

SIMONE MÜLLER¹⁾ und SIEGRID POLTEN²⁾

Vergleichsuntersuchungen zur Ultraschall-Speckdickenmessung beim Schwein im Rahmen der Eigenleistungsprüfung

Abstract

Title of the paper: **Comparative investigations for ultrasonic fat thickness measurements of pigs at the performance testing**

In two series (serie 1: N = 62 animals; serie 2: N = 26 animals, 22 persons) we have done investigations to specific differences for tools and persons during measurements of fat thickness of living pigs by ultrasonic. Our aim was to explain the causes and the effect of specific differences and to deduce consequences for the performance testing of boars and sows in our breeding companies.

In serie 1 there were measured with four ultrasonic tools with different specifications. We find significant differences, which can be up to 4 mm in order of the ultrasonic tool. Especially, measurements with the Lean-Meater, Level 2 suggest a fat thickness, which leads to a clear underestimation of the fat thickness of slaughtered animals. Between the A-Scan-Ultrasonic-tools we can find the following range in the middle fat thickness: Lean-Meater-Level 2 (13.1 mm) < Lean-Meater-Level 3 (13.9 mm) < USN-Tools (15.2 mm) < Piglog105 (Level "Normal") (16.8 mm). All proved tools reflects the degree of fatty degeneration, measured by fat thickness from classification, with a high precision ($R > 0.8 - 0.9$).

Key Words: pig, bacon, ultrasonic measurements, comparison of instrumental devices, performance testing

Zusammenfassung

In zwei Versuchsreihen (Versuch 1: N = 62 Tiere, Versuch 2: N = 26 Tiere, 22 Messtechniker) erfolgten Untersuchungen zu geräte- und personenspezifischen Differenzen bei der Erfassung der Speckdicke lebender Tiere mittels Ultraschall. Das Ziel bestand darin, die Ursachen spezifischer Messwertunterschiede sowie deren Auswirkungen zu quantifizieren und Konsequenzen für die Durchführung der Eigenleistungsprüfung in den Züchtereinigungen zur Vereinheitlichung der Messmethodik abzuleiten.

Die Vergleichsmessungen (Versuch 1) mit vier unterschiedlichen Gerätetypen (und unterschiedlichen Einstellungen) ergaben signifikante Unterschiede, die je nach Gerätetyp und Merkmal bis zu 4 mm betragen können. Insbesondere die Messung mit dem in Deutschland am häufigsten eingesetzten Lean-Meater, Verstärkerstufe (VS) 2 suggeriert Speckauflagen, die zu einer deutlichen Unterschätzung der am geschlachteten Tier nachweisbaren Fettauflagen führen. Zwischen den A-Scan-Gerätetypen ist folgende Rangierung in der mittleren US-Speckdicke zu beobachten: Lean-Meater-VS2 (13,1 mm) < Lean-Meater VS 3 (13,9 mm) < USN-Geräte (15,2 mm) < Pigog105 (Normal-Modus) (16,8 mm). Alle geprüften Geräte spiegeln den Verfettungsgrad, ermittelt über das Speckmaß aus der Schlachtkörperklassifizierung, mit einer hohen Genauigkeit ($R > 0,8 - 0,9$) wider.

Schlüsselwörter: Schwein, Speck, Ultraschallmessungen, Gerätevergleich, Eigenleistungsprüfung

1. Einleitung

Die Ultraschall-Speckdickenmessung (US-Speckdicke) ist in der Schweinezucht ein anerkanntes und erprobtes Verfahren zur Ermittlung des Verfettungsgrades lebender Tiere. So werden in Deutschland jährlich ca. 15.000 Eber und mehr als 100.000 Sauen im Rahmen der Eigenleistungsprüfung (ELP) von den Zuchtorganisationen mittels Ultraschall auf ihre Speckauflage geprüft (ZDS, 2001).

Bis zum Jahre 2000 war die US-Speckdicke im Rahmen der Eigenleistungsprüfung in Deutschland lediglich in den Messstellen festgelegt. Die Richtlinie für die Durchführung der Eber-Eigenleistungsprüfung auf Fleischleistung im Feld des Ausschusses für Leistungsprüfung und Zuchtwertfeststellung beim Schwein (ALZ) definierte drei Punkte: Maß 2 (oder B₆): 6 cm seitlich der Rückenmittellinie in der Mitte des Tieres zwischen Schulter und Schinken, Maß 1 (oder A₆) und Maß 3 (oder C₆) je 10-15 cm vor bzw. hinter Maß 2 (ALZ, 1981, 1999). In Abhängigkeit vom verwendeten Gerätetyp entstanden jedoch systematische Niveauunterschiede in der ermittelten US-Speckdicke, die eine Vergleichbarkeit der Messwerte über Züchtervereinigungen und Prüfstationen (bei stationärer ELP) hinweg erschweren. Als Ursache dafür muss in erster Linie die gerätespezifische Messmethodik genannt werden, da bis zum Jahr 2000 keine eindeutige topografische Definition der am lebenden Tier zu messenden Seitenspeckdicke in Deutschland existierte.

Seit dem 1.1.2001 wurde dieses Defizit aufgehoben (ALZ, 2002a und b). Seitdem gilt als Speckdicke lebender Tiere gemessen mittels Ultraschall „der mit dem Ultraschallmessgerät senkrecht zur Hautoberfläche gemessene Abstand zwischen der Hautoberfläche und der Fett-Muskel-Grenze, so dass Schwarte und Fetteinlagerungen in der Unterhaut einschließlich Bindegewebe mit erfasst werden“. Dabei sprachen drei Fakten für die Zuordnung der Bindegewebsschicht (*Faszia lumbodorsalis*) zum Seitenspeck:

- Der Rückenspeck über dem *M. longissimus* setzt sich aus den drei Gewebeschichten: Haut (Cutis), erster (Subcutis) und zweiter Speckschicht (interfasziale Speckschicht) sowie der zwischen der Speckschicht 2 des Rückenspecks und dem Rückenmuskel liegenden Bindegewebsschicht (*Faszia lumbodorsalis*) zusammen.
- Histologisch gesehen gehören Binde- und Fettgewebe zur Grundgewebsart des „Gewebes mit Interzellulärsubstanz“ und stammen beide vom embryonalen Mesenchym ab.
- Das bei der Schlachtkörperklassifizierung der Schweine ermittelte Speckmaß ist nach der Bundesforschungsanstalt für Fleischforschung (HÖRETH, 2001) die Summe der Gewebeschichten Haut, erster und zweiter Speckschicht sowie Bindegewebe.

Mit den vorliegenden Untersuchungen werden die fachlichen Hintergründe für die Konkretisierung der US-Messmethodik in Deutschland dargelegt.

