FORSCHUNGSBERICHT AGRARTECHNIK

des Arbeitskreises Forschung und Lehre der

Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (VDI-MEG) **418**

Barbara Kamphues

Vergleich von Haltungsvarianten für die Einzelhaltung von säugenden Sauen unter besonderer Berücksichtigung der Auswirkungen auf das Tierverhalten und der Wirtschaftlichkeit

Dissertation Göttingen 2004

Aus dem Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser Ems der
Georg-August-Universität Göttingen und dem
Institut für Agrartechnik der Georg-August-Universität Göttingen

Vergleich von Haltungsvarianten für die Einzelhaltung von säugenden Sauen unter besonderer Berücksichtigung der Auswirkungen auf das Tierverhalten und der Wirtschaftlichkeit

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Fakultät für Agrarwissenschaften
der Georg-August-Universität Göttingen

vorgelegt von
Barbara Kamphues
geboren in Rheine

Göttingen, im Dezember 2003

D7

Referent: Prof. Dr. Ir. H. Van den Weghe

Korreferent: Prof. Dr. W. Holtz, PhD

Tag der mündlichen Prüfung: 27. Januar 2004

© 2004 Selbstverlag Dr. Barbara Kamphues

Bezugsquelle: http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/2004/kamphues/index.html

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, Vervielfältigung, Übernahme auf Datenträger und Übersetzung nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

Meinen Eltern

Vorwort

Die Fortentwicklung von Haltungssystemen in der Nutztierhaltung in Hinblick auf mehr Tiergerechtheit ist ein dringendes und hochaktuelles Anliegen unserer zivilisierten rechtsstaatlichen Gesellschaft, die dem ethisch begründeten Tierschutz als Richtschnur für den Umgang mit unseren Mitgeschöpfen in den nationalen und internationalen Gesetzeswerken der Mitgliedstaaten der Europäischen Union verankert hat.

In diesem Kontext spielt die Bewegungsfreiheit der Nutztiere in den einzelnen Haltungssystemen eine zentrale Rolle. Bisher werden säugende Sauen in fast allen Betrieben während der Säugezeit über mehrere Wochen dauerhaft fixiert. Dies hat aus produktionstechnischer Sicht viele gute Gründe. Dennoch stellt sich die berechtigte Frage, in welchem Umfang die bestehenden Systeme insoweit modifiziert werden können, um Tiergerechtheit und produktionstechnische sowie wirtschaftliche Notwendigkeiten besser in Einklang zu bringen.

Die Antwort auf diese Frage, die schließlich auch in konkrete Handlungsanweisungen führen kann und soll, bedarf einer grundlegenden naturwissenschaftlichen Basis, in der neben gesundheitliche und ethologische Aspekte auch arbeitstechnische, umweltrelevante sowie wirtschaftlich relevante Parameter parallel systematisch untersucht werden.

Die umfangreichen Ergebnisse der vorliegenden Arbeit hinsichtlich Möglichkeiten und Grenzen modifizierter Haltungssysteme in Form von sog. Bewegungsbuchten zeigen diesbezüglich mögliche Wege auf. Zeitlich befristete Bewegungsfreiheit etwa ab dem 1. Tag *post partum* sowie eine Strohvorlage zum Nestbauverhalten *ante partum* sind hier besonders hervorzuheben.

Schließlich sind wir der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die finanzielle Unterstützung des wissenschaftlichen Projektes zu großem Dank verpflichtet.

Vechta, im August 2004

Prof. Dr. Ir. Herman Van den Weghe
- Geschäftsführender Direktor -

Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems
der Georg-August-Universität Göttingen
Driverstr. 22, 49377 Vechta

INHALTSVERZEICHNIS

Verzeichnis der Tabellen **9**

Verzeichnis der Abbildungen **14**

Verzeichnis der Abkürzungen **19**

1 Einleitung **20**

2 Stand des Wissens **22**

2.1 Rechtliche Grundlagen 22

2.2 Haltungsformen für säugende Sauen 24

2.2.1 Einzelhaltung mit Fixierung der Sau 24

2.2.2 Einzelhaltung ohne Fixierung der Sau 26

2.2.2.1 Schweizer Kastenstand zum Öffnen 26

2.2.2.2 Völkenroder Abferkelbucht 27

2.2.2.3 Universalbucht 28

2.2.2.4 Schmid-Bucht 29

2.2.2.5 Ulrich 2000 Bucht 30

2.2.2.6 Scan- Abferkelbucht 31

2.2.2.7 Raidwanger Abferkelbucht 32

2.2.2.8 Aberdeener Abferkel- und Aufzuchtbucht 33

2.2.2.9 Elliptische Abferkelbucht 33

2.2.2.10 VIP System 34

2.2.3 Gruppenhaltung 35

2.3 Aufzuchtverluste 36

2.4 Verhalten 40

2.4.1 Aktivitäts- und Ruheverhalten 40

2.4.2 Nestbauverhalten 43

2.4.2.1 Einflussfaktoren auf das Nestbauverhalten 45

2.4.2.2 Einfluss der Strohvorlage auf das Nestbauverhalten 46

2.4.3 Geburt 47

2.4.4 Säugeverhalten 47

2.4.5 Abliegeverhalten 52

2.4.6 Verhaltensanomalien 54

3 Tiere, Material und Methoden 58
3.1 Aufstallungsformen 58
3.2 Tiere, Fütterung und Herdenführung 64
3.3 Erhobene Merkmale 65
3.3.1 Leistungsmerkmale 66
3.3.2 Physiologische und pathologische Parameter 67
3.3.3 Ethologische Parameter 68
3.3.3.1 Videoaufzeichnungen 68
3.3.3.1.1 Aktivitäts- und Ruheverhalten 69
3.3.3.1.2 Nestbauverhalten 70
3.3.3.1.3 Abliegeverhalten 70
3.3.3.1.4 Säugeverhalten 70
3.3.3.2 Direktbeobachtung 71
3.3.3.3 Strohgaben 71
3.3.4 Parameter der Haltungsumwelt 72
3.3.4.1 Relative Luftfeuchte und Stallluftemperatur 73
3.3.4.2 Abluftvolumenstrom 73
3.3.4.3 Ammoniakkonzentration 74
3.3.4.4 Schwebstaubgehalt 74
3.3.4.5 Buchtenverschmutzung 75
3.3.5 Arbeitszeitbedarf 75
3.4 Datenauswertung 76
3.4.1 Datengrundlage 76
3.4.2 Leistungsmerkmale 77
3.4.2.1 Geburtsdauer 77
3.4.2.2 Aufzuchtergebnisse und Serviceperiode 77
3.4.2.3 Gewichtsentwicklung der Sauen 77
3.4.2.4 Gewichtsentwicklung der Ferkel 78

3.4.3 Physiologische und pathologische Parameter 79
3.4.4 Ethologische Parameter 79
3.4.4.1 Aktivitäts- und Ruheverhalten 79
3.4.4.2 Nestbauverhalten 80
3.4.4.3 Abliegeverhalten 81
3.4.4.4 Säugeverhalten 81
3.4.4.5 Verhaltensabweichungen 83
3.4.4.6 Strohgaben 83
3.4.5 Parameter der Haltungsumwelt 84
4 Ergebnisse 87
4.1 Leistungsmerkmale 87
4.1.1 Geburtsdauer 87
4.1.2 Aufzuchtergebnisse 89
4.1.3 Gewichtsentwicklung der Sauen und Ferkel 96
4.1.4 Serviceperiode 99
4.2 Physiologischer und pathologische Parameter der Sauen 101
4.2.1 Körpertemperatur der Sauen nach dem Abferkeln 101
4.2.2 Verschmutzung der Sauen 102
4.2.3 Ernährungszustand der Sauen 105
4.2.4 Lahmheiten 108
4.2.5 Verletzungen 110
4.2.6 Schwellungen und Geschwüre 114
4.3 Pathologische Parameter der Ferkel 117
4.3.1 Verschmutzungen und Lahmheiten 117
4.3.2 Verletzungen 118
4.3.3 Schwellungen und Geschwüre 121
4.4 Ethologische Parameter 123
4.4.1 Aktivitäts- und Ruheverhalten 123
4.4.2 Nestbauverhalten 129
4.4.3 Abliegeverhalten 134
4.4.4 Säugeverhalten 137
4.4.5 Verhaltensabweichungen 144
4.4.6 Strohgaben 146

4.5 Parameter der Haltungsumwelt 149
4.5.1 Kontinuierlich erhobene Merkmale 149
4.5.2 Diskontinuierlich erhobene Merkmale 151
4.5.3 Verschmutzungsgrad der Buchten 154
4.6 Arbeitszeitbedarf 157
5 Diskussion 159
5.1 Leistungsmerkmale 159
5.2 Pathologische Parameter der Sauen und Ferkel 162
5.3 Verhalten 164
5.4 Parameter der Haltungsumwelt 174
5.5 Schlussfolgerungen 176
6 Zusammenfassung 178
7 Summary 181
8 Anhang 184
9 Literaturverzeichnis 209

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Gesamtverluste und Verlustursachen von Ferkeln für verschiedene Haltungssysteme 37

Tabelle 2: Säugezeiten und -häufigkeiten von Sauen in Abhängigkeit vom Haltungssystem 51

Tabelle 3: Vorkommende Verhaltensstörungen bei Schweinen in verschiedenen Altersstufen 56

Tabelle 4: Definition der erfassten Parameter des Aktivitäts- und Ruheverhaltens 69

Tabelle 5: Definition der erfassten Verhaltensabweichungen 71

Tabelle 6: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren (Haltungsvariante, Versuchsabschnitt, Wurfzahl und Körpergewicht) auf die nicht normalverteilten Merkmale Gesamtdauer der Geburt und mittlerer Zeitabstand 89

Tabelle 7: Alter und Gewicht der verendeten Ferkel für die einzelnen Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte 93

Tabelle 8: Alter und Gewicht der verendeten Ferkel in Abhängigkeit der Verlustursachen über beide Versuchsabschnitte 95

Tabelle 9: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die nicht normalverteilten Leistungsmerkmale 95

Tabelle 10: Anzahl der Tage bis zur ersten Belegung der Sauen für die einzelnen Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über die beiden Versuchsabschnitte 100

Tabelle 11: Prozentualer Anteil der Sauen in den einzelnen Klassen der Serviceperiode für die Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über beide Versuchsabschnitte 100

Tabelle 12: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die Serviceperiode 101

Tabelle 13: Prozentualer Anteil verschmutzter Sauen in den einzelnen Wurfzahlklassen über beide Versuchsabschnitte 104

Tabelle 14: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die Verschmutzung der Sauen beim Ausstallen 105

Tabelle 15: Prozentualer Anteil der Sauen in den einzelnen Ernährungszustandsklassen beim Ein- und Ausstallen in den Versuchsabschnitten ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage 108

Tabelle 16: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf den Ernährungszustand der Sauen beim Ausstallen 108
Tabelle 17: Prozentualer Anteil der Sauen mit Lahmheiten beim Ausstallen in den beiden Versuchsabschnitten ohne (V_{I}) und mit (V_{II}) Strohvorlage 110
Tabelle 18: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf das Merkmal Lahmheit der Sauen beim Ausstallen 110
Tabelle 19: Prozentualer Anteil verschiedener Verletzungsformen auf Basis der Sauenbonitur beim Einstallen für die einzelnen Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über die beiden Versuchsabschnitte 111
Tabelle 20: Zahl der bonitierten Verletzungen beim Ausstallen der Sauen in den einzelnen Haltungsvarianten in % der Beobachtungen für beide Versuchsabschnitte 112
Tabelle 21: Prozentualer Anteil der bonitierten Verletzungen beim Ausstallen in den beiden Versuchsabschnitten ohne (V_{I}) und mit (V_{II}) Strohvorlage in % der gesamten Beobachtungen je Versuchsabschnitt 113
Tabelle 22: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf das Merkmal Verletzungen der Sauen beim Ausstallen 113
Tabelle 23: Zahl der bonitierten Schwellungen bzw. Geschwüre beim Einstallen für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 in den beiden Versuchsabschnitten 114
Tabelle 24: Prozentualer Anteil der bonitierten Veränderungen beim Ausstallen in den Haltungsvarianten A_1 bis A_4 für die Versuchsabschnitte 115
Tabelle 25: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf das Merkmal Veränderungen der Sauen beim Ausstallen 116
Tabelle 26: Verschmutzungsgrad und Lahmheiten der Ferkel in den Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte 117
Tabelle 27: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die Verschmutzung und Lahmheit bei den Ferkeln 118
Tabelle 28: Prozentualer Anteil der Ferkel mit und ohne Verletzungen für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 in % der Beobachtungen je Haltungsvariante für beide Versuchsabschnitte 118

Tabelle 29: Verletzungen am Vorder- und Hinterfußwurzelgelenk in Abhängigkeit von der Haltungsvariante in % der Beobachtungen je Haltungsvariante ... 120
Tabelle 30: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die Verletzungen bei den Ferkeln ... 121
Tabelle 31: Prozentualer Anteil der Veränderungen (Schwielen, Schwellungen und Geschwüre) für die einzelnen Haltungsvarianten über beide Versuchsabschnitte ... 122
Tabelle 32: Prozentualer Anteil der Veränderungen (Schwielen, Schwellungen und Geschwüre) in den Versuchsabschnitten ohne (V_{I}) und mit (V_{II}) Strohvorlage ... 123
Tabelle 33: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die Körperveränderungen (Schwielen, Schwellungen und Geschwüre) bei Saugferkeln ... 123
Tabelle 34: Häufigkeiten verschiedener Körperpositionen der Sauen in den Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über beide Versuchsabschnitte für den Zeitraum vom Einstallen bis zum Absetzen ... 124
Tabelle 35: Häufigkeiten verschiedener Körperpositionen für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte für den Zeitraum um die Geburt ... 125
Tabelle 36: Häufigkeiten verschiedener Bewegungsaktivitäten in den einzelnen Haltungsvarianten A_1 bis A_4 während der letzten sechs Stunden vor der Geburt ... 129
Tabelle 37: Häufigkeiten verschiedener Nestbauverhaltensweisen in den Haltungsvarianten A_1 bis A_4 während der letzten sechs Stunden vor der Geburt ... 131
Tabelle 38: Häufigkeiten verschiedener Nestbauverhaltensweisen in Abhängigkeit von der Strohvorlage während der letzten sechs Stunden vor der Geburt ... 132
Tabelle 39: Häufigkeiten verschiedener Nestbauverhaltensweisen in den Haltungsvarianten A_1 bis A_4 während der letzten sechs Stunden vor der Geburt im Versuchsabschnitt mit Strohvorlage ... 133
Tabelle 40: Signifikanz der Einflüsse verschiedener Faktoren auf die nicht normalverteilten Verhaltensmerkmale ... 134

Tabelle 41: Häufigkeit gruppierter Ferkel beim Abliegen der Muttersau für die Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über beide Versuchsabschnitte 134
Tabelle 42: Interaktionen zwischen Sau und Ferkeln für die einzelnen Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte..... 136
Tabelle 43: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die nicht normalverteilten Merkmale des Abliegeverhaltens 137
Tabelle 44: Häufigkeiten des Säugens in verschiedenen Körperpositionen in den einzelnen Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte..... 138
Tabelle 45: Gesamtdauer [s] des Säugens in verschiedenen Körperpositionen in den Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte 139
Tabelle 46: Häufigkeiten des Vorkommens von Verhaltensabweichungen und deren Gesamtdauer [s] für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte 144
Tabelle 47: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die nicht normalverteilten Verhaltensmerkmale..... 146
Tabelle 48: Verbrauchte Strohmengen, Zahl der Raufebesuche und Beschäftigungsdauer mit der Raufe in den einzelnen Haltungsvarianten A_1 bis A_4 für den Versuchsabschnitt mit Strohvorlage 147
Tabelle 49: Zahl der Raufebesuche und Beschäftigungsdauer mit der Raufe in Abhängigkeit vom Laktationsstadium im Versuchsabschnitt V_{II} 148
Tabelle 50: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die nicht normalverteilten Merkmale 149
Tabelle 51: Stallklimadaten in Abhängigkeit von der Haltungsvariante (A_1 bis A_4) 150
Tabelle 52: Staubkonzentration vor und nach dem Abferkeln in Abhängigkeit von der Haltungsvariante (A_1 bis A_4) 151
Tabelle 53: Luftvolumenstrom und Ammoniakkonzentration in der Stallluft für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte 152
Tabelle 54: Verschmutzungsgrad der einzelnen Buchtenbereiche für die Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über beide Versuchsabschnitte..... 155
Tabelle 55: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die Verschmutzung einzelner Buchtenbereiche..... 157
Tabelle 56: Arbeitszeitbedarf für Sauen im Abferkelbereich..... 158

Tabelle A1: Definition der erfassten Merkmale des Abliegeverhaltens 185
Tabelle A2: Anzahl zur Erfassung von Verhaltensabweichungen direktbeobachteter Laktationen in Abhängigkeit von Haltungsvariante und Versuchsabschnitt 186
Tabelle A3: Anzahl der untersuchten Würfe für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 aufgeteilt nach der Wurfzahl 186
Tabelle A4: Durchschnittliche Aufzuchtergebnisse der Sauen für die einzelnen Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über beide Versuchsabschnitte 187
Tabelle A5: Durchschnittliche Aufzuchtergebnisse der Sauen je Wurf für die einzelnen Wurfgrößenklassen über beide Versuchsabschnitte 188
Tabelle A6: Geburtsgewicht, Absetzgewicht, Zunahmen und Tageszunahmen der Ferkel in den Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte 189
Tabelle A7: Häufigkeiten verschiedener Aktivitäten der Sauen in den Versuchsabschnitten ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage für den Zeitraum vom Einstallen der Sau bis zum Absetzen 191
Tabelle A8: Häufigkeiten verschiedener Nestbauverhaltensweisen für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 und für die beiden Versuchsabschnitte ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage 192
Tabelle A9: Interaktionen zwischen Sau und Ferkeln für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 und für beide Versuchsabschnitte ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage 193
Tabelle A10: Häufigkeiten verschiedener Verhaltensweisen für die einzelnen Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) und Tageszeit über beide Versuchsabschnitte 194
Tabelle A11: Häufigkeiten verschiedener Verhaltensweisen für die einzelnen Laktationstage über beide Versuchsabschnitte 195
Tabelle A12: Häufigkeiten und Gesamtdauer [s] verschiedener Aktivitäten für die Versuchsabschnitte ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage 197
Tabelle A13: Verschmutzungsgrad der einzelnen Buchtenbereiche in Abhängigkeit vom Wurfalter 206

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Grundriss zweier nebeneinander liegenden Kastenständen mit Schrägaufstallung der Sauen ... 25
Abbildung 2: Kastenstand zum Öffnen ... 27
Abbildung 3: Völkenroder Abferkelbucht ... 28
Abbildung 4: Universalbucht ... 29
Abbildung 5: Schmid-Bucht ... 30
Abbildung 6: Ulrich 2000 Bucht ... 31
Abbildung 7: Gesamtansicht einer Scan-Abferkelbucht ... 32
Abbildung 8: Raidwanger Abferkelbucht im Nürtinger System ... 33
Abbildung 9: Seitenansicht (links) und Gesamtansicht (rechts) einer elliptischen Abferkelbucht ... 34
Abbildung 10: Gesamtansicht zwei nebeneinander angeordneten VIP-Buchten ... 35
Abbildung 11: Kombinierte und grundsätzliche Gruppenhaltung für abferkelnde und ferkelführende Sauen ... 36
Abbildung 12: Entwicklung der täglichen Milchleistung der Sau ... 49
Abbildung 13: Verschiedene Abliegearten von Sauen ... 53
Abbildung 14: Grundriss des Abferkelstalls ... 58
Abbildung 15: Grundriss einer Bucht in Abteil 1, konventioneller Kastenstand. ... 60
Abbildung 16: Grundriss einer Bucht in Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen ... 61
Abbildung 17: Grundriss einer Bucht in Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung der Sau ... 62
Abbildung 18: Grundriss einer Bucht in Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung der Sau ... 63
Abbildung 19: Prozentualer Anteil der verschiedenen Genotypen des Sauenbestandes der Versuchswirtschaft Relliehausen ... 64
Abbildung 20: Schematische Darstellung der wichtigsten, bei der Bonitierung berücksichtigten Körperstellen. ... 67
Abbildung 21: Möglichkeiten der Ausrichtung der Sau auf der Buchtenfläche ... 69
Abbildung 22: Seiten- (links) und Frontansicht der Strohraufe ... 72
Abbildung 23: Messstellen zur Erfassung der Haltungsumwelt sowie Positionen der Videokameras ... 73

Abbildung 24: Schematische Einteilung einer Bucht zur Beurteilung der Buchtenverschmutzung ... 75
Abbildung 25: Gesamtdauer der Geburten für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte ... 87
Abbildung 26: Durchschnittliche Zeitabstände zwischen den Ferkeln für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte ... 88
Abbildung 27: Durchschnittliche Aufzuchtergebnisse der Sauen für die einzelnen Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über beide Versuchsabschnitte ... 89
Abbildung 28: Durchschnittliche Aufzuchtergebnisse der Sauen in den Versuchsabschnitten ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage ... 91
Abbildung 29: Durchschnittliche Aufzuchtergebnisse der Sauen in den einzelnen Ernährungszustandsklassen beim Einstallen über beide Versuchsabschnitte ... 92
Abbildung 30: Prozentualer Anteil der erdrückten Ferkel in den einzelnen Altersklassen für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 die beide Versuchsabschnitte ... 93
Abbildung 31: Prozentualer Anteil der verendeten Ferkel in den einzelnen Geburtsgewichtsklassen für die Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über die beiden Versuchsabschnitte ... 94
Abbildung 32: Einstall- und Ausstallgewicht der Sauen in den Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte (V_I + V_{II}) ... 96
Abbildung 33: Einstall- und Ausstallgewicht der Sauen in Versuchsabschnitt ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage ... 97
Abbildung 34: Geburtsgewicht, Absetzgewicht, Zunahmen und Tageszunahmen der Ferkel in den Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte ... 98
Abbildung 35: Geburtsgewicht, Absetzgewicht und Zunahmen der Ferkel für den Versuchsabschnitt ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage ... 99
Abbildung 36: Durchschnittliche Körpertemperatur der Sauen nach dem Abferkeln in den einzelnen Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über beide Versuchsabschnitte ... 102
Abbildung 37: Prozentualer Anteil verschmutzter Sauen in den einzelnen Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte ... 103
Abbildung 38: Prozentualer Anteil verschmutzter Sauen in Versuchsabschnitt ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage ... 104

Abbildung 39: Prozentualer Anteil der Sauen in den verschiedenen Ernährungszustandsklassen beim Einstallen für die einzelnen Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte 106
Abbildung 40: Prozentualer Anteil der Sauen in den verschiedenen Ernährungszustandsklassen beim Ausstallen für die einzelnen Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über beide Versuchsabschnitte 107
Abbildung 41: Prozentualer Anteil der Sauen mit Lahmheiten beim Ausstallen in den Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte 109
Abbildung 42: Darstellung der Körperstellen mit dem prozentualen Anteil der in % gesamt erfassten Verletzungen 112
Abbildung 43: Prozentualer Anteil der bonitierten Veränderungen beim Ausstallen der Sauen für die Versuchsabschnitte ohne (V_{I}) und mit (V_{II}) Strohvorlage 116
Abbildung 44: Zahl der Verletzungen bei den Ferkeln in den Versuchsabschnitten ohne (V_{I}) und mit (V_{II}) Strohvorlage 119
Abbildung 45: Prozentualer Anteil verletzter Ferkel im Bereich des Vorder- und Hinterfußwurzelgelenks für die einzelnen Versuchsabschnitte 121
Abbildung 46: Prozentuale Verteilung der Veränderungen (Schwielen, Schwellungen oder Geschwüre) am Ferkelkörper 122
Abbildung 47: Häufigkeiten verschiedener Körperpositionen der Sauen in den Versuchsabschnitten ohne (V_{I}) und mit (V_{II}) Strohvorlage im Zeitraum zweiter Tag a.p. bis erster Tag p.p. 127
Abbildung 48: Ausrichtung der Sauen in den Buchten der Haltungsvarianten A_3 und A_4 128
Abbildung 49: Ausrichtung der Sauen in den Bewegungsbuchten für die Versuchsabschnitte ohne (V_{I}) und mit (V_{II}) Strohvorlage 128
Abbildung 50: Häufigkeiten verschiedener Bewegungsaktivitäten (Stehen, Sitzen und Liegen) sechs Stunden vor der Geburt für die Versuchsabschnitte ohne (V_{I}) und mit (V_{II}) Strohvorlage 130
Abbildung 51: Gesamtdauer [s] des Säugens in verschiedenen Positionen in den Versuchsabschnitten ohne (V_{I}) und mit (V_{II}) Strohvorlage 140
Abbildung 52: Verlauf der Gesamtdauer [s] des Säugens und der mittleren Dauer des Säugeakts im Laktationsverlauf für beide Versuchsabschnitte 141

Abbildung 53: Gesamtdauer [s] des Säugeakts im Laktationsverlauf für die einzelnen Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über beide Versuchsabschnitte 142
Abbildung 54: Mittlere Dauer [s] des Säugens in verschiedenen Körperpositionen für die Versuchsabschnitte ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage 143
Abbildung 55: Luftvolumenstrom und zeitgleich im selben Abteil erhobene Schwebstaubkonzentration 153
Abbildung 56: Temperatur und zeitgleich im selben Abteil erhobene Schwebstaubkonzentration 153
Abbildung 57: Ammoniakkonzentration und zeitgleich im selben Abteil erhobene Schwebstaubkonzentration 154
Abbildung 58: Verschmutzungsgrad der einzelnen Buchtenbereiche für die Versuchsabschnitte ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage 156

Abbildung A1: Bonitierungsbogen für Sauen 184
Abbildung A2: Prozentualer Anteil verschmutzter Sauen für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 und für die beide Versuchsabschnitte ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage 190
Abbildung A3: Mittlere Dauer [s] des Säugeakts im Laktationsverlauf in den einzelnen Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über beide Versuchsabschnitte 196
Abbildung A4: Prozentualer Anteil der Raufebesuche in Abhängigkeit von der Tageszeit für den Versuchsabschnitt mit Strohvorlage (V_{II}) über alle Haltungsvarianten 198
Abbildung A5: Verlauf der Stallluftemperatur in der Haltungsvariante A_1 198
Abbildung A6: Verlauf der Stallluftemperatur in der Haltungsvariante A_2 199
Abbildung A7: Verlauf der Stallluftemperatur in der Haltungsvariante A_3 199
Abbildung A8: Verlauf der Stallluftemperatur in der Haltungsvariante A_4 200
Abbildung A9: Verlauf der relativen Luftfeuchte in der Haltungsvariante A_1 200
Abbildung A10: Verlauf der relativen Luftfeuchte in der Haltungsvariante A_2 201
Abbildung A11: Verlauf der relativen Luftfeuchte in der Haltungsvariante A_3 201
Abbildung A12: Verlauf der relativen Luftfeuchte in der Haltungsvariante A_4 202
Abbildung A13: Verlauf der Schwebstaubkonzentration während einer Messperiode (Haltungsvariante A_1, ohne Strohvorlage) 202

Abbildung A14: Verlauf der Schwebstaubkonzentration während einer Messperiode (Haltungsvariante A_1 , mit Strohvorlage) 203
Abbildung A15: Verlauf der Schwebstaubkonzentration während einer Messperiode (Haltungsvariante A_2, ohne Strohvorlage) 203
Abbildung A16: Verlauf der Schwebstaubkonzentration während einer Messperiode (Haltungsvariante A_2, mit Strohvorlage) 204
Abbildung A17: Verlauf der Schwebstaubkonzentration während einer Messperiode (Haltungsvariante A_3, ohne Strohvorlage) 204
Abbildung A18: Verlauf der Schwebstaubkonzentration während einer Messperiode (Haltungsvariante A_3, mit Strohvorlage) 205
Abbildung A19: Verlauf der Schwebstaubkonzentration während einer Messperiode (Haltungsvariante A_4, ohne Strohvorlage) 205
Abbildung A20: Verlauf der Schwebstaubkonzentration während einer Messperiode (Haltungsvariante A_4, mit Strohvorlage) 206
Abbildung A21: Verschmutzung der gesamten Buchtenfläche in der Haltungsvariante A_1 in Abhängigkeit vom Wurfalter 207
Abbildung A22: Verschmutzung der gesamten Buchtenfläche in der Haltungsvariante A_2 in Abhängigkeit vom Wurfalter 207
Abbildung A23: Verschmutzung der gesamten Buchtenfläche in der Haltungsvariante A_3 in Abhängigkeit vom Wurfalter 208
Abbildung A24: Verschmutzung der gesamten Buchtenfläche in der Haltungsvariante A_4 in Abhängigkeit vom Wurfalter 208

Verzeichnis der Abkürzungen

A_1	Abteil 1, konventioneller Kastenstand
A_2	Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen
A_3	Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung der Sau
A_4	Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung der Sau
AK	Arbeitskraft
a.p.	ante partum
Avg	Mittelwert
° C	Grad Celsius
ca.	circa
cm	zentimeter
d	Tag
D	Dauer des Aufenthaltes im Abteil
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
et al.	et alii (lat.: „und andere“)
Fa.	Firma
g	gramm
h	Stunde
H	Haltungsvariante
LSM	Least squares means
m	meter
m3	Kubikmeter
MAK	Maximale Arbeitskonzentration
ME	Umsetzbare Energie
min	Minuten
Mio.	Millionen
MJ	Mega-Joule
mg	milligramm
mm	millimeter
MMA	Mastitis-Metritis-Agalaktie
n	Zahl der Beobachtungen bzw. Messwerte
p.p.	post partum
ppm	parts per million
s	Sekunde
SE	Standard error
V	Versuchsabschnitt
V_I	Versuchsabschnitt I (ohne Strohvorlage)
V_{II}	Versuchsabschnitt II (mit Strohvorlage)
$\pm$	Standardabweichung
W	Wurfzahl
µg	mikrogramm
z.B.	Zum Beispiel

1 Einleitung

In weiten Teilen Europas stellt der einstreulose Kastenstand den Standard in der Haltung ferkelführender Sauen dar. Bei seiner Entwicklung stand die Reduzierung des Arbeitszeitaufwandes und des Platzbedarfs im Vordergrund [1]. Ferner sollten durch die Fixierung der Muttersau Ferkelverluste reduziert werden [2]. Bei dieser Aufstallungsart wird Tierschutz in erster Linie als Schutz der Ferkel vor dem Erdrücken durch die Muttersau verstanden [3]. Die Verhaltensbedürfnisse der Sauen stehen nicht im Vordergrund. Sowohl die Einschränkung der Bewegungsfreiheit als auch die Haltung ohne Einstreu sind aus Sicht des Tierschutzes nicht unproblematisch, da sie sich nachträglich auf das Wohlbefinden und die Tiergesundheit der Sau auswirken können [3].

Haltungssysteme wie der einstreulose Kastenstand werden in aktuellen Diskussionen von vielen Teilen der Gesellschaft kritisch kommentiert. Gesetzliche Vorgaben und Erwartungen der Verbraucher fordern eine tiergerechte und umweltverträgliche Nutztierhaltung. In Schweden ist bereits seit 1988 die dauerhafte Haltung ferkelführender Sauen in Ferkelschutzkörben verboten [3]. Die schweizerische Tierschutzverordnung verlangt ab 2007, Abferkelbuchten so zu gestalten, dass die Sauen sich frei drehen können [4]. Van den Weghe [5] vertritt die Auffassung, dass eine permanente Fixierung der Muttersau in der gesamten Säugezeit mittelfristig weder notwendig noch gesetzlich erlaubt sein wird.

Aus diesen Gründen erscheint es geboten, Alternativen zum konventionellen Kastenstand im Abferkelbereich zu entwickeln und umfassend zu bewerten. Dabei müssen neben der Tiergerechtheit und Umweltverträglichkeit auch wirtschaftlich relevante Merkmale Berücksichtigung finden.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollten drei Haltungsvarianten für säugende Sauen unter identischen Umgebungsbedingungen über einen Zeitraum von mehreren Jahren miteinander verglichen werden. Dabei handelte es sich um den konventionellen Kastenstand, den Kastenstand zum Öffnen und die Bewegungsbucht.

Das Ziel bestand darin, Alternativen zum praxisüblichen Kastenstand zu bewerten, die auch ohne Druck des Gesetzgebers in der Praxis Akzeptanz finden könnten. Weiterhin sollte die Auswirkung einer zeitlichen und mengenmäßigen begrenzten Strohvorlage für den Zeitraum um die Geburt untersucht werden. Es sollte festgestellt werden, ob die Sauen das Angebot von Stroh nutzen und welche Mengen an Stroh benötigt werden.

Um eine umfassende Bewertung der Haltungsvarianten und der Strohvorlage vornehmen

zu können, wurden Merkmale der Zuchtleistung, der Tiergesundheit, des Tierverhaltens, der Haltungsumwelt und der Wirtschaftlichkeit herangezogen.

2 Stand des Wissens

2.1 Rechtliche Grundlagen

Am 01.10.1971 trat in Deutschland ein neu überarbeitetes Tierschutzgesetz in Kraft. Hierin wurden die Bedürfnisse der Tiere in den Mittelpunkt gestellt. Das Gesetz wurde bis heute zweimal umfassend novelliert. Es gilt die Fassung vom 29.05.1998 [6]. Für die landwirtschaftliche Nutztierhaltung ist der Paragraph 2 besonders relevant:

§2 [Tierhaltung]:

> *Wer ein Tier hält, betreut oder zu betreuen hat,*
> *1. muss das Tier seiner Art und seinen Bedürfnissen entsprechend angemessen ernähren, pflegen und verhaltensgerecht unterbringen,*
> *2. darf die Möglichkeit des Tieres zu artgemäßer Bewegung nicht so einschränken, dass ihm Schmerzen oder vermeidbare Leiden oder Schäden zugefügt werden,*
> *3. muss über die für eine angemessene Ernährung, Pflege und verhaltensgerechte Unterbringung des Tieres erforderliche Kenntnisse und Fähigkeiten verfügen.*

Hier werden Rahmenbedingungen für die artgerechte und verhaltensgerechte Unterbringung geschaffen. Einzelheiten wie z. B. Bodenbeschaffenheit oder Platzbedarf werden in den entsprechenden Haltungsverordnungen näher festgehalten. Der Gesetzgeber bestimmt in den einzelnen Haltungsverordnungen Mindestanforderungen, die zum Schutz der Tiere eingehalten werden müssen. Die Verordnung zum Schutz von Schweinen in der Stallhaltung (Schweinehaltungsverordnung) in der Fassung vom 18.02.1994 [7] präzisiert die allgemeinen Bestimmungen des Tierschutzgesetzes. Es ist eine Differenzierung in allgemeine und besondere Anforderungen vorgenommen.

In den allgemeinen Anforderungen werden Forderungen an das Gebäude und an das Halten von Schweinen benannt. Der Stall muss in seiner Bauweise so beschaffen sein, dass keine Gesundheitsschäden für die Tiere entstehen. Der Boden muss rutschfest und trittsicher sein und darf keine Gefahr für Verletzungen an den Klauen und Gelenken beherbergen. Im Liegebereich muss der Boden die Erfordernisse für das Liegen erfüllen, insbesondere muss eine Beeinflussung der Gesundheit durch Wärmeentzug vermieden werden. An die Haltung im Allgemeinen wird das Einnehmen einer natürlichen Körperhaltung sowie das ungehinderte Liegen und Aufstehen gefordert. Für die Haltung von Schweinen in einstreulosen Haltungssystemen ist im Paragraph 2a Absatz 3 festgelegt:

§2a [Allgemeine Anforderungen für das Halten von Schweinen]:

3. In einstreulosen Ställen muss sichergestellt sein, dass sich die Schweine täglich mehr als eine Stunde mit Stroh, Raufutter oder anderen geeigneten Gegenständen beschäftigen können.

Die besonderen Anforderungen werden gestellt für:

- das Halten nicht abgesetzter Ferkel (§3),
- das Halten abgesetzter Ferkel in Gruppen (§4),
- das Halten von Schweinen über 30 kg (§5),
- das Halten von Schweinen über 30 kg in Gruppen (§6).

Für die Einzelhaltung von Sauen werden im Paragraph 7 besondere Angaben gemacht. Die Anbindehaltung ist seit dem 01.01.1996 verboten, wobei für die Ställe, die vor dem 01.01.1996 in Benutzung genommen wurden, eine Übergangsfrist bis zum 31.12.2005 feststeht. Bei der Kastenstandhaltung müssen die Abmessungen des Kastenstandes so gewählt sein, dass ein unbehindertes Liegen, Aufstehen und Abliegen gewährleistet ist. Weitere Anforderungen werden im Paragraph 7 Absatz 2 festgelegt:

§7 [Kastenstandhaltung]:

(2) Sauen dürfen jeweils nach dem Absetzen der Ferkel insgesamt vier Wochen lang in Kastenständen nur gehalten werden, wenn sie täglich freie Bewegung erhalten.

In den anschließenden Paragraphen werden Mindestanforderungen an die Beleuchtung (§8), das Stallklima (§9), Fütterung und Pflege (§10), Überwachung und Wartung der Anlagen und die Vorsorge bei Betriebsstörungen (§11) festgelegt [7].

Die Schweinehaltungsverordnung vom 30. Mai 1988 beruht sowohl auf dem deutschen Tierschutzgesetz als auch auf dem „Europäischen Übereinkommen zum Schutz von Tieren in der landwirtschaftlichen Tierhaltung“ von 1978. Am 6. Juli 1999 wurde die Schweinehaltungsverordnung vom 18. Februar 1994 für nichtig erklärt und außer Kraft gesetzt. Als Argument wurde vom Bundesverfassungsgericht angeführt, dass das Zitiergebot nicht beachtet worden ist. Bis zum Erlass einer überarbeiteten Schweinehaltungsverordnung müssen für die Überwachung und Genehmigung von Anlagen der Paragraph 2 des Tierschutzgesetzes mit der Empfehlung des Europarates und

die Richtlinie 91/630/EWG vom 19. November 1991 über die Mindestanforderungen für den Schutz von Schweinen herangezogen werden [8].

Auszüge der Schweizer Richtlinie für die Haltung von Schweinen vom 17. 09.1998 verdeutlichen die Unterschiede in der Gesetzgebung bezüglich der Schweinehaltung und insbesondere der Sauenhaltung im Abferkelbereich. Beispielhaft sei genannt, dass die Abferkelbuchten, die vor dem 1. Juli 1997 gebaut wurden, eine Mindestfläche von 3,5 m^2 und Abferkelbuchten, die nach dem 1. Juli 1997 gebaut wurden, eine Fläche von 4,5 m^2 aufweisen müssen. Außerdem sind die Abferkelbuchten so zu gestalten, dass Sauen sich frei drehen können. Kastenstände, die vor dem 1. Juli 1997 in Betrieb genommen wurden und nicht geöffnet werden können, sind bis Ende Juni 2007 durch andere Haltungssysteme zu ersetzen. Das Fixieren von Sauen ist nur in begründeten Fällen (Geburtsprobleme, Bösartigkeit, Gliedmaßenprobleme) erlaubt und auch nur während der Geburtsphase zulässig [9]. Eine weitere Besonderheit ist die Anordnung zur Verabreichung von Stroh oder anderem geeignetem Material zum Nestbau und während der Säugezeit als Einstreu.
Aufstallungssysteme und Stalleinrichtungen unterliegen in der Schweiz einem Bewilligungsverfahren. Eine Bewilligung wird nur erteilt, wenn die Anforderungen an einer tiergerechten Haltung erfüllt sind [9].

2.2 Haltungsformen für säugende Sauen

2.2.1 Einzelhaltung mit Fixierung der Sau

Bei der Einzelhaltung mit Fixierung der Sau ist nach dem Verbot der Anbindehaltung das am häufigsten vorkommende Haltungssystem die Kastenstandhaltung. Auf die Anbindehaltung soll im Weiteren nicht näher eingegangen werden, da der Bau und die Herrichtung dieser Haltungsform wie erwähnt seit dem 31.12.1995 [7] verboten ist.
Bei der Kastenstandhaltung handelt es sich um eine Einraumbucht, die eine Standardgröße von 4 m^2 aufweist. Die Buchten sind rundherum geschlossen, wobei die Buchtenwände sich in der Regel durch eine Höhe von 600 – 700 mm kennzeichnen [10]. Die Bucht kann in Liegebereich für die Sau, Fluchtbereich für die Ferkel, Aufenthalts-, Fress- und Liegebereiche für die Ferkel mit Wärmequelle untergliedert werden [11, 12, 13] (Abb. 1).
Bei dieser Art der Aufstallung ist die Sau durch einen so genannten Ferkelschutzkorb oder Kastenstand so fixiert, dass sie aufstehen und sich hinlegen, sich jedoch nicht umdrehen kann [14]. Nach Sambraus [15] und Schmid [16] ist eine Fixierung der Sau erforderlich, um Ferkelverluste durch Erdrücken zu reduzieren. Durch die Fixierung steht der Sau in der

Regel eine Fläche von 1,2 m^2 zur Verfügung, auf die der Fress-, Liege- und Mistbereich der Sau entfällt.

Der Kastenstand ist in seiner Länge und Breite verstellbar, so dass er auf die unterschiedlichen Größen der Tiere eingestellt werden kann. Ernst und Kalm [13] geben als Maße für die Innenbreite 600 mm und für die Höhe der Seitengitter 1000 – 1500 mm an. Die Seitengitter sind miteinander durch Querstreben verbunden, um ein Herausklettern der Sau zu verhindern [17]. Im vorderen Bereich des Kastenstands sind der Futtertrog und die Nippeltränke für die Sau angebracht.

