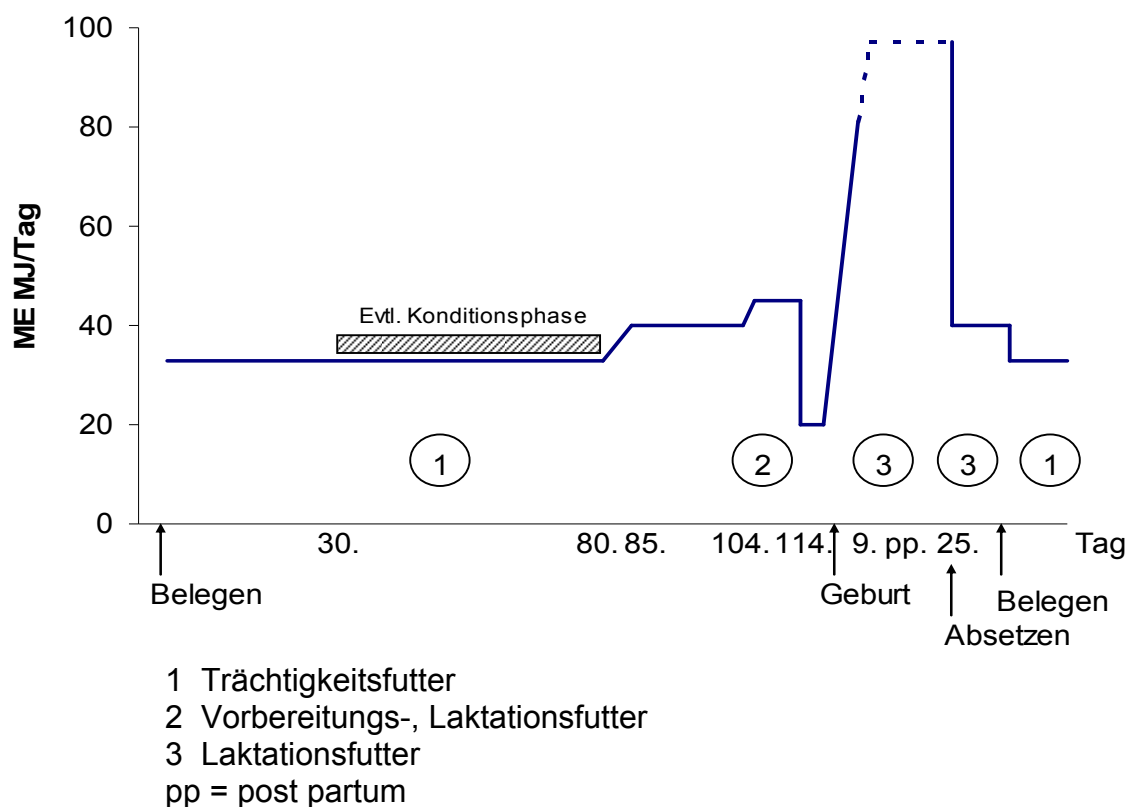


Abb. 6.9: Fütterungsregime für Sauen
 (Grunddaten siehe Tab. 6.7 und 6.9, im thermoneutralen Bereich)

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 Futterraufnahme 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 Futterverzehr 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 Futterverbrauch 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 Getreide, Fette/Öle plus Erzeugnisse u. Nebenerzeugnisse aus Lebensmittelindustrie sowie Biotechnologie	} plus Eiweißkomponenten plus Mineralfutter oder nur Ergänzungsfutter
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

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

Bolduan, G. (1993): Ferkelernährung. 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

7 Fütterungstechnik (G. Stalljohann, R. Schulte-Sutrum)

Vorbemerkung

In sauen-, ferkel- oder mastschweinehaltenden Betrieben kommen Fütterungsverfahren mit Trocken-, Feucht- bzw. Fließfutter zum Einsatz.

Die Entscheidung für den Einsatz eines dieser Verfahren hängt von verschiedenen betriebsinternen und/oder externen Faktoren ab. So wird in größeren Mastbetrieben ab ca. 300 Plätzen mit Einsatz von selbsterzeugtem Getreide und CCM in den überwiegenden Fällen eine Flüssigfütterungstechnik eingesetzt. Diese Technik eröffnet für diese Betriebe zusätzlich die Möglichkeit, flüssige Nebenprodukte zuzusetzen. Bei geringerem Einsatz von CCM bis zu ca. 50% können auch Feuchtfuttertechniken genutzt werden. In Betrieben, die ausschließlich Trockenfutter in mehlformiger, pelletierter oder gebröselter Form zukaufen sowie in Betrieben mit weniger als 300 Sauen, überwiegt der Einsatz von Trockenfüttertechniken.

Gleichzeitig sind Futterplanungen und –optimierungen nebst der wiederkehrenden regelmäßigen Überprüfung von Sollvorgaben mittels Futteruntersuchungen, Verzehrsmengenkontrollen und Leistungskontrollen auf Betriebsebene unerlässlich. Dieses Controlling sollte ein fester Bestandteil des Futtermanagement sein. Da die Futteraufnahme einen entscheidenden Einfluss auf die Leistung der Tiere besitzt, ist deren Optimierung durch Überprüfung aller produktionstechnischen Hilfsmittel besonders wichtig. Hier sind die richtige Auswahl und die optimale Einstellung der Fütterungstechnik von besonderer Bedeutung. Im Folgenden sollen deshalb die Möglichkeiten und Grenzen der am Markt befindlichen Fütterungstechniken nebst praktischer Anwendungshinweise vorgestellt werden.

7.1 Aktuelle Fütterungstechniken

Der Einsatz vollautomatischer Fütterungssysteme nimmt auf Grund wachsender Bestandsgrößen in der Schweinehaltung in Deutschland bzw. weltweit weiter zu. Die verwendeten Systeme lassen sich dabei zum einen nach der Transportart, flüssig oder trocken, und zum anderen nach dem Fütterungsverfahren als Sattfütterung oder als rationierte Fütterung, einteilen. Die Entscheidung für ein Verfahren ist vielschichtig. Sie reicht von den notwendigen Investitionskosten, über die unterschiedlichen betrieblichen Anforderungen wie z.B. die verwendeten Futterkomponenten, bis hin zu der wichtigsten Voraussetzung der persönlichen Motivation im täglichen Umgang mit der Fütterungsanlage. Nur wer sich mit der jeweiligen Technik auseinandersetzt und die Abläufe versteht, kann gezielt eine Optimierung vornehmen. Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über aktuelle Fütterungstechniken gegeben werden.

Sauenhaltung

Durch die konsequente Zuchtarbeit konnte nicht nur die Veranlagung für Fruchtbarkeitsmerkmale der Sauen, sondern auch diejenigen für die Milchleistung der Tiere verbessert werden. Trotzdem stellt eine ausreichend hohe Milchleistung bei großen Ferkelwürfen in vielen Ferkelerzeugerbetrieben nach wie vor ein Problem dar. Entscheidend ist, dass die Sauen bedarfsgerecht mit Energie und Nährstoffen versorgt werden, um ihre Kondition zu halten (vgl. vorangegangenen Abschnitt).

Doch selbst die Kenntnis des Konditionszustandes der Sauen allein und die Einteilung in Konditionsklassen bewirkt noch keine Änderung des Fütterungsregimes. Das Haltungsverfahren mit der Fütterungstechnik muss diese Anforderungen auch prinzipiell erfüllen können. Im Abferkelbereich erscheint dies noch relativ einfach, da die Sauen einem festen Platz zugeordnet sind. Die Fütterung kann dabei von Hand oder auch mechanisch durchgeführt werden. Bei Handfütterung kann auf Änderungen der Fresslust der Sauen schnell reagiert und den Futterzustand der Sauen beachtet werden. Allerdings ist die Fütterung von Hand in größeren Beständen arbeitswirtschaftlich nicht zu vertreten.

Hinzu kommt, dass die Unruhe während des Fütterns eine Gefahr von Verletzungen und Verlusten bei den Ferkeln birgt. Automatisieren lässt sich die nährstoffangepasste Fütterung im Abferkelstall mit der Trockenfütterung z. B. mit dem System „Rafü II“. Dabei handelt es sich um eine Fütterungstechnik für säugende Sauen, bei der die Tiere ihre Futterrationen in vorgegebenen Zeitblöcken in kleinen Portionen selbst abrufen können. Dabei wird jeder Sau eine Futterkurve zugeordnet. Bei Flüssigfütterungen kann die Futtermenge in mehrere Mahlzeiten aufgeteilt werden oder über die sogenannte Sensortechnik die Sau ihre Futtermenge letztlich selbst bestimmen. Eine sinnvolle Ergänzung zu dieser Technik stellt eine Alarmliste dar, die berücksichtigt, wie groß die täglich verabreichten Futterportionen waren.

Im Wartestall ist die konditionsangepasste Fütterung besonders wichtig. Bei den (älteren) Einzelhaltungen, in denen jede Sau einen fest zugeordneten Platz hat, kann sehr exakt und genau auf die Bedürfnisse und die Kondition der einzelnen Sau eingegangen werden. Dies gilt sowohl bei einer Handfütterung, als auch bei einer mechanischen Fütterung mit Einzelmendosierern. In modernen Ställen, in denen die Gruppenhaltung vorherrscht, ist diese individuelle Betreuung der Sau nicht immer gewährleistet. Zwar gibt es Haltungsverfahren mit individueller Kennzeichnung und Erkennung der Sau wie die Abruffütterung, den Breinuckel und ähnliche Systeme. Es bleibt aber in der Regel ein hoher Kontrollaufwand zur Konditionsbeurteilung der Sauen. Dies wird zusätzlich dadurch erschwert, falls die Sauen in großen Wechselgruppen aufgestellt sind. Hilfsmittel zur Konditionsbeurteilung und damit zur Änderung des Futteranspruchs bei diesem Verfahren sind z. B. mobile Datenerfassungsgeräte über Handhelds mit Sensorerkennung etc.

Bei anderen Verfahren ist eine konditionsangepasste Fütterung nur über die Unterteilung der Sauen in Konditionsgruppen möglich. Dabei wird eine Absetzgruppe in zwei, besser drei oder vier Untergruppen unterteilt. Diese Untergruppen werden nach der Kondition der Sau zusammengestellt und erhalten die gleiche Futtermenge. Sauen, die sehr stark in ihrem Futterbedarf aus der Gruppe herausfallen, müssen separat aufgestellt werden.

Ferkelaufzucht und Mastschweinehaltung

Die bisher in der Schweinehaltung vorherrschende Kleingruppenhaltung ist in den letzten Jahren erfolgreich durch die Großgruppenhaltung erweitert worden. Die Weiterentwicklung des Rohrbreiautomaten für die Trockenfütterung und die Sensorfütterung für die Flüssigfütterung haben diese Entwicklung nachhaltig beeinflusst.

Mit der Sensortechnik steht eine Fütterungstechnik jetzt zur Verfügung, bei der das Tier direkt in den Regelkreislauf eingebunden ist. Gleichzeitig sind Managementhilfen über die Darstellung des Fressverhaltens der Tiere per Aufzeichnung im Programm gegeben.

Rationierte Fütterung

Mit einer rationierten Futtevorlage soll speziell in der Mast und bei tragenden Sauen eine unnötige Verfettung der Tiere verhindert werden. In der Schweinemast ist diese Vorgehensweise besonders bei den Börgen angezeigt. In der Sauenhaltung gilt es die Sauen entsprechend ihrer Kondition zu füttern. Eine Rationierung ist grundsätzlich mit allen zur Zeit am Markt angebotenen Fütterungsverfahren möglich. Sehr einfach lässt sich dieses Fütterungssystemen mit Quertrog oder Längstrogaufstallung umsetzen. Allerdings wird generell ein Tier-Fressspatzverhältnis von 1:1 benötigt. Leider weisen diese Fütterungssysteme eine schlechte Raumausnutzung und einen hohen Aufwand für die Troghygiene auf. In der Praxis wird die Tagesration in zwei oder drei Fütterungen über den Tag verteilt gereicht.

In der Sauenhaltung erfolgt die Anpassung der Futtermengen zum einen über eine gezielte Fütterung bei zeitweiser Haltung in Kastenständen, bei Trockenfütterung über Volumendosierer (Abb. 7.1). oder in Gruppenhaltung über eine Erkennung der Einzeltiere bei Abrufstationen mittels Transponder (Abb. 7.2). Ferner über die Bildung von s.g. Konditionsgruppen, in denen alle Tiere gleich gefüttert werden.



Abb. 7.1 : Kastenstand mit Volumendosierer
Quelle: Bernhard Feller

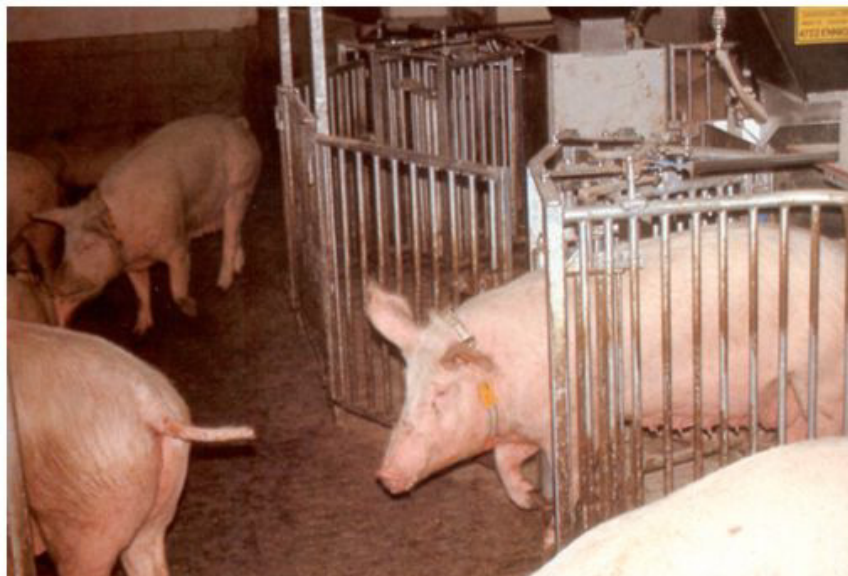


Abb. 7.2: Abruffütterung mit Einzeltiererkennung
Quelle: Bernhard Feller

Sattfütterung

Die Sattfütterung ist gekennzeichnet durch eine ständige Futtervorlage. Einer unerwünschten Verfettung kann durch die Wahl einer geeigneten „Genetik“ (= Herkunft) in Grenzen entgegengewirkt werden. Durch züchterische Fortschritte in den letzten Jahrzehnten, mit einer Verringerung des Fettansatzes, haben Sattfütterungen auch in der Schweinemast verstärkt Einzug gehalten. Die bekanntesten Verfahren sind im Bereich der Trockenfütterung, der Trockenautomaten und Breiautomaten. Im Bereich der Flüssigfütterung ist es die Sensorfütterung. Kennzeichen einer Sattfütterung ist neben der ständigen Futtervorlage ein Tier-

Fressplatzverhältnis von deutlich mehr als 1:1. In der Praxis wird in der Schweinemast bei Breiautomaten ein Verhältnis von 1:8, in der Ferkelaufzucht von höchstens 1:7 empfohlen. Am Sensortrog und am Trockenautomat wird ein Verhältnis von 1:4, bis zu 1:1 bei frisch abgesetzten Ferkeln, empfohlen. Die Vorteile liegen meist dort wo die rationierten Fütterungen ihre Nachteile haben.

Die Sattfütterung von Sauen am Automaten mit Spezialfuttermischungen und sehr geringen Energiegehalt, von < 11 MJ ME je kg Futter, kann nur durch eine konsequente Einteilung der Sauen in Konditionsgruppen durchgeführt werden (Abb. 7.3).

Als wesentliche Vorteile der Sattfütterungen werden die geringen Anschaffungskosten und eine einfache Bedienung des Verfahrens genannt. Den geringeren Investitionskosten stehen in der Regel höhere Futtermittelverbräuche gegenüber. Ob eine Sattfütterung für die einzelnen Betriebe sinnvoll ist, hängt in erster Linie von der Sauenherkunft und der Homogenität der Sauenherde ab. In der Mast spielt zusätzlich die gewählte Vermarktungsschiene eine entscheidende Rolle.

Trockenfütterung

Trockenfütterungen eignen sich besonders für Betriebe, die Fertigfutter oder eine eigene Getreidemischung verfüttern wollen. In der Praxis finden sich hier im Wesentlichen drei Verfahren.

1. *Fertige Mischungen im Silo*
2. *Täglich frisches Anmischen für die einzelnen Futtergruppen*
3. *Tägliches mehrfaches portionsweises Anmischen von Futter.*



Abb. 7.3: Sattfütterung von Sauen am Trockenautomaten
Quelle: Bernhard Feller

Fertige Mischungen im Silo

Das Lagern der fertigen Mischung in Vorratssilos, von denen aus das Futter direkt in die Futterautomaten transportiert wird, ist die technisch einfachste und oft preiswerteste Lösung. Sie bietet sich besonders dort an, wo aufgrund geringer Tierzahlen eine eigene Futterbereitung unrentabel ist bzw. in Betrieben, die ausschließlich Fertigfutter verwenden wollen.

Des Weiteren findet man dieses Verfahren in Betrieben, die - bei Einsatz der eigenen Mahl- und Mischanlage - die fertige Mischung mittels Tankwagen in Silos für größere Mastbestände bevorraten wollen oder/und die Futtermischungen zu entfernten Pachtbetrieben transportieren.

Für die Lagerung in Außensilos eignen sich Wellblechsilos oder sogenannte GFK Silos. Bei einer Aufstellung in Gebäuden oder unter einem Dach, eignen sich auch die preiswerten Trevirasilos. Verständlicherweise sind bei Einsatz verschiedener Phasenmischungen mehrere Silos gleichzeitig erforderlich.

Die Größe der Silos ist dem Verbrauch anzupassen. Je frischer das Futter umso lieber wird das Futter von den Tieren gefressen. Ausschlaggebend hierfür ist der Hygienestatus im frischen Futter. In jedem Fall sollten die Silos leicht benutzbare Einstiegesluken für Reinigungsgänge aufweisen. Regelmäßige Reinigungsgänge sind für die Erreichung eines hohen Hygienestatus im Futter eine unerlässliche Maßnahme!

Täglich frisches Anmischen für die einzelnen Futtergruppen

Neben der Vorratslagerung die sich über einige Tage bis hin zu mehreren Wochen erstrecken kann, besteht auch die Möglichkeit des täglichen frischen Anmischens.

Solche Anlagen bestehen aus einem Mischer, der entsprechend der Futterrezepturen, anteilmäßig mit den einzelnen Komponenten befüllt wird. Das Befüllen erfolgt entweder durch Handschaltung oder automatisch über einen Anmischcomputer. Nach dem Fertigstellen der Rezeptur wird diese über Fördereinrichtungen direkt ausdosiert oder z. B. als fertige Mischung in ein Vorratssilo verbracht.

Die den Mischer vorgeschalteten Komponentensilos verfügen zumeist über Futterschnecken, mit denen in kurzer Zeit große Mengen in den Mischer eindosiert werden können. Besonders bei Komponenten, die in kleinen Mengen der Rezeptur zugegeben werden, sollte auf eine angepasste Dosiergeschwindigkeit des Zuführorgans geachtet werden. Denn zum einen handelt es sich hier in der Regel um die teuersten Komponenten und zum anderen sind in ihnen die für die Tierentwicklung wichtigen Wirkstoffe konzentriert enthalten, so dass ein mehr oder zuwenig eine große Auswirkung auf die Tierleistung haben könnte.

Für den Einsatz feuchter Komponenten sollte eine Bevorratung nur in Behältern mit Rührmechanismus erfolgen. Vorgelagert werden feuchte Komponenten in so genannten Trockenannahmen, die meistens mit dem Schlepperfrontlader befüllt werden.

Abgestimmt auf die betriebliche Situation, wird jede Ration einmal oder mehrmals täglich frisch angemischt und die Rationen werden nacheinander zubereitet und ausgefüttert.

Tägliches mehrfaches portionsweises Anmischen von Futter

Eine Besonderheit stellt das portionsweise Anmischen kleiner Mengen mit dem so genannten Chargenmischer dar. Hier wird für jeden Trog oder Automaten, mehrmals täglich, gezielt einzeln angemischt und ausdosiert. Solche Anlagen arbeiten in der Regel - aufgrund des häufigen Anmischens - vollautomatisch. Dabei verfügt jeder Trogablauf über ein Ventil, das per Luftdruck oder elektrisch vom Fütterungsrechner angesteuert wird.

Diese Art der Fütterungstechnik ist besonders dann zu empfehlen, wenn viele verschiedene Phasen über eine Futterkette verabreicht werden sollen. Durch das gezielte portionsweise Anmischen je Ventil ist eine Auswertung der einzelnen Tröge oder Automaten möglich. Aufgrund der häufigen Anmischvorgänge ist die Störanfälligkeit allerdings höher im Vergleich zu den zuvor beschriebenen Varianten.

Futtertransport

Der **Transport von Futtermischungen** zu den Automaten bzw. Trögen erfolgt über Förderseile, Förderketten, Spiralen oder Druckluft (Spotmix).

Förderseile und Förderketten

Bei diesen Verfahren handelt es sich um Ketten oder Drahtseile mit oder ohne Kunststoffummantelung. Es werden auch Kunststoffseile angeboten, die über eine höhere Reißfestigkeit verfügen. An den Seilen befinden sich Mitnehmerscheiben aus Kunststoff, die der Futtermitnahme dienen und gleichzeitig den Antrieb der Seile unterstützen. Erhältlich sind

Seil- und Kettenförderer in verschiedenen Größen. Sie werden grundsätzlich als Endlos-Kreisläufe ausgeführt. Dabei kann die Länge des gesamten Rundlaufs bis zu 300 m betragen. Richtungsänderungen erfolgen über Bögen mit Umlenkrollen. Damit sind sie sehr flexibel einsetzbar. Mit steigender Anzahl an Umlenkungen nimmt jedoch die Beanspruchung zu und die maximal mögliche Länge ab. Aus diesem Grunde sollte versucht werden, möglichst wenige Umlenkungen in den Förderkreislauf einzubauen. Der Antrieb erfolgt über Antriebsstationen mit einem Getriebemotor. Je nach der Länge und Größe des Seils werden Motoren mit 0,75 – 1,5 kW verwendet. Die Förderleistungen liegen bei 0,5 – 2,5 t/h. Das Ausdosieren der Futtermischung auf das Förderseil erfolgt über eine Futterannahme, die mit einem *Absperrschieber* ausgerüstet ist. Ein Absperrn durch Schieber ist notwendig, wenn ein zweites Silo mit z. B. einer anderen Mischung über denselben Futterkreislauf ausdosiert werden soll. Für solche Fälle bieten die Firmen eine Seilzugtechnik für Schieber an, über welche diese je nach Bedarf geöffnet oder geschlossen werden.

Bei der Ausfütterung der Vormastmischung werden z.B. alle Ablaufschieber für die Endmastmischung geschlossen und umgekehrt bei Ausfütterung der Endmastmischung.

Ein Wechsel der Futtermischung am Ablauf erfolgt über ein Versetzen der Schieberstellung. Bei den meisten Anbietern wird dies über ein Festklemmen der Schieber an dem Drahtseil mittels einer Flügelmutter erreicht. Damit können bis zu vier verschiedene Mischungen über eine Futterkette laufen. Neben den über Seilzüge betätigten Phasenschiebern. In der Abbildung 7.4 werden speziell beim Einsatz von Portionsmischern auch elektrische oder pneumatische *Ventile* verwendet.

Trockenfütterung mit Phasenschieber

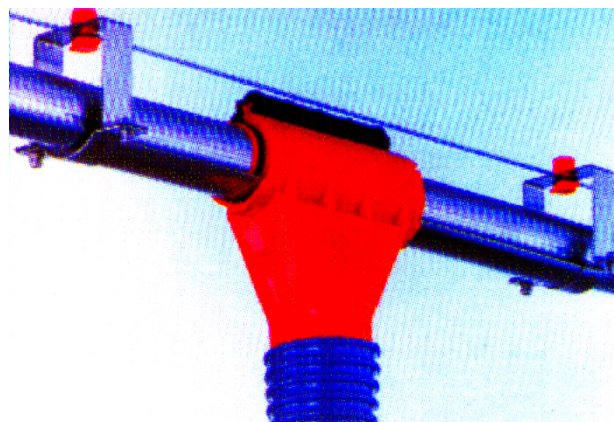


Abb. 7.4: Phasenschieber

Diese können individuell geöffnet oder geschlossen werden. Die weitaus häufigere Form der Phasenfütterung bei Trockenfütterungen erfolgt bislang über das Verlegen eines zweiten Futterkreislaufes. Dabei wird über den ersten Kreislauf die erste Mischung und über den zweiten Kreislauf die zweite Mischung verabreicht. Bei einer Futterumstellung am Ablauf wird das Futterrohr am Auslauf umgehängt und der Schieber des bisher geöffneten Futters wird geschlossen und der des anderen Kreislaufes geöffnet.

Spiralförderer

Spiralen werden vorwiegend auf geraden Strecken eingesetzt. Mit ihnen lassen sich aber auch über entsprechend weite Bogenführungen Richtungsänderungen vornehmen. Bei häufigen Richtungsänderungen sind sie jedoch nicht zu empfehlen. Besonders geeignet sind sie,

wenn feuchtkrümeliges Futter transportiert werden soll. Förderspiralen laufen in Kunststoff- oder verzinkten Eisenrohren mit Durchmessern von 38 – 76 mm. Der Antrieb erfolgt über Getriebemotoren, an deren Antriebswellen ein Spiralenende befestigt ist. Mit diesem Förder-system lassen sich Entfernungen von 80 - 90 m überbrücken. Sollen weitere Entfernungen mit einer Spirale zurückgelegt werden, sind zusätzliche Antriebsmotoren erforderlich. In der Praxis haben sich diese Lösungen jedoch als zu teuer im Vergleich zu Förderseilen erwiesen. Die Förderleistungen entsprechen in etwa denen der Förderkreisläufe bei gleichem Kraftaufwand von 0,75 – 1,5 kW. Eine Phasenfütterung erfolgt in der Regel über getrennte Spiralen. Sie ist aber auch über eine Spirale technisch möglich.

Spotmix

Einen anderen Weg geht die Firma Schauer mit ihrem System "Spotmix". Bei dieser Lösung wird das Futter zunächst trocken mit einem kleinen Chargenmischer je Ventil angemischt. Es können auch leicht feuchte Komponenten (z. B. CCM) verarbeitet werden. Nach dem Anmischen fällt die Futtermenge über eine Zellenradschleuse in ein Futterrohr und wird dann mit Hilfe der Luft eines Kompressors, der ca. 1 bar Leistung bringt, zu einem Ventilschieber gefördert. Dieser Schieber gibt den Weg des Futter zu einem Ventilkopf von jeweils vier Ventilen frei, die dann zu einzelnen Trögen führen. Gleichzeitig zu trockenem Futter wird an den Ventilen Wasser oder eine andere Flüssigkeit dem Futter zugemischt und dann zusammen mit dem Futter und dem Luftdruck des Kompressors zu den Trögen geblasen.

Der Vorteil dieses Systems liegt darin, dass die Förderwege mechanisch nicht belastet sind und dass sie durch den Lufttransport hygienisch in Ordnung sind. Futter kann sehr feucht, aber gleichzeitig nicht zu nass, wie es häufig bei Flüssigfutter der Fall ist, verabreicht werden. Dadurch, dass einzelnen Partien, bei sonst leerer Leitung, befördert werden, ist eine Phasenfütterung gut möglich. Wesentliche Nachteile der Anlage sind, dass die Förderwege auf ca. 200 m begrenzt sind, die Investitionskosten gegenüber einfachen Flüssigfütterungen höher sind und nicht alle Futterkomponenten verabreicht werden können.

7.2 Fütterungsautomaten bzw. Tröge in der Ferkelaufzucht und Schweinemast

Bei den Fütterungsautomaten hat sich in den letzten Jahren eindeutig die **Breiautomaten-Technik** durchgesetzt. Quertrogfütterung und Trockenautomaten spielen bei Neu- oder Umbauten kaum noch eine Rolle. Bei Breiautomaten befindet sich, im Gegensatz zum Trockenautomaten, die *Tränke* direkt über der Trogschale des Automaten. Dadurch können sich die Schweine das Futter beim Fressen anfeuchten. In der Praxis hat sich gezeigt, dass die *Futterverluste* gegenüber den Trockenautomaten in der Regel geringer sind. Breiautomaten bestehen aus einem Futtermittelsbehälter, einer Fressschale, oberhalb derer eine Tränke angebracht ist und einem Ausdosiermechanismus, über den sich die Tiere das Futter selbst zuteilen können. Die Tiere können dabei entweder über Rüttelmechanismen oder Abschiebeleisten Futter in die Trogschale dosieren. Die jeweilige Futtermenge wird dabei über die Begrenzung der Rüttel- oder Abschiebewege sowie über die Verengung der Ausdosieröffnung geregelt. Die Angebotspalette reicht dabei von Automaten mit nur einem Fressplatz bis hin zu solchen mit vier Fressplätzen. Das entspricht bei Sattfütterung und einem optimalen Tierbesatz von 1:7 bei Ferkeln oder 1:8 bei Mastschweinen einem Tierbesatz von 28 bis 32 Tieren pro Automaten.

Rohr-Breiautomaten

In den letzten 10 Jahre hat sich eine neue Generation von Breiautomaten neu etabliert: die so genannten **Rohr-Breiautomaten** (Abb. 7.5).

Ihre Vorteile gegenüber den zuvor üblichen Breiautomaten liegen

- in der verbesserten Übersichtlichkeit,
- in der größeren Bedienungsfreundlichkeit für die Tiere,
- in der höheren Futteraufnahme
- und nicht zuletzt sind sie, bezogen auf den Fressplatz, häufig deutlich preiswerter.

Das Grundprinzip der älteren Breiautomaten wird beim Rohrbreiautomaten beibehalten. Im Aufbau unterscheiden sie sich von den bisher üblichen Automaten durch die Futterschale. Als Beispiel kann der so genannte Plateau-Automat genannt werden. Bei einem *Plateau-Automaten* ist die Futterschale in zwei Bereiche unterteilt. Zum einen in die jeweils außen liegenden Wasserschalen und dem in der Mitte befindlichen, höher liegenden Futtertisch, der einem Plateau entspricht. Auf diesem Plateau steht ein Rohr mit einem Durchmesser von ca. 100 mm. Dieses Rohr entspricht zum Teil in Kombination mit einem Trichter dem Futternvorrat. Ein Ausdosieren des Futters wird dadurch erreicht, dass durch einen veränderbaren Abstand zwischen dem Rohr und dem Plateau ein Auslauf für das Futter geschaffen wird.



Abb. 7.5: Rohrbreiautomaten
Quelle: Baulehrschau LZ Haus Düsse

Über ein leichtes Verschieben des Rohres sind die Schweine in der Lage, um den Futterauslauf herum, Futter aufzunehmen. Über die Höhenverstellung des Rohres können die Futtermengen begrenzt und damit auch unnötige Futterverluste verhindert werden. Damit es nicht zum Verkleben des Futters im Auslauf kommt, bieten Firmen heute drehbare Manschetten für das untere Rohrende an, durch deren Drehbewegung dafür gesorgt wird, dass der Auslauf offen bleibt. Weiterhin werden Techniken angeboten, bei denen der Ausdosiermechanismus nicht direkt vom Tier erreicht werden kann. Hier erfolgt das Ausdosieren über Schiebermechaniken, die von den Tieren über Pendel oder Stößel indirekt betätigt werden. Von dort fällt das Futter meist in Rundschalen. Gegenüber den zuvor üblichen Breiautomaten liegt der Vorteil darin, dass ein solcher Ausdosiermechanismus für bis zu vier Fressplätze gleichzeitig ausreicht. Eingebaut werden diese Automaten bei kleineren Gruppen bis 20 Tieren in die Buchtentrennwand, damit der Automat von zwei Gruppen gleichzeitig genutzt werden kann. In Großgruppen ab 25 Tiere ist ein solcher Einbau nur möglich, wenn für eine ausreichende Anzahl von Fressplätzen gesorgt wird. Ansonsten ist der Automat in der Bucht so zu platzieren, dass er von den Schweinen gut zu erreichen ist und nach Möglichkeit gut vom Gang aus kontrolliert werden kann. Er sollte etwa 50 cm vom Gang abgesetzt werden. Hierdurch wird neben der einfachen Kontrolle eine maximale Standfläche für die Schweine am Automaten erreicht. Dieser Zwischenraum von 50 cm kann zum Anbringen zusätzlicher Tränken genutzt werden.

Rundtrog-Automaten und Rondomat

Neben dem standardmäßigen Einsatz von Spiralen sind wieder verstärkt auch **Rundtröge** wieder in praxi zu finden. Dabei kann es sich um Systeme mit Vorratstrichtern oder aber auch um ein direktes Ausdosieren mit vielen Futterzeiten handeln. Auch Rundtröge sollten mit Nippeltränken ausgestattet sein. Ein Rundtrogsystem das sich speziell für das Anfütern abgesetzter Ferkel gut eignet, ist der Rondomat (Abb. 7.6).

Ausgestattet mit einem motorbetriebenen Verteiler ist er in der Lage, aus dem Vorratsbehälter, kleine Mengen zu verteilen. Erreicht wird damit, dass den Tieren zum Beginn der Aufzucht stets frisches Futter in steuerbar kleinen Mengen angeboten wird. Zwischenzeitlich werden diese Automaten auch mit einer automatischen Befeuchtung des Futters im Trog angeboten. Über Sensoren kann so der Füllstand im Trog gemessen werden.



Abb. 7.6: Ferkelfütterung am Rondomat

Quelle: Firma Mannebeck

Quertrogfütterung

Bei der Trockenfütterung am **Quertrog** ist die Buchtenform und die Gruppengröße vorgegeben. Die Ausdosierung des Futters erfolgt durch Gewichtsdosierer (Abb. 7.7), die über einen Futterkreislauf oder Spirale befüllt werden.



Abb. 7.7: Trockenfütterung am Quertrog

Quelle: Firma IBO

Eine gleichmäßige Befüllung aller Fressplätze erfolgt über Fallrohre, die fächerförmig vom Dosierbehälter ausgehend zu jedem Fressplatz des Trogés führen. Der Trog selber ist in der Regel als Doppeltrog ausgelegt und wird von der gegenüberliegenden Bucht mitbenutzt. Neben der schlechten Platzausnutzung, die in erster Linie auf den hohen Troganteil zurückzuführen ist, treten weitere Probleme durch die häufig zu niedrigen, täglichen Zunahmen bei den Masttieren und durch Trogverschmutzung auf. Aus diesem Grunde werden Quertröge bei Neu- oder Umbauten nur noch selten eingebaut.

Seit einiger Zeit werden Sensortrogssysteme angeboten, die über einen Trockenfuttermittelvorrat verfügen, bei denen das ausdosierte Futter mittels Wasser in den bis zu mehrere Meter langen Trog gespült wird. Über den Sensor erfolgt die automatisierte Steuerung der Anlage.

Flüssigfütterungs-Anlagen

Der Einbau von **Flüssigfütterungs-Anlagen** ist besonders für solche Betriebe geeignet, die

- alle auf dem Markt erhältlichen Futtermittel einsetzen wollen oder sich diese Möglichkeiten offen halten wollen,
- lange Futterwege überbrücken müssen, die Fütterung aber von einer Futterzentrale aus erledigen möchten,
- kurz- oder mittelfristig eine Aufstockung des Bestandes am Standort planen.

Wie schon bei der Trockenfütterung erwähnt, hängt die Gestaltung und die Aufwendigkeit der Futterzentrale auch bei Flüssigfütterungen von der Anzahl der Futterkomponenten, deren Konsistenz (flüssig oder trocken) sowie von der Anzahl der Fütterungsphasen ab.

Der **Grundaufbau** einer Flüssigfütterungs-Zentrale besteht aus einem verwogenen Anmischbehälter, einem Frischwasservorrat, einer Pumpe, mehreren Silos oder Annahmen für Futterkomponenten, dem Steuerungscomputer und einem Kompressor zur Steuerung der Ventile. Zusätzlich wird ein Brauchwasser-Behälter installiert, wenn restlos-verfüttert wird. Dieses Wasser wird, vor Beginn der nächsten Fütterung, mit dem frisch angemischtem Futter aus dem Anmischbehälter in den Brauchwasser-Behälter gedrückt. Verwendet wird dieses Wasser anschließend zum Anmischen einer neuen Mischung.

Anmischbehälter

Der **Anmischbehälter** kann aus Stahlblech, Glasfaser verstärktem Kunststoff (GFK) oder aus V2A-Stahl gefertigt sein. Die Form der Behälter ist rund oder quadratisch und verengt sich nach unten hin, um ein möglichst vollständiges Entleeren sicherzustellen. Die *Größe des Behälters* ist abhängig von der Größe des Bestandes, der Fütterungstechnik (Quertrög oder Sensor), der Anzahl der Fütterungszeiten am Tag und den Fütterungsphasen. Während es bei der Quertrögfütterung wichtig ist, einen ausreichend großen Futtermittelvorrat anzumischen, ist bei der Sensorfütterung darauf zu achten, dass mit dem Behälter auch kleine Futtermengen sicher angemischt werden können. Ausgerüstet sind die Behälter mit einem *Rührwerk*, das es in unterschiedlichen Ausführungen gibt. Davon werden langsam laufende mit groß dimensionierten Rührflügeln angeboten, die sich besonders zum Anmischen von mehligem oder granulatartigen Futtermitteln eignen. Um ein Absetzen des Futters zu verhindern, laufen diese Flügel auch beim Ausfüttern weiter. Daneben werden speziell bei zur Verklumpung neigenden Futtermitteln wie CCM oder Brot schnell laufende Rührsysteme verwendet. Sie sorgen für eine sichere Zerkleinerung der Futterklumpen. Standardmäßig verfügen Anmischbehälter heute über eine automatische *Reinigungsvorrichtung*, die Wasser zum Beseitigen von anhaftendem Futter an den Behälterwänden mit hohem Druck versprüht. In der Praxis ist ein regelmäßiges Nachreinigen mit dem Hochdruckreiniger etwa jede Woche unerlässlich. In der Praxis weit verbreitet hat sich der Einbau von Säureneblern die nach der täglichen Behälterreinigung Säuren in kleinen Mengen fein vernebeln (Abb. 7.8).

Säurevernebelung für eine bessere Behälterhygiene

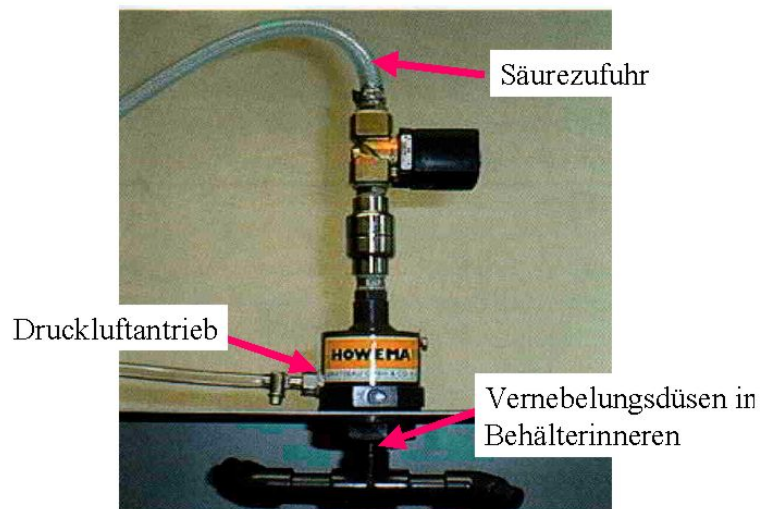


Abb. 7.8: Säurevernebelung für eine bessere Behälterhygiene
Quelle: Firma Howema

Damit soll die an der Behälterwand befindliche Keimflora in ihrer Entwicklung gehemmt werden. Hierfür muss der Behälter zum einen über eine automatische Deckelverriegelung verfügen und zum anderen sollte der Behälter, das Rührwerk und dessen Lager säurebeständig sein. Eine Entlüftung des Behälters nach Draußen ist ebenfalls notwendig. Von der Firma WEDA wird seit etwa zwei Jahren ein System angeboten, das mittels UV Lampen die Keimflora, nach der automatischen Reinigung, durch ständige Bestrahlung in deren Entwicklung hemmen soll (Abb. 7.9).



Abb. 7.9: UV-Lampe im Anmischbehälter
Quelle: Firma WEDA

Hier ist zum einen eine mindestens einmal tägliche Reinigung der Lampe notwendig ferner ist ein Schaltkontakt mit der Deckelöffnung notwendig um nicht selber der UV Strahlung ausgesetzt zu sein.

Pumpen

Mit Hilfe von **Förderpumpen** werden die flüssigen Futterkomponenten und das benötigte Wasser zum Anmischen in den Behälter und anschließend das fertige Flüssigfutter über Rohrleitungen in die Ställe zu den Ausläufen gepumpt. Zum Einsatz kommen hierfür im Wesentlichen drei Pumpenarten:

- Kreiselpumpen
- Schnecken-Exzenterpumpen
- Doppelkolbenpumpen.

Richtiges Anmischen

Um eine **homogene Mischung** zu erhalten, ist die Reihenfolge der Komponenteneinfüllung sehr wichtig. Nur so kann größeren Inhaltsstoffschwankungen vorgebeugt werden. Zum Beginn eines Anmischprozesses werden *flüssige Komponenten* wie Wasser, Molke, CCM oder Feuchtgetreide aus der Flüssigannahme in den Anmischbehälter gepumpt. Anschließend werden, mit Ausnahme der Mineralstoffe, alle *trockenen Futterkomponenten* über Schnecken eingefüllt. Dabei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die einzelnen Schnecken in ein größeres Fallrohr fördern zu lassen. So wird eine Störung des Anmischvorganges durch ein Verkleben der Schneckenausläufe verringert. Dieser eine Ablauf sollte jedoch regelmäßig von Hand gereinigt werden. In neueren Anlagen werden immer mehr standardmäßig pneumatisch gesteuerte Mehlklappen zum Verschließen des Mehlauslaufes installiert um einen hohen Hygienestatus zu erreichen. Denn aufsteigende Feuchtigkeit kann so nicht im Fallrohr zu Verklebungen mit Mikrobenwachstum führen. Erst zum Schluss werden die *Mineralstoffe* eingemischt. Damit wird sichergestellt, dass die schweren Mineralstoffe nicht auf den Behälterboden absinken, sondern sich gleichmäßig in der Mischung verteilen. Die fertige Mischung wird über die Förderpumpe in den Futterkreislauf gepumpt. Bei den **Rohren** der Futterkreisläufe handelt es sich um Kunststoffrohre mit einem Außendurchmesser von 50 bis 73 mm. In der Ferkelaufzucht wird beim Einsatz von Flüssigfutter mit Rohrdurchmessern von 20 bis 50 mm gearbeitet. Bei kürzeren Pumpwegen eignen sich 50er-Rohre, mit denen bis zu 200 m lange Futterkreisläufe beschickt werden können. Der Vorteil der kleineren Rohrdurchmesser ist in dem geringeren Futterinhalt der Rohre zu sehen. Dadurch fällt beim Restlosfüttern weniger Brauchwasser an. Für längere Pumpwege sollten 63-er Rohre verwendet werden. 73-er Rohre werden in der Praxis kaum noch eingebaut, weil ihr Futterinhalt zu groß ist. Die gleichen Grundsätze gelten für die Ferkelfütterung. Die **Futtermischdosierung** am Trog erfolgt heute fast ausschließlich automatisch über elektromagnetische Membranventile.