Mit Hilfe zweier Versuchsserien sollen

- 1) geräte- und personenspezifische Differenzen bei der Erfassung der US-Speckdicke lebender Tiere und
- 2) deren Auswirkungen auf die Darstellung des am geschlachteten Tier messbaren Verfettungsgrades quantifiziert werden
- 3) auf der Basis einer speziellen Messreihe der Aufbau der Seitenspeckauflage am lebenden Schwein gezeigt werden und
- 4) die Folgen einer variierenden Messposition auf die US-Speckdicke abgebildet, um
- 5) Konsequenzen für die Durchführung der ELP in den Züchtervereinigungen zur Vereinheitlichung der Messmethodik abzuleiten.

2. Material und Methode

2.1 Versuch 1 (Dornburg)

2.1.1 Geprüfte Ultraschallgeräte

In diesem Versuch wurden vier verschiedene linear messende, eindimensionale A-Scan-Ultraschallgeräte vergleichend geprüft, wobei ein Gerät mit zwei verschiedenen Verstärkerstufen, die handelsüblich wählbar sind, zum Einsatz kam (Tab. 1). Zusätzlich wurde ein zweidimensionales bzw. flächenabbildendes Ultraschallgerät einbezogen, bei dem über das Schnitt-Bild- bzw. B-Scan-Verfahren der Aufbau der Speckdicke über einen Monitor genau vermessen werden kann.

Tabelle 1

Übersicht zu den einbezogenen Geräten (Summary about tested tools)

Gerätetyp	Bezeichnung	Besonderheit	Hersteller	SCAN-Verfahren
LEAN-MEATER	LM-VS2	Messung mit Verstärkerstufe 2	RENCO	A-SCAN
LEAN-MEATER	LM-VS3	Messung mit Verstärkerstufe 3	RENCO	A-SCAN
PIGLOG105	PL105n	4-MHZ-Schallkopf Einstellung "normal"	SFK-Technology	A-SCAN-Verfahren
USN50	USN	2-MHZ-Schallkopf	Fa. Krautkrämer	A-SCAN-Verfahren
ALOKA-Echo-Camera	ALOKAmB	5-MHZ-Schallkopf; Messung mit Bindegewebe	ALOKA Co., LTD.	B-SCAN-Verfahren
ALOKA-Echo-Camera	ALOKAoB	5-MHZ-Schallkopf; Messung bis 2. Specknaht	ALOKA Co., LTD.	B-SCAN-Verfahren

2.1.2 Tiermaterial

Insgesamt wurden 62 Tiere aus der Nachkommen-/Geschwisterprüfung der Thüringer Leistungsprüfanstalt an drei Tagen getestet. Die US-Messung erfolgte freitags und die Schlachtung am Mittwoch der darauffolgenden Woche. Die Lebendmasse zur Testung betrug 110 ± 5 kg.

Die geprüften Tiere ließen sich folgenden Rassegruppen und Geschlechtern zuordnen:

- 11 x Pietrain (Reinzucht, weiblich)
- 2 x Pietrain (Kreuzung, weiblich)
- 37 x Mutterrasse (DE, DL, LC-Reinzucht; 4x weiblich, 33 x Kastraten)
- 12 x Duroc (Reinzucht, 6x weiblich; 6x Kastrate)

2.1.3 Messmethodik

Von allen Tieren wurden sowohl die Ultraschallspeckdicken ermittelt als auch die am Schlachtkörper erfassbaren Messwerte.

Ultraschallmessung:

Die Messung der Seitenspeckdicke aller Tiere mit allen A-Scan-Geräten in Punkt A6, B6 und C6 (6 cm seitlich der Rückenlinie, wobei B6 in der Mitte zwischen Schulterblatt und Schinken; Punkt A auf 10 cm vor B6 bzw. Punkt C6 10 cm hinter Punkt B6 festgelegt wurde). Mit dem USN50 erfolgte die Speckdickenmessung einschließlich der Amplitude für das Bindegewebe (siehe auch Abb. 1). Mit dem B-Scan-Gerät „ALOKA“ wurde die Messung der US-Speckdicke auf den Messpunkt B6 beschränkt (hoher Zeitaufwand für Vermessung).

Zusätzlich wurde mittels Aloka-Gerät die Hautdicke (Cutis), der Dicke der Speckschicht1 (Subcutis), der Speckschicht 2 (interfasziale Speckschicht) und die Stärke des Bindegewebes (faszia lumbodorsalis) zwischen Speckgewebe und Muskel erfasst, so dass für dieses Gerät die US-Speckdicke in B6 mit (ALOKAmB) bzw. ohne Bindegewebe (ALOKAoB) zur Verfügung stand.

Erfassung von Merkmalen des Schlachtkörpers

Von allen Tieren standen folgende Messwerte zur Verfügung:

- Speckmaß (SM) in mm, ermittelt über PG200 im Rahmen der Schlachtkörperklassifizierung 7 cm seitlich der Rückenmittellinie in Höhe des 2./3.letzten Brustwirbelkörpers am warmen Schlachtkörper
- Speckmaß am Kotelettanschnitt (SK) in mm, ermittelt über eine digitale Bildaufnahme mittels PORKSCAN-System als Mittelwert der Messwerte 6, 7 und 8 cm seitlich der Rückenmittellinie in Höhe des 13./14. Brustwirbelkörpers am kalten Schlachtkörper (ca. 24 h p.m.)
- Fettfläche am Kotelettanschnitt (FEF) in cm², ermittelt über eine digitale Bildaufnahme und Planimetrierung mittels PORKSCAN-System in Höhe des 13./14. Brustwirbelkörpers am kalten Schlachtkörper (ca. 24 h p.m.) nach ALZ-Richtlinie

2.1.4 Bearbeitung der Ergebnisse, statistische Methoden

Für die Auswertung erfolgte die Berechnung der statistischen Maßzahlen Mittelwert (MW), Standardabweichung (s), Minimum (MIN) und Maximum (Max) mittels Programmpaket SPSS-Programmpaket Version 11.5. Die Prüfung signifikanter Mittelwertsunterschiede basiert auf dem paarweisen t-Test (Irrtumswahrscheinlichkeit $p < 0,05$). Für die Berechnung der Beziehungen zwischen den US-Maßen und den Schlachtkörpermerkmalen wurde der Pearson'sche Korrelationskoeffizient berechnet.

2.2 Versuch 2 (Iden)

2.2.1 Geprüfte Ultraschallgeräte

Die Konkretisierung der Richtlinien zur Durchführung der Eigenleistungsprüfung im Feld und auf Station veranlassten den ZDS, eine bundesweite Technikerschulung für alle deutschen Züchtervereinigungen durchzuführen. Diese fand in zwei Durchgängen im Jahr 2002 im Zentrum für Tierhaltung und Technik Iden der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt statt. Die 22 Messtechniker bzw. Vertreter der 10 beteiligten Züchtervereinigungen führten selbst an jeweils 13 Tieren aus der LPA Iden US-Messungen mit ihren eigenen Geräten durch (Tab. 2).

