

Aus dem Institut für Betriebstechnik und Bauforschung

Andrea Hesse

**Entwicklung einer automatisierten Konditionsfütterung
für Sauen unter besonderer Berücksichtigung der
Tierleistung**

Manuskript, zu finden in www.fal.de

Published as: Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 253

**Braunschweig
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
2003**

Sonderheft 253
Special Issue



Landbauforschung
Völkenrode
FAL Agricultural Research

**Entwicklung einer automatisierten Konditions-
fütterung für Sauen unter besonderer Berücksich-
tigung der Tierleistung**

Andrea Hesse

Inhaltsverzeichnis

1	PROBLEMSTELLUNG UND ZIELSETZUNG.....	1
2	LITERATUR	3
2.1	Gruppenhaltung tragender Sauen	3
2.1.1	<i>Rechtliche Regelungen</i>	4
2.1.2	<i>Tierverhalten und Konstitution</i>	4
2.2	Tierindividuelle Fütterungssysteme	6
2.2.1	<i>Abrufstationen</i>	7
2.2.2	<i>Brei-Nuckel.....</i>	7
2.2.3	<i>Flüssigfütterung.....</i>	8
2.3	Bedeutung und Erfassung der Sauenkondition.....	9
2.3.1	<i>Body-Condition-Scoring (BCS).....</i>	9
2.3.2	<i>Gewicht.....</i>	10
2.3.3	<i>Körperfett</i>	11
2.3.4	<i>Rückenspeckdicke (RSD).....</i>	13
2.3.4.1	<i>Sonographie.....</i>	14
2.3.4.2	<i>Messpunkte.....</i>	16
2.3.4.3	<i>Richtwerte</i>	18
2.3.4.4	<i>Bisheriger Automatisierungsansatz.....</i>	22
2.4	Fütterungsstrategien und Reproduktionsleistung.....	23
2.4.1	<i>Gravide Sauen</i>	23
2.4.2	<i>Laktierende Sauen</i>	26
2.4.3	<i>Saugferkel.....</i>	28
2.4.4	<i>Absetzen-Belegen.....</i>	29
2.4.5	<i>Haltungseinflüsse</i>	29
2.5	Fazit	32

3	MATERIAL UND METHODODIK	33
3.1	Darstellung der Betriebe.....	33
3.1.1	<i>Versuchsbetriebe</i>	33
3.1.2	<i>Praxisbetriebe</i>	35
3.2	Erfassung verschiedener Parameter.....	36
3.2.1	<i>Gewicht und Body-Condition-Score (BCS).....</i>	36
3.2.2	<i>Rückenspeckdicke (RSD).....</i>	36
3.2.3	<i>Futteraufnahme</i>	37
3.2.4	<i>Zeitpunkte der Erfassung.....</i>	38
3.3	Rahmenbedingungen.....	39
3.4	Methodisches Vorgehen	41
3.5	Statistische Auswertung.....	42
4	ERGEBNISSE UND DISKUSSION - TEIL 1: TECHNISCHE ENTWICKLUNG DER AUTOMATISIERTEN KONDITIONSFÜTTERUNG.....	43
4.1	Grundsätzliche Anforderungen	43
4.2	Auswahl eines Ultraschallmessgerätes und geeigneter Messpunkte zur Automatisierung	45
4.2.1	<i>Speckdickenermittlung mittels A-Scan-Geräten.....</i>	45
4.2.2	<i>Überprüfung der A-Scan-Geräte mittels MRT.....</i>	47
4.2.3	<i>A- und B-Scan-Geräte im Vergleich.....</i>	49
4.2.4	<i>Überprüfung der Messgenauigkeit des USM 22 F am Schlachtkörper.....</i>	50
4.2.5	<i>Ermittlung geeigneter Messpunkte und Auswahl eines Messgerätes.....</i>	53
4.3	Bau eines Messarmes zur automatischen Speckdickenerfassung.....	55
4.3.1	<i>Spezielle Anforderungen.....</i>	55
4.3.2	<i>Funktionsweise</i>	56
4.3.3	<i>Steuerung des Messarmes</i>	61

4.4	Entwicklung eines Softwareprogramms zur Erfassung und Verarbeitung der Speckdickenwerte	62
4.4.1	<i>Datensicherung und Datenübertragung.....</i>	62
4.4.2	<i>Datenverarbeitung und automatische Futteranpassung</i>	63
4.5	Überprüfung der Messgenauigkeit der automatischen Konditionserfassung	65
4.5.1	<i>Unter Versuchsbedingungen und im Praxiseinsatz.....</i>	65
4.6	Fazit	69
5	ERGEBNISSE UND DISKUSSION – TEIL 2: UNTERSUCHUNG ZUR SPECKDICKEN-ORIENTIERTEN FUTTERVERSORGUNG	70
5.1	Grundsätzliche Anforderungen	71
5.2	Gruppeneinteilung und Fütterungsstrategien	74
5.3	Gewichtsentwicklung	76
5.3.1	<i>Gewichtsentwicklung über alle Gruppen</i>	76
5.3.2	<i>Gewichtsentwicklung bei Jung- und Altsauen.....</i>	77
5.4	Futtermittelsversorgung und Tierleistung	80
5.4.1	<i>Aufgenommene Futtermengen bei Jung- und Altsauen.....</i>	80
5.4.2	<i>Tierleistung.....</i>	81
5.4.3	<i>Einfluss der Futtermittelaufnahme auf die Tierleistung.....</i>	83
5.5	Rückenspeckdicke und Tierleistung.....	84
5.5.1	<i>Entwicklung der Rückenspeckdicke bei Jung- und Altsauen.....</i>	84
5.5.2	<i>Einfluss der Rückenspeckdicke auf die Tierleistung</i>	87
5.6	Fütterungsempfehlung.....	88
5.6.1	<i>Unterschiede in den Fütterungsstrategien</i>	88
5.6.2	<i>Fütterungsmodell.....</i>	90
5.7	Body-Condition-Score (BCS) im Vergleich zur Ultraschallmessung	91
5.8	Fazit	93
6	SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICKE	94

7	ZUSAMMENFASSUNG.....	97
8	SUMMARY.....	100
9	LITERATURVERZEICHNIS	103
10	ANHANG	122
10.1	Body-Condition-Score (BCS)	122
10.2	RSD-Soll-Werte (Spezifisch)	123
10.3	Versuchsdaten.....	125
10.4	Bedienungsanleitung zur automatischen Speckdickenmessung	126
<i>10.4.1</i>	<i>PC-Einstellungen.....</i>	<i>127</i>
<i>10.4.2</i>	<i>Steuerung des Messarms</i>	<i>128</i>
<i>10.4.3</i>	<i>Speckdickenprogramm Teil 1: Auslesen und Speichern von Daten.....</i>	<i>130</i>
<i>10.4.4</i>	<i>Speckdickenprogramm Teil 2: Automatische Futteranpassung.....</i>	<i>132</i>

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Literaturangaben zur Rückenspeckdickenerfassung</i>	19
<i>Tabelle 2: Bedarfswerte für die Fütterung tragender u. laktierender Sauen (nach BHZP, 2002)</i>	24
<i>Tabelle 3: Energiebedarf bei Jungsauen und Altsauen während der Trächtigkeit (unter idealen Umweltbedingungen) nach CLOSE und COLE (2000)</i>	26
<i>Tabelle 4: Erzielte biologische Leistung von Betrieben mit unterschiedlicher Aufstellungs- und Fütterungsform (nach HOY und KURTH, 2001)</i>	30
<i>Tabelle 5: Zusammensetzung des Sauen- und Ferkelfutters auf der Versuchsstation Mariensee (Angaben der Gehalte in der organischen Substanz)</i>	34
<i>Tabelle 6: Zeitpunkte der Parametererfassung</i>	38
<i>Tabelle 7: Ablehnungswahrscheinlichkeit ($p < 0,05$) für die Speckdickenwerte ($n = 690$) einzelner Messpunkte zum Vergleich des Renco-Lean-Meaters (Einstellung A und B) mit dem Gerät USM 22 F</i>	46
<i>Tabelle 8: Ablehnungswahrscheinlichkeit ($p < 0,05$) für die Speckdickenwerte ($n = 686$) einzelner Messpunkte aus den Messreihen der MRT im Vergleich mit denen des Renco-Lean-Meaters und denen des USM 22 F</i>	49
<i>Tabelle 9: Ablehnungswahrscheinlichkeit ($p < 0,05$) für die Speckdickenwerte ($n = 58$) einzelner Messpunkte zur Überprüfung der Messgenauigkeit des USM 22 F mit dem Curved-Transducers</i>	50
<i>Tabelle 10: Ablehnungswahrscheinlichkeit ($p < 0,05$) für die Speckdickenwerte ($n = 847$) einzelner Messpunkte zur Überprüfung der Messgenauigkeit des Renco-Lean- Meaters (Einstellung A und B) mit dem Gerät USM 22 F</i>	53
<i>Tabelle 11: Ergebnisse des Mittelwertstests (Tukey-Test) zum direkten Vergleich der automatisch (11 Sauen, $n = 2586$, 10 Sauen, $n = 4321$) und manuell erfassten Speckdickenwerte aus zwei Sauengruppen</i>	66
<i>Tabelle 12: Fütterungsgruppen</i>	74
<i>Tabelle 13: Ausgangs- und Endgewichte der Jungsauen je Gruppe</i>	77
<i>Tabelle 14: Ausgangs- und Endgewichte der Altsauen je Gruppe</i>	79
<i>Tabelle 15: Aufgenommene Futtermengen von Jungsauen</i>	80

<i>Tabelle 16: Aufgenommene Futtermengen von Altsauen</i>	81
<i>Tabelle 17: Tierleistungsergebnisse</i>	82
<i>Tabelle 18: Korrelationen Futteraufnahme und Tierleistung</i>	83
<i>Tabelle 19: Rückenspeckdicken bei Jungsauen je Gruppe zu unterschiedlichen Zeitpunkten</i> ...	85
<i>Tabelle 20: Rückenspeckdicken bei Altsauen je Gruppe zu unterschiedlichen Zeitpunkten</i>	86
<i>Tabelle 21: Korrelation Rückenspeckdicke und Tierleistung</i>	87
<i>Tabelle 22: Einfluss der fixen Effekte (Gruppe, Sauenstatus) sowie der Kovariablen (Einstall-RSD, Einstall-Gewicht)</i>	89
<i>Tabelle 23: Differenzen und Testergebnisse zwischen RSD-Soll und RSD-Ist in den Gruppen unter Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren (n = 94)</i>	89
<i>Tabelle 24: Häufigkeitsverteilung der Konditionsklassen nach BCS und Ultraschallmessung</i>	91
<i>Tabelle 25: Wurfnummer- und Tragtag-Spezifische RSD-Soll-Werte in mm</i>	123
<i>Tabelle 26: Lebendgewichts- und RSD-Veränderungen bei Jungsauen</i>	125
<i>Tabelle 27: Lebendgewichts- und RSD-Veränderungen bei Altsauen</i>	125

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Fütterungsvarianten tragender Sauen in Gruppenhaltung (nach MUßLICK, 2002).....</i>	<i>6</i>
<i>Abbildung 2: Funktionszeichnung des Brei-Nuckels (modifiziert nach MANNEBECK, 2003)...</i>	<i>8</i>
<i>Abbildung 3: Messpunkte der ABC-6-Methode und STAMBOEK-Methode.....</i>	<i>16</i>
<i>Abbildung 4: Messpunkte der P₂- bzw. P_{1, 2, 3}-Methode und zur Erfassung der Seitenspeckdicke (SSD).....</i>	<i>17</i>
<i>Abbildung 5: Gewichts- und Speckdickenentwicklung bei Sauen (VAN WESEL, 1996).....</i>	<i>20</i>
<i>Abbildung 6: Speckdickenentwicklung der Sauen (VAN WESEL, 1996)</i>	<i>21</i>
<i>Abbildung 7: Morphologischer Kasten - Literaturergebnisse</i>	<i>32</i>
<i>Abbildung 8: Fütterungssystem der Versuchsstation in Mariensee.....</i>	<i>38</i>
<i>Abbildung 9: Messpunkte am Tierkörper.....</i>	<i>44</i>
<i>Abbildung 10: Auswertungsbeispiel einer Magnet-Resonanz-Tomographie-Aufnahme</i>	<i>48</i>
<i>Abbildung 11: Vergleich der an einem Schlachtkörper ermittelten Speckdicken mit den Werten des USM 22 F</i>	<i>51</i>
<i>Abbildung 12: Aufbau der Speckschichten an unterschiedlichen Messpunkten</i>	<i>51</i>
<i>Abbildung 13: Variationskoeffizienten der Messwerte des USM 22 F für einzelne Messpunkte aus drei Messreihen (n = 29, 144, 252).....</i>	<i>54</i>
<i>Abbildung 14: Erster Prototyp zur automatischen Speckdickenerfassung</i>	<i>56</i>
<i>Abbildung 15: Funktionszeichnung der automatischen Speckdickenmessung.....</i>	<i>57</i>
<i>Abbildung 16: Funktionszeichnung der Sensorhalterung.....</i>	<i>58</i>
<i>Abbildung 17: Funktionszeichnung der zweiten technischen Umsetzung einer Sensorhalterung mit starrem „Justierbügel“ aus Eisen.</i>	<i>59</i>
<i>Abbildung 18: Automatische Speckdickenmessung.....</i>	<i>60</i>
<i>Abbildung 19: Programm zur Steuerung des Messarmes</i>	<i>61</i>
<i>Abbildung 20: Datenübertragung und -sicherung mittels „Speckdickenprogramm - Teil 1“... </i>	<i>62</i>
<i>Abbildung 21: „Speckdickenprogramm- Teil 2“, Ansicht Datenblatt 3: Koppeldatei</i>	<i>63</i>
<i>Abbildung 22: Mittlere Differenzen der gemittelten Auto-Daten und deren Standardabweichung zu den manuell erfassten RSD vor und nach der Normierung aus drei Versuchsgruppen mit 11, 10 und 31 Sauen.....</i>	<i>67</i>

<i>Abbildung 23: Morphologischer Kasten – erweitert um „Technische Entwicklungen“</i>	<i>69</i>
<i>Abbildung 24: Mittlere Gewichts- und Speckdickenentwicklung je Wurfnummer über alle Gruppen (n = 94).....</i>	<i>76</i>
<i>Abbildung 25: Mittlere Lebendgewichtsveränderungen bei Jungsauen je Gruppe.....</i>	<i>77</i>
<i>Abbildung 26: Mittlere Lebendgewichtsveränderungen bei Altsauen je Gruppe</i>	<i>78</i>
<i>Abbildung 27: Mittlere Rückenspeckdickenveränderungen bei Jungsauen je Gruppe.....</i>	<i>84</i>
<i>Abbildung 28: Mittlere Rückenspeckdickenveränderungen bei Altsauen je Gruppe.....</i>	<i>86</i>
<i>Abbildung 29: Morphologischer Kasten – erweitert um die „speckdicken-orientierte Futtermittelsversorgung“</i>	<i>93</i>
<i>Abbildung 30: Morphologischer Kasten nach Reduzierung auf sinnvolle Teillösungen.....</i>	<i>94</i>
<i>Abbildung 31: Body-Condition-Score nach KLEINE KLAUSING et al. (1998).....</i>	<i>122</i>

Abkürzungsverzeichnis

°C	Grad Celsius
a.p.	vor der Geburt (ante partum)
Abb.	Abbildung
abges.	abgesetzte (Ferkel)
AbsGew	Absetzgewicht (Ferkel)
ad lib	ad libitum
AF	Alleinfuttermittel
Anz.	Anzahl
AS	Altsauen
BB	Institut für Betriebstechnik und Bauforschung
BCS	Body-Condition-Score
BHZP	Bundes Hybridzuchtprogramm
BIA	bioelektrische Impedanzanalyse
CT	Computer-Tomographie
d	Tag
DE	Verdauliche Energie (digestible energy)
d.h.	das heißt
DL	Deutsche Landrasse
e.V.	Eingetragener Verein
EG	Europäische Gemeinschaft
et al.	und andere (et aliter)
EU	Europäische Union
evtl.	eventuell
FA	Ferkelaufzucht(-futter)
FAL	Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
G	Gruppe
g	Gramm
geb.	geboren
GebGew	Geburtsgewicht (Ferkel)
Glm	Generalized linear method
Hrsg.	Herausgeber
I.E.	Internationale Einheiten
inkl.	inklusive
JS	Jungsauen

kg	Kilogramm
leb. geb.	lebend geboren (Ferkel)
max	maximal
kHz	Kilohertz
ME	umsetzbare Energie (metabolizable energy)
Meth.	Methionin
mg	Milligramm
min	minimal
MJ	Megajoule
mm	Millimeter
MRT	Magnet-Resonanz-Tomographie
n	Anzahl
p	Signifikanzniveau
p.c.	nach dem Belegen (post conceptionem)
p.p.	nach der Geburt (post partum)
pp	pages
r	Korrelationskoeffizient
R ²	Bestimmtheitsmaß
RSD	Rückenspeckdicke(en)
s	Standardabweichung
SAS	Statistical Analysis System
SauenGew	Sauengewicht
SSD	Seitenspeckdicke
T.	Tier
Tab.	Tabelle
TM	Trockenmasse
TZ	Institut für Tierzucht der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
u.a.	unter anderem
VzF	Verein zur Förderung der bäuerlichen Veredlungswirtschaft
z.B.	zum Beispiel
ZDS	Zentralverband der deutschen Schweineproduktion
ZL	Zuchtsauen laktierend (Futter)
ZT	Zuchtsauen tragend (Futter)
Δ	Unterschied (Delta)
\bar{x}	arithmetischer Mittelwert
ca.	circa

1 PROBLEMSTELLUNG UND ZIELSETZUNG

Die Wirtschaftlichkeit der Ferkelproduktion erfordert eine hohe Reproduktionsleistung der Sauen. Dies wiederum setzt eine präzise Beachtung der Kondition der einzelnen Sauen voraus. Einer gezielten Konditionsfütterung wird eine verlängerte Nutzungsdauer, eine erhöhte Laktationsleistung und Ovulationsrate sowie ein kürzeres Absetzen-Belegen-Intervall der Sauen zugeschrieben.

In der Haltung von tragenden Sauen hat sich im letzten Jahrzehnt ein entscheidender Wandel vollzogen. Wurden früher aus arbeitswirtschaftlichen Gründen und zur besseren Bestandskontrolle Einzelhaltungssysteme bevorzugt, so ermöglichen heute technische Neuerungen eine tiergerechte, baulich flexible und arbeitszeitsparende Gruppenhaltung. Spätestens mit dem In-Kraft-Treten der EU-Richtlinie 2001/88 des Rates vom 23.10.2001 ist die Umsetzung einer Gruppenhaltung gravider Sauen zwingend erforderlich. Zudem wird von Seiten der Verbraucher mehr und mehr eine tiergerechtere Haltung von Schweinen gefordert. Diese wird vor allem mit Einstreu und mehr Bewegungsfreiraum für das Einzeltier in Verbindung gebracht.

Die Ermittlung der Zuchtkondition ist aber bei den aus ethologischen Gründen zunehmenden Gruppenhaltungssystemen wegen der fehlenden Fixierung der Sauen erschwert. Moderne computergesteuerte Fütterungssysteme ermöglichen zwar eine tierindividuelle Futterzuteilung der in Gruppen gehaltenen Sauen, konditionsbedingte Futtermengenänderungen bedürfen jedoch noch immer der vorherigen manuellen Zuweisung.

Somit führen Konditionsbeurteilung und Konditionsfütterung zu einer erhöhten Arbeitszeitbelastung im landwirtschaftlichen Unternehmen. Hinzu kommt, dass eine rein visuelle Konditionsbeurteilung oft Fehleinschätzungen unterliegt und demnach nicht immer zu einer erfolgreichen Konditionierung der Tiere führt.

Ein immer mehr in der Praxis verbreitetes Verfahren zur Konditionsbestimmung ist die Rückenspeckdickenmessung mittels Ultraschall. Seit den ersten sonographischen Entwicklungsschritten zur Bestimmung der Körperzusammensetzung von Schweinen Ende der 50 Jahre gibt es eine Vielzahl von wissenschaftlichen Untersuchungen, die den positiven Zusammenhang zwischen Rückenspeckdicke und Reproduktionsleistung belegen. Die

Ultraschallmessung hat sich heute als ein objektives Verfahren zur Konditionsbeurteilung besonders in züchterischen Unternehmen etabliert.

Ziel der Arbeit ist es, eine Technik zu entwickeln, die bei der Gruppenhaltung von Sauen in Kombination mit einer computergesteuerten Einzeltierfütterung eine rechnergestützte automatische Erfassung des Konditionszustandes mittels Speckdickenmessung durch Ultraschall ermöglicht.

Ausgehend von den ermittelten Messwerten soll dann weiterhin eine automatische Futtermengenanpassung an den Bedarf oder den Konditionszustand des Tieres realisiert werden. Da bestehende Fütterungsempfehlungen zur Aufkonditionierung von Sauen meist sehr allgemein formuliert sind, soll neben der rein technischen Entwicklung zur automatischen Konditionsbeurteilung und Datenverarbeitung eine Futterkurve entwickelt werden, die auf Speckdickenveränderungen flexibel reagieren kann.

Das Vorhaben soll auf diese Weise dazu beitragen, den Zielkonflikt zwischen der aus ethologischen Gründen anzustrebenden Gruppenhaltung von Sauen und den damit verbundenen Schwierigkeiten für die Fütterung auf eine optimale Zuchtcondition zu lösen.

2 LITERATUR

2.1 Gruppenhaltung tragender Sauen

Die Gruppenhaltung von Sauen, insbesondere die der tragenden und güsten, war bis vor etwa 25 Jahren die übliche Haltungsform. Mit zunehmenden Anforderungen an das Tier- und Betriebsmanagement konnte sich die Gruppenhaltung jedoch nicht länger behaupten, da es auch während des Reproduktionsstadiums „Trächtigkeit“ nötig war, das einzelne Tier individuell zu versorgen. Zudem sollten Tierverletzungen, Abgänge und Frühaborte, die durch Auseinandersetzungen zwischen den Sauen einer Gruppe entstanden, reduziert werden (BOCKISCH, 1996). Daher etablierte sich die Einzelhaltung als Standardverfahren.

Heute ist die ständige Einzelhaltung der Sauen nicht nur aus ethischen Gründen nicht mehr gewollt, sondern aufgrund neuer technischer und struktureller Entwicklungen auch nicht mehr zwingend notwendig (KOSMACK, 2002). Aufgrund der Fortschritte in der Fütterungstechnik, im Management und des neuen Wissens vom Tierverhalten ist die Gruppenhaltung heute in fast allen Reproduktionsabschnitten möglich. Gruppenhaltung kann zudem in verschiedenen Stallkonzeptionen – z.B. Warmstall oder Kaltstall jeweils mit und ohne Auslauf – eingesetzt werden (BOCKISCH, 1996). In Abhängigkeit der Raumstruktur und des Fütterungssystems sind sowohl Kleingruppen (bis zu 20 Tiere) als auch Großgruppen (50 bis 200 Tiere) möglich. Dabei kann die Herde in feste oder in wechselnde Gruppen aufgeteilt werden (FELLER, 2002; HESSE, 2002a).

Derzeitige Nachteile der Gruppenhaltung bestehen in den produktionstechnischen Faktoren wie Arbeitszeit, erhöhter Platzbedarf, hohe Ansprüche an das Management, hoher Aufwand für die Tierkontrolle und Tierbehandlung, technischer Aufwand für die Einzeltierfressplätze und evtl. ungünstigere hygienische Bedingungen (HOPP und WÖHLER, 1991; BECK et al., 2002). Bezüglich des Investitionsbedarfs für Neubauten ist die Gruppenhaltung jedoch kostengünstiger zu realisieren als die Einzelhaltung in Kastenständen (GARTUNG und HEIER, 2002).

2.1.1 Rechtliche Regelungen

Einen ganz wesentlichen Einfluss auf die Haltung von Sauen haben gesetzliche Verordnungen. In Deutschland existiert derzeit auf nationaler Ebene keine rechtsverbindliche spezifische Vorgabe zu den Mindestanforderungen an die Haltung von Schweinen, da die Schweinehaltungsverordnung aus dem Jahr 1994 aus formaljuristischen Gründen für nichtig erklärt wurde. Für die Europäische Union bindend ist die Vorschrift der EU-Richtlinie über Mindestanforderungen zum Schutz von Schweinen bei Stallhaltung (91/630/EWG, 19.11.1991), mit Änderungen durch Richtlinie 2001/93/EG der Kommission vom 09.11.2001 und Richtlinie 2001/88/EG des Rates vom 23.10.2001. Danach sind Sauen und Jungsauen für einen Zeitraum, der vier Wochen nach dem Decken beginnt und eine Woche vor der letzten Woche vor dem voraussichtlichen Abferkeltermin endet, in Gruppen zu halten. Jedes europäische Land hatte diese Richtlinie bis Januar 2003 in nationales Recht umzusetzen. Da es sich dabei um Mindestanforderungen handelt, können im Zuge der Umsetzung von den einzelnen Ländern zusätzliche Forderungen aufgestellt werden. Aufgrund nicht nachvollziehbarer Verzögerungen rechnet man in Deutschland jedoch frühestens im Sommer 2003 mit dem In-Kraft-Treten des Kapitels zur Schweinehaltung der neuen Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung. Derzeit ist noch nicht abzusehen, mit welchen Vorgaben deutsche Schweinehalter zu rechnen haben (HESSE, 2002b). Jedoch existieren z.B. in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern schon Ländererlasse, die in einigen Punkten über die Mindestanforderungen der EU-Richtlinie hinausgehen (VON BORELL, 2002).

2.1.2 Tierverhalten und Konstitution

Im Sinne einer artgemäßen und verhaltensgerechten Tierhaltung sind Gruppenhaltungssysteme zu begrüßen, da Schweine soziale und bewegungsaktive Tiere sind. Darüber hinaus sind Sauen im Laufstall in der Lage, entsprechend ihrem angeborenen Verhalten, Liege- und Kotplatz getrennt voneinander zu halten (SCHLICHTING, 1986; KNIERIM, 2000). Ein wesentlicher Vorteil der Gruppenhaltung liegt in der geringeren Beschränkung der Verhaltensmöglichkeiten. Es ist jedoch notwendig, den Tieren auch Beschäftigungsmaterial anzubieten. Dies kann sich

positiv auf das Aggressionsniveau in der Gruppe auswirken (WEBER et al., 1993; DURRELL et al., 1997).

Ein Schwachpunkt der Gruppenhaltung liegt in den sozialen Auseinandersetzungen und deren Folgen. Erwartungsgemäß liegt der Anteil der Verletzungen in Gruppenhaltungssystemen höher als in der Einzelhaltung (TAUREG, 1991), jedoch sind die Verletzungen leichter Natur und heilen schnell wieder ab (ERNST et al., 1993; SENGIG et al., 2003). Dabei kann es zu sogenanntem Vulvabeißern kommen, welches überall im Stall auftritt, sowohl im Liegebereich als auch im Bereich der Futterstation (JÄCKLE, 1989; VAN DE BURGWAL und VAN PUTTEN, 1990; DE BAEY-ERNSTEN, 1993). Das Vulvabeißern hat unterschiedliche Ursachen. Ein besonders großes Risiko besteht bei Abrufstationen ohne Durchlaufmöglichkeit (BOKMA, 1990; PEET, 1990; CORNING, 1990; VAN DE BURGWAL und VAN PUTTEN, 1990; TAUREG, 1991). Ein anderer wichtiger Grund ist Platzmangel bei Rangauseinandersetzungen (HOPPENBROCK und LÜCKER, 1989). Aber auch jede andere Änderung des täglichen Ablaufs irritiert die Sauen und kann Vulvabeißern nach sich ziehen (BOKMA, 1990; DE BAEY-ERNSTEN, 1993). Die Anzahl der Kämpfe lassen sich z.B. durch ein Wiedergruppieren vertrauter Sauen senken (WEBER et al., 2003). Aktuelle Untersuchungen von BAUER und HOY (2003) zeigten, dass eine Gruppenbildung direkt nach dem Besamen im Vergleich mit einer späteren Gruppenbildung zu weniger Rangordnungskämpfen führt.

Junge Sauen haben einen durchschnittlich höheren Verletzungsindex als ältere. Die Verletzungen sind im wesentlichen ein Resultat von Rangauseinandersetzungen. Durch die ständige Neugruppierung sind die jungen Sauen stärker in Mitleidenschaft gezogen als die älteren (DE BAEY-ERNSTEN, 1993).

Infolge der erhöhten Bewegungsaktivität werden als Vorteile der Gruppenhaltung die geringe Krankheitsanfälligkeit und die gute Konstitution und Kondition der Sauen erwähnt (SVENDSEN, 1990; HOPP und WÖHLER, 1991). Es treten weniger Abgänge wegen Gliedmaßenschäden und weiteren Krankheiten auf (ERNST, 1988). Bei auftretenden Fundamentproblemen und Lahmheiten handelt es sich nach BOCKISCH et al. (1994) nicht um Schäden aus der Gruppenhaltung, sondern in der Regel um die Auswirkungen falscher Böden.

2.2 Tierindividuelle Fütterungssysteme

Eine besonders wichtige Rolle bei der Gruppenhaltung spielt die Wahl des Fütterungssystems. Im Sinne der Verfahrensgestaltung stehen u.a. die in Abbildung 1 aufgeführten Varianten zur Verfügung. Dabei sind bei der rationierten Fütterung tragender Sauen tierindividuelle und gruppenindividuelle Fütterungssysteme zu unterscheiden (MUßLICK, 2002).

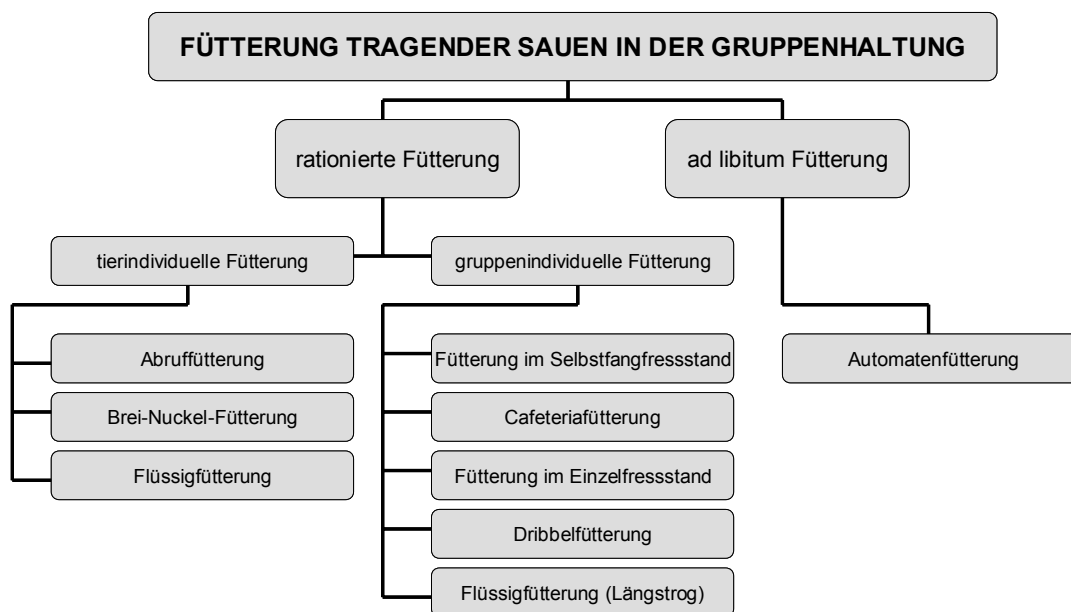


Abbildung 1: Fütterungsvarianten tragender Sauen in Gruppenhaltung
(nach MUßLICK, 2002)

Eine Reihe von Arbeiten hat gezeigt, dass die tierindividuelle Fütterung von Sauen Vorteile hat. Dies gilt insbesondere für die Zuchtcondition der Sauen und damit verbunden auch für gleichmäßige und große Würfe (HESSE et al., 2002). Dazu nötige Abruffütterungsanlagen sind prozessrechnergesteuerte Anlagen, in denen die Tiere einer Gruppe einzeln, in der Regel nacheinander, versorgt werden (HESSE, 1996). Die tierindividuelle Datenerfassung wird dabei mittels elektronisch funktechnischer Identifikationssysteme realisiert und liefert auf betrieblicher Ebene – über die Prozesssteuerung (z.B. Fütterung) hinaus – wichtige Informationen zur Einzeltierkontrolle und Herdenüberwachung (SCHWARZ, 1996).

2.2.1 Abrufstationen

Bei Abrufstationen handelt es sich um einen modifizierten Fressstand, kombiniert mit einem Erkennungssystem. Für eine Gruppe von Sauen wird nur eine einzige Fressstelle benötigt. Das Futter wird trocken in den Trog ausdosiert. Je nach Technik und Einbau im Raum und Management sind bis zu 60 Sauen je Fressplatz möglich (HESSE et al., 2002). Der Vorteil der Abrufstation liegt in der Möglichkeit der Selektion einzelner Sauen. Ein Nachteil besteht darin, dass Jungsauen angeleitet werden müssen (MUBLICK, 2002).

2.2.2 Brei-Nuckel

Der Brei-Nuckel ermöglicht eine hygienische und verlustarme Darbietung des Futters. Das Futter gelangt beim Brei-Nuckel (s. Abbildung 1) von einem Vorratsbehälter über eine trichterförmige Mündung in ein darunter sitzendes Förderrohr. Das Förderrohr ragt, ähnlich wie ein Tränkenippel, leicht nach unten geneigt in die Bucht hinein. Eine im Förderrohr befindliche Schnecke transportiert das Futter zur Nuckelöffnung, wo es vom Schwein aufgenommen wird. Bevor das Trockenfutter die Nuckelöffnung erreicht hat, wird eine regulierbare Wassermenge in das Futter eingespritzt und vermischt, dadurch ist die Konsistenz des Futters stufenlos von pastös bis fließfähig einstellbar. Vorzugsweise wird Schrot oder Granulat verwendet, es lässt sich aber auch pelletiertes Futter verabreichen. Nimmt das Tier nun den Nuckel in das Maul, drückt es dabei gleichzeitig mit der Rüsselscheibe auf eine Gabel, wodurch die Förderschnecke eingeschaltet und das Wasserventil geöffnet wird. Im Förderrohr werden Futter und Wasser entsprechend der Vorgabe vermischt. Der Futterbrei gelangt durch den Nuckel direkt in das Maul des Schweines, daher kann auf einen Trog verzichtet werden (HESSE et al., 2002).

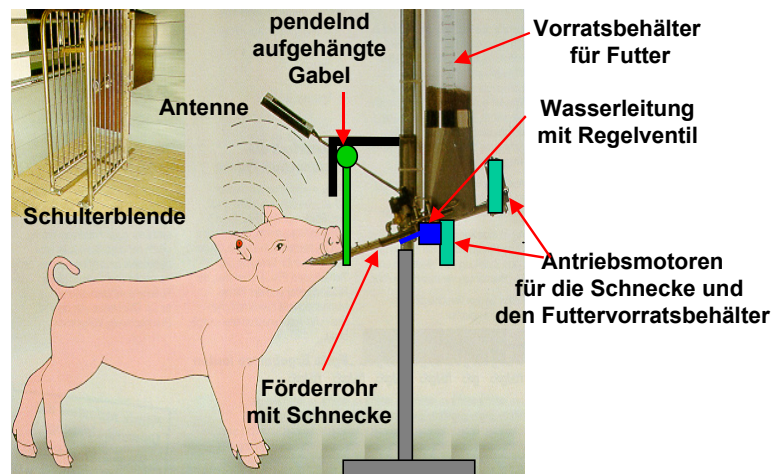


Abbildung 2: Funktionszeichnung des Brei-Nuckels (modifiziert nach MANNEBECK, 2003)

Diese Fütterungstechnik kann sowohl in Klein- wie in Großgruppen eingesetzt werden. Ein Tier-Fressplatz-Verhältnis von 20 zu 1 sollte nicht überschritten werden. Im Gegensatz zur Abruffütterung entfällt der hohe Zeitaufwand für das Anlernen der Tiere (HESSE et al., 2002; MÜBLICK, 2002).

2.2.3 Flüssigfütterung

Seit kurzem wird am Markt auch eine tierindividuelle Flüssigfütterung am Einzelfressplatz angeboten, die sogenannte „BELADOS-“, oder „DURADOS“-Fütterung (HESSE et al., 2002). Bei diesem System erfolgt die Futtermenge an der offenen Station in einzelnen Dosiermengen von 250-500 cm³ (MÜBLICK, 2002). Hier wird auf einen modifizierten Fressstand verzichtet, d.h. die Sauen sind nur bis zum Schulterbereich geschützt. Der Trog wird mit einer druckluftbetätigten Klappe verschlossen (HESSE et al., 2002). Nachteilig bei diesem System ist, dass bei Verdrängungen Futterrestmengen im Trog verbleiben und von der nächsten Sau zusätzlich gefressen werden können (MÜBLICK, 2002).

Die Vorteile der Systeme „Abrufstation“ und „Brei-Nuckel“ liegen neben der tierindividuellen Futtermengeversorgung in der Kompatibilität der Software zum Sauenplaner und auch in der Optimierung des Managements durch die Möglichkeit des Einsatzes elektronischer „Stallbücher“, sogenannter Handterminals (MÜBLICK, 2002).

2.3 Bedeutung und Erfassung der Sauenkondition

Je besser die Kondition einer Sau ist, desto besser ist ihre Lebensleistung (GUEBLEZ et al., 1985; GAUGHAN et al., 1995; CHALLINOR et al., 1996). Besonders bei Jungsauen hat die Körperkondition beim ersten Belegen einen signifikanten Einfluss auf deren Leistung und Nutzungsdauer. Sauen müssen daher mit ausreichenden Muskel- und Fettreserven in ihrem Körper ausgestattet sein. Dies ist für alle Reproduktionsprozesse überaus wichtig; Tiere mit limitierten Reserven erbringen keine erfolgreichen Reproduktionsleistungen (CLOSE und COLE, 2000).

Zur Bestimmung der Körperkondition bei Sauen gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, die im folgenden dargestellt werden.

2.3.1 Body-Condition-Scoring (BCS)

Bei der Beurteilung nach einem bestimmten Schema wird anhand von äußeren Merkmalen, etwa markanten Knochenpunkten wie Rippen, Beckenboden und Wirbeldornfortsätzen, eine Einteilung nach Noten vorgenommen. Sind die Knochenpunkte deutlich sichtbar oder tastbar, erhält das Tier eine niedrige Note, sind sie nicht mehr so leicht auszumachen, steigt die Notenbeurteilung. Am gebräuchlichsten sind Systeme mit einer Einteilung in fünf Klassen (KLEINE KLAUSING et al., 1998; SCHNURRBUSCH u. IBEN, 1999). Die Erweiterung in sechs Klassen, die von BILKEI und BÖLCSKEI (1993) vorgenommen wurde, erbrachte nur minimale Unterschiede. Zur Geburt sollte die Sau den Konditionsklassenbereich 3,5 bis 4 erreichen. Am Ende der Säugezeit ist eine Konditionsklasse unter 3 möglichst zu vermeiden (IBEN, 1999).

Das Hauptproblem bei dieser Beurteilung besteht in der fehlenden Objektivierbarkeit der Ergebnisse, denn trotz des Versuches der Standardisierung ist die visuelle Konditionsbeurteilung sehr von der individuellen Erfahrung und Auffassung des Begutachtenden abhängig (NIGGEMEYER, 1998). Hinzu kommt, dass die modernen vollfleischigen Zuchtlinien oftmals fälschlicherweise als zu fett eingestuft werden, wenn Muskelfülle mit Körperfettauflage verwechselt wird. Eine systematische Unterkonditionierung

kann sich so fatal auf die Gesundheit und Reproduktionskraft eines Bestandes auswirken (DARNELEY, 1980).

2.3.2 Gewicht

Das Körpergewicht der Sau sowie dessen Veränderungen im Verlauf eines Produktionszyklusses waren schon immer ein wichtiges Kriterium zur Beurteilung der Körperkondition. Die manuelle Gewichtserfassung ist leicht mit Hilfe mechanischer Viehwaagen durchzuführen (SEELHOFF, 2001).

Neuere Entwicklungen auf dem internationalen Markt bieten technische Lösungen für eine automatische Gewichtserfassung. Dabei ist die Erfassung des Gewichtes vor der Futterstation mittels elektronischer Tieridentifikation und Wägung oder die Erfassung der Körpergröße zur Gewichtsschätzung mittels Visual Image Analysis (VIA) möglich. Ebenso gibt es elektronische Durchlauf-Wiegesysteme. Jedoch sind solche Systeme bisher sehr störanfällig und kostenintensiv (WEDDIGE, 2000). Anlässlich der Euro Tier 2002 wurde von der Fa. Hölscher und Leuschner ein neues optisches System zur Gewichtserfassung vorgestellt, welches eine deutlich bessere Funktionssicherheit bieten soll (HESSE, 2003).

Sauen durchlaufen während ihrer Zuchtnutzung immer wieder verschiedene Reproduktionsstadien, die mit charakteristischen Veränderungen des Körpergewichtes einhergehen (BOLDUAN et al., 1989). Diesbezüglich werden in Kapitel 2.4 wesentliche Richtwerte genannt. Ein großer Nachteil bei der alleinigen Bestimmung des Körpergewichtes ist die fehlende Transparenz, da die Veränderungen in der Körperzusammensetzung dabei nicht dargestellt werden (MERSMANN, 1982). BOLDUAN et al. (1989) stellten fest, dass die Lebendmasse die täglich vorhandenen Fettdepots nur sehr unzureichend widerspiegelt. Um dies zu ergänzen und Aussagen über die Energiereserven der Tiere machen zu können, schlugen sie vor, Rohfett, Rückenspeckdicke und den Körperrahmen ergänzend festzustellen. Dies wird gestützt durch die Untersuchungen von ROZEBOOM et al. (1994) und WHITTEMORE (1993), in denen man feststellte, dass Sauen im Verlauf mehrerer Produktionszyklen zwar schwerer, gleichzeitig jedoch auch immer fettärmer wurden.

2.3.3 Körperfett

Der Prozess der verbraucherorientierten „Fleischschweinezüchtung“ hat in den zurückliegenden zwei Jahrzehnten den Fettgehalt der Schlachtschweine von 35 % auf 23 % sinken lassen. Ebenso verringerten sich auch der absolute und relative Rohfettgehalt im Ganzkörper der Sauen (WIESEMÜLLER et al., 1996).

Mit der veränderten Körperzusammensetzung und steigenden Muskelfleischanteilen verschlechtert sich die Umweltstabilität der Tiere (HÜHN, 1997). Als Folge führten FALKENBERG et al. (1994) neben den gesundheitlichen Schäden vor allem erhöhte Verluste in allen Produktionsabschnitten und verringerte Fortpflanzungsleistungen auf. Bereits in den 80er Jahren erfolgten erste Hinweise auf die notwendigen Energiedepots der Sau (WHITTEMORE und YANG, 1989). Als kritische Grenze, ab der mit Fruchtbarkeitsstörungen zu rechnen ist, wurde ein Rohfettgehalt von 10 % im Körper herausgestellt. BOLDUAN et al. (1989) definierten eine minimale Fettmenge von 30 kg zur Erhaltung der erforderlichen Energiereserven, um unbeeinträchtigte Verläufe von Trächtigkeit und Laktation zu gewährleisten.

Dass das Körperfett bei Sauen eine wichtige Rolle in der Fortpflanzung spielt, zeigen zahlreiche Untersuchungen, in denen es als natürliches Depot für fettlösliche Vitamine und Steroide nachgewiesen wurde (HILLBRAND u. ELSAESSER, 1983; KIRKWOOD u. AHERNE, 1985; ENGELHARDT, 1992; SCHNURRBUSCH et al., 1993). Im Körperfettgewebe liegt gegenüber dem Muskelfettgewebe eine wesentlich höhere Konzentration von 17- β -Östradiol, welches insbesondere als Regelgröße für den Sexualzyklus sowie für die Ausprägung der äußeren Brunstsymptome und der sekundären Geschlechtsmerkmale verantwortlich ist.