Flüssigfütterung am Quertrog oder Längstrog

Die Fütterung am Quertrog oder Längstrog ist bislang noch das Verfahren, der bei der Flüssigfütterung von Mastschweinen am meisten verbreitet ist. Die Futterverteilung erfolgt über Rohrbläufe, die in mehrere Ausläufe im Trog enden. Dadurch wird eine bessere Verteilung von Fließfutter mit einem höheren Trockensubstanzgehalt (>25 – 28% T) im Trog erreicht. Bei Troglängen von 4 m reichen in der Regel zwei Trogausläufe aus. Der zweite Auslauf entsteht durch den Einbau eines Y-Stückes in das Ablaufrohr zum Trog. Dabei sollte die Teilung immer erst im unteren Drittel des Ablaufes erfolgen. Um die Abläufe möglichst kurz zu halten, ist die Hauptfutterleistung am besten so zu verlegen, dass sie direkt über den Trog verläuft. Ein regelmäßiges Reinigen, z. B. nach jedem Durchgang empfiehlt sich besonders dann, wenn größere Hygieneprobleme in der Anlage vorhanden sind.

Für die Fütterung der tragenden Sauen im Wartestall, hat die so genannte Längstrogfütterung an Bedeutung gewonnen. Darunter fällt zum einen die Flüssigfütterung im Kastenstand. Hier werden je Fütterungsventil ca. 5 Sauen gefüttert. Aus diesem Grunde ist hier eine Sortierung der Sauen nach Kondition und Trächtigkeitszustand sehr wichtig. Zum anderen wird die Längstrogfütterung auch bei Gruppenhaltung zunehmend interessanter, weil die verbesserten Techniken eine gleichmäßigere Versorgung mehrerer Tiere leisten können.

Sensor-gesteuerte Flüssigfütterungs-Anlagen

Neben Rohrbreiautomatentechniken haben sich in den letzten 10 Jahren sensorgesteuerte Flüssigfütterungsanlagen sehr stark verbreitet. Vielen ist diese Fütterungstechnik unter der kurzen Bezeichnung **Sensorfütterung** bekannt (Abb. 7.10).



Abb. 7.10: Sensortrog

Als Ergänzung zu den bisher üblichen Flüssigfütterungs-Anlagen befinden sich bei sensor-gestützten Flüssigfütterungen in jedem Trog ein oder zwei Sensoren, über die der Füllstand der Tröge in individuell festgelegten Abständen vom Computer abgefragt werden kann. Da die Sensoren etwa 2 cm oberhalb des Trogbodens angebracht sind, ist der Sensor nicht in der Lage festzustellen, ob der Trog ganz leer gefressen ist oder ob noch ein gewisser Futterrest im Trog vorhanden ist. Denn die Sensorfunktion beruht, vereinfacht ausgedrückt, auf einer Strommessung. Haben die Sensoren Kontakt mit dem Futter, kann Strom fließen. Ist dieser Kontakt bei einem leeren Trog unterbrochen, fließt kein Strom und der Trog wird mit einer festgelegten Menge erneut befüllt. Dadurch kann man den Tieren ständig Futter vorlegen, was einer **Sattfütterung** entspricht. Die Tiere steuern mit ihrem Fressverhalten also selbst die Häufigkeit und Menge der Futtervorlage. Entscheidend dabei ist, dass das Futter immer mit hohem Frischegrad angeboten wird. Ein weiterer Vorteil dieser Fütterungstechnik besteht darin, dass etwa 75% der Troglänge eingespart werden kann und diese Fläche als Liegefläche genutzt werden kann.

Gleichzeitig hat sich gezeigt, dass über die Sattfütterung eine Flexibilität in der Gestaltung der Buchtenform und Gruppengröße möglich ist, wie dies auch beim Breiautomaten der Fall ist. Die *Länge des Troges* ist abhängig von der Anzahl der Tiere, die gefüttert werden sollen. In der Praxis hat sich ein Doppeltrog von 1,8 m Länge für 40 Tiere, oder als Einzeltrog für bis zu 20 Tiere, bewährt. Dabei sollte der Trog zur besseren Kontrolle etwa 50 cm vom Gang entfernt angebracht werden. Als Tröge können alle bisher üblichen Materialien eingesetzt werden. Tröge aus V2A-Stahl sind jedoch Standard.

7.3 Fütterungstechnik und Hygiene

Im Fließfutter finden Mikroorganismen wie Pilze, Bakterien und Hefen einen guten Nährboden und können sich stark vermehren. Ihre Entwicklung wird gefördert durch einen hohen pH-Wert und Temperaturen. Eine hohe Verkeimung des Futters führt zu unerwünschten Gärprozessen, bei denen es zur Bildung von Gasen und toxischen Stoffen kommen kann. Solche Vorgänge sind häufig der Grund für eine geringere Futteraufnahme und zum Teil auch für höhere Verluste im Stall. Um dieses zu vermeiden, müssen bereits zur Ernte Maßnahmen zum Schutz des Erntegutes getroffen werden. Dazu zählen:

1. Betriebsangepasste Konservierung des Getreides durch schnelle Trocknung oder mehr oder weniger Zugabe von Säuren, die das Wachstum von Hefen und anderen Mikroorganismen unterbinden sollen.
2. Möglichst kleine Anschnittflächen bei CCM und Feuchtgetreidesilos, sichergestellt durch einen schnellen Vorschub (= Winter > 10 cm / Sommer > 20 cm je Woche bei CCM).
3. Ein großzügiges Entfernen von verdorbenem Futter.
4. Regelmäßiges reinigen und desinfizieren von Vorratsilos und Lagerstätten.

Eine detaillierte Zusammenstellung von Maßnahmen enthält z. B. die Checkliste der LK NRW zur „Verbesserung des Hygienestatus bei Fließfuttereinsatz“.

Besonders an warmen Tagen muss auf die Qualität der Futterkomponenten und natürlich auch der einzelnen Futtermischungen geachtet werden. Vor allem bei feuchten und flüssigen Futtermitteln spielt der Grundsatz einer kurzen Bevorratung und einem schnellen verfüttern von Futtermischungen eine wichtige Rolle. Eine Stabilisierung der Futtermittel lässt sich durch die Zugabe von Säuren erreichen.

Ein weiterer wesentlicher Punkt zur Aufrechterhaltung eines hohen Hygienestatus, ist die Reinigung des Anmischbehälters, der Futterannahmen und der Brauchwasser- und Frischwassertanks. Um eine Reinigung durchführen zu können, müssen folgende Punkte erfüllt sein:

1. Die Fütterungsanlage sollte so angelegt werden, dass sie mit einem Hochdruckreiniger einfach gereinigt werden kann. Dazu ist eine räumliche Trennung der Futterlagerung und Elektronik von der Fütterungsanlage notwendig.
2. Der Raum der Fütterungszentrale sollte gefliest sein und am tiefsten Raumpunkt über eine Abfluss verfügen.
3. Brauchwasserbehälter sollten ebenerdig aufgestellt werden um sie optimal reinigen zu können.
4. Der Hochdruckreiniger sollte fest im Raum installiert sein.
5. Der Behälter sollte aus V2A Stahl gefertigt sein, da sich dieser durch eine dauerhaft glatte Oberfläche gut reinigen lässt und auch haltbarer gegenüber Säuren ist.

Literatur

Stalljohann G., Bunge J., Matthias J., 1999: Checkliste zum Hygienestatus im Fließfutter. Fachinfo der LK Westfalen-Lippe.

Kuhlmann K., Stalljohann G., Höne K., Orlowski K., 2002: Orientierungskurve zur optimalen Energieversorgung von Sauen.

Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, 2002: Rechenmeister der LWK Westfalen-Lippe, Schweinefütterung, S. 7

8 **Ökologische Schweinefleischerzeugung** (F. Weißmann, R. Bussemas, R. Oppermann, G. Rahmann)

Einleitung

Noch immer ist die ökologische Schweinehaltung vergleichsweise gering entwickelt. Nach Löser (2005) bewegen sich die Bestände in den letzten Jahren (2001 – 2004) mit relativ geringen Schwankungen in Größenordnungen von rund 7.500 produzierenden Sauen, 110.000 erzeugten Ferkeln sowie 135.000 erzeugten Mastschweinen. Der Fehlbetrag von rund 18% Ökoferkeln am Schlachtaufkommen wurde durch konventionell erzeugte Ferkel ausgeglichen. Nach wie vor beträgt der Anteil von ökologisch erzeugtem Schweinefleisch am bundesdeutschen Gesamtaufkommen nach vorsichtigen Schätzungen maximal rund 0,5%. Die Jahre 2005 und 2006 sind durch gewisse Nachfragesteigerungen gekennzeichnet, die jedoch das Gesamtbild nicht wesentlich verändern. Mit einer substanziellen Aufwärtsentwicklung der Erzeugerpreise ist nicht zu rechnen (ZMP, 2006). Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass auch die ökologische Schweinehaltung dem sog. Schweinezyklus unterworfen sein wird, was valide Zukunftsschätzungen nicht nur erschwert, sondern letztlich auch müßig erscheinen lässt. Bleibt festzuhalten, dass sich die ökologische Schweinehaltung auch auf Jahre hinaus in einer mehr oder weniger großen Nische bewegen wird. Das entbindet aber keinesfalls alle Beteiligten von den Anstrengungen, die Produktionsverfahren weiterzuentwickeln und vor allem zu verbessern. Dies gilt ganz besonders vor dem Hintergrund der Bestrebungen der nationalen Anbauverbände und der EU-Öko-Verordnung zur Umsetzung einer 100%igen Ökofütterung und Ökoherkunft der Tiere.

Grundsätze der ökologischen Schweinehaltung

Die ökologische Tierhaltung strebt eine nachhaltige, d.h. umweltschonende, tiergerechte sowie gesellschaftlich akzeptierte Produktionsweise an. Die EU-weit geltende EU-Öko-VO (=Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 einschließlich der Verordnung (EG) Nr. 1804/99) und die diese weiterentwickelnden Anbau Richtlinien der nationalen Öko-Verbände stellen das dazugehörige, verbindliche Regelwerk dar.

Erstere soll im Folgenden in ihren wesentlichen Kernaussagen ausschnittsweise näher vorgestellt werden:

- Die Tierhaltung erfolgt streng flächengebunden, d.h. ein Stickstoffäquivalent von 170 kg/ha/Jahr darf nicht überschritten werden. Daraus resultieren folgende Besatzstärken pro ha: 6,5 Sauen oder 74 Ferkel oder 14 Mastschweine oder 14 andere Schweine.
- Für die Stallhaltung sind Mindestvorgaben formuliert:
 - Allen Tieren ist in jedem Haltungsabschnitt Auslauf ins Freie zu gewähren (Ausnahme Mastschweine: Zum Mastende hin ist für bis zu 20% der Lebenszeit, aber max. 3 Monate kein Auslauf erforderlich).
 - Maximal 50% der Buchtenfläche dürfen perforiert sein.
 - Die Liegeflächen sind einzustreuen.
 - Der Auslauf darf nicht vollständig überdacht sein.
 - Beschäftigungs- und Wühlmöglichkeiten müssen zur Verfügung stehen.
 - Der Mindestflächenbedarf für Buchten (Stall + Auslauf) ist definiert (Tab. 8.1).
- Die Unversehrtheit der Tiere ist zu gewährleisten, d.h. das routinemäßige Kneifen oder Schleifen der Zähne sowie Kupieren der Schwänze ist verboten. Die Kastration ist dagegen erlaubt.
- Reinigungs- und Desinfektionsmittel dürfen nur gemäß einer Positivliste im Anhang der EU-Öko-VO verwendet werden.
- Die Futtermittel müssen aus ökologischer Erzeugung stammen, vorzugsweise vom eigenen Betrieb. Bei nachgewiesenen Engpässen ist in begrenztem Umfang der Einsatz

konventionell erzeugter Rationskomponenten möglich und zwar 15% bis 31.12.2006, 10% bis 31.12.2009 sowie 5% bis 31.12.2011.

- Geeignetes Raufutter muss ständig zur Verfügung stehen.
- Futtermittel und Zusatzstoffe dürfen nur gemäß einer Positivliste im Anhang II der EU-Öko-VO verwendet werden.
- Ferkel müssen mindestens 40 Tage mit Muttermilch versorgt werden (entspricht damit Mindestsäugezeit).
- Beim Einsatz von Medikamenten mit Wartezeit ist diese zu verdoppeln.
- Der Medikamenteneinsatz ist sehr streng und umfassend reguliert (vergleiche dazu Anhang I, Nr. 5ff der EU-Öko-VO). Werden z.B. Zuchtschweine mehr als dreimal pro Jahr bzw. Mastschweine mehr als einmal in ihrem Leben chemisch-synthetisch allopathisch bzw. antibiotisch behandelt, verlieren sie ihren Ökostatus. Dabei gelten aufeinanderfolgende mehrmalige Medikationen bei demselben Erkrankungsbild als eine Behandlung.
- Die Umstellung konventionell erzeugter Schweine ist nur für Zuchtzwecke erlaubt, wenn Tiere aus ökologischer Haltung nicht verfügbar sind, die zugekauften Tiere nicht mehr als 35 kg wiegen und eine Ausnahmegenehmigung der Kontrollbehörde des entsprechenden Bundeslandes vorliegt. Weitere (recht komplizierte) Ausnahmeregelungen zum Zukauf konventionell erzeugter Tiere sind im Anhang I, Nr. 3ff der EU-Öko-VO aufgeführt.
- Für Betriebe in der Umstellung von konventioneller auf ökologische Erzeugung gelten gesonderte Regelungen (s. Anhang I, Nr. 2ff der EU-Öko-VO). Die Umstellungsphase dauert 180 Tage.

Den Anhängen I – VIII der EU-Öko-VO in der jeweils gültigen Fassung sind die exakten Formulierungen zu entnehmen. Eine ausführliche Darstellung ist bei Rahmann (2004) zu finden.

Tab. 8.1: Mindestbuchtenflächen für Schweine nach EU-Öko-VO

	Stall [m²/Tier]	Auslauf [m²/Tier]
Eber	6,0	8,0
Sauen	2,5	1,9
Säugende Sauen mit max. 40 Tage alten Ferkeln	7,5	2,5
Ferkel älter 40 Tage bzw. bis 30 kg LM	0,6	0,4
Mastschweine bis 50 kg LM	0,8	0,6
Mastschweine bis 85 kg LM	1,1	0,8
Mastschweine bis 110 kg LM	1,3	(1,0)
Mastschweine > 110 kg LM	2,5	(1,9)

Ein weiterer wesentlicher Baustein der ökologischen Wirtschaftsweise stellt das Kontrollwesen dar. Dieses Instrument dient der Überprüfung der Einhaltung der Vorgaben seitens der EU-Öko-VO bzw. der nationalen Anbauverbände. Die damit einhergehende jährliche Kontrolle der Betriebe erfolgt durch eine amtlich zugelassene private Kontrollstelle, die ihrerseits der Überwachung durch die Behörden der Bundesländer und der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) unterliegt. Neben der Zertifizierung nach erfolgreicher Kontrolle ist auch das Sanktionswesen in diesem Zusammenhang geregelt (Rahmann, 2004).

Nur Betriebe, die rechtsverbindlich nach Standards der EU-Öko-VO 2092/91 einschließlich des Kontrollwesens wirtschaften, dürfen unter dem Begriff ökologisch bzw. biologisch vermarkten. Dies gilt auch für die Betriebe der amtlich zugelassenen nationalen Anbauverbände, welche neben den Standards der EU-Öko-VO 2092/91 darüber hinausgehende, verschärfende Verbandsregelungen erfüllen müssen.

Ökologische Fleischerzeugung

Die ökologische Schweinemast zeichnet sich im Vergleich zu den in hohem Maße standardisierten Verfahren der konventionellen Mast durch eine große Heterogenität hinsichtlich Haltung, Rassewahl und Fütterung aus. Dies resultiert letztlich aus der Vielfalt der Vermarktungswege und -ziele. Da diese Mannigfaltigkeit in ihrer Gänze hier nicht abgebildet werden kann, sollen einige wesentliche Grundsätzlichkeiten näher beleuchtet werden.

Marktentwicklung und Marktperspektive

Aus der Perspektive des Gesamtmarktes für ökologische Nahrungsmittel betrachtet, ist die Erzeugung von Bio-Schweinefleisch nur ein sehr kleines Segment. Der Fleischbereich gilt im Ökolandbau generell als unterentwickelt. Für die Erzeugung von Bio-Schweinefleisch trifft dies jedoch am stärksten zu (vgl. Oltersdorf 2003, S. 130). Noch bis 1999 lag die jährliche Öko-Schweinefleischerzeugung unter der Marke von 10 000 t (vgl. ZMP 2003, S. 177). In den Jahren 2000, 2001 und 2002 legte die Produktion zwar etwas kräftiger zu und erreichte im Jahr 2002 eine Menge von 15 400 t Bio-Schweinefleisch. Bis zum Jahr 2004 ging die Produktion jedoch wieder auf 14 000 t zurück (vgl. ZMP 2006, S. 223).

Der Markt für ökologisches Schweinefleisch ist nicht nur klein. Er hat in den letzten Jahren sehr deutliche Schwankungen nach oben und unten erlebt. Die Entwicklung der Produktionsmengen und der Nachfrage zeigt nicht das aus vielen anderen ökologischen Produktionsbereichen gewohnte Bild einer - von begrenzten Wachstumspausen unterbrochenen - alles in allem jedoch kräftigen Aufwärtsbewegung. Wir haben es mit einem Bereich zu tun, in dem durchaus für längere Zeit der Rückwärtsgang eingelegt werden musste, was im Besonderen auch für die Erzeugerpreise gilt. Im längerfristigen Trend gibt es zwar Wachstum. Dieses muss jedoch als moderat bezeichnet werden.

So ging die Nachfrage im Jahr 2000 und noch stärker im Jahr 2001 stark nach oben (von 2000 auf 2001 sogar um satte 50%), so dass 2001 von „deutlichen Angebotsengpässen“ die Rede war (ZMP 2004, S. 215). Doch schon Ende 2002 knickte die Nachfrage wieder ein, und es herrschte ein deutliches Überangebot. Die folgenden beiden Jahre sahen hauptsächlich ein starkes Überangebot und nur für kurze Zeiträume einen relativ ausgeglichenen Markt (vgl. ebenda, S. 216). Die Preise gingen in diesem Zeitraum generell nach unten. Erst ab Ende 2004 lässt sich wieder eine Veränderung des Basistrends feststellen.

Eine von R. Löser (die Ökoberater) durchgeführte Untersuchung gibt an, dass die Mäster die Erzeugung 2005 wieder auf 135 000 Mastschweine gesteigert haben. Nach dieser Quelle kann man für 2006 mit einer Gesamtzahl ökologisch erzeugter Mastschweine in Höhe von 170 000 rechnen (ebenda). Allerdings lag die Zahl der Mastschweine 2001 schon einmal bei 156 000 (vgl. ZMP 2003, S. 182).

Weitere Steigerungen der Nachfrage sind zu erwarten, weil mittlerweile auch der klassische LEH Bio-Schweinefleisch ordert - allerdings in begrenzten Mengen. Der Discounter Plus, der zur Tengelmann-Gruppe gehört, hat zum Beispiel Bio-Wurst in sein Angebot aufgenommen was allgemein als Signal gilt (vgl. ZMP 2006, S. 217). Bio-Schweinefleisch und aus Schweinefleisch gemachte Bio-Wurst werden jedoch auf absehbare Zeit Randsegmente bleiben. Dies gilt auch, wenn auch auf einem höheren Ausgangsniveau, für die Angebotspalette des Naturkostfachhandels, von Reformhäusern und von konventionellen Fleischereien.

Mit dem Eintritt in den konventionellen LEH verändern sich jedoch die Ansprüche an die Produktqualität. Der konventionelle Handel nimmt nur Partien mit einem hohen Muskelfleischanteil ab, und er verlangt neben einer kontinuierlichen Andienung große Partien mit einheitlicher Qualität (vgl. ÖKOMARKT Forum 18/2006, S. 2). Auf die ökologischen Schweinefleischerzeuger kommt deshalb nicht nur die Aufgabe zu, die entsprechenden Schlachtkörperqualitäten zu produzieren, sondern auch die Aufgabe, die Vermarktungs- und Logistikstrukturen den spezifischen Ansprüchen des LEH anzupassen.

Legt man diese Erfahrungen der Diskussion über die künftige Entwicklung des Bereichs zugrunde, dann wird die ökologische Schweinefleischerzeugung noch lange auf einem Nischeniveau verbleiben. Der Anteil für ökologisches Schweinefleisch an der Gesamtmenge des in Deutschland erzeugten Schweinefleisches wird für 2004 mit 0,34% (vgl. ZMP 2006, S. 237) angegeben. Er dürfte heute bei gut 0,5% liegen. Insofern ist das Erreichen eines Marktanteils von 1% bereits ein Ziel, das nur mittel- bis langfristig erreicht werden kann.

Es wird jedoch nur dann zu einer solchen Steigerung kommen, wenn große Verbrauchergruppen Bio-Schweinefleisch, Bio-Wurstwaren und alle anderen mit Hilfe von Bio-Schweinefleisch erzeugten Produkten einerseits einen hohen Qualitätsstatus zubilligen und wenn im Schnitt der Betriebe auf der anderen Seite Produktionsprozesse etabliert werden, die kostendeckend und nachfrageorientiert arbeiten. An diesen Fragen muss die Erzeugung in Zukunft stärker arbeiten.

Fütterung

Die Regelwerke des ökologischen Landbaus (und auch die zukünftigen Vermarktungsperspektiven) fordern eine bedarfsgerechte Fütterung. Deren Umsetzung verlangt die Kenntnis des Energie- bzw. Nährstoffbedarfes der Tiere, der Inhaltsstoffe in den Futtermitteln sowie des Futteraufnahmevermögens der Tiere. Eine bedarfsgerechte Fütterung hat grundsätzlich den Vorteil, dass sie Aspekte der Tiergesundheit, Umweltgerechtigkeit und Wirtschaftlichkeit in einen Gleichklang bringt. Diese Zusammenhänge sind in den entsprechenden vorangegangenen Kapiteln dargelegt worden. Der Vollständigkeit halber sei noch angemerkt, dass bei gleichem Leistungsniveau und gleicher genetischer Herkunft bei den Energie- und Nährstoffansprüchen keine Unterschiede zwischen ökologisch oder konventionell gehaltenen Tieren bestehen.

Der Bedarf seinerseits wird - wie ebenfalls bereits ausführlich beschrieben - ganz wesentlich vom Leistungsniveau (=Vermarktungsziel) beeinflusst. Es leuchtet unmittelbar ein, dass in den Nährstoffansprüchen ein deutlicher Unterschied besteht, ob Schlachtkörper mit Muskelfleischanteilen von mehr als 56%, 56% - 54% oder gar weniger erzeugt werden sollen.

Im Hinblick auf die Fleischerzeugung spielt das Verhältnis von Energie zu den limitierenden Aminosäuren eine herausragende Rolle. Und genau hier liegt im ökologischen Landbau das größte Problemfeld, während die Bedarfsdeckung bzw. Rationsgestaltung hinsichtlich Energie, Mineralstoffen, Spurenelementen und Vitaminen unproblematisch erscheint. Dafür verantwortlich sind die Begrenzungen der Zukaufmöglichkeiten bzw. Verfügbarkeiten von Futtermitteln mit einer entsprechenden (Roh-)Proteinqualität. Wobei das Problem deutlich verschärft wird, durch die Initiativen zur 100% ökologischen Fütterung bzw. dem Auslauf der Sonderregelungen zum Zukauf von Futtermitteln nicht ökologischer Herkunft. In der konventionellen Mast liegt mit Sojaextraktionsschrot eine Rationskomponente vor, die sich durch einen hohen Rohproteingehalt, ein günstiges Aminogramm und hohe Aminosäurenverdaulichkeiten auszeichnet und in geradezu idealer Weise zur Ergänzung bzw. Abrundung betriebseigener Futtrationen geeignet ist. Da Sojaextraktionsschrot in der ökologischen Fütterung ausdrücklich verboten ist, muss auf andere Eiweißfuttermittel zurückgegriffen werden.

Als Alternativen bieten sich Öko-Sojabohnen (unbedingt auf Toastung achten!) und Öko-Sojakuchen an. Allerdings sind diese relativ teuer und in ihrem Einsatz nicht ganz unumstritten, da sie in Deutschland höchstens im Süden begrenzt aus regionaler Öko-Erzeugung bereitstehen, ganz abgesehen von den Unwägbarkeiten der GVO-Problematik (GVO: Gen Veränderte Organismen). Verarbeitungsprodukte sind teilweise gut geeignet, stehen aber aus ökologischer Herkunft nur begrenzt zur Verfügung. Dies gilt besonders für Kartoffel-eiweiß, das sich für die Ergänzung betriebseigener Öko-Rationen sehr gut anbietet, aber aus ökologischer Herkunft schlechterdings nicht zur Verfügung steht und darüber hinaus teuer ist. Einen Überblick über alternative Eiweißträger im Vergleich zum Sojaextraktionsschrot gibt Tabelle 8.2.

Tab. 8.2: Vergleich von Sojaextraktionsschrot mit alternativen Eiweißfuttermitteln

Futtermittel	TM [%]	Rohprotein [%]	Lysin [%]	Met + Cys [%]	Try [%]
Sojaextraktionsschrot	87	48,0	3,01	1,44	0,62
Ackerbohne	87	26,0	1,66	0,50	0,22
Bierhefe	90	45,3	2,18	1,08	0,65
Erbse	87	20,0	1,50	0,50	0,20
Kartoffeleiweiß	92	67,6	5,21	2,48	0,99
Kürbiskernkuchen	90	59,6	2,28	2,11	0,51
Leinkuchen	90	32,6	1,25	0,65	0,63
Lupine, (süß, blau)	88	33,4	1,66	0,71	0,27
Lupine, (süß, weiß)	87	32,5	1,50	0,75	0,23
Maiskleber	91	62,0	0,75	1,65	0,30
Rapskuchen (10% Rfe)	91	32,0	2,16	1,79	0,45
Rapskuchen (17% Rfe)	91	27,0	1,85	1,50	0,41
Rapskuchen (23% Rfe)	91	22,5	1,52	1,26	0,32
Sojabohne (getoastet)	94	37,0	2,25	1,15	0,51
Sojakuchen	94	42,5	2,55	1,45	0,55
Sonnenblumenkuchen	91	36,7	1,26	1,49	0,43

(n. LfL, 2005 und Zollitsch et al., 2000)

Wie der Tabelle 8.2 zu entnehmen ist, sind die heimischen Körnerleguminosen Ackerbohne, Erbse und Lupine als hochwertige Eiweißquelle leider nur bedingt geeignet. Aufgrund relativ geringer Aminosäuregehalte und Verdaulichkeiten sind sie bei weitem keine direkte Alternative für Sojaprodukte.

Konkrete Beispiele für Rationsformulierungen in der ökologischen Schweinemast sind zu finden u.a. bei Bussemas (2006), LfL (2005) und Zollitsch et al. (2002). Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die dort aufgeführten Futterrationen mit ihren Inhaltsstoffen Beispielsrationen sind. Für die Übernahme in die Praxis stellen diese beispielhaften Rationszusammensetzungen nur ein Orientierungsgerüst dar. Exakte Rationsformulierungen müssen sich an den tatsächlichen Gehalten von Inhaltsstoffen in den verfügbaren Komponenten orientieren. Daraus leitet sich unmittelbar die Forderung nach Nährstoffanalysen bzw. entsprechend validen Datenbanken ab. Erst mit deren Hilfe ist eine rational untersetzte, erfolgsversprechende Rationsplanung möglich.

Wird auf eine 100%ige Ökomast verzichtet, wie dies zur Zeit die EU-Öko-VO und die deutschen Anbauverbände mit nennenswerter Schweineproduktion – z. B. Naturland, Biopark und eingeschränkt Bioland (bis 50 kg Lebendmasse) – noch erlauben, so lassen sich relativ problemlos mit Hilfe betriebseigener bzw. der in Tabelle 8.2 genannten Rationskomponenten bedarfsgerechte Mastrationen zusammenstellen, die auch durchaus für Muskelfleischanteile jenseits der 56%-Marke geeignet sind. Ohne auf nähere Details einzugehen, sei aber darauf hingewiesen, dass sich durch die Hereinnahme entsprechender Komponenten (vor allem Kartoffeleiweiß) die Ration verteuert, ganz abgesehen von der Problematik der aktuellen Verfügbarkeit.

Vor dem Hintergrund der Diskussion um die 100%ige Biofütterung werden in Tabelle 8.3 zwei mögliche Rationsvarianten vorgestellt (Weißmann et al., 2005). Die Varianten unterscheiden sich dadurch, dass einerseits für Vor- und Endmast neben den betriebseigenen Futterkomponenten (Getreide, Körnerleguminosen), regional verfügbare Verarbeitungskom-

ponenten (Sonnenblumenkuchen, Weizenkleie) sowie Importkomponenten (Sojaprodukte) in der Mischung enthalten sind, und andererseits eine Endmastration formuliert ist, die ausschließlich aus betriebseigenen Rationskomponenten besteht. Dabei ist von vorne herein von der betriebseigenen Endmastration ein gewisses Defizit hinsichtlich der schwefelhaltigen Aminosäuren zu erwarten. Die Vormastration wurde im Energie-Aminosäuren-Verhältnis so optimiert, dass das Muskelfleisch-Bildungsvermögen der Vormasttiere optimal genutzt werden kann.

Tab. 8.3: Futterration mit 100% Bio-Rationskomponenten (n. Weißmann et al., 2005)

		Vormast	----- E n d m a s t -----	
		betr. ¹ +reg. ² +imp. ³	Variante 1: betr. ¹ +reg. ² +imp. ³	Variante 2: nur betr. ¹
Wintergerste ¹	[%]	21	10	--
Winterweizen ¹	[%]	22	21	35
Winterroggen ¹	[%]	--	10	5
Triticale ¹	[%]	--	18	6
Weizenkleie ²	[%]	19	7	--
Sonnenblumenkuchen ²	[%]	--	5	--
Sojabohnen, getoastet ³	[%]	5	2	--
Sojakuchen ³	[%]	13	13	--
Ackerbohnen ¹	[%]	6	12	19
Erbsen ¹	[%]	12	--	19
Lupinen ¹	[%]	--	--	14
Mineralstoffe, Vit.-Vorm.	[%]	2	2	2
Umsetzbare Energie, ME ⁴	[MJ/kg]	13,0	13,1	12,7
Rohprotein ⁴	[g/kg]	176	175	180
Lysin ⁴	[g/kg]	9,3	8,1	9,1
Methionin ⁴	[g/kg]	2,3	2,4	1,8
Methionin + Cystin ⁴	[g/kg]	5,4	5,4	4,7

¹ betr.: betriebseigene Komponente; ² reg.: regionale Komponente ³ imp.: importierte Komponente

⁴ bezogen auf die Originalsubstanz mit 89% Trockenmasse

Die Rationsalternativen in Tabelle 8.3 lassen sich wie folgt charakterisieren:

- Gemäß der Rezepturvorgaben zur Endmast sollten pro kg Futter rund 12,5 MJ ME, 17,0 g XP, 8,5 g Lysin sowie in Variante 1 rund 5,4 g Methionin+Cystin und in Variante 2 rund 4,5 g Methionin+Cystin enthalten sein. Diese Vorgaben wurden nicht exakt erreicht. Der absolute Lysingehalt ist in Variante 1 mit 8,1 g/kg deutlich niedriger als in Variante 2 mit 9,1 g/kg. In den DLG-Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Mast-schweinen mit einer durchschnittlichen Tageszunahme von 800 g werden im Mittel (entspricht dem Gewichtsabschnitt von 50 kg – 60 kg LM) 0,69 g Lysin je MJ ME ausgewiesen (DLG, 2002). Da der Energiegehalt in Variante 1 sehr hoch liegt, unterschreitet das Lysin-Energie-Verhältnis mit 0,62 g Lysin je MJ ME die DLG-Vorgabe, dagegen übertrifft die Variante 2 durch den geringeren Energiegehalt die DLG-Vorgabe mit 0,72 g Lysin je MJ ME geringfügig. In Variante 1 ist das Aminogramm allerdings ausgewogener. Laut DLG-Empfehlungen sollte der Anteil der schwefelhaltigen Aminosäuren auf den Lysingehalt bezogen bei 60% liegen (DLG, 2002). In Variante 1 wird er mit 67% überschritten, in Variante 2 mit 52% dagegen unterschritten. Darüber hinaus sollte der Methioninanteil von der Summe der schwefelhaltigen Aminosäuren mindestens 50% betragen. Während Variante 1 immerhin 44% erreicht, beträgt in Variante 2 der Anteil nur 38%. Es zeigt sich, dass Anteile an Körnerleguminosen von rund 50% zwar die erst-

limitierende Aminosäure Lysin ausreichend bereitstellen, nicht aber die schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystin.

Bei der Rationsgestaltung mit ausschließlich ökologisch erzeugten Rationskomponenten fällt auf, dass zur Erreichung einer selbst marginalen Aminosäurenversorgung hohe Rohprotein-gehalte von rund 17% - 18% in Kauf zu nehmen sind (Tab. 8.3). Der damit einhergehende N-Überschuss in Kot und Harn kann im ökologischen Landbau sinnvoll genutzt werden. Dazu ist aber ein Wirtschaftsdünger-Management notwendig, welches die Bewahrung des Stickstoffs und seine anschließende pflanzenbauliche Verfügbarkeit gewährleistet. Darüber hinaus springt ins Auge, dass in der hofeigen gefütterten Endmastgruppe ein Körnerleguminosenanteil von 52% zu verzeichnen ist (Tab. 8.3), d.h. in der Gesamtmastration ein Anteil von rund 35%. Letzterer lässt sich noch aus der betriebseigenen Fruchtfolge bereitstellen.

Die Ergebnisse der Überprüfung der Rationen an Mastschweinen einer (semi)intensiven Genetik vom Typ (P_{INN}xHa)x(DExDL) sind der Tabelle 8.4 zu entnehmen.

Tab. 8.4: Ergebnisse zur Mast- und Schlachtleistung nach 100%-Bio-Fütterung
(n. Weißmann et al., 2005)

Tiere (Sauen / Böрге), n	Vormast + Variante 1 30 (15 / 15)		Vormast + Variante 2 30 (15 / 15)	
	Mittelwert	Streuung	Mittelwert	Streuung
Mastanfangsgewicht, kg	22,1 ^a	3,4	22,1 ^a	3,2
Mastendgewicht, kg	117,2 ^a	2,6	117,4 ^a	2,9
Masttagszunahmen, g/Tag	831 ^a	91	835 ^a	83
Futterverwertung, kg/kg	2,81 ^a	0,1	2,93 ^a	0,1
Schlachtgewicht (warm), kg	90,2 ^a	3,0	89,6 ^a	2,6
Fleisch-Fett-Verhältnis, 1:	0,36 ^a	0,08	0,40 ^b	0,07
Muskelfleischanteil (Bonner Formel), %	56,4 ^a	2,4	55,2 ^b	1,9
pH ₄₅ (Kotelett)	6,5 ^a	0,2	6,5 ^a	0,2

^{a, b} Mittelwerte einer Zeile mit nicht gleichen Hochbuchstaben differieren signifikant ($p < 0.05$)

Die Mastleistung zeichnet sich durch sehr hohe Tageszunahmen sowie eine vorzügliche Futterverwertung aus und lässt sich zwischen beiden Varianten statistisch nicht absichern (Tab. 8.4). Das deutliche Methionindefizit in Variante 2 hat sich also nicht negativ bemerkbar gemacht. Die Hauptwachstumsphase war begleitet von hohen Temperaturen (35°C). Trotzdem konnte mit 2,3 kg (Variante 1) bzw. 2,4 kg (Variante 2) je Tier und Tag eine hohe mittlere tägliche Futteraufnahme erreicht werden. Heu wurde als Grundfutter zusätzlich aufgenommen. Der hohe Leguminosenanteil hat somit nicht verzehrsmindernd gewirkt. Der Einsatz von importiertem Bio-Soja in der Endmast bringt hinsichtlich der Mastleistung weder Vor- noch Nachteile.

Hinsichtlich der Schlachtkörperqualität zeigt Tabelle 8.4, dass die Variante 1 im Fleisch-Fett-Verhältnis und Muskelfleischanteil der Variante 2 signifikant überlegen ist. In beiden Varianten sind die erzeugten Muskelfleischanteile als gut einzustufen (neue Bonner Formel entspricht rel. exakt der FOM-Messung). Es bleibt festzuhalten, dass das geringere Angebot an schwefelhaltigen Aminosäuren, insonderheit an Methionin, in der Endmast zu einem verminderten Proteinansatz führt.

Die Momentaufnahme zur Wirtschaftlichkeit (Überschuss über die Ferkel-Futter-Kosten) ergab, dass der Verzicht auf Importfuttermittel das Futter zwar verbilligte, der Muskelfleischanteil allerdings niedriger ausfiel. Dies führte trotz geringerer Futterkosten zu einer schlechteren Wirtschaftlichkeit der Variante 2 mit einer Einbuße im Überschuss über die Ferkel-Futter-Kosten von -1,29 € je Schwein im Vergleich zur Variante 1.

Zur Fütterung kann zusammenfassend gesagt werden, dass

- sich die Rationsformulierung hinsichtlich wirtschaftlicher Mastleistungen und marktfähiger Schlachtleistungen im ökologischen Landbau ungleich schwieriger als in der konventionellen Mast gestaltet. Dies liegt vornehmlich daran, weil der Zukauf entsprechender Rationskomponenten verboten bzw. deutlich eingeschränkt ist. Dies gilt vor allem für das Soja-Extraktionsschrot bzw. die synthetisch hergestellten essentiellen Aminosäuren, die eine problemlose Optimierung des Energie-Aminosäuren-Verhältnisses bzw. eine Absenkung hoher Rohproteingehalte in der Ration zulassen würden. Aber auch andere wirkungsvolle Komponenten – wie z.B. Kartoffeleiweiß – drohen durch die vor allem von einzelnen Verbänden geförderte Beschränkung auf Futtermittel 100% ökologischer Herkunft verloren zu gehen, weil so nicht verfügbar;
- vor diesem Hintergrund immer wieder darauf verwiesen werden muss, dass in der Vermarktung Schlachtkörperqualitäten eingefordert werden sollten, die den Systemgrenzen des ökologischen Landbaus entsprechen. Diese bewegen sich natürlicherweise in einem Bereich von 54% - 56% Muskelfleischanteil. Allerdings driften hier die Marktentwicklungen deutlich auseinander. Während in der ab-Hof-Vermarktung und in begrenztem Umfang in der regionalen Vermarktung Schlachtkörper abgesetzt werden können, die sich eher am unteren Rand der genannten Spanne bewegen, steuern einzelne Initiativen innerhalb der überregionalen Vermarktung Muskelfleischanteile deutlich jenseits der 56%-Marke an (Reinking, 2003; Sonntag, 2004), die nur mit Intensivgenetiken erreichbar sind. Die Firma TEGUT in Fulda setzt dagegen ganz bewusst auf Schlachtkörperqualitäten innerhalb der o.g. Spanne (Euen, 2006). Darüber hinaus werden verbindliche Vorgaben hinsichtlich einer semiintensiven Genetik in Form (HaxDu)x(DExDL) gemacht;
- diese große Vielfalt in den Rahmenbedingungen der ökologischen Schweinemast (u.a. Vermarktungsziel Muskelfleischanteil, Genetik, verfügbare Rationskomponenten) zwangsläufig zu einer ebenfalls großen Vielfalt in der Rationsgestaltung im Vergleich zur konventionellen Schweinemast führt.

Abschließend sei angemerkt, dass Tober et al. (2005) einen sehr informativen und lesenswerten Einblick in die ökologische Schweinefütterung (und -haltung) geben.

Rassewahl

Je mehr die Schlachtkörperqualität (=Muskelfleischanteil) im Zentrum der Vermarktung steht, desto ausgeprägter ist der Zugriff auf moderne, fleischreiche Genotypen. Dies gilt umso deutlicher, je geringer die Rationsgestaltung (absolute Höhe der begrenzenden Aminosäuren und deren Verhältnis zum Energiegehalt in der Ration) das Proteinansatzvermögen der Masttiere unterstützen kann. Diese Tendenz ist mit dem weitverbreiteten Einsatz von Endstufenebern der Rasse Pietrain (Pi) in der ökologischen Schweinemast unverkennbar. Wobei unbedingt zu beachten ist, dass nur Pi-Eber im NN-Typ zum Einsatz kommen. Dabei handelt es sich um stresssanierte Linien, die im MHS-Genotyp (malignes Hyperthermie-Syndrom) reinerbig negativ (NN) sind, also nicht mehr die genetische Veranlagung zu dem schwerwiegenden Fleischmangel PSE in sich tragen. Das Problem beim Einsatz von Pi_{NN}-Ebern besteht allerdings darin, dass diese eine etwas geringere Fleischfülle vererben als diejenigen, die im MHS-Genotyp mischerbig (NP) oder gar reinerbig positiv (PP) sind. Daher kann gerade in der ökologischen Schweinefleischerzeugung die Versuchung groß sein, eine mangelhafte Futtergrundlage mit Masttieren zu kompensieren, die über ein deutlich ausgeprägtes Muskelfleisch-Bildungsvermögen verfügen. Die Gefahr der damit einhergehenden, wieder auftretenden PSE-Probleme ist offensichtlich. Die ökologische Schweinefleischerzeugung darf aber solche Entwicklungen nicht zulassen, will sie sich zu einem zukunftsorientierten, nachhaltigen Produktionszweig entwickeln.

Werden mittlere, „öko-angepasste“ Schlachtkörperqualitäten im Bereich von 54% - 56% bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Fleischqualität in Form höherer intramuskulärer Fettgehalte angestrebt, so geschieht dies derzeit am sinnvollsten durch den Einsatz von entsprechenden Endstufenebern der Genetik Duroc (Du) und Hampshire (Ha), wenn sie z.B. an die

leistungsstarke Standardkreuzung DE x DL auf der Mutterseite angepaart werden (Tab. 8.5). Beim Ha-Eber ist zu beachten, dass durch seine besondere genetische Ausstattung, dem sog. Hampshire-Effekt, die Kochschinkenausbeute geringer ausfallen kann mit entsprechenden ökonomischen Einbußen.