Alle Teilnehmer, die bisher regulär ohne Bindegewebe messen (mit LM-VS2 2 bzw. USNoB), haben die Tiere zusätzlich mit Bindegewebe gemessen (LM-VS3, USNmB). Teilnehmer mit Piglog105 nahmen zusätzlich die US-Speckdickenmessung mit der Einstellung „mager“ vor, da von einigen Züchtervereinigungen vorzugsweise mit dieser Einstellung gemessen wird. Zur Veranschaulichung der differenzierten Messmethodik für die USN-Geräte dient Abbildung 1. Danach erfolgte die Messung mit Bindegewebe (USNmB) einschließlich der Amplitude für das Bindegewebe (in Abb. 1 gekennzeichnet mit D), während bei Messung ohne Bindegewebe (USNoB) der Wert bis zur 2. Speckfaszie (in Abb. 1 gekennzeichnet mit C) abgelesen wurde.

Tabelle 2

Übersicht zu den einbezogenen Geräten im ZDS-Vergleich (Summary about used tools at ZDS-comparison)

Gerätetyp	Bezeichnung	Besonderheit	Einsatzumfang (Personen)	SCAN-Verfahren
LEAN-MEATER	LM-VS2	Messung mit Verstärkerstufe 2	9	A-SCAN
LEAN-MEATER	LM-VS3	Messung mit Verstärkerstufe 3	9	A-SCAN
PIGLOG105 Modul „normal“	PL105n	4-MHZ-Schallkopf Einstellung „normal“	4	A-SCAN-Verfahren
PIGLOG105 Modul „mager“	PL105m	4-MHZ-Schallkopf Einstellung „mager“	4	A-SCAN-Verfahren
USN , verschiedene Baureihen,	USNoB	2-MHz-Schallkopf, Messung ohne Bindegewebe	7	A-SCAN-Verfahren
USN verschiedene Baureihen	USNmB	2-MHz-Schallkopf, Messung mit Bindegewebe	8	A-SCAN-Verfahren
Physia HS 120	PHYSIA	5-MHz-Schallkopf, Messung mit Bindegewebe	1	B-SCAN-Verfahren
Physia HS 120 bzw. HS2000	PHYSIAoB	5- bzw. 3,5 MHz-Schallkopf, Messung ohne Bindegewebe	2	B-SCAN-Verfahren

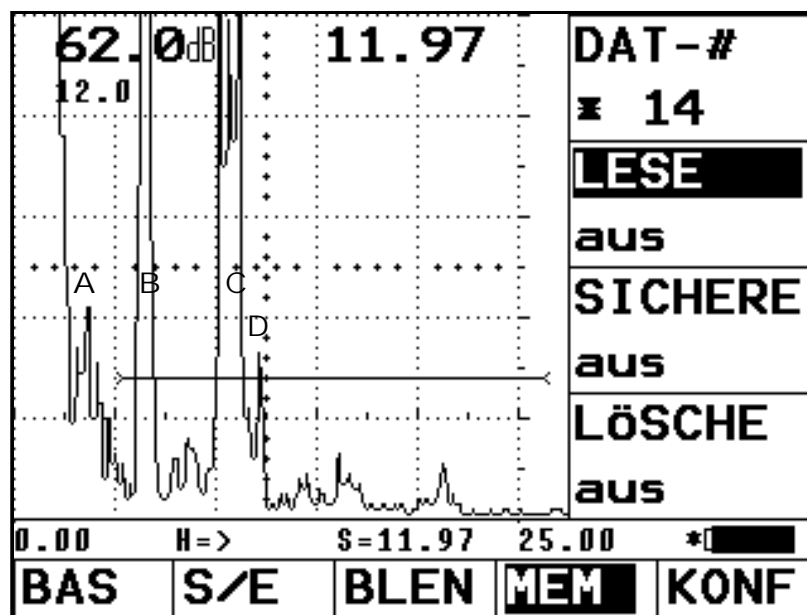


Abb. 1: Profil aus der Messung mit dem USN22 (Fa. Krautkrämer) zur Veranschaulichung der Ableseverfahren zur US-Speckdickenmessung (Profile from a measuring with USN22 from firm „Krautkrämer“ to show the method of reading for ultrasonic fat thickness)

Zusätzlich zu der Messung mittels A-Mode-Verfahren kamen zwei B-Mode-Geräte der Fa. Physia zum Einsatz, um durch Messung der Gewebeschichten einen Referenzwert „US-Speckdicke“ am lebenden Tier mit Bindegewebe (PHYSIA) zur Verfügung zu stellen. Außerdem wurde auch der Messwert ohne Bindegewebe (PHYSIAoB) ermittelt.

2.2.2 Messmethodik

Die Messung der Seitenspeckdicke aller Tiere erfolgte entsprechend der neuen Richtlinie des ALZ (ALZ, 2002) mit allen Geräten in Punkt A7, B7 und C7 (7 cm seitlich der Rückenlinie, wobei B7 in der Mitte zwischen Schulterblatt und Schinken festgelegt

wurde; Punkt A wurde auf 10 cm vor B7; Punkt C6 auf 10 cm hinter Punkt B7 festgelegt). Um für alle Messpersonen den gleichen Messpunkt zu gewährleisten, wurden diese auf den Tieren farblich markiert.

Zusätzlich wurde im zweiten Durchgang von den Tieren zusätzlich die US-Speckdicke im Punkt A7/2 bzw. C7/2 erfasst, wobei in diesem Fall der Abstand zu B7 15 cm betrug.

2.2.3 Tiermaterial

Insgesamt wurden 26 Tiere (je 13 Tiere pro Durchgang) folgender Rassen getestet:

- 4 x Pietrain (Reinzucht, weiblich)
- 9 x Pietrain (Kreuzung, 6xweiblich, 3xkastriert)
- 4x Hampshire (Reinzucht, 3xmännlich, 1x weiblich)
- 5x DE (Reinzucht, männlich)
- 4xDL (Reinzucht, je 2 männlich, 2 weiblich)

Die Lebendmasse zur Testung betrug 110 ± 4 kg.

2.2.4 Bearbeitung der Ergebnisse, statistische Methoden

Für die Auswertung erfolgte die Berechnung der statistischen Maßzahlen Mittelwert (MW), Standardabweichung (s), Minimum (MIN) und Maximum(Max) mittels Programmpaket SPSS-Programmpaket Version 11.5.

3. Ergebnisse

3.1 Die US-Speckdicke in Abhängigkeit vom Gerätetyp

Die Ergebnisse der US-Speckdickenmessung in den drei Messpunkten A6, B6 und C6 sowie der mittleren Seitenspeckdicke sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Es wurden für alle Messpunkte in Abhängigkeit vom Gerätetyp signifikante Unterschiede deutlich. Mit allen Geräten wurden die höchsten Speckdicken im Punkt A6 gemessen, gefolgt von B6. Mit Ausnahme des Piglog105 trat im Punkt C6 der niedrigste Wert auf.

Zwischen den Geräten bzw. Geräteversionen kann folgende Rangierung vorgenommen werden: Die höchsten Werte (in B6) sind zu verzeichnen, wenn mit dem Piglog105 bzw. dem ALOKAmB gemessen wird. Danach folgt mit relativ geringer, aber statistisch gesicherter Distanz das USN50 und LM-VS3. Die absolut niedrigsten US-Speckdicken wurden vom LM-VS2 bzw. ALOKAoB gemessen.

