



Das Lebensministerium



Berichte aus der Tierproduktion

Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft
Heft 2 - 8. Jahrgang 2003

Freistaat  Sachsen
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Inhaltsverzeichnis

Stamm, S.; Klunker, M., Bergfeld, U. Ultrasongraphische Ermittlung der Schlachtkörperzusammensetzung am lebenden Tier	1
Klunker, M.; Bergfeld, U. Erprobung neuer Prüfregime zur Berücksichtigung sekundärer Merkmale bei der Eigenleistungsprüfung von Schwarzbunten Bullen auf Station	22
Fischer, R.; Müller, U.; Bergfeld, U.; Goeneveld, E. APIIS - ein plattformunabhängiges Informationssystem am Beispiel der Schweinezucht	55
Meyer, E.; Parge-Ahrling, R. Alternativen zum metaphylaktischen Antibiotikaeinsatz in der Mastläuferzeugung - Notwendigkeiten, Möglichkeiten und Grenzen	59
Hörügel, K.†; Meyer, E.; Uhlig, R.; Weiß, H.; Hanschmann, G.; Gebhart, Ch. Untersuchungen zum Einfluss von Fusarientoxinen auf die Mastleistung von Schweinen unter Einbeziehung eines Mykotoxinbinders	68
Hörügel, K.†; Uhlig R., Vergara H., Einfluss einer Fusarientoxin-Verabreichung während der Jungsauenaufzucht auf den Pubertätseintritt	78
Hörügel, K.†; Hanschmann G., Vergara H. Begleitende Untersuchungen zum Einsatz eines Mykotoxinbinders in Sauenbeständen im Freistaat Sachsen	82
Hörügel, K.†; Bergfeld U., Mauersberg J., Vergara H. Tiergesundheitsmanagement in einem vertikalen Verbundsystem Schweinefleisch	91
Altmann, M.; Pliquett, U. Ermittlung des intramuskulären Fetts (IMF) beim Schwein mittels Impedanzmessung	97

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Gute Zunahmen und ein hoher Schlachtkörperwert sind die vorrangigen Ziele sowohl in der Rindfleisch- als auch in der Schweinefleischproduktion. Angestrebt wird ein Schlachtkörper mit hohem Fleischanteil bei geringem Fettanteil. Eine Möglichkeit für die frühzeitige Selektion von Zuchttieren kann dabei die Ultraschalltechnik sein. Auf den Gebieten der Schweine- und Schafzucht wird diese Methode bereits für die Selektion genutzt. Bei Rindern wurde diese Methode bisher nicht empfohlen, da die bislang verfügbare Technik keine ausreichende Gewebeabgrenzung bei dieser Tierart zuließ. Auch konnten keine befriedigenden Beziehungen zwischen Ultraschallmaßen des *Musculus longissimus dorsi* zu den Schlachtkörperteilstücken ermittelt werden. Mittlerweile steht verbesserte Technik zur Verfügung, die im Rahmen des vorliegenden Projektes auf ihre Tauglichkeit hinsichtlich der Fragestellungen des Projektes untersucht wurde.

Bei Verbandskörnungen von Jungbulln der Fleischrindrassen und im Rahmen der Fleischleistungsprüfung in Mutterkuhherden, deren Ergebnisse Grundlage für die Zuchtwertschätzung von Fleischrindbulln ist, werden durch subjektive Einschätzung Bemuskelungsnoten vergeben. Analysen zeigen, dass diese Methode oftmals nur eine ungenügende Differenzierung des Leistungsvermögens der Einzeltiere zulässt sowie stark beurteilerabhängig und damit ungenau ist. Ziel speziell beim Rind war es deshalb, die Möglichkeit der perspektivischen Ablösung der Bemuskelungsnoten durch objektive Ultraschallergebnisse zu prüfen und dabei auch den Aufwand zu ermitteln.

- Genauigkeit der US-Messungen sowie der Ermittlung der Rückenmuskelfläche am Ultraschallbild
- Einflussfaktoren auf die Ultraschallmaße
- Ermittlung von Beziehungen zwischen Ultraschallmaßen am lebenden Tier und der Schlachtkörperzusammensetzung
- Erarbeitung von Korrekturfaktoren sowie Modellvorschläge für eine Zuchtwertschätzung
- Erarbeitung von Vorschlägen zur Nutzung von Ultraschallmessungen in der Fleischrindzucht

Durch Vergleichuntersuchungen aus ultrasonographischen Daten am lebenden Tier, der Erfassung von Körpermaßen und der Erhebung von Schlachtdaten einschl. Fleischqualitätsmerkmalen sollten Kriterien für die Bewertung der grobgeweblichen Zusammensetzung mittels Ultraschall am lebenden Tier erarbeitet werden.

2 Literaturübersicht

Schlachtkörpermerkmale

Schlachtkörpermerkmale sind Merkmale, die während der oder nach der Schlachtung einfach und ohne hohen Kostenaufwand erhoben werden können. (TEMISAN, 1985).

Die grobgewebliche Zerlegung einer Schlachtkörperhälfte (Vollzerlegung) ist die exakteste Methode zur Erfassung der Schlachtkörperzusammensetzung (SCHMIDT, 1993). Da diese Methode jedoch sehr kosten- und arbeitsintensiv ist, wird diese Methode relativ selten verwendet.

Für die Untersuchungen zur Bestimmung der grobgeweblichen Zusammensetzung werden oft Teilstücke des Vorderviertels, wie z. B. Hochrippe, Brust, Fleisch- und Knochendünnung sowie die Teilstücke des Hinterviertels herangezogen.

Für wissenschaftliche Zwecke ist die Vorhersage der Schlachtkörperzusammensetzung durch Teilstückzerlegung oft eine gute Alternative (ENGELHARDT, 1991). Um die Vergleichbarkeit gewährleisten zu können, werden in Deutschland für wissenschaftliche Untersuchungen Rinderschlachtkörper mittels DLG-Schnittführung zerlegt. Bei der Entwicklung der Schnittführung stand die Bewertung des Schlachtierkörpers auf der Grundlage der Teilstücke im Vordergrund (BEISCH, 1997). Neben der Vergleichbarkeit ist die Methode der DLG-Schnittführung auch kostenmäßig eine geeignete Alternative zur Vollzerlegung.

Die Überprüfung von Beziehungen zwischen der ultrasonographisch ermittelten Rückenmuskelfläche und der Gewichte der Teilstücke ist möglich, da die Teilstücke am Schlachtkörper Aussagen über die Schlachtkörperzusammensetzung und somit den Schlachtkörperwert geben.

Für die Ermittlung des Schlachtierwertes bzw. der Schlachtkörperqualität werden nach BERGFELD 2001 verschiedene Komponenten berücksichtigt (Abbildung 1).

Durchführung der Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung

Zuchttieren auf die subjektive Bewertung des Tieres zurückgegriffen.

Für die Ermittlung des Zuchtwertes werden in der Fleischrindzucht für die Eigenleistungsprüfung das 200 bzw. 365 Tagegewicht, die Lebensstagszunahme sowie die Körpermaße erfasst. Weiterhin wird zur Beurteilung von

Die Schlachtleistung wird nur indirekt durch die Ermittlung der Mastleistung und die Bewertung des Exterieurs bestimmt und kann somit nicht für die Zuchtwertschätzung eingesetzt werden (Abbildung 2).

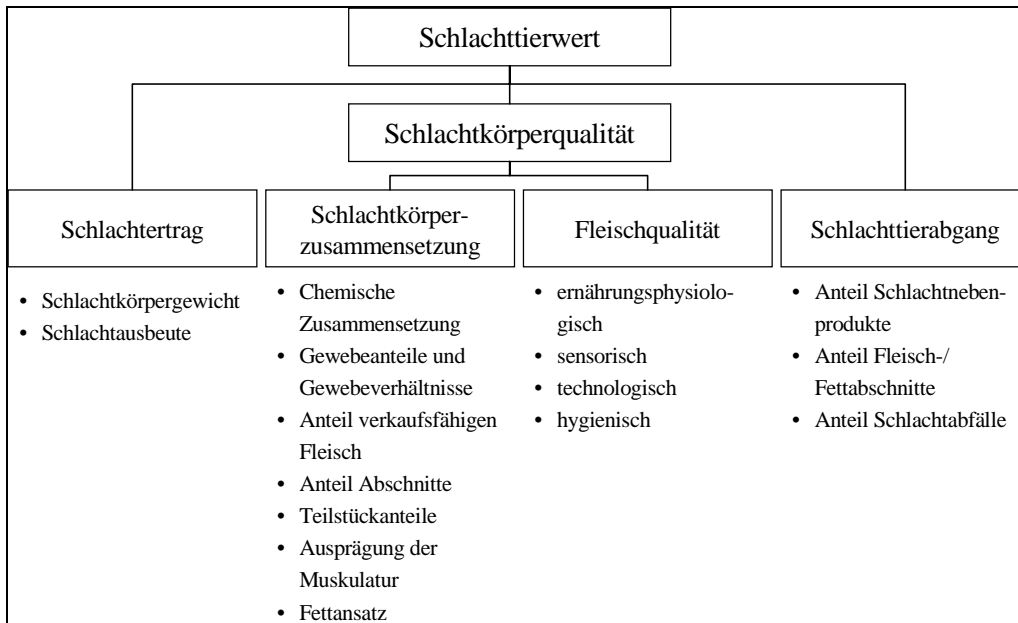


Abbildung 1: Schlachttierwert und seine Komponenten (BERGFELD 2001)

	Leistungsprüfung	Zuchtwertschätzung
Mastleistung	<u>ELP ml. + wbl. NK im Feld:</u> <ul style="list-style-type: none"> • 200 Taggegewicht (90. -280. LT) • 365 Taggegewicht (281. -500. LT) • Bemuskelungsnote (Note 1 - 9) <u>Jungbullen zur Körung:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Lebendstagszunahme • Körpermaße 	Zentrale ZWS im VIT Paretz für die Rassen Charolais, Limousin, Angus, Hereford, Fleckvieh (Fleisch) und Uckermärker
Schlachtleistg.	Indirekt über Mastleistung und Exterieur	keine
Zuchtleistung	<u>Erfassung der Zuchtleistung der Kühe im Feld:</u> Geburtsverlauf, EKA, ZKZ	keine
Exterieur	<u>Jungbullen zur Körung und Kühe zur Einstufung:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Typ • Bemuskelung • Skelett und Rahmen • Gliedmaßen und Klauen 	keine
Futtermverw.	Indirekt über Mastleistung	keine
Verhalten	Subjektive Selektion innerhalb Herden	keine

Abbildung 2: Leistungsmerkmale in der Fleischrindzucht (BERGFELD 2001)

Gemäß Verordnung über die Leistungsprüfung und Zuchtwertfeststellung bei Rindern vom 06. Juni 2000 (BGBl. I S. 805) wird die Bemuskelung durch ein Notenspektrum von 1 bis 9 bewertet.

Analysen zeigen, dass das Notenspektrum sich im Wesentlichen zwischen 6 und 8 bewegt und kaum ausgeschöpft wird (Tabelle 1).

Das Fehlen von objektiven Selektionskriterien für die Beurteilung der Schlachtleistung lebender Zuchttiere ist nach TSCHÜMPERLIN et al. (1996) ein Hauptgrund für den geringeren züchterischen Fortschritt. Um eine bessere Beurteilung von Zuchttieren zu erreichen, wird deshalb seit Langem nach objektiveren Mög-

lichkeiten zur Abschätzung der Schlachtkörperzusammensetzung bereits am lebenden Tier gesucht. Um die Einschätzung des Fleischbildungsvermögens exakter zu gestalten bzw. vollständig durch eine objektivere Form der Beurteilung von Zuchttieren zu ersetzen, muss ein System folgende Anforderungen erfüllen:

- Bewertung von hohen Tierzahlen innerhalb kurzer Zeiträume
- Niedrige Anschaffungs- und Unterhaltungskosten
- Flexible Einsatzmöglichkeiten
- Bedienerfreundliches Handling
- Hohe Präzision
- Öffentliche Akzeptanz.

Tabelle 1: Ergebnisse der Leistungsprüfung in Mutterkuhherden 2001 (Statistik der Bemuskelungsnoten nach Rasse und Geschlecht)

Rasse	Geschl.	Alter Tage	n	Spannw.	Min.	Max.	Mittelw.	Stdabw.
Charolais	männl.	200	70	4	4	8	6,87	,87
		365	28	4	5	9	7,04	,88
	weibl.	200	67	4	4	8	6,60	,89
		365	25	3	5	8	6,36	,91
Limousin	männl.	200	115	4	5	9	7,16	,91
		365	55	2	6	8	7,31	,60
	weibl.	200	135	3	5	8	6,89	,73
		365	99	3	5	8	6,87	,71
Bl. d' Aquit.	weibl.	365	4	0	8	8	8,00	,00
Angus	männl.	200	99	4	5	9	6,84	,87
		365	78	4	5	9	7,01	,71
	weibl.	200	117	3	5	8	6,68	,65
		365	116	3	5	8	6,82	,75
Hereford	männl.	200	82	6	3	9	6,55	1,00
		365	12	2	6	8	7,17	,58
	weibl.	200	62	4	4	8	6,40	,95
		365	22	2	6	8	7,36	,73
Fleckvieh	männl.	200	149	3	5	8	6,81	,75
		365	101	4	5	9	7,23	,92
	weibl.	200	146	3	5	8	6,56	,80
		365	138	4	5	9	6,72	,93
Uckermärker	männl.	365	8	3	6	9	7,50	,93
	weibl.	365	7	1	6	7	6,57	,53
Rotvieh	männl.	200	11	2	5	7	5,73	,79
		365	4	2	6	8	7,00	,82
	weibl.	200	10	2	5	7	5,60	,70
Gelbvieh	männl.	200	5	1	6	7	6,60	,55
		365	5	1	6	7	6,40	,55
	weibl.	200	4	1	6	7	6,75	,50
		365	2	0	6	6	6,00	,00

Erfassungsmöglichkeiten für die Schlachtkörperqualität

Neben der Ultrasonographie gibt es verschiedene andere Möglichkeiten, die Schlachtkörperqualität am geschlachteten bzw. lebenden Tier festzustellen (Abbildung 3).

Die zurzeit häufig diskutierten so genannten „neuen“ Technologien, wie z. B. die Computertomographie oder die Magnet-Resonanz-Tomographie sind im Vergleich zur Ultraschall-diagnostik wesentlich genauer in der Messtechnik, haben aber ihre Nachteile in den höheren Kosten und den eingeschränkten Einsatzmöglichkeiten in Bezug auf die Tierart Rind.

Auch ein Einsatz in der Praxis ist durch die geringe Mobilität zurzeit nur eingeschränkt möglich. Diese Verfahren sollen im Folgenden näher erläutert werden.

Bioelektrische Impedanz

Bei der Ermittlung der Körperzusammensetzung mittels Impedanz wird der Widerstand des biologischen Gewebes genutzt.

Aus verschiedenen wissenschaftlichen Untersuchungen wurde bekannt, dass die fettfreie Masse eine geringere Impedanz als das Fett hat. Durch diese Erkenntnisse kann man mittels der Impedanzmessung auf die Körperzusammensetzung schließen. Die Stromzufuhr kann invasiv mittels Nadel bzw. nichtinvasiv über Klebeelektroden erfolgen.

Untersuchungen an Rinderschlachtkörpern ergaben Bestimmtheitsmaße von $R^2 = 0,91$ (Fleischgewicht rib cuts) und $R^2 = 0,96$ (Keule). Beim lebenden Rind lagen die Bestimmtheitsmaße bei 0,90 (Gesamtmuskelgewicht) bzw. 0,87 (fettfreie Gesamtmuskelgewicht).

MR- Tomographie und MR- Spektroskopie

Die Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT) wurde für die Humanmedizin entwickelt. In der Tierzuchtforschung wurde sie hauptsächlich zur Bestimmung der geweblichen Zusammensetzung am lebenden Tier und am Schlachtkörper eingesetzt. Sie nutzt für die bildliche Darstellung von Körperquerschnitten die unterschiedlichen magnetischen Eigenschaften verschiedenartig gebundener Wasserstoffatome in den Gewebearten, die in einem Magnetfeld angeregt werden.

In verschiedenen Untersuchungen wurde die Körperzusammensetzung am Schwein, Schaf und beim Wassergeflügel geschätzt.

BAULEIN und HENNING (2001) konnten in ihren Untersuchungen sehr hohe Korrelationen zur Muskelmenge (0,89 bis 0,96) sowie zur Fettmenge (0,89 bis 0,97) am Schwein und Korrelationen von 0,91 bis 0,96 (Muskelmenge) und 0,94 bis 0,96 (Fettmenge) ermitteln.

Der Einsatz der MRT ist durch seine vielfältigen Möglichkeiten besonders für die Tierzuchtwissenschaften empfohlen worden. Ein Einsatz in der Praxis ist jedoch durch die sehr hohen Kosten ungünstig. Des Weiteren ist durch die Abmessung der Geräte ein Einsatz beim Rind nicht möglich.

Feststellung der Schlachtkörperqualität	
am geschlachteten Tier	am lebenden Tier
<u>indirekt:</u>	- Computertomographie (CT)
- Sondenmaß	- Magnet-Resonanz-Tomographie (MRS)/Spektroskopie (MRS)
- Ultraschall (z.B. AuroFOM)	- Total-body-Conductivity
- VBA	- Dualenergie-Röntgen-Absorbtimetrie (DXA)
- subjektive Bewertung	- Ultraschall
<u>direkt:</u>	- Impulsimpedanz
- Zerlegung	- subjektive Bewertung

Abbildung 3: Bewertungsmöglichkeiten der Schlachtkörperqualität

Röntgen-Computer-Tomographie

Die Röntgen-CT ermöglicht die räumliche Auflösung in Form von Schichtdarstellung. Das zu untersuchende Objekt befindet sich im Zentrum eines großen Rades, auf dem eine Röntgenquelle und dieser gegenüber spezielle Detektoren angebracht sind.

Diese messen die Absorption der Röntgenstrahlen, die durch das Objekt geleitet werden. Im tierzüchterischen Bereich ist man vor allem an der Auswertung der Schnittbilder durch Längen- und Flächenmessung interessiert. Studien zeigten eine Schätzgenauigkeit von $R^2 = 0,98$ (Fett und Energie) sowie $R^2 = 0,93$ (Protein).

Ein Einsatz in der Tierzucht ist jedoch durch die hohen Kosten sowie den begrenzten Untersuchungsraum zurzeit nicht effizient. Auch hier ist ein Einsatz beim ausgewachsenen Rind nicht möglich.

Frühere und internationale Ergebnisse zur Nutzung von Ultraschall

Durch die Vorteile, die die Ultraschalltechnik bietet, ist sie zum jetzigen Zeitpunkt die beste Alternative zur Beurteilung der Körperzusammensetzung am lebenden Tier. Im Gegensatz zu den anderen genannten Untersuchungsmöglichkeiten hat der Ultraschall seine Vorteile in:

- nichtinvasiv, zerstörungsfrei (NDT - non destructive testing)
- hohe Präzision

- kostenmäßig vertretbar
- Mobilität
- Werte sofort verfügbar (on line)
- einfach und schnell durchführbar
- Prüfung großer Tierzahlen möglich
- vielseitig einsetzbar.

Bisher war der Einsatz der Ultrasonographie besonders in der Rinderhaltung nicht sehr weit verbreitet, da eine genaue Darstellung der einzelnen Gewebeschichten nur begrenzt möglich war. Durch neue Geräteentwicklungen und der Anpassung der Schallköpfe an die Größe des Muskels konnte sich die Darstellung von Flächen erheblich verbessern. In den USA, Australien und Dänemark wird der Ultraschall bereits in der Eigenleistungsprüfung bei Rindern eingesetzt. Sie dient vor allem zum:

- Sortieren in Mastgruppen
- Schätzen des genetischen Potenzials von Jungrindern
- Bestimmen der Länge der Endmast.
- Beurteilung von Nachzuchten auf Grundlage der Zuchtwertschätzung.

In Deutschland besteht eher das Ziel, den Ultraschall sowohl bei der Eigenleistungsprüfung von männlichen und weiblichen Nachkommen im Feld als auch bei der Körung der Jungbullen sowie zur Konditionsbewertung von Mutterkühen einzusetzen.

Die Fleischleistung ist ein Hauptmerkmal in der Fleischrindzucht (Abbildung 4).

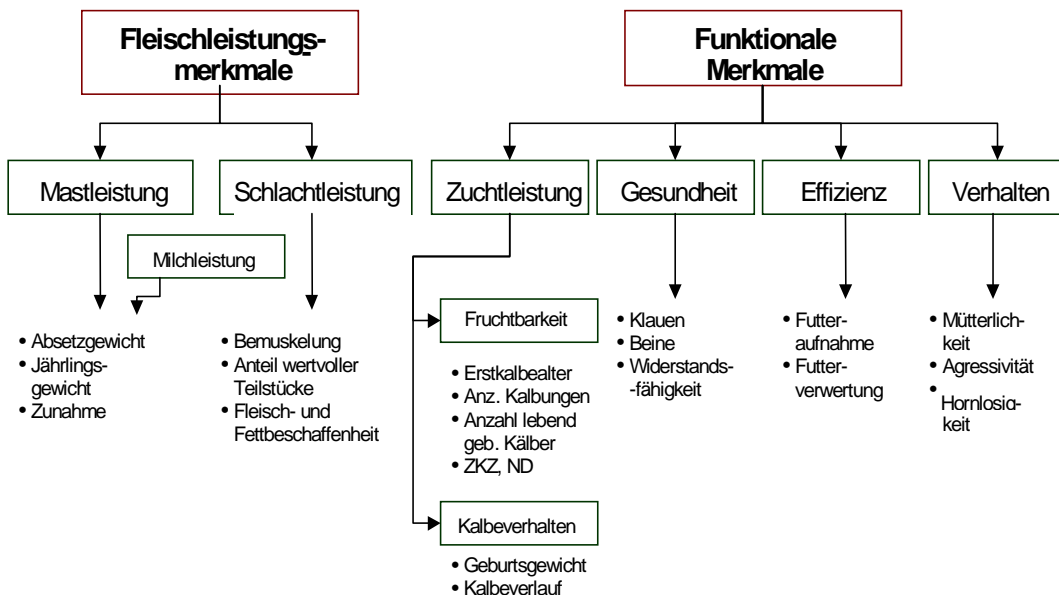


Abbildung 4: Leistungsmerkmale in der Fleischrindzucht

Um eine objektivere Möglichkeit der Bewertung der Schlachtleistung bereits am lebenden Tier zu prüfen, sollten ultrasonographische Untersuchungen der Rückenmuskelfläche während der Körung durchgeführt werden (Abbildung 5). Der dort ermittelte Wert soll dann in den Körindex einfließen.

Um den Zuwachs vom Absetzen bis zur Körung ermitteln zu können, sollen die Tiere ebenfalls nach dem Absetzen sowie zur Frühjahrswägung geschallt werden. Der Ultraschall in der Tierproduktion wird bereits seit den 50iger Jahren angewandt. Dabei sind die Einsatzfelder in der Tierhaltung sehr vielseitig (Abbildung 6).

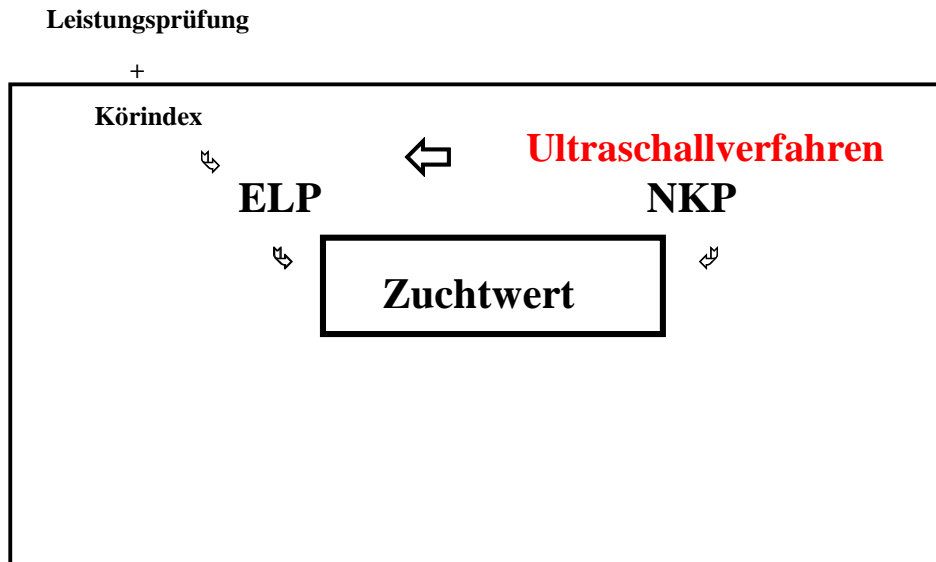


Abbildung 5: Zuchtwertfeststellung in der Fleischrindzucht

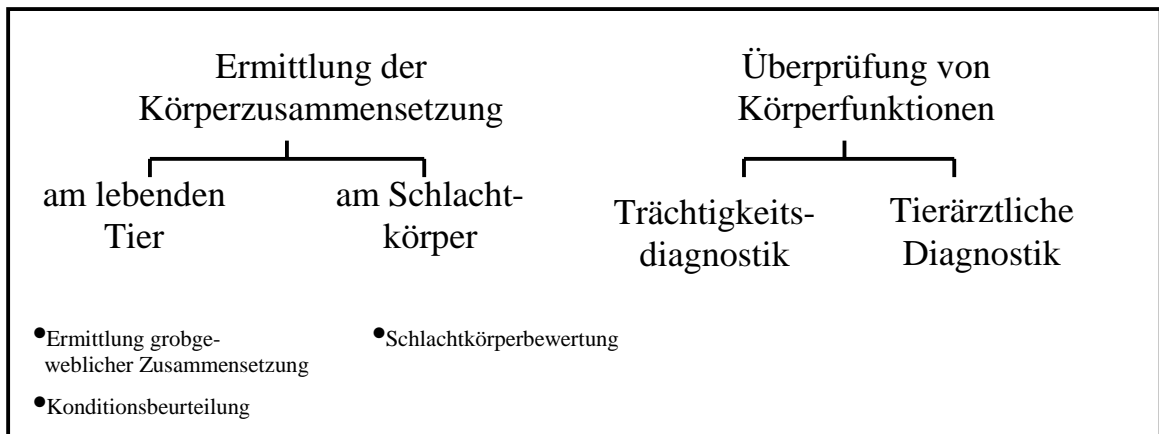


Abbildung 6: Einsatzfelder der Ultrasonographie

Die Sonographie nutzt die unterschiedlichen akustischen Eigenschaften der Gewebearten. Durch das unterschiedliche Verhalten von Schallwellen im Gewebe ist eine Darstellung von einzelnen Gewebeschichten möglich. In der Abbildung 7 werden akustische Eigenschaften einiger Gewebearten dargestellt.

Die Eindringtiefe wird dabei von der Frequenz der Schallkopfes bestimmt (Abbildung 8). Je niedriger die Frequenz des Ultraschalls ist, umso tiefer kann der Messstrahl in den Körper eindringen. Jedoch wird der Eindringtiefe durch die zum Teil erhebliche Dämpfung im Körpergewebe Grenzen gesetzt.

Weiterhin ist zu beachten, dass mit steigender Frequenz die Auflösung des Bildes abnimmt.

Die hauptsächlich verwendeten Verfahren sind dabei das

- A-Scan-
- B-Scan- sowie
- Real-Time-Verfahren.

Der sogenannte A-Scan ist ein Einkanalssystem, welches ein eindimensionales Bild erzeugt. Die

Darstellung erfolgt durch eine Amplitude auf dem Monitor. Die Abstände der Peaks entsprechen dabei der Distanz im Gewebe.

Der B-Scan erzeugt eine Helligkeitsmodulation, d. h. die Amplitude vom A-Scan wird in Graustufen übertragen. Er nutzt 64 verschiedene Graustufen und erzeugt durch das Bewegen des Schallkopfes auf dem Körper ein zweidimensionales Bild der untersuchten Fläche. In diesem Fall ist ein "Abfotografieren" des Bildes vom Monitor möglich. Bei beiden Messverfahren ist jedoch lediglich eine Streckenmessung möglich.

Das Real-Time-Verfahren ist eine Weiterentwicklung des B-Scan-Verfahrens. Mittels eines linearen Scanners mit mehreren Kristallen erzeugt er Bilder in ausreichender Geschwindigkeit, so dass am Bildschirm die Darstellung eines zweidimensionalen Bildes vom lebenden Tier möglich ist. Hier ist ein Vermessen von Distanzen sowie Flächen möglich.

Diese genannten Gründe machen weiterhin eine Nutzung des Ultraschall in der Tierzucht interessant.

Akustische Impedanz		Reflexion	
Fett	$1,36 \cdot 10^6$	Muskel/Fett	0,8 %
Blut	$1,61 \cdot 10^6$	Muskel/Knochen	33,5 %
Muskel	$1,63 \cdot 10^6$	Muskel/Luft	99,9 %
Knochen	$6,12 \cdot 10^6$		
Luft	$4,08 \cdot 10^6$		

Abbildung 7: Verhalten von Schallwellen im Gewebe

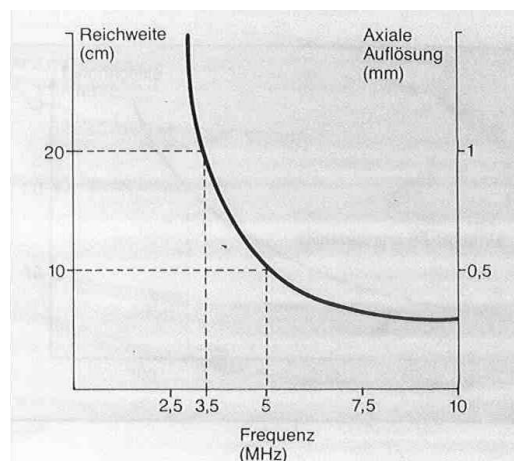


Abbildung 8: Einfluss der Frequenz auf die Eindringtiefe

HARTJEN et al. untersuchten 1993 an 648 Jungbullen der Rassen Angler, Deutsche Rotbunte, Deutsche Schwarzbunte, Charolais x Deutsche Schwarzbunte und Charolais mit einem zweidimensionalen Ultraschallgerät (Combison 310) die Rückenmuskelfläche.

Die Untersuchungen erfolgten unmittelbar vor der Schlachtung, bei einem Teil der Tiere zusätzlich bei 400 und 500 kg LM. Messstelle war das Roastbeef, kaudal zwischen dem ersten und fünften Lendenwirbel. Die ermittelten Wiederholbarkeiten sind in Tabelle 2 dargestellt.

Die Korrelationen zwischen der Ultraschallfläche und der korrespondierenden Schlachtkörperfläche am 1. und 5. Lendenwirbel lagen beim ersten Durchgang bei 0,68 und beim zweiten Durchgang bei 0,80 bzw. 0,79.

Die Korrelationen für die einzelnen Merkmale des Schlachtkörpers zu den Ultraschallwerten lagen in folgendem Bereich (Tabelle 3).

Weiterhin ermittelten sie Korrelationen zwischen der Ultraschallfläche des Muskels und dem Anteil Fleisch in kg (0,74 bis 0,78), Fettgewebe in kg (0,23 bis 0,31), Knochen in kg (0,48 bis 0,55).

W. O. HERRING et al. verwendeten 1994 zwei unterschiedliche Ultraschallgeräte (Aloka 210DX und Aloka 500V) in einem Versuch zur Messung der Rückenmuskelfläche.

In diesem Versuch wurden an 44 Herfordbullen Ultraschallmessungen zwischen der 12./13. Rippe kurz vor der Schlachtung durchgeführt. Das durchschnittliche Alter der Tiere lag bei 500 Tagen mit einem Gewicht von durchschnittlich 533 kg.

Es wurden Korrelationen von 0,46 bis 0,60 (Gerät 1) bzw. 0,53 bis 0,65 (Gerät 2) zwischen der Ultraschallfläche des long. dorsi und der Rückenmuskelfläche am Schlachtkörper ermittelt.

Tabelle 2: Ergebnisse der Wiederholbarkeiten nach HARTJEN et al. (1993)

Messstelle	Lebendgewicht					
	400 kg Durchgang		500 kg Durchgang		Mastende Durchgang	
	I	II	I	II	I	II
n	123	116	123	116	309	339
1. Lendenwirbel	0,73	0,95	0,84	0,94	0,84	0,98
5. Lendenwirbel	0,75	0,95	0,85	0,93	0,85	0,98

Tabelle 3: Korrelationen der einzelnen Schlachtkörpermerkmale nach HARTJEN et al. (1993)

Merkmale Schlachtkörper		Ultraschall			
		1. Lendenwirbel		5. Lendenwirbel	
		I	II	I	II
Hochrippe	kg	0,62	0,64	0,65	0,61
Roastbeef	kg	0,66	0,76	0,70	0,75
Oberschale	kg	0,71	0,80	0,73	0,78
Kugel	kg	0,60	0,75	0,64	0,74
Hüfte	kg	0,68	0,77	0,73	0,75
Unterschale	kg	0,70	0,81	0,72	0,78
Wertvolle Teilstücke	kg	0,73	0,82	0,76	0,80
Wertvolle Teilstücke	%	0,48	0,41	0,40	0,40
verkaufsfertige Teilstücke	kg	-	0,76	-	0,73
verkaufsfertige Teilstücke	%	-	0,29	-	0,27

RÖSLER et al. untersuchten 1996 an 143 Jungbullen der Genotypen Blonde d'Aquitain x Braunvieh, Limousin x Schwarzbunt und der Rasse Schwarzbunt die Ultraschallmaße bei Mastende mit 395 bzw. 470 Tagen. Dabei wurden die Fläche sowie die Dicke des musc. long. dorsi über dem 1. und 4. Lendenwirbel erfasst. 45 Tiere wurden fein zerlegt. Die Untersuchungen erfolgten mit den Geräten Aloka 500 und Aloka 210 DXII.

Die Wiederholbarkeitskoeffizienten lagen bei 0,89 bis 0,98. Die Korrelationen zwischen Ultraschallfläche und korrespondierender Fläche des großen Rückenmuskels am Schlachtkörper lagen bei 0,44 bis 0,51 (395 Tagen) und 0,64 bis 0,72 (470 Tagen). Weiterhin ermittelten sie Korrelationen von 0,62 bis 0,70 (Fleisch g), 0,08 bis 0,24 (Fett g), 0,52 bis 0,54 (Knochen g), 0,24 bis 0,39 (Fleisch %), -0,07 bis -0,24 (Fett %) bzw. -0,33 bis -0,34 (Knochen %) zur Fläche des großen Rückenmuskels.

WILLIAMS et al. untersuchten 1996 198 Angus- und Herefordbullen vor der Schlachtung an der 12./13. Rippe. Hierbei wurde die Fettauflage und die Fläche des long. dorsi gemessen. Sie ermittelten lediglich Korrelationen zwischen der Ultraschallfläche des long. dorsi und dem Endgewicht. Diese lagen zwischen 0,483 bis 0,913.

In einem Projekt von TSCHÜMPERLIN wurden 1996 insgesamt 186 Simmentaler Fleckvieh-Stiere gemessen. Die Messungen wurden mit einem Aloka SSD 630 Gerät am Schulterblatt, zwischen der 12./13. Rippe, über der 13. Rippe, Mitte der Lende, am Schwanzansatz sowie über dem Oberschenkelknochen durchgeführt.

Die Lebendgewichte der Tiere zum Zeitpunkt der Messungen betragen 480 und 520 kg. Die Wiederholbarkeiten lagen bei 0,97 (Muskelfläche), 0,92 (Fettdicke) und 0,91 (Muskeldicke).

Die Korrelationen befanden sich im Bereich von 0,06 bis 0,32 (Fleischanteil) und 0,19 bis 0,39 (Anteil wertvoller Teilstücke) zur Ultraschallfläche des Rückenmuskels bei einem Gewicht von 520 kg sowie 0,34 bis 0,46 (Fleischanteil) und 0,37 bis 0,46 (Anteil wertvoller Teilstücke) zur Ultraschallfläche bei einem Gewicht von 480 kg.

BERGEN et al. ermittelten 1997 die Korrelationen zwischen Ultraschallfläche in Höhe der 12. Rippe zum Schlachtgewicht sowie zur korrespondierenden Fläche am Schlachtkörper an insgesamt 886 Bullen der Rassen Angus, Charolais, Hereford, Shorthorn und Simmentaler. Die Korrelationen betragen dabei 0,31 bis 0,56 zur korrespondierenden Fläche sowie 0,42 bis 0,63 zum Schlachtgewicht. Eingesetzt wurde das Ultraschallgerät Aloka 500 V.

GRIFFIN et al. untersuchte 1999 20 Schlacht-tiere. Die Messungen erfolgten ebenfalls zwischen der 12. und 13. Rippe. Er ermittelte Korrelationen von 0,52 zwischen der Rückenmuskelfläche des long. dorsi und der Ultraschallfläche des long. dorsi. In diesem Versuch wurde ein Aloka 210 DX verwendet.

MAY et al. untersuchten 2000 von 329 Stieren und 335 Färsen die Korrelation zwischen Ultraschallflächen und Schlachtkörpermaßen, gemessen am großen Rückenmuskel an der 12. Rippe. In ihren Untersuchungen ermittelten sie eine Korrelation von 0,81 zwischen der Schlachtkörperfläche des long. dorsi und der durch Ultraschall ermittelten Fläche.

REVERTER et al. ermittelten 2000 die genetischen Korrelationen sowie die Heritabilität für Ultraschallmaße. Hierfür wurden Schlachtdaten von 1.713 Angus und 1.007 Hereford Stieren und Färsen in Kombination mit Jährlings Ultraschallmessungen von 8.196 Angus und 3.405 Hereford Zuchttieren genutzt. Auch hier erfolgten die Messungen zwischen der 12./13. Rippe. Die ermittelten genetischen Korrelationen sowie Heritabilitäten sind in Tabelle 4 dargestellt.

RENAND et al. (1997) stellten in ihren Untersuchungen Korrelationen zwischen der Fettauflage, gemessen mittels Ultraschall und der tatsächliche Fettauflage von 0,43 bis 0,57 fest. Sie untersuchten dazu 136 Charolais Bullen mit einem Toshiba-Gerät SAL 32 B und einem 5,5 MHz Schallkopf.

GRIFFIN et al. (1999) ermittelten an 20 Rindern die Beziehungen zwischen Ultraschallfläche am lebenden Tier zum geschlachteten. Sie konnten dabei Korrelationen von 0,52 feststellen. Es bestand jedoch keine Korrelationen zwischen Ultraschallfläche und Fettdicke.

Tabelle 4: Korrelationen der einzelnen Schlachtkörpermerkmale nach REVERTER et al. (2000)

Angus (Bullen)	SIMF	SP8	S RIB	SEMA
SIMF	0,18	0,41	0,57	-0,35
SP8	0,30	0,51	0,94	-0,07
SRIB	0,22	0,66	0,47	-0,04
SEMA	0,20	0,28	0,25	0,37
Angus (Färsen)				
SIMF	0,47	0,64	0,67	0,19
SP8	0,09	0,59	0,96	0,06
SRIB	0,13	0,60	0,54	0,08
SEMA	0,04	0,42	0,38	0,46
Hereford (Bullen)				
SIMF	0,28	0,01	-0,31	0,04
SP8	0,18	0,25	0,93	-0,13
SRIB	0,24	0,64	0,09	-0,29
SEMA	-0,05	0,21	0,24	0,41
Hereford (Färsen)				
SIMF	0,12	0,21	0,25	-0,20
SP8	0,04	0,37	0,93	0,53
SRIB	0,03	0,71	0,27	0,28
SEMA	0,02	0,39	0,50	0,34

SIMF = intramuskulärer Fettgehalt (IMF) gescannt;
 SP8 = Fettauflage am Kreuzbein;
 SRIB = Fettauflage an der Rippe;
 SEMA = Rückenmuskeelfläche gescannt

3 Material und Methode

3.1 Tiermaterial

Versuchsgrundlage bildeten die Fleischrinder des Lehr- und Versuchsgutes Köllitsch sowie Fleischrinder aus verschiedenen Praxisbetrieben. Es wurden Rinder unterschiedlicher genetischer Konstruktion aus insgesamt vier verschiedenen Betrieben untersucht.

Für die Ermittlung der Wiederholbarkeiten und zur Einarbeitung der Untersuchungsperson wurden zu Beginn des Versuchs die Absetzer

aus der Mutterkuhhaltung des Lehr- und Versuchsgutes ebenfalls geschallt.

Die Struktur der einzelnen Versuchsgruppen zeigt sich in Tabelle 5 und Tabelle 6.

Während der Untersuchungen wurden die Tiere jeweils vor der Schlachtung in Verbindung mit der Ultraschalluntersuchung gewogen. Das Mastendgewicht wurde im Rahmen der statistischen Auswertungen berücksichtigt.

Weiterhin wurde während der Wägung bei den Jungbullen die Bemuskelungsnote festgestellt.

Tabelle 5: Struktur der Versuchsgruppe

Rasse	Geschlecht	n	Gewicht zur Schallung	
			Ø	s
Schwarzbunt	Ochse	10	536,3	48,97
Charolais	männlich	1	704	
Limousin	männlich	25	462,8	203,7
Limousin	weiblich	26	323,6	137,7
Angus	männlich	144	444,3	131,0
Angus	weiblich	119	412,5	151,2
Hereford	männlich	44	361,6	88,5
Hereford	weiblich	24	307,1	44,4
Fleisch-Fleckvieh	männlich	50	436,3	145,9
Fleisch-Fleckvieh	weiblich	61	351,6	160,0
Uckermärker	weiblich	24	648,0	46,5
Kreuzungen	Männlich	25	651,1	59,0
Kreuzungen	weiblich	20	568,2	165,3
Kreuzungen	Ochsen	2	478	76,4
Gesamt		575	434,4	159,1

Tabelle 6: Struktur der Versuchsgruppe zur Ermittlung der Schlachtkörperzusammensetzung am lebenden Tier

Rasse	Geschlecht	n	Ø Gewicht in kg	s	Ø Alter in Tagen	s
Schwarzbunt	Ochse	10	536	48	526	12
Charolais	männlich	1	704		766	
Limousin	männlich	11	625	131	556	171
Limousin	weiblich	5	572	49	2271	1541
Angus	männlich	17	608	101	471	77
Angus	weiblich	6	601	196	1149	697
Fleckvieh	männlich	11	642	62	437	48
Fleckvieh	weiblich	2	766	33	4257	601
Kreuzungen	männlich	38	654	56	485	36
Kreuzungen	weiblich	14	671	146	959	457

3.2 Methode

3.2.1 Ultraschallmessungen

Gemessen wird mit einem Ultraschallgerät der Firma Pie Data. Der Ultraschallkopf ist ausschließlich für den Einsatz bei Nutztieren bestimmt. Er verfügt über 3,5 MHz und eine Größe von 18 cm. Der Scanner, 200 SLC ermöglicht das Eingeben von Notizen über eine Tastatur, das Einfrieren der empfangenen Bilder und das sofortige Vermessen dieser.

Zur Datensicherung kann ein Printer bzw. auch ein Videorecorder angeschlossen werden. Um die Rückenkrümmung auszugleichen und einen

guten, durchgängigen Kontakt zur Rückenoberfläche zu erhalten, wird eine Vorschallstrecke am Schallkopf genutzt.



Abbildung 9: Messgerät (Firma Pie Data)

Als Verbindung wird zwischen dem Schallkopf und der Vorschallstrecke Gel genutzt. Auch zwischen dem Schallkopf und der Hautoberfläche ist ein sehr guter Kontakt nötig, da die Schallwellen nicht durch die Luft weitergetragen werden.

Um diesen zu erreichen, kann entweder Gel oder Pflanzenöl eingesetzt werden. Die Eigenschaften des Pflanzenöls sind gleich, es hat jedoch den Vorteil, dass es kostengünstiger ist. Aus diesem Grund wird auch in diesem Versuch Pflanzenöl bei beiden Tierarten eingesetzt.

Als Auswertungsmöglichkeiten des Gerätes sind zu nennen:

- Rückenfettauflage
- longissimus dorsi Fläche.

Die Darstellung des Muskels auf dem Bildschirm sowie die Aufzeichnung der ermittelten Messwerte wird an Abbildung 10 verdeutlicht.

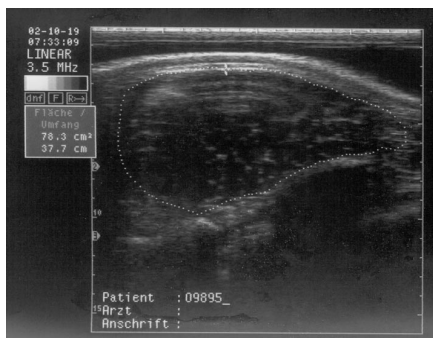


Abbildung 10: Ultraschalluntersuchung am Rind - Darstellung der Gewebeanbegrenzung am Bildschirm

Messstelle

Die Messung wurde an der linken (Schlachthof Oschatz) bzw. rechten (Lehr- und Versuchsgut) Körperhälfte des Tieres durchgeführt. Im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch war ein Messen des long. dorsi an der linken Körperhälfte aus arbeitstechnischen Gründen nicht möglich, so dass hier die Messung an der rechten Seite erfolgte.

Die Ultraschalluntersuchungen erfolgten zum Absetzen der Tiere bzw. einen Tag vor der Schlachtung. Die Rinder wurden nach dem Verwiegen im Fangstand fixiert.

Als Messstelle für den musc. long. dorsi wurde die Fläche zwischen der 12./13. Rippe gewählt (siehe Abbildung 11). Dies hat zwei Gründe:

1. Bei Literaturrecherchen wurde deutlich, dass dies die bevorzugte Messstelle ist, da Vergleiche zum Schlachtkörper hier sehr gut möglich sind.
2. Diese Stelle lässt sich sehr gut definieren, so dass Fehler durch falsches Ansetzen des Ultraschallkopfes weitestgehend ausgeschlossen werden können.

Für den Messvorgang wurde die Stelle geschoren und danach gut mit Speiseöl getränkt. Es wurde eine Wiederholungsmessung vorgenommen, indem der Schallkopf abgesetzt, die Stelle neu bestimmt und der Schallkopf neu aufgesetzt wurde. Größere zeitliche Abstände zwischen den beiden Messungen waren nicht möglich. Die Messstelle selber wurde durch Abtasten lokalisiert.

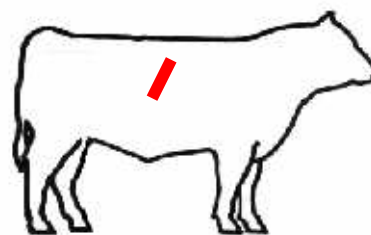


Abbildung 11: Messstelle 12./13. Rippe beim Rind

3.2.2 Auswertung der Ultraschallbilder

Die Auswertung der Ultraschallbilder erfolgt am Computer durch ein spezielles Programm (Abbildung 12). Das eingesetzte Programm ist jedoch nicht auf das Ultraschallgerät kalibriert, so dass jedes einzeln abgespeicherte Bild vor der eigentlichen Vermessung kalibriert werden musste.

Die Bilder werden während der Versuchsdurchführung auf Videoband gespeichert und für die spätere Auswertung in den PC eingelesen.

Das Ausmessen der Bilder erfolgte ein bis mehrere Tage nach der Ultraschalluntersuchung. Es wurden mehrere Messungen je Ultraschallbild durchgeführt. Das Ausmessen erfolgte jeweils hintereinander. Es wurden alle

Aufnahmen eines Tieres ausgemessen, bevor die Bilder des nächsten Tieres ausgewertet wurden.

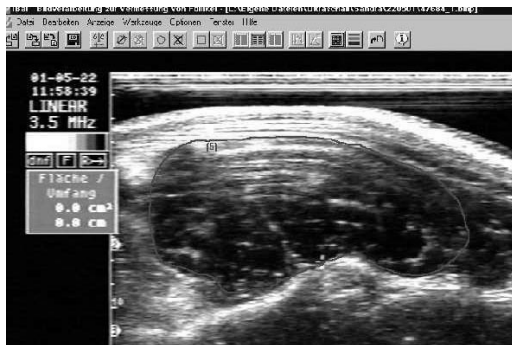


Abbildung 12: Ultraschallbild des long. dorsi mit der eingezeichneten Messung

3.2.3 Datenerhebung am Schlachtkörper

Die Schlachtung der Tiere erfolgte im Schlachthof Färber in Oschatz. Die Zerlegung erfolgte 48 h p.m. nach DLG-Schnittführung an der linken Hälfte.

Erfasst wurden das Gewicht der Schlachtkörperhälfte, das Vorderviertel- und Hinterviertelgewicht sowie die Einzelgewichte der wertvollen Teilstücke. Zur Bestimmung der Kotelettgröße erfolgte eine Trennung der Schlachtkörperhälfte an der 13. Rippe.

Die Fläche des musc. long. dorsi wird mittels Folie abgezeichnet und später am PC ausgemessen. Die Ermittlung der Flächen erfolgte durch eine Person.

3.2.4 Biostatistische Auswertungen

Die biostatistische Auswertung erfolgte mit den Programmpaketen SPSS, PEST sowie VCE. Dabei kamen univariate und multivariate lineare Modelle unter Berücksichtigung der fixen Faktoren Rasse, Geschlecht und Betrieb, des zufälligen Tiereffektes unter Berücksichtigung verwandtschaftlicher Beziehungen sowie des Alters bei Ultraschallmessung, Wägung bzw. Schlachtung als lineare und quadratische Covariable zur Anwendung.

Wiederholbarkeiten

Um die Messgenauigkeit des Gerätes zu testen und zur Überprüfung der Sicherheit der Messperson diente die Ermittlung von Wieder-

holbarkeitsraten. Innerhalb dieses Projektes wurde deshalb eine zweite Messung vorgenommen. Aus arbeitstechnischen Gründen musste jedoch auf ein Einhalten von größeren zeitlichen Abständen verzichtet werden.

Die Schallung sowie die Flächenmessung am PC wurde durch eine Person durchgeführt, somit können individuelle Einflussfaktoren von verschiedenen Betrachtern ausgeschlossen werden.

Für die Auswertung der Daten wurde im Einzelnen folgendes statistisches Modell verwendet:

$$y_{ijk} = \mu + t_i + S_{ij} + e_{ijk}$$

y_{ijk} = Messwert des untersuchten Merkmals für das ij-te Tier

μ = Gesamtmittelwert

t_i = Effekt des i-ten Tieres

S_{ij} = Effekt der Schallung

e_{ijk} = Restfehler

Zur Berechnung der Wiederholbarkeiten wurde folgende Formel zugrunde gelegt:

Daraus berechneten sich die einzelnen Wiederholbarkeiten wie folgt:

Wiederholbarkeit der Messungen

Wiederholbarkeit der Schallung

$$W_M = \frac{\sigma_t^2 + \sigma_s^2}{\sigma_t^2 + \sigma_s^2 + \sigma_e^2}$$

$$W_S = \frac{\sigma_t^2}{\sigma_t^2 + \sigma_s^2 + \sigma_e^2}$$

σ_t^2 = Varianz des Tieres

σ_s^2 = Varianz der Schallung

σ_e^2 = Restvarianz

Beziehungen zu den Teilstücken

Für die Ermittlung von Korrelationen zwischen den Ultraschallmaßen und den Teilstücken wurde eine einfache und multiple Produkt-Moment-Korrelation gerechnet. Bei der einfachen Korrelation wurde die Beziehung der einzelnen Teilstücke des Schlachtkörpers mit der Ultraschallfläche sowie mit dem Gewicht berechnet.

Im weiteren Verlauf wurde dann durch eine lineare Regression ein Index zwischen Ultraschallfläche und Lebendgewicht des einzelnen Tieres gebildet und auch hier die Korrelation zwischen dem Index und der Ultraschallfläche am lebenden Tier ermittelt.

Als Einflussfaktoren auf das Merkmal RMF-US wurden das Geschlecht, der Betrieb sowie die Rasse untersucht. Die Effekte wurden mit einem univariaten Modell geschätzt. Die Messsaison konnte in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt werden.