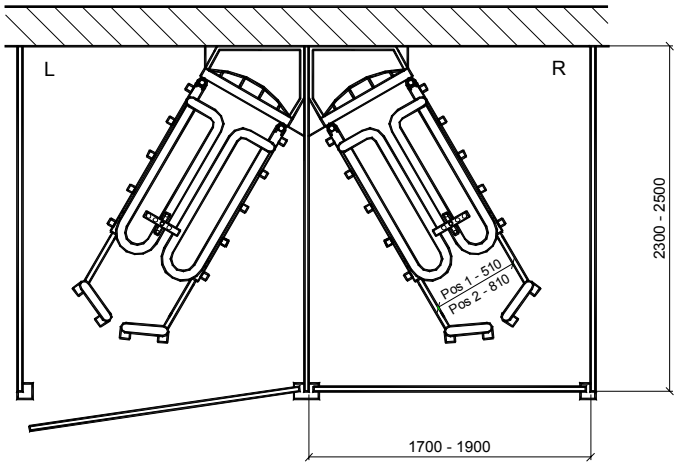


Abb. 1: Grundriss zweier nebeneinander liegenden Kastenständen mit Schrägaufstallung der Sauen (EN-STA, 1998), Maße in mm

Der ausschließlich für die Ferkel zugängliche Bereich umfasst etwa eine Fläche von 2,7 m^2, wovon der Liegebereich eine Fläche von 0,6 – 0,8 m^2 einnimmt [12]. Die Ferkelnester sind entweder seitlich oder im Kopfbereich der Sau angeordnet. De Baey-Ernsten [12] befürwortet die Anordnung im Kopfbereich, da hier das Risiko des Erdrückens geringer sei.

Ernst und Kalm [13] nennen vier mögliche Anordnungen des Kastenstandes in der Bucht: Parallelanordnung mit hochgelegtem Trog, Parallelanordnung mit seitlich angebrachtem Trog, Diagonalanordnung mit seitlich angebrachtem Trog und Diagonalanordnung mit hochgelegtem Trog. Als Aufstallungsform wird häufiger die Diagonalausstallung gewählt, da sie Platz sparender ist als die Parallelanordnung [11]. Für diese Aufstallung reicht eine Buchtenfläche von 1800 x 2200 mm. Bei einer Parallelanordnung des Kastenstandes ist eine Buchtenfläche von 1800 x 2600 mm erforderlich.

Aus wirtschaftlichen Gründen wird die Kastenstandhaltung meist einstreulos betrieben, wodurch der Fußboden hohe Ansprüche erfüllen muss. De Baey-Ernsten [12] nennt als Anforderungen: Trittsicherheit, hoher Selbstreinigungsgrad, geringe Wärmeleitfähigkeit und geringe Verletzungsgefahr für die Sau und ihre Ferkel. Im Allgemeinen werden perforierte, kunststoffummantelte Böden für den Sauenbereich und den Fluchtbereich der Ferkel verwendet [17]. Für den Liegebereich der Ferkel können als Materialien Polymerbeton, Kunststoff, Aluminium oder kunstoffummantelte Mehrschichtplatten verwendet werden, da sie alle in Verbindung mit einer Fußbodenheizung genutzt werden können [12].

Die Kastenstandhaltung hat sich aufgrund der gesenkten Ferkelverluste [13] und der Arbeits- bzw. Zeiteinsparung als Standardverfahren durchgesetzt [18]. Bei dieser Art der Aufstallung kommt es jedoch zu einer Einschränkung der artgemäßen Verhaltensweisen, wie z.B. des Ausübens von Nestbauverhalten. Ebenso besteht für die Sau nicht die Möglichkeit der Trennung der Funktionsbereiche.

2.2.2 Einzelhaltung ohne Fixierung der Sau

2.2.2.1 Schweizer Kastenstand zum Öffnen

Der Schweizer Kastenstand zum Öffnen ist auch unter dem Namen Weber-Bucht bekannt. Die Strukturierung dieser Bucht ergibt sich über das Öffnen des Kastenstandes. Der Kastenstand ist rechtwinkelig zum Bedienungsgang angebracht [19]. Die Anordnung des Sauenbereichs, Fluchtbereichs für die Ferkel und der Aufenthalts- und Liegebereich der Ferkel entspricht der klassischen Abferkelbucht (Abb. 2). Der Kastenstand sollte allenfalls während der ersten zwei Tag nach der Geburt geschlossen werden [20]. Friedli et al. [21] und Schlichting [19] sind der Meinung, dass der Kastenstand nur in Ausnahmefällen wie z.B. Krankheit der Sau geschlossen werden sollte.

Die Bucht soll eine Größe von 6,1 m^2 aufweisen, wobei die Buchtenwände rundherum geschlossen sind [21]. Im Aufenthaltsbereich der Sauen weisen die Buchtenwände eine Höhe von 1100 mm und im Ferkelbereich von 600 mm auf.
Ist der Kastenstand geöffnet, stehen der Sau neben einem schmalen und kurzen Fressgang, eine Bewegungs- und Liegefläche zur Verfügung [19]. Damit die Sau sowohl ausreichend Platz zum ausgestreckten Liegen als auch die Möglichkeit zum Drehen erhält, sollte die Diagonale im hinteren Bewegungsbereich mindestens 2000 mm aufweisen.

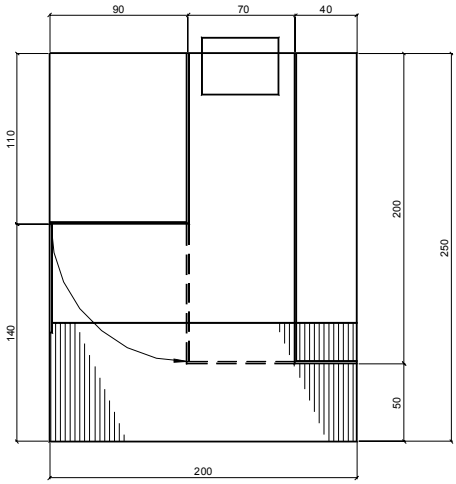


Abb. 2: Kastenstand zum Öffnen [21], Maße in cm

Zwei Drittel der gesamten Buchtenfläche sind planbefestigt und ein Drittel perforiert, wobei der perforierte Bereich eindeutig als Kotbereich angenommen wird. Zum Ende der Säugezeit nimmt die Verschmutzung des planbefestigten Bereichs zu, insbesondere durch das Kotverhalten der Ferkel [19]. Friedli et al. [21] verweisen darauf, dass zwar eine bauliche Trennung der einzelnen Bereiche vorliege, das Platzangebot jedoch zu gering ist, um den Tieren eine entsprechende Trennung der Bereiche zu ermöglichen.

2.2.2.2 Völkenroder Abferkelbucht

Die Völkenroder Abferkelbucht wird auch als Vario-Fit Bucht bezeichnet. Schlichting [19] beschreibt diese Abferkelbucht als eine verbesserte Variante einer Abferkelbucht mit aufklappbarem Kastenstand (Abb. 3). Der Grundriss entspricht im Wesentlichen der Universalbucht (vgl. 2.3.2.3).

Die Gesamtfläche der Bucht muss mindestens 4,6 m^2 betragen, um die Funktionsfähigkeit der Bucht zu gewährleisten [22]. Die Buchtenwände sind rundherum geschlossen und weisen im Aufenthaltsbereich der Sau eine Höhe von 1100 mm und im Ferkelbereich von 600 mm auf. Die Bucht wird strohlos betrieben und ist mit einem perforierten Vollkunststoffboden ausgelegt.

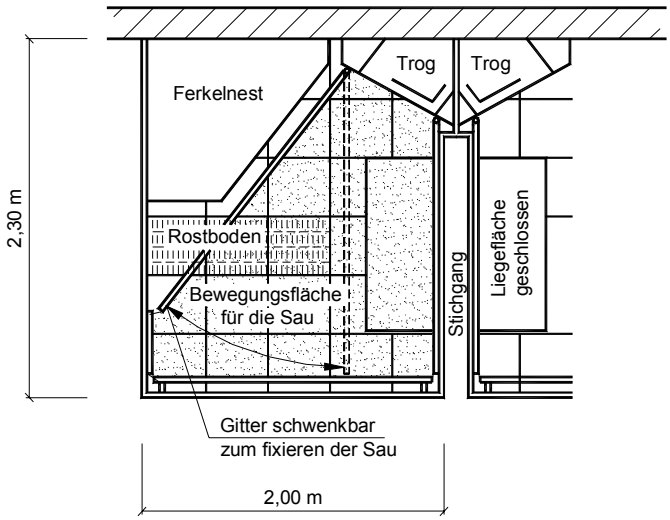


Abb. 3: Völkenroder Abferkelbucht [23]

In der Völkenroder Abferkelbucht steht der Sau bei aufgeschwenktem Gitter eine Fläche von 3,6 m^2 zur Verfügung, wobei eine bauliche Trennung der Bereiche in Fress-, Liege- und Laufbereich nur für den Liegebereich gegeben ist [24]. Ein besonderes Kennzeichen dieser Bucht ist eine Gitterwand, die von der Sau als Stütze beim Abliegen genutzt werden kann und somit Ferkelverluste durch Erdrücken reduzieren soll. Zusätzlich besteht durch die Gitterwand die Möglichkeit der Fixierung der Sau [19].

2.2.2.3 Universalbucht

Die Universalbucht war vor der Einführung des Kastenstandes weit verbreitet. Bei dieser Bucht ist die Möglichkeit der Fixierung der Sau nicht gegeben [24]. Die Anordnung von Futtertrog für die Sau, Ferkelschutzbereich und Ferkelnest entspricht der klassischen Anordnung des Kastenstandes (Abb. 4).

Zum Schutz der Ferkel vor Erdrücken sind in der Universalbucht zusätzlich an der Seiten- und Rückwand Ferkelschutzrohre angebracht. Eine bauliche Abgrenzung des Ferkelnestes vom Fressplatz der Sau wird durch ein Gitter erreicht, welches von den Sauen häufig als Abliegehilfe genutzt wird. Insgesamt wird diese Universalbucht einstreulos betrieben [24, 19].

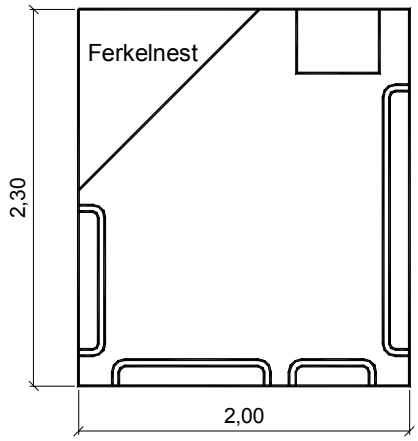


Abb. 4: Universalbucht [19], Maße in m

2.2.2.4 Schmid-Bucht

Grundlage für die Entwicklung der Schmid-Bucht war die Untersuchung von Schmid [25]. Er beobachtete, dass Muttersau und Ferkel, die sich arttypisch verhalten können, dem Erdrücken selber vorbeugen. Die Schmid-Bucht (Abb. 5) hat eine Größe von 7 m^2 und weist einen eingestreuten Nestbereich und einen einstreulosen Aktivitätsbereich auf [19].

Eine räumliche Trennung des Nest- und Aktivitätsbereichs wird durch zwei Holzschwellen und einer zentral gelegenen Ferkelkiste erreicht. Durch die beiden Holzschwellen wird verhindert, dass zu viel Stroh aus dem Nestbereich in den Aktivitätsbereich getragen wird [26].

Charakteristisch für den Nestbereich sind geschlossene Trennwände und eine geringe Menge an Einstreu [26]. Der Aktivitätsbereich ist nach außen durch eine offene Gitterwand abgegrenzt, wodurch Sichtkontakt zu anderen Sauen ermöglicht wird. Im Aktivitätsbereich sind Tränke, Futtertrog und eine Raufe mit Stroh [19]. Letzteres dient der Sau als Nestbaumaterial. In der Bucht kann die Sau sich frei bewegen, wobei keine Möglichkeit der Fixierung der Sau gegeben ist.

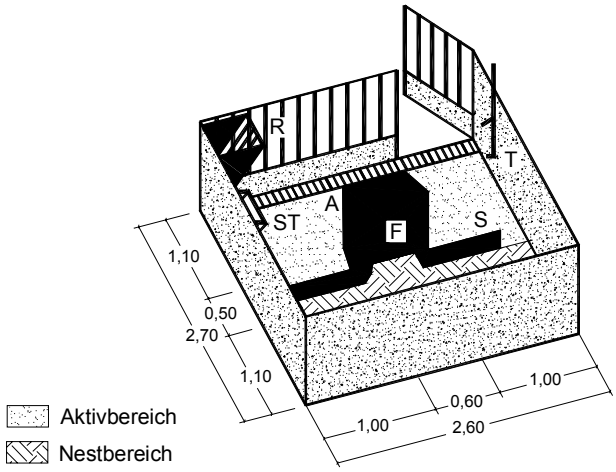


Abb. 5: Schmid-Bucht [27], Maße in m

2.2.2.5 Ulrich 2000 Bucht

Die Ulrich 2000 Bucht ist auch bekannt unter den Namen Höhne-Bucht. Die Bucht hat eine Größe von 4,4 m^2, wodurch sie nur einen geringfügig höheren Platzbedarf hat als der konventionelle Kastenstand. Eine Unterteilung der Bucht in Liegebereich für die Ferkel und Sauenbereich wird durch ein Trenngitter erreicht. Der Aufenthaltsbereich der Sau ist nochmals durch ein Trenngitter in Fress-/Liegebereich und Lauf-/Mistgang gegliedert [28, 29] (Abb. 6).

Die Sau hat die Möglichkeit, sich um das Gitter herum frei zu bewegen. Durch niedrig angebrachte Querstangen im Lauf-/Mistbereich wird ein Abliegen der Sau in diesem Bereich verhindert. Die Querstangen sind in einer Höhe von 200 mm vom Boden installiert, so dass sie von der Sau problemlos überstiegen werden können.
Der Buchtenboden ist vollperforiert, wobei eine Ausnahme die Liegefläche im Sauen- und Ferkelbereich darstellen [28, 29]. Die Ulrich 2000 Bucht wird einstreulos betrieben. Höhne [29] verweist jedoch darauf, dass die Buchten mit Einstreu betrieben werden können.

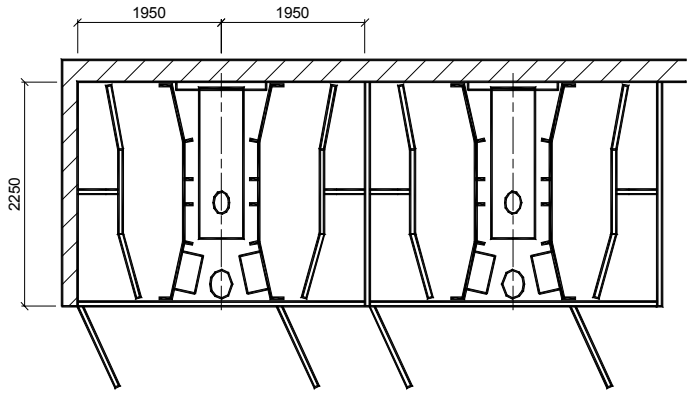


Abb. 6: Ulrich 2000 Bucht [29], Maße in mm

Für eine kurzfristige Fixierung der Sau kann ein Gitter vom Trog zum Trenngitter im Fress- / Liegebereich eingesetzt werden. Eine Besonderheit dieser Bucht ist die herausnehmbare Trennwand zwischen den Ferkelnestbereichen an zwei aneinander liegenden Buchten, wodurch sich die Würfe vermischen können [30, 28].

2.2.2.6 Scan- Abferkelbucht

Bei der Scan- Abferkelbucht handelt es sich um eine Bewegungsbucht der Firma Jyden-Dantec (Süderlügum) (Abb. 7). Die Bucht weist eine Größe von 6 m^2 (L, 3000 mm; B, 2000 mm) auf. Durch eine schwenkbare Ferkelnestabtrennung, einen seitlichen Schutzbügel und einen einhängbaren Afterbügel besteht die Möglichkeit der Fixierung der Sau in einem Ferkelschutzkorb. Dieser verfügt über eine Länge von 2000 mm und eine Breite von 600 mm. Die Breite kann auf 800 mm erhöht werden und somit auf die einzelne Sau eingestellt werden. Der Ferkelschutzbügel und der seitliche Schutzbügel sind so konstruiert, dass die Ferkel freien Zugang zum Gesäuge haben. Das Ferkelnest hat eine Größe von 0,75 m^2 und wird mit Warmwasser beheizt. Die Trennwände zur Nachbarbucht haben eine Höhe von 1100 mm und sind nur bis zur Hälfte geschlossen. In einer Ausführungsvariante ist der Futtertrog für die Sau an der Buchtentür angebracht [31, 3].

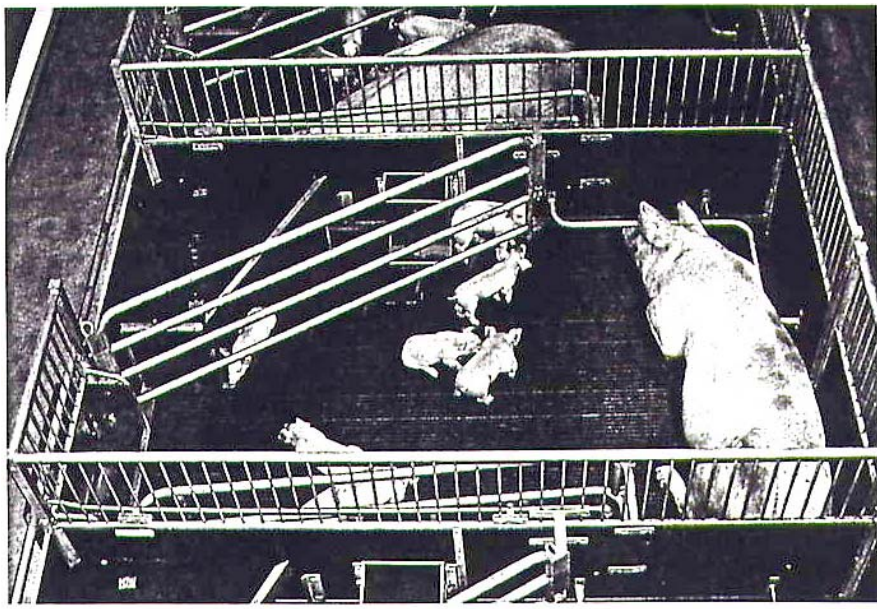


Abb. 7: Gesamtansicht einer Scan-Abferkelbucht [31]

2.2.2.7 Raidwanger Abferkelbucht

Die Raidwanger Abferkelbucht hat eine Größe von 5,76 m^2 (L, 2400 mm; B, 2400 mm) (Abb. 8). Die Abferkelbucht ist unterteilt in einen Sauen- und Ferkelbereich. Der Sauenbereich ist nochmals aufgegliedert in Fress-, Liege- und Kotbereich. Der Fress- und Liegebereich ist mit einer planbefestigten Fläche ausgestattet und der Kotbereich ist aus hygienischen Gründen perforiert [30, 32].

Durch ein Schutzgitter wird eine Abtrennung des Ferkelbereichs vom Sauenbereich erreicht. Innerhalb des Schutzgitters sind ein Ferkeltrog und eine Warmwassertränke für Ferkel installiert. Der Ferkelbereich ist mit einem Ruhebett für Saugferkel ausgestattet. Mittels einer Umluftheizung kann dieses auf 38 – 42 °C aufgewärmt werden. Durch die Wärme des Ruhebetts soll eine schnelle Rückkehr der Ferkel nach dem Säugen erreicht werden.

Eine Besonderheit der Raidwanger Abferkelbucht ist ein spezielles Abliegebrett an der Seitenwand. Hierdurch wird ein langsames Abliegen der Sau angestrebt, um somit eine mögliche Minimierung der Erdrückungsgefahr zu erreichen [30, 32].

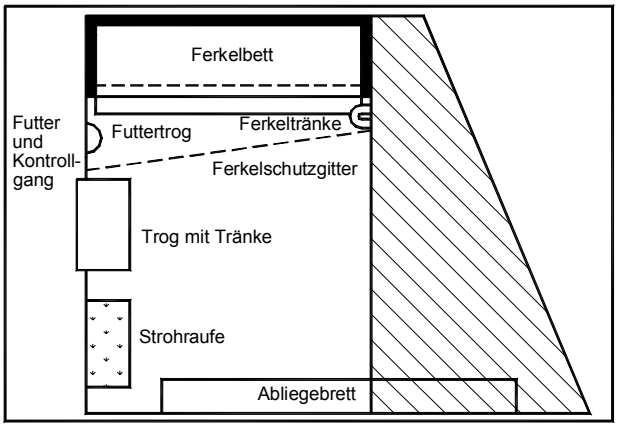


Abb. 8: Raidwanger Abferkelbucht im Nürtinger System [33]

2.2.2.8 Aberdeener Abferkel- und Aufzuchtbucht

In der Mitte der Aberdeener Abferkelbuchten befindet sich der klassische Kastenstand, neben dem rechts und links eingestreute Liegekisten für die Ferkel angeordnet sind. Die Sauen ferkeln hier ab und werden ca. sieben Tage nach der Geburt in die Abeerdeener Aufzuchtbucht umgestallt. Kennzeichnend für diese Buchtenarten ist das Bewegungsangebot für die Sauen. Die Bucht setzt sich zusammen aus einem rechteckigen eingestreuten Bewegungsbereich und einer abgetrennten Ferkelkiste mit Fußbodenheizung am Buchtenende. Zum Schutz der Ferkel gegen Erdrücken sind an den Seitenwänden Holzbretter als Abweiser angebracht [34].

2.2.2.9 Elliptische Abferkelbucht

Bezüglich der Größe der elliptischen Abferkelbucht finden sich unterschiedliche Maße in der Literatur. Die von Lou und Hurnik [35] beschriebene Abferkelbucht (Abb. 9) hat eine Gesamtgröße von 3,5 m^2, wovon der Sau 1,6 m^2 und den Ferkeln 1,9 m^2 zur Verfügung stehen. Snell [36] nennt als Größe 4,3 m^2 (L, 2500 mm; B, 1750 mm).

Der Abferkelstand setzt sich aus einem Vorderbereich und zwei Seitenbereichen zusammen. Der Vorderbereich, ausgestattet mit einem schwenkbaren Sauentrog, kann geöffnet werden und dient als Durchtreibemöglichkeit beim Belegen der Stände. In den Seitenbereichen ist der Rahmen des Abferkelstands so angelegt, dass er der dorsalen Krümmung des Sauenkörpers in der Liegeposition Seitenlage entspricht. Durch dieses elliptische Profil des Abferkelstands hat die Sau die Möglichkeit, sich um die eigene Achse zu drehen. Zusätzlich wird der Abliegevorgang der Sau durch die Gitterstäbe in den Seitenbereiche unterstützt [37, 36].

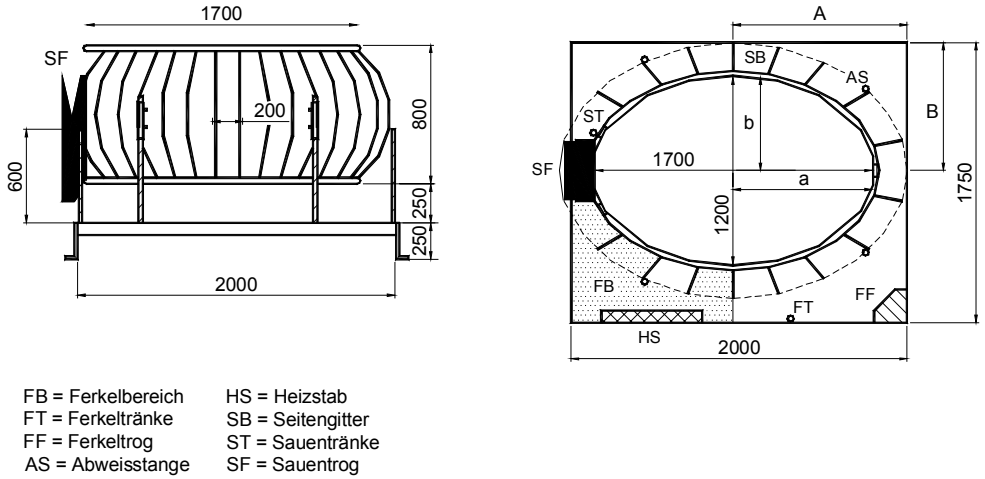


Abb. 9: Seitenansicht (links) und Gesamtansicht (rechts) einer elliptischen Abferkelbucht (modifiziert nach [35]), Maße in mm

2.2.2.10 VIP System

Bei der Abferkelbucht der Firma Ikadan (Dänemark) handelt es sich um eine Bewegungsbucht, deren Grundriss ein Dreieck darstellt. Eine Besonderheit dieser Buchten ist, dass anstelle von Ferkelschutzbügeln, um Erdrückungsverluste zu vermeiden, so genannte „Pilze“ in die Buchten installiert werden (Abb. 10). Jede Bucht ist mit vier „Pilzen“ ausgestattet, die an verschiedenen Stellen in der Bucht platziert werden können. Die „Pilze“ werden durch eine Spaltenbodenverankerung am Rost befestigt und sind im Bereich des „Pilzstieles“ durch eine Spiralfeder gelenkig gelagert. Bei der Platzierung der „Pilze“ muss darauf geachtet werden, dass in der Mitte der Bucht ausreichend Freiraum erhalten bleibt, damit die Sau sich niederlegen kann. Durch die Anordnung der „Pilze“ kann ein beabsichtigter Liegeplatz für die Sau fixiert und ein Ablegen an der Wand verhindert werden. Die Pilzform und –größe ist nach Aussage des Herstellers so gewählt, dass ein Ferkel unter der „Pilzhaube“ nicht eingeklemmt werden kann [34].

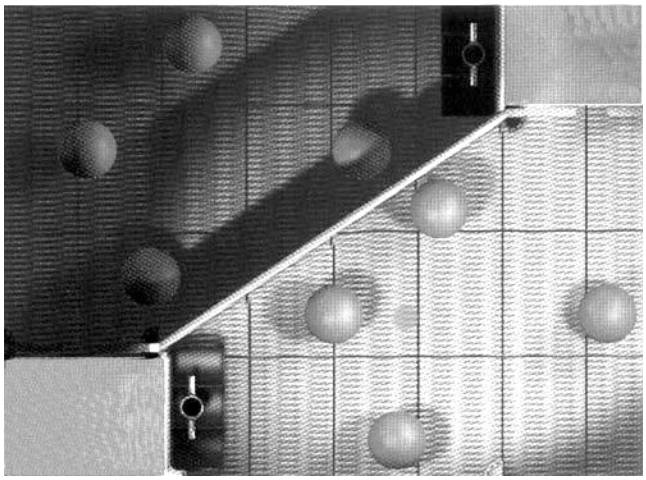


Abb. 10: Gesamtansicht zwei nebeneinander angeordneten VIP-Buchten (IKADAN, 2003)

2.2.3 Gruppenhaltung

De Baey-Ernsten [38] unterteilt die Gruppenhaltung in die kombinierte Einzel- und Gruppenhaltung und die grundsätzliche Gruppenhaltung (Abb. 11).

Die kombinierte Einzel- und Gruppenhaltung berücksichtigt das natürliche Verhalten von Muttersauen, die sich zur Geburt von der Gruppe absondern und nach einigen Tagen wieder zurückkehren [39]. In diesem Haltungssystem werden die Sauen kurz vor der Geburt in Einzelabferkelbuchten eingestallt und ferkeln dort ab. Sieben bis vierzehn Tage nach der Geburt wird das Abferkelabteil geräumt und die Sauen und die Ferkel werden in eine Großraumbucht eingestallt [40].

Bei der grundsätzlichen Gruppenhaltung werden die Sauen ca. eine Woche vor der Geburt in eine Großraumbucht eingestallt und verbleiben dort bis zum Absetzen. Für das Abferkeln sind separate Abferkelabteile vorhanden. Die Sauen können diese Buchten nach Belieben betreten oder verlassen. Durch eine Schwelle am Buchteneingang oder eine Tür werden die Ferkel am Verlassen der Bucht gehindert [40]. Dies ist wichtig, um ein zu frühes Vermischen der Würfe zu verhindern und eine stabile Säugeordnung zu erreichen [41].

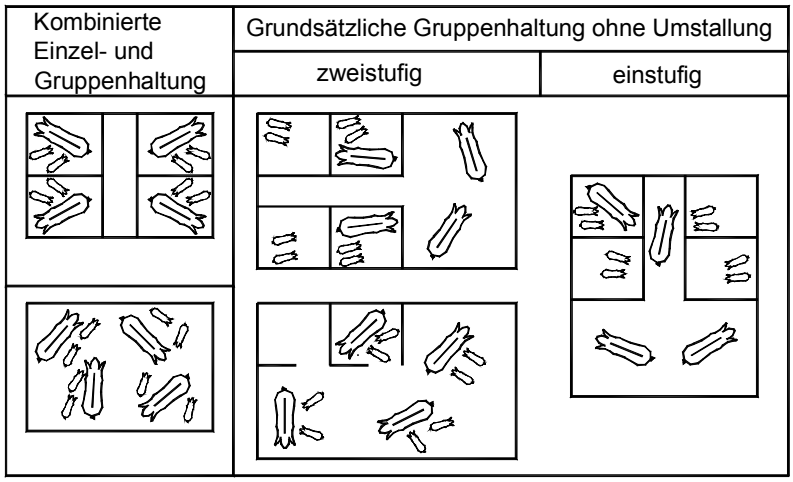


Abb. 11: Kombinierte und grundsätzliche Gruppenhaltung für abferkelnde und ferkelführende Sauen [38]

Bezüglich der Verweildauer der Ferkel in der Abferkelbucht wird die Gruppenhaltung weiter differenziert in offene Aufzucht (einstufiges Verfahren) und Gruppenaufzucht (zweistufiges Verfahren). Bei der offenen Aufzucht verbleiben die Ferkel während der gesamten Säugezeit in der Abferkelbucht und lediglich die Sauen können die Buchten aufsuchen und verlassen. Bei der Gruppenaufzucht werden sieben bis zehn Tage nach der Geburt die Schwellen in den Abferkelbuchten entfernt oder die gesamte Abferkelbucht abgebaut und die Ferkel in die Gruppe integriert [40, 41].

2.3 Aufzuchtverluste

Die Zahl der geborenen und aufgezogenen Ferkel pro Sau und Jahr sind wichtige Indikatoren des wirtschaftlichen Erfolgs in der Ferkelerzeugung, der durch die Aufzuchtverluste bestimmt wird.

In der Literatur finden sich sehr unterschiedliche Angaben über Aufzuchtverluste (Tab. 1). Auf Praxisbetrieben in Niedersachsen lagen die Aufzuchtverluste im Mittel des besseren bzw. schlechteren Viertels der Betriebe bei 14,3 % bzw. 20,0 %. Die Ursachen für Ferkelverluste sind vielfältig und liegen mitunter bis vor dem Geburtszeitpunkt zurück. Hoy [42] macht darauf aufmerksam, dass mit einer zunehmenden Geburtsdauer die Häufigkeiten von Puerperalstörungen und damit auch die Verluste aufzuchtfähiger Ferkel ansteigen.

Tab. 1: Gesamtverluste und Verlustursachen von Ferkeln für verschiedene Haltungssysteme

Autor	Gesamt (%)	Erdrückt (%)	Totgebissen (%)	Kümmerer (%)	Sonstige (%)
Kastenstandhaltung					
Anonymus [43]	14,4	4,8	-	-	-
Arey und Sancha [44]	23,0	-	-	-	-
Arkenau et al. [45]	17,0	7,3	-	-	-
Blackshaw et al. [18]	14,0	-	-	-	-
Hesse [24]	16,6	-	-	-	-
Marchant Forde [46]	15,9	-	-	-	-
Phillips und Fraser [47]	20,4	-	-	-	-
Friedli et al. [21]	15,7	4,4	0,5	7,5	3,4
Aufklappbarer Kastenstand					
Hesse [24]	10,3	3,1	-	-	-
Weber [48]	13,9	6,2	0,4	4,3	3,0
Vario-Fit Bucht					
Anonymus [43]	17,6	11,0	-	-	-
Petercord et al. [49]	6,8	2,8	-	4,1	-
Ulrich 2000 Bucht					
Anonymus (1997) [43]	17,7	7,2	-	-	-
Scan- Abferkelbucht					
Stabenow [3]	17,0	4,5	1,2	2,7	8,5
Elliptische Bucht					
Lou und Hurnik [35]	15,4	5,2	-	-	-
Snell [36]	22,5	-	-	-	-
Karusselbucht					
Hesse [24]	3,9	1,4	-	-	-
Schmid-Bucht					
Schmid und Weber [27]	11,3	4,5	-	-	-
Schräger Buchtenboden					
Collins et al. [50]	12,4	-	-	-	-
McGlone et al. [51]	9,1	-	-	-	
Bewegungsbucht					
Arkenau et al. [45]	19,5	8,6	-	-	-
Blackshaw et al. [18]	32,0	-	-	-	-
Boe [52]	15,0	-	-	-	-
Hesse [24]	11,6	9,2	-	-	-
Phillips und Fraser [47]	18,9	-	-	-	-
Marchant Forde [46]	16,2	-	-	-	-
Weary et al. [53]	10,2	8,1	-	-	-
Weber und Schick [48]	13,5	7,4	3,5	2,1	3,5
Kaltstall					
Weber [54]	13,6	5,4	1,6	3,3	3,5
Warmstall					
Weber [54]	13,5	6,0	0,4	2,6	4,5
Familienstall/ Gruppenhaltung					
Algers [55]	13,0	-	-	-	-
Arey und Sancha [44]	28,5	-	-	-	-
Baxter [56]	12,0	-	-	-	-
Götz [57]	23,9	-	-	-	-
Marchant et al. [58]	22,7	-	-	-	-
Wechsler [59]	18,9	11,5	-	-	-

(-) keine Angaben

Kunz und Ernst [60] führen in ihrer Untersuchung 47 % der Ferkelverluste auf Erdrücken durch die Muttersau, 19 % auf Lebensschwäche, 12 % auf Kümmern, 7 % auf Missbildung, 4 % auf Durchfall und 11 % auf sonstige Ursachen zurück. Hoy [42] weist darauf hin, dass die Abgangsursachen durchaus verschieden ausfallen können, insbesondere wenn Krankheiten wie z.B. Clostridieninfektionen der Sauen bzw. Ferkel vorliegen.

Die meisten Ferkelverluste treten in den ersten Lebenstagen auf. Herpin et al. [61] und Hoy [42] registrierten etwa ein Viertel der gesamten Aufzuchtverluste am ersten Lebenstag der Ferkel und über 80 % der Verluste bis zum Ende der ersten Lebenswoche.
Einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von hohen Aufzuchtverlusten und einem geringem Geburtsgewicht, großen Würfen und älteren Sauen sehen Weary et al [53]. Bezüglich der Überlebensfähigkeit der Ferkel nimmt das Geburtsgewicht eine entscheidende Rolle ein. Die Überlebensfähigkeit der Ferkel steigt mit steigendem Gewicht [62, 63]. Als ein optimales Geburtsgewicht nennen Röhe und Kalm [64] 1,6-1,8 kg. Hoy [42] registrierte in seiner Untersuchung, dass 50 % der Ferkel mit einem Geburtsgewicht von unter 800 g verenden. Quiniou et al. [65] beobachteten, dass bei einem Geburtsgewicht von weniger als 1000 g 11 % der Ferkel totgeboren wurden und 17 % der Ferkel in den ersten 24 Stunden verendeten. Ferkel mit einem geringen Körpergewicht haben geringe Energievorräte, was eine hohe Sensibilität gegenüber Kälte und eine Verzögerung ihrer ersten Säugung zur Folge hat [66]. Das Ergebnis einer geringen Kolostralmilchaufnahme kann im Zusammenhang mit einem geringeren Erhalt an Immunglobulinen gesehen werden [65, 67]. Hieraus resultiert eine höhere Anfälligkeit gegenüber Infektionen nicht nur während der Säugezeit [68], sondern auch in der Zeit nach dem Absetzen [69].

Deutlich höhere Verlustraten bei Sauen mit höheren Wurfleistungen registrierte Spitschak [70]. Er verzeichnete einen Anstieg der Ferkelverluste auf durchschnittlich 19,2 % bei Sauen mit mehr als vier Würfen. Als Ursache hierfür nennt er die zunehmende Körpergröße und das Körpergewicht der Sauen im Verhältnis zum gleich bleibenden Platzangebot. Ein 2,2-fach höheres Verlustrisiko stellten in ihrer Untersuchung Röhe und Kalm [64] für Ferkel fest, die aus dem fünften Wurf stammten gegenüber Ferkeln von Jungsauen. Die Ursachen sind nach ihrer Meinung vielfältig und auch abhängig von der Zahl der geborenen Ferkel je Wurf und der damit zusammenhängenden Abnahme der Ferkelgewichte.

Bäckström [71] untersuchte den Einfluss eines Wechsels von der freibeweglichen Haltung im Wartestall auf die fixierte Haltung im Abferkelbereich und umgekehrt. Er stellte höhere Ferkelverluste bei einem Wechsel von der fixierten Haltung im Wartestall zur freien Haltung im Abferkelbereich fest. Hingegen nahmen Hanssen und Vestergaard [72] keine Unterschiede bezüglich der Ferkelverluste bei einem Wechsel der Aufstallungsformen im Wartestall und Abferkelbereich wahr.

Die hohe Variation der Aufzuchtverluste zwischen den einzelnen Studien wird aus Tab. 1 deutlich. Blackshaw et al. [18] berichten von sehr hohen Aufzuchtverlusten durch Erdrücken in Bewegungsbuchten im Vergleich zum Kastenstand. Wohingegen Cronin und Smith [73] sehr selten Erdrückungen sahen sowohl in den Bewegungsbuchten als auch im Kastenstand. Arey und Sancha [44] stellten keine Unterschiede bezüglich der Aufzuchtverluste für die Haltung von säugenden Sauen im Kastenstand und im „Familienstall“ fest. Sie schlossen hieraus, dass die Nachteile einer steigenden Bewegungsmöglichkeit für die Sau durch eine größere Achtsamkeit der Sauen wettgemacht werden. Auch Hessel et al. [74] fanden keine Unterschiede in der Höhe der Aufzuchtverluste für die Haltung im Kastenstand und in der Bewegungsbucht. Allerdings stellten sie eine Verschiebung der Verlustursachen fest. In den Bewegungsbuchten verendeten signifikant mehr Ferkel aufgrund von Erdrücken durch die Muttersau, im Kastenstand hingegen verendeten mehr Ferkel an Lebensschwäche. Als Ursache für die höheren Erdrückungsverluste in den Bewegungsbuchten vermuten Arkenau et al. [45] die höhere Bewegungsfreiheit der Sau, die sich in einem häufigeren Wechsel der Position äußert.

Nach Hausmann [2] wird das Erdrücken durch die Kastenstandhaltung nicht eliminiert. Als Erklärung hierfür führt er an, dass die Ferkel trotz verschiedener Gestaltung der Buchten sich für das Gesäuge der Sau interessieren und in den ersten drei Lebenstagen bevorzugt neben der Sau liegen.

Daraus wird deutlich, dass das Erdrücken in vielen Fällen die unmittelbare Todesursache ist, die eigentliche Ursache dafür aber in einem anderen Bereich zu suchen ist [75]. Bei den meisten erdrückten Ferkeln handelt es sich um Tiere, deren Gesundheit beeinträchtigt ist [76] (zitiert in [47]). Häufig sind es hungernde Ferkel, die mit ihren Wurfgeschwistern nicht um die Milch konkurrieren können. Diese schwachen und oft auch lethargischen Ferkel sind einem größeren Risiko des Erdrückens ausgesetzt [47, 77].

Nach Edwards et al. [78] finden viele Erdrückungen auf eine Art und Weise statt die auch im Kastenstand nicht verhindert werden kann. Wird das Erdrücken schwacher Ferkel verhindert, verenden sie meistens an einer anderen Verlustursache [47].

Vieullie et al. [79] beobachteten das Auftreten von Erdrückungen hauptsächlich in der Nacht. Die meisten Erdrückungen passierten in der Zeit von 16:00 bis 4:00 Uhr, welches die Zeit mit der niedrigsten menschlichen Aktivität in der Nähe der ferkelführenden Sau war.
Phillips und Fraser [47] führen die Verlustursache Erdrücken auf ein rasches und unkontrolliertes Niederlegen der Sau zurück. Weary et al. [53] ordnen 90 % der Erdrückungen zwei Bewegungen zu. Sie beobachteten, dass 54 % der Erdrückungen beim Niederlegen und 33 % beim Drehen von der Bauchlage in die Seitenlage auftraten. Besonders wichtig ist nach Weary et al. [53] die Ausstattung der Buchten, da hierdurch beeinflusst wird, wie häufig die verschiedenen Bewegungen ausgeübt werden. Schmid [16] beobachtete Verhaltensweisen, die dem Erdrücken der Ferkel vorbeugen sollen (vgl. 2.4.5).