Die genannte Rangierung im Messpunkt B6 ($LM-VS2 < LM-VS3 < USN < PL105n$) ist für die mittleren Speckdicken signifikant.

Die Tabellen 4 und 5 geben eine Übersicht über die beobachteten Differenzen zu den gewählten Referenzmaßen des Schlachtkörperwertes. Im Punkt B6 wurden mit allen Messgeräten signifikant geringere Speckdicken als für das Speckmaß im Rahmen der Schlachtkörperklassifizierung gemessen. Die höchsten Differenzen traten für das Lean-Meater, Verstärkerstufe 2, auf. Demgegenüber waren die Differenzen zum Speckmaß am Kotelettanschnitt nur für das Lean-Meater, Verstärkerstufe 2 sowie Piglog105 und Aloka im Punkt B6 signifikant unterschiedlich.

Tabelle 3

US-Speckdicke in den Originalmesspunkten sowie mittlere US-Speckdicke in Abhängigkeit vom Gerätetyp (Ultrasonic fat thickness at original points and as middle fat thickness dependent of tool type)

Gerätetyp	Anzahl	Messpunkt A6 mm		Messpunkt B6 mm		Messpunkt C6 mm		Mittlere US-Speckdicke mm	
		MW	s	MW	s	MW	s	MW	s
LM-VS2	59	14,81a	4,44	12,61a	3,80	11,73a	3,51	13,05a	3,87
LM-VS3	36	15,28b	3,83	13,61b	3,35	12,72b	3,17	13,87b	3,39
USN	62	17,23c	4,90	14,79b	4,14	13,66b	3,81	15,23c	4,24
PL105n	62	18,98d	5,76	15,68c	5,18	15,85c	4,92	16,84d	5,16
ALOKAmB	62	-	-	15,73c	5,23	-	-	-	-
ALOKAoB	62	-	-	12,65a	4,50	-	-	-	-

Werte mit dem gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant ($p = 0,05$)

Tabelle 4

Differenzen der US-Speckdicke in B6 bzw. Der mittleren US-Speckdicke zum Speckmaß am Schlachtkörper (Differences in ultrasonic fat thickness at B6 appr. Middle fat thickness to fat thickness at slaughtering body)

Merkmal/ Gerätetyp	Anzahl	Differenz von B6 zum Speckmaß (PG200) mm		Differenz der mittleren Speckdicke zum Speckmaß (PG200) mm	
		MW	s	MW	s
Speckmaß in mm	62	18,71	5,63	18,71	5,63
Differenz zum SM					
LM-VS2	59	-6,24a	2,63	-5,80a	2,68
LM-VS3	36	-3,48b	2,28	-3,22b	2,25
USN	62	-3,92b	2,61	-3,48b	2,52
PL105n	62	-3,03c	2,34	-1,89c	2,29
ALOKAmB	62	-2,98c	2,35	-	-
ALOKAoB	62	-6,06a	2,62	-	-

Werte mit Buchstaben bezeichnen signifikante Differenzen zum Speckmaß;

Differenzen mit dem gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant ($p = 0,05$)

Die Differenz zum Speckmaß am Kotelettanschnitt (SK), gemessen 24h p.m. sind wesentlich geringer ausgeprägt. Dies erklärt sich aus der Verdichtung der messbaren Speckschicht infolge Schockkühlung und Kühlung der Schlachtkörper im Kühlhaus. Die Differenzierung zwischen den Gerätetypen bleibt bestehen.

Abbildung 2 veranschaulicht, dass die Differenzen zwischen Speckmaß und mittlerer US-Speckdicke mit zunehmender Verfettung der Tiere größer werden. In der Grafik stellt die fette schwarze Linie den Idealfall dar, d.h. die am Schlachtkörper gemessene Speckdicke würde 1:1 von der US-Messung wiedergespiegelt.

Tabelle 5

Differenzen der US-Speckdicke in B6 bzw. der mittleren US-Speckdicke zum Speckmaß am Kotelettanschnitt (Differences at ultrasonic fat thickness resp. middle fat thickness to fat thickness at loin section)

Merkmal/ Gerätetyp	Anzahl	Differenz von B6 zum Speckmaß am Kotelettanschnitt mm		Differenz von B6 zum Speckmaß am Kotelettanschnitt mm	
		MW	s	MW	s
Speckmaß in mm	62	14,97	6,10	14,97	6,10
Differenz zum SK					
LM-VS2	59	-2,55a	2,80	-2,11a	2,81
LM-VS3	36	0,26	2,57	0,52	2,40
USN	62	0,18	2,65	0,26	2,52
PL105n	62	0,71b	2,10	1,87b	1,95
ALOKAmB	62	0,77b	2,38	-	-
ALOKAoB	62	-2,32a	2,93		

Werte mit Buchstaben bezeichnen signifikante Differenzen zum Speckmaß;
Differenzen mit dem gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant ($p = 0,05$)

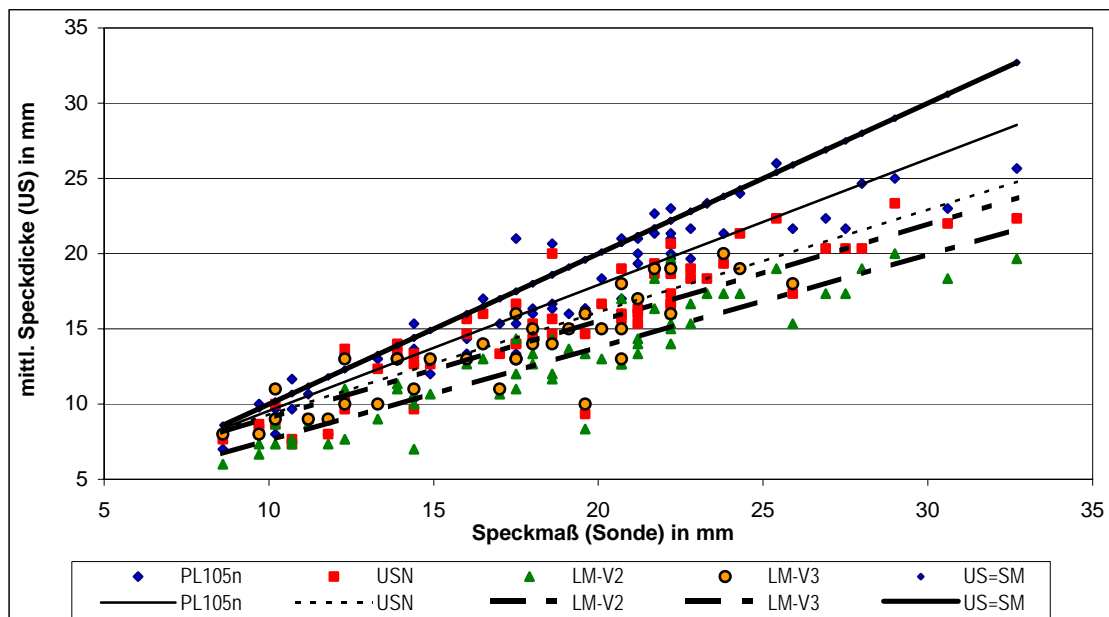


Abb. 2: Beziehung zwischen Speckmaß (Klassifizierung) und mittlerer US-Speckdicke in Abhängigkeit vom Gerätetyp (Relation between fat thickness (classification) and middle ultrasonic fat thickness dependent of tool type)