WÄHNER et al. (1995) konnten nachweisen, dass Sauen mit höheren Körperfettgehalten und damit mit höheren Konzentrationen an 17- β -Östradiol im Fettgewebe eine höhere Ovaritätigkeit besaßen und im Diöstrus eine erhöhte Anzahl von Tertiärfollikel und im Proöstrus/Östrus mehr dominante Follikel als die mageren Probanden aufwiesen.

Dies bekräftigt die Aussage, dass der Muskel- und Fettgewebsanteil im Tierkörper mit dem Reproduktionsvermögen korreliert (KAISER et al., 1972). Unterschiedliche Aufzucht-

ergebnisse bei Untersuchungen mit verschiedenartig gehaltenen und aufgezogenen Sauen bestätigen dies (HERRMANN et al., 1979; WÄHNER et al., 1991).

Die zweite wichtige Aufgabe des Körperfettes ist es, als Energielieferant zu fungieren (PFEFFER, 1987).

Ein modernes Verfahren zur Bestimmung der Körperzusammensetzung am lebenden Tier stellt die **bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)** (KRAEZTEL et al., 1995) dar. Die Impedanz (Gesamtwechselstromwiderstand) von biologischen Geweben basiert auf der elektrischen Leitfähigkeit der Körperflüssigkeit und der isolierenden Wirkung des Fettgewebes, ist aber auch von der Leiterkonfiguration (Körperlänge und –querschnitt) abhängig und berechnet sich aus dem Ohmschen (Resistanz) und dem Kapazitiven Widerstand (Reaktanz) (KRAETZEL et al., 1993). Dieses günstige, einfache und gut standardisierbare Verfahren wird zunehmend in der Humanmedizin und Sportphysiologie angewendet. In der Nutztierwissenschaft sind weitere Untersuchungen zur Optimierung nötig. Diese sollten sich intensiv mit der Art (Nadel- oder Klebeelektroden) und Positionierung der verwendeten Elektroden (Extremitätenmessung, proximal oder distal; Rumpfmessung), der Körperhaltung während der Messung (Änderung der Leiterkonfiguration und elektrischer Potentiale an Grenzflächen) und Einflüssen von Futter- und Wasseraufnahme vor der Messung bzw. Harn- und Kotabsatz befassen (KRAEZTEL et al., 1995).

Weitere Techniken zur Schätzung der Körperzusammensetzung am lebenden Tier sind die **Röntgen-Computer-Tomographie (CT)** und die **Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT)** (KALLWEIT et al., 1994; SZABO et al., 1999; VANGEN und JOPSON, 1996). Mit Hilfe dieser nicht invasiven bildgebenden Messtechniken lassen sich Schnittbilder des Körpers in beliebiger Orientierung und von nahezu jeder gewünschten Körperpartie erzeugen. Die MRT basiert auf magnetischen Eigenschaften von Wasserstoffatomkernen (Protonen), die im Körper in großer Zahl vorhanden sind. Unter Anwendung spezieller Methoden der Bildauswertung lassen sich exakte Aussagen über den Muskel- und Fettgehalt des Körpers treffen (BAULAIN und HENNING, 2001). Die heute verfügbaren Geräte sind jedoch sehr teuer und nur stationär anwendbar, so dass sie vorwiegend in der Forschung eingesetzt werden. Nach BAULAIN und HENNING (2001) kann die Verwendung der MRT bei der Weiterentwicklung von Verfahren,

die in der praktischen Tierzucht benötigt werden – wie z.B. Ultraschall und Videobildanalyse - hilfreich sein.

2.3.4 Rückenspeckdicke (RSD)

Die Rückenspeckdickenmessung mittels sonographischer Technik hat als nicht invasives reproduzierbares Maß zur Bestimmung der Körperfettveränderungen und des Muskelwachstums einen enormen Fortschritt in der Objektivierbarkeit der Körperkonditionsbestimmung bei landwirtschaftlichen Nutztieren gebracht (CLOSE und COLE, 2000; SEELHOFF, 2001).

Nach MULLAN (1991) gibt die Messung der Rückenspeckdicke (RSD) recht zuverlässige Rückschlüsse auf den Körperfettbestand. Dies ist demnach mit folgenden Formeln möglich:

$$\text{Gesamtkörperfett (kg)} = -33 + 0.32 \text{ LG} + 1.105 * x$$

$$\text{Körperfettgehalt (\%)} = 9 + 0.8 * x$$

[x = Rückenspeckdicke nach P₂-Messung in mm]

Die Berechnung des Körperfettbestandes ist von sehr vielen Parametern wie z.B. der Genetik der Sauenlinie abhängig. Auch WOOD et al. (1985) und KING et al. (1986) haben solche Formeln auf der Ausgangsbasis der Rückenspeckdicke oder der Körpermasse aufgestellt.

Da die RSD in enger Beziehung mit dem Körperfettgehalt steht, ist sie wiederum ein geeigneter Indikator für die Fruchtbarkeit (CLOSE und COLE, 2000). So sah AVERDUNK (1996) in der Abnahme der RSD eine mögliche Erklärung für die kontinuierliche Abnahme der Ferkelzahlen in einigen Populationen. Weitere Autoren (YANG et al., 1989; WHITTEMORE und MORGAN, 1990; STERNING et al., 1990; VAN WESEL, 1996; WÄHNER et al., 2001) konnten bei niedrigen Rückenspeckdicken verlängerte Absetz-Östrus-Intervalle und schlechtere Besamungserfolge feststellen.

KLAVER et al. (1981) bewiesen, dass Sauen mit einer größeren RSD beim Ferkeln mehr Milch geben können als Sauen mit einer geringeren Fettreserve. Aus diesem Grund kann die Rückenspeckdicke auch als ein Indikator für die Laktationsleistung angesehen werden.

HEIDLER und HENNE (1989) hingegen kamen in ihren Untersuchungen zu dem Schluss, dass die Speckdicke (auf der Wirbelsäule gemessen) und reproduktive Leistung weitgehend unabhängig von einander variieren. Lediglich bei der Deutschen Landrasse konnten sie im Vergleich zur Rasse Leicoma eine Reihe signifikanter Beziehungen nachweisen.

Auch KIRKWOOD und AHERNE (1985) stehen den bisher zum Einfluss der Rückenspeckdicke auf die Fortpflanzungsleistungen gewonnenen Ergebnissen kritisch gegenüber, da die Bezugsmesswerte für den prozentualen Fettgehalt im allgemeinen nicht an den Körperstellen ermittelt wurden, wo sich die Östrogene unmittelbar im Fett absetzen (Brust, Keule). Nach Meinung dieser Autoren muss sich der Mittelwert vom gemessenen Fettansatz auf die genannten Körperstellen beziehen, um einen sicheren Einfluss des Fettgewebes auf die Reproduktionsleistungen nachweisen zu können.

Die Ablagerung des Rückenfettes erfolgt über die Wirbelsäulenlänge nicht in einheitlicher Dicke. Am stärksten ist die Fettschicht im Schulterbereich, am dünnsten im hinteren Brustwirbelbereich zwischen zehnter und letzter Rippe. Sie hat im Bereich der Lendenwirbelsäule eine mittlere Schichtdicke. Weiterhin ist sie in zwei Schichten unterteilt, wobei die erste Schicht des Rückenfettes der Thermoregulation und die zweite Schicht der Stoffwechselregulation dient (MERSMANN, 1982).

2.3.4.1 Sonographie

Als Ultraschall bezeichnet man mechanische Schwingungen, deren Frequenzen oberhalb 20 kHz, der Hörbarkeitsgrenze des menschlichen Ohres, liegen. Die Fortpflanzung von Schallwellen im tierischen Gewebe erfolgt, mit Ausnahme des Knochengewebes, als Longitudinalwellen. Die Geschwindigkeit mit der sich der Schall in einem Medium ausbreitet, ist von dessen Dichte und Elastizität abhängig (SOLD, 1986).

Zur Erzeugung von Ultraschall werden piezoelektrische Keramiken (Transducer) verwendet, die in einem elektrischen Feld periodisch ihre Form ändern und somit Schallwellen erzeugen. Dieser Effekt ist umkehrbar: Ein von einer Schallwelle getroffener piezoelektrischer Kristall erzeugt einen elektrischen Impuls. Der gleiche Transducer fungiert somit als Sender und Empfänger (GLADISCH, 1981).

Bei den Ultraschallverfahren kann zwischen dem Impuls-Echolot-Verfahren und dem Doppler-Verfahren, das ausschließlich zum Nachweis der Bewegung von Reflexionsflächen dient, differenziert werden (BUSEMANN, 1991). Beim Impuls-Echolot-Verfahren werden kurze Schallimpulse in den Körper eingeleitet, die an den Grenzen verschiedener Gewebeschichten teilweise reflektiert werden und als Echo zur Oberfläche des Körpers zurückkehren. Am Gerät wird dann die Entfernung dieser Reflexionsstellen zur Oberfläche angezeigt (THWAITES, 1984).

Für die Untersuchung am lebenden Tier sind zwei Ultraschallmessmethoden zu unterscheiden, die dem Impuls-Echolot-Verfahren zuzuordnen sind:

1. Das eindimensionale oder linear messende Impuls-Echolot-Verfahren (A-Scan), bei dem ein einziger Ultraschallstrahl verwendet wird. Dazu werden **Amplitude-Modulations-Geräte** eingesetzt (A-Mode-Geräte). „**A-Scan-**“ oder auch „**A-Mode-Geräte**“ zeigen in erster Linie die Tiefenlage der Reflexionsfläche an, d.h. es erfolgt eine Streckenmessung. Diese Geräte geben oftmals nur einen Zahlenwert an, der abgelesen wird. Hierzu zählt der RENCO-LEAN-MEATER der Fa. Herberholz (SELLHOFF, 2001). Bei dem Gerät USM 22 F der Fa. Agf NDT GmbH (ehemals Krautkrämer) ist zusätzlich die Darstellung des Schallweges und der Reflexionswellen als Amplituden mittels Bildschirmanzeige möglich.
2. Das zweidimensionale oder flächenabbildende Schnittbild-Verfahren (B-Scan), bei dem mehrere Ultraschallstrahlen verwendet werden. Die **Brightness-Modulations-Geräte** („**B-Scan-**“, oder „**B-Mode-Geräte**“) erzeugen Ultraschallstrahlen, deren Echos jedes für sich einen Punkt auf einem Quarzkristalldisplay entspricht bzw. auf dem Bildschirm einer Braunschen Röhre abgebildet wird. Es entsteht ein zweidimensionales Bild, aus dem mittels geräteeigener Tastatur und Cursor körperinnere Strukturen ausgemessen werden können (SEELHOFF, 2001).

Es gibt eine Vielzahl von Untersuchungen am lebenden Schwein, bei denen die Wiederholbarkeit der Ultraschallmessungen von unterschiedlichen Gerätetypen überprüft wurde (FÖRTHMANN und KALM, 1981; MERSMANN, 1982; KRIETER et al., 1990; BUSEMANN, 1991; MÜLLER; 1996), wobei insgesamt betrachtet die Aussagefähigkeit der B-Mode-Geräte gegenüber den A-Mode-Geräten nur geringfügig besser war. Die teilweise

großen Differenzen zwischen den Untersuchungsergebnissen resultieren u.a. aus der technischen Entwicklung der Ultraschallgeräte und der Vielzahl der verwendeten Fabrikate.

In der Praxis haben sich heute aufgrund ihrer einfachen Handhabung und ihrer relativen Preiswürdigkeit die A-Mode-Geräte gegenüber den B-Mode-Geräten durchgesetzt (BUSEMANN, 1991).

2.3.4.2 Messpunkte

Um vergleichbare und aussagefähige Einzeltierdaten zu erhalten, ist es unbedingt notwendig, bei jeder Messung dieselbe Messmethode anzuwenden. Im Folgenden werden mit Hilfe von Abbildung 3 und Abbildung 4 fünf unterschiedliche Methoden vorgestellt.

1. **ABC-6-Methode:** Hierbei werden nach FREITAG (2000) zwei Hilfslinien – eine dorsal entlang der Elle und eine weitere dorsal entlang des Knies angenommen. Dann wird die Fläche zwischen den Hilfslinien gemittelt. Ausgehend von dem erzeugten Mittelpunkt (B), der 6-8 cm seitlich von der Wirbelsäule liegt, werden jeweils 15 cm entfernt kranial und caudal die Punkte A und C gesetzt. Zu insgesamt 6 Messpunkten gelangt man, indem die Punkte A, B und C beidseitig am Schwein ermittelt werden. Der Speckwert errechnet sich dann aus diesen sechs Messwerten.

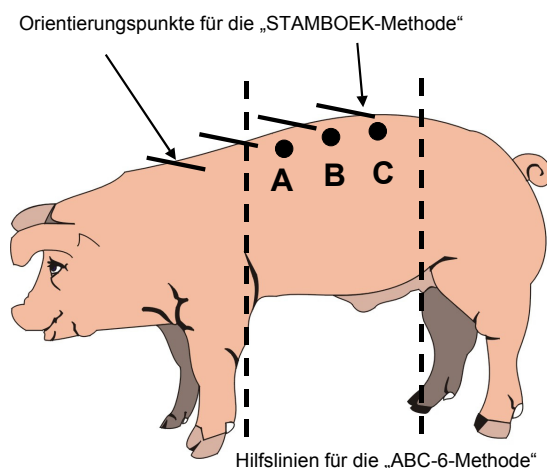


Abbildung 3: Messpunkte der ABC-6-Methode und STAMBOEK-Methode

2. **STAMBOEK-Methode:** Bei dieser Methode liegen zwei zu lokalisierende Orientierungspunkte vor. Die Strecke zwischen Schulterblatt (1. Orientierungspunkt) und

letzter Rippe (2. Orientierungspunkt) wird gedrittelt. Die zwei Drittelungspunkte und der Punkt an der letzte Rippe stellen - beidseitig der Wirbelsäule - die Messpunkte dar (SCHADE, 2000). Alle Punkte befinden sich entsprechend der ABC-6-Methode 6-8 cm seitlich der Wirbelsäule, wobei der Orientierungspunkt 2 dem Punkt C der ABC-Methode genau entspricht. Lediglich die beiden Drittelungspunkte liegen etwas mehr kranial versetzt zu den Punkten A und B.

3. **P₂-Methode:** Dabei werden zwei Punkte 6-8 cm bilateral der Wirbelsäule in der Höhe der letzten Rippe ermittelt (CLOSE u. COLE, 2000). Die P₂-Messung erfasst quasi den caudalsten Punkt der ABC-6-Methode bzw. der STAMBOEK-Methode, beidseitig von der Wirbelsäule. WHITTEMORE et al. (1980) und KING (1989) ermittelten bei ihren Untersuchungen die RSD aus einem Mittelwert von insgesamt drei Punkten in Höhe der letzten Rippe, welche jeweils 45 mm (P₁), 65 mm (P₂) und 80 mm (P₃) entfernt von der Wirbelsäule liegen. Diese Methode wird aber nur sehr selten angewendet.

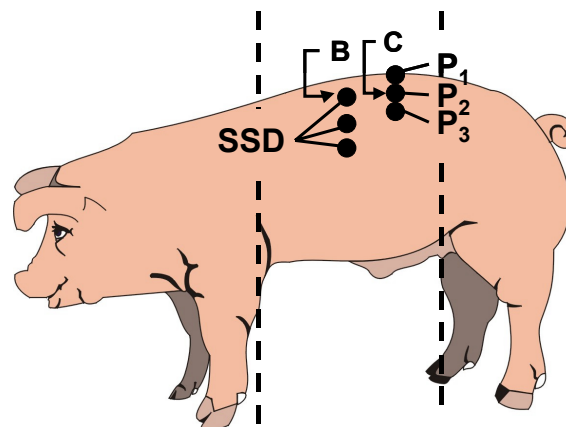


Abbildung 4: Messpunkte der P₂- bzw. P_{1, 2, 3}-Methode und zur Erfassung der Seitenspeckdicke (SSD)

4. **Seitenspeckdicke (SSD):** Zur Ermittlung des SSD werden 3 Messpunkte erfasst, welche auf der dorsalen Achse des Messpunktes B der ABC-6-Methode in einem Abstand von ca. 5 cm liegen (HEIDLER und HENNE, 1989).
5. **Dänische Methode** (ohne Abbildung): In Dänemark werden zur Zuchtwertschätzung in Vermehrungsbetrieben spezielle Schablonen für unterschiedliche Gewichtsabschnitte (80 und 100 kg) eingesetzt. Die Schablonen werden an der letzten Rippe, ebenfalls 6-8 cm

seitlich der Wirbelsäule, angelegt. Von dort aus werden drei weitere Messpunkte in ca. 3 cm Abstand ventral in der gleichen Höhe eingezeichnet (DANSKE SLAGTERIER, 2002).

Untersuchungen von VAN WESEL (1996) haben gezeigt, dass die Messpunkte im vorderen Rücken die zuverlässigsten Informationen geben. Das heißt, dass die ABC-6-Methode und die STAMBOEK-Methode die besten Methoden zur Konditionsmessung darstellen. Nach VAN WESEL (1996) variiert die Speckdicke auf dem vorderen Rücken während des Zyklus am meisten und erfüllt daher eher die Funktion eines Fettdepots als der Speck auf der letzten Rippe. Die Speckschicht an den vorderen Punkten sei vielmehr von äußeren Umständen wie Haltung und Fütterung abhängig als von genetischen Voraussetzungen. Der Zusammenhang zwischen Speckdicke und dem Intervall Absetzen-Decken sei zu 98 % zuverlässig, wenn an den vorderen Punkten gemessen werde, während die Zuverlässigkeit für die P₂-Punkte weniger als 90 % betrage.

Viele internationale Autoren verwenden jedoch die P₂-Methode zur Ermittlung der Rückenspeckdicke am Schwein (YANG et al., 1991; STERNING et al., 1990; HULTEN et al., 1993; CLOSE and COLE, 2000).

2.3.4.3 Richtwerte

Empfehlungen für optimale Speckdicken bei Sauen findet man in zahlreicher Form in landwirtschaftlicher und tierzüchterischer Fachliteratur. Die Vielzahl der veröffentlichten Messverfahren und Wertempfehlungen macht es fast unmöglich, die Aussagekraft und Reproduzierbarkeit dieser Untersuchungen zu bewerten. Es existieren Richtwerte nach mehreren Messmethoden, die häufig ohne Erwähnung eines definierten Messpunktes miteinander verglichen und diskutiert werden (SEELHOFF, 2001). Hinzu kommt, dass einige Autoren eine unzutreffende Bezeichnung für die tatsächlich angewendete Methode angeben. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die in der Literatur gefundenen Angaben.

Tabelle 1: Literaturangaben zur Rückenspeckdickenerfassung

Quelle	Methode	Rückenspeckdicke (mm)	Parität
Zum Zeitpunkt der Belegung			
AHERNE und WILLIAMS (1992)	P ₂	17-20	Jungsauen
WHITTEMORE (1993)	P ₂	18	Jungsauen
CLOSE u. COLE (2000)	P ₂	18-20	0
SPOORENBERG et al. (1998)	P ₂	> 15	0
CLOSE u. COLE (2000)	P ₂	20-24	≥ 1
JEROCH et al. (1999)	P ₂	13-16	alle
DOURMAD et al. (2001):	P ₂	16-19	n.a.
KLEINE KLAUSING u. LENZ (1994)	ABC-6	mind. 13,9	alle
HÜHN (1997)	ABC-6	13-18	0 und 1
HÜHN (1996)	ABC-6	mind. 17.....10	1..... ab 7
PAHLITZSCH (2000)	STAMBOEK	18-19	0
Zum Zeitpunkt der Geburt			
AHERNE und WILLIAMS (1992)	P ₂	20-25	Jungsauen
WHITTEMORE (1993)	P ₂	14-25	Jungsauen
DARNELEY (1980)	P ₂	1-5 Zuwachs in der Gravidität	alle
JEROCH et al. (1999)	P ₂	18-22	alle
CLOSE u. COLE (2000)	P ₂	20-24	alle
YANG et al. (1989)	P ₂	18-20	alle
SPOORENBERG et al. (1998)	P ₂	nicht mehr als 20	n.a.
DOURMAD et al. (2001)	P ₂	19-22	n.a.
KLEINE KLAUSING u. LENZ (1994)	ABC-6	18,9	alle
HÜHN (1997)	ABC-6	22-25	alle
VAN WESEL (1996)	STAMBOEK	20.....16	von 0 auf 5
Verluste während der Säugezeit			
AHERNE und WILLIAMS (1992)	P ₂	< 1	Jungsauen
DARNELEY (1980)	P ₂	1 - 5	alle
IBEN (1998)	ABC-6 (?)	< 2	1 bis 6
PHALITZSCH (2000)	STAMBOEK	< 4	alle

n.a. = nicht angegeben

Viele Autoren (VAN WESEL, 1996; PAHLITZSCH, 2000; CLOSE und COLE, 2000) verweisen auf den negativen Einfluss unzureichender Körperreserven auf die spätere Lebensdauer. Jungsaugen mit weniger als 18-20 mm RSD (P_2) oder 14 mm (STAMBOEK) erreichten zu einem geringeren Anteil die Wurfnummer vier als fettreiche Tiere. Ebenso hatten nach YOUNG et al. (1991) Sauen mit weniger als 12 mm RSD (P_2) nach dem Absetzen eine doppelt so hohe Abgangsrate wie Sauen mit mehr als 12 mm.

Über die Entwicklung der RSD von Wurf zu Wurf gibt es unterschiedliche Aussagen.

In Abbildung 5 wird die Entwicklung des Gewichtes und der Speckdicke (STAMBOEK) nach Untersuchungen von VAN WESEL (1996) wiedergegeben. Danach wachsen in der Tragezeit die Sauen und die Speckmasse nimmt zu. Im Abferkelstall verlieren die Sauen dann an Gewicht und Speck. Es wurde - auch von WHITTEMORE et al. (1988) - nachgewiesen, dass Ferkel beim Absetzen umso schwerer sind, je mehr Speck die Sau im Abferkelstall verliert. Außerdem ergaben Messungen, dass die Sau bereits in der letzten Woche vor dem Abferkeln deutlich zu sehen ist. In dieser Phase werden die Fettreserven für das Wachstum der Ferkel in der Gebärmutter, für die Entwicklung des Euters und für den Geburtsverlauf verwendet. Als Folge der hohen Milchproduktion wiesen die Sauen im Versuchsbetrieb eine mit zunehmenden Alter rückläufige Speckdicke auf (VAN WESEL, 1996).

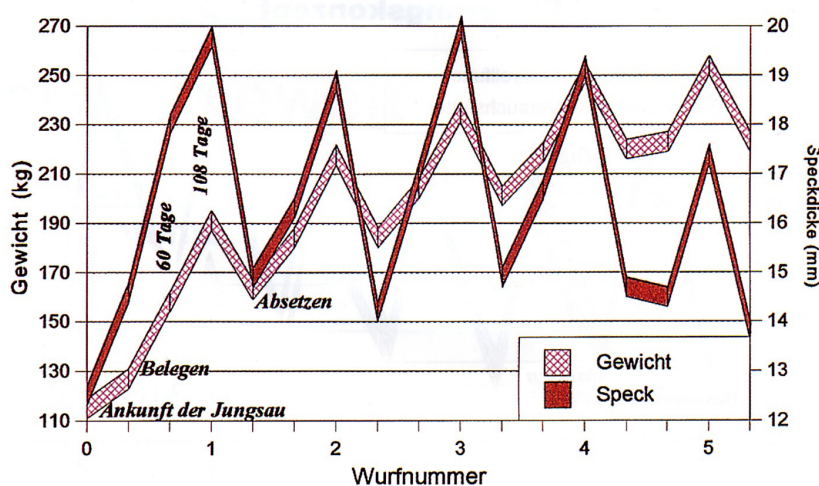


Abbildung 5: Gewichts- und Speckdickenentwicklung bei Sauen (VAN WESEL, 1996)

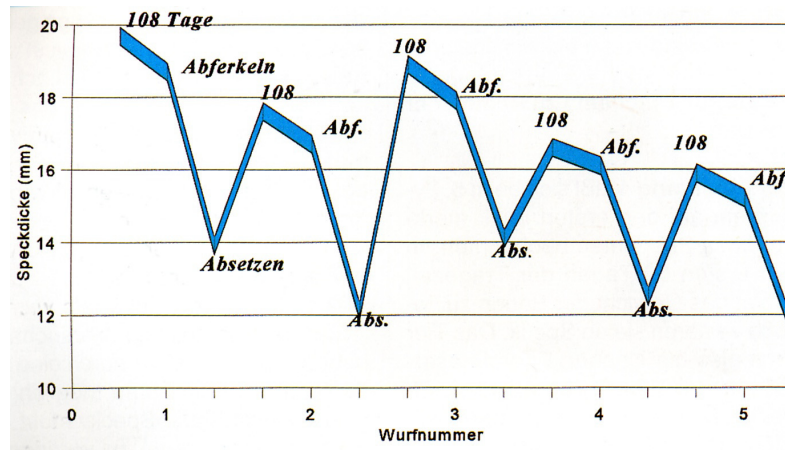


Abbildung 6: Speckdickenentwicklung der Sauen (VAN WESEL, 1996)

In Abbildung 5 lässt sich beim 5. Zyklus beobachten, dass in den ersten 60 Tagen der Tragezeit das Gewicht der Sau zwar zunimmt, sie jedoch an Speck verliert. Nach VAN WESEL (1996) setzt das Tier die eigenen Energiereserven für die Realisierung des Eiweißansatzes ein. Dies treffe auf Sauen zu, die ungefähr auf dem Erhaltungsniveau gefüttert werden. Die Grafik zeigt, dass die Sau den Abferkelstall immer schwerer mit 15 bis 20 kg pro Zyklus verlässt. Daraus ergebe sich, dass das Erhaltungsfutter – auf 1 % des Körpergewichtes berechnet – bei jedem weiteren Zyklus jeweils 150 bis 200 g höher liegt. Füttere man alle Sauen, die mehrmals geferkelt haben, zu Anfang der Tragezeit gleich, kann also ein Speckverlust auftreten.

Dem entgegen stellten KLEINE KLAUSING und LENZ (1994) fest, dass unter den Bedingungen einer kurzen Säugezeit und einer konditionsbetonten Fütterung die RSD (ABC-6) der Sauen von der Wurfzahl weitgehend unbeeinflusst bleibt. Sie beobachteten sogar einen Anstieg der RSD von Wurf zu Wurf, welcher durch eine Körpergewichtszunahme der Sau bedingt sei. Auch PAHLITZSCH (2000) spricht von einer zunehmenden RSD (STAMBOEK) bei steigender Wurfzahl bei gut konditionierten Sauen. Nach DARNELEY (1980) ist eine über die Reproduktionszyklen relativ gleichbleibende Rückenspeckdicke (P_2) das wichtigste Ziel der Sauenfütterung.

Besonders die zum Geburtstermin erzielte RSD (P_2) sowie die Fütterung der Sau während der Laktation, jedoch nicht die Wurfgröße, haben nach YANG et al. (1989) einen signifikanten

Einfluss auf das Absetz-Belege-Intervall. Insgesamt haben eine Vielzahl von Untersuchungen gezeigt, dass Sauen mit hohen Gewichts- und RSD-Verlusten während der Säugezeit ein verlängertes Absetz-Belege-Intervall, verringerte Trächtigkeitsraten und eine erhöhte Embryonalsterblichkeit haben (AHERNE and KIRKWOOD, 1985; COLE, 1990; HUGHES and PEARCE, 1989).

Umgekehrt stellten AHERNE und WILLIAMS (1992) in ihren Untersuchungen fest, dass aus einer RSD (P_2) von über 25 mm negative Effekte auf die Futteraufnahme nach der Geburt resultieren. Sauen, die einen höheren Fettansatz bis zur Geburt haben, mobilisieren in der Laktation relativ gesehen mehr Körperfett als Sauen mit einem geringeren Fettansatz (WHITTEMORE et al., 1988; LEE und CLOSE, 1991; NEIL et al., 1996).

2.3.4.4 Bisheriger Automatisierungsansatz

Bisher gibt es nur einen einzigen Ansatz für eine automatische Speckdickenerfassung, der zur Zeit in England im „Silsoe Research Institute“ an Mastschweinen entwickelt wird. Dieser wird mittels Videobildauswertung des fressenden Schweins am Trog realisiert. TILLET et al. (2002) konnten dazu eine lineare Funktion – basierend auf 6 Orientierungspunkten am Schweinekörper – erstellen, die es ermöglicht, einen bestimmten Messpunkt (ähnlich P_2) am Tier online zu focusieren. Der Messpunkt kann somit automatisch mit einer Abweichung von 16 bis 38 mm auf dem Videobild (online) lokalisiert werden. Bei einer Auswertung von Standbildern liegt der auftretende Fehler sogar bei nur 6 bis 8 mm.

Jedoch ist es den Wissenschaftlern bisher nicht gelungen, einen Roboterarm zu entwickeln, welcher in der Lage ist, den errechneten Messpunkt anzusteuern und schließlich automatisch die Speckdicke zu vermessen. Um die Tierbewegung und den Tierverkehr am Trog zu verringern, wurde dieser im Versuch mit Seitenblenden (Ganzkörper) ausgerüstet. Inwieweit eine solche Futtervorlagetechnik praktikabel ist, wird in der Untersuchung nicht erwähnt. Es ist jedoch zu vermuten, dass dabei fressende Tiere leicht im Schwanzbereich von Buchtengenossen attackiert werden können und das Verletzungsrisiko steigt.

2.4 Fütterungsstrategien und Reproduktionsleistung

Die Rentabilität wird neben der Genetik der Tiere maßgeblich von der Fütterung und der Gesundheit der Sauen beeinflusst. Nur bei bedarfsgerechter Versorgung mit Nähr- und Zusatzstoffen bleibt die Sau in Zuchtkondition. Dies ist die Voraussetzung für eine hohe Aufzuchtleistung und eine gute Ferkelqualität (BHZP, 2002). Besonders der Konditionszustand von Jungsauen beim ersten Belegen entscheidet über die spätere Reproduktionsleistung und Nutzungsdauer. Daher sollten Jungsauen erst mit einem Gewicht von 120-140 kg und einem Alter von mindestens 230 Tagen in der zweiten oder dritten Rausche belegt werden (AHERNE und WILLIAMS, 1992; HÜHN, 1996; CLOSE und COLE, 2000).

2.4.1 Gravide Sauen

Eine optimale Zuchtkondition der Sau zur Geburt ist das Hauptziel der Fütterung in der Tragezeit. Dies ist die Voraussetzung für eine störungsfrei verlaufende Geburt. Eine energetische Überversorgung bewirkt eine Verfettung der Sauen, die sich nachteilig auf Geburtsverlauf und Milchleistung sowie auf Fresslust, Fundament und Fruchtbarkeit auswirkt. Andererseits führen Nährstoffdefizite zur Abmagerung der Sauen, zu unzureichenden FerkelgeburtsGewichten und Milchmangel in der Säugezeit. Ausreichende und geeignete Rohfaseranteile tragen dazu bei, Verstopfungen zu vermeiden, die Stoffwechselaktivität und Darmpassage zu erhöhen und vermehrt Wasser und stoffwechselbelastende Toxine zu binden. Geringere Energiedichte und hohe Anteile quellfähiger Rohfaser erhöhen das Sättigungsgefühl der Tiere und tragen so zur Minimierung von Stress, Unruhe und Aggressivität der Tiere bei. Ebenso muss eine ausreichende Versorgung mit frischem Wasser jederzeit gewährleistet sein (BILKEI, 1989; BILKEI u. BÖLCSKEI, 1993; KIRCHGESSNER, 1997; BHZP, 2002).

Ein konventionelles Alleinfuttermittel für tragende Sauen enthält in der Regel 10-12 MJ ME, 120 g Rp. In Tabelle 2 werden die von der Züchtungszentrale Deutsches Hybridschwein (BHZP, 2002) empfohlenen Bedarfswerte dargestellt.

Tabelle 2: Bedarfswerte für die Fütterung tragender u. laktierender Sauen (nach BHZP, 2002)

				Alleinfutter für tragende Sauen	Alleinfutter für säugende Sauen
				T-Futter	LAK-Futter
Energie		MJ ME/kg		11,8	13,0 – 13,4
Lysin-Energie-Verhältnis		g Lysin/MJ ME		0,59	0,73 – 0,71
Inhaltsstoffe	Rohprotein	%	max.	15,0	17,0
	Rohfaser	%	min.	7,0	5,0
	Rohfett	%			5,0
	Rohasche	%	max.	7,5	7,5
	Stärke	%		28,0	34,0
	Lysin	%	min.	0,70	0,95
	Meth. + Cystin	%	min.	0,46	0,64
	Methionin	%	min.	0,25	0,35
	Threonin	%	min.	0,46	0,63
	Tryptophan	%	min.	0,14	0,19
	Calcium	%		0,65	0,80
	Phosphor	%		0,50	0,60
verd. Phosphor	%	min.	0,22	0,35	
Natrium	%		0,20	0,25	
Zusatzstoffe	Vitamin A	I.E.		10.000	12.000
	Vitamin D ₃	I.E.		1.000	1.200
	Vitamin E	mg		50	80
	Vitamin B ₁₂	mcg		15	20
	Biotin	mcg		120	150
	Cholin	mg		300	300

Über die Energieversorgung der Sau in der Tragezeit gibt es in der Literatur zahlreiche Empfehlungen. Nach KLEINE KLAUSING und LENZ (1994) sowie CLOSE und COLE (2000) sollte in den ersten drei bis vier Wochen nach dem Belegen eine energetische Versorgung der Sauen über 27 MJ ME pro Tier und Tag vermieden werden, um die Überlebensrate der Embryonen zu maximieren. Besonders Jungsauen können einen wesentlichen Embryonenverlust erleben, wenn sie in dieser Zeit eine zu hohe Futter- bzw. Energieversorgung haben (SCHLUMM, 1985). Danach erhalten niedertragende Sauen unter Berücksichtigung ihres Ernährungszustandes zwischen 29 und 34 MJ ME pro Tag. Das entspricht einer Tagesration von 2,5 bis 2,9 kg Trächtigkeitfutter. Da der Föten- und Gebärmutterzuwachs bei niedertragenden Sauen im Vergleich zu hochtragenden gering ist,

kann man relativ leicht ihren Mutterleibzuwachs bzw. ihre Kondition fördern (CLOSE und COLE, 2000).

BOYD (1999) empfiehlt in dieser Zeit eine Futtererhöhung um 7,5 % für jede Notenabweichung vom Idealzustand (Note 3) bei einem BSC von 1-5. Das Ziel sollte die Note 3,5 bis 4 bei der Geburt sein. Es ist jedoch wichtig, die Tiere in dieser Zeit nicht zu überfüttern, da dies negative Effekte auf die Futteraufnahme der Sauen in der Laktation haben kann.

Ab dem 85. Trächtigkeitstag muss die Energiezufuhr deutlich auf 36-44 MJ ME pro Tag erhöht werden, um dem verstärkten Fötenwachstum Rechnung zu tragen (CLOSE und COLE, 2000; BHZP, 2002). Teilweise wird sogar eine extra Futterzugabe von ca. 0,5 kg pro Tier und Tag in den letzten Tagen der Trächtigkeit in Abhängigkeit der vorhergehenden Versorgung empfohlen (CLOSE und COLE, 2000). Nach KLEINE KLAUSING und LENZ (1994) hingegen führt eine Erhöhung der Energiezufuhr über 35 MJ ME bei gut konditionierten Sauen in dieser Phase zu einer Verfettung. Bei günstigen Haltungsbedingungen und guter Sauenkondition empfehlen auch JEROCH et al. (1999) nur 29 MJ ME in der Hochträchtigkeit. Andere Autoren (BEYNON, 2000; CLOSE und COLE, 2000) sehen jedoch bei einer niedrigen Energieversorgung in dieser Zeit die Gefahr, dass die Sauen ihr eigenes Energielager abbauen, um den Ferkelzuwachs, welcher in der Spätträchtigkeit bei 100 g je Ferkel und Tag liegt, auszugleichen. Dies könne zu Stoffwechselfvorgängen führen, die sich auf das Geburtswachstum und die Überlebensaussichten der Ferkel negativ auswirken. Eine hohe Futtermittellieferung in der Hochträchtigkeit beeinflusst auch - im Gegensatz zu einer erhöhten Futtermittellieferung während der Niederträchtigkeit - nicht den Appetit der Sauen während der Laktation (CLOSE und COLE, 2000).

Während der ersten Gravidität ist eine Gewichtszunahme von 50 kg (JEROCH et al., 1999) bis 60 kg (HÜHN, 2002) empfehlenswert. Davon entfallen ca. 20 kg auf Trächtigkeitsprodukte, die in den letzten 30 Tagen der Gravidität angesetzt werden. In der ersten Gravidität zeigt sich, bedingt durch das geringe Erstbelegungsalter der Tiere, ein sehr hoher Lebendmassezuwachs, der jedoch in den folgenden Trächtigkeiten erheblich reduziert ist (LAVOREL et al., 1981). In der zweiten Trächtigkeitsperiode sollte der Lebendmassezuwachs nur noch 45 kg betragen und in den folgenden zwischen 35-45 kg liegen (COMBERG, 1978). WHITTEMORE (1993) gibt für Jungsauen zur Geburt 196 kg und für Altsauen zum 3. Wurf 250 kg als Zielgewicht an. Der

unterschiedliche Energiebedarf von Jung- und Altsauen während der Trächtigkeit ist in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Energiebedarf bei Jungsauen und Altsauen während der Trächtigkeit (unter idealen Umweltbedingungen) nach CLOSE und COLE (2000)

Gewicht bei der Besamung	Netto Zunahme	Unterhaltung	Mutterkörper-Zuwachs	Konzeptus-Zuwachs	Gesamt
kg		MJ ME / Tag			
120	40	19,8	7,3	1,5	28,5
160	30	23,2	5,5	1,5	30,2
200	20	26,2	3,7	1,5	31,4
240	10	29,5	1,9	1,5	32,9
280	5	32,7	1,0	1,5	35,1
320	0	35,8	0,0	1,5	37,3

Als geburtsvorbereitende Maßnahme sollte die Futterration ab dem 3. Tag vor der Geburt schrittweise auf ca. 15–20 MJ ME gekürzt werden (JEROCH et al., 1999; KLEINE KLAUSING, 2003).

2.4.2 Laktierende Sauen

In der Laktation sollte das Futter um 13,3 MJ ME mit 170 g Roheiprotein und 10 g Lysin pro kg haben (s. Tabelle 2). Der Futterwechsel kann mit dem Umstallen der Sau in den Abferkelstall erfolgen. Am ersten Tag nach der Abferkelung soll die Sau noch wie am Tag vor der Geburt gefüttert werden, danach muss die Futtermenge stetig um 0,5 bis 0,7 kg erhöht werden, bis nach 5 Tagen (Jungsauen 7-9 Tagen) die endgültige Ration erreicht wird (KLEINE KLAUSING, 2003). Eine schnelle postpartale Futtermengensteigerung kann Verdauungsstörungen, Futterverweigerung bis hin zu verstärkter Disposition für Mastitis, Metritis und Agalaktie hervorrufen (JEROCH et al., 1999).

Laktierende Sauen haben einen hohen Energiebedarf, der bei großen Würfen die Futteraufnahmekapazität überschreiten kann. Die Grenze ist bei Erstlingsausen eher erreicht als bei Altsauen. Sie liegt bei modernen Rassen nach JEROCH et al. (1999) bei etwa 65 MJ ME. Damit werde der Bedarf für die Erhaltung und Milchbildung für 8 bis 9 Ferkel abgedeckt. IBEN (1998) empfiehlt eine Futtergabe von 1 % der Lebendmasse und 0,5 kg je Ferkel. Das sind bei einer 250 kg schweren Sau mit 12 Ferkeln 8,5 kg Futter (2,5 kg + 12 x 0,5 kg). Am besten sollte eine mindestens dreimal tägliche Ad-Libitum-Fütterung angeboten werden. BAIDOO (1989) konnte nachweisen, dass Sauen, die während der Laktation restriktiv versorgt werden, im Vergleich zu Sauen mit einer Ad-Libitum-Fütterung im Abferkelstall mehr als doppelt so viel Gewicht und RSD verlieren.

Verbraucht die Sau in der Trächtigkeit noch 70 % ihrer Energie für die Erhaltung, muss sie in der Laktation hingegen denselben Prozentsatz für die Milchbildung nutzen. Da diese Leistungsumverteilung nicht schleichend, sondern „auf einen Schlag“ erfolgt, gerät sie meist für ein bis zwei Wochen in ein Energiedefizit, das sie durch Einschmelzen von Fettreserven zu kompensieren versucht (BOLDUAN, 1997). Verfügt die Sau nicht über die dazu nötigen Körperreserven, kommt es zu einer Störung der Milchbildung und damit zu Ferkelverlusten (LEWIS et al., 1978). Nach CLOSE und COLE (2000) ist der Gewichtsverlust unabhängig von der Energiezufuhr in der vierten Laktationswoche, korrespondierend mit der Milchproduktion, am höchsten. MULLAN et al. (1989) zeigten, dass Sauen mit einer niedrigen Energieversorgung während der Laktation mehr Körpersubstanz mobilisierten und daher mehr Gewicht verloren, wobei der Gewichtsverlust in der ersten Hälfte der Laktation größer war als in der zweiten.

Ein laktationsbedingter Lebendmasseverlust der Sau während der Säugezeit von 15 kg wird als noch tolerabel eingestuft. Überschreiten die Verluste 20 bis 25 kg, so leidet die Fruchtbarkeit (HÜHN, 1996). Es verändern sich z.B. das Absetz-Östrus-Intervall und der Besamungserfolg (YANG et al, 1989; STERNING et al., 1990).

2.4.3 Saugferkel

Die pro Sau und Jahr aufgezogene Ferkelzahl sollte mindestens 20 bis 21 betragen. Spitzenbetriebe erreichen 24 bis 25 Ferkel. Jungsauwürfe sind meist um 1 bis 1,5 Tiere kleiner als die von Altsauen (JEROCH et al., 1999). Nach Angaben des Zentralverbandes der Deutschen Schweineproduktion (ZDS, 2002) lag im Jahre 2001 die mittlere Anzahl der geborenen Ferkel je Wurf bei 10,1 und die der abgesetzten Ferkel je Wurf bei 9,4 (Deutsche Landrasse). Im Jahre 2002 betragen die Saugferkelverluste bis zum Absetzen durchschnittlich 13-14 % (BERICHTEN AUS VERDEN, 2003; VzF, 2003). Die Geburtsmasse der Ferkel liegt bei 1200 bis 1400 g. Bei jedem Ferkel über 10 pro Wurf sinkt das mittlere Geburtsgewicht um etwa 100 g. Das Gewicht von früh abgesetzten Ferkeln (21-23 Tage) liegt bei ca. 5 kg, das nach einer Säugezeit von 4,5 bis 5 Wochen bei 8 bis 11 kg (JEROCH et al., 1999).

Während die Wurfgröße von der Ovulationsrate der Sau beim Belegen beeinflusst wird, welche eng mit ihrem Konditionszustand verbunden ist (MULLAN und WILLIAMS, 1989; CROMWELL et al., 1989), scheint die Futteraufnahme der Sau in der Trächtigkeit in einer Beziehung zum Ferkelgeburtsgewicht zu stehen. Jedoch ist dieser Effekt gering und selten signifikant nachweisbar. Die Absetzgewichte der Ferkel sowie deren Verluste werden von verschiedenen Faktoren beeinflusst, wie Menge und Qualität des Kolostrums und der Milch, der Muttereigenschaft, der Säugezeit und den Haltungsbedingungen (CLOSE und COLE, 2000).