Tab. 8.5: Schlachtleistung ausgewählter Endstufeneber (n. Fischer et al., 2000)

Väterliche Genetik	IMF ¹ [%]	Tropfsaftverlust ² [%]	Saftigkeit [Punkte ³]	Zartheit [Punkte ³]	Aroma [Punkte ³]	Fleischfläche ⁴ [cm ²]	Fettfläche ⁴ [cm ²]	MFA ⁵ [%]
Du	2,1	1,2	3,7	4,2	3,7	48,4	23,7	52,4
Ha	1,6	1,4	3,7	3,9	3,4	52,7	22,3	53,9
Pi-NN	1,4	1,5	3,5	3,8	3,3	52,1	21,0	54,6
Pi-PP	1,2	2,4	3,3	3,4	3,2	55,1	19,3	55,9

¹ Intramuskulärer Fettgehalt (IMF) im Rückenmuskel (M.I.d.), ² 24 - 48 Stunden nach der Schlachtung (M.I.d.), ³ 1=schlechteste Bewertung, 6=beste Bewertung (M.I.d.), ⁴ M.I.d., ⁵ Muskelfleischanteil (MFA) gemessen mit Ultraschallgerät HGP4 (etwas niedrigere Werte als bei FOM-Klassifizierung)

Die Ergebnisse in Tab. 8.5 zeigen, dass die intramuskulären Fettgehalte erwartungsgemäß gegenläufig zu den Muskelfleischanteilen verlaufen. Während also die Schlachtkörperqualität wie erwartet abnimmt, verbessert sich die Fleischqualität. Die Duroc-Herkünfte weisen die geringsten Tropfsaftverluste auf, während die magerfleischreichen, nicht stressstabilen Pi_{PP}-Herkünfte doppelt so hohe Tropfsaftverluste zeigen. Allerdings bedeuten diese Tropfsaftverluste noch keine PSE-Abweichung. Das noch tolerierbare Ergebnis des Pi_{PP}-Vaters ist auf die positiv wirkende Sauengrundlage zurückzuführen. Die Einstufung der Verzehrsqualität folgt eindrucksvoll dieser Reihung. Duroc- und Hampshire-Väter erbringen bei Saftigkeit, Zartheit und Aroma, synchron zur intramuskulären Fetteinlagerung, die besten Sensorikergebnisse. Dabei zeigt sich auch bei diesem Datenmaterial, dass die Unterschiede in der Punktbewertung zwar gering ausfallen, in ihrer Auswirkung auf die Verzehrsqualität aber trotzdem deutlich wahrnehmbar sind.

Kommen z.B. im Rahmen einer ab-Hof-Vermarktung auf der Mutterseite alte Rassen wie z. B. Sattelschweine (Angler Sattelschwein, Schwäbisch-Hällisches Schwein) oder Bunte Bentheimer zum Einsatz, kann zur Erzeugung der Mastendprodukte als Kompromiss zwischen Schlachtkörper- und Fleischqualität ein stressstabiler Pi_{NN}-Eber gewählt werden. Auf den Einsatz reinerbig stressempfindlicher Pi_{PP}-Väter, aber auch mischerbig stressstabiler Pi_{NP}-Eber muss auf Grund der Zuchtgeschichte der Muttergrundlage auf jeden Fall verzichtet werden. In diese wurde bis in die jüngste Vergangenheit immer wieder die Rasse Pietrain in Form unterschiedlichster Linien eingekreuzt. Das führt noch heute zu unerwünschten Fleischmängeln bei den entsprechenden Kreuzungsnachkommen.

Haltung

Ziel der Aufstallungssysteme ist eine Optimierung der baulichen Gestaltung hinsichtlich der biologischen Ansprüche der Tiere sowie den ökonomischen, arbeitswirtschaftlichen und hygienischen Anforderungen des Landwirtes. Dafür gibt es eine Reihe von Lösungsvorschlägen für Neu- und Altbauten. Deren gemeinsamer Nenner besteht darin, dass

- das Stallinnere sauber, trocken und eingestreut sein (evtl. versehen mit einer umwandeten und überdachten Schutzhütte) und auch der Fütterung dienen soll. Dieser Bereich soll ein Minimum an Handarbeit – je nach Art der Futtevorlage und Strohausbringung – nach sich ziehen;
- der Auslauf dem Koten und Harnen dient und maschinell entmistet werden kann.

Diese Zielvorgaben können problemlos erfüllt werden, wenn ein paar grundlegende Prinzipien beachtet werden: Um zu erreichen, dass nur im Auslauf gekotet und geharnt wird, muss

dort die Tränke installiert werden und nur an den Trenngittern ein Tierkontakt zu den benachbarten Buchten möglich sein. Da die Schweine diese einzige Kontaktstelle zur Revierabgrenzung nutzen, fallen in diesem Bereich hauptsächlich die Exkremente an. Dies kann zusätzlich befördert werden, wenn die Installation der Tränke Richtung Mitte der Bucht (an der Außenbegrenzung) erfolgt, da das direkte Umfeld der Tränke von den Tieren sauber gehalten wird. Innerhalb des Stalles sind die Buchtenwände bis über Tierhöhe absolut dicht zu gestalten, so dass der Tierkontakt unterbunden wird. Der Übergang vom Stallinneren zum Auslauf sollte aus Gründen der Klima- bzw. Temperaturführung im Tierbereich mit robusten Streifenvorhängen versehen sein. Die darüber liegende Wand kann massiv oder per Space-board bzw. Windnetz ausgeführt sein. Zur Betriebssicherheit in den Frostperioden muss das Tränkesystem im beheizbaren Umlaufverfahren gestaltet werden. Die Fütterungseinrichtungen, in den Ökobetrieben i.d.R. auf Trockenfütterung basierend, werden in der Bucht im Stallinneren installiert. Die Futtevorlage kann händisch oder automatisiert erfolgen.

Mit z. B. dem BAT-Kistenstall (Abb. 8.1) steht eine gut funktionierende, kostengünstige Lösung zur Verfügung, die sowohl die tierischen als auch menschlichen Ansprüche optimiert (Bussemas, 2005).

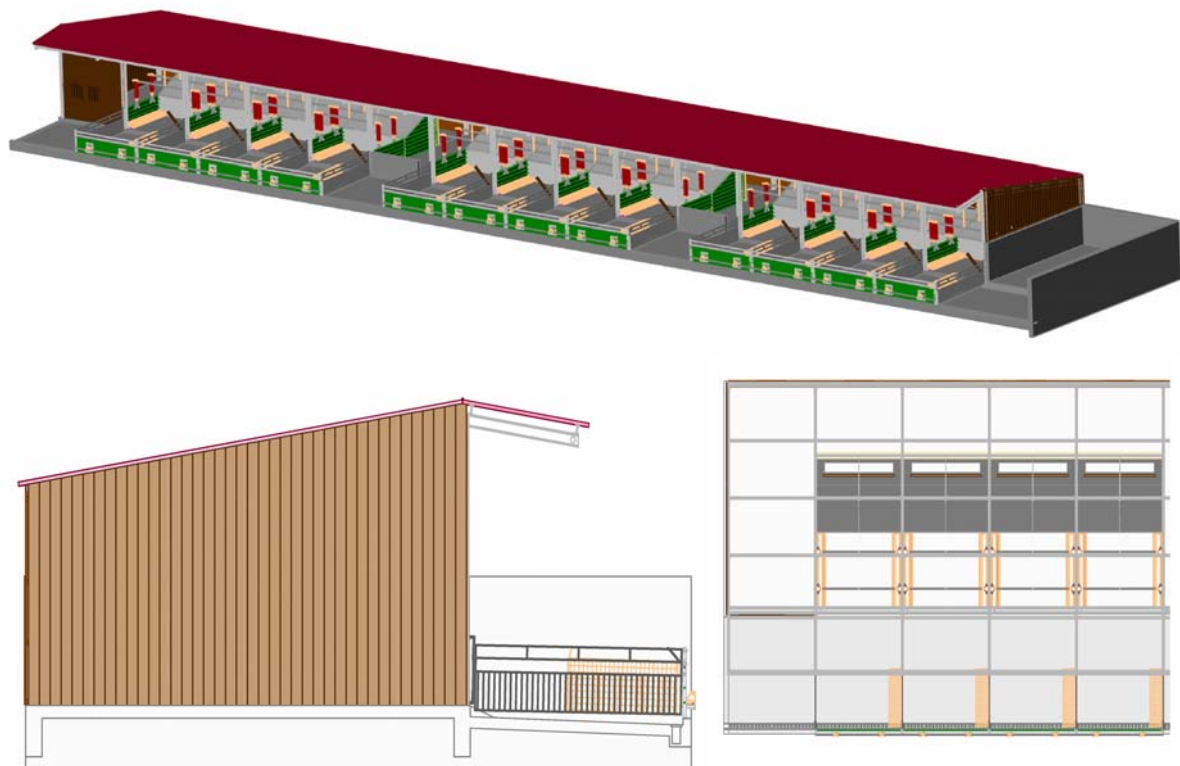


Abb. 8.1: Der BAT-Kistenstall mit 3x60 Mastplätzen, automatisierter Fütterung, für abteilweisen Rein-Raus-Betrieb (Bussemas, 2005)

Der Vorteil des BAT-Kistenstalls liegt darin, dass der geschützte Tierbereich (Kiste) zusätzlich die Sauberkeit außerhalb des Auslaufes fördert und an die Bauhülle nur minimale Anforderungen zu stellen sind. Damit kann dieses System in Richtung Offenfrontstall bis hin zu einer ganz extensiven Baulösung entwickelt werden, die nur noch eine pultdachähnliche Überdachung vorsieht.

Besteht bereits eine klassische Bauhülle, so kann im Innern auch auf die Kiste verzichtet werden. Dann sollte allerdings der Übergang vom Innenraum in den Auslauf oberhalb des mit Streifenvorhängen versehenen Tierbereiches so beschaffen sein, dass eine angemessene Klimaführung im Stallinneren möglich ist.

Die reine Freilandhaltung spielt in der ökologischen Schweinehaltung in Deutschland nur eine sehr untergeordnete Rolle. Daher wird auf dieses Verfahren nicht näher eingegangen. Anregungen sind zu finden z.B. bei Sundrum and Weißmann (2005).

Literatur

- Bussemas, R. (2005): Planungsdaten für einen Kistenstall. Kontakt über www.bat-witzenhausen.de oder www.fal.de oder Anschrift im Autorenverzeichnis dieses Heftes
- Bussemas, R. (Hrsg.) (2006): Ökologische Schweinehaltung - Praxis, Probleme, Perspektiven. Bioland Verlags GmbH, Mainz und Stiftung Ökologie und Landbau (SÖL), Bad Dürkheim, ISBN-10: 3-934239-22-6 bzw. ISBN-13: 978-3-934239-22-7
- DLG (2002): DLG-Futterwerttabellen (Schweine). DLG-Verl. Frankfurt, ISBN 3-7690-0484-1
- Euen, S. (2006): persönliche Mitteilung
- Fischer, K., M. Reichel, J.-P. Lindner, M. Wicke und W. Branscheid (200): Einfluss der Vater-tierrasse auf die Verzehrsqualität von Schweinefleisch. Arch. Tierz. 43, 477 - 485
- LfL (Hrsg.) (2005): Fütterungsfibel Ökologische Schweinehaltung. LfL-Information. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising-Weihenstephan (www.LfL.bayern.de)
- Löser, R. (2005): Bioschweinefleisch in Deutschland – Übersicht der Marktstrukturen. In: Weißmann, F. (Hrsg.): 4. internationale Tagung Ökologische Schweinehaltung - Nische oder Wegweiser? Gemeinsame Tagung von Bioland e.V., Die Ökoberater, Naturland e.V., Institut für Ökologischen Landbau der FAL; 31. Januar u. 1. Februar 2005 in Petersberg bei München; Tagungsband [CD-ROM]: Trenthorst - Institut für ökologischen Landbau der FAL, www.organiceprints.de
- ÖKOMARKT Forum (2006): Zitiert nach 15. Jahrgang, Ausgabe 18 (Hrsg.: ZMP, Bonn)
- Oltersdorf, U. (2003): Entwicklungstendenzen bei Nahrungsmittelnachfrage und ihre Folgen. Berichte der Bundesforschungsanstalt für Ernährung - BFE, Karlsruhe
- Rahmann, G. (2004): Ökologische Tierhaltung. Eugen Ulmer, Stuttgart. ISBN: 3-8001-4473-5
- Reinking, H. F.-W. (2003): Biofleischkonzepte im Vergleich. In: Löser, R., U. Schumacher und F. Weißmann (Hrsg.): 2. internationale Tagung zur Ökologischen Schweinehaltung - Markt und Produktion in der ökologischen Schweinehaltung, 26./27. Februar 2003 in Fulda, Tagungsband: Die Ökoberater - Mücke bei Fulda; Trenthorst - Institut für ökologischen Landbau der FAL
- Sonntag, T. (2004): Vermarktungskonzepte für Naturlandschweine. In: Weißmann (Hrsg.): 3. internationale Schweinetagung – die Zukunft der ökologischen Schweinehaltung. Gemeinsame Tagung von Bioland e.V., Die Ökoberater, Naturland e.V., Institut für Ökologischen Landbau der FAL; 16. u. 17. Feb. 2004 in Haus Düsse; Tagungsband [CD-ROM]: Trenthorst - Institut für ökologischen Landbau der FAL
- Sundrum, A. and F. Weißmann (eds) (2005): Organic pig production in free range systems. Landbauforschung Völkenrode SH 281
- Tober, O., W. Matthes, A. Pripke und B. Thom (2005): Ökologische Schweineerzeugung - Ein Leitfaden. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Dummerstorf

- Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel (Stand Juni 2006) - EU-Öko-VO
- Verordnung (EG) Nr. 1804/99) des Rates vom 19. Juli 1999 zur Einbeziehung der tierischen Erzeugung in den Geltungsbereich der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel (Stand Juni 2006)
- Weißmann, F., H.-W. Reichenbach, A. Schön und U. Ebert (2005): Aspekte der Mast- und Schlachtleistung sowie Wirtschaftlichkeit bei 100% Biofütterung. In: Heß J, Rahmann G (eds) Ende der Nische: Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005. Kassel: kassel university press, pp 383-386
- ZMP (Hrsg.) (2003): Ökomarkt Jahrbuch 2003 – Verkaufspreis im ökologischen Landbau. Materialien zur Marktberichterstattung (Band 44), Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH Bonn
- ZMP (Hrsg.) (2004): Ökomarkt Jahrbuch 2004 – Verkaufspreis im ökologischen Landbau. Materialien zur Marktberichterstattung (Band 51), Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH Bonn
- ZMP (Hrsg.) (2006): Ökomarkt Jahrbuch 2006 – Verkaufspreise im ökologischen Landbau. Materialien zur Marktberichterstattung (Band 60), Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH Bonn
- Zollitsch, W., E. Wagner und S. Wlcek (2002): Ökologische Schweine- und Geflügelfütterung. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, ISBN: 3-7040-1915-1
- Zollitsch, W., S. Wlcek, T. Leeb und J. Baumgartner (2000): Aspekte der Schweine- und Geflügelfütterung im biologisch wirtschaftenden Betrieb. 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung (06.-08.06.2000), Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-Irdning, zitiert nach: Tober, O., W. Matthes, A. Priepke und B. Thom (2005): Ökologische Schweineerzeugung – Ein Leitfad. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Dummerstorf

9 Krankheiten und Tierärztliche Bestandsbetreuung (H. Nienhoff und J. Harlizius)

9.1 Vorbemerkung

Nach heutiger Rechtsauffassung beginnt die Lebensmittelproduktion bereits im Stall und erfordert sorgfältige Beachtung aller gesetzlichen Vorschriften im Sinne des Verbraucherschutzes. Darüber hinaus ist eine durchgängige Qualitätssicherung in allen Stufen, von der Zucht über die Ferkelerzeugung und zur Mast eine zwingende Notwendigkeit und dient dem Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit. Gesundheitlich unbedenkliche und qualitativ hochwertige Lebensmittel sind nur mit gesunden Tierbeständen zu erlangen (Abb. 9.1).

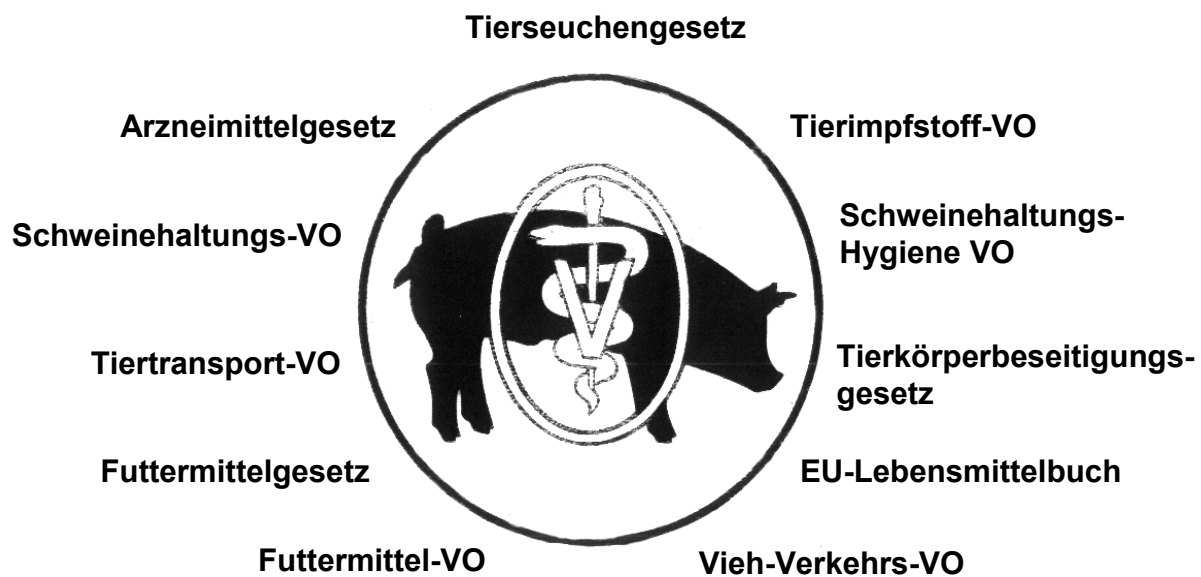


Abb. 9.1: Gesetzliche Vorschriften in der Schweinehaltung im Interesse des Verbraucherschutzes

Die Volkswirtschaftlichen Schäden, die durch erkrankte Tierbestände entstehen sind enorm, wie die Schweinepestzüge der 90'er Jahre oder das Pestgeschehen in NRW 2006 verdeutlichen. Aber nicht nur die Schäden aus den Seuchenzügen sind beträchtlich, sondern auch die Schäden über die ganz normalen Verlustquoten in den Schweinebeständen, wie Tab. 9.1 zeigt:

Gewählte Ausgangssituation (Berechnungsgrundlage: 2000):

Kammergebiet Hannover: 1,218 Mio Mastschweine d.h. bei 2,5 Umtrieben / Jahr
5,45 Mio Mastschweine / Jahr

Verluste:	25% besten Betriebe	2,8% Verluste
	Mittleren Betriebe	3,3% Verluste
	25% schlechteren Betriebe	4,3% Verluste
	Differenz schlechte-mittlere	1%
	1% = <u>54.500 Mastschweine</u>	

**Tab. 9.1: Volkswirtschaftlicher Schaden durch 1% Mehrverluste in der Schweinemast
Beispiel: Kammergebiet Hannover (Berechnungsgrundlage 2000)**

Mittleres Einstallgewicht:	28 kg
Angesetztes Verlustgewicht:	75 kg
Zuwachs in der Zeit:	37 kg
Futtermittelnutzung im Gewichtsabschnitt:	1:2,5
d.h.: 37 kg X 2,5	= 92,5 kg Futter / verend. Mastschwein
92,5 kg X 54.500	= <u>5041,25 t Futtermittelnutzung</u>
5041,25 t X DM 380 / t	= <u>0,96 Mio. €</u>
Gleichzeitiger Wasserverbrauch : (Futter X 4) =	<u>20.165 m³ Wasserverbrauch</u>
m ³ Stadtwasser ca. 2,50 € =	<u>50412,50 €</u>
Energiekosten / Mastschwein 2,575 € : X 54.500 =	<u>140337,50 € Energieverlust</u>
Tierseuchenkasse (gemittelt) 1,65 €:X 54.500 =	<u>89925 €</u>
Tierarztkosten (Medikamente) 1,905 €: X 54.500 =	<u>103822,50 € Medikamente</u>
Tierkörperentsorgung (im Fluss) ca. 50 €: X 54.500 =	<u>2,725 Mio € Kosten</u>
<u>Gesamt durch 1% Mehrverluste in der Mast:</u>	<u>4,07 Mio. € Schaden</u>
<u>Umweltbelastung:</u>	
Gülleanfall / Mastplatz / Monat 1,5 m ³ : X Monate X 54.500 : 2 (nur ½ Mastdauer) =	<u>490.500 m³ Gülleanfall</u>
Reinigungswasser / Mastschwein 5 l: X 54.500 =	<u>272,5 m³ Wasser (Rückstände)</u>
zusätzliche Luftbelastung durch Emissionen (Schadgase)	

Quelle: Nienhoff, 2001

Unter dem Begriff Tiergesundheit wird dabei das „Gleichgewicht des Organismus zu seiner Umwelt in den Grenzen der Anpassung; ein Zustand des Freiseins von Krankheiten und Leistungsminderungen“ verstanden (Wörterbuch Veterinärmedizin, 1991).

Die tierärztliche Betreuung von Schweinebeständen hat sich in den letzten Jahrzehnten von der Einzeltierbehandlung hin zum Tiergesundheitsmanagement mit intensiver Bestandsbetreuung entwickelt. Ziel muss die systematische Schaffung eines definierten Tiergesundheitsstatus sein. Dabei müssen betriebliche und überbetriebliche Entscheidungen mit einbezogen werden.

Bei aller Globalisierung und Suche nach generellen „Heilmitteln“, müssen Lösungen und Maßnahmen, gerade in Fragen der Tiergesundheit, für jeden Bestand und jedes System gezielt gesucht werden. Dabei werden Tierärzte im Rahmen der umfassenden Bestandsbetreuung immer mehr zum Partner.

Es gilt, Risiken für die Tiergesundheit möglichst klein zu halten und Erkrankungen vorzubeugen. Gezielte Leistungsanalysen sind dabei ein wichtiges Hilfsmittel, wobei gut geführte Sauenplaner mit Daten, die auch stimmen, eine ausgezeichnete Basis darstellen. Eine Erfolgskontrolle ist so ebenfalls objektiv messbar (Baier 2005).

9.2 Tierärztliche Bestandsbetreuung im Wandel der Zeit

In den 50'er Jahren des letzten Jahrhunderts hat aufgrund der Größe der Schweinebestände noch die Behandlung des Einzeltieres als zentraler Punkt der tierärztlichen Tätigkeit gegolten. Diese Auffassung über die tierärztliche Betreuung von Schweinebeständen änderte sich ebenso schnell, wie das Wachstum dieser Betriebe. In einer Herde mit 500 oder 1000 Sauen verschwindet die Bedeutung des Einzeltieres in der Menge. Umso wichtiger wurde es für den bestandsbetreuenden Tierarzt regelmäßig Indikatoren für die Tiergesundheit eines Bestandes zu überprüfen und gesundheitliche Probleme im Vorfeld zu erkennen. Hierbei ist er mehr denn je auf Daten des Bestandes, gesundheitliche Befunde und Informationen der vor- und nachgelagerten Stufen angewiesen. Diese Informationen müssen zum einen überhaupt vorhanden und dem Tierarzt zugänglich sein, zum zweiten muss der Tierarzt Daten selber erheben. Dieses kann er bei seinen regelmäßigen Besuchen im Betrieb erledigen, indem er seine klinischen Befunde dokumentiert und auswertet. Des Weiteren ist der Tierarzt gefordert über Laboruntersuchungen den Status der von ihm betreuten Betriebe regelmäßig zu dokumentieren. Vor dem Hintergrund von Qualitätssicherungs- und Managementprogrammen, wie z.B. QS, IKB (Niederlande) oder ISO 9000 ff, bei der Erzeugung von Schweinefleisch wird auch der bestandsbetreuende Tierarzt immer weiter in solche Systeme integriert. Im Folgenden soll beispielhaft an zwei Systemen die Einbindung der tierärztlichen Bestandsbetreuung in Qualitätssicherungs- bzw. -managementsysteme dargestellt werden.

IKB

Das holländische System der IKB (Integrale Keten Behersing) besteht seit Mitte der 90er Jahre. Es ist als eine Vorstufe zur hier viel diskutierten ISO-Zertifizierung zu sehen. Die IKB-Zertifizierung wurde aus Vertretern der Landwirte, der Schlachthöfe, der Lebensmittelindustrie, der verarbeitenden Betriebe und der Vermarkter ins Leben gerufen, um dem Verbraucher ein Produkt anbieten zu können, dessen Produktion klar durchschaubar und nachvollziehbar ist. IKB-zertifiziertes Schweinefleisch findet man heute in jedem Supermarkt in den Niederlanden. Es sind mittlerweile an die 90 % der niederländischen Schweinehaltenden Betriebe zertifiziert. Die Teilnahme ist freiwillig. Es gibt keine finanzielle Unterstützung durch die Regierung. Alle Teilnehmer verpflichten sich nach den Regeln der IKB zu produzieren. Kontrolliert und finanziert wird das ganze System durch gebührenpflichtige Eigenkontrollen. Der zentrale Punkt um die IKB-Kriterien in einer Praxis erfüllen zu können ist das Arbeiten nach GVP (Good Veterinary Practice). Dies beinhaltet das erstellen eines Praxishandbuchs, in dem die Verantwortlichkeiten und Betriebsabläufe festgehalten werden. Die Führung der Praxis orientiert sich dann an diesem Handbuch. Das Handbuch wird fortlaufend weiterentwickelt, um auf aktuelle Änderungen, z.B. im Tierseuchenrecht, reagieren zu können. Für jeden der teilnehmenden IKB-Betriebe wird ein Betriebsordner angelegt. Im ersten Teil des Ordners werden die Grunddaten des Betriebes festgehalten: Name, Adresse, fester tierärztlicher Betreuer, tierärztlicher Vertreter, Betriebsgröße und -struktur, Standardbehandlungen, Zukaufbetriebe und Besuchsfrequenz. Zudem werden ein Betriebsgrundriss mit Stall- und Buchtennummern, sowie eine Besuchsliste abgeheftet. Die Betriebe müssen die Anforderungen der Niederländischen Schweinehaltungs-Hygieneverordnung erfüllen. Der betreuende Tierarzt erstellt bei jedem Betriebsbesuch ein Protokoll mit Durchschlag auf dem sein Name, der Betriebsname, Datum, Tierart, Behandlungen, Impfungen und Empfehlungen eingetragen werden. Das Original verbleibt im Betriebsdossier des Landwirtes, die Kopie wird im Betriebsordner der Praxis abgeheftet. Zusätzlich werden alle eingehenden Untersuchungsbefunde, sowie die monatlichen Rechnungen dort abgeheftet, um eine Übersicht über die Untersuchungen und den Arzneimittelverbrauch vor Ort zu haben.

Die festgelegten Besuchsfrequenzen sind an die aktuellen niederländischen tierseuchenrechtlichen Vorschriften angepasst. So beträgt die minimale Besuchsfrequenz im Ferkeler-

zeugerbetrieb vier Wochen und bei Mastbetrieben alle drei Monate. Es sollen im Rahmen der Bestandsbetreuung alle drei Monate die Sauenplanerdaten bzw. Schlachtbefunde usw. analysiert, besprochen und im Besuchsprotokoll festgehalten werden. Bei den Betriebsbesuchen werden in regelmäßigem Abstand der Arzneimittelbestand in der Stallapotheke und der Verbrauch anhand der Stallkarten jedes Abteils, in denen Bucht- oder Tiernummer, Medikament, Dosierung, Verdachtsdiagnose und IKB-Wartezeit, enthalten sind, kontrolliert.

Bei der Arzneimittelabgabe aus der Praxisapotheke wird neben dem Arzneimittelabgabebegleget, mittels Aufkleber auf der jeweils kleinsten Verpackungseinheit (z.B. Flasche), das Abgabedatum, die Tierart, der Besitzer, die Indikation, die Dosierung und die IKB-Wartezeit vermerkt. In IKB-zertifizierten Praxen und Betrieben wird mit einer Arzneimittel-positiv-Liste für Antibiotika gearbeitet. Die Medikamente müssen zur Anwendung beim Schwein zugelassen sein und bekommen von der IKB-Organisation längere Wartezeiten zugewiesen. Der jeweilige Betreuungstierarzt ist eigenverantwortlich in den Betrieben und bei der Führung des Betriebsordners. Die Betriebsordner der Praxis werden in regelmäßigem Abstand durch den IKB-Koordinator kontrolliert.

Die IKB-Betriebe und -Praxen werden in regelmäßigem Abstand von der IKB-Organisation bzw. der Kontrollorganisation CERTIKED® kontrolliert. So erfolgt die Kontrolle und Zertifizierung der Praxen einmal jährlich. Bei diesen Kontrollen werden die Praxishandbücher, die Betriebsordner, die Protokolle und das Apothekenwesen kontrolliert. Die mit der IKB befassten, betreuenden Tierärzte werden einer Prüfung über den Kenntnisstand in Sachen IKB unterzogen. Die Praxis wird jeweils für ein Jahr zertifiziert. Das Zertifikat gilt ausschließlich für die Tierärzte innerhalb der Praxis die als betreuende Tierärzte genannt und auch geprüft sind. Die Kosten für diese Kontrolle betragen € 900,- / Praxis / Jahr.

Das QM-System des VZF

Das Qualitätsmanagementsystem des VZF, einer bäuerlichen Erzeugergemeinschaft (Sitz: Uelzen) mit 1300 Mitgliedsbetrieben, zeigt eine Möglichkeit über Qualitätsmanagement die Anforderungen von Qualitätssicherungsprogrammen wie Q+S zu erfüllen und weitergehend Verbesserungen im eigenen System zu erreichen. Neben den in der Erzeugergemeinschaft selbst zertifizierten Bereiche wie die Betriebe selbst, die Geschäftsführung, die Beratung der Betriebe, wurden auch die wichtigsten Dienstleister, Futterlieferanten, Vermarkter, Transporteure und die betreuenden Tierarztpraxen mit in das System eingebunden. Durch diesen Schritt können Verbesserungen an den Schnittstellen zwischen den einzelnen Bereichen erzielt werden, da auch die Dokumentation nicht nur im eigenen System wie Beratung oder Praxis stattfindet, sondern z.B. durch geplante und dokumentierte gemeinsame Betriebsbesuche Synergieeffekte erzielt werden.

Die Einbindung der tierärztlichen Praxen erfolgt in diesem System nicht als "Vollzertifizierung" der Praxis sondern beschreibt lediglich die Bereiche der Praxis die unmittelbar mit der Betreuung der Betriebe der Erzeugergemeinschaft zusammenhängen. Hierbei wurde sich stark an dem vorher beschriebenen System der IKB orientiert. Die Freiheit des tierärztlichen Handelns im Betrieb soll nicht eingeschränkt werden.

Der Vorteil dieser Einbindung von verschiedenen Dienstleistern liegt in den vergleichsweise geringen Kosten im Vergleich zu der Vollzertifizierung des einzelnen Dienstleisters, aber auch der Kompatibilität zu anderen Systemen auf Basis der ISO-Zertifizierung. Da ISO-Zertifizierungen sich gegenseitig akzeptieren kann z.B. eine für die tierärztliche Betreuung von Schweinebeständen im VZF-Verbund zertifizierte Praxis über geringfügige Anpassungen im Handbuch auch Dienstleistungspartner für andere Organisationen sein. Das sich dahinter verbergende System nennt sich Gruppensertifizierung und Zertifizierung einzelner Module. Damit ist das System auch jederzeit erweiterbar z.B. um die tierärztliche Hausapotheke und kann unter Umständen bis zur Vollzertifizierung der gesamten Praxis gehen. Vollzertifizierungen von Einzelbetrieben / -praxen werden im Gegenzug auch durch das System akzeptiert. Dieses findet insbesondere im Bereich Futtermittel Anwendung, da die meisten Mühlen selbst zertifiziert sind. In Abbildung 9.2 ist die Einbindung der tierärztlichen Bestandsbetreuung in das QM-System des VZF dargestellt.

Tierärztliche Praxen werden in Zukunft weiter in solche oder ähnliche Qualitätssicherungssysteme eingebunden werden und ihre Bestandsbetreuung auf die Anforderungen bezüglich

der Produktion gesunder Lebensmittel und der Rückverfolgbarkeit der Maßnahmen im Betrieb abstellen müssen.

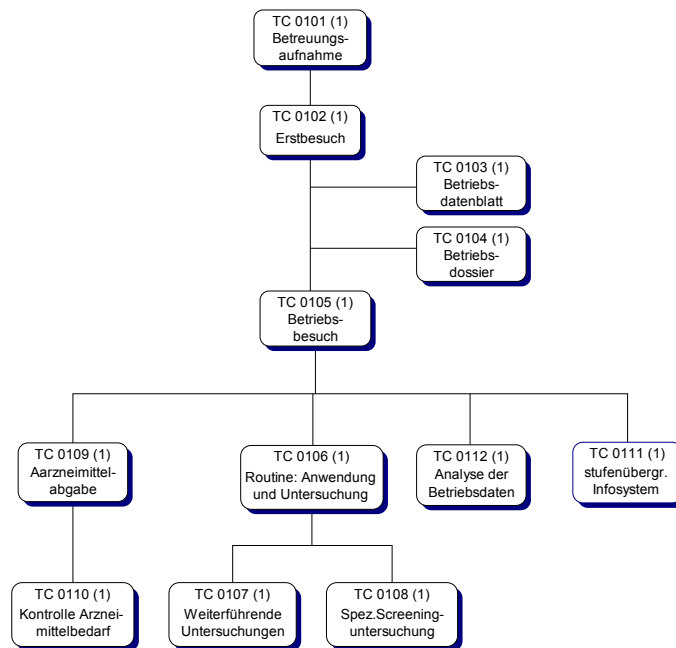


Abb. 9.2: Flussdiagramm der tierärztlichen Betreuung im Betrieb

Quelle.: QM- Handbuch VZF

9.3 Krankheiten im Bestand erkennen

Tiergesundheit ist ein zentraler Baustein für eine erfolgreiche Schweineproduktion. Eine Vielzahl an wirtschaftlich bedeutsamen Erkrankungen kann diesen Erfolg zunichte machen. Dominierend hierbei sind vor allem Atemwegserkrankungen und Erkrankungen des Verdauungstraktes sowie Fruchtbarkeitsstörungen. Bei Tieren die zur diagnostischen Sektion gelangen nehmen die pathologischen Veränderungen dieser beiden Organsysteme ca. 80 % ein. Während in früheren Jahren das Krankheitsgeschehen in den Betrieben meist durch nur einen Erreger bestimmt war ist heutzutage von einem multifaktoriellen Geschehen mit Beteiligung verschiedener Erreger auszugehen. Anders als noch vor Jahren spielt deshalb, vor allem auch vor dem Hintergrund des Verbraucherschutzes, die Erforschung der Ursache, eine immer wichtigere Rolle.

Das Erkennen des Gesundheitszustands einer Herde ist in größeren Betrieben eine der Hauptaufgaben des Betriebsleiters. Hierbei sollten die Sinne (sehen, hören, riechen, fühlen) genutzt werden um abnormales Tierverhalten zu entdecken. Von elementarer Bedeutung sind die Umgebung und deren Einfluss auf das Tierverhalten.

Tab: 9.2: „Blick-Punkte“

Umgebung	Tierverhalten
Belegdichte	In Ruhelage
Raumtemperatur	In Bewegungsabläufen
Luftfeuchte	In Reaktion auf Menschen
Staubbelastung	In Futteraufnahme bzw. Verteilung am Trog
Schadstoffbelastung	In Atemfrequenz sowie bei Niesen und Husten
Kotverteilung	Kotqualität
Tränkefunktion und Wasserqualität	
Futternvorlage und Qualität	

In kleinen Tiergruppen und bei rationierter Fütterung ist der Zeitaufwand für die Beobachtung geringer als bei Großgruppen, dies gilt sowohl bei der Sauenhaltung als auch in der Ferkelaufzucht und Mast. Die Anforderungen an die Fachkenntnis des Betriebsleiters sind bei großen Gruppen höher.

Nur der genaue Vorbericht des Krankheitsgeschehens im Stall kann den Tierarzt auf die richtige Fährte bringen. Hierzu ist es sinnvoll mit Listen (siehe Beispiel) zu arbeiten, um die Übersicht über Verluste und Behandlungen in einzelnen Abteilen zu behalten.

Beispiel für eine Abteilkarte:

Einstalldatum: Tierzahl:				
Datum	Verluste	Ursache	Behandlung	Grund
Gruppenbehandlung und Grund: Datum:				
Ausstalldatum: Reinigung, Datum: Desinfektion, Datum				

Die Ermittlung des Infektionserregers oder das Erkennen von nichtinfektiösen Krankheitsursachen ist die Voraussetzung für den Erfolg der eingeleiteten Maßnahmen.

So kann zum Beispiel ein akutes PRRS-Geschehen nicht mit Antibiotika behandelt werden. Der Hoftierarzt wird entsprechend der klinischen Verdachtsdiagnose weitere Untersuchungen einleiten um den oder die Erreger zu identifizieren. Weil aber ein Organsystem auf verschiedene Erreger immer nur mit der gleichen Antwort reagieren kann, als Beispiel sei die Lunge genannt, die auf verschiedenste Erreger mit Husten reagiert, lässt sich klinisch nur schwer ein Rückschluss auf den bzw. die Erreger ziehen. Grundsätzlich stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung um die Verdachtsdiagnose abzusichern oder zu bestätigen:

- Schlachthofbefunddaten
- Befundung am Schlachthof durch den Hoftierarzt
- Sektion
- Lungenspülproben
- Tupferuntersuchungen
- Punktate
- Kotproben
- Blutproben
- Fleischsaftproben am Schlachthof
- Hautgeschabsel
- Spermaproben

Außer den weiterführenden Untersuchungen müssen die krankheitsbegünstigenden Faktoren wie Belegdichte, Stallklima, Wasserversorgung, Fütterung, etc. überprüft und verbessert werden. Sauenplaner- und Mastplanerdaten helfen den die Erkrankung weiter einzugrenzen.

Die weiterführenden Untersuchungen im Einzelnen

Schlachthofbefunddaten

Schlachthofbefunddaten sind ein Instrument die Häufigkeit von Veränderungen einzuschätzen. Das Problem das sich hierbei ergibt ist allerdings, dass jeder Schlachthof nach einem unterschiedlichen Schlüssel beurteilt und dass bei jeder Partie eine andere Person die

Befunde erhebt. Somit sind diese Daten eigentlich nur auswertbar, wenn sie immer vom gleichen Schlachthof kommen und über einen langen Zeitraum betrachtet werden.

Befundung am Schlachthof durch den Hoftierarzt

Sehr effektiv, insbesondere wenn es um Atemwegsinfektionen geht, allerdings ist der logistische Aufwand hoch. Die Fehlerquellen der Schlachthofbefunddaten sind hier ausgeschaltet. Zudem können zur weiteren Abklärung des Problems z.B. Lungen für eine weitere bakteriologische Untersuchung sowie Blutproben beim Blutentzug gewonnen werden. Allerdings können die bakteriologischen Lungenbefunde durch die Aspiration von Brühwasser verfälscht werden. Sinnvoll ist so eine Untersuchung zur Abklärung bakterieller Infektionskrankheiten mit massiven Veränderungen an Lunge und Brustfell z.B. APP, *Hämophilus parasuis* oder *Mykoplasma hyopneumoniae*. Lösung spezieller Bestandsprobleme, z.B. gehäuftes Auftreten von Lahmheiten in der Mast.

Sektion

Immer noch der Gold-Standard. Hier werden tote oder ausgesuchte und frisch getötete Tiere zu einem Labor mit Sektionshalle verbracht. Diese Tiere werden dann optimaler Weise durch einen ausgebildeten Pathologen untersucht, der dann aufgrund des Vorberichtes und seiner pathologisch-anatomisch Befunde weitere Untersuchungen einleitet. Diese können Bakteriologie, Virologie, Parasitologie als auch eine histologische (feingewebliche) Untersuchungen beinhalten. Der Aufwand die Tiere zur Sektion zu bringen, aber auch die Kosten lassen die Akzeptanzgrad immer geringer werden. Es sollten nämlich mindestens zwei, besser drei Tiere für diese Untersuchung zur Verfügung gestellt werden. Wichtig ist ein ausführlicher Vorbericht. Die Tiere sollten am besten mit dem Hoftierarzt zusammen ausgesucht werden, damit für das Bestandsproblem typische Tiere zur Sektion kommen.

Lungenspülungen

Lungenspülungen lassen sich nur zur weiteren Diagnostik von Atemwegserkrankungen einsetzen. Allerdings kann man dabei sowohl bakteriellen als auch viralen Erregern auf die Spur kommen. Die wichtigsten Atemwegserreger beim Schwein können aus den Proben z.B. mittels PCR nachgewiesen werden. Mittlerweile sind solche Spülproben auch ohne größeren Aufwand, zu vertretbaren Kosten am lebenden Tier im Betrieb durchzuführen.



Abb. 9.3: Lungenspülung beim Schwein (Foto: H. Nienhoff)

Tupfer

Hier sind insbesondere Nasentupfer zur Diagnostik der Rhinitis atrophicans (Schnüffelkrankheit) und Kottupfer z.B. für die Diagnostik von infektiösen Magen-Darm-Erkrankungen zu

nennen. Auch bei Hauterkrankungen und Gebärmutterentzündungen haben sich Tupferproben bewährt. Werden Genitaltupferproben bei Sauen gewonnen, ist es wichtig die Abstriche nicht aus der Scheide, sondern direkt am Muttermund zu entnehmen. Der Tupfer sollte unter Sichtkontrolle entnommen werden.

Punktate

Unter einer Punktation versteht man das Anstechen und Absaugen von Flüssigkeiten aus flüssigkeitsgefüllten Räumen des Körpers. Hier wären zum Beispiel Gelenkspunktate oder Gallensaftproben zu nennen. Dementsprechend ist die Punktation nur für wenige Organe geeignet. Das Punktat kann aber verschickt werden und mit den verschiedensten Untersuchungsmethoden weiter untersucht werden.

Kotproben

Sie sind geeignet für die Diagnostik von viralen, bakteriellen und parasitären Magen-Darm-Erkrankungen. Da die meisten Erreger aber nicht gleichmäßig ausgeschieden werden ist es wichtig immer mehrere Kotproben oder Sammelproben zu nehmen. Auch die Menge der Probe darf nicht zu gering sein. Im Handel sind entsprechende Probengefäße zu bekommen, aber auch Filmdöschen eignen sich recht gut, allerdings sollten sie so verpackt sein, dass sie beim Versand nicht aufgehen.

Blutproben

Blutproben können in großer Zahl und einfach bei jeder Tiergröße und in jedem Betrieb genommen werden. Eine Vielzahl von Infektionskrankheiten können dadurch nachgewiesen werden. Man unterscheidet bei der Untersuchung der Proben zwischen Antikörper und Antigennachweis. Die am meisten verwendeten Test (z.B. PRRS, APP) sind sog. ELISA-Tests, die Antikörper nachweisen. Dies besagt dann lediglich, dass das Tier sich mit dem Erreger oder einem entsprechenden Impfstoff auseinandergesetzt hat. Das muss nicht unbedingt für ein aktuelles Krankheitsgeschehen sprechen. So sind zum Beispiel Antikörper gegen das Influenzavirus bis 6 Monate nach der Infektion nachweisbar. Ebenso können bestimmte Erreger direkt kulturell nachgewiesen werden. Durch die PCR-Untersuchungen ergeben weitere neue Möglichkeiten. Durch eine Kettenreaktion werden spezifische Anteile der Erbsubstanz des Erregers vermehrt und dann nachgewiesen. Hierbei handelt es sich auch um einen direkten Erregernachweis, der aber noch nicht für alle Erreger möglich ist...

Fleischsaftproben am Schlachthof

Fleischsaftproben werden eingesetzt bei der Kategorisierung von Mastbeständen im Salmonellenmonitoring. Sie werden durch das Schlachthofpersonal gezogen und mittels eines ELISA-Tests untersucht. Die Aussage aus einer positiven Probe lautet lediglich, dass sich das Tier im Laufe der Mast mit dem Erreger auseinandergesetzt hat. Das heißt nicht, dass das Tier aktuell Träger von Salmonellen ist. Werden wirklich Salmonellen im Fleisch des Tieres z.B. bei einer bakteriologischen Untersuchung gefunden, so ist der Tierkörper fleischhygienerechtlich zu maßregeln.