3.2 Korrelationen der US-Speckdicken zum Verfettungsgrad am Schlachtkörper

In Tabelle 6 sind die Korrelationen zwischen den US-Speckdicken und dem Speckmaß SM sowie der Fettfläche am Kotelettanschnitt dargestellt. Bis auf das Lean-Meater, Verstärkerstufe 2 bestehen für alle anderen Geräte mit Korrelationskoeffizienten von $r > 0,9$ Bestimmtheitsmaße über 80% zum Speckmaß, das im Rahmen der Klassifizierung erfasst wird. Die Fettauflage auf dem Kotelettanschnitt, ermittelt als Fettflä-

che, wird von allen Geräten mit einer sehr hohen Genauigkeit ($B > 88\%$) wiedergegeben.

Tabelle 6

Pearson'sche Korrelationskoeffizienten zwischen den US-Speckdicken und den Schlachtkörpermerkmalen (Coefficient of correlation between ultrasonic fat thickness and characteristics of carcass traits)

Gerätetyp/ Merkmal	Speckmaß PG200 (SM)	Fettfläche (FEF)
LM-VS2		
B6	0,924***	0,953***
mittlere Speckdicke	0,913***	0,955***
LM-VS3		
B6	0,872***	0,943***
mittlere Speckdicke	0,875***	0,962***
PL105		
B6	0,909***	0,955***
mittlere Speckdicke	0,914***	0,960***
USN50		
B6	0,901***	0,945***
mittlere Speckdicke	0,908***	0,948***
Aloka		
B6	0,909***	0,950***

3.3 Aufbau der US-Speckdicke im Punkt B6

Tabelle 7 stellt die Ergebnisse der partiellen Vermessung der US-Speckschicht mittels ALOKA-Gerät dar. Am untersuchten Tiermaterial setzte sich die US-Speckdicke einschließlich Bindegewebe aus 3,5 mm Haut, 4,7 mm Speckschicht 1, 4,6 mm Speckschicht 2 und 3 mm Bindegewebe zusammen. Die Speckschicht 2 zeigt mit einem Variationskoeffizienten von 60% die höchste Variabilität, gefolgt von der Bindegewebsschicht ($s\% = 45\%$) und der Speckschicht 1 ($s\% = 35\%$). Die Haut ist mit einer Spannweite von 2 – 5 mm von relativ konstanter Stärke.

Tabelle 7

Zusammensetzung bzw. Aufbau der US-Speckschicht in Messpunkt B6 (N = 62) (Structure of ultrasonic fat layer)

Merkmal	MW mm	S mm
Hautdicke	3,52	0,83
Dicke der Speckschicht 1	4,69	1,67
Dicke der Speckschicht 2	4,55	2,73
Stärke des Bindegewebes	2,97	1,33
Speckdicke (Haut, 1,+2. Speckschicht)	12,76	4,42
US-Speckdicke (Haut, 1,+2. Speckschicht, Bindegewebe)	15,73	5,23

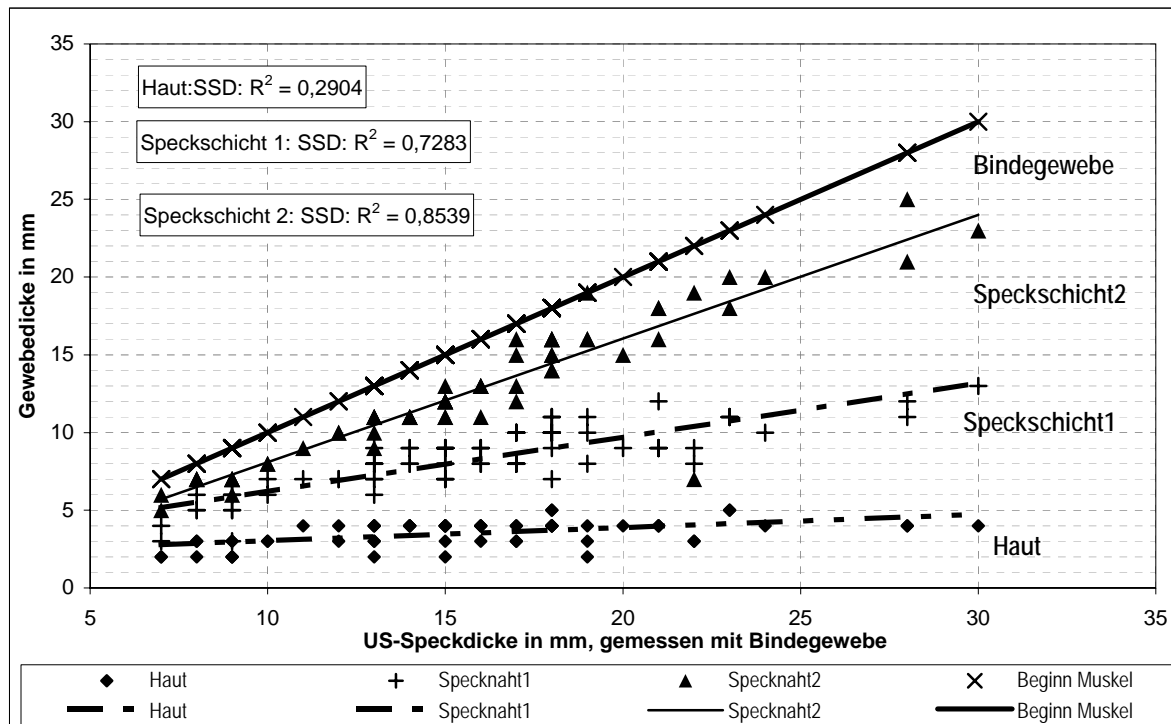


Abb. 3: Aufbau der US-Speckdicke im Messpunkt B6 (Structure of ultrasonic fat layer at Point B6)

In Abbildung 3 ist der Aufbau der US-Speckdicke im Punkt B6 dargestellt. Es wird deutlich, dass mit steigender US-Speckdicke (dargestellt mit dem fetten schwarzen Strich als Summe aus allen vier Gewebeschichten) Speckschicht1, Speckschicht2 und Bindegewebe an Stärke zunehmen. Dieser Sachverhalt spiegelt sich auch in den Bestimmtheitsmaßen, die in der Grafik ergänzt wurden, wider. Demnach erklärt sich ca. 85% der Varianz der US-Speckdicke in Punkt B6 durch die Messung der Speckdicke einschließlich 2. Speckschicht, aber ohne Bindegewebe.