Zum Ausgleich der Nährstoffbilanz der Ferkel bei hohen Zunahmen vor allem gegen Ende der Säugephase und um dem Absäugen der Sauen entgegen zu wirken, empfiehlt sich eine Beifütterung. Dabei liegen die erzielbaren Futteraufnahmen je Ferkel während einer fünfwöchigen Säugephase zwischen 1 kg und 2,5 kg (= 13 bis 40 MJ ME bei 13 MJ ME pro Saugferkelbeifutter). Beifutter kann zur Gesamtversorgung also nur 10 bis 20 % beitragen. Gute Futteraufnahmen erreicht man demnach durch:

- regelmäßiges Angebot frischen Futters (nicht länger als 8 Stunden der Stallluft aussetzen);
- breitflächige Pelletsvorlage (um den Wühltrieb der Ferkel mitzunutzen);
- Fettanteile guter Qualität (bis 5 %);
- Ausreichende Anteile hochakzeptabler Einzelfuttermittel: Getreide (Weizen und Gerste bevorzugen), 10 % Magermilch/Molkenpulver verbessern die Akzeptanz, Zucker (2 %);

- Ausreichenden Lysinanteil (> 6 % des Proteins) (JEROCH et al., 1999).

2.4.4 Absetzen-Belegen

Nach WHITTEMORE (1993) sollte das Gewicht von Jungsauen beim Absetzen 170 kg und das von Altsauen nach dem dritten Wurf 230 kg betragen.

Güste Sauen erhalten eine so genannte „Flushing“-Fütterung. Bei dieser Methode wird nach einem Tag fast ohne Futter kurzzeitig bis zum Belegen energie- und nährstoffreiches Futter, z.B. Laktationsfutter, in einer Menge von 3-3,5 kg pro Tag angeboten (BHZP, 2002).

Das Absetzen-Belegen-Intervall wird stark von der vorhergehenden Laktation beeinflusst, wie z.B. von der Säugedauer, der Futtermittellversorgung und dem Gewichtsverlust der Sau sowie der Wurfnummer und Wurfgröße (KING und WILLIAMS, 1984; ZAK et al., 1997).

2.4.5 Haltungseinflüsse

Der Einfluss der Haltung auf die Reproduktionsleistung einer Sau ist vielfältig. Faktoren wie Fütterungstechnik, Stalleinrichtung, Stallluftqualität (Temperatur, Luftfeuchte, Luftgeschwindigkeit, Schadgaskonzentrationen) und das Management stehen in engem Zusammenhang mit dem Wohlbefinden der Tiere und dementsprechend mit ihrer Reproduktivität (CLOSE und COLE, 2000).

JEROCH et al. (1999) empfehlen bei ungünstigen Haltungsbedingungen einen Futterzuschlag von 5 % in den ersten 83 Tagen der Trächtigkeit. Auch Sauen in Gruppenhaltung sollten mit 5 bis 10 % mehr Futter versorgt werden. Die optimale Stalltemperatur bei der Gruppenhaltung liegt nach GEUYEN et al. (1984) um 5 °C niedriger als bei der Einzelhaltung (19° C), jedoch sollte sie bei Sauen mit schlechter Kondition nur um 4° C herabgesetzt sein. Für je 1 °C unterhalb des thermoneutralen Bereiches seien je Tier und Tag Zuschläge von 0,6 MJ ME in Einzelhaltung und von 0,3 MJ ME in Gruppenhaltung erforderlich.

Bisherige Ergebnisse zur Beurteilung der Auswirkung von Haltungssystemen auf die Reproduktionsleistung von Zuchtsauen sind nicht eindeutig. Es sind viele Untersuchungen zum

Vergleich von Einzel- und Gruppenhaltungsverfahren gemacht worden, aber die Ergebnisse zu den Parametern Ferkelgeburtsgewicht, Zahl der lebend bzw. tot geborenen Ferkel, Östrus und Konzeptionsrate sind oft widersprüchlich (SCHADE, 2000). SCHLEGEL und SKLENAR (1972) stellten eine Überlegenheit der Gruppenhaltung in den Parametern Absetz-Rausche-Intervall, Trächtigkeitsrate und geborene Ferkel fest.

Bei Untersuchungen zur Artgerechtigkeit der Einzel- und Gruppenhaltung von Zuchtsauen (STAMMER und ERNST, 1992) stellte sich heraus, dass das Haltungsverfahren keinen Einfluss auf die Leistung (Anzahl lebend und tot geborener Ferkel und die Rastzeit) hat, jedoch die Gewichtsentwicklung während der Trächtigkeit eine Beeinflussung erfährt. Die Tiere in Einzelhaltung haben höhere tägliche Zunahmen. Die Unabhängigkeit der Leistung vom Haltungssystem haben auch SOMMER (1979), FINKE et al. (1984) und GLOOR (1985) bei ihren Untersuchungen festgestellt. Bei optimaler Verfahrensgestaltung erreichten nach HOY und KURTH (2001) Betriebe mit Gruppenhaltung vergleichbare biologische Leistungen wie Betriebe mit Einzelhaltung (Tabelle 4).

Tabelle 4: Erzielte biologische Leistung von Betrieben mit unterschiedlicher Aufstellungs- und Fütterungsform (nach HOY und KURTH, 2001)

Aufstellungs- /Fütterungsverfahren	Würfe je Sau und Jahr	Geb. Ferkel je Sau und Jahr
Einzelhaltung		
Kastenstand	2,09	21,64
Gruppenhaltung		
Längstrog	2,05	21,29
Selbstfangfressstand	2,03	20,16
Dribbelfütterung	2,10	21,11
Abruffütterung	2,17	22,63
Brei-Nuckel-Fütterung	2,18	24,24
Sonstige/gemischte Systeme	2,14	22,50
Mittelwert	2,11	21,87

Teilweise wurden bei der Gruppenhaltung mehr tot geborene Ferkel gefunden. Diese Ergebnisse werden durch den embryonalen FrühTod nach Auseinandersetzungen in der Gruppe erklärt (BOKMA et al., 1990). Einige Autoren finden weniger geborene Ferkel je Sau und Jahr (BACKHUS, 1990; BOKMA et al., 1990). Die Anzahl der geborenen Ferkel ist wesentlich davon abhängig, zu welchem Zeitpunkt die Eingliederung der Sau in die Gruppe stattfand. PEET (1990) empfiehlt, die Sauen entweder einige Tage nach dem Decken oder drei bis vier

Wochen später in die Gruppe einzugliedern. Die Nidation der Embryonen findet in der zweiten Woche nach der Belegung, ca. am 12. Tag, statt (BERNER 1988; ELLENDORF und SMIDT, 1987). Treten Aggressionen in der Phase der Nidation auf, so kann sich das negativ auf die Zahl der Ferkel auswirken (DIMIGEN und DIMIGEN, 1971; LÜCKER, 1991).

Bei Jungsaunen in Gruppenhaltung wurde eine längere Rastzeit ermittelt. Diese ist darauf zurückzuführen, dass sich die Tiere aufgrund ihres Gewichtes und Alters am Ende der Rangordnung befinden und dies einen hemmenden Einfluss auf den Hormonhaushalt hat. Die Ausschüttung von ACTH, Kortikosteroiden und Prolactin ist erhöht und der Tagesrhythmus der Sekretion gestört. Dies führt zu einer Reduzierung der Ausschüttung von Östradiol und LH und zu einem gestörten Zyklus (LADEWIG, 1987; RAUD et al., 1971; BARB et al., 1982). PEDERSON et al. (1993) stellten dagegen fest, dass nicht die Hormonausschüttung der Sauen in Gruppenhaltung verändert ist, sondern nur die Frequenz und die Charakteristik des Östrusverhaltens bei gleichbleibendem Hormonspiegel.

Bei höheren Wurfzahlen zeigt sich der positive Einfluss der Bewegung in der Gruppenhaltung durch ein im Vergleich zur Einzelhaltung kürzeres Absetz-Belegen-Intervall. Darüber hinaus ist auch der soziale Kontakt für die Ausbildung der Deckbereitschaft wichtig (HOOGERBRUGGE et al., 1981). Dabei beeinflusst wohl der Kontakt zu anderen Sauen als auch der Kontakt zu einem Eber das Absetz-Belegen-Intervall.

VAN PUTTEN (1981) zeigt in seinen Untersuchungen, dass die Einflussfaktoren Genetik und Parität in weitaus stärkerem Maße die Unterschiede in der Leistung der Sauen erklären als die verschiedenen Haltungsverfahren. Die Leistung ist also nach seiner Meinung als alleiniger Parameter zur Beurteilung eines Haltungssystems nur ungenügend bzw. kaum geeignet.

2.5 Fazit

Ziel der Arbeit ist die Entwicklung einer automatisierten Konditionsfütterung für Sauen. In Anlehnung an die in der Konstruktionslehre übliche Vorgehensweise (FRANKE, 1990; PAHL und BEITZ, 1986), werden die einzelnen Überlegungs- und Entwicklungsschritte, welche in den jeweiligen Kapiteln erarbeitet wurden, als „Teillösungen“ eines morphologischen Kastens dargestellt. Diese tabellarische Darstellungsform soll einen effektiven und nachvollziehbaren Überblick über den Stand der Entwicklung geben und zieht sich somit als eine Art „roter Faden“ durch die Arbeit. Der morphologische Kasten bedarf in der Regel keiner expliziten Erklärung; er stellt die Ergebnisse der jeweiligen Untersuchungskapitel schematisch dar. Wie in Abbildung 7 zu sehen, sind die Kapitelnummern der jeweiligen Teillösungen angegeben, so dass diese jederzeit zurückverfolgt werden können.

Morphologischer Kasten							
Teillösungen							
2.1. Rechtliche Regelungen	2.1.1 EU-Richtlinie 91/630/EWG vom 19.11.1991 incl. Änderungen			2.1.1 Tierschutz- Nutztierhaltungsverordnung		2.1.1 Ländererlasse	
2.1 Haltungssysteme	2.1 Gruppenhaltung			2.1 Einzelhaltung			
2.2 Tierindividuelle Fütterungssysteme	2.2.1 Abrufstation		2.2.2 Brei-Nuckel		2.2.3 Flüssigfütterung		
2.3 Konditionskriterien	2.3.1 BCS	2.3.2 Gewicht	2.3.3 Körperfett	2.3.4 Rückenspeckdicke (RSD)			
2.3 Bestimmung Fettgehalt u. RSD	2.3.3 BIA	2.3.3 CT	2.3.3 MRT	2.3.4.1 A-Scan-Geräte		2.3.4.1 B-Scan-Geräte	
2.3 Messpunkte	2.3.4.2 STAMBOEK	2.3.4.2 P ₂	2.3.4.2 ABC-6	2.3.4.2 SSD	2.3.4.2 Dänisch	2.3.4.2 P ₁₋₃	
2.3 RSD-Richtwerte (mm)	2.3.4.3 16 - 20	2.3.4.3 15 - 24	2.3.4.3 13,9 - 25				
2.3 Automatisierungs- lösungen	2.3.4.4 Videobildanalyse nach TILLET et al. (2002)						
2.4. Allg. Fütterungs- empfehlungen	2.4.1 gravide Sauen		2.4.2 laktierende Sauen		2.4.3. Saugferkel	2.4.4 Absetzen-Belegen	
2.4 Konditions- fütterung	2.4.1 Regressionsmodell (RSD) nach CLOSE & COLE (2000)			2.4.1. Prozentuale Zuteilung (BCS) nach BOYD (1999)			
Ziel	Automatisierte Konditionsfütterung für Sauen						

Abbildung 7: Morphologischer Kasten - Literaturergebnisse

3 MATERIAL UND METHODIK

3.1 Darstellung der Betriebe

Die Untersuchungen fanden auf zwei Versuchsstationen der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft und zwei Praxisbetrieben statt. Die Daten wurden innerhalb von 34 Monaten (Februar 2000 bis November 2002) in verschiedenen Zeiträumen und mit unterschiedlichen Schwerpunkten auf den einzelnen Standorten erhoben. Im folgenden werden nur die für die Untersuchung relevanten Betriebsdaten vorgestellt.

3.1.1 Versuchsbetriebe

Versuchsstation der FAL in Braunschweig (BB)

Für die Untersuchung wurden innerhalb der Versuchsstation Braunschweig vom Institut für Betriebstechnik und Bauforschung (BB) 10 Sauen der Deutschen Landrasse in einem extra dafür umgebauten Abteil mit Teilspaltenboden und Fressliegeständen aufgestellt. Dabei handelte es sich ausschließlich um leere Sauen, die aus dem Bestand der FAL-Mariensee kamen, und auch nicht belegt wurden. Die Futtermittellieferung der Tiere erfolgte über einen Brei-Nuckel.

Versuchsstation der FAL in Mariensee (TZ)

In der Schweineversuchsanlage des Institutes für Tierzucht (TZ) konnten 60 Sauen der Deutschen Landrasse während eines Untersuchungszeitraumes von 15 Monaten genutzt werden. Dabei handelte es sich sowohl um Alt- als auch um Jungsauen. Eine genaue Angabe der Paritätenverteilung erfolgt bei der Darstellung der einzelnen Untersuchungsergebnisse. Um einheitliche Versuchsbedingungen während der Tragezeit (ab ca. 21. Tragtag) zu realisieren, wurde ein ehemaliges Deckabteil mit Kastenstandaufstallung und Teilspaltenboden zur Haltung von zwei Sauengruppen (à 12-16 Tiere) umgebaut. Die Sauen wurden je Gruppe über einen Brei-Nuckel mit dem in Tabelle 5 dargestellten Futter versorgt. Zusätzlich erhielten sie täglich frische Stroheinstreu auf den geschlossenen Flächen. Am 108. Tag p.c. wurden die Tiere in ein Abferkelabteil für 8 Sauen mit konventionellen Ferkelschutzkörben umgestellt. Ab

diesem Zeitpunkt erhielten die Tiere zweimal täglich ein Alleinfuttermittel für laktierende Sauen (s. Tabelle 5).

Tabelle 5: Zusammensetzung des Sauen- und Ferkelfutters auf der Versuchsstation Mariensee (Angaben der Gehalte in der organischen Substanz)

Futternamen		Alleinfutter für Zuchtsauen (tragend)		Alleinfutter für Zuchtsauen (laktierend)		Ferkelaufzucht-futter	
		ZT-Futter		ZL-Futter		FA-Futter	
Energie	MJ ME/kg	12,11		13,45		13,0	
Lysin-Energie-Verhältnis	g Lysin/MJ ME	0,50		0,73 – 0,71		n.a.	
Inhaltsstoffe	Rohprotein	%	12,0	16,52	19,0		
	Rohfaser	%	7,0	3,24	4,82		
	Rohfett	%	3,45	2,98	3,69		
	Rohasche	%	7,5	7,5	n.a.		
	Stärke	%	44,8	49,39	42,35		
	Lysin	%	0,50	0,83	1,21		
	Meth. + Cystin	%	0,39	0,59	0,72		
	Methionin	%	0,25	0,35	n.a.		
	Threonin	%	0,44	0,54	0,73		
	Tryptophan	%	0,16	0,17	0,27		
	Calcium*	%	0,77	0,93	0,90		
Phosphor*	%	0,55	0,70	0,68			
verd. Phosphor	%	0,35	0,47	0,42			
Natrium	%	0,22	0,29	0,31			

n.a. = nicht angegeben

Die hofeigene Mischung für jeden Futternamen basierte auf unterschiedlichen Anteilen von Gerste, Hafer, Weizen, Luzernegrünmehl, Maiskleber, Erbsen und Sojaöl.

Eine Beifütterung der Ferkel mit dem Ferkelaufzucht-Futter (FA) erfolgte nach Bedarf (\varnothing 2,7 kg/Wurf bei vierwöchiger Säugezeit). Nach einer anfänglich betriebseigenen Säugezeit von 6 Wochen, die später auf 4 Wochen reduziert wurde, kamen die Sauen in einen Deckbereich mit Fress-Liege-Standaufstallung. Dort wurden sie am ersten Tag nach dem Absetzen mit 1-2 kg Futter für tragende Zuchtsauen (ZT) versorgt. Danach erfolgte eine „Flushing-Fütterung“ bis zum Belegen. Bis zur Umrauschkontrolle verblieben die Tiere in Einzelhaltung und erhielten entsprechend ihres Konditionszustandes ca. 2,5 kg des Futters für tragende Zuchtsauen.

Allen Tieren stand eine ausreichende Menge an Tränkenippel zur Wasserversorgung uneingeschränkt zur Verfügung. Die Raumtemperatur konnte für jedes Abteil über einen Klimacomputer individuell gesteuert werden.

Weiterhin konnten 22 Mastschweine aus dem Institut TZ in Mariensee für die MRT genutzt werden.

3.1.2 Praxisbetriebe

Betrieb A

Betrieb A ist Teil einer Betriebsgemeinschaft mit insgesamt 210 Zuchtsauen aus dem Bundeshybridzucht-Programm (BHZP). Dort werden ausschließlich tragende Sauen aufgestellt, die von dem 40 km entfernten Partnerbetrieb (Gruppenhaltung) ca. 1 Woche a. p. angeliefert werden. Als Futter erhalten die Sauen im Abferkelstall (Ferkelschutzkorb) ein Alleinfutter für laktierende Sauen nach BHZP-Bedarfswerten (s. Tabelle 3). Die Futterzuteilung wird von dem Betriebsleiter anhand der visuellen Konditionsbeurteilung berechnet und beträgt nach 5-7 Tagen Anfüttern ca. 6-8 kg/Tier und Tag. Das Absetzen der Ferkel erfolgt nach einer drei- bis vierwöchigen Säugezeit.

Betrieb B

In diesem Betrieb werden 200 tragende BHZP-Zuchtsauen in 50er Gruppen in einem Kaltstall mit Kistenaufstallung und Auslauf gehalten. Die Futtermittellieferung der tragenden Sauen erfolgt über je 3 Brei-Nuckel pro Bucht. Am 108. Tag p.c. werden die Tiere zum Abferkelstall (Ferkelschutzkorb) transportiert. Betrieb B arbeitet nach einem speziellen Fütterungskonzept der Fa. AHRHOFF (2002), welches eine restriktive (1,8 bis 3,0 kg/Tier/Tag) aber sehr energiereiche (12,6- 12,8 MJ ME/kg) Futtermengenzuteilung der tragenden Sauen vorsieht. Nach diesem System nehmen die laktierenden Sauen bei einer Säugeperiode von 28 Tagen ca. 8-10 kg Futter pro Tier und Tag auf.

3.2 Erfassung verschiedener Parameter

Da auf der Versuchsstation der FAL in Mariensee die Untersuchungen zur Entwicklung einer speckdicken-orientierten Futtermittellieferung stattfanden, wurden dort alle die im folgenden beschriebenen Parameter erfasst. Auf den übrigen Betrieben wurde nur der Konditionszustand der Tiere mittels Speckdickenmessung und Body-Condition-Score (BCS) ermittelt.

3.2.1 Gewicht und Body-Condition-Score (BCS)

Das Gewicht der Sauen wurde mit einer Viehwaage bestimmt, deren Wiegebereich (bis 1000 kg) für diesen Zweck ausreichend (Auflösung 1 kg) war. Die Ferkel wurden einzeln von den Versuchsstationsmitarbeitern mittels Feinwaage gewogen.

Der BCS wurde mit dem im Anhang (s. Kapitel 10.1) dargestellten Schlüssels nach KLEINE KLAUSING et al. (1998) von immer der selben Person bestimmt. Um eine genaue Konditionsveränderung zu dokumentieren, wurden 0,25 Notenschritte vergeben.

3.2.2 Rückenspeckdicke (RSD)

Um vergleichbare und aussagefähige Speckdickenwerte zu erhalten, ist es unbedingt notwendig, bei jeder Messung dieselbe Messmethode anzuwenden. Es konnten fünf unterschiedliche Messmethoden zur Erfassung des Rückenspecks in der Literatur ermittelt werden, die als Referenzmethode zur Überprüfung eines für die Automatisierung geeigneten Messpunktes in Frage kamen (s. Kapitel 2.3.4.2).

Die STAMBOEK-Methode wird neben der ABC-6-Methode im Vergleich zur P₂-Messung als die beste Methode zur Konditionsbeurteilung bezeichnet, da sie einen guten Überblick über die Speckauflage am ganzen Tierkörper gibt (VAN WESEL, 1996). Zudem ist die Speckschicht an den vorderen Punkten vielmehr von äußeren Umständen wie Haltung und Fütterung abhängig als die im hinteren Rückenbereich. Eigene Erfahrungen zeigten, dass es bei sehr fetten Sauen oft schwierig ist, die letzte Rippe zu ertasten. Daher wurde zur Erfassung der Rückenspeckdicke ausschließlich die ABC-6-Methode angewendet. Es stellte sich nach einer Reihe von Messungen heraus, dass sich die Speckdicke beidseitig der Wirbelsäule nicht

unterscheidet, daher war die Erfassung der Punkte A, B und C nur einseitig am Tier ausreichend. Die Tiere wurden während der Futteraufnahme am Brei-Nuckel oder Trog manuell vermessen, da so eine möglichst einheitliche Körperstellung gegeben war. Die Speckdickenmessung erfolgte immer durch die selbe Person.

Insgesamt wurden drei unterschiedliche Ultraschallmessgeräte zur Ermittlung der Speckdicke eingesetzt. Dabei handelte es sich um zwei im A-Modus arbeitende Geräte (USM 22 F der Fa. Agfa NDT GmbH [ehemals Krautkrämer], Renco-Lean-Meater der Fa. Herberholz) und um ein B-Mode-Gerät (Curved-Transducer, $f = 5,0/7,5$ MHz der Fa. Pie Data Elektronik). Nur das USM 22 F wurde käuflich erworben. Bei den anderen Geräten handelte es sich um eine Leihgabe. Die Messungen erfolgten mit Ultraschallkontaktgel.

Weiterhin konnte zur Ermittlung der Speckdicke der Magnet-Resonanz-Tomograph (MRT) im Institut für Tierzucht der FAL in Mariensee eingesetzt werden. Eine Beschreibung der Funktionsweise der MRT findet sich in Kapitel 2.3.3.

3.2.3 Futteraufnahme

Im Wartestall konnte die Futterzuteilung und -aufnahme je Tier mittels der Einzeltierfütterung Brei-Nuckel genau bestimmt werden. Dazu wurde der Brei-Nuckel vor in Betriebnahme ordnungsgemäß kalibriert. Dies geschieht, indem man die Futtermenge zurück wiegt, die bei einer 10maligen Schneckenumdrehung aus dem Futterzuteilrohr ausdosiert wird. Da die Futtermenge direkt in das Maul des an der Station erkannten Tieres gelangt, sind die Futterverluste ($< 3\%$) zu vernachlässigen. Im Gegensatz zu einer Trogfütterung kann es hier nicht zu im Trog verbleibenden Restmengen kommen, die dann von der nachfolgenden Sau aufgenommen werden können. Ein Fressprotokoll gibt täglich Auskunft über die nicht abgerufenen Futtermengen. Das Futter für die Sauen im Abferkel- und Deckstall wurde täglich und das für die Saugferkel nach Bedarf manuell eingewogen und zugeteilt. Da keine Rückwiegung - insbesondere der Futterverluste - erfolgte, kann bei den Saugferkeln nur von theoretisch aufgenommenen Futtermengen ausgegangen werden. Von den Sauen hingegen wurde in der Regel - mit Ausnahme im Krankheitsfall - die gesamte vorgelegte Futtermenge verzehrt.

Abbildung 8 stellt die in der Versuchsstation Mariensee übliche Futtermengenzuteilung dar.

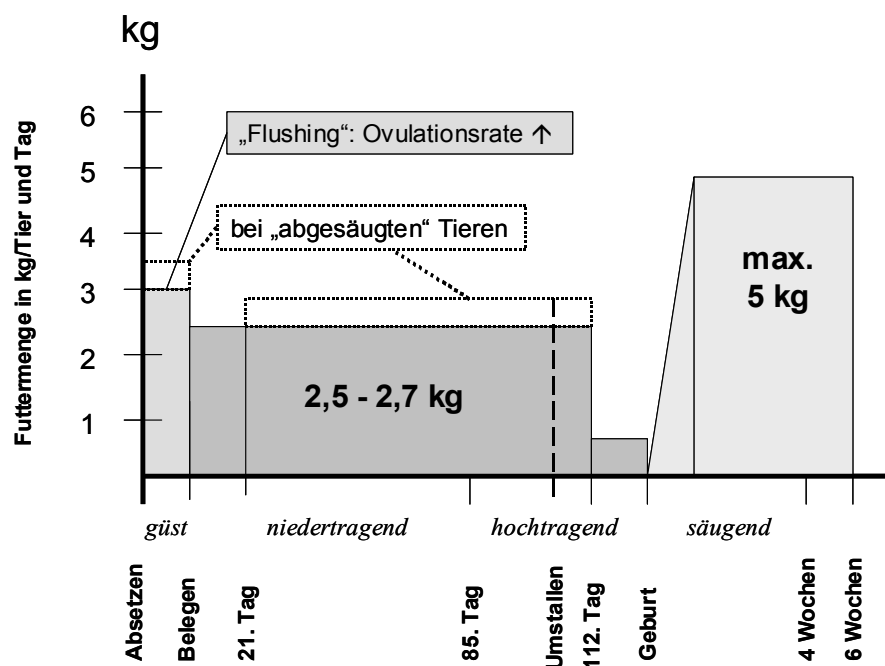


Abbildung 8: Fütterungssystem der Versuchsstation in Mariensee

3.2.4 Zeitpunkte der Erfassung

Die Erfassung der jeweils notwendigen Parameter erfolgte auf allen Betrieben entsprechend dem Reproduktionszyklus an den in Tabelle 6 aufgeführten Zeitpunkten.

Tabelle 6: Zeitpunkte der Parametererfassung

Zeitpunkte	Deckstall	Wartestall	Abferkelstall			
	Absetzen bis 21. Tag p.c.	21.-108. Tag p.c.	Geburt	21. Tag p.p.	28. Tag p.p.	45. Tag p.p. (Absetzen)
Sauengewicht		wöchentlich			X	(X)
BCS		wöchentlich			X	(X)
RSD manuell		wöchentlich			X	(X)
RSD automatisch		täglich				
Futteraufnahme Sau	täglich					
Ferkelanzahl			X	X	X	(X)
Ferkelgewicht			X	X	X	(X)
Futterzuteilung Ferkel	nach Bedarf (ca. ab der ersten Lebenswoche)					

3.3 Rahmenbedingungen

Im folgenden werden die Rahmenbedingungen beschrieben, die innerhalb der Versuchsanstellung beachtet werden mussten.

Zusammenstellen der Versuchsgruppen

Da die Versuchsanlage in Mariensee nur eine begrenzte Anzahl an Abferkelplätzen besitzt und die Tiere teilweise für institutseigene Forschungsvorhaben genutzt wurden, war die Auswahl der in den Versuch aufzunehmenden Sauen beschränkt. Ebenso ist in Mariensee keine Brunstsynchronisation vorgesehen, so dass die Sauen unterschiedliche Belegungszeitpunkte hatten. Dies erschwerte die Gruppenzusammenstellung. Dennoch wurde - so weit wie möglich - versucht, um Frühaborten bei Rangauseinandersetzung entgegenzuwirken, Gruppen mit annähernd gleichen Tragetagen und einem homogenen Paritätenverhältnis zu bilden.

Fütterung und Säugezeit

Die ersten Absetzergenergebnisse in der Schweineversuchsanlage in Mariensee zeigten, dass die Sauen durch die geringe betriebsübliche Futtermengenzuteilung und der sehr langen Säugeperiode zu sehr abgesäugt wurden. Daraufhin wurde die gesamte Energieversorgung aller Sauen nach den Fütterungsempfehlungen der Landwirtschaftskammer Hannover (s. Tabelle 12) ausgerichtet, welche u.a. eine Ab-Libitum-Fütterung der säugenden Sauen vorsieht. Ebenso wurde zwischenzeitlich die Säugezeit von 6 auf 4 Wochen verringert. Da die Ferkelanzahl und -gewichte versuchsbedingt am 28. Tag p.p. ermittelt wurden, hatte dies auf den Versuch keine Auswirkung. Lediglich die Absetzgewichte der Sauen und deren Speckdicke musste mittels Regressionsanalyse auf die entsprechend kürzere Säugezeit zurück gerechnet werden, was jedoch kein Problem darstellte. Die Auswirkungen der veränderten Säugeperiode auf das Absetz-Belegen-Intervall wurden nicht ermittelt, da die Erfassung dieses Parameters nicht zur Beurteilung der Reproduktionsleistung in die Untersuchung miteinbezogen wurde.

Zur Vorbereitung der Sauen auf die Geburt erhielten sie betriebsüblich ab den 112. Tag p.c. täglich 0,5 kg Futter. Da der errechnete Geburtstermin nicht immer dem tatsächlichen entspricht, kam es vor, dass diese geringen Mengen bis zu einer Woche verabreicht wurden. Dies stellt eine klare Unterversorgung der Sauen dar und muss als äußerst ungünstig bezeichnet werden.

Einige Sauen ferkelten erst in den späten Abendstunden. Daher konnten die Geburtsgewichte der Ferkel erst am folgenden Tag ermittelt werden, welche dann entsprechend der aufgenommenen Milchmenge höher lagen. Der Futtermittelverbrauch je Wurf innerhalb einer vierwöchigen Säugezeit war mit durchschnittlich 2,7 kg auffallend gering, was wohl auf den langen Verbleib des Futters in den Ferkelschalen (länger als 8 Stunden) und auf den fehlenden Milchsäureanteil zurückzuführen ist.

Stallklima

Der Einfluss des Stallklimas auf die Reproduktionsleistung ist unbestritten, daher fanden die Untersuchungen in der Schweineversuchsanlage in Mariensee über einen Zeitraum von 15 Monaten unter Warmstallbedingungen statt. Im Nachhinein muss jedoch die Klimasteuerung in der Versuchsanlage als unbefriedigend eingestuft werden. Leider konnten die einzelnen Stallabteile klimatechnisch (Raumtemperatur und Luftqualität) nicht so gesteuert werden, wie es wünschenswert gewesen wäre. Dies ist vor allem auf eine veraltete und unzureichend leistungsfähige Zu- und Abluftsteuerung zurückzuführen.

Ultraschallmessgeräte

Bei zwei von drei eingesetzten Ultraschallmessgeräten handelte es sich um eine zeitlich befristete Leihgabe. Daher war es nicht möglich, alle Geräte für die Vergleichs- bzw. Wiederholungsmessungen zeitgleich einzusetzen.

Versuchsdaten Betrieb A

Aufgrund der unzureichenden Messgenauigkeit des Messgerätes Renco-Lean-Meater, welche sich erst im Laufe der Untersuchung zeigte, konnten nur Teile der auf dem Betrieb A gesammelten Versuchsdaten für eine Auswertung herangezogen werden.

3.4 Methodisches Vorgehen

Die Untersuchung gliedert sich im wesentlichen in drei Arbeitsschritte.

1. Zu Beginn der Untersuchung stand die Auswahl eines für die Automatisierung geeigneten Ultraschallmessgerätes sowie geeigneter Speckdickenmesspunkte am Tier im Vordergrund. Danach sollte die Entwicklung eines Messarmes erfolgen, welcher in der Lage ist, den/die am Tier definierten Messpunkt(e) automatisch zu erfassen. Dazu mussten u.a. zwei Software-Programme entwickelt werden, die zum einen die Steuerung der Messtechnik und zum anderen die automatische Speicherung und Verarbeitung der Speckdickenwerte ermöglichten.
2. Der zweite Arbeitsschritt befasste sich mit der Entwicklung einer Futterkurve, die automatisch auf Speckdickenveränderungen reagieren kann. Dazu wurden die Tiere in der Schweineversuchsanlage in Mariensee mit unterschiedlichen Futtermengen versorgt. Dabei auftretende Veränderungen der Speckdicke und der Tierleistung sollten Grundlage für eine zukünftige speckdicken-orientierte Fütterungsempfehlung sein.
3. Im letzten Arbeitsschritt sollte überprüft werden, welche Auswirkungen die automatische Konditionsfütterung im Vergleich zu einer Standardversorgung der Tiere auf die Tierleistung hat.

Die einzelnen Arbeitsschritte konnten aufgrund bestimmter Versuchsvoraussetzungen (Leihgabe der Ultraschallmessgeräte, freiwillige Mitarbeit der Praxisbetriebe, Rahmenbedingungen auf den Versuchstationen, usw.) und durch den ständig neu gewonnen Erkenntnisfortschritt, da es sich hier um eine Entwicklungsarbeit handelte, nicht in der dargestellten Chronologie durchgeführt werden. Eine ausführliche Beschreibung der Vorgehensweise findet sich daher in den entsprechenden Kapiteln im Ergebnisteil.

3.5 Statistische Auswertung

Die Datenauswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS der Firma SAS Institute. Folgende Prozeduren wurden für die Auswertung verwendet:

1. Means : Deskriptive Statistik
2. Reg : Regression
3. Corr : Korrelation
4. Freq : Häufigkeitsanalyse
5. Mixed : Varianzanalytische Auswertung
6. Glm : Kovarianzanalytische Auswertung

Die in den Prozeduren 1 bis 3 aufgestellten Hypothesen wurden mittels t-Test überprüft. Bei der zweidimensionalen Häufigkeitsanalyse wurde der Chi-Quadrat (χ^2) - Test zur Überprüfung auf Abhängigkeit beider Merkmale angewendet. Mixed- und Glm-Prozedur verwenden standardmäßig den F-Test. Für multiple Mittelwertsvergleiche wurden der Tukey-Test sowie speziell der Dunnett-Test beim Vergleich mit einer bestimmten Kontrollvariante verwendet.

Für alle statistischen Tests wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % vorgegeben ($\alpha = 5\%$). Die (Null-)Hypothesen wurden verworfen, wenn $p < 0,05$ war. Dem entsprechend wurden die Signifikanzen wie folgt gekennzeichnet:

$$\begin{aligned} 0,05 > p \geq 0,01 &= * \\ 0,01 > p \geq 0,001 &= ** \\ 0,001 > p &= *** \end{aligned}$$

4 ERGEBNISSE UND DISKUSSION - TEIL 1:

TECHNISCHE ENTWICKLUNG DER AUTOMATISIERTEN KONDITIONSFÜTTERUNG

4.1 Grundsätzliche Anforderungen

Fütterungstechnik

Entscheidend für jede funktionsfähige Automatisierung ist, dass das Tier bei jeder Messung die gleiche Position einnimmt. Diesbezüglich lieferte eine Arbeit von BICHMANN und HEEGE (1997) zur Entwicklung einer automatischen Rausche- und Trächtigkeitsdetektion wichtige Hinweise. Die Autoren entwickelten auf Basis einer Abrufstation eine sensorgesteuerte Trächtigkeitsdiagnostik mittels Ultraschall am Schwein. Ihren Erkenntnissen zufolge liegt die größte Schwierigkeit bei einer automatisierten Ultraschallmessung am Tier in der genauen Platzierung des Messkopfes an der erforderlichen Messstelle. Um die Messgenauigkeit zu erhöhen, verkleinerten sie den Trog in der Abrufstation so, dass eine Bewegung der Sau während der Messung weitgehendst ausgeschlossen war. Viel günstigere Voraussetzungen für eine automatisierte Messung bietet hingegen die Einzeltierfütterung „Brei-Nuckel“ aufgrund der „freiwilligen Fixierung“ der Tiere durch den Nuckel (s. 2.2.2). Im Gegensatz zur Trogfütterung ist davon auszugehen, dass die Schweine am Brei-Nuckel ihre Körperhaltung während der Nahrungsaufnahme nicht entscheidend verändern. Daher wurde diese Fütterungstechnik für den Versuch ausgewählt.

Messpunkte

Da der Brei-Nuckel im Gegensatz zur Abrufstation nur Schulterblenden besitzt, erschien das Ansteuern eines Messpunktes möglichst weit vorne am Tierkörper aus technischer Sicht am besten realisierbar. Zudem deuteten die im Institut TZ der FAL durchgeführten MRT-Aufnahmen im Schulterbereich von Schlachtschweinehälften, die anschließend zerlegt wurden, auf eine hohe Beziehung der Schulterzusammensetzung zur Gesamthälftenzusammensetzung

hin (GRIEP, 1991). Aus diesem Grund wurden neben der klassischen ABC-6-Methode 9 weitere Messpunkte im Schulterbereich des Tieres hinsichtlich ihrer Messtauglichkeit und Aussagekraft zur Konditionsermittlung überprüft. Abbildung 9 zeigt die untersuchten Messpunkte am Tierkörper.

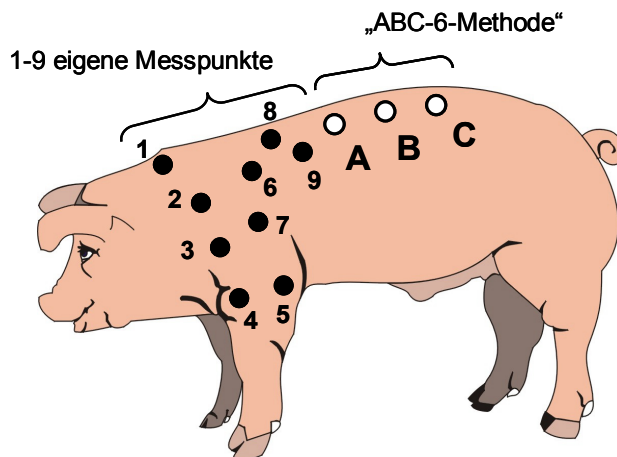


Abbildung 9: Messpunkte am Tierkörper

Ultraschallmessgeräte

Es sollte ein Ultraschallmessgerät ausgewählt werden, welches hinsichtlich Messgenauigkeit und Anwendbarkeit (z.B. Datenübertragung) für eine Automatisierung geeignet ist. Ebenso durften die im Rahmen des Projektes bewilligten Mittel für die Anschaffung und die Umsetzung des Automatisierungsvorganges nicht überschritten werden. Eine sehr gute Messgenauigkeit besitzen die relativ kostenintensiven B-Scan-Geräte (10.000 bis 30.000 Euro), deren Ergebnisse jedoch als kontrastreiches Bild auf einem Monitor dargestellt werden, und somit der Interpretation des Anwenders bedürfen. Für eine Automatisierung wäre daher eine automatische Bildanalyse notwendig, die nach Recherchen von BICHMANN (1997) Kosten oberhalb 50.000,- Euro verursacht. Auf dem Markt erhältliche A-Scan-Geräte in unterschiedlichen Preisklassen (700 bis 7.000,- Euro) liefern hingegen meist einen digitalen Wert, dessen rechnergestützte Analyse als weit aus günstiger einzuschätzen ist.

4.2 Auswahl eines Ultraschallmessgerätes und geeigneter Messpunkte zur Automatisierung

In diesem Untersuchungsabschnitt werden die einzelnen Arbeitsschritte dargestellt, die zur Auswahl eines Ultraschallmessgerätes und geeigneter Messpunkte für die Automatisierung führten. Dabei fand die Prüfung der Geräte auf ihre Messgenauigkeit hin sowie die Untersuchung der Aussagekraft zur Konditionsbeurteilung der 9 eigen definierten Messpunkten im Vergleich zu den Punkten der ABC-6-Messung (Referenzmethode) zum Teil zeitgleich statt.

4.2.1 Speckdickenermittlung mittels A-Scan-Geräten

Für die ersten Untersuchungen auf dem Praxisbetrieb A konnte der Renco-Lean-Meater als Leihgabe genutzt werden. Der Renco-Lean-Meater ermöglicht zwei Grundeinstellungen (A und B) zur Speckdickenerfassung. Zu dieser Zeit konnte weder der Vertreter des Gerätes in Deutschland zur richtigen Einstellung eine Auskunft geben, noch war diesbezüglich etwas in der beiliegenden Gebrauchsanweisung zu erfahren. Eine varianzanalytische Berechnung für alle Messpunkte ($n = 234$) über 13 Sauen zeigte signifikante Unterschiede ($p = 0,0004$) zwischen den beiden Einstellungsvarianten, brachte jedoch noch keine Gewissheit über die richtige Gerätehandhabung. Daher wurde eine Vergleichsmessung mit dem Gerät USM 22 F durchgeführt. Die Ergebnisse der Varianzanalyse für jeden einzelnen Messpunkt sind in der nachfolgenden Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Ablehnungswahrscheinlichkeit ($p < 0,05$) für die Speckdickenwerte ($n = 690$) einzelner Messpunkte zum Vergleich des Renco-Lean-Meaters (Einstellung A und B) mit dem Gerät USM 22 F

Messpunkte	Anzahl Messungen	GeräteEinstellung A	GeräteEinstellung B
		(Renco-Lean-Meater) zu USM 22 F	(Renco-Lean-Meater) zu USM 22 F
	n	p	p
A	60	0.3873	0.0156 *
B	60	0.2921	0.0029 **
C	60	0.8340	0.3550
1	51	0.0102 *	0.0001 ***
2	59	0.0303 *	0.0002 ***
3	59	0.1834	0.0052 **
4	58	0.2532	0.0002 ***
5	54	0.0303 *	0.0017 **
6	60	<.0001 ***	<.0001 ***
7	56	0.0932	0.0003 ***
8	57	<.0001 ***	<.0001 ***
9	56	0.1216	0.0050 **

Die mit dem Renco-Lean-Meater erzeugten Speckdickenwerte zeigten im Vergleich zu den Werten des USM 22 F besonders für die Messpunkte 1 bis 9 eine nur unbefriedigende Übereinstimmung, wobei bei der Einstellungsvariante B die häufigsten signifikanten Unterschiede auftraten. Zwar lässt sich daraus vermuten, dass die Einstellungsvariante A als die korrekte angesehen werden muss, jedoch konnte dies mit dieser Messreihe nicht eindeutig geklärt werden, da die Anwendung des Gerätes USM 22 F einen sehr hohen Erfahrungsschatz des Anwenders bedarf, der zu diesem Zeitpunkt nicht gegeben war. Dies bezieht sich vorwiegend auf die korrekte Interpretation des im Display angezeigten graphischen Speckdickenverlaufes. Um den richtigen Speckdickenwert zu erhalten, sind verschiedene Geräteeinstellungen nötig, wie z.B. die Einstellung der Echostärke oder die Messblendenpositionierung. Mögliche Interpretationsfehler erklären somit die insgesamt sehr niedrigen Ergebnisse der Varianzanalyse. Bei einer darauf folgenden Wiederholungsmessung ($n = 1642$) an 8 Sauen mit zwei verschiedenen Geräteeinstellungen am USM 22 F wurden für 11 von 12 Messpunkte signifikante ($p < 0,05$) Unterschiede ermittelt. Damit wurde deutlich, dass das Gerät nicht sachgemäß angewendet worden war. Um die richtige Handhabung des Gerätes zu erlernen, erfolgte ein Besuch bei zwei Züchtungszentralen, die das USM 22 F für

ihre Zuchtwertschätzungen einsetzen. Dadurch konnten die größten Unsicherheiten in der Anwendung behoben werden.

4.2.2 Überprüfung der A-Scan-Geräte mittels MRT

In einer weiteren Untersuchung sollte die Messgenauigkeit der beiden A-Scan-Geräte mittels MRT-Verfahren (s. 2.3.3) überprüft werden. Dazu wurden 22 Endmastschweine tomographiert und mittels Ultraschall vermessen. Die Größe des MRT erlaubt es nur, Tiere mit einem Lebendgewicht bis max. 100 kg schichtweise abzubilden. Aus diesem Grund konnten keine Sauen für die Messreihe verwendet werden.