Hautgeschabsel

Sie werden zum Nachweis von Räude genommen. Da aber auch in positiven Betrieben nur jeweils wenige Proben positiv sind, wird das Hautgeschabsel zum Räudenachweis zunehmend durch den Räude-ELISA aus der Blutprobe verdrängt.

Spermaproben

Von Ebern gewonnenes Sperma kann sowohl auf seine Befruchtungsfähigkeit, als auch auf bakterielle Erreger und Viren untersucht werden.

Die Beurteilung der Untersuchungsergebnisse erfordert die genaue Kenntnis des Verhaltens des Erregers im Tier. Insbesondere bei serologischen Untersuchungen kann es sonst zu Fehlinterpretationen kommen und es können die falschen Maßnahmen ergriffen werden.

Um gesundheitliche Probleme in Schweinebeständen in den Griff zu bekommen ist es wichtig das Problem genauestens zu analysieren. Dies bedeutet, das, neben einem genauen Vorbericht mit „harten“ Daten und der klinischen Verdachtsdiagnose, sowie der Untersuchung der Umgebung (Stallklima etc.), eine ätiologische Diagnose, sprich ein Erregernachweis oder Antikörperrnachweis, von Nöten ist. Insbesondere vor dem Hintergrund der Antibiotikaleitlinien und des Verbraucherschutzes gewinnt die ätiologische Diagnose und das Resistenzverhalten der bakteriellen Erreger höchste Bedeutung. Für diese Diagnose stehen dem Tierarzt eine Reihe von Beprobungsmöglichkeiten und Untersuchungsverfahren zur Verfügung. Welche Untersuchungen der Tierarzt einleitet richtet sich hierbei ganz nach der oder den vermuteten Erkrankungen. Bei einem nicht eindeutigen klinischen Bild kann es sein das auch verschiedene Proben genommen werden müssen um dem Problem auf die Spur zu kommen. Die Sektion deckt bei unklarer Klinik die breiteste Palette an Folgeuntersuchungen ab. Mit der Sektion hat man somit zwar eine hohe Untersuchungstiefe aber aufgrund der Kosten in aller Regel eine geringe Untersuchungsbreite, da in der Regel nicht mehr als 3 Tiere eingeschickt werden. Der Weg vom Verdacht bis hin zur Diagnose ist noch einmal in der Abbildung 9.4 dargestellt.

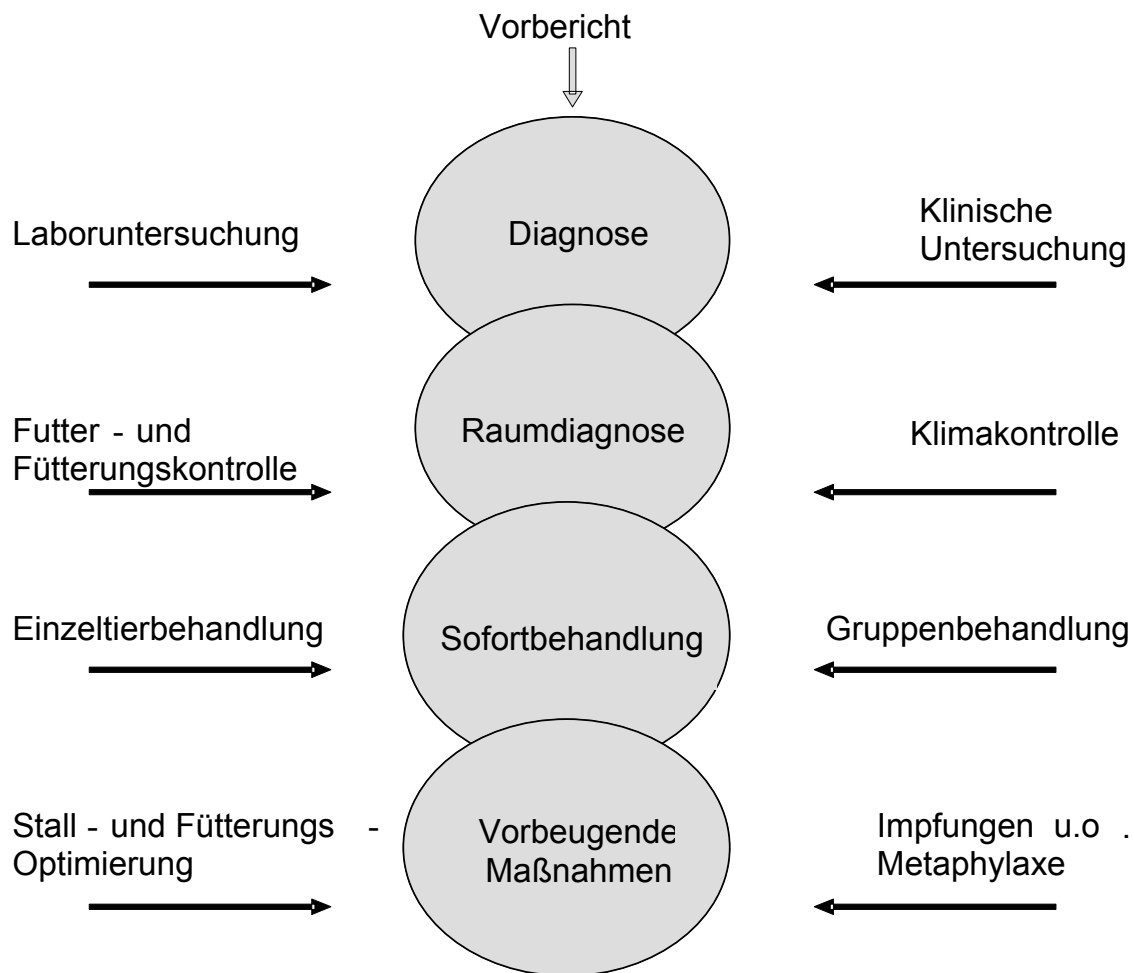


Abb. 9.4: Der Weg zur Diagnose
Quelle: Nienhoff, 2004

9.4 Vermeidung von Erkrankungen durch Management

An erster Stelle muss verhindert werden, dass Infektionserreger in die Bestände eingeschleppt werden. Die größte Gefahr geht hierbei durch den Tierverkehr aus, wie für ausgewählte Krankheiten in der Abbildung dargestellt. Aber auch die Luftübertragung, aber auch über belebte und unbelebte Vektoren können Infektionskrankheiten verschleppt werden.

Risikofaktor	Ausgewählte Infektionskrankheiten						
	Influenza	PRRS	PCV II	S.suis	PPE PIA	Dysenterie	Salmonellose
Tierverkehr	●	●	●	●	●	●	●
Luft	●	●	?	○	-	-	-
Schadnager, Fliegen	◎	-	?	◎	◎	◎	◎
Besucher	○	-	?	○	○	○	○
Kot, Urin, Gülle	-	◎	?	○	●	●	●
Transportfahrzeuge	○	○	?	-	○	○	○
Sperma	○	○	?	-	-	-	-

Risiko: ● Hoch; ◎ Mittel; ○ Gering; - Vernachlässigbar; ? Fraglich, nach IPG 2004

Abb. 9.5: Risiko der Krankheitsübertragung

Die Schweinehaltungshygieneverordnung

Bei den Maßnahmen gegen die Erregereinschleppung hat der Gesetzgeber mit der Schweinehaltungshygieneverordnung (*SchHaltHygVO*) Standards geschaffen, die von jedem Betrieb zu erfüllen sind.

In der Verordnung werden die Betriebe nach ihrer Größe und der Haltungsform (Stall- oder Freilandhaltung) eingeteilt:

- Stall- und Freilandhaltungen mit bis zu 20 Mastschweine-/Aufzuchtplätzen oder 3 Sauenplätzen (kleine Betriebe)
- Stallhaltungen mit bis zu 700 Mast-/Aufzuchtplätzen oder 150 Sauenplätzen oder Kombibetriebe mit bis zu 100 Sauenplätzen (mittlere Betriebe)
- Stallhaltungen mit mehr als 700 Mast-/Aufzuchtplätzen oder 150 Sauenplätzen oder Kombibetriebe mit mehr als 100 Sauenplätzen (große Betriebe)
- Freilandhaltungen mit bis zu 700 Mast-/Aufzuchtplätzen oder 150 Sauenplätzen oder Kombibetriebe mit bis zu 100 Sauenplätzen (mittlere Betriebe)
- Freilandhaltungen mit mehr als 700 Mast-/Aufzuchtplätzen oder 150 Sauenplätzen oder Kombibetriebe mit mehr als 100 Sauenplätzen (große Betriebe)

Das „Minimalprogramm“

Selbst die kleinsten Betriebe müssen ein hygienisches Minimalprogramm erfüllen. Hierzu gehört ein Schild mit der Aufschrift: „Schweinebestand – für Unbefugte Betreten verboten“, in Freilandhaltungen: „Schweinebestand – für Unbefugte Füttern und Betreten verboten“. Die Stallungen müssen sich in einem guten baulichen Zustand befinden und so beschaffen sein, dass keine Schweine entweichen können, Oberflächen zu reinigen und desinfizieren sind

und der Zugang für Schädner möglichst unterbunden wird. Freiland und Auslaufhaltungen müssen nach Absprache mit der Veterinärbehörde doppelt eingefriedet werden. Hierzu eignen sich im Außenbereich z. B. Wildschutzzäune von 1,50 m Höhe, die gegen Unterwühlen geschützt sind. Die Stallungen müssen so gesichert sein, dass betriebsfremde Personen nur in Abstimmung mit dem Tierhalter diese betreten können. Es müssen ein Abfluss und die Möglichkeit zur Reinigung und Desinfektion von Schuhzeug vorhanden sein. Ställe und auch Nebenräume müssen jederzeit ausreichend beleuchtet werden können. Zum weiteren Schutz der Verschleppung von Seuchen dürfen Zucht- und Nutzschweine nicht zusammen mit Schlachtschweinen aus einem anderen Betrieb transportiert werden. Der Tierbesitzer ist für die Durchführung der Hygienemaßnahmen verantwortlich und muss die Ein- und Ausstallung kontrollieren, sowie die tierärztliche Bestandsbetreuung sicherstellen.

Tierärztliche Bestandsbetreuung

Dies bedeutet, dass der Betriebsleiter seinen Bestand regelmäßig, jedoch mindestens zweimal pro Jahr bzw. einmal pro Mastdurchgang von dem betreuenden Tierarzt auf Anzeichen einer Tierseuche untersuchen lassen muss. Diese Untersuchung ist zu protokollieren. Es ist kein tierärztlicher Betreuungsvertrag vorgeschrieben, allerdings erleichtert ein solcher Vertrag die Umsetzung, nicht nur dieser Rechtsverordnung. Der beauftragte Tierarzt muss über das so genannte notwendige Fachwissen verfügen. Dieses Fachwissen wird von der zuständigen Tierärztekammer bestätigt, wenn der Tierarzt an einem Grundkurs über die einschlägigen tierseuchenrechtlichen Vorschriften, seuchenprophylaktische und betriebshygienische Maßnahmen und Epidemiologie teilgenommen hat und dieses Basiswissen mit 12 Fortbildungsstunden in 3 Jahren jeweils weiter vertieft. Des Weiteren ist der Tierarzt zur Dokumentation seiner Untersuchungen und Behandlungsmaßnahmen in Bestandsregister verpflichtet. Wenn im Betrieb gehäufte Todesfälle, fieberhafte Erkrankungen oder vermehrtes Kümmern auftreten hat der Tierbesitzer unverzüglich seinen betreuenden Tierarzt hinzuzuziehen. Dieser leitet weitere Maßnahmen ein.

Tab. 9.3: Der Tierarzt muss hinzugezogen werden

<p><u>Betriebe mit bis zu 700 Mast-/Aufzuchtplätzen oder 100 bzw. 150 Sauenplätzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Todesfälle binnen der letzten 7 Tage: <ul style="list-style-type: none"> ○ Abferkelbereich > 20 % ○ Aufzuchtbereich > 5 % ○ Mast-/Zuchtbereich > 5 % • Kümmern: Letzte 10 Würfe mehr als 15 Tiere • Fieberhafte Erkrankungen: >40,5 °C mehr als 10 % (min. 10 Masttiere, min. 3 Sauen) • Ungeklärte Todesfälle
<p><u>Betriebe mit über 700 Mast-/Aufzuchtplätzen oder 100 bzw. 150 Sauenplätzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Todesfälle binnen der letzten 7 Tage: <ul style="list-style-type: none"> ○ Abferkelbereich > 10 % ○ Aufzuchtbereich > 3 % ○ Mast-/Zuchtbereich > 3 % • Kümmern: Letzte 10 Würfe mehr als 7 % oder 30 Tiere • Fieberhafte Erkrankungen: >40,5 °C mehr als 10 % (min. 30 Tiere) • Ungeklärte Todesfälle

Hygieneauflagen für mittlere und große Betriebe

Diese Betriebe müssen eine Anzahl weiterer Hygieneauflagen erfüllen. So müssen zum Beispiel eine Umkleemöglichkeit, in großen Betrieben eine Hygieneschleuse (Schwarzweiß-Bereiche) mit betriebseigener Kleidung geschaffen werden. Der Einbau einer Dusche ist nicht vorgesehen, kann aber insbesondere für hygienisch hoch stehende Betriebe sinnvoll sein. Im Beitrag zum Raum- und Funktionsprogramm wird beschrieben, wo eine solche Hygieneschleuse vorzugsweise einzurichten ist.



Abb. 9.6: Beispiel: Nutzung einer Hygieneschleuse

Die Kadaverlagerung hat auf befestigten Flächen, stallfern, in geschlossenen zu reinigen und desinfizierenden Behältern zu erfolgen. Diese Behälter müssen an die Betriebsgröße angepasst sein. Da die verschiedenen Unternehmen der Tierkörperbeseitigung über unterschiedliche Ladetechniken verfügen, ist es sinnvoll sich bei der Planung der Kadaverlagerung mit dem örtlichen Anbieter abzustimmen um Ärger für beide Seiten zu vermeiden. Auch die Auswahl der Übernahmestelle ist wichtig. Sie sollte stallfern, leicht anzufahren und vom Betrieb aus direkt (nicht über öffentliche Wege) zu erreichen sein. Mobile Einheiten, ob gekauft oder selbst gebaut (Abb. 9.7) haben sich als besonders zweckmäßig erwiesen.

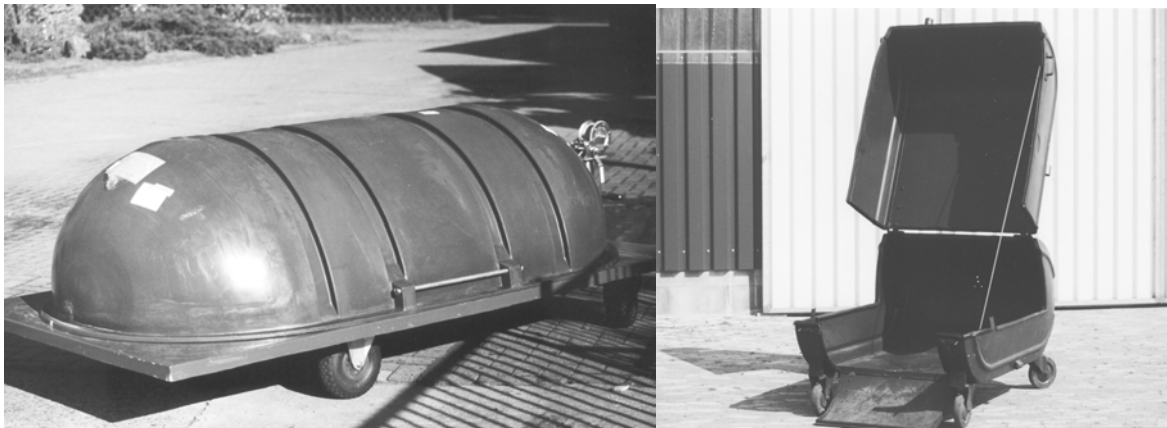


Abb. 9.7: Beispiele für eine Kadaverlagerung (Fotos: Dr. Ikes, LWK Hannover)

Es müssen Vorrichtungen zur Reinigung und Desinfektion von Fahrzeugrädern (Waschplatz) vorhanden sein. Zudem müssen die Betriebe über eine Verladeeinrichtung (Rampe) verfügen und der Transport darf nur in gereinigten und desinfizierten Fahrzeugen erfolgen. Auch die Verladeeinrichtung muss zu reinigen und desinfizieren sein. Einige Veterinärbehörden fordern zudem eine Abschirmung der Verladeeinrichtung gegen Schwarzwild. Dieses kann z.B. durch Tore am Ende der Rampe erfolgen.



Abb. 9.8: Beispiel für eine Verladeeinrichtung

Auch die Dung und Güllelagerung ist geregelt. Mittlere Betriebe müssen Dung mindestens drei, Gülle acht Wochen auf der Betriebsstätte lagern können, große Betriebe sowohl Dung als auch Gülle mindestens acht Wochen. Dieses kann für Betriebe mit einer Güllelagerung in der Feldmark zum Problem werden. Somit sollte in der Bauplanung auf dieses Detail geachtet werden.

Einfriedung

Große Betriebe müssen über eine Einfriedung verfügen, deren Gestaltung vorzugsweise mit der zuständigen Veterinärbehörde abgesprochen werden sollte, da in den einzelnen Bundesländern die Ausführungshinweise z. T. unterschiedlich ausfallen. So gelten z.B. in Niedersachsen Stallaußenwände mit verschließbaren Türen als Einfriedung im Sinne der Verordnung. Somit muss bei einer Anlage mit zwei Ställen nur der Bereich zwischen den beiden Ställen mit einem Zaun versehen werden. Ebenso ist für solche großen Betriebe ein Isolierstall gefordert, in dem die zugekauften Tiere minimal drei Wochen verbleiben bevor sie in den Bestand eingegliedert werden. Dieser Isolierstall kann vorzugsweise auch als Eingliederungsstall genutzt werden. Es gibt aber Ausnahmen bei Direktbezug und beim Vorliegen eines behördlich anerkannten Gesundheitsprogramms.

Dokumentation

Der Tierhalter hat über alle Produktionsdaten (Beleg-, Abferkeldatum, Eber, Umrauscher, Aufzuchtleistungen, Aborte, usw.) genau Buch zu führen (siehe Kapitel Arbeitswirtschaft / Produktionsmanagement) und müssen gegebenenfalls den Tierarzt hinzuzuziehen. Ebenfalls sind ein Desinfektionsbuch und ein Schadnagerbekämpfungsplan zu führen.

Kontrolle

Die zuständigen Veterinärbehörden müssen 10 % aller Schweinehaltenden Betriebe jedes Jahr auf die Einhaltung der Vorschriften der Verordnung kontrollieren. Je nach Ausführungshinweisen dürfen sie die Kontrollen auch auf andere Veterinäre übertragen. Die Kontrollen werden nach vorgegebenen Checklisten (Abb. 9.9) durchgeführt, die der jeweilige Betriebsgröße angepasst sind. Bei Verstößen kann die zuständige Behörde Maßregelungen von der Nachkontrolle, über die Ordnungswidrigkeit mit Bußgeldbescheid, bis hin zum Verbringungsverbot verhängen.

Betriebe gemäß Anlage 3: (Stallhaltung über 700 Mast, 150 Sauen, 100 gemischt)	
	Ja Nein
Bauliche Voraussetzungen	
<ul style="list-style-type: none"> • Baulicher Allgemeinzustand, R+D, Stallabteilungen, Einfriedung, räumliche Trenn. v. anderem Vieh • Hinweisschild • Hygieneschleuse, betriebseigene Schutzkleidung • Verladeeinrichtung, R+D • Futterlager, R+D • Kadaverlagerung (R+D, stallfern, befestigt, dicht) • R+D- Möglichkeit Fahrzeugräder • Isolierstall, eigene Schutzkleidung, Gerätschaften, Bestandsregister (siehe Ausnahmen) 	
Ein- u. Ausstallung, Absonderung	
<ul style="list-style-type: none"> • Isolierphase 3 Wo. oder im abgebenden Betrieb • Transportfahrzeuge Transport R+D 	
Reinigung und Desinfektion	
<ul style="list-style-type: none"> • nach Ausstallung R+D • Verladeeinrichtung R+D nach Gebrauch • Fahrzeuge vor überbetrieblichem Einsatz R+D • Entsorgung R+D-Flüssigkeiten 	
Dung und flüssige Abgänge	
<ul style="list-style-type: none"> • Lagerung (Dung 8 Wo., Flüssig 8 Wo) 	
Tiergesundheitsprogramm	
<ul style="list-style-type: none"> • Betreuung verordnungskonform • Bestandsregister und Produktionsdaten 	
Todesfälle binnen der letzten 7 Tage:	
Abferkelbereich: > 10%	Aufzuchtbereich: > 3%
	Mast/Zuchtbereich: > 3%
Kümmern: letzte 10 Würfe mehr als 7% oder 30 Tiere	
Fieberhafte Erkankungen: >40,5°C mehr als 10% (min. 30 Tiere)	
Ungeklärte Todesfälle:	

Abb. 9.9: Beispiel für ein Kontrollformular (Checkliste)

Neben diesen Gesetzlichen Vorgaben fordert auch die Beratung Maßnahmen zur Vermeidung des Einschleppens von Krankheitserregern in den Betrieb. Hierzu gehören:

- Bezug aus einer Herkunft
- Kenntnis des Gesundheitsstatus der Herkunft
- Eingliederung der Tiere (Jungsaunen)
- Kenntnis des Gesundheitsstatus des Eigenen Betriebes

Insbesondere die Kenntnis des Gesundheitsstatus der vorgelagerten Stufe und die des eigenen Betriebes sind in vielen Betrieben noch mangelhaft. Auch die Eingliederung der Jungsaunen über einen Eingliederungsstall ist noch nicht einmal bei der Hälfte der Betriebe umgesetzt. Die Jungsaueneingliederung ist jedoch ein zentraler Baustein für die immunologische Stabilität einer Herde.

Jungsaueneingliederung

Grundsätzliches zum Jungsaunenbezug

Jungsaunenbezug will geplant sein. Bei einer Remontierungsrate von 35-40% bedeutet das für einen Bestand mit 200 Sauen, dass er 70-80 Jungsaunen pro Jahr remontieren muss. Um

eine optimale Eingliederung gewährleisten zu können ist ein Mindestabstand bei der Belieferung von 8 Wochen einzuhalten. Die Zukaufstermine sollten bereits am Anfang des Jahres an den Lieferanten gegeben werden. "Never change a winning team", wenn sich der Zukauf aus einem bestimmten Betrieb bewährt hat, sollte auch bei einem eventuellen kurzfristigem Engpass, wie er z. T. wegen der Transportbeschränkungen während der Schweinepest vorgekommen ist, nicht den Lieferbetrieb wechseln, sondern mit dem Jungsauenvermehrter oder der Organisation nach praktischen Lösungen für eine Weiterbelieferung suchen. Ist ein Wechsel in der Herkunft unumgänglich, so sollte der Status des eigenen Betriebes für wirtschaftlich bedeutende Erkrankungen wie z.B. PRRS oder APP ermittelt werden und der Status des neuen Lieferbetriebes erfragt werden. Nur so ist es möglich die neuen Jungsauen gezielt einzugliedern. Das Gewicht bei Erstbelegung sollte 120 kg, bei einer Rückenspeckdicke von 14-16mm, nicht unterschreiten. Die Tiere sollten bei Erstbelegung nicht jünger als 230 Tage alt sein. Dies ist im Zukauf bei einer Eingliederungsphase von ca. 43-46 Tagen zu berücksichtigen.

Der Eingliederungsstall

Hier gilt "Gutes muss nicht teuer sein". Viele der bereits bestehenden Eingliederungsställe sind in Altgebäuden, beim Nachbarn in dessen nicht mehr genutzten Ställen oder auch in einfachen Kaltställen auf dem Hof. Grundsätzlich ist jedoch, wie in Tab. 9.4 dargestellt, eine Reihe von Mindestanforderungen einzuhalten:

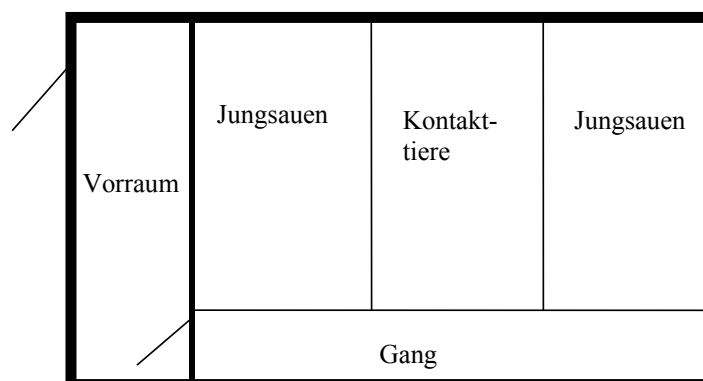
Tab. 9.4: Mindestanforderungen an einen Eingliederungsstall

1.	separates Stallabteil, besser separates Gebäude
2.	separater Zugang von Außen
3.	getrennte Lüftung und Entmistung
4.	getrennte Bewirtschaftung (separate Overalls, Stiefel, Geräte)
5.	Platzbedarf mind. 1,5m ² / Tier
6.	Gruppengröße 5-6 Tiere / Bucht, bei Stroheinstreu mehr
7.	Extrabucht für Kontakttiere und ggf. Jungeber
8.	Wasserversorgung: 5 Tiere / Tränke
9.	Ausreichend Beleuchtung

(nach PIC '98)

Beispiel für einen Eingliederungsstall

Jungsauen : Kontakttiere = 5 : 1 bis 3 : 1



Temperatur: 18-20° C oder Stroheinstreu

Abb. 9.10: Strukturierung eines Eingliederungsstalles

Verfahren der Eingliederung

Die eigentliche Eingliederung der Jungsauen erstreckt sich über 7 Wochen und teilt sich in 3 Phasen, die Isolierphase und die Akklimatisierungs- oder Adaptationsphase, auf.

Mit der Einstallung der Tiere in den Eingliederungsstall beginnt die Isolierphase.

Sie dient dem Schutz des aufnehmenden Betriebes von Einschleppung neuer Erreger, auch können die im Bestand vorhandenen Erreger die Jungsauen nicht infizieren, so dass die Isolierphase einer Ruhephase gleichkommt. Aufgrund der Inkubationszeiten der meisten Erreger ist eine Isolierphase von mindestens 14 Tagen zu empfehlen. In dieser Phase beginnt schon die Anpassung der Jungsauen an den Betrieb. Am Tag 10-14 sollten erste betriebsspezifische Impfungen erfolgen (z. B. Parvo/Rotlauf, Influenza, PRRS...). Obwohl die meisten Jungsauen Parvo/Rotlauf vorgeimpft ausgeliefert werden, ist doch insbesondere bei Parvo eine Grundimmunisierung (2-malige Impfung) in der Eingliederung zu empfehlen. Fällt die Eingliederungsphase kürzer aus, so ist bereits am Tag 1 mit den Impfungen zu beginnen.

An die Isolierphase schließt direkt die Adaptationsphase an. Jetzt werden gezielt nach und nach Kontakttiere, in der Regel Alt- bzw. Schlachtsauen im Verhältnis 5:1 bis 3:1 in den Eingliederungsstall zugestellt und es wird Kotkontakt zum Kot von Altsauen gewährt. Hierdurch ist es den Jungsauen möglich sich langsam an die im Bestand vorherrschenden Erreger zu gewöhnen und langsam eine Immunität aufzubauen, bevor sie dem vollen Erregerdruck im Deckzentrum ausgesetzt werden. Nach zwei Wochen werden die Kontakttiere wieder entfernt und es beginnt die sog. Cool down-Phase, bei der die Tiere Zeit haben sich von der gesetzten Infektion durch die Kontakttiere zu erholen und eine Immunität aufzubauen. In dieser ca. 2 wöchigen Phase erfolgt auch der Abschluss der Grundimmunisierung durch Wiederholungsimpfungen und eine gezielte Ekto- und Endoparasitenbekämpfung. Wichtig ist auch der tägliche Umgang mit dem betreuenden Personal, damit die Jungsauen lernen, dass der Umgang mit dem Menschen für sie nicht mit negativen Erfahrungen verbunden ist. Dies bewirkt sowohl den erleichterten Umgang mit den Tieren, als auch eine bessere Immunität, deutlicher Rausche und bessere Konzeptionsrate.

Ab dem 40. Tag können die Jungsauen dann in den Bestand, sprich ins Deckzentrum eingestallt werden. Hier erfolgt dann der gezielte Eberkontakt. Die Jungsauen werden ab jetzt bei den betriebsspezifischen Maßnahmen wie Impfung, Entwurmung mit der produktiven Herde gleichgestellt.

Nach Ausstallung der Jungsauen aus dem Eingliederungsstall werden auch die Kontakttiere entfernt und der Stall wird gereinigt und desinfiziert, so dass für die nächste Lieferung ein hygienisch einwandfreier Eingliederungsstall zur Verfügung steht.

Die gezielte und mit Verstand durchgeführte Eingliederung von Jungsauen ist geeignet Probleme die sich beim Zukauf aufgrund des unterschiedlichen Immunstatus von Herden ergeben zu minimieren. Sie dient sowohl dem Schutz des eigenen Bestandes, als auch dem Schutz der erworbenen Jungsauen und verringert damit auch Ärger. Einige Zuchtorganisationen überlegen bereits, ob sie beim Eingang von Reklamationen bestimmter Art berücksichtigen ob der Betrieb einen Eingliederungsstall besitzt oder nicht.

Der hier vorgestellte Fahrplan zur Eingliederung kann nur als Grundgerüst verstanden werden. Zur Erstellung eines betriebsspezifischen Fahrplanes sollte mit dem Tierarzt der genaue Ablauf erarbeitet werden, denn nur er weiß den Status der Betriebe einzuschätzen und kann gezielt Behandlungs- und Impfschemata erarbeiten, damit die Eingliederung ein Erfolg wird.

Maßnahmen gegen die Erregerausbreitung im Betrieb

Auch im Bestand muss die Erregerausbreitung verhindert werden. Die Infektionsketten müssen unterbrochen werden. Optimal sind die Abteile der verschiedenen Nutzungsgruppen und Alterstufen strikt getrennt. In größeren Ferkelerzeugerbetrieben ist sogar die Auslagerung der gesamten Ferkelaufzucht aus gesundheitlichen Gründen empfehlenswert. Ausreichende Stallabteile müssen vorhanden sein, damit kranke oder zurückbleibende Tiere gesondert aufgestellt werden. Ein Zurückstallen zu jüngeren Tiergruppen muss auf jeden Fall verhindert werden. Es muss im Rein/Raus-System gearbeitet werden, damit die einzelnen Stallabteile

in regelmäßigen Abständen gereinigt und desinfiziert werden können. Hierbei ist die Reinigung besonders wichtig, denn ohne effektive Reinigung ist die Desinfektion sinnlos. Nach dem Reinigen ist ein Aufheizen der Abteile empfehlenswert, da durch Trockenheit und Wärme ein Überleben von krankmachenden Erregern in der Umgebung verringert wird.

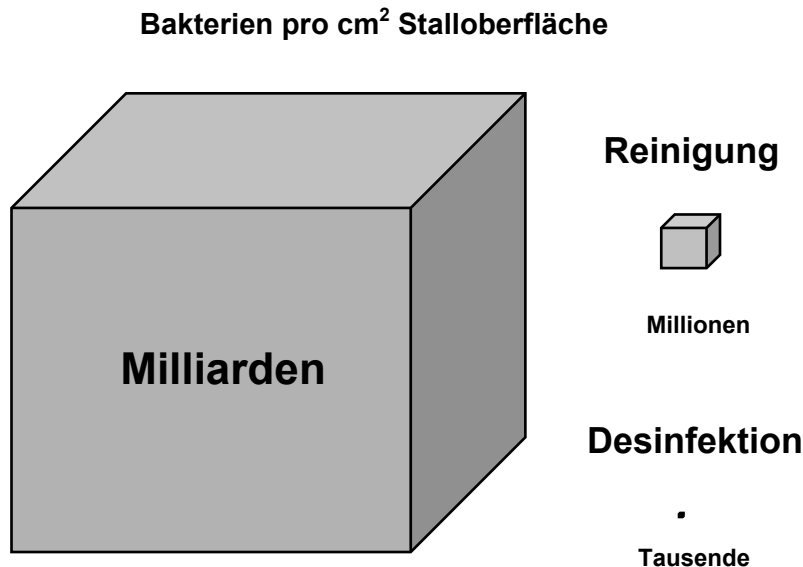


Abb. 9.11: Einfluss von Reinigung und Desinfektion auf die Erregermenge

Weiterhin müssen Schadnager und Fliegen gezielt bekämpft werden, da auch sie zu einer Erregerverschleppung beitragen. Belastende Faktoren in den Betrieben, wie zu hohe Belegdichte oder mangelhafte Klimaführung müssen vermieden werden.

Beispielhaft sei hier der der 20 Punkteplan von Madec und Wadilove aufgeführt, der sich besonders bei der Circovirusinfektion bewährt hat:

Im Abferkelstall:

1. Rein/Raus mit Reinigung u. Desinfektion
2. Sauendusche u. Parasitenbehandlung
3. Reduziertes Ferkelversetzen nur am 1. LT

Im Aufzuchtstall:

4. Kleine Gruppen, feste Abtrennungen
5. Weiterhin strenges Rein/Raus
6. Belegdichte reduzieren (3 Ferkel/m²)
7. Ausreichend Fressplatz (>7 cm)
8. Luftqualität
9. Temperaturkontrolle
10. Kein Mischen von Gruppen

Im Maststall:

11. Kleine Gruppe, feste Abtrennungen
12. Rein/Raus mit Reinigung u. Desinfektion
13. Kein Zurücksetzen
14. Kein Ferkelversetzen innerhalb des Abteils

15. Belegdichte reduzieren > 0,75 m²/Schwein
16. Klimaoptimierung
17. ggf. Impfprogramme zur Vorbeugung von Sekundärinfektionen
18. Tier- und Luftbewegung kontrollieren
19. Konsequente Hygiene
20. Rechtzeitige Selektion von erkrankten Tieren



Abb. 9.12: Typische Hautveränderungen bei Circovirusinfektion

Die Voraussetzung für die Einhaltung eines konsequenten Rein-Raus-Systems werden schon in der Ferkelerzeugung gelegt. Abferkelställe können nur Rein-Raus gefahren werden, wenn der Betrieb mit Abferkelgruppen arbeitet. Der gängigste Rhythmus hierbei ist der Drei-Wochen-Rhythmus. Allerdings müssen hierfür die baulichen Voraussetzungen vorhanden sein (vgl. auch Abschnitt 4.2)

Maßnahmen im Abferkelstall

- In ein sauberes Abferkelabteil gehört eine saubere Sau. Dementsprechend sollte bei Neubauten eine Sauendusche eingeplant werden und in Altgebäuden nach einer Einbaumöglichkeit gesucht werden. Ist dies nicht möglich sollten die Sauen z.B. in einer Ausweichbucht etc. gewaschen werden. Hierzu sind Tierwaschmittel zu verwenden und die Temperatur des Wassers sollte sich in einem für die Sauen angenehmen Bereich befinden. Wird für die Waschung ein Hochdruckreiniger verwendet ist darauf zu achten, dass der Wasserstrahl für die Sauen nicht schmerzhaft ist.
- Raue Böden in den Abferkelbuchten müssen saniert werden um das Abschürfen der Gelenke zu minimieren.
- Nach der Geburt sollte die Nabelschnur eingekürzt und desinfiziert werden. Z.B. mit Jodpräparaten. In einigen Betrieben reicht diese Maßnahme nicht aus um Nabelinfektionen und damit später auch Nabelbrüche zu verhindern. Hier kann es sinnvoll sein eine metaphylaktische Injektion mit einem geeigneten Antibiotikum vorzunehmen. Typische Vertreter sind Penicillin, Amoxicillin oder Ceftiofur.
- In Betrieben bei denen sich die Ferkel bei Rangkämpfen am Gesäuge der Sau massiv verletzen sollten die Zähne abgeschliffen werden (das Kneifen ist verboten und der Zahn splittert). Wichtig ist es hierbei, die Pulpahöhle des Zahnes nicht zu eröffnen, da ansonsten eine neue Eintrittspforte geschaffen wird.
- Um solche Rangeleien zu vermeiden ist eine gute Milchleistung der Sau vonnöten. Milchmangelzustände sind gezielt anzugehen. Die Kolostrumaufnahme innerhalb der ersten 24 Stunden ist entscheidend!
- Da Krankheitserreger sich auch im Sauenkot aufhalten ist eine regelmäßige Kotentfernung aus der Abferkelbucht angezeigt.

- Das einmal wöchentliche Ausbringen einer Zwischendesinfektion mit puderförmigen Managementpräparaten hilft den Keimdruck in der Bucht gering zu halten.
- Bei der Kastration der Ferkel ist auf äußerste Hygiene zu achten. Bei der frühen Kastration am 3. Lebenstag ist die Abheilung der Wunden in der Regel unproblematischer als bei später Kastration. Bei der Kastration hat sich die 3-Messer-Methode bewährt. Es wird mit 3 Skalpellen gearbeitet die in einer Desinfektionslösung liegen. Nach jedem Ferkel wird das Skalpell gewechselt. So verlängert sich die Einwirkzeit des Desinfektionsmittels. Antibiotische Wundpuder sollten heutzutage nicht mehr verwendet werden, da das Puder den Heilungsprozess verzögert. Besser ist es in Problembeständen eine systemische Antibiose mit den vorne genannten Präparaten durchzuführen.
- Die Schwänze sollten binnen der ersten 24 Stunden eingekürzt werden. Das Kupieren erfolgt mit einem Heißschneidegerät um die Blutgefäße zu koagulieren und somit das Eintreten von Streptokokken zu reduzieren.
- In Problembetrieben sollten die Nadeln für Eiseninjektion und / oder Impfungen zwischen den Würfen gewechselt werden, um auch hier eine Verschleppung der Erreger zwischen den Würfen zu minimieren.

9.5 Störungen der Fruchtbarkeit

Der Abort ist das wohl dramatischste Anzeichen von Fruchtbarkeitsstörungen. Aber das Abstoßen der bereits angelegten und nicht lebensfähigen Früchte vor dem 110. Trächtigkeitstag bleibt im frühen Trächtigkeitsstadium häufig unerkannt. Es fällt nur ein unregelmäßiges Umrauschen der Sauen, nach dem 35. Trächtigkeitstag, auf. In späteren Stadien können die Foeten oder Eihäute gefunden werden. Sehr häufig kann eine primäre Abortursache nicht gefunden werden. Bis zu 2% Aborte innerhalb eines Bestandes können als „normal“ bezeichnet werden. Sehr häufig kann eine primäre Abortursache nicht gefunden werden. Bis zu 2% Aborte innerhalb eines Bestandes können als „normal“ bezeichnet werden. Aborte können durch Stresseinwirkung, wie Klimabelastungen, Behandlungsmaßnahmen, oder auch Rangordnungskämpfe ausgelöst werden. Mykotoxine im Futter oder der Einstreu könnten auch eine Ursache sein. Ebenso kann eine erhöhte Körpertemperatur z.B. durch intensive Sonneneinstrahlung oder aber auch bei Infektionen einen Abort auslösen. In nur 15 - 30 % der Fälle werden eindeutige Aborterreger nachgewiesen. Hierfür kommen Bakterien, wie z.B. die Rotlaufferreger, Brucellen, Leptospiren, Listerien, Streptokokken, Colibakterien u.a. in Frage. Die entweder durch erhöhtes Fieber, Schädigung der Plazenta oder Toxinbildung im Fetus den Abort auslösen. Virale Infektionen, wie Influenza, PRRS, Aujeskyische Krankheit oder die Schweinepest können durch die erhöhte Körpertemperatur, Plazentenschädigung oder Stresseinwirkung den Abort verursachen.



Abb. 9.13: SMEDI-Symptome können auf Virusinfektionen deuten (hier: Ferkelwurf mit Mumie und lebensschwachen Ferkeln)

Häufig weniger deutlich und manchmal schleichend verlaufend sind die „SMEDI-Symptome“. Bei dem Begriff handelt es sich um die Abkürzung der englischen Begriffe für sichtbare Schäden der Früchte und Unfruchtbarkeit wie: Stillbirth = Totgeburt, Mumification = Mumienbildung, Embryonic Death = Embryonaler Fruchttod und Infertility = Unfruchtbarkeit. Je nachdem in welchem Trächtigkeitsstadium die Tiere durch eine Infektion, hier ist an erster Stelle das Parvovirus zu nennen oder aber auch durch nicht infektiöse Ursachen, wie z.B. die Verfütterung von mit Pilztoxinen belastetem Futter, betroffen werden, kommt es zu den unterschiedlichen Ausprägungen. Die Infektionen können auch in der Gebärmutter von Frucht zu Frucht weitergehen. So kann es zum typischen Bild der Parvovirose mit abgestorbenen oder mumifizierten Embryonen verschiedener Entwicklungsstufen kommen.

Der Mastitis Metritis Agalaktie Komplex ist eine Erkrankung der abgeferkelten Sau. Schon unter der Geburt oder direkt nach dem Abferkeln können Gesäugeentzündungen (Mastitis), Gebärmutterentzündungen (Metritis) oder Milchmangel (Agalaktie) auftreten. Häufig treten sie gemeinsam auf und auch die Ursachen hängen eng zusammen, so dass sie beim Schwein häufig als ein Krankheitskomplex beschrieben werden. Eine wichtige Rolle bei der Entstehung der MMA spielen die überall vorkommenden Kolibakterien, sie verursachen das Fieber und die Gesäugeentzündung. Die Keimbesiedlung der Gebärmutter wird ebenso diskutiert. Entscheidend ist aber häufig die Fütterung der Sau in der Trächtigkeit sowie um den Geburtszeitraum. Bei Verdauungsstörungen durch plötzliche Futterwechsel, aber auch bei zu gut- oder mangelernährten Sauen wird der Organismus durch die Bakterien und deren Toxine belastet. Zusätzlich negativ wirkt es sich aus, dass die Sauen aus der Gruppenhaltung mit viel Bewegung und Futter mit hohem Rohfaseranteil in den Abferkelstall mit wenig Bewegung und energiereichem Futter umgetrieben werden. Verschleppte Geburten oder vermehrte Geburtshilfe belasten dann die Sau noch zusätzlich.

Ein weiteres Problemfeld bei den Sauen sind die Harnwegsinfektionen. Bei fast einem Viertel aller Schlachtsauen werden krankhafte Veränderungen der Harnorgane festgestellt. Die Harnwege der Sauen erkranken in der Regel durch eine aufsteigende Infektion. Vor allen Dingen im Geburtszeitraum oder beim Belegen können schädliche Keime, wie z.B. Kolibakterien oder Streptokokken, sich in der Harnblase verstärkt ansiedeln. Dort führen sie dann zu einer Bakterienvermehrung und lokalen Entzündung. Die Harnwegsinfektion wird oft nicht erkannt. Kalte oder feuchte Liegeflächen und Zugluft können die Erkrankung fördern. Nur Einzeltiere sind von der schweren Verlaufsform betroffen. Viel stärker fällt häufig die erhöhte Umrauschquote ins Auge, die durch Harnwegsinfektionen verursacht werden. Durch die um ein vielfaches erhöhten Keimzahlen im Harn, wird auch, besonders beim Belegen, die Gebärmutter infiziert, so dass die Sauen regelmäßig oder unregelmäßig nach 3 – 6 Wochen umrauschen. Es wird trüber oder eitriger Ausfluss an der Scheide sichtbar. Bei auffälligen Tieren muss unbedingt der Harnabsatz auf Trübung und Flocken bzw. sogar auf Eiter und Blutbeimengungen kontrolliert werden.