3.3 Variation der Messergebnisse in Abhängigkeit vom Gerätetyp und Messperson

Die Ergebnisse der ZDS-Vergleichsmessung (Versuch 2) sind in Tabelle 8 zusammengestellt. Als Referenzwert galt die von den 26 einbezogenen Versuchstieren mit Hilfe des Physia150 unter Einbeziehung der Bindegewebsschicht gemessene mittlere US-Speckdicke. Zur Darstellung der Abgrenzung der Gewebeschichten dient die Abbildung 4.

Es zeigten sich deutliche gerätespezifische Einflüsse, die zu beträchtlichen Differenzen gegenüber dem Referenzwert (PHYSIA) führten. Schon allein die Messung mit dem gleichen Gerät aber ohne Bindegewebe (PHYSIAoB) ergab am getesteten Tiermaterial mittlere Speckdicken, die 2,3 mm unter dem Referenzwert lagen.

Ähnliche Niveauunterschiede entstanden auch bei Messung mit dem Lean-Meater, Verstärkerstufe 2 (LM-VS2) und dem USN, Messung ohne Bindegewebe. Die größten absoluten Abweichungen traten beim Piglog105, Einstellung „Mager“ (PL105m) mit durchschnittlich 3,4 mm niedrigeren Werten auf.

Weiterhin ist eine personenbedingte Variation an den Minimum- und Maximumwerten für die beobachteten Mittelwerte der Messreihen zu erkennen. So betrug die Variationsbreite für das Lean-Meater, Verstärkerstufe 2 mit 10,2 mm als kleinstem Mittelwert

und 11,5 mm als höchstem Mittelwert für das gleiche Tiermaterial immerhin 1,3 mm Seitenspeck.

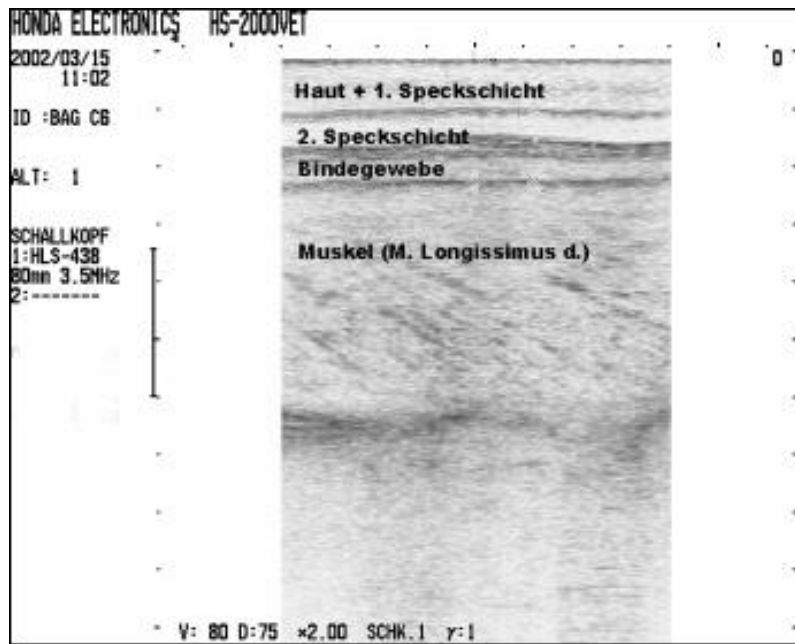


Abb. 4: B-Bild-Aufnahme mittels Physia HS2000 zur Darstellung der Abgrenzungen der Gewebeschichten (Taking a picture of „Physia HS2000“ for showing the limits between layers of tissue)

Tabelle 8

Ergebnisse der ZDS-Vergleichsmessung (Versuch 2) zur US-Speckdickenmessung mit verschiedenen Messgeräten, Messpersonen und Messspezifikationen (Results of ZDS-comparison (serie 2) at ultrasonic fat thickness-measuring with different tools, persons and specific adjustments)

Gerätetyp	Anzahl Meß- techniker	Durchschnitt aller Mittelwerte für die Messreihen der Messtechniker mm	Mittelwert für die Messreihen der Messtechniker		Differenz zum Referenzwert mm
			Min	Max	
Referenzwert: PHYSIA	1	12,6			
PHYSIAoB	2	10,3	10,2	10,4	-2,3
USN	8	12,9	12,3	13,3	0,3
USN	6	11,6	11,0	12,1	-1,0
PL105n	4	13,5	13,1	14,1	0,9
PL105m	4	9,5	9,4	9,7	-3,4
LM-VS2	9	10,6	10,2	11,5	-2,0
LM-VS3	9	12,8	12,4	13,5	0,2

Die Darstellung der Trendverläufe der gerätespezifischen Messwerte aus der Vergleichsmessung im Versuch 2 (Abb. 5) bestätigen die beobachteten Differenzen. Für das Piglog105, Einstellung „mager“ wird jedoch mit zunehmender Verfettung eine immer stärkere Abweichung der Trendlinie (fett gestrichelt) vom Basiswert (fett durchgezogen) deutlich.

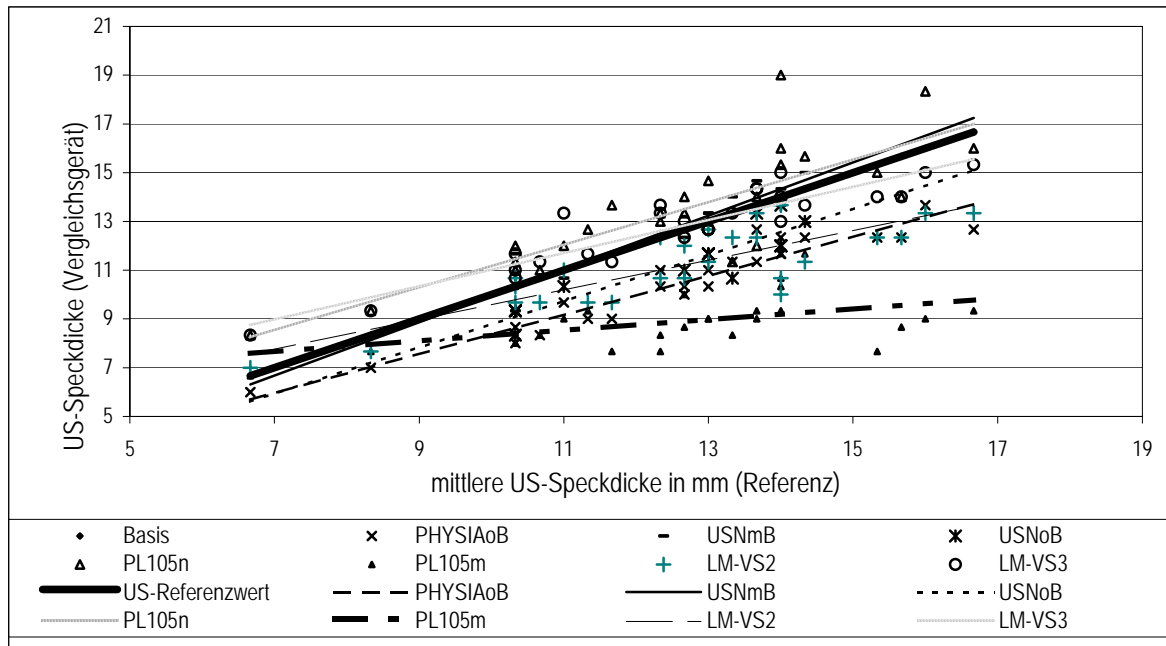


Abb. 5: Graphische Darstellung der Beziehung zwischen US-Speckdicke (Referenzmaß mittels Physia) und den geprüften Vergleichsgeräten (Representation of relation between ultrasonic thickness from referenz-tool with „Physia“ and comparatively proved tools)