Bei der Anwendung des MRT-Verfahrens zur Überprüfung der Messgenauigkeit der Ultraschallgeräte muss auf folgende Rahmenbedingungen hingewiesen werden:

1. Um den Kreislauf der Mastschweine während der Tomographieaufnahme, die ca. 80 Minuten dauert, nicht unnötig zu belasten, erhalten die Tiere zur Vorbereitung (Positionierung auf der Einschubtrage) nur ein Kurzzeitsedativum und werden in dem Tomographen selbst mit Halothan in Narkose gehalten. Auf Grund der hoch magnetischen Anziehungskraft des Tomographen ist es nicht möglich, Messgeräte sowie anziehende Metalle in dessen Nähe zu bringen. Diese würden sofort zerstört. Daher musste die Ermittlung der Speckdicke mittels Ultraschallmessgeräte außerhalb des Tomographieraumes stattfinden. Da dort die Versorgung mit Halothan unterbrochen war und die Wirkung des Kurzzeitsedativums schnell nachlies, bestand jeder Zeit die Gefahr, dass sich die Schweine eigenständig von der Trage entfernten. So konnte die Speckdickenermittlung mittels Ultraschall erst dann geschehen, nachdem sich die Tiere wieder in einer sicheren Bodenlage befanden. Das hatte den Nachteil zur Folge, dass die Tiere bei der Ultraschallmessung eine vom zuvor erstellten Tomographiebild unterschiedliche Körperhaltung einnahmen, was möglicherweise eine Verschiebung der Speckauflage mit sich bringen kann.
2. Damit die am Schwein definierten Messpunkte auf dem Magnet-Resonanz-Bild lokalisiert werden konnten, wurde die Position der Messpunkte hinsichtlich ihrer Höhen- und Längsausrichtung am Tier während es auf der Einschubtrage lag schriftlich festgehalten.

Die dabei erhaltenen x- und y-Koordinaten wurden, wie das Beispiel in der Abbildung 10 zeigt, auf das Schichtbild übertragen, um so den Messpunkt zu definieren.

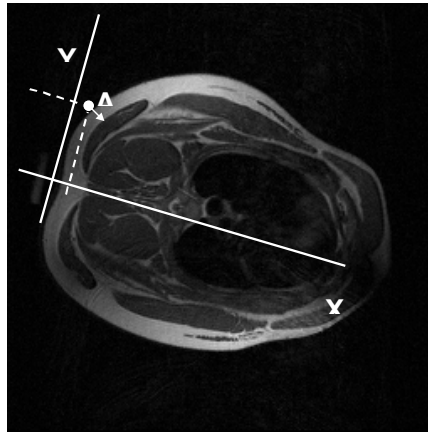


Abbildung 10: Auswertungsbeispiel einer Magnet-Resonanz-Tomographie-Aufnahme

3. Bei dem Renco-Lean-Meater traten während den Messungen Funktionsstörungen auf, so dass die zu diesem Zeitpunkt ermittelten Speckdicken in Frage gestellt werden müssen. Das Gerät wurde nach der Messreihe zur Überprüfung beim Vertreiber eingesandt, der jedoch keinen Fehler feststellen konnte. Die Anwendung des USM 22 F wurde zwar mittlerweile erlernt, jedoch können die erzeugten Werte aufgrund mangelnder Anwenderoutine mit Fehlern behaftet sein.

In Anbetracht der oben beschriebenen Rahmenbedingungen konnten folgende Ablehnungswahrscheinlichkeiten (p) zwischen den Messwerten aus der MRT mit denen der Ultraschallmessgeräte Renco-Lean-Meater und USM 22 F berechnet werden (s. Tabelle 8).

Tabelle 8: Ablehnungswahrscheinlichkeit ($p < 0,05$) für die Speckdickenwerte ($n = 686$) einzelner Messpunkte aus den Messreihen der MRT im Vergleich mit denen des Renco-Lean-Meaters und denen des USM 22 F

Messpunkte	Anzahl Messungen	Renco-Lean-Meater zu MRT	USM 22 F zu MRT
	n	p	p
A	59	0.5248	0.1660
B	59	0.1097	0.3287
C	59	0.2500	0.8052
1	59	0.1073	0.0111 *
2	51	0.7087	0.2085
3	58	0.8549	0.5917
4	57	0.4990	0.0265
5	56	0.0718	0.0004 **
6	57	0.2285	0.6471
7	56	0.6022	0.2567
8	58	0.5422	0.2098
9	57	0.7571	0.6536

Lediglich für die Messpunkte 1 und 5 konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Speckdickenwerten der MRT und des USM 22 F ermittelt werden. Für alle anderen Messpunkte, die mittels A-Scan-Geräte erzeugt wurden, konnte im Vergleich zu den MRT-Werten keine Signifikanzen festgestellt werden. Insgesamt aber zeigte der Renco-Lean-Meater in dieser Messreihe bei der Überprüfung durch das MRT-Verfahren eine höhere Messgenauigkeit.

4.2.3 A- und B-Scan-Geräte im Vergleich

In einer weiteren Messreihe wurde das USM 22 F einem Vergleich mit dem B-Scan-Gerät „Curved-Transducer“ ($f = 5,0/7,5$ MHz) unterzogen. Da der Curved-Transducer als Leihgabe nur zeitlich begrenzt zur Verfügung stand, konnten nur 3 Sauen mit beiden Geräten vermessen werden. Die Speckdickenerfassung mittels B-Scan-Geräten wird von BUSEMANN (1991) als genauer, aber auch als wesentlich zeitintensiver beschrieben. Bei dieser Messreihe wurde der Renco-Lean-Meater nicht eingesetzt, da er sich zu dieser Zeit in Reparatur befand. Tabelle 9 zeigt die Ergebnisse der Varianzanalyse zwischen den Messwerten der beiden Geräte.

Tabelle 9: Ablehnungswahrscheinlichkeit ($p < 0,05$) für die Speckdickenwerte ($n = 58$) einzelner Messpunkte zur Überprüfung der Messgenauigkeit des USM 22 F mit dem Curved-Transducers

Messpunkte	Anzahl Messungen	USM 22 F zu Curved-Transducer
	n	p
A	6	0.9421
B	6	0.8593
C	6	0.8489
1	4	0.8300
2	4	0.9618
3	4	0.9857
4	4	0.9041
5	4	0.1459
6	4	0.9502
7	4	0.9822
8	6	0.9468
9	6	0.8741

Alle Messwerte des USM 22 F zeigten – bis auf die des Messpunktes 5, der jedoch auch nicht signifikant unterschiedlich ist – eine überaus gute Übereinstimmung ($p = 0,830$ bis $p = 0,9857$) mit den Werten des Curved-Transducers. Dieses positive Ergebnis verdeutlicht nicht nur die sehr gute Messgenauigkeit der USM 22 F sondern ist auch ein Indiz dafür, dass der Anwender mittlerweile eine ausreichende Routine im Umgang mit dem Gerät bekommen hat.

4.2.4 Überprüfung der Messgenauigkeit des USM 22 F am Schlachtkörper

Um die Messgenauigkeit des USM 22 F abschließend zu überprüfen und um eine Information über den Speckaufbau am Schwein an den jeweiligen Messstellen zu erhalten, wurde eine Sau aus den Versuchsställen der FAL-Braunschweig geschlachtet. Dazu wurden die am lebenden Tier mit dem USM 22 F erfassten Messstellen tätowiert, so dass diese nach dem Schlachtvorgang erkennbar blieben. Die entsprechenden Messpunkte konnten so später am Schlachtkörper angeschnitten und die Speckschicht mit einem Messschieber vermessen werden.

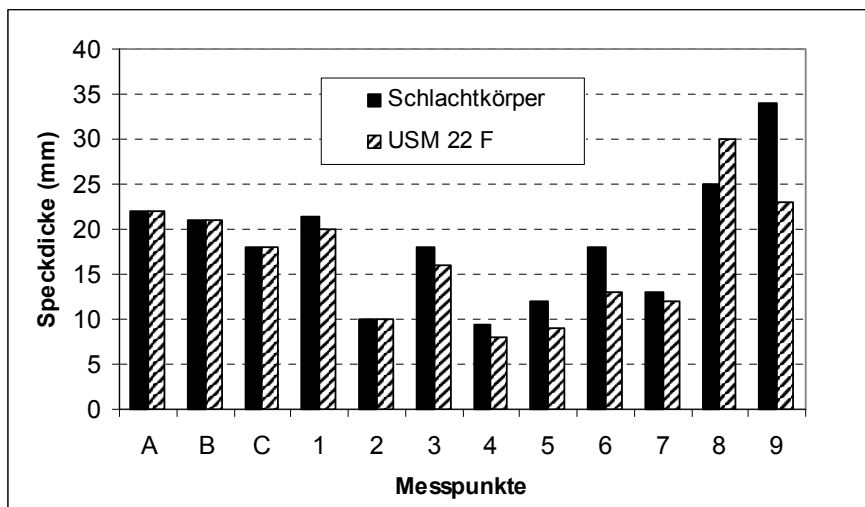


Abbildung 11: Vergleich der an einem Schlachtkörper ermittelten Speckdicken mit den Werten des USM 22 F

Der Vergleich der Speckdicken am Schlachtkörper mit den Werten des USM 22F zeigt insgesamt eine sehr zufriedenstellende Übereinstimmung (s. Abbildung 11). Lediglich bei den Messpunkten 5, 6, 8 und 9 wurden Abweichungen von mehr als 2 mm in den Messergebnissen festgestellt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Speckauflage an unterschiedlichen Stellen am Tier mehr oder weniger homogen aufgebaut ist, wie folgende Bilder in Abbildung 12 exemplarisch veranschaulichen:

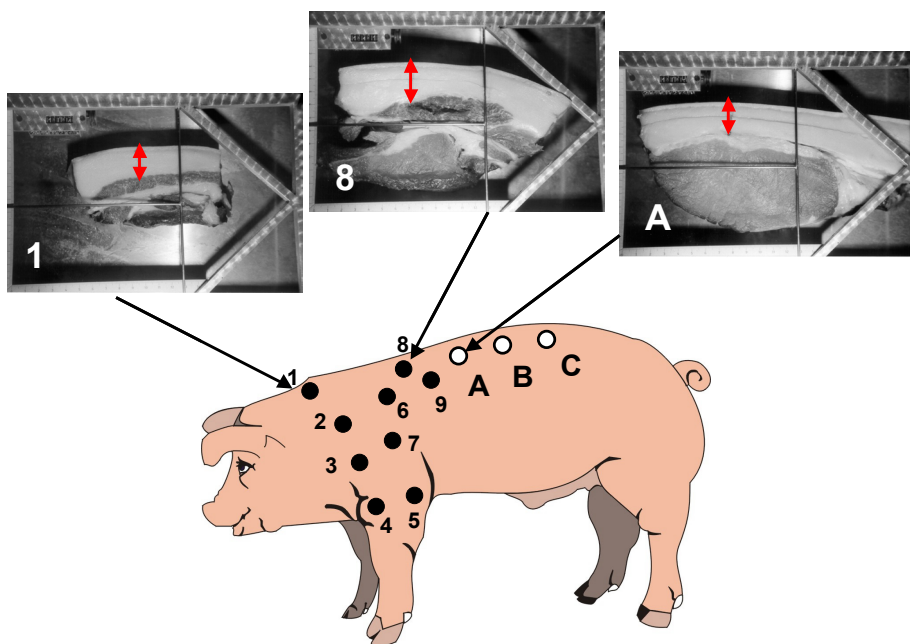


Abbildung 12: Aufbau der Speckschichten an unterschiedlichen Messpunkten

Die Fettschichten im vorderen Bereich des Tieres, wie sie beispielhaft für die Punkte 1 und 8 abgebildet sind, zeigen eine starke Ungleichmäßigkeit in ihrem horizontalen Verlauf. Ebenfalls wird deutlich, dass sich unter dem Fettdepot im Gegensatz zu Messpunkt A mehrere unterschiedliche Muskelpartien befinden. Dies führt dazu, dass es keine saubere Abgrenzung zwischen Fettauflage und Muskel gibt. Kleinste Verschiebungen beim Ansetzen des Ultraschallmesskopfes können hier zu Abweichungen von mehr als 2 mm in den Messergebnissen führen.

Die Speckschicht im Rückenbereich des Tieres, wie es bei Punkt A zu beobachten ist, zeigt einen klassischen Aufbau. Nach der Schwarte folgt die 1. Speckschicht. Diese ist klar von der 2. Speckschicht durch die Faszie abgetrennt. Das Bindegewebe verbindet die Speckauflage mit dem darunter liegenden großflächigen Muskel (*musculus longissimus*). Im Gegensatz dazu ist bei Messpunkt 1 nur ein dickes, einheitliches Fettdepot zu erkennen.

Aus diesem Grund konzentrierten sich die folgenden Untersuchungen neben der klassischen ABC-6-Methode auf die Punkte 8, 9 und 2. Obwohl die Messpunkte 8 und 9 im Schlachtversuch kein gutes Ergebnis erzielten, wurde ihre Position am Schwein (Rückenbereich und Nähe zu A, B und C) als günstig eingestuft und sollte weiterhin überprüft werden. Messpunkt 2 überzeugte durch seine Übereinstimmung zwischen Ultraschallmessung und Schlachtergebnis.

4.2.5 Ermittlung geeigneter Messpunkte und Auswahl eines Messgerätes

Nachdem eine ausreichende Messgenauigkeit und die richtige Anwendung des USM 22 F gesichert waren, erfolgte nochmals eine Vergleichsmessung mit dem Renco-Lean-Meater an 8 Sauen in sechsfacher Wiederholung (s. Tabelle 10).

Tabelle 10: Ablehnungswahrscheinlichkeit ($p < 0,05$) für die Speckdickenwerte ($n = 847$) einzelner Messpunkte zur Überprüfung der Messgenauigkeit des Renco-Lean-Meaters (Einstellung A und B) mit dem Gerät USM 22 F

Messpunkte	Anzahl Messungen	Geräteeinstellung A (Renco-Lean-Meater) zu USM 22 F	Geräteeinstellung B (Renco-Lean-Meater) zu USM 22 F
	n	p	p
A	140	0.0003 ***	0.5204
B	144	0.0639	0.1713
C	142	0.0005 ***	0.2774
2	136	<.0001 ***	0.8384
8	144	0.0722	0.0018 **
9	141	<.0001 ***	0.2854

Im Vergleich zu den in Kapitel 4.2.1 beschriebenen Ergebnissen zeigt sich hier ein genau umgekehrtes Verhältnis. Zuvor wurden mit der Geräteeinstellung A die wenigsten signifikanten Unterschiede in den Speckdickenwerten erzeugt, jetzt – nach dem die Anwendung des USM 22 F gesichert war – konnte mit der Geräteeinstellung B des Renco-Lean-Meaters ein insgesamt besseres Messergebnis im Vergleich mit dem USM 22 F ermittelt werden.

Auf grund der vorliegenden Ergebnisse und wegen der unbefriedigenden Funktionssicherheit des Renco-Lean-Meaters während den Messungen fiel die Wahl auf das Ultraschallmessgerät USM 22 F. Dieses Gerät besitzt zudem eine Schnittstelle zum PC, womit die spätere Datenübertragung leichter realisierbar war.

Um einen für die Automatisierung geeigneten Messpunkt zu bestimmen wurden in einer Messreihe mit dem USM 22 F an 7 Sauen in sechsfacher Wiederholung die Korrelationen der eigen definierten Messpunkte 2, 8 und 9 mit den Punkten A, B und C sowie deren Mittelwert berechnet. Die Auswertung der 252 Einzelwerte ergab für alle Kombinationen keine signifikant nachweisbaren Korrelationen ($p < 0,05$).

Eine Berechnung der Variationskoeffizienten (s. Abbildung 13) aus drei Messreihen ergab für die einzelnen Messpunkte Werte unter 35, womit eine ausreichend hohe Wiederholbarkeit des Messgerätes gesichert ist.

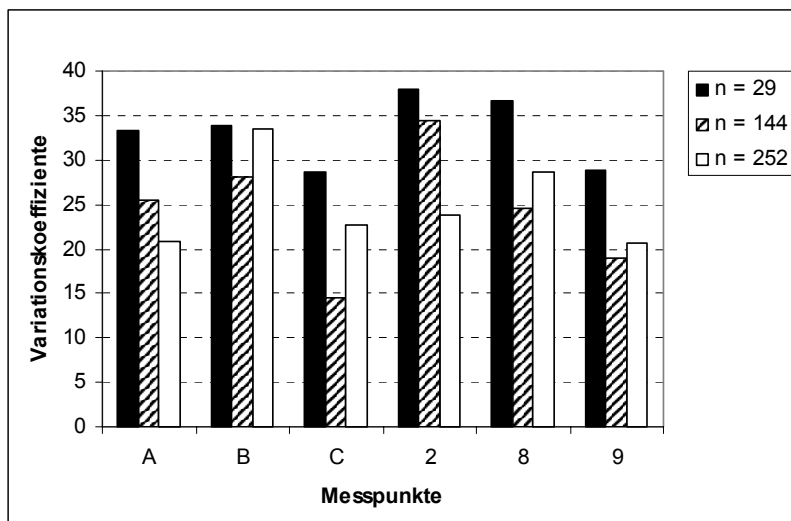


Abbildung 13: Variationskoeffizienten der Messwerte des USM 22 F für einzelne Messpunkte aus drei Messreihen ($n = 29, 144, 252$)

Aufgrund der bisherigen Versuchsergebnisse bietet die angewendete ABC-6-Methode die besten Voraussetzungen für eine exakte und wiederholbare Ermittlung der Speckauflage am Tier. Somit musste der Versuch, einen für die Automatisierung vorzüglich geeigneten Messpunkt im vorderen Bereich des Tieres zu definieren, verworfen werden. Der Bau einer Messmimik konzentrierte sich daher auf die Erfassung der Messpunkte der ABC-6-Methode.

4.3 Bau eines Messarmes zur automatischen Speckdickenerfassung

4.3.1 Spezielle Anforderungen

An die Entwicklung des Messarmes waren spezielle Anforderungen zu stellen, die im folgenden erläutert werden.

Tierschutz

Bei der Entwicklung des Messarmes stand der Schutz der Tiere vor Verletzungen im Vordergrund. Bauteile, die einen direkten Kontakt zum Tier hatten, mussten daher so geformt sein, dass sie keine scharfen Kanten oder Ecken besaßen. Darüber hinaus musste sichergestellt sein, dass der Anpressdruck des Messarmes, welcher auf das Tier aufsetzt, nicht zu hoch ist, um Gegenwehr oder Panik bei den Sauen zu vermeiden.

Werkstoffe

Da die Tiere mit einem Lebendgewicht von bis zu 300 kg mit dem Messarm in Kontakt kommen und um den Ultraschallsensor vor möglichen Tiereinwirkungen zu schützen, musste eine möglichst stabile Metallkonstruktion gebaut werden. Als Materialien kamen Baustahl, Edelstahl, Aluminium und Hartkunststoff in Frage. Anforderungen an die verwendeten Materialien waren Festigkeit, Gewicht und Beständigkeit gegen Feuchte.

Schallkopfpositionierung und Kontaktmittelapplikation

Bei der Positionierung des Ultraschallkopfes am Tier mussten grundsätzlich zwei Anforderungen erfüllt werden: Zum einen sollte der Messarm in der Lage sein, die Messpunkte der ABC-Methode auch bei unterschiedlichen Tierkörpergrößen automatisch anzufahren und zum anderen sollte er den Ultraschallsensor so am Tierrücken platzieren, dass ein ausreichender Oberflächenkontakt gegeben war.

Weiterhin musste eine Kontaktmittelapplikation erfolgen. Zwischen Schallkopf und Tierkörper darf sich keine Luftschicht befinden, da Ultraschall nicht durch Luft dringt. Es ist daher ein Medium zum Transport der Schallwellen zwischen Sensor und Tierkörper nötig. In der Praxis werden dazu vor dem Aufsetzen des Schallkopfes einige Tropfen Öl oder Kontaktgel auf die am Tier zu vermessenden Stellen gegeben.

Steuerung des Messarms

Der Vorgang der Speckdickenerfassung musste automatisch aktiviert werden. Er durfte aber erst dann geschehen, wenn das Tier eine bestimmte Position am Brei-Nuckel eingenommen hatte. Es musste daher eine Steuerung entwickelt werden, die in der Lage ist, die Position des Tieres am Brei-Nuckel zu erkennen. Da der Brei-Nuckel im Gegensatz zur Abruffütterung eine „offene“ Fütterungstechnik ist, kommt es zu häufigem Tierverkehr vor der Station, so dass die Ermittlung eines Einzeltieres mittels Lichtschranken nicht realisierbar war. Weiterhin sollte die Steuerung des Messarmes so geregelt sein, dass bei jedem Tier nur eine einheitliche Anzahl an Messungen erfolgte, um eine ständige Einwirkung auf das fressende Tier zu vermeiden.

4.3.2 Funktionsweise

Unter Berücksichtigung der zuvor genannten Anforderungen konnte ein Messarm gebaut werden, der zum erstenmal in Bezug auf die Tier-Technik-Interaktionen an 10 Sauen in der Versuchstation der FAL Braunschweig getestet wurde. Abbildung 14 zeigt den ersten Prototypen zur automatischen Speckdickenerfassung.

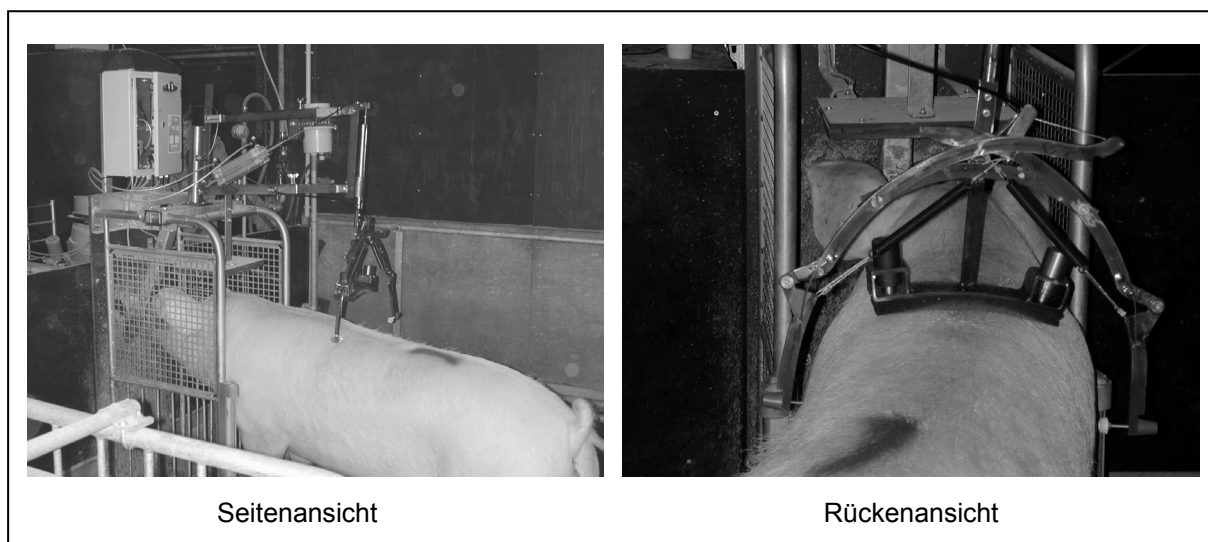


Abbildung 14: Erster Prototyp zur automatischen Speckdickenerfassung

Messvorrichtung

Es konnte eine Messvorrichtung aus Stahl mit integriertem Druckluftzylinder gebaut werden. Das grundlegende Funktionsprinzip besteht darin, dass die Sau eigenständig den Messvorgang durch das zur Futteraufnahme notwendige Drücken der Gabel (über dem Nuckel) aktiviert. Damit sollte sichergestellt werden, dass sich das Tier während der Messung in einer weitestgehend geraden Position mit einer einheitlichen Kopfstellung befindet. Im inaktiven Zustand befindet sich der Messarm außerhalb des Tierbereiches. Erst durch den von der Sau ausgelösten Impuls werden die Ventile des Druckzylinders geöffnet, so dass ein Absenken des Messarmes erfolgt. Die nötige Druckluft kann der Druckluftversorgung des Brei-Nuckels entnommen werden und stellt somit keine zusätzliche Kostenbelastung dar. Mit Hilfe der in Abbildung 15 dargestellten Querschnittszeichnung sollen die technischen Einzelkomponenten erklärt werden.

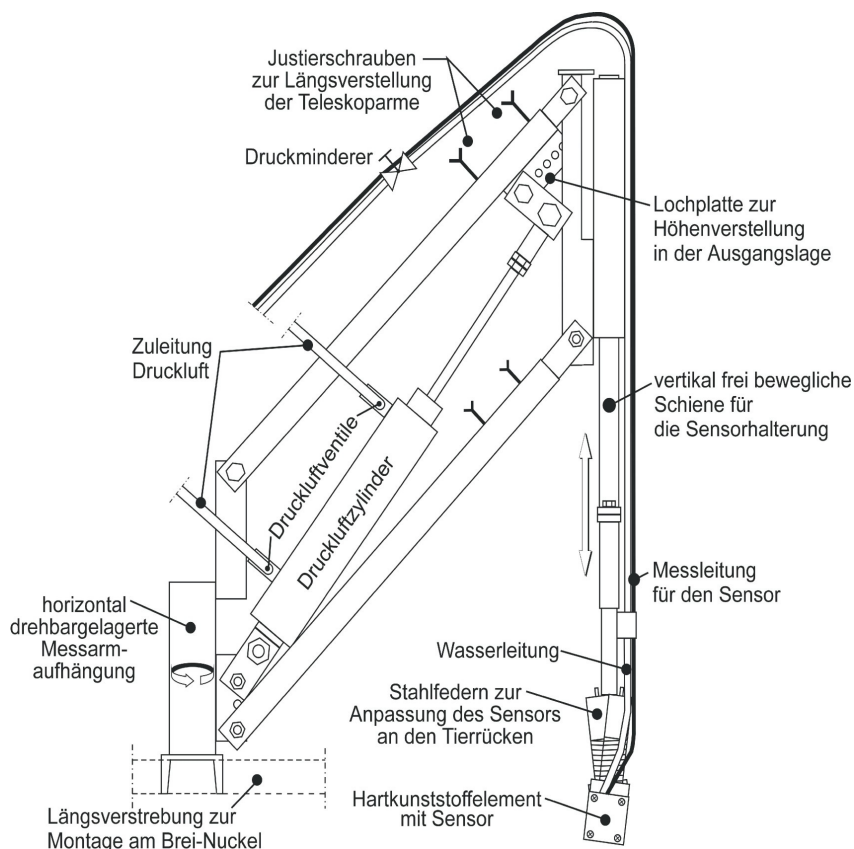


Abbildung 15: Funktionszeichnung der automatischen Speckdickenmessung

Die Messkonstruktion wird mittels Längsverstrebung auf den Schulterblenden des Brei-Nuckels montiert. Die trapezförmige Messarmaufhängung ist darauf drehbar gelagert. Ein Druckluftzylinder befindet sich in der Mitte zwischen den Teleskoparmen, welche mittels Justierschrauben auf die nötige Tierlänge eingestellt werden können. Der Zylinderarm ist mit einer Lochplatte verbunden, die eine Höheneinstellung des Messarms in der Ausgangslage ermöglicht. Eine mittels einer vertikal freibeweglichen Schiene geführte Sensorhalterung, wie in Abbildung 16 dargestellt, ermöglicht die automatische Höhenanpassung an den Tierkörper. Somit kann eine zu hohe Druckausübung auf das Tier verhindert werden. Die Tiere zeigten keine auffälligen Verhaltensreaktionen beim Einsatz der Technik, was sowohl direkt als auch per Videoüberwachung festgestellt werden konnte. Da die Sauen ihre Futteraufnahme unbeeindruckt fortsetzten, wird der auf den Tierkörper ausgeübte Druck als nicht störend eingeschätzt.

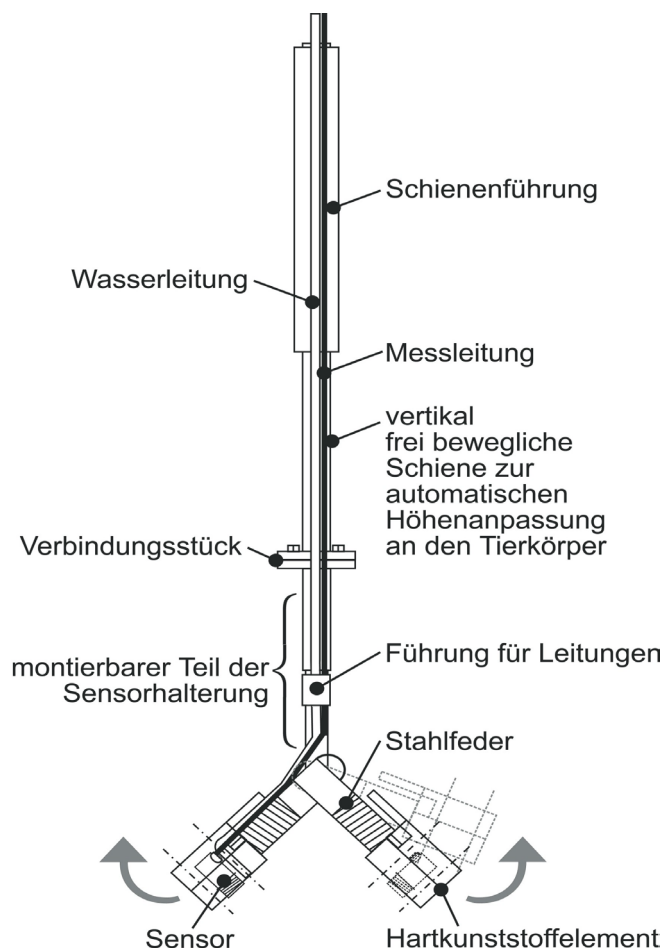


Abbildung 16: Funktionszeichnung der Sensorhalterung

Sensorhalterung

Die beim Prototypen in Abbildung 14 noch zu sehende starre Sensoranbringung ermöglichte keine ausreichende Anpassung des Schallkopfes an den Tierrücken. Daraufhin wurden die Sensoren mittels biegsamer Blattfeder befestigt, wie sie in Abbildung 17 zu sehen ist

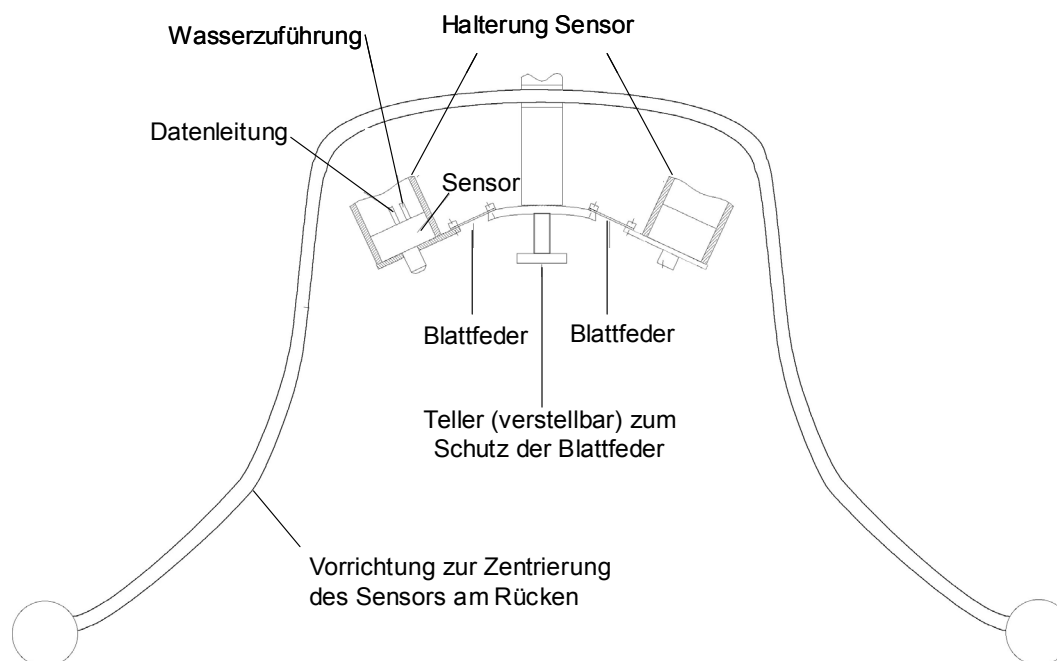


Abbildung 17: Funktionszeichnung der zweiten technischen Umsetzung einer Sensorhalterung mit starrem „Justierbügel“ aus Eisen.

Diese Konstruktion hatte jedoch nicht die erforderliche Haltbarkeit. Die Metallplättchen hielten der ständigen Biegebelaugung nicht stand und zerbrachen bei längerer Benutzung. Letztendlich wurden die Sensoren mittels Stahlfedern (s. Abbildung 16) befestigt, so dass eine gute Anpassung an den Tierkörper und die nötige Stabilität gesichert war.

Sensorjustierung

Beim ersten Prototypen sollte eine über den Sensoren liegende Führungseinrichtung mit beweglichen Außenarmen ein Zentrieren der Schallköpfe auf dem Tierrücken verbessern (s. Abbildung 14). Es zeigte sich jedoch, dass diese Konstruktion zu instabil war. Daraufhin wurde sie durch einen starren Justierbügel aus Eisen (s. Abbildung 17) ersetzt, welcher zwar haltbarer, aber gleichzeitig auch unflexibler war und dadurch ebenfalls nicht den gewünschten Erfolg erbrachte. Versuche, den „Justierbügel“ durch mit Stahlfedern befestigte

„Hartkunststoffpaddel“ (ohne Abb.) zu ersetzen waren leider nicht erfolgreich. Letztendlich wurde auf jegliche Art der Sensorführung verzichtet. Dies wurde als nicht gravierend eingeschätzt, da bei einem nicht korrektem Auftreffen des Sensors am Tierkörper kein Messwert erfasst wurde.

Kontaktmittelapplikation

Bezüglich der Kontaktmittelapplikation war weder der Einsatz von Öl noch von Gel nötig. Als Transportmedium für den Ultraschall konnte Wasser verwendet werden. Eine Wasserzuleitung, ergänzt um einen Druckminderer, direkt zum Schallkopf hin, ermöglichte die Benetzung des Messpunktes während der Messung. Durch einen in der Wasserleitung eingebauten Druckminderer konnte der Wasserdruck am Sensor reduziert werden, um einem zu hohen Verbrauch vorzubeugen. Für die Ultraschallmessung genügte ein Wasserfluss mit einem Druck von ca. 1,5 bar. Diese Ausführung funktionierte ohne Probleme und bedeutete keine zusätzliche Kostenbelastung, sie hatte auch keine wesentliche Veränderung der Flüssigmistzusammensetzung oder der Rutschfestigkeit des Bodens zur Folge.

Nachdem die einzelnen Entwicklungsschritte abgeschlossen waren, wurde die Messvorrichtung, wie sie in Abbildung 18 zu sehen ist, in den Versuchstall in Mariensee und später auf dem Praxisbetrieb B eingebaut. Der Messarm konnte somit 28 Monate in zwei verschiedenen Sauengruppen auf seine Funktion hin erfolgreich getestet werden.

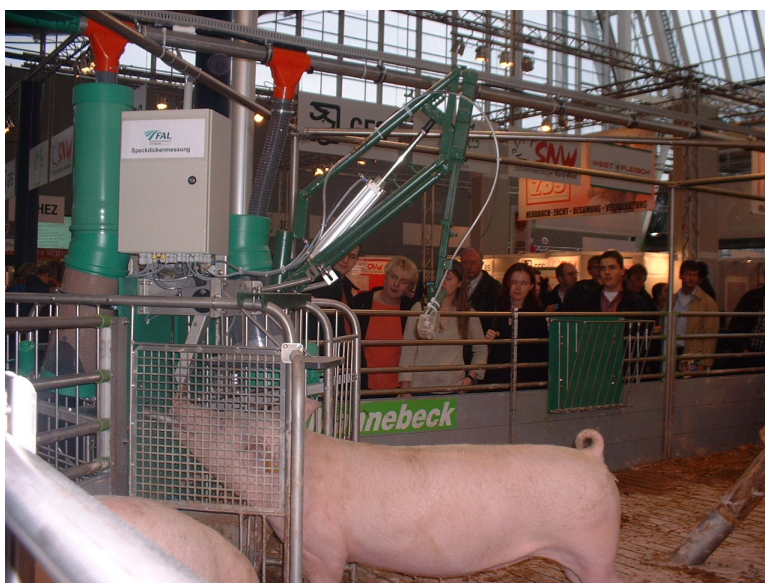


Abbildung 18: Automatische Speckdickenmessung

4.3.3 Steuerung des Messarmes

In Zusammenarbeit mit der Fa. Mannebeck wurde ein Softwareprogramm zur Steuerung des Messarmes entwickelt. Dieses Programm bietet vielfältige Einstellungsmöglichkeiten. Wie im Bedienerfeld in Abbildung 19 zu sehen ist, kann z.B. der Absenkezeitpunkt des Messarmes, der Zeitpunkt der Wasserzuführung oder die Anzahl der Messungen pro Lesevorgang festgelegt werden.



Abbildung 19: Programm zur Steuerung des Messarmes

Besonders wichtig ist die Vorgabe der Anzahl der Messungen pro Tier und Tag, um eine gleichmäßige Datenerfassung je Tier bei gleichzeitig geringst möglicher Belastung für die Tiere zu gewährleisten. Ebenso kann durch die Eingabe des maximalen und minimalen Messwertes eine Filterfunktion für fehlerhafte Messdaten vorgegeben werden. Eine ausführliche Bedienungsanleitung für das Programm befindet sich im Anhang (s. Kapitel 10.4.2).

4.4 Entwicklung eines Softwareprogramms zur Erfassung und Verarbeitung der Speckdickenwerte

4.4.1 Datensicherung und Datenübertragung

Als erster Entwicklungsschritt wurde in der Steuerungseinheit des Messarms eine Hardware zur Datensicherung installiert. Damit war es möglich, bis zu 2000 automatisch erfasste Speckdickenwerte vor Ort ab zu speichern. Ein in Zusammenarbeit mit der Fa. Mannebeck entwickeltes „Speckdickenprogramm - Teil 1“ ermöglichte das Auslesen der Daten mittels Interface zum PC, wie in Abbildung 20 dargestellt ist; dies geschah wöchentlich.

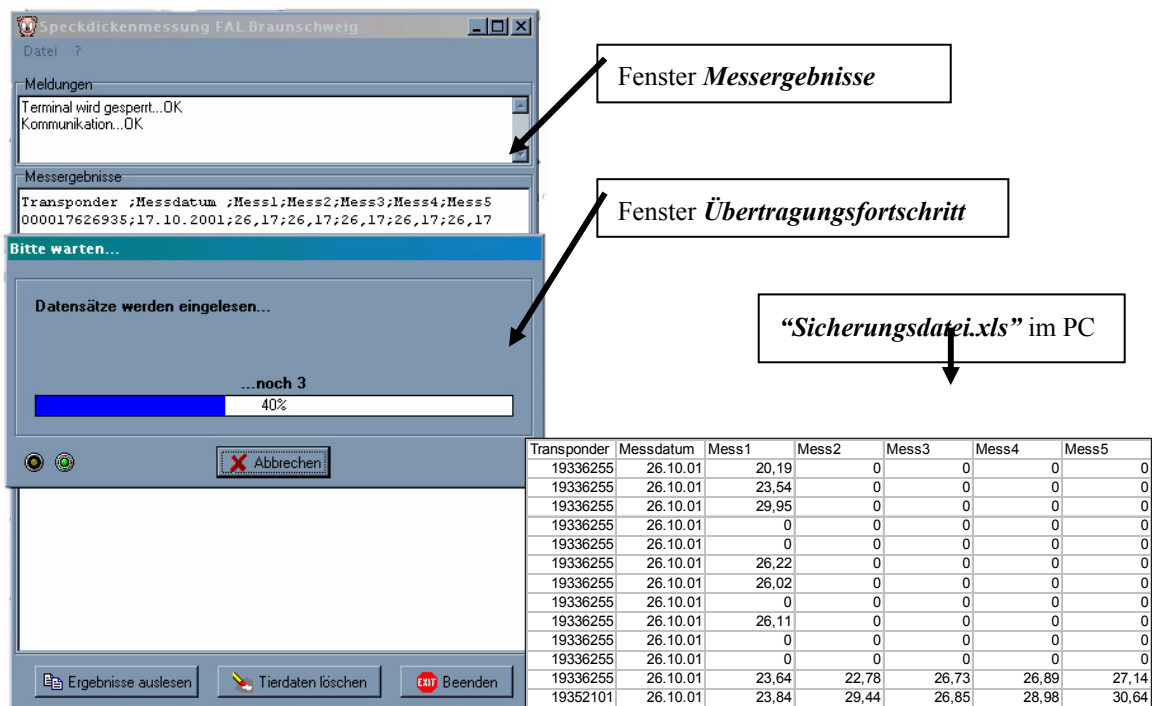


Abbildung 20: Datenübertragung und -sicherung mittels „Speckdickenprogramm - Teil 1“

Ein Druck auf die Schaltfläche **Ergebnisse auslesen** startet die Datenübertragung zum PC. Im Fenster **Messergebnisse** erscheinen daraufhin alle ausgelesenen Datensätze mit Angabe der Transpondernummer, des Messdatums und den Messergebnissen je Lesevorgang. Gleichzeitig wird in einem zusätzlichen Fenster der **Fortschritt der Übertragung** angezeigt. Die ausgelesene Datei wird dann als „Speckdicke.csv“ in einem Sicherungsverzeichnis abgelegt,

welches zuvor bei den PC-Einstellungen angegeben wurde. Diese „csv“-Datei kann dann wiederum problemlos in ein Excel-Format („Speckdicke.xls“) umgewandelt werden.

4.4.2 Datenverarbeitung und automatische Futteranpassung

Während der Versuchsdurchführung auf den Betrieben erfolgte die Datenverarbeitung manuell am PC. Dies geschah, indem die in der Datei „Speckdicke.xls“ gespeicherten Daten nach Transpondernummern sortiert und nach einem bestimmten System ausgewertet wurden. Auf Basis der dabei ermittelten Speckdicken konnte im folgenden mit Hilfe der Tabellenkalkulation „Excel“ die jeweilige Futterzuteilung pro Tier berechnet werden. Diese musste dann wiederum manuell dem Fütterungs-PC des Brei-Nuckels zugewiesen werden.

Die einzelnen Arbeitsschritte waren sehr zeitaufwendig und sollten ebenfalls automatisiert werden. Dazu konnte im Zusammenarbeit mit der Fa. Mannebeck sowie dem Informations- und Datenzentrum der FAL in Braunschweig das bestehende „Speckdickenprogramm – Teil 1“ zur automatischen Futteranpassung weiter entwickelt werden (s. Abbildung 21). Damit war es ab sofort möglich, mehrere Arbeitsschritte automatisch und auf einmal zu erledigen.

The screenshot shows a software window titled "Berechnung und Ausgabe von Messdaten" with a yellow header "Informationen Koppeldatei". The window contains a table with the following data:

Transponder	Typ	Futter-Ration	Speckdicke 1	Speckdicke 2	Speckdicke 3	Sollwert [mm]	Zu-/Abnahme[%]	Dauer [Tage]
000019336130	1	2.8	0	0	17	18	6	20
000019336131	1	2.6	0	0	22	18	0	20
000019336202	2	3.3	0	0	18	20	9	20
000019352017	2	3.4	0	0	18	20	12	20
000019352083	1	2.6	0	0	24	18	0	20
000019352101	2	3.4	0	0	18	20	12	20
000019352131	1	2.8	0	0	17	18	7	20
000019352199	1	3.2	0	0	14	18	23	20
000019352273	1	2.8	0	0	16	18	9	20
000019352338	2	4.1	0	0	13	20	35	20
000019352341	2	3.3	0	0	18	20	10	20
000019352747	2	3.8	0	0	15	20	25	20
000019352971	1	2.6	0	0	25	18	0	20
000019352976	2	4.0	0	0	13	20	33	20

At the bottom of the window, there are buttons for "Schließen", "Drucken...", "Wahl Ausgabedatei", and "Rücksetzen Dateien". A status bar at the very bottom shows: "Anzahl Transponder = 14 | aktuelles Datum = 06.10.2002 | Anzahl Werte = 787 | Ausgabedatei: d:\dienst\promotion\autoprogramm\ausgab..."