Cronin et al. [80] stellten in ihrer Untersuchung geringere Ferkelverluste durch Erdrücken bei Sauen fest, denen vor der Geburt Stroh zur Verfügung stand. Hessel et al. [81] fand ebenfalls niedrigere Aufzuchtverluste bei Sauen, denen Stroh sowohl vor als auch nach der Geburt zur Verfügung stand.

2.4 Verhalten

2.4.1 Aktivitäts- und Ruheverhalten

Das Schwein ist ein tagaktives Tier [82, 83]. Die Aktivitätsphase der Schweine beginnt mit der Morgendämmerung und endet in der Abenddämmerung. Gundlach [84], Van Putten [83] und Sambraus [82] beobachteten zwei Hauptaktivitätszeiten, die in den Morgen- bzw. frühen Abendstunden liegen. Die Hauptaktivitäten der Schweine richten sich auf die Nahrungssuche und Nahrungsaufnahme. Zwischen den beiden Hauptaktivitätsphasen liegen kleinere Aktivitätsphasen, die der Erkundung dienen [82], und eine Ruheperiode in der Tagesmitte [83] [85].
Gundlach [84] weist darauf hin, dass eine deutliche Trennung zwischen der Ruhe- und Aktivitätsphase charakteristisch ist. Der entscheidende Zeitgeber für den Beginn der entsprechenden Phase ist der Licht-Dunkel-Wechsel. Ein weiterer Faktor ist die

Temperatur. Gundlach [84] beobachtete, dass die Schweine bei nassem und kaltem Wetter länger in den Ruhelagern verharrten als an „gewöhnlichen“ Tagen.
Der Übergang von der Ruhephase in die Aktivitätsphase erfolgt in verschiedenen Stufen: Das Schwein dreht sich von der Seitenlage über die Schräglage in die Bauchlage. Nach der Bauchlage setzt sich das Schwein mit gestreckten Vorderbeinen auf. Erst aus dieser Stellung erhebt sich das Tier ganz und verlässt das Ruhelager [83]. Die einzelnen Stufen können eine unterschiedliche Zeitlänge einnehmen, so kann das Schwein zum Beispiel über eine halbe Stunde in der Bauchlage verbringen bevor es in die Körperposition Sitzen überwechselt [83].
Der Beginn der Aktivität entfällt auf das Ausscheide- und Komfortverhalten. Erst im Anschluss hieran widmen sich die Schweine der Nahrungssuche und -aufnahme [84] [83], die mit Unterbrechungen bis zur Abenddämmerung fortgesetzt wird.
Mit dem Aufsuchen des Schlafplatzes endet die Aktivitätsphase und die Ruhephase beginnt. Vor dem Niederlegen scharren die Schweine mit den Vorderbeinen und wühlen im Boden. Beim Einnehmen der Ruhelage wechseln die Sauen von der Körperposition Stehen in die Liegeposition Bauchlage. Diese Position kann das Schwein über eine längere Zeit einnehmen, bevor es in die Seitenlage wechselt [83]. Gundlach [84] gibt an, dass die zeitliche Abfolge der einzelnen Phasen auch von äußeren Faktoren wie dem Nahrungsangebot und den klimatischen Einflüssen abhängig ist.

Zur Beurteilung des Ruheverhaltens werden meistens Liegezeiten herangezogen. Van Putten [83] stellt fest, dass nicht automatisch auf Ruhe und Entspannen geschlossen werden kann, wenn die Tiere in der Körperposition Liegen verharren.
Einen Zusammenhang zwischen der Liegeposition und dem Wohlbefinden sieht Fräderich [86]. Als Zeichen für Wohlbefinden und Geborgenheit wertet er die gestreckte Seitenlage. Sucht das Tier verstärkt die Bauchlage auf, so ist dies als Hinweis zu verstehen, dass das Tier nicht vollständig entspannt ist. Dies kann auf eine zu harte oder kalte Liegefläche bzw. auf eine Beunruhigung der Schweine aus verschiedenen Gründen zurückgeführt werden [83] [82].
In den heutigen Haltungssystemen liegen Schweine zwischen 80-90 % innerhalb von 24-Stunden. [82] berichtet, dass in der Nacht die Liegezeiten nur zum Harnen und Koten unterbrochen werden. Als Ursache für die langen Liegezeiten führt Sambraus [82] die reizarme Umwelt an. Als zusätzliche Einflussfaktoren nennen Schlichting und Smidt [87] das Stallklima, besonders die Temperatur.

Schlichting et al. [88]. untersuchten das Verhalten der Sauen und Ferkel im konventionellen Kastenstand, in einer offenen Abferkelbucht und im Familienstall.
Die beobachteten Liegezeiten lagen zwischen 20,4 und 21,4 Stunden. Dementsprechend nahmen sie einen Anteil von 85-89 % an der gesamten Tageszeit ein. Leicht erhöhte Liegezeiten fanden sich bei der Kastenstandhaltung. Auch Buchenauer [89] registrierte in ihrer Untersuchung eine geringere Frequenz des Liegens in der Laufbucht als im Kastenstand.
Einen Einfluss des Wurfalters auf die Liegezeiten der Sauen stellten Schlichting et al. [88] in ihrer Untersuchung fest. Mit zunehmendem Alter der Ferkel nahm die Liegezeit leicht ab.

Harris und Gonyou [90] beobachteten, dass die bevorzugte Liegeposition der Sauen die Seitenlage ist, in der die Sauen über 85 % der gesamten Liegezeit verharrten. Sie registrierten, dass die Sauen am Tag vor der Geburt seltener die Liegeposition Seitenlage aufsuchten als am Tag nach der Geburt.
Für die Beurteilung der Aktivität der Sauen werden regelmäßig die Merkmale Stehen und Sitzen herangezogen. Jensen [91] nahm wahr, dass Sauen vor dem Abferkeln bis zu 6 km laufen, um ein Nest zu bauen und dort abzuferkeln. Es zeigte sich ein Anstieg der Mobilität der Sauen während der letzten zwei Tage vor der Geburt, gefolgt von einer geringeren Aktivität der Sauen am Abferkeltag selber und den Tagen nach der Geburt [92]. Für denselben Zeitraum stellte Heckt [93] bei Sauen im Kastenstand einen Anstieg der Ruhelosigkeit fest. Ähnliches zeigt die Untersuchung von Harris und Gonyou [90]. Die Sauen verbrachten doppelt soviel Zeit am fünften Tag ante partum in der Körperposition Stehen als am ersten Tag nach der Geburt. Einen Höhepunkt erreicht der Zeitanteil des Stehens in den letzten 24 Stunden vor der Geburt [94]. Nach der Geburt fällt der Zeitanteil für das Merkmal Stehen auf 5,1 % der Gesamtzeit ab, da die Sau verstärkt die Zeit liegend und säugend verbringt [90].
Einen Einfluss der Bewegungsmöglichkeit auf das Merkmal Stehen zeigt die Untersuchung von Buchenauer [89]. In der Laufbucht wurden die Sauen häufiger in der Körperposition Stehen beobachtet als die Sauen im Kastenstand. Ähnliches weist die Untersuchung von Thodberg et al. [95]. nach. Am Tag vor der Geburt zeigten die Sauen in den offenen Abferkelbuchten eine längere Dauer der Aktivität als die Sauen im Kastenstand, wobei Sauen im zweiten Wurf deutlich aktiver waren als Jungsauen.

Ähnliches kann für die Körperposition Sitzen festgehalten werden. Sowohl Buchenauer [89] als auch Thodberg et al. [95] stellten in ihren Untersuchungen fest, dass Sauen in Kastenständen häufiger die Position Sitzen einnehmen als Sauen in Laufbuchten bzw. in offenen Abferkelbuchten. Bünger [96] beobachtete, dass in den letzten Tagen vor der Geburt die Sauen im Kastenstand häufiger die Sitzhaltung einnahmen als die Sauen in den Bewegungsbuchten. Auch Harris und Gonyou [90] bemerkten einen höheren Zeitanteil für die Position Sitzen in den Tagen vor der Geburt als in den Tagen nach der Geburt.

Die Körperposition Sitzen stellt eine normale Verhaltensweise dar, solange sie in einem geringen Umfang ausgeübt wird. Van Putten [83] stellte die Position Sitzen beim Übergang von der Bauchlage in die Körperposition Stehen fest.
Sambraus [82] wertet das Sitzen als eine Verhaltensstörung. Gloor [97] führt einen gesteigerten Sitzanteil auf Fundamentmängel der Sauen zurück. Buchenauer [89] gibt an, dass die leicht höhere Frequenz des Merkmals Sitzen bei den Sauen im Kastenstand zum Teil als eine Konfliktsituation gewertet werden kann, da es in ihrer Untersuchung dem so genannten „Trauern“ von niedertragenden Sauen entsprach. Sie verweist jedoch ebenso darauf, dass die sitzenden Sauen in den Laufbuchten einen anderen Eindruck hinterließen, da sie mehr Anteil an den Tätigkeiten der Ferkel und der Umwelt nahmen.

2.4.2 Nestbauverhalten

Van Putten [83] und Sambraus [82] ordnen das Nestbauverhalten dem Mutter-Kind-Verhalten zu. Über den Beginn des Nestbauverhaltens finden sich in der Literatur unterschiedliche Angaben. Gundlach [84] legt den Beginn auf 36 Stunden vor der Geburt fest. Ähnliche Angaben finden sich bei Weber [20] mit ein bis zwei Tagen vor der Geburt sowie auch bei Stolba und Wood-Gush [98] und Sambraus [82]. Hingegen legt Baxter [99] den Anfang für das Nestbauverhalten auf sechs Stunden vor der Geburt fest.
Gundlach [84] beobachtete bei Wildschweinen, dass die Anfangsphase des Nestbauverhaltens durch das Absondern der Sau von der Gruppe gekennzeichnet ist. In dieser Zeit erkundeten die Sauen die Umgebung auf der Suche nach einem geeigneten Nestplatz. Er bezeichnet diesen Zeitraum als „Orientierungsphase“ [84]. Ein Absondern der Sauen bereits zwei bis zweieinhalb Tage vor der Geburt in den Abendstunden wurde auch von Jensen [91] registriert. Die Sauen zeigten eine deutlich höhere Aktivität als die restlichen Sauen in der Gruppe und legten in diesem Zeitraum mehrere hundert Meter zurück auf der Suche nach einem geeigneten Nestplatz. Einige Sauen bauten bereits in

dieser Phase ein einfaches Nest [91]. Am späten Abend kehrten die Sauen zur Gruppe zurück und verbrachten die restliche Nacht im Gruppennest. Am nächsten Tag absolvierten sie den allgemeinen Tagesablauf mit der Gruppe. 15-24 Stunden vor der Geburt sonderten sich die Sauen wieder von der Gruppe ab und begannen einen neuen geeigneten Nestplatz zu suchen [91]. Stolba und Wood-gush [98] verweisen darauf, dass für den Nestplatz bevorzugt Erhöhungen oder Grenzen beholzter Flächen gewählt werden, um so Sicht über die gesamte Fläche zu erhalten. Als mögliche Gründe, warum Sauen an abgelegenen Stellen ihre Nester bauen, geben Jenssen et al. [92] an:

- Die Isolierung der Ferkel von dem Rest der Herde hilft Verluste durch Erdrücken oder Quetschen durch andere erwachsene Tiere zu vermeiden.
- Die Ausbreitung von Infektionen wird vermieden.
- Die Anziehung von Räubern wird verhindert.
- Das Erlernen des gegenseitigen Erkennens ist leichter, wenn die Mutter mit ihren Jungen alleine ist.
- Die Gefahr, dass fremde Ferkel an den Zitzen säugen, ist größer, wenn die Sauen in der Herde abferkeln.

Ist ein geeigneter Nestplatz gefunden, beginnt die Sau mit dem Nestbau [100].

An den sechs Phasen von Gundlach [84] orientiert unterscheiden Arey et al. [101] die folgenden drei Stufen:

- Die Ausgrabung einer Höhle.
- Das Sammeln von Nestmaterial.
- Die Manipulation des Nestbaumaterials in der Höhle zur Formung eines Nestes.

Liegt keine natürliche Bodenvertiefung vor, beginnt die Sau mit dem Rüssel ein Loch in den Boden auszugraben. Das Ausmulden wird durch Scharren mit den Vorderbeinen unterstützt. Im Anschluss hieran beginnt die Sau geeignetes Nestmaterial zu suchen. Gundlach [84] nennt einen Radius von 50 m für das Sammeln von geeignetem Nestmaterial. Gras, Laub und kleine Zweige dienen als Baumaterial. Beim Auspolstern der Mulde dreht sich die Sau im Nest und schiebt dabei das Material zur Seite. Vor dem Nest zerstreut liegendes Material scharrt die Sau zusammen und drückt es mit dem Kopf fest. Später gesammeltes Material wird in die Nestmulde abgelegt. Durch den Einbau von stärkeren Ästen und Zweigen wird dem Nest eine Festigkeit verliehen. Beim Einschieben geht die Sau langsam mit dem Kopf voran in den aufgeworfenen Haufen, durchwühlt das Nest bis zur Mulde und legt sich dann nieder. Dieser Vorgang wiederholt sich einige Male,

bis später beim Aufsuchen des Nestplatzes umherliegende Stoffe mit den Vorderbeinen von außen an den Rand gescharrt werden. Die Sauen verbleiben ein bis zwei Wochen nach dem Abferkeln in ihren Höhlen [84].
Stolba und Wood-Gush [98] machten im „Pig Park“ ähnliche Beobachtungen bei domestizierten Schweinen wie Gundlach [84] bei Wildschweinen. Vier bis sechs Stunden vor der Geburt machten die Sauen eine Mulde und trugen Nestbaumaterial aus einem Umkreis von 50 m zusammen. Sie sammelten Stroh, Gras und Zweige und verarbeiteten dieses Material [98, 102, 91]. Gegenüber Mitgliedern aus der Herde verhielten die Sauen sich während dieser Zeit aggressiv [98]. Sambraus [82] verweist auf die Tatsache, dass, falls kein geeignetes Nestbaumaterial vorhanden ist, bei einigen Sauen das Nestbauverhalten im Leerlauf beobachtet werden kann.
Wenige Stunden vor der Geburt zeigt die Sau eine gewisse Unruhe [103, 82] und weist eine erhöhte Atemfrequenz auf [82]. Kurz vor der Geburt gibt sich diese Aufregung, die Sau legt sich nieder und nimmt die Seitenposition ein [103, 82].

In der einstreulosen Einzelhaltung zeigen Sauen in den letzten Stunden vor der Geburt eine verstärkte Unruhe durch Bearbeitung der Buchtengegenstände [104, 19]. Hutson [105] verweist darauf, dass die Sauen, die in Kastenständen fixiert werden, in der Ausübung des normalen Nestbauverhaltens gehemmt werden. Sauen können hier Scharren und Wühlen in nur eine Richtung ausüben. Fixierte Sauen zeigen daher oft vor dem Abferkeln Anzeichen von Frustration [72]. Hafez [106] beobachtete bereits vor geraumer Zeit bei Jungsauen eine erhöhte Unruhe und ein gesteigertes Kampf- und Fluchtverhalten.

In der Untersuchung von Hesse [24] zeigte sich deutlich, dass Sauen in Bewegungsbuchten aktiver sind als in fixierten Haltungssystemen und einen höheren Grad an maternalem Verhalten zeigen. Heckt [93] stellte in seiner Untersuchung mit Jungsauen fest, dass das Nestbauverhalten durch die Gestaltung der Abferkelbucht nahezu unberührt bleibt. Die Qualität des Platzes scheint wichtiger zu sein als der Platz an sich [93].

2.4.2.1 Einflussfaktoren auf das Nestbauverhalten

Jensen [107] unterteilt das Nestbauverhalten in zwei Phasen. Die erste Phase der Konstruktion des Nestes wird durch interne Faktoren reguliert und schließt die Vorbereitung des Ortes mit ein; diese Phase wird charakterisiert durch starkes Beschnüffeln, Scharren und Wühlen.

Die zweite Phase des Nestbaus schließt Sammeln und Arrangieren des Nestbaumaterials ein und wird durch externe Faktoren, wie z.B. Temperatur beeinflusst. Eine Verstärkung kann durch verfügbares Material und ein sensorisches Feed-back erreicht werden [107, 108].

In einer weiteren Untersuchung von Jenssen [109] zeigte sich, dass der Einfluss der Vegetation die Wahl des Nestplatzes bestimmt. Der Autor zog hieraus die Schlussfolgerung, dass die Sauen entsprechend der externen Bedingungen ihren Nestplatz wählen. Nach seiner Meinung zeigt dies, dass das Nestbauverhalten durch ein Feed-back Mechanismus reguliert wird [109]. Hierdurch kann die Vermutung von Baxter [110], dass das Nestbauverhalten mindestens zum Teil durch ein „feed-back“ reguliert wird, verstärkt werden.

Widowski und Curtis [111] wiesen in ihrer Untersuchung deutlich nach, dass das Nestbauverhalten einem Instinktantrieb folgt und dass es unabhängig davon durchgeführt wird, ob ein Nest bereits vorhanden ist. Diese Beobachtung wird von Arey et al. [112] bestätigt.

Meunier-Salaün et al. [113] stellten einen Anstieg der Plasma - Konzentration Prolaktin im Blut mit Beginn des Nestbaus fest. Sie schlossen daraus, dass Prolaktin eine signifikante Rolle bei der Einleitung des Nestbauverhaltens hat.

2.4.2.2 Einfluss der Strohvorlage auf das Nestbauverhalten

Hutson [114] fand heraus, dass Sauen eine geringe Motivation gegenüber Stroh für den Zeitraum um die Abferkelung zeigten, obwohl andere Nestbauverhaltensweisen deutlich erkennbar waren.

Untersuchungen von Widowski und Curtis [111] konnten die Aussage von Hutson [114] nicht bestätigen. Es zeigte sich, dass die Sauen innerhalb von 24 Stunden vor der Geburt abrupt begannen, Stroh zu nehmen und Nester zu bauen.

Einen deutlichen Einfluss des Angebots von Stroh auf das Verhalten stellte Petercord [104] in ihrer Studie fest. Die Aussage von Widowski und Curtis [111], dass Sauen Nestbauverhaltensweisen zeigen, auch wenn keine Einstreu vorhanden ist, konnten bestätigt werden [104].

Burne [115] untersuchte die Auswirkung der Strohvorlage auf das Nestbauverhalten bei Jungsauen. Er beobachtete, dass die Sauen, denen kein Stroh angeboten wurde, mit einer höheren Frequenz der Vokalisierung, Kauen an Vorrichtungen, Wühlen an den Wänden

und mit einer längeren Liegeperiode reagierten. Die Sauen mit Zugang zum Stroh verbrachten einen höheren Zeitanteil mit Herumstöbern und Wühlen [115].

2.4.3 Geburt

Für das Einsetzen der Geburt werden in der Literatur verschiedene Auslöser genannt [84, 116]. Eine große Bedeutung haben die Lichtverhältnisse und die Ruhe der Umgebung, daher finden die meisten Geburten in der Nacht statt [82]. Die Geburt erfolgt meistens in der Seitenlage, wobei diese mehrmals wechseln kann. Bei langandauernden Geburten werfen sich die Sauen auch auf den Bauch [83].

Kurz vor dem Auswurf eines Ferkels wedelt die Sau mit den Schwanz [83]. Die Ferkel werden durchschnittlich in einem Abstand von 15-20 Minuten geboren [82]. Bei nervösen Sauen kann zum Teil ein Aufstehen während der Geburt beobachtet werden, wodurch es zu einer Verzögerung des Geburtsvorgangs kommt [83]. Während der Geburt kümmert sich die Sau nicht um die neugeborenen Ferkel, sondern erst mit dem Austritt des letzten Ferkels bzw. der Nachgeburt [83]. Stolba [117] und Petersen [118] beobachteten jedoch ein Aufspringen der Sau nach der Geburt des erstens Ferkels und ein Beschnuppern des Ferkels.

Die Gesamtdauer der Geburt beträgt nach Sambraus [82] zwei bis vier Stunden. Nach Van Putten [83] dauert die Geburt bei Jungsauen vier und bei Altsauen drei Stunden.

2.4.4 Säugeverhalten

In den ersten fünf bis acht Stunden nach der Geburt verläuft das Saugverhalten unkoordiniert [119]. Einige Ferkel massieren und saugen an den Zitzen, andere Ferkel liegen unmittelbar in der Nähe der Sau beisammen und schlafen [84] (GUNDLACH, 1968). Zu diesem Zeitpunkt stellt die Sau den Ferkeln ständig Kolostralmilch zur Verfügung [19, 14]. Etwa 10 Stunden nach der Geburt ändert sich die Milchabgabe und der Milchfluss erfolgt in ungefähr 60 Minuten-Intervallen [19].

Voraussetzung für den jeweiligen Saugakt ist die Bereitschaft zur Milchabgabe, die durch Lockrufe der Sauen oder durch schreiende Ferkel ausgelöst wird [14]. Der Saugakt selber unterteilt sich in die Phasen Vormassage, Milchfluss und Nachmassage [120, 84, 83].

Die Vormassage ist eine notwendige Verhaltensweise zur Anregung der Oxytocinsekretion und damit der Milchinjektion [121]. In der Vormassage suchen die Ferkel die Zitzen auf und die Sau legt sich auf die Seite, so dass die gesamte Gesäugeleiste zugänglich ist. Die Ferkel massieren das Gesäuge durch Auf- und Abwärtsbewegungen der Rüsselscheibe.

Während dieser Zeit stößt die Sau kurze rhythmische Grunzlaute aus. Sobald die Milch einschießt, beenden die Ferkel das Massieren, nehmen eine Zitzen ins Maul, verhalten sich ruhig und saugen ohne Unterbrechung. Die Sau grunzt leiser, aber wesentlich schneller und höher. Zum Ende dieser Phase verstummen die Grunzlaute schließlich ganz und der Milchfluss lässt nach. In der Phase der Nachmassage versiegt der Milchfluss und die Ferkel massieren erneut das Gesäuge der Sau. Die Massagebewegungen sind zu Beginn sehr heftig und klingen dann allmählich ab. Der Saugakt wird entweder durch Abwenden der Ferkel vom Gesäuge oder Drehen der Sau in der Bauchlage beendet.
Während oder nach der Nachmassage gehen einige Ferkel zum Kopf der Sau, berühren die Rüsselscheibe und quieken [84, 83]. Die Zahl dieser durch die Ferkel ausgelösten Nasenkontakte steigt innerhalb der ersten Lebenswoche der Ferkel an, nimmt danach kontinuierlich ab und verschwindet bis zur vierten Lebenswoche [107].

Eine wichtige Rolle bei der Versorgung aller Ferkel eines Wurfs spielt die Zitzenordnung [14], bei der die stärkeren Ferkel die vorderen Zitzen belegen und die schwächeren Ferkel die hinteren Zitzen. Die Ferkel, welche die vorderen Zitzen besetzen, heben sich häufig durch ein etwas stärkeres Wachstum heraus. Nach Sambraus [82] ist dies nicht darauf zurückzuführen, dass die Zitzen mehr Milch geben, sondern dass die Ferkel das Gesäuge stärker massieren und die Milchproduktion in der Zitze verstärkt angeregt wird. In der Regel belegt jedes Ferkel eine Zitze, in seltenen Fällen werden auch zwei nebeneinander liegende Zitzen von einem Ferkel beansprucht. Zitzen, die nicht genutzt werden, trocknen innerhalb von zehn Tagen aus.
Eine Zitzenordnung ist nach Schlichting et al. [88] etwa zum Ende der ersten Lebenswoche der Ferkel festgelegt. Wyeth und McBride [122] und Sambraus [82] berichten, dass die Zitzenordnung am zweiten bis dritten Lebenstag festgelegt wird. Süss [14] gibt einen Zeitraum von zwei Wochen an. Der Drang nach einer vorderen Zitze bleibt nach Van Putten [83] trotz bestehender Zitzenordnung bestehen. Nach dem Verenden eines Ferkels wird eine vordere freigewordene Zitze unmittelbar neu belegt.
Zu Beginn der Laktation werden alle Saugakte von der Muttersau eingeleitet und durch Einschlafen der Ferkel am Gesäuge oder Abwenden vom Gesäuge beendet. Jensen et al. [121] berichten davon, dass in den ersten Lebenstagen der Ferkel 85 % der gesamten Saugakte von der Sau initiiert wurden, während weniger als 5 % von ihr beendet wurden. Am zehnten Tag wurden jedoch bereits 10 % der Saugakte durch die Sau beendet. Auch Boe [52] stellte in seiner Untersuchung fest, dass die Sauen zum Ende der Laktation

zunehmend die Saugakte beenden. In der ersten Woche wurden 30 % aller Saugakte von der Sau abgebrochen, in der zweiten Woche 60 % und in der vierten Woche 100 %.
Nach Süss [14] und Van Putten [83] trinkt ein Ferkel pro Mahlzeit 20 – 30 g Milch. Hieraus ergibt sich eine tägliche durchschnittliche Milchleistung von 5,3 kg [123]. Rerat und Duee [124] berichten von einer höheren täglichen Milchleistung in Höhe von 6,6 kg. Außerdem fanden sie einen Anstieg der Milchleistung bis zur vierten Woche nach der Geburt (Abb. 12).

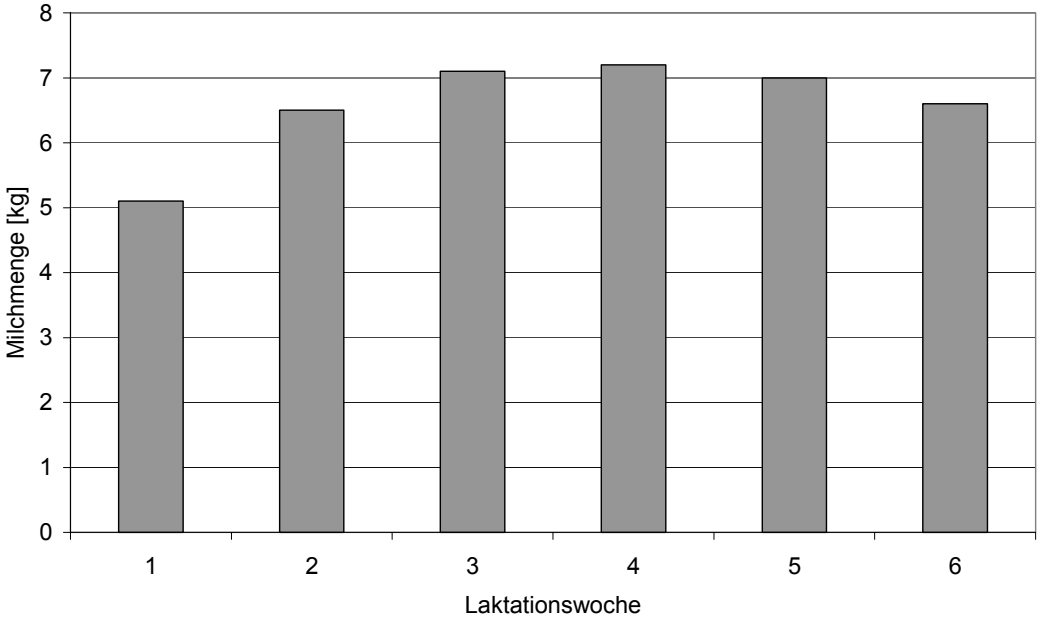


Abb. 12: Entwicklung der täglichen Milchleistung der Sau [124]

Auf einen Zusammenhang zwischen der Säugehäufigkeit und dem Milchfluss verweisen Spinka et al. [125]. Sie fanden heraus, dass mit steigender Säugehäufigkeit die Milchproduktion signifikant ansteigt. Zahlreiche Studien vom Säugeverhalten haben gezeigt, dass die absolute Zahl der täglichen Saugakte in einer 24 Stunden-Periode beträchtlich zwischen den Studien variiert (Tab. 2).
Spinka et al. [125] führen als Faktoren für die unterschiedlichen Werte bezüglich der Säugehäufigkeit Unterschiede in den Populationen, in der Stallkondition und den Zeitpunkt der Beobachtung an. Gertken [126] nennt als weitere Einflussfaktoren auf die Variationen der Säugehäufigkeit und –dauer die unterschiedlichen Definitionen des Säugens und die unterschiedlichen Beobachtungszeiträume.
Koomans [127] weist darauf hin, dass unter natürlichen Bedingungen die Abnahme der Säugehäufigkeit im Laufe der Laktation in einem engen Zusammenhang mit der zunehmenden Abwesenheit der Sau von den Ferkeln steht. Jensen [91] beobachtete, dass

frei lebende Sauen das Nest bereits in den ersten Tagen nach dem Abferkeln für kurze Zeit verlassen. Zwischen dem zehnten und zwölften Lebenstag verlassen auch die Ferkel das Nest und folgen der Sau, wenn diese sich zur Gruppe gesellt [128]. Jensen et al. [121] beobachteten bereits am sechsten Tag ein Verlassen des Nestes durch die Ferkel. Jedoch ruhten die Ferkel erst am neunten Tag mit der Herde.

Bezüglich des Zeitpunktes des Absetzens gibt es unterschiedliche Aussagen in der Literatur. Jensen et al. [121] gehen davon aus, dass unter natürlichen Bedingungen der Prozess des Absetzens in der 17. Laktationswoche vollständig vollzogen ist. Boe [52] weist darauf hin, dass die Ferkel beim Absetzen ein durchschnittliches Alter von 11-12 Wochen aufweisen. Ein Absetzen in der achten Woche hält Van Putten [83] aus biologischer Sicht für unbedenklich.

Tab. 2: Säugezeiten und -häufigkeiten von Sauen in Abhängigkeit vom Haltungssystem

Autor	Beobachtungszeit	Säugezeit in %	Säugehäufigkeit pro Tag
Einzelhaltung mit Fixierung der Sau			
Bergenthal – Menzel – Severing [129]	1 – 3 Woche	21,5	36,3
Hesse [24]	1 - 4 Woche	8,4	20,0
Götz [57]	1. Woche		37,0
	2. Woche		40,0
	3. Woche		41,0
	4. Woche		35,0
Gertken [126]	3. Tag		31,7
	10. Tag		33,7
	17. Tag		31,3
	24. Tag		30,0
Braun und de Baey – Ernsten [40]	3. Tag		31,7
	10. Tag		33,7
	17. Tag		31,1
	24. Tag		30,0
Einzelhaltung ohne Fixierung der Sau			
Hesse [24]	1 - 4 Woche	11,2	23,7
Pajor et al. [130]	0 - 28 Tag		26,4
Gruppenhaltung ohne Umstallen			
Hesse [24]	1 - 4. Woche	8,2	16,9-18,5
Houwers et al. [131]	1. Woche		30,0
	3. Woche		26,0
	4. Woche		20,0
Boe [52]	1. Woche		23,5
	2. Woche		26,6
	3. Woche		20,4
	4. Woche		4,8
Braun und de Baey-Ernsten [40]	3. Tag		36,2
	10 Tag		34,3
	17 Tag		23,2
	24 Tag		19,0
Pajor et al. [130]	0 - 28. Tag		24,8
Pitts et al. [128]	6. Tag		22,0
	27. Tag		27,0
Integrierte Gruppenhaltung			
Koomans [127]	1.Woche		30,0
	3.Woche		26,0
	4.Woche		20,0
Gertken [126]	3. Tag		36,2
	10. Tag		34,3
	17. Tag		23,2
	24. Tag		19,0

2.4.5 Abliegeverhalten

Das in der Literatur beschriebene Verhalten von Wildschweinen entspricht qualitativ dem Verhalten von Hausschweinen im Freiland [117, 107]. Schlichting [19] weist jedoch darauf hin, dass zum Beispiel durch einen züchterisch veränderten Körperbau beim Hausschwein das artgemäße Abliegeverhalten erschwert und mögliche Funktionen beeinträchtigt werden können.

Gundlach [84] beobachtete in seiner Untersuchung ein schonendes Verhalten der Bache gegenüber ihren Frischlingen, die nur in seltenen Fällen Ferkel erdrückt. Hieraus schloss er, dass Schweine über Verhaltensabläufe verfügen, die dem Erdrücken vorbeugen. Schmid [25] untersuchte das Verhalten der Muttersauen und Ferkel beim Abliegen näher. Er unterteilt das Abliegen in Vorabliege- und der Abliegephase. In der ersten Phase, der Vorabliegephase, stieß die Muttersau die Rüsselscheibe in das Bodenmaterial und wendete dieses. Diese Phase dauerte zwischen 10 und 60 Sekunden und endete meistens mit dem Niederknien der Sau. Dies bestätigt die Beobachtung von Signoret [132], dass Sauen, bevor sie sich niederlegen, mit der Schnauze das Streu pflügen. Blackshaw [133] nahmen wahr, dass die Sauen sich im Kreis bewegten, bevor sie sich niederließen. In der zweiten Phase, der Abliegephase, legten sich die Sauen meisten halbseitlich hin und nahmen danach vollständig die Seitenlage ein [16]. Selten beobachtete Schmid [16], dass sich die Sauen direkt auf den Bauch legten oder die Hinterhand beim Abliegen an die Wand legten. Schlichting [19] weist darauf hin, dass schwere Sauen meistens auch körperlich schwerfällig sind und sich daher beim Abliegevorgang gerne an seitliche Buchtenbegrenzungen abstützen. In Abb. 13 sind die verschiedenen Abliegearten nochmals dargestellt.

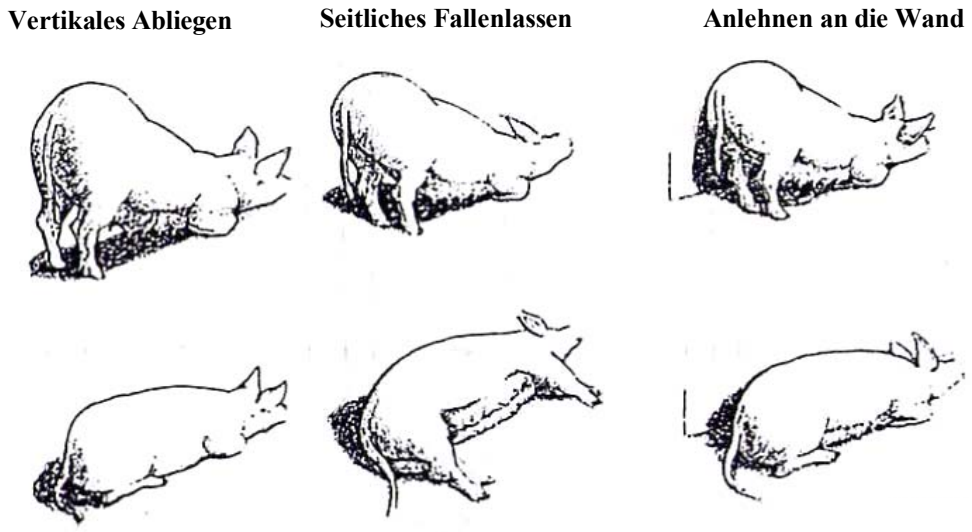


Abb. 13: Verschiedene Abliegearten von Sauen [19]

Schmid [25] registrierte fünf Verhaltensweisen bei der Muttersau und ihren Ferkeln, die dem Erdrücken vorbeugen sollen. Es handelt sich hierbei um die folgenden Verhaltensabläufe, die Schmid [16] als Verhaltenssicherungen bezeichnet:

1. Gruppieren erfolgt bzw. nicht erfolgt
   Beim Niederknien der Muttersau sind die Ferkel gruppiert bzw. nicht gruppiert.
2. Ferkelgruppe beachtet bzw. nicht beachtet
   Beim Abliegen beachtet die Muttersau die gruppierten Ferkel bzw. beachtet sie nicht, indem sie ihre Hinterhand auf die entgegengesetzte bzw. auf die Seite der gruppierten Ferkel legt.
3. Seitensprung
   Beim Abliegen der Sau verhindert das Ferkel durch einen „Seitensprung“, dass es unter der Sau eingeklemmt wird.
4. Robben
   Die Muttersau reagiert auf das Quieken eines eingeklemmten Ferkels durch Verschieben oder Anheben ihres entsprechenden Körperteils.
5. Selbstbefreiung
   Das beim Abliegen eingeklemmte Ferkel kann sich durch heftige Körperbewegungen selber befreien.

Als Primärfunktion führt Schmid [16] das Gruppieren der Ferkel an. Er beobachtete, dass die Gefahr des Erdrückens in Abliegevorgängen in denen die Ferkel nicht gruppiert waren,

deutlich höher war. Dieses Ergebnis zeigt, dass ein unbehindertes Abliegeverhalten der Muttersau vom Verhalten der Ferkel abhängig ist [16].

Die Gefahr des Erdrückens ist in den ersten Lebenstagen der Ferkel am höchsten [77]. Als Ursache für das Erdrücken kann der Wechsel sowohl zwischen der Position Stehen, Sitzen und Liegen als auch zwischen der Bauch- und Seitenlage angeführt werden. [79, 53]. Die meisten Erdrückungen registrierten Vieullie et al. [79] in der Zeit von 16:00 Uhr bis 4:00 Uhr, welches die Periode mit einer niedrigen menschlichen Aktivität in der Nähe der Sau war.
Als einen Einflussfaktor auf das Erdrücken nennt Weary [53] die Buchtengestaltung, da sie einen Einfluss auf den Wechsel der Körperpositionen der Sau ausübt.
Weitere Einflussfaktoren sind Wurfzahl, Wurfgröße, Geburtsgewicht der Ferkel und die Gewichtszunahme [134, 77, 53]. Ferkel mit einem geringem Geburtsgewicht und geringen Gewichtszunahmen werden meistens erdrückt. Als Erklärung hierfür nennt Baumann [135], dass hungrige Ferkel meistens langsamer und desorientiert und daher weniger in der Lage sind, den Bewegungen der Sau auszuweichen. Nach Fraser [134] halten sich hungrige Ferkel verstärkt im Bereich der Sau auf und versuchen Milch aufzunehmen. Diese Situation geht mit einer erhöhten Erdrückungsgefahr einher.

2.4.6 Verhaltensanomalien

Für das Erfassen und Beurteilen von Verhaltensstörungen sind genaue Kenntnisse des „normalen“ Verhaltens einer Tierart in einer für diese Tierart artgerechten bzw. natürlichen Umgebung eine Voraussetzung [136]. Kennzeichnend für eine Verhaltensstörung ist eine Abweichung vom „normalen“ Verhalten, die sowohl die Frequenz, Dauer oder die Sequenz von Verhaltenselementen als auch an die Objekte, an die das Verhalten gerichtet ist, betreffen kann.
Fraser [137] verweist darauf, dass Veränderungen des Verhaltens unter dem Einfluss von Infektionskrankheiten, Stoffwechselstörungen oder irgendwelche Körperschäden auftauchen. Es gibt eine Reihe von ungewöhnlichen Verhaltensweisen, die in keinem Zusammenhang mit anatomischen oder physiologischen Störungen stehen. Für die Abgrenzung von Verhaltensstörungen zu Verhaltensanpassungen ist es notwendig, zusätzliche Kennzeichen für die Verhaltensstörungen anzuführen [136].
Ein Verhalten, bei dem ein Tier sich selber oder seinen Artgenossen medizinisch feststellbare Schäden zufügt, ist eindeutig als Verhaltensstörung zu bezeichnen. Anders ist

es bei Verhaltensweisen, die keine sichtbar erkennbaren Schäden zur Folge haben, wie zum Beispiel das Stangenbeißen bei Schweinen im Kastenstand. Bewegungsstereotypien und Handlungen an Ersatzobjekten sind verstärkt in Haltungssystemen zu beobachten, die die Bewegungsfreiheit der Tiere stark einschränken und dem Tier eine reizarme Umwelt bieten [138].
Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Verhaltensstörungen dann auftreten, wenn das Tier nicht in der Lage ist, mit einer entsprechenden Anpassung im Verhalten auf seine Umwelt zu reagieren [136].

Die Äußerung einer entstandenen Verhaltensstörung kann sich in verschiedenen Formen zeigen, zum Beispiel als Stereotypien, Leerlaufhandlungen oder Handlungen am Ersatzobjekt. Beim Schwein werden solche Aktivitäten besonders häufig mit der Schnauze ausgeübt [139]. Als Stereotypien werden Verhaltensweisen bezeichnet, bei denen das Tier über eine bestimmte Zeit kurzfristig aufeinander folgend die gleiche Bewegung ohne einen offensichtlichen Zweck ausführt, zum Beispiel Stangenbeißen [140, 141].
Die Erscheinungsform von Verhaltensanomalien ist in erster Linie von der Ausstattung des Stalls abhängig, da die Einrichtung als solche Stereotypien in Art und Umfang begrenzt. Tab. 3 zeigt die in der Literatur genannten Verhaltensanomalien für Schweine.

Stereotypien können besonders häufig in Situationen von Konflikten und Frustration beobachtet werden [142, 143]. Verhaltensstörungen signalisieren haltungsbedingte Konflikte der Tiere. Extreme Raumbeschränkung und eine reizarme Umwelt sind nach Fraser [137] häufig die Ursache von Kannibalismus, verringerter Mütterlichkeit, erhöhter Aggressivität, Teilnahmslosigkeit und anderen Verhaltensstörungen.