Als Kovariable wurde das Alter der Tiere bei der Messung berücksichtigt. Verschiedene lineare und nichtlineare Funktionen (einschließlich Wachstumskurven) wurden überprüft. Über ein Polynom zweiten Grades wurde eine hinreichende Anpassung erzielt.

Weiterhin wurden Alterskorrekturfaktoren für die Ultraschallmaße über ein univariates gemischtes Modell mit den fixen Faktoren Rasse, Geschlecht und Betrieb, dem zufälligen Tiereffekt unter Berücksichtigung verwandtschaftlicher Beziehungen sowie

der linearen und quadratischen Covariable für das Alter (in Tagen) ermittelt.

4 Untersuchungsergebnisse

4.1 Ergebnisse der Mast- und Schlachtleistung

Für die Ermittlung der Schlachtkörperzusammensetzung am lebenden Tier ist es notwendig zu ermitteln, wie eng die Ultraschallmaße des long. dorsi mit den Gewichten der wertvollen Teilstücke korrelieren. Aus diesem Grund wurden 115 Rinder nach der Schallung zu Versuchszwecken geschlachtet und zerlegt. Die Tiere wiesen die in Tabelle 7 und 8 dargestellten Schlachtleistungen auf.

Wie bereits in Tabelle 6 ersichtlich, ist die Streuung innerhalb der Versuchsgruppe Rind sehr stark.

Tabelle 7: Ergebnisse der Schlachtleistung der Versuchstiere

Rasse	Geschlecht	n	Ø Gewicht linke Schlachtkörperhälfte in kg	s	Ø wertvolle Teilstücke in kg	s	Ø Anteil wertvoller Teilstücke in %	s
Schwarzbunt	Ochse	10	135,1	10,1	78,6	6,1	58,1	1,1
Charolais	männlich	1	203,3		122		60	
Limousin	männlich	11	188,5	44,1	115,0	25,1	61,1	1,5
Limousin	weiblich	5	172,9	10,0	108,5	4,5	62,	1,1
Angus	männlich	17	168,5	32,3	99	19,1	58,7	1,1
Angus	weiblich	6	157,3	52,3	90,9	27,6	58,4	2,8
Fleckvieh	männlich	11	177,2	20,6	105,5	11,2	59,6	1,4
Fleisch-Fleckvieh	Weiblich	2	184,7	17,7	110	8,7	59,5	0,9
Kreuzungen	Männlich	38	185,1	13,2	108,6	7,9	58,9	1,4
Kreuzungen	Weiblich	14	177,9	39,2	103,9	20,6	58,7	2,5

Tabelle 8: Durchschnittsgewichte und Standardabweichungen der einzelnen wertvollen Teilstücke der Versuchstiere

Rasse	Geschlecht	n	Keule	s	Roastbeef	s	Filet	s	Kamm	s	Bug	s
Schwarzbunt	Ochse	10	36,06	2,2	10,1	1,3	2,5	0,2	12,5	1,2	17,4	1,4
Charolais	Männl.	1	54,7		15,9		4		18		29,4	
Limousin	Männl.	11	54,2	11,0	14,7	2,6	3,8	0,7	18,1	4,4	24,1	6,6
Limousin	Weibl.	5	53,4	1,4	14,5	1,6	3,9	0,1	14,7	0,5	21,9	1,5
Angus	Männl.	17	44,3	8,2	13	2,4	3,1	0,5	16,5	3,5	21,8	4,6
Angus	Weibl.	6	42,9	12,8	12,8	4,1	2,8	0,7	14,1	5,0	18,1	5,2
Fleckvieh	Männl.	11	49,5	4,7	13,4	1,1	3,4	0,3	16,8	2,8	22,1	2,8
Fleckvieh	Weibl.	2	50,2	2,7	14	3,3	3,7	7,0	17,8	1,4	24,2	1,1
Kreuzungen	Männl.	38	49,4	3,3	14,4	1,4	3,6	0,5	18,0	1,8	23,1	2,3
Kreuzungen	Weibl.	14	49,9	9,8	14,1	2,7	3,4	0,6	15,6	3,5	20,8	4,5

4.2 Wiederholbarkeiten der Messungen

In der Tabelle 9 sind die Wiederholbarkeiten innerhalb der Bilder sowie zwischen den beiden Messungen dargestellt.

Wie ersichtlich wurde lagen die Wiederholbarkeiten sehr hoch. Aufgrund der hohen Wiederholbarkeit, die in diesem Projekt erreicht wurde, können für vergleichende Untersuchungen in Bezug auf den Schlachtkörper die Mittelwerte aus den vorangegangenen Berechnungen genutzt werden.

4.3 Beziehungen zwischen Ultraschallergebnissen und Schlachtkörpermerkmalen

Die Korrelationen zwischen der Ultraschallfläche, gemessen am long. dorsi zwischen der 12. und 13. Rippe, und den Gewichten der Teilstücke sowie zum Index Gewicht * Ultraschallfläche stellen sich wie folgt dar (Tabelle 10).

Die Korrelationen zwischen der Ultraschallfläche und den Teilstücke am Schlachtkörper

lagen in einem Bereich von 0,22 bis 0,66. Die höchste Beziehung hatte dabei die Schlachtkörperfläche zur Ultraschallfläche (0,66) sowie die Teilstücke Hinterviertel (0,50), Roastbeef (0,49) und Filet (0,49).

Die Korrelation zwischen Ultraschallfläche und Lebendgewicht lag bei 0,76 und zur Schlachtkörpermasse warm korrelierte sie mit 0,46.

4.4 Einflussfaktoren auf die Ultraschallmessungen und die Größe des Muskels beim Rind

Für eine Nutzung des Merkmals „Ultraschallgraphisch ermittelte Rückenmuskelfläche“ in der Zuchtwertschätzung ist es notwendig, die Faktoren zu kennen, welche auf das Messergebnis Einfluss haben. Innerhalb der Berechnungen wurden die Effekte Rasse, Geschlecht und Betrieb geschätzt.

Es zeigte sich, dass alle drei Faktoren einen signifikanten Einfluss auf die Größe und Ausprägung des long. dorsi haben.

Tabelle 9: Wiederholbarkeiten

Tierart	n	innerhalb eines Bildes	zwischen zwei Schallungen
Rind	175	0,98	0,94

Tabelle 10: Korrelationen zwischen der Ultraschallfläche, dem Lebendgewicht und dem Index zu Gewichten der Teilstücke am Schlachtkörper

Merkmal	Korrelation US	Korrelation Gewicht	Korrelation Index(US,Gewicht)
SKG-W(kg)	0,46	0,76	0,96
VV (kg)	0,41	0,94	0,94
HV (kg)	0,50	0,93	0,95
FID (kg)	0,35	0,82	0,82
KnD (kg)	0,36	0,88	0,88
HHX (kg)	0,29	0,80	0,80
K (kg)	0,40	0,75	0,75
RB(kg)	0,49	0,87	0,89
F (kg)	0,49	0,77	0,80
H (kg)	0,42	0,88	0,88
B (kg)	0,37	0,88	0,87
Bug (kg)	0,38	0,89	0,89
VHX (kg)	0,30	0,85	0,85
SpR (kg)	0,22	0,82	0,83
KM (kg)	0,41	0,90	0,90
RMF-SK (cm ²)	0,66	0,66	0,79

SKG-W = Schlachtkörpergewicht (warm)
 VV = Vorderviertel
 HV = Hinterviertel
 FID = Fleischdünning
 KnD = Knochendünning
 HHX = Hinterhaxe

K = Keule
 RB = Roastbeef
 F = Filet
 H = Hals
 B = Brust
 Bug = Bug

VHX = Vorderhaxe
 KM = Kamm
 SpR = Spannrippe
 RMF-SK = Rückenmuskelfläche am Schlachtkörper

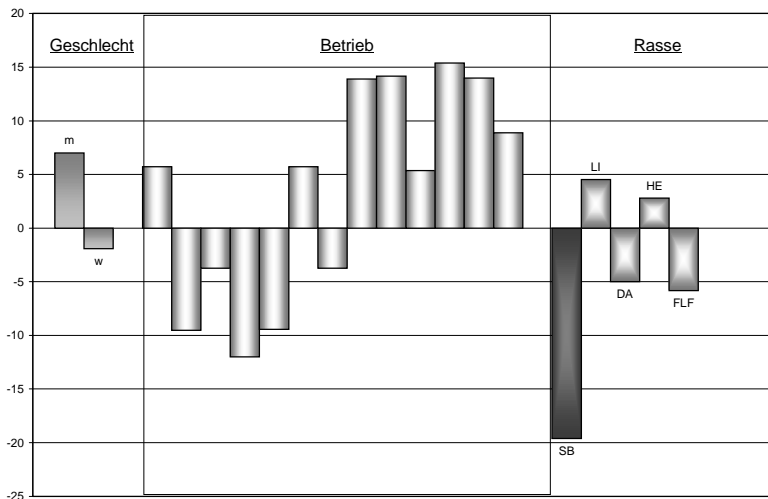


Abbildung 13: Einfluss der Effekte Geschlecht, Betrieb und Rasse auf den long. dorsi

Wie aus Abbildung 13 ersichtlich, haben die weiblichen Tiere deutlich kleinere Muskelflächen als die männlichen. Auch innerhalb der

Rassen und der Betriebe zeigen die Tiere deutliche Unterschiede in den Muskelgrößen auf.

Tabelle 11: Korrekturfaktoren der einzelnen Rassen und des Gesamtmaterials

Rasse	alle	Limousin	Deutsch Angus	Hereford	Fleisch-Fleckvieh
N	508	44	217	68	104
b ₁ (linear) (Standardfehler)	0,124869 (0,020607)	0,138261 (0,046739)	0,095790 (0,049554)	0,055928 (0,091898)	0,107789 (0,040658)
b ₂ (quadratisch) (Standardfehler)	-0,000060 (0,000024)	-0,000040 (0,000058)	-0,000034 (0,000055)	0,000057 (0,000142)	-0,000005 (0,000067)

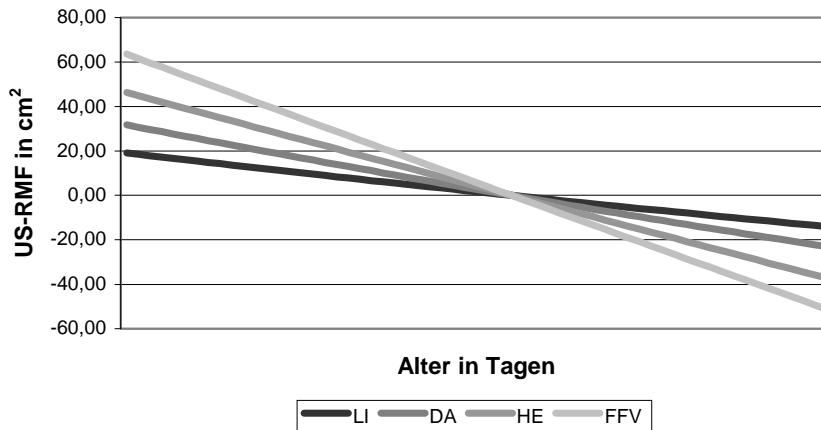


Abbildung 14: Funktionen zur Alterskorrektur

Eine Korrektur der Ultraschallfläche ist mittels folgender Formel möglich:

$$RMF_K = RMF - b_1(Alter - Alter_K) - b_2(Alter^2 - Alter_K^2)$$

RMF_K = Rückenmuskelfläche Korrektur
 RMF = Rückenmuskelfläche
 Alter_K = Alter Korrektur

4.5 Alterskorrektur der Ultraschallmaße beim Rind

Um eine Möglichkeit des Vergleiches der Tiere innerhalb einer Rasse zu haben ist es notwendig, Korrekturfaktoren für das entsprechende Alter zur Messung in Abhängigkeit von Rasse und Geschlecht zu berechnen. Dabei wurden Korrekturfaktoren für die Rassen Angus, Hereford, Limousin, Fleisch-Fleckvieh sowie das Gesamtmaterial berechnet. Die Faktoren sowie die Kurven dieser Funktionen sind in Tabelle 11 und Abbildung 14 dargestellt.

Eine Berechnung von Korrekturfaktoren getrennt nach Rassen ist notwendig, da sich aufgrund der differenzierten Wachstumsgeschwindigkeit der Tiere die Flächen des Rückenmuskels unterschiedlich schnell entwickeln.

In obiger Formel sind die tatsächliche Fläche des long. dorsi, das tatsächliche Alter, der entsprechende Korrekturfaktor linear und quadratisch sowie das Korrekturalter enthalten.

5 Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Wiederholbarkeiten lagen in einem sehr hohen Bereich. Ähnliche Werte wurden bereits von TSCHÜMPERLIN et al. (1996) sowie RÖSLER et al. (1996) festgestellt.

Die Wiederholbarkeit gibt Aufschluss über die Messgenauigkeit und Sicherheit des Systems. Aufgrund der erreichten hohen Werte kann von einer sehr guten Funktionssicherheit des Gerätes ausgegangen werden.

Laut TSCHÜMPERLIN et al. (1996) ist die Wiederholbarkeit ebenfalls von Bedeutung, wenn es darum geht, zu entscheiden, ob bei einem Praxiseinsatz eine einzelne Messung genügt oder wiederholte Messungen nötig sind. Weiterhin wurde deutlich, dass nicht nur das Gerät, sondern auch die Ausbildung der Messperson einen großen Einfluss auf die Wiederholbarkeit der Ultraschallmessungen hat.

Die erreichten Korrelationen zwischen dem Merkmal "Ultrasonographisch erfasste Rückenmuskelfläche" und dem Gewicht der einzelnen Teilstücke lagen in einem mittleren bis hohen Bereich (0,22 bis 0,66). Diese erreichten Werte stimmen mit denen anderer Autoren wie z. B. HARTJEN et al., HERRING et al., RÖSLER et al. usw. überein. Eine wesentliche Verbesserung der Korrelation konnte durch das Kombinieren der Ultraschallfläche in Verbindung mit dem Lebendgewicht des Tieres zum Zeitpunkt der Messung erreicht werden.

Aus den gewonnenen Ergebnissen können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

1. Die ultrasonographische Ermittlung der Schlachtkörperzusammensetzung ist eine relativ einfache und schnell durchführbare Messmethode, die sehr gut in den Arbeitsablauf integriert werden kann.
2. Die Feststellung von hohen Wiederholbarkeitsraten (w 0,90 bis 0,98) zwischen den einzelnen Bildern zeigt ein gutes Maß für die Messgenauigkeit des Systems. Es besteht nicht die Notwendigkeit einer Wiederholungsmessung bei gut geschultem und erfahrenem Personal.
3. Die mittleren bis hohen Korrelationen zwischen den Ultraschallmaßen und den Gewichten einzelner Teilstücke bzw. der korrespondierenden Fläche zeigen, dass eine Ermittlung der Schlachtkörperzusammensetzung am lebenden Rind möglich

ist und somit die Bemuskelungsnote durch das Merkmal „Ultrasonographisch erfasste Rückenmuskelfläche“ in der Zuchtwertschätzung ersetzt werden kann.

4. Weiterführende populationsgenetische Untersuchungen für dieses Merkmal sind erforderlich.

6 Einführung der Ultraschalltechnik in die Praxis

6.1 Grundsätzliches

Die Ermittlung der Körperzusammensetzung am lebenden Tier mittels Ultraschall ist ein Verfahren, welches grundsätzlich in der Eigenleistungs- und Nachkommenprüfung auf Station und im Feld eingesetzt werden kann.

Für die Messung der Rückenmuskelfläche sowie für die Fettauflage zwischen der 12./13. Rippe benötigt man ein Ultraschallmessgerät mit einem Linearschallkopf mit einer Frequenz von 3,5 Mhz. Das Ausmessen der Flächen und Distanzen ist prinzipiell direkt am Gerät möglich.

Um den Arbeitsablauf am Tier jedoch optimal und zügig zu gestalten und die Genauigkeit der Messung zu optimieren ist es ratsam, die Messungen am PC vorzunehmen. Es wird neben dem Ultraschallgerät noch ein externes Speichermedium (Videorecorder) benötigt. Für die Auswertungen am PC sind eine Videokarte sowie die entsprechende Software notwendig.

Eine Zusammenarbeit mit den Landeskontrollverbänden bzw. Zuchtverbänden ist anzustreben, da durch eine Kombination der Wägungen und der Ultraschallmessungen die Arbeitsabläufe optimaler gestaltet werden können.

Das Tier sollte zum Zeitpunkt der Messung fixiert sein, am besten in einem Fangstand, aber auch die Fixierung in einer Waage ist geeignet.

Um einen guten Kontakt zwischen der Körperoberfläche und dem Ultraschallkopf zu erreichen, sollte das Tier an dieser Stelle geschoren werden. Die Schur ermöglicht es, gleichzeitig den Arbeitsablauf (das Ermitteln des Bildes) zügig zu gestalten und den Verbrauch von Gel bzw. Öl niedrig zu halten.

Der Einfluss der Messperson auf die Genauigkeit und die Schnelligkeit ist sehr hoch.

Es sollten deshalb möglichst wenige, gut geschulte Personen mit den Untersuchungen betraut werden. Regelmäßige Vergleichsuntersuchungen sowie Eichungen der Geräte sind erforderlich. Je nach Können und Organisation ist der Zeitaufwand pro Tier wie folgt zu veranschlagen:

Die Ultraschallmessung am Tier nimmt bei zwei Aufnahmen incl. Scheren ca. 5 Minuten in Anspruch. Sollten jedoch weitere Messungen

an anderen Stellen erfolgen, muss ein höherer Zeitaufwand berücksichtigt werden.

Weitere 5 bis 10 Minuten für das Aufarbeiten sowie das Ausmessen der Bilder am PC und das Erfassen der Messresultate. Insgesamt müssen 10 bis 15 Minuten pro Tier veranschlagt werden. Je nach Fähigkeiten und Routine der Messpersonen kann dieser Zeitaufwand noch verringert werden.

Als Kosten sind zu veranschlagen:

Fixe Kosten:

Ultraschallgerät:	ca.:	10.000 €
Schallkopf + Vorschallstrecke	ca.:	5.000 €
Schermaschine	ca.:	400 €
PC	ca.:	1.500 €
Videorecorder		
TV-Videokarte für PC		
Messprogramm für PC	gesamt ca.:	1.500 €
Summe fixe Kosten		18.400 €
Nutzungsdauer 5 Jahre = Abschreibung pro Jahr		<u>3.680 €</u>

Variable Kosten:

Material (pro Jahr)	Anzahl zu messender Tiere pro Jahr		
	2.500	5.000	10.000
<i>Fixe Kosten</i>	3.680	3.680	3.680
Kosten für Wartung/Reparatur	200	200	200
Reinigungsmaterial	40	40	40
Scherblätter	20	20	20
Verbrauchsmaterial (Öl, Gel, Video, Disketten)	180	320	580
<i>Summe variable Kosten</i>	440	580	840
Kosten pro Tier ohne Arbeitskosten	1,65	0,85	0,45

Als Arbeitskosten müssen 3 EUR pro Tier berücksichtigt werden.

Es müssen also folgende Kosten pro Tier bei der Messung durch ein privates Messteam berücksichtigt werden:

	2.500 Tiere	5.000 Tiere	10.000 Tiere
Kosten pro Tier	4,65	3,85	3,45

6.2 Empfehlungen für eine Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung bei Fleischrindern

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse wird eine Integration der Ultraschallmessung in die Leistungsprüfung sowie eine Integration des Merkmals „Ultrasonographisch erfasste Rückenmuskelfläche“ in die Zuchtwertschätzung bei Fleischrindern empfohlen.

Die Erfassung der Muskelflächen sollte grundsätzlich während der Herbst- bzw. Frühjahrswägung der Fleischrindabsetzer durch den LKV erfolgen. Weiterhin ist es ratsam, eine Schallung der Zuchtrinder (männlich und weiblich) nach ca. einem Jahr bzw. zum Zeitpunkt der Körung vorzunehmen. Die Messung muss durch anerkannte Messteams erfolgen.

Diese sollten vor Beginn ihrer Tätigkeit zertifiziert und in regelmäßigen Abständen (ca. aller zwei Jahre) geschult und neu geprüft werden. Auch die entsprechende Messtechnik muss innerhalb dieses Rhythmus geprüft und gegebenenfalls geeicht werden.

Für die Zuchtwertschätzung für das Merkmal Rückenmuskelfläche wird ein Tiermodell vorgeschlagen, welches als fixe Faktoren den Betrieb, das Geschlecht, die Rasse und die Messsaison sowie als Covariable das Alter enthält.

7 Zusammenfassung

Im vorliegenden F/E-Projekt wurde die ultrasonographische Ermittlung der Schlachtkörperzusammensetzung am lebenden Rind erprobt. Die Untersuchungen sollten Aufschluss darüber geben, ob die Ultraschallmaße des Musculus logissimus dorsi mit den ermittelten Werten am Schlachtkörper korrelieren.

Ziel ist dabei u.a. die perspektivische Ablösung der im Rahmen der Leistungsprüfung vergebenen Bemuskelungsnoten als ein subjektives Bewertungskriterium durch objektive Ultraschallergebnisse. Die Schwerpunkte der Untersuchungen waren dabei auf folgende Fragen gerichtet:

- Genauigkeit der US-Messungen sowie der Ermittlung der Rückenmuskelfläche am Ultraschallbild
- Einflussfaktoren auf die Ultraschallmaße
- Ermittlung von Beziehungen zwischen Ultraschallmaßen am lebenden Tier und der Schlachtkörperzusammensetzung
- Erarbeitung von Korrekturfaktoren sowie Modellvorschläge für eine Zuchtwertschätzung
- Erarbeitung von Vorschlägen zur Nutzung von Ultraschallmessungen in der Fleischrindzucht.

Dazu wurden insgesamt 575 Rinder geschallt. Von diesen wurden 115 Rinder anschließend zur Ermittlung der Schlachtkörperwerte der Schlachtung zugeführt. Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

- Das Ultraschallverfahren ist eine einfache und schnelle Methode.
- Eine Ermittlung der Körperzusammensetzung mittels Ultraschall am Rind ist möglich.
- Der Einsatz in der Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung beim Rind ist zu empfehlen. Es sollten dabei jedoch die Effekte Rasse, Betrieb, Messsaison und Geschlecht berücksichtigt werden.
- Eine Zertifizierung und Schulung der Messteams ist vorzunehmen.
- Eine Korrektur der Ultraschallflächen bei Fleischrindern auf ein einheitliches Alter ist unter Zuhilfenahme der ermittelten Korrekturfaktoren möglich.

Literaturverzeichnis

- BAULEIN, U.; HENNING, M. (2001): Untersuchungen zur Schlachtkörper- und Fleischqualität mit Hilfe von MR-Tomographien und MR-Spektroskopie. Arch. Tierz. 44: S. 181 - 192
- BEISCH, B. (1997): Optimierung der Schnittführung bei Schlachtkörpern von Jungbullern. Diss., Fakultät der Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen

- BERGEN R. D.; MCKINNON J. J.; CHRISTENSEN D. A.; KOHLE N.; BELANGER A.: Use of Real-Time Ultrasound to Evaluate Live Animal Carcass Traits in Young Performance-Tested Beef Bulls. *J. Anim. Sci.* 1997 75:2.300 - 2.307
- BERGFELD, U. (2001): Ultraschall zur Ermittlung der Schlachtkörperzusammensetzung am lebenden Rind. Workshop Oschatz (2001)
- BRUCKMAIER, R.M., E. LEHMANN, D. HUGI, H.M. HAMMEN und J.W. BLUM (1998): Ultrasonic measurements of longissimus dorsi muscle and backfat, associated with metabolic and endocrine traits, during fattening of intact and castrate male cattle. *Livestock Production Science* 53: S. 123 – 134
- ENGELHARDT, G. (1991): Eignung verschiedener Messstellen, hilfskriterien und Schätzfunktionen zur Abschätzung der grobgeweblichen Schlachtkörperzusammensetzung beim Rind. Diss., Institut für Tierzucht und Haustiergenetik der Georg-August-Universität Göttingen
- ERNST, E. (1992): Ultraschall zur Ermittlung der Körperzusammensetzung bei Schwein und Rind. *Wiss. Mitteilung der FAL*: S. 84 - 89
- GRASER, H.-U., A. REVERTER, W. UPTON, K. DONOGHUE and D.E. WILSON (1998): Use of Real-Time Ultrasonic Measurements of Fat Thickness and Percent Intramuscular Fat for the Angus Breed in Australia. Proc. 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Armindale
- GRIFFIN D. B.; SAVELL J. W.; RECIO H. A.; GARRETT R. P.; CROSS H. R.: Predicting Carcass Composition of Beef Cattle Using Ultrasound Technology. *J. Anim. Sci.* 1999 77: 889 - 892
- HARTJEN, P., R. PREISINGER und E. ERNST (1993): Schätzung der Schlachtkörperzusammensetzung beim Rind. 1. Mitteilung: Schätzung der Schlachtkörperzusammensetzung am lebenden Rind mit Hilfe von Ultraschallmessungen und Lebendmaßen. *Arch. Tierz.* 36: S. 315 - 324
- HERRING, W.O., MILLER, D.C., BERTRAND, J.K., BENYSHEK, L.L. (1994): Evaluation of Machine, Technician and Interpreter Effectson Ultrasonic Measures of Backfat and Longissinus Muscle Area in Beef Cattle. *J. Anim. Sci.* 72: 2.216 - 2.226
- KALLWEIT, E. (1992): Bedeutung nicht invasiver Methoden zur Messung der Körperzusammensetzung in der Tierproduktion. *Wiss. Mitteilung der FAL*: S. 1 - 4
- MAY S. G.; MIES W. L.; EDWARDS J. W.; HARRIS J. J.; MORGAN J. B.; GARRETT R. P.; WILLIAMS F. L.; WISE J. W.; CROSS H. R.; SAVELL J. W.: Using live Estimates and ultrasound Measurements to Predict Beef Carcass Cutability. *J. Anim. Sci.* 2000 78: 1.255 - 1.261
- MÜLLER, U. (1992): Ergebnisse von Ultraschallmessungen am lebenden Tier und deren Beziehungen zu Merkmalen der Schlachtleistung bei Voll- und Teilerlegung: *Wiss. Mitteilung der FAL*: S. 99 - 105
- RÖSLER, H.-J., G. VON LENGERKEN, M. WICKE, M. R. L. SCHEEDER und B. BEISCH (1996): Untersuchungen zur Genauigkeit und zum Einsatz von Ultraschallmessungen zur Schätzung der Schlachtkörperzusammensetzung am lebenden Rind. *Arch. Tierz.* 39: S. 401 - 413
- REVERTER A.; JOHNSTON D. J.; GRASER H. U.; WOLCOTT M. L.; UPTON W. H. (2000): Genetic Analyses of Live-animal Ultrasound and abattoire Carcass Traits in Australian Angus and Hereford Cattle. *J. Anim. Sci.* 2000 78: 1.786 - 1.795
- SCHMIDT, G.(1993): Schlachtkörperzusammensetzung und Fleischbeschaffenheit von Rindern und Möglichkeiten der Nutzung im Rahmen von Qualitätsprogrammen. Schriftenreihe des Institutes für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
- TEMISAN V. et al. (1985): Veränderung der Schlachtkörperzusammensetzung durch den Gewebezunahme beim Rind. *Fleischwirt.* 65 (11)
- TSCHÜMPERLIN, K., H. LEUENBERGER, A. KAUFMANN und N. KÜNZI (1996): Ultraschallmaße als Selektionskriterien beim Rind. *Agrarforschung* 3: S. 255 - 258

Erprobung neuer Prüferegime zur Berücksichtigung sekundärer Merkmale bei der Eigenleistungsprüfung von Schwarzbunten Bullen auf Station

M. Klunker, U. Bergfeld und U. Müller,

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Gegenwärtig ist in der deutschen und internationalen Rinderzucht festzustellen, dass den so genannten funktionalen Merkmalen zunehmendes Gewicht beigemessen wird. Dies ist dem allgemeinen Trend sinkender Erzeugerpreise bei steigenden Betriebsmittelkosten geschuldet. Gesunde, funktionale Tiere wirken kostensenkend im tierischen Produktionsprozess.

Hinzu kommt, dass funktionale Merkmale in unmittelbarem Zusammenhang mit Nutzungsdauer, Tiergesundheit und Produktqualität stehen, für die es in letzter Zeit eine starke Sensibilisierung der Verbraucher und der Öffentlichkeit gibt. Damit ergibt sich auch eine hohe Tierschutzrelevanz.

Außerdem sind die Zuchtprogramme bei der Rasse Holsteins (Schwarzbunte) sowohl national als auch international dadurch gekennzeichnet, dass die Merkmale der Fleischleistung an Bedeutung verloren haben. Zwar ist die Zuwachsleistung nach wie vor von Interesse, rechtfertigt aber nicht die alleinige Durchführung der klassischen Fleischleistungsprüfung nach der Verordnung über die Leistungsprüfungen und die Zuchtwertfeststellung bei Rindern vom 06.06.2000 (BGBl. I S. 805). Diese geänderte Zuchtzielstellung rückt bei den Rassen der Zuchtichtung Milch neben den klassischen Milchleistungsmerkmalen, ganz besonders die o.g. funktionalen Merkmale, in den Vordergrund des züchterischen Interesses (GROEN, 1997). Gerade die funktionalen Merkmale haben aber

eine geringere Heritabilität. Deshalb können sie unter Stationsbedingungen oftmals effektiver, kostengünstiger und genauer geprüft werden als im Feld. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Definition dieser Merkmale. In einigen neueren Arbeiten wird davon ausgegangen, dass für bestimmte funktionale Merkmale ausreichende genetische Korrelationen zwischen der Merkmalsausprägung beim Bullen und der seiner Töchter bestehen. Damit könnte sich eine Prüfung dieser Merkmale unter Stationsbedingungen an der männlichen Population anbieten. So fanden NIEUWHOF et al. (1992) genetische Korrelationen nicht zuletzt zwischen der Grundfutteraufnahme (kapazitive Futteraufnahme) von wachsenden Bullen und ihrer Töchter in Laktation von $r = 0,77$ und für die Energieaufnahme von $r = 0,80$. WASSMUTH (1998) ermittelte in seinen Untersuchungen an der dänischen Schwarzbuntpopulation mittlere genetische Korrelationen zwischen der Futteraufnahme der Jungbullen und der Ketosefrequenz der Töchter von $r = -0,17$ bis $r = -0,25$. Die Werte liegen somit im züchterisch gewünschten Bereich, da durch Selektion auf Futteraufnahme die Gesundheit positiv beeinflusst werden kann.

Für Fundamentmerkmale fanden ANNACKER et al. (1999) für die untersuchten Klauenmaße und Gliedmaßenboniturnoten züchterisch nutzbare Varianzen und Heritabilitäten, während DISTL (1999) außerdem züchterisch verwertbare Korrelationen zwischen den Zuchtwerten für Fundamentstabilität der Bullen und der funktionalen Nutzungsdauer der Töchter beschreibt.

Tabelle 1: Funktionale Merkmale im Zuchtziel und als Hilfsmerkmale in der europäischen Milchrindzucht (nach Groen et al., 1997)

Komplex	Zielmerkmal	Hilfsmerkmal
Gesundheit	Mastitis, Klauen und Beine, andere Krankheiten, allgemeine Krankheitsabwehr	Mastitis, Zellzahl, Exterieurbeurteilung, Langlebigkeit, Persistenz
Fruchtbarkeit	Funktionierender Fortpflanzungszyklus, deutliche Brunstsymptome, Trächtigkeitsrate	Rastzeit, Non-Return-Rate, Besamungsindex
Kalbeverlauf	Direkte und maternale Effekte, Todgeburtenrate	Exterieurbeschreibung
Effizienz	Körpergewicht, Futteraufnahme, Persistenz	Exterieurbeschreibung, Körpermaße, Futteraufnahme
Melkbarkeit	Milchfluss, Verhalten	

Diesen genannten Trends folgend wurde im vorliegenden F/E-Projekt das Merkmal Futteraufnahme bearbeitet und die Möglichkeit der Einbeziehung in das Prüfregime der Eigenleistungsprüfstation Meißen Korbitz untersucht.

2 Literaturübersicht - Teil Futteraufnahmeprüfung

2.1 Zur Eigenleistungsprüfung bei Milchrasen allgemein

Die Eigenleistungsprüfung von Bullen hat in Deutschland eine lange, aber in den einzelnen Bundesländern unterschiedliche Tradition. Während im norddeutschen Raum die Prüfung von Milchrasen wie Schwarz- und Rotbunte sowie Angler dominiert, werden in den süddeutschen Ländern die Bullen der dort vorherrschenden Zweinutzungsrasen, insbesondere Fleckvieh geprüft und dort einer klassischen Fleischleistungsprüfung unterzogen. WASSMUTH und ALPS (1995) geben einen Überblick über den Stand der Stationsprüfung beim Rind in Deutschland (Tabelle 2).

KALM (1997) schreibt zur Bedeutung der ELP im Rahmen von Rinderzuchtprogrammen, dass der Vorteil dieser Prüfung in einer hohen Aussagesicherheit durch einheitliche Umweltbedingungen, in einem möglichen kurzen Generationsintervall und bei ausreichender Selektionsschärfe auch in einem hohen Selektionserfolg liegt.

Die Auswahl der Merkmale basiert auf den ökonomischen Rahmenbedingungen. So sind für die milchbetonten Rassen die Zuwachsleistung in Form der täglichen Zunahme und die funktionalen Merkmale wie Futteraufnahme, Fundament und Vitalität von Interesse. Für Zweinutzungsrasen erweitert sich die mögliche Merkmalerfassung um den Komplex Fleischansatz, der mit Hilfe der Bemuskelungsnote oder der Ultraschalltechnik erhoben werden kann.

BRADE (1995) zieht aus einer Literaturstudie und eigenen Untersuchungen den Schluss, dass sich die stationäre, zentralisierte Aufzucht von holsteinisierten Schwarzbuntbullen zunehmend verändert. In den Vordergrund rücken Merkmale, die bisher wenig beachtet wurden, so das Futteraufnahmevermögen, Gliedmaßen- und Klauenmerkmale, mögliche Indikatormerkmale zur Frühabschätzung der genetischen Veranlagung bezüglich der Milchleistung und andere. Die Meinung, „eine zentralisierte, stationäre Aufzucht für Jungbullen ist bei Milchrindern überholt“, könnte sich leicht als züchterischer Trugschluss erweisen.

Der Autor weist auch darauf hin, dass die ELP den Vorteil hat, dass die Aufzucht unter Quarantänebedingungen erfolgen kann. Das stellt eine frühzeitige Nutzung der Bullen sicher, was unmittelbaren ökonomischen Nutzen für die Zuchtorganisationen hat.

Tabelle 2: Stand der stationären Eigenleistungsprüfung in Deutschland (nach WASSMUTH und ALPS, 1995, ergänzt)

Bundesland	Station	Rasse	Rassegruppe	Anteil (%)
Schleswig-Holst.	Ruhwinkel	DH	MR	100
Niedersachsen	Echem*	DH	MR	100
Nordrhein-Westf.	Eickelborn	DH	MR	40
		LIM, CHA, FLV	FR	60
Hessen	Neu-Ulrichstein	DH	MR	70
		FLV, RHV	ZNR	30
Sachsen	Meißen-Korbitz	DH	MR	100
Thüringen	Nordhausen	DH	MR	100
Baden-Württemb.	Offenhausen, Schw.-Hall, Horb	FLV, BRV, VDW	ZNR	100
Bayern	Rotthalmünster	FLV	ZNR	100

DH = Deutsche Holstein,
LIM = Limousin,
CHA = Charolais,
FLV = Fleckvieh,

BRF = Brauvieh,
RHV = Rotes Höhenvieh,
VDW = Vorderwälder

Die gegenwärtig praktizierten Prüfregime in der ELP von Bullen der milchbetonten Rassen ähneln sich in allen Stationen mit Prüfung dieser Rassengruppe. Es werden innerhalb eines definierten Prüfzeitraumes, der zwischen 200 und 308 Tagen schwankt, verschiedene Körpermaße und die tägliche Zunahme erfasst. Einige Stationen prüfen bereits die tägliche Trockensubstanzaufnahme und die Futterverwertung bzw. beteiligen sich auch am Programm zur Prüfung der Klauen- und Gliedmaßenstabilität der Tierärztlichen Hochschule Hannover bzw. der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. Eine Übersicht über den Stand der ELP in Deutschland geben WASSMUTH und ALPS (1995) in Tabelle 1.

2.2 Zur Futteraufnahmeprüfung speziell

Zur Selektionswürdigkeit des Futteraufnahmevermögens bei Milchrassen gibt es nur wenige und zum Teil widersprüchliche Untersuchungen. Eine indirekte Selektion auf Futteraufnahme Kapazität über Körpermaße und Wachstumsmerkmale, die bereits jetzt in allen ELP-Stationen routinemäßig erfasst werden, ist nach POTTHAST et al. (2000a) nicht möglich, da nur negative bzw. indifferente Korrelationen festgestellt wurden. Die Autoren ermittelten eine Heritabilität für die tägliche Trockensubstanzaufnahme von $h^2 = 0,17$. Sie liegen damit unter dem von WASSMUTH (1998) geschätzten Wert von $h^2 = 0,30$ und dem von BRADE und HUNDHAUSEN (1997) in der Station ECHEM ermittelten Wert ($h^2 = 0,44$).

Nach LEUTHOLD et al. (1991) kann eine gezielte Selektion auf Futteraufnahme einerseits die Erzielung ökonomisch hoher Milchleistungen ermöglichen, andererseits aber auch einen Beitrag zur Verbesserung der Fruchtbarkeit, Stoffwechselfgesundheit und Belastbarkeit durch Verringerung der postpartalen Energielücke leisten.

MACK (1996) begründet den Sinn der Prüfung des Futteraufnahmevermögens aus betriebswirtschaftlicher Sicht und weist deren hohe wirtschaftliche Bedeutung für die Milchviehhaltung nach. In den Planungsrechnungen von POTTHAST et al. (2000b) mit dem Zuchtplanungsprogramm ZPLAN (KARRAS et al., 1984, 1994, zit. n. POTTHAST et al., 2000b) kommt zum Ausdruck, dass die Integration der Trockensubstanzaufnahme als Selektionskriterium in der ELP von potentiellen Besamungsbullen zum Zuchtfortschritt für die Milchleistungsmerkmale im Zuchtprogramm für Deutsche Holsteins nur positiv beiträgt, wenn

ausreichend hohe Korrelationen zwischen Futteraufnahme Kapazität der Bullen und ihrer Töchter bzw. schwach positive Korrelationen zwischen Futteraufnahme Kapazität der Bullen und der Milchleistung der Töchter unterstellt werden. Dazu finden sich in der Literatur nur wenige Aussagen. Lediglich NIEUWHOF et al. (1992) geben, wie in der Einleitung bereits erwähnt, genetische Korrelationen zwischen der Grundfutteraufnahme (kapazitive Futteraufnahme) von wachsenden Bullen und ihrer Töchter in Laktation von $r = 0,77$ und für die Energieaufnahme von $r = 0,80$ an.

Davon ausgehend beschreibt WASSMUTH (1998) die Möglichkeit der Verbesserung der Gesundheit von Milchkühen durch die Selektion ihrer Väter auf Trockensubstanzaufnahmevermögen anhand dänischen Materials. In Tabelle 3 werden von diesem Autor die Kriterien für die Selektionswürdigkeit der Futteraufnahme aufgezeigt.

Aus dieser Tabelle ergibt sich, dass die Selektion potentieller Besamungsbullen auf Futteraufnahme bei Heritabilitäten um 0,30 ausreichende züchterische Fortschritte in diesem Merkmal ermöglicht und mit der Beeinflussung insbesondere der Gesundheit der Töchter durch eine höhere Ketosetoleranz und damit der Senkung der Tierarztkosten durchaus ökonomisch sinnvoll sein kann.

Die in Abbildung 1 nach WASSMUTH (1999) dargestellten Beziehungen zwischen Futteraufnahme von Bullen und der Milchleistung sowie Ketosefrequenz bei Kühen erlauben den Schluss, dass bei Selektion auf Futteraufnahme von Bullen die Ketosefrequenz bei Kühen gesenkt werden kann, ohne die Milchleistung negativ zu beeinflussen (Abbildung 1).

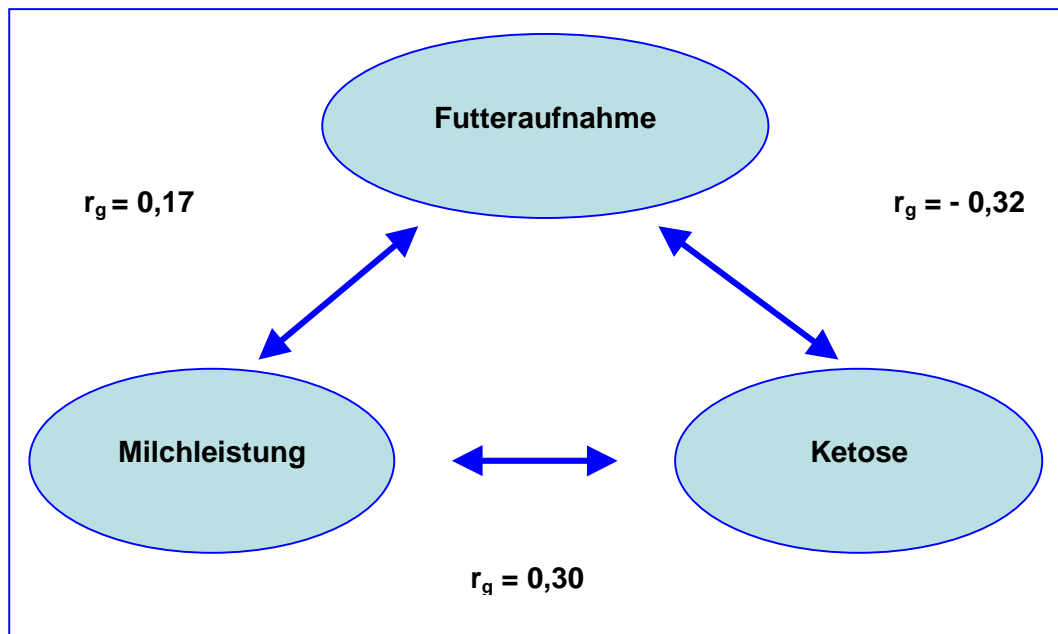
Dass die Stoffwechsellage bei Milchkühen am Beginn der Laktation problematisch ist, darauf machen auch BREVES und RODEHUTSCORD (1999) aufmerksam.

Sie schlussfolgern aus ihren Untersuchungen, dass die insbesondere in der Phase der Hochlaktation bestehende negative Energiebilanz zwangsläufig durch jede weitere Leistungssteigerung verstärkt werden muss, was zu einer weiteren Steigerung der Anfälligkeit gegenüber Stoffwechselerkrankungen führt.

Wie das postpartale Energiedefizit bei Kühen im Rahmen der Selektion auf Futteraufnahme einzuordnen ist, verdeutlicht Abbildung 2.

Tabelle 3: Kriterien für die Selektionswürdigkeit der Futteraufnahme (nach WASSMUTH, 1999)

Kriterium	Beurteilung
1. Heritabilität	$h^2 = 0,30$
Beziehung zur	
• Fleischleistung	antagonistisch
• Milchleistung	schwach positiv
• Gesundheit	Immunabwehr bei Bullen Ketose bei Kühen
3. Ökonomischer Wert	Reduzierung der Tierarztkosten
4. Erfassbarkeit	direkt indirekt



r_g = genetische Korrelation

Abbildung 1: Beziehungen zwischen der Futteraufnahme von Bullen und der Ketosefrequenz und der Milchleistung von Kühen (nach WASSMUTH, 1999)

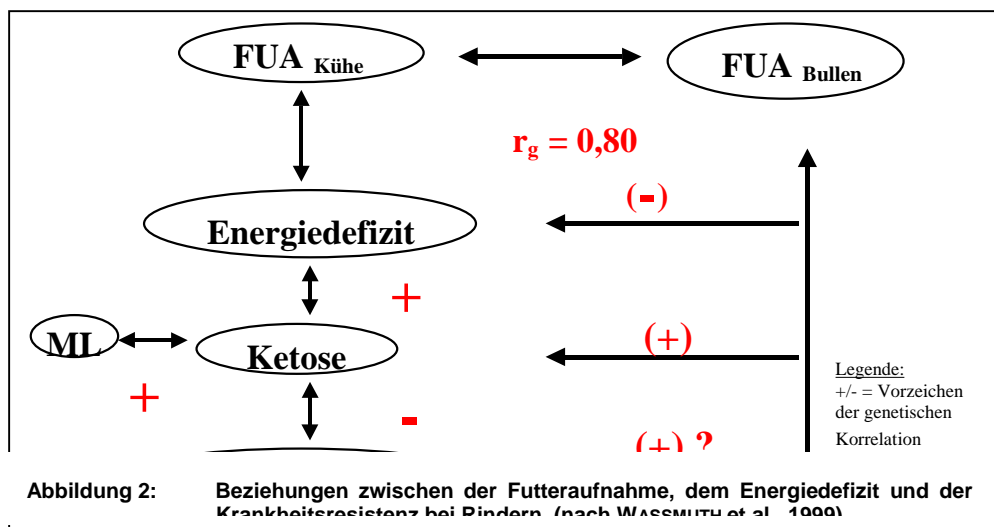


Abbildung 2: Beziehungen zwischen der Futteraufnahme, dem Energiedefizit und der Krankheitsresistenz bei Rindern (nach WASSMUTH et al. 1999)

In der aktuellen Literatur werden drei technische Möglichkeiten der Futteraufnahmeprüfung beschrieben:

- die direkte Erfassung der Verzehrsmengen durch genaue Zudosierung und Rückwiegung der Restfuttermengen (dänisches Prinzip, wie von WASSMUTH - 1998 - beschrieben)
- Futterdosierung mittels Automaten und elektronische Erfassung der Verzehrsmengen, Tiererkennung durch Transponder (HARTMANN et al., 1996)
- Fresswertschätzung aus Futteraufnahmeverhalten und täglicher Zunahme nach STAMER et al. (1998).

Zur Durchführung der Futteraufnahmeprüfung in anderen deutschen Stationen geben WASSMUTH und ALPS (1995) einen Überblick (Tabelle 4). In allen Stationen werden hohe Prüfintensitäten erreicht, wobei ad libitum verabreichte Maissilage plus rationierte Kraftfuttergaben die typische Prüfdiät darstellt.

Dabei unterscheidet sich das System von Ruhwinkel grundsätzlich von der direkten Erfassung der Verzehrsmengen in den anderen Stationen. So wurde nach STAMER et al. (1997) in Ruhwinkel in Zusammenarbeit mit der Universität Kiel ein System entwickelt, bei dem aus den Merkmalen des täglichen Fressverhaltens auf die Menge des aufgenommenen Futters geschlossen wird. Als Einzelmerkmale werden dabei die Anzahl der Mahlzeiten,

Fressphasen, Fressgitterbesuche, Mahlzeitendauer, Verweildauer im Fressgitter und die Fressdauer erfasst und über ein Modell zu einem Fresswert verrechnet. Die Korrelationen zwischen Futteraufnahme und Fressdauer werden von den Autoren mit $r_g = 0,39$ für Jungbullen und mit $r_g = 0,31$ für laktierende Kühe angegeben. NIELSEN (1999) folgert aber aus Literaturangaben, dass die Fressgeschwindigkeit nicht notwendigerweise mit der Futteraufnahme in Beziehung steht. Stattdessen wird die Fressgeschwindigkeit eher als Indikator für das Sozialgefüge in der Prüfgruppe angesehen. Die indirekte Messung wird deshalb von WASSMUTH (1998) als zu ungenau abgelehnt.

Gegenwärtig kann die Futteraufnahmeprüfung am genauesten über Automaten mit digitaler Wägetechnik, Tiererkennung und Datentransfer erfolgen. Allerdings sind die Kosten für eine Prüfung über den gesamten ELP-Zeitraum sehr hoch. WASSMUTH et al. (2000) untersuchten deshalb eine Abschnittsprüfung vom 112. bis 312. Lebenstag. Die Autoren unterteilten den genannten Prüfzeitraum in vier Einzelabschnitte zu je 50 Tagen und berechneten die Korrelationen der täglichen Trockensubstanzaufnahme in den einzelnen Abschnitten zum Gesamtprüfzeitraum. Sie schlussfolgern, dass zur Schätzung der Futteraufnahme der letzte Abschnitt (4) am geeignetsten ist, da ca. 30 % der Bullen verspätet eingestallt werden und die genetische Standardabweichung sowie die genetische Korrelation hoch ist (Tabelle 5).

Tabelle 4: Stationen mit Futteraufnahmeprüfung und Art der Prüfdiät (nach Wassmuth und Alps, 1995)

Station	Art der Messung der Futteraufnahme	Art der Prüfdiät
Eickelborn	Wiegetröge	TMR
Neu-Ulrichstein	Wiegetröge	Maissilage
Echem	Modifizierte Kraftfutterautomaten	Strohcoobs
Ruhwinkel	Futteraufnahmeverhalten	Mais- und Grassilage

Tabelle 5: Mittelwert, Heritabilität und genetische Standardabweichung sowie genetische (über der Diagonale) und phänotypische (unter der Diagonale) Korrelationen zwischen der Futteraufnahme in verschiedenen Prüfabschnitten potentieller Besamungsbullen (nach Wassmuth et al., 2000, geändert)

Abschnitt	Tage	n		h^2	s_g	1	2	3	4	gesamt
1	112. – 162.	182	3,4	0,82	0,43		**	0,99	0,24	0,77
2	163. – 212.	262	4,6	0,24	0,28	0,60		**	0,65	0,96
3	213. – 262.	269	5,7	0,09	0,20	0,49	0,68		0,99	**
4	263. – 312.	269	6,5	0,65	0,60	0,41	0,48	0,77		0,88
Gesamt	112. – 312.	269	5,1	0,42	0,35	0,68	0,81	0,93	0,85	

** keine Konvergenz

sg = genetische Standardabweichung

Hinweise auf eine mögliche Abschnittsprüfung finden sich auch bei MATTHES (1991). Für die Schätzung der Futteraufnahme aus der Lebendmasse und täglichen Zunahme wird ein Prüfregime mit einer Intervalllänge von zwei Tagen im Abstand von sechs Wochen vorgestellt.

3 Eigene Untersuchungen - Teil Futteraufnahmeprüfung

3.1 Material und Methode

3.1.1 Tiermaterial

In die Untersuchungen wurden fünf Aufzuchtgruppen von Bullen der Rasse Deutsche Holsteins in der ELP-Station Meißen Korbitz des Sächsischen Rinderzuchtverbandes e. G. einbezogen. Diese wurden im Zeitraum vom 13.03.2001 bis zum 02.05.2002 geprüft. Die Auswertung erfolgte ab Gruppe 03, da die beiden ersten Gruppen Probendurchläufe zur Prüfung der Technik waren. Außerdem stand erst ab Gruppe 03 die entsprechende Futtermischtechnik zur Erzeugung einer definierten TMR zur Verfügung. Jede Gruppe umfasste zwischen 12 und 14 Bullen (Tabelle 6). Die Prüfung auf Futtermischtechnik dauerte in den Gruppen zwischen 51 (Gruppe 03) und 87 Tagen (Gruppe 05 und 06). Die Bullen wurden mit unterschiedlichem Alter eingestallt. Der jüngste Bulle war 219 Tage alt, der älteste 287 Tage. Die unterschiedliche Länge des Prüfzeitraumes und die Altersunterschiede ergaben sich aus dem Produktionsrhythmus der Station. Gleichzeitig sollte damit geprüft werden, ob eine Futteraufnahmeprüfung möglich ist, die sich nicht an starre Prüfzeiträume hält.

3.1.2 Methode

Technik

Die Futteraufnahmeprüfung erfolgte in einem gesonderten Prüfabteil der ELP-Station Meißen Korbitz. Dazu wurde in einem neu gebauten Bergeraum eine Gruppenlaufbox für bis zu 14 Bullen eingerichtet. Die Ermittlung der Ver-

zehrmengen wurde mit fünf Grobfutterautomaten der Firma Alfa Laval (System Landtechnik Weißenstephan) durchgeführt. Jedes Tier hatte Zugang zu allen Futterstationen. Die Tiere waren mit Transpondern ausgerüstet. Damit war eine Einzeltiererkennung an den Futterstationen möglich. Die Daten wurden auf den Prozessrechnern der Futterautomaten zehn Tage gespeichert. Es erfolgte ein täglicher automatischer Datentransfer zu einem zentralen PC in der Station. Gespeichert wurden die einzelnen Besuche der Bullen (Uhrzeit und Dauer) und die aufgenommene Futtermenge.