Abbildung 21: „Speckdickenprogramm- Teil 2“, Ansicht Datenblatt 3: Koppeldatei

Das Speckdickenprogramm ist in drei Datenblätter unterteilt. Durch das Importieren (Datenblatt 1) der zuvor abgespeicherten Daten (z.B. „Spekdicke.csv“) werden gleichzeitig die neuen Futtermengen auf Basis der automatisch ermittelten Speckdickenwerte und der dem Fütterungs-PC des Brei-Nuckels zugewiesenen Tierinformationen (Standardfuttermenge, Jung- oder Altsauenstatus, usw.) berechnet. Zeitgleich werden diese aktuellen Futterzuteilungen an eine Koppeldatei (s. Abbildung 21) weitergeleitet; von dort erhält der Brei-Nuckel seine Informationen für die Futterausdosiermenge.

Auf jedem der drei Datenblätter können die einzelnen Arbeitsschritte verfolgt und zum Teil verändert werden. Die Ermittlung der neuen Futtermengen basiert auf einem bestimmten Berechnungssystem, welches im Kapitel 5.2 vorgestellt wird. Unabhängig davon ist eine Änderung der Fütterungsstrategie jederzeit möglich.

Eine ausführliche Bedienungsanleitung des Programms befindet ebenfalls sich im Anhang (s. Kapitel 10.4).

4.5 Überprüfung der Messgenauigkeit der automatischen Konditionserfassung

4.5.1 Unter Versuchsbedingungen und im Praxiseinsatz

In einem Zeitraum von sechs Monaten wurden in drei Sauengruppen in der Schweineversuchsanlage in Mariensee die Speckdicken täglich automatisch erfasst. Während im ersten Durchgang noch die Entwicklung der Computersteuerung als auch die technische Entwicklung des Messarmes im Vordergrund stand, sollte in den folgenden zwei Durchgängen mit 11 und 10 Sauen je Gruppe die Messgenauigkeit der Speckdickenerfassung überprüft werden. Dazu wurde eine Einstellung in der Messarmsteuerung von 10 bis 15 Messungen je Tier und Tag ausgewählt, womit wöchentlich ca. 100 Speckdickenwerte je Tier gesammelt werden konnten.

Der Messarm konnte mittels Teleskoparme auf eine für die Gruppe ideale Tierkörperlänge eingestellt werden. Da die Messkonstruktion keine tierindividuelle Anpassung an die jeweilige Rückenlänge bzw. kein exaktes Ansteuern der A-B-C-Messpunkte ermöglicht, sollte in der Untersuchung festgestellt werden, welcher Bereich im Tierrücken vom Messarm erfasst wird und, ob diese Vorgehensweise die nötige Zuverlässigkeit für eine aussagekräftige Konditionsbeurteilung besitzt. Daher wurden die wöchentlich manuell erfassten Messwerte der A-B-C-Methode in unterschiedlicher Kombination gemittelt (A+B, A+C, B+C, A+B+C) und mit den täglich automatisch erfassten Speckdickenwerten verglichen. Ein wöchentlicher direkter Mittelwertsvergleich zeigte während der Versuchsphase unterschiedliche Ergebnisse für einzelne Versuchswochen, wie in Tabelle 11 dargestellt ist.

Tabelle 11: Ergebnisse des Mittelwertstests (Tukey-Test) zum direkten Vergleich der automatisch (11 Sauen, $n = 2586$, 10 Sauen, $n = 4321$) und manuell erfassten Speckdickenwerte aus zwei Sauengruppen

	Versuchs- wochen	Automatische Messung zu:			
		A + B	A + C	B + C	A + B + C
		p	p	p	p
11 Sauen	1	0.7379	0.8703	0.0019 **	0.2354
	2	0.0639	0.0813	<.0001 ***	0.0018 **
	3	0.5556	0.7655	0.0049 **	0.4539
	4	0.3953	0.3804	<.0001 ***	0.0128 *
	5	0.3953	0.0526	0.2087	0.3021
	6	0.0087 **	0.0178 *	0.4214	0.0884
	7	0.5865	0.8579	0.0224 *	0.5288
	1 bis 7	0.9688	0.8232	<.0001 ***	0.0008 ***
10 Sauen	1	0.9318	0.6341	0.0052 **	0.1744
	2	0.0824	0.1370	0.0749	0.6694
	3	0.3075	0.0815	0.1072	0.6329
	4	0.3028	0.1083	0.1191	0.6570
	5	0.0912	0.0260 *	0.2652	0.2517
	6	0.0038 **	0.0005 ***	0.9369	0.0103 *
	7	0.1235	0.0138 *	0.8689	0.1264
	8	0.7489	0.0911	0.2122	0.7539
	9	0.6207	0.6117	0.0271 *	0.3769
	10	0.1070	0.3913	0.0017 **	0.0236 *
	11	0.0920	0.0186 *	0.8485	0.0860
	12	0.9709	0.5423	0.3005	0.8524
1 bis 12	0.0011 **	<0.0001 ***	<0.0001 ***	0.0959	

Nach Vorlage aller Versuchsdaten am Ende der Untersuchung sollte abschließend ein Mittelwertsvergleich mittels Varianzanalyse durchgeführt werden. Dabei stellte sich heraus, dass die Daten nicht normal verteilt waren. So wurde ersichtlich, dass der Messarm zwar in der Lage war, Speckdicken am Tierkörper automatisch zu erfassen, aber nicht immer an den für die RSD-Messung erforderlichen A-B-C-Punkten auftraf.

Eine Normierung der Daten erschien demnach sinnvoll, indem ausgehend von der manuellen Eingangsmessung nach der A-B-C-Methode am 35. Tag p.c. für jede Sau ein Messkorridor eröffnet wurde. Die minimale Messgrenze dieses Korridors wurde durch die Multiplikation der Einstall-RSD mit dem Faktor 0,5 und die maximale mit dem Faktor 2 festgelegt. Danach sollten nur noch die Daten, die innerhalb dieses Korridors lagen, zum direkten Mittelwertsvergleich herangezogen werden. Eine Anpassung des Korridors an die RSD-

Änderung während der Tragezeit war nicht nötig, da er genügend Freiraum für eine mögliche RSD-Zu- oder Abnahme bot, wie vorliegende Versuchsdaten bestätigten. Dieses Normierungssystem sollte in einem weiteren Versuchsdurchgang auf dem Praxisbetrieb B überprüft werden.

Im Betrieb B wurden die Sauen zweimal manuell mittels Ultraschall vermessen: am 70. und am 108 Tag p.c.. Die automatische Speckdickenerfassung erfolgte in dieser Zeit jedoch täglich. Die 50er Sauengruppen werden auf dem Betrieb B über drei Brei-Nuckel je Bucht mit Futter versorgt. Die Speckdickenmessung konnte jedoch an nur einem Brei-Nuckel in der vorgesehenen Bucht installiert werden. Da die Sauen eine Präferenz für einen bestimmten Brei-Nuckel in ihrer Bucht entwickeln, wurden nicht alle Tiere gleichmäßig mittels automatischer Speckdickenmessung täglich erfasst. Letztendlich konnte für 31 von 50 Sauen eine für die statistische Berechnung ausreichende Datenmenge ermittelt werden.

In Abbildung 22 sind die Ergebnisse des direkten Mittelwertsvergleiches der Auto-Daten mit den manuell erfassten RSD vor und nach der Normierung sowohl für Betrieb B (31 Sauen) als auch nachträglich für die Versuchsdurchgänge mit 11 und 10 Sauen dargestellt.

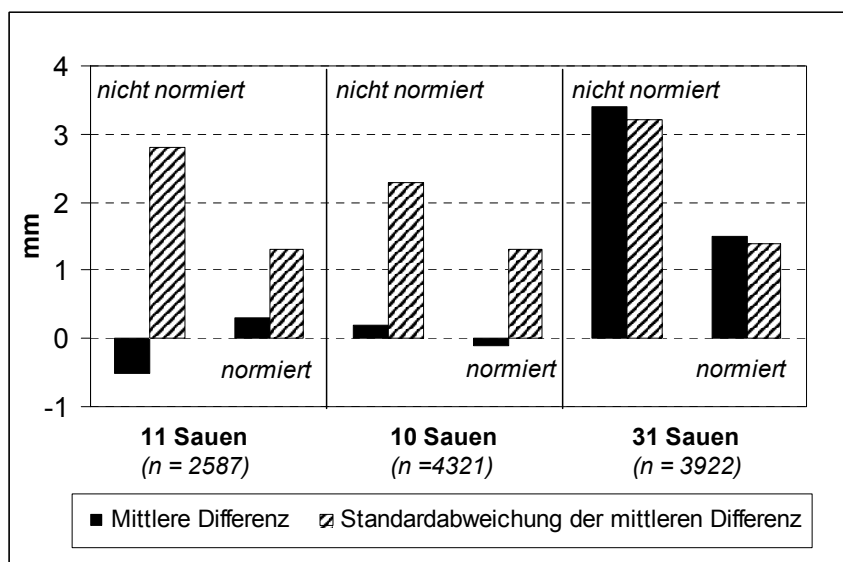


Abbildung 22: Mittlere Differenzen der gemittelten Auto-Daten und deren Standardabweichung zu den manuell erfassten RSD vor und nach der Normierung aus drei Versuchsgruppen mit 11, 10 und 31 Sauen

Eine Normierung der Auto-Daten erbrachte folgendes Ergebnis:

In den Versuchsgruppen mit 11 und 10 Sauen konnte die Standardabweichung der mittleren Differenz der Auto-Daten zu den manuell erfassten RSD durch die Normierung um die Hälfte verringert werden. Jedoch waren die Daten dadurch immer noch nicht normal verteilt. Auf dem Betrieb B erreichte die Normierung sowohl für die mittlere Differenz als auch für deren Standardabweichung einer Halbierung der Werte. Hier waren die Auto-Daten zwar schon zuvor normal verteilt, jedoch konnte durch die Normierung die mittlere Differenz von 3,4 auf 1,4 mm gesenkt werden.

Insgesamt betrachtet sind die Ergebnisse der automatischen Konditionserfassung nur befriedigend, da nur in einer von drei Versuchsgruppen eine Normalverteilung der Auto-Daten erzielt werden konnte und diese im direkten Mittelwertsvergleich eine zu hohe mittlere Differenz zu den manuell erfassten RSD aufwies.

4.6 Fazit

Wie in Abbildung 23 zu sehen ist, wurde der morphologische Kasten um die Arbeitsschritte der technischen Entwicklungen ergänzt, wozu folgende Punkte gehören: „Automatisierungslösungen“, „Sensorhalterung“, „Sensorjustierung“, „Kontaktmittel“ und „EDV-Technik“. Teillösungen aus vorherigen Kapiteln, die für das Erreichen des Zieles der Arbeit wenig hilfreich waren, sind grau dargestellt. Für das Ziel der Arbeit positive bzw. wichtige Teillösungen sind schwarz abgebildet.

Morphologischer Kasten							
Teillösungen							
2.1. Rechtliche Regelungen	2.1.1 EU-Richtlinie 91/630/EWG vom 19.11.1991 inkl. Änderungen		2.1.1 Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung		2.1.1 Ländererlasse		
2.1 Haltungssysteme	2.1 Gruppenhaltung			2.1 Einzelhaltung			
2.2 Tierindividuelle Fütterungssysteme	2.2.1 Abrufstation		2.2.2 Brei-Nuckel		2.2.3 Flüssigfütterung		
2.3 Konditionskriterien	2.3.1 BCS	2.3.2 Gewicht	2.3.3 Körperfett	2.3.4 Rückenspeckdicke (RSD)			
2.3 / 4.2 Bestimmung Fettgehalt u. RSD	2.3.3 BIA	2.3.3 CT	2.3.3 MRT	2.3.4.1 / 4.2 A-Scan-Geräte		2.3.4.1 / 4.2 B-Scan-Geräte	
2.3 / 4.1 / 4.2 Messpunkte	2.3.4.2 STAMBOEK	2.3.4.2 P2	2.3.4.2 / 4.2 ABC-6	2.3.4.2 SSD	2.3.4.2 Dänisch	2.3.4.2 P1-3	4.1 / 4.2. Schulter
2.3 RSD-Richtwerte (mm)	2.3.4.3 16 - 20	2.3.4.3 15 - 24	2.3.4.3 13,9 - 25				
2.3 / 4.3 Automatisierungslösungen	2.3.4.4 Videobildanalyse nach TILLET et al. (2002)			4.3 Messarm mit Teleskoparm			
2.4 Allg. Fütterungsempfehlungen	2.4.1 gravide Sauen		2.4.2 laktierende Sauen		2.4.3 Saugferkel	2.4.4 Absetzen-Belegen	
2.4 Konditionsfütterung	2.4.1 Regressionsmodell (RSD) nach CLOSE & COLE (2000)			2.4.1. Prozentuale Zuteilung (BCS) nach BOYD (1999)			
4.3 Sensorhalterung	4.3.2 starr (Eisen)		4.3.2 biegsam (Blattfeder)		4.3.2 federnd (Stahlfeder)		
4.3 Sensorjustierung	4.3 flexibel (Eisen/Draht)		4.3 starr (Eisen)	4.3 federnd (Hartkunststoff u. Stahlfeder)		4.3 ohne	
4.3 Kontaktmittel	4.3 Ultraschallkontaktgel			4.3 Wasser			
4.3 / 4.4 EDV-Technik	4.3.3 Steuerung Messarm	4.4.1 Daten-sicherung	4.4.2 Daten-verarbeitung	4.4.2 Futter-anpassung	4.4.2 Speckdickenprogramm		
Ziel	Automatisierte Konditionsfütterung für Sauen						

Abbildung 23: Morphologischer Kasten – erweitert um „Technische Entwicklungen“

5 ERGEBNISSE UND DISKUSSION – TEIL 2:

UNTERSUCHUNG ZUR SPECKDICKEN-ORIENTIERTEN FUTTERVERSORGUNG

In diesem Untersuchungsabschnitt wurden zwei Aufgabenstellungen behandelt: Zuerst sollte eine Futterkurve entwickelt werden, mit deren Hilfe es zukünftig möglich ist, auf Basis der automatisch erfassten Rückenspeckdicken Sauen auf ihre optimale Kondition hin zu füttern. Dazu wurden an vier Sauengruppen unterschiedliche Fütterungsstrategien hinsichtlich ihres Einflusses auf die Speckdickenveränderung und die Tierleistung getestet. Abschließend sollte die automatische Konditionsfütterung (automatische Speckdickenerfassung und Futterzuteilung) in einem Vergleichsversuch zur Standardversorgung überprüft werden.

Da in der letzten Versuchsphase die EDV-technische Entwicklung des Speckdickenprogramms zur automatischen Datenverarbeitung und Futterzuteilung noch nicht abgeschlossen war, wurde die automatische Konditionsfütterungsvariante simuliert. Das heißt, dass die Speckdicken zwar zu dieser Zeit schon automatisch erfasst wurden, aber noch manuell ausgewertet werden mussten, indem mittels des Tabellenkalkulationsprogramms „Excel“ die direkten Mittelwerte der Auto-Daten gebildet wurden. Die dazu nötigen Arbeitsschritte wurden in Kapitel 4.4 beschrieben.

Die Ergebnisse in diesem Untersuchungsabschnitt sollten daher in erster Linie zur Entwicklung einer speckdicken-orientierten Fütterungsempfehlung beitragen.

Die Fütterungsversuche wurden – bis auf den abschließenden Vergleichsversuch - hintereinander durchgeführt, sie sollen hier aber für eine effiziente Diskussionsführung gemeinsam behandelt werden. Aus diesem Grund werden im folgenden die vier Fütterungsvarianten (Gruppe 1 bis 4) sowie die „simulierte“ automatische Konditionsfütterung (Gruppe 5 = Auto) im Vergleich zur Standardfütterung (Gruppe 6 = Standard) gleichzeitig dargestellt und diskutiert.

5.1 Grundsätzliche Anforderungen

Die optimale Kondition

Um Sauen auf eine optimale Kondition hin zu füttern bedarf es der Kenntnis des idealen Konditionszustandes. Dazu bietet der Body-Condition-Score (BCS) nach KLEINE KLAUSING et al. (1998) eine gute Hilfestellung. Es wurde daher begleitend zur Speckdickenerfassung mittels Ultraschall in der Untersuchung angewendet.

Jedoch ist diese visuelle Konditionsbeurteilung oft mit Fehlern behaftet (NIGGEMEYER, 1998; DARNELEY, 1980). Dem entsprechend kann der BCS für eine Konditionsfütterung nur bedingt herangezogen werden. Wie stark sich der BCS von der mittels Ultraschall durchgeführten Konditionsbeurteilung unterscheidet, sollte ebenfalls in der Untersuchung geklärt werden.

Da mittels Futterkurve eine bestimmte Rückenspeckdicke erzeugt werden sollte, musste ein ideales Speckdickenmaß definiert werden. In einer Literaturrecherche wurden diesbezüglich zahlreiche Richtwerte gefunden. Diese Richtwerte unterscheiden sich in Abhängigkeit der jeweils angewendeten Speckdickenerfassungsmethode und beziehen sich in der Regel auf einen Jungsauen- und Altsauenstatus.

Meist liegen die Empfehlungen der P₂-Messung (CLOSE und COLE, 2000; AHERNE und WILLIAMS, 1992) über den Richtwerten der ABC-6- oder STAMBOEK-Methode (KLEINE KLAUSING und LENZ, 1994). Dies ist insoweit verwunderlich, da bei der P₂-Messung nur zwei Punkte im hinteren Rückenbereich und bei der ABC-6-Methode mehrere Punkte über den gesamten Rücken erfasst werden. Nach MEERSMANN (1982) ist die Fettschicht im vorderen Rückenbereich am dicksten, in der Mitte am dünnsten und sie hat im Bereich der Lendenwirbelsäule eine mittlere Schichtdicke. Diese Aussage konnte generell in eigenen Voruntersuchungen bestätigt werden, wobei in Einzelfällen auch Abweichungen in der beschriebenen Speckdickenverteilung auftraten. Dem zu Folge müssten jedoch die Richtwerte der beiden Methoden genau umgekehrt sein. Eine Erklärung für diesen Gegensatz stellt möglicherweise die Tatsache dar, dass es sich bei den P₂-Empfehlungen vorwiegend um Ergebnisse aus englischen oder amerikanischen Untersuchungen handelt, deren Sauen möglicherweise ein anderes Speckdickenniveau haben. Da der Körperfettbestand von sehr

vielen Parametern, wie z.B. der Genetik der Sauenlinie abhängig ist (MULAN, 1991), kann also nicht von einer direkten Übertragung der empfohlenen Werte auf die Deutsche Landrasse ausgegangen werden.

Aber auch bei einer reinen Betrachtung der deutschsprachigen Empfehlungen von KLEINE KLAUSING und LENZ (1994) oder HÜHN (1996) konnten Differenzen in den Richtwerten von mehr als 4 mm festgestellt werden.

Die Ermittlung der Soll-Rückenspeckdicke (RSD-Soll) mittels Literatursichtung konnte folglich nicht abschließend geklärt werden und sollte daher in die Untersuchung mit aufgenommen werden.

Empfehlungen zur Konditionsfütterung

Es gibt einige wissenschaftliche Erkenntnisse zur Konditionsfütterung, die jedoch meistens nur allgemeine Empfehlungen beinhalten. So sollte zum Beispiel eine energetische Versorgung der Sauen über 27 MJ ME je Tag in den ersten drei bis vier Wochen nach dem Belegen vermieden werden, um die Überlebensrate der Embryonen zu maximieren (KLEINE KLAUSING, 1994). Eine Fütterung auf Kondition sollte daher in der Niederträchtigkeit statt finden (SCHLUMM, 1985).

BOYD (1999) empfiehlt diesbezüglich eine Futtererhöhung um 7,5 % für jede Notenabweichung vom Idealzustand (Note 3) bei einem BCS von 1-5. Das Ziel sollte die Note 3,5 bis 4 bei der Geburt sein. Da die Konditionsfütterung speckdicken-orientiert sein sollte und mittels Literaturrecherche die empfohlenen Speckdickenwerte nicht eindeutig den BCS-Noten zugeordnet werden konnten, war eine Anwendung der von BOYD (1999) gemachten Fütterungsempfehlung nur schwer möglich.

CLOSE und COLE (2000) erstellten als einzige Autoren eine Gleichung, mit deren Hilfe in Abhängigkeit der Energiezufuhr (x , MJ DE/Tag), des Körpergewichts (z , kg) und der Ausgangsspeckdicke (w , mm) mittels P_2 -Messung beim Belegen eine Aussage zur erwarteten Speckdickenänderung (ΔP_2 , mm) getroffen werden könne. Diese lautet wie folgt:

$$\Delta P_2 = 0.36 (\pm 0.03) * x - 0.031 (\pm 0.07) * z - 0.02 (\pm 0.09) * w - 6.44 \quad (R^2 = 0.82)$$

Eine statistische Prüfung der Gleichung erbrachte folgendes Ergebnis:

Aufgrund der (in den Klammern angegebenen) relativ großen Standardabweichung ist zu vermuten, dass die Regressionskoeffizienten für die Einflussgrößen Körpergewicht (z) und Ausgangsspeckdicke (w) statistisch nicht abgesichert (d.h. von Null verschieden) sind. Die Regressionsgleichung sollte in diesem Fall ohne diese Variablen oder durch ein anderes Modell neu bestimmt werden. Aus diesem Grund wurde die angegebene Formel nicht für den Versuch berücksichtigt.

5.2 Gruppeneinteilung und Fütterungsstrategien

In der Schweineversuchsanlage der FAL in Mariensee wurden die in Tabelle 12 dargestellten Fütterungsgruppen gebildet.

Tabelle 12: Fütterungsgruppen

	n	Parität	MJ ME / Tier und Tag		Rückenspeckdicke (RSD) Soll in mm zur Geburt	Zu-/Abschlags-Faktor ¹⁾
			niedertragend (22.-85. Tragtag)	hochtragend (86.-112. Tragtag)		
Gruppe 1	7	JS	30		Wurf-Nr.- und Tragtag-Spezifisch	± 1
	23	AS	32			
Gruppe 2	4	JS	29	34	Wurf-Nr.- und Tragtag-Spezifisch	± 1
	13	AS	32	37		
Gruppe 3	3	JS	29	34	20	+ 1
	15	AS	32	37	24	
Gruppe 4	3	JS	29	34	20	+ 2
	4	AS	32	37	24	
Gruppe 5 (Auto)	1	JS	29	34	18	+ 2
	9	AS	32	37	20	
Gruppe 6 (Standard)	2	JS	29	34	18	0
	10	AS	32	37	20	

¹⁾ der Zu-/Abschlagsfaktor ist dimensionslos, Anwendungsprinzip (s. auch Seite 75):

% Differenz RSD-Soll und RSD-Ist = % Futteränderung (ausgehend von Grundversorgung) * Zu-/Abschlagsfaktor

Grundsätzlich erhielten Jungsauen (Parität 0 und 1) im Vergleich zu Altsauen (Parität ≥ 2) niedrigere Futtermengen, wie es von CLOSE und COLE (2000) empfohlen wird. Zu Beginn der Untersuchung wurden die Tiere der Gruppe 1 entsprechend der in der Versuchstation üblichen Fütterungsstrategie mit Energie versorgt, welche ausführlich im Kapitel 3 dargestellt ist. Danach erfolgte für die Gruppen 2 bis 6 eine Erhöhung der Grundfuttermittellversorgung. Ebenso wurden ab diesem Zeitpunkt zwischen einer nieder- und hochtragenden Futtermittellzuteilung unterschieden, um dem verstärkten Fötenwachstum Rechnung zu tragen (BHZP, 2002).

Bezüglich der Soll-Rückenspeckdicke (Soll-RSD) zum Zeitpunkt der Geburt wurden in Anlehnung an die in der Literatur gefunden Richtwerte verschiedene Zielgrößen experimentell untersucht. In Gruppe 1 und 2 orientierte sich die Futtermengenzuteilung nach einem wurfnummer- und tragtagspezifischen RSD-Soll-Wert, welcher in Tabelle 25 im Anhang eingesehen werden kann. Ab der 3. Gruppe wurde der RSD-Soll-Wert wesentlich auf eine Zielgröße von 20 mm für Jungsauen und 24 mm für Altsauen angehoben. Dieser Wert konnte aber sogar von den mittels BCS als Note 5 eingestuften Sauen nur schwer erreicht werden und erschien daher für die Sauen zu hoch. Er wurde deshalb in den beiden letzten Gruppen wieder auf ein vergleichsweise mittleres Niveau von 18 bzw. 20 mm herabgesetzt.

Die Konditionsfütterung erfolgte in der Weise, dass die Sauen einen Zu- oder Abschlag (\pm) oder nur einen Zuschlag (+) an Futtermenge in Höhe der prozentualen Differenz zwischen Soll-RSD und der tatsächlichen Rückenspeckdicke multipliziert um einen bestimmten Faktor (s. Tabelle 12) erhielten. In den Gruppen 1 und 2 wurde die Futtermenge sogar, wenn die Sauen eine höhere RSD besaßen als es der Zielwert vorsah, um den jeweiligen Faktor erniedrigt. Diese Futtermengenreduzierung wurde in den folgenden Gruppen aufgehoben. Die Futtermengenzuteilung für Tiere, die dort ihren Soll-RSD erreicht hatten bzw. darüber lagen, fiel dann auf das Grundversorgungsniveau zurück. Der Zu- oder Abschlags-Faktor lag zu Beginn bei 1 und wurde später auf 2 erhöht, um einen besseren Speckdickenaufbau erzielen zu können.

Die Fütterungsgruppen 5 (Auto) und 6 (Standard) wurden im Gegensatz zu den anderen Varianten zeitgleich durchgeführt. Hier sollten die Unterschiede zwischen der automatischen Konditionsfütterung und einer reinen Standardversorgung der Tiere untersucht werden.

5.3 Gewichtsentwicklung

5.3.1 Gewichtsentwicklung über alle Gruppen

Um einen Überblick über das Herdenniveau zu erhalten, wird in

Abbildung 24 die mittlere Gewichts- und Speckdickenentwicklung je Wurfnnummer über alle Gruppen dargestellt.

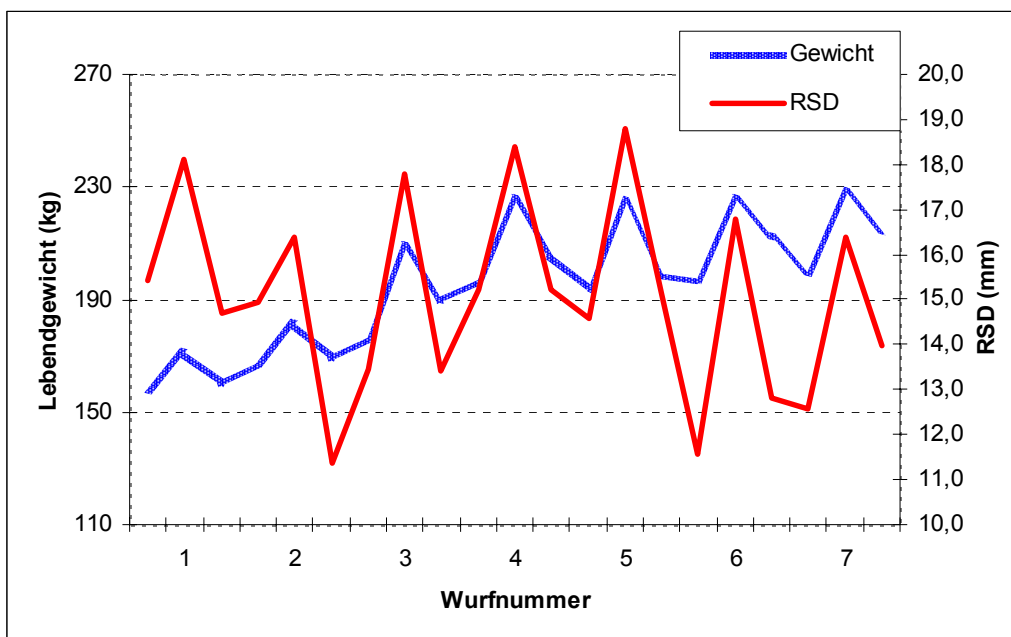


Abbildung 24: Mittlere Gewichts- und Speckdickenentwicklung je Wurfnnummer über alle Gruppen ($n = 94$)

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen von VAN WESEL (1996) wird deutlich, dass die Sauen bis zum vierten Wurf den Abferkelstall immer schwerer mit ca. 10-20 kg Mehrgewicht je Zyklus verlassen. Die Speckdickenentwicklung hingegen ist eher rückläufig. Während die Sauen bis zum vierten Wurf nach dem Absetzen ihre Speckdicke aufbauen konnten, muss für die folgenden Würfe ein Speckdickenverlust in den ersten 35 Tagen der Trächtigkeit verzeichnet werden. VAN WESEL (1996) begründet dies mit einem fehlenden Anstieg des Erhaltungsfutters nach jedem Wurf, um dem vermehrten Gewichtszuwachs Rechnung zutragen. Füttere man alle Sauen, die mehrmals geferkelt haben, zu Anfang der Tragezeit gleich, könne – wie hier beobachtet - ein Speckverlust auftreten.

5.3.2 Gewichtsentwicklung bei Jung- und Altsauen

Ausgehend von den wöchentlich bis zum 108. Tragtag erfassten Sauengewichten konnte das Gewicht zum Zeitpunkt der Geburt für jedes Tier mittels Regressionsanalyse berechnet werden. Von diesem wurde wiederum die Ferkelgeburtsmasse und standardmäßig 3 kg Nachgeburtsmasse abgezogen, um die Gewichtsverluste in der Säugezeit bis zum 28. Tag p.p. zu beziffern.

Bei der Beurteilung der mittleren Gewichtsveränderung zwischen den Gruppen sollte das Ausgangsgewicht der Tiere am 35. Tag p.c. mit berücksichtigt werden. Dies wird daher - sowie das Endgewicht der Tiere am 108. Tag p.c. - begleitend in jeder folgenden Abbildung mit dargestellt (s. z.B. Tabelle 13).

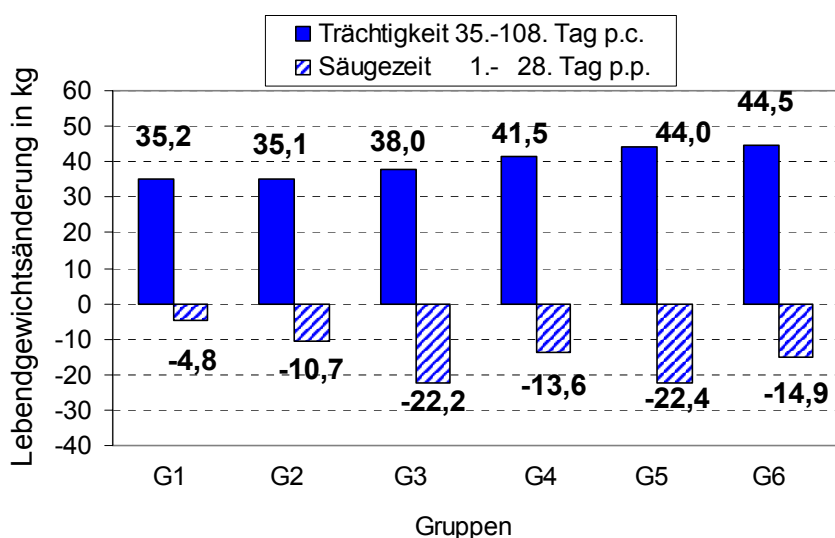


Abbildung 25: Mittlere Lebendgewichtsveränderungen bei Jungsaunen je Gruppe

Tabelle 13: Ausgangs- und Endgewichte der Jungsaunen je Gruppe

Gruppen		G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6
	n	7	4	3	3	1	2
35. Tag p.c.	\bar{x}	175	164	169	163	165	140
	s	6	7	23	15	.	24
	min	169	159	150	152	.	123
	max	181	169	195	173	.	157
108. Tag p.c.	\bar{x}	210	199	207	205	209	185
	s	22	15	23	11	.	4
	min	188	185	191	189	.	182
	max	232	211	233	216	.	187

Abbildung 25 zeigt die errechnete mittlere Lebendgewichtsveränderung pro Gruppe für Jungsauen. Eine Darstellung der Standardabweichungen, sowie Min- und Max-Werte befindet sich im Anhang auf Seite 125. Die von JEROCH et al. (1999) geforderten 45-50 kg Gewichtszunahme in den ersten beiden Graviditäten konnten nur von den Fütterungsgruppen 5 (Auto) und 6 (Standard) erreicht werden, wobei aufgrund der geringen Anzahl an Jungsauen in diesen Gruppen eine absolute Aussage nur bedingt möglich ist. Der in den Gruppen 3 und 5 (Auto) aufgetretene mittlere Gewichtsverlust während der Säugezeit von mehr als 20 kg ist nach HÜHN (1996) und YANG et al. (1989) nicht mehr tolerabel und beeinträchtigt die folgende Fruchtbarkeit der Tiere. Nicht erklärbar ist der geringe mittlere Gewichtsverlust während der Säugezeit in der Gruppe 1.

Das von WHITTEMORE (1993) bei Altsauen geforderte Zielgewicht von 250 kg zur Geburt (s. Tabelle 14) konnte bis auf die Gruppen 2 und 6 (Standard) mit allen Fütterungsvarianten im Mittel erreicht werden, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Tiere in diesen Gruppen die geringsten mittleren Ausgangsgewichte am 35. Tragtage hatten. Erstaunlich sind die erheblichen Unterschiede in den Gewichtsverlusten zwischen den Gruppen während der Laktation. Der hohe mittlere Gewichtsverlust während der Säugezeit in Gruppe 5 (Auto) ist auf die Erkrankung zweier Sauen nach der Geburt zurückzuführen.

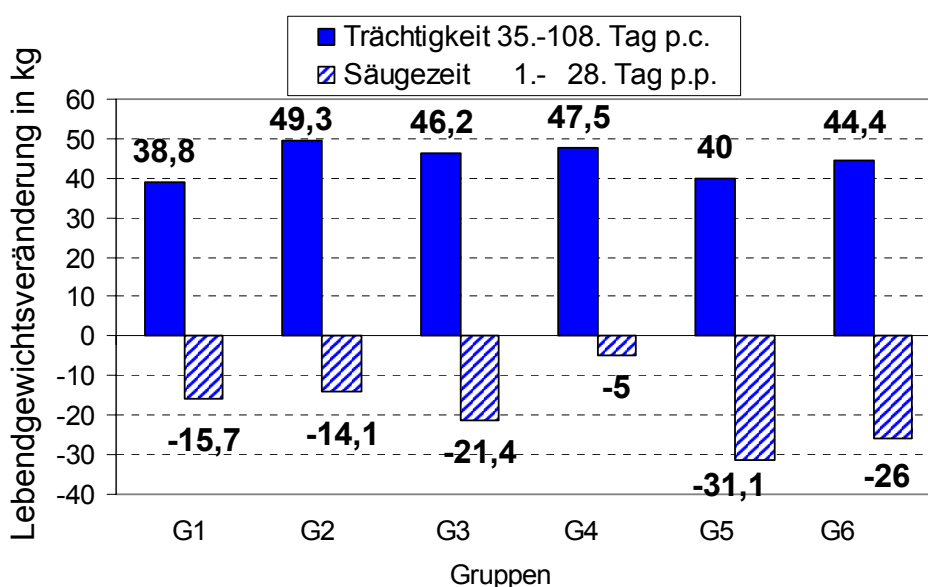


Abbildung 26: Mittlere Lebendgewichtsveränderungen bei Altsauen je Gruppe

Tabelle 14: Ausgangs- und Endgewichte der Altsauen je Gruppe

Gruppen		G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6
	<i>n</i>	23	13	15	4	9	10
35.Tag p.c.	\bar{x}	204	184	203	199	212	190
	<i>s</i>	21	20	23	34	7	32
	<i>min</i>	156	150	159	175	204	155
	<i>max</i>	234	230	241	223	220	232
108.Tag p.c.	\bar{x}	243	233	249	246	252	234
	<i>s</i>	24	20	15	36	13	27
	<i>min</i>	191	209	209	220	229	211
	<i>max</i>	289	269	261	273	281	282

Eine alleinige Betrachtung der Gewichtsverhältnisse in den Gruppen gibt noch keine ausreichende Auskunft über den Erfolg der Fütterungsstrategien, sollte aber zum besseren Gesamtverständnis mit dargestellt werden.

5.4 Futtermversorgung und Tierleistung

5.4.1 Aufgenommene Futtermengen bei Jung- und Altsauen

Die Tabellen 15 und 16 zeigen die aufgenommenen Futtermengen je Gruppe für Jung- und Altsauen. In der Niederträchtigkeit bestand bei den Jungsauen zwischen den Gruppen eine mittlere Futteraufnahmedifferenz von bis zu 694 MJ ME. Diese lag in der Hochträchtigkeit nur noch bei maximal 497 MJ ME.

Tabelle 15: Aufgenommene Futtermengen von Jungsauen

Jungsauen		Σ	Σ	Σ	Σ	$\bar{\emptyset}$	$\bar{\emptyset}$	$\bar{\emptyset}$
		35.-85. Tag p.c. MJ ME/T.	86.-115. Tag p.c. MJ ME/T.	1.-28. Tag p.p. MJ ME/T.	35.Tag p.c.- 28.Tag p.p. MJ ME/T.	35.-85. Tag p.c. kg/Tier/d	86.-108. Tag p.c. kg/Tier/d	10.-21. Tag p.p. kg/Tier/d
Gruppe 1 n = 7	\bar{X}	1201	874	1174	3672	1.8	2.0	4.5
	s	389	304	185	921	0.6	0.7	0.6
	min	659	440	884	2347	1.0	1.0	3.4
	max	1756	1307	1365	4883	2.6	2.9	5.0
Gruppe 2 n = 4	\bar{X}	1535	1371	1328	4733	2.3	3.1	5.3
	s	364	318	241	976	0.5	0.7	1.1
	min	1160	957	1086	3658	1.7	2.4	4.3
	max	1866	1672	1638	5749	2.8	3.9	6.8
Gruppe 3 n = 3	\bar{X}	1733	1247	1278	4570	2.6	2.7	4.5
	s	771	354	299	1533	1.1	0.5	1.3
	min	1446	897	1014	3567	2.2	2.2	3.3
	max	1996	1586	1573	5583	3.0	3.2	5.8
Gruppe 4 n = 3	\bar{X}	1393	1028	1404	4103	2.1	2.0	5.3
	s	1353	285	60	1816	2.0	0.8	0.2
	min	994	811	1341	3355	1.5	1.4	5.1
	max	1920	1344	1456	5133	2.9	2.8	5.4
Gruppe 5 (Auto) n = 1	\bar{X}	1895	1271	1881	5046	2.8	2.4	6.4
	s	.	.	.	.	.	.	.
	min	.	.	.	.	.	.	.
	max	.	.	.	.	.	.	.
Gruppe 6 (Standard) n = 2	\bar{X}	1514	1265	1398	4386	2.3	2.5	5.4
	s	135	104	74	313	0.2	0.2	0.4
	min	1419	1190	1346	4165	2.1	2.4	5.1
	max	1610	1339	1450	4608	2.4	2.7	5.6

Während der Laktation verzehrten alle Jungsauen im Mittel, unabhängig ihrer Gruppenzugehörigkeit, etwa gleich viel Futter. Es scheint, dass ihre maximale Futteraufnahmekapazität mit ca. 5 kg Futter je Tag erreicht war.

Altsauen hatten erwartungsgemäß ein insgesamt höheres Futteraufnahmeniveau als Jungsauen (s. Tabelle 16), wobei die höchsten Futtermengenunterschiede zwischen den Gruppen in der Niederträchtigkeit zu beobachten waren (bis zu 664 MJ ME). Trotz der Ad-Libitum-Fütterung

während der Säugezeit in den Gruppen 2 bis 6 (Standard) verzehrten Altsauen im Mittel nur maximal 5,7 kg Futter je Tag. Von einer Limitierung des Futterangebotes je Tier und Tag ist dennoch abzuraten, da ein Anstieg der Futteraufnahme bei einzelnen Sauen bis auf 7,6 kg zu verzeichnen war.

Tabelle 16: Aufgenommene Futtermengen von Altsauen

Altsauen		Σ	Σ	Σ	Σ	\emptyset	\emptyset	\emptyset
		35.-85. Tag p.c. MJ ME/T.	86.-115. Tag p.c. MJ ME/T.	1.-28. Tag p.p. MJ ME/T.	35.Tag p.c.- 28.Tag p.p. MJ ME/T.	35.-85. Tag p.c. kg/Tier/d	86.-108. Tag p.c. kg/Tier/d	10.-21. Tag p.p. kg/Tier/d
Gruppe 1	\bar{X}	1604	1101	1771	4477	2,4	2,5	4,9
	s	438	310	124	872	0,7	0,6	0,2
	min	739	491	1315	2545	1,1	1,2	4,0
	max	2376	1632	1820	5827	3,5	3,5	5,0
Gruppe 2	\bar{X}	1835	1397	2102	5334	2,7	3,2	5,7
	s	321	254	311	886	0,5	0,5	0,7
	min	1310	979	1417	3706	1,9	2,4	4,4
	max	2418	1835	2529	6781	3,6	4,0	6,8
Gruppe 3	\bar{X}	2268	1331	1900	5498	3,4	3,2	5,7
	s	292	304	446	1042	0,4	0,6	1,3
	min	1647	804	1107	3557	2,5	2,1	3,5
	max	2809	1900	2511	7219	4,2	4,3	7,6
Gruppe 4	\bar{X}	1858	1392	1759	5009	2,8	3,4	5,2
	s	693	505	371	1569	1,0	1,0	0,8
	min	1149	826	1374	3349	1,7	2,2	4,3
	max	2555	2010	2166	6731	3,8	4,6	6,1
Gruppe 5 (Auto)	\bar{X}	2168	1329	1678	5175	3,2	3,1	5,7
	s	521	295	244	1060	0,8	0,8	0,8
	min	1465	943	1308	3716	2,2	2,1	4,4
	max	2967	1802	1987	6755	4,4	4,3	6,7
Gruppe 6 (Standard)	\bar{X}	1742	1238	1631	4612	2,6	2,8	5,2
	s	118	138	412	669	0,2	0,2	1,2
	min	1488	955	1033	3476	2,2	2,4	3,2
	max	1827	1436	2215	5477	2,7	2,9	6,6

Eine mögliche Beeinträchtigung des Futteraufnahmevermögens in der Laktation durch hohe Futtergaben in der Trächtigkeit, wie er von CLOSE und COLE (2000) beschrieben wird, konnte nicht festgestellt werden.

5.4.2 Tierleistung

Ebenso wie bei der Betrachtung der Sauengewichte kann der Erfolg der einzelnen Fütterungsstrategien nicht nur isoliert hinsichtlich der aufgenommenen Futtermenge beurteilt werden, sondern bedarf der Interpretation in Zusammenhang mit der erbrachten Tierleistung. Daher wurden in der Untersuchung verschiedene Tierleistungsparameter erfasst. Neben den in

Tabelle 17 dargestellten Ferkeldaten (Anzahl der lebend und tot geborenen Ferkel, Anzahl der Ferkelverluste, Anzahl der mumifizierten Ferkel, der Geburts- und Absetzgewichte) wurde als Tierleistungsparameter auch die am 108. Tag festgestellte RSD und das Sauengewicht mit berücksichtigt.