Tab. 3: Vorkommende Verhaltensstörungen bei Schweinen in verschiedenen Altersstufen (modifiziert nach [139])

Verhaltensweisen	Saug-ferkel	Absatz-ferkel	Mast-schwein	Mutter-tier
Schwanz- und Ohrenbeißen	X	X	X	
Kannibalismus		X	X	
Gegenseitiges Besaugen		X	X	
Stangenbeißen		X		X
Analmassage			X	
Trauern			X	X
Leerkauen				X
Schaumkauen				X
Übermäßiges Wassersaufen				X
Zähneknirschen				X
Weben				X
Infatophie (Flucht vor den eigenen Jungen)				X
Kronismus (Ferkelfressen)				X

Arey [144] verweist darauf, dass Sauen, die während der Geburt in ihrer Bewegung eingeschränkt sind, häufig Zeichen von Unruhe und Frustration zeigen. Sauen in Kastenständen scheinen kontinuierlich mit dem Stall durch Beißen, Wühlen und Stoßen zu kämpfen [106]. Cronin et al. [145] beobachteten einen typischen Verhaltensablauf beim erstmaligen Einsperren von Jungsauen im Kastenstand. In der ersten Phase versuchten die Sauen aus den Kastenständen auszubrechen. Die Jungsauen warfen sich gegen die seitliche Abtrennung, pressten den Rüssel in eine Ecke des Futtertroges und zeigten aggressives Verhalten gegenüber Sauen in den benachbarten Kastenständen. In der zweiten Phase reagierten die Sauen durch lange Liege- oder Sitzzeiten mit einem passiven Verhalten auf die Situation. Diese Phase endete mit wieder ansteigender Aktivität. Die Sauen beschnupperten, beleckten und bissen in die Eisenstangen über ihrem Futtertrog. Diese Verhaltenselemente wurden in zunehmenden Sequenzen gezeigt, bis schließlich in der Phase vier jede Sau ihre typische Bewegungsstereotypie erworben hatte [145].

Fraser [146] führt die Entwicklung von oralen Stereotypien auf die restriktive Fütterung der Tiere zurück. Er beobachtete bei restriktiv gefütterten Sauen ein verstärktes Auftreten von

Stangenbeißen und Leerkauen. Durch das Verabreichen von losem Stroh zum Kauen und Bearbeiten zeigte sich eine Reduzierung in der Ausübung der oralen Verhaltensweisen [146]. Vestergaard und Hansen (zitiert in [139]) bestätigen diese Aussage. Sie stellten in ihrer Untersuchung fest, dass durch die Verabreichung von Stroh die Frequenz des Auftretens von Stangenbeißen und Weben bei angebundenen Sauen abnahm.

Als eine schwere Verhaltensstörung kann das Ferkelfressen angesehen werden. Fraser [137] unterscheidet zwischen dem einfachen Ferkelfressen und der „Bösartigkeit der Sau“. Das einfache Ferkelfressen erfolgt ohne eine besondere Erregung der Sau. Bei der „Bösartigkeit der Sau“ werden die Ferkel in heftiger Erregung von der Muttersau getötet und gefressen. Dieses Verhalten ist auf eine Enthemmung des Brutverteidigungsinstinktes zurückzuführen. Beide Formen des Ferkelfressens sind nach Fraser [137] eindeutige Hinweise für unbefriedigende Umweltverhältnisse.

In natürlicher Umgebung werden etwa 100 verschiedene Verhaltensweisen von der Sau ausgeübt. In einem geschlossenen Stall werden die Verhaltensweisen auf etwa 33 reduziert (Stolba zitiert in [143]). Dantzer [143] vermutet, dass Verhaltensweisen wie Nahrungssuche-, Erkundungs- und Fluchtverhalten umgeleitet werden und sich in Form von Stereotypien äußern.

3 Tiere, Material und Methoden

3.1 Aufstallungsformen

Für die vorliegende Untersuchung standen zum Jahresbeginn 1999 vier räumlich getrennte zwangsbelüftete Stallabteile mit jeweils sechs strohlos betriebenen Abferkelbuchten für säugende Sauen zur Verfügung. In Abb. 14 ist der Grundriss des Abferkelstalls dargestellt. Jedes der vier Abteile wurde in der Mitte durch den Futter- und Versorgungsgang geteilt. Rechts und links davon waren jeweils drei Abferkelbuchten (L, 2500 mm; B, 2000 mm) angeordnet.

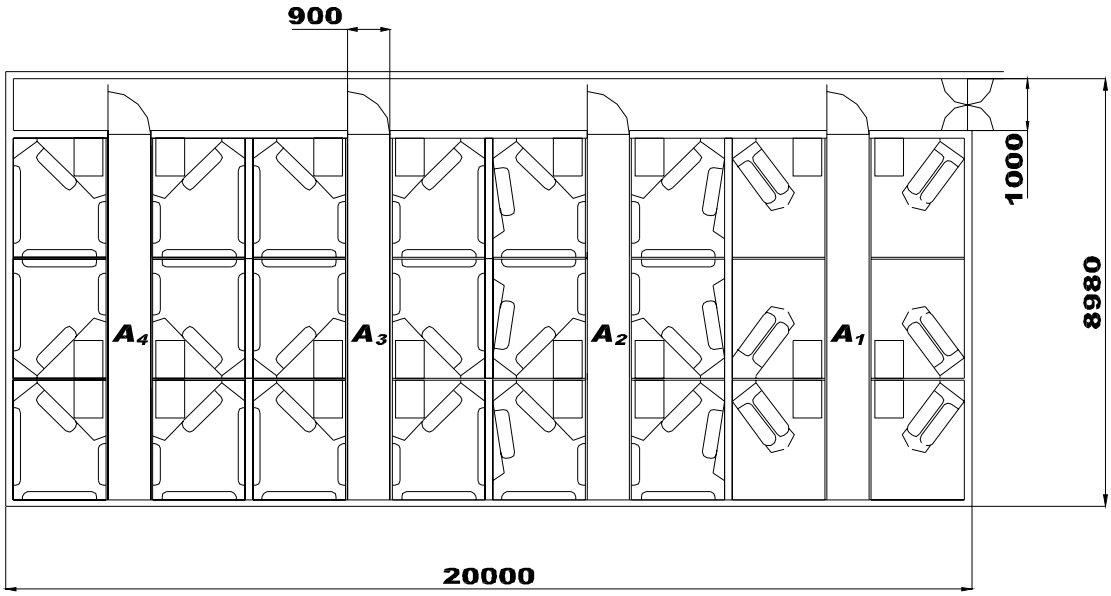


Abb. 14: Grundriss des Abferkelstalls

A_1, Abteil 1; A_2, Abteil 2; A_3, Abteil 3; A_4, Abteil 4; Maßangaben in mm.

Jedes Abteil verfügte über denselben Grundriss und eine baugleiche, separat steuerbare Porenkanallüftung (Fa. Fancom, Niederlande). Die Außenluft trat über zwei Zuluftöffnungen am Anfang und Ende des Versorgungsganges in den Abferkelbereich ein. Hier konnte die Luft durch Heizungsrohre vorgewärmt werden. Aus dem gemeinsamen Versorgungsgang gelangte die Zuluft in die Porenkanäle der einzelnen Abteile. Die Lüftungskanäle befanden sich oberhalb des Futtergangs. In jedem Abteil befand sich an der Decke am Ende des Futtergangs ein Abluftventilator, der in Abhängigkeit von der erwünschten Stalltemperatur geregelt wurde.

Die Abferkelbuchten waren mit vollperforierten Kunststoffböden (Fa. MIK, Marienhausen) ausgestattet. In jeder Bucht befand sich ein wasserbeheiztes Ferkelnest (Fa. MIK, Marienhausen) mit den Maßen 600x800 mm. Sie befanden sich an der Buchtenwand zum Versorgungsgang, so dass eine einfache Kontrolle durch das Personal möglich war (Abb. 14).

An der Außenwand des zentralen Versorgungsgangs waren Fenster. In den einzelnen Abteilen waren keine Fenster vorhanden; natürliches Licht fiel lediglich indirekt durch je ein Fenster in jeder Abteiltür ein. Für die Beleuchtung waren fünf Leuchtstoffröhren installiert (jeweils zwei Röhren über der rechten bzw. linken Seite und eine Röhre über dem Futtergang). Nachts blieb die Leuchtstoffröhre über dem Futtergang als Orientierungsbeleuchtung eingeschaltet. Ein Wechsel von Tag- auf Nachtbeleuchtung erfolgte mittels einer Zeitschaltuhr um 17.00 Uhr und von Nacht- auf Tagbeleuchtung um 7.00 Uhr.

Die Grundausstattung der Buchten war demzufolge in allen vier Abteilen identisch. Die Unterschiede zwischen den Aufstallungsvarianten beschränkten sich auf die Bewegungsmöglichkeit der Sau sowie auf erhöhte Buchtenwände und zusätzliche Ferkelschutzbügel in den Buchten, in denen sich die Sau, mindestens temporär, frei bewegen konnte. Die Abtrennung zwischen den Buchten und innerhalb der Buchten war weitgehend einheitlich. Die aus Standardteilen gefertigte Stalleinrichtung (Fa. Laake, Langen) wurde für die Versuchsvariante lediglich geringfügig modifiziert. Im Folgenden werden die vier Aufstallungsvarianten detailliert dargestellt.

In Abteil 1 (A_1) befanden sich praxisüblichen Kastenständen, in Diagonalaufstallung mit hochverlegtem Trog (Abb. 15). In diesem Haltungssystem war die Sau vom Einstall- bis zum Ausstalltag fixiert.

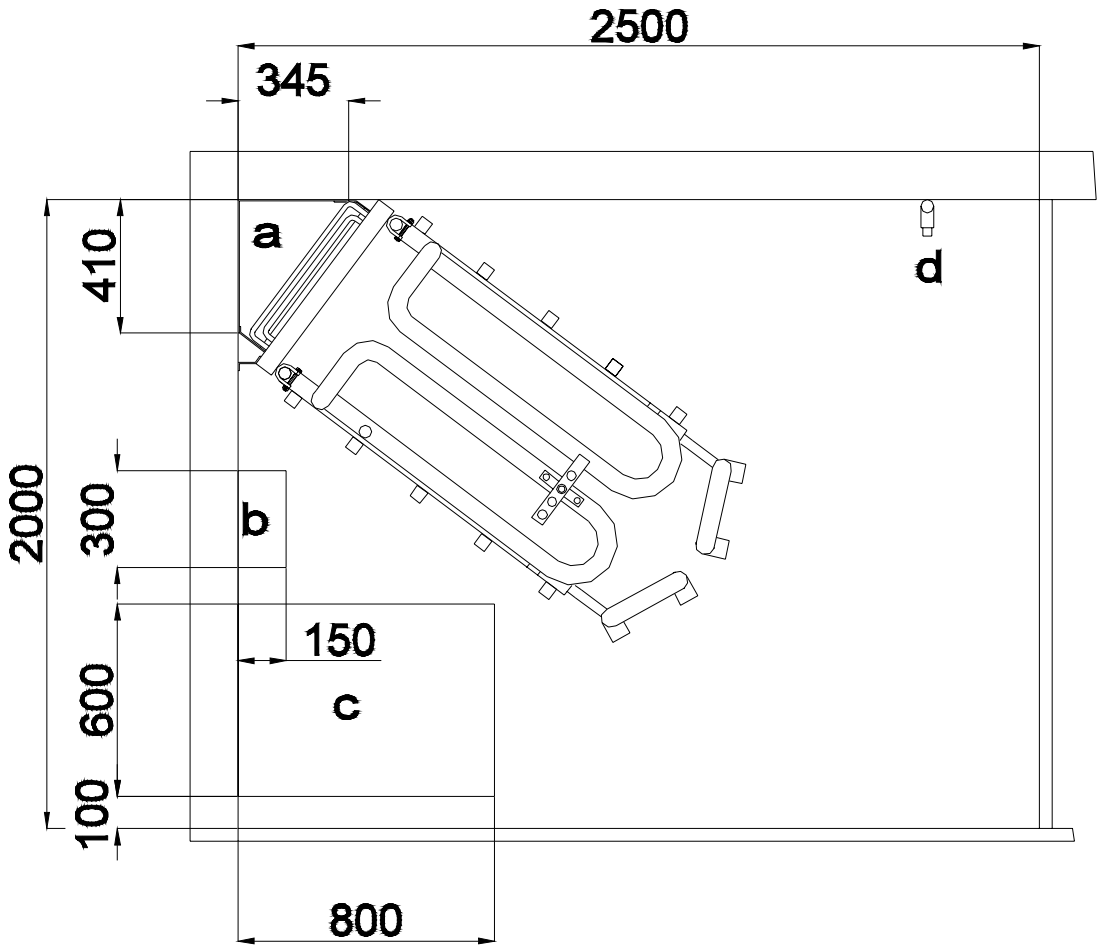


Abb. 15: Grundriss einer Bucht in Abteil 1, konventioneller Kastenstand (Haltungsvariante A_1)

a, Futtertrog mit integrierter Tränke der Sau; b, Beifutterautomat der Ferkel; c, Ferkelnest; d, Ferkeltränke; Maße in mm.

Die Aufstallung in Abteil 2 (A_2) entsprach weitgehend der in A_1. Der Kastenstand wurde nach dem Kastrieren der Ferkel (ca. 10. Lebenstag) geöffnet. Beide Seitenflügel wurden nach Umdrehen der hinteren Bügel im aufgeklappten Zustand fixiert (Abb. 16).

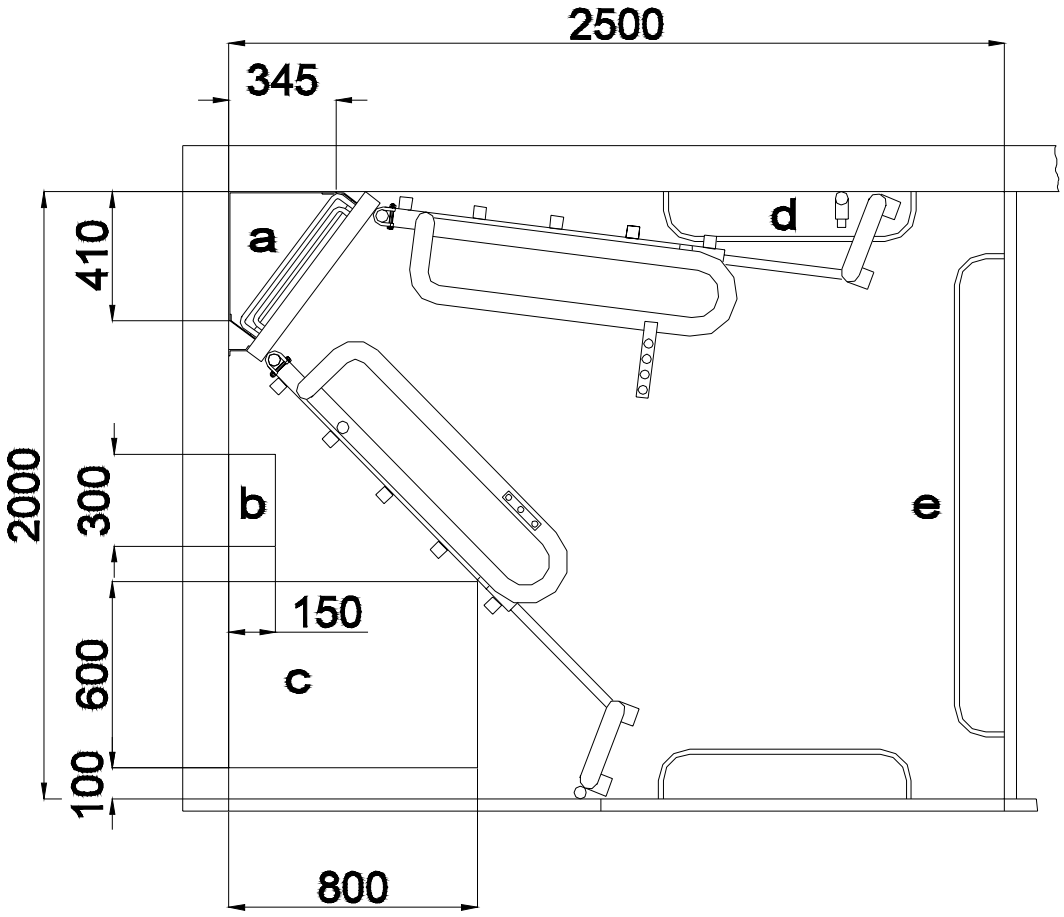


Abb. 16: Grundriss einer Bucht in Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen (Haltungsvariante A_2)

a, Futtertrog mit integrierter Tränke der Sau; b, Beifutterautomat der Ferkel; c, Ferkelnest; d, Ferkeltränke; e, Ferkelschutzbügel; Maße in mm.

Bei der Aufstallung in Abteil 3 (A_3) handelte es sich um eine aus dem Kastenstand entwickelte Bewegungsbucht (Abb. 17). Vom ursprünglichen Kastenstand war noch ein Seitenflügel vorhanden, der zur Abtrennung des Ferkelbereiches genutzt wurde. Durch Umschwenken dieses Gitters und Umstecken des hinteren Bügels war es möglich, eine Fixierung der Sau an der Wand vorzunehmen. Während der gesamten Versuchszeit wurde diese Fixierung der Sau jedoch nicht verwendet.

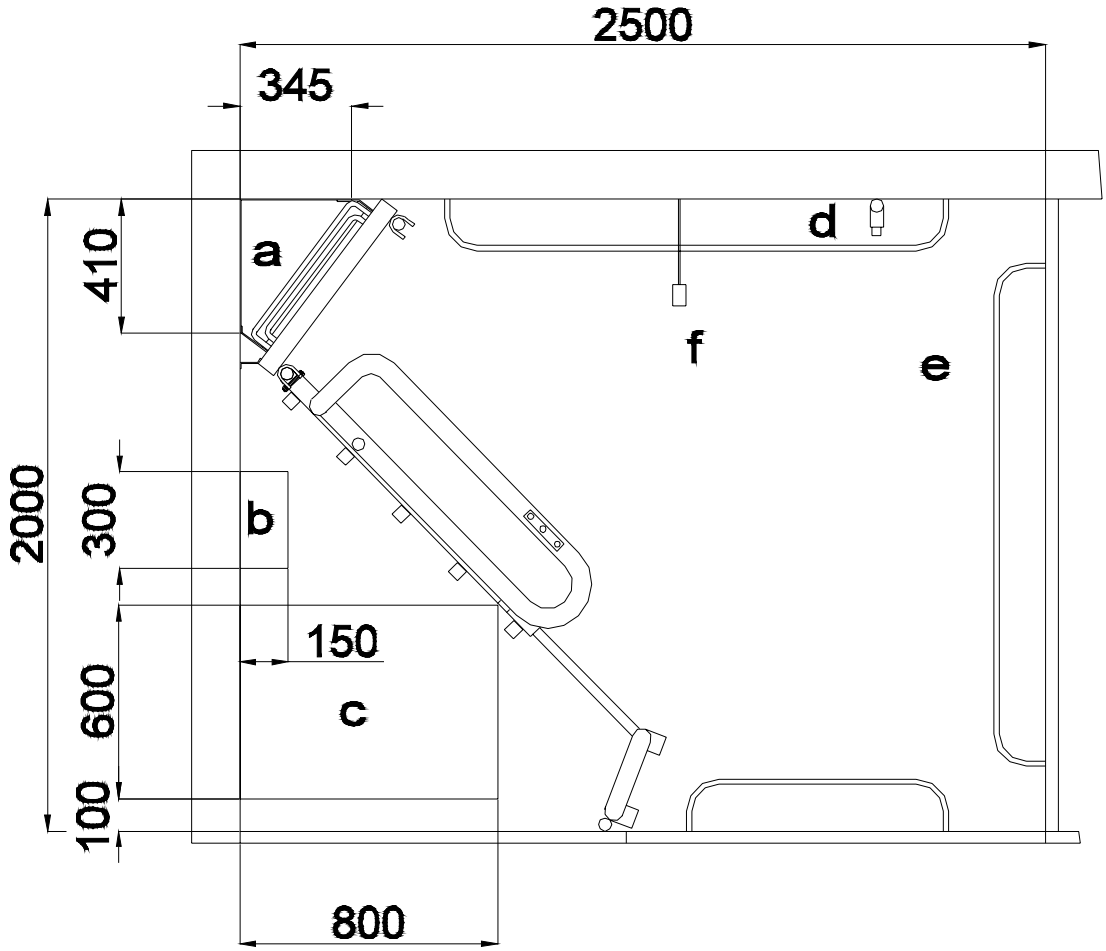


Abb. 17: Grundriss einer Bucht in Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung der Sau (Haltungsvariante A_3)

a, Futtertrog der Sau; b, Beifutterautomat für Ferkel; c, Ferkelnest; d, Ferkeltränke; e, Ferkelschutzbügel; f, Riegel zur Fixierung; Maße in mm.

In Abteil 4 (A_4) befanden sich Bewegungsbuchten. Der Unterschied zu A_3 bestand darin, dass keine Möglichkeit der Fixierung der Sau bestand (Abb. 18).

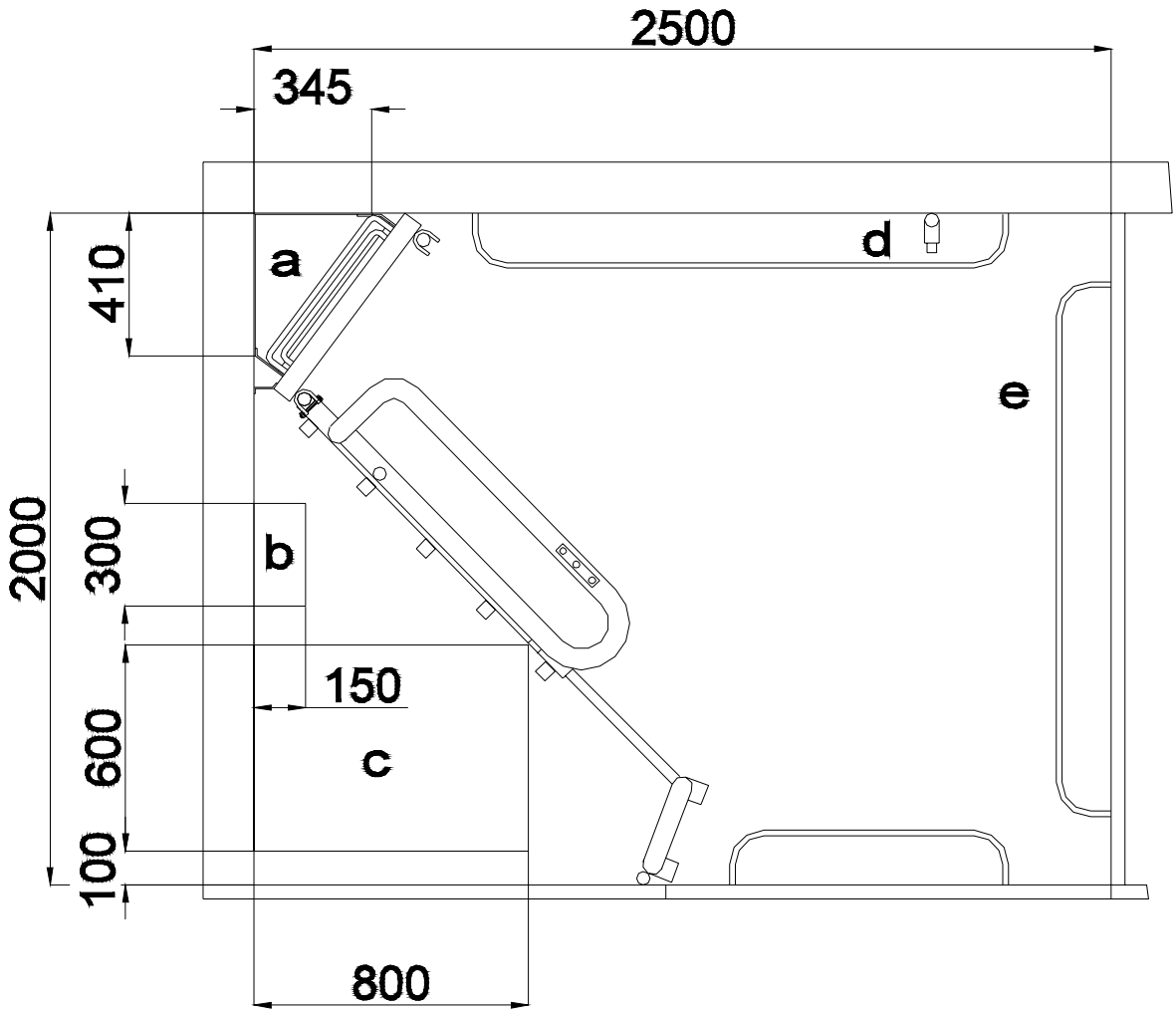


Abb. 18: Grundriss einer Bucht in Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung der Sau (Haltungsvariante A_4)

a, Futtertrog der Sau; b, Beifutterautomat für Ferkel; c, Ferkelnest; d, Ferkeltränke; e, Ferkelschutzbügel; Maße in mm.

In den Abteilen A_2, A_3, und A_4 wurden die Buchtentrennwände aufgrund der Bewegungsmöglichkeit für die Sau von 600 mm auf 1100 mm erhöht. Zusätzlich wurden an den Buchtenwänden Ferkelschutzbügel angebracht, um zu vermeiden, dass die Ferkel an der Wand erdrückt werden.

3.2 Tiere, Fütterung und Herdenführung

In der Versuchswirtschaft Relliehausen der Universität Göttingen wurden im Versuchszeitraum etwa 140 produktive Sauen und ihre Nachzucht gehalten. Die Anteile der verschiedenen Genotypen am Sauenbestand sind in Abb. 19 dargestellt.

Der Sauenbestand wurde durch Eigenremontierung ergänzt. Das Einbringen fremder Genetik erfolgte ausschließlich durch den Zukauf von Sperma.

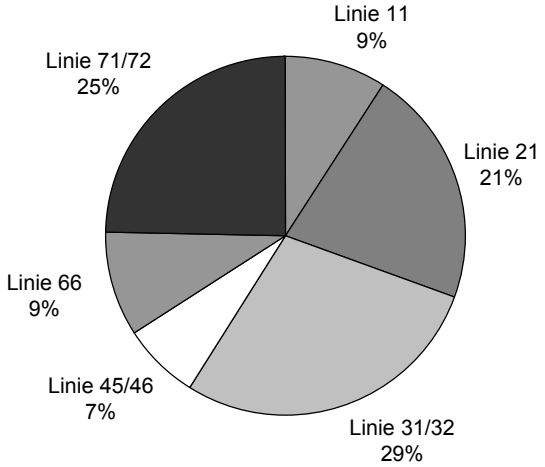


Abb. 19: Prozentualer Anteil der verschiedenen Genotypen des Sauenbestandes der Versuchswirtschaft Relliehausen

Linie 11: Deutsche Landrasse; Linie 21: Large White x Deutsche Landrasse; Linie 31/32: Deutsche Landrasse x Large White; Linie 45/46: Hampshire x Pietrain; Linie 66: Pietrain; Linie 71: Deutsches Sattelschwein x Linie 21; Linie 72: Bunte Bentheimer x Linie 21 (Stand Mai 2000).

Die Fütterung der Sauen im Abferkelbereich erfolgte per Hand. Die Position der Tröge ist der Abb. 14 zu entnehmen. Zu Beginn des Versuchs wurden die Sauen zweimal gefüttert und zwar gegen 6.00 Uhr und gegen 9.00 Uhr. Am 04.07.2000 wurden Vorratsfütterer (Fa. Mannebeck, Schüttorf) eingebaut. Hierdurch hatte die Sau die Möglichkeit, sich ihre Tagesration individuell einzuteilen. Die Vorratsbehälter wurden per Hand einmal am Tag gegen 7.00 Uhr morgens mit Futter aufgefüllt.

Die Sauen erhielten zunächst ein Alleinfutter für säugende Sauen (Fa. Hemo, Scheden). Diese Futtermischung war mit einem Energiegehalt von 12,6 MJ ME und 17 % Rohprotein

ausgewiesen. Eine Umstellung des Sauenfutters erfolgte im Mai 2001. Die Sauen bekamen ab diesem Zeitpunkt das Alleinfutter Fertila L (Fa. Hemo, Scheden), das mit einem Energiegehalt von 13,4 MJ ME und einem Rohproteingehalt von 18 % deklariert war.

Ab dem Ende der ersten Lebenswoche wurden die Ferkel mit einem Ferkelaufzuchtfutter (Fa. Hemo, Scheden), das mit einem Energiegehalt von 16,0 MJ ME und 20,0 % Rohprotein ausgewiesen war, beigefüttert. Die Positionen der Futterautomaten sind in den Abbildungen 2 bis 5 dargestellt.

Bis zur Umstallung in dem Abferkelbereich waren die Jungsauen in Dreiflächenbuchten und Sauen, die mindestens einmal geferkelt hatten, in einer Großgruppenhaltung mit Abruffütterung untergebracht. Etwa eine Woche vor dem errechneten Geburtstermin wurden die Sauen aus dem Wartestall ausgestallt, gewaschen und in den Abferkelbereich eingestallt. Nach einer Säugezeit von etwa drei Wochen wurden die Sauen im jeweiligen Abteil gleichzeitig abgesetzt und in das Deckzentrum umgestallt.
Es wurde darauf geachtet, dass die Abteile immer vollständig belegt waren. Konnten keine sechs hochtragenden Sauen zeitgleich eingestallt werden, so wurden in den noch freistehenden Buchten niedertragende Sauen oder Ammen eingestallt.

3.3 Erhobene Merkmale

Für den Vergleich der vier beschriebenen Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) wurden einzelne Parameter für die Zuchtleistung, die Tiergesundheit, das Tierverhalten, die Haltungsumwelt und die Wirtschaftlichkeit herangezogen. Die Datenerfassung erfolgte vom 20.04.2000 bis zum 25.04.2002. Der Versuch wurde in zwei Versuchsabschnitte, Versuchsabschnitt I (V_I) und Versuchsabschnitt II (V_{II}), unterteilt. In V_I wurde keinerlei Stroh eingesetzt, in V_{II} wurde den Sauen um den berechneten Abferkeltermin Stroh angeboten. Die Umstellung von V_I auf V_{II} erfolgte abteilweise unterschiedlich im Frühjahr 2001. Während alle erhobenen Merkmale für den gesamten Versuchszeitraum erfasst wurden, wurden die ethologischen Parameter nur in sechs Durchgängen je Abteil und Versuchsabschnitt ausgewertet.

3.3.1 Leistungsmerkmale

Die Leistungsdaten wurden während der gesamten Versuchszeit vom Stallpersonal erfasst. In der Auswertung wurden die folgenden Merkmale herangezogen:

- Sauengewicht,
  erfasst jeweils einmal am Ein- und Ausstalltag durch Wiegung am Vormittag auf eine handelsüblichen Viehwaage (Fa. Baumann, Theirsheim),
- Wurfzahl,
- Anzahl lebend geborener Ferkel,
  erfasst beim Auffinden des Wurfs, aus den Beobachtungszeiten ergab sich eine maximale Zeitspanne zwischen Geburt und Auffinden von ca. 20 Stunden,
- Anzahl totgeborener Ferkel,
  erfasst beim Auffinden des Wurfs, aus Beobachtungszeiten ergab sich eine maximale Zeitspanne zwischen Geburt und Auffinden von ca. 20 Stunden, erfasst wurde das Gewicht durch Wiegung mit einer handelsüblichen Waage,
- Geburtsgewicht der Ferkel,
  erfasst innerhalb der ersten drei Lebenstagen durch Wiegung, der Zeitpunkt des Wiegens ergab sich über den Wochentag, Ferkel, die am Wochenende geboren wurden, wurden erst am folgenden Werktag mit einer Industriewaage (Fa. Sartorius, Göttingen) gewogen,
- Anzahl abgesetzter Ferkel,
- Absetzgewicht der Ferkel am Absetztag,
- Aufzuchtverluste mit Datum, Zeitpunkt, Körpergewicht und Ursache,
  erfasst beim Auffinden eines verendeten Ferkel, als Zeitpunkt des Verendens wurde das Datum und die Tageszeit beim Auffinden festgehalten, aus den Arbeitszeiten ergab sich eine maximale Zeitspanne von ca. 20 Beobachtungsstunden,
- erste Belegung nach dem Absetzen, zur Berechnung der Serviceperiode,
  die Serviceperiode umfasst den Zeitraum zwischen dem Absetzen der Ferkel und der ersten Wiederbelegung [147].

Zusätzlich wurden mit Hilfe von Videoaufzeichnungen die Geburtsdauer und der Zeitabstand zwischen den einzelnen Ferkeln festgehalten. Hierbei wurde der Beginn der Geburt definiert als Austreten des ersten Ferkels. Als Ende der Geburt wurde das Austreten des letzten Ferkels festgelegt.

3.3.2 Physiologische und pathologische Parameter

Als einziger physiologischer Parameter diente die Rektaltemperatur der Sau. Deren Messung erfolgte einmal je Laktation am Abferkeltag nach der Geburt. Dabei fand ein handelsübliches Digitalthermometer (Fa. Onrom, Mannheim) Verwendung.

Als pathologischer Parameter wurde die Bonitierung nach der Methode EKESBO [97] durchgeführt. Sauen und Ferkel wurden auf Verletzungen (Kratzer, Schürfungen und Wunden) und weitere Auffälligkeiten (Schwielen, Schwellungen und Geschwüre) untersucht. Die Bonitierung wurde bei den Sauen jeweils einmal am Tag des Ein- bzw. Ausstallens und bei den Ferkeln am Tag des Absetzens durchgeführt. Abb. 20 zeigt die wichtigsten bei der Bonitierung berücksichtigten Körperstellen.

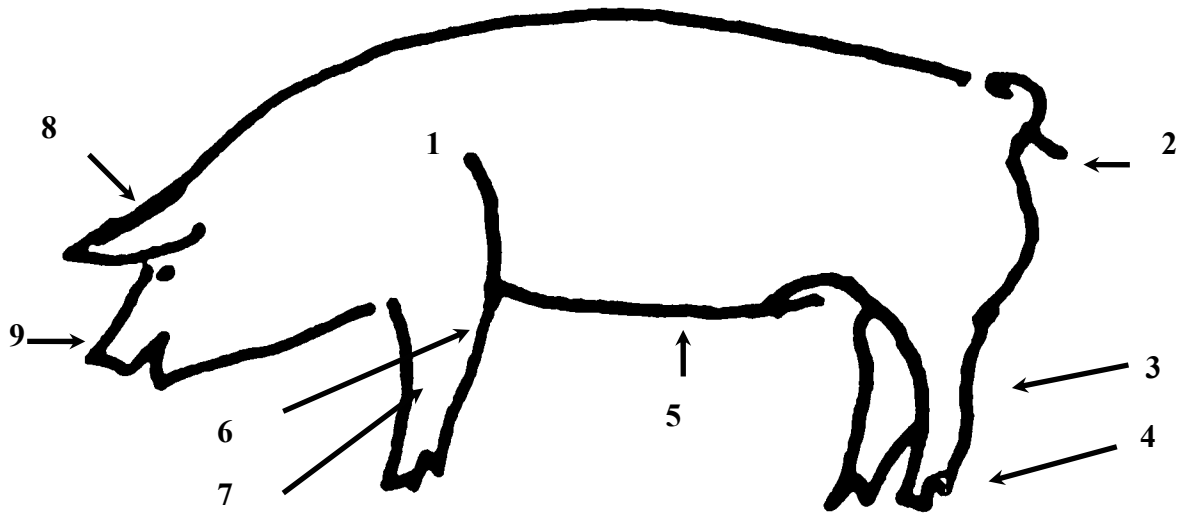


Abb. 20: Schematische Darstellung der wichtigsten, bei der Bonitierung berücksichtigten Körperstellen.

1, Schulterblatt; 2, Vulva; 3, Sprunggelenk; 4, Afterklaue; 5, Gesäuge; 6, Unterarm; 7, Vorderfußwurzelgelenk; 8, Ohr; 9, Nase

Zusätzlich wurden Art der Verschmutzung, Ernährungszustand sowie auftretende Lahmheiten bei den Sauen erfasst. Im Anhang befindet sich ein Bonitierungsbogen zur Beurteilung von Sauen (Abb. A1).

Als Kratzer wurden in Anlehnung an Lembeck [148] Risse in der Haut von über 5 cm

Länge bei den Sauen bzw. von über 2 cm Länge bei den Ferkeln definiert. Als Schürfungen wurden flächige, leichte Verletzungen des oberen Hautepithels erfasst. Verletzungen, bei denen das Hautepithel abgetragen war, wurden als Wunden registriert. Bei den Wunden wurde zusätzlich festgehalten, ob sie bei den Sauen bzw. Ferkeln größer als 5 cm bzw. 2 cm waren. Beim Ernährungszustand wurden fünf Klassen von stark unterernährt bis stark überernährt unterschieden.

3.3.3 Ethologische Parameter

Die Untersuchung ethologischen Parameter erfolgte durch die Auswertung von Videoaufzeichnungen sowie durch Direktbeobachtungen.

3.3.3.1 Videoaufzeichnungen

In zwei Buchten je Abteil waren Videokameras installiert. Die Aufzeichnung der Bilder der insgesamt acht Kameras erfolgte durch zwei Einheiten aus Quadsplit-Gerät (Fa. Panasonic Deutschland GmbH, Hamburg) und Videorekorder (Fa. Panasonic Deutschland GmbH, Hamburg). Dabei wurden im Zeitraffermodus 72 Stunden auf 180 Minuten zusammengefasst. Abb. 23 zeigt die Anbringung der Kameras exemplarisch an A_1.

Aufgezeichnet wurde vom Einstalltag bis zum Tag des Absetzens der Ferkel nach einer dreiwöchigen Säugezeit. Damit das Verhalten der Tiere auch nachts gefilmt werden konnte, blieb, wie bereits wie in Kapitel 3.1 erwähnt, eine Leuchtstoffröhre über dem Futtergang kontinuierlich eingeschaltet. Es waren hierdurch keine Veränderungen im Verhalten der Tiere zu erwarten, da die Sauen diese Beleuchtung bereits vorher als Orientierungsbeleuchtung gewohnt waren.
Mittels Verhaltensbeobachtungen wurden folgende ethologische Parameter ausgewertet: Aktivitäts- und Ruheverhalten, Nestbauverhalten, Abliegeverhalten und Säugeverhalten.
Zur Datenerfassung standen Aufzeichnungen von 24 Laktationen zur Verfügung.
Die Auswertung der Verhaltensweisen erfolgte mit dem Programmpaket “The Observer” (Version 4.0, Noldus, Niederlande).

3.3.3.1.1 Aktivitäts- und Ruheverhalten

Die Auswertung der Aufzeichnungen erfolgte für den Zeitraum der ersten Woche ante partum (a.p.) bis einschließlich der dritten Woche post partum (p.p.). Erfasst wurden mit der *time-sampling* Methode im 5- Minuten Intervall die in Tab. 4 dargestellten Merkmale.

Tab. 4: Definition der erfassten Parameter des Aktivitäts- und Ruheverhaltens

Verhaltensmerkmal	Definition
Stehen	Die Sau steht still oder bewegt sich stehend.
Sitzen	Die Sau sitzt auf der Hinterhand, beide Vorderbeine sind gestreckt.
Liegen, Bauch	Die Sau liegt auf dem Brustbein, beide Gesäugeleisten und alle Beine sind nicht zu sehen.
Liegen, Schräglage	Die Sau liegt nicht ganz auf der Seite, eine Gesäugeleiste und zwei ausgestreckte Beine sind sichtbar.
Liegen, Seitenlage	Die Sau liegt auf der Seite, beide Gesäugeleisten und vier ausgestreckte Beine sind zu sehen.

Zusätzlich wurde für alle Verhaltensweisen die Ausrichtung der Sau auf der Buchtenfläche registriert (Abb. 21).

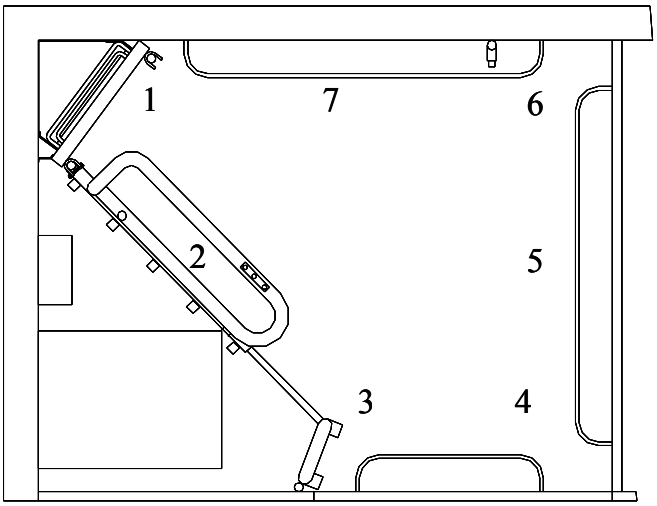


Abb. 21: Möglichkeiten der Ausrichtung der Sau auf der Buchtenfläche;

1, Trog; 2, Ferkelnest; 3 bzw. 4 Futtergang, 5 bzw. 6 Nachbarbucht, 7, Wand.

Bei der Kastenstandhaltung (A_1) und der Kastenstandhaltung zum Öffnen (A_2) entfiel die Erfassung dieser Position aufgrund der fehlenden Wahlmöglichkeit für die Sau.
Die Festlegung der Position erfolgte über die Richtung, in die der Kopf der Sau zeigte.