Am Zentralrechner konnten sämtliche Besuchsdaten und aufgenommenen Futtermengen pro Besuch aber auch pro Tag sowie die Statistik für jedes Tier seit Prüfbeginn abgerufen werden. Eine neue Software auf der Basis von Windows 2000 stand ab dem 01.03.02 zur Verfügung (ab Prüfgruppe 07). Diese ermöglichte auch die graphische Darstellung der Ergebnisse und die sofortige Erfassung von Abstammung, Herkunft und tierärztlichen Behandlungen. Für diese Angaben mussten bisher einzelne eigene Dateien angelegt werden. Auch mussten für die Auswertung die Daten in Form von Textdateien ausgelesen und jeder Tagesdatensatz einzeln in Auswertungsprogramme eingelesen werden, was einen hohen Arbeitszeitaufwand erzeugte. Mit dem neuen Programm werden automatisch ACCESS-Datenbanken angelegt, die spätere Auswertung vereinfachen.

Prüfdiät

In Ermangelung einer Futtermischtechnik wurde anfänglich über die Automaten nur Silage gefüttert und Heu extra. Kraftfutter wurde nur als Lockfutter eingesetzt (Gruppen 01 und 02). Seit dem 17.01.2001 konnte mittels Futtermischwagen der Firma Leily eine TMR gefüttert werden. Diese basiert auf den Bedarfsempfehlungen für wachsende Jungbullen mit einer angestrebten täglichen Zunahme von 1150 g (Tabelle 7).

Tabelle 6: Übersicht über die Prüfgruppen – Prüfzeiträume

Prüfgruppe	n Tiere	Beginn	Ende	Prüftage
03	12	13.03.01	03.05.01	51
04	12	18.05.01	06.08.01	80
05	13	07.08.01	02.11.01	87
06	12	09.11.01	04.02.02	87
07	14	12.02.02	02.05.02	79

Tabelle 7: Bedarfsempfehlung für Jungbullen (120. Bis 365. Lebenstag, 1150 g LTZ)

Alter	LM	TS-A	Bedarfsempfehlung (je Tag)					
			MJ ME	g RP	g Ca	g P	g Mg	g Na
4	140	4,0	50	730	34,0	17,0	5,0	4,0
5	175	4,5	55	760	35,5	17,5	5,5	4,4
6	210	5,0	60	790	37,0	18,0	6,0	4,8
7	245	5,5	65	820	38,5	18,5	6,5	5,2
8	280	6,0	70	860	40,0	19,0	7,0	5,6
9	315	6,5	75	890	41,5	19,5	7,5	6,0
10	350	7,0	80	920	43,0	20,0	8,0	6,4
11	385	7,5	85	960	44,5	20,5	8,5	6,8
12	420	8,0	90	990	46,0	21,0	9,0	7,2

Auf der Basis dieser Bedarfswerte und der aktuellen Analysenwerte der eingesetzten Futtermittel (Analysen LfL, Fachbereich 10) wurde ein Rationsvorschlag erarbeitet, der den aktuellen Praxisbedingungen entspricht und der durch den Bearbeiter gemeinsam mit dem SRV folgendermaßen umgesetzt wurde (Tabelle 8):

Tabelle 8: Prüfdiät zur Durchführung der Futteraufnahmeprüfung

Futterart	%
Grassilage	51,0
Maissilage	22,0
Luzerne (Grünmehl)	4,0
Trockenschnitzel	7,5
Konzentratpellets	14,5
Mineralstoffgemisch	1,0
Gesamt	100,0

Die Erfahrungen mit dieser Prüfdiät sind sehr gut. Die Tiere werden in den übrigen Aufzuchtabschnitten außerhalb der Futteraufnahmeprüfung über Einzelkomponenten gefüttert. Die Ration wurde von den Bullen gern angenommen, was die Gewöhnung an die Futterautomaten erleichterte und Eingewöhnungszeit verkürzte.

Umrechnung auf Trockensubstanz (TS)

Bei Silo-Neuanschnitt wurden jeweils Futteranalysen am Fachbereich 10 der LfL angefertigt. Da es bei dieser Art der Prüfung um die Ermittlung der Trockensubstanzaufnahme geht, wurde in der Station ein Trockenschrank der Firma Binder, Modell E 28 mit 28 Litern Innenvolumen aufgestellt und innerhalb der Prüfgruppen mehrere Analysenreihen erstellt.

In Anlehnung an die Methodik im Fachbereich 10 erfolgte die Trocknung fünf Stunden lang bei 110°C. Die so ermittelten TS-Gehalte der Rationen schwankten zwischen 48 und 59 %. Da die Mischung von den Mitarbeitern der Station in der Regel aller drei Tage frisch angefertigt wurde, ergab sich auch eine Zunahme des TS-Gehaltes über diese drei Tage. Die über den Fachbereich 10 erstellten Analysen zeigten in der Regel etwas geringere TS-Gehalte an. Das kann in der dort verwendeten professionelleren Technik begründet sein. Ein Grund liegt vermutlich auch darin, dass die Proben für den Fachbereich 10 generell unmittelbar nach Herstellung der TMR gezogen und luftdicht verschlossen wurden. Zur Ermittlung eines Umrechnungsfaktors auf TS-Aufnahme wurden die selbst ermittelten TS-Werte verwendet, da hier ein umfangreicheres Datenmaterial zur Verfügung stand und die Feuchtigkeitsverluste über die Lagerzeit besser einbezogen werden konnten. So wurde dann mit 52 % TS gerechnet, was dem Mittel über alle Versuchsreihen entspricht.

Auswertungsmethodik

Die Erarbeitung der statistischen Übersicht und die varianzanalytischen Untersuchungen erfolgten mit dem Programm SPSS für Windows, Version 10.0.

Für die statistische Auswertung wurden zwei Merkmale näher untersucht:

- FM- die im gesamten Prüfzeitraum verzehrte Futtermenge
- FV - Futterverzehr je Prüftag

Um den Futterverzehr im Prüfzeitraum näher charakterisieren zu können, wurde der

Prüfzeitraum geteilt und die Merkmale FM und FV gesondert ausgewiesen (FM-1 und FV-1 bzw. FM-2 und FV-2). Gleichzeitig diente die Unterteilung der Prüfung zur Untersuchung einer möglichen Verkürzung des Prüfzeitraumes im Interesse der Kapazitätserhöhung. Die Ausgangsdaten wurden um Ausreißer bereinigt. Dazu wurden für jedes Tier die Standardabweichung seiner Fresskurve ermittelt. Alle Werte, die drei Standardabweichungen vom Mittelwert der Fresskurven der Tiere abwichen, wurden gelöscht. Die genetischen Parameter wurden mit dem Programmpaket VCE 4.2.5 (GROENEVELD, 1998) geschätzt. Anhand der geschätzten Parameter wurden Zuchtwerte für die tägliche Trockensubstanzaufnahme für die geprüften Bullen ermittelt. Die Zuchtwerte wurden mit dem Programm PEST, Version 4.2 (GROENEVELD et al., 1999) geschätzt und auf das Mittel aller Tiere mit einer Standardabweichung von 12 und einem Mittelwert von 100 relativiert.

Modell

Für die Berechnung der genetischen Parameter wurde folgendes Modell unterstellt:

$$y_{ijk} = G_i + H_j + b_k * APA + Animal_k + e_{ijk}$$

G_i	- Gruppe (fix)
H_j	- Herkunftsbetrieb (fix)
$b_k * APA$	- Regression auf das Alter zum Prüf- beginn (cov.)
$Animal_k$	- Tierereffekt (zuf.).

Das Modell ist ein Wiederholbarkeits-Tiermodell. Im Modell ist die Gruppe und der Herkunftsbetrieb als fixer Effekt enthalten. Weiterhin ist das Alter zum Prüfbeginn als Covariable einbezogen. Obwohl bei der varianzanalytischen Untersuchung die Lebendmasse bei Prüfende sich als signifikanter Einflussfaktor herausstellte, wurde diese nicht in das Modell aufgenommen, da zu vermuten ist, dass ein Teil der genetischen Varianz des Futterverzehr bei einer Berücksichtigung der Lebendmasse herauskorrigiert wird.

Üblicherweise wird bei Wiederholbarkeitsmodellen ein über die wiederholten Messwerte wirkender permanenter Umwelteffekt des Tieres berücksichtigt. Durch die niedrige Tierzahl (63 Tiere mit Leistung und 131 Tiere in der Verwandtschaftsmatrix) und die geringe verwandtschaftliche Verknüpfung kann der genetische Effekt des Tieres vom permanenten Umwelteffekt des Tieres nicht getrennt werden. Daher wurde auf Letzteren verzichtet.

3.2 Ergebnisse - Teil Futteraufnahmeprüfung

3.2.1 Übersichtsstatistik über die Prüfgruppen

In Tabelle 9 sind die Prüfgruppen mit ihren Prüfabschnitten und dem Ein- und Ausstallungsalter dargestellt. Das mittlere Einstallungsalter der Gruppen schwankt zwischen 214 (Gruppe 04) und 274 Lebenstagen (Gruppe 06). Die Spannweite innerhalb der Gruppen reicht dabei von 22 (Gruppe 06) bis 32 Tagen (Gruppe 04). Durch die unterschiedlichen Prüfzeiträume differiert das Ausstallungsalter der Tiere von 247 bis 346 Lebenstagen.

Spielt auch bei Bullen der Rassegruppe Milchrind die Lebendmassezunahme im Zuchtprogramm keine ausgesprochene Rolle, so sind die erreichten Lebendmassezunahmen trotzdem von Interesse, zumal die männlichen Kälber der Milchrasen auch in die Mast gehen. Eine Übersicht über die Prüfgruppen gibt Tabelle 10.

Dabei ist eine hohe Variabilität der täglichen Zunahmen im Prüfzeitraum zu erkennen. Zunahmen von bis zu 2000 g sind für HF-Bullen beachtlich und verdeutlichen das hohe Wachstumsvermögen dieser Rasse insbesondere in diesem Lebensabschnitt.

Die Unterschiede zwischen den Prüfgruppen dürften im unterschiedlichen Alter bei Prüfende begründet sein. Auch sind die Energiegehalte der TMR entsprechend den unterschiedlichen Silagequalitäten ebenfalls unterschiedlich.

Möglicherweise ist es auch ein Hinweis darauf, dass der Energiegehalt der Ration etwas abgesenkt werden kann, auch um negative Einflüsse auf die nachfolgende Spermaprüfung zu vermeiden. Inwieweit die Futterverwertung, d. h. die Beziehung zwischen Energieaufnahme und Lebendmassezunahme für eine kommende routinemäßige Prüfung von Bedeutung sein könnte, muss noch untersucht werden.

Hauptzielrichtung der Futteraufnahmeprüfung ist die mögliche Selektion auf Trockensubstanzaufnahmevermögen. Die Energieumsetzung für die Lebendmasse ist dabei von zweitrangiger Bedeutung, da die Stoffwechsellage von laktierenden Kühen (Töchter der Bullen) eine andere ist, als die von wachsenden Jungbullen beim Fleischansatz.

Tabelle 9: Übersicht über die Prüfgruppen – Alter bei Prüfbeginn und -ende

Gruppe	n	PT	Einstellungsalter (d)			Ausstellungsalter (d)		
			SW.	min. - max.	Ø	s	min. - max.	
03	12	51	273	30	(257 - 287)	324	± 9,4	(308 - 287)
04	12	80	214	32	(200 - 232)	294	± 9,3	(280 - 232)
05	13	87	231	28	(219 - 247)	318	± 6,8	(306 - 247)
06	12	87	274	22	(259 - 281)	361	± 7,6	(346 - 281)
07	14	79	243	28	(227 - 255)	322	± 9,1	(306 - 255)

PT = Prüftage, SW = Spannweite

Tabelle 10: Lebendmassen bei Prüfbeginn und -ende sowie Prüftagszunahmen PTZ

Gruppe	LM bei Prüfbeginn (kg)			LM bei Prüfende (kg)			PTZ		
	s	min.- max.		s	min.- max.		Ø	s	min. - max.
03	297	± 24,6	254 - 346	403	± 36,4	338 - 464	1781	226	1424 - 2136
04	225	± 40,5	150 - 85	338	± 48,7	230 - 400	1421	174	1000 - 1675
05	239	± 25,0	197 - 273	342	± 30,9	295 - 390	1179	160	795 - 1398
06	289	± 29,6	252 - 336	407	± 28,8	367 - 460	1254	80	1117 - 1351
07	256	± 17,4	220 - 83	389	± 27,5	329 - 428	1530	185	1253 - 1885

s = Standardabweichung

Verwandtschaft

In Tabelle 11 ist eine Übersicht über die verwandtschaftlichen Verhältnisse in den Prüfgruppen gegeben. Im Gesamtmaterial befinden sich lediglich vier Vollbrüder und zwei mütterliche Halbgeschwister. Das Gros der verwandtschaftlichen Verknüpfung kommt über 17 väterliche Halbgeschwister.

Tabelle 11: Übersicht über die Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Prüfgruppen

Gruppe	n väterl. HG	n mütterl. HG	n Vollbrüder
03	2	-	2
04	-	2	2
05	4	-	-
06	4	-	-
07	7	-	-
Gesamt	17	2	4

HG = Halbgeschwister

Aus diesen Verwandtschaftsverhältnissen ergab sich folgendes Bild der mittleren Inzucht über alle Gruppen (Tabelle 12). Die durchschnittliche Inzucht beträgt 6 %, der maximale Inzuchtgrad eines Tieres 25 %.

Tabelle 12: Mittlerer Inzuchtgrad über das Gesamtmaterial

Inzucht (%)	Anzahl Tiere
0	272
0 < 5	36
5 < 10	1
10 < 15	2
15 < 20	1
25 < 30	4

3.2.2 Phänotypische Futteraufnahme

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Futteraufnahmeprüfung (in TS) dargestellt. In Tabelle 13 ist die Übersichtsstatistik für dieses Merkmal aufgezeigt. In der Gruppe 03 wurden 12 Tiere geprüft.

Im Prüfzeitraum verzehrten die Tiere durchschnittlich 490 kg Trockensubstanz bei einer Streuung von ± 58,7 kg. Zwischen den Tieren dieser Gruppe unterschied sich der Futterverzehr von minimal 373 kg Trockensubstanz und maximal 623 kg. Ein Vergleich über die Gruppen ist anhand dieses Merkmals nicht möglich, da sich die Prüfdauer über die Gruppen unterschied.

Im zweiten Abschnitt liegt der Futtermittelverzehr höher als im ersten, was mit dem Wachstum und der damit verbundenen höheren Futteraufnahme Kapazität verbunden ist. Das ist über alle Prüfgruppen zu finden. Einen besseren Vergleich bietet das Merkmal "Futtermittelverzehr je Tag".

Im Durchschnitt verzehren die Bullen in Gruppe 03 9,5 kg Trockensubstanz je Tag bei einer Streuung von 1,1 kg. Die Spannweite zwischen dem Bullen mit der höchsten und der niedrigsten Futteraufnahme beträgt 4,8 kg. Auch hier werden die Differenzen zwischen 1. und 2. Prüfabschnitt deutlich.

Noch deutlicher werden die Differenzen zwischen 1. und 2. Prüfabschnitt in der graphischen Darstellung der Abbildung 3. In der X-Achse sind die Bullen der Gruppen 04 bis 07 dargestellt und in der Y-Achse die Futterdifferenzen in kg TS je Tag. Es fällt auf, dass einige Bullen im zweiten Prüfabschnitt weniger fressen als im ersten.

In der folgenden Abbildung sind als Beispiel die Futterkurven der einzelnen Bullen innerhalb der Prüfgruppe 5 dargestellt. Deutlich wird, dass die Futteraufnahme auch innerhalb kurzer Ver-

gleichszeiträume stark schwankt. Auch kann beobachtet werden, dass die Tiere im Wechsel einen Tag mehr und den nächsten Tag verhaltener fressen. Die sichtbaren Ausreißer in dieser Prüfgruppe im ersten Drittel sind technisch bedingt. Es wurde beobachtet, dass einzelne Bullen den Vorgänger aus dem Trog drängten und auf der Nummer des Vorgängers fraßen. Das wird dadurch unterstrichen, dass den Ausreißern nach oben einige Abweichungen nach unten gegenüberstehen. Das technische Problem wurde durch die Installation von Antrittsbügeln weitgehend gelöst. Auch kam es manchmal zum Klemmen der Einlasstore an einzelnen Futterstationen, was gleichfalls zu Ausreißern in der Futteraufnahme führte, da der neu eintretende Bulle vom System nicht erkannt wurde.

Das ist ständig unter Kontrolle zu halten. Die Trendlinie zeigt den wachsenden Futtermittelverzehr entsprechend des zunehmenden Alters.

Aus der Kurvenentwicklung sowohl der Abbildung 4 als auch der anderen Prüfgruppen ist ersichtlich, dass mit ca. drei bis vier Tagen Eingewöhnungszeit zu rechnen ist. Die Datenverwendung für eine Zuchtwertschätzung sollte deshalb erst ab dem 5. Prüftag erfolgen.

Tabelle 13: Statistik der Trockensubstanzaufnahme nach Prüfgruppen

Gruppe	TS-Aufnahme ges. (kg)			1. Abschnitt			2. Abschnitt		
	Ø	s	min. max.	Ø	s	min. max.	Ø	s	min. - max.
03	490	± 58,7	373 - 623	1)			1)		
04	481	± 45,8	408 - 546	206	± 31,4	158 - 251	268	± 23,8	230 - 294
05	645	± 67,5	569 - 775	294	± 42,6	246 - 374	350	± 33,3	293 - 406
06	778	± 120,6	654 - 1087	362	± 49,9	309 - 486	406	± 79,3	324 - 591
07	676	± 83,9	537 - 789	301	± 34,2	241 - 366	332	± 39,7	272 - 404
Gesamt	616	± 136,3	373 - 1087	291	± 67,0	158 - 486	339	± 67,1	230 - 591

1) Prüfgruppe 03 wurde auf Grund des kürzeren Prüfzeitraumes nicht unterteilt

Tabelle 14: Statistik der täglichen Trockensubstanzaufnahme nach Prüfgruppen

Gruppe	tägl. TS-Aufnahme (kg)			1. Abschnitt			2. Abschnitt		
	Ø	s	min. max.	Ø	s	min. max.	Ø	s	min. max.
03	9,5	± 1,1	7,2 - 12,0	1)			1)		
04	7,3	± 0,7	6,2 - 8,4	6,3	± 0,9	4,8 - 7,6	8,5	± 0,7	7,4 - 9,3
05	7,7	± 0,8	6,8 - 9,2	7,0	± 1,0	5,9 - 8,9	8,4	± 0,8	7,0 - 9,7
06	8,7	± 1,4	7,3 - 12,4	8,6	± 1,2	7,4 - 11,6	8,9	± 1,8	7,0 - 13,4
07	8,0	± 0,9	6,6 - 9,3	7,7	± 1,0	6,2 - 9,4	8,3	± 1,0	7,0 - 10,1
Gesamt	8,2	± 1,2	6,2 - 12,4	7,4	± 1,3	4,8 - 11,6	8,5	± 1,1	7,0 - 13,4

1) Prüfgruppe 03 wurde auf Grund des kürzeren Prüfzeitraumes nicht unterteilt

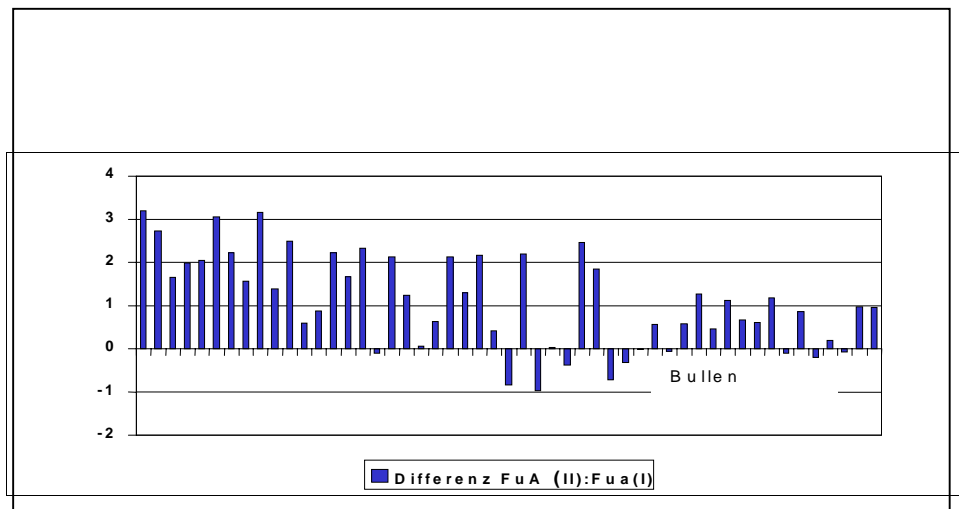


Abbildung 3: Durchschnittliche Tägliche Futteraufnahme des zweiten Abschnitts im Vergleich zum ersten Abschnitt (in kg TS)

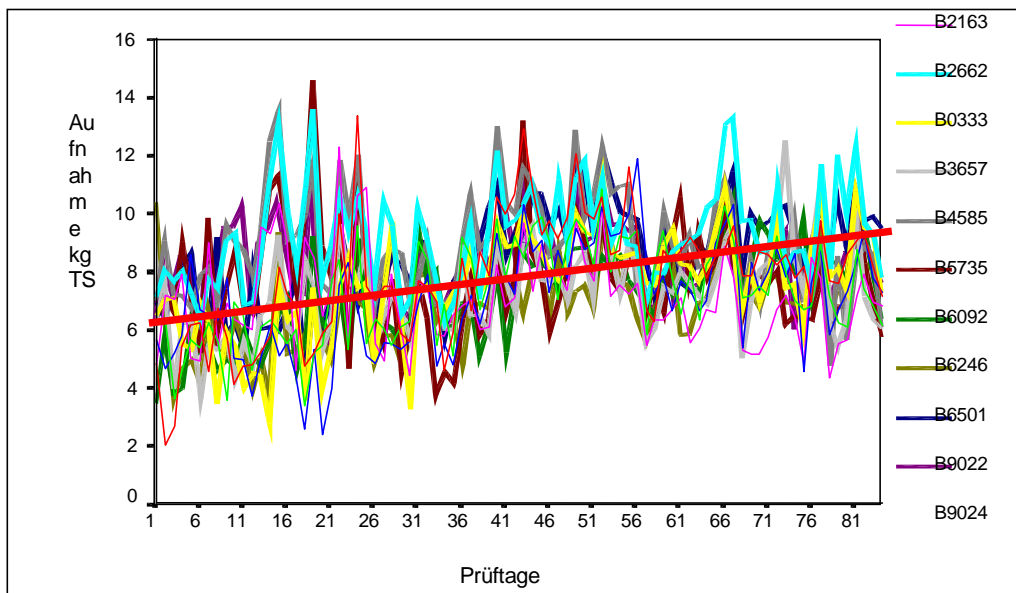


Abbildung 4: Futterkurven der Versuchsgruppe 05 (zur Verdeutlichung der täglichen Schwankungen im Futterverzehr)

Nachfolgende Abbildung 5 verdeutlicht die Unterschiede zwischen den Bullen mittels der Quartile für die mittlere TS-Aufnahme. Innerhalb der Balken liegen 50 % der Fälle. Die Linie innerhalb der Box gibt die Lage des Medians an. Je länger die Box ist, desto mehr streuen die Beobachtungswerte. Die von der Box weggehenden Linien reichen jeweils bis zum letzten Wert, der weniger als einen Interquartilbereich

außerhalb der Box liegt. Die Bullen B1012 und B2163 streuen demnach etwas stärker als die anderen Bullen. Die Abbildung zeigt auch, dass es deutliche phänotypische Unterschiede zwischen den Bullen bei diesem Merkmal gibt, was auch auf Unterschiede in der genetischen Disposition für TS-Aufnahmevermögen schließen lässt.

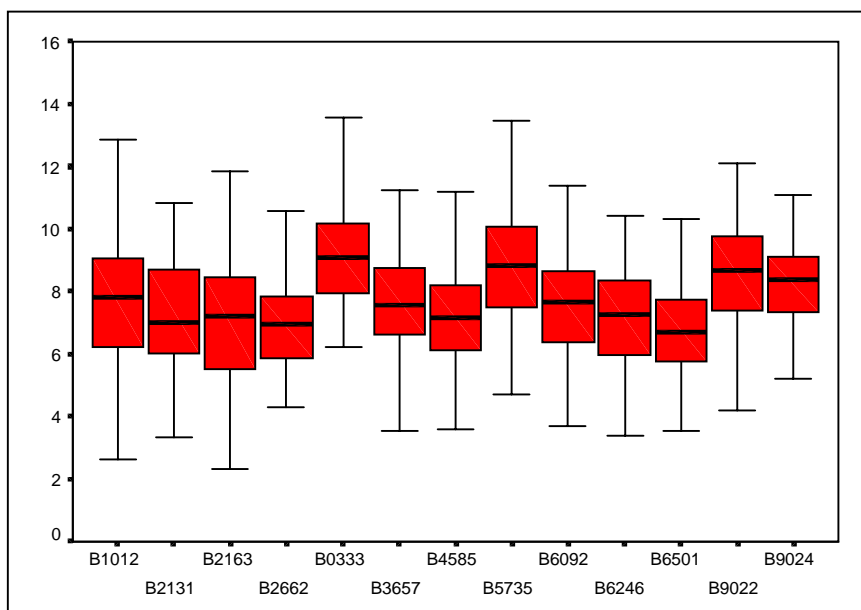


Abbildung 5: Boxplots für die tägliche TS-Aufnahme der Bullen aus Gruppe 5

3.2.3 Varianzanalytische Untersuchungen

Ziel der Prüfung auf Futtermittelverzehr ist es, Bullen zu finden, die eine genetisch bedingte höhere Futteraufnahme Kapazität haben und damit diese Veranlagung an ihre Nachkommen vererben.

Auch wenn die Prüfung unter standardisierten Bedingungen erfolgt, gibt es Einflüsse, die den genetischen Wert des Bullen verzerren können. Folgende Effekte wurden näher untersucht:

- Gruppe - In diesem Effekt sind die saisonalen Einflüsse der Prüfzeitpunkte erfasst, sowie Differenzen im Futter, in der Haltung u.s.w.

- Herkunftsbetrieb - Aufzuchtbetrieb des Bullen, Unterschiede in der Aufzucht werden erfasst
- Alter-Prüfanfang - Zur Einstellung befinden sich die Bullen nicht auf einem einheitlichen Entwicklungsniveau
Diese Unterschiede werden ausgeglichen durch Lebendmasse - Prüfanfang, Lebendmasse - Prüfende und Alter bei Prüfende
- Prüftage - Korrektur der unterschiedlich langen Prüfdauer zwischen den Gruppen.

Mit der Varianzanalyse wurde untersucht, welche der Effekte einen Einfluss auf die Futteraufnahme haben. In Tabelle 15 sind alle untersuchten Effekte sowie ihr statistischer Einfluss auf die Merkmale dargestellt.

Tabelle 15: Signifikanzprüfung möglicher Einflussfaktoren auf die Trockensubstanzaufnahme

Modell ohne Wechselwirkung	FM	FM-I	FM-II	FuA	FuA-I	FuA-II
Gruppe	***	***	***	**	*	**
Herkunftsbetrieb	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alter-Prüfanfang	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Alter-Prüfende	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lebendmasse-Prüfanfang	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lebendmasse-Prüfende	***	**	**	***	*	**
Prüftage	korr.	korr.	korr.	n.s.	n.s.	n.s.

FM = Gesamttrockensubstanzmenge im Prüfzeitraum
FuA = tägliche Trockensubstanzaufnahme

*** = $p < 0.001$, ** = $p < 0.01$, * = $p < 0.05$,
n.s. = nicht signifikant, korr. = Vorkorrektur

Von allen untersuchten Effekten hat nur die Gruppe und die Lebendmasse zum Prüfende einen signifikanten Einfluss. Das Modell wurde ohne Wechselwirkungen von Gruppe und Herkunftsbetrieb definiert, weil die Anzahl der Stufen nur etwas kleiner war als die Anzahl der Tiere.

Bei diesen geringen Tierzahlen ist es möglich, dass die Varianzen nicht korrekt aufgeteilt werden können.

3.2.4 Ergebnisse der Parameter- und Zuchtwertschätzung

Die genetischen Parameter wurden mit dem Programmpaket VCE 4.2.5 (GROENEVELD 1999) geschätzt. Für das Merkmal Futtermittelverzehr wurde ein h^2 von 0,23 geschätzt mit einem Schätzfehler von 0,034 (Tabelle 16).

Das Ergebnis liegt im Mittel der Literaturangaben. Zu beachten ist aber der geringe Stichprobenumfang.

Tabelle 16: Genetische Parameter für das Merkmal Futtermittelverzehr

Parameter	Futtermittelverzehr
Restvarianz	3,696
Additiv-genetische Varianz	1,104
Heritabilität	0,230 ± 0,034

Anhand der geschätzten Parameter wurden Zuchtwerte für die geprüften Bullen ermittelt. Die Zuchtwerte wurden auf das Mittel aller Tiere mit einer Standardabweichung von 12 und einem Mittelwert von 100 relativiert. Den höchsten Zuchtwert hat der Bulle "Amelung". Im Prüfzeitraum verzehrte der Bulle 12,35 kg Trockensubstanz (TS) je Tag. Nach Korrektur aller Einflussfaktoren betrug der naturale Zuchtwert 2,39 kg TS/Tag und der standardisierte Zuchtwert 139. Die Zuchtwerte der 10 besten und 10 schlechtesten Bullen sind der Anlage 1 zu entnehmen.

In Abbildung 6 wurde der Prüfzeitraum mit dem Ziel näher untersucht, die notwendige Prüfdauer zu ermitteln. Dazu wurde das Datenmaterial bzw. die Dauer der Prüfung in mehreren Schritten reduziert. PE-... gibt an, wie viel Tage in der Zuchtwertschätzung berücksichtigt wurden. Dabei wurde der Prüfzeitraum immer nach hinten verkürzt.

PE-10 In der Zuchtwertschätzung wurden nur die letzten 10 Tage der Prüfung berücksichtigt

PE-70 Die letzten 70 Tage bis Prüfende wurden berücksichtigt.

Mit den einzelnen Datensätzen wurde eine Zuchtwertschätzung durchgeführt und die einzelnen Zuchtwerte miteinander verglichen.

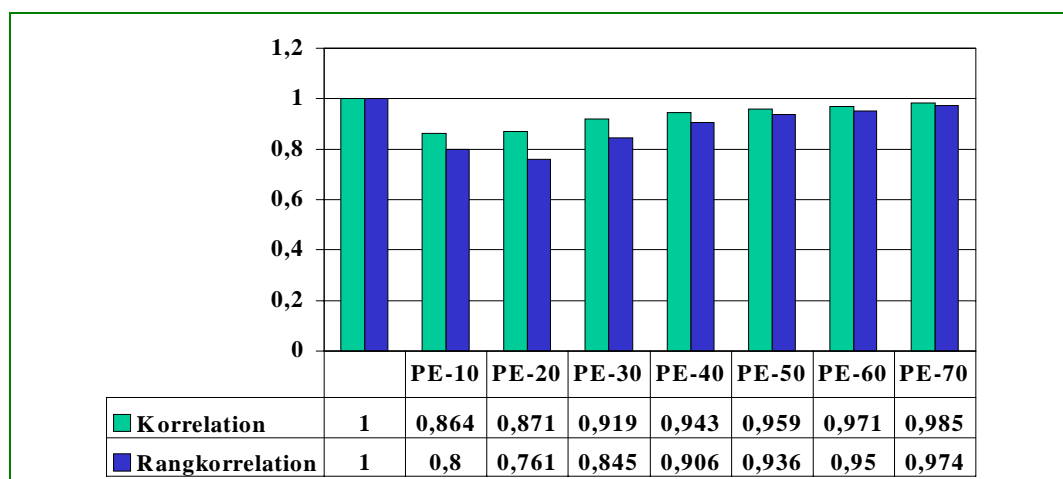


Abbildung 6: Mittlere Zuchtwerte sowie Korrelationen und Rangkorrelationen verkürzter Prüfabschnitte zu den Gesamtabschnitten

Werden in der Zuchtwertschätzung nur die letzten 10 Tage berücksichtigt (PE-10), dann beträgt die Korrelation zum Zuchtwert, in dem das gesamte Datenmaterial enthalten ist $r_{GZW:PE-10}=0,864$ bzw. der Rangkorrelationskoeffizient 0,8. Erwartungsgemäß werden die Korrelationen höher, wenn mehr Leistungen berücksichtigt werden, wobei der Anstieg nicht streng linear erfolgt.

Das entspricht auch den Erkenntnissen von WASSMUTH et al. (1999), die einen Prüfzeitraum von 200 Tagen in vier 50-Tage-Perioden unterteilen und die Korrelationen der Einzelabschnitte zum Gesamtprüfzeitraum ermittelten. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass der letzte Prüfabschnitt die höchste Korrelation zum Gesamtabschnitt hat und mindestens 40 auswertbare Tagessätze vorhanden sein müssen.

Aus den eigenen Ergebnissen geht hervor, dass zum Erreichen von Korrelationen zum Gesamtprüfzeitraum von möglichst über 0,95 mindestens die letzten 50 Tage geprüft werden sollten, unter Beachtung der Rangkorrelationen der Zuchtwerte besser die letzten 60 Tage. Der Produktionsrhythmus der ELP-Station Meißen Korbitz kommt dem entgegen. Aus der Sicht des Erkennens einer möglichst hohen Varianz der Futteraufnahme ist eine Prüfung in möglichst spätem Alter anzustreben.

Die Prüfgruppe 06 mit einem mittleren Prüfzeitraum von 274. bis 361. Lebenstag hat mit 1,8 kg TS als phänotypischer Standardabweichung die höchste Variabilität. Das Gleiche trifft für die Gesamtmenge an aufgenommener TS im Prüfzeitraum zu. Da eine Prüfung über den 365. Lebenstag aus Managementgründen ungünstig ist, sollte zumindest ein möglichst später Prüfzeitraum gewählt werden. So bietet sich als Orientierung ein Zeitraum vom 270. bis 330. Lebenstag an.

Aus der relativ gleichmäßigen Verteilung der Zuchtwerte der Bullen über alle Prüfgruppen kann geschlossen werden, dass das verwendete Modell die fixen Einflussfaktoren über die unterschiedlichen Prüfzeiträume ausreichend berücksichtigt. Eine Zuchtwertschätzung über mehrere Prüfgruppen mit unterschiedlichem Alter bei Prüfbeginn und unterschiedlichen Prüftagen erscheint demzufolge möglich. Die Spannweite der geschätzten Zuchtwerte reicht dabei bei den Naturalzuchtwerten von + 2,39 kg TS bis - 2,05 kg TS und bei den Relativzuchtwerten von 139 bis 67 Punkten. Damit ist eine sehr gute Streuung gegeben (Anhang). Tabelle 17 zeigt die Verteilung der Relativzuchtwerte aus den jeweiligen Prüfgruppen.

3.3 Kalkulation notwendiger Kapazitäten

Gegenwärtig werden im Zuchtprogramm des Sächsischen Rinderzuchtverbandes e.G. ca. 160 Bullen in der ELP-Station Meißen Korbitz geprüft. Bei einem empfohlenen Prüfzeitraum von 60 Tagen (mindestens 50 auswertbare Tagessätze) und einer Belegung der jeweiligen Prüfgruppe mit 12 bis 14 Bullen könnten bei sechs Prüfdurchgängen und der zurzeit vorhandenen Technik 72 bis 84 Bullen geprüft werden, d.h. also etwa die Hälfte des Einstallungsjahrganges.

Die Belegung der Prüfgruppe bei fünf Futterstationen mit 14 Bullen ist das Maximum, da bei weiterer Erhöhung des Tier-Fressplatz-Verhältnisses es zu verstärktem Verdrängen durch Rangunterschiede kommt. Bei Entscheidung zu einer routinemäßigen Aufnahme der Futteraufnahmeprüfung in das Prüfregime der ELP-Station Meißen Korbitz mit der Zielrichtung der Prüfung aller Probanden muss eine weitere Investition in mindestens fünf weiteren Futterstationen bzw. einer weiteren Prüfbox in ähnlicher Größe wie die derzeitige ins Auge gefasst werden (Tabelle 18).

Tabelle 17: Verteilung der Relativzuchtwerte über die Prüfgruppen

Gruppe	Zuchtwert > 100		Zuchtwert < 100	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
3	7	25,0	5	16,1
4	6	21,4	6	19,4
5	5	17,9	7	22,6
6	6	21,4	5	16,1
7	4	14,3	8	25,8
Gesamt	28	100,0	31	100,0

Tabelle 18: Kalkulation der notwendigen Kapazität für die Aufnahme der Futteraufnahmeprüfung in das Prüfregime der ELP-Station Meißen-Korbitz

Kalkulationsgröße	Pilotprojekt	Vorschlag zukünftig
Genutzte Tage pro Jahr	365	360 + 5 Servicetage
Belegung der Prüfgruppen	12 bis 14	14
Prüfboxen	1	2
Prüftage	51 bis 87	60
Futterstationen	5	10
Tier : Fressplatz – Verhältnis	1 : 2,4 bis 1 : 2,8	1 : 2,8
Mögl. Prüfdurchgänge	4 bis 7	12
Mögliche Anzahl zu prüfender Bullen pro Jahr	48 bis 98	168

3.4 Diskussion und Schlussfolgerungen – Teil Futteraufnahmeprüfung

- Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass eine Futteraufnahmeprüfung in Form der Bestimmung der täglichen Trockensubstanzaufnahme sowohl sichtbare phänotypische Varianzen als auch züchterisch verwertbare Zuchtwertdifferenzen bringt.
- Eine Zuchtwertschätzung auf der Basis eines Tiermodells mit den Faktoren - Gruppe, - Herkunftsbetrieb, - Alter zum Prüfbeginn ist für das Merkmal tägliche Trockensubstanzaufnahme möglich. Dieser Teilzuchtwert sollte in den ELP-Zuchtwert (Körindex) einbezogen werden. Da aus produktionstechnischen Gründen mit unterschiedlichen Prüfzeiträumen gearbeitet werden muss, bietet sich die tägliche TS-Aufnahme eher als Prüfmerkmal an als die Futteraufnahme im Prüfzeitraum.
- Die Datenverwendung für eine Zuchtwertschätzung sollte nach einer Eingewöhnungsphase von vier Tagen ab dem 5. Prüftag erfolgen.
- Da nach WASSMUTH (1998) eine enge Beziehung zwischen Futteraufnahme und Energieaufnahme besteht, sollte die gegenseitige Beeinflussung dieser Merkmale geprüft werden. Dazu sind regelmäßige Futteranalysen anzufertigen.
- Die Genauigkeit der Prüfung kann erhöht werden, wenn der Trockensubstanzgehalt der Ration in kurzen Abständen ermittelt und für die Umrechnung der Originalsubstanz jeweils die aktuellen Werte

benutzt werden. Im Projekt musste aus Kapazitätsgründen mit einem Mittelwert gerechnet werden, der aus mehreren Versuchsreihen ermittelt wurde.

- Die Untersuchungen bestätigen die Ergebnisse von WASSMUTH et al. (1999), dass ein möglichst später Prüfzeitraum gewählt werden sollte. Im Sinne der Kapazitätserhöhung ist eine Abschnittsprüfung mit ca. 60 Tagen und mindestens 50 auswertbaren Tagessätzen anzustreben. Da eine Prüfung über den 365. Lebenstag aus Managementgründen ungünstig ist, bietet sich als Orientierung ein Zeitraum etwa vom 270. bis 330. Lebenstag an.
- Weitere Untersuchungen zum Einfluss der Rangordnung auf die Futteraufnahme sollten folgen. Das bereits gesammelte Datenmaterial bietet dazu gute Voraussetzungen.
- Bei routinemäßiger Einbeziehung der Futteraufnahmeprüfung in das Prüfregime der ELP-Station Meißen Korbitz und der Zielrichtung der Prüfung aller Probanden ist mit weiteren Investitionen für eine zusätzliche Prüfbox und weitere fünf Futterstationen zu rechnen.
- Sollte dies nicht möglich sein, sollte zumindest die vorhandene Prüfkapazität weiter genutzt werden, um bei Vorliegen erster Töchterleistungen der geprüften Bullen Folgeuntersuchungen zu Leistungs- und funktionalen Merkmalen bei den Töchtern und damit der Einordnung der Futteraufnahmeprüfung in das sächsische Testherdensystem und Zuchtprogramm für Deutsche Holsteins durchführen zu können.

4 Literaturübersicht - Teil Fundamentstabilität

Im Jahresbericht des Sächsischen Landeskontrollverbandes e.V. 2001 werden bei der Analyse der Abgangsgründe für Klauen 13,8 % angegeben, bei steigender Tendenz seit 1995. Damit sind Fundamentprobleme hinter den Eutererkrankungen die zweithäufigste Ursache für den Abgang der Kühe aus dem Produktionsprozess (Abbildung 7).

Die gleiche Tendenz stellt DISTL (1999) für Bayern und Gesamtdeutschland fest. So verdoppelten sich die Abgänge in Bayern innerhalb der letzten 15 Jahre. Züchterische Maßnahmen für ein optimales Fundament sollten verstärkt an der Klaue ansetzen, da von dort die meisten Gesundheitsprobleme und die damit zusammenhängenden negativen Effekte für die Produktivität ausgehen.

Nach DISTL (1995) belaufen sich die Verluste durch Klauenschäden auf über 120,- DM pro Kuh und Jahr. Da die Klauenerkrankungen in der Regel auch sehr schmerzhaft sind und die Nutzungsdauer erheblich verkürzen, hat die Problematik auch eine hohe tierschützerische Relevanz. Die Verbesserung der Klauengesundheit ist demzufolge eine dringende Aufgabe. ANNACKER (1997) gibt dafür zwei generelle Möglichkeiten an:

1. Verbesserung der Umweltfaktoren und klauenrelevanten Maßnahmen des Betriebsmanagements
2. Auswahl von Tieren, die besonders gut mit den die Klauengesundheit belastenden Umweltverhältnissen fertig werden.

Die Zielrichtung der vorliegenden Untersuchung ist unter Punkt 2. einzuordnen. Von DISTL (1999) werden dazu prinzipiell zwei Selektionsstrategien auf Fundamentgesundheit angegeben, wenn eine direkte Erfassung von Diagnosen und Befunden nicht möglich oder zu schwierig ist:

- Erhebung von Beurteilungen des Fundaments und praktikablen Klauenmaßen bei erstlaktierenden Kühen und Selektion der Jungbullen anhand der Töchterinformationen
- Erhebung von Beurteilungen des Fundamentes und praktikablen Klauenmaßen bei Jungbullen und Selektion der Jungbullen

anhand ihrer Eigen- und Verwandtenleistung

DISTL (1999) gibt anhand von Untersuchungen am Deutschen Fleckvieh an, dass der relative Wert der Klauenmaße und Gliedmaßenbeurteilung bei der Selektion von Jungbullen nach ihrer Eigenleistung bei ca. 32 % zum maximale Zuchtfortschritt mittels Erhebung aller Erkrankungen bei Testbüllentöchtern liegt.

Der Selektionspfad über die Eigenleistung der Jungbullen erscheint dabei wegen des deutlich geringeren Aufwandes für die Merkmals-erhebung und des kürzeren Generationsintervalls besonders attraktiv.

Dadurch kann der Aufwand für die Merkmals-erfassung um das 10- bis 15-fache gesenkt werden. Der Hauptvorteil ergibt sich nach DISTL (1999) daraus, dass der züchterische Erfolg sehr schnell in die Population gebracht wird, da Bullen mit negativen Fundamenteigenschaften nicht in die künstliche Besamung kommen.

Als geeignete Merkmale für ein Zuchtprogramm auf Fundamentstabilität anhand von Untersuchungsergebnissen bei Kühen (Fleckvieh) werden von DISTL (1999) folgende angegeben:

- Vorderwandwinkel (Grad)
- Dorsalwandlänge (mm)
- Trachtenwandlänge (mm)
- Trachtenwandhöhe (mm)
- Fußungsfläche (cm²)
- Diagonale (mm).

Da die Untersuchungen an Bullen in den ELP-Stationen einfacher sind als bei Kühen im Melkstand, wurden bei der Fundament-erhebung bei ELP-Bullen weitere Merkmale einbezogen, die Fußungsfläche allerdings aufgrund der schwierigeren Fixierung von Bullen herausgelassen.

Als zusätzliches Merkmal ist besonders die Klauenhornhärte zu nennen, die einen hohen Bezug zur Klauengesundheit hat und mit einem Härteprüfgerät nach Shore D ermittelt wird.

In Tabelle 19 sind die Merkmale und die Heritabilitäten gegenübergestellt, die DISTL (1999) am Material aller deutschen ELP-Stationen und ANNACKER et. al. (1999) ausschließlich am Meißner Material geschätzt haben.

Tabelle 20 zeigt die gleiche Systematik für die Werte der Gliedmaßenbeurteilung.

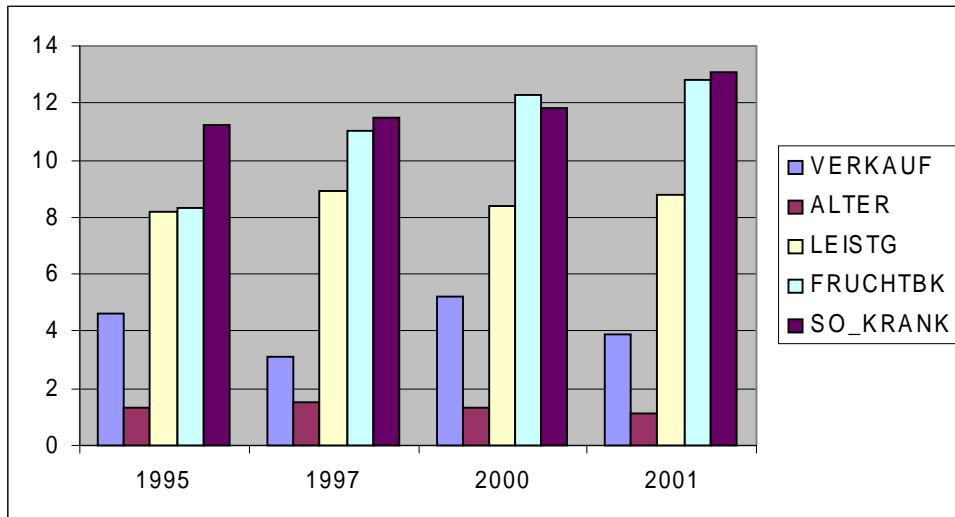


Abbildung 7: Abgangsursachen bei MLP-Kühen in Sachsen

Tabelle 19: Heritabilitäten (h^2) für Klaueneigenschaften - Gegenüberstellung der Ergebnisse von DISTL (1999) und ANNACKER et al. (1999)

Merkmal	Kurzbezeichnung	DISTL (1999)	ANNACKER et al. (1999)
		h^2	h^2
Dorsalwandlänge - vorn	DWL-vo	0,365	0,37
Dorsalwandlänge - hinten	DWL-hi	0,204	0,11
Trachtenwandlänge - vorn	TWL-vo	0,167	0,01
Trachtenwandlänge - hinten	TWL-hi	0,090	0,00
Trachtenhöhe - vorn	THO-vo	0,140	0,33
Trachtenhöhe - hinten	THO-hi	0,104	0,14
Diagonale - vorn	DIA-vo	0,530	0,45
Diagonale - hinten	DIA-hi	0,520	0,41
Vorderwandwinkel - vorn	VWW-vo	0,236	0,32
Vorderwandwinkel - hi	VWW-hi	0,248	0,00
Härte Dorsalw. vorn oben	SHDo-vo	0,192*	0,25
Härte Dorsalw. vorn Mitte	SHDo-hi		0,17
Härte Dorsalw. hinten oben	SHDm-vo	0,151*	0,01
Härte Dorsalw. hinten Mitte	SHDm-hi		0,12

* vorn und hinten zusammengefasst

Tabelle 20: Heritabilitäten (h^2) für Gliedmaßenbonituren – Gegenüberstellung der Ergebnisse von DISTL (1999) und ANNACKER et al. (1999)

Merkmal	Kurzbezeichnung	DISTL (1999)	ANNACKER et al. (1999)
		h^2	h^2
Klauenschluss - vorn	KS-vo	0,294	0,51
Klauenschluss - hinten	KS-hi	0,210	0,17
Limax - vorn	LIM-vo	0,083	0,05
Limax - hinten	LIM-hi	0,121	0,34
Dorsalwandkante - vorn	DWK-vo	0,160	0,31
Dorsalwandkante - hinten	DWK-hi	0,073	0,00
Seitenwandwinkel - vorn	SWW-vo	0,169	0,12
Seitenwandwinkel - hinten	SWW-hi	0,166	0,00
Gliedmaßenstellung - vorn	GLS-vo	0,043	0,14
Stellung der Zehen - vorn	ZS-vo	0,141	-
Hintergliedmaßen - Winkelung von hinten	GLS-hi	0,192	0,29
Hintergliedmaßen - Winkelung von der Seite	WSG-seitl.	0,132	0,34
Hintergliedmaßen - Winkelung der Fessel	WF	0,086	0,11

Die Ergebnisse zeigen bis auf wenige Ausnahmen eine relativ gute Übereinstimmung in den Tendenzen. DISTL (1999) und ANNACKER (1999) schlussfolgern, dass mit den geschätzten Heritabilitäten eine wirksame züchterische Selektionsarbeit möglich ist. DISTL (2001) stellt hohe Beziehungen zwischen Klauen-, Härte- und Beurteilungsmaßen zum RZN fest ($r_{zw} > 0,4$). Die Untersuchungen lassen auch erkennen, dass weibliche Verwandte von Jungbullen mit größeren Klauenmaßen eine längere funktionale Nutzungsdauer haben. ANNACKER et al. (1999) verbanden die Analyse bei ELP-Bullen mit Verwahrbullen. Sie stellten eine gute Übereinstimmung der Variabilität der Merkmale fest. Für eine zukünftige Zuchtwertschätzung schlagen sie aus der Sicht der Erbllichkeit folgende Merkmale vor:

- Dorsalwandlänge
- Trachtenhöhe
- Diagonale
- Klauenhornhärte oben
- Klauenschluss
- Limaxbildung.

Dabei sollten Mehrmerkmalszuchtwerte getrennt für Vorder- und Hintergliedmaßen geschätzt und zu einem Gesamtzuchtwert zusammengefasst werden. Aus den höheren Heritabilitätswerten der Merkmale der Vordergliedmaßen und den genetischen Korrelationen zwischen Vorder- und Hintergliedmaßen

schlussfolgert DISTL (2001), dass die Maße der Vordergliedmaßen für eine zuverlässige Selektion ausreichen. In Verbindung mit der Klauenhornhärte an der Dorsalwandmitte und den Beurteilungsmaßen sollten folgende Klauenmaße in eine Zuchtwertschätzung eingehen:

- Trachtenwandlänge - vorn
- Diagonale - vorn
- Trachtenhöhe - vorn
- Vorderwandwinkel - vorn
- Dorsalwandlänge - vorn.

Hierbei sind im Sinne der Aufwandsminimierung noch weitere klärende Untersuchungen erforderlich.