Ein großer Teil der Zuchttiere scheidet aber auch wegen Gelenksveränderungen oder Bein-schäden aus der Produktion aus. Schon bei der Aufzucht von Zuchttieren muss das Muskelwachstum gebremst werden. Das Skelettsystem muss genügend Zeit zur Entwicklung haben, damit es nicht zu Überbelastungen kommt. Nicht nur die täglichen Zunahmen und die Fruchtbarkeit dürfen im Vordergrund stehen. In der Zuchttierselektion muss auf einen korrekten und störungsfreien Bewegungsablauf, die korrekte Beinstellung sowie Winkelung und Ausbildung der Gelenke geachtet werden. Die Nähr- und Mineralstoffversorgung muss dem Bedarf dieser Aufzuchtstiere angepasst werden. Bei einem gehäuften Auftreten von Lahmheiten sollte im Stallbereich auf Verletzungsmöglichkeiten für die Tiere geachtet werden. Unregelmäßig verlegte Spaltenböden und scharfe Betongrate bei neuen Böden müssen vermieden werden.

9.6 Krankheiten in der Ferkelaufzucht und Mast

Wichtige Erkrankungen bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen sind nachfolgend gegeben:

Tab. 9.5: Übersicht über die wichtigsten Erkrankungen bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen (keine vollständige Aufzählung aller Erkrankungen)

Organsystem	Erkrankung	Erreger
Haut	Nässendes Ekzem	Staphylococcus hyicus
	Rotlauf (Backsteinblattern)	Erysipelothrix rhusiopathiae
	Maul und Klauen Seuche	Picornaviren
	Räude	Sarkoptes-milben
Bewegungsapparat	Klauenentzündungen	Mischinfektionen
	Beinschwächesyndrom	-
	Gelenkentzündungen	Streptokokken, Mycoplasma hyosynoviae, Hämophilus parasuis
Zentrales Nervensystem	Enterovirus-infektionen (Schweinelähme)	Enteroviren
	Hirnhaut-entzündung	Streptococcus suis und andere
	Aujeszky'sche Krankheit (AK)	Herpesviren
	Vergiftungen	z.B. Kochsalz, Salocin
Blut	Eperythrozoonose	Eperythrozoon suis
Verdauungsorgane	Magengeschwüre	-
	EVD	Coronavirus
	Dysenterie	Brachyspira hyodysenteriae
	PPE / PIA / Ileitis	Lawsonia intracellularis
	Coli-Durchfälle	E. Coli-Bakterien
	Salmonellose	Salmonellen
	Spulwurmbefall	Ascaris suum
Atemwege	PRCV	Coronavirus
	PRRS	PRRS-Virus
	Influenza	Influenzavirus
	Schnüffelkrankheit	Toxin bildende Pasteurellen
	APP	Actinobacillus pleuropneumoniae
	Mischinfektionen	z.B. Strep. Suis, Hämophilus parasuis, Bordetella bronchiseptica, u.a.
Immunsystem	PMWS, PDNS	Porcines Circovirus II
Fieberhafte Allgemeinerkrankungen	Klassische Schweinepest	Pestiviren

9.7 Krankheitsvorbeuge und -bekämpfung

Nachfolgend werden die verschiedenen Systeme der Krankheitsvorbeuge und -bekämpfung dargestellt:

Tab.9.6: Systeme der Krankheitsvorbeuge und -bekämpfung und die Bedeutung für Umwelt- und Verbraucherschutz

A-biotisches System	Antibiotisches System	Biotisches System
Reinigung und Desinfektion	Antibiotika und Chemotherapeutika	Impfstoffe und Sera
Rückstände z.B. im Waschwasser	Rückstände und Resistenzbildung	Keine Rückstände, keine Resistenzbildung

Quelle: Nienhoff, 2001

Antibiotische Therapie

Für die Antibiotische Therapie steht eine Reihe von Medikamenten zur Verfügung. Bei der Anwendung ist es wichtig die Medikamente so, wie vom Tierarzt verordnet einzusetzen. Das gilt sowohl für die Art und Dauer der Anwendung, als auch für die Dosierung und die Indikation.

Eckpfeiler der antibiotischen Therapie

Wahl des richtigen Medikamentes
gewichtsbetogene Dosierung (mg/kg KG)
wirkstoffbetogene Wiederholung
Behandlung ganzer Gruppen oder Abteile

Bei der Verabreichung von Arzneimitteln an das Schwein werden grundsätzlich drei Möglichkeiten unterschieden:

- Injektion
- Wassermedikation
- Futtermedikation

Im Folgenden werden Vor- und Nachteile der verschiedenen Applikationsarten vorgestellt:

Injektion	
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Viele zugelassene Präparate • Exakte Dosierung • Keine Verschleppung • Funktioniert auch wenn die Tiere weder fressen noch trinken 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine langen Wirkstoffspiegel • Arbeitsaufwand bei größeren Gruppen • Stress für die Tiere, insbesondere bei Wiederholung

Wassermedikation

Vorteile

- Rascher Einsatz ohne Therapieverzögerung
- Geringer Arbeitsaufwand
- Geringes Verschleppungsrisiko
- Sofortige Therapieumstellung möglich

Nachteile

- Wenige gut lösliche Präparate am Markt
- Schlecht schmeckende Stoffe werden schlecht aufgenommen
- Zum Teil Probleme mit der Dosiergenauigkeit
- Arzneimittelverluste durch Spielen an der Tränke
- Ablagerungen in den Leitungen

Futtermedikation

Vorteile

- Keine Probleme mit der Löslichkeit
- Geringer Arbeitsaufwand

Nachteile

- Zum Teil nur AMV
- Risiko der Verschleppung
- Als top-dressing bei Pellets nicht einzusetzen
- Entmischung
- Tiere die wenig fressen werden unterdosiert
- Bei Einsatz über den anerkannten Mischbetrieb 16 % MwSt und kein Therapiewechsel möglich
- Viele Medikamentendosierer nicht ausgereift

Die Grundlage der zum Teil durchgeführten metaphylaktischen Behandlungen ist die Verminderung des Erregerdrucks in der gesamten Tiergruppe. Die Eckpfeiler sind hierbei die Wahl des richtigen Medikamentes, gewichtsbezogene Dosierung (mg/kg KG), wirkstoffbezogene Wiederholung und Behandlung ganzer Gruppen oder Abteile.

Eckpfeiler der Metaphylaxe

Wahl des richtigen Medikamentes gewichtbezogene Dosierung (mg/kg KG) wirkstoffbezogene Wiederholung Behandlung ganzer Gruppen oder Abteile

Metaphylaxe, die Behandlung noch gesunder Tiere, bei denen aufgrund bestandsspezifischer und diagnostisch abgesicherter Erfahrung Krankheiten zu erwarten sind, ist gängige Praxis und kann zielgerichtet, allein schon aus Tierschutzgründen, notwendig sein. Langfristiges Ziel muss es jedoch immer sein, eine Verbesserung der Strukturen und eine Vermeidung prädisponierender Faktoren zu erreichen.

Impfung

Impfungen sind ein wichtiger Baustein im vorbeugenden Gesundheitsschutz. Der Ausbruch von schwerwiegenden Infektionskrankheiten kann schon im Vorfeld vermieden werden. Vor dem Hintergrund eines immer komplexer werdenden Krankheitsgeschehens in unseren Schweinebeständen und der immer höher werdenden Anforderungen der Verbraucher an Rückstandsfreiheit und minimalen Antibiotikaeinsatz stellt sich die Frage, wie kann Krankheitsbekämpfung in den Beständen auf hohem Niveau, unter den gegebenen Umständen sicherstellen. Die Alternative zum Antibiotikaeinsatz sind Schutzimpfungen. Durch Impfungen gegen verschiedenste Erreger lässt sich die Antibiotikatherapie in erheblichem Umfang verringern, mit dem Erfolg der Rückstandsfreiheit und der Vermeidung von Resistenzen. Dies ist aktiver Verbraucherschutz.

Eine Impfung ist die aktive Immunisierung mit lebenden, abgeschwächten oder abgetöteten Keimen. Die hieraus erworbene Immunität ist spezifisch, d.h. immer gegen einen bestimmten Krankheitserreger gerichtet. Auf den Reiz des Antigens (Erregers) aus einer Feldinfektion oder einer Impfung werden Antikörper gebildet. Die im Blut kreisenden Antikörper fangen die Erreger ab, während zellständige Antikörper an den Schleimhäuten die Erreger neutralisieren. Eine Impfung schützt somit zwar vor Erkrankung aber nicht vor Infektion oder Erregerausscheidung.

Das funktionierende körpereigene Abwehrsystem bildet beim Kontakt mit Krankheitserregern spezifische Abwehrstoffe. Diese Antikörper können sich dann an Eiweißbestandteile der Erreger anlagern, so dass sie durch die unspezifischen Abwehrzellen des Körpers unschädlich gemacht werden können.

Diese ganz natürliche Reaktion des Immunsystems wird bei einer Impfung genutzt. Ein Impfstoff enthält abgeschwächte oder abgetötete Erreger oder Stoffwechselprodukte der Erreger, so dass es zwar nicht zu einer Erkrankung, wohl aber zur Bildung von Antikörpern kommen soll. So können Sauen und Ferkel wirkungsvoll vor Infektionskrankheiten geschützt werden.

Generelle Impfeempfehlungen gibt es nicht, denn jede unnötige Impfung ist eine vermeidbare Belastung des Immunsystems und der Tiere. Außerdem bestehen in vielen Betrieben die Aufwendungen für den Tierarzt im Wesentlichen aus Impfkosten. Allgemein sollte folgender Grundsatz gelten: Soviel wie nötig und so wenig wie möglich.

Parvoimpfung verhindert kleine Würfe, Mumien und lebensschwache Ferkel

Die mit Abstand wichtigste Impfung in Ferkelerzeugerbeständen ist die Impfung zum Schutz vor Parvovirusinfektionen und ist auch zu empfehlen, da das Virus weit verbreitet ist. Durch ein konsequentes Impfprogramm können infektionsbedingte kleine Würfe, totgeborene Ferkel, Mumien und eine erhöhte Umrauschquote vermieden werden. Dieses Krankheitsbild wird auch mit der englischen Abkürzung SMEDI (Stillbirth, Mummification, Embryonal Death, Infertility) zusammengefasst.

Die erste Impfung sollte frühestens im Alter von 180 Tagen erfolgen, da die von der Jungsau als Saugferkel aufgenommenen Biestmilchantikörper den Impfschutz bis zu diesem Zeitpunkt beeinträchtigen können.

Um einen wirkungsvollen Schutz der Embryonen zu erreichen, muss die Grundimmunisierung 2 – 3 Wochen vor dem ersten Belegen abgeschlossen sein und vor jedem Belegen muss die Impfung wiederholt werden. Allerdings sind bei diesem Verfahren immer Zuchttiere mit stark unterschiedlichen Antikörpergehalten im Bestand. Es kann zu Krankheitsdurchbrüchen kommen, wenn sich die Impfintervalle z.B. durch Umrauscher oder vergessene Impftermine verlängern. So wird in vielen Betrieben inzwischen die Stichtagsimpfung durchgeführt, d.h. im Abstand von 4 – 5 Monaten werden regelmäßig alle Zuchttiere des Bestandes geimpft.

Rotlauf

Immer wieder können auch Rotlaufinfektionen zu Aborten oder Leistungsdepressionen durch chronische Gelenksentzündungen, Herzveränderungen und hohes Fieber in der Sauenherde führen. Einzelimpfstoffe sind auf dem Markt und im Bereich der Jungsauenaufzucht zu empfehlen. In der Ferkelerzeugung bietet sich aber der Einsatz eines Parvovirus/Rotlauf-Kombinationsimpfstoffes an.

PRRS

Die Impfung der Sauen zum Schutz gegen das PRRS-typische Krankheitsbild mit Spätaborten, totgeborenen und lebensschwachen Ferkeln ist nicht unumstritten. Vor Impfmaßnahmen sollte sorgfältig geklärt werden, ob das PRRS-Virus überhaupt für die Krankheitserscheinungen verantwortlich ist und wie stark das Virus im Bestand verbreitet ist.

Gegenwärtig stehen für die PRRS-Impfung der Sauen ein Lebendimpfstoff und zwei Totimpfstoffe zur Verfügung.

Bei Lebendimpfstoffen sind die Erreger nur abgeschwächt, dass heißt, sie können sich noch im Tierkörper vermehren. Dadurch wird in der Regel eine bessere Antikörperbildung stimuliert, auf der anderen Seite besteht die Gefahr, dass diese Vermehrung auch zu Erkrankungen, besonders bei ungeborenen Ferkeln, führen kann. Wenn Totimpfstoffe eingesetzt werden, d.h. der Impfstoff keine lebenden Erreger enthält, muss die Impfung zwingend wiederholt werden. Erst die Wiederholungsimpfung führt zu den schützenden hohen Antikörpergehalten. Diese zweimalige Impfung, je nach Impfstoff im Abstand von 3 bis 6 Wochen, wird auch als Grundimmunisierung bezeichnet. Die Antikörpergehalte sinken im Laufe der Zeit wieder ab, so sind in gewissen Zeitabständen erneute Wiederholungsimpfungen notwendig.

Die Bestandsimpfung ermöglicht eine schnellstmögliche Immunisierung. Sie sollte nach der Grundimmunisierung im Abstand von vier Monaten wiederholt werden. Bei einem hohen Infektionsdruck ist ein kürzerer Impfabstand zu empfehlen. Dies kann insbesondere dann nötig werden, wenn Ferkelaufzucht- und Abferkelbereich in einem Stallgebäude untergebracht sind und die Ferkel nicht mitgeimpft werden.

Durch die PRRS-Sauenimpfung werden weiterhin die Ferkel in den ersten drei bis vier Lebenswochen über die Biestmilchantikörper vor PRRS-bedingten Atemwegserkrankungen geschützt.

Bei Husten an Influenza denken

Unter Umständen kann in der Sauenherde eine Impfung gegen die Schweinegrippe (Influenza) sinnvoll sein. Die Schweinegrippe ist zwar in erster Linie eine Atemwegsinfektion hat aber, bedingt durch das hohe Fieber, oft Fruchtbarkeitsstörungen wie Aborte und lebensschwache Ferkel zur Folge. Auch die Ferkel können in den ersten 10 - 12 Lebenswochen über die Biestmilchantikörper geschützt werden.

Mutterschutzimpfungen schützen die Ferkel über die Biestmilch

Bei neugeborenen Ferkeln funktioniert das Abwehrsystem noch nicht vollständig und muss erst noch ausgebildet und trainiert werden. Sie sind in den ersten Lebenswochen dadurch

geschützt, dass sie mit Antikörpern über die Sau versorgt werden, denn die Biestmilch ist besonders reich an Antikörpern. In den ersten Lebensstunden können diese über die Darmwand in den Körper aufgenommen werden. Wer kennt nicht das traurige Bild der Ferkel, wenn die Versorgung einmal nicht gelungen ist. Dies erklärt auch die Probleme der Würfe von Jungsaugen oder von neu in den Bestand eingegliederten Tieren, denn diese haben häufig noch nicht die für den Bestand wichtigen Antikörper gebildet.

Damit die optimale passive aber doch spezifische Versorgung der Ferkel über die Biestmilch gewährleistet ist, müssen Muttertierimpfungen unbedingt terminorientiert verabreicht werden! Je nach Impfstoff sollte die letzte Impfung 2 - 3 Wochen vor dem Geburtstermin erfolgen. Wenn eine gesunde Sau im guten Allgemein- und Nährzustand mit intaktem Immunsystem geimpft wird, werden so zum Zeitpunkt der Geburt die höchsten Antikörpergehalte in der Biestmilch erreicht. Jetzt muss nur noch deren ungestörte Aufnahme durch die Ferkel gewährleistet sein. So kann diese z.B. gefährdet sein, wenn die Ferkel nach der Geburt auskühlen. Es darf auch kein Milchmangel der Sau vorliegen und es müssen genügend funktionierende Zitzenkomplexe vorhanden sein. So sind häufig Erkrankungen der Sauen, die wirkliche Ursache von Durchfallerkrankungen der Ferkel.

Die wichtigste Mutterschutzimpfungen dienen der Vorbeuge des Saugferkeldurchfalls. Hier sind die wichtigsten Infektionserreger enteropathogene *Escherichia coli*. Ein weiterer Durchfallerreger ist *Clostridium perfringens*. Er scheint in letzter Zeit an Bedeutung zu gewinnen. Ferkel in den ersten Lebenstagen sind besonders empfänglich. Durch eine Infektion mit diesem Erreger kann die Darmschleimhaut zerstört werden, so dass blutiger Durchfall und vermehrt Todesfälle auftreten können. Anhand der von ihm gebildeten Giftstoffe können bei diesem Erreger verschiedene Typen differenziert werden. Beim Saugferkeldurchfall wird das dramatische Krankheitsbild durch den Typ C verursacht. Ein etwas milderer Typ wird durch den Typ A verursacht, aber auch hier kann es unterschiedliche Stämme geben, die gefährliche Zellgifte bilden können.

Zur Auswahl des richtigen Impfstoffes sollte zunächst immer eine Laboruntersuchung von Saugferkeln oder Kotproben erfolgen.

Treten im Betrieb die typischen Krankheitssymptome der Schnüffelkrankheit – Rhinitis atrophicans - auf, ist die Impfung der Sauen zur Übertragung des maternalen Schutzes auf die Ferkel die wichtigste Grundvoraussetzung, um die Probleme in den Griff zu bekommen. Da es sich um eine typische Faktorenkrankheit handelt, müssen die Stallbedingungen wie die Belegedichte, das Klima, ein konsequentes Rein-Raus-System und ein frühes Absetzalter (21 - 28 Tage) ebenfalls optimal gestaltet werden, um schnell und durchschlagend Erfolg in der Bekämpfung zu haben.

Mykoplasmenimpfung: Wirkungsvoller Schutz für die Mastschweine.

Bei den Ferkeln ist die Impfung gegen *Mykoplasma hyopneumoniae*, dem Erreger der Ferkelgrippe, nahezu Standard. Der Erreger ist in unserer Schweinepopulation sehr weit verbreitet und ist Wegbereiter für zahlreiche andere Atemwegserkrankungen. Die Infektion kann unter den heutigen Bedingungen kaum vermieden werden. Da es sich um eine Faktorenkrankung handelt, muss die Optimierung der Haltungs- und Umweltbedingungen an erster Stelle stehen, aber auch die Schutzimpfung ist ein wirkungsvolles Hilfsmittel und wird von vielen Mästern gefordert. In den letzten Jahren hat sich die zweimalige Impfung der Saugferkel am 3. Lebenstag und 3 Wochen später bewährt. Inzwischen sind aber auch Einmalimpfstoffe auf dem Markt, die gegebenenfalls die Zweimalimpfung ersetzen können. Die Vorteile der Einmalimpfung (one-shot) liegen in der Stressminimierung bei den Ferkeln innerhalb der ersten Lebenstage und in der Arbeitserleichterung für den Betriebsleiter. Obwohl es sich um Totimpfstoffe handelt ist hier keine Zweitimpfung notwendig, da einmal die Menge der abgetöteten Erreger stark erhöht wurde und beim anderen Impfstoff ein spezielles Hilfsmittel zum Impfstoff gehört, der die Immunreaktion fördern soll. Viele Betriebe haben ohne Probleme umgestellt. In einigen Betrieben hat sich die Hustenproblematik aber verschlechtert. Inwieweit dort dann die Mykoplasmen ursächlich beteiligt sind ist häufig nur schwer abzuklären.

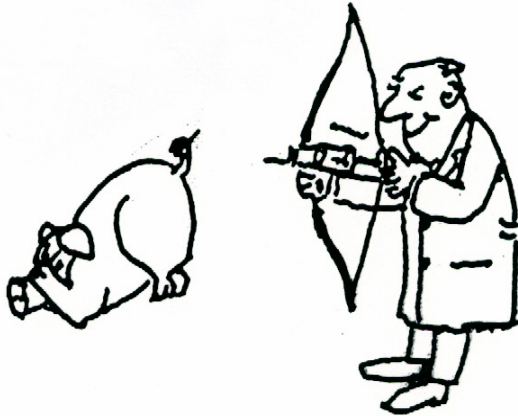
Impfstoffe dürfen nur vom Tierarzt oder unter seiner persönlichen Aufsicht angewandt werden. In besonderen Ausnahmefällen kann der Tierarzt bei der zuständigen Behörde beantragen, dass der Impfstoff abgegeben und durch den Tierhalter angewandt werden darf. Ist die Genehmigung erteilt, muss der Tierhalter ein Impfkontrollbuch führen, das regelmäßig vom Tierarzt kontrolliert wird. Die Impfstoffe müssen bei Kühlschranktemperatur, d.h. bei +2° bis +8°C, gelagert werden. Wenn sie einmal einfrieren oder erhitzt werden, sind sie unwirksam. Ebenso ist darauf zu achten, dass sie sich nicht entmischen. Vor jeder Benutzung sind die Flaschen aufzuschütteln. Angebrochene Flaschen sind schnellstmöglich zu verbrauchen. Jede Verunreinigung, z.B. auch mit Desinfektionsmitteln, kann den Impfstoff unwirksam machen. Eine Mehrwegspritze sollte nur für die Impfung reserviert sein. Die Spritze und die entsprechenden Nadeln (Kanülen) müssen nach jedem Gebrauch gut gereinigt werden. Eine zusätzliche Desinfektion kann durch Auskochen oder materialschonender durch Sterilisation über Wasserdampf in einem Dampfkochtopf oder Babyflaschensterilisator erreicht werden.

Die Erzielung einer spezifischen Immunität gegen bestimmte Krankheitsbilder ist nur ein Faktor im betrieblichen Gesundheitsmanagement. Es muss immer versucht werden durch weitere Maßnahmen den Infektionsdruck von außen, wie auch Infektionsketten im Betrieb zu unterbrechen. Hierzu zählen die Anzahl der Tierherkünfte, ein konsequentes Rein-Raus-System sowie eine effektive Reinigung und Desinfektion. Für kleinere Ferkelerzeugerbetriebe ist hier unbedingt der 3-Wochen-Rhythmus zu empfehlen. Eine weitere Voraussetzung für den Erfolg einer Impfmaßnahme ist ein funktionierendes Abwehrsystem der Tiere. Dies lässt sich erreichen durch eine optimale Gestaltung der Umfeldfaktoren wie Belegdichte, Futter- und Wasserversorgung und Stallklima.

Was kann die Ursache sein, wenn trotz Impfung Krankheitssymptome auftreten?

- Andere Infektionen liegen vor
- Die krankmachenden Erregerstämme sind nicht im Impfstoff enthalten
- Fütterungsfehler
- Mangelnde Hygiene
- Kranke Sauen wurden geimpft
- Nicht funktionierendes Abwehrsystem
- Falscher Impfzeitpunkt
- Falsche Impfstoffverabreichung
- Keine Wiederholungsimpfung
- Unsachgemäße Lagerung der Impfstoffe
- Erkrankungen der Sauen um den Geburtszeitraum
- Keine Biestmilchaufnahme der Ferkel

Die Eckpfeiler der Impfung



- Wahl des Erreger- spezifischen Impfstoffes
- Aufbau einer Grundimmunität
- Zielgerichtete Auffrischung
- Lückenloser Bestandsschutz

Man unterscheidet bei den Impfstoffen Lebend-, Tot-, Subunit- und sog. Deletierte Impfstoffe (z. B. AK). Des Weiteren gibt es Monoimpfstoffe und Kombiimpfstoffe (Parvo/Rotlauf) und homologe- (mit identischem Erregerstamm) bzw. heterologe Impfstoffe (z.B. PRRS US-Stamm). Auch besteht die Möglichkeit Toxoidimpfstoffe zu erstellen, d.h. Impfstoffe, die die Gifte von bestimmten Erregern enthalten.

Heutzutage haben Schutzimpfungen in der Schweineproduktion bereits einen hohen Stellenwert, sei es zur Sicherung der Produktion in Ferkelerzeugung und Mast, wie z.B. durch die Parvo/Rotlauf- und Mykoplasmenimpfung, oder aber auch in der Tierseuchenbekämpfung. Hier sei die erfolgreiche Bekämpfung der Aujesky'schen Krankheit mittels Impfung und Reagentenmerzung genannt.

Tab. 9.7: Übersicht über die gebräuchlichsten Impfungen in der Ferkelerzeugung

	Jungsauen	Sauen	Eber
Parvo	2-6 Wochen vor Belegen	1 Woche nach Ferkeln bis 1 Woche vor Belegen oder Bestand 2 x pro Jahr	2 x Jahr
Rotlauf	2 x in der Aufzucht (5. u. 6. Monat)	1 Woche nach Ferkeln bis 1 Woche vor Belegen oder Bestand 2 x pro Jahr	2-3 x pro Jahr
E.coli	X	2-3 Wochen vor Abferkeln bei Erstimpfung 2 x	X
Clostridien	X	2-3 Wochen vor Abferkeln bei Erstimpfung 2 x	X
Rhinitis atrophicans	Bei Aufstallung u. 4-6 Wochen später	2-3 Wochen vor Abferkeln bei Erstimpfung 2 x	X
Influenza	ggf. 2-3 mal in der Aufzucht	1 Woche nach Ferkeln bis 1 Woche vor Belegen oder Gesamtbestand 2 X pro Jahr	2 X pro Jahr
PRRS	ggf. mit 10-14 Tagen Alter oder bei Aufstallung	Bestand 3 x pro Jahr (alle 4 Monate)	3 x pro Jahr
Mykoplasmen	1. und / oder 4. Lebenswoche	X	X
Hämophilus parasuis	3. und 5. Lebenswoche	2 und 6 Wochen vor Abferkeln	X
Lawsonia intracellularis	Ab der 3. Lebenswoche	X	X

Stallspezifische Impfstoffe

Nun besteht das Problem, dass nicht gegen jeden Erreger ein kommerzieller Impfstoff verfügbar ist. Insbesondere bakterielle Erreger wie z.B. Streptokokken, Hämophilus parasuis, Staphylococcus hyicus oder E.coli-Stämme mit F18 Antigen (Erreger der Ödemkrankheit) breiten in modernen Schweinehaltungen oft massive Probleme. Oft ist es nicht ein Erreger alleine, der das immunologische Gleichgewicht einer Herde zum kippen bringt, sondern mehrere bakterielle und virale Erreger begünstigen sich gegenseitig (z. B. Circo + PRRS + X). Solche komplexen Erkrankungen stellen den praktizierenden Tierarzt im Bestand häufig vor eine nur schwer lösbare Aufgabe.

Hier kommen die stallspezifischen Impfstoffe ins Spiel.

Stallspezifische Impfstoffe werden nur für einen bestimmten Tierbestand mit einem aus diesem Bestand jeweils neu isolierten Krankheitserreger oder dessen Toxinen hergestellt. Sie dürfen nur in diesem Bestand angewendet werden. Sie werden nicht industriell auf Vorrat erstellt, sondern individuell bezogen auf das aktuelle Krankheitsgeschehen im Bestand und dürfen nur von Tierarzt angewandt werden.

In der Praxis werden stallspezifische Impfstoffe vor allem bei Streptokokkeninfektionen (Hirnhautentzündung), Staphylokokkeninfektionen (Ferkelruß), Glässerscher Krankheit (Hämophilus parasuis) oder auch bei Coli- oder Clostridieninfektionen, mit nicht in kommerziellen Impfstoffen enthaltenen Stämmen, eingesetzt. Auch für einige Stämme von APP werden solche Impfstoffe benutzt. Nicht funktionell sind die stallspezifischen Impfstoffe bei Erkrankungen, für die aufgrund ihrer schlechten immunisierenden Eigenschaften im Tier, auch keine kommerziellen Impfstoffe hergestellt werden. Als Beispiel sei hier die Dysenterie genannt.

Tab. 9.8: Typische Erkrankungen des Schweines, für die stallspezifische Impfstoffe erstellt werden

Erkrankung	Erreger
Streptokokken-Hirnhaut-Entzündung	Streptococcus suis, alpha hämolysierende Streptokokken
Nässendes Ekzem, Ferkelruß	Staphylococcus hyicus
Glässersche Krankheit	Hämophilus parasuis
Aktinobacillus-pleuropneumonie-Infektion, APP	APP z.B. Serotyp 5
Clostridien-Infektionen (nicht NE)	Clostridium perfringens Typ A
Colienterotoxämie, Ödemkrankheit	Hämolysierende E.coli (F 18 Antigen), z.B. O139:K82 (Toxoidimpfstoff)

Das Prinzip der Herstellung stallspezifischer Impfstoffe unterscheidet sich nicht wesentlich von der Herstellung kommerzieller Tot-Impfstoffe. Bei beiden liegen die für die Immunisierung verantwortlichen Erreger in sog. inaktivierter Form vor. Das bedeutet, dass dem Erreger durch chemische oder physikalische Prozesse die Vermehrungsfähigkeit genommen wird, ohne dabei seine immunisierenden Eigenschaften zu zerstören. Zusätzlich werden den inaktivierten Erregern sog. Adjuvantien zugesetzt um die Immunitätsbildung im Tier zu verstärken. Bei stallspezifischen Impfstoffen wird der, im Bestand isolierte Erreger, inaktiviert und mit Adjuvantien versetzt. Der Erregerstamm, der in diesem speziellen Bestand diese spezielle Erkrankung auslöst, muss isoliert sein und auch vermehrt werden können, um genügende Mengen des Impfstoffes herstellen zu können. Man spricht vom Anlegen einer „Stammkultur“. Hierzu werden in aller Regel typisch erkrankte Tiere zur Sektion gegeben und die gefundenen Erreger werden asserviert. Für einige Erkrankungen reicht es z.B. Tupferproben einzuschicken. Hier steht der Hoftierarzt als kompetenter Ansprechpartner bei der Auswahl des Probenmaterials zur Verfügung. Er gibt auch die Herstellung des Impfstoffes in Auftrag. Wer stallspezifische Impfstoffe herstellen will bedarf der Erlaubnis der zuständigen Behörde. Die Abgabe und der Einsatz der Impfstoffe sind in der Tierimpfstoff-Verordnung geregelt. Der Auftrag zur Herstellung erfolgt durch den praktizierenden Tierarzt. Auch der Einsatz der stallspezifischen Impfstoffe in den Beständen obliegt dem Hoftierarzt. Nur er darf, wie bei den kommerziellen Impfstoffen auch, die Tiere impfen. Nach § 37 der Tierimpfstoffverordnung kann jedoch ein Tierarzt für den jeweiligen, von ihm betreuten, Bestand und Impfstoff bei der zuständigen Behörde eine Ausnahmegenehmigung beantragen, so dass der Tierbesitzer die Tiere unter Anleitung durch den Tierarzt selber impfen darf. Auch dieses ist in den einzelnen Bundesländern zum Teil sehr unterschiedlich geregelt.

Verschiedene Erreger können in den Beständen zum Teil sehr unterschiedliche Dynamik entwickeln und der Zeitpunkt des Ausbruchs der Erkrankung im Bestand, wie auch das Alter der Tiere können sehr unterschiedlich sein. Darum sind auch die Impfschemata auf den einzelnen Bestand angepasst. Die Impfschemata in den Beständen richten sich nach der Persistenz der Antikörper (maternaler und nach Impfung), dem Zeitpunkt des Auftretens der Erkrankung im Bestand und der möglichen Gefährdung von Tieren bestimmter Produktionsstadien. Die Entscheidung welches Impfschema das Richtige ist, trifft der Hoftierarzt in Absprache mit dem Hersteller des Impfstoffes.

Eine Reihe von Ursachen können dafür verantwortlich sein, dass eine Impfung im Bestand zum Misserfolg wird. Gerade bei den stallspezifischen Impfstoffen kann es passieren, dass

aufgrund nicht ausreichender ätiologischer Diagnostik, nicht die richtigen, d.h. die Problemkeime, im Impfstoff enthalten sind. Wenn das Abwehrsystem der Tiere nicht funktionsfähig ist, sei es aufgrund anderer Erkrankungen oder durch z.B. toxische Einwirkungen, auch dann führt die Impfung nicht zum gewünschten Erfolg. Falsche Impfzeitpunkte und eine nicht oder zu spät durchgeführte Revakzination können zu Impflücken führen und damit den Impferfolg gefährden. Viele Fehler werden auch bei der Lagerung der Impfstoffe, die streng nach Angaben des Herstellers erfolgen sollte, und bei der Hygiene und der Art der Anwendung gemacht. So ist zum Beispiel die richtige Kanülengröße und Länge dafür entscheidend, ob der Impfstoff bei der Verimpfung wie gefordert in den Muskel appliziert wird oder lediglich in das Unterhautfettgewebe gelangt, wo es kaum zu einer Immunisierung des Tieres kommen kann.

Tab. 9.9: Die richtige Kanülengröße ist mitentscheidend für den Impferfolg

Altersgruppe	Kanülengrößen (in mm)
Sauen und Eber	1,6 X 35 bis 1,8 X 50
Mastschweine	1,2 X 20 bis 1,6 X 35
Läufer	0,8 X 20 bis 1,4 X 30
Saugferkel	0,7 X 13 bis 1,2 X 20

Quelle: Harlizius, 1997

Fazit

Erkrankungen in der Schweineproduktion stellen neben den erheblichen wirtschaftlichen Einbußen für den einzelnen Betrieb auch ein volkswirtschaftliches Problem dar. Insbesondere die Bekämpfung von Zoonosen ist aus in der modernen tierärztlichen Bestandsbetreuung nicht mehr wegzudenken. Voraussetzung für eine effektive Krankheitsvorbeuge und strategische Kontrolle von Erkrankungen stellt die genaue Kenntnis der vorhandenen Erreger dar. Hierzu sind eine zielgerichtete Diagnostik und ein regelmäßiges Monitoring von Nöten. Bei der Kontrolle von Erkrankungen nimmt das Management im Betrieb mittlerweile eine zentrale Rolle ein. Auch auf den Betrieb abgestimmte Impfmaßen helfen die Erreger zu kontrollieren, schaffen es aber nur in den seltensten Fällen den Erreger zu eliminieren. Durch die Kenntnis der betrieblichen Gegebenheiten und der Produktion ist der moderne Tierarzt im Schweinebestand als Produktionsbegleiter nicht mehr wegzudenken.

(Die Literatur kann bei den Autoren angefordert werden.)

10 Betriebswirtschaft, Wirtschaftlichkeit, Vermarktung (G. Haxsen)

10.1 Bestimmungsgründe der Wirtschaftlichkeit

Die wirtschaftlichen Bedingungen der Schweinezucht und Schweinefleischerzeugung werden weitgehend bestimmt durch

- Bedingungen der Produktion im Inland
- Möglichkeiten des Absatzes im Inland und im Export
- Wettbewerb durch konkurrierende Anbieter

Schweinehalter in Deutschland haben den Vorteil kurzer Distanz zu einem großen Markt mit kaufkräftiger Nachfrage. Dabei stehen sie allerdings einer Konzentration weniger Abnehmer gegenüber und müssen sich sowohl auf dem Binnenmarkt als auch auf den Exportmärkten im Wettbewerb mit Konkurrenten behaupten, die zum Teil aufgrund preiswerterer Betriebsmittel, zum Teil aufgrund besserer tierischer Leistungen zu geringeren Kosten produzieren. Weitere Anforderungen resultieren für die Erzeuger aus den Erwartungen der Konsumenten, preiswert mit qualitativ hochwertigen Lebensmitteln ohne unerwünschte Begleitstoffe versorgt zu werden.

Zur Lösung dieser Aufgaben wird in diesem Beitrag erörtert, wo Stärken und Schwächen der deutschen Schweineproduzenten gegenüber ihren Abnehmern sowie gegenüber ihren Wettbewerbern liegen und welche Möglichkeiten zur Verminderung von Schwachstellen bestehen. Hierzu erfolgt zuerst eine Bestandsaufnahme der internationalen Entwicklung der Produktion und des Handels der bedeutenden Fleischarten. Der anschließende internationale Vergleich von Kosten und Leistungen der Schweineproduktion gibt die wichtigsten Ursachen für die von Land zu Land unterschiedliche Wettbewerbsposition wieder.

10.2 Schweineproduktion im internationalen Wettbewerb

Welterzeugung und Welthandel der bedeutendsten Fleischarten

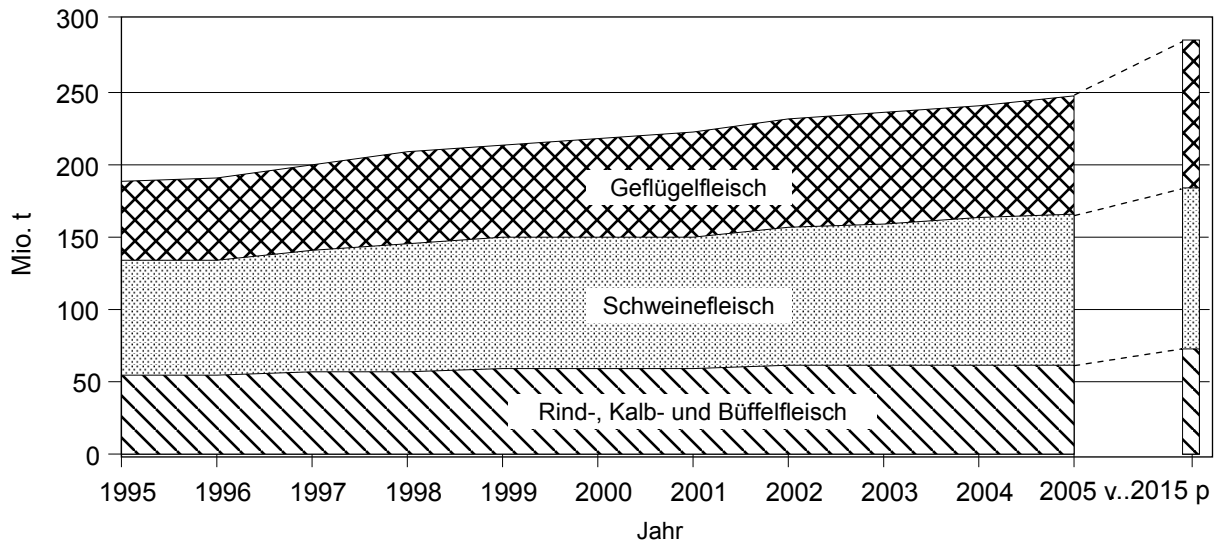
Die Schweinefleischproduktion hat weltweit aufgrund der wachsenden Nachfrage während des letzten Jahrzehnts kontinuierlich zugenommen (Abb. 10.1). In der globalen Fleischversorgung nimmt das Schwein als Fleischlieferant gegenüber dem Rind und dem Geflügel ähnlich wie in Deutschland eine dominierende Position ein. Zurzeit trägt es mit fast 105 Millionen t mehr als 40 % zur Fleischversorgung bei. Dieser Anteil hat sich während der letzten 10 Jahre kaum verändert. Dagegen ist der Anteil des Geflügels zu Lasten der Rinder gestiegen. Nach Prognosen der Welternährungsorganisation FAO werden Erzeugung und Verbrauch sowohl bei Schweine- als auch bei Geflügel- und Rindfleisch weltweit noch mehr zunehmen (Windhorst, 2006a). Dabei ist die Wachstumsrate beim Geflügelfleisch am größten, es liegt beim globalen Aufkommen bis 2015 aber noch hinter dem Schweinefleisch¹.

Infolge des weltweiten Wirtschaftswachstums und der Liberalisierung des internationalen Warenaustausches hat nach der Jahrtausendwende auch der internationale Handel mit Fleisch spürbar zugenommen (Zinke, 2006). Die Ausfuhren an Schweinefleisch haben sich

¹

Die Prognose für Geflügelfleisch setzt allerdings voraus, dass die jetzige Vogelgrippe nicht zu einer Dauerepidemie wird (Windhorst, 2006b).

mit dem Anstieg von 5,4 Millionen t 1995 auf 10,4 Millionen t 2005 fast verdoppelt (Abb. 10.2). Für die kommenden zehn Jahre wird weiter mit einer Wachstumsrate der Exporte gerechnet, die größer ist als die der globalen Produktion und exportorientierten Produzenten neue Absatzmöglichkeiten eröffnet. Hierzu wird im Folgenden erörtert, welche Entwicklungen für Schweinefleischproduktion und -außenhandel der weltweit bedeutendsten Standorte in den kommenden zehn Jahren erwartet werden.

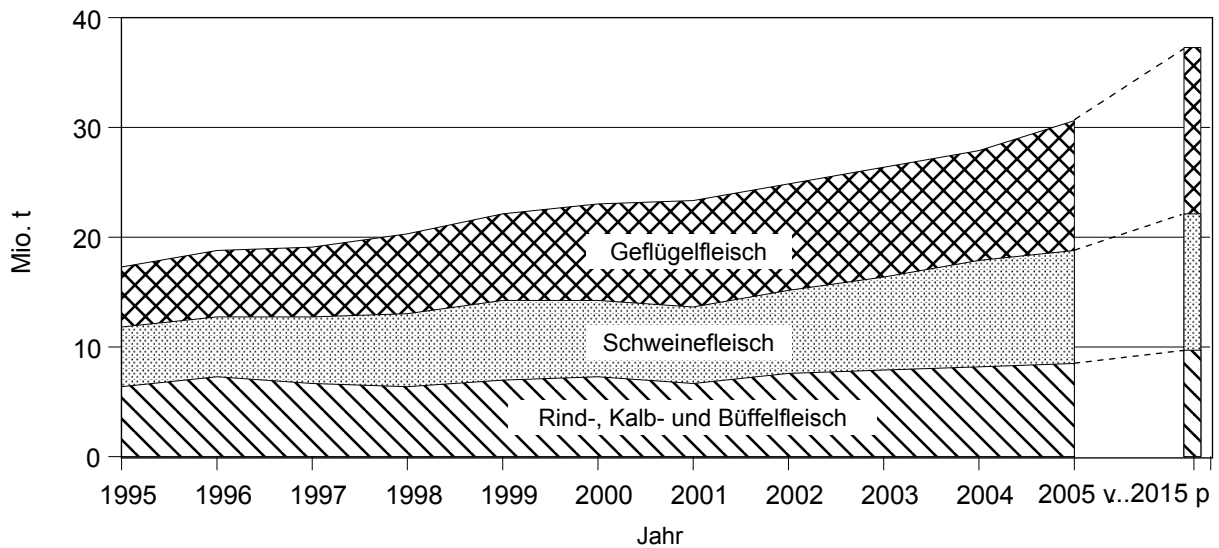


v = vorläufig, p = Prognose.

Quelle: USDA. ZMP. FAO. Eigene Berechnungen.

Hxs_2006-07-21

Abb. 10.1: Welterzeugung der bedeutendsten Fleischarten



v = vorläufig, p = Prognose.