3.3.3.1.2 Nestbauverhalten

Zur Erfassung des Nestbauverhaltens wurden die Merkmale Wühlen bzw. Pseudowühlen, Scharren, Bearbeiten von Buchtengegenständen sowie in V_{II} Beschäftigen mit Stroh herangezogen. Außerdem wurde zusätzlich die jeweilige Aktivität (Stehen, Sitzen, Liegen und Drehen) der Sauen erfasst. Die Merkmale Stehen, Sitzen, Liegen und Drehen wurden mit herangezogen, um zu bewerten, ob die Aktivität und damit die Unruhe der Sau vor der Geburt ansteigt. Das Merkmal Drehen lag vor, wenn die Sau sich in der Liegeposition um 180° wendete.
In Anlehnung an den Untersuchungen von Weber [149] und Stolba [117] wurden die sechs Stunden vor der Geburt kontinuierlich ausgewertet. Erfasst wurden die Häufigkeiten der einzelnen aufgetretenen Merkmale.

3.3.3.1.3 Abliegeverhalten

Das Abliegeverhalten der Muttersau wurde in den ersten vier Tagen p.p. kontinuierlich analysiert. Neben dem Verhalten der Muttersau wurde auch das Verhalten der Ferkelgruppe in Anlehnung an das Ethogramm von Schmid [25] erfasst. Zur Beurteilung des Abliegeverhaltens wurden die in Tab. A1 im Anhang aufgeführten Parameter herangezogen.

3.3.3.1.4 Säugeverhalten

Um einen Einfluss der zusätzlichen Bewegungsmöglichkeit auf das „Mutter-Kind-Verhalten“ untersuchen zu können, wurde das Säugeverhalten an den Tagen 1, 3, 7, 14 und 18 p.p. herangezogen. Beim Säugeverhalten wurde festgehalten, ob die Sauen stehend oder liegend säugten. Letzteres wurde weiter differenziert in rechte bzw. linke Seitenlage. Ein Saugakt lag vor, wenn mindestens 75 % der Ferkel eines Wurfs sich gleichzeitig am Gesäuge befanden und eindeutig ein Massieren zu erkennen war.
Die Auswertung der Videoaufzeichnung erfolgte für die oben genannten Tage kontinuierlich. Erfasst wurden die Säugehäufigkeit und die Säugedauer.

3.3.3.2 Direktbeobachtung

Der Frage nach Verhaltensabweichungen der Sauen wurde mittels Direktbeobachtungen nachgegangen. Je Laktation erfolgte eine Beobachtung für eine Zeit von zwei Stunden zwischen dem vierten und sechsten Tag p.p..

Eine Einstufung als stereotype Verhaltensweise erfolgte, wenn das Verhalten mindestens eine Minute andauerte und eindeutig einer der unten definierten Stereotypien zugeordnet werden konnte. Es wurden die in Tab. 5 definierten Verhaltensabweichungen festgehalten.

Tab. 5: Definition der erfassten Verhaltensabweichungen

Verhaltensabweichung	Definition
Stangenbeißen	Beißen an Gitterstäben der Bucht oder der vorderen Abgrenzung des Kastenstandes
Leerkauen	Kaubewegungen ohne Material im Maul
Schaumkauen	Leerkauen verbunden mit einer starken Speichelbildung
Zähneknirschen	Aneinanderreiben von Ober- und Unterkiefer
Wassersaufen	übermäßige Wasseraufnahme oder Manipulation der Tränke

Direktbeobachtungen wurden mit dem Event Recorder des Programmpaketes „The Observer“ (Noldus, Niederlande) durchgeführt und ausgewertet. Es wurden die Häufigkeiten der Abweichungen und die Dauer des Auftretens notiert. Direktbeobachtungen zu Verhaltensabweichungen wurden bei 303 Laktationen (Tab. A2, Anhang) durchgeführt.

3.3.3.3 Strohgaben

Während die einzelnen Haltungsvariante A_1 bis A_4 im Versuchsabschnitt V_I vollständig strohlos bewirtschaftet wurden, erhielten die Sauen in Versuchsabschnitt V_{II} um den Abferkeltermin herum einwandfreies Weizenlangstroh der vorangegangenen Ernte. Hierzu wurden zwei Tage vor dem berechneten Abferkeltermin Raufen (Abb. 22) in A_1 und A_2 am Kastenstand, und in A_3 am Gitter zum Ferkelnest befestigt. Es wurde darauf geachtet, dass die Raufen in diesen drei Abteilen in jeder Bucht an der gleichen Stelle fixiert wurden.

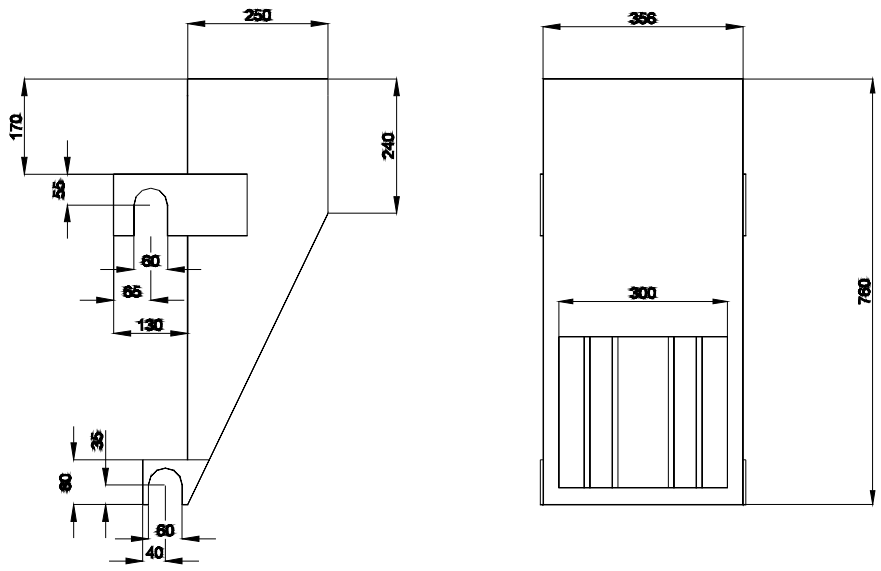


Abb. 22: Seiten- (links) und Frontansicht der Strohraufe, Maße in mm

In A_4 wurden Bleche unter dem Trog angebracht, um Stroh am Boden anzubieten.

Unabhängig von der Darbietungsform erhielt jede Sau zwei Tage vor dem berechneten Abferkeltermin 500 g Stroh. Die Raufen wurden ca. zwei Tage nach der Geburt aus der Bucht entfernt, demgegenüber verblieben die Bleche in A_4 während des gesamten Abschnitts V_{II} im Abteil. Unabhängig von der Darreichungsform wurde zwei Tage nach der Geburt das noch in der Raufe bzw. auf dem Blech befindliche Stroh entfernt und zurückgewogen.

Neben der Strohmasse wurden über die Videoaufzeichnungen für die zwei Kameratiere je Abteil die Häufigkeit der Besuche an der Raufe und die Beschäftigungsdauer mit Stroh kontinuierlich erfasst.

3.3.4 Parameter der Haltungsumwelt

Die Erfassung der Stallluftemperatur und der relativen Luftfeuchte der Außenluft erfolgte kontinuierlich durch eine vorhandene Wetterstation. Für die Bewertung der Haltungsumwelt wurden die in den nachfolgenden Abschnitten dargestellten Parameter erfasst.

3.3.4.1 Relative Luftfeuchte und Stallluftemperatur

Die relative Luftfeuchte und die Lufttemperatur im Stall wurden zu Beginn des Versuches mit jeweils einem Messfühler (Tiny Tag, Fa. Gemini Data Loggers, UK) und ab Juli 2000 mit dem Therm 5500-3 Messgerät (Ahlborn, Holzkirchen) kontinuierlich erfasst.
Die Sensoren wurden in allen vier Abteilen in einer Höhe von 2000 mm angebracht (Abb. 23).

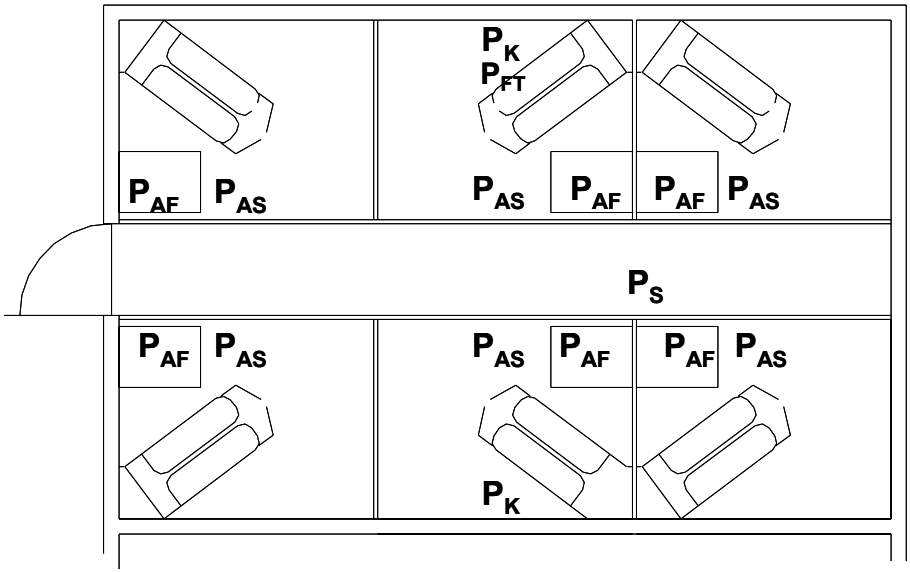


Abb. 23: Messstellen zur Erfassung der Haltungsumwelt sowie Positionen der Videokameras

P_{AF}, Ammoniak (Kopfhöhe Ferkel); P_{AS}, Ammoniak (Kopfhöhe Sau); P_{FT}, Luftfeuchte und –temperatur; P_K, Videokamera und P_s, Staubmessgerät.

3.3.4.2 Abluftvolumenstrom

Der Abluftvolumenstrom für die einzelnen Abteile wurde über die Lüftungsrate des Lüftungscomputers berechnet. Hierfür wurde täglich um 9.00 Uhr morgens am Lüftungscomputer (Fa. Fancom, Panningen NL) der prozentuale Anteil der maximalen Lüftungsrate abgelesen. Über den Kalibrierungsfaktor des Ventilators wurde dann nach Werksangaben aus der Lüftungskapazität der aktuelle Luftvolumenstrom berechnet. Die Erfassung des Luftvolumenstroms erfolgte täglich lediglich einmal für den gesamten Versuchszeitraum für alle vier Abteile.

3.3.4.3 Ammoniakkonzentration

Die Ammoniakkonzentration wurde in den einzelnen Abteilen mit dem PAC III E Gas-Messgerät (Fa. Dräger, Lübeck) dreimal in der Woche gemessen. Der maximale Messbereich des PAC III E ist 200 ppm und die untere Nachweisgrenze 2 ppm. Für die Messung wurden 12 Buchtenstellen innerhalb eines Abteils festgelegt (Abb. 23).

3.3.4.4 Schwebstaubgehalt

Der Schwebstaubgehalt der Stallluft wurde in der Mitte des Versorgungsgangs der entsprechenden Haltungsvariante in einer Höhe von 1500 mm mit dem TEOM 1400 a Staubmessgerät (Fa. Rupprecht & Patashnick Company, USA) gemessen. Das TEOM 1400 a Staubmessgerät dient der Erfassung aller Schwebstaubpartikelgrößen (TSP: „*total suspended particulate matter*“). Es besteht aus zwei Hauptkomponenten: der Messeinheit und der Steuer- und Kontrolleinheit. Die Steuer- und Kontrolleinheit besteht aus Hardware für die Datenverarbeitung, Display, Volumenstromkontroller und Steuerungselektronik. Die Messeinheit umfasst den Probeentnahmekopf und die Mikrowaage [150]. Zuerst fließt die schwebstaubgeladene Probeluft durch den Probenahmekopf. In der vorliegenden Untersuchung wurde der TSP - Probeentnahmekopf genutzt. Dieser Probeentnahmekopf führt keine vorsätzliche Beseitigung von Partikeln durch. Er verhindert lediglich die Entnahme von ungewöhnlich großen Partikeln, die nicht repräsentativ für die schwebende Partikelmaterie sind [151]. Da im Probeentnahmekopf ein Volumenstrom von 16,67 l/min vorliegt, wurde die Kontrolleinheit mit einer Teilstromentnahme ausgerüstet. Nach [151] RUPPRECHT und PATASHNICK (1993) wird der Gesamtvolumenstrom in der Teilstromentnahme („*flow splitter*“) in Hauptvolumenstrom (3l/min) zum Massenumformer und Bypass-Volumenstrom (13,67 l/min) geteilt. Nach dem Passieren der Teilstromentnahme gelangt der Hauptvolumenstrom zu einem röhrenförmigen Schwingsstab, der wie eine Mikrowaage arbeitet. Eine elektronische Schaltung erfasst die Schwingungen. Die Frequenz dieser Schwingungen wird gemessen und die Daten von einem Mikroprozessor ausgewertet. Die Frequenzen des Schwingstabes verändern sich durch die Partikelzunahme am Messfilter. Es besteht eine direkte Beziehung zwischen Schwingungen und der Massezunahme am Messfilter [150].

In der vorliegenden Untersuchung stand für die Messung des Schwebstaubgehaltes in der Stallluft nur ein Messgerät zur Verfügung, so dass eine gleichzeitige Messung in den verschiedenen Haltungsvarianten nicht möglich war. Das Staubmessgerät wurde in wöchentlichen Abständen in ein anderes Abteil umgesetzt. Der Schwebstaubgehalt der Luft

wurde in den einzelnen Abteilen in der ersten Säugewoche kontinuierlich alle 30 Minuten gemessen. Die Positionierung des Gerätes ist in Abb. 23 dargestellt.

3.3.4.5 Buchtenverschmutzung

Für die Beurteilung der Buchtenverschmutzung wurden die Buchten in vier Hauptbereiche unterteilt. Jeder dieser Bereiche wurde in vier Unterbereiche differenziert (Abb. 24).
Die Beurteilung der Buchtenverschmutzung wurde einmal pro Woche durchgeführt. Nach subjektivem Ermessen wurden die einzelnen Bereiche in fünf Klassen von sauber bis sehr stark verschmutzt eingeteilt. Für eine bessere Übersichtlichkeit der Daten wurde die Verschmutzung der einzelnen Bereiche und der gesamten Buchtenfläche in Prozent umgerechnet. Dies so berechnete Merkmal wird im Rahmen dieser Arbeit als Verschmutzungsgrad bezeichnet.

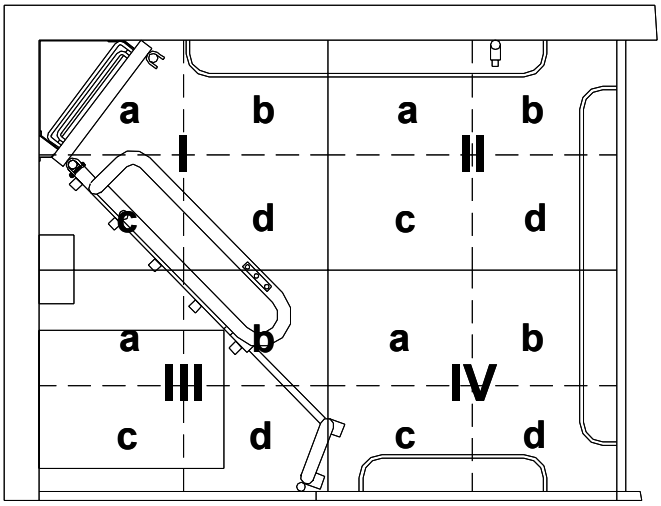


Abb. 24: Schematische Einteilung einer Bucht zur Beurteilung der Buchtenverschmutzung;
I – IV, Hauptbereiche; a – d, Unterbereiche

3.3.5 Arbeitszeitbedarf

Der Arbeitszeitbedarf im Abferkelbereich wurde von April bis Oktober 1999 erfasst [152]. Hierfür wurden die einzelnen Arbeitsabläufe ermittelt und die Gesamtarbeit in verschiedene Arbeitselemente differenziert. Die Zeitaufnahme erfolgte mit einer Stoppuhr und Protokollierung per Hand. Es wurden Arbeiten aus den folgenden vier Gruppen erfasst:

- Routinearbeiten, wie zum Beispiel Füttern der Sau,
- Sonderarbeiten, der Sau zuzuordnen, wie zum Beispiel Einstallen der Sau

- Sonderarbeiten, den Ferkeln zuzuordnen, wie zum Beispiel Kastrieren der Ferkel
- Sonderarbeiten, dem Stall zuzuordnen, wie zum Beispiel Kot kehren.

3.4 Datenauswertung

Die Dateneingabe und Datenorganisation erfolgte mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel 2000 unter dem Betriebssystem Microsoft Windows XP. Die anschließende Datenauswertung wurde mit dem Statistikprogramm SAS 8.01 unter dem Betriebsystem Microsoft Windows 2000 durchgeführt. Für die Auswertung des Datenmaterials wurden folgende Prozeduren genutzt:

- FREQ (Deskriptive Statistik, Erstellen von Häufigkeitstabellen)
- MEANS (Deskriptive Statistik, Berechnung von Mittelwerten und damit in Verbindung stehende Kennwerte)
- UNIVARIATE (Deskriptive Statistik, weiterführende Lage- und Streuungsmaße, u.a. Test auf Normalverteilung)
- GLM (klassische Varianzanalyse)
- NPAR1WAY (nicht parametrische Varianzanalyse und Kruska-Wallis Test).

3.4.1 Datengrundlage

Im Rahmen des hier vorgestellten Versuchs wurden Daten von insgesamt 140 verschiedenen Sauen erhoben. Zahlreiche Sauen ferkelten im Versuchsverlauf mehrfach, so dass insgesamt 318 Würfe zur Auswertung zur Verfügung standen. Davon entfielen auf die Haltungsvarianten A_1 77 Würfe, A_2 79 Würfe, A_3 76 Würfe bzw. A_4 86 Würfe.
In Tab. A3 im Anhang ist dargestellt wie viele Würfe je Haltungsvariante und Wurfnummer zur Auswertung zur Verfügung standen. 170 Laktationen entfielen auf V_I, 146 Laktationen auf V_{II}.

Alle nachfolgenden beschriebenen Auswertungen, sowohl die Sauen- bzw. laktationsbezogenen Daten (z.B. Nestbauverhalten, Wurfgröße) als auch die ferkelbezogenen Daten (z.B. Geburtsgewicht), basieren auf diese erfassten Würfe.
Lediglich für die Auswertung der Leistungsmerkmale standen die Daten aller 318 Würfe zur Verfügung. In allen anderen Fällen lagen nicht alle Informationen über die Würfe vor (z.B. Videoauswertung) und/oder es mussten Beobachtungen aus verschiedenen Gründen aus dem Datensatz gelöscht werden, wie nachfolgend deutlich wird.

3.4.2 Leistungsmerkmale

3.4.2.1 Geburtsdauer

Die Geburtsdauer konnte nur bei den Würfen erfasst werden, für die Videoaufzeichnungen der Geburt vorlagen. Dies war bei 118 Würfen der Fall. Nach den Eliminierungen der Geburten mit Geburtshilfe und den Beobachtungen, bei denen Beobachtungszeiten (z.B. durch Stromausfall) fehlten, stand ein Datensatz von 98 Beobachtungen zur Verfügung. Die Überprüfung der Daten auf Normalverteilung mit der Prozedur „proc univariate“ zeigte, dass keine Normalverteilung gegeben war.
Dementsprechend wurden die Daten mit der nicht parametrischen Varianzanalyse (proc npar1way) aufgearbeitet. Zur Entscheidung über die Signifikanz eines Einflussfaktors wurde der Kruska-Wallis Test herangezogen.

3.4.2.2 Aufzuchtergebnisse und Serviceperiode

Die Auswertung der Aufzuchtergebnisse und der Serviceperiode (Zeitraum vom Absetzen der Ferkel bis zur ersten Wiederbelegung) der Sauen erfolgte mit einem Datensatz von 309 Beobachtungen. Für die Bearbeitung der Serviceperiode wurden die zum Schlachthof abgegangenen Sauen herausgelöscht, so dass im Anschluss ein Datensatz von 273 Beobachtungen zur Verfügung stand.
Da eine Normalverteilung der Leistungsmerkmale und der Serviceperiode nicht gegeben war, erfolgte die weitere Auswertung mit der nicht parametrischen Varianzanalyse (proc npar1way). Für die Entscheidung der Signifikanz eines Einflussfaktors wurde der Kruska-Wallis Test herangezogen.

3.4.2.3 Gewichtsentwicklung der Sauen

Bei 11 Würfen konnte das Körpergewicht der Sauen nicht erhoben werden, so dass der auszuwertende Datensatz 307 Beobachtungen erfasst. Die Daten wiesen Normalverteilung auf und wurden mit dem statistischen Modell in Gleichung (1) ausgewertet. Die Beeinflussung der Messresultate durch verschiedene Faktoren wurden mit der Prozedur „glm“ varianzanalytisch bestimmt, ein Vergleich der Gruppenmittelwerte (lsmeans/pdiff“) wurde durchgeführt und der Standardfehler („stderr“) ermittelt.

$$Y_{ijkl} = \mu + H_i + V_j + W_k + e_{ijkl} \qquad (1)$$

Darin sind:

Y_{ijkl} = individueller Beobachtungswert
μ = Mittel der Grundgesamtheit
H_i = Haltungsvariante (i = A_1, A_2, A_3, A_4)
V_j = Versuchsabschnitt (j = V_I, V_{II})
W_k = Wurfzahl (k = 1, 2-3, 4-10)
e_{ijkl} = Resteffekt

3.4.2.4 Gewichtsentwicklung der Ferkel

Für die Auswertung des Geburtsgewichts, Absetzgewichts, der Zunahmen, des Gewichts der verendeten Ferkel sowie des Alters der verendeten Tiere stand ein Datensatz mit 3657 Beobachtungen aus 312 Würfen zur Verfügung. Für die Darlegung der Gewichtsentwicklung der Ferkel wurden zunächst alle verendeten Ferkel herausgelöscht. Im Anschluss stand ein Datensatz mit 2604 Beobachtungen zur Verfügung. Die Überprüfung der Daten auf Normalverteilung, zeigte dass diese gegeben war. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte varianzanalytisch mit der Prozedur „glm“ nach dem Modell (2).

$$Y_{ijklm} = \mu + H_i + V_j + W_k + t_l + e_{ijklm} \qquad (2)$$

Darin sind:

Y_{ijklm} = individueller Beobachtungswert
μ = Mittel der Grundgesamtheit
H_i = Haltungsvariante (i = A_1, A_2, A_3, A_4)
V_j = Versuchsabschnitt (j = V_I, V_{II})
W_k = Wurfzahl (k = 1, 2-3, 4-10)
t_l = Sau, zufälliger Effekt
e_{ijklm} = Resteffekt

Für die Auswertung des Gewichts und des Alters der verendeten Ferkel wurden aus dem Datensatz mit 3657 Beobachtungen die totgeborenen und abgesetzten Ferkel herausgelöscht. Für die weitere Datenaufbereitung stand danach ein Datensatz mit 736 Beobachtungen zur Verfügung. Da eine Normalverteilung der Daten nicht gegeben war, erfolgte die weitere Auswertung mit der nicht parametrischen Varianzanalyse (proc

npar1way). Der Kruska-Wallis Test wurde für die Entscheidung der Signifikanz einzelner Einflussfaktoren herangezogen.

3.4.3 Physiologische und pathologische Parameter

Bei 299 Würfen wurde die Körpertemperatur der Sauen nach der Geburt erfasst. Die erhobenen Daten waren normalverteilt und wurden mit dem in Gleichung (1) dargestellten statistischen Modell ausgewertet.

Die Auswertung der pathologischen Merkmale der Sauen bzw. der Ferkel erfolgte mit einem Datensatz von 309 bzw. 2627 Beobachtungen. Zunächst wurden mit der Prozedur „freq“ Häufigkeitstabellen erstellt. Um eine bessere Übersichtlichkeit der pathologischen Merkmale zu erhalten, wurden für die Darstellung der Ergebnisse die prozentualen Häufigkeiten aus der Prozedur „freq“ herangezogen. Da die Daten nicht normalverteilt waren, erfolgte die weitere Auswertung mittels nicht parametrischer Verfahren (proc npar1way). Für die Entscheidung bezüglich der Signifikanz der Einflussgrößen wurde der Kruska-Wallis Test herangezogen.

3.4.4 Ethologische Parameter

3.4.4.1 Aktivitäts- und Ruheverhalten

Wie bereits ausgeführt, wurden die Videoaufzeichnungen nur für sechs Durchgänge je Versuchsabschnitt ausgewertet. Somit liegen Informationen über das Aktivitäts- und Ruheverhalten aus 96 Laktationen vor. Bei der Datenorganisation wurden die Ergebnisse der Videoauswertung eines 12 – Stunden Beobachtungsblocks als eine Beobachtung im statistischen Sinne gehandhabt.

Jede dieser Beobachtungen enthielt Informationen darüber, wie häufig ein Tier im Verlauf eines 12 – Stunden Beobachtungsblocks folgende Verhaltensweisen zeigte:

- Stehen
- Sitzen
- Liegen, Bauch
- Liegen, Schräglage
- Liegen, Seitenlage.

Durch verschiedene Probleme (z.B. Stromausfall) summierten sich in einigen Fällen die Häufigkeiten nicht auf 144 Frequenzen. In diesen Fällen wurden die Daten auf einen

einheitlichen Beobachtungszeitraum korrigiert unter der Annahme, dass sich die fehlenden Häufigkeiten so auf die Verhaltensmerkmale aufteilen, wie es bei den erfassten Häufigkeiten der Fall war.

Die Variablen wurden im Wege der klassischen Varianzanalyse (proc glm) mit einem nachfolgenden Mittelwertvergleich (lsmeans/ pdiff stderr) ausgewertet. Dabei kam folgendes Modell (3) zur Anwendung:

$$Y_{ijklmn} = \mu + H_j + V_k + S_l + D_m + l_{ijk} + e_{ijklmn} \qquad (3)$$

Darin sind:

Y_{ijklmn} = individueller Beobachtungswert
μ = Mittel der Grundgesamtheit
H_j = Haltungsvariante (j = A_1, A_2, A_3, A_4)
V_k = Versuchsabschnitt (k = V_I, V_{II})
S_l = Säugetage (l = 1-11 a.p., 0, 1-2 p.p., 3-6 p.p., 7-13 p.p., 14-18 p.p.)
D_m = Tageszeit (m = 6:00 – 17:55, 18:00 – 5:55 Uhr)
l_{ijk} = Laktation innerhalb Abteil und Versuchsabschnitt (i = 1, …, 96)
e_{ijklmn} = Resteffekt

Die statistische Auswertung der Ausrichtung der Sau auf der Buchtenfläche erfolgte ebenfalls nach dem linearen Modell in Gleichung (3). Die Auswertung dieses Merkmals war nur sinnvoll für die Bewegungsbuchten, so dass für die statistische Auswertung hier nur 48 Laktationen zur Verfügung standen.

3.4.4.2 Nestbauverhalten

Die statistische Auswertung des Nestbauverhaltens stützt sich auf einen Datensatz mit 85 Beobachtungen. Zunächst wurden für alle Merkmale die Häufigkeiten berechnet und im Anschluss mit der Prozedur „univariate“ auf ihre Normalverteilung überprüft.
Die Merkmale Stehen, Sitzen, Liegen und Drehen wurden im Wege der klassischen Varianzanalyse („proc glm“) mit dem Modell (4) ausgewertet:

$$Y_{ijklm} = \mu + H_i + V_j + W_k + E_l + (H\,V)_{ij} + e_{ijklm} \qquad (4)$$

Darin sind:

Y_{ijklm} = individueller Beobachtungswert

μ = Mittel der Grundgesamtheit

H_i = Haltungsvariante (i = A_1, A_2, A_3, A_4)

V_j = Versuchsabschnitt (j = V_I, V_{II})

W_k = Wurfzahl (k = 1, 2-3, 4-10)

E_l = Ernährungszustandes beim Einstallen (l = 1-2, 3, 4-5)

$(H\ V)_{ij}$ = Interaktion der genannten Faktoren

e_{ijklm} = Resteffekt

Die Auswertung der Merkmale Wühlen, Bearbeitung der Buchtengegenstände und Drehen erfolgte mit der nicht parametrischen Varianzanalyse (proc npar1way). Zur Entscheidung der Signifikanz eines Einflussfaktors wurde der Kruska-Wallis Test angewendet. Auf eine Auswertung des Merkmals Scharren wurde aufgrund des extrem seltenen Auftretens verzichtet.

3.4.4.3 Abliegeverhalten

Zur Auswertung des Abliegeverhaltens stand ein Datensatz von 879 Beobachtungen aus 71 Würfen zur Verfügung. Die Überprüfung der Daten auf Normalverteilung (proc univariate) zeigte, dass keine Normalverteilung vorlag. Auch eine Transformierung der Daten brachte keine hinreichende Annährung. Die Daten wurden mit der nicht parametrischen Varianzanalyse (proc npar1way) ausgewertet. Zur Entscheidung der Signifikanz eines Einflussfaktors wurde der Kruska-Wallis Test herangezogen.

3.4.4.4 Säugeverhalten

Für die Auswertung des Säugeverhaltens stand ein Datensatz mit 1120 Beobachtungen zur Verfügung. Zunächst wurden alle Beobachtungen von der Auswertung ausgeschlossen, die in der Gesamtbeobachtungszeit um mehr als 600 Sekunden von einem 12-Stunden-Beobachtungszeitblock abwichen. Danach stand für die Auswertung ein Datensatz von 929 Beobachtungen zur Verfügung, die auf 108 Laktationen entfielen. Einige Sauen waren in mehreren, andere Sauen nur während einer Laktation im Versuch. Daher ist auch hier der Begriff Laktation nicht synonym mit Saunummer. Vereinfachend wurde unterstellt, die Laktationen seien alle voneinander unabhängig. Auf jede der Laktationen entfallen mehrere Beobachtungen, die an verschiedenen Laktationstagen (Saugtag) und zu verschiedenen

Tageszeiten (Tag, Nacht) erhoben wurden. Für die statistische Auswertung des Säugeverhaltens wurden die folgenden Merkmale berechnet:

- Dauer des Säugens, gesamt
- Dauer des Säugens im Liegen, gesamt
- Anzahl der Saugakte, gesamt
- Anzahl der Saugakte im Liegen, gesamt
- Mittlere Dauer des Säugens, gesamt
- Mittlere Dauer des Säugens im Liegen, gesamt
- Mittlere Dauer des Säugens auf der rechten bzw. linken Seite
- Mittlere Dauer des Säugens im Stehen.

Nach der Überprüfung auf Normalverteilung erfolgte die Auswertung der Daten nach dem Modell (5). Zunächst wurde die Beeinflussung der Messresultate durch verschiedene Faktoren mit der Prozedur „glm“ varianzanalytisch bestimmt, ein Vergleich der Gruppenmittelwerte („lsmeans/pdiff“) durchgeführt, und der Standardfehler („stderr“) ermittelt.

$$Y_{ijklmn} = \mu + H_j + V_k + S_l + D_m + l_{ijk} + e_{ijklmn} \qquad (5)$$

Darin sind:

Y_{ijklmn} = individueller Beobachtungswert
μ = Mittel der Grundgesamtheit
H_j = Haltungsvariante (j = A_1, A_2, A_3, A_4)
V_k = Versuchsabschnitt (k = V_I, V_{II})
S_l = Säugetage (1, 3, 7, 14, 18)
D_m = Tageszeit (m = 6:00 – 17:55, 18:00 – 5:55 Uhr)
l_{ijk} = Laktation innerhalb Abteil und Versuchsabschnitt (i = 1, …, 108)
e_{ijklmn} = Resteffekt

3.4.4.5 Verhaltensabweichungen

Für die statistische Auswertung der Verhaltensabweichungen stand ein Datensatz von 282 Beobachtungen zur Verfügung. Zuerst wurden mit den Prozeduren „freq“ und „means“ deskriptive Statistiken berechnet. Es zeigte sich, dass das Merkmal „Zähneknirschen“ keinmal und das Merkmal „Scharren“ nur sehr selten auftrat. Aus diesem Grund wurde auf eine weitere statistische Auswertung dieser beiden Merkmale verzichtet.
Im Weiteren wurden für die Parameter „Leerkauen“, „Schaumkauen“, „Stangenbeißen“ und „Manipulation der Tränke“ die Häufigkeit und Gesamtdauer des Vorkommens berechnet.
Die Überprüfung der Daten zeigte, dass die Merkmale nicht normalverteilt waren. Eine Transformierung der Daten brachte aber keine verbesserte Annäherung an die Normalverteilung. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte daher mit der nicht parametrischen Varianzanalyse (proc npar1way). Zur Entscheidung über die Signifikanz eines Einflussfaktors wurde der Kruska-Wallis Test herangezogen.

3.4.4.6 Strohgaben

Ein Datensatz von 146 Beobachtungen aus dem Versuchsabschnitt V_{II} lag für die Auswertung der verbrauchten Strohmengen vor. Da die Daten normalverteilt waren, erfolgte die statistische Auswertung mit Modell (6).

$$Y_{ijklm} = \mu + H_i + G_j + E_k + W_l + e_{ijklm} \qquad (6)$$

Darin sind:

Y_{ijklm} = individueller Beobachtungswert
μ = Mittel der Grundgesamtheit
H_i = Haltungsvariante (i = A_1, A_2, A_3, A_4)
G_j = Durchgang (j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)
E_k = Ernährungszustand beim Einstallen (k = 1, 2, 3, 4,5)
W_l = Wurfzahl (l = 1, 2-3, 4-10)
e_{ijklm} = Resteffekt

Für die Darlegung der Zahl der Raufebesuche und der Beschäftigungsdauer mit Stroh wurde ein Datensatz von 696 Beobachtungen herangezogen. Die Überprüfung der Daten

auf Normalverteilung zeigte, dass keine Normalverteilung vorlag. Auch eine Transformierung der Daten brachte keine hinreichende Annäherung. Die Daten wurden mit der nicht parametrischen Varianzanalyse (proc npar1way) ausgewertet. Zur Entscheidung der Signifikanz eines Einflussfaktors wurde der Kruska-Wallis Test verwendet.

3.4.5 Parameter der Haltungsumwelt

Temperatur und relative Luftfeuchte

Die Auswertung der kontinuierlich erhobenen Daten zur Temperatur und relative Luftfeuchte erfolgte mit einem Datensatz von 27759 Beobachtungen. Zunächst wurden sowohl Beobachtungen mit Fehlwerten als auch Beobachtungen, zu deren Zeit sich keine Tiere im entsprechenden Abteil befanden herausgelöscht. Hiernach stand für die weitere Auswertung für A_1, A_2, A_3 bzw. A_4 ein Datensatz von 19654, 19286, 16674 bzw. 18489 Beobachtungen vor. Mit der Prozedur „means“ wurde deskriptive Statistik berechnet. Eine abschließende Statistik für die Parameter Temperatur und relative Luftfeuchte unterblieb.

Schwebstaubgehalt

Die Auswertung des Schwebstaubgehalts in der Stalluft erfolgte mit einem Datensatz von 25095 Beobachtungen. Zunächst wurden Beobachtungen mit Fehlwerten eliminiert. Zusätzlich wurden alle die Durchgänge, in denen die Messperiode zu kurz war, herausgelöscht. Grundlage hierfür war die Prozedur „gplot“. Danach lag für die weitere statistische Auswertung ein Datensatz von 21804 Beobachtungen vor. Anschließend wurde mit der Prozedur „means“ deskriptive Statistik berechnet. Für die Beschreibung der Unterschiede zwischen den Haltungsvarianten der Mittelwert für jede einzelne Messperiode berechnet, so dass für die weitere Auswertung ein Datensatz von 46 Beobachtungen zur Verfügung stand (vgl. [153]). Anschließend wurde mit der Prozedur „means“ deskriptive Statistik berechnet und die Beeinflussung der Messresultate durch verschiedene Faktoren mit der Prozedur „glm“ varianzanalytisch bestimmt. Hierfür wurde das Modell (7) angewendet.

$$Y_{ijkl} = \mu + H_i + V_j + Z_k + e_{ijkl} \qquad (7)$$

Darin sind:

Y_{ijkl} = individueller Beobachtungswert
μ = Mittel der Grundgesamtheit
H_i = Haltungsvariante (i = A_1, A_2, A_3, A_4)
V_j = Versuchsabschnitt (j = V_I,V_{II})
Z_k = Zahl der abgesetzten Ferkel des Abteils (k = 0-30, 31-50, 51-65)
e_{ijkl} = Resteffekt

NH_3-Konzentration und Luftvolumenstrom

Nach Eliminierung von Fehlwerten und nicht plausiblen Daten stand für die Auswertung der Ammoniakkonzentration und des Luftvolumenstroms ein Datensatz von 340 Beobachtungen zur Verfügung. Dabei wurden nur die Messungen ausgewertet, für die zeitgleich Informationen über die NH_3-Konzentration in der Stalluft und Luftvolumenstrom vorlagen, so dass 119 Beobachtungen die tatsächlich ausgewertete Summe war.
Zunächst wurde mit der Prozedur „means“ deskriptive Statistik berechnet. Das Merkmal Luftvolumenstrom wurde keiner abschließenden statistischen Auswertung unterzogen. Die Beeinflussung der NH_3-Konzentration durch verschiedene Faktoren wurde mit der Prozedur „glm“ varianzanalytisch nach dem Modell (8) bestimmt.

$$Y_{ijklm} = \mu + H_i + D_j + S_m + Z_n + e_{ijklm} \qquad (8)$$

Darin sind:

Y_{ijklm} = individueller Beobachtungswert
μ = Mittel der Grundgesamtheit
H_i = Haltungsvariante (i = A_1, A_2, A_3,. A_4)
Dj = Durchgang (j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12)
S_k = Säugetag (m = ante partum, Geburt, post partum)
Z_l = Zahl der abgesetzten Ferkel des Abteils (k = 0-30, 31-42, 42-65)
e_{ijklm} = Resteffekt

Buchtenverschmutzung

Für die Auswertung der Buchtenverschmutzung stand ein Datensatz von 1259 Beobachtungen zur Verfügung. Für die weitere Auswertung wurden die 16 Teilbereiche zu vier Bereichen zusammengefasst. Zunächst wurde mit der Prozedur „means“ deskriptive Statistik berechnet. Die Überprüfung der Daten auf Normalverteilung zeigte, dass keine Normalverteilung vorlag. Aus diesem Grund wurden die Daten mit Hilfe der nicht parametrischen Varianzanalyse (Proc npar1way) ausgewertet. Für die Entscheidung bezüglich der Signifikanz eines Einflussfaktors wurde der Kruska-Wallis Test herangezogen.

4 Ergebnisse

4.1 Leistungsmerkmale

4.1.1 Geburtsdauer

Der Anteil der Geburten, die nachts beobachtet wurden, war gering. 63 % der Geburten setzten am Tag ein. Abb. 25 stellt die durchschnittliche Geburtsdauer für die einzelnen Haltungsvarianten dar. In der Haltungsvariante A_1 dauerte die Geburt durchschnittlich 170,9 Minuten und war somit durchschnittlich 53,5 Minuten kürzer als in der Haltungsvariante A_2 und 22,3 bzw. 25,0 Minuten kürzer als in der Haltungsvariante A_3 bzw. A_4. Die große Standardabweichung verweist auf erhebliche Unterschiede in der Geburtsdauer. Die maximale Geburtsdauer wurde in A_3 mit 716,0 Minuten beobachtet.

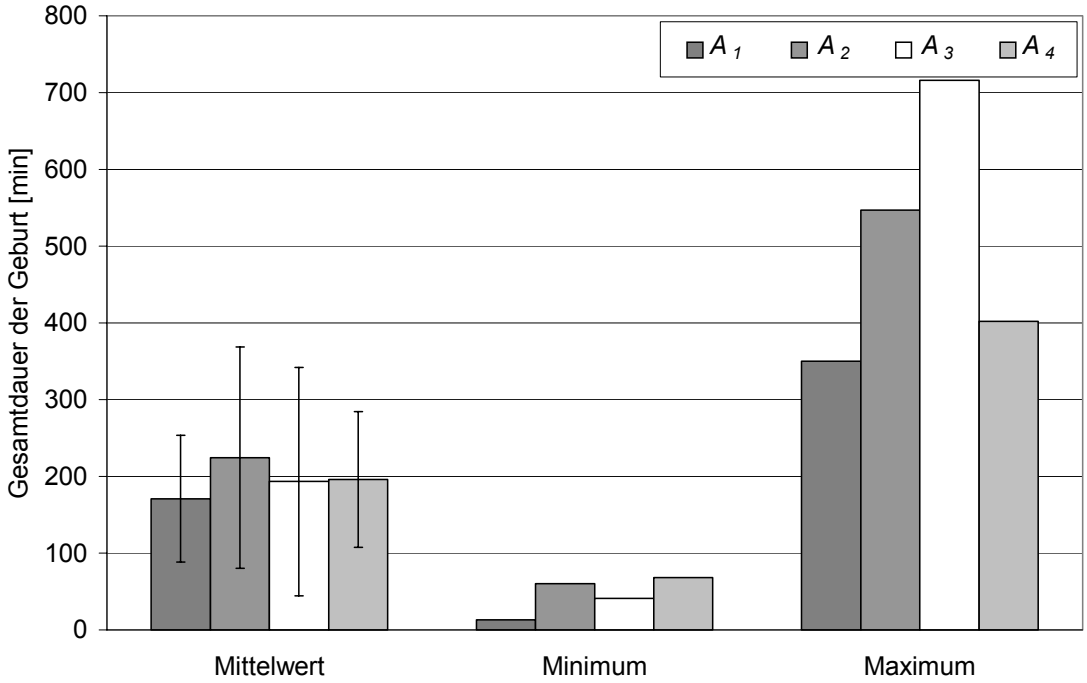


Abb. 25: Gesamtdauer der Geburten für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte (V_I + V_{II})

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung.