3.5 Einfluss der Messposition auf die US-Speckdicke

In Tabelle 9 sind die Ergebnisse der Messung der US-Speckdicke in den Punkten A und C 10 bzw. 15 cm vor/hinter dem Punkt B zusammengestellt.

Im Punkt A hat die Verschiebung der Messstelle von 10 auf 15 cm mit einer mittleren Differenz von 2,4 mm (mit Bindegewebe) deutlich stärkere Auswirkungen als im Punkt C, in dem die Verschiebung auf 15 cm hinter B nur zu 0,6 mm höheren Speckwerten führt. Bezogen auf die mittlere Seitenspeckdicke resultieren aus der Verschiebung der Messpunkte Differenzen von 1 mm .

Tabelle 9

Ergebnisse der Messung der Speckdicke in A und C 10 bzw. 15 cm vor bzw. hinter Punkt B, (Messung erfolgte mit Physia HS2000) (Results of measurements of ultrasonic fat thickness in point A and C 10 resp. 15 cm before resp. behind of point B)

Messung	Speckdicke in A Messung ... cm vor B7			Speckdicke in C Messung ... cm hinter B7			mittlere SSD aus B, A+C bei Messung von A/C ... cm vor /hinter B7		
	10 mm	15 mm	Diff. 15 zu 10 cm mm	10 mm	15 mm	Diff. 15 zu 10 cm mm	10 mm	15 mm	Diff. 15 zu 10 cm mm
Mit Bindegewebe MW	13,1	15,5	2,4	13,1	13,7	0,6	12,8	13,8	1,0
s	3,4	4,1	1,7	2,5	2,9	1,0	2,8	3,1	0,7
Min	6,6	9,0	-0,6	7,7	7,7	-1,1	6,8	7,9	-0,6
Max	19,5	23,6	5,6	16,3	16,9	2,0	16,5	18,5	2,1
Ohne Bindegewebe MW	10,9	13,0	2,1	10,3	11,4	1,1	10,4	11,5	1,1
s	2,8	3,4	1,4	1,6	2,1	1,0	2,0	2,3	0,7
Min	6,6	7,9	-0,2	7,0	7,0	-0,9	6,5	7,3	-0,2
Max	16,9	20,6	3,9	11,8	14,1	2,6	13,8	15,5	2,2

4. Diskussion

Die Untersuchungsergebnisse bestätigen das Vorkommen gerätebedingter Differenzen in der US-Speckdickenmessung beim Schwein. So zeigen sich bei Messung einer Tiergruppe mit unterschiedlichen Geräten signifikante Unterschiede, die je nach Gerätetyp bis zu 4 mm betragen können (Tab. 3).

Von den vergleichend geprüften Messgeräten Piglog105, USN50 der Fa. Krautkrämer und Lean-Meater (LM), gemessen mit Verstärkerstufe 2 (VS2) bzw. 3 (VS3) kommt im Deutschland am häufigsten das Lean-Meater zum Einsatz. Insbesondere die Messung mit der Verstärkerstufe 2 (LM-VS2) suggeriert jedoch Speckauflagen, die zu einer deutlichen Unterschätzung der am geschlachteten Tier nachweisbaren Fettauflagen führen (Tab. 4). Am untersuchten Tiermaterial waren das immerhin 5,8 mm niedrigere mittlere Speckdicken, als sie nach der Schlachtung mittels Sondenklassifizierung am Speckmaß erfassbar waren.

Als Ursache für die beobachteten Differenzen ist die Messmethodik zu nennen, die sich sowohl auf bestimmte geräteinterne Einstellungen (Lean-Meater, Piglog) bzw. auch bestimmte Ablesemodalitäten bezieht. Während mit dem Piglog105, Einstellung „normal“ und dem Lean-Meater – Stufe 3 das Bindegewebe zwischen der 2. Speckschicht und dem Muskel mitgemessen wird, erfolgt beim Lean-Meater mit der Stufe 2 nur die Messung bis zur zweiten Specknaht. Für die USN-Geräte der Fa. Krautkrämer legt der Messtechniker selbst die Gewebeschicht fest, bis zu der er misst (siehe Abb. 1).

Diese Spezifik lässt sich mit den Ergebnissen zum Aufbau der US-Speckdicke in B6 untermauern (Tab. 3 und 7). So betrug die Speckdicke als Summe aus Haut, 1. und 2. Speckschicht ohne Bindegewebe 12,76 mm. Dieser Wert wurde auch fast identisch vom Lean-Meater mit Verstärkerstufe 2 gemessen. Demgegenüber kommt der mittels ALOKA gemessene US-Speckdicke mit Bindegewebe 15,73 mm (Tab. 7) die Messwerte des Piglog105 am nächsten. Damit beweist sich die topographische Zuordnung der Bindegewebsschicht als ausschlaggebender Faktor für das mittlere Messniveau.

Wesentlich für die Aussagefähigkeit der ermittelten Messwerte ist zweifellos die Beziehung zum Referenzmerkmal am Schweineschlachtkörper. Alle Geräte spiegeln den Verfettungsgrad, ermittelt über das Speckmaß aus der Schlachtkörperklassifizierung mit einer hohen Genauigkeit ($R > 0,8 - 0,9$) wider (Abb. 2). Neben den sich deutlich zeigenden Abweichungen zum tatsächlichen Speckmaß (schwarze Linie), erfasst in Höhe der 2./3.letzten Rippe 7cm seitlich der Trennlinie des Schlachtkörpers wird auch eine Zunahme der Abweichung zum tatsächlichen Speckmaß mit zunehmender Verfettung sichtbar. Auch hier schnitt das Piglog105 (Einstellung „normal“) am günstigsten ab, während beim Lean-Meater (Verstärkerstufe 2) die am Schlachtkörper messbare Verfettung zu der mittels US-Speckdicke erfassten immer stärker auseinander trifft.

Wird die mittels B-Scan-Verfahren gemessene US-Speckdicke einschließlich Bindegewebe als Referenzwert für die tatsächliche Speckauflage genommen, lassen sich aus den vorgenommenen Untersuchungen in Versuch 2 (Tab. 8, Abb. 5) folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- 1) Die Messung der Speckdicke mit dem Lean-Meater, Verstärkerstufe 3 bzw. mittels Krautkrämergerät einschließlich Bindegewebe spiegelt die tatsächliche Speckauflage am lebenden Tier relativ unverzerrt wider.