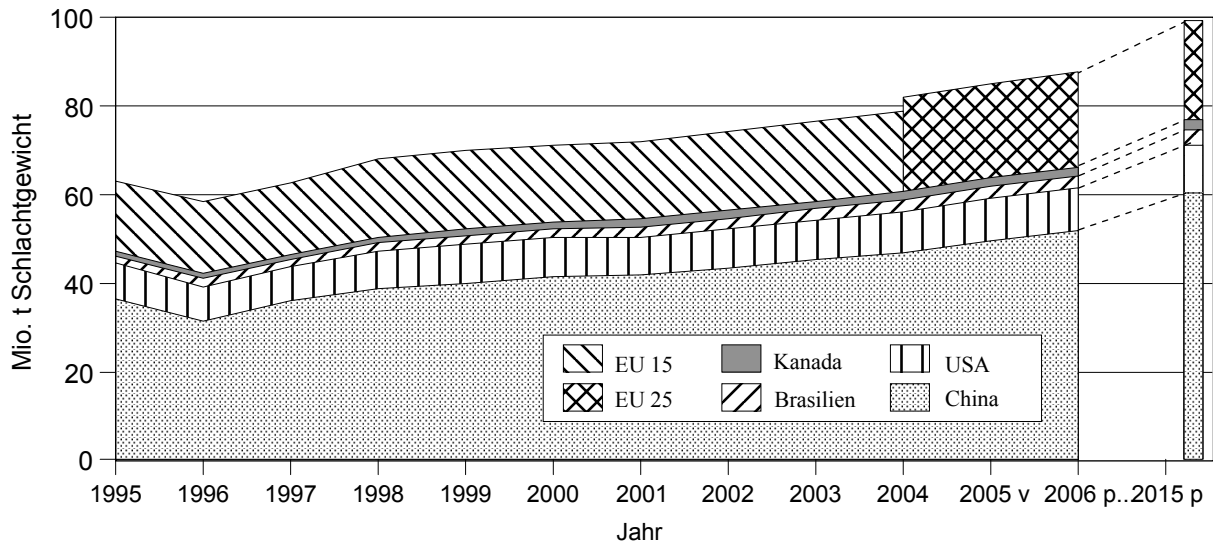
Quelle: USDA. ZMP. Eigene Berechnungen.

Hxs_2006-07-21

Abb. 10.2: Welthandel der bedeutendsten Fleischarten

Produktion und Außenhandel einzelner Länder bei Schweinefleisch

Unter den international bedeutenden Standorten der Schweineproduktion nimmt China mit 50 Millionen t Platz 1 ein (Abb. 10.3). Die EU kommt mit 21 Millionen t auf Platz 2 vor den USA, Brasilien und Kanada. Brasilien und Kanada zeichnen sich im Gegensatz zu den USA und der EU durch überdurchschnittliches Wachstum aus, dennoch wird gerechnet, dass die EU und die USA auch in 10 Jahren nach China die bedeutendsten Standorte der Schweineproduktion sind.



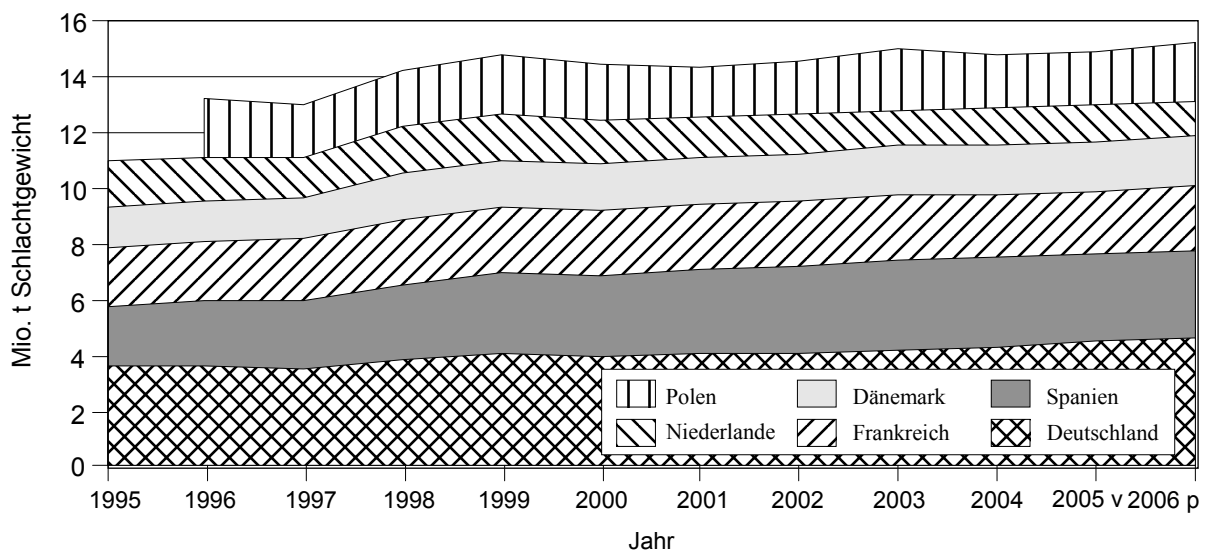
v = vorläufig, p = Prognose.

Quelle: USDA, ZMP. Eigene Berechnungen.

Hxs_2006-07-21

Abb. 10.3: Schweineproduktion der weltweit bedeutendsten Standorte

Innerhalb der EU werden nach wie vor die meisten Schweine in Deutschland gehalten. Deutschland stellt mit 4,5 Millionen t ca. 20 % der EU-Produktion und gehört seit Ende der 90er Jahre mit Spanien und Dänemark zu den Ländern mit überdurchschnittlichen Wachstumsraten (Abb. 10.4). Für 2006 wird in Dänemark jedoch nicht mehr mit Zuwächsen gerechnet, in Deutschland, Spanien und Polen aber ein weiterer Anstieg erwartet.



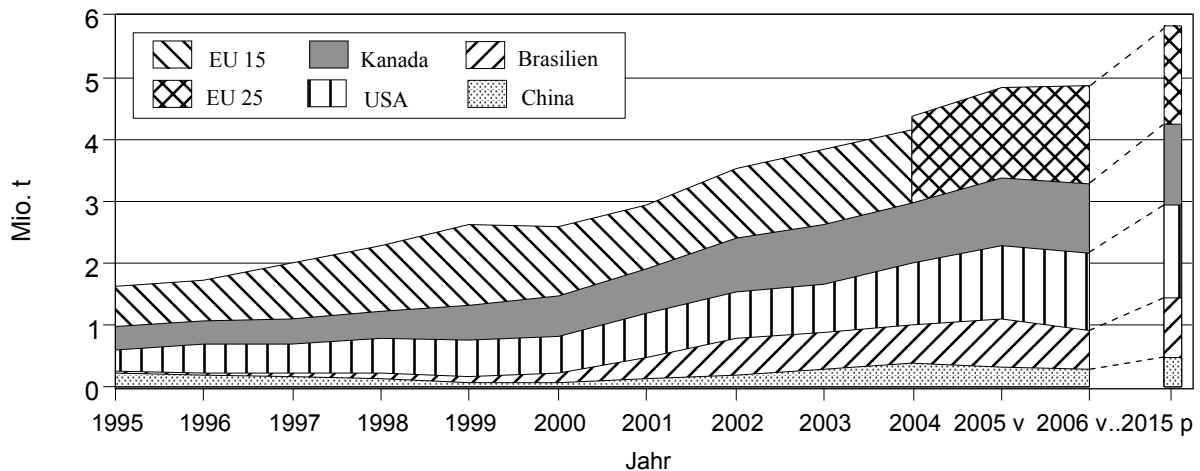
v = vorläufig, p = Prognose.

Quelle: ZMP. Eigene Berechnungen.

Hxs_2006-07-21

Abb. 10.4: Schweineproduktion der bedeutendsten Standorte der EU

Unter den Schweinefleisch exportierenden Ländern steht die EU zurzeit mit 1,5 Millionen t auf Platz 1, gefolgt von den USA, Kanada und Brasilien (Abb. 10.5). Die amerikanischen Länder haben allerdings von der Ausweitung des internationalen Handels nach der Jahrtausendwende mehr profitiert und gegenüber der EU an Boden gewonnen. In den USA rechnet man damit (Windhorst, 2006b), dass der Vorsprung der EU bis 2015 weiter schwindet und die Exporte der USA fast das Niveau der EU erreichen.

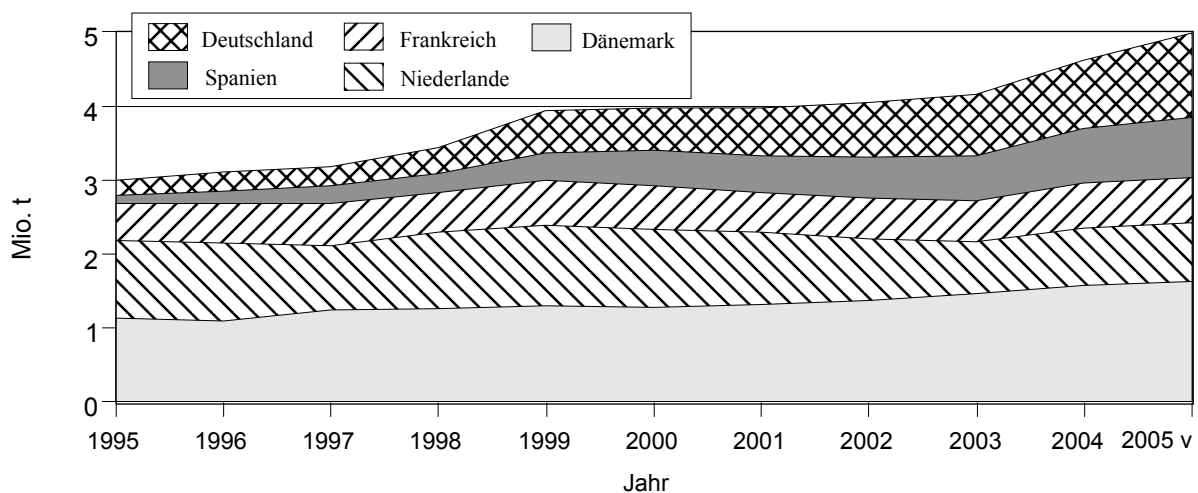


v = vorläufig, p = Prognose.

Quelle: USDA. Eurostat. Eigenen Berechnungen.

Abb.10.5: Schweinefleischexporte der weltweit bedeutendsten Standorte

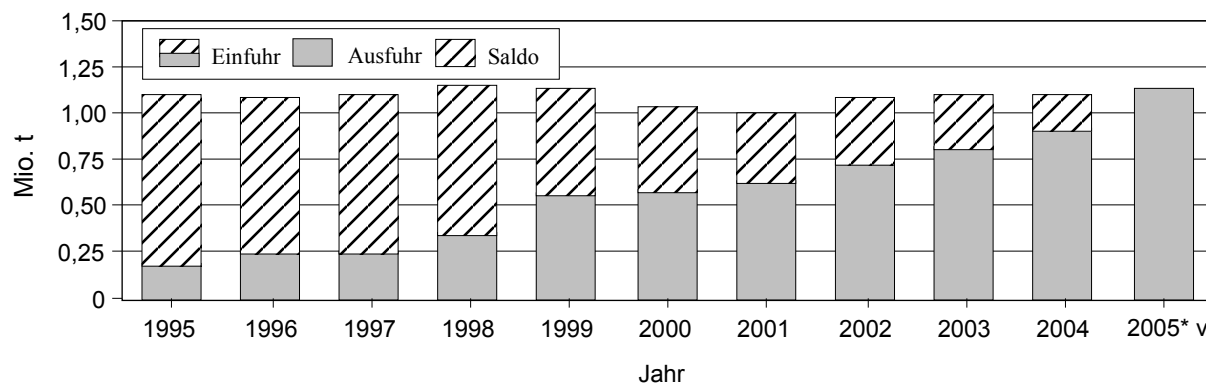
In der EU weist Dänemark mit fast 1,6 Millionen t Schweinefleisch die meisten Ausfuhren auf (Abb. 10.6). Dagegen haben die Niederlande ein wenig an Bedeutung verloren. Hierzu haben auch die Schweinepest dort Ende der 90er Jahre und die folgenden produktionsbegrenzenden Maßnahmen beigetragen. Durch ein starkes Wachstum ist dagegen der Außenhandel Deutschlands und Spaniens gekennzeichnet. Er spiegelt die Ausweitung der Produktion wieder. Den beachtlichen Ausfuhren Deutschlands stehen allerdings auch beträchtliche Einfuhren gegenüber (Abb. 10.7). Ferner ist zu berücksichtigen, dass bei dieser Bilanzierung von Einfuhr und Ausfuhr außer Betracht bleibt, welchen Beitrag die erheblichen Einfuhren an Ferkeln sowie an lebenden Schlachtschweinen zur Fleischaufkommen in Deutschland beisteuern. Er macht ca. 7 % der Nettoerzeugung aus.



v = vorläufig..

Quelle: Agrarwirtschaft. ZMP. PVE. DMA. Eigene Berechnungen.

Abb. 10.6: Schweinefleischexporte der bedeutendsten Standorte der EU



* 2005: Einfuhr 1.142 t. Ausfuhr 1.144 t. v = vorläufig.
Quelle: USDA. ZMP. Eigene Berechnungen.

Hxs_2006-07-21

Abb. 10.7: Außenhandelsbilanz Deutschlands bei Schweinefleisch

Aus der Entwicklung der Produktion und des Handels von Schweinefleisch im internationalen Zusammenhang lässt sich ableiten, dass die meisten Standorte mit wachsender Produktion den internationalen Handel für den zusätzlichen Absatz nutzen. Die gestiegene Schweinefleischausfuhr aus Deutschland ist allerdings noch kein zuverlässiger Indikator verbesserter Wettbewerbsfähigkeit der Schweineproduktion in Deutschland. Hier spielen auch Wettbewerbsfähigkeit und das kaufmännische Geschick der nachgelagerten Bereiche eine Rolle. Die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Schweineproduktion in den landwirtschaftlichen Betrieben lässt sich besser anhand einer Gegenüberstellung vergleichbarer Werte über Produktionskosten und Kennziffern zur Charakterisierung der biologischen Leistungen beurteilen.

Internationale Vergleiche über Kosten und Erlöse der Schweineproduktion

Ähnlich wie ein Betriebsvergleich in der Beratung gibt eine Gegenüberstellung von Kosten- und Leistungsparametern im Ländervergleich Hinweise auf einige Vorteile und Nachteile von Produktionsstandorten im internationalen Wettbewerb. Solche internationale Vergleiche werden in Dänemark und den Niederlanden wegen der dort großen Bedeutung des Exportes für den Absatz des Schweinefleisches bereits seit den 90er Jahren regelmäßig durchgeführt. Sie dienen dazu, die Wettbewerbsfähigkeit inländischer Schweineproduktion im Hinblick auf mögliche Verbesserungen regelmäßig zu überprüfen und Defizite gegenüber den Mitbewerbern rechtzeitig zu erkennen.

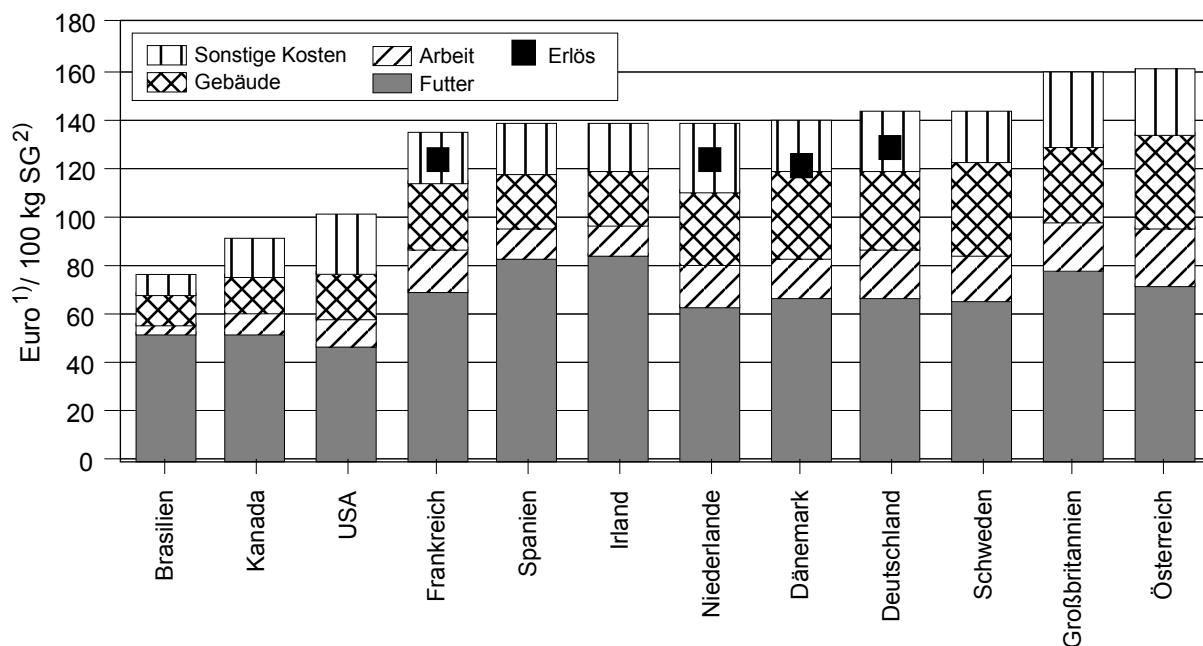
Inzwischen kooperieren Agrarökonominnen aus Dänemark und den Niederlanden mit Kollegen aus Frankreich, Deutschland, Großbritannien, Irland, Österreich, Schweden und Spanien im Rahmen eines informellen Netzwerkes mit dem Ziel, Stärken und Schwächen der Schweineproduktion in ihren Ländern zu ermitteln. Grundlage dazu ist eine Gegenüberstellung von Daten über biologische Leistungen, Betriebsmitteleinsatz und Betriebsmittelpreise aus den beteiligten Ländern². Dank der Abstimmung im Netzwerk, das sich seit 2005 unter dem Namen InterPIG³ präsentiert, sind die Daten weitgehend vergleichbar. Sie werden im jährlichen Turnus aktualisiert und zur Berechnung der Produktionskosten je kg Schweinefleisch in den Teilnehmerländern nach einem einheitlichen Verfahren der Vollkostenrechnung genutzt. Die Kalkulation der Produktionskosten und die Erhebung der dafür benötigten Daten erfolgen nach einem Konzept, das in Dänemark von der Forschungs- und Versuchsabteilung der landesweiten Beratungsorganisation Dansk Svineproduktion erarbeitet wurde. Es erfasst den

² Deutschland wird in dem Netzwerk durch das Institut für Betriebswirtschaft der FAL und die Interessengemeinschaft der Schweinehalter Deutschlands (ISN) vertreten.

³ International Pig Information Group.

gesamten Prozess der Schweineproduktion von der Einstellung der Jungsau bis zur Ablieferung des Schlachtschweins. Nach diesem Verfahren wurden in einer Studie aus Dänemark auch Produktionskosten für Schweinefleisch in Brasilien, Kanada und den USA berechnet (Rasmussen, 2006).

Die Ergebnisse der Kalkulation weisen für das Jahr 2004 Brasilien mit 0,77 € pro kg Schlachtgewicht als Kostenführer vor Kanada und den USA aus (Abb. 10.8). In Europa schneiden die französischen, spanischen und irischen Produzenten mit 1,35 € bis 1,38 € pro kg am besten ab, die Betriebe in den Niederlanden, Dänemark, Schweden und Deutschland finden sich im Mittelfeld wieder, hier reicht die Spannweite von 1,39 bis 1,43 € pro kg. Am höchsten liegen die Kosten in Großbritannien und Österreich mit 1,59 bzw. 1,61 €.



1) ohne MWSt.

2) Schlachtgewicht warm.

Quelle: InterPIG 2005. LU 2006. Eigene Berechnungen.

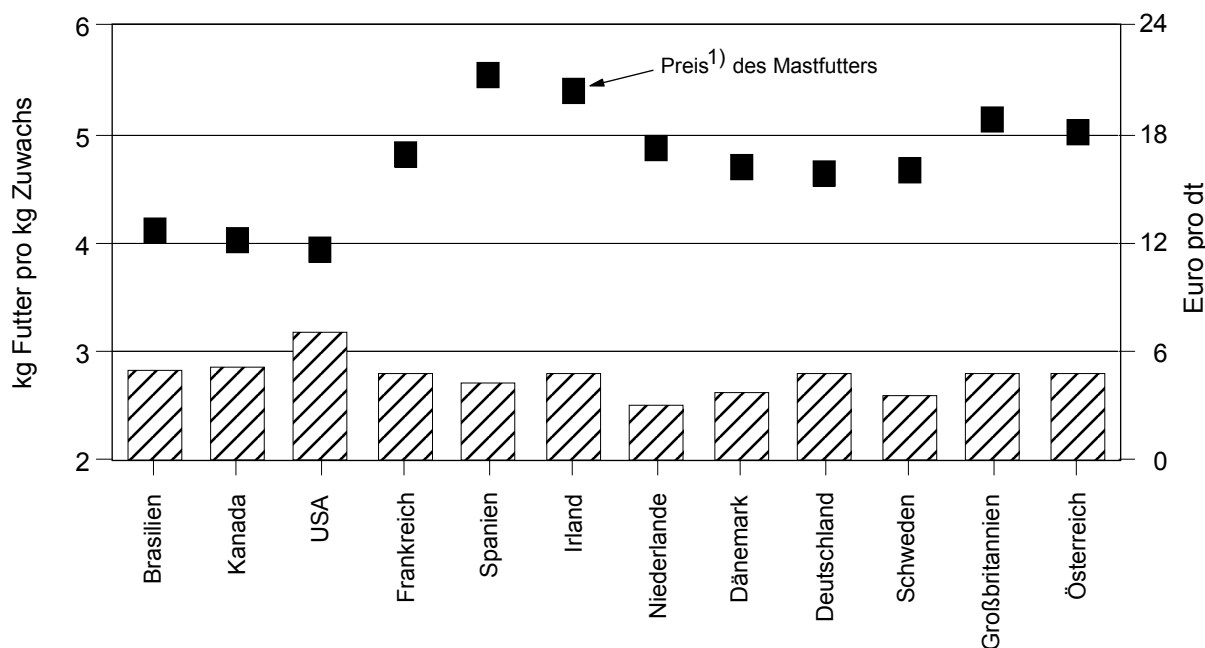
Hxs_2006-07-25

Abb. 10.8: Kosten und Erlöse der Schweineproduktion im internationalen Vergleich 2004

Beim Vergleich der einzelnen Kostenpositionen wird deutlich, dass die europäischen Produzenten gegenüber den amerikanischen sowohl bei den Futterkosten als auch den Arbeits- und den Gebäudekosten im Nachteil sind. Die Komponenten Futter, Arbeit und Gebäude schlagen in Europa allerdings von Land zu Land unterschiedlich zu Buche. In Irland, Spanien und Großbritannien liegen die Futterkosten je kg Schlachtgewicht auffallend hoch, weil die Schweinehalter hohe Futtermittelpreise zu zahlen haben (Abb. 10.9). In den Niederlanden, Frankreich und Österreich liegen die Preise auf mittlerem Niveau. Die Niederlande schneiden dennoch dank herausragender Futterverwertung bei den Futterkosten je kg Schlachtgewicht am besten ab.⁴ Deutschland, Dänemark und Schweden zählen in der EU zu den Ländern mit günstigem Futtermittelpreisniveau. Anders als in Dänemark und Schweden kommt in Deutschland der Vorteil der vergleichsweise niedrigen Futtermittelpreise wegen der ungünstigeren Futterverwertung jedoch nicht voll zur Wirkung.

⁴

Die in Abbildung 10.9 dargestellten Werte der dänischen Studie zur Futterverwertung beziehen sich im Interesse der Vergleichbarkeit auf einen standardisierten Bereich des Lebendgewichtes von 30 kg bis 100 kg.



1) ohne MWSt.

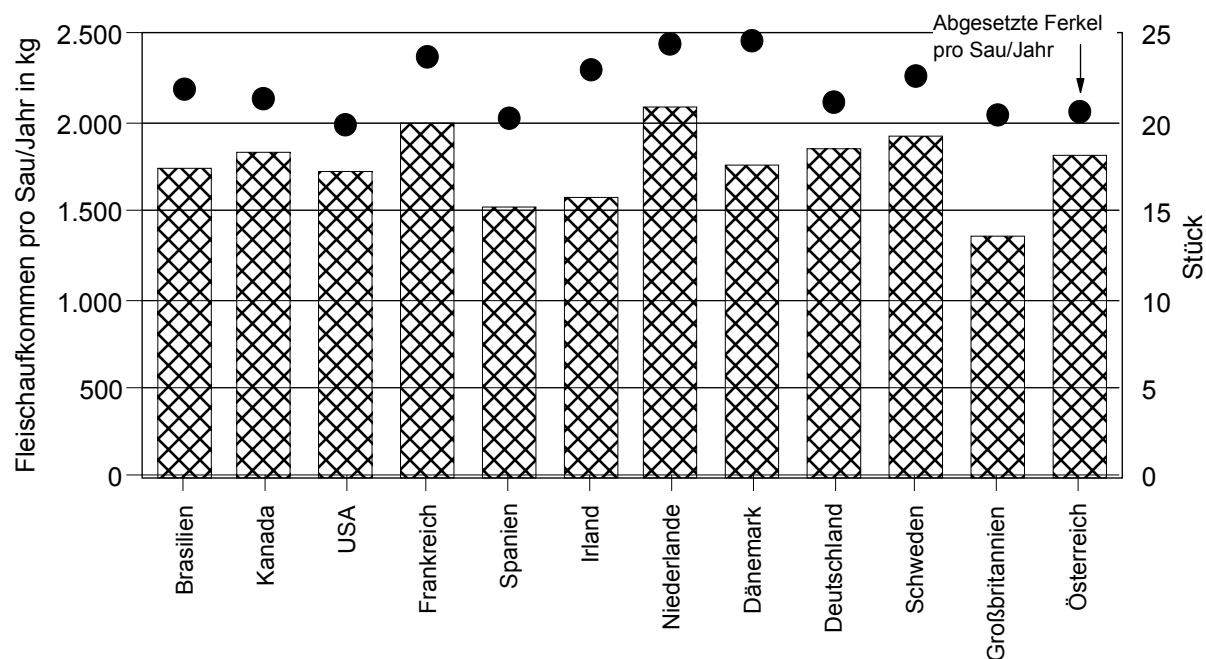
Quelle: LU 2006. Eigene Berechnungen.

Hxs_2006-07-25

Abb. 10.9: Preise für Schweinemastfutter und Futterverwertung (s. Säule) im internationalen Vergleich 2004

In den skandinavischen Ländern, den Niederlanden, Frankreich, Deutschland und Österreich haben die Produzenten starke Standortnachteile durch hohes Lohnniveau und teure Gebäude, die vor allem die Ferkelerzeugung mit hohen Fixkosten belasten. Hier kommt es umso mehr darauf an, viele Ferkel pro Sau abzusetzen und durch geringe Verlustraten, gute Tageszunahmen sowie hohe Mastendgewichte ein großes Aufkommen an Fleisch pro Sau und Jahr zu erzielen.

In Spanien und Irland dagegen schlagen Arbeitskosten und Gebäudekosten weniger zu Buche. In diesen Ländern profitieren die Betriebe von niedrigeren Löhnen und billigeren Gebäuden. Zum anderen erreichen sie eine Kostendegression durch größere Bestände. Jedoch ist das Aufkommen an Fleisch pro Sau und Jahr nicht groß genug (Abb. 10.10), um die Gebäudekosten und Arbeitskosten je kg Schlachtgewicht ähnlich niedrig wie in Amerika zu halten. In den spanischen Betrieben liegt bereits die Zahl der abgesetzten Ferkeln niedriger als in Kanada und Brasilien, während die irischen Produzenten mit 23,1 abgesetzten Ferkeln und 21,8 produzierten Mastschweinen besser abschneiden. Das Fleischaufkommen pro Sau und Jahr ist jedoch geringer als in Amerika, weil die Schlachtschweine in Irland mit einem geringeren Gewicht vermarktet werden.



Quelle: LU 2006. Eigene Berechnungen.

Hxs_2006-07-25

Abb. 10.10: Leistungskriterien der Schweineproduktion im internationalen Vergleich 2004

In Frankreich und den Niederlanden ist man dem Ziel am nächsten, die Arbeits- und Gebäudkosten je kg Schlachtgewicht durch eine große Zahl an Ferkeln und ein hohes Aufkommen an Fleisch pro Sau und Jahr möglichst gering zu halten. Auch Dänemarks Produzenten zeichnen sich durch überdurchschnittliche Leistungen in der Ferkelerzeugung aus. Beim Aufkommen an Fleisch kommen sie allerdings nicht an den Level Frankreichs und der Niederlande heran, weil sie die Schlachtschweine wie in Irland und Großbritannien bei vergleichsweise niedrigem Endgewicht vermarkten. Für die niederländischen Schweinehalter liegt ein gravierender Nachteil in den Kosten der Gülleverwertung. Sie machen ca. 7 Cent pro kg Schlachtgewicht aus und liegen höher als in allen Vergleichsländern.

Für die schwedischen Betriebe ist es schwer, die Kosten für Gebäude gering zu halten. Sie erreichen bei den Leistungen mit 22,8 abgesetzten Ferkeln und einem Aufkommen von 1.929 kg Fleisch pro Sau und Jahr mittleres Niveau und können damit nicht die wegen der klimatischen Bedingungen und den hohen Anforderungen des Tierschutzes zusätzlichen Kostenbelastungen in ihrem Land kompensieren.

In Deutschland, Österreich und Großbritannien liegt das Leistungsniveau in der Sauenhaltung 2004 mit 21,2, 20,7 und 20,5 abgesetzten Ferkeln unter dem europäischen Durchschnitt. Der daraus resultierende Kostennachteil wird in Deutschland und Österreich ein wenig dadurch abgeschwächt, dass das Gewicht der Schweine bei der Schlachtung höher liegt als in den Vergleichsländern, so dass das Fleischaufkommen pro Sau mittleres Niveau erreicht. Bei dem mittleren Niveau schlagen aber die Arbeitskosten in Deutschland und Österreich stärker zu Buche als in den Niederlanden und Dänemark, obwohl dort mit höheren Lohnsätzen kalkuliert wird. Nachteilig wirkt sich in Deutschland und vor allem in Österreich der höhere Arbeitsaufwand pro Tier in den kleineren Beständen aus. In Großbritannien hat dieses strukturelle Problem kaum Bedeutung. Hier schlägt sich das Handicap des geringen Ferkelaufkommens pro Sau und Jahr, das noch durch die kurze Mast und das geringe Gewicht bei der Schlachtung verstärkt wird, in den hohen Gebäudekosten pro kg Schlachtgewicht nieder.

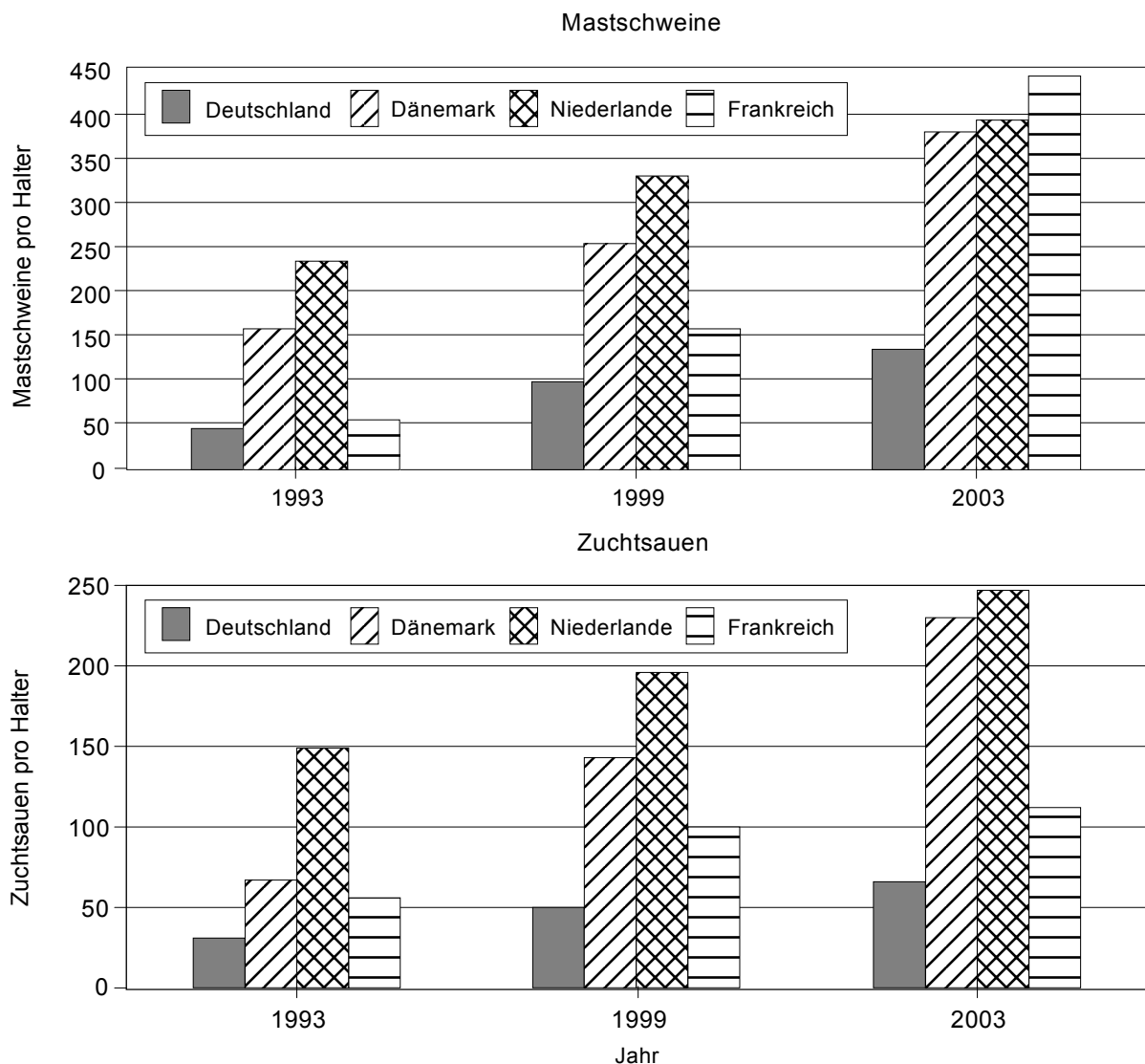
Abbildung 10.8 gibt für die Länder, aus denen Angaben über die von den Erzeugern erzielten Preise vorliegen, auch den Erlös pro kg Schlachtgewicht wieder. Der Erlös lag 2004 zu niedrig, um die insgesamt pro kg Schlachtgewicht anfallenden Kosten zu decken. In Deutschland

wurden zwar höhere Preise als in den Nachbarländern Frankreich, Niederlande und Dänemark gezahlt, der Vorteil für die deutschen Produzenten beschränkt sich in der Gewinn- und Verlustrechnung 2004 allerdings darauf, dass der Negativsaldo geringer ausfällt als in den Niederlanden und Dänemark. In Frankreich sind dagegen die Verluste dank der geringen Kosten kleiner.

Aus dem internationalen Vergleich der Produktionskosten und ihrer Bestimmungsgründe ist somit zu entnehmen, dass die Schweinehalter in Frankreich, den Niederlanden, Dänemark und Irland es besser als die deutschen geschafft haben, ihre Kostennachteile gegenüber den Konkurrenten in Amerika durch gute Futterverwertung und hohes Leistungsniveau in der Ferkelerzeugung zu vermindern. Weitere Ursachen liegen in der geringeren Dynamik bei der Betriebsvergrößerung und -modernisierung in Deutschland.

Entwicklung der Betriebe und der Bestände in Deutschland

Das Wachsen der Betriebe ist in Deutschland noch nicht so weit vorangeschritten wie z.B. in den Nachbarländern Dänemark, Frankreich und den Niederlanden. Wegen der stärkeren Verbreitung kleiner Bestände ist die durchschnittliche Betriebsgröße in Deutschland immer noch deutlich geringer als in den Nachbarländern (Abb. 10.11).



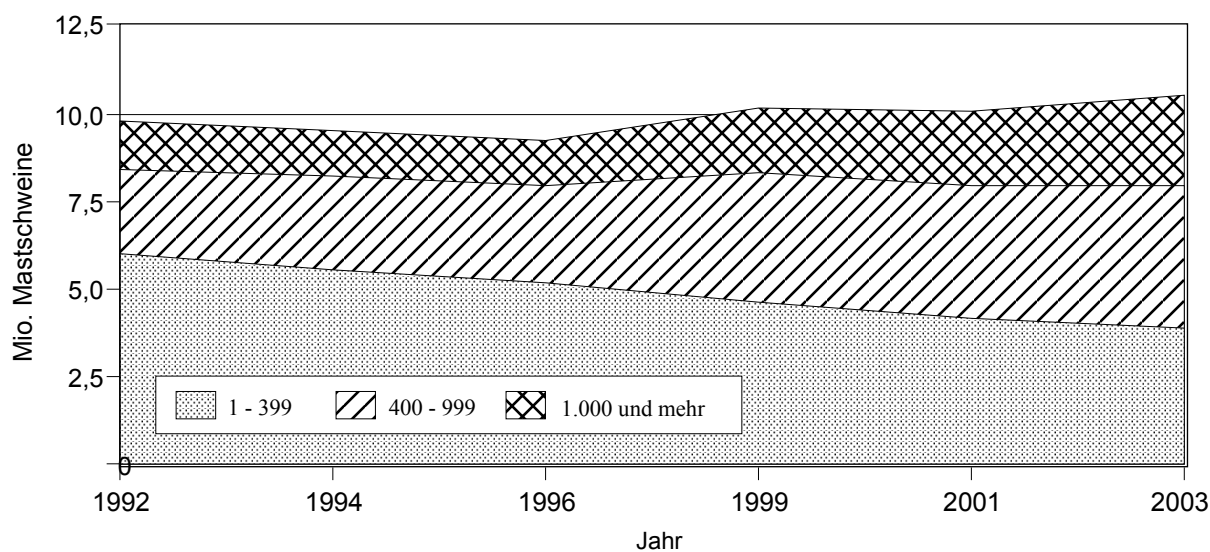
Quelle: ZMP Marktbilanz Vieh und Fleisch. Eigene Berechnungen.

Hxs_2006-07-26

Abb. 10.11: Durchschnittliche Bestandsgrößen in der Schweinehaltung

Dabei erscheinen die strukturellen Unterschiede gegenüber den Niederlanden und Dänemark in der Sauenhaltung noch etwas stärker als in der Mastschweinehaltung, d.h. die Größenvorteile der dänischen und niederländischen Betriebe sind gegenüber den deutschen in der Ferkelerzeugung mehr ausgeprägt als in der Schweinemast. Sie haben sich auch in wachsenden Ausfuhren an Ferkeln nach Deutschland niedergeschlagen, auf die unten noch eingegangen wird.

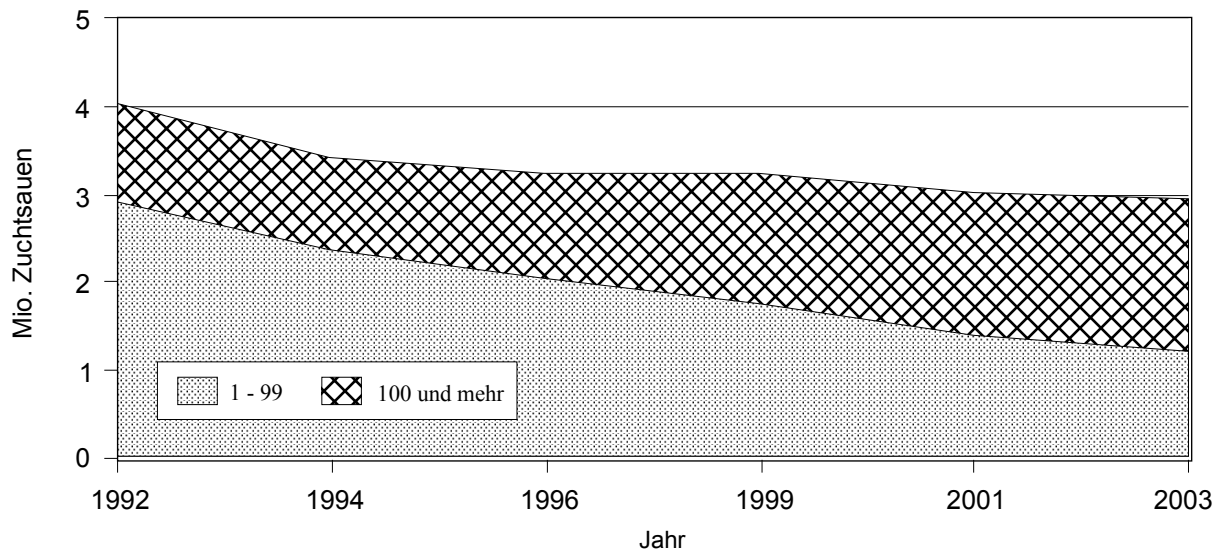
Der Prozess des Wachsens und Weichens ist in Deutschland während der zurückliegenden zehn Jahre im Bereich der Mast anders verlaufen als in der Ferkelerzeugung. Die wachsenden Mastbetriebe haben ihre Kapazitäten mehr ausgedehnt als sie in weichenden abgebaut wurden, der Bestand an Mastschweinen hat insgesamt zugenommen (Abb. 10.12). Dagegen hat in der Sauenhaltung der Bestandsaufbau der wachsenden Betriebe nicht gereicht, um den Rückgang der weichenden aufzufangen (Abb. 10.13). Aufgrund der unterschiedlichen Entwicklung von Ferkelerzeugung und Mast hat sich das Aufkommen an Ferkeln aus inländischer Erzeugung verknappt. Das Problem der Ferkelknappheit ist in Deutschland aber von Standort zu Standort unterschiedlich, weil die regionale Verteilung der Sauenbestände nicht der Verteilung der Mastschweinebestände entspricht. Zur Veranschaulichung gibt Abbildung 10.14 die Anteile der im Norden, Süden und Osten gelegenen Bundesländer am Zuchtsauenbestand bzw. Mastschweinebestand im gesamten Bundesgebiet 2005 wieder.



Quelle: ZMP Marktbilanz Vieh und Fleisch. Eigene Berechnungen.

Hxs_2006-07-26

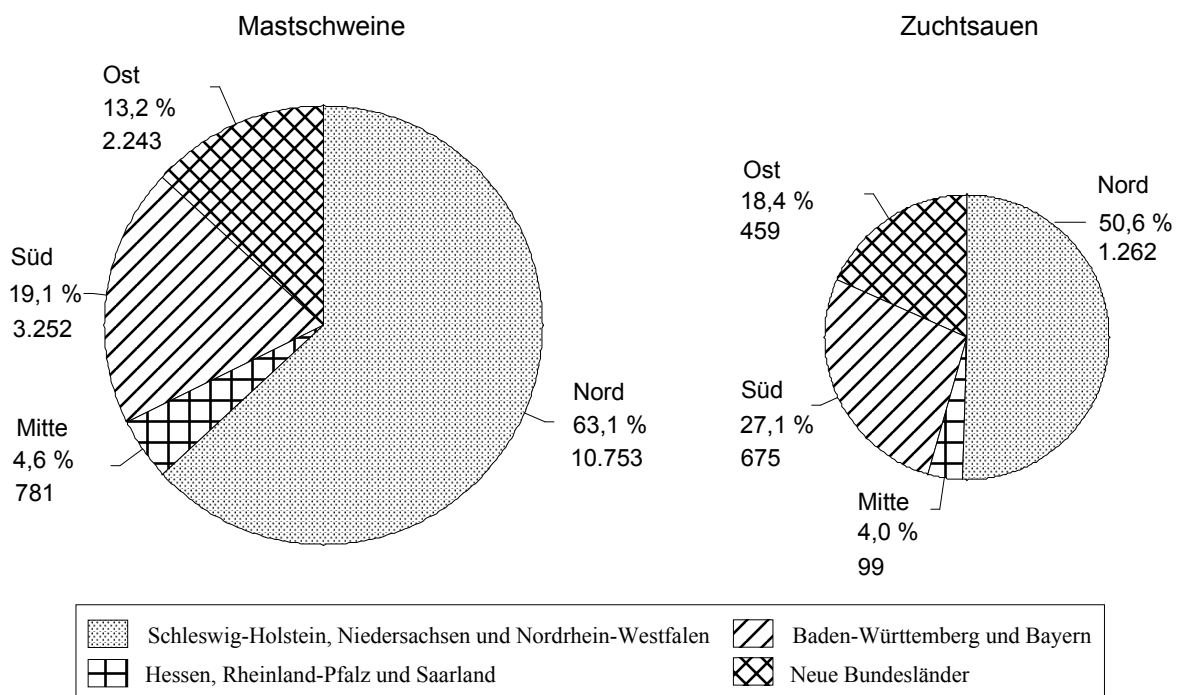
Abb. 10.12: Entwicklung der Mastschweinehaltung in den verschiedenen Bestandsgrößenklassen



Quelle: ZMP Marktbilanz Vieh und Fleisch. Eigene Berechnungen..