Der durchschnittlich kürzeste Abstand zwischen den Ferkeln wurde in A_1 mit 17,5 Minuten registriert und der durchschnittlich längste Abstand mit 24,2 Minuten in A_4 (Abb. 26). Unterschiede in der Gesamtdauer der Geburt zeigten sich auch zwischen den beiden Versuchsabschnitten. In V_{II} mit Vorlage von Stroh war die durchschnittliche Geburtsdauer mit 186,2 Minuten 19,6 Minuten niedriger als in V_I ohne Vorlage von Stroh. Die Standardabweichung war mit 120 Minuten allerdings groß und verdeutlicht die breite Streuung der Einzelwerte. In V_I bzw. V_{II} dauerte die kürzeste Geburt 41 bzw. 13 Minuten und die längste 547 bzw. 716 Minuten. Der durchschnittliche Zeitabstand zwischen den Ferkeln war im Abschnitt mit der Vorlage von Stroh 4,6 Minuten kürzer als im Abschnitt ohne Strohvorlage.

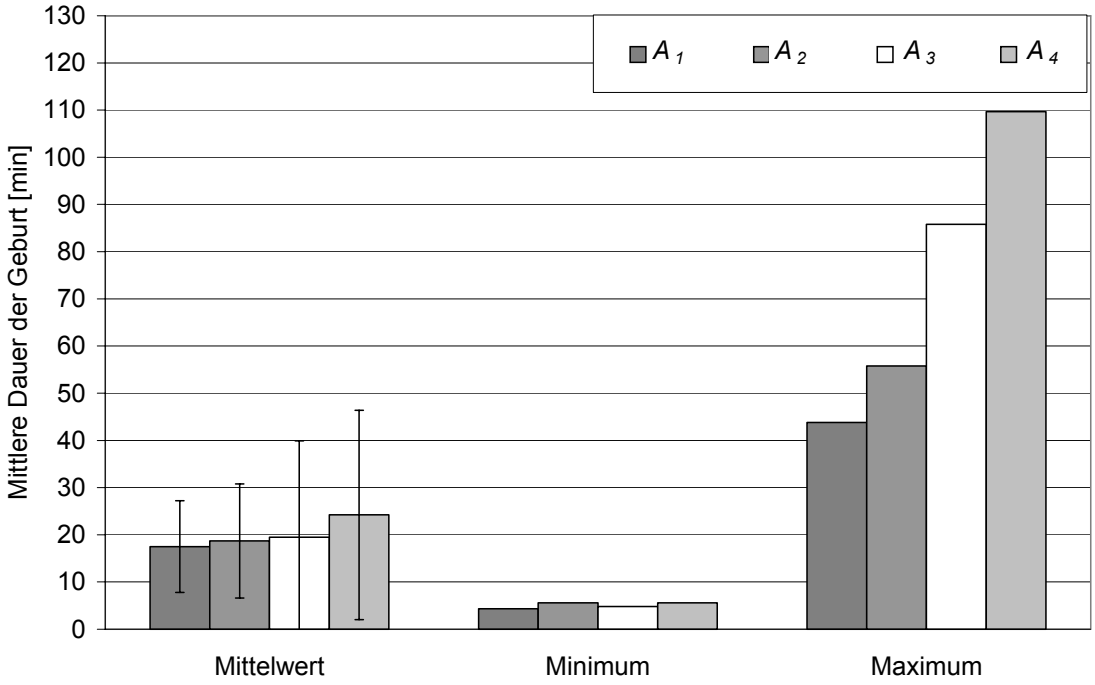


Abb. 26: Durchschnittliche Zeitabstände zwischen den Ferkeln für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte (V_I + V_{II})

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage, V_{II}, Versuchsabschnitt II, Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung.

Tab. 6 fasst die Ergebnisse der nicht parametrischen Varianzanalyse zusammen. Ein Einfluss der Haltungsvariante, der Strohvorlage, der Wurfzahl und des Einstallgewichts der Sauen konnte statistisch nicht abgesichert werden.

Tab. 6: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren (Haltungsvariante, Versuchsabschnitt, Wurfzahl und Körpergewicht) auf die nicht normalverteilten Merkmale Gesamtdauer der Geburt und mittlerer Zeitabstand

	Einflussfaktor			
Kriterium	***A***	***S***	***W***	K_E
Gesamtdauer der Geburt	0,6533	0,2689	0,2668	0,2070
Mittlerer Zeitabstand	0,3493	0,2237	0,9008	0,2312

A, Abteil; *V*, Versuchsabschnitt; *W*, Wurfzahl; K_E, Körpergewicht der Sau beim Einstallen

4.1.2 Aufzuchtergebnisse

Die Sauen waren bezüglich der Wurfzahl mit im Mittel 4,8 Würfen in A_1, 4,4 Würfen in A_2, 4,5 Würfen in A_3 und 4,7 Würfen in A_4 und einer Streuung von 1- 10 Würfen relativ homogen über die einzelnen Haltungsvarianten verteilt. Abb. 27 und Tab. A4 stellen die Aufzuchtergebnisse der Sauen für die einzelnen Haltungsvarianten dar.

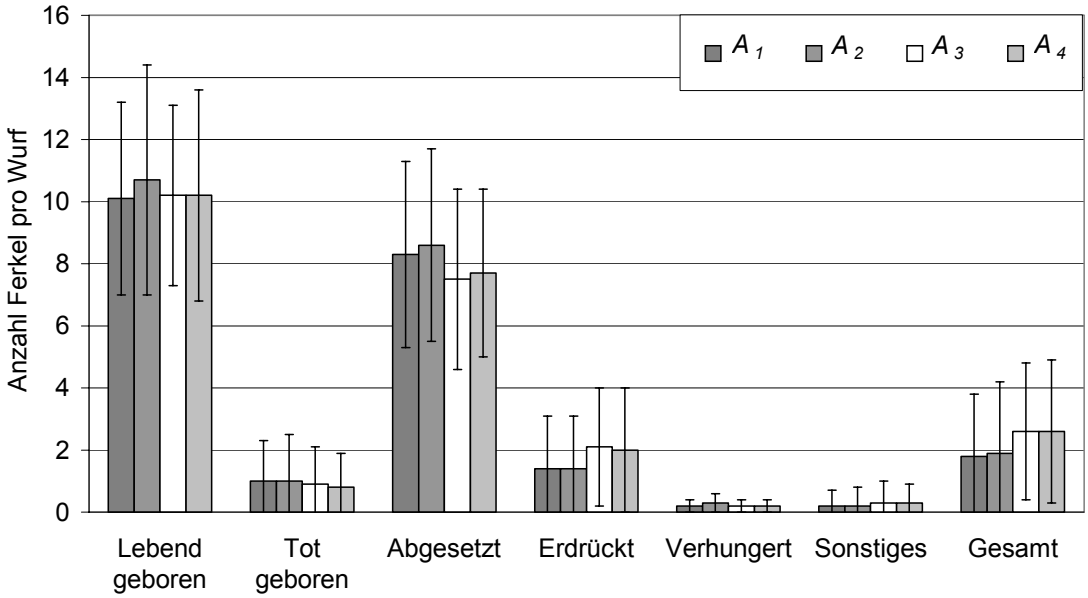


Abb. 27: Durchschnittliche Aufzuchtergebnisse der Sauen für die einzelnen Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung.

Bezüglich der Zahl der lebend geborenen Ferkel zeigten sich nur geringe Unterschiede zwischen den Haltungsvarianten. In A_2 wurden durchschnittlich 10,7 Ferkel pro Wurf lebend geboren, in A_3 und A_4 waren es 10,2 Ferkel pro Wurf und in A_1 10,1 Ferkel pro Wurf. Bei der Zahl der abgesetzten Ferkel pro Wurf zeigten sich dagegen deutliche Unterschiede zwischen den Abteilen. In A_1 wurden je Wurf durchschnittlich 8,3 Ferkel und in A_2 8,6 abgesetzt. Davon unterschieden sich die Bewegungsbuchten mit 7,5 Ferkeln pro Wurf in A_3 und 7,7 Ferkeln pro Wurf in A_4 deutlich. Durchschnittlich wurden in den Bewegungsbuchten 0,8 bzw. 0,6 Ferkel pro Wurf weniger abgesetzt als im konventionellen Kastenstand.

Aus den genannten Größen ergaben sich die Aufzuchtverluste. Sie beliefen sich auf 22,5 %. In A_1 lagen die Aufzuchtverluste bei 17,9 %, in A_2 bei 19,6 %, in A_3 bei 26,9 % und in A_4 bei 25,8 %.
Als Hauptverlustursache ist das Erdrücken durch die Muttersau anzuführen. In A_1 und A_2 wurden durchschnittlich 1,4 Ferkel pro Wurf durch die Muttersau erdrückt. In den Bewegungsbuchten verendeten 0,7 bzw. 0,6 Ferkel pro Wurf mehr an dieser Verlustursache.

In Abb. 28 sind die durchschnittlichen Aufzuchtergebnisse der Sauen in Abhängigkeit von der Strohvorlage dargestellt. Die Aufzuchtverluste in V_{II} waren mit 24,7 % deutlich höher als in V_I mit 20,6 %. Hinsichtlich der Verlustursache Erdrücken durch die Muttersau konnten keine Unterschiede zwischen den beiden Versuchsabschnitten festgestellt werden. Der prozentuale Anteil der Verlustursache Erdrücken an den gesamten Aufzuchtverlusten lag in V_I bei 75,1 % und in V_{II} bei 75,9 %.

Die Zahl der verendeten Ferkel stieg mit zunehmender Wurfgröße. Hauptursache der Ferkelverluste war auch hier das Erdrücken durch die Muttersau. Mit zunehmender Wurfgröße stieg die Zahl der erdrückten Ferkel pro Wurf an.

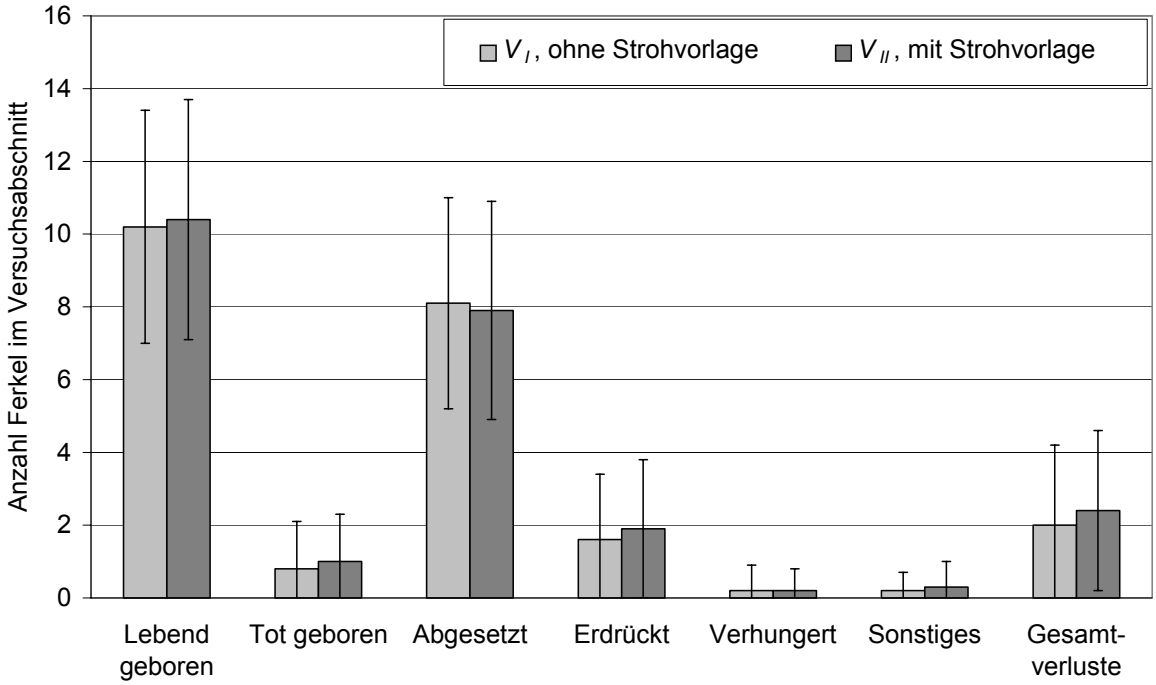


Abb. 28: Durchschnittliche Aufzuchtergebnisse der Sauen in den Versuchsabschnitten ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage

In Abb. 29 sind die Aufzuchtergebnisse der Sauen in Abhängigkeit vom Ernährungszustand dargestellt. Es zeigte sich, dass die Sauen, die bei der Bonitierung als fett eingestuft wurden, höhere Verluste aufwiesen als Sauen mit einer guten Körperkondition („mittel“).

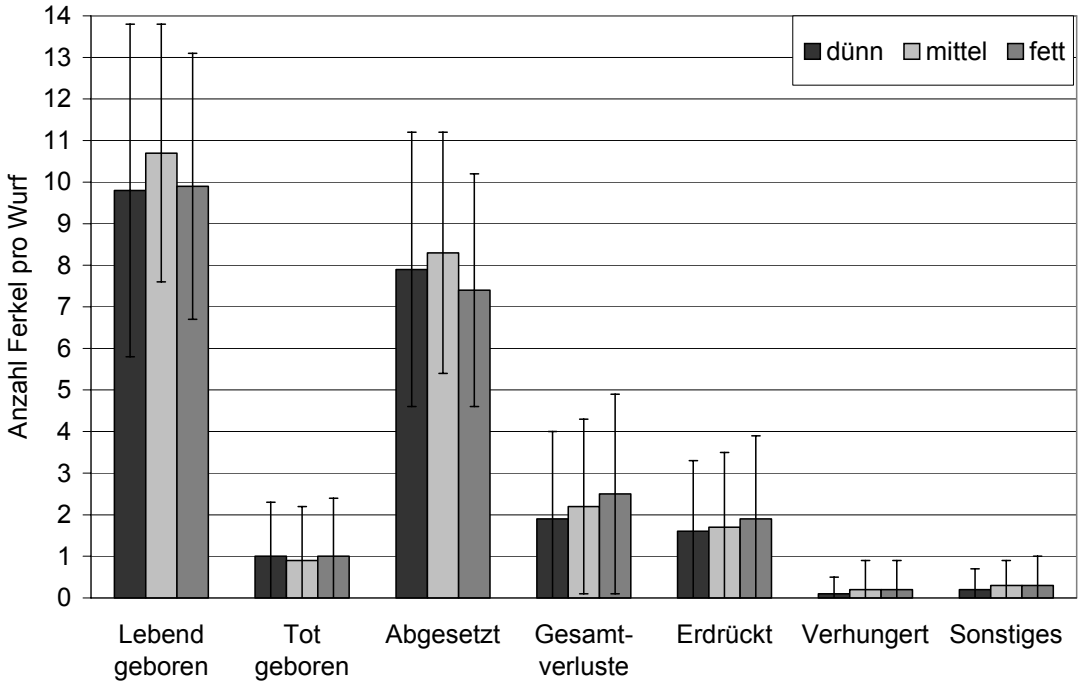


Abb. 29: Durchschnittliche Aufzuchtergebnisse der Sauen in den einzelnen Ernährungszustandsklassen beim Einstallen über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung.

Aus Tab. 7 geht hervor, inwieweit die Haltungsvariante den Zeitpunkt des Verlusts beeinflusst. In allen untersuchten Haltungsvarianten war das Risiko von Aufzuchtverlusten in den ersten drei Lebenstagen am höchsten. Bezüglich des Körpergewichts der verendeten Ferkel zeigt sich ein relativ homogenes Bild. In allen vier Haltungsvarianten wiesen die verendeten Ferkel ein durchschnittliches Körpergewicht von 1,2 kg bzw. 1,3 kg auf.

Tab. 7: Alter und Gewicht der verendeten Ferkel für die einzelnen Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

		Haltungsvariante			
		A_1	A_2	A_3	A_4
Alter [d]	Avg	2,5	2,8	2,3	2,0
	±	3,8	4,1	4,0	3,2
Gewicht [kg]	Avg	1,3	1,3	1,3	1,2
	±	0,6	0,6	0,6	0,5

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung. n = 147, 149, 208, 232 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.

Abb. 30 und Abb. 31 ermöglichen einen differenzierten Blick auf den in Tab. 7 dargestellten Zusammenhang.

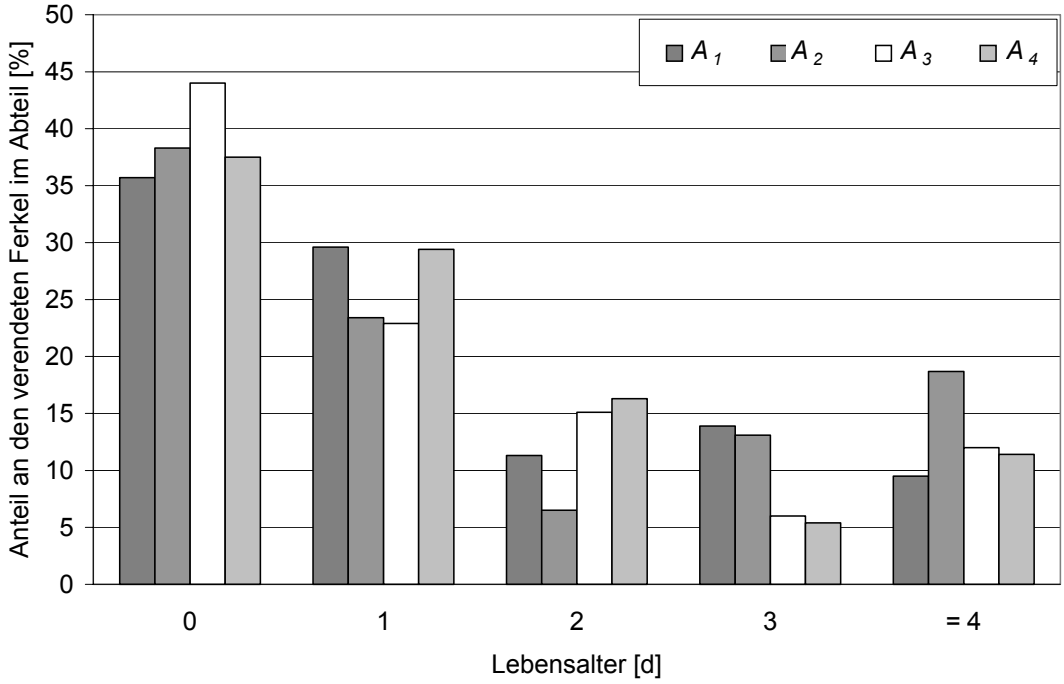


Abb. 30: Prozentualer Anteil der erdrückten Ferkel in den einzelnen Altersklassen für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung.

Über 80 % der Aufzuchtverluste durch Erdrücken wurden in den ersten drei Lebenstagen der Ferkel registriert (Abb. 30). In A_1 lag dieser Anteil bei 90,5 %, in A_2 bei 81,3 %, in A_3 88,0 % und in A_4 bei 98,6 %.

66,2 % der erdrückten Ferkel hatten ein Geburtsgewicht von über 1000 g (Abb. 31). Der Anteil der erdrückten Ferkel mit über 1500 g Geburtsgewicht war mit durchschnittlich 17,2 % niedrig. Dieser Teil ist in A_3 mit 23,5 % am höchsten.

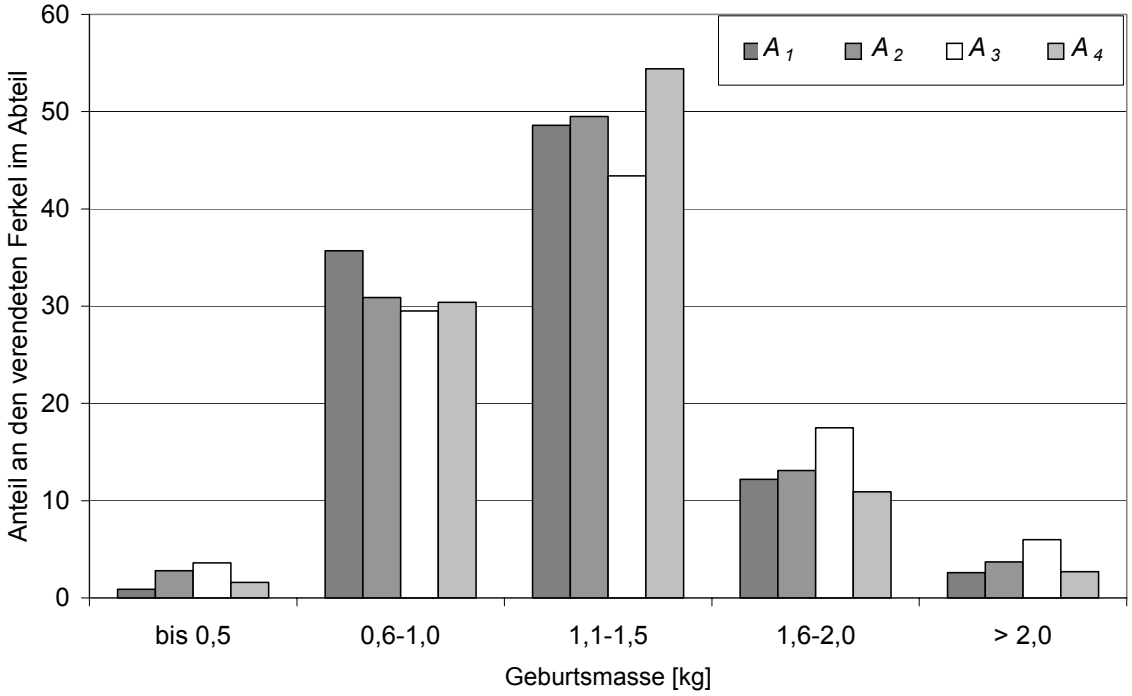


Abb. 31: Prozentualer Anteil der verendeten Ferkel in den einzelnen Geburtsgewichtsklassen für die Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über die beiden Versuchsabschnitte (V_I + V_{II})

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung.

Tab. 8 stellt die Verteilung der Verlustursachen in Abhängigkeit vom Alter und dem Geburtsgewicht aller verendeten Ferkel dar (Tab. 8). Das Risiko einer Erdrückung war in den ersten drei Lebenstagen der Ferkel am höchsten. Die erdrückten Ferkel waren im Durchschnitt 1,8 Tage alt. 62,4 % der verendeten Ferkel in der Haltungsvariante A_1 hatten ein Geburtsgewicht von über 1000 g. In der Haltungsvariante A_2 waren es 64,6 % der verendeten Ferkel und in den Bewegungsbuchten Haltungsvariante A_3 und A_4 51,2 % bzw. 66,8 %.

Tab. 8: Alter und Gewicht der verendeten Ferkel in Abhängigkeit der Verlustursachen über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

		Erdrückt	Verhungert	Kümmerer	Sonstiges
Alter [d]	Avg	1,8	5,1	6,5	3,9
	±	2,9	3,9	7,9	6,2
Geburtsgewicht [kg]	Avg	1,3	1,1	1,0	1,3
	±	0,5	0,5	0,2	0,8

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; Avg, Mittelwert; ±, Standardabweichung. n = 147, 149, 208, 232 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.

Tab. 9 stellt die Signifikanzen des Einflusses verschiedene Faktoren auf die nicht normalverteilten Leistungsmerkmale dar. Einen signifikanten Einfluss auf die Verlustursache Erdrücken konnte der Haltungsvariante und der Wurfzahl nachgewiesen werden.

Tab. 9: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die nicht normalverteilten Leistungsmerkmale

	Einflussfaktor			
	H	***V***	***W***	***E***
Anzahl Ferkel pro Wurf				
– Lebend geboren	0,5816	0,3742	<.0001	0,0659
– Tot geboren	0,7638	0,0852	0,0193	0,7381
– Abgesetzt	0,0155	0,6076	0,0071	0,0546
Verlustursache				
– Erdrückt	0,0065	0,1868	0,0007	0,5965
– Kümmerer	0,6164	0,0642	0,7700	0,0019
– Verhungert	0,8778	0,4402	0,0777	0,7120
– Sonstige	0,3790	0,3570	0,0279	0,7693
Aufzuchtverluste gesamt	0,0076	0,0946	<.0001	0,2964

H, Haltungsvariante; *V*, Versuchsabschnitt; *W*, Wurfzahl; *E*, Ernährungszustandsklasse

4.1.3 Gewichtsentwicklung der Sauen und Ferkel

Das Körpergewicht der Sauen beim Ein- und Ausstallen ist in Abb. 32 dargestellt. Das durchschnittliche Körpergewicht der Sauen lag beim Ein- bzw. Ausstallen bei 200,1 kg bzw. 196,1 kg.

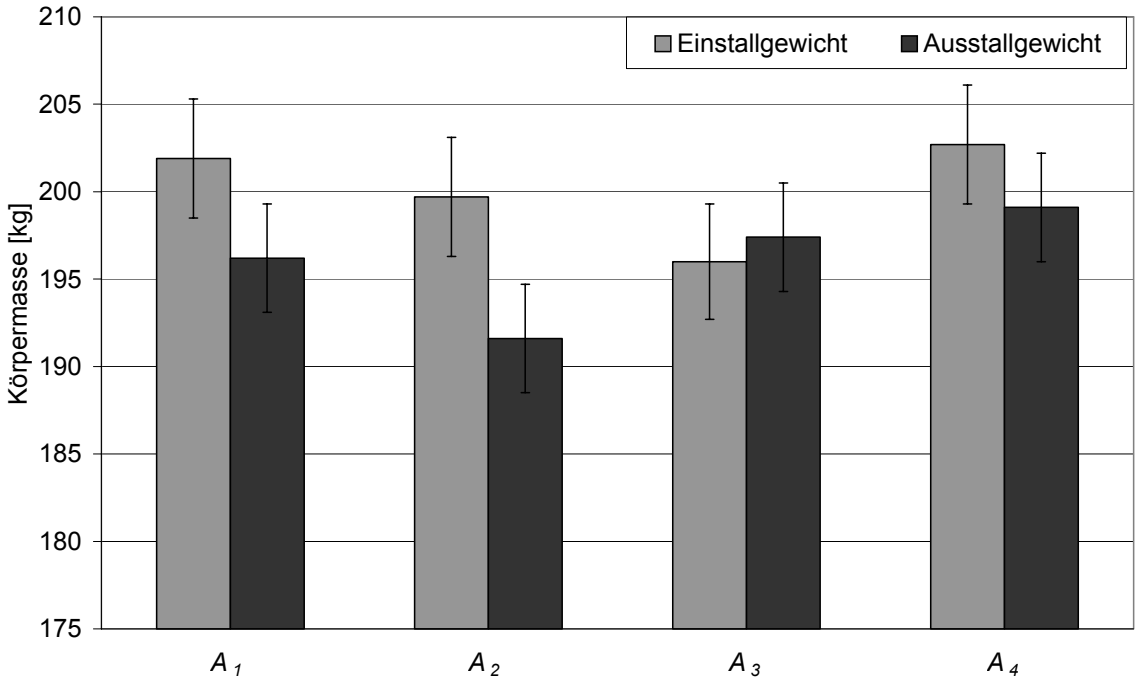


Abb. 32: Einstall- und Ausstallgewicht der Sauen in den Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung.

Ein signifikanter Einfluss der Haltungsvariante auf das Körpergewicht konnte statistisch nicht nachgewiesen werden. Jedoch zeigten sich signifikante Unterschiede des Körpergewichts in Abhängigkeit von der Strohvorlage (Abb. 33).

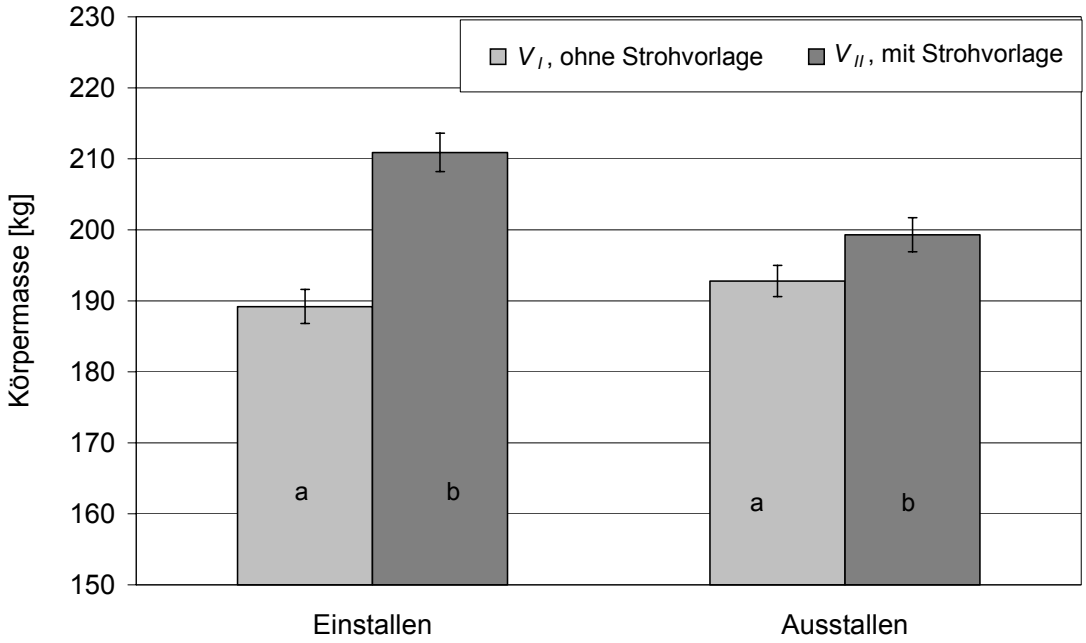


Abb. 33: Einstall- und Ausstallgewicht der Sauen in Versuchsabschnitt ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage

Werte einer Säulengruppe, die keine identischen Buchstaben aufweisen, unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$). Werden keine Buchstaben ausgewiesen, liegen keine signifikanten Unterschiede vor.

Das Einstallgewicht der Sauen war in V_{II} mit 210,9 kg signifikant höher als in V_I mit 189,2 kg. Beim Ausstallen der Sauen zeigte sich ein ähnliches Bild. Das Körpergewicht in V_{II} mit Vorlage von Stroh war 6,5 kg höher als im ersten Versuchsabschnitt.

Im Folgenden soll auf die Gewichtsentwicklung der Ferkel näher eingegangen werden. Das durchschnittliche Geburtsgewicht der Ferkel betrug in allen Haltungsvarianten 1,7 kg (Abb. 34). Signifikante Unterschiede zeigten sich bei dem Absetzgewicht und den Zunahmen.

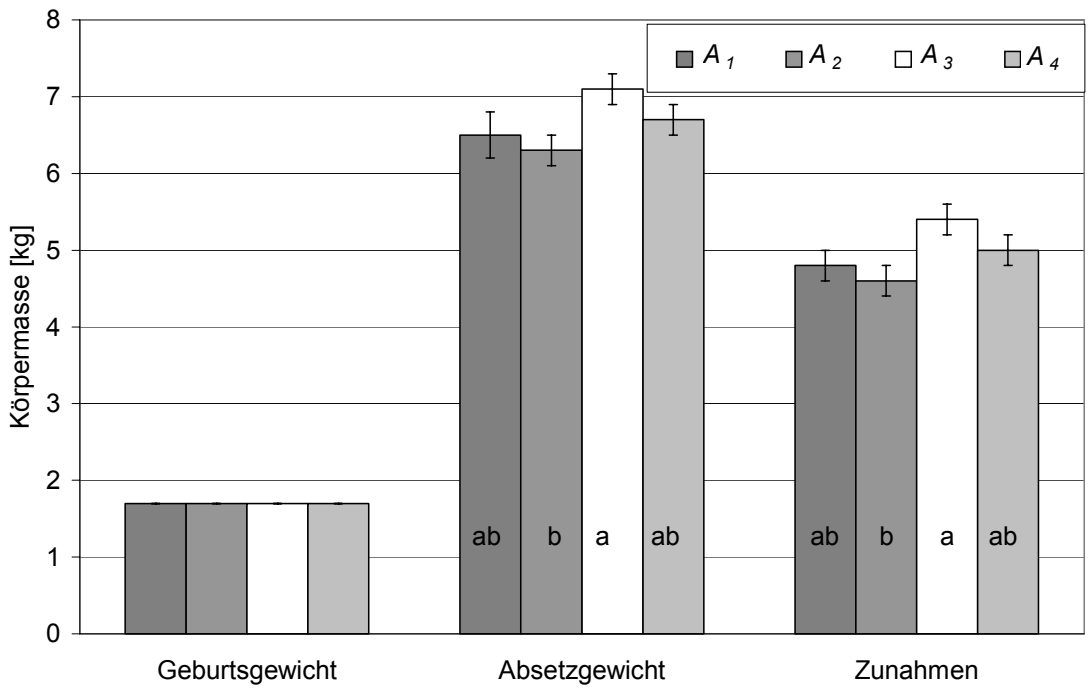


Abb. 34: Geburtsgewicht, Absetzgewicht und Zunahmen der Ferkel in den Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung.
Werte einer Säulengruppe, die keine identischen Buchstaben aufweisen, unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$). Werden keine Buchstaben ausgewiesen, liegen keine signifikanten Unterschiede vor.

Das Absetzgewicht der Ferkel in A_3 war 0,8 kg höher als in A_2, 0,6 kg bzw. 0,4 kg höher als in A_1 bzw. A_4.
Hinsichtlich der Zunahmen zeigte sich ein ähnliches Bild. Die Ferkel in A_3 hatten durchschnittlich 0,8 kg höhere Zunahmen als in A_2. Ein signifikanter Unterschied ließ sich statistisch nur zwischen A_2 und A_3 absichern.

Bezüglich der Tageszunahmen wurden höhere Zunahmen in den Bewegungsbuchten sichtbar (Tab. A6). Die durchschnittlichen Tageszunahmen der Ferkel in den Bewegungsbuchten war 15,5 g bzw. 10,7 g höher als im Kastenstand und 21,3 g bzw. 16,5 g höher als im Kastenstand zum Öffnen. Statistisch ließ sich dieser Unterschied jedoch nicht absichern.

Einen signifikanten Einfluss der Wurfgröße auf die Tageszunahmen konnte statistisch nicht abgesichert werden.

Abb. 35 stellt das Geburts- und Absetzgewicht der Ferkel sowie die Zunahmen dar.
Das durchschnittliche Geburtsgewicht der Ferkel lag in beiden Versuchsabschnitten bei 1,7 kg. Bezüglich des Absetzgewichts der Ferkel wurden Unterschiede zwischen den Versuchsabschnitten sichtbar. Das Absetzgewicht der Ferkel war im Versuchsabschnitt mit Vorlage von Stroh (V_{II}) 0,3 kg niedriger als im Versuchsabschnitt ohne Strohvorlage (V_I).

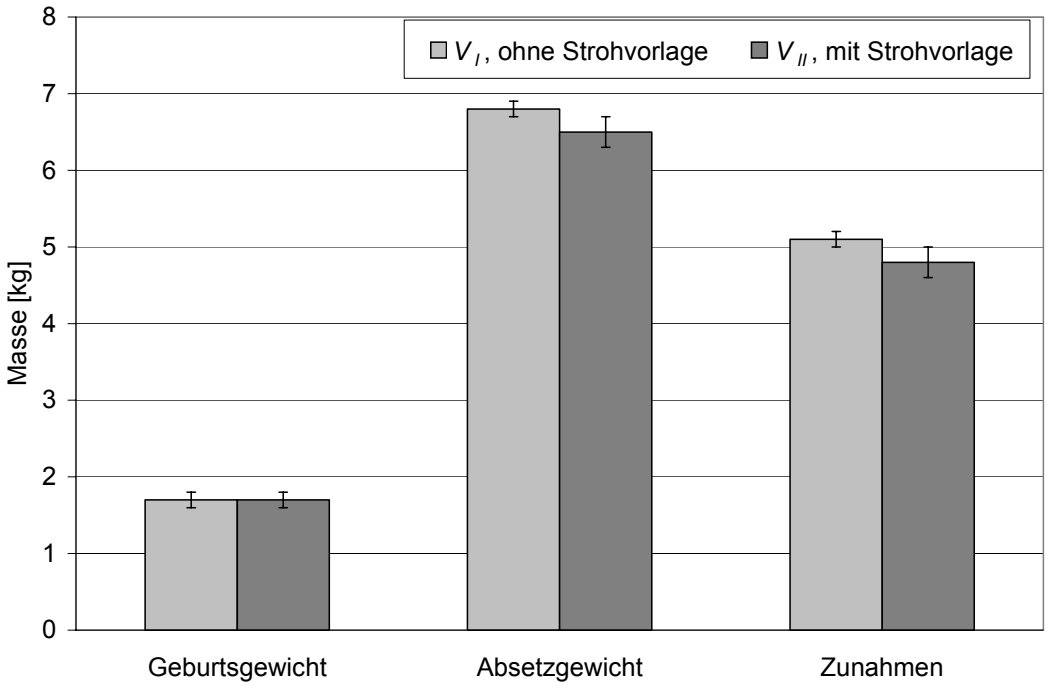


Abb. 35: Geburtsgewicht, Absetzgewicht und Zunahmen der Ferkel für den Versuchsabschnitt ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage

4.1.4 Serviceperiode

Im Mittel aller in der Untersuchung einbezogenen Sauen betrug die Serviceperiode durchschnittlich über 10 Tage (Tab. 10). Die kürzeste Serviceperiode war bei den Sauen zu beobachten, die vor dem Umtrieb ins Deckzentrum in der Haltungsvariante A_3 gehalten wurden. Die längste Serviceperiode wurde bei den Sauen aus A_4 mit 16,6 Tagen registriert.

Tab. 10: Anzahl der Tage bis zur ersten Belegung der Sauen für die einzelnen Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über die beiden Versuchsabschnitte (V_I + V_{II})

	Haltungsvariante			
	A_1	A_2	A_3	A_4
Anzahl Beobachtungen	69	69	56	78
Mittelwert	15,7	14,2	12,0	16,6
Standardabweichung	30,9	24,2	19,7	35,0
Minimum	4,0	2,0	4,0	4,0
Maximum	192,0	174,0	100,0	213,0

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung.

Über 75 % der Sauen wurden innerhalb der ersten 10 Tage nach dem Absetzen belegt. 75,4 % der Sauen aus A_1, praxisüblicher Kastenstand, wurden innerhalb der ersten 10 Tage nach dem Absetzen wiederbelegt. In A_2, Kastenstand zum Öffnen, lag dieser Anteil bei 76,8 % und in den Bewegungsbuchten bei 83,9 % bzw. 82,1 % (Tab. 11).

Tab. 11: Prozentualer Anteil der Sauen in den einzelnen Klassen der Serviceperiode [1)] für die Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über beide Versuchsabschnitte (V_I + V_{II})

	Haltungsvariante			
Klassen der Serviceperiode [d]	A_1	A_2	A_3	A_4
< 10	75,4	76,8	83,9	82,1
< 31	14,5	11,6	8,9	7,7
> 30	10,1	11,6	7,2	10,2

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung. n = 69, 69, 56, 78 für die Abteile A_1, A_2, A_3 sowie A_4.

[1)] Umfasst den Zeitraum vom Absetzen der Ferkel bis zur ersten Wiederbelegung der Sauen [147].

Der statistische Vergleich ergab einen signifikanten Einfluss der Wurfzahl auf die Serviceperiode (Tab. 12). Bei Sauen mit mehr als fünf Würfen konnte eine längere Serviceperiode festgestellt werden. Die kürzeste Serviceperiode mit durchschnittlich 7,3 Tagen wurde bei Sauen mit der Wurfzahl drei beobachtet.

Tab. 12: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die Serviceperiode

	Faktoren					
Kriterium	***H***	***V***	***W***	E_{Ein}	E_{Aus}	A_F
Serviceperiode	0,3661	0,9617	0,0288	0,0631	0,2913	0,8341

H, Haltungsvariante; V, Versuchsabschnitt; *W*, Wurfzahl; E_{Ein}, Ernährungszustand beim Einstallen; E_{Aus}, Ernährungszustand beim Ausstallen; A_F, Anzahl lebend geborener Ferkel

4.2 Physiologischer und pathologische Parameter der Sauen

4.2.1 Körpertemperatur der Sauen nach dem Abferkeln

Die durchschnittliche Körpertemperatur der Sauen nach dem Abferkeln lag in allen untersuchten Haltungsvarianten bei 38,5 °C bzw. 38,4 °C (Abb. 36). Es liegt jedoch eine hohe Streuung der Beobachtungswerte für das Merkmal Körpertemperatur vor. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Varianten ließ sich statistisch nicht absichern.