Tabelle 17: Tierleistungsergebnisse

		RSD 108.Tag p.c. [mm]	SauenGew 108.Tag p.c. [kg]	Ferkel leb. geb. [n]	Ferkel abges. [n]	Ferkel tot geb. [n]	Ferkel Mumie [n]	Ferkel Verluste [n]	Ferkel GebGew [kg]	Ferkel AbsGew [kg]
Gruppe 1 n = 30	\bar{x}	17,0	233,3	9,87	8,55	1,13	0,10	1,29	1,53	7,56
	s	2,3	30,2	2,29	2,05	1,63	0,30	1,42	0,25	1,28
	min	12,0	170,0	4,00	3,00	0,00	0,00	0,00	1,09	5,58
	max	21,3	288,8	13,00	12,00	6,00	1,00	5,00	2,14	10,41
Gruppe 2 n = 17	\bar{x}	18,0	224,8	10,71	9,00	0,65	0,06	1,71	1,50	7,92
	s	2,2	27,4	2,64	2,06	0,93	0,24	1,49	0,22	1,46
	min	13,7	166,0	6,00	5,00	0,00	0,00	0,00	1,03	5,98
	max	21,0	269,0	15,00	12,00	0,00	1,00	5,00	1,88	11,65
Gruppe 3 n = 18	\bar{x}	19,4	232,1	10,39	8,44	1,33	0,00	1,78	1,52	8,39
	s	3,4	21,0	2,35	2,09	2,22	0,00	1,31	0,15	1,80
	min	12,7	191,0	6,00	4,00	0,00	0,00	0,00	1,31	5,89
	max	24,0	257,0	15,00	11,00	9,00	0,00	4,00	1,78	11,12
Gruppe 4 n = 7	\bar{x}	21,8	235,7	9,86	7,86	0,71	0,00	2,00	1,87	8,18
	s	2,3	42,5	1,95	2,41	1,11	0,00	1,91	0,14	1,30
	min	18,3	186,0	8,00	5,00	0,00	0,00	0,00	1,25	5,84
	max	23,3	298,0	13,00	11,00	3,00	0,00	6,00	1,88	9,48
Gruppe 5 (Auto) n = 10	\bar{x}	20,0	249,9	11,33	9,67	1,00	0,00	1,67	1,58	7,51
	s	3,1	19,6	1,50	1,73	1,32	0,00	1,22	0,15	0,91
	min	16,0	209,0	8,00	7,00	0,00	0,00	0,00	1,37	5,68
	max	25,0	273,0	13,00	12,00	4,00	0,00	4,00	1,77	9,24
Gruppe 6 (Standard) n = 12	\bar{x}	17,2	232,7	11,50	9,00	0,75	0,00	2,50	1,52	7,65
	s	2,9	32,9	2,11	2,09	1,14	0,00	1,51	0,21	1,15
	min	11,7	182,0	8,00	6,00	0,00	0,00	1,00	1,14	4,74
	max	20,7	284,0	14,00	12,00	3,00	0,00	6,00	1,80	9,27
über alle Gruppen n = 94	\bar{x}	18,0	233,6	10,47	8,72	0,99	0,04	1,70	1,55	7,84
	s	2,9	29,1	2,29	2,06	1,53	0,20	1,46	0,39	1,39
	min	11,7	166,0	4,00	3,00	0,00	0,00	0,00	1,03	4,74
	max	25,0	298,0	15,00	12,00	9,00	1,00	6,00	2,14	11,65

In den Gruppen 4 und 5 konnten mit 21,8 und 20,0 mm die höchsten RSD-Werte gemessen werden. Obwohl sich die Tiere in Gruppe 5 im Vergleich zur Gruppe 6 in einem besseren Konditionszustand (RSD, Gewicht) am 108. Tag p.c. befanden, zeigten sie vergleichbar gute Abferkel- und Aufzuchtleistungen wie Gruppe 6. Nur bei den Gruppen 1, 2 und 6 mit einer geringeren Futterintensität traten mumifizierte Ferkel auf. Insgesamt lagen die Ferkelverluste mit 16,7 % etwas über dem praxisüblichen Niveau.

5.4.3 Einfluss der Futteraufnahme auf die Tierleistung

Um den Einfluss der Futteraufnahme auf die Tierleistung zu ermitteln, wurden die Korrelationen (r) zwischen den Tierleistungs-Variablen berechnet. In Tabelle 18 sind die Ergebnisse dargestellt.

Tabelle 18: Korrelationen Futteraufnahme und Tierleistung

		RSD 108.Tag p.c.	SauenGew 108.Tag p.c.	Ferkel leb. geb.	Ferkel abges.	Ferkel tot geb.	Ferkel Mumie	Ferkel Verluste	Ferkel GebGew	Ferkel AbsGew
Gruppe 1 n = 30	r	0.559	0.834	0.337	0.250	0.232	0.214	0.169	-0.012	-0.033
	p	0.001**	<.0001***	0.064	0.175	0.210	0.247	0.362	0.948	0.864
Gruppe 2 n = 17	r	-0.202	0.405	0.178	0.346	-0.234	-0.235	-0.162	-0.072	-0.153
	p	0.436	0.107	0.494	0.174	0.366	0.364	0.534	0.785	0.559
Gruppe 3 n = 18	r	0.027	0.353	-0.175	-0.440	0.230	.	0.347	0.286	0.397
	p	0.027*	0.150	0.488	0.068	0.359	.	0.158	0.250	0.102
Gruppe 4 n = 7	r	0.081	0.567	0.333	0.029	0.433	.	0.304	0.146	-0.183
	p	0.863	0.184	0.465	0.952	0.333	.	0.508	0.754	0.694
Gruppe 5 n = 10	r	-0.164	0.448	0.249	0.598	0.659	.	-0.541	0.328	-0.177
	p	0.673	0.227	0.518	0.089	0.054	.	0.133	0.389	0.648
Gruppe 6 n = 12	r	0.388	0.727	-0.056	-0.146	0.116	.	0.125	-0.331	0.014
	p	0.212	0.007**	0.863	0.650	0.720	.	0.700	0.293	0.965
alle Grp. n = 94	r	0.411	0.597	0.202	0.118	0.201	-0.034	0.126	0.012	0.128
	p	<.0001***	<.0001***	0.050	0.259	0.052	0.743	0.227	0.908	0.223

signifikant: $p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$

In der Untersuchung konnte insgesamt (über alle Gruppen) ein positiver Einfluss der aufgenommenen Futtermenge auf den Gewichts- und Speckdickenzuwachs signifikant ($p < 0,05$) nachgewiesen werden. Innerhalb der Gruppen war dieser Zusammenhang jedoch nicht immer signifikant. Ein Einfluss der verzehrten Futtermenge auf die Tierleistungsparameter „Ferkelraten“ war in keinem Fall signifikant nachzuweisen.

5.5 Rückenspeckdicke und Tierleistung

5.5.1 Entwicklung der Rückenspeckdicke bei Jung- und Altsauen

Eine Berechnung der RSD-Entwicklung bei sechs Jungsauengruppen erbrachte die in Abbildung 27 dargestellten Ergebnisse. Dazu ergänzende Min- und Max-Werte sowie die Standardabweichungen befinden sich im Anhang auf Seite 125. In der Regel verloren die Jungsauen mehr RSD in der Säugezeit als sie in der vorhergehenden Trächtigkeit aufbauen konnten. Auffällig ist auch, dass bei den Sauen in Gruppe 1 im Mittel fast kein RSD-Zuwachs während der Trächtigkeit zu verzeichnen war. Dies könnte zum einen auf den niedrigen RSD-Soll-Wert zurückzuführen sein, wonach die Tiere möglicherweise schon eine ideale Ausgangskondition hatten, und/oder könnte in der geringen Futtermittellversorgung dieser Gruppe begründet sein.

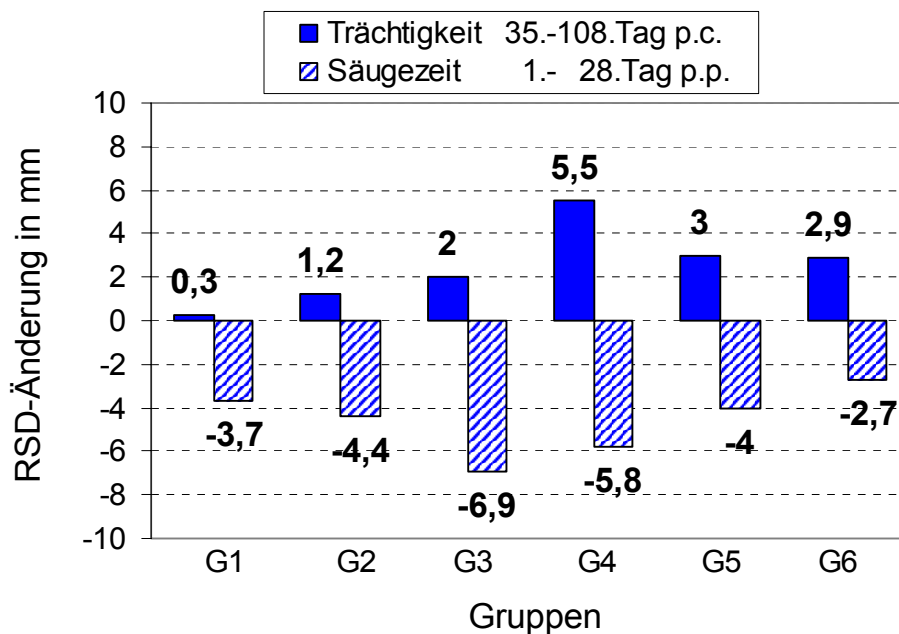


Abbildung 27: Mittlere Rückenspeckdickenveränderungen bei Jungsauen je Gruppe

Tabelle 19: Rückenspeckdicken bei Jungsaugen je Gruppe zu unterschiedlichen Zeitpunkten

Gruppen		G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6
	n	7	4	3	3	1	2
35.Tag p.c.	\bar{x}	17,3	15,0	14,1	15,8	14,3	14,2
	s	1,9	0,5	3,1	2,1	.	5,4
	min	16,0	14,7	10,7	14,3	.	10,3
	max	18,7	15,3	16,7	17,3	.	18,0
108.Tag p.c.	\bar{x}	17,6	16,2	16,1	21,3	17,3	17,1
	s	2,2	1,9	3,9	3,8	.	2,8
	min	13,0	14,0	12,7	16,7	.	14,8
	max	19,7	18,3	20,3	24,0	.	19,3

Nur in den Gruppen 4, 5 (Auto) und 6 (Standard) konnte im Mittel der RSD-Verlust während der Laktation durch den vorhergehenden RSD-Zuwachs mehr oder weniger gut ausgeglichen werden. Die nach IBEN (1998) anzustrebenden maximalen RSD-Verluste in der Säugezeit von weniger als 2 mm waren im Mittel in keiner Gruppe zu verzeichnen. Der mittlere RSD-Zuwachs in der Trächtigkeit lag innerhalb der Gruppen bei allen Jungsaugen bei 0 bis 0,6 mm je Woche. Die Ergebnisse lassen vermuten, dass Jungsaugen bis zur Geburt insgesamt noch kein ausreichendes Fettdepot aufbauen konnten, um ein zu starkes Einschmelzen der eigenen Körperreserven für die Milchbildung zu verhindern. Zu hohe RSD-Schwankungen verursachen laut AHERNE und KIRKWOOD (1985) sowie HUGHES und PEARCE (1989) ein verlängertes Absetzen-Belegen-Intervall, verringerte Trächtigkeitsraten und eine erhöhte Embryonalsterblichkeit.

Bei den Altsaugen konnten im Gegensatz zu den Jungsaugen insgesamt verhältnismäßig geringe mittlere RSD-Verluste in der Trächtigkeit beobachtet werden, wie in Abbildung 28 dargestellt ist. Unabhängig der jeweiligen Fütterungsstrategie verloren sie im Mittel annähernd gleich viel RSD.

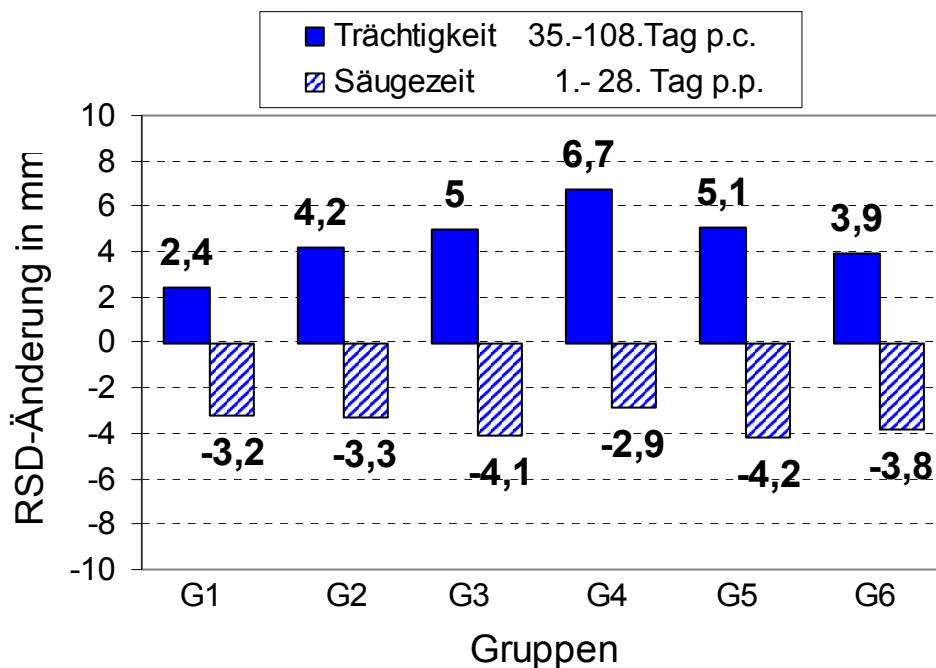


Abbildung 28: Mittlere Rückenspeckdickenveränderungen bei Altsauen je Gruppe

Tabelle 20: Rückenspeckdicken bei Altsauen je Gruppe zu unterschiedlichen Zeitpunkten

Gruppen		G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6
	<i>n</i>	23	13	15	4	9	10
35.Tag p.c.	\bar{x}	15,0	13,8	14,2	16,3	16,7	12,4
	<i>s</i>	2,8	2,9	3,3	0,9	2,6	3,8
	<i>min</i>	9,7	9,7	7,7	15,7	13,0	6,7
	<i>max</i>	20,0	18,3	20,3	17,0	19,0	15,7
108.Tag p.c.	\bar{x}	17,4	18,0	19,2	23,0	21,8	16,3
	<i>s</i>	2,3	2,2	3,3	2,3	3,1	2,9
	<i>min</i>	13,7	13,7	12,7	22,0	20,3	12,2
	<i>max</i>	22,5	21,0	24,0	23,3	25,0	21,3

Der mittlere Zuwachs an RSD lag bei Altsauen in der Trächtigkeit je nach Gruppe bei 0,2 bis 0,7 mm je Woche. Nach WHITTEMORE et al. (1988), LEE und CLOSE (1991) und NEIL et al. (1996) mobilisieren Sauen mit einem erhöhten Fettansatz zur Geburt - relativ gesehen - mehr Körperfett in der Laktation als Sauen mit einem geringeren Fettansatz. Diese

Entwicklung konnte in der vorliegenden Untersuchung weder bei Jung- noch bei Altsauen festgestellt werden.

5.5.2 Einfluss der Rückenspeckdicke auf die Tierleistung

Um den Zusammenhang zwischen RSD und Tierleistung zu beziffern, wurde eine Korrelationsberechnung der in Tabelle 17 dargestellten Tierleistungsparameter und der am 108. Tag p.c. erfassten RSD durchgeführt. KLAVER et al. (1981) bezeichneten die RSD als einen Indikator für die Laktationsleistung. In der Untersuchung konnte jedoch über alle Gruppen kein signifikanter Einfluss der RSD auf die Höhe der Absetzgewichte festgestellt werden. Im Gegensatz dazu war in Gruppe 5 ein signifikant negativer Zusammenhang zwischen RSD und Ferkelgeburtsgewichten nachzuweisen.

Tabelle 21: Korrelation Rückenspeckdicke und Tierleistung

		SauenGew 108.Tag p.c.	Ferkel leb. geb.	Ferkel abges.	Ferkel tot geb.	Ferkel Mumie	Ferkel Verluste	Ferkel GebGew	Ferkel AbsGew
Gruppe 1 n = 30	r	0,255	0,012	-0,075	-0,140	0,021	-0,136	0,070	0,144
	p	0,182	0,950	0,696	0,461	0,913	0,473	0,714	0,464
Gruppe 2 n = 17	r	0,365	-0,066	-0,393	0,330	.	-0,606	0,064	0,027
	p	0,199	0,802	0,118	0,196	.	0.01**	0,807	0,918
Gruppe 3 n = 18	r	0,275	-0,167	-0,307	0,232	.	-0,287	0,201	0,234
	p	0,364	0,507	0,216	0,355	.	0,248	0,424	0,351
Gruppe 4 n = 7	r	0,352	-0,235	-0,386	0,164	.	-0,098	-0,304	-0,154
	p	0,438	0,612	0,392	0,725	.	0,834	0,507	0,742
Gruppe 5 n = 10	r	-0,187	-0,233	-0,037	-0,589	.	0,284	-0,716	-0,462
	p	0,630	0,547	0,925	0,095	.	0,459	0.03*	0,211
Gruppe 6 n = 12	r	0,356	0,078	0,070	-0,453	.	-0,011	0,227	-0,089
	p	0,257	0,809	0,829	0,140	.	0,973	0,479	0,784
alle Grp. n = 94	r	0,268	-0,082	-0,151	-0,005	-0,033	-0,128	0,032	0,105
	p	0.014*	0,435	0,148	0,961	0,757	0,222	0,763	0,323

signifikant: $p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$

Einen positiven Einfluss der RSD auf die Anzahl der Ferkelverluste wurde in Gruppe 2 beobachtet, wobei dieser Zusammenhang als kritisch beurteilt werden muss, da Ferkelverluste multifaktoriell begründet sein können (CLOSE und COLE, 2000). Über alle Gruppen ließ sich ein positiver Einfluss der RSD auf das Sauengewicht signifikant nachweisen.

5.6 Fütterungsempfehlung

5.6.1 Unterschiede in den Fütterungsstrategien

In diesem Arbeitsabschnitt sollte überprüft werden, mit welcher Fütterungsvariante die zuvor definierte Soll-RSD am besten erreicht werden konnte bzw., ob die automatisierte Konditionsfütterung Vorteile gegenüber einer Standardversorgung hat.

Es war davon auszugehen, dass neben der insgesamt aufgenommenen Futtermenge je Tier, die nachweislich einen signifikanten Einfluss auf den RSD-Zuwachs hatte, weitere Faktoren bei dem Vergleich mit berücksichtigt werden mussten, wie zum Beispiel das *Einstall-Gewicht* und die *Einstall-RSD* der Sauen am 35. Tag p.c. oder der *Jung- oder Altsauenstatus (JS/AS)*. Da sich Jungsauen in mit Altsauen gemischten Gruppenhaltungssystemen am Ende der Rangordnung befinden (LADEWIG, 1987; BARB et al., 1982), können sie einem vermehrten Stress ausgesetzt sein, was wiederum ihre Futtermittellverwertung beeinträchtigen kann.

Weiterhin gab es Unterschiede bezüglich der Anzahl der Tiere pro Gruppe und deren Paritätenverhältnisse sowie Unterschiede in der jahreszeitlichen Durchführung. NOBLET et al. (1989) empfehlen z.B. eine angepasste Futtererhöhung für jedes Grad unterhalb einer Raumtemperatur von 20° C. Da aufgrund der Warmstallbedingungen diese Empfehlung bei der Futterzuteilung nicht mit berücksichtigt wurde, Temperaturunterschiede aber dennoch nicht auszuschließen waren, sollte ein möglicher Einfluss über die *Gruppen-Zugehörigkeit* mit ermittelt werden.

Mittels einer Kovarianzanalyse sollte daher zunächst geprüft werden, ob Unterschiede zwischen den fixen Effekten (*Gruppen* und *Sauenstatus*) unter Berücksichtigung der Kovariablen (*Einstall-Gewicht*, *Einstall-RSD*) hinsichtlich des Erreichens der Soll-RSD bestehen. Dazu wurde folgende Modellgleichung aufgestellt:

$$\Delta(RSD\text{-Soll} - RSD\text{-Ist})_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \text{Einstall-RSD} + \text{Einstall-Gewicht} + \varepsilon_{ijk}$$

μ = allgemeine Konstante

α_i = Gruppe

i = Gruppennummer (1-6)

β_j = Sauenstatus (Jung-/Altsau) j = 1 (JS) oder 2 (AS)

k = Anzahl der Messwerte je Gruppe

ε_{ijk} = zufälliger Fehler

In Tabelle 22 sind die diesbezüglich errechneten Ergebnisse dargestellt. Signifikante Unterschiede hinsichtlich des *Sauenstatus* (JS/AS) konnten nicht nachgewiesen werden. Weiterhin hatte das *Einstall-Gewicht* keinen nachweisbaren Einfluss auf das Erreichen der Soll-RSD. Dahingegen konnten deutlich signifikante Unterschiede zwischen den *Gruppen* sowie ein signifikanter Einfluss der *Einstall-RSD* nachgewiesen werden.

Tabelle 22: Einfluss der fixen Effekte (Gruppe, Sauenstatus) sowie der Kovariablen (Einstall-RSD, Einstall-Gewicht)

Einfluss der fixen Effekte und Kovariablen		
	<i>p</i>	Signifikanz
Gruppe	<.0001	***
Sauenstatus (JS/AS)	0.3473	
Einstall-RSD am 35.Tag p.c.	<.0001	***
Einstall-Gewicht am 35. Tag p.c.	0.5273	

signifikant: $p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$

Mittels eines zusätzlichen t-Tests sollte nun überprüft werden, inwieweit signifikante Unterschiede zwischen RSD-Ist und RSD-Soll am 108. Tag p.c. (repräsentiert durch die Differenz) bestehen. Der t-Test berücksichtigt die zuvor ermittelten Einflussfaktoren, indem er die absolute Differenz daraufhin entsprechend korrigiert.

Tabelle 23: Differenzen und Testergebnisse zwischen RSD-Soll und RSD-Ist in den Gruppen unter Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren ($n = 94$)

Differenzen und t-Test-Ergebnisse					
	\bar{x}	<i>s</i>	<i>t-Value</i>	<i>p</i>	Signifikanz
Gruppe 1	-2.183.8	0.6115	-3.57	0.0008	***
Gruppe 2	-4.976.1	0.6467	-7.69	<.0001	***
Gruppe 3	-3.856.9	0.5003	-7.71	<.0001	***
Gruppe 4	-1.090.5	0.9706	-1.12	0.2667	
Gruppe 5	0.3217	0.8759	0.37	0.7150	
Gruppe 6	-1.702.0	0.6973	-2.44	0.0183	*

signifikant: $p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$

Wie in Tabelle 23 dargestellt, gab es in den Gruppen 4 und 5 (Auto) keinen signifikanten Unterschied zwischen RSD-Soll und RSD-Ist am 108. Tag p.c.. In diesen Gruppen konnten

demnach mittels ihrer spezifischen Fütterungsstrategie die vorgegebene RSD von 18 bzw. 20 mm (JS) und 20 bzw. 24 mm (AS) am besten erreicht werden. Die Sauen der Gruppen 1, 2, 3 und 6 erreichten hingegen nicht den RSD-Soll-Wert am 108. Tag p.c.; dort wurden signifikante Unterschiede festgestellt.

Der t-Test gibt keine Auskunft über die Güte der unterschiedlichen RSD-Soll-Werte, da in der Untersuchung, wie in Kapitel 5.5.2 beschrieben, insgesamt kein positiver Einfluss der Rückenspeckdicke auf die Reproduktionsleistung nachgewiesen werden konnte. Mit seiner Hilfe kann jedoch der Erfolg der verschiedenen Fütterungsstrategien zur Aufkonditionierung der Sauen beurteilt werden. Demnach war die automatische Konditionsfütterung in Gruppe 5 erfolgreicher als die Standardversorgung der Tiere in Gruppe 6.

5.6.2 Fütterungsmodell

Ein wesentliches Teilziel der Untersuchung bestand darin, eine Fütterungsstrategie zu entwickeln, mit welcher Sauen auf einen bestimmte RSD hin gefüttert werden können. In einer Regressionsanalyse konnte kein Einfluss *der Einstall-RSD* und des *Einstall-Gewichtes* am 108. Tag p.c. auf die RSD-Änderung (ΔRSD , mm/Woche) ermittelt werden. Es wurde jedoch ein Einfluss der aufgenommenen Futtermenge (*Futter*, MJ ME/Woche) signifikant nachgewiesen. Dieses Ergebnis deckt sich gewissermaßen mit den Erkenntnissen von CLOSE und COLE (2000), die zwar ein Regressionsmodell unter Berücksichtigung aller genannten Variablen aufstellten, deren Einfluss sie aber nicht immer signifikant nachweisen konnten (s. Kapitel 5.1).

Unter Berücksichtigung des signifikant nachgewiesenen Einflussfaktors „*Futter*“ (in MJ ME/Woche) konnte über alle Sauen folgendes Regressionsmodell mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,34$ aufgestellt werden.

$$\Delta RSD = -0.35 (\pm 0.09) + 0.0028 (\pm 0.0004) * \text{Futter} \quad (R^2 = 0.34)$$

Geht man demnach von einem realistischen RSD-Zuwachs von 0,4 mm je Woche aus, wie in Kapitel 5.5 dargelegt, benötigt eine Sau unabhängig ihres *Einstall-Gewichtes* und ihrer *Einstall-RSD* eine Futtermenge von 268 MJ ME je Woche inklusive ihres Erhaltungsbedarfes.

5.7 Body-Condition-Score (BCS) im Vergleich zur Ultraschallmessung

Neben der Konditionsbeurteilung mittels Ultraschall wurden alle Sauen in der Untersuchung hinsichtlich ihrer Kondition an Hand des BCS nach KLEINE KLAUSING et al. (1998) eingestuft. Mit welcher Genauigkeit der BCS im Vergleich zur RSD-Messung eine Konditionsbeurteilung ermöglicht, sollte eine zweidimensionale Häufigkeitsverteilung zeigen. Dazu wurden den fünf Konditionsklassen des BCS bestimmte RSD-Werte zugeordnet, wie in Tabelle 24 dargestellt ist. Die Einteilung der RSD zu den Konditionsklassen des BCS erfolgte nach subjektiver Einschätzung, da ein idealer RSD-Richtwert in der Untersuchung nicht abschließend definiert werden konnte. Ausgehend von der Tatsache, dass selbst augenscheinlich sehr „fette“ Tiere nur schwer einen RSD-Soll-Wert von 24 mm am 108. Tag p.c. erreichten, wurde eine für die Tiere (Deutsche Landrasse) realistische Soll-RSD von 20 mm der BCS-Note 4 zugeordnet, welche nach BOYD (1999) zum Geburtstermin angestrebt werden sollte. Die übrige Zuordnung basierte auf Erfahrungswerten in Anlehnung an die in der Literatur gefundenen Richtwerte.

Tabelle 24: Häufigkeitsverteilung der Konditionsklassen nach BCS und Ultraschallmessung

		Rückenspeckdickenmessung mittels Ultraschall					Total
BCS	Klassen	1	2	3	4	5	%
	mm	> 12	≥ 12- < 16	≥ 16- < 18	≥ 18- ≤ 20	>20	
	1	1.27	4.57	2.88	0.34	0.00	9.05
	2	0.08	2.88	14.89	3.55	0.34	21.74
	3	0.08	1.52	20.22	12.44	1.69	35.96
	4	0.00	0.08	7.28	12.94	1.86	22.17
	5	0.00	0.00	1.86	8.12	1.10	11.08
Total	%	1.44	9.05	47.12	37.39	4.99	100

Wie aus Tabelle 24 ersichtlich wird, konnten häufig Übereinstimmungen zwischen beiden Beurteilungsvarianten festgestellt werden. Ein anschließend durchgeführter Chi-Quadrat (χ^2) - Test bestätigte die Abhängigkeit beider Methoden mit $p < 0,001$. Dennoch lassen sich geringe Verschiebungs-Tendenzen zwischen den Systemen erkennen. So wurde manchmal Sauen mit einer geringen RSD (< 12 mm und ≥ 12 bis < 16 mm) eine höhere Konditionsnote nach BCS

zugeteilt. Für die Konditionsklassen 3 und 4 konnten die meisten Übereinstimmungen zwischen beiden Beurteilungsmethoden festgestellt werden, wobei für Tiere mit ≥ 16 bis < 18 mm RSD eine tendenziell bessere Konditionseinstufung nach BCS (12,44 % in der Klasse 4) erhielten. Eine umgekehrte Tendenz musste für die Tiere mit ≥ 18 bis ≤ 20 mm RSD beobachtet werden; für diese wurde zu 7,28 % die geringere Konditionsnote 3 nach BCS vergeben. Ebenso wurden sehr „fette“ Sauen (> 20 mm RSD) meistens mittels BCS in die niedrigere Konditionsklasse 4 eingeteilt.

Insgesamt betrachtet ermöglicht der BCS eine gute Konditionseinschätzung der Tiere. Jedoch erhielten durch dieses Beurteilungssystem in der Untersuchung „magere“ Sauen manchmal eine bessere Konditionsbeurteilung und sehr „fette“ Sauen manchmal eine schlechtere. Eine reine Konditionsfütterung nach BCS, wie von BOYD (1999) empfohlen, führt demnach nicht immer zu einer ausreichenden Konditionierung aller Tiere. Eine systematische Unterkonditionierung kann sich so fatal auf die Gesundheit und Reproduktionsleistung eines Bestandes auswirken (DARNELEY, 1980).

Mittels einer zusätzlichen Regressionsanalyse konnte in Anlehnung an das Ergebnis des vorhergehenden Chi-Quadrat (χ^2) - Tests ein signifikanter Zusammenhang ($p < 0,001$) zwischen beiden Beurteilungssystemen nachgewiesen werden.

Danach konnte zur RSD-Bestimmung - basierend auf der erteilten Konditionsnote nach BCS - folgendes theoretische Regressionsmodell mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,44$ aufgestellt werden:

$$\text{RSD} = 7.24 (\pm 0.31) + 2.86 (\pm 0.09) * \text{BCS} \quad (R^2 = 0.44)$$

Mittels dieser linearen Regression kann die tatsächliche RSD einer Sau anhand ihrer BCS-Note rechnerisch ermittelt werden. Dabei ist zu beachten, dass dieses Modell auf den in der Untersuchung erhobenen Daten basiert. Ein anderer Begutachter bewirkt möglicherweise, aufgrund einer veränderten Einschätzung (NIGGEMEYER, 1998) eine andere Häufigkeitsverteilung der BCS-Noten im Vergleich zu den tatsächlichen RSD, wodurch sich die Werte der Regressionskoeffizienten im Regressionsmodell verändern können. Weiterhin können Abweichungen durch Rasseunterschiede auftreten. Moderne Zuchtlinien werden z.B. häufig nach BCS fälschlicherweise als zu fett eingestuft (NIGGEMEYER, 1998). Das Regressionsmodell sollte demnach nur für die Deutsche Landrasse angewendet werden.

5.8 Fazit

Abbildung 29 gibt einen Überblick über die in diesem Kapitel erarbeiteten Teillösungen. Hier stand die Entwicklung einer speckdicken-orientierten Futtermittellieferung im Vordergrund. Zu diesem Zweck wurden sechs verschiedene Sauengruppen zur Erzeugung verschiedener RSD-Richtwerte mit unterschiedlichen Futterintensitäten versorgt. Es konnte abschließend ein „eigenes Regressionsmodell“ zur Berechnung einer speckdicken-orientierten Futteranpassung erstellt werden. Im folgenden morphologischen Kasten sind wieder alle vorherigen nicht zielbringenden Teillösungen grau dargestellt.

Morphologischer Kasten							
	Teillösungen						
2.1. Rechtliche Regelungen	2.1.1 EU-Richtlinie 91/630/EWG vom 19.11.1991 inkl. Änderungen			2.1.1 Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung		2.1.1 Ländererlasse	
2.1 Haltungssysteme	2.1 Gruppenhaltung			2.1 Einzelhaltung			
2.2 Tierindividuelle Fütterungssysteme	2.2.1 Abrufstation		2.2.2 Brei-Nuckel		2.2.3 Flüssigfütterung		
2.3 Konditionskriterien	2.3.1 BCS	2.3.2 Gewicht	2.3.3 Körperfett	2.3.4 Rückenspeckdicke (RSD)			
2.3 / 4.2 Bestimmung Fettgehalt u. RSD	2.3.3 BIA	2.3.3 CT	2.3.3 MRT	2.3.4.1 / 4.2 A-Scan-Geräte		2.3.4.1 / 4.2 B-Scan-Geräte	
2.3 / 4.1 / 4.2 Messpunkte	2.3.4.2 STAMBOEK	2.3.4.2 P2	2.3.4.2 / 4.2 ABC-6	2.3.4.2 SSD	2.3.4.2 Dänisch	2.3.4.2 P1-3	4.1 / 4.2. Schulter
2.3 / 5.2 RSD-Richtwerte (mm)	2.3.4.3 16 - 20	2.3.4.3 15 - 24	2.3.4.3 13,9 - 25	5.2 Wurf-Nr./Tragtag-Spez.		5.2 20 / 24	5.2 18 / 20
2.3 / 4.3 Automatisierungslösungen	2.3.4.4 Videobildanalyse nach TILLET et al. (2002)			4.3 Messarm mit Teleskoparm			
2.4. Allg. Fütterungsempfehlungen	2.4.1 gravide Sauen		2.4.2 laktierende Sauen		2.4.3. Saugferkel	2.4.4 Absetzen-Belegen	
2.4 / 5.1 / 5.6 Konditionsfütterung	2.4.1 / 5.1 Regressionsmodell (RSD) nach CLOSE & COLE (2000)			2.4.1. / 5.1 Prozentuale Zuteilung (BCS) nach BOYD (1999)		5.6.2 Eigenes Regressionsmodell	
4.3 Sensorhalterung	4.3.2 starr (Eisen)		4.3.2 biegsam (Blattfeder)		4.3.2 federnd (Stahlfeder)		
4.3 Sensorjustierung	4.3 flexibel (Eisen/Draht)		4.3 starr (Eisen)	4.3 federnd (Hartkunststoff u. Stahlfeder)			4.3 ohne
4.3 Kontaktmittel	4.3 Ultraschallkontaktgel			4.3 Wasser			
4.3 / 4.4 EDV-Technik	4.3.3 Steuerung Messarm	4.4.1 Daten-sicherung	4.4.2 Daten-verarbeitung	4.4.2 Futter-anpassung	4.4.2 Speckdickenprogramm		
Ziel	Automatisierte Konditionsfütterung für Sauen						

Abbildung 29: Morphologischer Kasten – erweitert um die „speckdicken-orientierte Futtermittellieferung“

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICKE

Ziel der Arbeit war die Entwicklung einer automatisierten Konditionsfütterung für Sauen. Der morphologische Kasten in Abbildung 30 zeigt die dazu erarbeiteten Teillösungen nach einer Reduzierung auf die zielführenden Entwicklungsalternativen.

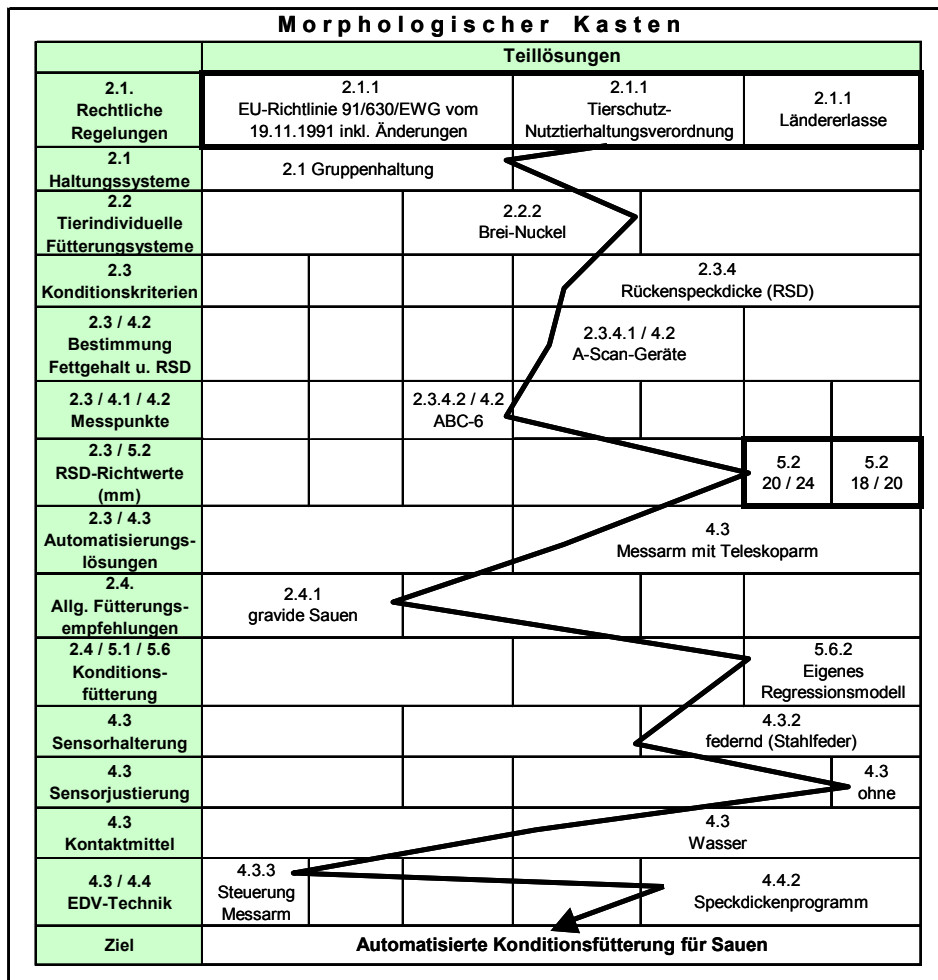


Abbildung 30: Morphologischer Kasten nach Reduzierung auf sinnvolle Teillösungen

Ausgehend von den gesetzlichen und ethologischen Forderungen nach einer zunehmenden Gruppenhaltung von Sauen konnte in verschiedenen Untersuchungsschritten auf Basis der Fütterungstechnik Brei-Nuckel und unter Beachtung allgemeiner Empfehlungen zur Futtermittelfütterung gravider Sauen erstmals eine automatisierte Konditionsfütterung realisiert werden. Die automatisierte Konditionserfassung wurde mittels eines druckluft-gesteuerten

Messarmes, einer federnden Halterung für den Sensor des A-Scan-Gerät „USM 22 F“ und einem „Steuerungs- und Speckdickenprogramm“ umgesetzt.

Untersuchungen zur Messgenauigkeit der Automatik erbrachten unterschiedliche Ergebnisse in drei Versuchsgruppen. Die Unterschiede in den Versuchsgruppen lassen sich vorwiegend auf das unterschiedliche Fressverhalten der Sauen zurück führen, worauf Video- und Direktbeobachtungen hindeuten. Bei Sauen, die ihr Futter in gerader Körperhaltung aufnahmen, war die Treffsicherheit des Messarms besser als bei sehr unruhigen Tieren, die z.B. schräg vor der Station standen. Das teilweise unruhige Verhalten einiger Tiere ist zum einen im tierindividuellen Fressverhalten begründet und zum anderen auf Verdrängungen durch ranghohe Sauen am Fressplatz zurückzuführen. Ein Einbau der Brei-Nuckel-Technik und des Messarmes in eine Abrufstation könnte möglicherweise zu einer verbesserten automatischen Konditionserfassung beitragen. Als Alternativlösung wäre ebenfalls eine Kombination des Messarms mit der von TILLET et al. (2002) entwickelten Videobildanalyse zur Messpunktlokalisierung denkbar.

In Übereinstimmung mit den in der Literatur gefundenen Aussagen wurde festgestellt, dass die Ultraschallmessung im Einzelfall eine viel genauere Konditionsbeurteilung im Vergleich zum Body-Condition-Scoring ermöglicht. Damit stellt sie u.a. ein für die Automatisierung geeignetes Verfahren dar. Dies bestätigt den für die Automatisierung gewählten Lösungsweg. Ziel einer zukünftigen Weiterentwicklung sollte demnach die Verbesserung der Treffsicherheit des bisherigen Systems sein.

Um einen idealen RSD-Wert zu definieren, wurden in der vorliegenden Arbeit neben der wöchentlichen RSD- und Gewichtserfassung der Sauen weitere Tierleistungsparameter mit untersucht. Eine Empfehlung konnte jedoch abschließend nicht gegeben werden, da bis auf den positiven Zusammenhang zwischen RSD und Sauengewicht ein Einfluss der RSD auf die Tierleistung nicht nachzuweisen war. Da die in der Literatur gesichteten Richtwerte ebenfalls keine einheitliche Aussage ermöglichen, sollte diese Frage Gegenstand weiterer Forschungsaktivitäten sein.

Aufgrund der erheblichen Kosten des Systems, die im wesentlichen aus der Anschaffung des Ultraschallmessgerätes (ca. 6.000,- Euro) resultieren, wird vorerst von einem Einsatz der hier entwickelten automatisierten Konditionsfütterung im rein wissenschaftlichen Bereich ausgegangen. Das A-Scan-Gerät USM 22 F bietet vielfältige Funktionen, die über die direkte Speckdickenerfassung hinaus gehen. Eine vereinfachte Geräteausstattung könnte daher zu einer deutlichen Kostenreduzierung führen.

In diesem Zusammenhang könnte eine zukünftige Untersuchung zum Einfluss der RSD auf die Tierleistung, wie zuvor erwähnt, dazu beitragen, die Vorteile einer gezielten Konditionsfütterung monetär zu beziffern, so dass daraus wiederum die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes der Automatik abgeleitet werden könnte.

Durch die Erstellung eines Regressionsmodelles zur speckdicken-orientierten Futtermenge konnten erstmals „Futtermenge“ und „RSD-Zuchtwachs“ in einen direkten Zusammenhang gebracht werden. Damit eröffnen sich möglicherweise zukünftig neue Perspektiven für eine gezielte Aufkonditionierung von Sauen. Weitere Forschungsvorhaben sollten sich damit beschäftigen, das Modell auf seine Aussagekraft hin zu überprüfen und gegebenenfalls für andere Rassen zu modifizieren.

Abschließend betrachtet wurde mit dieser Arbeit ein wesentlicher Grundstein für die Umsetzung einer automatisierten Konditionsfütterung gelegt. Der gegenwärtige Stand der Technik bietet Verbesserungspotentiale, die in zukünftigen wissenschaftlichen Arbeiten umgesetzt werden könnten.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Die Wirtschaftlichkeit der Ferkelproduktion erfordert eine hohe Reproduktionsleistung der Sauen. Diese wiederum setzt eine präzise Beachtung der Kondition der einzelnen Sauen voraus. Die Ermittlung der Zuchtkondition ist aber bei den aus ethologischen Gründen zunehmenden Gruppenhaltungssystemen wegen der fehlenden Fixierung der Sauen erschwert. Hinzu kommt, dass eine rein visuelle Konditionsbeurteilung oft Fehleinschätzungen unterliegt.

Ziel der Arbeit war es daher, eine Technik zu entwickeln, die bei der Gruppenhaltung von Sauen in Kombination mit einer Einzeltierfütterung eine rechnergestützte automatische Erfassung des Konditionszustandes mittels Speckdickenmessung durch Ultraschall ermöglicht. Ausgehend von den ermittelten Messwerten sollte dann weiterhin eine automatische Futtermengenanpassung an den Konditionszustand des Tieres realisiert werden.

Die Untersuchungen fanden auf zwei Versuchstationen der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft und zwei Praxisbetrieben an insgesamt 260 BHZP-Sauen und 70 Sauen der Deutschen Landrasse sowie 22 Mastschweinen statt.

Folgende wesentliche Ergebnisse wurden dabei erzielt:

Um eine einheitliche Position der Tiere während der Messung zu gewährleisten, wurde der Brei-Nuckel für die Einzeltierfütterung ausgewählt. Er ermöglicht im Gegensatz zur Trogfütterung aufgrund der „freiwilligen Fixierung“ der Tiere durch das Ausdosierrohr eine Reduzierung der Tierbewegung während der Futteraufnahme.

In der Untersuchung wurden A-Scan- und B-Scan-Geräte hinsichtlich ihrer Messgenauigkeit und Eignung für eine Automatisierung überprüft. Dabei überzeugte das A-Scan-Gerät USM 22 F der Fa. Agfa NDT GmbH durch seine präzise Speckdickenerfassung und Funktionssicherheit sowie seine Geräteausstattung (z.B. seriellen Schnittstellen).