Hxs_2006-07-26

Abb. 10.13: Entwicklung der Sauenhaltung in den verschiedenen Bestandsgrößenklassen



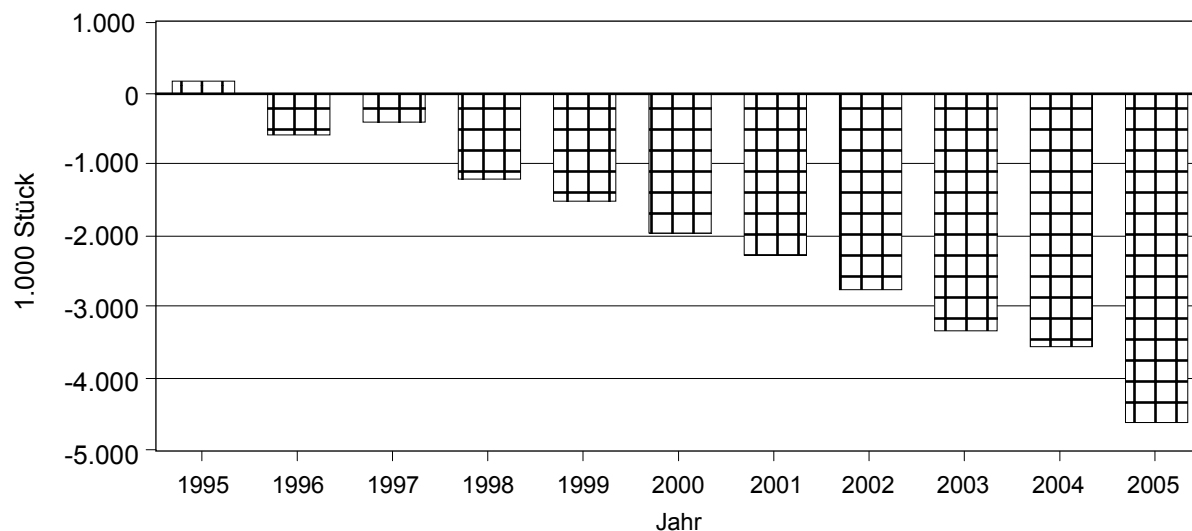
Quelle: SBA. Eigene Berechnungen.

Hxs_2006-07-26

Abb. 10.14: Regionale Verteilung der Mastschweine und Zuchtsauen in Deutschland 2005

Die Entwicklung der Schweinehaltung in den nördlichen Ländern Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen ist gekennzeichnet durch eine anhaltende Ausweitung der Mastkapazitäten bei leichter Reduktion des Bestandes an Zuchtsauen. Die in der Mitte gelegenen Länder Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland weisen dagegen sowohl bei den Mastschweinen als auch bei den Zuchtsauen einen deutlichen Bestandsrückgang auf, dabei ist der Trend der Abnahme bei den Sauen noch stärker ausgeprägt als den Mastschweinen. Die südlichen Länder verzeichnen wie die in der Mitte gelegenen einen Rückgang, der bei den Zuchtsauen größer ausfällt als bei den Mastschweinen. Hier ist allerdings der Bestandsabbau nicht so stark ausgeprägt wie in Hessen, Rheinland-Pfalz und dem Saar-

land. Dagegen weisen allein die in der Gruppe Ost zusammengefassten neuen Länder eine anhaltende Zunahme der Sauenhaltung auf, während der Bestand an Mastschweinen dort stagniert. Die dabei anfallenden Überschüsse an Ferkeln reichen aber nicht, um den wegen der Expansion der Mast wachsenden Zuschussbedarf an Ferkeln in den nördlichen Ländern zu decken. Dieser wird mehr und mehr durch Importe aus Dänemark und den Niederlanden gedeckt (Abb. 10.15).



Quelle: LU 2006. Eigene Berechnungen.

Hxs_2006-07-26

Abb. 10.15: Saldo der Ferkelexporte und –importe Deutschlands

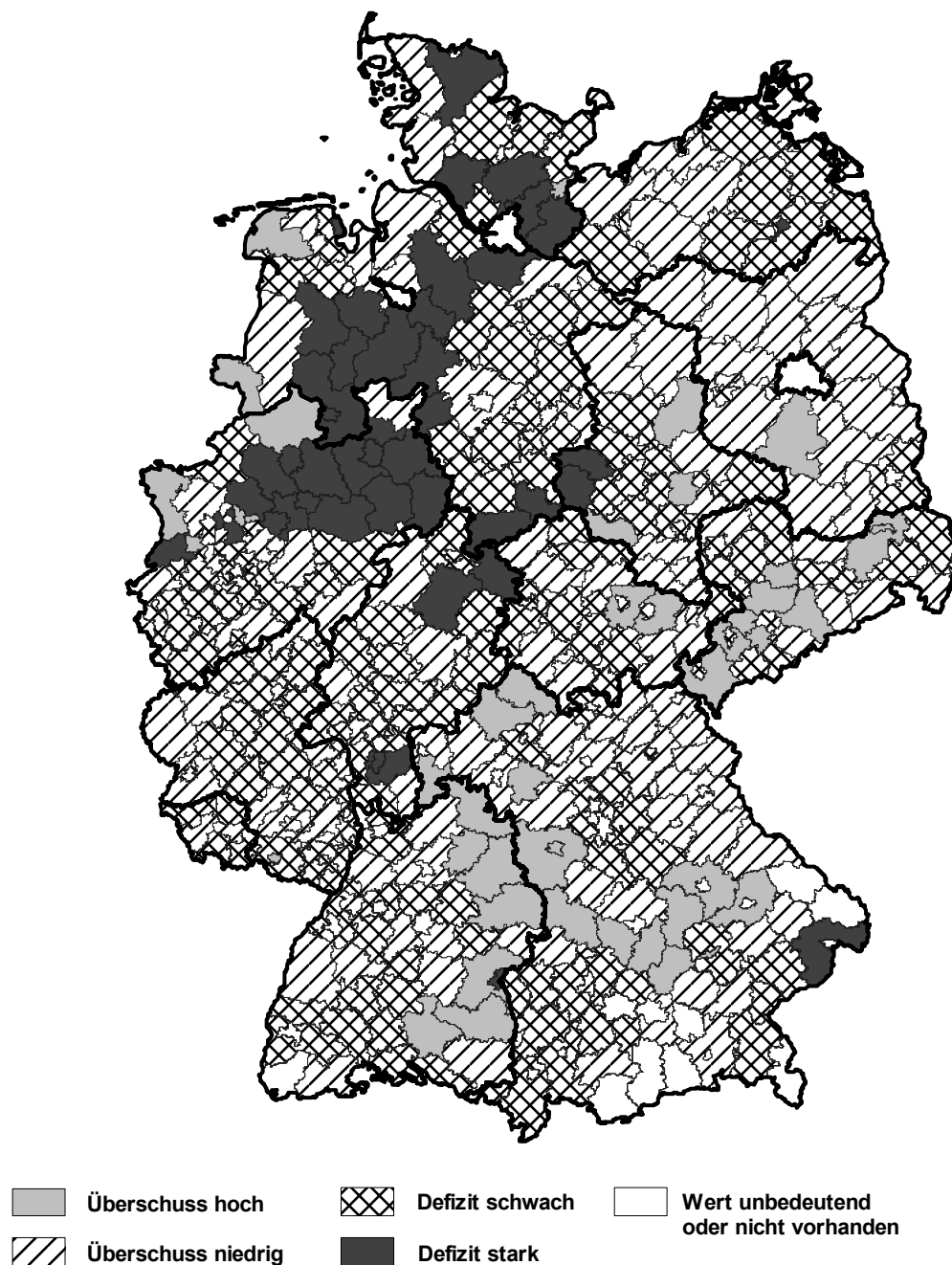
Interregionale und internationale Ferkellieferungen

Aus den vorliegenden Angaben über die Beständen an Sauen und Mastschweinen in den Ländern und kleineren Regionen geht noch nicht hervor, in welchem Umfang dort Ferkelüberschüsse oder –defizite anfallen, die einen Handel über Kreis- und Ländergrenzen nach sich ziehen. Konkrete Zahlenangaben über den Ferkelhandel sind rar. Im Institut für Betriebswirtschaft der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) werden deshalb seit einigen Jahren Berechnungen zur regionalen Ferkelversorgung durchgeführt (Haxsen, 2004; 2001), die auf Ergebnissen der Viehzählungen sowie Angaben über Ferkelimporte und -exporte basieren, bei Verfügbarkeit neuerer Daten über Viehbestände und Ferkelaußenhandel werden sie aktualisiert. Mit den zurzeit verfügbaren Informationen lassen sich für die Länder sowie für die ehemaligen Kammergebiete Hannover und Weser-Ems Bilanzen für das Jahr 2005 erstellen.

Zur Analyse des Ferkelhandels über Kreisgrenzen ist noch auf die Viehzählung des Jahres 2003 zurückzugreifen, da wegen der Bearbeitungszeit der Agrarstatistik zu den kleineren Einheiten noch keine neueren Daten bereitstehen. Berechnungen für das Jahr 2003 erscheinen auf den ersten Blick nicht mehr aktuell, sie können dennoch dazu dienen, die regional unterschiedliche Versorgung mit Ferkeln und deren Entwicklung in den zurückliegenden Jahren zu verdeutlichen.

Karte 10.1 gibt die Ergebnisse der Bilanzrechnungen für die Kreise komprimiert wieder. Um die Überschussgebiete und die Defizitgebiete anhand vergleichbarer Werte flächendeckend und übersichtlich darzustellen, weist die Karte Ferkelüberschüsse bzw. Ferkeldefizite je 100 ha LF aus. Unterschieden werden Kreise mit hohen und niedrigen Überschüssen sowie Krei-

se mit starken und schwachen Defiziten.⁵ Als weißes Feld erscheinen Gebiete mit unbedeutendem Viehbestand oder Kreise mit wenigen Betrieben, deren Daten aus Gründen der Anonymität nicht veröffentlicht werden.



Quelle: Statistisches Bundesamt. Eigene Berechnungen

Hxs_2005-08-31

**Karte 10.1: Regionale Überschüsse und Defizite in der Versorgung mit Ferkeln
(Ferkel je 100 ha LF)**

⁵ Kreise mit hohen Überschüssen oder starken Defiziten weisen überdurchschnittliche Werte auf, bei niedrigen Überschüssen oder schwachen Defiziten liegen die Werte unter dem Durchschnitt. Der Durchschnittswert der Überschüsse beläuft sich auf 83 Ferkel je 100 ha LF, der Durchschnittswert der Defizite beträgt 82 Ferkel je 100 ha LF.

Die in Karte 10.1 charakterisierte Ferkelversorgung in den Kreisen 2003 stimmt weitgehend mit der Präsentation der Jahre 2001 und 1999 überein (Haxsen, 2001, 2004). Man kann somit davon ausgehen, dass das Bild der Überschussgebiete und Defizitgebiete sich im Verlauf weniger Jahre nicht stark verändert und die Versorgung der Kreise auch drei Jahre danach im Großen und Ganzen noch zutreffend skizziert.

Die berechneten Salden je 100 ha weisen eine beachtliche Streuung auf, die Spannweite reicht von – 1.753 Ferkel je 100 ha LF im Kreis Vechta bis zu + 807 Ferkel je 100 ha LF im Kreis Schwäbisch Hall. Die Standorte der Intensivveredelung im Weser-Ems-Gebiet und der Region Westfalen-Lippe sowie die angrenzenden Kreise erscheinen fast flächendeckend als Zuschussgebiet. Drei Viertel der Defizite aller Kreise fallen hier an (Tab. 10.1). Den regionalen Schwerpunkt des Angebotsüberhangs bilden die Kreise mit überdurchschnittlichen Ferkelaufkommen in den Regierungsbezirken Stuttgart und Tübingen sowie die angrenzenden Kreise in Bayern. Auf sie entfällt fast die Hälfte aller regionalen Überschüsse.

Tab. 10.1: Bilanzierung der Lieferungen von Ferkeln über Kreisgrenzen 2003

		Lieferungen aus Überschussgebieten	Lieferungen in Defizitgebiete
Deutschland insgesamt	1.000 Tiere	6.151	9.423
Schwerpunktgebiete			
Süddeutschland	1.000 Tiere	2.537	
Norddeutschland	1.000 Tiere		7.005
Anteil der Schwerpunktgebiete			
Süddeutschland	%	41,2	
Norddeutschland	%		75,1
Quelle: SBA. Eigene Berechnungen.		Hxs_2006-08-08	

Die gesamten Überschüsse der Kreise mit Angebotsüberhang belaufen sich im Berichtsjahr 2003 auf rund 6,2 Millionen Ferkel, d.h. rund ein Sechstel des berechneten Ferkelaufkommens wird außerhalb der Kreisgrenzen abgesetzt. Von den 6,2 Millionen ist der überwiegende Teil in Deutschland geblieben, mit rund 0,3 Millionen Tieren entfallen 2003 ca. 5 % auf den Export. Der Zuschussbedarf der defizitären Kreise schlägt mit 9,4 Millionen Ferkeln deutlich stärker zu Buche, allenfalls zwei Drittel dieses Zuschussbedarfes können durch Lieferungen über Kreisgrenzen gedeckt werden, mindestens ein Drittel erfordert Lieferungen über größere Distanzen. Deren Umfang lässt sich näherungsweise durch die Bilanzrechnungen für die Länder verdeutlichen (Tab. 10.2). Diese weisen sowohl Niedersachsen als auch Schleswig-Holstein und Nordrhein-Westfalen als herausragende Schwerpunkte defizitärer Ferkelversorgung aus. In Niedersachsen besteht ein Zuschussbedarf an Ferkeln nicht allein im Weser-Ems-Gebiet, sondern auch im Gebiet der früheren Landwirtschaftskammer Hannover. Hier ist das Defizit nicht ganz so groß wie zwischen Weser und Ems, macht mit 1,6 Millionen Ferkeln jedoch mehr als ein Drittel des niedersächsischen Defizits aus.

Neben den deutlichen Defiziten im Norden weisen auch die Länder der Mitte einen anhaltenden Nachfrageüberhang auf. Ihr Zuschussbedarf an Ferkeln macht nur einen geringen Teil der regionalen Defizite aus, er hat aber wie im Norden zugenommen und zur weiteren Verknappung der Ferkelversorgung in Deutschland beigetragen. Die Ferkelerzeuger in Baden-Württemberg und Bayern stellen nach wie vor den größten Anteil der regionalen Überschüsse. Ihr Beitrag zur Versorgung des Nordens nimmt aber permanent ab. Dagegen haben die Ferkelerzeuger in den neuen Ländern durch die anhaltende Expansion der Sauenbestände zunehmende Bedeutung für die Belieferung Defizitregionen bekommen. Ihre Expansion ist aber nicht stark genug, um den wachsenden Ferkelbedarf der Schweinemäster im Norden zu decken. Diese greifen mehr und mehr auf Importe aus den Niederlanden und Dänemark zurück. Zur Veranschaulichung der damit verbundenen Transportwege zwischen Zuschussgebieten in Deutschland und Überschussgebieten in Dänemark und den Niederlanden werden im Institut für Betriebswirtschaft jetzt auch Bilanzrechnungen zur regionalen

Ferkelversorgung in den Nachbarländern erstellt. Die Berechnungen zeigen, dass es weder in den Niederlanden noch in Dänemark Regionen mit nennenswerten Defiziten gibt (Karte 10.2). In den nördlichen und westlichen Landesteilen der Niederlande ist die Versorgung der nahezu ausgeglichen. Im Süden und Westen gibt es dagegen beachtliche Überschüsse. Sie haben zu den Schwerpunktgebieten der Defizite in Nordwestdeutschland einen kürzeren Weg als Lieferungen aus Ostdeutschland oder Süddeutschland. Dänemark weist dagegen die größten Überschüsse im Norden des Landes aus. Für sie ist der Weg zu den meisten Abnehmern in den Veredlungsregionen weiter als für Lieferungen innerhalb Deutschlands.

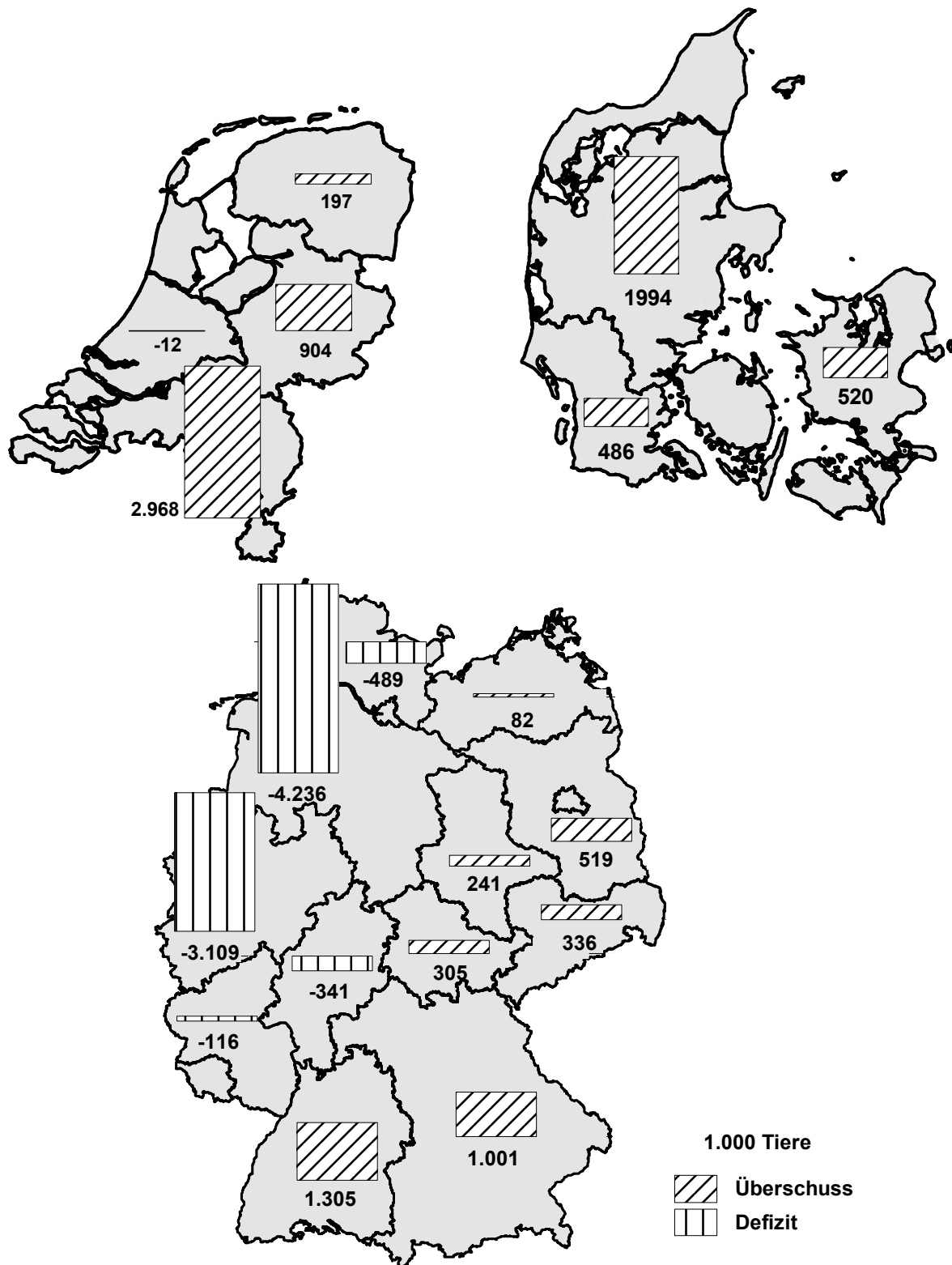
Tab. 10.2: Ferkelaufkommen und Ferkelbedarf in den Ländern sowie Saldo 2005 und 1999

	1.000 Tiere			
	Aufkommen 2005	Bedarf 2005	Saldo 2005	Saldo 1999
Baden-Württemberg	4.460	3.155	1.305	2.117
Bayern	6.302	5.301	1.001	924
Brandenburg	1.634	1.115	519	422
Hessen	1.087	1.429	-341	-161
Mecklenburg-Vorpommern	1.192	1.110	82	130
Niedersachsen	9.921	14.157	-4.236	-3.269
<i>Kammergebiet Hannover</i>	<i>3.217</i>	<i>4.820</i>	<i>-1.603</i>	<i>-1.402</i>
<i>Kammergebiet Weser-Ems</i>	<i>6.704</i>	<i>9.337</i>	<i>-2.633</i>	<i>-1.867</i>
Nordrhein-Westfalen	8.238	11.346	-3.109	-1.809
Rheinland-Pfalz	455	570	-115	44
Saarland	29	31	-1	-3
Sachsen	1.274	938	336	219
Sachsen-Anhalt	1.798	1.557	241	-82
Schleswig-Holstein	1.964	2.453	-489	-261
Thüringen	1.417	1.112	305	115
Deutschland insgesamt	39.775	44.275	-4.500	-1.612

Quelle: SBA. Eigene Berechnungen.

Hxs_2006-07-27

Die Lieferungen aus Dänemark und den Niederlanden spiegeln offenkundig Wettbewerbsvorteile der dortigen Ferkelerzeuger wider, die zum einen aus der günstigeren Betriebsstruktur, zum anderen aus dem höheren Niveau der biologischen Leistungen resultieren. Hierzu werden im Folgenden Möglichkeiten zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Schweineproduktion in Deutschland durch Leistungssteigerungen in der Ferkelerzeugung diskutiert. Gegenstand der Erörterung sind dabei mögliche Steigerungen der pro Sau und Jahr abgesetzten Ferkel in Betrieben mit durchschnittlichem Leistungsniveau.



Quelle: CBS. SBA. Danmarks Statistik. Eigene Berechnungen.

Hxs_2006-07-27

Karte 10.2: Salden der regionalen Ferkelbilanzen 2005 in den Niederlanden, Dänemark und Deutschland

10.3 Maßnahmen zur Verbesserung und Sicherung der Wirtschaftlichkeit

Leistungssteigerungen in der Ferkelerzeugung

Nach Untersuchungen von Engels (2001) und Hoy (2005) werden in den Betrieben mit durchschnittlichem Leistungsniveau Potenziale zur Erhöhung des Ferkelaufkommens nicht genügend wahrgenommen. Sie liegen sowohl in der Verminderung der Saugferkelverluste, als auch der Steigerung der Zahl der Würfe pro Sau und Jahr sowie der Zahl der lebend geborenen Ferkel pro Wurf. Als Ursachen für die Verluste und relativ geringen Zahlen der Würfe sowie der lebend geborenen Ferkel werden u. a. in Unzulänglichkeiten der Hygiene, der Tierbeobachtung und des Deckmanagements genannt. Nach der Experteneinschätzung lassen sich die Verluste durch bessere Reinigung und Desinfektion der Abferkelställe sowie durch mehr Überwachung des Geburtsvorgangs um ca. zwei Prozentpunkte vermindern. Für die Zahl der lebend geborenen Ferkel pro Wurf spielen zwar genetische Einflüsse eine wichtige Rolle. Jedoch bestehen hier wie bei der Häufigkeit der Würfe pro Sau und Jahr Möglichkeiten für Steigerungen durch Verbesserungen im Deckmanagement sowie durch genauere Selektion der Sauen, die auf einer sorgfältigen Dokumentation und Auswertung von Leistungsdaten beruht.

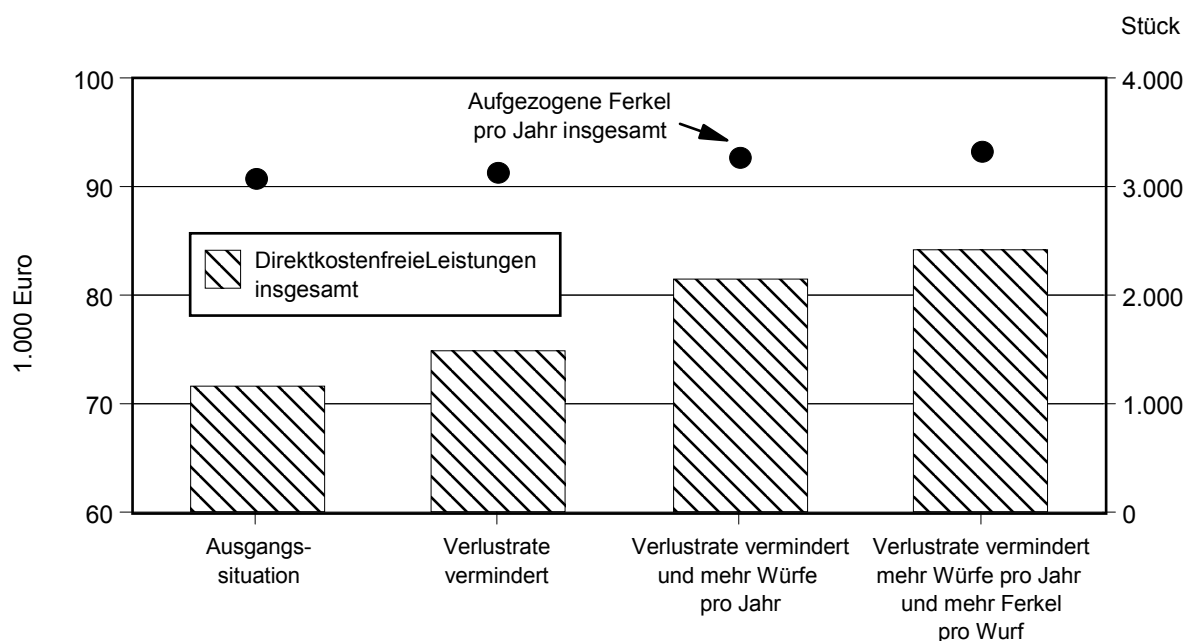
Ein Abbau der Schwachstellen schlägt sich auch im wirtschaftlichen Erfolg der Ferkelerzeugung nieder. Zur Verdeutlichung der betriebswirtschaftlichen Auswirkungen wird im Folgenden anhand eines Modellbetriebes untersucht, wie sich eine Verminderung der Saugferkelverluste, eine Zunahme der Häufigkeit der Würfe pro Sau und Jahr sowie eine Erhöhung der Zahl der lebend geborenen Ferkel pro Wurf auf die Direktkostenfreien Leistungen der Sauenhaltung auswirken. Ziel der Modellrechnungen ist es (Haxsen, Blaha, große Austing, 2004) anhand von Beispielrechnungen zu verdeutlichen, wie sich eine Erhöhung der pro Sau und Jahr abgesetzten Ferkel auf das betriebswirtschaftliche Ergebnis der Ferkelerzeugung auswirkt. Dazu wird berechnet, welche Zunahmen der Direktkostenfreien Leistungen bei erhöhtem Ferkelaufkommen zu erwarten sind und als finanzielle Grundlage für Maßnahmen zur Verminderung von Verlusten und zur Verbesserung der Besamungsergebnisse genutzt werden können. Die Berechnungen gehen von einem Sauenbestand aus, dessen Größe und Leistungsdaten dem Durchschnitt der in den Erzeugerringen des Weser-Ems-Gebietes ausgewerteten Betriebe entsprechen.

Die Analyse der verschiedenen Ansätze zur Erhöhung des Ferkelaufkommens erfolgt schrittweise. Im ersten Schritt stellt das Modell dar, wie sich eine Verminderung der Saugferkelverluste um zwei Prozentpunkte auf das Ferkelaufkommen und die Direktkostenfreien Leistungen des gesamten Bestandes auswirken. Im zweiten erfolgt zusätzlich eine Steigerung der Zahl der Würfe pro Sau und Jahr von 2,25 auf 2,35. Im dritten Schritt werden zusätzlich die Auswirkungen einer Erhöhung der durchschnittlichen Wurfgröße von 11 auf 11,2 Ferkel untersucht. Mit diesen Verbesserungen nähert sich der Modellbetrieb bei den Saugferkelverlusten, der Wurfgröße und der Wurfgröße annähernd den Werten der Betriebe, die zum Viertel der überdurchschnittlich erfolgreichen Betriebe im Weser-Ems-Gebiet gehören.

Die Ergebnisse der Kalkulation und die zugrunde gelegten Werte der wichtigsten Parameter sind in Abbildung 10.16 wiedergegeben. Die monetäre Bewertung der Ferkel, des Futters und der sonstigen Aufwendungen basiert auf den von den Erzeugerringen für 2004/05 angegebenen Preisen (Landwirtschaftskammer Weser-Ems, 2005). Bei den Berechnungen wird auch beachtet, dass bei höherem Ferkelaufkommen evtl. die Grenzen der vorhandenen Kapazität an Stallplätzen und Arbeitskräften überschritten werden, d.h. dass in diesem Fall die Mehrproduktion nicht nur zusätzliche Direktkosten nach sich zieht, sondern auch zusätzliche Kosten für Arbeit und Gebäude, diese sind im Tabellen teil der Abbildung 10.16 wiedergegeben. In den Modellrechnungen wird ferner geprüft,

wie sich eine bei engerer Wurffolge evtl. erforderliche Erhöhung der Remontierungsquote auf die Kostenkalkulation auswirkt.

	Ausgangs- situation	Verlustrate vermindert	Verlustrate vermindert und mehr Würfe pro Jahr	Verlustrate vermindert mehr Würfe pro Jahr und mehr Ferkel pro Wurf	
Zahl der Würfe pro Sau und Jahr	2,25	2,25	2,35	2,35	Stück
Lebend geborene Ferkel pro Wurf	11	11	11	11,2	Stück
Rate der Saug- ferkelverluste	14,1	12,1	12,1	12,1	%
Abgesetzte Ferkel pro Sau und Jahr	21,2	21,7	22,7	23,1	Stück
Mehrkosten bei erhöhter Remontierung			750	750	Euro
Mehrkosten für Arbeit und Gebäude bei der Aufzucht		396	1.160	1.469	Euro



Quelle: LWK Weser-Ems 2005. Eigene Berechnungen.

Hxs_2006-08-08

Abb. 10.16: Auswirkungen steigender Leistungen in der Ferkelerzeugung auf das Betriebsergebnis

Die Verminderung der Saugferkelverluste von 14,1% auf 12,1% trägt allein dazu bei, dass sich das Ferkelaufkommen insgesamt um 70 Stück erhöht. Die direktkostenfreien Leistungen steigen um 3.345 € auf 74.895 €. Nach Abzug evtl. Mehrkosten für zusätzliche Arbeit und zusätzliche Stallplätze in der Ferkelaufzucht verbleiben 2.949 €, die für Maßnahmen zur Verminderung der Saugferkelverluste verfügbar sind.

Ein deutlicher Anstieg des Ferkelaufkommens und der direktkostenfreien Leistungen ergibt sich bei einer Wurffolge, die dem Stand des Viertels der erfolgreichen Betriebe entspricht. Die Steigerung der Zahl der Würfe von 2,25 auf 2,35 erhöht das Aufkommen an

Ferkeln insgesamt um weitere 139 Stück. Die direktkostenfreien Leistungen nehmen um weitere 6.542 € bei unveränderter Remontierung zu, bei erhöhter Remontierung fällt die Zunahme um 750 € geringer aus.

Durch Annäherung an den Leistungsstand der erfolgreichen Betriebe auch bei der Wurfgröße erhöht sich das Ferkelaufkommen noch einmal um 57 Stück. Die direktkostenfreien Leistungen steigen um weitere 2.638 € auf insgesamt 84.075 €. Sie liegen damit 12.525 € über dem Wert der Ausgangssituation. Die direktkostenfreien Leistungen pro Sau überschreiten den Ausgangswert von 477 € um 81 €, sie erreichen damit noch nicht das Niveau im Viertel der erfolgreichen Betriebe, denn deren Vorsprung ist nicht allein auf bessere Aufzuchtleistungen, sondern auch auf Preiseffekte beim Produktabsatz und beim Betriebsmitteleinkauf zurückzuführen. Durch geschicktes Management und Nutzung von Mengenrabatten werden dort überdurchschnittliche Preise im Verkauf sowie unterdurchschnittliche Preise im Betriebsmitteleinkauf ausgehandelt.

Anpassung des Mastendgewichtes an veränderte Preis-Kosten-Verhältnisse

Wie in der Ferkelerzeugung zeichnen sich erfolgreiche Betriebe auch in der Mast dadurch aus, dass sie für Futtermittel weniger ausgeben, trotzdem bessere Leistungen erreichen und dass sie beim Verkauf höhere Preise bekommen. Die Kombination der Preisvorteile und der Leistungsvorteile schlägt in den deutlich höheren direktkostenfreien Leistungen pro Mastplatz stark zu Buche. Ein weiteres Kriterium für den Erfolg ist die Kontrolle des Mastendgewichtes und dessen evt. Anpassung bei Preisänderungen auf den Märkten für Schlachtschweine, Ferkel und Futtermittel.

Für das Mastendgewicht geben die Schlachthöfe als Abnehmer eine Bandbreite des gewünschten Gewichtsbereiches vor. Sie reicht von 82 bis 100 kg Schlachtgewicht. Innerhalb dieser Bandbreite streben die Mäster bei der Wahl des Verkaufstermins i. d. R. ein Endgewicht an, bei dem sie eine möglichst hohe direktkostenfreie Leistung pro Mastplatz erreichen. Unter den Bedingungen des Jahres 2006 mit vergleichsweise hohen Preisen für Schlachtschweine und Ferkel wird den Mästern empfohlen, das Leistungsvermögen der Tiere auszuschöpfen und das Mastendgewicht weiter zu erhöhen (Kloth, 2006). Unter anderen Preisbedingungen auf den Märkten für Schlachtschweine, Ferkel und Futtermittel können allerdings auch verminderte Endgewichte angebracht sein (Kloth, 1999).

In der betriebswirtschaftlichen Bewertung einer Erhöhung des Mastendgewichtes sind zum einen die zusätzlichen Erlöse sowie die zusätzlichen Kosten für Futter, Wasser, Strom etc. zu kalkulieren; zum anderen ist zu berücksichtigen, dass bei der längeren Dauer der Mast die Häufigkeit der Umtriebe pro Mastplatz und Jahr abnimmt. Ein erhöhtes Endgewicht ist betriebswirtschaftlich vorteilhaft, wenn die damit bewirkte Zunahme der direktkostenfreien Leistung pro Mastplatz größer ist die durch den Rückgang der Umtriebe bedingten Einbußen. Diese Gegenüberstellung von Leistungszuwachs bei erhöhtem Endgewicht einerseits und Leistungsentgang aufgrund verminderter Umtriebe andererseits ist durch die markierten Flächen in Abbildung 10.17 veranschaulicht.

Für die Zunahme der direktkostenfreien Leistungen sind in erster Linie der Erlös pro kg Schlachtgewicht und die Futterkosten pro kg Zuwachs entscheidend. Wichtige Bestimmungsgründe für das Ausmaß der Einbußen bei verminderten Umtrieben sind die Erlöse pro Schlachtschwein und die Kosten der danach aufzustallenden Ferkel. Die betriebswirtschaftliche Bewertung erhöhter Mastendgewichte fällt deshalb je nach Preissituation auf den Märkten für Schlachtschweine, Ferkel und Futtermittel unterschiedlich aus.

Zur Verdeutlichung des Einflusses des Preisniveaus von Schlachtschweinen, Ferkeln und Mastfutter auf die Vorteilhaftigkeit einer Änderung des Mastendgewichtes wird im Folgenden anhand von Modellrechnungen untersucht, wie sich Veränderungen der Mastendge-

wichte unter verschiedenen Preisbedingungen auf die direktkostenfreien Leistungen auswirken. Die Ergebnisse der Modellrechnungen sind nicht als allgemeingültige betriebswirtschaftliche Bewertung zu betrachten, sie geben vielmehr die Richtung ökonomisch sinnvoller Reaktionen bei veränderten Preisen an.

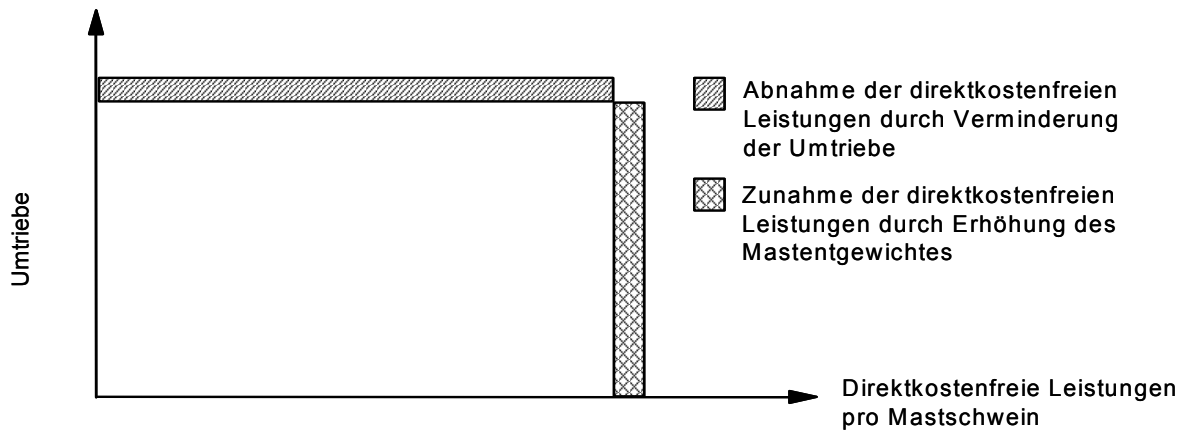


Abb. 10.17: Veränderung der direktkostenfreien Leistungen pro Mastplatz bei Variation des Mastendgewichtes (Haxsen, 2006)

Ausgangspunkt der Modellrechnungen sind die Ergebnisse der Betriebszweigabrechnungen zum Wirtschaftsjahr 2004/05 für den Durchschnitt der Betriebe in den Erzeugerringen des Weser-Ems-Gebietes. Sie weisen als durchschnittliches Mastendgewicht 117,8 kg aus. Unter Zugrundelegung der dazu ausgewiesenen Kosten- und Leistungsdaten wird im Folgenden untersucht, wie sich eine Erhöhung des Mastendgewichtes auf die direktkostenfreien Leistungen pro Mastschwein und pro Mastplatz bei verschiedenen Preisen für Schlachtschweine, Ferkel und Mastfutter auswirkt.

Die Berechnungen gehen bei den Preisannahmen von acht Varianten aus.

1. Preise des Wirtschaftsjahres 2004/05
2. Verteuerung des Mastfutters um 30 %
3. Preiserhöhung allein für Ferkel um 10 %
Preissenkung allein für Ferkel um 10%
4. Preiserhöhung allein für Schlachtschweine um 10 %
Preissenkung allein für Schlachtschweine um 10 %
5. Preiserhöhung für Ferkel und Schlachtschweine um 10 %
Preissenkung für Ferkel und Schlachtschweine um 10 %

Zu 1. Unter den Preisbedingungen des Jahres 2004/05 führt eine Erhöhung des Mastendgewichtes um 3,5 kg zu einem Anstieg der direktkostenfreien Leistungen pro Mastschwein um 1,54 € auf 31,58 € (Abb. 10.18), bei Senkung des Endgewichtes fallen sie um 1,54 € auf 28,50 €. Pro Mastplatz machen die Differenzen nur noch + 40 Cent bzw. – 56 Cent aus. Unter diesen Bedingungen erscheint die Erhöhung des Mastendgewichtes nur interessant, wenn gewährleistet ist, dass sie keine Preisabzüge aufgrund evtl. abnehmender Muskelfleischanteile nach sich zieht.

Zu 2. Der ohnehin nicht große Vorteil des höheren Mastendgewichtes nimmt bei steigenden Futtermittelpreisen ab. Die Verminderung der direktkostenfreien Leistungen pro Mastplatz wird allerdings erst bei stärkeren Preiserhöhungen des Futters deutlich. Unter dem angenommenen Preisanstieg von 30 % weichen die direktkostenfreien Leistungen pro Mastplatz bei den unterschiedlichen Endgewichten nur geringfügig von einander ab. Bei 121,3 kg liegen sie um lediglich 5 Cent niedriger

als bei 117,8 kg, gegenüber dem Endgewicht von 114,3 kg beträgt die Differenz ebenfalls nur 4 Cent.