- 2) Die Messungen mit dem Piglog105, Einstellung „normal“ führen zu leicht höheren Speckdicken. Ursächlich hierfür wirken zwei Faktoren: Zum einen können leichte craniale Verschiebungen im Punkt A7 im Aufsetzen des Messkopfes schon aufgrund der zunehmenden Speckauflage im Widerristbereich höhere Messwerte bedingen (Abb. 6 – linkes Foto). Zum anderen waren auch Fehlmessungen zu beobachten, die durch die Überlagerung des *M. longissimus* durch andere kleine Muskelgruppen erklärt werden konnten (Abb. 6 – rechtes Foto).
- 3) Eine richtlinienkonforme US-Speckdickenerfassung kann daher sowohl mit dem Krautkrämer-Geräten bei Messung mit der Amplitude für das Bindegewebe, dem Lean-Meater, Verstärkerstufe 3 und dem Piglog105, Einstellung „normal“ erfolgen.
Es existieren gerätespezifische Besonderheiten, die z.B. etwas größere Abweichungen zum wahren Speckauflage bei mageren Tieren beim Piglog105 bzw. bei fetteren beim Lean-Meater verursachen.
- 4) Wird auf die Erfassung der Bindegewebsschicht zwischen Speck- und Muskelgewebe verzichtet (Messung mit Verstärkerstufe VS 2 beim „Lean-Meater“ bzw. mit Krautkrämer-Geräten nur bis zur 2. Specknaht), sind um 1-2 mm geringere Speckdicken bzw. bei fetterem Tiermaterial noch größere Differenzen, die Konsequenz.
- 5) Tendenziell ist mit zunehmender Verfettung der Tiere mit einer Zunahme dieser Differenz zu rechnen. Außerdem wird an Einzeltieren mit einer höheren Seitenspeckauflage deutlich, dass die sichere Erkennung/Differenzierung schwieriger wird. Das führt unter Umständen zu einer Nichterkennung von „Negativ-Varianten“, d.h. fetteren Tieren.
- 6) Die Messung mit dem Modul „mager“ des Piglog105 führte bei dem zur Verfügung stehenden Tiermaterial zu einer eindeutigen Verzerrung /Unterschätzung der mittleren Seitenspeckdicke. Auch wenn die zu messenden Tiere von der genetischen Gruppierung eher der Rassegruppe „mager“ (Pietrain-Reinzucht bzw. Endprodukte) zuzuordnen sind, kann aus der Speckdickenmessung im Einzelfall eine Fehleinschätzung resultieren. Dies ergibt sich aus den internen Plausibilitätsgrenzen für die Speckdicke des Piglog105. Während im Modul „normal“ Speckdicken zwischen 5 bis 40 mm als plausibel gelten, wurde dieser Bereich im Modul „mager“ auf 5 bis 10 mm eingegrenzt. Eine US-Messung mit dem Piglog105, Einstellung „mager“ ist nach Rücksprache mit dem Hersteller nachdrücklich nur für Tiere zu empfehlen, die unter 10 mm Speckdicke aufweisen (PIEPER, 2002).

In der ALZ-Richtlinie ist die Messung der Speckdicke in den Punkten A und C rassegruppenabhängig auf 10 bzw. 15 cm vor bzw. hinter Punkt B definiert. Diese Regelung ist problematisch, wenn insbesondere in der stationären Leistungsprüfung Mutterrasseneber mit ca. 100 kg Lebendmasse getestet werden. Um quantifizieren zu können, welche Auswirkungen diese Festlegung im konkreten Fall für die mittlere Seitenspeckdicke hat, wurden Tiere des Versuches 2 in den Punkten A und C sowohl 10 als auch 15 cm vor bzw. hinter B gemessen. Danach hatte die Verschiebung der Messstelle von 10 auf 15 cm im Punkt A eine stärkere Auswirkung (2,1-2,4 mm) als im Punkt C (0,6-1,1 mm). Insbesondere im Punkt A kann die Regelung „...15 cm für Mutterrassen“ ohne Beachtung der Lebendmasse/Körperlänge dazu führen, dass die Messung zu weit in den Widerristbereich kommt, in dem die Speckauflage ohnehin stärker wird. Außerdem wird der *M. longissimus* auch von anderen Muskelgruppen und weiteren Bindegewebsschichten überlagert, so dass daraus Fehlmessungen resul-

tieren können (Abb. 6). Insgesamt führte die Verschiebung der Messstellen in A und C von 10 auf 15 cm vor/hinter B in der mittleren Seitenspeckdicke zu einer Niveaushöhenverschiebung von 1 mm. Damit erscheint neben der rassegruppenabhängigen Festlegung der Messpunkte A und C auch die Berücksichtigung der Lebendmasse eine akzeptable Lösung.



Abb. 6: Beispiel für Zunahme der Speckauflage im Messpunkt A15 (links) bzw. für Überlagerung des M.l.d. mit anderen Muskelgruppen im Messpunkt A (rechts) (Example for increasing of fat thickness in point A15 (left picture) resp. For overlaying M.l.d. by other groups of muscles in point A (right picture))

Literatur

ZDS:

Schweineproduktion 2001 in Deutschland, Jahresbericht des ZDS, Ausgabe 2002

ALZ:

Richtlinie für die Durchführung der Eber-Eigenleistungsprüfung auf Fleischleistung in Prüfstationen (Stationsprüfung) in der Fassung vom 8. November 2000, veröffentlicht am 12.6.2002(a)

ALZ:

Richtlinie für die Durchführung der Eber-Eigenleistungsprüfung auf Fleischleistung im Feld (Feldprüfung) in der Fassung vom 8. November 2000, veröffentlicht am 12.6.2002(b)

ALZ:

Richtlinie für die Durchführung der Eber-Eigenleistungsprüfung auf Fleischleistung in Prüfstationen (Stationsprüfung) in der Fassung vom 30. September 1999, veröffentlicht am 30.9.1999

ALZ :

Richtlinie für die Durchführung der Eber-Eigenleistungsprüfung auf Fleischleistung im Feld (Feldprüfung) in der Fassung vom 4.11.1981

HÖRETH, R.:

Bundesanstalt für Fleischforschung, persönliche Mitteilung, 2001

PIEPER, H.:

SFK-Technology, persönliche Mitteilung, 2002

Eingegangen: 23.09.2003

Akzeptiert: 17.05.2004

Anschriften der Verfasser

Dr. SIMONE MÜLLER

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Außenstelle Clausberg

Am Rennsteig 3

D-99819 Oberellen, OT Clausberg

E-Mail: s.mueller@clausberg.tll.de

Dr. SIEGRID POLTEN

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt,

Zentrum für Technik und Tierhaltung

Lindenstraße 18

D-39606 Iden

E-Mail: Siegrid.Polten@lga.mlu.lsa-net.de