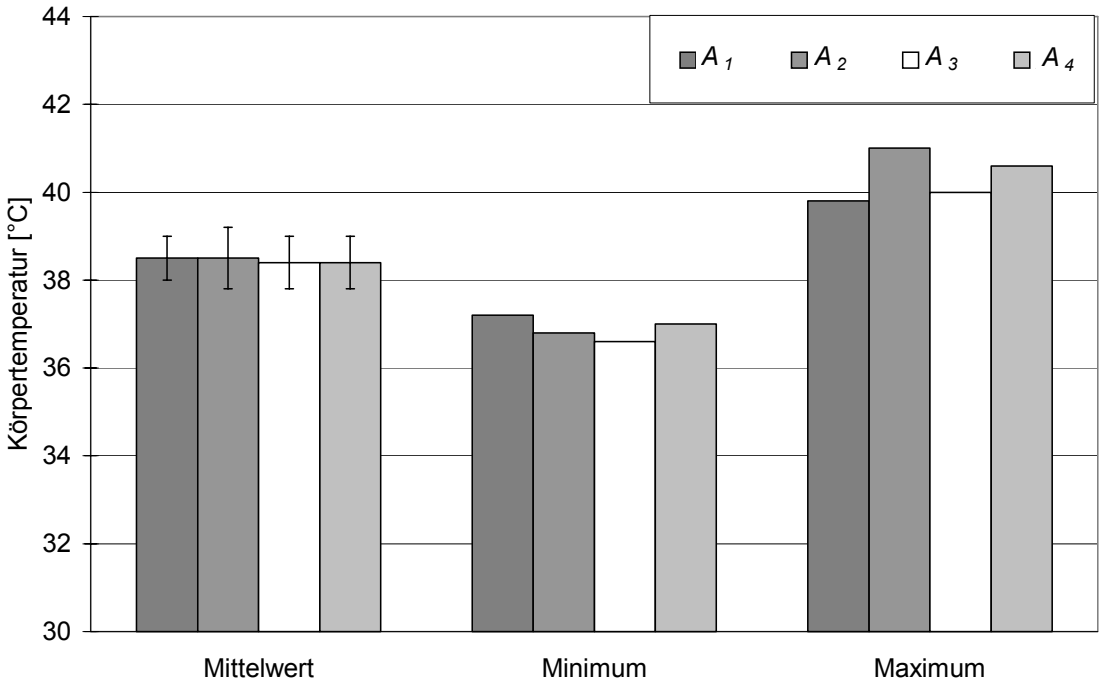


Abb. 36: Durchschnittliche Körpertemperatur der Sauen nach dem Abferkeln in den einzelnen Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung.

4.2.2 Verschmutzung der Sauen

Eine Beurteilung der Verschmutzung der Sauen beim Einstallen entfiel, da diese, bevor sie in den Abferkelbereich eingestallt wurden, gewaschen wurden. Abb. 37 zeigt die Verschmutzung der Sauen beim Ausstallen in Abhängigkeit von der Haltungsvariante. Die Sauen in den einzelnen Haltungsvarianten unterschieden sich bezüglich der gesamten Verschmutzung und den verschmutzten Körperteilen stark. Der Anteil von Sauen in A_1, die als „sauber“ bonitiert wurden, lag mit 11,7 % deutlich niedriger als in den beiden anderen Haltungssystemen. Während in A_2, A_3 und A_4 fast 50 % der ausgestallten Sauen als „sauber“ bonitiert wurden, waren über 80 % der Sauen im Kastenstand an der Hinterhand verschmutzt.

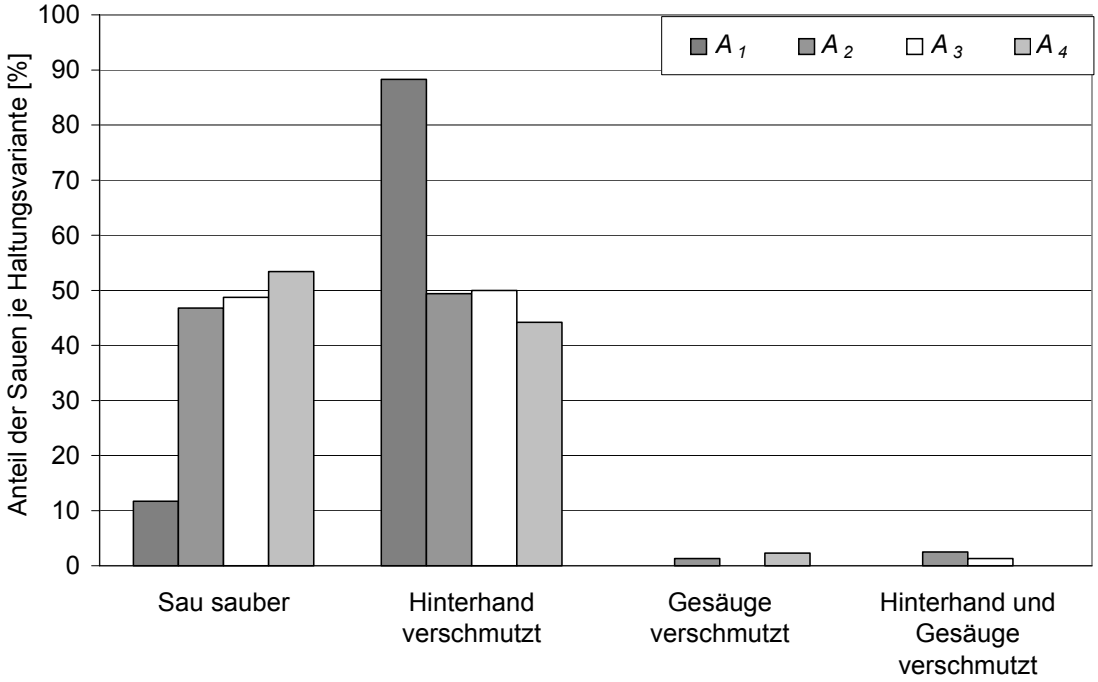


Abb. 37: Prozentualer Anteil verschmutzter Sauen in den einzelnen Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung.

In Abb. 38 ist die Verschmutzung der Sauen in Abhängigkeit von der Strohvorlage dargestellt. Auffallend ist, dass der Anteil der als „sauber“ beurteilten Sauen in V_{II} mit 11,1 % deutlich höher lag als in V_I. Dementsprechend war der Anteil der verschmutzten Sauen niedriger.

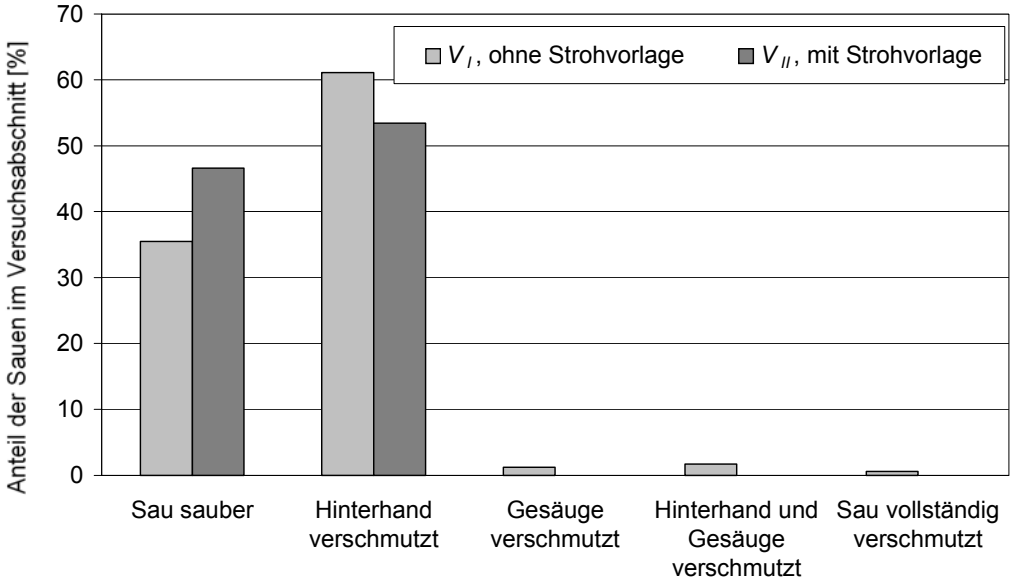


Abb. 38: Prozentualer Anteil verschmutzter Sauen in Versuchsabschnitt ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage (V_I)

Eine differenzierte Darstellung des Haltungsvarianteneinflusses innerhalb des Versuchsabschnitts findet sich in Abb. A2 im Anhang. Bei einer Betrachtung der Verschmutzung der Sauen in Abhängigkeit von der Wurfzahl wurde ersichtlich, dass der Anteil der „sauberen" Tiere mit zunehmender Wurfzahl anstieg (Tab. 13) und der Anteil der an der Hinterhand verschmutzten Sauen abnahm. Ein signifikanter Einfluss der Wurfzahl auf das Merkmal „Verschmutzung" konnte allerdings nicht nachgewiesen werden.

Tab. 13: Prozentualer Anteil verschmutzter Sauen in den einzelnen Wurfzahlklassen über beide Versuchsabschnitte (V_I + V_{II})

	Wurfzahlklasse		
Verschmutzung der Sauen	**1 Wurf**	**2-3 Wurf**	**4-10 Wurf**
Sau sauber	34,3	40,0	43,8
Hinterhand verschmutzt	64,4	57,7	54,4
Gesäuge verschmutzt	1,4	1,2	0,6
Hinterhand und Gesäuge verschmutzt	0,0	1,2	0,6
Sau vollständig verschmutzt	0,0	0,0	0,0

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen. n = 43, 85, 160 für 1 Wurf, 2-3 Wurf sowie 4-10 Wurf.

Einen signifikanten Einfluss auf die Verschmutzung der Sauen konnten der Haltungsvariante und der Strohvorlage nachgewiesen werden (Tab. 14). Im Versuchsabschnitt V_{II} mit der Vorlage von Stroh wurden signifikant mehr Sauen als „sauber“ bonitiert als im Versuchsabschnitt V_I ohne Strohvorlage.

Tab. 14: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die Verschmutzung der Sauen beim Ausstallen

	Faktoren			
Kriterium	***H***	***V***	***D***	***W***
Verschmutzung der Sauen	<.0001	0,0207	0,6258	0,4343

H, Haltungsvariante; *V*, Versuchsabschnitt; *D*, Dauer des Aufenthaltes im Abteil; *W*, Wurfzahl

4.2.3 Ernährungszustand der Sauen

Für die Beurteilung des Ernährungszustands wurden die Sauen beim Ein- und Ausstallen bonitiert. In Abb. 39 sind die Ergebnisse vom Einstallen für die einzelnen Haltungsvarianten dargestellt. Unabhängig von der Haltungsvariante wurden ungefähr 50 % der Sauen als unter- oder überernährt eingeordnet. Dementsprechend wiesen lediglich 50 % der Sauen eine „gute“ Kondition auf.

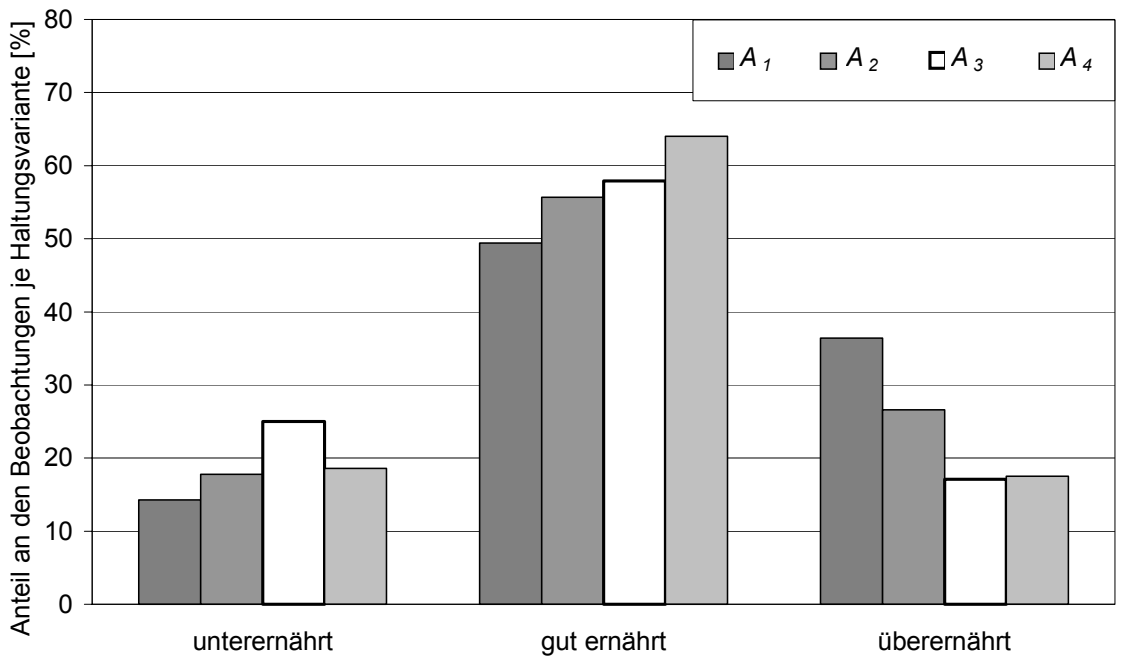


Abb. 39: Prozentualer Anteil der Sauen in den verschiedenen Ernährungszustandsklassen beim Einstallen für die einzelnen Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung.

Ein ähnliches Bild zeigte sich beim Ausstallen der Sauen (Abb. 40). Auch hier lag der Anteil der Sauen in einer guten Kondition lediglich bei 60 %. Der Anteil der unterernährten Sauen war mit 30,3 % in A_3 am höchsten und mit 6,4 % in A_2 am niedrigsten. Ein umgekehrtes Bild zeigt sich hinsichtlich der überernährten Sauen. In A_3 lag der Anteil bei 7,8 % und in A_2 bei 20,3 %.

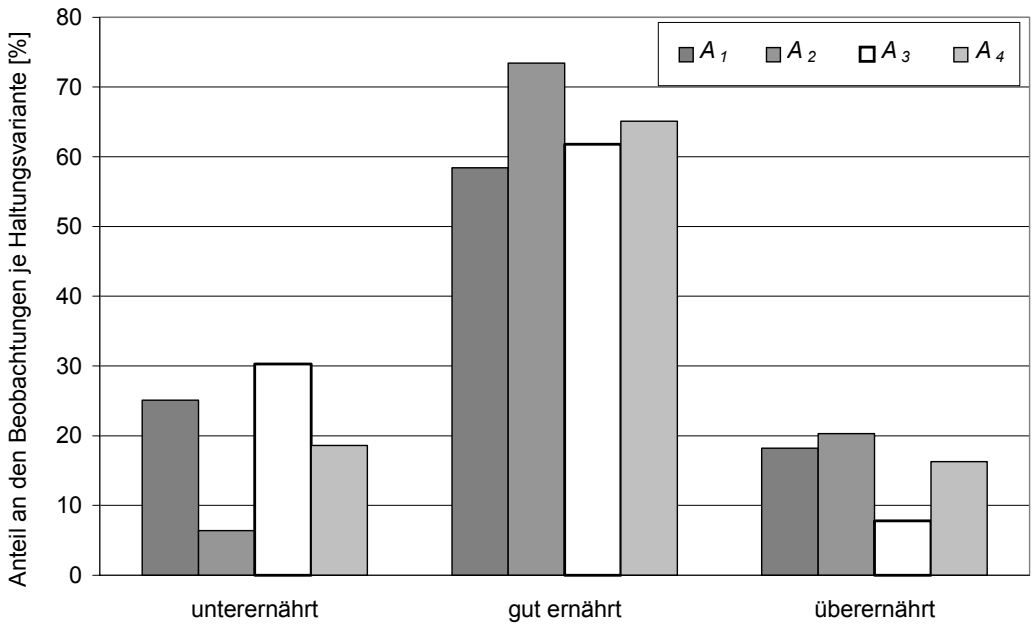


Abb. 40: Prozentualer Anteil der Sauen in den verschiedenen Ernährungszustandsklassen beim Ausstallen für die einzelnen Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung.

Tab. 15 verdeutlicht die Verteilung der Sauen auf die drei Ernährungszustandsklassen in Abhängigkeit vom Zeitpunkt und der Strohvorlage. In V_{II} stieg der Anteil der Sauen mit „guter“ Kondition beim Einstallen um 13,8 % und beim Ausstallen um 6,5 % zu V_I an.

Tab. 15: Prozentualer Anteil der Sauen in den einzelnen Ernährungszustandsklassen beim Ein- und Ausstallen in den Versuchsabschnitten ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage

	Strohvorlage			
	ohne (V_I)		mit (V_{II})	
Ernährungszustand	**Einstallen**	**Ausstallen**	**Einstallen**	**Ausstallen**
unterernährt	26,3	24,4	9,6	24,7
gut ernährt	50,6	59,9	64,4	66,4
überernährt	23,1	15,7	26,0	8,9

n = 171, 146 für die Versuchsabschnitte V_I bzw. V_{II} .

Tab. 16 fasst die Ergebnisse der nicht parametrischen Varianzanalyse zusammen. Ein Einfluss der Haltungsvariante, der Strohvorlage und der Verweildauer auf dem Ernährungszustand der Sauen konnte nicht nachgewiesen werden.

Die Auswirkungen der Haltungsvariante und des Versuchsabschnitts wurden bereits in Abb. 40 und Tab. 15 dargestellt. Einen signifikanten Einfluss auf den Ernährungszustand der Sauen konnte der Wurfzahl nachgewiesen werden. Mit steigender Wurfzahl nahm der Anteil der als „gut ernährt“ bonitierten Sauen ab. Dementsprechend stieg der Anteil der Sauen, die als unter- bzw. überernährt bonitiert wurden an.

Tab. 16: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf den Ernährungszustand der Sauen beim Ausstallen

	Faktoren			
Kriterium	***H***	***V***	***D***	***W***
Ernährungszustand der Sauen	0,0835	0,3148	0,8769	0,0005

H, Haltungsvariante; *V*, Versuchsabschnitt; *D*, Dauer des Aufenthaltes im Abteil; *W*, Wurfzahl

4.2.4 Lahmheiten

Lahmheiten traten beim Ein- und Ausstallen sehr selten auf. Beim Einstallen zeigten 93,4 % aller Sauen keinen Befund. Der Anteil der Sauen mit einem leicht behinderten Gang lag bei 6,3 % und bei 0,3 % mit einem stark behinderten Gang. Ein ähnliches Bild zeigte sich beim Ausstallen. Der Anteil der Sauen mit einem leicht bzw. stark behinderten Gang lag bei 6,1 % bzw. 1,5 %. Abb. 41 zeigt die Lahmheiten der Sauen beim Ausstallen in Abhängigkeit von der Haltungsvariante auf. In allen vier untersuchten Abteilen lag der

Anteil der Sauen ohne Befund bei über 90 %. Im Gegensatz zu den drei anderen Abteilen wurden in A_3 beim Ausstallen keine Sauen mit einem stark behinderten Gang registriert.

In V_{II} (Vorlage von Stroh) stieg der Anteil der Sauen ohne Befund beim Ausstallen um 6,4 % an (Tab. 17). Dementsprechend nahm der Anteil der Sauen mit einem leicht bzw. stark behinderten Gang um 4,7 % bzw. 1,6 % ab.

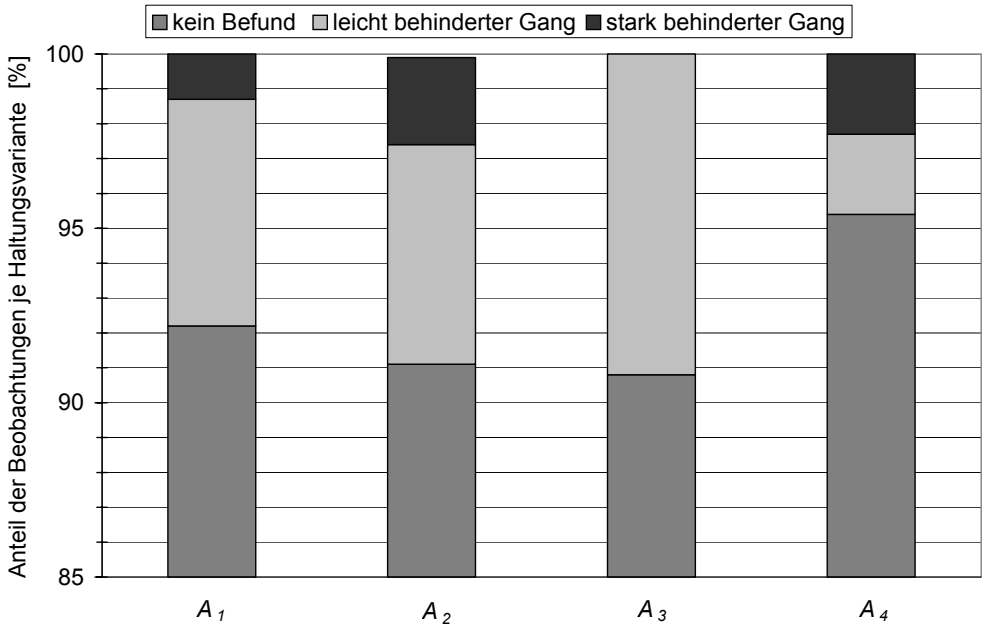


Abb. 41: Prozentualer Anteil der Sauen mit Lahmheiten beim Ausstallen in den Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte (V_I + V_{II})

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung.

Tab. 17: Prozentualer Anteil der Sauen mit Lahmheiten beim Ausstallen in den beiden Versuchsabschnitten ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage

	Strohvorlage			
	ohne (V_I)		mit (V_{II})	
	Einstallen	Ausstallen	Einstallen	Ausstallen
Kein Befund	94,8	89,6	91,6	95,9
Leichte Behinderung	5,2	8,1	7,5	3,4
Starke Behinderung	0,0	2,3	0,7	0,7

n = 171, 146 für die Versuchsabschnitte V_I bzw. V_{II} .

In Tab. 18 ist die Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf das Merkmal Lahmheit dargestellt. Die Auswirkungen der Haltungsvariante auf das Merkmal wurden bereits in Abb. 41 aufgezeigt. Einen weiteren signifikanten Einfluss auf das Merkmal Lahmheit hatte der Ernährungszustand. Bei Sauen, die als „unterernährt“ bonitiert wurden, wurde häufiger ein behinderter Gang festgestellt als bei den Sauen, die als „normal“ bzw. „überernährt“ bonitiert wurden.

Tab. 18: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf das Merkmal Lahmheit der Sauen beim Ausstallen

	Faktoren				
Kriterium	***H***	***V***	***D***	***W***	***E***
Lahmheit	<.0001	0,0640	0,8533	0,0985	0,0030

H, Haltungsvariante*; V,* Versuchsabschnitt; *D*, Dauer des Aufenthaltes im Abteil; *W*, Wurfzahl; *E*, Ernährungszustand

4.2.5 Verletzungen

Die Anzahl der beim Einstallen festgestellten Verletzungen sind in Tab. 19 abgebildet.

32 % der eingestallten Sauen wiesen Kratzer über 5 cm auf. Schürfungen bis 5x5 cm wurden an 28,7 % der eingestallten Tiere registriert. Lediglich 30 % der eingestallten Tiere zeigten keine Verletzungen.

Tab. 19: Prozentualer Anteil verschiedener Verletzungsformen auf Basis der Sauenbonitur beim Einstallen für die einzelnen Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über die beiden Versuchsabschnitte (V_I + V_{II})

	Haltungsvariante			
Verletzungsform	A_1	A_2	A_3	A_4
Keine Verletzungen, Kratzer bis 5 cm	19,5	40,5	38,2	31,4
Bis 5 Kratzer über 5 cm	50,7	17,7	21,1	40,7
Mehr als 5 Kratzer über 5 cm	23,4	36,7	30,3	24,4
Schürfungen bis 5x5 cm	0,0	0,0	1,3	0,0
Schürfungen über 5x5 cm	0,0	0,0	0,0	0,0
Wunden kleiner 5 cm	5,2	5,1	7,9	3,5
Wunden größer 5 cm	1,3	0,0	1,3	0,0

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung. n = 76, 79, 76, 86 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.

Ein deutlich anderes Bild zeigte sich beim Ausstallen der Sauen (Tab. 20). 81,7 % der Sauen zeigten keine Verletzungen. In allen vier Abteilen lag der Anteil der Sauen, die keine Verletzungen zeigten, über 70 %. In A_1 war der Anteil der Sauen, die Verletzungen aufwiesen, mit 28,6 % hoch. In A_2 lag dieser Anteil bei 12,7 %, in A_3 bei 15,8 % und in A_4 bei 16,3 %.

Hauptverletzungsart waren in allen Abteilen Wunden, die kleiner als 5 cm waren. In den Bewegungsbuchten zeigten 7,9 % (A_3) bzw. 8,1 % (A_4) der ausgestallten Sauen Wunden, die kleiner als 5 cm waren. In A_1 war der Anteil mit 14,3 % deutlich höher.
In allen vier Abteilen wurden am häufigsten Verletzungen im Schulterbereich erfasst. Unterschiede bezüglich der Körperstellen, an denen Verletzungen auftraten, konnten zwischen den Abteilen nicht festgestellt werden.

Tab. 20: Zahl der bonitierten Verletzungen beim Ausstallen der Sauen in den einzelnen Haltungsvarianten in % der Beobachtungen für beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

	Haltungsvariante			
Verletzungsform	A_1	A_2	A_3	A_4
Keine Verletzungen, Kratzer bis 5 cm	71,4	87,3	84,2	83,7
Bis 5 Kratzer über 5 cm	2,3	2,5	1,3	3,5
Mehr als 5 Kratzer über 5 cm	1,3	0,0	2,6	3,5
Schürfungen bis 5x5 cm	2,6	0,0	0,0	1,2
Schürfungen über 5x5 cm	0,0	0,0	1,3	0,0
Wunden kleiner 5 cm	14,3	8,9	7,9	8,1
Wunden größer 5 cm	7,8	1,3	2,6	0,0

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung. n = 76, 79, 76, 86 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.

In Abb. 42 sind die Körperstellen, an denen Verletzungen registriert wurden, dargestellt. 65,6 % aller beobachteten Verletzungen traten im Bereich der Schulter auf.

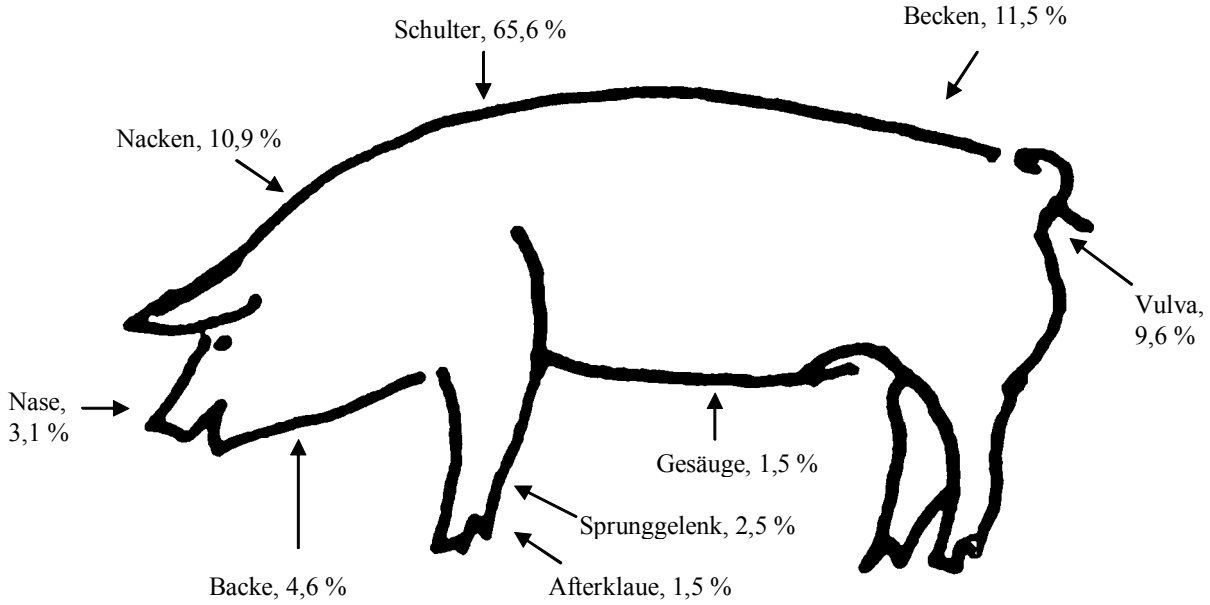


Abb. 42: Darstellung der Körperstellen mit dem prozentualen Anteil der in % gesamt erfassten Verletzungen (309 Bonituren)

Tab. 21 zeigt die bonitierten Verletzungen beim Ausstallen in Abhängigkeit von der Strohvorlage. Im Versuchsabschnitt mit Vorlage von Stroh (V_{II}) war der Anteil der Sauen, die keine Verletzungen aufwiesen, 10 % höher als im Versuchsabschnitt ohne Strohvorlage (V_I).

Tab. 21: Prozentualer Anteil der bonitierten Verletzungen beim Ausstallen in den beiden Versuchsabschnitten ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage in % der gesamten Beobachtungen je Versuchsabschnitt

	Strohvorlage	
Verletzungsform	**ohne (V_I)**	**mit (V_{II})**
Keine Verletzungen, Kratzer bis 5 cm	77,3	87,0
Bis 5 Kratzer über 5 cm	4,7	0,0
Mehr als 5 Kratzer über 5 cm	3,5	0,0
Schürfungen bis 5x5 cm	1,7	0,0
Schürfungen über 5x5 cm	0,6	0,0
Wunden kleiner 5 cm	8,1	11,6
Wunden größer 5 cm	4,1	1,4

n = 171, 146 für den Versuchsabschnitt V_I bzw. V_{II}.

Hauptverletzungsart waren in beiden Versuchsabschnitten Wunden kleiner als 5 cm. Dies bestätigt die bereits oben angeführten Ergebnisse.

Ein signifikanter Einfluss auf die Verletzungen konnten der Haltungsvariante, der Strohvorlage und der Verweildauer der Sauen in den Buchten nachgewiesen werden (Tab. 32).

Tab. 22: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf das Merkmal Verletzungen der Sauen beim Ausstallen

	Faktoren			
Kriterium	***H***	***V***	***D***	***W***
Verletzungen	0,0340	0,0478	0,0354	0,3406

H, Haltungsvariante; *V*, Versuchsabschnitt; *D*, Dauer des Aufenthaltes im Abteil; *W*, Wurfzahl

4.2.6 Schwellungen und Geschwüre

Daten der Bonitierung der Sauen bezüglich Schwielen, Schwellungen und Geschwüren sind in den folgenden Tab. 23 bis Tab. 25 dargestellt. Der Anteil der Sauen, die beim Einstallen keine Schwielen aufwiesen, war mit 24,8 % niedrig. Bei über 50,0 % der eingestallten Sauen wurden zwei oder mehr Schwielen registriert (Tab. 23).
88,8 % aller Schwielen wurden am Vorderfußwurzelgelenk bonitiert. Die restlichen 11,2 % verteilten sich auf die Körperstellen Unterarm, Ellenbogen, Sprunggelenk und Afterklaue. Schwellungen bzw. Geschwüre wurden bei 40,1 % der eingestallten Sauen bonitiert (Tab. 23). 48,2 % aller bonitierten Schwellungen wurden am Vorderfußwurzelgelenk, 28,5 % am Unterarm und 10,5 % am Ellenbogen registriert. Offene Geschwüre wurden beim Einstallen an keiner Sau beobachtet.

Tab. 23: Zahl der bonitierten Schwellungen bzw. Geschwüre beim Einstallen für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 in den beiden Versuchsabschnitten (V_I + V_{II})

Anzahl	Haltungsvariante			
Schwellungen / Geschwüre	A_1	A_2	A_3	A_4
0	46,8	62,0	55,3	72,1
1	26,0	22,8	25,0	19,8
2	15,6	7,6	10,5	7,0
3	9,1	5,1	7,9	1,2
4	1,3	2,5	0,0	0,0
5	1,3	0,0	1,3	0,0

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung. n = 76, 79, 76, 86 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.

Beim Ausstallen zeigt sich ein deutlich anderes Bild. 88,5 % der ausgestallten Sauen zeigten weder Schwielen, Schwellungen noch Geschwüre (Tab. 24). Schwielen wurden bei 1,3 % der ausgestallten Sauen registriert. Schwellungen bzw. Geschwüre wurden bei 9,9 % der Sauen festgestellt und der Anteil der Sauen, die offene Geschwüre aufwiesen, lag bei 0,3 %.

Tab. 24: Prozentualer Anteil der bonitierten Veränderungen beim Ausstallen in den Haltungsvarianten A_1 bis A_4 für die Versuchsabschnitte (V_I+ V_{II})

	Haltungsvariante			
Veränderungen	A_1	A_2	A_3	A_4
Kein Befund	89,6	86,1	84,2	94,2
Schwiele	2,6	1,3	1,3	0,0
Schwellung bzw. Geschwür	7,8	11,4	14,5	5,8
Offenes Geschwür	0,0	1,3	0,0	0,0

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung. n = 76, 79, 76, 86 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.

44,5 % der Veränderungen (Schwielen, Schwellungen und Geschwüre) wurden am Schulterblatt, 15,8 % am Vorderfußwurzelgelenk, 9,5 % am Ellenbogen und 6,3 % am Nacken bonitiert. Die restlichen 23,9 % der beobachteten Veränderungen entfielen auf die folgenden Körperstellen: Unterarm, Sprunggelenk, Bauch, Oberarm, Flanke, Backe, Schinken, Ohr, Rücken und Widerrist.

In beiden Versuchsabschnitten lag der Anteil der Sauen, die beim Ausstallen keinen Befund zeigten, bei über 80 %. In V_{II} betrug dieser Anteil 93,8 % und war somit um fast 10 Prozentpunkte höher als in V_I mit 84,3 % (Abb. 43). Dementsprechend nahm der Anteil der Sauen mit Schwielen, Schwellungen und Geschwüren in V_{II} ab. Schwielen und Schwellungen wurden nur in V_I beobachtet. Der Anteil der aufgetretenen Schwellungen war in V_{II} 6,6 Prozentpunkte niedriger als in V_I, ohne Vorlage von Stroh (Abb. 43).

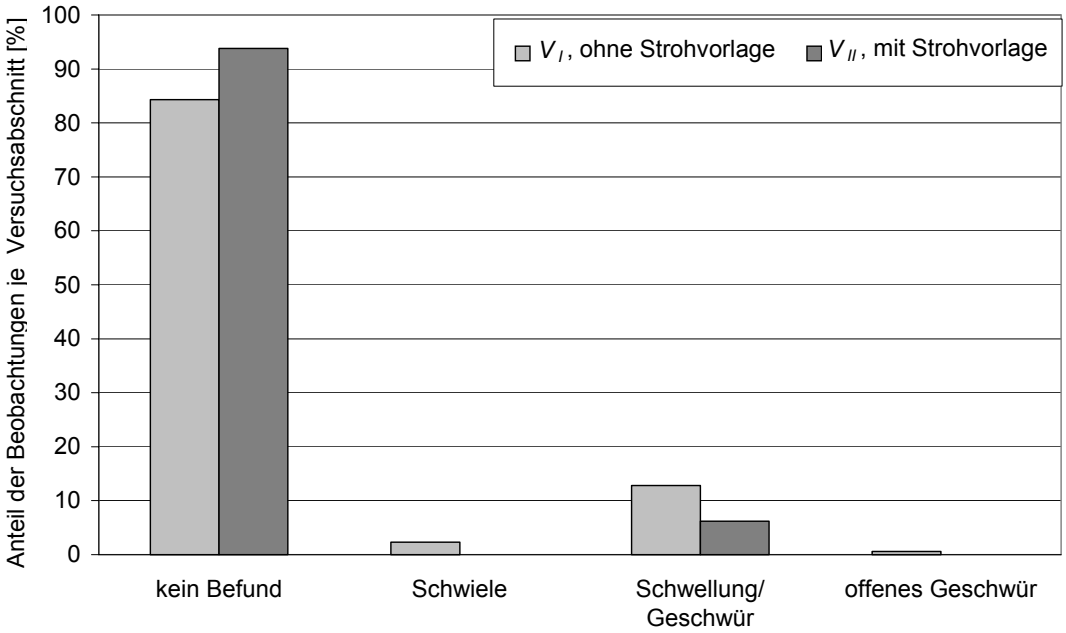


Abb. 43: Prozentualer Anteil der bonitierten Veränderungen beim Ausstallen der Sauen für die Versuchsabschnitte ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage (309 Bonituren)

Tab. 25 fasst die Ergebnisse der nicht parametrischen Varianzanalyse zusammen. Einen signifikanten Einfluss auf das Merkmal Veränderungen (Schwielen, Schwellungen und Geschwüre) konnte nur der Strohvorlage nachgewiesen werden.

Tab. 25: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf das Merkmal Veränderungen der Sauen beim Ausstallen

	Faktoren			
Kriterium	***H***	***V***	***D***	***W***
Veränderungen[1)]	0,1937	0,0084	0,9157	0,6481

H, Haltungsvariante; *V*, Versuchsabschnitt; *D*, Dauer des Aufenthalts im Abteil; *W*, Wurfzahl
[1)] Schwielen, Schwellungen oder Geschwüre.

4.3 Pathologische Parameter der Ferkel

4.3.1 Verschmutzungen und Lahmheiten

In Tab. 26 ist der Verschmutzungsgrad der Ferkel beim Absetzen in den einzelnen Haltungsvarianten dargestellt. In A_1 und A_2 wurden während der gesamten Untersuchungszeit keine Verschmutzungen an den Ferkeln beim Absetzen registriert. In den Bewegungsbuchten A_3 bzw. A_4 belief sich der Anteil der verschmutzten Ferkel auf lediglich 0,2 % bzw. 0,1 %.

Tab. 26: Verschmutzungsgrad und Lahmheiten der Ferkel in den Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

	Haltungsvariante			
Kriterium	A_1	A_2	A_3	A_4
Verschmutzung				
– keine	100,0	100,0	98,0	99,9
– Hinterhand	0,0	0,0	1,6	0,1
– Gesäuge	0,0	0,0	0,3	0,0
Lahmheiten				
– Kein Befund	100,0	100,0	100,0	99,5
– Leichte Behinderung	0,0	0,0	0,0	0,2
– Starke Behinderung	0,0	0,0	0,0	0,3

V_I, Versuchsabschnitt ohne Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung. n = 661, 702, 611, 653 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.

In A_1, A_2 und A_3 wurden beim Absetzen keine Ferkel mit einem leicht oder stark behinderten Gang beobachtet (Tab. 26). Der Anteil von Ferkeln, die Lahmheiten aufwiesen, lag in A_4 bei 0,5 %, wobei 0,2 % der Ferkel einen leicht behinderten Gang zeigten und 0,3 % einen stark behinderten Gang hatten. In Tab. 27 sind die Ergebnisse der nicht parametrischen Varianzanalyse zusammengefasst. Einen signifikanten Einfluss auf den Verschmutzungsgrad der Ferkel hatten die Haltungsvariante und die Strohvorlage.
Einen weiteren signifikanten Einfluss konnte der Haltungsvariante auf das Merkmal Lahmheit nachgewiesen werden.

Tab. 27: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die Verschmutzung und Lahmheit bei den Ferkeln

	Faktoren		
Kriterium	***H***	***V***	***L_F***
Verschmutzung	<.0001	0,0012	0,0234
Lahmheit	0,0283	0,0544	0,7724

H, Haltungsvariante; *V*, Versuchsabschnitt; L_F, Lebensalter Ferkel

4.3.2 Verletzungen

Der Anteil der Ferkel, die keine Verletzungen zeigten, lag in allen vier untersuchten Abteilen über 75 % (Tab. 28). Der Teil der Ferkel, die Verletzungen aufwiesen, betrug in der gesamten Untersuchung 19,7 %. In A_1 wiesen 23,1 % der abgesetzten Ferkel Verletzungen auf, in A_2 waren es 18,2 %, in A_3 20,9 % und in A_4 16,4 %. Die Hauptverletzungen waren Kratzer über 2 cm.

Tab. 28: Prozentualer Anteil der Ferkel mit und ohne Verletzungen für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 in % der Beobachtungen je Haltungsvariante für beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

	Haltungsvariante			
Verletzungsform	***A_1***	***A_2***	***A_3***	***A_4***
Keine Verletzungen, Kratzer bis 2 cm	76,9	81,8	79,1	83,6
Bis 5 Kratzer über 2 cm	18,5	9,8	16,5	11,8
Mehr als 5 Kratzer über 2 cm	3,8	2,4	3,1	3,1
Schürfungen bis 2x2 cm	0,0	5,8	0,0	0,2
Schürfungen über 2x2 cm	0,0	0,0	0,0	0,2
Wunden kleiner 2 cm	0,8	0,1	0,8	0,5
Wunden größer 2 cm	0,2	0,0	0,5	0,8

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung. n = 661, 702, 611, 653 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.

Abb. 44 bestätigt nochmals die vorangegangene Aussage bezüglich der Hauptverletzung.

Im Versuchsabschnitt V_{II} (Vorlage von Stroh) war der Anteil der Ferkel, die beim Absetzen keine Verletzungen aufwiesen, mit 87,9 % deutlich höher als im Versuchsabschnitt V_I (ohne Strohvorlage) mit 74,2 %.