Weiterhin konnten in einer Literatursichtung mehrere Speckdickenerfassungsmethoden ausfindig gemacht werden. Für die eigenen Untersuchungen erschien die ABC-6-Methode am sinnvollsten. Versuche, einen aus technischer Sicht vorzüglichen Messpunkt im Schulterbereich der Tiere zu definieren, mussten leider verworfen werden, da in diesem Bereich keine ausreichenden Korrelationen zu den konventionellen ABC-6-Punkten

nachgewiesen werden konnten. Daher wurde ein Messarm konstruiert, der ein Ansteuern des Ultraschallsensors an die Messpunkte im Tierrücken ermöglichte.

Durch die Entwicklung zweier Softwareprogramme konnte die Steuerung des Messarms sowie eine automatische Verarbeitung der vom System ermittelten Rückenspeckdicke (= RSD) hin zur speckdicken-orientierten Futtermengenberechnung und -anpassung realisiert werden.

Die Messgenauigkeit des Messarms zeigte nach einer Normierung der Daten in einem Versuchsdurchgang (n = 31 Sauen) eine mittlere Differenz von 1,5 (\pm 1,4) mm im Vergleich zu den wöchentlich manuell erfassten RSD. In zwei weiteren Sauengruppen (n = 11, n = 10) konnte jedoch keine Normalverteilung der Daten erzielt werden, was darauf hin deutete, dass die Messgenauigkeit des Messarms zwar befriedigend, jedoch eine ausreichende Treffsicherheit noch nicht gegeben ist. Da Verdrängungen am Fressplatz und ein unterschiedliches Futteraufnahmeverhalten Ursache für die derzeit noch unbefriedigende Treffsicherheit des Systems zu sein scheinen, wird vorgeschlagen, die Brei-Nuckel-Technik zukünftig in eine Abrufstation einzubauen, um die genannten störenden Einflussfaktoren zu eliminieren.

Zur Entwicklung einer speckdicken-orientierten Futterkurve wurden sechs Sauengruppen mit insgesamt 94 Tieren auf Basis ihrer individuellen RSD und einem bestimmten RSD-Soll-Wert mit unterschiedlichen Futtermengen versorgt. An Hand der dabei ermittelten Daten konnte erstmals ein Regressionsmodell erstellt werden, mit dessen Hilfe die für eine gewünschte RSD-Änderung (Δ RSD, mm/Woche) nötige Futtermenge (*Futter*, MJ ME/Woche) bestimmt werden kann:

$$\Delta RSD = -0.35 (\pm 0.09) + 0.0028 (\pm 0.0004) * \textit{Futter} \quad (R^2 = 0.34)$$

Die Ermittlung der idealen RSD war abschließend nicht möglich, da in keiner Fütterungsvariante ein signifikanter Einfluss der RSD auf die Reproduktionsleistung nachgewiesen werden konnte. Im Mittel lag der Speckdickenzuwachs in der Trächtigkeit (35. – 108. Tag p.c.) bei 0,0 bis 0,7 mm je Woche.

Es wurde weiterhin ein signifikanter Zusammenhang zwischen RSD-Messung und Body-Condition-Score (= BCS) ermittelt, wobei jedoch in einzelnen Fällen die Ultraschallmessung eine viel genauere Einschätzung des Konditionszustandes erlaubt. Mittels einer weiteren

Regressionsanalyse konnte ein theoretisches Modell erstellt werden, welches ausgehend von der BCS-Note die Bestimmung der RSD ermöglicht:

$$\text{RSD} = 7.24 (\pm 0.31) + 2.86 (\pm 0.09) * \text{BCS} \quad (R^2 = 0.44)$$

Insgesamt wurden mit der vorliegenden Arbeit die grundlegenden Voraussetzungen für eine automatisierte Konditionserfassung und Konditionsfütterung von in Gruppen gehaltenen Sauen realisiert, wobei die Treffsicherheit des Systems derzeit noch Verbesserungspotentiale aufweist.

8 SUMMARY

Economical piglet production requires a high reproduction rate of the sow. This again presupposes a precise consideration of the condition of the individual sow. The determination of the breeding condition however is difficult in view of the increasing number of group housing systems by ethology reasons because of the missing fixation of the sow. A further point of view is that a purely visual condition evaluation is often subject to false estimates.

Goal of the work was to develop a technology, which enables the automatic computer-aided registration of the condition of sows in group housing systems in combination with a single animal feeding station by means of backfat thickness measurement by ultrasound. Furthermore on the basis of the determined measured values an automatic food quantity adjustment to the condition of the animal should be realized.

The investigation took place on two stations of the Federal Research Institute For Agriculture and two practice farms on altogether 260 modern hybrid-sows and 70 sows of the german land race as well as 22 pigs.

The following substantial results were obtained:

In order to ensure a uniform position of the animals during the measurement, the “Brei-Nuckel” was selected as single animal feeding station. In contrast to the trough feeding a reduction of the animal movement during the food admission is enabled due to the voluntary adjustment of the animals to the food pipe.

In the investigation A-Scan and B-Scan-devices were examined regarding their measuring accuracy and suitability for an automation. The A-Scan-device USM 22 F of the company Agfa NDT GmbH convinced by its precise backfat thickness registration and its functional security of operation as well as its equipment (e.g. serial interfaces).

Moreover, in a literature sifting different backfat-thickness recording methods were found. In the investigation the ABC-6-Methode was used. Efforts to define an in a technical view excellent measuring spot within the shoulder range of the animals, had unfortunately to be rejected, since within this range no sufficient correlations to the conventional ABC-6-spots

could be proven. Therefore a measurement construction was designed, which made a heading of the ultrasonic sensor to the measuring spots on the animal's back possible.

By the development of two functional software programs a controlling of the measuring arm could be realized, as well as an automatic processing of the collected backfat thickness values for the backfat-thickness-orientated food quantity computation and allotment.

The measuring accuracy of the measuring arm showed a middle difference of 1.5 (± 1.4) mm after a standardization of the data in an attempt group ($n = 31$ Sauen) compared with the weekly manually seized backfat thicknesses. In two further groups of sows ($n = 11$, $n = 10$) however a normal distribution of the data could not be obtained, what indicates that the precision of the measuring arm certainly is satisfying, a sufficient accuracy however is not yet given. Since displacements at the feeding station and a different feeding behavior seem to be a cause for the at present still unsatisfactory precision of the system, it is suggested, to install the "Brei-Nuckel" technology into a call station in future, in order to eliminate the disturbing factors of influence mentioned.

For the development of an backfat-thickness-orientated food curve six groups of sows with altogether 94 animals were supplied with different food quantities on basis of their individual backfat-thickness and a certain backfat-thickness-target-value. On the basis of the determined data an involution model could be provided for the first time, which enables the calculation of the necessary food quantity (*food*, MJ ME /week) for a desired backfat-thickness change (ΔRSD , mm/week):

$$\Delta RSD = -0.35 (\pm 0.09) + 0.0028 (\pm 0.0004) * food \quad (R^2 = 0.34)$$

The determination of the ideal backfat-thickness-value was finally not possible, since in no feeding variant a significant influence of the backfat-thickness on the animal achievement could be proven. An average increasing backfat-thickness during pregnancy (35.-108. day p.c.) by 0.0 to 0.7 mm in each week was recorded.

Furthermore a significant relation between backfat-thickness measurement and Body-Condition-Score (= BCS) was determined, whereas in individual cases the ultrasound measurement permits a much more exact estimation of the condition. By means of a further

regression analysis a theoretical model could be provided, which makes the determination of the backfat-thickness on the basis of the BCS note possible:

$$\text{RSD} = 7.24 (\pm 0,31) + 2.86 (\pm 0.09) * \text{BCS} \quad (\text{R}^2 = 0.44)$$

Altogether with the enclosed work the fundamental conditions for an automated condition registration and condition-feeding of sows in group housing systems was realized, whereby the precision of the system still shows improvement potentials.

9 LITERATURVERZEICHNIS

AHERNE, F.X. and KIRKWOOD, R.N. (1985):

Nutrition and sow prolificacy.
J. Reprod. Fertil. Suppl., 33: 169

AHERNE, F.X. and WILLIAMS, L.H. (1992):

Nutrition for optimising breeding herd performance.
Veterinary Clinics of North America, Food Animal Practice. 8 (3): 589-608

ARRHOFF (2002):

Fütterungskonzept der Fa. Arrhoff.
Informationsblatt: 1p

AVERDUNK, G. (1996):

Fazit des 4. Schweineworkshops.
DGfZ-Schriftenreihe, Bonn; 4: 231-239

BACKHUS, G.B.C. (1990):

Huisvestingssystemen in de dracht.
In : Groepshuisvesting van zeugen.
Verslag studiedag 15 Juni 1990, Rosmalen. P 3.53, Hrsg.: Proefstation voor de
Varkenshouderij Rosmalen, Nederlande: 5-8

BAEY-ERNSTEN, H. DE (1993):

Futterzuteilung an Sauen mittels Abrufautomaten.
Dissertation Kiel, MEG-Schrift 230

BAIDOO, S.K. (1989):

Influence of nutrition on the endocrinological status of the lactation and post-weaning
sow.
Dissertationschrift, University of Alberta

BARB, C.R.; KRAELING, R.R.; RAMPACEK, G.B.; FONDA, E. S. and KISER, T.E. (1982):

Inhibition of ovulation and LH secretion in gilts after treatment with ACTH or
hydrocortisone.
J. Peprod. Fertil. (64): 85-92

BAUER, J. und HOY, S. (2003):

Zur Häufigkeit von Rangkämpfen beim ersten und wiederholten Zusammentreffen von
Sauen zur Gruppenbildung.
Aktuell Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2002, KTBL-Schrift (in press).

- BAULAIN, U. und HENNING, M. (2001):
Untersuchungen zur Schlachtkörper- und Fleischqualität mit Hilfe von MR-
Tomographie und MR-Spektroskopie.
Arch. Tierzucht, Dummerstorf, 44: 181-192
- BECK, J.; GEIBLER, W.; SCHMITT, H.; SCHRADE, H. und WIEDMANN, R. (2002):
Gruppenhaltung von leeren und tragenden Sauen – Alternativen in der
Zuchtsauenhaltung in Anlehnung an die Tierschutz-Vorgaben.
Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum, Baden-Württemberg, Stuttgart
- BERICHTE AUS VERDEN (2003):
Ferkelerzeugung, Schweinemast 2002. Ergebnisse aus den niedersächsischen
Erzeugerringen.
Hrsg.: Erzeugerringe Niedersachsen, Landwirtschaftskammern Weser-Ems und
Hannover, VIT Verden w. V.: 60 pp
- BERNER, H. (1988):
Die Gruppenhaltung des Schweins aus tierärztlicher Sicht.
Der praktische Tierarzt (6): 16-18
- BEYNON, N. (2000):
26 Verkaufte Ferkel pro Sau und Jahr?
Universität of Reading, England, schriftliche Mitteilung
- BHZZ (BUNDES HYBRID ZUCHTPROGRAMM) (2002):
Fütterung db-Sauen.
Hrsg.: Züchtungszentrale Deutsches Hybridschwein GmbH, Lüneburg,
Informationsbroschüre: 4 pp
- BICHMANN, M. (1997):
Die Automatisierung der Trächtigkeitsdiagnose mittels Ultraschall an Sauen.
Agrarw. Dissertation Kiel: 99 pp
- BICHMANN, M. und HEEGE, H.J. (1997):
Automatisierung der Trächtigkeitsdiagnose mittels Ultraschall an Sauen.
In: 3. Internationale Tagung „Bau und Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen
Nutztierhaltung“, Kiel: 269-276
- BILKEI, G. (1989):
Der Einfluß der Körperkondition auf die Dauer der Geburt und auf die Anzahl von
Totgeburten bei Schweinen.
Wien. Tierärztl. Mschr. 76 : 193-195

- BILKEI, G. und BÖLCSKEI, A. (1993):
Die Auswirkung der Fütterung im letzten Trächtigkeitsmonat auf die perinatalen Parameter bei verschiedener Kondition und Parität der Muttersauen.
Tierärztl. Umschau 48: 629-635
- BOCKISCH, F.-J. (1996):
Einleitung.
In: Gruppenhaltung von Sauen, Chancen rechnergestützter Verfahren.
Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup,
KTBL-Schrift 372: 7
- BOCKISCH, F.-J.; BORNHORN, R. und MARTINI, P. (1994):
Sauen im Wartestall. Platzangebot und Tiergesundheit. Was ist haltungstechnisch zu verbessern?
DGS (25): 21-23; (26): 12-14
- BOKMA, S. (1990):
Praktijkonderzoek naar groepshuisvesting van drachtige zeugen.
Hrsg.: Proefstation voor de Varkenshouderij Rosmalen, Niederlande,
Proefverslag nummer P 1.54
- BOKMA, S.; HOOFS, A. und PLAGGE, G. (1990):
De huisvesting en het voeren van drachtige zeugen in groepshuisvesting.
In: Groepshuisvesting van zeugen.
Verslag studiedag 15 Juni 1990, Rosmalen. P 3.53, Rosmalen, Niederlande: 15-19
- BOLDUAN, G. (1997):
Säugende Sauen in Fresslaune halten.
dlz agrarmagazin, 12: 94-97
- BOLDUAN, G.; MORGENTHUM, R. und SCHNABEL, E. (1989):
Aktuelle Aspekte der Sauenfütterung.
Tierzucht, Berlin 43: 290-292
- BORELL, E., VON (2002):
Tierschutz. Rechtliche Grundlagen. In: Sauen in Gruppenhaltung.
Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, KTBL-Schrift 411: 7-12
- BOYD, J. (1999):
A three diet strategy for the lifetime feeding of gilts and sows.
In: Pig Reproduction: Problems, Practices and Principles.
Hrsg.: R. H. C. Penny, and D. H. Machin, Cambac Associates Publication,
Chippenham, Wiltshire, U.K.: 51-62

- BURGWAL, J.A., VAN DE und PUTTEN, G., VAN (1990):
Praktisch anwendbare Maßnahmen zur Behandlung von Vulvabeißern und Lahmheiten im Stall tragender Sauen.
In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1989,
KTBL-Schrift 342: 79-93
- BUSEMANN, E. (1991):
Möglichkeiten der Schlachtkörperbewertung am lebenden Schwein mit Hilfe der Ultraschallmessungen.
Schriftenreihe des Institutes für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 64:104 pp
- CHALLINOR, C.M.; DAMS, G.; EDWARDS, B. and CLOSE, W.H. (1996):
The effect of body condition of gilts at first mating on long-term sow productivity.
Animal Science, 62: 660 (Abstract)
- CLOSE, W.H. and COLE, D.J.A. (2000):
Nutrition of sows and boars.
Nottingham University Press, Nottingham,
370 pp, ISBN 1-897676-530
- COLE, D. J. A. (1990):
Nutritional strategies to optimise reproduction in pigs.
J. Reprod. Fertil. Suppl., 40: 67
- COMBERG, G. (1978):
Schweinezucht.
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- CORNING, S. (1990):
The use of electronics in dry sow systems.
In: Electronic Identification in Pig Production.
International Symposium, September 1990, Coventry. Royal Agricultural Society of England, Stoneleigh, Warwickshire, England, 9-24
- CROMWELL, G.L.; HALL, D.D.; CLAWSON, A.J.; COMBS, G.E.; KNABE, D.A.;
MAXWELL, C.V.; NOLAND, P.R.; ORR, D.E. and PRINCE, T.J. (1989):
Effects of additional feeding during late gestation on reproductive performance of sows:
A co-operative study.
Journal of Animal Science, 67: 3-14
- DANSKE SLAGTERIER (2002):
Kopenhagen, persönliche Mitteilungen von Herrn Vendelbo am 07.06.2000

- DARNELEY, A.H. (1980):
Ultrasonic backfat measurement of sows as an aid to improved reproductive performance.
The Pig Veterinary Society Proceedings 6: 77-85
- DIMIGEN, J. und DIMIGEN, E. (1971):
Aggressivität und Sozialverhalten beim Schwein.
Dtsch. Tierärztliche Wochenschrift 78 (17): 461-465
- DOURMAD, J.Y.; ÉTIENNE, M. et NOBLET, J. (2001):
Mesurer l'épaisseur de lard dorsal des truies pour définir leurs programmes alimentaires.
INRA Prod. Anim., 14 (1): 41-50
- DURRELL, J.; SNEDDON, I.A. und BEATTIE, V.E. (1997):
Effects of enrichment and floor type on behaviour of cubicle loose-housed dry sows.
Anim. Welfare 6: 297-308
- ELLENDORF, F. und SMIDT, D. (1987):
Reproduktion der Sau – Von der Grundlage zur Praxis.
Landbauforschung Völkenrode SH 37 (12): 86-90
- ENGELHARDT, S. (1992):
Belastungsreduzierte Aufzucht von Jungsaugen und deren Einfluss auf Fruchtbarkeitsleistungen sowie Beziehungen zwischen Fleisch- und Fettansatz, Follikelwachstum und ausgewählte Steroide in verschiedenen Geweben.
Dissertation, Universität Leipzig
- ERNST, E. (1988):
Ethologische Aspekte in der Schweineproduktion.
Hrsg.: Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Kiel
Betriebswirtschaftliche Mitteilungen 399: 21-33
- ERNST, E.; STAMMER, S. und GERTKEN, G. (1993):
Tiergerechte Gruppenhaltung bei Zuchtsauen.
Hrsg.: KTBL, Darmstadt,
KTBL-Schrift 357
- FALKENBERG, H.; LANGHAMMER, M. und KUHN, G. (1994):
Hoher Muskelfleischanteil ist nicht gleich hohe Qualität.
Neue Landwirtschaft, Berlin 5: 59-62

- FELLER, B. (2002):
Gruppenmanagement, Planungsgrundlage und Bestandskontrolle.
In: Sauen in Gruppenhaltung. Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup,
KTBL-Schrift 411: 23-32
- FINKE, K.; SCHMITTEN, F. und MUJICA, F. (1984):
Einfluss der Rasse und Haltungsform auf die Reproduktionsleistung und Nutzungsdauer
von Zuchtsauen.
Züchtungskunde 56 (1): 36-47
- FRANKE, H.-J. (1990):
Grundlagen der Konstruktionslehre.
Vorlesungsumdruck Wintersemester 1989/1990. Institut für Konstruktionslehre,
Maschinen- und Feinwerkelemente, Technische Universität Braunschweig
- FREITAG (2000):
Durchführung der Rückenspeckdickenmessung.
Auszug aus einer Diplomarbeit der Universität GH Paderborn, Soest
Schriftliche Mitteilung von Frau Prof. Dr. Freitag vom 31.05.2000
- FÖRTHMANN, G. und KALM, E. (1981):
Messung der Speckdicke mit Ultraschall.
Schweinezucht und Schweinemast 29 (6): 220-222
- GARTUNG, J. und HEIER, J. (2002):
Bauliche Konzepte. In: Sauen in Gruppenhaltung.
Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup,
KTBL-Schrift 411: 33-53
- GAUGHAN, J.B.; CAMERON, R.D.A.; DRYDEN, G.M. and JOSEY, M.J. (1995):
Selection on leanness on overall reproductive performance in Large White sows.
Animal Science, 61: 561-564
- GEUYEN, T.P.A.; VERHAGEN, J.M.F. and VERSTEGEN, M.W.A. (1984):
Effect of housing and temperature on metabolic rate of pregnant sows.
Animal Production, 38: 477-485.
- GLADISCH, R. (1981):
Praxis der abdominalen Ultraschalldiagnostik.
Schattauer Verlag, Stuttgart: 11-25
- GLOOR, P. (1985):
Galtsauenhaltung einzeln oder in Gruppen.
Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-Tänikon,
FAT-Schriftenreihe Band 24

- GRIEP, W.(1991):
Schätzung der grobgeweblichen Schlachtkörperzusammensetzung von Schweinen unterschiedlichen Alters mit der Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT).
Diss. Agrarw. Göttingen
- GUEBLEZ, R.; GESTIN, J.M. and HANAFF, G., LE (1985):
Incidence de l'âge et de l'épaisseur de lard dorsal a 100 kg sur la carrière reproductive des truies large white.
Journées de la Recherche Porcine en France, 17: 113-120
- HEIDLER, W. und HENNE, I.(1989):
Die Lebendmasseentwicklung von Sauen der Landrasse sowie der Rasse Leicoma und die Beziehung zu ausgewählten Fruchtbarkeits- und Aufzuchtleistungen. Arch. Tierz., Berlin 32 (4): 399-409
- HERRMANN, U.; BOLDUAN, G; HÜHN, U.; KEINERT, K.; NOWAK, P.; RICHTER, K.; HEIDLER, W.; WIESENMÜLLER, W. und HOFFMANN, S. (1979):
Empfehlungen zur Wachstumsintensität und Lebendmasseentwicklung weiblicher Jungschweine zu Erzielung hoher Erstabferkelleistungen.
Tierzucht 33: 369-370
- HESSE, D. (1996):
Technik der Abruffütterung.
In: Gruppenhaltung von Sauen – Chancen rechnergestützter Verfahren.
KTBL Darmstadt, Landwirtschaftsverlag Münster Hiltrup,
KTBL-Schrift 372: 15-20
- HESSE, D. (2002a):
Die Tiergesundheit steht im Mittelpunkt: Neue Entwicklungen in der Schweinhaltung.
DGS-Magazin 54 (22): 39-43
- HESSE, D. (2002b):
Gruppenhaltung – was der Gesetzgeber fordert.
In: Gruppenhaltung tragender Sauen.
Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, ISBN: 3-7843-3176-9, 6-7
- HESSE, D. (2003):
Persönliche Mitteilungen anlässlich der Euro Tier 2003 nach Produktinformationen der Fa. Hölscher und Leuschner.
- HESSE, D.; HOY, S. und SCHWARZ, H.-P. (2002):
Gruppenhaltung tragender Sauen.
Frankfurt a M.: DLG-Merkblatt 322, 12 pp

- HILLBRAND, F.W.; ELSAESSER, F.(1983):
Concentrations of progesterone in the backfat of pigs during the oestrus cycle and after ovariectomy.
J. Reprod. Fertil., Cambridge 69: 73-80
- HOOGERBRUGGE, A.; SALDEN, Ir. N.T.C.J. und HEMSWORTH, P.H. (1981):
Stimulierung der Fortpflanzung bei Sauen durch Handlungsmaßnahmen.
Tierzüchter 11: 478-480
- HOPP, P. und WÖHLER, H. (1991):
Haltsungsverfahren für tragende Sauen.
In: Sauenhaltung und Ferkelaufzucht.
Hrsg.: Bauförderung Landwirtschaft, Hannover,
Baubrief Landwirtschaft 32: 50-53
- HOPPENBROCK, K.-H. und LÜCKER, H.-J. (1989):
Abruffütterung als Alternative?
Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe (146), Münster-Hiltrup, 51: 36-38
- HOY, ST. und KURTH, G. (2001):
Gruppenhaltung wird Pflicht. Neue EU-Richtlinie zur Haltung von Sauen verabschiedet.
In: dlz-agrarmagazin 52 (8): 112-114
- HUGHES, P.E. and PEARCE, G.P. (1989):
Manipulating Pig Production.
Hrsg: Barnett, J. L. and D. P. Hennessy
III. Victoria, Australien Pig Science Society: 290
- HULTEN, F.; NEIL, M.; EINARSSON, S. and HAKANSSON, J. (1993):
Energy metabolism during late gestation and lactation in multiparous sows in relation to backfat thickness and the intervall from weaning to first oestrus.
Acta vet. scand. 34: 9-20
- HÜHN, U. (1996):
Mehr Speck hält die Sau fit. Fettdepots können die Fruchtbarkeit fördern.
dlz-agrarmagazin 9: 96-103
- HÜHN, U. (1997):
Zum Einfluss der Körperkondition von Jungsauen auf deren Erstabferkelleistung nach biotechnischer Zyklussynchronisation.
Arch. Tierz., Dummerstorf 40 (1): 25-34

- HÜHN, U. (2002):
Gezielte fortpflanzungsbiologische Eingliederung der Jungsauen in das Herdenmanagement.
Nutztierpraxis Aktuell, 2: 14-19
- IBEN, B. (1998):
Möglichkeiten zur Aktivierung des Fettstoffwechsels bei säugenden Sauen zur Verbesserung der Gewichte abgesetzter Ferkel.
In: Die Säugezeit in der modernen Ferkelproduktion.
Hrsg.: Wähner, Hochschule Anhalt.
Beitrag anlässlich des 4. Bernburger Biotechnik-Workshops vom 19- und 20.06.1998:
107-124
- IBEN, B. (1999):
Individuelle Fütterungsregime beugen Milchmangel vor.
dlz-agrarmagazin 8: 94-97
- JEROCH, H.; DROCHNER, W. und SIMON, O. (1999):
Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere.
Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 544 pp,
ISBN: 3-8001-1086-5: 437
- JÄCKLE, I. (1989):
Vergleichende ethologische Untersuchungen an tragenden Sauen in Gruppenhaltung mit und ohne Abruffütterung.
Diplomarbeit, Stuttgart-Hohenheim
- KAISER, H.; BERGFELD, J. und SCHLEGEL, W. (1972):
Sicherung hoher Fruchtbarkeitsleistungen bei Erstlingsauen.
Tierzucht 26: 324-325
- KALLWEIT, E.; WESEMEIER, H.H.; SHMIDT, D. und BAULAIN, U. (1994):
Einsatz der Magnet-Resonanz-Messung in der Tierzuchtforschung.
Arch. Tierz., Dummerstorf 37: 105-120
- KING, R.H. (1989):
Effect of live weight and body composition of gilts at 24 weeks of age on subsequent reproductive efficiency.
Anim. Prod., Edingburgh, 4: 109-115
- KING, R.H. and WILLIAMS, I.H. (1984):
The effect of nutrition on the reproductive performance of first litter sows. 1. Feeding level during lactation and between weaning and mating.
Animal Production, 38: 241-247

- KING, R.H.; SPEIRS, E. and ECKERMANN, P (1986):
A note on the estimation of the chemical composition of sows.
Anim. Prod. 43 (1): 167-170
- KIRCHGESSNER, M. (1997):
Tierernährung.
10. Auflage, Verlags Union Agrar, Frankfurt am Main.
- KIRKWOOD, R.N.: AHERNE, F.X.(1985):
Energy intake, body composition and reproductive performance of the gilt.
J. Anim. Sci, Albany, N.Y. 60: 1518-1529
- KLAVER, J.; KEMPEN, G.J.M., VAN; LANGE, P.G.B., DE; VERSTEGEN, M.W.A. and
BOER, H. (1981):
Milk composition and daily yield of different milk components as affected by sow
condition and lactation/feeding regime.
J. Anim. Sci. 52: 1091-1097
- KLEINE KLAUSING, H. (2003):
So Sauen „in Milch bringen“.
Hrsg.: Deutsche Kraftfutterwerke GmbH & Co, Düsseldorf,
Sonderdruck aus dem dlz-agrarmagazin Heft 1/2003, 6 pp
- KLEINE KLAUSING, H. und LENZ, H. (1994):
Fütterung auf Kondition – Grundlage einer erfolgreichen Ferkelerzeugung.
Landwirtschaftsverlag Münster,
Sonderdruck aus Schweinezucht und Schweinemast, 4: 14-17
- KLEINE KLAUSING, H.; SCHÄFER, K. und LENZ, H. (1998):
Fütterung und Fruchtbarkeit – Zuchtkondition.
Top Agrar 12: 4-7
- KNIERIM, U. (2000):
Die Gruppenhaltung tragender Sauen unter dem Gesichtspunkt des Tierverhaltens.
In: Neue Haltungssysteme tragender Sauen.
Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, BFL-Spezial: 7-9
- KOSMACK, U. (2002):
Vorwort.
In: Sauen in Gruppenhaltung.
Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, KTBL-Schrift 411

- KRAETZEL, W.D.; THIELE, ST.; TOMCZAK, J. und KAMPHUES, J. (1993):
Zur Schätzung des Körperwasser- und Fettgehaltes von Schweinen in vivo mittels der Bioelektrischen Impedanzanalyse.
Proc. Soc. Nutr. Physiol. 1: 79
- KRAETZEL, W.D.; THIELE, ST.; TOMCZAK, J. und KAMPHUES, J. (1995):
Bioelektrische Impedanzanalyse – eine in vivo-Methode zur Schätzung der Körperzusammensetzung von Sauen.
Eugen Ulmer Verlag GmbH & Co., Stuttgart,
Züchtungskunde 67 (2): 132-146
- KRIETER, J.; HÖLSCHER, T.; HARTJEN, P.; KALM, E. und ERNST, E. (1990):
Vergleich von Ultraschallverfahren zur Abschätzung der Schlachtkörperzusammensetzung am Schwein.
Züchtungskunde 62: 29-37
- LADEWIG, J. (1987):
Endocrine aspects of stress: Evaluations of stress reactions in farm animals.
In: Biology of Stress in Farm Animals: An Intregative Approach.
Hrsg.: WIEPKEMA, P. R., P. W and M. ADRICHEM, Martinus Nijhoff,
The Hague: 13-25
- LAVOREL, O.; FEKETE, J.P.; BOUARD, M. et LEUILLET (1981):
Influence du niveau azote de gestation sur les performances a long terme des truies et des porcelets en elevage intensif.
J. Rech. Porcine en France 13: 109
- LEE, P.A. and CLOSE, W.H. (1991):
The effects of feeding level during both pregnancy and lactation on long-term productivity and body composition of sows.
Anim. Prod. 52: 561
- LEWIS, A.J.; SPEER, V.C. and HAUGHT, D.C. (1978):
Relationship between yield and composition of sows' milk and weight gain of nursing pigs.
J. Anim. Sci. 47: 634-641
- LÜCKER, H.-J. (1991):
Das Deckzentrum.
In: Sauenhaltung und Ferkelaufzucht.
Hrsg.: Bauförderung Landwirtschaft, Hannover,
Baubriefe Landwirtschaft 32: 41-49
- MANNEBECK, B. (2003):
Produktionsformationsbroschüre der Fa. Mannebeck, Schüttorf: 4 pp

- MERSMANN, H.J. (1982):
Ultrasonic determination of backfat depth and loin area in swine.
J. Anim. Sci. 54: 268-275
- MULLAN, B.P. (1991):
The catabolism of fat and lean by sows during lactation.
Pig news and information, 12: 221
- MULLAN, B.P. and WILLIAMS, I.H. (1989):
The effect of body reserves at farrowing on the reproductive performance of first litter sows.
Animal Production, 48: 449-457.
- MULLAN, B.P.; CLOSE, W.H. and COLE, D.J.A. (1989):
Predicting the nutrient responses of the lactation sow.
In: Recent Advances in Animal Nutrition – 1989.
Hrsg.: W. Haresign and D. J. A. Cole. Butterworths, London: 229-243
- MUBLICK, M. (2002):
Tierindividuelle Fütterungssysteme.
In: Sauen in Gruppenhaltung.
Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, KTBL-Schrift 411: 129-131
- MÜLLER, S. (1996):
Jahresbericht 1996 über die Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung bei Schweinen in Thüringen.
TLL Jena: 25-29
- NEIL, M; OGLE, B. and ANNÉR, K. (1996):
A two-diet system and ad libitum lactation feeding of the sow. 1. Sow performance.
Anim. Sci. 62: 349-354
- NIGGEMEYER, H. (1998):
Konditionsbewertung und Fütterung der tragenden Sau.
Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup,
Schweinemast und Schweinezucht, 1: 32-34
- NOBLET, J.; DOURMAD, J.Y.; LE DIVIDICH, J. and DUBOIS, S. (1989):
Effect of ambient temperature and addition of straw or alfalfa in the diet on energy metabolism in pregnant sows.
Livestock Production Science, 21: 309-324.
- PAHL, G. und BEITZ, W. (1986):
Konstruktionslehre.
2. Auflage, Springer –Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1986

- PAHLITZSCH, C. (2000):
Ultraschalluntersuchung beim Zuchtschwein.
Seminar der „Interessengemeinschaft Tierärztliche Bestandsbetreuung(ITB)“-Schwein
im Bundesverband der praktischen Tierärzte (BPT) am 13. Oktober 2000 in Leipzig,
Seminarunterlagen: 45-47
- PEDERSON, L.J.; ROJKITTIKHUN, T.; EINARSSON, S. and EDQVIST, L.-E. (1993):
Postweaning grouped sows: effects of aggression on hormonal patterns and oestrous
behaviour.
Appl. Anim. Behav. Sci. 38: 25-39
- PEET, B.J. (1990):
Housing and management in practice – straw bedded systems.
In: Electronic Identification in Pig Production. International Symposium, September
1990, Coventry. Royal Agricultural Society of England, Stoneleigh, Warwickshire,
England, 25-37
- PFEFFER, E. (1987):
Energiehaushalt.
In: Lehrbuch der Veterinärphysiologie.
Hrsg.: G. Wittke, 7 Auflage, Verlag Paul Parey: 119-133
- PUTTEN, G., VAN (1978):
Schwein.
In: Nutztierethologie.
Hrsg.: H.H. Sambraus. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg
- PUTTEN, G., VAN (1981):
Zum Messen von Wohlbefinden bei Nutztieren.
In: 2. GFT-Seminar Angewandte Nutztierethologie an der Bayerischen Landesanstalt
für Tierzucht, 1981 in Grub
- RAUD, H.R.; KIDDY, C.A. and ODELL, W.D. (1971):
The effect of stress upon determination of serum prolactin by radioimmunoassay.
Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 136: 689-693.
- ROZEBOOM, D.W.; PETTIGREW, J.E.; MOSER, R.L.; CORNELIUS, S.G. and EL
KANDELGY, S.M. (1994):
In Vivo estimation of body composition of mature gilts using live weight, backfat
thickness, and deuterium oxide.
J. Anim. Sci. 72: 355-366
- SAMBRAUS, H.H. (1981):
Das Sozialverhalten von Sauen bei Gruppenhaltung.
Züchtungskunde 53 (2): 147-157

SCHADE, C. (2000):

Feldstudie zu Auswirkung einer Ad-Libitum-Fütterung in der Gravidität auf die Entwicklung von Futteraufnahme, Körpermasse, Ernährungszustand und Rückenspeckdicke sowie auf die Reproduktionsleistung und Gesundheit von Sauen.
Tierärztliche Hochschule Hannover, Dissertation, 140 pp

SCHLEGEL, W. und SKLENAR, V. (1972):

Der Einfluss unterschiedlicher Haltungsformen auf die Fortpflanzungsleistung von Sauen.
Tierzucht 26 (11): 409-410

SCHLICHTING, M.C. (1986):

Sauenhaltung – angebunden oder in Gruppen?
Der Tierzüchter, Stuttgart, (38): 329-331

SCHLUMM, H. (1985):

Aufzucht der Jungsauen bestimmt die spätere Lebensleistung.
Schweinewelt, 1:10-14

SCHNURRBUSCH, U. und IBEN, B. (1999):

Konditionsbeurteilung.
In: Sauenbesamung.
Schriftenreihe des Arbeitskreises Großtierpraxis: 59-61

SCHNURRBUSCH, U.; WÄHNER, M. und ENGELHARDT, S. (1993):

Zur Konzentration von 17- β -Östradiol und Progesteron in der Follikelflüssigkeit sowie im Muskel- und Fettgewebe bei Schweinen in Abhängigkeit vom Sexualzyklus.
Züchtungskunde, Stuttgart, 65: 370-381

SCHWARZ, H.-P. (1996):

Elektronische Identifikationssysteme. In: Gruppenhaltung von Sauen – Chancen rechnergestützter Verfahren.
KTBL Darmstadt, Landwirtschaftsverlag Münster Hiltrup,
KTBL-Schrift 372: 9-14

SEELHOFF, J. M. (2001):

Untersuchungen zu ausgewählten Stoffwechselfparametern in Beziehung zur Körperkondition bei hochtragenden und säugenden Sauen.
Klinik für Klautiere des Fachbereiches Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin, Dissertationsschrift, 152 pp

- SENDIG, S.; SCHÄFER, D.; SPILKE, J.; RUDOVSKY, A.; MEYER, S. und BORELL, E.,
VON (2003):
Einfluss des Tier-Fressplatz-Verhältnisses auf Gesundheit, Verhalten und Leistung von
Sauen in Gruppenhaltung bei ad libitum Fütterung.
In: Tagungsband zur 6. Internationalen Tagung: Bau, Technik und Umwelt 2003 in der
landwirtschaftlichen Nutztierhaltung am 26. bis 27. März 2003, Vechta: 26-34
- SOLD, G. (1986):
Zwei-dimensionale Echokardiographie.
Urban und Schwarzenberg Verlag, München: 4-17
- SOMMER, B. (1979):
Zuchtsauen in Kastenstand und in Gruppenhaltung – Rauscheverhalten, Geburten,
Fruchtbarkeit und Schäden am Bewegungsapparat.
München, Fachbereich Veterinärmedizin, Dissertation
- SOMMER, B.; SAMBRAUS, K.; OSTERKORN., K. und KRÄUSSLICH, H. (1982):
Rauscheverhalten, Geburt, Fruchtbarkeit sowie Abgangsursache von Sauen im
Kastenstand – und Gruppenhaltung.
Züchtungskunde 54 (2): 138-154
- SPOORENBERG, J.H.; SCHEEPENS, C.; DAMONTE, S. und SMITS, C. (1998):
Wie viel Rückenspeck braucht die Sau?
Schweinezucht und Schweinemast, 1: 31-35
- STAMMER, S. und ERNST, E. (1992):
Untersuchungen zur Artgerechtigkeit der Einzel- und Gruppenhaltung von Zuchtsauen.
Dtsch. Tierärztl. Wochenschrift 99 (4): 125-164
- STERNING, M.; RYDHMER, L.; ELIASSON, L.; EINARSSON, S. and ANDERSSON, K.
(1990):
A study on primiparous sows of the ability to show standing oestrus and to ovulate after
weaning. Influences of loss of body weight and backfat during lactation and of litter
size, litter weight gain and season.
Acta vet. scand. 31: 227-236
- SVENDSEN, J. (1990):
Future developments and the commercial potential of using electronic identification
systems in dry sow housing.
In: Electronic Identification in Pig Production.
International Symposium, September 1990, Coventry. Royal Agricultural Society of
England, Stoneleigh, Warwickshire, England: 91-100

- SZABO, CS.; BABINSZKY, L.; VERSTEGEN, M.W.A.; VANGEN, O.; JANSMAN, A.J.M. and KANIS, E. (1999):
The application of digital imaging techniques in the in vivo estimation of the body composition of pigs: a review.
Livest. Prod. Sci. 60: 1-11
- TAUREG, S. (1991):
Untersuchungen zur Einzel- und Gruppenhaltung tragender Sauen unter besonderer Berücksichtigung von Leistung, Konstitution und Verhalten.
Dissertation Kiel, Schriftenreihe des Instituts für Tierzucht und Tierhaltung der CAU-Kiel
- THWAITES, C.J. (1984):
Ultrasonic estimation of carcass composition.
Australian Meat Research Committee Review, 47
- TILLET, R.D.; FROST, A.R. and WELCH, S.K. (2002):
Predicting sensor placement targets on pigs using Image Analysis.
Animal Production Technology (in press), 11 pp
- VANGEN, O. and JOPSON, N. (1996):
Research application of non-invasive techniques for body composition.
Proc. 47th Annual Meeting European Association for Animal Production (EAAP), Lillehammer, 25.08.-29.08.1996
- WEBER, R.; FRIEDLI, K.; TROXLER, J. und WINTERLING, C. (1993):
Einfluss der Abruffütterung auf Aggressionen zwischen Sauen.
In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1992,
KTBL-Schrift 356:155-166
- WEBER, R.; WECHSLER, B. und FRIEDLI, K. (2003):
Erfahrungen mit verschiedenen Formen der Gruppenhaltung tragender Sauen in der Schweiz.
In: Tagungsband zur 6. Internationalen Tagung: Bau, Technik und Umwelt 2003 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung am 26. bis 27. März 2003, Vechta: 46-50
- WEDDIGE, U. (2000):
Gewichtserfassung. [online]
Deutschland, zu finden in > <http://www.topagrar.com/text/archiv.htm> <
[zitiert am 01.02.2003]

- WESEL, A., VAN (1996):
Produktion und Lebensdauer beeinflussen. Speckdicke der Sau lässt viele Rückschlüsse zu.
Agrar Service Verlag, Rheinbach,
Sonderdruck aus Schweinewelt, 5: 4 pp
- WHITTEMORE, C.T. (1993):
The science and practice of pig production.
Longmann Scientific & Technical, UK: 67-72, 382-385, 444-447, 561
- WHITTEMORE, C.T. and MORGAN, C.A. (1990):
Model components for the determination of energy and protein requirements for breeding sows: a review.
Livest. Prod. Sci. 26: 1-37
- WHITTEMORE, C.T. and YANG, H. (1989):
Physical and chemical composition of the body of breeding sows with different body subcutaneous fat depth at parturition, different nutrition during lactation and different litter size.
Anim. Prod., Edingburgh 48: 203-212
- WHITTEMORE, C.T.; FRANKLIN, M.F. and PEARCE, B.S. (1980):
Fat change in breeding sows.
Anim. Prod., Edingburgh 31: 183-190
- WHITTEMORE, C.T.; SMITH, W.C. and PHILLIPS, P. (1988):
Fatness, live weight and performance response of sow to food level in pregnancy.
Anim. Prod. 47: 123-130
- WIESEMÜLLER, W.; PFEIFFER, H.; WÄHNER, M. und GROPPPEL, B. (1996):
Marktgerechte Schweineproduktion.
Kaulsdorf: 32-34
- WOOD, J.D.; WHELEHAN, O.P.; FORIN, A. and CHAMBERS, J. (1985):
Relationship between backfat thickness and body composition in sows.
Winter meeting , 25-27 March, Grand Hotel, Scarborough 1985,
British Society of Animal Production, paper no. 77: 2 pp
- WÄHNER, M.; ENGELHARDT, S.; SCHNURRBUSCH, U. und PFEIFFER, H. (1995):
Beziehungen zwischen Kriterien des Fleisch- bzw. Fettansatzes und den 17- β -
Östradiol- bzw. Progesteronkonzentrationen in der Follikelflüssigkeit von Jungsaunen.
Arch. Tierz., Dummerdorf 38: 187-197

- WÄHNER, M.; JOHN, A. and HOFFMEYER, C. (2001):
Influence of growth and side fat thickness on reproduction and rearing performance of gilts. I. Comparison of characteristics growth, side fat thickness and reproduction performances.
Hrsg.: Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN), Dummerstorf, Archives of Animal Breeding, , 44 (2): 157-166
- WÄHNER, M.; PFEIFFER, H.; NÖCKEL, M. und ENGELHARDT, S. (1991):
Der Geschlechtseintritt bei Sauen in bezug auf Mast- und Schlachtleistung nach unterschiedlichen Aufzuchtverfahren.
Wirtschaftliche Tierproduktion: 103-105
- YANG, H.; EASTHAM, PR.; PHILLIPS, P. and WHITTEMORE, C.T. (1989):
Reproductive performance, body weight and body condition of breeding sows with differing body fatness at parturition, differing nutrition during lactation, and differing litter size.
Anim. Prod., 48: 181-201
- YOUNG, L.G.; KING, G.J.; SHAW, J.; QUINTON, M.; WALTON, J.S. and McMILLAN, I. (1991):
Interrelationships among age, body weight, backfat and lactation feed intake with reproductive performance and longevity of sows.
Canadian Journal of Animal Science, 72 (2): 567-575
- ZAK, L.J.; COSGROVE, J.R.; AHERNE, F.X. and FOXCROFT, G.R. (1997):
Pattern of feed intake and associated metabolic and endocrine changes, differentially affect postweaning fertility in the primiparous sow.
Journal of Animal Science, 75: 208-216
- ZDS (Zentralverband der deutschen Schweineproduktion) (2002):
Schweinproduktion 2001 in Deutschland.
Hrsg.: Zentralverband der Deutschen Schweineproduktion e.V. (ZDS), Bonn.
ISSN 0179-1001, 177 pp