5 Eigene Untersuchungen - Teil Fundamentstabilität

5.1 Vorbemerkungen

Die Datenerfassung zur Bestimmung der Fundamentstabilität erfolgt in der ELP-Station Meißen Korbitz bereits seit 1996 im Rahmen eines von DISTL (1996) initiierten Programms der Tierärztlichen Hochschule Hannover. Von Mitarbeitern der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) wurden gemeinsam mit Mitarbeitern der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) nach dem System DISTL (1996) Klauen und Fundamentmerkmale in der

ELP-Station Meißen Korbitz erhoben. Bis Ende des Jahres 2000 wurden in Meißen auch die Bullen des Landesverbandes Thüringer Rinderzüchter aufgezogen. Deshalb erfolgte bis zu diesem Zeitpunkt die Beurteilung entweder im Wechsel oder gemeinsam mit der TLL. Sowohl von DISTL (1999) an der TH Hannover als auch ANNACKER et al. (1999) an der TLL wurden Modelle zur Zuchtwertschätzung auf Klauengesundheit entwickelt. Die Zuchtwertschätzung mit dem vorliegenden Untersuchungsmaterial wurde mit letzterem Modell durchgeführt.

Gegenstand der vorliegenden Untersuchungen waren aufgrund der genannten Vorleistungen weniger das methodische Vorgehen bei der Merkmalserfassung und der anschließenden Zuchtwertschätzung, sondern die Übersicht über die bisherigen Ergebnisse und die Prüfung der Möglichkeit der Einbeziehung dieser Art von Leistungsprüfung in das Prüfregime der ELP-Station Meißen Korbitz. Deshalb wird die Methodik nur kurz angerissen.

5.2 Material und Methode

5.2.1 Tiermaterial

Seit Beginn des Programms am 22.01.1996 bis zum Stichtag 11.06.2002 wurden 977 Bullen nach definiertem Schema (DISTL, 1996) durch Mitarbeiter der LfL und bis 2000 (im Wechsel mit Mitarbeitern der TLL) in der ELP-Station Meißen Korbitz beurteilt. Davon gehörten 670 dem Sächsischen Rinderzuchtverband e.G. (SRV) und 307 dem Landesverband Thüringer Rinderzüchter e.V. (LTR).

Da die gemeinsame ELP mit Beginn des Jahres 2001 aufgegeben wurde (der LTR zieht seine Bullen seit diesem Zeitpunkt in der Station Dornburg auf), beziehen sich die nachfolgenden Statistiken nur auf die sächsischen Bullen.

Tabelle 21 gibt einen Überblick über die Anzahl gemessener und beurteilter sächsischer Bullen nach Prüfjahren.

Die Tiere verteilen sich auf 198 Bullenväter. Tabelle 22 zeigt die Häufigkeitsverteilung nach Vätern. 96 Bullenväter (48,5 %) haben nur einen Sohn im Material. Ab fünf Söhnen sind es 41 Väter. Mit 21 die höchste Anzahl Söhne im Projekt hatte der Bullenvater Cash 501382. Es folgen die Bullen Dombinator 504222 (19 Söhne), Clown 830122 (18 Söhne) und Fatal 504449 (17 Söhne) mit jeweils mehr als 15 Söhnen.

Tabelle 21: Übersicht über das Tiermaterial nach Prüfjahrgängen

Prüfjahr	n Bullen	%
1996	69	10,3
1997	119	17,8
1998	101	15,1
1999	103	15,4
2000	98	14,6
2001	139	20,7
2002 bis Halbjahr	41	6,1
Gesamt	670	100,0

Tabelle 22: Häufigkeit der Bullenväter im Untersuchungsmaterial

n Söhne	Häufigkeit der Bullenväter	%	n Söhne	Häufigkeit der Bullenväter	%
1	96	48,5	11	3	1,5
2	30	15,2	12	1	,5
3	20	10,1	14	3	1,5
4	12	6,1	15	3	1,5
5	3	1,5	17	1	,5
6	6	3,0	18	1	,5
7	2	1,0	19	1	,5
8	6	3,0	21	1	,5
9	4	2,0			
10	5	2,5	Gesamt	198	100,0

5.2.2 Methode

Datenerfassung

Die Methode der Datenerfassung richtete sich gemäß des Beschlusses des Arbeitskreises Stationsprüfung Rind der ADR nach dem von DISTL (1996) vorgestellten System. Dabei werden an den in Abbildung 8 ersichtlichen Punkten der Klaue die entsprechenden Maße (Abbildung 9) erfasst und die bereits im

Literaturteil aufgeführten Gliedmaßeigenschaften mittels eines Notensystems von 1 bis 9 linear beschrieben.

Auf eine detaillierte Beschreibung der Datenerfassung wird an dieser Stelle verzichtet, da dies schon mehrfach publiziert wurde. Das System der Gliedmaßenbonituren ist auch aus dem anhängenden Bewertungsprotokoll (Anlage 2) ersichtlich.

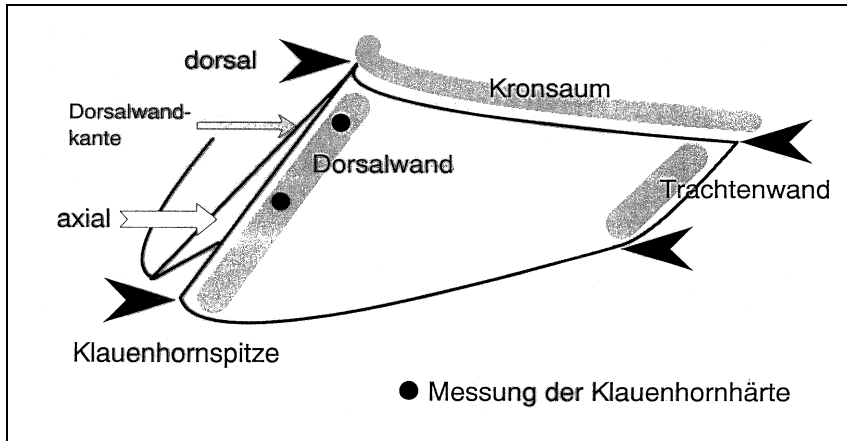


Abbildung 8: Messpunkte an der Klaue (nach ANNACKER, 2001)

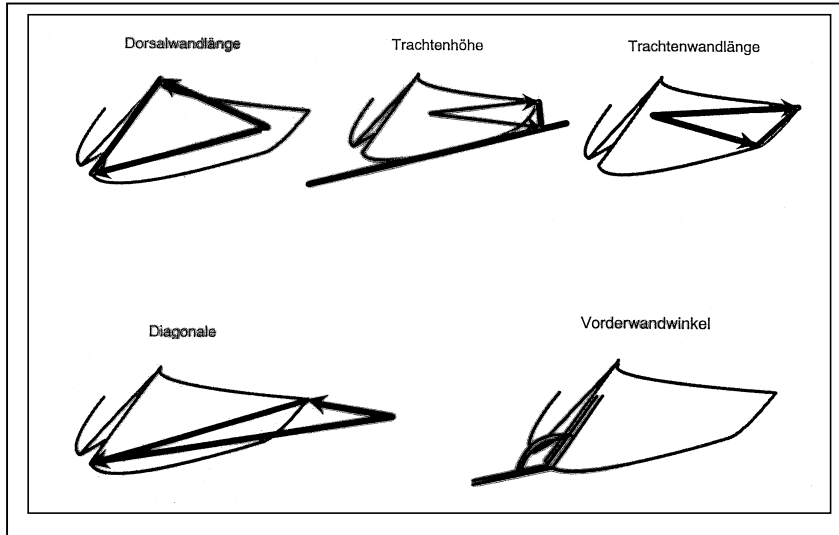


Abbildung 9: Längenmaße und Vorderwandwinkel an der Klaue (nach ANNACKER, 2001)

In Tabelle 23 sind die verwendeten Gerätschaften zur Erhebung der einzelnen Merkmale aufgeführt.

Mehrmerkmals-Tiermodell
systematische Einflussfaktoren: Messdatum, Prüfalter

Tabelle 23: Gerätschaften zur Erfassung der Klauenmaße

Merkmal	Gerät
Dorsalwandlänge	Spitzzirkel, Metalllineal
Trachtenwandlänge	Spitzzirkel, Metalllineal
Trachtenwandhöhe	Spitzzirkel, Metalllineal
Diagonale	Spitzzirkel, Metalllineal
Dorsalwandwinkel	Winkelmesser
Klauenhärte	Härteprüfgerät nach Shore

Der zeitliche Aufwand beläuft sich auf ca. 5 bis 7 min pro Bulle für den Messvorgang.

Die Vorbereitung sowie Wegzeiten für das Stallpersonal sind dabei nicht berücksichtigt.

Zuchtwertschätzung

Die Zuchtwertschätzung für die genannten Merkmale wurden dankenswerterweise an der TLL (Dr. GERNAND) vorgenommen.

Der Schätzung liegt das Modell von ANNACKER et al. (1999) zugrunde, das folgend definiert ist:

$$RZW_i = \frac{ZW_i - \bar{x}_{zwi}}{S_{zwi}} \times 12 + 100$$

RZW_i = Relativzuchtwert im Merkmal i
 ZW_i = Zuchtwert des Bullen im Merkmal i
 \bar{x}_{zwi} = Mittelwert der Zuchtwerte im Merkmal i
 S_{zwi} = Standardabweichung der Zuchtwerte im Merkmal i

5.3 Ergebnisse

5.3.1 Statistische Übersicht über die Merkmale

Die Tabellen 24 und 25 beinhalten die Übersichtsstatistik zu den erfassten objektiven Klauenmaßen und den Fundamentbeurteilungen. In der Station Meißen Korbitz nicht erfasst wurde die Fußungsfläche. Der Vorderwandwinkel wurde an einer Teilmenge (407) Bullen ermittelt. Sowohl die Klauenmaße als auch die Fundamentnoten zeigen eine gute phänotypische Streuung und lassen damit auch eine züchterisch nutzbare genetische Variabilität erwarten. Außer bei der Trachtenhöhe zeigen die Merkmale an den Hintergliedmaßen eine höhere Standardabweichung. Das setzt sich bei den Merkmalen fort, für die Fundamentnoten vorn und hinten vergeben werden.

Tabelle 24: Übersichtsstatistik über die erfassten objektiven Klauenmaße (n = 670)

Merkmal	Maßeinheit	min.	max.	ξ	s
Dorsalwandlänge - vorn	mm	46	86	66,89	6,12
Dorsalwandlänge - hinten	mm	40	93	70,07	6,59
Vorderwandwinkel - vorn	Grad	35	65	53,01	4,15
Vorderwandwinkel - hinten	Grad	40	78	53,11	4,21
Trachtenwandlänge - vorn	mm	31	70	50,04	6,05
Trachtenwandlänge- hinten	mm	23	73	42,63	6,28
Trachtenhöhe - vorn	mm	20	62	39,42	6,33
Trachtenhöhe - hinten	mm	15	55	31,81	6,00
Diagonale - vorn	mm	91	160	130,62	7,78
Diagonale -hinten	mm	105	145	125,90	6,98
Härte Dorsalw. vorn oben	Score	10	84	55,150	11,71
Härte Dorsalw. vorn Mitte	Score	15	95	67,93	11,15
Härte Dorsalw. hinten oben	Score	20	80	50,46	11,86
Härte Dorsalw. hinten Mitte	Score	20	90	65,03	11,40

Tabelle 25: Übersichtsstatistik über die Ergebnisse der Fundamentbeurteilung (Noten)

Merkmale	min.	max.	ξ	s
Klauenschluss - vorn	1	9	4,22	2,07
Klauenschluss - hinten	1	9	4,32	2,12
Limax - vorn	1	8	2,25	1,65
Limax - hinten	1	9	2,67	1,92
Dorsalwandkante - vorn	1	8	3,18	1,79
Dorsalwandkante - hinten	1	7	2,14	1,32
Seitenwandwinkel - vorn	1	8	4,31	1,01
Seitenwandwinkel - hinten	1	8	4,97	1,08
Gliedmaßenstellung - vorn	3	8	5,55	0,68
Stellung der Zehen - vorn	3	9	6,40	0,81
Hintergliedmaßen - Winkelung von hinten	2	9	5,69	0,95
Hintergliedmaßen - Winkelung von der Seite	2	9	5,44	1,29
Hintergliedmaßen - Winkelung der Fessel	1	9	5,39	1,38

In Tabelle 26 sind die phänotypischen Korrelationen zwischen den Klauenmaßen an den Vorder- und Hintergliedmaßen aufgeführt. Alle Korrelationen sind im positiven Bereich.

Erwartungsgemäß signifikant mittlere bis höhere phänotypische Korrelationen bestehen zwischen der Dorsalwandlänge vorn und hinten, der Diagonale vorn und hinten und der Trachtenhöhe vorn und hinten. Eine deutlich positive Korrelation ist auch zwischen Dorsalwandlänge vorn und

Diagonale hinten sowie umgedreht zwischen Dorsalwandlänge hinten und Diagonale vorn festzustellen.

Bei den Härtewerten gibt es nachstehende phänotypische Beziehungen (Tabelle 27).

Die Korrelationen liegen alle im mittleren positiven Bereich. Sie sind aber nicht so hoch, um daraus das Weglassen der Erfassung an Hinter- oder Vordergliedmaßen bzw. an den Messpunkten oben oder Mitte ableiten zu können.

Tabelle 26: Phänotypische Korrelationen zwischen den Maßen an Vorder- und Hinterklauen

Merkmal	DWL_hi	TWL_hi	THO_hi	DIA_hi	VWW_HI
DWL_vo	,534 **	,114 **	,154 **	,394 **	-,088 n.s.
TWL_vo	,208 **	,345 **	,137 **	,210 **	,028 n.s.
THO_vo	,201 **	,129 **	,400 **	,235 **	-,027 **
DAI_vo	,398 **	,150 **	,246 **	,629 **	-,152 **
VWW_vo	-,138 **	,096 *	,019 n.s.	-,143 **	,284 **

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 27: Phänotypische Korrelationen zwischen den Härtemaßen an den Vorder- und Hinterklauen

Merkmal	SHDo_vo	SHDm_vo	SHDo_hi	SHDm_hi
SHDo_vo		,499 **	,391 **	,372 **
SHDm_vo	,499 **		,262 **	,413 **
SHDo_hi	,391 **	,262 **		,449 **
SHDm_hi	,372 **	,413 **	,449 **	

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 28: Phänotypische Korrelationen zwischen der Fundamentbeurteilung an Vorder- und Hintergliedmaßen

Merkmal	KS_hi	LIM_hi	DWK_hi	SWW_hi	GLS_hi	WGS_seitl	WF
KS_vo	,525 **	,228 **	,254 **	-,128 **	,029 n.s.	,108 **	,242 **
LIM_vo	,289 **	,601 **	,201 **	-,098 *	,067 n.s.	,090 *	,166 **
DWK_vo	,221 **	,237 **	,630 **	-,097 *	-,055 n.s.	,150 **	,094 *
SWW_vo	-,109 **	-,120 **	-,019 n.s.	,277 **	-,042 n.s.	-,012 n.s.	-,026 n.s.
GLST_vo	,116 **	,110 **	,011 n.s.	-,068 n.s.	,096 *	,033 n.s.	,076 *
ZS_vo	,064 **	,024 n.s.	,057 n.s.	-,098 *	,144 **	,026 n.s.	-,023 n.s.

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Gleichfalls die Beziehungen zwischen Vorder- und Hintergliedmaßen gibt die Korrelationstabelle zu den Fundamentnoten, Tabelle 28, an. Höhere positive Korrelationen gibt es erwartungsgemäß zwischen den Merkmalen Klauenschluss vorn und hinten, dem Befall mit Limax vorn und hinten und der Dorsalwandkrümmung vorn und hinten, während es z.T. schwach negative bzw. indifferente Beziehungen zwischen den Noten für die Gliedmaßenstellung vorn und hinten gibt.

Aus den phänotypischen Korrelationen ist nicht eindeutig eine Reduzierung der Merkmale bzw. eine ausschließliche Konzentration auf Vorder-

oder Hintergliedmaßen abzuleiten. Hier sollten weitere Untersuchungen anhand der genetischen Korrelationen Aufschluss bringen.

5.3.2 Ergebnisse der Zuchtwertschätzung

Mit dem unter Punkt 5.3.1 genannten BLUP-Tiermodell (ANNACKER et al., 1999) konnten für 613 Bullen mit ausreichenden verwandtschaftlichen Verknüpfungen Zuchtwerte für folgende Klauen- und Fundamentmerkmale geschätzt werden:

- Dorsalwandlänge vorn und hinten
DWL_vo/DWL_hi

- Trächtenhöhe THO_vo/THO_hi vorn und hinten
- Diagonale DAI_vo/DIA_hi vorn und hinten
- Härte oben SHDo_vo/SHDo_hi vorn und hinten
- Klauenschluss KS_vo/KS_hi vorn und hinten
- Limax LIM_vo/LIM_hi vorn und hinten

die geschätzten Zuchtwerte eine Varianz aufweisen, die eine erfolgreiche züchterische Bearbeitung der untersuchten Klauen- und Fundamentmerkmale erwarten lassen. Bei den meisten Zuchtwerten werden Spannweiten von +/- 3 Standardabweichungen erreicht.

Aus Tabelle 29 ist die statistische Übersicht über die Naturalzuchtwerte ersichtlich. Die Naturalzuchtwerte weisen eine hohe Variation auf. Um eine bessere Vergleichbarkeit mit den üblicherweise auf 12 Punkte standardisierten Zuchtwerten für Leistungs- und andere zentral geschätzte funktionale Merkmale zu ermöglichen, wurden auch die Klauen- und Fundamentzuchtwerte auf einen Mittelwert von 100 Punkten und eine Standardabweichung von 12 Punkten relativiert. Hier wird die Variabilität besser deutlich (Tabelle 30).

Die Beziehungen zwischen den Zuchtwerten der gleichen Merkmale der Vorder- und Hintergliedmaßen werden in Tabelle 31 in Form der Rangkorrelationskoeffizienten nach SPEARMAN dargestellt. Je kleiner der Koeffizient ist, desto größer sind die Rangverschiebungen zwischen den Zuchtwerten.

Am stärksten streuen die Zuchtwerte für Dorsalwandlänge hinten und Diagonale vorn. Auch die Zuchtwerte für Limax bringen eine beachtliche Variabilität in diesem Merkmal zum Ausdruck. Insgesamt ist einzuschätzen, dass

Es ist zu erkennen, dass es bei allen gleichen Merkmalen zwischen den Vorder- und Hintergliedmaßen (Diagonale) größere Rangverschiebungen gibt. Besonders hoch sind diese Rangverschiebungen bei den Härtewerten. Allerdings wird gerade bei diesem Merkmal auch ein höherer Messfehler vermutet, da die Ergebnisse stark vom Zeitpunkt des letzten Klauenschnitts und vom handwerklichen Geschick des Messenden abhängen.

Die Schätzung von getrennten Zuchtwerten für Vorder- und Hintergliedmaßen, wie von ANNACKER et al. (1999) gefordert, erscheint deshalb gerechtfertigt.

Tabelle 29: Übersicht über die geschätzten Naturalzuchtwerte für Klauenmaße getrennt nach Vorder- und Hintergliedmaßen (n = 613)

Merkmal	min.	max.	Ø	s
DWL_vo	-,75	,62	,02434	,1903
DWL_hi	-,60	,62	-,00723	,1978
THO_vo	-,58	,81	-,00232	,2011
THO_hi	-,70	,68	-,00685	,2233
DIA_vo	-1,27	,82	-,04497	,2807
DIA_hi	-,73	,67	-,05060	,2486
SHDo_vo	-9,87	7,54	,27270	2,8301
SHDo_hi	-8,72	8,61	- ,1496	2,7153
KS_vo	-3,88	3,90	,1362	1,2161
KS_hi	-2,80	3,41	-1,0800	1,0275
LIM_vo	-,94	1,60	,03284	,3648
LIM_hi	-1,16	1,60	,02434	,4372

Tabelle 30: Übersicht über die geschätzten Relativzuchtwerte für Klauenmaße getrennt nach Vorder- und Hintergliedmaßen

Merkmal	min.	max.	Ø	s
DWL_vo	54	136	100,20	11,42
DWL_hi	64	137	99,93	11,87
THO_vo	66	146	99,58	11,49
THO_hi	66	134	100,31	11,16
DIA_vo	47	133	100,87	11,62
DIA_hi	68	132	99,28	11,47
SHDo_vo	58	130	99,68	11,67
SHDo_hi	63	136	100,52	11,39
KS_vo	61	132	100,25	11,74
KS_hi	62	135	97,51	11,40
LIM_vo	48	130	98,25	11,83
LIM_hi	57	129	98,63	11,40

Tabelle 31: Rangkorrelationen zwischen den Teilzuchtwerten der Vorder- und Hintergliedmaßen nach SPEARMAN

Merkmal	DWL_hi	THO_hi	DIA_hi	SHDo_hi	KS_hi	LIM_hi
DWL_vo	,408 **	-,054 n.s.	,271 **	-,029 n.s.	-,067 n.s.	-,096 *
THO_vo	,051 n.s.	,305 **	,181 **	,048 n.s.	,192 **	,151 **
DIA_vo	,361 **	,047 n.s.	,555 **	,090 *	,015 n.s.	-,154 **
SHDo_vo	-,036 n.s.	-,017 n.s.	-,044 n.s.	,213 **	-,088 *	-,142 **
KS_vo	,133 **	,237 **	,301 **	,141 **	,304 **	,187 **
LIM_vo	,048 n.s.	,264 **	,105 **	-,002 n.s.	,343 **	,332 **

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

ANNACKER et al. (1999) beschreiben die Zusammenfassung der Teilzuchtwerte für die Merkmale der Vorder- und Hintergliedmaßen jeweils zu einem Teilindex vorn und Teilindex hinten. Aus diesen wurde dann ein Gesamtindex (Gesamtzuchtwert) berechnet. Auch diese Berechnung wurde am vorliegenden Material durchgeführt. Tabelle 32 zeigt die Streuung der Teilindize und des Gesamtzuchtwertes.

Auch hierbei werden züchterisch interessante Differenzen sichtbar, so dass geschlossen werden kann, dass eine Zuchtwertschätzung auf Fundamentstabilität bzw. Klauengesundheit bei Einbeziehung in das Selektionssystem im Rahmen eines Zuchtprogramms für Deutsche Holsteins eine Verbesserung dieser wichtigen funktionalen Merkmale erwarten lässt.

Tabelle 32: Übersicht über die berechneten Teilindize für Vorder- und Hintergliedmaßen und den Gesamtzuchtwert

Merkmal	min.	max.	ξ	s
RZW_V	64	132	99,84	11,809
RZW_H	45	138	95,94	16,82
RZK	48	144	99,90	16,52

RZW_V = Teilindex vorn
RZW_H = Teilindex hinten
RZK = Relativzuchtwert Klauen

Hinsichtlich der Berechnung von Zuchtwerten für Klauengesundheit gibt es in Deutschland, wie bereits erwähnt, Forschungsleistungen an der Tierärztlichen Hochschule Hannover und an der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. Am VIT Verden wurden Vorarbeiten zur Etablierung einer zentralen Zuchtwertschätzung auf Fundamentmerkmale getätigt und ein gängiges System unter Verwendung des Modells von DISTL entwickelt.

Leider konnten sich die deutschen Zuchtverbände noch nicht auf ein einheitliches Vorgehen und die entsprechende Finanzierung einigen. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass eine Zuchtwertschätzung für Fundamentmerkmale aus den Daten der ELP-Stationen möglich ist.

Da es nach DISTL (1999) positive Korrelationen zwischen den Zuchtwerten für Fundamentstabilität der Bullen und der „Funktionalen Nutzungsdauer“ der Töchter gibt, sollten die dazugehörigen Merkmale im Rahmen der ELP geprüft werden.

5.4 Diskussion und Schlussfolgerungen - Teil Fundamentstabilität

- Sowohl die Klauenmaße als auch die Fundamentnoten zeigen eine gute phänotypische Streuung und lassen damit auch eine züchterisch nutzbare genetische Variabilität erwarten.
- Außer bei der Trachtenhöhe haben die Merkmale an den Hintergliedmaßen eine höhere Standardabweichung. Das setzt sich bei den Merkmalen fort, für die Fundamentnoten vorn und hinten vergeben werden.
- Die phänotypischen Korrelationen zwischen den Klauenmaßen an den Vorder- und Hintergliedmaßen sind alle im positiven Bereich.
- Allerdings ist aus den phänotypischen Korrelationen nicht eindeutig eine Reduzierung der Merkmale bzw. eine

ausschließliche Konzentration auf Vorder- oder Hintergliedmaßen abzuleiten. Hier sollten weitere Untersuchungen Aufschluss bringen.

- Sowohl die geschätzten Naturalzuchtwerte als auch die Relativzuchtwerte weisen eine Variabilität auf, die eine erfolgreiche züchterische Bearbeitung der untersuchten Klauen- und Fundamentmerkmale erwarten lässt. Bei den meisten Zuchtwerten werden Spannweiten von +/- 3 Standardabweichungen erreicht.
- Die Rangkorrelationen zwischen den Zuchtwerten der gleichen Merkmale der Vorder- und Hintergliedmaßen belaufen sich fast alle im mittleren bis niedrigen Bereich. Die Ergebnisse von DISTL (1999) und ANNACKER (1999) sind dabei widersprüchlich. Während DISTL die Reduzierung der Datenerhebung auf die Vordergliedmaßen vorschlägt, empfiehlt ANNACKER die getrennte Zuchtwertschätzung für die Merkmale an den Vorder- und Hintergliedmaßen. Die eigenen Ergebnisse unterstützen die getrennte Betrachtung von Vorder- und Hintergliedmaßen. Hier sind weitere klärende Untersuchungen zu fordern. Aus der Sicht des Aufwandes ist eine Reduzierung der Merkmale anzustreben.
- Auch bei der Zusammenfassung der Merkmale zu Teilindizes für Vorder- und Hintergliedmaßen sowie der Berechnung eines Gesamtzuchtwertes für Fundamentstabilität werden züchterisch interessante Differenzen sichtbar, so dass geschlossen werden kann, dass eine Zuchtwertschätzung auf Fundamentstabilität bzw. Klauengesundheit bei Einbeziehung in das Selektionssystem im Rahmen eines Zuchtprogramms für Deutsche Holsteins eine Verbesserung dieser wichtigen funktionalen Merkmale erwarten lässt.
- Einer zentralen Zuchtwertschätzung unter Verwendung der Daten aus allen deutschen ELP-Stationen mit Prüfung der Rasse Deutsche Holsteins sollte aufgrund der besseren Verknüpfung der Daten über die

verwandtschaftlichen Beziehungen der Vorzug gegeben werden. Sollte diese länderübergreifende Zusammenarbeit nicht zustande kommen, sollte zumindest die gemeinsame Zuchtwertschätzung mit dem Bundesland Thüringen angestrebt werden.

- Um den Selektionserfolg bei Jungbullen im Rahmen der ELP besser abschätzen zu können, sollte eine Erfassung der Klauengesundheit an der weiblichen Population erfolgen. Im Sinne der Aufwandsminimierung bieten sich dazu die regelmäßigen Klauenschnitte durch geschultes Personal der Klauenpflegergenossenschaften an.

6 Weiterentwicklung des Körindex

Die beschriebenen Zuchtwerte für Futteraufnahme und Fundamentstabilität bringen wichtige Detailinformationen bei einer Vorauswahl der Bullen für den Testeinsatz.

Da zu den Körterminen bereits ein so genannter, von der LfL erarbeiteter Körindex als Gesamtzuchtwert geschätzt wird, bietet sich die Integration dieser beiden neuen Zuchtwerte in den Körindex an.

Die Zuchtwertschätzung erfolgt auf der Basis eines Tiermodells mit folgender Definition:

$$y_{ij} = HJS_i + a_j + e_{ij}$$

dabei bedeuten

- y_{ij} = Beobachtungswert des Merkmals
- HJS_i = Herden-Jahres-Saisoneffekt;
- a_j = additiver genetischer Effekt des Tieres;
- e_{ij} = zufälliger Resteffekt.

Mit Aufnahme der beiden neuen Zuchtwerte für Futteraufnahme und Fundamentstabilität könnte folgende Gewichtung in Anwendung kommen:

- Pedigree-Zuchtwert Milch 70 %
- Fundament-Zuchtwert 10 %
- Zuchtwert für Futteraufnahme 10 %
- Index für Äußere Erscheinung 5 %
- Wachstumsindex 5 %.

Dabei sollte die Leistungsprüfung auf Äußere Erscheinung am Körtag vom Notensystem 1 bis 9 auf das 100-Punkte-System analog der Klassifizierung der weiblichen Population umgestellt werden. Es könnten dann Punkte für die Merkmale Milchcharakter und Körperbau vergeben werden und diese mit den Elternzuchtwerten für Exterieur zu einem Index Äußere Erscheinung verrechnet werden. Weiterführende Untersuchungen mit Simulationsrechnungen zu möglichen Varianten und den erreichbaren Zuchtfortschritten sind an dieser Stelle zu fordern.

Der Körindex wird bisher aus drei Teilzuchtwerten berechnet:

- | | | |
|----|---|--|
| a) | Pedigreeindex
0,85 | berechnet aus den Milchzuchtwerten der Eltern |
| | | $\frac{RZM_{\text{Vater}} + RZM_{\text{Mutter}}}{2}$ |
| b) | Wachstumsindex
0,05 | berechnet aus der Prüftagszunahme (PTZ), Kreuzbeinhöhe (KBH) und Brusttiefe (BT) am 365. LT |
| | | $0,7 * PTZ + 0,1 * KBH + 0,2 * BT$ |
| c) | Index für Äußere
Erscheinung
0,10 | berechnet aus der Note am Körtag für Typ, dem RZE des Vaters und der Exterieur-Einstufung der Mutter |
| | | $0,2 * Typ + 0,5 * RZE_{\text{Vater}} + 0,3 * EINST_{\text{Mutter}}$ |

7 Zusammenfassende Schlussfolgerungen und Ausblick

- Eine Zuchtwertschätzung auf der Basis eines Tiermodells mit den fixen Faktoren - Gruppe, - Herkunftsbetrieb und - Alter zum Prüfbeginn ist für das Merkmal *tägliche Trockensubstanzaufnahme* möglich und bringt züchterisch nutzbare Zuchtwertdifferenzen.
- Die Untersuchungen bestätigen die Ergebnisse von WASSMUTH et al. (1999), dass ein möglichst später Prüfzeitraum für die Futteraufnahmeprüfung gewählt werden sollte. Im Sinne der Kapazitätserhöhung ist eine Abschnittsprüfung mit ca. 60 Tagen und mindestens 50 auswertbaren Tagesätzen anzustreben. Da eine Prüfung über den 365. Lebensstag aus Managementgründen ungünstig ist, bietet sich als Orientierung ein Zeitraum etwa vom 270. bis 330. Lebensstag an.
- Sowohl die Klauenmaße als auch die Fundamentnoten zeigen eine gute phänotypische Streuung und lassen damit auch eine züchterisch nutzbare genetische Variabilität erwarten.
- Bei der Schätzung eines Gesamtzuchtwertes für Fundamentstabilität werden züchterisch interessante Differenzen sichtbar, so dass geschlussfolgert werden kann, dass eine Zuchtwertschätzung auf Fundamentstabilität bzw. Klauengesundheit bei Einbeziehung in das Selektionssystem im Rahmen eines Zuchtprogramms für Deutsche Holsteins eine Verbesserung dieser wichtigen funktionalen Merkmale erwarten lässt.
- Einer zentralen Zuchtwertschätzung unter Verwendung der Daten aus allen deutschen ELP-Stationen mit Prüfung der Rasse Deutsche Holsteins sollte aufgrund der besseren Verknüpfung der Daten über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Vorzug gegeben werden. Sollte diese länderübergreifende Zusammenarbeit nicht zustande kommen, sollte zumindest die gemeinsame Zuchtwertschätzung mit dem Bundesland Thüringen angestrebt werden.
- Die beschriebenen Zuchtwerte für Futteraufnahme und Fundamentstabilität bringen wichtige Detailinformationen bei einer Vorauswahl der Bullen für den Testeinsatz. Da zu den Körterminen bereits ein so genannter, von der LfL erarbeiteter Körindex als Gesamtzuchtwert geschätzt wird, bietet sich die Integration dieser beiden neuen Zuchtwerte in den Körindex an. Die vorgeschlagene Wichtung sollte in der

Arbeitsgruppe Leistungsprüfung/Zuchtwertschätzung Rind diskutiert werden.

- Neben der Erfassung der Futteraufnahme und der Klauenmaße, fordert KALM (1997) zur Prüfung von Merkmalen auf, die auf eine ökonomisch sinnvolle Verlängerung der Nutzungsdauer abzielen und für deren Prüfung in Prüfstationen günstige Voraussetzungen bestehen. Dafür nennt der Autor:
 - Die Rangordnung der Bullen in Gruppenhaltung (ranghöhere Tiere haben längere Fresszeiten und häufig eine hohe Futteraufnahme, rangniedere Tiere zeigen Schwächen in der Immunabwehr und können damit krankheitsanfälliger sein).
 - Entwicklung eines Konstitutionstestes (Hohe Milchleistungen in der Laktationsspitze und mögliche Energieunterversorgung oder Eiweißübersversorgung führen zu Belastungssituationen bei Milchkühen. Durch Simulationen von Belastungen bei Bullen, z.B. den Glukosetoleranztest oder Injektionen von ACTH bzw. TRH können derartige Konstitutionsprüfungen eingeführt werden).
 - Prüfung auf männliche Fruchtbarkeit (Mit Hilfe eines Spermaproduktionswertes, der Spermamenge und Qualität bezogen auf eine festgelegte Zeiteinheit beinhaltet, lässt sich dieser Reproduktionsbereich genauer erfassen).

Literaturverzeichnis

- ANNACKER, G. (1997): Zusammenfassende Ergebnisse der Erhebung zu Gliedmaßen und Klauen in der ZBA Meißen Korbitz. Vortrag anlässlich der Tagung des Arbeitskreises Stationsprüfung Rind der ADR am 21./22.10.1997 in Meißen
- ANNACKER, G. (2001): Erfassung und Berücksichtigung von Klauenmaßen in der Thüringer Rinderzucht. Vortrag anlässlich der Tagung des Arbeitskreises Stationsprüfung Rind der ADR am 16.10.2001 in Woldeck.
- ANNACKER, G.; RIEHMER, K UND GERNAND, E. (1999): Möglichkeiten der Einbeziehung funktionaler Merkmale zur Erhöhung der Aussagesicherheit in die Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung von Bullen. Abschlussbericht zum F/E-Projekt der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft.
- BRADE, W. (1995): Der Lack ist längst nicht ab – ELP wieder aktuell ? Tierzüchter 6 (1995) S. 22 - 24
- BRADE, W. UND HUNDHAUSEN, A. (1997): Erste Ergebnisse zur Futteraufnahme von Holsteinbullen, Landwirtschaftskammer Hannover, Sonderdruck 1997

- BREVES, G. UND RODEHUTSCORD, M. (1999): Grenzen der Zucht auf Milchleistung – Aus der Sicht der Physiologie. Züchtungskunde 71 (1999) 6, S. 420 - 427
- DISTL, O. (1995): Züchterische Verbesserung von Fundamentmerkmalen und Klauengesundheit beim Rind. Züchtungskunde 67 (1995) S. 438 - 488
- DISTL, O. (1996): Erhebung von Fundamentmerkmalen und Klauenmaßen bei ELP-Bullen nach einem Standardprotokoll. ADR-Tagungsbroschüre, S. 1 - 20
- DISTL, O. (1999): Zucht auf ein gesundes Fundament beim Milchrind. Züchtungskunde 71 (1999) 6, S. 446 - 458
- GROEN, A.; STEINE, T.; COLLEAU, J.J.; PETERSEN, J.; PRIBYL, J. AND REINSCH, N. (1997): Economic values in dairy breeding, with special reference to functional traits. Report of an EAAP-working group. Livestock Production Science 49 (1997) S. 1 - 21
- GROENEVELD, E. (1998): VCE 4.2.5, userguide
- GROENEVELD, E; KOVAC, M. UND WANG, T. (1999): PEST, Version 4.2 userguide
- HARTMANN,-J.; SCHLICHTING,-M.; LANGHOLZ,-H.J. (1996): Untersuchungen zur Weiterentwicklung der Stationsprüfung auf Fleischleistung beim Rind, Automatisierung der Fütterung einer Standardprüfdiät. Arch. Tierzucht 39 (1996) 2, S. 107 - 119.
- KALM, E. (1997): Bedeutung der Bullenaufzuchtstation im Rahmen von Rinderzuchtprogrammen. SRV-Journal 1997 Heft 2, S. 20 - 22
- LEUTHOLD, G.; WILHELM, H UND MÜLLER, U. (1991): Heritabilität und Zuchtwertdifferenzen der Futteraufnahme und Energiebilanz von Kühen des Schwarzbunten Milchrindes. Züchtungskunde 63 (1991), S. 342 - 353
- MACK, G. (1996): Wirtschaftlichkeit des züchterischen Fortschritts in Milchvieherden. Gesamtbetriebliche Analyse mit Hilfe eines simultan-dynamischen Linearen Planungsansatzes. Dissertation, Universität Hohenheim 1996
- MATTHES, W. (1991): Schätzung der Futteraufnahme von Jungbullen bei Intervallprüfung. Arch. Tierz. 34 (1991) 5, S. 361 - 370
- NIELSEN, B. I. (1999): On the interpretation of feeding behaviour measures and the use of feeding rate as an indicator of social constraint. Applied Animal Behaviour Science 63 (1999) S. 79 - 91
- NIEUWHOF G.J.; VAN ARENDONK, J.A.M.; VOS, H. UND KORVER, S. (1992): Genetic relationships between feed intake, efficiency and production traits in growing bulls, growing heifers and lactating heifers. Lifest. Prod. Sci. 32 (1992), S.189 - 202
- POTTHAST, J; THOLEN, E UND TRAPPMANN, W. (2000a): Untersuchungen zur Integration des Merkmals Futteraufnahmekapazität wachsender Bullen in Besamungszuchtprogramme bei Milchrindern. 1. Mitteilung: Schätzung von genetischen Parametern. Züchtungskunde 72 (2000) 2, S. 88 - 101
- POTTHAST, J; THOLEN, E UND TRAPPMANN, W. (2000b): Untersuchungen zur Integration des Merkmals Futteraufnahmekapazität wachsender Bullen in Besamungszuchtprogramme bei Milchrindern. 2. Mitteilung: Planungsrechnungen. Züchtungskunde 72 (2000) 3, S. 183 - 200
- STAMER, E.; REINSCH, N.; JUNGE, W., HASENPUSCH, E. UND KALM, E. (1997): Stand der Freßwertschätzung in der ELP-Station Ruhwinkel. Vortrag anlässlich der Sitzung des Arbeitskreises „Stationsprüfung Rind“ der ADR am 21./22.10.1997 in Meißen
- STAMER, E.; JUNGE, W.; ALPS, H UND HASENPUSCH, E. (1998): Freßwertschätzung – Milchrinder DGfZ-Schriftenreihe (1998) Heft 11, S. 55 - 60
- WASSMUTH, R UND ALPS, H. (1995): Stand der stationären Fleischleistungsprüfung beim Rind. Züchtungskunde 67 (1995) 3, S. 185-205
- WASSMUTH, R. (1998): Die stationäre Futteraufnahmeprüfung von Bullen als Indikator der Gesundheit bei Milchkühen. Habilitationsschrift Göttingen, 1998
- WASSMUTH, R. (1999): Beziehungen in der Futteraufnahme zwischen Futterabschnitten. Vortrag anlässlich des Arbeitskreises „Stationsprüfung Rind“ der ADR am 19.10.1999 in Iden
- WASSMUTH, R; ALPS, H. AND LANGHOLZ, H.-J. (1999): Relationships between feed intake in different test periods of potential AI-bulls. 50th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Paper G 6.6

Anlage 1

Geschätzte Zuchtwerte im Rahmen der Futteraufnahmeprüfung und Beispiel für die Veröffentlichung bzw. Übergabe an den SRV

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland

Relativzuchtwert Futtermittelverzehr (in TS) - Auszug

Name	Nummer	Geburtsdatum	Prüfgruppe	LM-PB	LM-PE	FM	ZW	RZV
				[kg]	[kg]	[kg/Tag]	[kg/Tag]	
die 10 besten Bullen								
1. Amelung	B4016	09.02.01	06	307	412	12,35	2,39	139
2. Tucan	B2358	24.06.00	03	289	390	11,98	2,08	134
3. Tonko	B0333	17.12.00	05	273	390	9,23	1,18	119
4. Lanner	B2072	10.10.00	04	163	275	8,02	1,05	117
5. Herzog	B2040	27.06.01	07	260	422	9,26	0,96	116
6. Centimo	B5027	30.06.01	07	264	428	9,17	0,89	115
7. Tempo	B1791	30.10.00	04	266	383	8,39	0,75	112
8. Hergo	B3219	18.06.01	07	254	389	8,38	0,69	111
9. Dural	B1012	12.12.00	05	217	312	7,74	0,69	111
10. Dualis	B6092	15.12.00	05	216	304	7,63	0,65	111
die 10 schlechtesten Bullen								
55. Lauser	B2163	25.12.00	05	273	381	7,01	-0,68	89
56. Conzan	B6679	02.02.01	06	255	376	7,27	-0,70	89
57. Dorius	B7673	25.06.01	07	220	329	6,63	-0,71	88
58. Brasso	B2760	12.02.01	06	317	423	8,92	-0,86	86
59. Marick	B5017	11.06.01	07	278	390	7,74	-0,98	84
60. Tully	B8574	09.06.00	03	315	420	9,40	-1,07	83
61. Jordi	B5634	27.10.00	04	215	312	6,18	-1,24	80
62. Delat	B2650	03.06.00	03	254	338	7,18	-1,29	79
63. Freund	B0040	10.02.01	06	252	373	7,58	-1,31	79
64. Lion	B1027	17.02.01	06	256	367	7,47	-2,05	67

Anlage 2

Erfassungsblatt für Fundamentmerkmale bei ELP-Bullen

Herdbuchnummer des Bullen: Rasse:

Erhebung durch: Station: Stall: am:

	Vordergliedmaße			Hintergliedmaße		
Dorsalwandlänge (mm)						
Trachtenwandlänge (mm)						
Trachtenhöhe (mm)						
Diagonale (mm)						
Vorderwandwinkel (Grad)						
Härte (Shore D)						
- Dorsalwand oben						
- Dorsalwand Mitte						
Härte an Fußungsfläche						
- vorderes Drittel						
- Mitte						
- hinteres Drittel						
Belastete Fußungsfläche (cm²)						
- Außenklaue						
- Innenklaue						

Beurteilung der Klauenform und Gliedmaßenstellung

Herdbuchnummer des Bullen: Rasse:

Erhebung durch: am:

Klauenschluss

vorne	1	2	3	4	5	6	4	8	9
hinten	1	2	3	4	5	6	7	8	9

geschlossen

deutlich erweitert

Spreizklaue

Limax

vorne	1	2	3	4	5	6	4	8	9
hinten	1	2	3	4	5	6	7	8	9

nicht vorhanden

mittelgradig

hochgradig

Dorsalwandkante

vorne	1	2	3	4	5	6	4	8	9
hinten	1	2	3	4	5	6	7	8	9

gerade

deutlich gekrümmt

stark gekrümmt

Seitenwandwinkelung

vorne	1	2	3	4	5	6	4	8	9
hinten	1	2	3	4	5	6	7	8	9

sehr flach

normal

Zwangklaue

Herdbuchnummer des Bullen:

Rasse:

Gliedmaßenstellung vorne

vorne	1	2	3	4	5	6	4	8	9
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

O-beinig

normal

X-beinig

Stellung der Zehen

vorne	1	2	3	4	5	6	4	8	9
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

eng

gerade

weit

Hintergliedmaße – Winkelung von hinten

hinten	1	2	3	4	5	6	4	8	9
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

faßbeinig

normal

kuhheßig

Hintergliedmaße – Winkelung von der Seite

hinten	1	2	3	4	5	6	4	8	9
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

sehr steil

normal

stark gewinkelt

Hintergliedmaße – Winkelung der Fessel

hinten	1	2	3	4	5	6	4	8	9
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

sehr steil

normal

stark gewinkelt

Sonderformen:

bärentätzig: ja / nein

Überköten: ja / nein

APIIS - ein plattformunabhängiges Informationssystem am Beispiel der Schweinezucht

R. Fischer, U. Müller, U. Bergfeld, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich 8 - Tierzucht, Fischerei und Grünland, Köllitsch, E. Groeneveld, Institut für Tierzucht und Tierverhalten Mariensee der FAL

1 Einleitung und Zielstellung

Die Erstellung von Datenbanken zur Abbildung gesammelter tierbezogener Informationen und deren Verwertung ist ein Schwerpunkt für jede Zuchtorganisation. Die anfallenden Daten werden dabei an einer Vielzahl von Standorten erhoben, beispielsweise in den Betrieben selbst, in den Besamungs- oder Teststationen, bei den Landeskontrollverbänden (Labors), in den Schlachtbetrieben usw. An die Datenbanken, welche diese Informationen abzubilden haben, werden dabei vor allem folgende Anforderungen gestellt:

- die Datenbank soll in sich konsistent sein,
- sie soll auf einer normalisierten Struktur beruhen,
- sie soll keine redundanten Informationen beinhalten und
- sie muss flexibel erweiterbar sein.

Weitere Schwerpunkte liegen in einer fehlerfreien Abbildung auch unterschiedlicher Nummernsysteme für die Tierkennzeichnung, wie sie bei unterschiedlichen Datenquellen auftreten. Schließlich sind die Kosten für ein solches System zu berücksichtigen. Hierfür ist die Nutzung einer einheitlichen generalisierten Struktur von Vorteil. Dieser ergibt sich durch die später mögliche gemeinsame Nutzung von Applikationen und die mögliche Verwendung der bereits normalisierten Datenbankgrundstruktur und der erstellten Programme zur Unterstützung für das Befüllen der Datenbank.

Ein neuer Ansatz zur Schaffung solcher Datenbanksysteme stellt das APIIS-Projekt dar, das in Grundzügen auf der GIL-Tagung in Bonn (GROENEVELD 1999) vorgestellt wurde.

Ziel war es,

- eine Vorgehensweise zu erarbeiten, welche eine Nutzung von lizenzfreien Komponenten erlaubt (an diese aber nicht gebunden ist),
- ein skalierbares System zu entwickeln sowie
- ein offenes System zu schaffen, welches vom Nutzer leicht adaptiert, modifiziert und erweitert werden kann.

Dabei liegt der Schwerpunkt in der Beschreibung einer Vorgehensweise und der

Erstellung von Programmen zu deren Unterstützung. Zielgruppe dabei sind Programmierer, welche vor der Aufgabe stehen, solche Datenbanken zu erstellen, und dies durch dieses Projekt mit einem wesentlich geringeren Aufwand an Zeit und Kosten umsetzen können, als dies sonst möglich wäre.

Um die relative Universalität zu gewährleisten, beruht das gesamte Design auf Standards wie SQL und auf der Nutzung von frei verfügbarer Software, so dass eine Unabhängigkeit vom Betriebssystem, den eingesetzten Datenbanken wie auch von den Hardwareanforderungen gegeben ist. Ziel ist es, diese Komponenten an die Bedürfnisse der Nutzer entsprechend der Zuchthierarchie anzupassen und somit die Möglichkeit zu schaffen, dieselbe Software sowohl in dem Zuchtbetrieb als auch in der Herdbuchzentrale einsetzen zu können.

Insgesamt sind für die Umsetzung die folgenden Schritte notwendig:

- Entwicklung einer genetischen Datenbankstruktur, welche die Elemente enthält, die bei allen Tierarten gemeinsam sind. Beispielsweise wird es überall ein Feld für das Geburtsdatum des Tieres geben, oder es muss die Möglichkeit der Abbildung der Eltern bestehen.
- Formulierung und Integration von Prüfregelein zur Gewährleistung der Konsistenz der Datenbank.
- Migration von existierenden Daten aus bestehenden Informationssystemen.
- Abbildung von Datenströmen entsprechend dem existierenden Informationsfluss.

Der gesamte Prozess gliedert sich dabei wie folgt (modifiziert nach GROENEVELD 2002):

1. Sammeln aller möglichen Datenströme, welche Eingang in die Datenbank finden sollen.
2. Feststellen aller redundanzfreien Datenobjekte in diesen Datenströmen.
3. Erstellen einer normalisierten Datenbankstruktur und Verteilen aller Datenobjekte auf die Datenbanktabellen.

4. Schreiben einer zentralen Modelldatei, welche die Datenbankstruktur wie auch die Beziehungen zwischen den Tabellen widerspiegelt. Weiterhin werden an dieser Stelle zusätzliche Informationen wie die verwendete Datenbank oder die Prüfreden für jedes Element in der Modelldatei beschrieben.
5. Erstellen der Ladeobjekte für jeden Datenstrom, welche die Aufteilung der Daten auf die Tabellen in der Datenbank beschreiben.
6. Laden der historischen Daten.
7. Erzeugen des weiteren notwendigen Programmoutputs (Meldebescheinigungen, Züchteranschriften ...).
8. Parallelbetrieb zur Evaluierung und evtl. Anpassen der Prüfreden und Abschalten der alten Datenbank.

2 Grundlagen und Designvoraussetzungen

2.1 Generalisierte Datenbankstruktur

Eine normalisierte und generalisierte Datenbankstruktur ist eine zentrale Voraussetzung zur Umsetzung der gezeigten Schritte.

Typische Bereiche für die Abbildung sind Leistungserfassungen im Betrieb selbst oder auf Station, Besamung und Geburt sowie der Komplex der Adressverwaltung.

Eine Analyse einer Reihe von Zuchtprogrammen (3 Länder Schwein, 2 Länder Fleisch- und Milchrind sowie Schaf und ein System für Kaninchen) hat eine grundlegende gemeinsame Struktur erkennen lassen (GROENEVELD 2002 b), die sich in zwei Arten von Tabellen, den immer notwendigen und den an die eigenen Bedingungen anzupassenden Tabellen, widerspiegelt.

Zu den notwendigen Tabellen, welche für alle analysierten Informationssysteme gemeinsam sind, zählen die Tabellen für das Tier selbst, eine Transfertabelle für die Tiere, in welcher sich ändernde Informationen für die Tiere widerspiegeln, eine Tabelle für kodierte Informa-

tionen (z. B. Geschlecht oder Schlachtkörperbefund) sowie der Block zur Adressverwaltung. Weiterhin werden mehrere Transfertabellen genutzt, welche die externen Kennzeichnungen in datenbankinterne umsetzen. Dies ist für Tiere, für Kode und Personen/Organisationen erforderlich. Die prinzipielle Vorgehensweise bei der Umkennzeichnung wird im folgenden Abschnitt 2.2 kurz beschrieben.

2.2 Nummernsystem

Kern der Abbildung ist die Überführung der externen Kennzeichnungen in eine datenbankinterne Nummer (GROENEVELD 2002 a). Hierbei bildet die externe Kennzeichnung zusammen mit der meldenden Einheit eine eindeutige Identifikation. Für die Tierkennzeichnung wird davon ausgegangen, dass diese innerhalb der Lebensspanne eines Tieres in einem Betrieb eindeutig ist. Das schließt die Nutzung von bereits bestehenden eindeutigen Lebensnummern mit ein. Ziel ist dabei, sowohl diese Tierkennzeichnungen eindeutig abbilden zu können als auch den potentiellen Wechsel der Bedeutung von Kodes, etwa bei Änderung der Schlüssel für auftretende Anomalien oder Erkrankungen, zu ermöglichen.

Die Vorteile dieser Vorgehensweise liegen in der einfach zu handhabenden Umkennzeichnung von externen Identifikationen, wie sie beispielsweise in der Schweineproduktion bei erfolgter Selektion eines Tieres durch den Übergang von Mutternummer + Spitze (laufende Ferkelnummer) zu einer eindeutigen Herdbuchnummer routinemäßig erfolgt.

Zur Veranschaulichung der Umkennzeichnung ist ein kleines Beispiel in Tabelle 1 aufgeführt. In den ersten beiden Zeilen wurde eine betriebsinterne Tiernummer nach einer gewissen Zeit wiederverwendet, was dann natürlich die Schließung eines Datenkanals erfordert. Dagegen kann es bei einer Umnummerierung von Mutternummer + Spitze in die endgültige Herdbuchnummer (die unteren beiden Zeilen) auch mehrere offene Datenkanäle geben, wenn weitere Meldungen aus dem Betrieb auf dieser Grundlage erfolgen. Hiermit ist auch die gleichzeitige Nutzung unterschiedlicher externer Kennzeichnungen möglich, wie dies beispielsweise bei der Nutzung von separaten Nummern auf den Prüfstationen erforderlich ist.