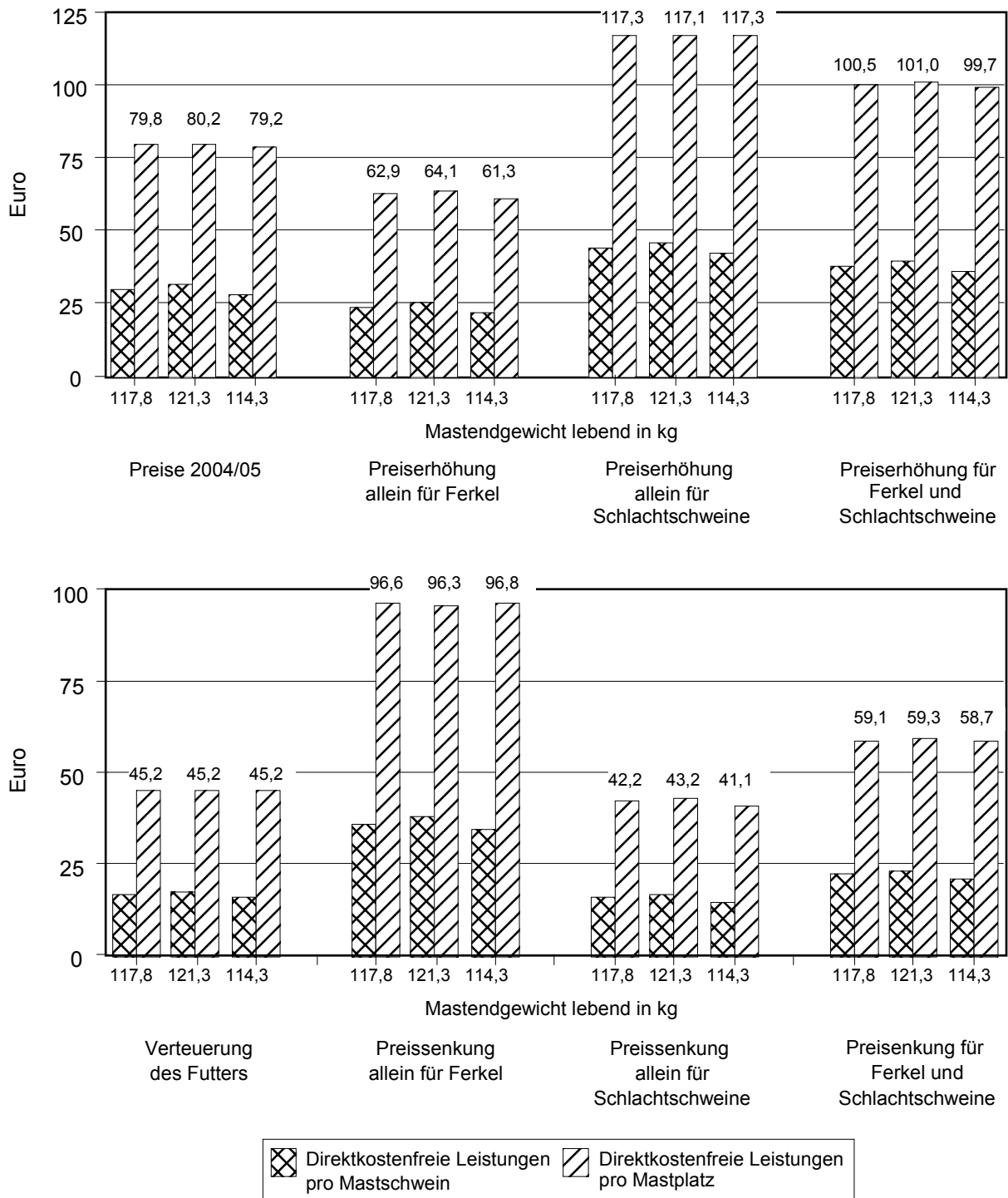
- Zu 3. Eine Verteuerung der Ferkel wirkt sich dagegen zum Vorteil der längeren Mast mit einem Endgewicht von 121,3 kg aus. Bei der angenommenen Erhöhung der Ferkelpreise gegenüber der Ausgangssituation um 10% liegen die direktkostenfreien Leistungen pro Mastschwein um 1,54 € und pro Mastplatz um 1,15 € höher als bei einem Endgewicht von 117,8 kg. Eine Verbilligung der Ferkel begünstigt dagegen die kürzere Mast. Der Vorteil macht pro Mastplatz im Vergleich gegenüber der nächstgünstigen Variante (117,8 kg) allerdings nur 18 Cent aus.
- Zu 4. Die kürzere Mast ist ebenfalls vorteilhaft, wenn allein die Preise für Schlachtschweine steigen, die Preise der Ferkel jedoch konstant bleiben. Unter diesen Preisbedingungen beträgt der Vorteil der kürzeren Mast (114,3 kg) gegenüber der längeren (121,3 kg) bei den direktkostenfreien Leistungen pro Mastplatz 20 Cent. Gegenüber der mittleren Mast (117,8 kg) beträgt der Unterschied allerdings nur 1 Cent, hier würde der Unterschied erst bei stärkeren Preiserhöhungen deutlicher ausfallen.

Im Fall der Preissenkung allein bei Mastschweinen sind die Unterschiede der direktkostenfreien Leistungen pro Mastplatz bei Variation des Endgewichtes stärker ausgeprägt. Der Vorteil der längeren Mast macht gegenüber der mittleren bei den direktkostenfreien Leistungen pro Mastplatz 99 Cent aus, gegenüber der kürzeren sind es 2,12 €.

- Zu 5. Bei paralleler Erhöhung wie bei paralleler Senkung der Preise von Ferkeln und Schlachtschweinen ergibt sich bei der längeren Mast die höchste direktkostenfreie Leistung pro Mastplatz. Im Fall der Preiserhöhung ist der Vorteil der längeren Mast allerdings deutlicher zu erkennen als im Fall der Preissenkung.

Aus dem Ergebnissen der Modellrechnungen ist somit zu entnehmen, dass bei Entscheidungen über die Mastdauer und das Mastendgewicht das Augenmerk sowohl auf die zu erwartenden Erlöse pro Mastschwein als auch die Preise der wieder einzustellenden Ferkel zu richten ist. Hohe Erlöse pro Schlachtschwein und niedrige Preis für Ferkel begünstigen niedrige Mastendgewichte. Hohe Mastendgewichte erscheinen nicht nur bei hohen Ferkelpreisen vorteilhaft, sondern auch bei niedrigen Schlachterlösen sowie bei gleichzeitig hohen Preisen für Schlachtschweinen und Ferkeln.

Für optimale Entscheidungen über das Mastendgewicht ist im konkreten Fall anhand der Daten des betroffenen Betriebes zu kalkulieren, wie sie eine Änderung des Mastendgewichtes auf Kosten und Leistungen auswirkt. Dabei ist auch das Risiko evt. Preisabzüge aufgrund verminderter Muskelfleischanteile bei höherem Endgewicht in Rechnung zu stellen, was hier noch außer Betracht blieb.



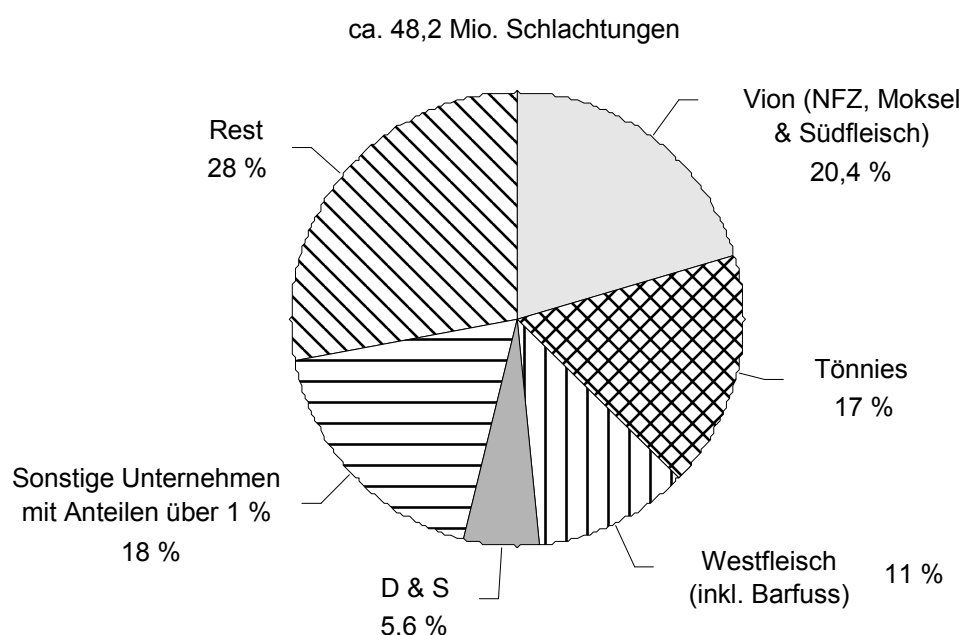
Quelle: LWK Weser-Ems 2005. DLG 2002. Eigene Berechnungen.

Hxs_2006-08-08

Abb. 10.18: Direktkostenfreie Leistungen bei Variation des Mastendgewichtes unter verschiedenen Preisbedingungen

Vermarktung der Schlachtschweine

Für die Vermarktung der Schlachtschweine bieten sich in Deutschland neben großen Schlachtunternehmen auch viele mittelständische Betriebe an (Abb. 10.19). Somit gibt es für die Schweineproduzenten noch eine hinreichend große Zahl an Abnehmern, deren Marktmacht Grenzen gesetzt sind (Spiller et al., 2005). Der Wettbewerb unter den Abnehmern wird jedoch durch zum Teil intransparente Preisberechnung eingeschränkt. Dabei versuchen die Schlachtunternehmen, den Preisdruck auf die Schweineproduzenten abzuwälzen, dem sie durch den konzentrierten Einzelhandel ausgesetzt sind. Die Intransparenz belastet das Vertrauen der Schweinemäster und bietet zu wenig Anreiz für Qualitätsverbesserungen, von denen die gesamte Kette der Schweinefleischerzeugung und -vermarktung profitieren könnte.



Quelle: ISN nach Unternehmensangaben.

Hxs_2006-08-09

Abb.10.19: Anteile verschiedener Schlachtunternehmen an den Schweineschlachtungen in Deutschland 2005

Mit Blick auf die Expansion der amerikanischen Produzenten und Exporteure, die im Zusammenhang mit dem Aufbau integrierter Systeme und vertraglichen Regelungen steht (Windhorst, 2005), wird auch in Deutschland über Vorteile und Nachteile vertikaler Kooperationen diskutiert. Der Erfolg der integrierten Ketten in den USA basiert allerdings auf Voraussetzungen, die in Deutschland nicht gegeben sind. Die Wertschöpfungsketten in den USA sind bestrebt, ihre Produkte als Markenware mit spezifischen Qualitätsmerkmalen zu vermarkten (Blaha, 2002). In Deutschland wird dagegen Schweinefleisch als Massenware ohne spezifische Eigenschaften abgesetzt. Solange den deutschen Schweinefleischanbietern dabei viele Absatzwege offen stehen, erscheint das System der freien Vermarktung aufgrund der Flexibilität sowie des Kostenwettbewerbs in Produktion und Verarbeitung vorteilhaft (Spiller et al., 2005). Die anhaltende Konzentration im Schlachthofsektor gibt aber Anlass, das Schlachtschweineangebot durch mehr horizontale Kooperation der Erzeugergemeinschaften stärker zu bündeln und durch Lieferung größerer Partien als interessanter Marktpartner zu erscheinen. Dies wird um so wichtiger werden, je mehr international agierende Schlachtunternehmen, wie derzeit Vion, bestrebt sind, in Deutschland Fuß zu fassen und versuchen, Produzenten auf verschiedenen Standorten gegeneinander auszuspielen.

10.4 Zusammenfassung

Schweinefleisch trägt zur Fleischversorgung in Deutschland mehr als die Hälfte bei, weltweit beläuft sich der Anteil auf mehr als 40 %. Infolge der Ausweitung des internationalen Handels und verstärkter Aktivitäten grenzüberschreitend agierender Schlachtunternehmen bekommt der internationale Wettbewerb auch für deutsche Schweineproduzenten zunehmende Bedeutung. Dabei sind die deutschen Schweinehalter im Nachteil aufgrund der geringeren biologischen Leistungen und der ungünstigeren Betriebsstruktur. Die Nachteile wirken sich derzeit besonders im Bereich der Ferkelerzeugung aus, wo die inländische Erzeugung zunehmende Defizite ausweist, die durch Importe aus Dänemark und den Niederlanden gedeckt werden. In der Sauenhaltung sind die Möglichkeiten zur Steigerung des Ferkelaufkommens durch Reduktion der Saugferkelverluste und Verminderung unproduktiver Tage noch nicht ausgeschöpft. Optimale Entscheidungen über das Mastendgewicht der Schlachtschweine sind nur möglich, wenn der Produktionsablauf zuverlässig überwacht wird und die benötigten quantitativen Angaben Kosten und Leistungen im Betrieb verfügbar sind.

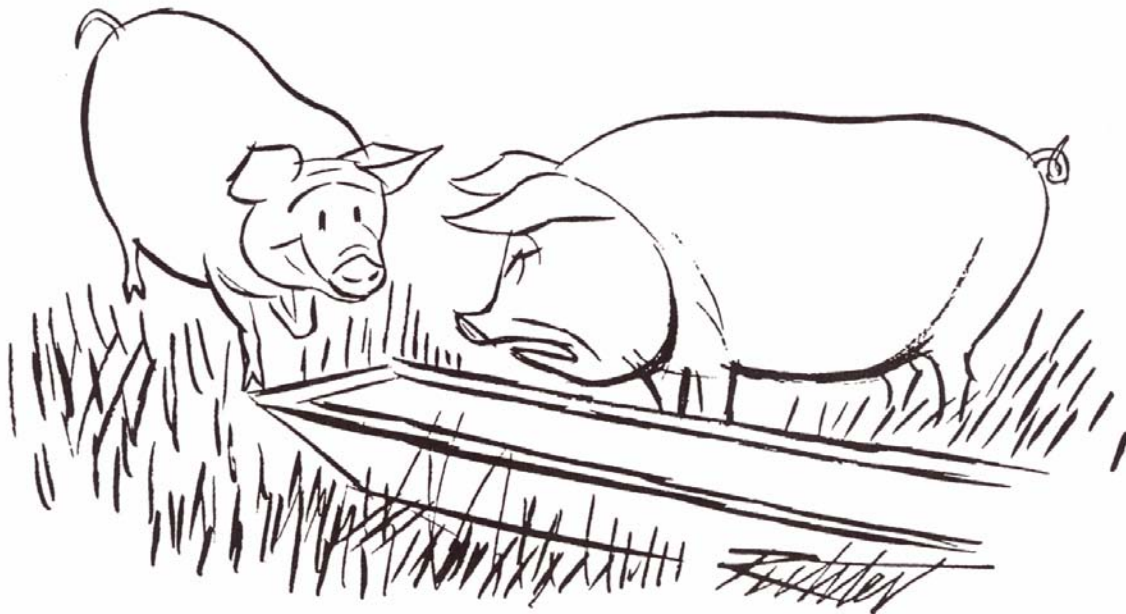
Literatur

- Blaha, T. (2002): Entwicklung der Schweinefleischerzeugung in Amerika. In: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) Wirtschaftliche Schweineproduktion unter neuen Rahmenbedingungen, Leipzig, S. 14 - 23.
- Engels, A. (2001): Systematische Analyse von Betriebsdaten zur Beurteilung von Reproduktionsleistungen und Managementeinflüssen in Ferkelerzeugerbetrieben mit Hilfe des Sauenplaners. Hannover, Tierärztliche Hochschule, Dissertation
- Haxsen, G. (2001) Deficits of Piglet Supply in Germany. Landbauforschung Völkenrode 51 (4): 207 - 213.
- Haxsen, G. (2004): Bilanzrechnungen zur regionalen Ferkelversorgung in Deutschland 1993 bis 2003. Institut für Betriebswirtschaft, Arbeitsbericht 02/2004, Braunschweig.
- Haxsen, G., Blaha, Th., große Austing, St. (2004): Kosten-Nutzen-Analysen von Maßnahmen zur Verbesserung der Tiergesundheit in der Schweineproduktion. Referat zur Internationalen Fachtagung über Epidemiologie und Lebensmittelsicherheit, 1.- 3. September 2004 in Berlin. Manuskript, Braunschweig.
- Hoy, S. (2005): Herzlich willkommen! Landwirtschaftsblatt Weser-Ems 152 (18), 26 - 28
- Hoy, S. (2006): Steigern Sie den Ferkelindex Ihres Betriebs. DLG-Mitteilungen (4), 14 - 15
- Kloth, B. (1999): Runter mit den Schlachtgewichten. dlz agrarmagazin (1), 100 - 103
- Kloth, B. (2006): Hohe Mastendgewichte liegen im Trend. dlz agrarmagazin (5), 126 - 127
- Landwirtschaftskammer Weser-Ems (Hrsg.) (2005): BZA Ferkelerzeugung und Schweinemast 2005. Beilage des Landwirtschaftsblattes Weser-Ems 47/05.
- Rasmussen, J. (2006): Omkostninger i international svineproduktion 2004. Rapport nr. 29. Landsudvalget for Svin, Kopenhagen.
- Spiller, A., L. Theuvsen, G., Recke und B. Schulze (2005): Sicherstellung der Wertschöpfung in der Schweineerzeugung. Perspektiven des Nordwestdeutschen Modells. Gutachten des Instituts für Agrarökonomie der Universität Göttingen im Auftrag der Stiftung Westfälische Landschaft, Münster.
- Windhorst, H.-W. (2005): Herausforderungen und Chancen für die Land- und Ernährungswirtschaft in Nordwestdeutschland. Institut für Strukturforschung und Planung in agrarischen Intensivgebieten. Mitteilungen – Heft 60, 11 - 28.

Windhorst, H.-W. (2006a): Fleischproduktion, Dynamik bestimmt das Jahrzehnt. Fleischwirtschaft (6), 14 - 17

Windhorst, H.-W. (2006b): Fleischhandel, Dynamik bestimmt das Jahrzehnt. Fleischwirtschaft (7), 12 - 18

Zinke, O. (2006): Internationale Agrarmärkte, Wirtschaftswachstum treibt die Nachfrage. ZMP AgrarWoche (29), 2 - 3.



11 Futtermitteltabelle (A. Berk)

Erklärungen zur nachfolgenden Tabelle:

Die Futtermitteltabelle hat 16 Spalten. In der Spalte 1 ist die Kategorie der Futtermittel aufgeführt: **1** = Grünfutter, Wurzeln und Knollen usw., frisch; **2** = Silagen; **3** = Handels- und andere Futtermittel. In der Spalte 2 ist der Name des Futtermittels aufgeführt und gegebenenfalls näher beschrieben. In den Spalten 3 bis 7 sind die Rohnährstoffe angegeben, wobei aus Platzgründen auf die Organische Masse (OM) und die N-freien Extraktstoffe (NfE) verzichtet wurde, da diese errechnet werden können (siehe Abschnitt 6.1). In den Spalten 10 bis 13 werden Angaben zu den 4 erstlimitierenden Aminosäuren gemacht, wobei die schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystin in einer Summe zusammengefasst sind. Die Spalten 14 und 15 beinhalten die Gehalte für Calcium (Ca) und Phosphor (P) und die Spalte 16 den Gehalt an Umsetzbarer Energie (ME).

Jedem Futtermittel sind in der Tabelle 2 Zeilen zugeordnet, wobei in der 1. der Nährstoff und in der 2. dessen Verdaulichkeit (in %, soweit vorhanden) aufgeführt sind. Im Fall der Rohnährstoffe und des Phosphors handelt es sich dabei um die (scheinbare) Verdaulichkeit und im Falle der Aminosäuren um die standardisierte praecaecale Verdaulichkeit (siehe Abschnitt 6.1.2).

Alle Angaben in den Spalten 4 bis 16 beziehen sich auf g/kg Trockenmasse bzw. im Fall der Umsetzbaren Energie (ME) auf MJ/ kg Trockenmasse.

Erklärung der Abkürzungen

T = Trockenmasse

XA = Rohasche

XP = Rohprotein

XL = Rohfett

XS = Stärke

XZ = Zucker

ME = Umsetzbare Energie (Schwein)

Lys = Lysin

M+C = Methionin plus Cystin

Thr = Threonin

Try = Tryptophan

Ca = Calcium

P = Phosphor

n.v. = nicht verfügbar

Futtermitteltabelle

	Futtermittel	T	XA	XP	XL	XF	XS	XZ	Lys	M+C	Thr	Try	Ca	P	ME
1	Futtermittel	150	97	85	8	66	0	545	1,3	0,7	1,3	0,7	2,0	2,7	12,46
	Futtermittel	—	—	56	28	74	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	10	—
1	Kartoffel, Knolle	220	62	97	4	27	712	37	5,0	3,2	3,6	1,4	0,5	2,7	11,66
	Kartoffel, Knolle	—	—	14	0	50	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
1	Kartoffel, Knolle	220	68	98	6	28	670	6	5,0	3,2	3,6	1,4	0,5	2,7	14,98
	gedämpft	—	—	73	6	64	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
1	Luzerne	170	111	213	30	257	0	46	9,3	4,8	7,8	3,2	18,2	3,5	7,58
	1. Aufwuchs, in der Knospe	—	—	64	25	26	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
1	Mais	350	47	83	31	193	314	77	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	2,9	2,6	n.v.
	Ende der Teigreife	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	—	—
1	Maiskolben	600	21	106	43	54	627	15	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	0,3	3,2	14,96
	CCM	—	—	80	76	29	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
1	Mohrrübe, Wurzel	110	123	93	16	92	0	256	2,5	7,4	4,9	1,2	3,6	3,6	10,29
	Mohrrübe, Wurzel	—	—	55	10	83	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	10	—
1	Rotklee	160	98	186	35	206	0	n.v.	10,6	4,6	9,6	3,2	10,7	4,0	n.v.
	1. Aufwuchs, in der Knospe	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
1	Wiese, grasreich	180	85	159	34	251	0	107	5,9	3,5	5,9	1,8	5,9	4,1	7,35
	1. Aufwuchs, Ährenschieben	—	—	52	84	39	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
1	Zuckerrübe	230	81	68	6	54	0	647	2,6	2,2	1,3	0,4	2,6	1,7	13,00
	Zuckerrübe	—	—	47	12	70	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	10	—

Futtermittel	T	XA	XP	XL	XF	XS	XZ	Lys	M+C	Thr	Try	Ca	P	ME
2 Futterrübe	180	75	84	9	67	0	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	12,30
	—	—	41	0	79	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
2 Kartoffeln gedämpft	220	74	108	4	37	753	6 _{n.v.}	5,5	3,2	3,6	1,4	0,5	2,7	14,97
	—	—	79	31	57	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
2 Luzerne 1. Aufwuchs, in der Knospe	350	123	197	38	274	0	n.v.	8,0	3,7	7,1	n.v.	18,3	3,4	n.v.
	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
2 Mais Beginn der Teigreife	270	52	90	32	213	245	3 _{n.v.}	2,2	2,6	3,0	0,4	3,3	2,6	n.v.
	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
2 Maiskolben CCM	600	21	105	43	53	623	8 _{n.v.}	2,8	4,0	3,7	0,7	0,3	3,2	14,91
	—	—	79	59	33	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
2 Nassschnitzel	140	76	113	20	250	0	31 _{n.v.}	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	7,9	0,7	8,03
	—	—	37	0	86	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
2 Pressschnitzel	220	70	113	12	212	0	17 _{n.v.}	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	10,9	0,9	8,19
	—	—	28	0	83	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
2 Wiese, grasreich 1. Aufwuchs, Ährenschieben	350	114	158	44	224	0	90 _{n.v.}	5,4	3,1	5,4	1,7	6,0	4,0	7,06
	—	—	59	36	21	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
2 Zuckerrübe	220	62	56	6	57	0	537 _{n.v.}	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	2,7	1,8	11,96
	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
3 Ackerbohne, Samen	880	39	299	16	90	411	40 _{n.v.}	18,8	6,0	10,7	2,7	1,2	4,8	14,39
	—	—	82	44	30	—	—	—	64	75	71	—	35	—
3 Baumwollsaatextraktions- schrot aus geschälter Saat	900	68	496	19	96	0	58 ₈₂	18,1	14,1	14,3	5,9	3,6	9,0	13,78
	—	—	85	88	35	—	—	—	69	71	69	—	20	—

Futtermittel	T	XA	XP	XL	XF	XS	XZ	Lys	M+C	Thr	Try	Ca	P	ME
3 Baumwollsaatexpeller aus geschälter Saat	900	72	501	116	86	0	40	20,0	12,0	16,5	7,1	3,6	9,0	15,00
	—	—	82	80	33	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—
3 Biertreber getrocknet	900	48	264	86	169	39	10	8,8	10,1	9,1	3,1	3,4	6,1	15,73
	—	—	73	63	24	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	35	—
3 Dinkel, Körner	880	50	126	25	111	662	31	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—
3 Erbse, Samen	880	37	259	15	68	475	66	17,6	6,0	9,3	2,3	1,0	4,7	15,49
	—	—	83	54	62	—	—	84	69	75	70	—	45	—
3 Erbsenfuttermehl	900	38	237	28	79	497	63	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	16,02
	—	—	89	47	76	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—
3 Erdnussextraktionsschrot aus enthülster Saat	880	65	568	14	57	96	117	16,6	12,0	13,5	5,1	1,6	6,7	15,73
	—	—	89	35	76	—	—	78	81	77	76	—	30	—
3 Fischmehl über 70% Protein, 3-8% Fett	910	177	721	57	8	0	0	54,0	26,8	30,5	7,9	42,7	27,2	15,51
	—	—	90	86	0	—	—	—	87	81	88	79	85	—
3 Fischmehl 60-65% Protein, 3-8% Fett	900	216	675	68	10	0	0	47,9	23,4	26,6	6,5	76,5	36,9	14,98
	—	—	90	86	0	—	—	87	81	88	79	—	85	—
3 Gerste (Sommer), Körner	880	28	120	23	53	602	25	4,3	4,5	4,0	1,5	0,7	3,9	14,41
	—	—	74	49	20	—	—	73	80	76	76	—	45	—
3 Gerste (Winter), Körner	880	27	125	27	57	600	26	4,5	4,8	4,2	1,6	0,7	3,9	14,35
	—	—	75	47	16	—	—	73	80	76	76	—	45	—
3 Gerstenkleie	890	54	126	39	150	338	73	4,9	5,8	4,9	1,8	1,6	4,5	8,98
	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	30	—

Futtermittel	T	XA	XP	XL	XF	XS	XZ	Lys	M+C	Thr	Try	Ca	P	ME
3 Grünmehl	900	114	185	42	229	0	86	8,3	4,6	7,7	2,6	8,3	4,2	6,63
Gras	—	—	45	17	43	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
3 Grünmehl	900	122	200	31	261	0	43	10,0	5,9	9,2	3,3	17,1	2,9	6,80
Luzerne	—	—	52	25	39	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
3 Hämoglobin	924	30	965	5	0	0	—	93,5	18,9	45,5	16,7	n.v.	n.v.	n.v.
	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—
3 Hafer, Körner	880	33	123	52	113	447	16	5,0	5,6	4,2	1,2	1,2	3,6	12,75
	—	—	77	82	12	—	—	—	85	90	n.v.	—	25	—
3 Hafer, Körner	900	23	150	66	24	687	17	5,9	6,8	4,9	1,9	1,1	4,9	16,92
entspelzt	—	—	85	80	39	—	—	—	85	90	n.v.	—	25	—
3 Haferflocken	910	21	139	72	22	629	18	5,7	6,4	4,7	1,6	0,9	4,4	17,04
	—	—	85	80	39	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—
3 Haferschälkleie	910	59	75	33	253	165	11	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	6,20
	—	—	43	49	17	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	30	—
3 Hefe, Bierhefe	900	81	521	22	24	0	19	33,9	14,6	25,0	6,8	2,9	16,4	13,82
getrocknet	—	—	87	25	12	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
3 Kartoffeleiweiß	910	32	840	20	8	0	6	66,4	32,0	47,9	10,9	0,4	2,9	18,44
getrocknet	—	—	94	32	33	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	70	—
3 Kartoffelpülpe	880	36	69	6	189	423	2	4,5	2,3	2,6	0,4	2,7	1,1	11,07
getrocknet	—	—	0	0	81	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
3 Kokosextraktionsschrot	900	75	237	28	161	0	119	6,2	7,6	7,4	1,9	1,6	6,6	10,09
	—	—	66	0	93	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	30	—

n.v.

Futtermittel	T	XA	XP	XL	XF	XS	XZ	Lys	M+C	Thr	Try	Ca	P	ME
3 Kokosexpeller 5-8% Fett	900	69	230	68	152	0	103	6,0	7,3	7,1	1,8	1,6	6,3	11,12
	—	—	64	79	63	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—
3 Küchenabfälle	212	85	174	172	49	276	98	11,6	6,0	7,8	2,2	10,8	4,6	17,14
	—	—	86	89	69	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	50	—
3 Lein, Samen	880	49	248	365	72	0	37	9,2	9,0	9,2	4,0	3,2	6,2	13,15
	—	—	69	46	28	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—
3 Leinextraktionsschrot	890	66	384	26	103	0	54	14,2	13,9	14,2	6,2	4,0	9,7	11,74
	—	—	79	61	28	—	—	75	74	61	79	—	10	—
3 Leinexpeller 4-8% Fett	900	64	375	62	110	0	43	13,8	13,4	13,8	6,0	4,1	9,0	12,08
	—	—	79	61	28	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—
3 Lupine, blau, süß, Samen	880	38	349	55	159	96	54	16,6	7,7	11,7	3,0	2,0	3,1	14,35
	—	—	89	64	80	—	—	81	88	83	85	—	50	—
3 Lupine, weiß, süß, Samen	880	41	376	88	136	127	71	17,5	8,6	13,4	3,0	2,0	4,5	15,46
	—	—	—	—	—	—	—	81	88	83	85	—	50	—
3 Mais, Körner	880	17	106	46	26	695	19	3,1	4,5	3,8	0,7	0,4	3,2	16,01
	—	—	79	68	51	—	—	79	85	83	82	—	15	—
3 Maisfuttermehl	890	30	118	74	60	420	42	4,8	4,6	4,7	1,2	0,4	5,6	14,61
	—	—	77	82	50	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	20	—
3 Maiskleber	900	21	705	51	13	146	8	12,0	29,7	24,1	3,6	0,7	5,6	18,78
	—	—	95	68	33	—	—	77	n.v.	71	76	—	n.v.	—
3 Maiskleberfutter 23-30% Protein	900	40	417	45	51	232	34	7,8	10,3	9,0	1,5	1,2	9,1	15,93
	—	—	77	65	46	—	—	38	n.v.	n.v.	n.v.	—	20	—

Futtermittel	T	XA	XP	XL	XF	XS	XZ	Lys	M+C	Thr	Try	Ca	P	ME
3 Malzkeime	920	70	296	11	145	54	136	14,3	8,0	10,7	2,7	2,9	7,8	8,68
	—	—	48	11	35	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—
3 Maniokmehl/-schnitzel	880	37	26	6	32	756	30 _{n.v.}	1,0	0,7	0,8	0,3	1,4	1,0	15,32
	—	—	45	35	45	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	10	—
3 Melasse (Zuckerrübenm.) zuckerreich	770	103	136	3	0	0	629 _{n.v.}	0,8	0,5	1,0	0,5	2,2	0,3	13,33
	—	—	74	0	0	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—
3 Melasseschnitzel 16-23% Zucker	910	80	125	9	159	0	200 _{n.v.}	6,3	3,8	4,5	1,0	11,0	0,8	10,44
	—	—	65	20	84	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	10	—
3 Milch, Vollmilchpulver	960	63	270	258	0	0	365 _{n.v.}	19,1	8,6	11,4	4,1	14,0	10,8	20,84
	—	—	95	96	0	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	80	—
3 Milch, Magermilchpulver	960	83	365	5	0	0	481 _{n.v.}	28,5	12,4	16,4	4,7	13,5	10,5	15,78
	—	—	95	38	0	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	80	—
3 Milch, Süßmolkepulver	960	85	132	11	0	0	742 _{n.v.}	10,0	4,5	7,0	2,0	6,9	6,9	13,95
	—	—	80	5	0	—	—	90	90	88	n.v.	—	80	—
3 Milch, Molkepulver teilentzuckert	960	238	239	13	0	0	377 ₇₇	15,5	7,2	11,9	3,0	38,9	15,4	—
	—	—	80	5	0	—	—	90	90	88	n.v.	—	80	—
3 Obsttrester (Apfel) getrocknet	920	53	57	44	223	0	204 ₇₇	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	7,9	2,7	7,16
	—	—	0	33	46	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—
3 Palmkernextraktionsschrot	890	43	187	21	199	0	34 _{n.v.}	4,5	4,9	4,8	1,2	2,9	7,2	8,18
	—	—	52	0	47	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	30	—
3 Palmkernexpeller 4-9% Fett	910	46	207	73	168	0	30 _{n.v.}	7,0	6,2	6,5	2,0	2,4	6,5	10,10
	—	—	55	75	47	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—

n.v.

Futtermittel	T	XA	XP	XL	XF	XS	XZ	Lys	M+C	Thr	Try	Ca	P	ME
3 Pflanzenöl, Rapsöl	999	1	0	999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36,76
			0	98	0									
3 Pflanzenöl, Sojaöl	999	1	0	999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37,36
			0	100	0									
3 Raps, Samen, „00“-Typ	880	44	229	445	79	0	52	13,0	9,5	9,8	3,1	3,0	7,6	19,84
			77	81	53			n.v.	n.v.	n.v.	n.v.		40	
3 Rapsextraktionsschrot	890	82	394	23	140	0	92	22,2	18,0	17,6	5,2	7,4	13,1	10,88
			75	52	33			73	76	69	68		30	
3 Rapsexpeller über 8% Fett	910	80	367	87	126	0	115	19,7	15,2	15,6	4,9	6,3	10,0	13,46
			79	85	44			n.v.	n.v.	n.v.	n.v.		n.v.	
3 Reis, Körner geschält	880	14	91	19	8	819	47	3,1	4,1	3,0	1,1	0,2	1,2	16,79
			88	53	31			n.v.	n.v.	n.v.	n.v.		n.v.	
3 Reisufermehl, gelb	900	115	147	180	104	241	45	6,4	5,9	5,3	1,6	0,8	5,6	14,72
			73	85	45			n.v.	n.v.	n.v.	n.v.		n.v.	
3 Roggen, Körner	880	22	113	18	28	646	63	4,3	4,5	3,8	1,1	0,6	3,5	15,29
			78	31	32			n.v.	n.v.	n.v.	n.v.		50	
3 Roggenkleie	880	60	163	36	83	130	103	6,8	5,4	6,2	2,0	1,7	11,1	10,09
			65	40	33			n.v.	n.v.	n.v.	n.v.		30	
3 Schlempe (Kartoffeln) getrocknet	900	138	278	16	104	71	13	18,3	9,2	14,9	1,4	1,6	7,6	9,55
			57	28	76			n.v.	n.v.	n.v.	n.v.		30	
3 Schlempe (Bioethanolherstellung), getrocknet	940	59	368	67	75	40	20	7,7	14,8	11,1	3,5	1,3	8,9	12,1
			n.v.	n.v.	n.v.			n.v.	n.v.	n.v.	n.v.		n.v.	

Futtermittel	T	XA	XP	XL	XF	XS	XZ	Lys	M+C	Thr	Try	Ca	P	ME
3 Sesam, Samen	880	41	223	550	34	0	n.v.	7,9	14,4	10,7	4,2	n.v.	n.v.	n.v.
	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—
3 Sesamextraktionsschrot	910	110	467	19	73	0	24	n.v. 11,9	21,4	17,1	7,1	20,0	12,5	12,31
	—	—	89	22	50	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	30	—
3 Sesamexpeller	920	125	431	110	75	0	16	n.v. 11,6	20,9	16,7	7,0	19,5	11,3	15,05
	—	—	88	84	83	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—
3 Sojabohne, Samen dampferhitzt	880	53	404	201	60	54	77	n.v. 24,7	11,5	15,9	5,6	2,8	6,4	17,57
	—	—	84	81	66	—	—	—	77	75	74	—	35	—
3 Sojaextraktionsschrot aus geschälter Saat	890	67	552	13	39	72	115	34,0	16,0	21,3	7,1	3,1	8,0	16,21
	—	—	93	28	61	—	—	—	83	80	86	—	35	—
3 Sojaextraktionsschrot aus ungeschälter Saat	880	67	513	14	65	73	105	31,6	14,8	19,9	6,6	3,4	7,3	14,82
	—	—	85	44	72	—	—	—	83	80	86	—	35	—
3 Sojaexpeller	909	63	463	98	58	n.v.	n.v.	28,6	15,8	18,4	n.v.	3,2	7,3	15,02
	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—
3 Sojaprotein-Konzentrat	920	64	663	19	47	50	14	n.v. 44,5	19,4	27,8	9,2	2,5	8,0	n.v.
	—	—	86	0	80	—	—	—	90	80	89	—	n.v.	—
3 Sonnenblume, Samen	880	34	192	359	244	0	—	7,6	7,8	7,4	2,8	2,8	3,8	n.v.
	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—
3 Sonnenblumenextraktions- schrot, aus entschälter Saat	900	70	383	25	222	0	79	n.v. 13,3	15,2	14,0	4,6	4,0	10,7	11,84
	—	—	91	72	58	—	—	—	83	77	n.v.	—	35	—
3 Sonnenblumenexpeller aus geschälter Saat, >8% Fett	910	79	474	118	118	0	58	13,6	15,6	14,4	4,7	3,4	10,3	15,43
	—	—	85	84	51	—	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—

n.v.

Futtermittel	T	XA	XP	XL	XF	XS	XZ	Lys	M+C	Thr	Try	Ca	P	ME
3 Triticale, Körner	880	23	146	18	30	667	40	4,8	5,7	4,5	1,4	0,5	4,3	15,46
	—	—	85	52	27	—	—	—	—	—	—	—	50	—
3 Trockenschnitzel	900	56	100	9	206	0	67	4,4	2,4	3,6	0,8	7,6	1,0	9,04
	—	—	38	9	81	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	10	—
3 Vinasse aus Zuckerrüben, entkalisiert	680	344	315	11	0	n.v.	n.v.	2,2	3,1	2,3	n.v.	8,0	1,0	9,2
	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	10	—
3 Weizen, Körner, Sommer	880	21	157	23	25	640	31	4,3	6,0	4,5	1,7	0,5	3,8	15,68
	—	—	86	51	28	—	—	88	90	90	88	—	65	—
3 Weizen, Körner, Winter	880	19	138	20	29	675	32	3,9	5,5	4,0	1,5	0,5	3,8	15,67
	—	—	86	51	28	—	—	88	90	90	88	—	65	—
3 Weizenkleber	910	12	842	17	5	78	4	13,0	30,6	20,8	8,0	—	n.v.	19,67
	—	—	100	0	0	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—
3 Weizenkleie	880	65	160	43	134	156	65	6,6	5,8	5,4	2,4	1,5	13,4	9,47
	—	—	65	56	16	—	—	71	73	66	n.v.	—	30	—
3 Weizennachmehl	880	38	193	51	33	519	50	7,5	7,5	6,2	2,3	0,8	5,7	16,18
	—	—	88	78	44	—	—	81	80	74	85	—	30	—
Wicke, Samen	880	71	291	16	64	327	42	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—
3 Zitrusstreser getrocknet	900	64	72	35	136	0	257	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	10,48
	—	—	46	39	80	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	n.v.	—
3 Zuckerrübenschnitzel (Vollschnitzel)	900	54	59	7	71	0	664	4,3	2,5	3,9	1,0	6,8	1,0	12,71
	—	—	27	3	68	—	—	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	—	10	—

260	Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2003) Nationaler Inventarbericht 2004 — Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen — Teilbericht der Quellgruppe Landwirtschaft	7,00€
262	Folkhard Isermeyer (Hrsg.) (2003) Fleisch 2025	9,00€
263	Ernst-Jürgen Lode und Franz Ellendorff (Hrsg.) (2003) Perspektiven in der Tierproduktion	7,00€
268	Martina Brockmeier und Petra Salamon (2004) WTO-Agrarverhandlungen — Schlüsselbereich für den Erfolg der Doha Runde Optionen für Exportsubventionen, Interne Stützung, Marktzugang	9,00€
269	Angela Bergschmidt (2004) Indikatoren für die internationale und nationale Umweltberichterstattung im Agrarbereich	8,00€
270	Klaus Walter (2004) Analyse der Beziehung zwischen den Kosten für Tierarzt und Medikamente in der Milchviehhaltung und der Produktionstechnik, dem Futterbau, der Arbeitswirtschaft sowie der Faktorausstattung ausgewählter norddeutscher Betriebe	9,00€
271	Uwe Petersen und Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2004) Workshop Positivliste für Futtermittel als Beitrag zur Futtermittelsicherheit — Erwartungen, Konzepte, Lösungen A Positive List of feedstuffs as a contribution to feed safety — Expectations, concepts and solutions	7,00€
272	Gerold Rahmann und Thomas van Elsen (Hrsg.) (2004) Naturschutz als Aufgabe des Ökologischen Landbaus	7,00€
273	Gerold Rahmann und Stefan Kühne (Hrsg.) (2004) Ressortforschung für den ökologischen Landbau 2004	7,00€
274	Folkhard Isermeyer (Hrsg.) (2004) Ackerbau 2025	9,00€
275	Abdelaziz Ibrahim Abdelaziz Aly Omara (2004) Further development of a mobile wind energy plant for a low-pressure irrigation system	9,00€
276	Gerold Rahmann . Hiltrud Nieberg . Susanne Drengemann . Alois Fenneker . Solveig March . Christina Zurek Bundesweite Erhebung und Analyse der verbreiteten Produktionsverfahren, der realisierten Ver- marktungswege und der wirtschaftlichen sowie sozialen Lage ökologisch wirtschaftender Betriebe und Aufbau eines bundesweiten Praxis-Forschungs-Netztes (2004)	13,00€
277	Ioana Salac (2005) Influence of the sulphur and nitrogen supply on S metabolites involved in Sulphur Induced Resistance (SIR) of <i>Brassica napus</i> L.	11,00€
278	Maria del Carmen Lamas (2005) Factors affecting the availability of uranium in soils	8,00€
279	Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2005) Bestimmung von Ammoniak-Einträgen aus der Luft und deren Wirkung auf Waldökosysteme (ANSWER-Projekt)	7,00€
280	Hans-Joachim Weigel und Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2005) Biologische Senken für atmosphärischen Kohlenstoff in Deutschland — Tagungsband	9,00€
281	Albert Sundrum and Friedrich Weißmann (eds.) (2005) Organic pig production in free range systems	7,00€
282	Folkhard Isermeyer . Alexander Gocht . Werner Kleinhanß . Bernd Küpker . Frank Offermann . Bernhard Osterburg . Joachim Riedel und Ulrich Sommer (2005) Vergleichende Analyse verschiedener Vorschläge zur Reform der Zuckermarktordnung	7,00€

283	Luit J. De Kok and Ewald Schnug (eds.) (2005) Proceedings of the 1st Sino-German Workshop on Aspects of Sulfur Nutrition of Plants	11,00€
284	Rainer Oppermann and Gerold Rahmann (2005) Transforming Rural Communication Three sociological case studies in a developed an urbanized rural area of northern Germany: regional partnership Lübeck bay, organic farming and nature protection	7,00€
285	Jyldyz Uzakbaeva (2005) Effect of different tree species on soil quality parameters in forest plantations of Kyrgyzstan	8,00€
286	Silvia Haneklaus, Rose-Marie Rietz, Jutta Rogasik and Susanne Schrötter (eds.) (2005) Recent advances in in agricultural chemistry	11,00€
287	Maria del Carmen Rivas (2005) Interactions between soil uranium contamination and fertilization with N, P and S on the uranium content and uptake of corn, sunflower and beans, and soil microbiological parameters	8,00€
288	Alexandra Izosimova (2005) Modelling the interaction between Calcium and Nickel in the soil-plant system	8,00€
289	Wilfried Brade und Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2005 ²) Rinderzucht und Milcherzeugung — Empfehlungen für die Praxis	13,00€
290	Gerold Rahmann (Hrsg.) (2005) Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2005	9,00€
291	Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2006) Nationaler Inventarbericht 2006: Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft	16,00€
[291 A]	Calculations of Emissions from German Agriculture — National Emission Inventory Report (NIR) 2006 for 2004: Tables Berechnungen der Emissionen aus der Landwirtschaft — Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2006 für 2004: Tabellen	
292	Franz-Josef Bockisch und Elisabeth Leicht-Eckardt (Hrsg.) (2006) Nachhaltige Herstellung und Vermarktung landwirtschaftlicher Erzeugnisse	15,00€
293	Judith Zucker (2006) Analyse der Leistungsfähigkeit und des Nutzens von Evaluationen der Politik zur Entwicklung ländlicher Räume in Deutschland und Großbritannien am Beispiel der einzelbetrieblichen Investitionsförderung	12,00€
294	Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2006) Möglichkeiten der Dekontamination von "Unerwünschten Stoffen nach Anlage 5 der Futtermittelverordnung (2006)"	15,00€
295	Hiltrud Nieberg und Heike Kuhnert (2006) Förderung des ökologischen Landbaus in Deutschland — Stand, Entwicklung und internationale Perspektive	14,00€
296	Wilfried Brade und Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2006) Schweinezucht und Schweinefleischerzeugung - Empfehlungen für die Praxis	12,00€