Rechtliche Regelungen:

Richtlinie 2001/93/EG (2001):

Richtlinie 2001/93/EG der Kommission vom 09. November 2001 zur Änderung der Richtlinie 91/630/EWG über Mindestanforderungen für den Schutz von Scheinen.
Amtsblatt L 316/36, 2001

Richtlinie 2001/88/EG (2001):

Richtlinie 2001/88/EG des Rates vom 23. Oktober 2001 zur Änderung der Richtlinie 91/630/EWG über Mindestanforderungen für den Schutz von Schweinen.
Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft L 136/1, 2001

10 ANHANG

10.1 Body-Condition-Score (BCS)



Abbildung 31: Body-Condition-Score nach KLEINE KLAUSING et al. (1998)

10.2 RSD-Soll-Werte (Spezifisch)

Tabelle 25: Wurfnummer- und Tragtag-Spezifische RSD-Soll-Werte in mm

Tragtag	Beleg	1.Wurf	2.Wurf	3.Wurf	4.Wurf	5.Wurf	6.Wurf	7.Wurf	8.Wurf	9.Wurf	10.Wurf
1	16.0	14.0	14.5	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0
2	16.0	14.0	14.5	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0
3	16.0	14.1	14.6	15.6	16.1	16.6	17.1	17.6	18.1	18.6	19.1
4	16.0	14.1	14.6	15.6	16.1	16.6	17.1	17.6	18.1	18.6	19.1
5	16.0	14.1	14.6	15.6	16.1	16.6	17.1	17.6	18.1	18.6	19.1
6	16.0	14.2	14.7	15.7	16.2	16.7	17.2	17.7	18.2	18.7	19.2
7	16.0	14.2	14.7	15.7	16.2	16.7	17.2	17.7	18.2	18.7	19.2
8	16.0	14.2	14.7	15.7	16.2	16.7	17.2	17.7	18.2	18.7	19.2
9	16.1	14.2	14.8	15.7	16.2	16.7	17.2	17.7	18.2	18.7	19.2
10	16.1	14.3	14.8	15.8	16.3	16.8	17.3	17.8	18.3	18.8	19.3
11	16.1	14.3	14.9	15.8	16.3	16.8	17.3	17.8	18.3	18.8	19.3
12	16.1	14.3	14.9	15.8	16.3	16.8	17.3	17.8	18.3	18.8	19.3
13	16.1	14.4	14.9	15.9	16.4	16.9	17.4	17.9	18.4	18.9	19.4
14	16.1	14.4	15.0	15.9	16.4	16.9	17.4	17.9	18.4	18.9	19.4
15	16.1	14.4	15.0	15.9	16.4	16.9	17.4	17.9	18.4	18.9	19.4
16	16.1	14.5	15.0	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5
17	16.1	14.5	15.1	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5
18	16.1	14.5	15.1	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5
19	16.1	14.6	15.1	16.1	16.6	17.1	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6
20	16.1	14.6	15.2	16.1	16.6	17.1	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6
21	16.1	14.6	15.2	16.1	16.6	17.1	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6
22	16.1	14.6	15.2	16.1	16.6	17.1	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6
23	16.2	14.7	15.3	16.2	16.7	17.2	17.7	18.2	18.7	19.2	19.7
24	16.2	14.7	15.3	16.2	16.7	17.2	17.7	18.2	18.7	19.2	19.7
25	16.2	14.7	15.3	16.2	16.7	17.2	17.7	18.2	18.7	19.2	19.7
26	16.2	14.8	15.4	16.3	16.8	17.3	17.8	18.3	18.8	19.3	19.8
27	16.2	14.8	15.4	16.3	16.8	17.3	17.8	18.3	18.8	19.3	19.8
28	16.2	14.8	15.4	16.3	16.8	17.3	17.8	18.3	18.8	19.3	19.8
29	16.2	14.9	15.5	16.4	16.9	17.4	17.9	18.4	18.9	19.4	19.9
30	16.2	14.9	15.5	16.4	16.9	17.4	17.9	18.4	18.9	19.4	19.9
31	16.2	14.9	15.6	16.4	16.9	17.4	17.9	18.4	18.9	19.4	19.9
32	16.2	15.0	15.6	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0
33	16.2	15.0	15.6	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0
34	16.2	15.0	15.7	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0
35	16.2	15.0	15.7	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0
36	16.2	15.1	15.7	16.6	17.1	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1
37	16.3	15.1	15.8	16.6	17.1	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1
38	16.3	15.1	15.8	16.6	17.1	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1
39	16.3	15.2	15.8	16.7	17.2	17.7	18.2	18.7	19.2	19.7	20.2
40	16.3	15.2	15.9	16.7	17.2	17.7	18.2	18.7	19.2	19.7	20.2
41	16.3	15.2	15.9	16.7	17.2	17.7	18.2	18.7	19.2	19.7	20.2
42	16.3	15.3	15.9	16.8	17.3	17.8	18.3	18.8	19.3	19.8	20.3
43	16.3	15.3	16.0	16.8	17.3	17.8	18.3	18.8	19.3	19.8	20.3
44	16.3	15.3	16.0	16.8	17.3	17.8	18.3	18.8	19.3	19.8	20.3
45	16.3	15.4	16.0	16.9	17.4	17.9	18.4	18.9	19.4	19.9	20.4
46	16.3	15.4	16.1	16.9	17.4	17.9	18.4	18.9	19.4	19.9	20.4
47	16.3	15.4	16.1	16.9	17.4	17.9	18.4	18.9	19.4	19.9	20.4
48	16.3	15.4	16.1	16.9	17.4	17.9	18.4	18.9	19.4	19.9	20.4
49	16.3	15.5	16.2	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5
50	16.3	15.5	16.2	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5
51	16.4	15.5	16.3	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5
52	16.4	15.6	16.3	17.1	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6
53	16.4	15.6	16.3	17.1	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6
54	16.4	15.6	16.4	17.1	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6
55	16.4	15.7	16.4	17.2	17.7	18.2	18.7	19.2	19.7	20.2	20.7
56	16.4	15.7	16.4	17.2	17.7	18.2	18.7	19.2	19.7	20.2	20.7

Fortsetzung Tabelle 25: Wurfnummer- und Tragtag-Spezifische RSD-Soll-Werte in mm

Tragtag	Beleg	1.Wurf	2.Wurf	3.Wurf	4.Wurf	5.Wurf	6.Wurf	7.Wurf	8.Wurf	9.Wurf	10.Wurf
57	16.4	15.7	16.5	17.2	17.7	18.2	18.7	19.2	19.7	20.2	20.7
58	16.4	15.8	16.5	17.3	17.8	18.3	18.8	19.3	19.8	20.3	20.8
59	16.4	15.8	16.5	17.3	17.8	18.3	18.8	19.3	19.8	20.3	20.8
60	16.4	15.8	16.6	17.3	17.8	18.3	18.8	19.3	19.8	20.3	20.8
61	16.4	15.8	16.6	17.3	17.8	18.3	18.8	19.3	19.8	20.3	20.8
62	16.4	15.9	16.6	17.4	17.9	18.4	18.9	19.4	19.9	20.4	20.9
63	16.4	15.9	16.7	17.4	17.9	18.4	18.9	19.4	19.9	20.4	20.9
64	16.4	15.9	16.7	17.4	17.9	18.4	18.9	19.4	19.9	20.4	20.9
65	16.4	16.0	16.7	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0
66	16.5	16.0	16.8	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0
67	16.5	16.0	16.8	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0
68	16.5	16.1	16.9	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1
69	16.5	16.1	16.9	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1
70	16.5	16.1	16.9	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1
71	16.5	16.1	17.0	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1
72	16.5	16.2	17.0	17.7	18.2	18.7	19.2	19.7	20.2	20.7	21.2
73	16.5	16.2	17.0	17.7	18.2	18.7	19.2	19.7	20.2	20.7	21.2
74	16.5	16.2	17.1	17.7	18.2	18.7	19.2	19.7	20.2	20.7	21.2
75	16.5	16.3	17.1	17.8	18.3	18.8	19.3	19.8	20.3	20.8	21.3
76	16.5	16.3	17.1	17.8	18.3	18.8	19.3	19.8	20.3	20.8	21.3
77	16.5	16.3	17.2	17.8	18.3	18.8	19.3	19.8	20.3	20.8	21.3
78	16.5	16.4	17.2	17.9	18.4	18.9	19.4	19.9	20.4	20.9	21.4
79	16.5	16.4	17.2	17.9	18.4	18.9	19.4	19.9	20.4	20.9	21.4
80	16.6	16.4	17.3	17.9	18.4	18.9	19.4	19.9	20.4	20.9	21.4
81	16.6	16.5	17.3	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5
82	16.6	16.5	17.3	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5
83	16.6	16.5	17.4	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5
84	16.6	16.5	17.4	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5
85	16.6	16.6	17.4	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1	21.6
86	16.6	16.6	17.5	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1	21.6
87	16.6	16.6	17.5	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1	21.6
88	16.6	16.7	17.6	18.2	18.7	19.2	19.7	20.2	20.7	21.2	21.7
89	16.6	16.7	17.6	18.2	18.7	19.2	19.7	20.2	20.7	21.2	21.7
90	16.6	16.7	17.6	18.2	18.7	19.2	19.7	20.2	20.7	21.2	21.7
91	16.6	16.8	17.7	18.3	18.8	19.3	19.8	20.3	20.8	21.3	21.8
92	16.6	16.8	17.7	18.3	18.8	19.3	19.8	20.3	20.8	21.3	21.8
93	16.6	16.8	17.7	18.3	18.8	19.3	19.8	20.3	20.8	21.3	21.8
94	16.7	16.9	17.8	18.4	18.9	19.4	19.9	20.4	20.9	21.4	21.9
95	16.7	16.9	17.8	18.4	18.9	19.4	19.9	20.4	20.9	21.4	21.9
96	16.7	16.9	17.8	18.4	18.9	19.4	19.9	20.4	20.9	21.4	21.9
97	16.7	16.9	17.9	18.4	18.9	19.4	19.9	20.4	20.9	21.4	21.9
98	16.7	17.0	17.9	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0
99	16.7	17.0	17.9	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0
100	16.7	17.0	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0
101	16.7	17.1	18.0	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1	21.6	22.1
102	16.7	17.1	18.0	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1	21.6	22.1
103	16.7	17.1	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1	21.6	22.1
104	16.7	17.2	18.1	18.7	19.2	19.7	20.2	20.7	21.2	21.7	22.2
105	16.7	17.2	18.1	18.7	19.2	19.7	20.2	20.7	21.2	21.7	22.2
106	16.7	17.2	18.2	18.7	19.2	19.7	20.2	20.7	21.2	21.7	22.2
107	16.7	17.3	18.2	18.8	19.3	19.8	20.3	20.8	21.3	21.8	22.3
108	16.8	17.3	18.3	18.8	19.3	19.8	20.3	20.8	21.3	21.8	22.3
109	16.8	17.3	18.3	18.8	19.3	19.8	20.3	20.8	21.3	21.8	22.3
110	16.8	17.3	18.3	18.8	19.3	19.8	20.3	20.8	21.3	21.8	22.3
111	16.8	17.4	18.4	18.9	19.4	19.9	20.4	20.9	21.4	21.9	22.4
112	16.8	17.4	18.4	18.9	19.4	19.9	20.4	20.9	21.4	21.9	22.4

10.3 Versuchsdaten

Tabelle 26: Lebendgewichts- und RSD-Veränderungen bei Jungsauen

Jungsauen		Lebendgewichtsveränderung		RSD-Veränderung	
		35.-108.Tag p.c.	1.-28.Tag p.p.	35.-108.Tag p.c.	108.-28.Tag p.p.
		kg	kg	mm	mm
Gruppe 1 n = 7	\bar{x}	35.2	-4.8	0.3	-3.7
	s	17.3	9.7	4.9	1.5
	min	18.1	-13.7	-3.2	-6.4
	max	52.6	10.0	3.7	-2.4
Gruppe 2 n = 4	\bar{x}	35.1	-10.7	1.2	-4.4
	s	7.7	7.2	0.7	3.7
	min	24.5	-20.0	0.7	-8.8
	max	35.1	-4.8	1.7	0.3
Gruppe 3 n = 3	\bar{x}	38.0	-22.2	2.0	-6.9
	s	3.0	17.6	1.7	5.4
	min	35.0	-34.7	0.3	-10.3
	max	41.0	-2.1	3.7	-0.7
Gruppe 4 n = 3	\bar{x}	41.5	-13.6	5.5	-5.8
	s	14.8	10.5	1.7	1.9
	min	31.0	-25.7	4.3	-8.0
	max	52.0	-6.9	6.7	-4.7
Gruppe 5 n = 1	\bar{x}	44.0	-22.4	3.0	-4.0
	s	.	.	.	.
	min	.	.	.	.
	max	.	.	.	.
Gruppe 6 n = 2	\bar{x}	44.5	-14.9	2.9	-2.7
	s	20.5	1.0	2.6	0.5
	min	30.0	-15.6	1.0	-3.0
	max	59.0	-14.2	4.7	-2.3

Tabelle 27: Lebendgewichts- und RSD-Veränderungen bei Altsauen

Altsauen		Lebendgewichtsveränderung		RSD-Veränderung	
		35.-108.Tag p.c.	1.-28.Tag p.p.	35.-108.Tag p.c.	108.-28.Tag p.p.
		(kg)	(kg)	mm	mm
Gruppe 1 n = 23	\bar{x}	38.8	-15.7	2.4	-3.2
	s	7.9	10.4	2.8	2.1
	min	27.0	-38.7	-3.0	-8.1
	max	53.0	5.5	5.2	2.6
Gruppe 2 n = 13	\bar{x}	49.3	-14.1	4.2	-3.3
	s	14.1	12.0	1.6	2.2
	min	32.9	-28.7	0.7	-7.7
	max	80.0	12.4	7.0	-0.6
Gruppe 3 n = 15	\bar{x}	46.2	-21.4	5.0	-4.1
	s	10.4	15.3	2.0	1.2
	min	25.0	-49.4	1.7	-6.3
	max	58.0	16.5	8.0	-2.0
Gruppe 4 n = 3	\bar{x}	47.5	-5.0	6.7	-2.9
	s	3.5	6.1	0.5	3.1
	min	45.0	-13.6	6.3	-6.7
	max	50.0	0.0	7.0	0.7
Gruppe 5 n = 9	\bar{x}	40.0	-31.1	5.1	-4.2
	s	22.0	11.4	1.9	2.1
	min	21.0	-44.6	3.3	-6.7
	max	69.0	-13.6	7.3	-1.3
Gruppe 6 n = 10	\bar{x}	44.4	-26.0	3.9	-3.8
	s	12.3	20.1	1.5	3.2
	min	27.0	-67.5	1.7	-10.7
	max	58.0	2.3	5.7	-0.3

10.4 Bedienungsanleitung zur automatischen Speckdickenmessung



Mannebeck Landtechnik GmbH

Alter Postdamm 8
48465 Quendorf
Tel. +49 5923-96200
Fax +49 5923-962022
Email: bml-milan@t-online.de
im Internet: www.mannebeck.com

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
in Völkenrode
- Institut f. Betriebstechnik u. Bauforschung
- Informations- und Datenzentrum

Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Tel.: +49 531-596-4402
Fax: +49 531-596-4499
Email: bb@fal.de
im Internet: www.fal.de

Systemvoraussetzungen

- PC mit mind. Pentium 1 CPU
- eine freie serielle Schnittstelle
 - Windows 9x – 2000

10.4.1 PC-Einstellungen

Beim erstmaligen Programmstart oder nach Anwahl des Menüpunktes *Datei-Einstellungen* erscheint das Eingabefenster *Einstellungen*. Hier können Sie Einstellungen bezüglich Ihres PC (Schnittstelle, Sicherungsverzeichnis) vornehmen.

Wählen Sie hier die serielle *Schnittstelle* aus, an der das PC-Interface angesteckt wurde.
Nach Aktivierung der Schnittstelle leuchtet zur Kontrolle das *Lämpchen*.

In diesem Feld sehen Sie den *Verzeichnispfad*, in dem die Datei (Speckdicke.csv) mit den ausgelesenen Meßwerten abgespeichert wird. Die einzelnen Werte werden mit diesem *Zeichen* voneinander getrennt. Geben Sie hier bei Bedarf ein Zeichen Ihrer Wahl ein.

Um Ihre PC-Einstellungen zu Speichern, betätigen Sie abschließend die *OK-Taste*.

Nach Betätigung dieser *Schaltfläche*, gelangen Sie zu diesem *Fenster*:

Der aktuelle *Verzeichnisname* wird Ihnen in diesem Feld angezeigt.
Wählen Sie hier *Verzeichnis* und das *Sicherungslaufwerk* aus.

Abschließend bestätigen Sie Ihre Wahl mit der *OK-Taste*.

10.4.2 Steuerung des Messarms

Hier können Sie Einstellungen bezüglich Ihres Systems (Uhrzeit, Steuerzeiten...) vornehmen.

In diesen beiden Feldern wird Ihnen das aktuelle Datum und die aktuelle Uhrzeit aus dem Speckdickenmessgerät angezeigt. Zum Ändern der Werte markieren Sie diese und wählen Sie dann mit den Pfeiltasten eine neue Einstellung. Sie können auch die aktuelle PC-Zeit durch Betätigen dieser Schaltfläche übernehmen. Abschließend betätigen Sie auf jeden Fall die Schaltfläche Speichern!

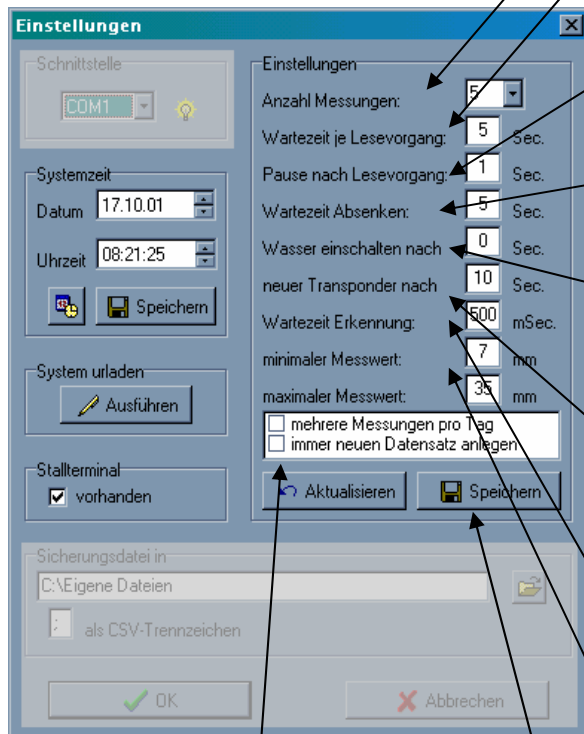
Ein Druck auf diese Schaltfläche löscht den kompletten Speicher der Speckdickenmessung und setzt die Einstellungen auf vordefinierte Werte.

Befindet sich an Ihrer Fütterung ein Stallterminal, so markieren Sie dieses Feld.

Das Stallterminal wird dann zur besseren Datenübertragung bei jedem Programmaufruf gesperrt.

The screenshot shows the 'Einstellungen' (Settings) dialog box. It contains the following elements:

- Schnittstelle:** A dropdown menu set to 'COM1' and a lightbulb icon.
- Systemzeit:** 'Datum' (17.10.01) and 'Uhrzeit' (08:21:25) with arrow keys for navigation, and a 'Speichern' button.
- System urladen:** An 'Ausführen' button with a pencil icon.
- Stallterminal:** A checked checkbox labeled 'vorhanden'.
- Einstellungen (Parameters):**
 - Anzahl Messungen: 5
 - Wartezeit je Lesevorgang: 5 Sec.
 - Pause nach Lesevorgang: 1 Sec.
 - Wartezeit Absenken: 5 Sec.
 - Wasser einschalten nach neuer Transponder nach: 10 Sec.
 - Wartezeit Erkennung: 500 mSec.
 - minimaler Messwert: 7 mm
 - maximaler Messwert: 35 mm
- Additional Options:** 'mehrere Messungen pro Tag' (unchecked) and 'immer neuen Datensatz anlegen' (unchecked).
- Buttons:** 'Aktualisieren' and 'Speichern' at the bottom right of the settings section.
- Footer:** 'Sicherungsdatei in: C:\Eigene Dateien' with a folder icon, 'als CSV-Trennzeichen', and 'OK' and 'Abbrechen' buttons at the bottom.



Anzahl Messungen: gibt an, wie oft je Datensatz die Speckdicke gemessen wird.

Wartezeit je Lesevorgang: gibt an, wie lange das System versucht einen gültigen Meßwert zu erhalten.

Pause nach Lesevorgang: gibt an, wie lange das System zwischen zwei Meßvorgängen warten soll.

Wartezeit Absenken: gibt an, wie lange die Mechanik benötigt, um den Meßkopf in Position zu bringen.

Wasser einschalten nach: gibt an, welche Zeitspanne (nach Aktivierung der Mechanik) vergehen darf, bis das Wasser für den Meßkopf eingeschaltet wird.

neuer Transponder nach: bestimmt die Zeitspanne, nach der ein soeben gelesener Transponder neu gespeichert wird. Dieser Punkt trifft nur zu, wenn mehrere Messungen pro Tag durchgeführt werden.

Wartezeit Erkennung: gibt an, wieviel Zeit zum Auslesen eines Transponder maximal vergehen darf .

minimaler/maximaler Messwert: nur Speckdicken, die sich zwischen diesen beiden Werten befinden, werden gespeichert.

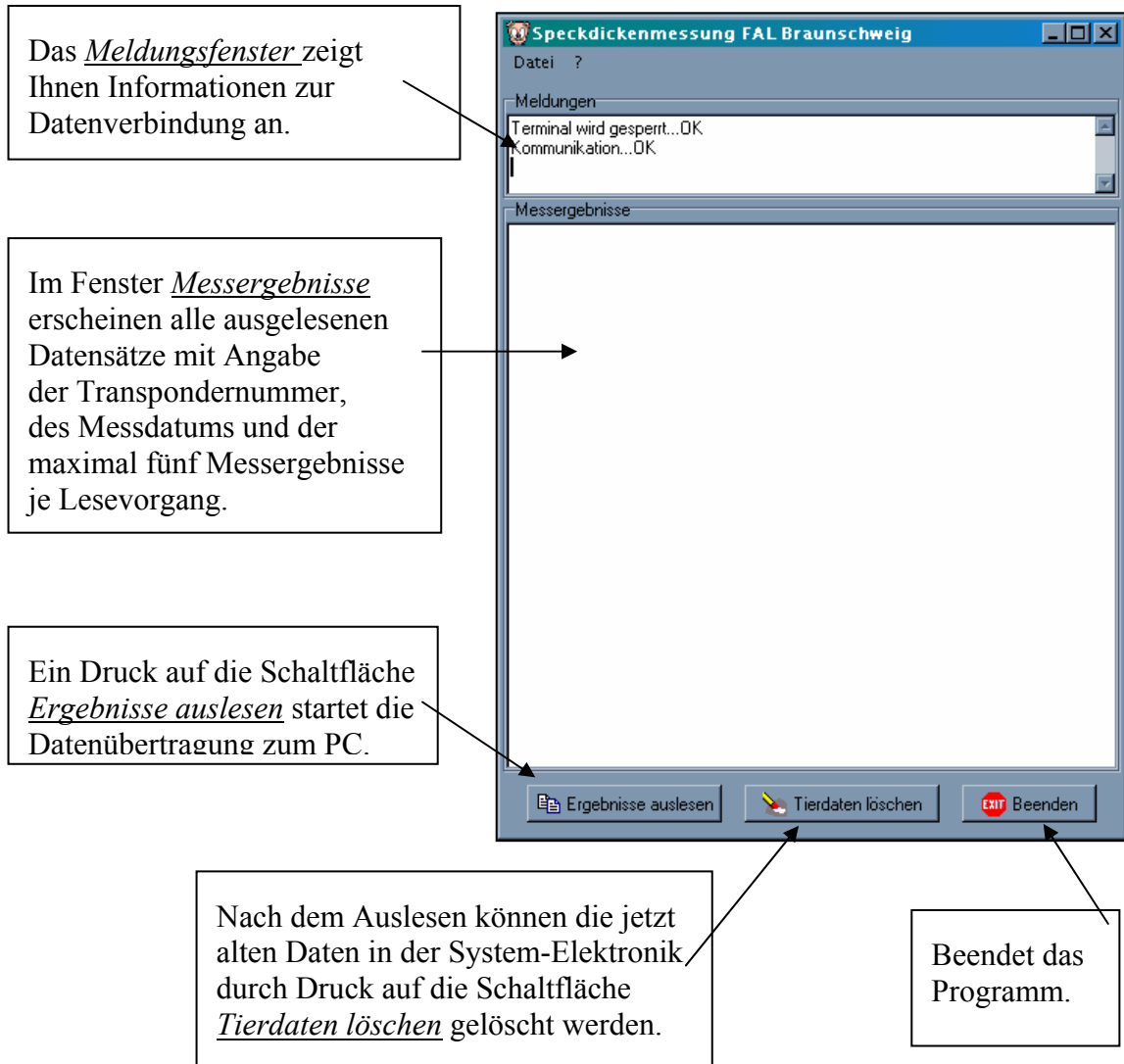
Ist das Feld mehrere Messungen pro Tag aktiviert, so wird ein Tier mehrfach am Tag vermessen.

Ist das Feld immer neuen Datensatz anlegen aktiviert, so wird für jede Messung ein neuer Datensatz abgespeichert.

Zum Abschluss Ihrer Änderungen muß auch hier die Schaltfläche Speichern betätigt werden.

10.4.3 Speckdickenprogramm Teil 1: Auslesen und Speichern von Daten

Erläuterungen zum Bildschirmaufbau – Hauptfenster

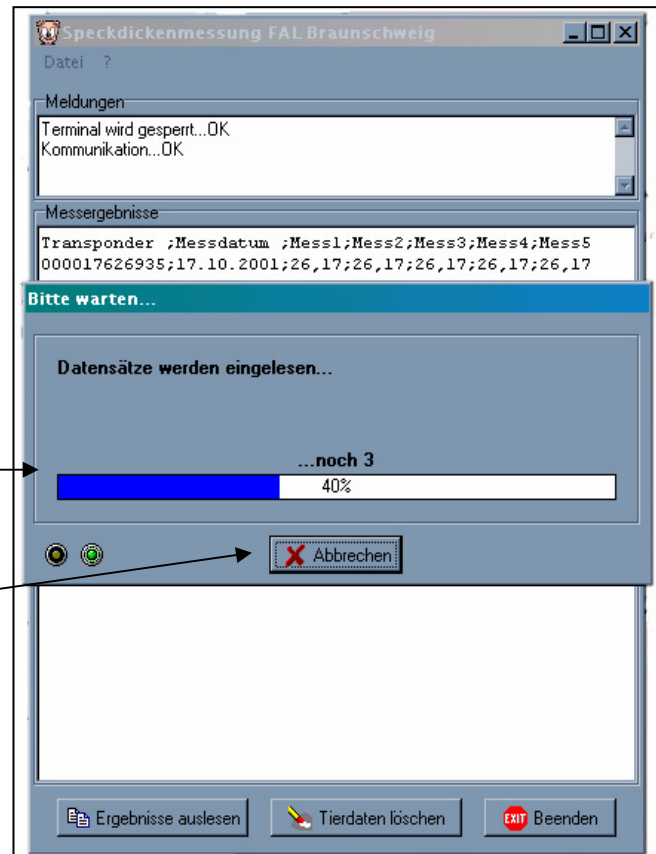


Erläuterungen zum Datenauslesen

Nach Betätigen der Schaltfläche Ergebnisse auslesen startet die Datenübertragung.

Im Fenster Messergebnisse erscheinen nun die ausgelesenen Daten. Gleichzeitig wird Ihnen durch das Fenster Bitte warten der Fortschritt der Übertragung angezeigt.

Durch Betätigen der Abbrechen Schaltfläche kann die Übertragung jederzeit unterbrochen werden.



Die ausgelesene Datei „Speckdicke.csv“ wird dann in dem Sicherungsverzeichnis abgelegt, welches Sie bei den PC-Einstellungen angegeben haben. Eine noch vorhandene Datei in diesem Verzeichnis wird dann mit dieser überschrieben.

10.4.4 Speckdickenprogramm Teil 2: Automatische Futteranpassung

Datenblatt 1: Importieren von Daten

Beim erstmaligen Programmstart erscheint das Eingabefenster *Berechnung und Ausgabe von Messdaten*. Dieses beinhaltet drei Datenblätter (*Importieren*, *Berechnungen*, *Koppeldaten*). Nach dem Programmstart erscheint automatisch das Datenblatt *Importieren*. Hier können Sie Einstellungen bezüglich Ihres PC vornehmen, um die zuvor gesicherte Datei („Speckdicken.csv“) zu importieren.

The screenshot shows the 'Importieren' tab of the 'Berechnung und Ausgabe von Messdaten' application. The interface includes a file explorer on the left, a central area for file selection and import settings, and a data preview table at the bottom. Callouts provide instructions for each part of the interface.

Wählen Sie hier das Laufwerk aus, in dem die Datei (Speckdicke.csv) mit den ausgelesenen Messwerten abgespeichert wurde.

Bei „csv“-Dateien müssen Sie das Dezimaltrennzeichen („.“ oder „.“) festlegen. Das Feldtrennzeichen ist frei wählbar („;“ oder „!“).

Daraufhin sehen Sie den Verzeichnispfad des Laufwerkes, über den Sie zur Datei (Speckdicke.csv) gelangen können.

Wählen Sie nun die Importdatei aus, indem Sie diese mit dem Cursor markieren.

Hier bestimmen Sie den Typ der Importdatei.

Dieses Fenster zeigt die Auflistungsreihenfolge der eingelesenen Datensätze an, indem es beispielhaft einen Datensatz darstellt.

Zum Importieren der markierten Datei, drücken Sie das Feld *Einlesen*.

Drücken Sie mit der rechten Maustaste das *Einlesen*-Feld, um zu dem Fenster zu gelangen, in dem Sie die relevanten Messpunkte auswählen können.

The software interface shows the following details:

- File explorer: d:\[daten] with folders D:\, Dienst, Promotion, and AutoProgramm. Files 'Speckdicke.06.10.02.csv' and 'Speckdicke.28.10.02.csv' are listed.
- Import settings: 'Dezimaltrennzeichen' set to '.' and 'Feldtrennzeichen' set to ';'. A 'Wählen sie die relevanten Messpunkte' section has checkboxes for 'Messung 1', 'Messung 2', 'Messung 3', and 'Messung 4', all of which are checked.
- Import type: 'ASCIi (*.csv)'. A red arrow points to the 'Einlesen' button.
- Data preview table:

Transponder	Messdatum	Uhrzeit	Mess1	Mess2	Mess3	Mess4
000019352341	20.10.2002	16:30:29	18.83	00.00	00.00	00.00

Buttons at the bottom: Schließen, Drucken..., Wahl Ausgabedatei, Rücksetzen Dateien. Status bar: Anzahl Transponder, aktuelles Datum, Anzahl Werte, Ausgabedatei: d:\dienst\promotion\autoprogramm\ausgab...

In diesem Fenster erscheinen alle eingelesenen Datensätze mit Transpondernummer, des Messdatums, der Uhrzeit und der Messergebnisse.

Schließen beendet das Programm

Hier erhalten Sie wichtige Informationen zum Inhalt der ausgelesenen Datei.

Mit *Wahl Ausgabedatei* können Sie festlegen, wo im PC die Ausgabedatei abgelegt werden soll.

Drucken druckt ein Abbild dieser Seite

Rücksetzen Daten löscht dem Inhalt der Exportdatei und setzt die Koppeldaten auf die Ausgangsdaten zurück.

Datenblatt 2: Berechnungen von Daten

Rufen Sie mit dem Cursor das Datenblatt Berechnungen auf.

In diesem Fenster werden automatisch die neu berechneten Futtermengenzuschläge in Prozent in Abhängigkeit des errechneten Speckdicken-Mittelwertes und des vorgegebenen Speckdicken-Sollwertes angezeigt.

Dieses Fenster zeigt eine Liste der abgespeicherten Daten nach Auslesedatum.

Ebenso werden in diesem Fenster das Auslese-Datum und die Anzahl der Messungen jedem Tier bzw. jedem Transponder zugewiesen.

Transponder	Datum	Anzahl	Mittelwert	Sollwert	Prozent
000019336130	06.10.2002	59	16.84	18.00	6
000019336131	06.10.2002	88	21.78	18.00	0
000019336202	06.10.2002	00	18.00	20.00	9
000019352017	06.10.2002	00	18.00	20.00	12
000019352083	06.10.2002	00	18.00	18.00	0
000019352101	06.10.2002	00	18.00	20.00	12
000019352131	06.10.2002	00	18.00	18.00	7
000019352199	06.10.2002	76	13.92	18.00	23
000019352273	06.10.2002	52	16.45	18.00	9
000019352338	06.10.2002	1	13.00	20.00	35
000019352341	06.10.2002	87	17.92	20.00	10
000019352747	06.10.2002	60	14.92	20.00	25
000019352971	06.10.2002	67	25.22	18.00	0
000019352976	06.10.2002	23	13.39	20.00	33

Zur Korrektur des Sollwertes drücken Sie mit der linken Maustaste die entsprechende Zelle. Daraufhin erscheint ein Eingabefenster, in dem Sie einen neuen Sollwert festlegen können.

Mit Daten speichern speichern Sie die angezeigten Daten in der Exportdatei und das entsprechende Auslesedatum erscheint in dem Fenster abgespeicherte Datumsliste.

Datenblatt 3: Informationen Koppeldatei

Rufen Sie mit dem Cursor das Datenblatt *Informationen Koppeldatei* auf.

In der Koppeldatei werden die neu berechneten Futterdaten abgelegt. Der Fütterungs-PC des Brei-Nuckel greift auf diese zurück und holt sich von dort die aktuellen Informationen zur Futterzuteilung.

Zeigt die neu berechnete Futter-Ration in kg an.

Hier werden die drei letzten Speckdicken-Mittelwerte angegeben, wobei die aktuellste zuletzt aufgeführt wird.

Zeigt den für den jeweiligen Sauen-Typ festgelegten Speckdicken-Sollwert in mm an.

Gibt die Transponder-Nummer und den Sauen-Typ an. Hier:
1 = Jungsau,
2 = Altsau.

Zeigt die neu berechnete Futter-Zu-/Abnahme in Prozent an.

Gibt die Dauer der Futterabweichung in Tagen an.

Berechnung und Ausgabe von Messdaten

Importieren | Berechnungen | Koppeldaten

Informationen Koppeldatei

Transponder	Typ	Futter-Ration	Speckdicke 1	Speckdicke 2	Speckdicke 3	Sollwert [mm]	Zu-/Abnahme[%]	Dauer [Tage]
000019336130	1	2.8	0	0	17	18	6	20
000019336131	1	2.6	0	0	22	18	0	20
000019336202	2	3.3	0	0	18	20	9	20
000019352017	2	3.4	0	0	18	20	12	20
000019352083	1	2.6	0	0	24	18	0	20
000019352101	2	3.4	0	0	18	20	12	20
000019352131	1	2.8	0	0	17	18	7	20
000019352199	1	3.2	0	0	14	18	23	20
000019352273	1	2.8	0	0	16	18	9	20
000019352338	2	4.1	0	0	13	20	35	20
000019352341	2	3.3	0	0	18	20	10	20
000019352747	2	3.8	0	0	15	20	25	20
000019352971	1	2.6	0	0	25	18	0	20
000019352976	2	4.0	0	0	13	20	33	20

Schließen Drucken ... Wahl Ausgabedatei Rücksetzen Dateien

Anzahl Transponder = 14 | aktuelles Datum = 06.10.2002 | Anzahl Werte = 787 | Ausgabedatei: d:\dienst\promotion\autoprogramm\ausgab

Danksagung

Herzlich bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr. em. H. J. Heege, Herrn Prof. Dr. F.-J. Bockisch sowie bei Herrn Prof. Dr. em. E. Kallweit für die Betreuung dieser Arbeit und die fachliche Unterstützung.

Mein besonderer Dank gilt:

- Projektleiter PD Dr. Dirk Hesse, meinem Mann, für die gute fachliche Betreuung, die an- und aufregenden Diskussionen, die ausdauernde Motivation und die stets gewährte Unterstützung
- Frau Lisbeth Kröner für ihre Ausdauer und Sorgfalt bei der Erfassung und Verwaltung der anfallenden Daten sowie ihre unkomplizierte und fröhliche Art, wodurch auch schwierige Situationen leichter zu meistern waren
- den Mitarbeitern der Arbeitsgruppe „Schweinehaltung“, Herrn Burkhard Boße, Herrn Henning Voges, Herrn Burghard Heinze, Frau Christine Prank und Herrn Clemens Heim, für ihre tatkräftige Unterstützung und die angenehme Arbeitsatmosphäre
- Herrn Burghard Paucke, Herrn Lothar Jurczyk, Herrn Sergej Uljanow und Frau Rita Schäfer für ihren Ideenreichtum und ihr konstruktives Geschick bei der Entwicklung der technischen Lösungen
- Herrn PD Dr.-Ing. Claus Sommer, Direktor und Professor im Institut für Betriebstechnik und Bauforschung, für die guten Ratschläge und die vertrauensvolle Zusammenarbeit
- den Mitarbeitern des Institutes für Betriebstechnik und Bauforschung, des Institutes für Tierzucht, des Institutes für Tierernährung, insbesondere Frau Dr. Henning und Herrn Dr. Berk, den Mitarbeitern der Versuchsstationen in Braunschweig und in Mariensee für die stets freundliche Hilfe und die fachliche Unterstützung
- Herrn Dierk-Dieter Strauß für die umfassende Unterstützung bei der statistischen Auswertung
- der Firma B. Mannebeck Landtechnik GmbH für die gute Zusammenarbeit bei der Entwicklung der Hard- und Software
- den Familien Erich Hinze und Julia Tewes für die Möglichkeit, auf ihren Betrieben Versuche durchführen zu können, und für ihre liebevolle Gastfreundlichkeit
- Frau Bettina Bergstedt für die Durchsicht meiner Manuskripte
- der Deutschen Forschungsgemeinschaft, aus deren Mittel die Arbeit finanziert wurde.

Mein herzlichster Dank gebührt meinen Eltern, die mir die Ausbildung ermöglichten, und meiner Familie für die moralische Unterstützung und die Zeit, die sie mir zum Anfertigen dieser Arbeit gelassen hat.

220	Ingo Hagel (2000) Auswirkungen einer Schwefeldüngung auf Ertrag und Qualität von Weizen schwefelmangelgefährdeter Standorte des Ökologischen Landbaus	7,00€
221	Franz-Josef Bockisch (Hrsg.) (2000) Beurteilung der raumklimatischen Wirkungen von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen	7,00€
222	Margret Lahmann (2001) Prognose der Nachfrage nach Milch und Milcherzeugnissen in Deutschland und Frankreich bis zum Jahre 2005	12,00€
223	Josef Kamphues und Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2001) Tiernäherung - Ressourcen und neue Aufgaben	17,00€
225	Hans-Wilhelm Windhorst and Aalt A.Dijkhuizen (eds.) (2002) Product Safety and Quality Assurance	7,00€
226	Jörg Hartung and Christopher M. Wathes (eds.) (2001) Livestock Farming and the Environment	7,00€
227	Franz Ellendorff . Volker Moennig . Jan Ladewig and Lorne Babiuk (eds.) (2002) Animal Welfare and Animal Health	7,00€
228	Eildert Groeneveld and Peter Glodek (eds.) (2002) Animal Breeding and Animal Genetic Resources	7,00€
229	Volker Moennig and Alex B. Thiermann (eds.) (2001) Safeguarding Animal Health and in Global Trade	7,00€
230	Nežika Petric (2001) Pränatale Regulation des sexuellen Differenzierung von Luteinisierungshormon und Wachstumshormon, Genexpression und Sekretion beim Schwein	7,00€
231	Bernhard Osterburg und Hiltrud Nieberg (Hrsg.) (2001) Agrarumweltprogramme — Konzepte, Entwicklungen, künftige Ausgestaltung	7,00€
232	Kerstin Panten (2002) Ein Beitrag zur Fernerkundung der räumlichen Variabilität von Boden- und Bestandesmerkmalen	7,00€
233	Jürgen Krahl (2002) Rapsölmethylester in dieselmotorischer Verbrennung — Emmissionen, Umwelteffekte, Optimierungspotenziale	10,00€
234	Roger J. Wilkins and Christian Paul (eds.) (2002) Legume Silages for Animal Production — LEGSIL	7,00€
235	Torsten Hinz . Birgit Rönnpagel and Stefan Linke (eds.) (2002) Particulate Matter in and from Agriculture	7,00€
236	Mohamed A. Yaseen (2002) A Molecular Biological Study of the Preimplantation Expression of Insulin-Like Growth Factor Genes and Their Receptors in <i>In Vitro</i> Produced Bovine Embryos to Improve <i>In Vitro</i> Culture Systems and Embryo Quality	8,00€
237	Mohamed Ali Mahmoud Hussein Kandil (2002) The effect of fertilizers for conventional and organic farming on yield and oil quality of fennel (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) in Egypt	7,00€
238	Mohamed Abd El-Rehim Abd El-Aziz Hassan (2002) Environmental studies on coastal zone soils of the north Sinai peninsula (Egypt) using remote sensing techniques	7,00€
239	Axel Munack und Jürgen Krahl (Hrsg.) (2002) Biodiesel — Potenziale, Umweltwirkungen, Praxiserfahrungen —	7,00€

240	Sylvia Kratz (2002) Nährstoffbilanzen konventioneller und ökologischer Broilerproduktion unter besonderer Berücksichtigung der Belastung von Böden in Grünausläufen	7,00€
241	Ulf Prübe and Klaus-Dieter Vorlop (eds.) (2002) Practical Aspects of Encapsulation Technologies	9,00€
242	Folkhard Isermeyer (ed.) (2002) Milchproduktion 2025	9,00€
243	Franz-Josef Bockisch und Siegfried Kleisinger (Hrsg.) (2003) 13. Arbeitswissenschaftliches Seminar	8,00€
244	Anja Gassner (2003) Factors controlling the spatial specification of phosphorous in agricultural soils	9,00€
245	Martin Kücke (ed.) (2003) Anbauverfahren mit N-Injektion (CULTAN) — Ergebnisse, Perspektiven, Erfahrungen	7,00€
246	Jeannette van de Steeg (2003) Land evaluation for agrarian reform. A case study for Brazil	7,00€
247	Mohamed Faisal b. Mohd Noor (2003) Critical assessment of a ground based sensor technique for adressing the nitrogen requirements of cereals	7,00€
248	Esmat W. A. Al-Karadsheh (2003) Potentials and development of precision irrigation technology	8,00€
249	Andreas Siegfried Pacholsky (2003) Calibration of a Simple Method for Determining Ammonia Volatilisation in the Field — Experiments in Henan, China, and Modelling Results	9,00€
250	Asaad Abdelkader Abdalla Derbala (2003) Development and evaluation of mobile drip irrigation with center pivot irrigation machines	9,00€
251	Susanne Freifrau von Münchhausen (2003) Modellgestützte Analyse der Wirtschaftlichkeit extensiver Grünlandnutzung mit Mutterkühen	8,00€
252	Axel Munack. Olaf Schröder . Hendrik Stein . Jürgen Krahl und Jürgen Bünger (2003) Systematische Untersuchungen der Emissionen aus der motorischen Verbrennung vom RME, MK1 und DK	5,00€
253	Andrea Hesse (2003) Entwicklung einer automatisierten Konditionsfütterung für Sauen unter besonderer Berücksichtigung der Tierleistung	8,00€

Viele frühere Sonderhefte sind weiterhin lieferbar.

Bei Interesse setzen Sie sich bitte mit Frau Röhm unter 0531-596-1403 oder landbauforschung@fal.de in Verbindung.