Tabelle 1: Beispiel für die Umkennzeichnung von externen Tieridentifikationen

externe Kennzeichnung	Betrieb	Datenbankinterne Kennzeichnung	Eintritts-Datum	Ausscheide-Datum	Datenkanal
1294	54	12346	17.06.92	12.12.94	geschlossen
1294	54	21544	24.03.01		offen
4711 / 12	47	54321	10.10.98		offen
320815	47	54321	14.08.99		offen

2.3 Datenströme

Die Informationen aus der Außenwelt werden mit Hilfe von Datenströmen in die Datenbank aufgenommen. Datenströme sind hier definiert als routinemäßig eintreffende Daten, welche eine logisch und inhaltlich zusammenhängende Informationseinheit darstellen. Diese werden gemeinsam gesammelt und an die Datenbank zu einem definierten Zeitpunkt übertragen. Dies impliziert auch die definierte Zuständigkeit für die Erfassung und Übermittlung wie auch für die evtl. notwendige Fehlerkorrektur der Informationen. Datenströme lassen sich in zeitpunktabhängige und zeitpunktunabhängige Informationsströme unterteilen.

Zu ersteren gehören die Informationen, welche dem Lebenszyklus eines Tieres folgen und nur in dieser Reihenfolge auftreten können, beispielsweise: Geburt, Leistungsprüfung, Selektion und Belegung. Zeitpunktunabhängige Meldungen können unter anderem der Besitzer- oder Standortwechsel sein, welcher zu jedem Zeitpunkt im Leben eines Tieres auftreten kann.

Die Erstellung der aus diesen Datenströmen resultierenden Ladeobjekte als Beschreibung des Datenflusses erfolgt in zwei Schritten: Sammeln und Identifizieren der Datenherkunft sowie Beschreiben der zugrundeliegenden Informationen (Daten) und Aufteilen dieser auf die entsprechenden Zieltabellen. Dabei ist dieser Weg unabhängig davon, ob diese Informationen auf elektronischem Wege als Datei eintreffen oder über Masken (GUI) direkt eingegeben werden. Im Rahmen des Projektes wurde zur Erstellung der Ladeobjekte eine leicht zu definierende Struktur erarbeitet, welche die logisch inhaltlichen Abhängigkeiten im Datenstrom beschreibt.

2.4 Prüfregeln

Prüfregeln sind in einer Schicht zwischen Datenbankkern und Anwendungsprogrammen enthalten, wobei mehrere Profile für unterschiedliche Tiergruppen oder Bedingungen

möglich sind (GROENEVELD 2002c). Hierbei werden die Daten, nicht wie allgemein üblich, beim Aufnehmen in die Datenbank über Filter in jedem Softwaremodul entsprechend dessen Funktionalität geprüft, sondern sind Teil der Modelldatei. Dabei wird auch eine spätere Änderung der Regeln bzw. deren Prüfschärfe sowie deren anschließende Prüfung auf Konsistenz mit abgedeckt. Die Prüfung nach Änderung einer Regel erfordert die Überprüfung aller bereits in der Datenbank enthaltenen Daten, wie es auch nach dem initialen Laden historischer Daten erforderlich ist. Datensätze, welche diese neuen Regeln verletzen, werden zunächst gekennzeichnet und bedürfen einem späteren Eingriff durch den Nutzer.

Die Anwendung der Regeln erfolgt bei jedem schreibenden Zugriff automatisch, auch für die weiteren Abhängigkeiten innerhalb und zwischen den Tabellen, so dass keine gesonderten Plausibilitätsprüfungen auszufahren sind. Diese Prüfregeln sind für jedes Datenbankfeld separat zu formulieren.

Die Nutzung verschiedener Prüflevel lässt unterschiedliche Prüfbedingungen sowohl für unterschiedliche Datenströme für dieselben Tiere wie auch für unterschiedliche Tiergruppen zu. Beispielsweise ist bei Wurfmeldung das Geschlecht der einzelnen Ferkel noch unbekannt, später ist diese Information jedoch für viele Anwendungen unabdingbar und muss dann auch geprüft werden. Somit ist der Datenbankinhalt immer in einem definierten Zustand, und es müssen beispielsweise für eine Zuchtwertschätzung keine weiteren Aufbereitungen erfolgen.

3 Anpassung an die sächsischen Verhältnisse

Für einen historischen Datenbestand des Mitteldeutschen Schweinezuchtverband e.V. wurde die Erstellung einer solchen konsistenten Datenbank erprobt. Hierbei wurden neben den eigentlichen Herdbuchdaten auch die Meldungen der Mitgliedsbetriebe über Selektionen

und Wurfsergebnisse wie auch die in der Prüfstation anfallenden Informationen einbezogen. Insgesamt wurden dabei Informationen von etwas über 200 000 Tieren aufbereitet. Diese stammen aus sechs Datentabellen aus dem Herdbuch sowie einer Quelle aus der Prüfstation.

Als Datenbank kam PostgreSQL unter Linux zum Einsatz. Die gesamte Ladeprozedur für die bereits vorliegenden Daten erfordert dabei auf einem Pentium II mit 256 MB RAM, einschließlich der Prüfung auf Konsistenz sieben Stunden an reiner Rechenzeit.

Anhand dieser Daten zeigte sich, dass in Abhängigkeit von der Schärfe der Prüfregeln bis zu 25 % der Daten infolge von logischen Inkonsistenzen zwischen den Datenquellen fehlerhaft waren. Diese logischen Verknüpfungen wurden bisher im Herdbuch nicht abgeprüft.

Für die folgenden routinemäßigen Datenströme werden in Abhängigkeit von der Informationsbereitstellung für Stationsdaten insgesamt 13 und für die Informationen aus den Herdbuchbetrieben sechs Ladeobjekte definiert. Für die sächsischen Verhältnisse sind das, neben den in jeder Organisation anfallenden Informationen, wie der Aufnahme eines neuen

Züchters oder ähnlichem, insgesamt 19 spezifische Datenströme.

Insgesamt konnte gezeigt werden, dass die vorgeschlagene Vorgehensweise zur Erstellung durchführbar und auch für beträchtliche Datenmengen praktikabel ist.

4 Literaturverzeichnis

GROENEVELD (1999); Design of a Portable Platform Independent Pig Information System-, An Internet based Development Project in: Role and Potential of IT, Intranet and Internet for Advisory Services; Herausgeber G. Schiefer, U. Rickert, R. Helbig; ISBN 3-938227-08-5; S. 113 - 128

GROENEVELD, E. (2002 a); Platform independent information systems in animal breeding and research; 7th World Congress on Genetics applied to Livestock Production (WCGALP); 19. - 23. August 2002, Montpellier, France

GROENEVELD, E. (2002 b); Development of a Adaptable Platform Independent Information System in Animal Agriculture: Framework and Generic Database Structure; in press

GROENEVELD, E. (2002 c); Development of a Adaptable Platform Independent Information System in Animal Agriculture: Implementation and Enforcement of Business Rules; in press

Alternativen zum metaphylaktischen Antibiotikaeinsatz in der Mastläufererzeugung - Notwendigkeiten, Möglichkeiten und Grenzen

E. Meyer und Regina Parge-Ahrling, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich 8 – Tierzucht, Fischerei und Grünland, Köllitsch

Die intensiv geführte Diskussion um die Antibiotika in der Schweine- und Geflügelhaltung wird durch das erklärte Ziel einer Stärkung des Verbraucherschutzes forciert werden. Tatsache ist, dass die Möglichkeiten des pro- oder metaphylaktischen Antibiotikaeinsatzes über das Futter in Form der futtermittelrechtlich geregelten Leistungsförderer (bis 100 mg/kg Futter) sowie auch der Fütterungsarzneimittel (100 bis 500 mg/kg Futter) geringer werden. Das zumindest zeigt die bis heute erfolgte und zukünftig zu erwartende Entwicklung der Gesetzgebung. Erklärtes Ziel der verbraucherpolitischen Teile der Bundesregierung ist es, dass Antibiotika nur noch bei erkrankten Tieren eingesetzt werden dürfen. Ein Schritt in diese Richtung sind die jüngsten Änderungen, die im tierärztlichen Dispensierrecht getätigt wurden.

Per Definition sollte die Konzentration der antibiotischen Leistungsförderer im Futter 100 mg/kg Futter unterschreiten, ihre Wirkung auf das Geschehen im Darm der Tiere beschränkt und eine therapeutische Anwendung bei Mensch und Tier ausgeschlossen sein. Neben den für die Resistenzbildung sehr ungünstigen langen Anwendungszeiträumen in niedriger Dosierung konnten die meisten Leistungsförderer diese Forderungen nicht erfüllen. Für die Tierhaltung von Bedeutung ist weniger der mit dem Verbot verbundene Verlust der leistungsfördernden Effekte, sondern die besonders im Absatzbereich viel wichtigere Krankheitsprophylaxe, die zum Beispiel eben auch von den Leistungsförderern ausging. Gerade die mittlerweile nicht mehr zugelassenen Leistungsförderer Carbadox und Olaquinox zeigten eine deutliche Wirkung auf den gefürchteten Absatzdurchfall. Zurzeit sind nur noch folgende drei antibiotischen Leistungsförderer als Futterzusatzstoff in der Ferkelfütterung zugelassen:

Salinomycin
Avilamycin
Flavophospholipol.

Am 29.01.2001 einigten sich die 15 Agrarminister der EU-Staaten in Brüssel auf ein gänzlich Verbot von Leistungsförderern ab 2005 oder 2006. Deshalb wird die Diskussion um diese und andere Antibiotika weitergehen. Die neuen Entwicklungen auf dem

Gebiet des Arzneimittelrechtes zeigen deutlich, dass auch die Herstellung von Futtermischungen, in denen verschreibungspflichtige Fütterungsarzneimittel enthalten sind, immer schwieriger und damit auch der Handel für die Industrie unattraktiver wird. Die Applikation über das Trinkwasser kann nach heutiger Einschätzung die entstehende Lücke nicht schließen, nicht zuletzt auch deshalb, weil nicht alle Antibiotika wasserlöslich sind. Darüber hinaus wird auch die Herstellung der medizinierten Hofmischungen für Selbstmischer zukünftig aufwendiger werden.

In diesem Beitrag soll die verfügbare Literatur als Ergänzung zur Darstellung eigener Versuchsergebnisse (MEYER et al., 2001) zu dem o.g. Thema zusammengefasst werden.

Erfahrungen aus Schweden und Dänemark

Die schwedische Landwirtschaft traf das Verbot 1986 relativ unvorbereitet, so dass es vorübergehend zu starken Leistungseinbußen vor allen Dingen in der schwedischen Ferkelaufzucht kam. Die Ferkelverluste nach dem Absetzen stiegen um 1,2 % und die Aufzucht verlängerte sich um 5,2 Tage (ROBERTSSON und LUNDHEIM, 1994). Dabei stieg der Verbrauch der Antibiotika für therapeutische Zwecke so stark an, dass der Gesamtantibiotikaverbrauch mittelfristig sogar höher war als vor dem Verbot. Gründe für den vorübergehenden Anstieg waren in erster Linie eine Zunahme der Durchfallhäufigkeit um das Vierfache (SPRING, 1997). Durch komplex angelegte Maßnahmen der allgemeinen Haltungshygiene hat sich der Antibiotikaverbrauch für therapeutische Zwecke auf das Niveau vor dem Verbot eingestellt. Dadurch konnte der Gesamtantibiotikaeinsatz in der Tierproduktion um 50 % gesenkt werden. Die schwedischen Erfahrungen zeigen, dass nur ein Bündel von komplex angelegten Maßnahmen die Lücke schließen kann. Diese entsteht vor allem in den fehlenden Prophylaxemaßnahmen gegenüber den Absatzkrankungen des Magen-Darm-Bereiches und des Atmungsapparates.

Andere Erfahrungen liegen aus Dänemark vor. Nach dem vollständigen Verzicht auf die Leistungsförderer 1998 stieg der Verbrauch an therapeutischen Antibiotika von 60 Tonnen auf 80 Tonnen im Jahr 2000 an und erreichte damit

fast den Spitzenwert von 90 Tonnen im Jahr 1994. Ausgelöst durch diese Entwicklung wurde in Dänemark das Tierarzneimittelgesetz verschärft. Medikamente werden seitdem vorwiegend über das Trinkwasser eingesetzt.

Wirkungen antibiotischer Leistungsförderer als Futterzusatzstoffe

Die zurzeit noch erlaubten antibiotischen Leistungsförderer wirken auf grampositive Mikroorganismen entweder bakteriostatisch (entwicklungshemmend) oder bakterizid (abtötend). Das führt im Darm zu einer Reduzierung der mikrobiellen Nahrungskonkurrenz durch natürlich vorkommende grampositive Keime, die hauptsächlich aus Bifidobakterien sowie Enterokokken bestehen (GEDEK, 1987). Dem Ferkel steht dadurch mehr Nahrung für den eigenen Stoffwechsel zur Verfügung. Außerdem wird der mikrobielle Abbau von Futterprotein durch proteolytische Bakterien (Clostridien) und die damit verbundene Entstehung von toxischem Ammoniak reduziert. Ammoniak belastet den Organismus und erfordert für seine Entgiftung über die Nieren einen hohen Energieaufwand (ROTH, 1997).

Dadurch verbessert sich die Protein- und Aminosäureversorgung (besonders Lysin) des Ferkels. Als Folge der Stoffwechselentlastung erhöht sich die Abwehrbereitschaft gegenüber Infektionskrankheiten und die Darmwand verdünnt sich, weil weniger lymphatisches Gewebe gebildet werden muss (FREITAG, 1998). Das führt in Verbindung mit einem Aktivitätsanstieg der darmwandständigen Enzyme wiederum zu einer erhöhten Nährstoffresorption (KAMPHUES, 1997). Gleichzeitig wird die Lebensdauer der Darmzotten verlängert. KAMPHUES weist bereits 1988 nach, dass antibiotische Leistungsförderer stabilisierend auf den pH-Wert im Darm und die Passagerate wirken. Durch die selektive Hemmung von laktatbildenden grampositiven Keimen und somit ihrer Milchsäureproduktion kann eine gleichmäßigere Abpufferung des Chymus im Darm auf einen konstanten und hohen pH-Wert erfolgen.

Optimalbedingungen für die Verdauungsenzyme werden so gesichert, die Passagerate gesteigert. Das ist insofern von Bedeutung, weil der "klassische Absetzdurchfall" zunächst nicht durch die gramnegativen und schwer zu bekämpfenden *E. coli* Bakterien oder *Salmonellen* entsteht, sondern durch die natürliche Darmflora. Eine echte Darmbesiedlung beginnt in unteren Dünndarmabschnitten (Ileum) und besteht im Wesentlichen aus Milchsäurebakterien. Beim Absetzdurchfall kommt es zu

einer massenhaften Vermehrung der Milchsäurebakterien und damit zu einer Überflutung der Darmschleimhaut mit deren Stoffwechselprodukten (kurzkettige Fettsäuren).

Die dargestellten Wirkungen antibiotischer Leistungsförderer führen in jedem Falle zu einer gewünschten positiven Beeinflussung der täglichen Zunahmen und zu einem Rückgang des Futtersaufwandes in der Ferkelaufzucht, auch unter optimalen Fütterungs- und Umweltbedingungen (FREITAG, 1998). Es handelt sich lt. KAMPHUES (1999) um so genannte primäre Wirkungen, die jedoch mit zunehmendem Alter der Tiere geringer ausfallen. BIRZER und GROPP fanden 1991 einen Effekt der Leistungsförderer auf die Tageszunahmen für Ferkel bis 25 kg in Höhe von 16 %, für Schweine von 25 bis 50 kg von 9 % und für Schweine über 50 kg nur noch 3,5 %.

Von der leistungsfördernden Wirkung zu trennen ist die prophylaktische bzw. metapylaktische Wirkung auf die Absatz-erkrankungen. Besonders gefährdet sind Ferkel nach dem Absetzen. Ihre eigene aktive Immunität gegen Keime der Stallumwelt muss sich erst aufbauen, die passive Immunität über die Kolostralmilch ist aber fast verbraucht (MEYER, 1998). Eine größtmögliche Hygiene muss daher den Infektionsdruck so niedrig wie möglich halten.

Das Absetzen - eine biologisch kritische Phase

In den ersten Lebensstunden ist der pH-Wert im Magen fast neutral und so wird der Darm mit eher harmlosen Streptokokken und Milchsäurebakterien, aber auch bereits mit *E. coli* Bakterien förmlich „gefütet“. Die Bedeutung der Einstallhygiene wird auch an diesem Prozess deutlich. Mit 28 Tagen hat sich dann eine Besiedlung des Darmes eingestellt, die im Großen und Ganzen der von erwachsenen Schweinen gleicht. Sie ist gekennzeichnet durch eher harmlose Milchsäurebakterien in unteren Dünndarmabschnitten, die etwa 90 % der Hauptflora ausmachen, und unter anderen fakultativ krankmachenden *E. coli* Bakterien im Dickdarm. Letztere machen nur ca. 1 % der Gesamtflora aus.

Die Enzymaktivität von drei Wochen alten Ferkeln ist auf die Verdauung der Inhaltsstoffe der Sauenmilch eingestellt. Die Umstellung der Ferkel von einer weichen, keimarmen und optimal zusammengesetzten Muttermilch auf ein festes Trockenfutter darf deshalb nicht unvorbereitet erfolgen.

Während die Enzymproduktion der Jungtiere für Milchbestandteile sich entsprechend der Milchleistung entwickelt, bricht sie mit der Futterumstellung um so stärker ein, je weniger das Verdauungssystem bereits vor dem Absetzen mit festen Futterbestandteilen konfrontiert worden ist. Denn die Bildung der Enzyme ist vor allen Dingen substratabhängig, das bedeutet, je früher es gelingt die Ferkel zur Aufnahme von Beifutter zu bringen, desto geringer ist der in der Abbildung dargestellte Einbruch.

Die kritische Absetzphase stellt hohe Anforderungen an das Fütterungsmanagement. Zum einen sind die verzehrten Portionen besonders bei frühabgesetzten Ferkeln noch sehr klein. Handelsübliche Ferkelstarter enthalten daher hochverdauliche Komponenten und sind meist hochenergetisch und reich an Rohprotein, um das genetisch angelegte Wachstumsvermögen der Ferkel auszuschöpfen. Auf der anderen Seite muss sich das Verdauungsvermögen insbesondere das komplizierte Enzymsystem erst auf die neue feste Nahrung einstellen (Abbildung 1).

Die mangelhafte Enzymproduktion verbunden mit unangepassten Futtermischungen, ungenü-

gender Wasserversorgung oder Überfressen nach Karenz kann zu einem Nahrungsstau im Verdauungstrakt führen, der wie oben beschrieben den natürlich vorkommenden Mikroorganismen beste Bedingungen für ihre Vermehrung schafft (KAMPHUES, 1988). Darüber hinaus kann unverdaute Nahrung in den Dickdarm gelangen, von wo aus fakultativ pathogene Keime (E. Coli) in obere Dünndarmbereiche aufsteigen können.

Auch der wichtigste Abwehrmechanismus gegen pathogene Keime, ein niedriger pH-Wert im Magen, funktioniert beim Absetzferkel noch nicht. Vor dem Absetzen sorgt die mikrobiell gebildete Milchsäure im Magen für einen pH-Wert um 3. Erst nach dem Absetzen setzt die körpereigene Salzsäureproduktion beim Ferkel ein und es dauert bis zu sieben Wochen, bis die Magenbarriere voll funktionsfähig ist (STALLJOHANN, 1999).

Erschwerend kommt hinzu, dass es unter den heutigen ad libitum Fütterungsbedingungen schnell zu Magenüberladungen kommen kann, die eine Durchsäuerung des Mageninhaltes noch zusätzlich erschweren (KAMPHUES, 1988). Auf diese komplexen, biologischen Zusammenhänge muss sich die Absatzfütterung einstellen.

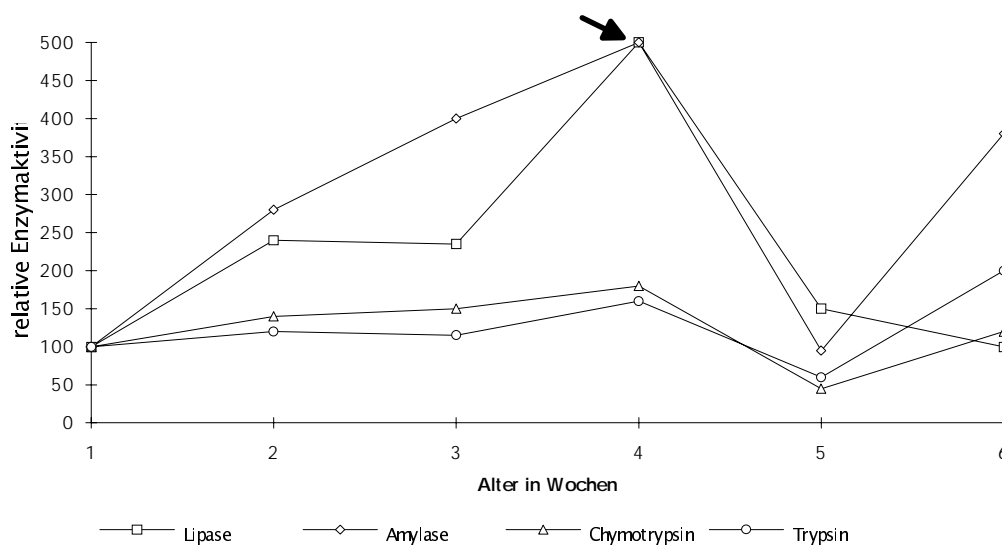


Abbildung 1: Entwicklung der Enzymaktivität pro g Bauchspeicheldrüsenmasse in % der Ausgangsaktivität

Fütterungstechnisches Verfahren zur Stabilisierung der Ferkelaufzucht

Die genannten komplizierten Zusammenhänge können in der Praxis oft durch einfache Fütterungsprinzipien unterstützt werden. Aus der Vielzahl der zu diesem Thema gemachten Aussagen können folgende Grundprinzipien zusammengefasst werden.

- **Enzymtraining durch frühzeitiges Anfüttern** ab der zweiten Lebenswoche in kleinen, immer frisch vorgelegten Portionen. Voraussetzung für einen positiven Effekt ist aber, dass es gelingt, die geringen Futterportionen, die von den Ferkeln eher spielerisch behandelt werden, in einem hygienisch einwandfreiem Zustand vorzulegen.
- **Keine abrupte Futterumstellung**, indem das Folgefutter mindestens drei Tage lang verschnitten wird. Es bietet sich an, das Saugferkelbefütterer so zusammenzustellen, dass es über den Absatzzeitraum hinaus eingesetzt werden kann LINDERMEYER (1997). Eine echte Futterumstellung sollte dann erst nach dem kritischen 10. Tag nach dem Absetzen erfolgen.
- Der **Stress beim Absetzen sollte möglichst minimiert**, die **Umweltverhältnisse**, vor allen Dingen die **Temperaturbereitstellung** optimiert sein. Entscheidend sind die Fußbodentemperaturen von über 20°C oder Raumtemperaturen über 30°C, die anhand des Liegeverhaltens der Ferkel eingeschätzt werden können. Verschiedene Stressereignisse sollten, wenn möglich, nacheinander und nicht gleichzeitig erfolgen. Wenn es betrieblich möglich ist, sollte man die Sauen von den Ferkeln absetzen und diese noch eine Woche in der Abferkelbucht belassen. Das Zusammenführen säugender Ferkelgruppen durch Hochziehen der Buchtentrennwände ist aufgrund baulicher Voraussetzungen in der Regel nicht möglich und bringt zunächst Unruhe in das Stallabteil. Es ist jedoch verblüffend, wie weit dadurch Beißereien der Ferkel verhindert werden können. Abgesetzten Ferkeln helfen ein zusätzliches Wasserangebot und aufgestellte Anfütterungsschalen sowie Spielmaterial schnellstmöglich über die Trauerphase hinweg. Stresshormone (Adrenalin und Noradrenalin) vermindern den Appetit (FELLER, 2000). Ein Überfressen nach längerer Nahrungskarenz kann so verhindert werden.
- Das von der Haltungsgesetzgebung vorgegebene **Tier-Fressplatz-Verhältnis** von 12 : 1 sollte deutlich unterschritten werden und **nicht mehr als 8 : 1** oder weniger

betragen. Ferkel müssen das Futter ‚spielend‘ finden. Zur Anfütterung sollte Futter in möglichst flachen Trogschalen oder direkt auf dem Boden angeboten werden. Technisch aufwendige Lösungen wie sensorgesteuerte Systeme oder die Carras Fütterung sind zu teuer und werden allgemein nicht empfohlen.

- Die **Wasserversorgung** kann nur durch ausreichend funktionsfähige Tränken **gesichert** werden, wobei für 12 Tiere mindestens eine Tränke bei einer Durchflussrate 450 bis 500 ml/min realisiert werden muss (KAMPHUES, 1997). Bei Wassermangel geht die Futteraufnahme zurück, so dass in dem Moment, in dem wieder Wasser reichlich vorhanden ist, es zum Überfressen kommen kann (DROCHNER, 1999). Auch die Wasserqualität spielt eine entscheidende Rolle. Das gilt besonders für Betriebe, die einen eigenen Brunnen und damit eine nicht definierte Wasserqualität im Hinblick auf die Keimbelastung des Wassers haben.
- Die **Futterkonsistenz** hat ebenfalls einen Einfluss auf die Höhe der Futteraufnahme. Im Absatzbereich sollte unbedingt trocken gefüttert werden. Breiförmiges oder flüssiges Futter, vorgelegt mit konventioneller Fütterungstechnik schafft gerade bei geringen Futteraufnahmemengen hygienische Probleme durch verdorbenes Futter. Einen vielversprechenden Ansatz stellt allerdings die Weiterentwicklung der so genannten "technischen Ferkelammen" dar, die in der Lage sind, Kleinstmengen breiförmigen Futters bedarfsgerecht vorzulegen. STALLJOHANN (1999) empfiehlt den Einsatz von **Mehl anstatt Pellets**, da mehlartiges Futter von den Tieren langsamer aufgenommen und intensiver eingespeichelt wird, die Verdauung wird dadurch erleichtert.

Futterzusammensetzung

Die durchaus vernünftige Forderung nach hochwertigen und aufgeschlossenen Futterkomponenten steht hier in einem bestimmten Konflikt zu den noch aufgeführten Diätprinzipien.

- Für Absetzferkelmischungen kommen **nur hochwertige Komponenten** in Frage. LINDERMEYER und PROBSTMEIER (2001) empfehlen Selbstmischern, das für die Ferkelfütterung vorgesehene Getreide zweifach zu reinigen. Das vom Feld unweigerlich mit Keimen belastete Futter wird dadurch auch keimärmer.
- **Geeignete Eiweißquellen** sind Magermilch, Kartoffeleiweiß und Fischmehl, weil sie hochverdaulich sind. Soja sollte aufgrund des

Durchgängigkeitsprinzips und der Preiswürdigkeit nicht fehlen (höchstens 10 %, FELLER, 1999). Molkenpulver enthält neben Milcheiweiß den Milchzucker, der von dem vorherrschenden Darmenzym Lactase gespalten werden kann. Auf der anderen Seite enthält das Molkenpulver auch noch die Mineralstoffe der Milch in konzentrierter Form, was die Pufferkapazität der Ration deutlich erhöht.

- Ein **erhöhter Rohfaseranteil** (einwandfreie Weizenkleie, fein geschroteter Hafer) von mindestens 4 % in Problembetrieben bis 6 % verbessert die Darmpassage und fördert eine stabile Dickdarmflora (BOLDUAN, 1999). Wichtig ist es aber, auf einwandfreie Rohkomponenten zu achten, weil gerade die Schalen von Lagergetreide insbesondere von Hafer stark mit Keimen belastet sein können.

Alle Futterbestandteile puffern in unterschiedlicher Weise die für die Ferkel besonders wichtige Magensäure (Pufferkapazität) und die Rationszusammensetzung hat dadurch einen großen Einfluss auf die **Geschwindigkeit der Magendurchsäuerung**. Die Puffer- bzw. Säurebindungskapazität der einzelnen Rationsbestandteile bestimmt den Verbrauch an Salzsäure in Milliäquivalent je kg Futter (meq/kg) bis

ein bestimmter pH-Wert erreicht wird (KUHLMANN und STALLJOHANN, 1999).

Rohprotein- und noch stärker die Mineralfutterkomponenten binden also besonders viel Magensäure oder auch zugesetzte Fütterungssäuren. Kritisch ist deshalb die Mineralfutterergänzung zu sehen, da sie häufig Komponenten mit hohem Säurebindungsvermögen wie Kalziumcarbonat, sekundäres/tertiäres Phosphat und Magnesiumoxid enthalten (AHO, 2000 und FURCHT et al., 1991). Nach eigenen Erfahrungen kann zumindest in Problembetrieben für die Zeit des Absetzens auf die Mineralfutterergänzung verzichtet werden. Zur Durchfallprophylaxe sollte eine **Säurebindungskapazität des Absetzfutters von 700 meq/kg nicht überschritten** werden. Dies wird durch eine Reduktion des Eiweißanteils und durch spezielles Diätmineralfutter möglich. BOLDUAN (1995) empfiehlt zur Durchfallprophylaxe eine Absenkung auf maximal 17 % RP-Gehalt bei gleichzeitiger Ausstattung mit erstlimitierenden Aminosäuren. Lysin, Methionin/Cystein, Threonin und Tryptophan können synthetisch über das Mineralfutter ergänzt werden. Werte von 7 g Ca und 5 g P je kg Futter sollten nicht überschritten werden (BOLDUAN, 1999).

Tabelle 1: Säurebindungskapazität einiger Einzel- und Mischfuttermittel

Futtermittel	SBK (meq/kg)
Weizen	370
Gerste	350
Mais	320
Hafer	400
Weizenkleie	840
Sojaschrot HP	1.300
Fischmehl	2.300
Kartoffeleiweiß	1.080
Magermilchpulver	1.450
Molkepulver	900 - 2.030
Mineralfutter Ferkel ohne Phytase	4.600 - 6.600
Mineralfutter Ferkel mit Phytase	4.500 - 5.800

Alternative Futterzusatzstoffe

Zurzeit gibt es keinen einzelnen Futterzusatzstoff, der die Wirkungen von antibiotischen Leistungsförderern vollständig kompensieren kann. Es gibt jedoch eine Reihe von zugelassenen Futteradditiva mit ergotropem Effekt, die partiell ähnliche Wirkungen im Verdauungskanal aufweisen, wie ein Zurückdrängen unerwünschter Keime oder die Verbesserung der Verdauung (FLACHOWSKY, 1996).

Probiotika sind eine ganze Gruppe lebender Mikroorganismen, die im Darm eine Art Platzhaltereffekt ausüben, negative Keime verdrängen und so zur Stabilisierung der Darmflora eingesetzt werden können. Die Bioregulatoren lassen sich in drei Gruppen unterteilen (FREITAG, 1998):

- Abkömmlinge der Milchsäurebakterien,
- Bacillus-Arten
- und Kulturhefe der Gattung *Saccharomyces cerevisiae* (LevucellSB20).

Die Keime sind in der Lage, im Schleim der Darmwand einen natürlichen Biofilm aufzubauen, der die humorale Barriere der Darmwand verstärkt (GEDEK). Sie besetzen die Darmwand als Platzhalter, pathogenen Mikroorganismen wird das Anheften an die Darmwand oder gar die Invasion verwehrt. Die Laktatproduktion der Milchsäurebakterien hemmt zudem die Vermehrung von *E. Coli*. Lebende Hefezellen haben neben dem Konkurrenzeffekt auch eine direkte Wirkung auf pathogene *E. Colibakterien*, indem sie diese und auch deren Toxine an sich binden und neutralisieren (LINDERMAYER und PROBSTMEIER, 1995). Die Ausscheidung erfolgt mit dem Kot über den Mastdarm. In neuerer Zeit wird ein Effekt lebender und auch abgetöteter Hefezellen auf die Neutralisierung von Pilzgiften (Mycotoxinen, DON) diskutiert (GEDEK, 2001).

Prebiotika sind eine relativ neu diskutierte Stoffgruppe in Form der Oligosacchariden wie Mannanen (1 %) oder Laktulose (1,5 %), die selektiv den Aufbau einer stabilen Darmflora fördern, da sie nur von Milchsäurebildnern, nicht aber von *E. Coli*, Salmonellen, Clostridien oder vom Schwein selbst verwertet werden können (BOLDUAN, 1999). Nach neuester Definition bilden die Probiotika in Kombination mit den Prebiotika die so genannten **Symbiotika**. LINDERMAYER und PROBSTMEIER, (2001) können diesen symbiotischen Effekt nicht nachweisen.

Huminsäuren entstehen durch die Humifizierung von verrottendem organischem Material. Sie wirken schleimhautabdeckend und entzündungshemmend. Der Einsatz von Huminsäuren in Form von Torf wurde vor allen Dingen in den 50er und 60er Jahren praktiziert und ist seit dem wieder etwas in Vergessenheit geraten. Huminsäuren binden Mikroorganismen und Toxine, die dann zusammen ausgeschieden werden (BÜRGI-STÖCKLIN, 1996). Darüber hinaus sollen Huminsäuren das Immunsystem stimulieren (DUNKEL, 1999). SCHUHMACHER und GROPP, (2000) fanden in Versuchen einen positiven Effekt auf die Kotkonsistenz und die Dauer des Absetzdurchfalls.

Organische Säuren (Ameisensäure, Fumarsäure, Propionsäure, Zitronensäure) sorgen über eine Absenkung des pH-Wertes im Magen dafür, dass von der Ration eine bakterielle Hemmwirkung ausgeht und eine geregelte Proteinverdauung durch die Aktivierung des Pepsinogens in Gang gesetzt wird (BOLDUAN, 1999). Dabei unterscheidet man Säuren, die über die Dampfphase auch eine Futter sterilisierende Wirkung haben (Ameisensäure) und solche die nur im Magen der Ferkel wirken (Fumarsäure). Die von den Herstellern vorgegebene Dosierung muss hier unbedingt eingehalten werden, weil eine Überdosierung nicht nur Akzeptanzprobleme, sondern im Extremfall sogar Durchfall ausüben kann.

Ätherische Öle aus Kräutern und Gewürzen zeigen antimikrobielle Wirkung. Darüber hinaus regen sie den Appetit an und fördern die Sekretion von Verdauungssäften, was zu einer schnelleren Darmpassage beiträgt. Allerdings ist die Wiederholbarkeit gering und die Wirkungsweise wissenschaftlich nicht belegt (LOSAND, 2000).

Leistungspotential der alternativen Futterzusatzstoffe

Es gibt eine Reihe von alternativen Futterzusatzstoffen, die allein oder in Kombination den reinen leistungsfördernden Effekt der Leistungsförderer ersetzen können. Das zeigt die umfangreiche Literaturstudie der Fachhochschule Soest 1998. Die wichtigsten die Schweinehaltung betreffenden Ergebnisse sind in der Tabelle 2 zusammengefasst.

Es zeigt sich also, dass unter guten Umweltverhältnissen die leistungsfördernden Effekte durchaus ersetzt werden können. Davon zu unterscheiden ist der gesundheitsstabil-

sierende Effekt der Antibiotika. Diesen Effekt haben die Leistungsförderer genauso wie die Fütterungsarzneimittel, weil sie ihrer Natur nach beide Antibiotika sind. Um metaphylaktische Wirkungen auf den Absatzdurchfall zu realisieren, reichen die alternativen Zusatzstoffe in ihrer Wirkung in der Regel nicht aus. Deshalb muss mit den zur Verfügung stehenden antibiotischen Möglichkeiten so effizient wie möglich umgegangen werden.

KAMPHUES (1998) stellt kritisch die Frage, ob es nicht eine Utopie ist, die heute erreichten Tierkonzentrationen unter den gegenwärtigen

Produktionsstrukturen ohne einen „gewissen antibiotischen Schutz“ gesund zu erhalten. In der Tat brauchen wir für bestimmte Problembereiche wie den Absatz- und den Geburtsbereich die Antibiotika. Um mit diesen so effizient wie möglich umgehen zu können, müssen alle bekannten Verfahren zur Stabilisierung der Tiergesundheit mit dem Ziel der Infektionskettenunterbrechung bzw. Infektionsdruckminderung oder Abwehrleistungssteigerung zur Anwendung kommen.

Über die konkreten Ergebnisse der Haltung- und Fütterungsversuche wird in Kürze berichtet.

Tabelle 2: Gegenüberstellung von konventionellen und alternativen Leistungsförderern im Hinblick auf deren Mastleistungsbeeinflussung in der Ferkelaufzucht und Schweinemast (nach FREITAG, HENSCHKE, SCHULTE- SIENBECK und REICHEL, 1998)

Leistungsförderer/ Einsatzbereich	Anzahl der Untersuchungen	Beeinflussung der Masttagszunahme
<i>Schweinemast</i>		
Tylosinphosphat	14	+ 3,6 %
Salinomycin	13	+ 5,1 %
Avilamycin	7	+ 2,8 %
Milchsäurebakterien	4	+ 4,5 %
Fumarsäure	9	+ 3,4 %
Formiate	4	+ 3,4 %
Kombinationen	6	+ 4,5 %
<i>Ferkelaufzucht</i>		
Carbadox	9	+ 18,2
Olaquinox	8	+ 10,6
Avilamycin	6	+ 12,2 %
Milchsäurebakterien	9	+ 5,2 %
Bacillus Arten	11	+ 3,6
Ameisensäure*	9	+ 14,7
Sorbinsäure *	5	+ 20,3
Fumarsäure *	14	+ 5,9 %
andere org. Säuren* ¹	12	+ 3,0 %
Formiate*	11	+ 4,0 %
Kombinationen * ²	20	+ 10,3 %

* im mittleren Dosierungsbereich Lfl. 01/02

*¹ außer Propion- und Weinsäure

*² Kombinationen aus organischen Säuren und Salzen

Alternativen zum metaphylaktischen Antibiotikaeinsatz in der Mastläufererzeugung - Notwendigkeiten, Möglichkeiten und Grenzen

Kurzfassung

Die Diskussion um die Fütterungsantibiotika wird durch heute stärker in den Vordergrund gestellte Aspekte des Verbraucherschutzes intensiviert. Als Vorbereitung für die Darstellung der Versuchsergebnisse zu den allgemeinen Haltungs- und Fütterungsalternativen zum prophylaktischen Antibiotikaeinsatz in der Mastläufererzeugung wird in diesem Beitrag das aktuell verfügbare Literaturwissen aufgearbeitet. Die biologischen und physiologischen Hintergründe des Absetzens werden beschrieben und Ansatzpunkte zu deren Beeinflussung dargestellt.

Während die reinen leistungsfördernden Effekte der noch verbleibenden drei Leistungsförderer für die Schweinehaltung durch alternative Zusatzstoffe, aber auch mit durchdachten Fütterungsverfahren ersetzt werden können, sind die Effekte auf die Krankheitsmetaphylaxe mit nicht antibiotischen Mitteln viel schwerer zu ersetzen. Damit diese ihre Wirkung nicht verlieren, muss damit so sparsam und effizient wie möglich umgegangen werden. Alle bekannten Verfahren zur Stabilisierung der Tiergesundheit mit dem Ziel der Infektionskettenunterbrechung bzw. Infektionsdruckminderung oder Abwehrleistungssteigerung müssen zur Anwendung kommen.

Literatur

- AHO – ANIMAL-HEALTH-ONLINE (2000): Colienterotoxaemie: Management, Verdauung und Fütterung optimieren! [www. Animal-health-online.de](http://www.Animal-health-online.de), 9/2000.
- BOLDUAN, G. (1995): Weniger Futtereiweiß gegen Ferkeldurchfall?, Neue Landwirtschaft, Heft 5/95, S. 62 - 63.
- BOLDUAN, G. (1999): Neue Anforderungen in der Schweinefütterung – die Ferkelaufzucht ohne Futterantibiotika. Vortrag auf dem Sächsischen Schweinetag im September 1999 in Groitzsch, Tagungsbroschüre.
- DROCHNER, W. (1999): Fütterungsbedingte Verdauungsstörungen beim Schwein, Krafftutter, Heft 1/99, S. 16 - 21.
- DUNKEL, R. UND WALLMEYER, J. (1999): Humin-säuren als Leistungsförderer und Toxinbinder, Schweinewelt, Heft 3/99, S. 14 - 15.
- FELLER, B. (2000): Anfüttern der Absetzferkel – welche Technik für Ihren Betrieb?

- Schweinezucht und Schweinemast, Heft 2/2000, S. 30 - 33
- FLACHOWSKY, G. (1995): Futterergänzungstoffe In: Abel, H., Flachowsky, G., Jeroch, H. und Molnar, S. (Hrsg.): Nutztierernährung. 1. Aufl., Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, S. 94 - 123.
- FREITAG, M., HENSCHKE, H.-U., SCHULTE-SIENBECK, H. und REICHEL, B. (1998): Kritische Betrachtung des Einsatzes von Leistungsförderern in der Tierernährung, Forschungsberichte des Fachbereichs Agrarwirtschaft Soest, Universität-Gesamthochschule Paderborn.
- FURCHT, G., GRÄTSCH, A.-E., ADAM, S., BOLDUAN, G. und JUNG, H. (1991): Pufferarme Mineralstoffmischungen für Schweine, Krafftutter, Heft 3/91, S. 110 - 113.
- GEDEK, B. (1987): Darmflora landwirtschaftlicher Nutztiere im Zustand der Eubiose, FeedMagazin, S. 22.
- GREIFE, H.A. und BERSCHAUER, F. (1988): Leistungsförderer in der Tierproduktion: Stand und Perspektiven. In: Übersichten zur Tierernährung 16, S. 27 - 78.
- KAMPHUES, J. (1997): Mit Wasser jetzt nicht geizen. In: top agrar, Heft 7/97, S. 22 - 24
- KAMPHUES, J. (1999): Leistungsförderer – Der Status Quo aus Sicht der Tierernährung, Übersichten zur Tierernährung (27), S. 1 - 28.
- KAMPHUES, J. (1987): Pathogenese von Verdauungsstörungen bei Ferkeln nach forcierter Futteraufnahme. In: Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e. V. - DVG -, Tagungsberichte zum 17. Kongress der DVG in Bad Nauheim 1. - 4. April 1987, S. 33 - 42.
- KUHLMANN, K. und STALLJOHANN, G. (1999): Die richtige Strategie gegen Absatzdurchfälle, top agrar, Heft 8/99, S. 6 - 9.
- LINDERMAYER, H. und PROBSTMEIER, G. (1995): Einsatz von lebenden Hefezellen in der Ferkelaufzucht, Krafftutter, Heft 6/95, S. 274 - 277.
- LINDERMAYER, H. und PROBSTMEIER, G. (1999): Wirkung verschiedener Futterzusatzstoffe (Prä-, Pro-, Symbiotika) im Ferkelaufzuchtfutter, Gruber Info 2/2001, S. 51 - 53
- LINDERMEYER, H. und PROBSTMEYER, G. (2001): Fütterungsstrategien in der Ferkelaufzucht, LAF Landesarbeitskreis Fütterung Baden-Württemberg e.V., LAF-Informationen Heft 1/99, S. 1 - 22
- LOSAND, B. (2000): Schweineernährung ohne Leistungsförderer? In: Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg Vorpommern, Heft 21, S. 11 - 27.

- MEYER, E. (1998): Frühabsetzer rechtzeitig vor dem Fall ins Immunloch bewahren, Sonderheft der Bauern Zeitung: Schweine Fütterung, Nr. 2/1998, S. 6 - 8.
- MEYER, E., PARGE-AHRLING, R., UHLIG, R. (2001): Ergebnisse der Versuche mit alternativen Diätzusätzen in der Fütterung von Absetzferkeln, Infodienst 11/01, S. 77 - 83
- ROBERTSSON, J.A., LUNDHEIM, N. (1994): Prohibited use of antibiotics as a feed additive for growth promotion – effects on piglets health and production parameters. Proc. 13 th Int. Congr. Pig Vet. Soc., S. 282.
- ROTH, H. (1997): Tiergesundheit fördern – mit Leistungsförderern und Bioregulatoren, Kraftfutter, S, 154 - 159.
- SCHUHMACHER, A. und GROPP, J. M. (2000): Effekt von Huminsäuren auf Gesundheit und Leistungsparameter von Absetzferkeln, Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, Band 9, S. 77.
- SPRING, P. (1997): Tierernährung und Antibiotikaresistenz, (M)ar(k)tgerechte Tierernährung. Schriftenreihe aus dem Institut für Nutztierwissenschaften der ETH Zürich, Heft 17, S. 49 - 60.
- STALLJOHANN, G. (1999): Ferkelfütterung: Für die Kleinsten nur vom Feinsten! top agrar, Heft 7/1999, S. 4 - 7.
- STOECKLIN-BÜRGI, B. (1996): Probiotische Wachstumsförderer für Schweine. Die Grüne, Heft 45/96, S. 24 - 25.

Untersuchungen zum Einfluss von Fusarientoxinen auf die Mastleistung von Schweinen unter Einbeziehung eines Mykotoxinbinders

K. Hörügel, E. Meyer, R. Uhlig, Heike Weiß, Gudrun Hanschmann, Christine Gebhart, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Adrea Lindner, Fa. Biocheck

Schimmelpilzbefall und Mykotoxinbehaftung der Futtermittel sind ein potentielles Gefährdungsrisiko der Gesundheit und Leistung der landwirtschaftlichen Nutztiere. Der Kenntnisstand hat sich nicht zuletzt durch die Verbesserung der diagnostischen Möglichkeiten insbesondere für die Mykotoxine in den letzten Jahren erheblich erweitert. Im Gesamtkonzept der Produktionssicherung und -stabilisierung nimmt dieser Problembereich einen zunehmend höheren Stellenwert ein.

Der Befall von Mais, Getreide einschließlich des Strohes, Luzerne, Erbsen und Gras auf dem Feld mit **Feldpilzen** der Gattung **Fusarium** und deren Mykotoxinbildung haben auch bei in Sachsen erzeugten Futtermitteln eine nicht zu unterschätzende Bedeutung. Bei wachsenden Schweinen sind vor allem von den Mykotoxinen der **Trichothecengruppe**, z. B. **Deoxynivalenol (DON)** als Leittoxin, Diacetoxyscirpenol (DAS), Nivalenol (NIV) Schäden zu erwarten. Sie besitzen eine extrem hohe Zytotoxizität und können dadurch die Schleimhaut des Magen-Darm-Kanals schädigen, verbunden mit verminderter Futteraufnahme und bei höheren Konzentrationen auch Erbrechen sowie Immunsuppression mit nachfolgend gehäufter Auftreten infektiöser Faktorenkrankheiten auslösen. Bei auftretenden Schadensfällen handelt es sich häufig um ein multitoxisches Geschehen mit unspezifischen Gesundheits- und Leistungsdepressionen.

Im Ergebnis von Fütterungsversuchen wird mitgeteilt, dass ein erhöhter DON-Gehalt im Futter von Mastschweinen anfänglich zu Verzehrdepressionen führt. Der tägliche Futterverbrauch gleicht sich aber im Mastverlauf an. Der Gesamtverbrauch und damit die Zuwachslleistungen bleiben aber bis zu 100 g/Tag geringer als bei Schweinen, die mit nicht belastetem Futter versorgt wurden. In den Versuchen wurde auch die Wirksamkeit verschiedener Mykotoxinbinder geprüft. Sie war unbedeutend, und die Kosten waren höher als die Ertragsverbesserungen.

Insgesamt ist die Kenntnis der quantitativen Schädwirkungen von Mykotoxinen relativ gering. Das liegt u. a. daran, dass Exaktversuche schwierig sind, da mykotoxinbelastete Futtermittel nicht ständig zur Verfügung stehen.

Der Anfall von stark mykotoxinbehaftetem Weizen aus der Ernte des Jahres 2002 ermöglichte, einen Fütterungsversuch bei Mastschweinen durchzuführen, über den nachfolgend berichtet wird.

Material und Methode

Der Versuch wurde im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft durchgeführt.

Die mykotoxikologischen Untersuchungen des Weizens erfolgten mit ELISA oder HPLC, die der Futtermittel mit HPLC. Die Proben der Gallenflüssigkeit wurden nach Hydrolyse über Festphasenextraktion gereinigt, equilibriert, eluiert, eingeeengt und dann im ELISA die Konzentration ermittelt. Die Blutproben wurden wie die Gallenproben bearbeitet, allerdings ohne Hydrolyse.

- mykotoxinbehafteter Weizen

Im Rahmen ackerbaulicher Versuche wurde auf einem Schlag die Winterweizensorte Charger angebaut. Die Vorfrucht war auf der einen Hälfte des Schlags Rüben, auf der anderen Mais. Die Bodenbearbeitung erfolgte auf dem gesamten Schlag pfluglos. Damit trafen drei Risikofaktoren für Fusarienbefall, nämlich Vorfrucht Mais, pfluglose Bodenbearbeitung und fusarienanfällige Sorte zusammen. Schon mehrere Wochen vor der Ernte war auf dem Risikoschlag ein erheblicher Fusarienbefall der Ähren festzustellen, während auf dem Schlag mit Vorfrucht Rübe nur ein ganz geringgradiger Befall ermittelt werden konnte. Die mykologischen und mykotoxikologischen Verlaufsuntersuchungen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Es wurde der hohe Fusarienbefall bestätigt und insbesondere eine erhebliche Mykotoxinbelastung festgestellt, die auch nach der Ernte erhalten blieb (Tabelle 2). Die Zwischenlagerung des Untersuchungsmaterials im Kühlschrank scheint in der Tendenz den DON-Gehalt zu erhöhen. Neben dem DON wurden auch die Mykotoxine Zearalenon und Nivalenol nachgewiesen. Die Mykotoxine HAT-2, T-2, DAS, 3-Acetyl-DON und OTA konnten im mykotoxinbehafteten Weizen nicht detektiert werden.

Tabelle 1: Einfluss der Vorfrucht auf Fusarienbefall und Mykotoxinbehaftung – Fallbeispiel Vorfrucht Rübe bzw. Mais, pfluglose Bodenbearbeitung, Weizensorte Charger

Datum	Vorfrucht	Plattengussverfahren Fusarium Keimzahl /g					DON
		gesamt	culm./gram.	poae	cerealis	avenaceum	Elisa (µg / kg)
20.07.2001	Rübe	222			222		0
31.07.2001	Rübe	64		50		14	220
10.08.2001	Rübe	62		62			0
10.07.2001	Mais	1.920	1.920				> 6.000
20.07.2001	Mais	1.900	1.900				> 6.000
31.07.2001	Mais	1.500	1.500				34.000
10.08.2001	Mais	871	871				19.000 45.000

Tabelle 2: Mykotoxinbefunde im Weizen für den Fütterungsversuch

	DON (µg / kg)	ZEA (µg / kg)	NIV (µg / kg)
belasteter Weizen für Versuchsgruppen			
	n = 32	n = 11	n = 8
Mittelwert	~ 12.500	159	515,4
Median	~ 10.900	158	496
gering belasteter Weizen für Kontrollgruppe			
	n = 17	n = 17	
Mittelwert	383	> 10	
Median	250		

Der mykotoxinkontaminierte Weizen wurde in den Versuchsgruppen, der gering belastete Weizen in der Kontrollgruppe eingesetzt.

Die Versuchs-Futtermittel wurden nach folgenden Rezepturen zusammengestellt.

Fütterungsversuch

- Tiermaterial

Es wurden Mastendprodukte der genetischen Konstruktion Pi x (DE x DL) verwendet.

- Versuchsablauf

Der Versuchsablauf ist in Tabelle 3 dargestellt.

Futtermittel

- Versuchsgruppe 2 (V 2): 3 mg DON/kg Futtermittel

Es wurde ein Mindestgehalt von 3,0 mg DON/kg Futtermittel angestrebt.

	Rezeptur Vormast	Rezeptur Endmast
Gerste	100 kg	350 kg
Sojaschrot	210 kg	220 kg
Weizen, unbelastet	355 kg	100 kg
Weizen, 10 mg DON	300 kg	300 kg
BI-Phos. F.SpeZ.Herb	20 kg	
BI-Phos. M-.SPeZ.	15 kg	30 kg
	1.000 kg	1.000 kg

- Versuchsgruppe 1 (V 1): 3 mg DON/kg Futtermittel + Mykotoxinbinder

In den Versuch wurde die Erprobung des Mykotoxinbinders „Klinofeed“ der Fa. Unipoint ag, Schweiz, eingebunden. Klinofeed ist ein Al-Silikat, das Mykotoxine binden und damit unwirksam machen soll.

Entsprechend der Herstellerempfehlung wurden dem Versuchsfutter 0,8 % Klinofeed zuge-mischt.

- Kontrollgruppe (K)

Im Futter der Kontrollgruppe wurde bei gleicher Rezeptur nur unbelasteter Weizen eingesetzt. Die Fütterung erfolgte mit ACEMO-Fütte-rungstechnik, mit der eine exakte Dosierung, Mischung und Mengenerfassung möglich ist.

Folgende Mykotoxingehalte wurden während des Versuches in den Futtermitteln ermittelt (Tabelle 4). Die Vorgabe von 3 mg DON/kg Futtermittel in den Versuchsgruppen kann als realisiert angesehen werden.

Die Futtermittelinhaltsstoffe Trockensubstanz, Rohasche, Rohfaser, Rohfett, Rohprotein, Stärke, Zucker und Energie zeigten keine beachtenswerten Unterschiede zwischen Kontroll- und Versuchsfuttermitteln.

Tabelle 3: Ablauf Mykotoxin - Fütterungsversuch

Fütterungszeitraum: 85. LT bis Mastende (180. - 200. LT) Einzeltierkennzeichnung mit Ohrmarke			
	Kontrollgruppe	Versuchsgruppe 1	Versuchsgruppe 2
n	32 (je 16 männlich und weiblich)	32 (je 16 männlich und weiblich)	32 (je 16 männlich und weiblich)
DON-Gehalt/kg FuMi	< 0,5 mg	3,0 mg + Klinofeed *	3,0 mg
ZEA-Gehalt/kg FuMi und weitere Mykotoxine	abhängig von Gehalt im Weizen		
Futtermittel	Standardrezeptur Weizen unbelastet	Standardrezeptur + 30 % belasteter Weizen (10 mg DON/kg)	
		+ 0,8 % Klinofeed	

* Mykotoxinbinder von Fa.unipoint ag , Schweiz

Tabelle 4: Mykotoxingehalte in den Versuchs-Futtermitteln

Datum	Futtermittel	DON	ZEA	OTA
27.05.2002	Kontrollfutter	< 100	< 10	< 0,1
	Versuchsweizen	10.475	185	< 0,1
	Versuchsweizen + 0,8 % Klinofeed	11.564	205	< 0,1
18.06.2002	Kontrollfutter	< 100	< 10	
	Versuchsfutter 2	1.711	64	
	Versuchsfutter 1 mit Klinofeed	2.402	57	
31.07.2002	Kontrollfutter	133	< 10	
	Versuchsfutter 2	4.116	56	
	Versuchsfutter 1 mit Klinofeed	3.792	68	

Versuchsablauf

Die Tiere wurden zu Versuchsbeginn einzeln gewogen, mit Ohrenmarken gekennzeichnet und gleichmäßig nach Geschlecht und Gewicht auf die Untersuchungsgruppen verteilt. Am 64. und 106. Haltungstag erfolgten wiederum Einzeltierwägungen.

Zu den Wägezeitpunkten bzw. beim Schlachten wurden von je fünf männlichen und fünf weiblichen Tieren jeder Gruppe als Einzeltier-Verfolgsuntersuchung Blutproben zur Ermittlung von immunologischen und Stoffwechselfparametern sowie zur Bestimmung des Mykotoxingehaltes entnommen. Gleichzeitig wurden Kotproben zur Mykotoxbestimmung sowie zur Keimdifferenzierung gesammelt. Nach der Schlachtung wurde von diesen Tieren der Mykotoxingehalt in der Gallenflüssigkeit ermittelt.

Ergebnisse

Mastleistung

Bis zum 64. Masttag deutete sich an, dass die Tiere der Kontrollgruppe ohne besondere

Mykotoxinbelastung den höchsten Gewichtszuwachs und die Mykotoxingruppe den niedrigsten hatten. Der Mykotoxinbinder schien die Leistungsdepressionen zu mindern. Die Unterschiede in der Gewichtsentwicklung sind offensichtlich auf den unterschiedlichen Futterverbrauch zurückzuführen. Die Tiere der Mykotoxingruppe hatten anfangs den geringsten Futterverbrauch (Abbildung 1).

Im zweiten Mastabschnitt zeigten die Tiere der Mykotoxingruppe einen regelrechten Wachstumsspurts einschließlich besserer Futteraufnahme, so dass nach Abschluss des Versuches am 106. Masttag keine signifikanten Differenzen in den Mastendmassen und im Zuwachs festgestellt werden konnten (Tabelle 5).

Die begleitenden labordiagnostischen Untersuchungen zu immunologischen und Stoffwechselfparametern erbrachten ebenfalls keine gerichteten Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen. Es wurden allerdings nur je zwei männliche und weibliche Tiere von den insgesamt zehn gebluteten untersucht.

Tabelle 5: Leistungsparameter Mykotoxinversuch

	Kontrolle	V 1 3,0 mg DON + 0,8 % Klinofeed	V 2 3,0 mg DON
Körpermasse kg			
Einstellung	30,0 ± 3,17	30,6 ± 3,95	30,6 ± 3,19
64. HT	74,9 ± 8,03	74,3 ± 8,32	73,5 ± 7,63
Zuwachs bis 64. HT	44,9	43,7	42,9
106. HT	102,6 ± 10,3	101,4 ± 11,96	102,0 ± 9,70
Zuwachs 64. – 106. HT	27,7	27,1	28,5
Zuwachs 1. – 106. HT	72,6	70,8	71,4
HTZ g			
bis 64. HT	702	683	670
65. - 106. HT	660	645	679
1. – 106. HT	685	668	674
tägliches Futterverbrauch kg			
bis 64. Tag	1,94	1,83	1,65
65. - 106. Tag	2,34	2,20	2,21
1. – 106. HT	2,1	2,02	1,93
Futtermittelverbrauch kg Futter/kg Zuwachs			
bis 64. Tag	2,88	2,7	2,79
65. - 106. Tag	3,72	3,54	3,41
1. – 106. HT	3,21	3,01	3,05

Beispielhaft für den Verlauf der Akute-Phase-Proteine Haptoglobin, C-reaktives Protein, Neopterin und für Immunglobulin G als Frühindikatoren für entzündliche Erkrankungen ist in der Abbildung 2 der Verlauf bei C-reaktivem Protein dargestellt.

Zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung bei Versuchsbeginn können die Differenzen nur zufällig sein, denn die Schweine waren bis dahin einheitlich gefüttert und gehalten worden.

Es sind zwischen den Gruppen keine gesicherten Unterschiede zu erkennen.

Auch die Bestimmungen der Enzyme zur Beurteilung der Leberfunktion Alkalische Phosphatase, Gamma-GT, GLDH und GOT erbrachten keine unterschiedlichen Tendenzen zwischen den Untersuchungsgruppen, dargestellt für die Alkalische Phosphatase in Abbildung 3.

Der DON-Gehalt im Blut ließ keine Zusammenhänge zur DON-Aufnahme der Schweine erkennen (Abbildung 4).

Sowohl in der Galle als auch im Kot ließen sich aber bei den Versuchstieren die höheren DON-Konzentrationen als bei den Kontrolltieren feststellen (Abbildungen 5 und 6).

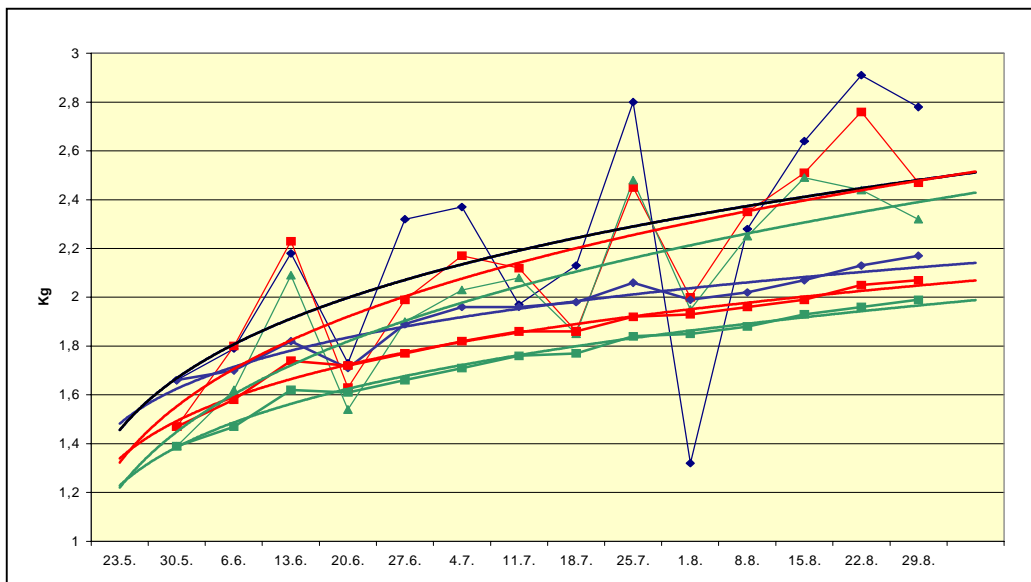


Abbildung 1: Täglicher und kumulativer Futtermittelverbrauch

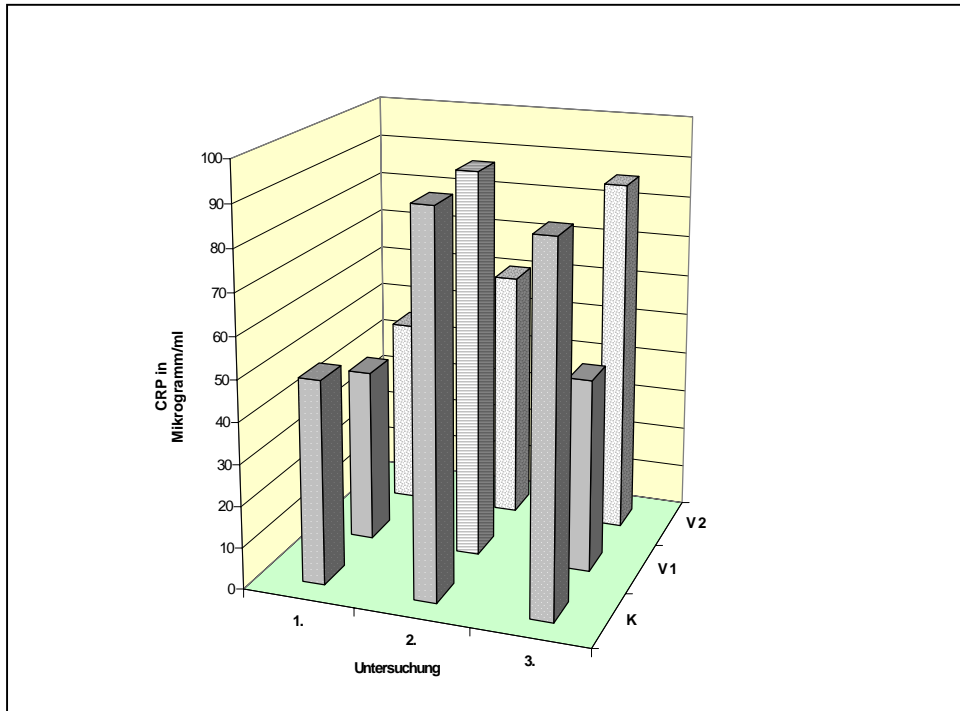


Abbildung 2: C-reaktives Protein

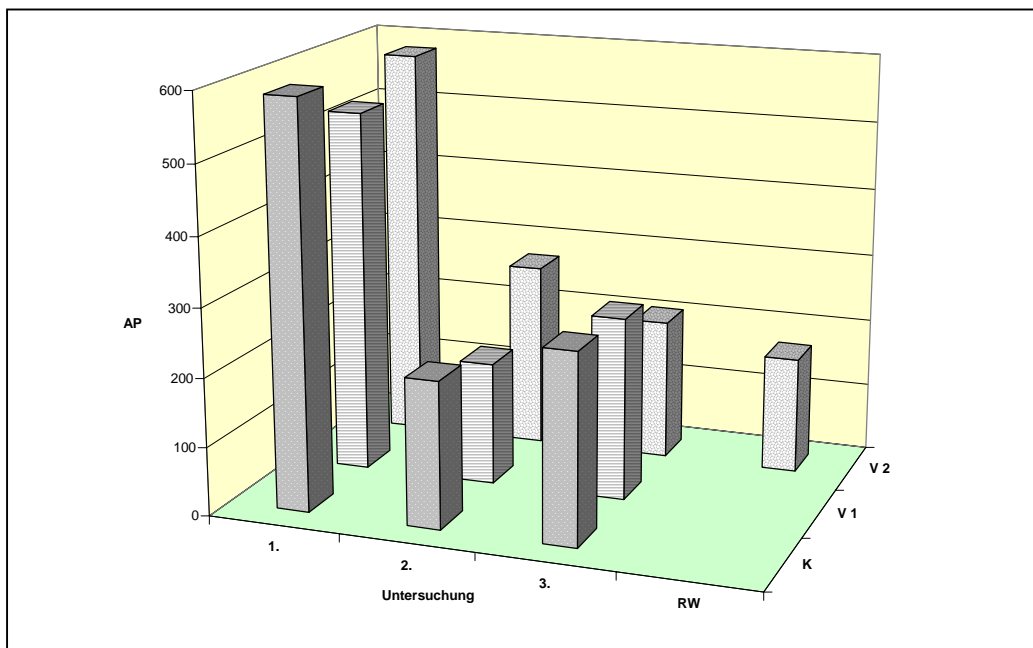


Abbildung 3: Alkalische Phosphatase

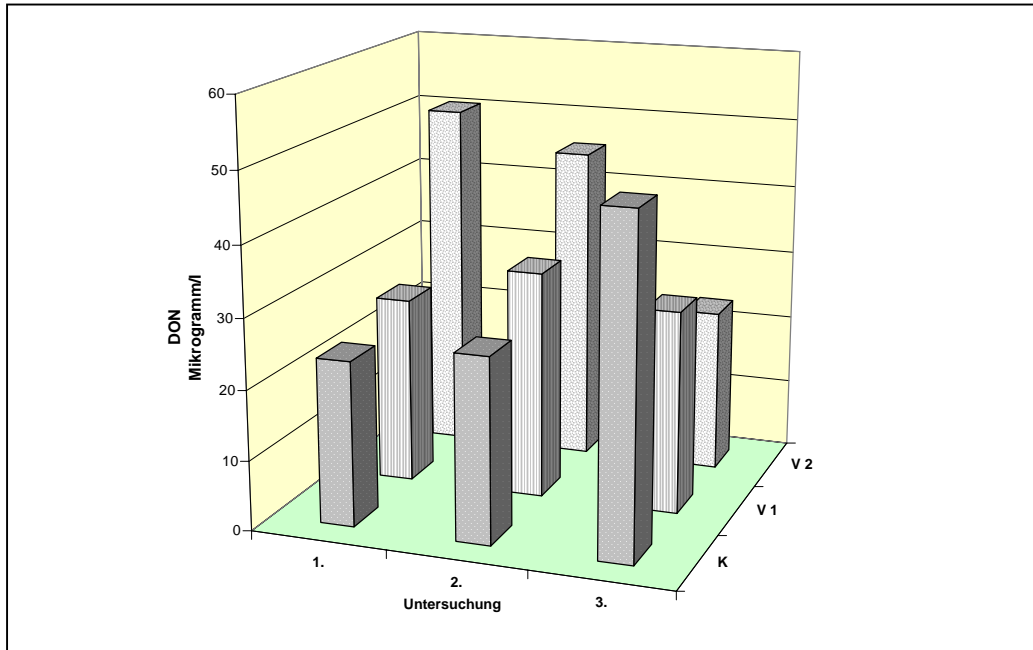


Abbildung 4: DON-Gehalte im Blut

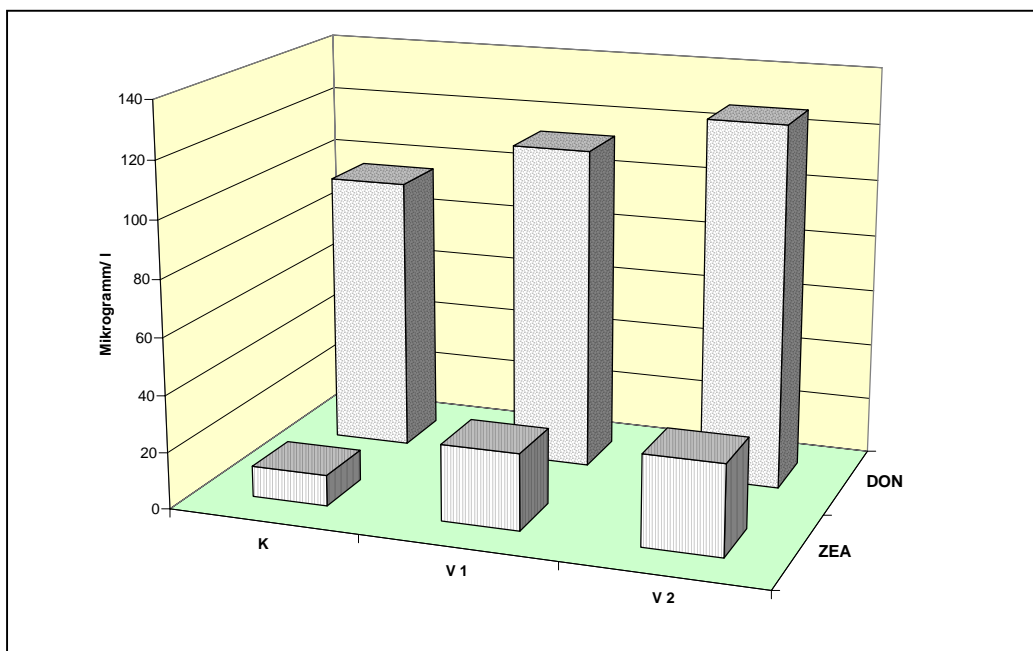


Abbildung 5: DON- und ZEA-Gehalte in der Galle (Medianwerte)

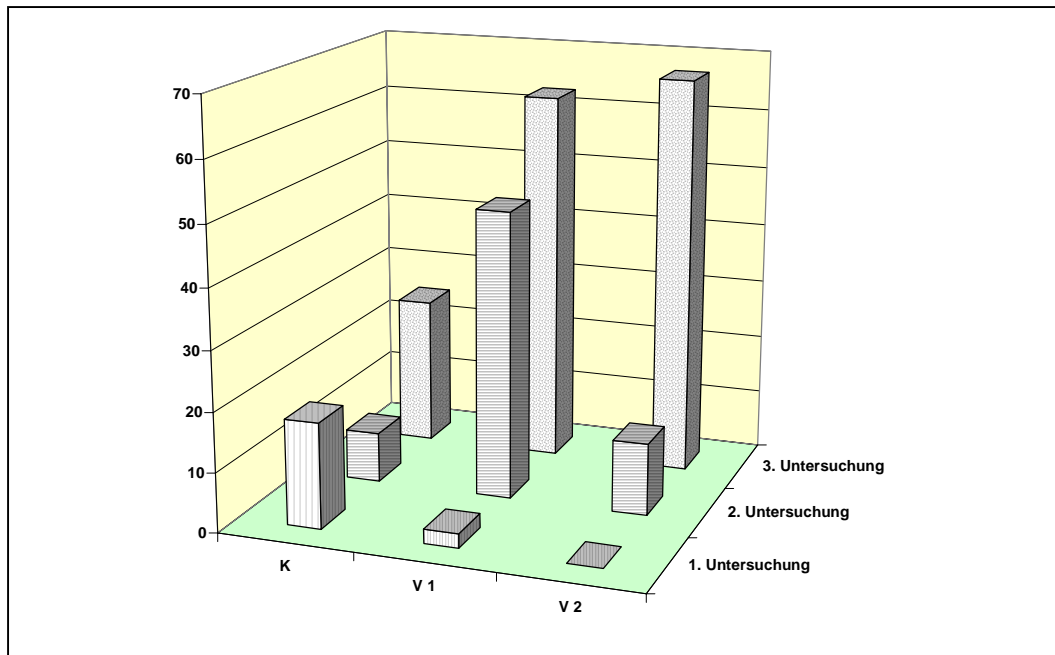


Abbildung 6: DON-Gehalte im Kot (Medianwerte)

Zusammenfassende Wertung

Mykotoxine, insbesondere Fusarientoxine, sind ein Gefährdungspotential für die Gesundheit und Leistung der landwirtschaftlichen Nutztiere. Diese Toxine können in Abhängigkeit von verschiedenen ackerbaulichen und klimatischen Faktoren in relevanten Konzentrationen auch in sächsischen Futtermitteln, vor allem in Mais und Getreide, vorkommen.

Besonders empfindlich sind die Schweine. Die Hauptschäden, die durch Fusarientoxine verursacht werden können, sind Fruchtbarkeitsstörungen bei den Sauen, Verzehr- und Wachstumsdepressionen bei wachsenden Schweinen und eine erhöhte Erkrankungshäufigkeit als Folge einer Immunsuppression.

Das Quantifizieren des Ausmaßes mykotoxinbedingter Schäden ist schwierig, weil die Symptome sehr unspezifisch sind, in Verdachtsfällen das suspekte Futter für mykotoxikologische Untersuchungen nicht mehr verfügbar ist, meist mehrere Mykotoxine gleichzeitig wirken und die Erscheinungen häufig durch multifaktorielle Ursachen ausgelöst werden. Für Fütterungsversuche steht nicht immer ein Futtermittel mit einem entsprechenden und definierten Mykotingehalt

zur Verfügung. Deshalb ist der Kenntnisstand über die Schadwirkungen bei den Tieren z. B. im Vergleich zu den sehr guten diagnostischen Möglichkeiten für Pilzbefall und Mykotoxine relativ unzureichend. Das kann dazu führen, dass der Nachweis von Mykotoxinen in Futtermitteln als Schadensursache überbewertet wird.

Es ist deshalb erforderlich, die Kenntnisse über die Mykotoxinwirkung bei den Tieren weiter zu vertiefen.

Mit dem vorgestellten Fütterungsversuch sollten die Auswirkungen einer erhöhten DON-Verabreichung an Mastschweine geprüft werden.

Das wurde dadurch ermöglicht, dass im Jahre 2001 auf einem Ackerschlag Weizen mit massivem Fusarienbefall und sehr hohem Toxingehalt geerntet wurde, der als Mykotoxinträger im Versuchsfutter eingesetzt wurde. Die hohe Fusarien- und Toxinbelastung kam dadurch zustande, dass drei Risikofaktoren für den Fusarienbefall zusammenwirken konnten. Die Vorfrucht für den Winterweizen war Mais. Es erfolgte eine pfluglose Bodenbearbeitung, und es wurde die relativ fusarienempfindliche Weizensorte „Charger“ angebaut. Die Vorfrucht Rüben führte bei sonst identischen Bedingungen zu keinem erhöhten Fusarienbefall (Tabelle 1).

Im Ergebnis von ca. 30 Untersuchungen wurde in dem mykotoxinbelasteten Weizen ein Gehalt von ca. 10,0 mg DON, 0,15 mg Zearalenon und 0,5 mg Nivalenol nachgewiesen (Tabelle 2).

Der Fütterungsversuch wurde mit einem DON-Gehalt von 3,0 mg/kg Futtermittel über den gesamten Mastzeitraum vom ca. 75. bis ca. 200. Lebenstag durchgeführt. In den Versuch wurde die Prüfung des Mykotoxinbinders „Klinofeed“, unipoint ag, Schweiz, eingebunden. Dieser Mykotoxinbinder war in einigen Ferkelerzeugerbetrieben in Sachsen zur Verbesserung der Fruchtbarkeitsleistungen eingesetzt worden. Der wirksame Bestandteil ist Al-Silikat, das die Mykotoxine binden soll. 0,8 % Klinofeed wurden der Mykotoxinration zugemischt. In der Kontrollgruppe wurde bei gleicher Rationsgestaltung mykotoxikologisch unbelasteter Weizen eingesetzt (Tabelle 4).

Das Gesamtergebnis des Versuches ist insofern unerwartet, als dass keine signifikanten Differenzen in den Schlachtgewichten, exakter am 106. Masttag, zwischen der Kontrollgruppe und den Mykotoxingruppen ohne bzw. mit Mykotoxinbinder ermittelt werden konnten (Tabelle 5). Analog waren auch die Masttagszunahmen annähernd gleich.

Bei der Wägung am 64. Masttag hatte sich eine Abstufung des Zuwachses angedeutet, denn die Kontrolltiere hatten einen um 2,0 kg bzw. 1,2 kg höheren Zuwachs als die Tiere der Versuchsgruppe mit DON bzw. der Versuchsgruppe mit DON und Mykotoxinbinder. Diese wiederum hatten 0,8 kg mehr Zuwachs als die Versuchstiere ohne Mykotoxinbinder. Im zweiten Mastabschnitt holten die Tiere der Mykotoxingruppe aber deutlich auf, während die Tiere der Mykotoxinbindergruppe den geringsten Zuwachs realisierten, so dass insgesamt die Differenzen in den Masttagszunahmen der Versuchsgruppen zur Kontrollgruppe nur 20 bis 25 g betragen. Die Leistungsdifferenzen waren biostatistisch nicht zu sichern und können deshalb höchstens als Tendenzen gewertet werden.

Die Ursachen für die differenzierte Körpermasseentwicklung liegen im unterschiedlichen Futtermittelverbrauch. Die Tiere der Mykotoxingruppe hatten zum Mastbeginn eine um ca. 10 %, die der Mykotoxinbindergruppe um ca. 5 % geringere tägliche Futteraufnahme als die Kontrolltiere (Abbildung 1). Im zweiten Mastabschnitt war der Futtermittelverbrauch in beiden Mykotoxingruppen gleich, lag aber weiterhin ca. 5 % unter dem der Kontrollgruppe, so dass die

Abstufungen im Futtermittelverbrauch insgesamt erhalten blieben.

Daraus resultiert, dass bei nahezu gleichem Körpermassezuwachs die beiden Mykotoxingruppen den um ca. 5 % günstigeren Futtermittelaufwand hatten. Es darf aber nicht der Schluss gezogen werden, dass Mykotoxine den Futtermittelaufwand senken!

Die Untersuchung der Akute-Phase-Proteine Haptoglobin, Neopterin und C-reaktives Protein sowie die Bestimmung des Gamma-Globulin-Gehaltes als „Gesundheitsindikatoren“ zu Versuchsbeginn, am 64. Masttag sowie zur Schlachtung erbrachten ebenfalls keine gerichteten Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen. Gleiches gilt für die Bestimmung der Enzyme GOT, GLDH, Gamma-GT und AP, die Hinweise auf eine Leberschädigung geben könnten. Die ermittelten Werte lagen teilweise über den Referenzwerten, zeigten aber keine Beziehungen zur Mykotoxinverabreichung.

Eine andere Tendenz zeigt sich bei den DON-Gehalten im Blut, in der Galle und im Kot. Im Blut wurden keine Differenzen zwischen den Gruppen ermittelt. Das ist unerklärlich, denn im Futter der Kontrolltiere waren nur ganz geringe DON-Mengen enthalten (Tabelle 4). In den Mykotoxingruppen waren die Gehalte in der Galle und im Kot erwartungsgemäß höher als in der Kontrollgruppe.

In diesen drei Substraten wurden ca. 10 % der täglich aufgenommenen DON-Menge wiedergefunden. Das ergibt sich aus folgender Rechnung. Im letzten Mastabschnitt wurden bei ~ 3 kg täglichem Futtermittelverbrauch ca. 10 mg DON täglich aufgenommen. In einem Liter Blut wurden ca. 40 µg DON gefunden. Das entspricht bei einer Blutmenge von 15 Liter 600 µg DON. In einem Liter Galle, das ist etwa die produzierte Tagesmenge, fanden sich 100 µg. 1 kg Kot enthielt ca. 60 µg DON. Damit wurden bei einem täglichen Kotabsatz von ca. 5 kg ca. 300 µg DON täglich mit dem Kot ausgeschieden. Insgesamt wurde also ca. 1 mg DON wiedergefunden. Die mögliche Einlagerung in das Körperfett sowie die Ausscheidung über den Harn konnten nicht geprüft werden.

Da Auswirkungen der Mykotoxinverabreichung auf die mikrobielle Besiedlung des Magen-Darm-Kanals möglich sind, wurde der Kot mikrobiologisch untersucht. Es wurden bezüglich der isolierten Bakterien *Escherichia coli*, Salmonellen, *Yersinia enterocolitica*, *Clostridium perfringens* sowie der Hefen keine

deutlichen Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen gefunden. Bei der dritten Untersuchung wurde aber in den Versuchsgruppen mit DON-Belastung bei drei von acht Tiere *Salmonella typhimurium* nachgewiesen, während bei den Kontrolltieren keine Salmonellen gefunden wurden. Zusätzlich waren bei der Versuchsgruppe 2 (3,0 mg DON/kg Futtermittel) die Keimzahl der Hefen bei drei von vier Tieren deutlich angestiegen.

Schlussfolgerungen

- Die Verabreichung von 3,0 mg DON/kg Futtermittel über den gesamten hatte keine signifikanten Beeinträchtigungen der Mastleistung und der Tiergesundheit zur Folge. Die Minderung der täglichen Zunahmen um ca. 20 g liegen etwas niedriger als die von anderen Untersuchern mit ca. 50 g festgestellten Werte. Gesundheitsstörungen wurden nicht beobachtet.

- Der BMVEL-Orientierungswert von 1,0 mg DON/kg Futtermittel für Mastschweine erscheint deshalb als ein geeigneter Wert, um fusarientoxinbedingten Schäden vorzubeugen.
- Auswirkungen des Mykotoxinbinders waren nicht zu erkennen und wegen des ähnlichen Leistungsniveaus zwischen der DON-Gruppe und der mykotoxinfreien Kontrollgruppe auch nicht zu erwarten. Im ersten Mastabschnitt deutete sich an, dass die Mykotoxinbindergruppe eine Mittelstellung bei den Zunahmen und beim Futterverbrauch einnahm. Es folgten aber schlechtere Zunahmen im zweiten Mastabschnitt, die aber nicht als Wirkung des Mykotoxinbinders anzusehen sind.
- Es ist offensichtlich nicht erforderlich, bei DON-Gehalten bis 3,0 mg/kg Futtermittel bei Mastschweinen Mykotoxinbinder einzusetzen.

Einfluss einer Fusarientoxin-Verabreichung während der Jungsauenaufzucht auf den Pubertätseintritt

K. Hörügel und R. Uhlig, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich 8 - Tierzucht, Fischerei und Grünland, Köllitsch, H. Vergara, Sächsische Tierseuchenkasse

Eine besondere Empfindlichkeit gegenüber Fusarientoxinen haben präpubertale weibliche Schweine. Da Zearalenon eine den Östrogenen ähnliche Struktur hat, kann es die Östrogenrezeptoren besetzen und dadurch Störungen im Haushalt der Sexualhormone verursachen.

Das kann zum so genannten Hyperöstrogenismus führen, d. h., dass noch nicht geschlechtsreife weibliche Schweine deutliche äußere Rauschesymptome zeigen, ohne dass die Ovarien schon aktiviert sind. Am eindrucksvollsten sind diese Erscheinungen bei Ferkeln, die schon mit deutlichen Vulvaschwellungen und -rötungen geboren werden können.

Die Störung des Östrogen-Progesteron-Verhältnisses führt zu Dysregulationen im Ablauf des Sexualzyklus und damit zu schlechteren Befruchtungsergebnissen und in der Embryonalentwicklung zum Absterben einzelner Embryonen oder auch aller Konzepte und damit zu niedrigen Wurfgrößen und Trächtigkeitsraten.

Das DON hat eine stark zytotoxische Wirkung, schädigt direkt die Embryonen und Fetusse, die Leber und das Immunsystem und kann deshalb ebenfalls Nichtträchtigkeit, kleine Würfe und die Geburt lebensschwacher und minderwertiger Ferkel bewirken.

Der höheren Empfindlichkeit der präpubertalen Sauen gegenüber Mykotoxinen wird mit den BMVEL-Orientierungswerten dadurch Rechnung getragen, dass empfohlen wird, die ZEA-Konzentration/kg Futtermittel < 0,05 mg zu halten.

Zur weiteren Verifizierung der Auswirkungen einer Fusarientoxinaufnahme durch wachsende weibliche Schweine auf den Pubertätseintritt wurden nachfolgende Untersuchungen durchgeführt.

Material und Methode

In Weiterführung eines Mastversuches mit mykotoxinhaltigen Futtermitteln, bei dem drei Untersuchungsgruppen (Kontrolle ohne DON, Versuchsgruppe I 3,0 mg + 0,8 % Klinofeed, Versuchsgruppe II 3,0 mg DON) während der

gesamten Mastdauer mit unterschiedlichen Mykotoxinmengen versorgt wurden, wurden je sechs Jungsauen nach Mastende gleichmäßig auf zwei neue Untersuchungsgruppen verteilt. Die Kontrollgruppe erhielt mykotoxinfreies Futter, die Versuchsgruppe Futter mit 3,0 mg DON, 0,05 mg Zearalenon und 0,15 mg Nivalenol.

Die Zusammenstellung der Gruppen erfolgte am ca. 200., die Schlachtung am ca. 255. Lebenstag. Es wurden der Futtermittelverbrauch und die Körpermasseentwicklung erfasst sowie auftretende Rauscheerscheinungen dokumentiert.

Zur Schlachtung wurden Blutproben, Galle und z. T. Kot und Fett zur mykotoxikologischen Untersuchung entnommen. Die Uteri und Ovarien wurden gewogen, makroskopisch untersucht und der Funktionszustand beurteilt.

Ergebnisse und Wertung

Überraschend sind die Ergebnisse der Körpermasseentwicklung (Tabelle 1), verdeutlicht mit Abbildung 1.

Im Gegensatz zum Mastzeitraum, in dem durch die DON-Verabreichung kein Einfluss auf die Körpermasseentwicklung erkennbar war, hatte die während der nachfolgenden Jungsauenaufzucht mit 3,0 mg DON/kg Futtermittel versorgte Versuchsgruppe einen um 11 kg = 22 % geringeren Zuwachs als die Kontrollgruppe ohne DON.

Das entspricht einer erheblichen Minderung der Haltungstagszunahmen um 174 g. Die Differenzen waren allerdings biostatistisch nicht zu sichern.

Die Ursachen liegen in einer um 0,83 kg geringeren täglichen Futteraufnahme = 22 %. Entsprechend war der Futteraufwand in Versuchs- und Kontrollgruppe nahezu identisch.

Der Einfluss der unterschiedlichen DON-Verabreichung während des vorangegangenen Mastabschnittes (ca. 80. bis ca. 200. Lebenstag) auf die Futteraufnahme und Körpermasseentwicklung während der Jungsauenaufzucht (ca. 200. bis 255. Lebenstag) kann nur als Tendenz interpretiert werden, denn die Untergruppen sind mit je drei Jungsauen zu gering besetzt.

Tabelle 1: Gewichtsentwicklung und Pubertätstatus der Jungsauen

JS-Aufzucht ohne DON					JS-Aufzucht mit DON				
	Körpermasse kg		Uterusmasse g			Körpermasse kg		Uterusmasse g	
	28.8.02	31.10.02	prä- pubertal	zyk- lisch		28.8.02	31.10.02	prä- pubertal	zyk- lisch
Fütterung während der Mast					Fütterung während der Mast				
ohne DON (K)	92,5	157		750	ohne DON (K)	99	137	200	
	92	145		650			107	139	225
	108,5	176	350			98,5	141,5	100	
∅	97,7	159,3			∅	101,5	139,2		
Zuwachs kg		62,0			Zuwachs kg		37,3		
HTZ g	984				HTZ g	592			
Klinofeed (VG I)	102,5	150	125		Klinofeed (VG I)	86	122	150	
	98,5	147		650			109,5	145	225
						79,5	111,5	200	
∅	100,5	148,5			∅	91,7	126,2		
Zuwachs kg		48,0			Zuwachs kg		34,5		
HTZ g	762				HTZ g	548			
DON (VG II)	107	146,5	150		DON (VG II)	103,5	148,5	225	
	97,5	140,5	150				87	141,5	250
	90	128,5	200			107,5	145,5	200	
∅	98,1	138,5			∅	99,3	145,2		
Zuwachs kg		40,4			Zuwachs kg		45,9		
HTZ g	641				HTZ g	729			
∅ gesamt	98,6	148,9	195	683	∅ gesamt	97,5	136,8	197	
s	7,0	13,7			s	10,8	12,2		
Zuwachs kg				50,3	Zuwachs kg				39,3
HTZ g				798	HTZ g				624
Futtermittelverbrauch/Tier/Tag kg				3,90	Futtermittelverbrauch/Tier/Tag kg				3,07
Futteraufwand				3,32	Futteraufwand				3,36

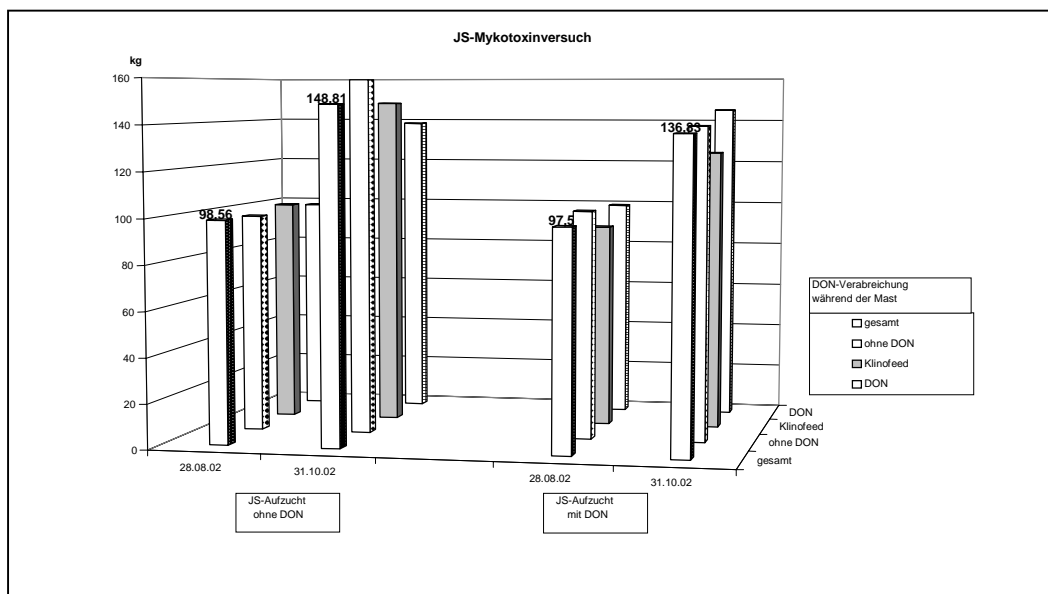


Abbildung 1 Körpermasseentwicklung von Jungsauen während der Aufzucht in Abhängigkeit von der Mykotoxinverabreichung

Die höchsten Haltungstagszunahmen hatten mit 984 g die durchgängig mykotoxinfrei gefütterten Sauen. Die während der Mast mit DON bzw. DON + Klinofeed und in der Jungsaunaufzucht ohne DON versorgten Sauen hatten mit 641 bzw. 762 g deutlich höhere Haltungstagszunahmen als die Sauen ohne DON (592 g) bzw. DON mit Klinofeed (548 g) während der Mast, aber DON während der Jungsaunaufzucht. Relativ hohe Haltungstagszunahmen von 729 g erreichten die durchgängig mit DON versorgten Sauen. Offensichtlich hat bei diesen ein Gewöhnungseffekt gewirkt. Die Leistungsdepressionen waren also bei den Sauen am deutlichsten ausgeprägt, die während der Mast Futter ohne DON bzw. DON plus Mykotoxinbinder und in der nachfolgenden Jungsaunaufzucht Futter mit DON erhalten hatten.

Zusammenfassend ist auszusagen, dass die Verabreichung von 3,0 mg DON/kg Futtermittel während der Jungsaunaufzucht zu einer erheblichen Verzehrdepression und damit zu einer adäquaten geringeren Körpermasseentwicklung geführt hat.

Auch nur tendenziell sind die Ergebnisse der Beurteilung der Genitalorgane zu werten. Von den insgesamt 17 Jungsauen hatten drei die Pubertätsrausche gehabt, davon zwei von drei aus der durchgängig ohne DON versorgten Gruppe und eine von zwei aus der Gruppe mit DON und Klinofeed während der Mast und ohne DON während der Jungsaunaufzucht.

Alle Jungsauen, die während der Aufzucht DON erhalten hatten, waren noch präpubertal. Der Unterschied in der Häufigkeit geschlechtsreifer Tiere zwischen den Gruppen ohne und mit DON-Verabreichung während der Jungsaunaufzucht ist mit $\alpha = 0,05$ signifikant. Bei den präpubertalen Sauen waren die Gebärmuttergewichte in beiden Fütterungsgruppen gleich, insgesamt mit ca. 200 g aber niedrig. Die Gebärmutterschleimhäute waren unauffällig, und vergrößerte, ödematöse Uteri wurden nicht gefunden.

Die Pubertätsrate von insgesamt ca. 20 % am 255. Lebenstag ist sehr niedrig. Dabei ist allerdings zu bedenken, dass die Jungsauen wie Mastschweine gefüttert und gehalten sowie keine pubertätsstimulierenden Maßnahmen durchgeführt worden waren. Darüber hinaus handelte es sich um Mastendprodukte der genetischen Konstruktion Pi x (DE x DL), die nicht für eine Zuchtbenutzung vorgesehen sind.

In diesem Zusammenhang ist auch die Bedeutung des Zearalenon zu diskutieren, das quasi als „Begleitmykotoxin“ zum DON in den DON-Gruppen in Mengen von ca. 0,05 mg/kg Futtermittel mit verabreicht wurde.

Sowohl während der Mast als auch der Jungsaunaufzucht sind aber keine Anzeichen von Hyperöstrogenismus, also geschwollene Vulvae und anhaltendes Rauschverhalten beobachtet worden. Ödematös vergrößerte Uteri wurden nicht gefunden. Allerdings zeigte in beiden

Gruppen ein annähernd gleicher Anteil an Jungsauen kurzzeitige Rauscheerscheinungen, die aber nicht von einer Duldung begleitet und entsprechend den Ovarbefunden nicht durch erkennbare zyklische Aktivitäten verursacht waren.

Mit dem mykotoxinbelasteten Futter sind des Weiteren ca. 0,15 mg Nivalenol/kg Futtermittel verabreicht worden. Nivalenol gehört zur Gruppe der Trichothecene. Spezifische, durch Nivalenol verursachte Störungen sind nicht beschrieben. Es könnte sicher synergistisch mit weiteren Mykotoxinen wirken. Das kann aber im Ergebnis der Versuche nicht beurteilt werden.

Wie schon bei den Mastschweinen ließen sich keine Beziehungen zwischen der DON-Aufnahme über den Zeitraum von ca. einem halben Jahr und dem DON-Gehalt zur Schlachtung in den Substraten Blut, Galle, Fett und Kot ermitteln. Das kann nicht erklärt werden (Tabelle 2).

Zum Einfluss der Fusarientoxinverabreichung in den untersuchten Konzentrationen von 3,0 mg

DON, 0,05 mg Zearalenon und 0,15 mg Nivalenol an wachsenden Jungsauen während der Aufzucht ist zusammenfassend auszusagen, dass sich neben dem deutlichen verzehrsdepressiven Effekt die Tendenz der Verzögerung des Pubertätseintrittes andeutet.

Schlussfolgerungen

In der Jungsauenaufzucht vom 200. bis 255. Lebenstag haben 3 mg DON/kg Futtermittel einen verzehrs- und wachstumshemmenden Effekt.

0,05 mg Zearaleneon/kg Futtermittel lösten in diesem Zeitraum keinen nachweisbaren Hyperöstrogenismus aus.

Eine Fusarientoxinverabreichung während der Jungsauenaufzucht kann zu einer Verzögerung des Pubertätseintrittes führen.

Die BMVEL-Orientierungswerte (3,0 mg DON bzw. 0,05 mg Zearalenon/kg Futtermittel) sollten in der Jungsauenaufzucht keinesfalls überschritten werden.

Tabelle 2: DON-Gehalte (µg/l) in den Substraten in Abhängigkeit von der DON-Verabreichung

80. – 250. Lebenstag	Serum	Galle	Fett	Kot
3 mg DON/kg Futtermittel	17,0	89,5	7,7	19,6
ohne DON	23,0	138,0	Negativ	41,1

Begleitende Untersuchungen zum Einsatz eines Mykotoxinbinders in Sauenbeständen im Freistaat Sachsen

K. Hörügel, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich 8 - Tierzucht, Fischerei und Grünland, Köllitsch, Gudrun Hanschmann, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich 10 - Landwirtschaftliche Untersuchungen, Leipzig-Möckern, Helga Vergara, Sächsische Tierseuchenkasse

Mykotoxine sind ein potentieller Risikofaktor für das Auftreten von Leistungsminderungen und Gesundheitsstörungen insbesondere in der Schweinehaltung.

Erfahrungen zur Bedeutung dieses Problems für die Tierhaltung in Sachsen sind im INFO-Dienst mitgeteilt worden (HÖRÜGEL, K., GEBHART, CHR., HANSCHMANN, G., 1998 sowie HÖRÜGEL et al., 1999).

Insbesondere die Fruchtbarkeitsleistungen der Sauen können durch Mykotoxine, vor allem die Fusarientoxine Zearalenon (ZEA) und Deoxynivalenol (DON), beeinträchtigt werden.

Wenn durch ackerbauliche Maßnahmen und wegen ungünstiger Witterungsverhältnisse ein Fusarienbefall einschließlich Mykotoxinbildung des Erntegutes nicht verhindert werden konnte,

ist eine Detoxifikation der Konservate anzustreben, um eine Verfütterung zu ermöglichen. Dafür bieten sich verschiedene Verfahren an, die in Abbildung 1 zusammengestellt sind.

Bei niedriger Mykotoxinbehaftung kann eine Verfütterung an Tiere oder Leistungsgruppen mit geringerer Mykotoxinempfindlichkeit erfolgen, zum Beispiel Mastbullen, Geflügel, Mast Schweine.

Des Weiteren besteht die Möglichkeit, die behafteten Chargen mit unverdächtigen Partien zu verschneiden, was aber zukünftig zur Erhöhung der Sicherheit des gesundheitlichen Verbraucherschutzes wahrscheinlich nicht mehr statthaft sein wird.

Die dritte Möglichkeit umfasst die verschiedenen Verfahren der Detoxifikation.

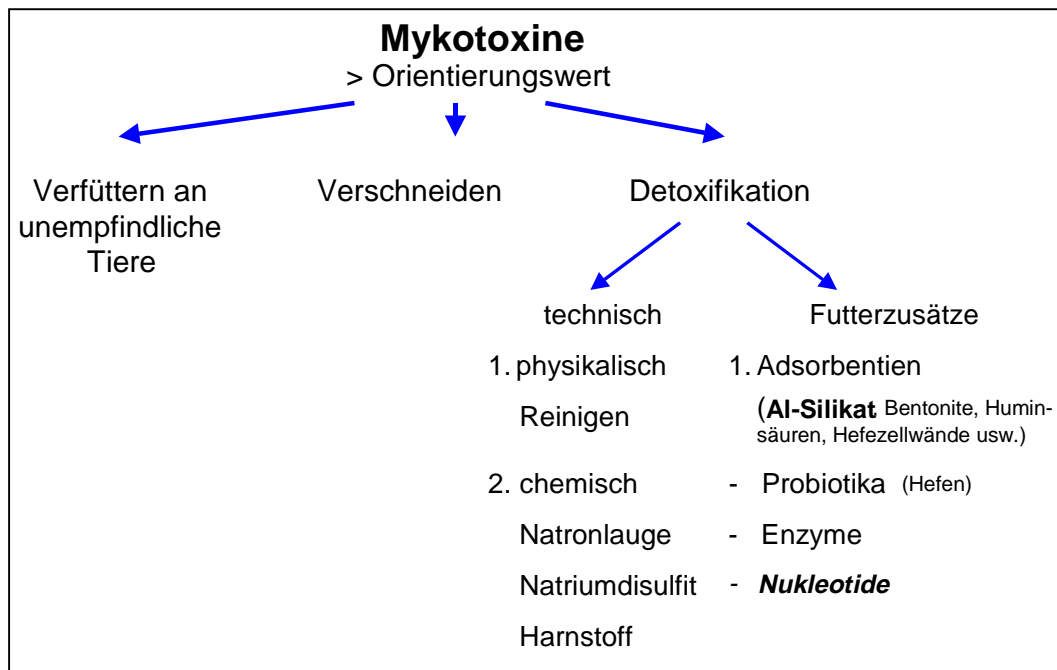


Abbildung 1: Möglichkeiten der Detoxifikation von Futtermitteln (nach DÄHNIKE, 2002)

Das Reinigen des Getreides mit Entfernen der durch den Pilz geschädigten Körner, die höhere Gehalte an Mykotoxinen enthalten sowie das Schälen des Getreides kann den Mykotoxingehalt im Futtermittel erheblich senken.

Es ist weiterhin möglich, durch eine chemische Behandlung mit Harnstoff, Na-Disulfit oder Natronlauge (Soda-grain) eine Detoxifikation in beachtlichen Größenordnungen zu erreichen. Das Getreide ist dann aber nur noch an Rinder zu verfüttern (Abbildung 2).

In den letzten Jahren sind eine Vielzahl von Zusätzen zum Futtermittel auf den Markt gekommen, die Mykotoxine binden oder durch eine enzymatische Spaltung inaktivieren sollen. Der Nachweis der Wirksamkeit gegen Fusarien-toxine zur Verhinderung von Leistungs- und Gesundheitsstörungen beim Schweine steht aber noch aus.

Was ist zu erwarten, wenn ein wirksamer Mykotoxinbinder in einer belasteten Sauenherde eingesetzt wird? Das lässt sich am Beispiel der Auswirkungen von Störungen während der Trächtigkeit erläutern (Abbildung 3).

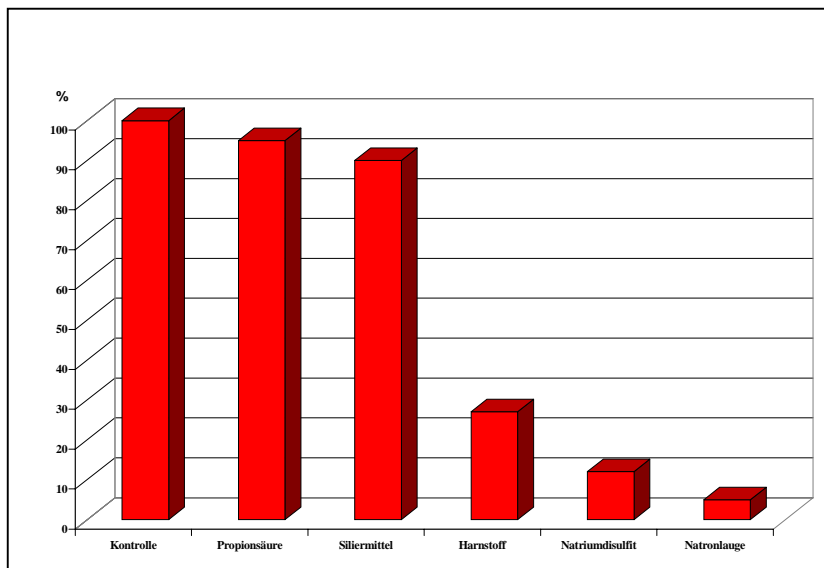


Abbildung 2: Reduktion des DON-Gehaltes in Weizen durch verschiedene Konservierungsstoffe (RICHTER et al., 1996)

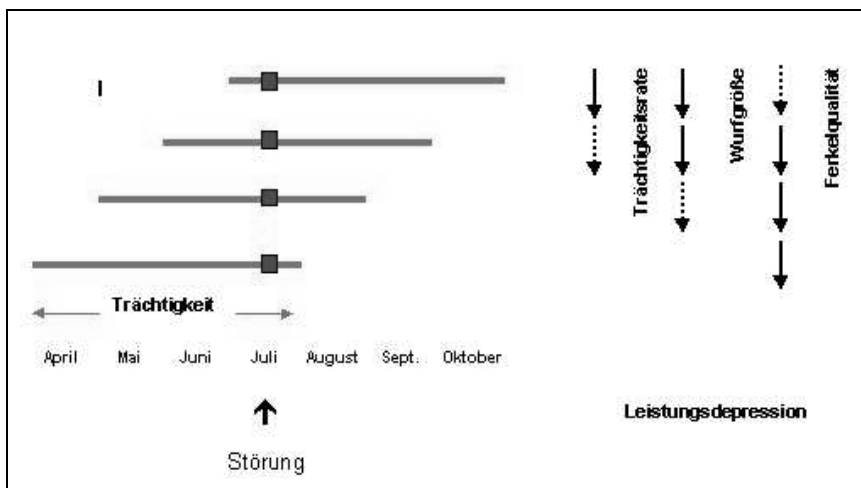


Abbildung 3: Wirkung von Störfaktoren auf die Fruchtbarkeitsparameter

Die waagerechten Balken überstreichen den Zeitraum einer Trächtigkeit. Wirkt die Störung im letzten Trächtigkeitsmonat, wird sich insbesondere die Qualität der neugeborenen Ferkel vermindern, das heißt, dass die Geburtsmassen absinken und sich der Anteil an Totgeburten, mindergewichtigen und spreizenden Ferkeln erhöhen wird, denn die Föten wachsen besonders intensiv im letzten Trächtigkeitsmonat.

Beim Einwirken im dritten Trächtigkeitsmonat wird ebenfalls die Ferkelqualität vermindert werden und es kann durch fötalen Fruchttod zu einem Absinken der Wurfgrößen kommen. Im zweiten Trächtigkeitsmonat werden darüber hinaus durch totalen Fruchttod die Abferkelraten absinken.

Bei Einwirkung im besamungsnahen Zeitraum werden insbesondere die Abferkelraten und Wurfgrößen beeinträchtigt werden, während die Föten noch ausreichend Zeit haben, sich zu einem normalen Ferkel zu entwickeln.

Dieses Modell zeigt, dass schon kurzzeitige Einwirkungen von Störungen langfristige Auswirkungen auf die Fruchtbarkeits- und Wurfleistungen haben können. Im Umkehrschluss ergeben sich die zu erwartenden Leistungsverbesserungen beim Einsatz eines wirksamen Mykotoxinbinders. Sie müssen sich

als eine Normalisierung der Ferkelqualität und eine Erhöhung der Wurfgrößen und Abferkelraten darstellen. Im zeitlichen Ablauf ist bei der Bewertung zu beachten, dass sich die beiden letztgenannten Parameter frühestens vier Monate, also einer Trächtigkeitsdauer, nach Beginn der Verabreichung des Mykotoxinbinders erhöhen können.

In mehreren Ferkelerzeugerbetrieben einer EZG in Sachsen sind ab Frühjahr 2001 zwei Mykotoxinbinder in den Sauenfuttermitteln eingesetzt worden, um das allgemeine Gesundheitsniveau und insbesondere die Fruchtbarkeitsleistungen zu verbessern. Der Einsatz erfolgte zeitgleich an alle Sauen des Bestandes, die sich entsprechend in unterschiedlichen Reproduktionsstadien befanden.

Der Mykotoxinbinder 1 (MB 1) besteht aus Al-Silikat, das eine adsorbierende Wirkung gegenüber Mykotoxinen aufweisen soll. Dem Mykotoxinbinder 2 (MB 2) sind zusätzlich noch Nukleotide zugegeben, die insbesondere auf eine mykotoxingeschädigte Leber positive Auswirkungen haben sollen.

Die In-vitro-Untersuchungen weisen aus, dass durch den Zusatz des Mykotoxinbinders zu behaftetem Getreide eine deutliche Reduzierung des Nachweises von DON erreicht werden kann (Abbildung 4).

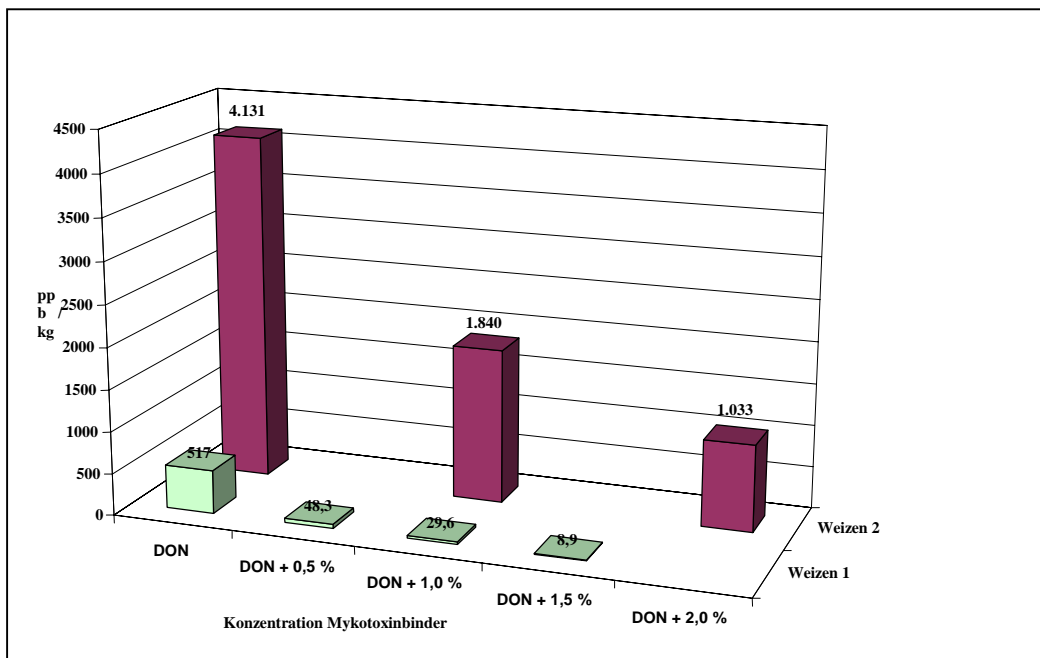


Abbildung 4: DON-Reduktion durch Mykotoxin-Binder (Al-Silikat) (LINDNER, 2002)

In fünf Betrieben konnte der Einfluss auf die Fruchtbarkeits- und Wurfleistungen und in einem Betrieb auf die Aufzuchtleistungen analysiert werden.

Nachfolgend sollen beispielhaft die Ergebnisse aus zwei Betrieben dargestellt werden.

Betrieb 1 - Analyse der Auswirkungen auf die Fruchtbarkeitsleistungen

Veranlassung für den Einsatz des Mykotoxinbinders waren unzureichende Fruchtbarkeitsleistungen.

Aus der Darstellung der Auswirkungen von Störungen auf die Fruchtbarkeit (Abbildung 3) leiten sich die zu analysierenden Parameter ab. Das sind die Trächtigkeits- bzw. Abferkelraten und die Wurfgrößen. Bei der Analyse dieser Parameter ist zu beachten, dass die Sauen mit den verschiedenen Wurfnummern ein unterschiedliches Leistungsniveau haben. Es wurde deshalb bei der Analyse der Fruchtbarkeits- und Wurfleistungen eine getrennte Bewertung für Jungsauen, Sauen mit dem zweiten Wurf und Sauen ab dritten Wurf vorgenommen, deren Ergebnisse aber nicht detailliert mitgeteilt werden können.

Die Analyse erstreckte sich über die Jahre 2000 und 2001, um einen Eindruck von der Dynamik der Fruchtbarkeitsleistungen auch im Zeitraum vor dem Einsatz des Mykotoxinbinders zu bekommen. Der Untersuchungsbestand hat, ebenso wie die anderen fünf ausgewerteten Betriebe, über 1.000 Sauen.

Die Abferkelrate gesamt über alle Wurfnummern in den einzelnen Monaten ist in der Abbildung 5 dargestellt. Sie stieg im Jahre 2000 kontinuierlich an, allerdings nicht synchron bei den einzelnen Wurfnummern und fiel um den Jahreswechsel deutlich ab. Das könnte zum Beispiel auf die Besamungen in den warmen Sommermonaten zurückzuführen sein.

Im Jahre 2001 verliefen die Abferkelraten vor allem bei den Sauen ab dritten Wurf in den ersten sieben Monaten sehr kontinuierlich, lagen mit ca. 70 % aber nur auf einem niedrigen Niveau. Sie stiegen im Verlaufe des Jahres an, nachdem im Oktober 2000 im Ergebnis der ultrasonografischen Ovardiagnostik das Biotechnik- und Besamungsregime der Jungsauen sowie das Besamungsregime bei Altsauen umgestellt worden waren. Die Jungsauen realisierten im Jahresmittel mit insgesamt 76 % Abferkelrate ein sehr gutes und deutlich besseres Ergebnis als die Altsauen mit nur 73 %. Das drastische Absinken im Dezember 2001 war auf eine vorübergehende Veränderung im biotechnischen Regime bei den Jungsauen zurückzuführen.

Ab März 2001 wurde in allen Sauenfuttermitteln der MB 1 und ab September 2001 zusätzlich der MB 2 eingesetzt. Demzufolge waren Auswirkungen auf die Abferkelraten frühestens ab Juli 2001 zu erwarten. Es deutet sich ein Ansteigen der Abferkelraten über alle Wurfnummern in den ersten drei Einsatzmonaten an, aber anschließend erfolgt wieder ein Absinken.

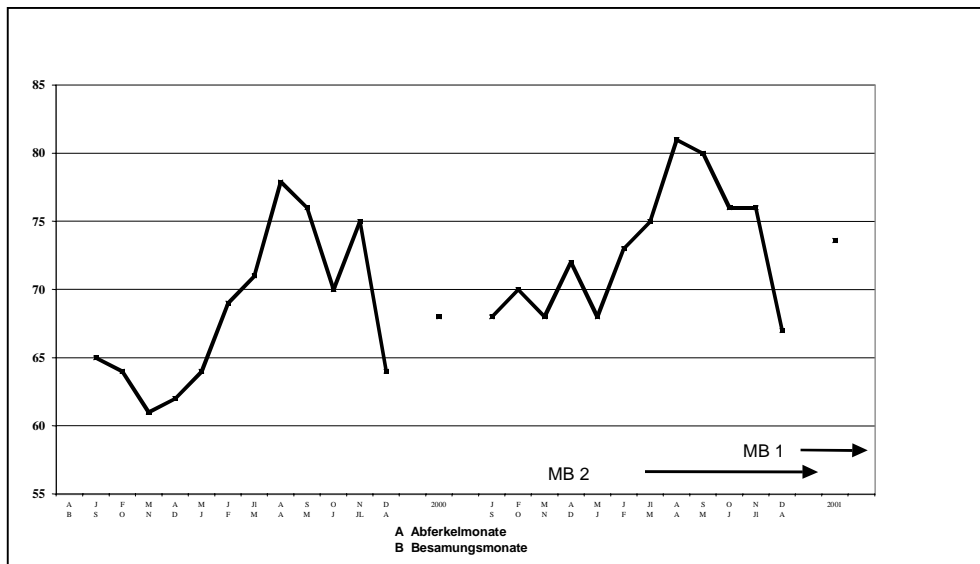


Abbildung 5: Abferkelraten Betrieb 1, 2000 – 2001

Das hat zu der Entscheidung geführt, zusätzlich den MB 2 ab September 2001 einzusetzen, dessen Auswirkungen aber erst ab Abferkelungen Februar 2002 beurteilt werden können.

Eine eindeutige Aussage zur Wirksamkeit der Mykotoxinbinder ist nicht möglich, auch nicht durch die Analyse der Wurfgrößen (Abbildung 6). Die Schwankungen im Jahre 2000 zeigen keine gerichtete Tendenz. In den ersten drei Monaten des Jahres 2001 realisierten insbesondere die Sauen ab dritten Wurf mit deutlich über 12,0 insgesamt geborene Ferkel/Wurf und auch die Jungsauen sehr gute Leistungen, die aber wieder erheblich absinken und sich

zeitgleich mit dem Mykotoxinbindereinsatz wieder auf das betriebsspezifische Niveau anheben.

Beim Vergleich der Dynamik der Ferkelindizes (geborene Ferkel/100 Erstbesamungen) in den beiden Untersuchungsjahren ist zu erkennen, dass der Verlauf, wenn auch auf unterschiedlichem Niveau, sehr ähnlich ist (Abbildung 7). Es ist deshalb anzunehmen, dass die Fruchtbarkeits- und Wurfleistungen auch im Jahre 2001 vorrangig durch betriebsspezifisch wirkende Faktoren (PRRS-Infektion, unbefriedigende Haltungsbedingungen der tragenden Sauen) beeinflusst worden sind, auf die der Mykotoxinbinder keinen nachweisbaren Einfluss hatte.

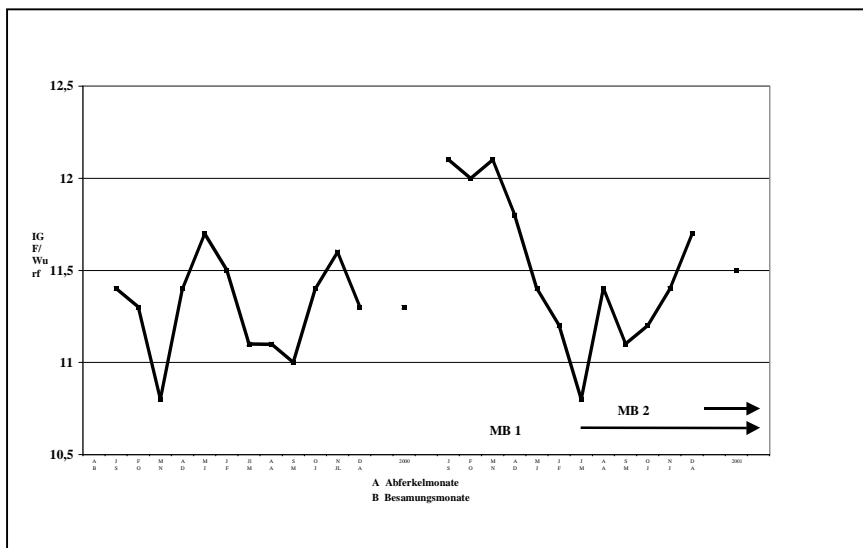


Abbildung 6: Wurfgrößen IGF, Betrieb 1, 2000 - 2001

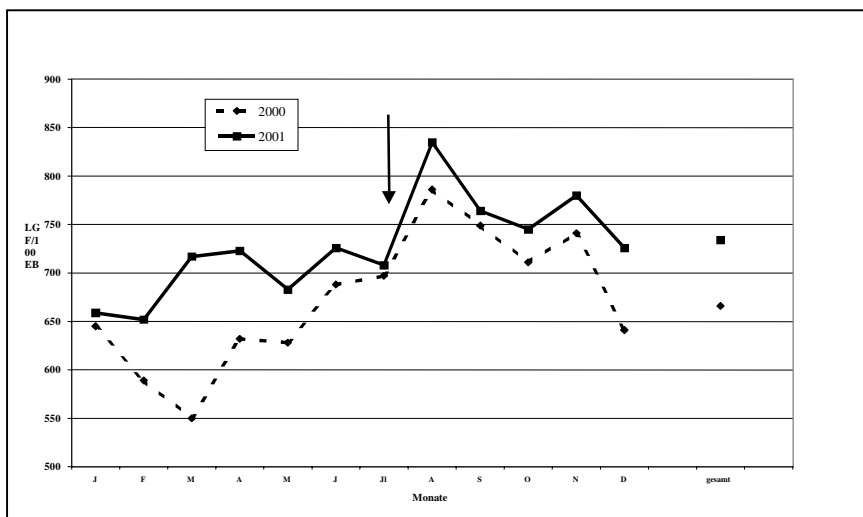


Abbildung 7: Ferkelindex Betrieb 1, 2000 - 2001

Zum Beginn des Einsatzes des Mykotoxinbinders und zum Jahresende wurden mykotoxikologische Untersuchungen der Futtermittel bzw. -komponenten durchgeführt, deren Ergebnisse in Tabelle 1 zusammengestellt sind.

Die ermittelten Mykotoxingehalte liegen deutlich unter den DLG-Orientierungswerten, so dass daraus abzuleiten ist, dass es keine Hinweise darauf gibt, dass im Einsatzzeitraum des Mykotoxinbinders eine besondere Fusarientoxinbelastung vorgelegen hat.

In gleicher Weise wurden die Analysen in den anderen vier Betrieben vorgenommen, die wegen des Umfangs hier nicht dargestellt werden können. Es zeigte sich aber übereinstimmend die gleiche Situation. Eine Verbesserung der Fruchtbarkeits- und Wurfleistungen war ebenso wie eine erhöhte Mykotoxinbelastung nicht nachweisbar.

Betrieb 2 - Analyse der Auswirkungen auf die Aufzuchtleistungen

In diesem Betrieb wurden die Auswirkungen des Mykotoxinbindereinsatzes auf die Wurf- und Aufzuchtleistungen analysiert. Veranlassung für den Einsatz eines Mykotoxinbinders war folgender. Trotz regelmäßiger Impfung

gegen PRRS kam es seit August 2000 insbesondere bei den Altsauen zu erheblichen Schwankungen in den Fruchtbarkeitsleistungen. Gleichzeitig erhöhte sich die Zahl der tot geborenen Ferkel im Jahresmittel in den Altsauen-Würfen auf 2,6 und in den Jungsauen-Würfen auf 2,1. Das ging mit einem Anstieg der Saugferkelverluste und einem teilweisen Milchmangel der Sauen ohne Hinweise auf ein MMA-Geschehen einher.

Die Ergebnisse der pathologisch-anatomischen und histologischen Befunde an den Geschlechtsorganen geschlechteter fruchtbarkeitsgestörter Sauen (Gewichtsvergrößerung der Uteri durch Ödematisierung im Diöstrus, histologisch nachweisbare eitrig Endometritiden in Verbindung mit ovariellen Zyklusstörungen), die DON-Konzentration in den Gallensäften, der Nachweis von Zearalenon, DON und anderen Trichothecen im Futter (Tabelle 2) und die Leberbelastung (erhöhte ASAT-Werte) bei älteren Sauen ließen eine chronische, länger dauernde Einwirkung einer Summe von verschiedenen Mykotoxinen in geringer Konzentration vermuten, die an den Fruchtbarkeitsstörungen und Leistungsdepressionen beteiligt sein könnten. Aus diesem Grund wurde im Betrieb 2 ab Dezember 2000 der MB 1 eingesetzt.

Tabelle 1: Mykotoxingehalte in Futtermitteln, Betrieb K.

Datum	Futtermittel	DON (µg/kg)	ZEA (µg/kg)
29.01.01	Ferkelstarter	Trichothecene ++	biologischer Hauttest
	FA II	Trichothecene +++	biologischer Hauttest
15.03.01	Körnermais	176	< 10
	Triticale	> 100	11
	Sojaschrot	< 100	< 10
	Kleie	< 100	< 10
03.04.01	Sojaschrot	< 100	< 10
	Weizen	< 100	< 10
	Körnermais	350	< 10
	Gerste	120	< 10
ab März 2001 Einsatz Mykotoxinbinder (MB)			
13.11.01	SF II + MB 1 %	229	17
	SF II + MB 1 %	177	54
	SF III + MB 1 %	86	5
	Weizenkleie	106	6
27.11.01	Weizen	114	11
	SF II + MB 1 %	145	74

Die Wurfgrößen über alle Wurfnummern sind in Abbildung 8 dargestellt. Sie lagen mit 11,2 bei Jung- und 12,2 insgesamt geborenen Ferkeln bei Altsauen im Jahre 2000 auf einem hohen Niveau.

In den ersten sieben Monaten des Jahres 2001 stiegen die Wurfgrößen bei Altsauen auf über 12,5 insgesamt geborene Ferkel an, um in den nachfolgenden Monaten wieder deutlich abzusinken, so dass im Jahresmittel nahezu gleiche Wurfgrößen wie im Jahre 2000 erreicht wurden (Abbildung 8).

Der MB 1 wurde ab Dezember 2000 eingesetzt, so dass Auswirkungen auf die Wurfgrößen erst bei den Abferkelungen ab April 2001 zu erwarten gewesen wären. Der Anstieg erfolgte

aber schon ab Januar 2001 und kann deshalb nicht durch den Mykotoxinbinder bewirkt worden sein. Ein Zusammenhang zur Erhöhung der täglichen Futterration an alle Sauen ab der zweiten Trächtigkeitswoche ab 15.10.2000 ist zu beachten.

Neben den Wurfgrößen hat sich ab Januar 2001 auch die Qualität der neugeborenen Ferkel verbessert, denn der Anteil an totgeborenen und nicht aufzuchtfähigen Ferkeln konnte bei im Jahresdurchschnitt gleicher Wurfgröße der insgesamt geborenen Ferkel um 0,5 Ferkel/Wurf reduziert werden. Dadurch erhöhte sich bei gleichem Verlustniveau der aufzuchtfähigen Ferkel die Anzahl der abgesetzten Ferkel/Wurf im Jahresmittel um 0,5 Stück (Abbildung 9).

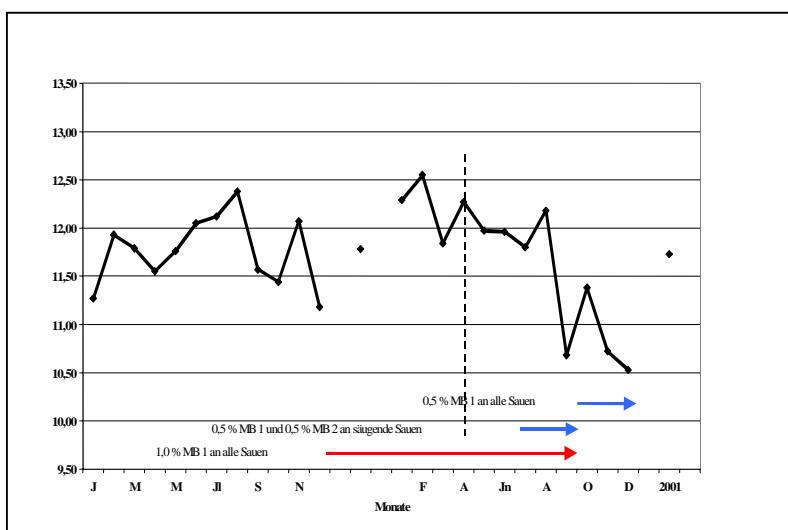


Abbildung 8: Wurfgröße IGF Betrieb 2, 2000 – 2001

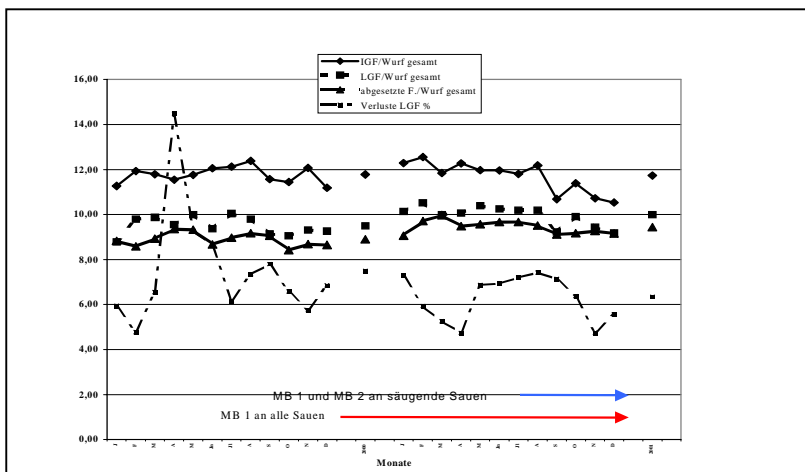


Abbildung 9: IGF, LGF, AGF und Ferkelverluste % Betrieb 2, 2000 – 2001

Tabelle 2: Mykotoxikologische Untersuchungsbefunde Betrieb K.

Datum	Futtermittel	ZEA (µg/kg)	DON (µg/kg)	Galle	ZEA (µg/kg)	DON (µg/kg)
01.12.99	OS-Mehl SFT Porfina L	n.n. n.n. n.n.	nn. n.n. 130			
02.10.00	SF II SF III Ferkelfutter	1,6 3,8 10,8	434,2 133,8 476,8			
05.10.00				LUA	2,0 1,5 n.n. n.n. 4,8	41,2 25,8 57,6 32,1 26,5
16.10.00				BioCheck " " " "	- - - - -	99,8 98,8 102,6 101,8 90,4
DEUKA 16.10.00	SFT-Mehl	14,0	120,0			
16.11.00	JS-Futter FA	14,3 1,7	406,8 131,9	biologischer Hauttest +++ biologischer Hauttest +		
DEUKA 15.11.00	SFT-Mehl Lactosan	9,0 31,0	< 100,0 100,0			
15.06.01	Sauen NT + MB Mastfutter	- -	62,0 25,5			
10.10.01	FA I FA SF II + MB Porfina JS + MB Porfina SS + MB	< 10 < 10 < 10 < 10 < 10	223 139 123 < 100 163			
15.01.02	SF II + MB		320			

Die Erhöhung des Anteils an aufzuchtfähigen Ferkeln könnte durch den Mykotoxinbinder unterstützt worden sein. Allerdings sind in diesem Zeitraum im Untersuchungsbetrieb auch die zootecnischen Maßnahmen der Geburtenüberwachung und Neugeborenenfürsorge intensiviert worden.

Wie auch im Betrieb 1 konnte aber bei den insgesamt 19 mykotoxikologischen Futtermitteluntersuchungen in den Jahren 2000/01 keine besondere Mykotoxinbelastung ermittelt werden (Tabelle 2).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass in den sechs analysierten Betrieben keine gerichteten Hinweise auf eine Leistungsverbesserung durch den Einsatz des Mykotoxinbinders erkennbar waren.

Das kann prinzipiell zwei Ursachen haben.

1. Der Mykotoxinbinder hat unter den gegebenen Einsatzbedingungen keine oder eine nur ungenügende Wirksamkeit.
2. Die Leistungsdepressionen werden nicht oder nicht hauptsächlich durch Mykotoxine verursacht.

Im Ergebnis der in den Betrieben durchgeführten mykotoxikologischen Futtermitteluntersuchungen und der im Mittel geringen Mykotoxinbelastung des sächsischen Erntegutes aus der Ernte des Jahres 2000 ist die zweite Ursache wahrscheinlich, die erste aber nicht auszuschließen.

Schlussfolgerungen

- Eine Mykotoxinbehaftung der Futtermittel ist durch ackerbauliche und konservierende Maßnahmen zu vermeiden.
- Vor dem Einsatz eines Mykotoxinbinders sind mögliche andere Ursachen für die Leistungs- und Gesundheitsdepressionen zu analysieren und die Mykotoxingehalte in den Futtermitteln zu prüfen.
- Für die Bewertung der Wirksamkeit gegen Fruchtbarkeitsstörungen sind die biologischen Leistungen anhand der Parameter Trächtigkeits- bzw. Abferkelrate sowie Wurfgröße der insgesamt und lebend geborenen Ferkel, getrennt nach Wurfnummern, zu analysieren.

Literaturverzeichnis

- HÖRÜGEL, K., CHR. GEBHART und G. HANSCHMANN, 1998: Fusarientoxine und ihre Auswirkungen beim Schwein – ein Fallbericht. 12/98, 60 - 61.
- HÖRÜGEL, K., et al., 1999: Untersuchungen zum Vorkommen von Verpilzung und Mykotoxinbehaftung in Futtermitteln im Freistaat Sachsen und deren Auswirkungen auf Leistung und Gesundheit bei Rindern und Schweinen. 6/99, 65 - 69.
- RICHTER et al., 1996: persönliche Mitteilungen.
- LINDNER, 2002: persönliche Mitteilungen.
- DÄHNIKE, 2002: persönliche Mitteilungen.

Tiergesundheitsmanagement in einem vertikalen Verbundsystem Schweinefleisch

K. Hörügel und U. Bergfeld, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich 8 - Tierzucht, Fischerei und Grünland, J. Mauersberger, EZG „Qualitätsfleisch Sachsen“ w. V., Helga Vergara, Sächsische Tierseuchenkasse

1 Bedeutung der Tiergesundheit

Ein hohes Niveau der Tiergesundheit als eine unabdingbare Voraussetzung für sicheren gesundheitlichen Verbraucherschutz hat einen besonderen Stellenwert bekommen. In den letzten Jahren haben mit zunehmender Tendenz lebensmittelassoziierte Gesundheitsrisiken Bedeutung erlangt, die durch die Fleischschau nicht erkannt werden können.

Dabei handelt es sich sowohl um Krankheitserreger als auch um Rückstände der verschiedensten Art. Am bedeutsamsten sind die Salmonellen. Circa 20 % der humanen enteritischen Salmonellen sollen ihren Ausgangspunkt vom Schweinefleisch nehmen. Weitere Zoonosen, z. T. nicht vom Schwein, sondern vom Geflügel oder vom Rind eintragbar, sind z. B. Campylobacter-Infektionen, Listeriose, Yersiniosen, EHEC-Infektionen, Mykobakteriosen, Influenza, Toxoplasmose u. a. Dieser wesentlichen Seite des gesundheitlichen Verbraucherschutzes wird mit dem Salmonellen-Monitoring von QS bzw. der zu erwartenden Verordnung Rechnung getragen. Neben Krankheitserregern können des weiteren gesundheitsschädliche Rückstände mit den tierischen Produkten in die Nahrungskette gelangen, z. B. Antibiotika und Antiparasitika. Ein weiterer Aspekt des Verbraucherschutzes ist die berechtigte Erwartung des Konsumenten, dass die Tiere, von denen er Fleisch verzehrt, nach Möglichkeit zeitlebens, zumindest aber zum Zeitpunkt der Schlachtung kerngesund gewesen sind.

Die Realisierung dieser Anforderung bereitet weltweit in der Schweineerzeugung erhebliche Probleme, denn ein Teil der auch wirtschaftlich bedeutungsvollen Erkrankungen der Schweine heilen bis zum Mastende nicht aus und manifestieren sich noch am Schlachtkörper, z. B. die Atemwegserkrankungen, also die Pneumonien sowie Herzbeutel- und Brustfellentzündungen mit ihren verschiedenen Erregern, aber auch die Parasitosen, insbesondere der Spulwurmbefall.

Diese Erkrankungen bzw. Erreger gefährden die Gesundheit des Menschen nicht. Sie mindern aber den Gesundheitswert und

verursachen erhebliche Gesundheitsstörungen und Leistungsminderungen in der Aufzucht und Mast der Schweine. Die Schwerpunkte der Risikoerkennung, die Gesundheitssicherung und Kontrolle bei tierischen Lebensmitteln verlagern sich zunehmend von der Endproduktkontrolle durch die Schlachtieruntersuchung in den vorgelagerten Bereich, also in die Tierhaltung. Die traditionelle Fleischschau am Ende des Produktionsprozesses erfolgt im Sinne eines modernen Qualitätsmanagements zu spät, denn sie ist nicht auf Fehlervermeidung im vorangegangenen Produktionsprozess, sondern auf ein Aussondern von entstandenen Produktmängeln gerichtet. Daraus wird die hohe Verantwortung der Primärerzeugung deutlich. Es gilt mehr denn je zuvor:

„Gesunde Lebensmittel können nur von gesunden Tieren gewonnen werden.“

2 Integriertes Tiergesundheitsmanagement

Ein wesentlicher Schwerpunkt zur Sicherung einer hohen Qualität sowohl der Zucht- und Nutzscheine als auch des Fleisches ist deshalb ein hohes Tiergesundheitsniveau durchgehend vom Ferkel bis zum Schlachtschwein. Das ist Aufgabe und Gegenstand des integrierten Tiergesundheitsmanagements.

Der Begriff „integriert“ ist in zwei Richtungen zu verstehen. Zum einen geht es darum, abgeleitet aus den vielfältigen Einflussfaktoren auf die Tiergesundheit, in allen Bereichen der Haltung, Fütterung, Zucht, Produktions- und Reproduktionsorganisation usw. einschließlich der spezifischen veterinärmedizinischen Möglichkeiten alle gesundheitsfördernden Maßnahmen unter Beachtung ihrer Wechselwirkungen komplex, lückenlos und konsequent umzusetzen, die Sicherung der Tiergesundheit in alle Aktivitäten zu integrieren.

Zum anderen ist ein durchgehendes Tiergesundheitsmanagement in die Verbundsysteme der Schweineerzeugung zu integrieren, um eine lückenlose Qualitätssicherung von der Primärproduktion bis zum Verbraucher zu garantieren. Nur wenn dieses Zusammenwirken gegeben ist, können die Bemühungen der einzelnen Partner in der Fleischerzeugung zur Sicherung

einer guten Produktqualität und eines hohen gesundheitlichen Verbraucherschutzes das erwünschte Ergebnis bringen.

Lücken und Nachlässigkeiten an einzelnen Stellen des Systems können alle Bemühungen der Vorleister zunichte machen. Gleichzeitig wird mit dokumentierten Managementsystemen die Offenlegung und Nachvollziehbarkeit des Produktionsprozesses ermöglicht, eine Anforderung der Kunden, die zunehmend an Bedeutung gewinnt.

Die Qualitäts- und Gesundheitssicherung muss deshalb auf den drei miteinander verbundenen Ebenen - Erzeugerbetriebe - Verbundsysteme der Primärerzeugung - Schlachtung, Verarbeitung und Distribution - erfolgen.

- Säulen des Tiergesundheitsmanagements

Die Sicherung der Tiergesundheit basiert auf zwei Säulen (Tabelle 1).

Die erste Säule sind die bewährten produktionsbegleitenden Maßnahmen wie Hygieneregime (Schwarz-Weiß-Prinzip, Rein-Raus-Prinzip), Immunisierungen, Medikamenteneinsatz usw., die fest in den Produktionsablauf integriert sind. Diese Maßnahmen sind aber häufig nicht ausreichend, um ein hohes Tiergesundheitsniveau dauerhaft zu sichern.

Es bedarf als zweite Säule eines strategischen Tiergesundheitsmanagements, das mit produktionsorganisatorischen und produktionssteuernden Maßnahmen systemimmanent die Voraussetzungen für gesunde Haltung gewährleistet. Dafür empfiehlt sich für Erzeugerzusammenschlüsse die so genannte Multisite-Produktion.

Das ist ein produktionsorganisatorisches Verfahren, dessen Prinzip darin besteht, die Stufenproduktion in der Schweineerzeugung so

zu organisieren, dass Infektionsketten unterbrochen bzw. die Aufzucht und Mast mit einem geringen Erregerdruck gesichert werden.

In eigenen Pilotuntersuchungen bestätigte sich die Wirksamkeit dieses Verfahrens. Bei den isoliert aufgezogenen Tieren wurde ein vorzüglicher Gesundheitszustand, über 90 % der Schlachtschweine hatten völlig gesunde Lungen sowie ca. 100 g höhere Lebensstagszunahmen gegenüber den Geschwistern, die in der konventionelle Mastanlage aufgezogen worden waren, erreicht. Das entspricht Differenzen in den Mastendmassen von mindestens 15 kg, die die Effektivität des Verfahrens eindrucksvoll bestätigen.

Die mit der Multisite-Produktion erreichbaren Leistungssteigerungen und Verbesserungen des Tiergesundheitsniveaus begründen die Notwendigkeit, auch in der Schweineerzeugung im Freistaat Sachsen dieses strategische Verfahren einzuführen.

3 Tiergesundheitsmanagement in der EZG X

In der EZG X wird das Prinzip der Multisite-Produktion mit Trennung der Ferkelerzeugung, Aufzucht und Mast durchgesetzt. Allerdings waren keine festen Tierbewegungen zwischen möglichst wenigen beteiligten Betrieben, am besten 1 : 1 : 1 zu sichern.

Es wurde das Ziel gestellt, eine Konzeption zu erarbeiten, wie der Tierdurchlauf und damit der **Produktionsablauf** in der EZG X zu organisieren ist, um eine isolierte Aufzucht der Tiergruppen vom Ferkel bis zum Mastschwein zu gewährleisten und damit die leistungssteigernden und gesundheitsfördernden Vorzüge der Multisite-Produktion in vollem Umfang wirksam werden zu lassen und dem Schlachtbetrieb Tiere mit definierter und konstanter Produkt- und Prozessqualität anbieten zu können.

Tabelle 1: Maßnahmen zur Sicherung der Tiergesundheit

Maßnahmen zur Sicherung der Tiergesundheit	
produktionsbegleitende Maßnahmen - Taktik -	produktionsorganisatorische Maßnahmen - Strategie -
- Schwarz-Weiß-Prinzip	- Tiergesundheitsprogramme
- Rein-Raus-Prinzip	- SPF-Verfahren
- optimale Haltung und Fütterung	- Multisite-Produktion
- Immunisierungen	- Minimal-Disease-Programme
- gezielter Medikamenteneinsatz usw.	

- Ausgangssituation in der EZG X

In der **EZG X** wird bei hohen Bestandskonzentrationen die Erzeugung als Stufenproduktion (16 Ferkelerzeuger, 3 Ferkelaufzuchtöfe und 14 Mastbetriebe, Stand Anfang 2000) jeweils in mehreren Betrieben durchgeführt. Die für die Wirksamkeit der Multisite-Produktion erforderliche Unterbrechung der Infektionsketten durch gezielte Tierströme Ferkelerzeuger – Aufzucht – Mast war aber nicht zu erreichen. Das ergab sich aus den unterschiedlichen Voraussetzungen in den drei Produktionsstufen. Die Betriebsgrößen bei den **Ferkelerzeugern** waren sehr differenziert und reichten von 25 bis zu 1.750 Sauen. Die Dauer der Säugezeit variierte von 21 bis 35 Tagen. Der Produktionsrhythmus betrug 7, 14 oder 21 Tage. Damit war keine rhythmisch-kontinuierliche Bereitstellung der Absatzferkel möglich.

Die drei **Ferkelaufzuchtöfe** hatten eine Stallplatzkapazität von 10.000 bei 14-Tage-Rhythmus, 6.500 bei 14-Tage-Rhythmus bzw. 3.200 Plätzen bei 8-Wochen-Rhythmus.

Den Ferkelaufzuchtöfen waren 14 **Mastbetriebe** nachgeordnet, deren größter die Mastanlage S. mit 2 x 8.500 Mastplätzen war.

Die Ist-Situation im März 2000 wird in Abbildung 1 verdeutlicht. Dem Bedarf von 3.000 Absatzferkeln im 14-Tage-Rhythmus stand eine diskontinuierliche Bereitstellung gegenüber. Eine Synchronisation der Produktionsrhythmen und eine Vereinheitlichung der Säugedauer als Voraussetzung hätte zu einem nahezu bedarfsgerechten Ferkelaufkommen führen können.

Deshalb wurden im Mai/Juni 2000 mit den Verantwortlichen der EZG, den Hoftierärzten und den zuständigen Mitarbeitern des Schweinegesundheitsdienstes Betriebsbesuche in den Ferkelerzeuger- und Aufzuchtöfen vorgenommen, um den Überblick über die betriebliche Situation, das Leistungsniveau und den Gesundheitsstatus zu aktualisieren. Besonderes Augenmerk wurde der Entwicklung der Saugferkel geschenkt. Es konnte eingeschätzt werden, dass in nahezu allen Betrieben mit fünfwöchiger Säugezeit die Einführung einer Säugezeit von vier Wochen vertretbar ist.

Im Ergebnis der Bestandsbesuche wurde ein Szenario erstellt, das die Auswirkungen einer Verkürzung der Säugezeit in den Ferkelerzeugerbetrieben auf vier bzw. drei Wochen Säugezeit sowie einer Änderung des Produktionsrhythmus beschreibt.

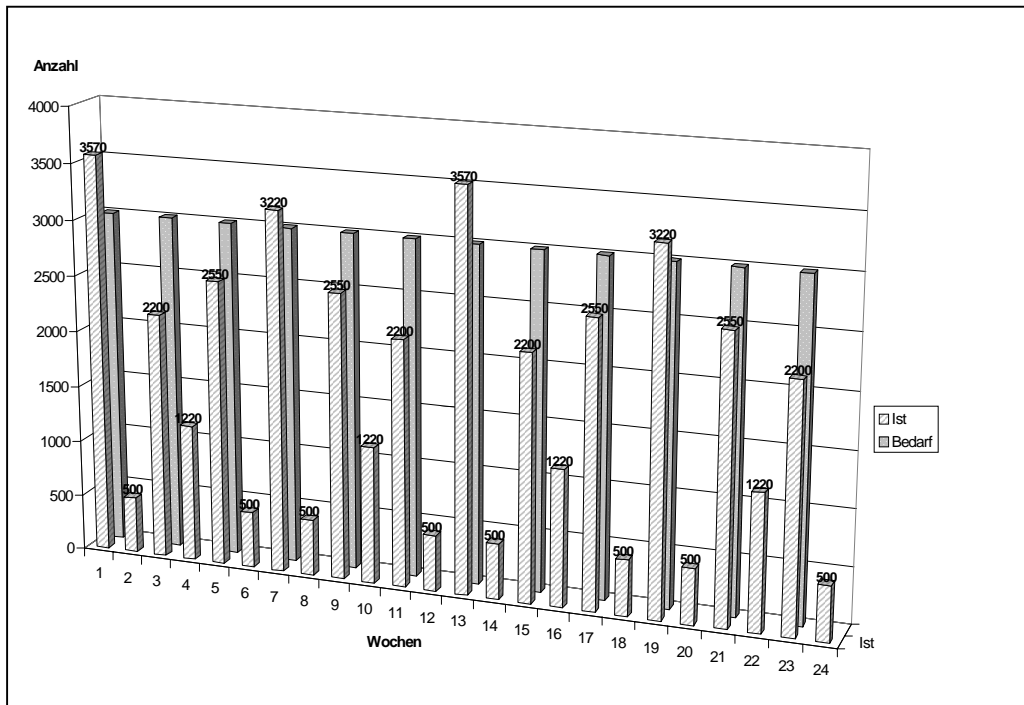


Abbildung 1: Absatzferkelaufkommen und Bedarf, Ist-Situation März 2000

Folgende Varianten wurden analysiert:

- Übergang von 35 auf 28 Tage Säugezeit bei Beibehaltung des Produktionsrhythmus von 14 Tagen
- Übergang von 35 auf 28 Tage Säugezeit bei Veränderung des Produktionsrhythmus von 14 auf 21 Tage
- Übergang von 35 auf 21 Tage Säugezeit bei Beibehaltung des Produktionsrhythmus von 14 Tagen
- Übergang von 35 auf 21 Tage Säugezeit bei Verlängerung des Produktionsrhythmus auf 28 Tage.

In der Diskussion wurde folgende Einschätzung getroffen.

- Für die Ferkelerzeuger ist eine Reduzierung der Säugezeit auf 21 Tage günstig, weil damit die besten produktionsorganisatorischen Voraussetzungen für eine hohe Anzahl an abgesetzten Ferkeln/Sau/Jahr gegeben sind. Es werden aber hohe Anforderungen an das Fruchtbarkeits- und Tiergesundheitsmanagement gestellt.
- Nachteilig für die nachfolgende Aufzucht sind die niedrigen Absetzgewichte und der erhöhte Anteil an mindergewichtigen Ferkeln, die eine Verlängerung der Haltungsdauer in den Ferkelaufzuchtöfen auf neun Wochen sowie die Schaffung von Aufzuchtbedingungen für die mindergewichtigen Ferkel erfordern.
- Die Fruchtbarkeit und die Absetzferkelaufzucht werden wesentlich sensibler gegen Störungen, und die Risiken erhöhen sich.
- Eine 28-tägige Säugezeit kann sowohl den Anforderungen der Ferkelerzeuger als auch denen der Aufzuchtöfe gerecht werden.
- In der Ferkelerzeugung wäre ein 21-Tage-Rhythmus günstig.
- Für die Ferkelaufzuchtöfe ergeben sich bei 28-tägiger Säugezeit aber sowohl bei 14-Tage- als auch 21-Tage-Rhythmus erhebliche Veränderungen entweder im Gewichtszuwachs oder in der Belegungsdauer.
- Die Auswirkungen veränderter Säugezeiten oder Produktionsrhythmen auf die Mastbetriebe müssen noch beleuchtet werden.
- Vor einer Entscheidung über Veränderungen sind die wirtschaftlichen Auswirkungen für die einzelnen Betriebe der verschiedenen Haltungsstufen zu ermitteln, da die Betriebe nur auf dieser Basis Entscheidungen treffen können.

Zum Stammtisch der Schweinehalter am 22.02.2001 wurde festgelegt, dass ab 05.04.2001 die Säugezeit in den Betrieben mit 35 Tagen auf 28 Tage gesenkt wird.

Nach Umstellungsproblemen, die mittleren Absetzgewichte waren zu niedrig und der Anteil an mindergewichtigen Absetzferkeln zu hoch, konnte aber zum Stammtisch am 12.06.2002 eingeschätzt werden, dass die Umstellung auf vier Wochen Säugezeit erfolgreich abgelaufen ist.

- derzeitige Situation – Etablierung von Produktionsschienen

Der Mitgliederbestand in der EZG ist in den vergangenen zwei Jahren nicht konstant geblieben. Es sind in allen drei Haltungsstufen Betriebe ausgeschieden bzw. neu hinzugekommen. Die Tierplatzkapazitäten haben sich in einigen Betrieben erhöht. Solche Veränderungen werden auch in Zukunft erfolgen.

Es ist derzeit nicht möglich, feste Tierbewegungen vom Ferkelerzeuger über den Aufzucht- Masthof zur Mast bei Minimierung der beteiligten Betriebe über die gesamte EZG zu organisieren.

Es werden deshalb innerhalb der EZG mit geeigneten Betrieben konstante Schienen Ferkelerzeugung – Aufzucht – Mast organisiert, die ein ständiges Vermischen von Tieren unterschiedlicher Herkunft nicht erforderlich machen.

Die erste Schiene hat sich bewährt. Alle Absetzferkel aus dem Ferkelerzeugerbetrieb G. und dem Vermehrungsbetrieb Z. gehen zur Aufzucht in den Aufzucht- Masthof A. und als Mastläufer nachfolgend nur in den Mastbestand S. I.

Die zweite Schiene wird über den Ferkelerzeugerbetrieb W. und den kombinierten Aufzucht- Mastbetrieb G. entwickelt. An diesem Standort werden die Ferkelaufzucht und die Mast räumlich getrennt und können isoliert bewirtschaftet werden.

Mit dieser Produktionsorganisation wird gesichert, dass in diesen beiden Schienen keine Zuführung von Schweinen aus anderen Beständen erfolgen muss, womit günstige Voraussetzungen für ein hohes Tiergesundheitsniveau geschaffen werden.

Damit werden ca. 50 % der Gesamt-erzeugung der EZG nach dem Prinzip der Multisite-Produktion betrieben.

Eine Bewirtschaftung der Aufzuchtöfe und Mastbetriebe nach dem totalen Rein-Raus-Prinzip ist nicht möglich.

Es steht bei diesen beiden Schienen die Aufgabe, eine weitestgehende Trennung auch zwischen den aufeinanderfolgenden Tiergruppen in den einzelnen Haltungsstufen zu organisieren, um eine Erregerübertragung zu minimieren und Infektionsketten sicher abreißen zu lassen.

Die Errichtung weiterer Schienen in der EZG ist durch eine Synchronisation der Produktionsrhythmen möglich, um das Ferkelaufkommen weiter zu konzentrieren. Nachgedacht wird über die Umstellung vom 14-Tage- auf den 21-Tage-Rhythmus. Dieser Rhythmus passt sehr gut zur 28-tägigen Säugezeit.

Ein weiterer großer Vorteil des verlängerten Produktionsrhythmus liegt darin, dass sich die Gruppengrößen um 50 % erhöhen, womit sich die Voraussetzungen für die Installation weiterer Schienen deutlich verbessern.

Nachteilig ist, dass sich in den Ferkelaufzuchtöfen der Tierdurchlauf von derzeit 6,5 auf 5,8 pro Jahr, also um ca. 10 % vermindern würde. Allerdings könnten die Tiere, die entsprechende Fläche/Tier vorausgesetzt, eine Woche länger gehalten und damit mindestens 10 % schwerer ausgestellt werden. Bei einer entsprechenden Preisgestaltung in der EZG scheint der finanzielle Aspekt regulierbar.

- produktionsbegleitende Maßnahmen

Das System der produktionsorganisatorischen oder auch produktionssteuernden Maßnahmen zur Schaffung der Voraussetzungen zur Gewährleistung eines hohen Tiergesundheitsniveaus muss unbedingt von den bewährten produktionsbegleitenden tiergesundheitlichen Maßnahmen flankiert werden.

Der Organisationsgrad in der EZG bietet vorzügliche Voraussetzungen für die Umsetzung stufenübergreifender Maßnahmen vom Ferkel bis zum Mastschwein zur Sicherung eines hohen Niveaus der Tiergesundheit.

Beispielgebend ist das Engagement der EZG zur Einführung von Qualitätsmanagementsystemen.

Seit Ende 1998 liegt das **Qualitäts- und Umwelt-Management-Handbuch** mit seinem

Leitfaden und den Verfahrens- und Arbeitsanweisungen vor. Darin werden die für alle Mitgliedsbetriebe verbindlichen Normen für die Erzeugung von Schlachtschweinen und -rindern festgeschrieben.

Für die durchgängige Sicherung der Tiergesundheit haben die in der VA „**Tierseuchenschutz und Tiergesundheitsmanagement**“ getroffenen Festlegungen besondere Bedeutung.

Die Umsetzung dieser festgelegten Maßnahmen erfolgt aber noch nicht durchgängig exakt und zuverlässig, wie anlässlich der Betriebsbesuche im Frühjahr 2002 eingeschätzt werden musste. In Konsequenz wurden die Vorgaben im „**Verbindlicher Standard zum Tiergesundheitsmanagement für die Betriebe der arbeitsteiligen Schweineproduktion der EZG X**“ neu formuliert und aktualisiert.

Es besteht die Zielstellung, dass alle Bestände im System klinisch frei sind von Dysenterie, Salmonellose sowie Endo- und Ektoparasiten. Zu folgenden tiergesundheitlichen Maßnahmen werden einheitliche Festlegungen getroffen.

1. Allgemeine Tierhygiene

- Seuchenhygienische Absicherung
- Internes Hygieneregime
- Alles-Rein-alles-Raus-Prinzip
- Reinigungs- und Desinfektionsregime
- Schädner- und Fliegenbekämpfung
- Allgemeine verfahrenshygienische Maßnahmen

2. Spezielle Maßnahmen

- Immunisierungen
- Medikamentelle Prophylaxe

3. Diagnostische Maßnahmen

4. Information und Kontrolle

Die produktionsbegleitenden Maßnahmen zur Sicherung eines hohen Tiergesundheitsniveaus sind ein ganz wesentlicher Bestandteil des Tiergesundheitsmanagements insgesamt. Sie entfalten nur dann ihre volle Wirksamkeit, wenn sie in allen Betrieben konsequent umgesetzt werden.

Es ist darüber zu befinden, ob die eingesetzten Impfstoffe und Medikamente für das durchgehende Tiergesundheitsmanagement vereinheitlicht werden sollten, um eine gesicherte Wirksamkeit zu garantieren.

Schlussfolgerungen

- Die Organisation der Produktion nach dem Multisite-Prinzip ist auch in den sächsischen EZG prinzipiell möglich. Das Prinzip ist elastisch und kann an die verschiedenen Bedingungen sinnvoll angepasst werden.
- Die EZG X hat ihre Produktion nach diesem Prinzip mit örtlich getrennten Sauenbetrieben, Ferkelaufzuchthöfen und Mastbetrieben organisiert. Allerdings entsprechen die Tierströme noch nicht den Anforderungen der Multisite-Produktion.
- Der Erzeugerverbund in der EZG X ist nicht starr. Es scheiden Betriebe aus oder gliedern sich neu mit ein. Deshalb ist eine **alle** Betriebe umfassende Organisation der Multisite-Produktion, zumindest derzeit nicht möglich.
- Bewährt hat sich die Installation von Produktionsschienen, in denen zwischen den Betrieben der Ferkelerzeugung, der Aufzucht und der Mast nur gerichtete Tierumsetzungen im Sinne von „Einbahnstrasse ohne fremde Zumündung“ erfolgen. Damit wird ein ständig neues Zusammenführen von Tieren aus verschiedenen Herkünften unterbunden. Das ist eine ganz entscheidende Voraussetzung für die Bekämpfung von infektiösen Faktorenkrankheiten.
- Die Installation weiterer Schienen kann durch eine Synchronisation der Produktionsrhythmen erfolgen. Es bietet sich bei einer Fixierung auf 28 Tage Säugezeit der Drei-Wochen-Rhythmus an. Damit würde sich ohne Kapazitätsveränderungen die Anzahl an Tieren/Gruppe auf 150 % erhöhen, woraus sich bessere Voraussetzungen für feste Belegungsbeziehungen ergeben würden.
- Auch in den Produktionsschienen können die einzelnen Bestände nicht nach dem kompletten Rein-Raus-Prinzip bewirtschaftet werden. Dort ist es erforderlich, mit einem strengen internen Hygieneregime die Erregerübertragung von Durchgang zu Durchgang zu minimieren.
- Neben diesen produktionsorganisatorischen Voraussetzungen sind die in dem verbindlichen Standard getroffenen Festlegungen zur Verbesserung der Tiergesundheit, festgeschrieben im QM-Handbuch, lückenlos und konsequent in allen Betrieben umzusetzen.
- Ein ständiger Störfaktor in allen Haltungsstufen sind die nicht altersgerecht entwickelten Tiere. Es wäre von großem Vorteil, wenn diese Tiere in einem zentralen Selektionsbestand zur wirtschaftlichen Verwertung geführt werden könnten. Damit könnte in den Betrieben das Rein-Raus-Prinzip ordnungsgemäß eingehalten und der Infektionsdruck wirksam gesenkt werden.
- Es ist den EZG der Schweinefleischherzeugung im Freistaat Sachsen dringend anzuraten, ein integriertes Tiergesundheitsmanagement durchzusetzen und dabei die Möglichkeiten der schrittweisen Einführung des Multisite-Prinzips zu prüfen.

Ermittlung des intramuskulären Fetts (IMF) beim Schwein mittels Impedanzmessung

Monika Altmann, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Landwirtschaftliche Fakultät, Institut für Tierzucht und Tierhaltung mit Tierklinik und U. Pliquett, Universität Bielefeld, Fakultät Chemie

1 Einleitung

Der intramuskuläre Fettgehalt ist ein wichtiger Faktor bei der Ausprägung sensorischer Eigenschaften des Fleisches. Für eine optimale Verzehrsqualität wird ein IMF-Gehalt von etwa 2 bis 3 % angesehen (BEJERHOLM und BARTONGADE, 1986; MEYER, 1991; LÜTJENS und KALM, 1995). Bei den meisten Fleischschweinerassen bzw. Kreuzungsprodukten liegt der IMF jedoch deutlich niedriger.

Zur Sicherung einer hohen Fleischqualität werden seit einigen Jahren auch züchterische Möglichkeiten für eine Erhöhung des IMF genutzt. So erfolgt z.B. in der Schweiz seit 1989 eine Berücksichtigung des IMF im Selektionsindex (SCHWÖRER u.a., 1995) und in Dänemark seit 1995 (ANONYM, 1995). Eine Selektion nach IMF setzt jedoch dessen möglichst genaue Erfassung an lebenden Tieren und/oder Schlachtkörpern voraus. Für in vivo-Messungen wurde bisher das Ultraschallverfahren intensiv untersucht (KALT u.a., 1994; VILLE u.a., 1997; HERRING u.a., 1998; KIM u.a., 1998). Eine IMF-Bestimmung bei Schlachtkörpern erfolgt heute üblicherweise an einer entnommenen Fleischprobe mit klassischen Extraktionsmethoden oder spektroskopischer Schnellanalyse im nahen Infrarotbereich (NIR, NIT).

Im Rahmen der Leistungsprüfung oder auch von Qualitätsfleischprogrammen ist dies jedoch aufgrund des Kosten- und Zeitaufwandes nur bedingt durchführbar.

Geeigneter wären Methoden, die schnell - möglichst online - und ohne Wertminderung des Schlachtkörpers eine IMF-Bestimmung gestatten. Untersuchungen mit verschiedenen Ultraschallverfahren führten bisher zu keinem in der Praxis einsetzbaren Messgerät, welches diesen Anforderungen genügt und mit ausreichender Genauigkeit eine IMF-Ermittlung erlaubt. Ein im dänischen Fleischforschungsinstitut Roskilde entwickeltes Gerät (MQM) basiert auf NIR-Messungen und kann direkt in den Schlachtkörper eingestochen werden. Die Genauigkeit der IMF-Ermittlung mit diesem Gerät wird jedoch als nicht ausreichend eingeschätzt (MÜLLER u.a., 1996). Es ist außerdem bei PSE-Fleisch nicht einsetzbar.

Mit einem von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft finanzierten Projekt sollte

deshalb ein anderes Verfahren geprüft werden, welches unter anderem bereits für die Bestimmung der Gesamtkörperzusammensetzung bei Menschen und Tieren zur Anwendung kam.

Es handelt sich dabei um die Messung der elektrischen Impedanz, die in Muskel- und Fettgewebe unterschiedlich hohe Werte aufweist. Ein auf diesem Verfahren beruhendes Messgerät zur IMF-Bestimmung bei Rinderschlachtkörpern wurde vom dänischen Fleischforschungsinstitut Roskilde entwickelt (MADSEN u.a., 1999).

Dabei werden mehrere Elektroden im Zentrum des M. longissimus plaziert und die Impedanz bei 10 verschiedenen Frequenzen gemessen. Die Korrelationen zwischen geschätztem und analytisch ermitteltem IMF lagen bei 0,7. Eigene Untersuchungen an Schweinen mit ähnlicher Elektrodenanordnung und multifrequenter Impedanzmessung ergaben Korrelationen zum IMF um 0,5. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Variation des IMF beim Schwein wesentlich geringer als beim Rind ist.

Das intramuskuläre Fett ist hauptsächlich in Form kleiner Fettädrchen inhomogen über den gesamten Querschnitt des Kotelettmuskels verteilt. Impedanzmessungen nur im Zentrum des Muskels erschienen deshalb zur Ermittlung des IMF nicht ausreichend. Deshalb wurde eine Meßapparatur entwickelt, die während des Durchstechens des Muskels mit einer Sonde multiple Impedanzmessungen durchführt.

Aufgrund der inhomogenen Verteilung des IMF war zu vermuten, dass sich vor allem aus der Variation der Impedanz innerhalb des Muskels Zusammenhänge mit dem IMF ergeben. In methodischen Voruntersuchungen mit Probenmaterial aus dem Stichkanal sollte zunächst der geeignetste Messzeitpunkt bzw. die Einstichrichtung gefunden werden sowie die notwendige Anzahl von Einstichen für die Ermittlung des IMF in einer gesamten Kotelettscheibe. Mit einer anhand dieser Ergebnisse ausgewählten Standardmessmethode sollte dann an einem umfangreichen Material die Eignung der Impedanzmessung bei verschiedenen Rassen und Hybriden mit unterschiedlicher Fleischqualität (PSE) geprüft werden.

2 Gerätetechnik und Untersuchungsmaterial

Die runde Einstichsonde trägt an der Spitze vier ringförmige Elektroden von 1 mm Breite im Abstand von jeweils 1 mm. Die Sonde ist durch eine Spindel über einem Weg von 120 mm motorgetrieben verfahrbar. Sie wird zunächst vollständig durch den Muskel gestochen. Während des automatischen Zurückziehens erfolgen im Abstand von 1 mm Impedanzmessungen im Zeitbereich. Die Stromversorgung und der Schrittmotortreiber sind in einem separaten Gehäuse untergebracht. Zur Steuerung und Übernahme der Daten wird ein Laptop mit Analogadapter verwendet. Das Programm umfasst die Module Motorsteuerung, Einlesen der Daten, näherungsweise Berechnung der Impedanz und deren grafische Darstellung in Abhängigkeit von der Position der Messsonde.

Bei der weiteren Datenbearbeitung wurden zunächst für jeden Messpunkt R_0 und R_u (Realteil der Impedanz bei Gleichstrom bzw. bei einer sehr hohen Frequenz) berechnet. Die Auswertung der Kurven, die sich durch die Darstellung von R_0 und R_u in Abhängigkeit von der Einstichtiefe ergaben, erfolgte in Matlab. Nach der manuellen Bestimmung des zum Kotelettmuskel korrespondierenden Kurvenabschnittes wurden für R_0 und R_u jeweils folgende statistische Parameter errechnet:

- \bar{x} Mittelwert der absoluten Messwerte
- s Standardabweichung der absoluten Messwerte
- s_{Diff} Standardabweichung des Differentials (Differenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden absoluten Messwerten)
- s_{Diff}^2 Standardabweichung des quadrierten Differentials (unter Beibehaltung des Vorzeichens)
- $\bar{x}_{\text{Diff, pos}}$ Mittelwert des positiven Differentials
- $s_{\text{Diff, pos}}$ Standardabweichung des positiven Differentials
- $\bar{x}_{\text{Diff, pos}}^2$ Mittelwert des quadrierten positiven Differentials
- $s_{\text{Diff, pos}}^2$ Standardabweichung des quadrierten positiven Differentials

Mit Ausnahme von \bar{x} kennzeichnen die anderen Parameter die Variation der Impedanz innerhalb des Muskels.

Die methodischen Voruntersuchungen begannen an insgesamt 176 Schlachtkörpern der Kreuzung Deutsches Edelschwein x Sattelschwein sowie reinrassigen Sattelschweinen des Ökologischen

Stadtguts Leipzig, um eine hohe Variabilität im IMF zu gewährleisten. Die Messungen erfolgten 60 min bzw. 24 h p.m. im M. longissimus in Höhe der letzten Rippe. Dabei wurden die in Abbildung 1 dargestellten Einstichrichtungen geprüft.

Die Eindringtiefe der elektrischen Feldlinien in das Gewebe rund um den Stichkanal hängen von der Elektrodengeometrie, den elektrischen Eigenschaften des Gewebes und von der Frequenz ab. Im mittleren Frequenzbereich (≈ 10 kHz) beträgt sie etwa 1 mm.

Eine Erhöhung des Elektrodenabstands und damit der Eindringtiefe hätte eine Verringerung der Ortsauflösung zur Folge. Unmittelbar nach den Impedanzmessungen wurde mittels Korbbohrer eine zylinderförmige Gewebeprobe entlang des Stichkanals zur laboranalytischen Bestimmung des IMF herausgeschnitten. Dies gewährleistete eine gute Übereinstimmung zwischen gemessenem und analysiertem Gewebe, womit Einflüsse durch Inhomogenitäten in der Fettverteilung innerhalb der Kotelettscheibe auf die Beziehungen zwischen Impedanz und IMF minimiert wurden. Nach Abtrennen der nicht zum M. longissimus gehörenden Teile (Fettgewebe, M. multifidus) wurden die Proben in Röhrchen verpackt und noch am gleichen Tag der IMF-Gehalt mittels Ätherreaktion bestimmt (Institut für Landwirtschaftliche Untersuchungen der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Leipzig-Möckern). Zur Ermittlung des Auftretens von PSE-Fleisch wurde der pH_1 -Wert (pH 1 Stunde p.m.) sowie der Py -Wert (Meatcheck) 24 h p.m. in unmittelbarer Nähe der Impedanzmessstelle erfasst.

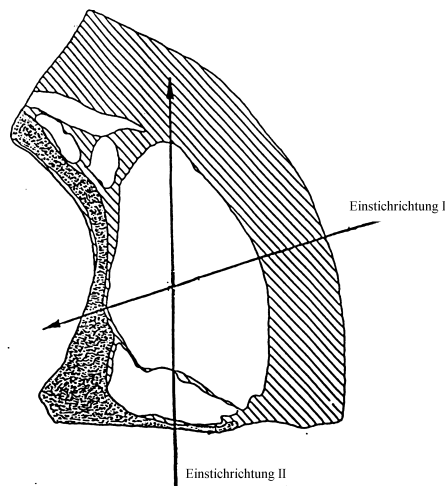


Abbildung 1: untersuchte Einstichrichtungen

Im nächsten Abschnitt der methodischen Voruntersuchungen sollte geklärt werden, ob die Impedanzmessung eine Bestimmung des IMF in einer gesamten Kotelettscheibe ermöglicht und wie viel Einstiche dazu nötig sind. Diese Versuche wurden im Schlachthof Weißenfels an insgesamt 187 zufällig ausgewählten Schweineschlachtkörpern durchgeführt. Je Kotelettscheibe erfolgten entweder zwei Einstiche zwischen den Dornfortsätzen im Abstand von 1 bis 2 cm oder drei Einstiche durch den Speck 5, 7 und 9 cm seitlich der Rückenmitte in Höhe der letzten Rippe.

Nach den Messungen wurde die Kotelettscheibe aus dem Schlachtkörper entnommen, homogenisiert und bis zur Bestimmung des IMF mittels NIR im Institut für Landwirtschaftliche Untersuchungen der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Leipzig-Möckern gefrierengelagert. Zur Ermittlung von PSE-Fleisch wurde wieder der pH₁-Wert sowie der Py-Wert 24 h p.m. erfasst.

Nachdem sich aus den bisherigen Versuchen der Messzeitpunkt 24 h p.m. und Einstichrichtung I als vorteilhaft erwies, wurden mit dieser Methodik Untersuchungen im M. longissimus in Höhe der letzten Rippe bei verschiedenen Rassen und Kreuzungen mit normaler Fleischqualität bzw. PSE durchgeführt (Tabelle 1).

Die Tiere stammten aus der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau, Zentrum für Tierhaltung und Technik Iden, der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich

Tierzucht, Fischerei und Grünland Köllitsch sowie der Mastfarm Burkersdorf. Die Schlachtung und die Untersuchungen wurden in Iden bzw. im Schlachthof Färber und Co. Torgau durchgeführt. Je Kotelettscheibe erfolgten drei Einstiche.

Die Fleischqualität wurde durch Py-Messungen ermittelt. Danach wurde die Fleischprobe entnommen, homogenisiert und der IMF im Institut für Tierzucht der Universität Halle über NIT bzw. für die Kreuzungsprodukte Du x (DE x DL) nasschemisch (Ätherextraktion) bestimmt.

3 Ergebnisse

Beim Durchstechen verschiedener Gewebe mit der Messsonde ergeben sich charakteristische Kurvenverläufe (Abbildung 2 bis 4). Muskelgewebe zwischen den Rippen mit starken Fetteinlagerungen sowie das Auflagefett weisen hohe Impedanzwerte auf, während sie beim Übergang zum Kotelettmuskel stark abfallen.

Die Impedanz hängt unter anderem vom Grad der postmortalen Zerstörung der Zellmembranen ab. Messungen 60 min p.m. haben den Vorteil, dass zu diesem Zeitpunkt Unterschiede in der Membranstruktur zwischen normaler Qualität und PSE-Fleisch noch gering sind und das Messergebnis deshalb kaum beeinflussen. 24 h p.m ist bei PSE-Fleisch das Niveau von R₀ und R_u deutlich niedriger als bei normaler Qualität (Abbildung 4). Gleichzeitig verringert sich die Variation der Impedanz innerhalb des Muskels.

Tabelle 1: Tiermaterial für Untersuchungen zum Einfluss von Rasse und Fleischqualität auf die Beziehungen zwischen Impedanz und IMF

Rasse bzw. Kreuzung	Anzahl gesamt	Fleischqualität	
		normal	PSE
Deutsche Landrasse (DL)	147	105	42
Deutsches Edelschwein (DE)	93	93	-
Pietrain (Pi)	63	42	21
Pi x (DE x DL)	158	99	59
Duroc(Du) x (DE x DL)	153	102	51
gesamt	614	441	173

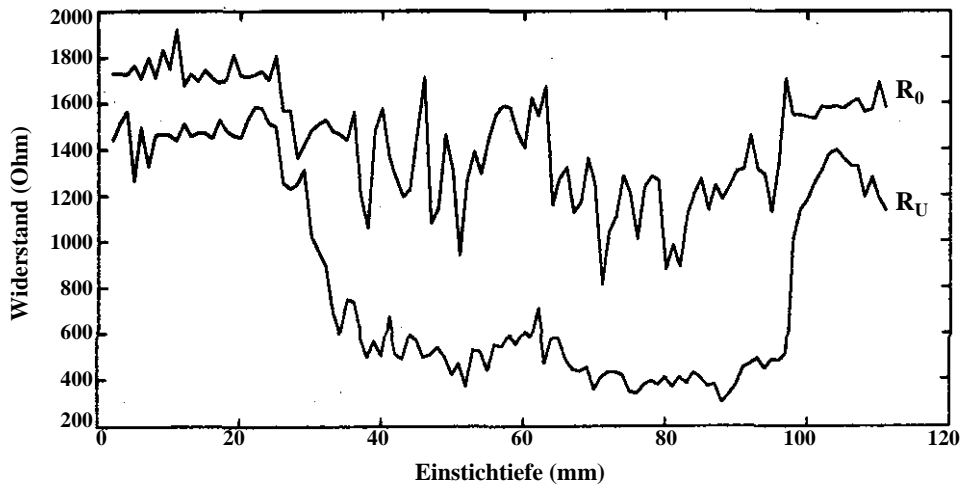


Abbildung 2: R_0 und R_U in Abhängigkeit von der Einstichtiefe 60 min p. m.

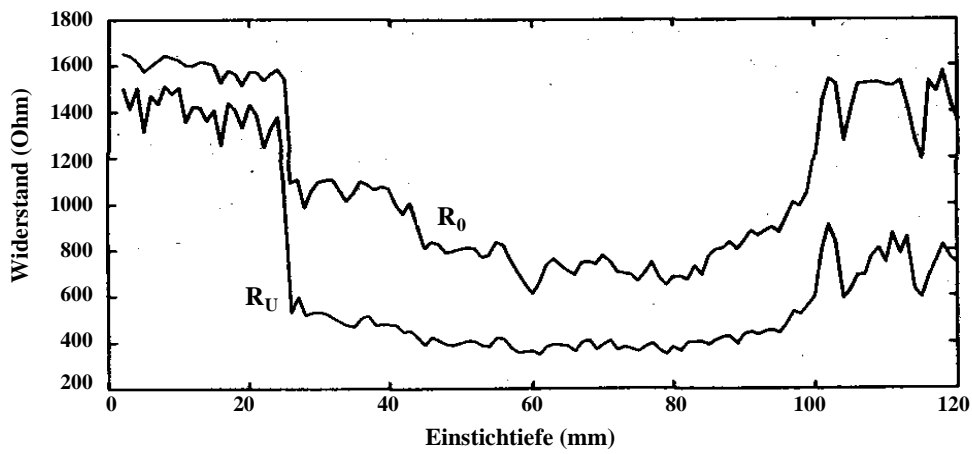


Abbildung 3: R_0 und R_U in Abhängigkeit von der Einstichtiefe 24 h p.m., normale Qualität

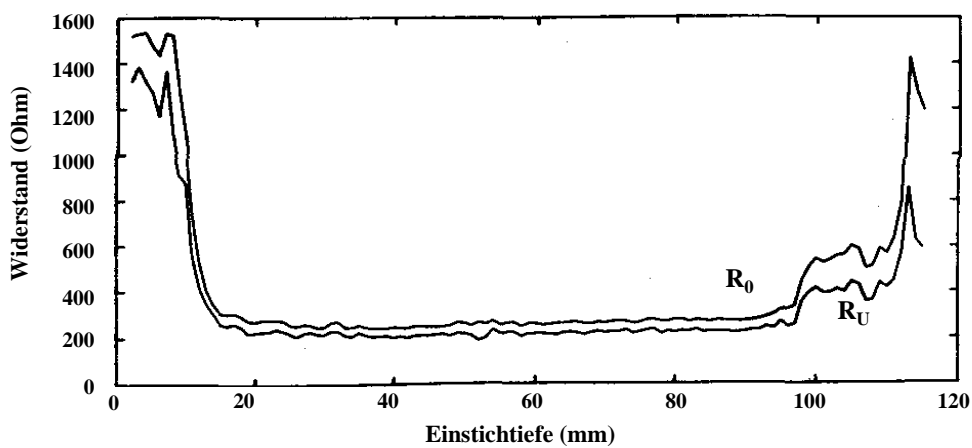


Abbildung 4: R_0 und R_U in Abhängigkeit von der Einstichtiefe 24 h p.m., PSE-Fleisch

3.1 Ergebnisse der methodischen Voruntersuchungen

3.1.1 Korrelationen zwischen Impedanz und IMF bei Probenmaterial aus dem Stichkanal

Die untersuchten Fleischproben wiesen im Mittel einen IMF-Gehalt zwischen 1,7 und 2,0 % auf und zeigten eine relativ hohe Variabilität (Tabelle 2). In der Fleischqualität (pH₁ und Py₂₄) bestanden zwischen den Stichproben der Einstichrichtungen I und II keine Unterschiede. Bei gleicher Einstichrichtung sank \bar{x} (R₀) zwischen den beiden Messzeitpunkten infolge der postmortalen Abbauprozesse an den Zellmembranen.

Nur geringe Veränderungen zeigte dagegen \bar{x} (R_u). Da R_u eine Parallelkombination aus dem intra- und extrazellulären Widerstand darstellt, ist dieser nur geringfügig vom Zustand der Membranstruktur abhängig. Bei gleichem Messzeitpunkt waren für die Einstichrichtung II höhere \bar{x} (R₀) und \bar{x} (R_u) zu verzeichnen. Dies könnte vorrangig durch die andere Orientierung der Muskelfasern im Verhältnis zur Elektrodenposition bedingt sein.

Um den Einfluss der Fleischqualität 24 h p.m. auf die Beziehungen zwischen Impedanz und IMF zu eliminieren, wurden par-

tielle Korrelationen errechnet mit dem Py₂₄ als Covariable (Tabelle 3).

Für die Messungen 60 min p.m. erschien dies nicht erforderlich, da zu dieser Zeit noch keine größeren Differenzierungen in der Membranstruktur zu erwarten waren.

Die Korrelationen zu den absoluten Impedanzmesswerten (\bar{x}) sind sehr niedrig und tragen unterschiedliche Vorzeichen.

Die überwiegend positiven Beziehungen zu den Variationsparametern bestätigen die Hypothese, dass bei höherem IMF die Variation der Impedanz ansteigt. Die höchsten Korrelationen ergaben sich bei Einstichrichtung II 24 h p.m.

Aufgrund einer Orientierung der im Kotelett sichtbaren Fettäderchen in dorsal-ventraler Richtung müsste die Sonde beim Einstich zwischen den Dornfortsätzen (Einstichrichtung II) mehr diese Fettäderchen treffen als beim Einstich durch die Fettauflage, der eher parallel zu diesen Äderchen erfolgt.

Deshalb wurden bei Einstichrichtung II engere Beziehungen zum IMF erwartet. Die Messungen 24 h p.m. bestätigen in der Tendenz diese Vermutung. Dagegen sind die Korrelationen 60 min p.m. für die Einstichrichtung II sehr niedrig.

Tabelle 2: Statistische Kennzahlen des Datenmaterials (Probenmaterial aus dem Stichkanal)

		Einstichrichtung	Messzeitpunkt	n	\bar{x}	s	Min	Max
IMF	%	I	60 min	49	2,0	0,8	0,6	4,3
pH ₁					6,5	0,3	5,6	6,9
\bar{x} (R ₀)	Ω				583	86	391	736
\bar{x} (R _u)	Ω				232	36	147	287
IMF	%	I	24 h	54	1,8	0,8	0,8	3,8
Py ₂₄					49	19	12	71
\bar{x} (R ₀)	Ω				409	197	117	928
\bar{x} (R _u)	Ω				249	93	99	447
IMF	%	II	60 min	41	1,7	0,5	0,5	2,9
pH ₁					6,4	0,2	5,9	6,6
\bar{x} (R ₀)	Ω				877	192	621	1240
\bar{x} (R _u)	Ω				412	131	255	669
IMF	%	II	24 h	32	1,7	0,9	0,6	4,0
Py ₂₄					48	18	10	73
\bar{x} (R ₀)	Ω				752	333	267	1310
\bar{x} (R _u)	Ω				396	102	223	585

Tabelle 3: Korrelationen zwischen Impedanz und IMF (Probenmaterial aus dem Stichkanal)

Parameter	Einstichrichtung I				Einstichrichtung II			
	60 min p.m.		24 h p.m.		60 min p.m.		24 h p.m.	
	R ₀	R _u	R ₀	R _u	R ₀	R _u	R ₀	R _u
\bar{x}	-.21	-.36	.17	.16	-.10	-.09	.08	.07
s	.38	.41	.27	.24	.12	.13	.29	.14
S _{Diff}	.21	.33	.38	.37	.04	.05	.52	.47
S _{Diff} ²	.22	.36	.33	.26	.01	.07	.33	.31
$\bar{x}_{\text{Diff,pos}}$	.10	.28	.34	.27	.06	-.04	.59	.36
S _{Diff,pos}	.26	.37	.32	.26	.03	.03	.55	.58
$\bar{x}_{\text{Diff,pos}}^2$	.20	.38	.31	.24	-.02	-.04	.55	.50
S _{Diff,pos} ²	.24	.34	.29	.21	-.04	-.03	.48	.45

3.1.2 Korrelationen zwischen Impedanz und IMF in einer Kotelettscheibe

Der analytisch ermittelte IMF-Gehalt der Proben lag hier etwas niedriger und variierte bei Einstichrichtung I weniger als bei II (Tabelle 4). Die Impedanzwerte \bar{x} (R₀) und \bar{x} (R_u) verhielten sich zwischen den Messzeitpunkten und Einstichrichtungen analog denen aus den Untersuchungen mit Probenmaterial aus dem Stichkanal.

Bei den in Tabelle 5 dargestellten Korrelationen wurden jeweils die Mittelwerte, die sich aus drei Einstichen je Scheibe bei Einstichrichtung I bzw. aus zwei Einstichen je Scheibe bei Einstichrichtung II ergaben, zugrunde gelegt. Für die Messungen 24 h p.m. wurden wiederum partielle Korrelationen mit dem Py-Wert als Covariable errechnet. Auch bei diesem Material sind die absoluten Impedanzwerte \bar{x} (R₀) und \bar{x} (R_u) nur schwach und mit unterschiedlichem Vorzeichen mit dem IMF korreliert.

Die Parameter, die die Variation im Kurvenverlauf kennzeichnen, zeigen 24 h p.m. mittlere bis hohe Korrelationen zum IMF. Dabei ist in den meisten Fällen R_u etwas enger mit dem IMF korreliert als R₀. Im Vergleich zu den

Messungen 24 h p.m. sind die Ergebnisse 60 min p.m. unbefriedigend.

Am warmen Schlachtkörper ist das Gewebe noch sehr weich und haftet stark an der Sonde. Wahrscheinlich zieht die Sonde das Gewebe hinter sich her, so dass Impedanzunterschiede entlang des Stichkanals „verwischen“. Außerdem sind Übergänge zwischen den Gewebearten hier weniger gut erkennbar.

Am Material der Einstichrichtung I 24 h p.m. wurde untersucht, welchen Einfluss die Anzahl und Lokalisation der Einstiche je Scheibe auf die Korrelationen hat. Beim Einstich 9 cm seitlich der Rückenmitte ergaben sich etwas höhere Werte. Wurden die Mittelwerte aus zwei bzw. drei Einstichen für die Berechnungen zugrundegelegt, erhöhten sich die Korrelationen in den meisten Fällen etwas.

3.2 Prüfung der Standardmessmethode

Aufgrund der Ergebnisse für die Kotelettscheiben wurde die Einstichrichtung I und der Messzeitpunkt 24 h p.m. als Standardmessmethode für die folgenden Untersuchungen gewählt. Um eine hohe Sicherheit des Messergebnisses zu gewährleisten, wurden je Kotelettscheibe drei Einstiche vorgenommen.

Tabelle 4: Statistische Kennzahlen des Datenmaterials (Probenmaterial: Kotelettscheibe)

		Einstich- richtung	Messzeit- punkt	n	\bar{x}	s	Min	Max
IMF	%	I	60 min	48	1,4	0,4	0,8	2,0
pH ₁					6,0	0,3	5,5	6,6
\bar{x} (R ₀)	Ω				1043	160	633	1310
\bar{x} (R _u)	Ω				374	58	246	495
IMF	%	I	24 h	36	1,5	0,4	0,9	2,6
Py ₂₄					59	14	19	77
\bar{x} (R ₀)	Ω				843	193	343	1137
\bar{x} (R _u)	Ω				406	53	250	506
IMF	%	II	60 min	52	1,4	0,7	0,8	4,2
pH ₁					6,4	0,2	6,1	6,9
\bar{x} (R ₀)	Ω				1133	150	882	1475
\bar{x} (R _u)	Ω				420	47	329	546
IMF	%	II	24 h	51	1,9	1,2	1,2	6,1
Py ₂₄					61	5	53	70
\bar{x} (R ₀)	Ω				1013	131	670	1335
\bar{x} (R _u)	Ω				439	36	351	514

Tabelle 5: Korrelationen zwischen Impedanz und IMF (Probenmaterial: Kotelettscheibe)

Parameter	Einstichrichtung I				Einstichrichtung II			
	60 min p.m.		24 h p.m.		60 min p.m.		24 h p.m.	
	R ₀	R _u	R ₀	R _u	R ₀	R _u	R ₀	R _u
\bar{x}	.18	.16	-.15	-.37	-.18	-.27	.11	.09
s	.28	.19	.57	.73	.11	-.13	.30	.56
S _{Diff}	.17	.01	.63	.75	-.03	-.16	.27	.42
S _{Diff2}	.15	-.04	.54	.76	.03	-.11	.18	.41
$\bar{x}_{Diff,pos}$	.17	-.04	.68	.73	-.02	-.14	.25	.35
S _{Diff,pos}	.13	-.02	.68	.78	.02	-.07	.24	.28
$\bar{x}_{Diff,pos}^2$	.18	-.04	.61	.75	-.03	-.14	.21	.35
S _{Diff,pos}^2}	.15	-.02	.61	.77	.07	-.01	.20	.29

3.2.1 Einfluss der Rasse auf die Korrelationen zwischen Impedanz und IMF

Eine Charakterisierung des für diese Untersuchungen verwendeten Tiermaterials zeigt Tabelle 6. Der mittlere IMF-Gehalt lag bei den reinrassigen Tieren und den Pi x (DE x DL) zwischen 1,3 und 1,6 %.

Ein deutlich höherer Wert, verbunden mit einer höheren Variabilität wurde von den Du-Kreu-

zungen erreicht. Die Py₂₄ stellen hier keine rassetypischen Werte dar, da das Tiermaterial bewusst so ausgesucht wurde, dass etwa 30 % der Tiere einen Py im PSE-Bereich und 70 % eine normale Qualität aufwiesen. Nur bei den DE war der PSE-Anteil zu gering, um diese Tiere mit in die Untersuchungen einzubeziehen.

Tabelle 7 zeigt die partiellen Korrelationen zwischen Impedanz und IMF. Mittelwert und

Standardabweichung der absoluten Impedanzmesswerte waren mit dem IMF in der Regel nur gering korreliert. Für die Parameter der Variation der Impedanz erreichten die Korrelationen mit Ausnahme der DL Werte bis zu etwa 0,4 bis 0,6.

sowie die Standardabweichung des positiven Differentials ($S_{Diff.pos}$). R_u zeigte wieder engere Beziehungen zum IMF als R_0 . Eine Auswertung über alle Rassen hinweg führte zu einem Absinken der Korrelationen.

Als besonders geeignet erscheinen dabei die Standardabweichung des Differentials (S_{Diff})

Dies weist darauf hin, dass eine Bestimmung des IMF mittels Impedanz rassespezifisch erfolgen sollte.

Tabelle 6: Statistische Kennzahlen für die untersuchten Rassen

Rasse	Merkmal	n	\bar{x}	s	Min	Max
DL	IMF %	147	1,3	0,2	0,8	2,2
	Py_{24}		50	18	14	71
	$\bar{x}(R_0)$ Ω		653	246	280	1227
	$\bar{x}(R_u)$ Ω		366	81	232	546
DE	IMF %	93	1,3	0,2	0,9	2,2
	Py_{24}		59	5	50	70
	$\bar{x}(R_0)$ Ω		759	159	388	1077
	$\bar{x}(R_u)$ Ω		402	48	293	495
Pi	IMF %	63	1,3	0,4	0,7	2,3
	Py_{24}		45	17	13	63
	$\bar{x}(R_0)$ Ω		618	201	299	1048
	$\bar{x}(R_u)$ Ω		348	62	240	446
Pi x (DE x DL)	IMF %	158	1,6	0,4	0,9	2,9
	Py_{24}		47	18	15	72
	$\bar{x}(R_0)$ Ω		645	297	250	1367
	$\bar{x}(R_u)$ Ω		350	95	206	563
Du x (DE x DL)	IMF %	153	2,4	1,0	0,8	6,0
	Py_{24}		46	17	10	67
	$\bar{x}(R_0)$ Ω		591	230	243	1107
	$\bar{x}(R_u)$ Ω		335	72	201	496

Tabelle 7: Korrelationen zwischen Impedanz und IMF bei verschiedenen Rassen

	DL		DE		Pi		Pi x (DE x DL)		Du x (DE x DL)		gesamt	
	R_0	R_u	R_0	R_u	R_0	R_u	R_0	R_u	R_0	R_u	R_0	R_u
\bar{x}	.23	.22	.60	.61	.45	.46	.21	.21	.26	.31	-.01	-.01
s	.20	.20	.26	.35	.32	.34	.24	.47	.06	.26	.06	.15
S_{Diff}	.30	.26	.54	.61	.53	.58	.42	.51	.48	.60	.31	.35
S_{Diff}^2	.24	.25	.55	.42	.35	.46	.40	.43	.40	.49	.32	.25
$\bar{X}_{Diff.pos}$	.22	.16	.50	.61	.45	.54	.27	.46	.39	.56	.24	.30
$S_{Diff.pos}$	.18	.19	.46	.52	.46	.54	.38	.52	.46	.58	.32	.38
$\bar{X}_{Diff.pos}^2$	.23	.19	.49	.54	.28	.51	.32	.47	.31	.52	.25	.32
$S_{Diff.pos}^2$	.21	.17	.43	.42	.28	.45	.33	.45	.37	.47	.30	.27

3.2.2 Einfluss der Fleischqualität auf die Korrelationen zwischen Impedanz und IMF

Bei den in Tabelle 8 und 9 dargestellten Ergebnissen handelt es sich wiederum um partielle Korrelationen. Gegenüber dem Gesamtmaterial schränkte sich innerhalb der Fleischqualitätsgruppen zwar die Variationsbreite im Py_{24} ein, dennoch führten partielle Korrelationen in den meisten Fällen zu höheren Werten. Durch die getrennte Auswertung in Abhängigkeit von der

Fleischqualität stiegen in der Mehrzahl die Korrelationen an. Für die DE sind die Ergebnisse in den Tabelle 7 und 8 identisch, da für diese Rasse keine PSE-Proben vorlagen. Bei den Kreuzungsprodukten mit PSE-Fleisch waren engere Beziehungen zwischen Impedanz und IMF zu beobachten als bei normaler Qualität. Bei DL und Pi bestand keine einheitliche Tendenz. Eine Auswertung über die Rassen hinweg führte vor allem bei normaler Qualität wieder zu einem Rückgang der Korrelationen.

Tabelle 8: Korrelationen zwischen Impedanz und IMF bei normaler Fleischqualität

	DL		DE		Pi		Pi x (DE x DL)		Du x (DE x DL)		gesamt	
	R ₀	R _u	R ₀	R _u	R ₀	R _u	R ₀	R _u	R ₀	R _u	R ₀	R _u
n	105		93		42		99		102		435	
\bar{x}	.29	.27	.60	.61	.60	.63	.19	.19	.27	.31	-.04	-.05
s	.19	.21	.26	.35	.18	.22	.38	.47	.06	.29	.05	.14
S _{Diff}	.34	.30	.54	.61	.52	.73	.40	.52	.48	.61	.28	.32
S _{Diff2}	.30	.29	.55	.42	.33	.61	.43	.50	.45	.52	.33	.26
$\bar{X}_{Diff,pos}$	.34	.26	.50	.61	.45	.69	.24	.47	.37	.58	.21	.28
S _{Diff,pos}	.30	.32	.46	.52	.40	.66	.34	.51	.45	.61	.30	.37
$\bar{X}_{Diff,pos}^2$	.35	.29	.49	.54	.25	.66	.33	.53	.35	.55	.26	.33
S _{Diff,pos}^2}	.32	.28	.43	.42	.27	.59	.34	.52	.40	.50	.31	.28

Tabelle 9: Korrelationen zwischen Impedanz und IMF bei PSE-Fleisch

	DL		Pi		Pi x (DE x DL)		Du x (DE x DL)		gesamt	
	R ₀	R _u	R ₀	R _u	R ₀	R _u	R ₀	R _u	R ₀	R _u
n	42		21		59		51		173	
\bar{x}	.56	.51	.27	.31	.23	.24	.39	.40	.21	.20
s	.28	.24	.31	.14	.22	.38	.20	.31	.00	.11
S _{Diff}	.50	.47	.58	.39	.66	.69	.63	.62	.56	.53
S _{Diff2}	.50	.44	.47	.19	.56	.67	.58	.53	.52	.47
$\bar{X}_{Diff,pos}$	.20	.22	.45	.36	.63	.58	.63	.62	.51	.48
S _{Diff,pos}	.10	.16	.71	.40	.49	.62	.64	.56	.51	.47
$\bar{X}_{Diff,pos}^2$	.25	.25	.54	.35	.46	.60	.60	.57	.50	.49
S _{Diff,pos}^2}	.10	.15	.61	.25	.44	.56	.59	.50	.51	.44

3.3.3 Regressionsfunktionen zur Bestimmung des IMF und Validierung

Bei einer Schätzung des IMF mittels der Variation in den Impedanzkurven ist die Abhängigkeit dieser Parameter vom Niveau der Fleischqualität zu beachten. Um diesen Einfluss zu eliminieren, könnte die Schätzung innerhalb der jeweiligen Fleischqualitätsgruppe erfolgen. Dies würde jedoch zu starker Aufspaltung des Materials und Problemen bei der Zuordnung von Proben mit indifferenter Qualität führen. Eine andere Möglichkeit ist die Korrektur der Daten auf ein einheitliches P_y -Niveau. Die hohen Korrelationen zwischen den Variationsparametern und dem P_y von 0,8 und darüber boten dazu gute Voraussetzungen. Deshalb wurde dieser Weg gewählt. Die Korrektur erfolgte unter Verwendung von Regressionskoeffizienten auf das jeweilige Rassenmittel im P_{y24} .

Nach der Korrektur wurde innerhalb jeder Rasse eine zufällige Teilstichprobe gebildet, die etwa zwei Drittel der Tiere umfasste und mit denen die Berechnung der rassenspezifischen Regressionsfunktion für die Ermittlung des IMF erfolgte. Zur Validierung der erhaltenen Gleichung wurde mit dieser bei dem letzten Drittel der Tiere der IMF geschätzt. Diese Prozedur erfolgte für jede Rasse zweimal und ist in Tabelle 10 mit I bzw. II gekennzeichnet.

Von den Impedanzparametern zeigte die Standardabweichung des Differentials für R_0 und R_u oft die höchsten und über die Rassen recht stabile Korrelationen zum IMF. Deshalb wurde diese für die Berechnung der Regressionsfunktionen ausgewählt. Eine Hinzunahme weiterer Parameter hatte kaum einen Effekt, weil sie untereinander hoch korrelierten. Bei gleichzeitiger Einbeziehung von R_0 und R_u war in vielen Fällen R_0 nicht signifikant, so dass mit Ausnahme der Du-Kreuzungen die Regressionsfunktionen nur $S_{Diff}(R_u)$ enthalten. Die niedrigsten Korrelationen ergaben sich mit 0,26 bzw. 0,34 für die DL, die höchsten (0,61) für die Du x (DE x DL). Bei letzteren war auch der Schätzfehler deutlich höher.

In den Stichproben zur Validierung erhöhte sich der Schätzfehler in den meisten Fällen und lag zwischen 0,20 und 0,36; bei den Du-Kreuzungen jedoch wieder deutlich höher. Er entsprach bei DL und DE etwa der Standardabweichung des tatsächlichen IMF im Gesamtmaterial der Rasse, bei den Kreuzungen

etwa 85 % und bei den Pi etwa 50 % der Standardabweichung. Ähnliche Schätzfehler wurden mit dem dänischen Impedanzmessgerät beim Rind (75 %) sowie mit dem MQM-Gerät bei Schweinen (80 bis 100 %) erzielt (MADSEN, u.a., 1999; MÜLLER u.a., 1996).

Mit Regressionsfunktionen werden in der Regel hohe Werte unterschätzt, niedrige Werte überschätzt. Dies bestätigte sich auch in diesen Untersuchungen. So war beim geschätzten IMF im Vergleich zum tatsächlichen IMF der Validierungsstichprobe eine deutliche Reduzierung der Standardabweichung zu beobachten. Die Überschätzung einzelner IMF-Gehalte erreichte mit Ausnahme der Du-Kreuzungen Maximalwerte bis etwa 0,3 bis 0,6 %, die maximale Unterschätzung lag bei 0,3 bis 1,1 %. Bei den Du-Kreuzungen, die eine wesentlich höhere Variabilität im IMF aufwiesen, war die maximale Über- oder Unterschätzung größer. Jedoch kommt ein Tiermaterial mit dieser hohen Variation im IMF in der Praxis selten vor.

4 Schlussfolgerungen

Im Rahmen dieses Projektes wurde ein Verfahren entwickelt, welches erlaubt, multifrequente Impedanzmessungen während des computergesteuerten Durchganges einer Sonde durch das Gewebe durchzuführen und damit nicht nur einen Einzelwert, sondern ein Profil der passiv elektrischen Eigenschaften eines Muskels zu erhalten. Es sollte die Hypothese geprüft werden, ob dieses Profil mit dem IMF im Kotelettmuskel von Schweineschlachtkörpern in Beziehung steht und mit welcher Genauigkeit dessen Bestimmung damit möglich ist.

Die Ergebnisse bestätigten, dass die Variation der Impedanz innerhalb des Muskels positiv mit dem IMF korreliert. Eine Bestimmung des IMF mit Hilfe der Impedanz führt jedoch zu relativ hohen Schätzfehlern. Diese betreffen vor allem sehr hohe bzw. sehr niedrige IMF-Werte und damit gerade den Bereich, der aus Sicht der Qualitätsbeurteilung interessant ist. Für Einsatzgebiete mit hohen Genauigkeitsanforderungen (wissenschaftliche Versuche, Leistungsprüfung) ist die Impedanzmessung deshalb kaum zu empfehlen. Denkbar wäre ein Einsatz, wo eine Grobeinschätzung des IMF ausreichend und andere Methoden zu aufwendig sind (Screening großer Stichproben).

Tabelle 10: Schätzung des IMF mittels Impedanz

Rasse	Berechnung der Regression (n = 2/3 der Gesamtanzahl je Rasse)				Validierung (n = 1/3 der Gesamtanzahl je Rasse)								
		Signif.	R	SEE	R	SEE	IMF _{real}		IMF _{geschätzt}		max. Über-schätzung	max. Unter-schätzung	
							\bar{x}	s	\bar{x}	s			
DL	I	IMF = 0,879 + 0,021 · s _{Diff} (R _u)	.0000 .0010	.34	.22	.20	.20	1.29	.19	1.37	.11	.58	.46
	II	IMF = 1,037 + 0,012 · s _{Diff} (R _u)	.0000 .0079	.26	.21	.26	.23	1.34	.23	1.32	.05	.33	.69
DE	I	IMF = 0,722 + 0,022 · s _{Diff} (R _u)	.0000 .0000	.57	.19	.66	.22	1.38	.28	1.31	.12	.30	.45
	II	IMF = 0,737 + 0,022 · s _{Diff} (R _u)	.0000 .0000	.60	.19	.66	.24	1.31	.29	1.28	.10	.29	.77
Pi	I	IMF = 0,016 + 0,069 · s _{Diff} (R _u)	.4417 .0002	.53	.34	.77	.21	1.21	.32	1.38	.26	.54	.24
	II	IMF = -0,057 + 0,072 · s _{Diff} (R _u)	.8495 .0000	.59	.32	.64	.26	1.22	.33	1.32	.19	.49	.43
Pi x (DE x DL)	I	IMF = 0,713 + 0,039 · s _{Diff} (R _u)	.0000 .0000	.52	.30	.41	.34	1.62	.37	1.57	.15	.47	1.16
	II	IMF = 0,855 + 0,034 · s _{Diff} (R _u)	.0000 .0000	.46	.29	.55	.36	1.55	.42	1.59	.14	.51	1.15
Du x (DE x DL)	I	IMF = -0,490 + 0,215 · s _{Diff} (R _u) - 0,047 · s _{Diff} (R ₀)	.2717 .0000 .0437	.61	.81	.61	.88	2.57	1.10	2.43	.73	1.77	2.71
	II	IMF = -0,330 + 0,217 · s _{Diff} (R _u) - 0,051 · s _{Diff} (R ₀)	.4683 .0000 .0310	.61	.82	.59	.86	2.52	1.06	2.47	.65	1.78	2.72

Die Beurteilung der Impedanz zur Bestimmung des IMF sollte sich jedoch nicht allein auf Ergebnisse von Schweinen stützen, zumal bei dieser Tierart nachgewiesene störende Einflüsse der Fleischqualität (PSE-Fleisch) eine größere Rolle spielen. Gegenwärtig werden deshalb Untersuchungen zur zusätzlichen Abklärung des Zusammenhanges zwischen Impedanz und IMF beim Rind durchgeführt. Hier liegen weniger schnelle postmortale Strukturveränderungen des Fleisches und ein anderes Niveau im IMF vor.

Zusammenfassung:

Im *M. longissimus dorsi* von Schweineschlachtkörpern erfolgten mittels eines speziell konstruierten Gerätes mehrfache Impedanzmessungen während des Durchgangs der Sonde durch das Gewebe. Dabei wurden zunächst verschiedene Messzeitpunkte und Einstichrichtungen geprüft. Anschließend erfolgten umfangreiche Untersuchungen an verschiedenen Rassen bzw. Hybriden mit unterschiedlicher Fleischqualität (PSE). Zwischen IMF und aus der Impedanz innerhalb des Muskels abgeleiteten statistischen Parametern bestanden Korrelationen von 0,2 bis 0,6. Die Fleischqualität hatte einen deutlichen Einfluss auf diese Parameter. Durch getrennte Auswertung von PSE-Fleisch und Fleisch normaler Qualität stiegen die Korrelationen an. Unter Verwendung der Standardabweichung des Differentials der Impedanz wurden für jede genetische Konstruktion Regressionsfunktionen errechnet und an einer unabhängigen Stichprobe überprüft. Die Korrelationen zwischen geschätztem und tatsächlichem IMF lagen in Abhängigkeit von der Rasse zwischen 0,2 bis 0,7; der Schätzfehler zwischen 0,20 und 0,88. Die maximale Über- oder Unterschätzung einzelner IMF-Gehalte betrug in Abhängigkeit von der Rasse etwa 0,3 bis 2,7 %.

Literatur

- ANONYM: Dänemark: Neue Zuchtziele. Schweinezucht und Schweinemast 43 (1995) 12
- BEJERHOLM, C.; BARTON-GADE, P.A.: Effect of intramuscular fat level on eating quality of pig meat. 32nd Europ. Congr. of Meat Res. Workers, August 24th-26th, 1986
- HERRING, W.O.; KRIESE, L.A.; BERTRAND, J.K.; CROUCH, J.: Comparison of four real-time ultrasound systems that predict intra-

muscular fat in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 76 (1998), S. 364 - 370

KALT, A.; KAUFMANN, A.; AFFENTRANGER, P.; HOFER, A.; KÜNZL, N.; SCHWÖRER, D.: Beurteilung der Fleischqualität am lebenden Schwein. *Agrarforschung* 1994, S. 183 - 186

KIM, N.D.; AMIN, V.; WILSON, D.; ROUSE, G.; UDPA, S.: Ultrasound image texture analysis for characterizing intramuscular fat content of live beef cattle. *Ultrasonic Imaging* 20 (1998), S. 191 - 205

LÜTJENS, A.; KALM, E.: Zusammenhang zwischen analytischen und sensorischen Fleischbeschaffenheitsparametern. *Fleischwirtschaft* 75 (1995), S. 484 - 491

MADSEN, N.T.; BORGGAARD, C.; RASMUSSEN, A.J.; CHRISTENSEN, L.B.: On-line measurement of intramuscular fat/marbling in beef carcasses using electric impedance. 45th Int. Conf. of Meat Sci. and Technol., Yokohama, 1.-6.8.1999

MEYER, E.: Technologische und sensorische Bewertung der Fleischbeschaffenheit praktischer Mehrfachkreuzungen und Hybriden unter Berücksichtigung des intramuskulären Fettgehaltes. Dissertation, Göttingen, 1991

MÜLLER, S.; GERNAND, E.; MÜBLICK, M.: Untersuchungen zu Möglichkeiten der Einbeziehung des intramuskulären Fettgehaltes (IMF) bei der Qualitätsbeurteilung von Schweinefleisch. Projekt-Abschlußbericht, 1996

SCHWÖRER, D.; REBSAMEN, A.; LORENZ, D.: Selection on intramuscular fat in Swiss pig breeds and their importance of fatty tissue quality. 2nd Dummerstorf Muscle-Workshop, May 17th-19th, 1995, Schriftenreihe des FBN Dummerstorf, Heft 6, S. 116 - 124

VILLE, H.; ROMBOUTS, G.; VAN HECKE, P.; PERREMANS, S.; MAES, G.; SPINCEMAILLE, G.; GEERS, R.: An evaluation of ultrasound and nuclear magnetic resonance spectroscopy to measure in vivo intramuscular fat content of longissimus muscle of pigs. *J. Anim. Sci.* 75 (1997), S. 2942 - 2949

Anschrift der Verfasser

Dr. M. Altmann, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Landwirtschaftliche Fakultät, Institut für Tierzucht und Tierhaltung, 06108 Halle, Adam-Kuckhoff-Str. 35
Dr. U. Pliquet, Universität Bielefeld, Fakultät Chemie, 33615 Bielefeld, Universitätsstr. 25

Impressum

- Herausgeber:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft,
August-Böckstiegel-Str.1, 01326 Dresden
Telefon: 0351-2612-0, Fax: 0351- 2612153
Internet: WWW.LANDWIRTSCHAFT.SACHSEN.DE/LFL
- Redaktion:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland
Telefon: 03 42 22 / 4 61 00
Telefax: 03 42 22 / 4 61 09
e-mail: ...LfL-koellitsch@fb08.lfl.smul.sachsen.de
- Endredaktion:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Öffentlichkeitsarbeit
Thomas Freitag, Gisela Hauptmann
- Redaktionsschluss:** Mai 2003
- Satz:** Christlich-Soziales Bildungswerk Sachsen e. V. Miltitz
- Druck:** Sächsisches Digitaldruck Zentrum GmbH Dresden
- Auflage:** 1. Auflage, 300 Stück
- Bezug:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Öffentlichkeitsarbeit
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden-Pillnitz
Telefax: 03 51 / 26 12 - 151
E-Mail: Gisela.Hauptmann@pillnitz.lfl.smul.sachsen.de
- Schutzgebühr:** 12,78 Euro

Rechtshinweis

Alle Rechte, auch die der Übersetzung sowie des Nachdruckes und jede Art der phonetischen Wiedergabe, auch auszugsweise, bleiben vorbehalten. Rechtsansprüche sind aus vorliegendem Material nicht ableitbar.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.