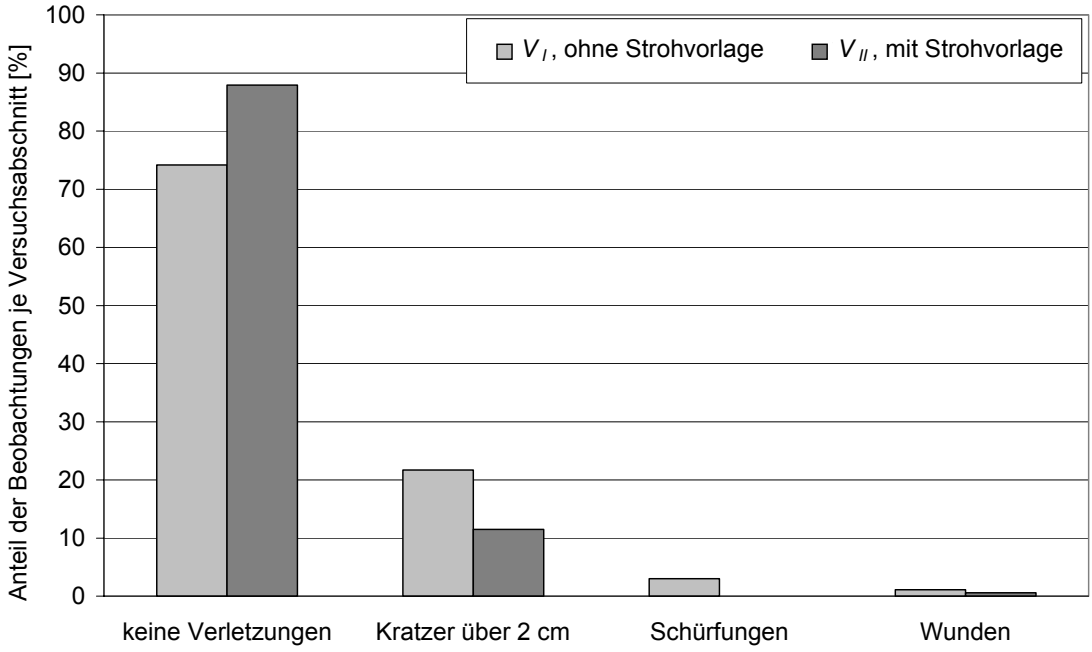


Abb. 44: Zahl der Verletzungen bei den Ferkeln in den Versuchsabschnitten ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage (2627 Bonituren)

Da im Bereich des Vorder- und Hinterfußwurzelgelenks häufig Verletzungen registriert wurden, soll an dieser Stelle hierauf näher eingegangen werden (Tab. 29). Über 75 % aller Ferkel zeigten Verletzungen bzw. Schürfungen im Bereich des Vorder- und Hinterfußwurzelgelenks beim Ausstallen aus dem Abferkelbereich. In A_1 lag der Anteil bei 86,1 %, in A_2 bei 76,2 %, in A_3 bei 86,6 % und in A_4 bei 86,4 %.

Tab. 29: Verletzungen am Vorder- und Hinterfußwurzelgelenk in Abhängigkeit von der Haltungsvariante in % der Beobachtungen je Haltungsvariante ($V_I + V_{II}$)

	Haltungsform			
Verletzungsform	A_1	A_2	A_3	A_4
Keine Verletzung	13,9	23,8	13,4	13,6
Vorne leicht verletzt	57,5	49,4	57,9	56,4
Vorne stark verletzt	26,0	26,8	28,7	30,0
Vorne und hinten verletzt	2,6	0,0	0,0	0,0

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung. n = 661, 702, 611, 653 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.

Unterschiede zwischen den Haltungsvarianten zeigten sich bei Abschürfungen an den vorderen und hinteren Fußwurzelgelenken (Tab. 29). In A_1 konnten Schürfungen sowohl an den Vorderbeinen als auch an den Hinterbeinen bei 2,6 % der abgesetzten Ferkel festgestellt werden. In den drei anderen Haltungsvarianten lag dieser Anteil bei 0 %.

Unterschiede bezüglich der Verletzungen an den Vorder- und Hinterfußwurzelgelenken in Abhängigkeit von der Strohvorlage sind in Abb. 45 dargestellt. Auffallend ist zunächst, dass Verletzungen sowohl an den Vorderbeinen als auch an den Hinterbeinen in V_I, mit der Vorlage von Stroh, nicht beobachtet werden konnten.

Der Anteil der Ferkel, die keine Verletzungen beim Absetzen hatten, lag in beiden Versuchsabschnitten unter 25,0 % (Abb. 45).

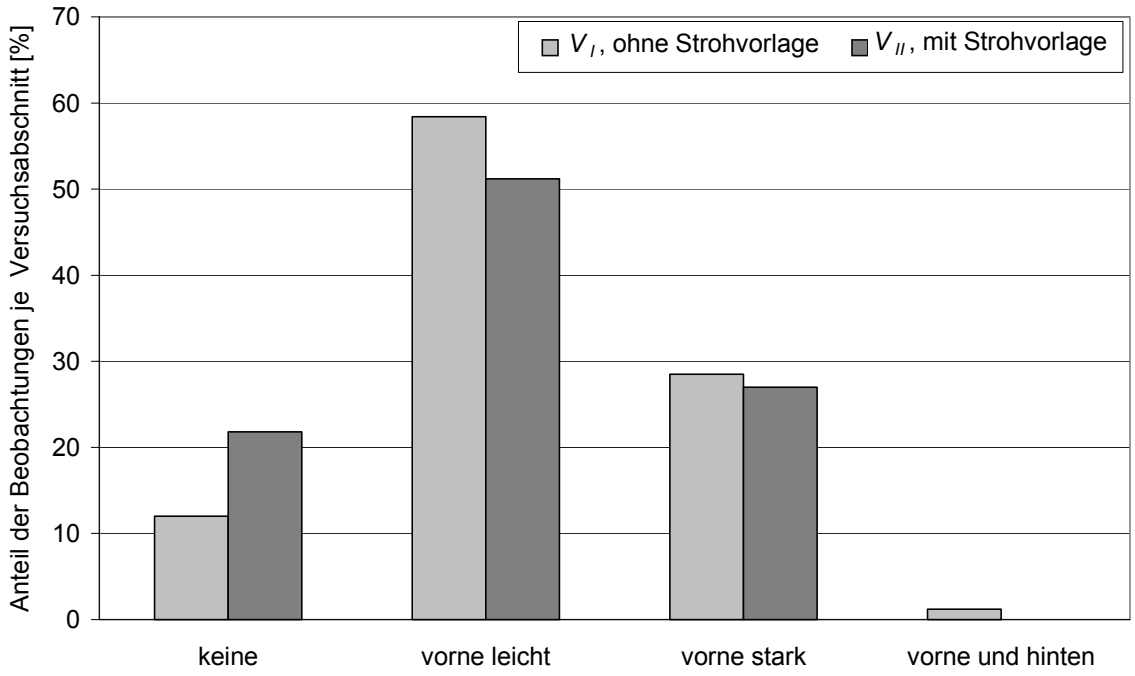


Abb. 45: Prozentualer Anteil verletzter Ferkel im Bereich des Vorder- und Hinterfußwurzelgelenks für die einzelnen Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$) (n = 2627 Bonituren)

Ein signifikanter Einfluss auf die Verletzung der Ferkel und die Schürfungen im Bereich des Vorder- bzw. Hinterfußwurzelgelenks konnten der Haltungsvariante, der Strohvorlage und dem Alter der Ferkel nachgewiesen werden (Tab. 30).

Tab. 30: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die Verletzungen bei den Ferkeln

	Faktoren		
Kriterium	***H***	***V***	L_F
Verletzungen	0,0304	<.0001	0,0013
Schürfungen Knie	0,0007	<.0001	<.0001

H, Haltungsvariante; *V*, Versuchsabschnitt; L_F, Lebensalter der Ferkel

4.3.3 Schwellungen und Geschwüre

Schwielen, Schwellungen oder Geschwüre wurden bei 4,7 % der abgesetzten Ferkel beobachtet (Tab. 31). 95,7 % der bonitierten Veränderungen waren Schwellungen. Im Vergleich zu den anderen Haltungsverfahren wurden im Kastenstand zum Öffnen geringfügig häufiger Schwellungen und Geschwüre bonitiert als in den beiden anderen Haltungsverfahren.

Tab. 31: Prozentualer Anteil der Veränderungen (Schwielen, Schwellungen und Geschwüre) für die einzelnen Haltungsvarianten über beide Versuchsabschnitte (V_I+ V_{II})

	Haltungsvariante			
Veränderungen	A_1	A_2	A_3	A_4
Kein Befund	95,8	94,6	95,6	95,4
Schwielen	0,2	0,0	0,3	0,2
Schwellungen und Geschwüre	4,1	5,3	4,1	4,4
Offenes Geschwür	0,0	0,1	0,0	0,0

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung. n = 661, 702, 611, 653 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.

37,3 % bzw. 26,2 % aller Veränderungen wurden am Hals bzw. Vorderfußwurzelgelenk beobachtet (Abb. 46).

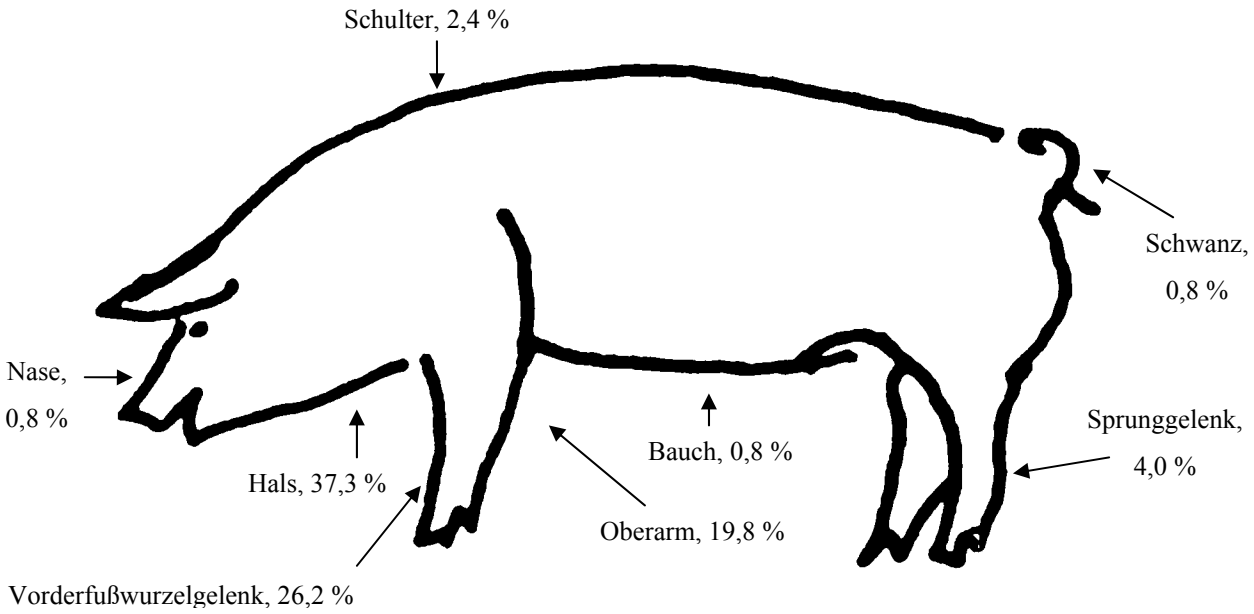


Abb. 46: Prozentuale Verteilung der Veränderungen (Schwielen, Schwellungen oder Geschwüre) am Ferkelkörper (V_I + V_{II}) (2627 Bonituren)

Nahezu 95 % der abgesetzten Ferkel in V_I zeigten keine Schwielen, Schwellungen bzw. Geschwüre beim Absetzen. In V_{II} sank dieser Anteil um 3,3 % ab (Tab. 32).

Tab. 32: Prozentualer Anteil der Veränderungen (Schwielen, Schwellungen und Geschwüre) in den Versuchsabschnitten ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage (2627 Bonituren)

	Strohvorlage	
Veränderungen	**ohne (V_I)**	**mit (V_{II})**
Kein Befund	96,8	93,4
Schwielen	0,2	0,1
Schwellungen und Geschwüre	3,0	6,4
Offenes Geschwür	0,0	0,1

n = 661, 702, 611, 653 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.

Die Ergebnisse der nicht parametrischen Varianzanalyse sind in Tab. 33 dargestellt. Einen signifikanten Einfluss für das untersuchte Merkmal Veränderung konnte nur der Strohvorlage bzw. dem Versuchsabschnitt nachgewiesen werden.

Tab. 33: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die Körperveränderungen (Schwielen, Schwellungen und Geschwüre) bei Saugferkeln

	Faktoren		
Kriterium	***H***	***V***	***L_F***
Veränderungen	0,7337	<.0001	0,4678

H, Haltungsvariante; *V*, Versuchsabschnitt ; L_F, Lebensalter der Ferkel

4.4 Ethologische Parameter

4.4.1 Aktivitäts- und Ruheverhalten

Die Beobachtung der ferkelführenden Sauen unter den Aspekten Stehen, Sitzen und Liegen zeigte, dass die Tiere sehr häufig mit über 120-mal in der Körperposition Liegen registriert wurden (Tab. 34). In Prozent umgerechnet verbrachten die Sauen über 86 % der Beobachtungszeit liegend.

Signifikante Unterschiede zwischen den Haltungsvarianten wurden für die Merkmale Sitzen, Liegen in Bauchlage, Liegen in Seitenlage und Liegen in Schräglage nachgewiesen. Werden die Ergebnisse der Häufigkeiten auf Beobachtungszeiten umgerechnet, bedeutet dies, dass die Sauen im Kastenstand (A_1) 12 bzw. 13 Minuten länger in der sitzenden Körperhaltung verbrachten als die Sauen in den Varianten A_3 bzw. A_4. Alle Sauen lagen

über 70 % der gesamten Liegezeit auf der Seite, wobei sich signifikante Unterschiede zwischen den Haltungsvarianten bezüglich der Liegeposition zeigten. Auffällig war der höhere Anteil des Liegens in der Bauchlage in A_3 und A_4. In dieser Position befanden sich die Sauen umgerechnet etwa 24 bzw. 45 Minuten länger als die Sauen in A_1 und 14 bzw. 36 Minuten länger als in A_2.

Tab. 34: Häufigkeiten verschiedener Körperpositionen der Sauen in den Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$) für den Zeitraum vom Einstallen bis zum Absetzen

		Haltungsvariante			
Körperposition		A_1	A_2	A_3	A_4
Stehen	LSM	17,2	14,6	15,6	17,7
	SE	1,4	1,4	1,4	1,4
Sitzen	LSM	$4,5^{b}$	$4,3^{b}$	$2,1^{a}$	$1,9^{a}$
	SE	0,6	0,6	0,6	0,6
Liegen, gesamt	LSM	122,3	125,1	126,3	124,4
	SE	1,6	1,6	1,6	1,6
Liegen, Bauchlage	LSM	$13,9^{b}$	$15,8^{ab}$	$18,7^{a}$	$23,0^{ac}$
	SE	1,7	1,8	1,8	1,7
Liegen, Seitenlage	LSM	$95,1^{ab}$	$99,1^{ab}$	$101,2^{b}$	$93,2^{a}$
	SE	2,7	2,7	2,8	2,7
Liegen, Schräglage	LSM	$13,3^{b}$	$10,2^{ab}$	$6,5^{a}$	$8,2^{a}$
	SE	1,4	1,5	1,5	1,4

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; LSM, least squares means; SE, standard error.
Angegeben ist die Häufigkeit der jeweiligen Aktivitäten je Einzeltier innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks. Die Angaben sind auf einen einheitlichen Beobachtungszeitraum korrigiert. n = 1258, 1233, 1222, 1259 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.
Werte einer Zeile, die keine identischen Hochbuchstaben aufweisen, unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$). Werden keine Hochbuchstaben ausgewiesen, liegen keine signifikanten Unterschiede vor.

Da dem Zeitraum um die Geburt besondere Bedeutung zukommt, werden in Tab. 35 die Merkmale für das Aktivitäts- und Ruheverhalten für diesen Abschnitt gesondert aufgeführt.

Die Sauen in der Haltungsvariante A_4 waren deutlich häufiger in der Körperposition Stehen zu beobachten als die Sauen in den drei anderen Haltungsvarianten. Signifikante Unterschiede bezüglich der Aktivität zeigten sich zwischen A_2 und A_4. Die Aktivitätszeit der Tiere in A_4 mit 109 Minuten war 31 Minuten länger als in A_2.

Tab. 35: Häufigkeiten verschiedener Körperpositionen für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte (V_I + V_{II}) für den Zeitraum um die Geburt

		Haltungsvariante			
Körperposition		A_1	A_2	A_3	A_4
Stehen	LSM	$19,5^{ab}$	$15,7^{a}$	$15,9^{ab}$	$21,8^{b}$
	SE	1,7	1,6	1,7	1,7
Sitzen	LSM	$6,6^{b}$	$5,0^{b}$	$2,4^{a}$	$2,2^{a}$
	SE	0,8	0,8	0,8	0,8
Liegen, gesamt	LSM	$117,8^{b}$	$123,3^{ac}$	$125,7^{c}$	$120,0^{ab}$
	SE	1,9	1,9	1,9	1,9
Liegen, Bauchlage	LSM	$13,4^{b}$	$17,0^{b}$	$16,5^{b}$	$22,4^{a}$
	SE	1,7	1,7	1,7	1,7
Liegen, Seitenlage	LSM	$91,5^{b}$	$94,8^{ab}$	$101,0^{a}$	$89,5^{b}$
	SE	3,0	2,8	2,9	2,9
Liegen, Schräglage	LSM	$12,9^{b}$	$11,5^{ab}$	$8,2^{a}$	$8,0^{a}$
	SE	1,6	1,6	1,6	1,6

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; LSM, least squares means; SE, standard error.
Angegeben ist die Anzahl der verschiedenen Aktivitäten je Einzeltier innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks. Die Angaben sind auf einen einheitlichen Beobachtungszeitraum korrigiert. n = 196, 192, 186, 198 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.
Werte einer Zeile, die keine identischen Hochbuchstaben aufweisen, unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$). Werden keine Hochbuchstaben ausgewiesen, liegen keine signifikanten Unterschiede vor.

Bezüglich des Merkmals Sitzen zeigte sich ein ähnliches Bild wie für den gesamten Zeitraum. Die Sauen in den Bewegungsbuchten verharrten signifikant seltener in der Körperposition als die Sauen im Kastenstand bzw. im Kastenstand zum Öffnen.

Umgerechnet bedeutet dies, dass die Sauen in A_1 21 bzw. 22 Minuten und die Sauen in A_2 13 bzw. 12 Minuten länger saßen als die Sauen in den Bewegungsbuchten A_3 bzw. A_4.
Beim Merkmal Liegen war erkennbar, dass die Sauen in A_1 einen signifikant geringeren Anteil in der Ruheposition verbrachten als die Sauen in A_2 und A_3. Auffällig war der hohe Zeitanteil des Liegens in der Bauchlage in A_4. Die Sauen lagen signifikant häufiger auf dem Bauch als die Sauen in den drei anderen Haltungsvarianten.

Ein signifikanten Einfluss der Strohvorlage für den gesamten Beobachtungszeitraum vom Einstallen bis zum Absetzen konnte für die Merkmale Stehen und Liegen nachgewiesen werden (Anhang, Tab. A7). Die Aktivitätszeit der Sauen stieg signifikant von 69 Minuten in V_I auf 93 Minuten in V_{II}. Dementsprechend niedriger fiel der Zeitanteil des Liegens in V_{II} aus.
Ähnliche Ergebnisse konnten auch im Zeitraum um die Geburt erkannt werden (Abb. 47). Es konnten signifikante Unterschiede hinsichtlich der Merkmale Stehen und Liegen in Abhängigkeit von der Strohvorlage verzeichnet werden. Im Bezug auf die Merkmale Stehen und Liegen wurden die oben aufgeführten Ergebnisse bestätigt. Die Sauen waren in V_{II} signifikant aktiver als in V_I. Damit einhergehend war der Zeitanteil in der ruhenden Körperposition in V_{II} signifikant niedriger.

Auffällig war jedoch der geringere Anteil des Liegens in Bauchlage im Versuchsabschnitt mit der Vorlage von Stroh (V_{II}). Die Sauen, die um die Geburt Stroh vorgelegt bekamen, zeigten signifikant seltener die Liegeposition Bauchlage als die Sauen, denen kein Stroh angeboten wurde. Dementsprechend war der Anteil der Liegeposition Schräglage im Versuchsabschnitt mit der Vorlage von Stroh (V_{II}) höher.

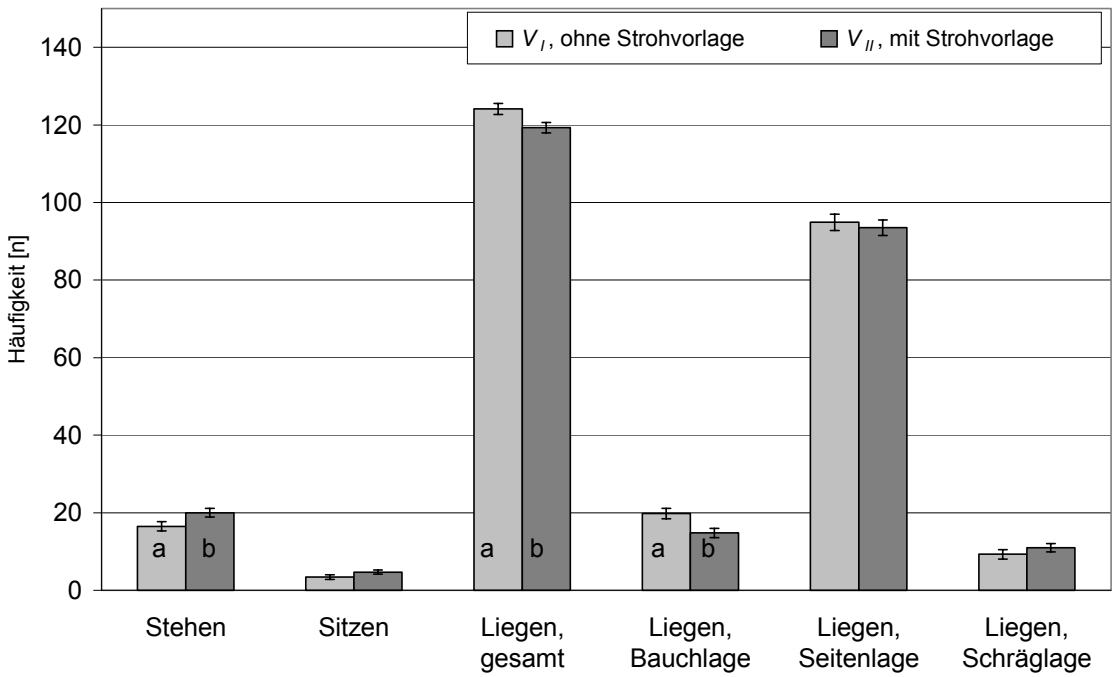


Abb. 47: Häufigkeiten verschiedener Körperpositionen der Sauen in den Versuchsabschnitten ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage im Zeitraum zweiter Tag a.p. bis erster Tag p.p.

Angegeben ist die Anzahl der verschiedenen Aktivitäten je Einzeltier innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks. Die Angaben sind auf einen einheitlichen Beobachtungszeitraum korrigiert.

Werte einer Säulengruppe, die keine identischen Buchstaben aufweisen, unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$). Werden keine Buchstaben ausgewiesen, liegen keine signifikanten Unterschiede vor.

In Abb. 48 ist die Verteilung der einzelnen Positionen dargestellt. Es wird deutlich, dass die Sauen das Platzangebot in den Bewegungsbuchten nutzten. Die Sauen hielten sich sehr häufig, mit 43 % bzw. 35 % der Beobachtungszeit, in der Position 1 (Kopf zeigt in Richtung Trog) auf. Sehr selten war in beiden Haltungsvarianten die Position 7, Ausrichtung zur Wand, zu beobachten.

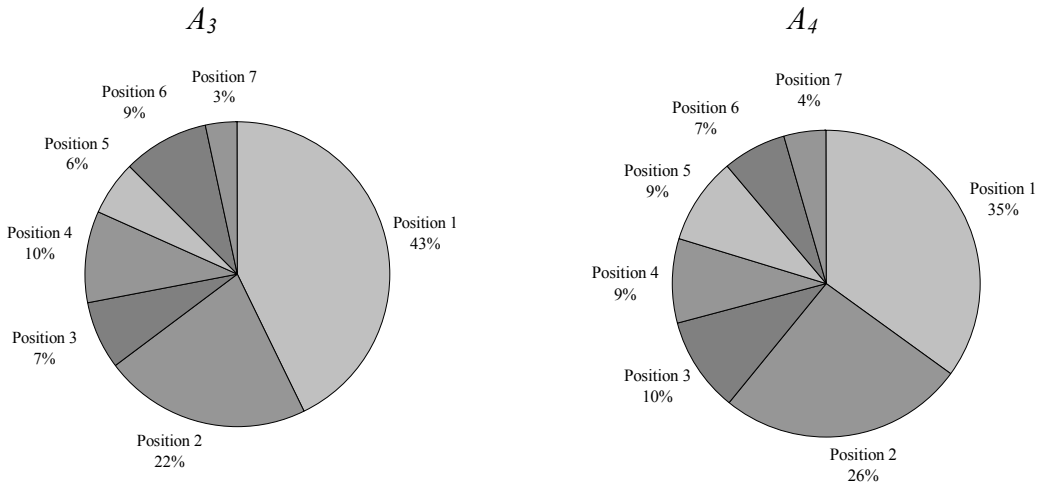


Abb. 48: Ausrichtung der Sauen in den Buchten der Haltungsvarianten *A3* und *A4*

(Zeitraum vom Einstallen der Sauen bis zum Absetzen; 1, Trog; 2, Ferkelnest; 3 bzw. 4 Futtergang; 5 bzw. 6 Nachbarbucht; 7, Wand)

Ein Einfluss der Strohvorlage auf den Aufenthaltsort in der Bucht für den Zeitraum um die Geburt konnte nicht festgestellt werden (Abb. 49).

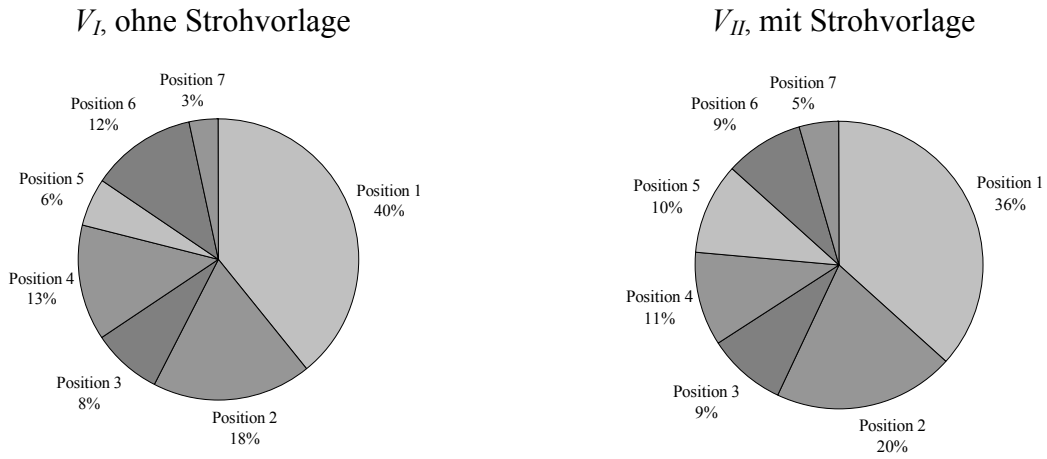


Abb. 49: Ausrichtung der Sauen in den Bewegungsbuchten für die Versuchsabschnitte ohne (*VI*) und mit (*VII*) Strohvorlage

(Zeitraum zweiter Tag a.p. bis erster Tag p.p.; 1, Trog; 2, Ferkelnest; 3 bzw. 4 Futtergang; 5 bzw. 6 Nachbarbucht; 7, Wand)

Es zeigte sich, dass die Aufenthaltsdauer der Sauen in der Position 5 von 6 % auf 10 % der Beobachtungszeit signifikant anstieg. Insgesamt konnte ein Anstieg der Aufenthaltsdauer in dieser Position um 34 Minuten in V_{II} mit Vorlage von Stroh verzeichnet werden. Einen signifikanten Einfluss der Strohvorlage auf die restlichen Aufenthaltsbereiche in der Bucht konnte nicht nachgewiesen werden.

4.4.2 Nestbauverhalten

Innerhalb der letzten sechs Stunden vor der Geburt zeigten sich deutliche bzw. signifikante Unterschiede zwischen den Haltungsvarianten. Diese traten vor allem bei den Merkmalen Stehen, Sitzen sowie dem mittels nicht parametrischer Varianzanalyse ausgewerteten Merkmal Drehen zu Tage (Tab. 36).

Tab. 36: Häufigkeiten verschiedener Bewegungsaktivitäten in den einzelnen Haltungsvarianten A_1 bis A_4 während der letzten sechs Stunden vor der Geburt ($V_I + V_{II}$)

		Haltungsvariante			
Aktivität		A_1	A_2	A_3	A_4
Stehen	LSM	25,3[b]	20,5[b]	22,5[b]	35,1[a]
	SE	5,7	5,2	5,5	5,8
Sitzen	LSM	20,1[b]	15,4[b]	8,9[a]	4,3[a]
	SE	3,3	3,0	3,1	3,3
Liegen	LSM	23,9	23,2	16,7	20,3
	SE	4,9	4,4	4,7	5,0
Drehen	Avg	5,2	2,1	13,8	7,3
	±	7,8	3,4	13,5	4,7

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; LSM, least squares means; SE, standard error; Avg, Mittelwert; ±, Standardabweichung.
Angegeben ist die Anzahl verschiedener Aktivitäten je Einzeltier innerhalb eines 6-Stunden-Beobachtungsblocks, n = 21, 22, 21, 21 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.
Werte einer Zeile, die keine identischen Hochbuchstaben aufweisen, unterscheiden sich signifikant ($p<0,05$).
Werden keine Hochbuchstaben ausgewiesen, liegen keine signifikanten Unterschiede vor.

Die Vorlage von Stroh wirkte sich signifikant auf die Aktivität der Tiere aus (Abb. 50). Der prozentuale Anteil des Merkmals Stehens stieg durch die Vorlage von Stroh von 38 % auf

48 % der Beobachtungszeit an. Dementsprechend sank der Zeitanteil in der Körperhaltung Liegen von 41 % auf 32 %. Die Beobachtung der ferkelführenden Sauen hinsichtlich des Aspekts Sitzen ergab einen Zeitaufwand von 20 % der Beobachtungszeit für beide Versuchsabschnitte.

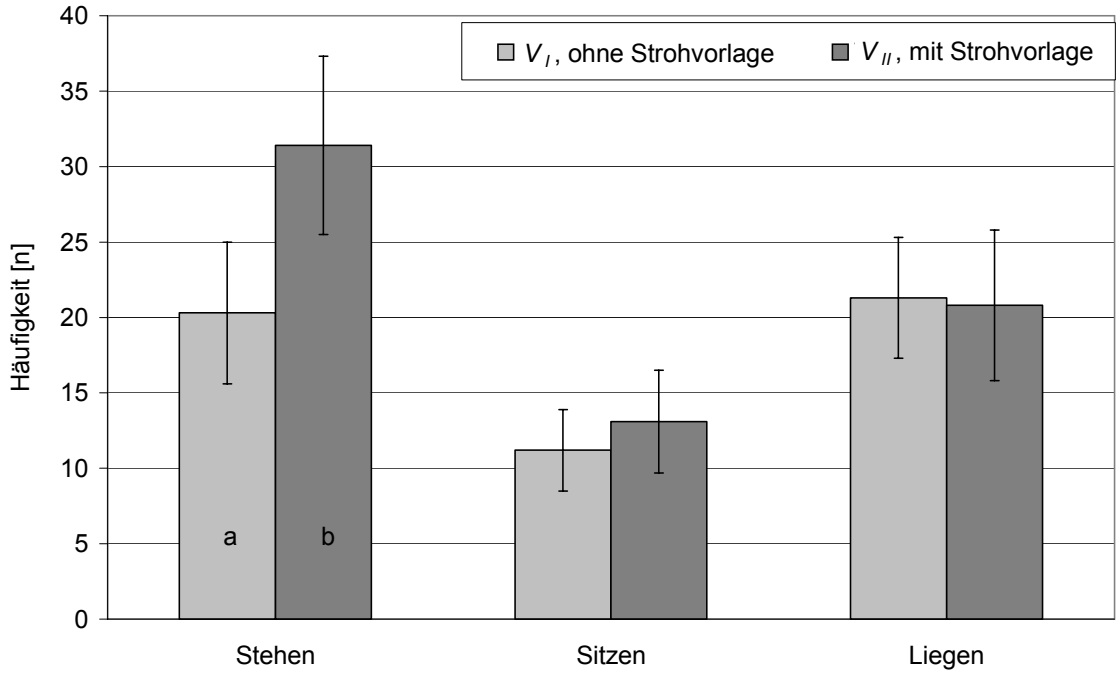


Abb. 50: Häufigkeiten verschiedener Bewegungsaktivitäten (Stehen, Sitzen und Liegen) sechs Stunden vor der Geburt für die Versuchsabschnitte ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage

Angegeben ist die Anzahl verschiedener Aktivitäten je Einzeltier innerhalb eines 6-Stunden-Beobachtungsblocks. Werte einer Säulengruppe, die keine identischen Buchstaben aufweisen, unterscheiden sich signifikant ($p<0,05$). Werden keine Buchstaben ausgewiesen, liegen keine signifikanten Unterschiede vor.

In Tab. 37 ist die Häufigkeit verschiedener Nestbauverhaltensweisen in den einzelnen Haltungsvarianten dargestellt. In allen Abteilen war das häufigste Nestbaumerkmal Wühlen. Es wurde in der Haltungsvariante A_4 am häufigsten und demgegenüber in A_2 relativ selten beobachtet.

Das Auftreten des Merkmals Scharren wurde in A_3 keinmal, in A_2 einmal, in A_1 und A_4 jeweils zweimal beobachtet. Des Weiteren fällt auf, dass in A_4 die Bearbeitung von Buchtengegenständen in den letzten sechs Stunden vor der Geburt nicht aufgetreten ist. In

A_1 wurden jedoch durchschnittlich 1,1 Mal die Buchtengegenstände in den Beobachtungszeitraum von sechs Stunden bearbeitet.

Tab. 37: Häufigkeiten verschiedener Nestbauverhaltensweisen in den Haltungsvarianten A_1 bis A_4 während der letzten sechs Stunden vor der Geburt ($V_I + V_{II}$)

		Haltungsvariante			
Verhaltensweisen		A_1	A_2	A_3	A_4
Wühlen	Avg	17,2	12,6	15,3	21,2
	±	13,0	15,4	9,2	13,2
Scharren	Avg	0,1	0,0	0,0	0,1
	±	0,3	0,2	0,0	0,4
Bearbeiten Buchtengegenstände	Avg	1,1	0,4	0,6	0,0
	±	2,2	1,0	2,0	0,0
Keine[1)]	LSM	50,6[b]	45,4b[b]	32,3[a]	36,9[a]
	SE	7,7	7,0	7,3	7,8

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; Avg, Mittelwert; ±, Standardabweichung; LSM least squares means; SE standard error.
Angegeben ist die Anzahl der verschiedenen Nestbauverhaltensweisen je Einzeltier innerhalb eines 6-Stunden-Beobachtungsblocks, n = 21, 22, 21, 21 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.
[1)] Aktivitäten ohne Bezug zum Nestbau.

Tab. 38 stellt die Häufigkeiten verschiedener Nestbauverhaltensweisen im Vergleich der Versuchsabschnitte mit (V_{II}) und ohne (V_I) Strohvorlage dar. Ein signifikanter Einfluss der Strohvorlage auf die untersuchten Merkmale des Nestbauverhaltens konnte nicht nachgewiesen werden.
Bei einer Betrachtung des Auftretens der einzelnen Verhaltensweisen fällt ein Anstieg in der Ausprägung des Merkmals Wühlen in V_{II} auf.

In V_I konnte das Merkmal Wühlen bzw. Pseudowühlen durchschnittlich 10,8-mal während der Beobachtungszeit erfasst werden. In V_{II} wurde diese Verhaltensweise mit durchschnittlich 21,4 Mal etwa doppelt so oft beobachtet wie in V_I. Dieser Zusammenhang wird durch die Betrachtung der einzelnen Nestbauverhaltensweisen in Abhängigkeit von der Haltungsvariante und der Strohvorlage (Anhang, Tab. A8) erneut deutlich. Unabhängig

von der Haltungsvariante konnte ein Anstieg der Ausübung des Merkmals Wühlen durch die Vorlage von Stroh verzeichnet werden.

Tab. 38: Häufigkeiten verschiedener Nestbauverhaltensweisen in Abhängigkeit von der Strohvorlage während der letzten sechs Stunden vor der Geburt

		Strohvorlage	
Verhaltensweise		**ohne (V_I)**	**mit (V_{II})**
Wühlen	Avg	10,8	21,4
	±	9,7	13,7
Scharren	Avg	0,1	0,0
	±	0,4	0,0
Bearbeiten von Buchtengegenstände	Avg	0,5	0,5
	±	1,8	1,4
Keine[1)]	LSM	43,3	47,9
	SE	19,5	21,9

Avg, Mittelwert; ±, Standardabweichung; LSM least squares means; SE standard error.
Angegeben ist die Anzahl der verschiedenen Nestbauverhaltensweisen je Einzeltier innerhalb eines 6-Stunden-Beobachtungsblocks, n = 39, 46 für den Versuchsabschnitt V_I bzw. V_{II}.
[1)] Aktivitäten ohne Bezug zum Nestbau.

Im Folgenden werden die Nestbauverhaltensweisen für den zweiten Versuchsabschnitt näher erläutert (Tab. 39).

Bezüglich der Ausprägung des Merkmals Wühlen kann festgehalten werden, dass es sehr häufig mit durchschnittlich 29,2 Mal in der Haltungsvariante A_4 beobachtet wurde. Scharren konnte in keiner der untersuchten Haltungsvarianten bei Vorlage von Stroh beobachtet werden. Hinsichtlich der Bearbeitung der Buchtengegenstände wurden die oben aufgeführten Ergebnisse bestätigt. Am häufigsten wurden die Buchtengegenstände in A_1 bearbeitet, in A_4 wurde dieses Verhalten nicht beobachtet. Deutlich wird, dass die Bearbeitung der Buchtengegenstände in den Bewegungsbuchten seltener registriert wurde als im Kastenstand und im Kastenstand zum Öffnen. Dieser Unterschied ließ sich jedoch nicht statistisch absichern.

Tab. 39: Häufigkeiten verschiedener Nestbauverhaltensweisen in den Haltungsvarianten A_1 bis A_4 während der letzten sechs Stunden vor der Geburt im Versuchsabschnitt mit Strohvorlage (V_{II})

		Haltungsvariante			
Verhaltensweise		A_1	A_2	A_3	A_4
Wühlen	Avg	20,3	19,7	17,8	29,2
	±	13,2	17,8	10,8	10,2
Scharren	Avg	0,0	0,0	0,0	0,0
	±	0,0	0,0	0,0	0,0
Bearbeitung von Buchtengegenstände	Avg	1,3	0,7	0,1	0,0
	±	2,3	1,2	0,3	0,0
Keine[1)]	Avg	62,2	46,5	35,9	46,8
	±	20,1	23,2	21,3	15,1

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; Avg, Mittelwert; ±, Standardabweichung.
Angegeben ist die Anzahl der verschiedenen Nestbauverhaltensweisen je Einzeltier innerhalb eines 6-Stunden-Beobachtungsblocks, n = 12, 12, 12, 10 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.
[1)] Aktivitäten ohne Bezug zum Nestbau.

Tab. 40 fasst die Ergebnisse der nicht parametrischen Varianzanalyse zusammen.

Einen Einfluss der Haltungsvariante, der Wurfzahl und des Ernährungszustandes auf die untersuchten Nestbauverhaltensweisen konnte nicht festgestellt werden. Ein hochsignifikanter Einfluss auf das Merkmal Wühlen konnte der Strohvorlage nachgewiesen werden. Aufgrund des geringen Auftretens des Merkmals Scharren wurde dieser Parameter bei der nicht parametrischen Varianzanalyse nicht näher berücksichtigt.

Tab. 40: Signifikanz der Einflüsse verschiedener Faktoren auf die nicht normalverteilten Verhaltensmerkmale

	Faktoren			
Kriterien	***H***	***V***	***W***	***E***
Wühlen	0,0509	0,0001	0,1296	0,3305
Bearbeiten von Buchtengegenstände	0,0798	0,4362	0,2662	0,6541
Drehen	0,0002	0,1109	0,0802	0,9109

H, Haltungsvariante; *V*, Versuchsabschnitt; *W*, Wurfzahl; *E*, Ernährungszustand

4.4.3 Abliegeverhalten

Besondere Beachtung verdient das Abliegen der Sau, da hier eine potenzielle Ursache für Ferkelverluste zu finden ist. Die Orientierung der Sau an den Ferkeln vor dem Ablegen ermöglicht ihr die Hinterhand auf die gegenüberliegende Seite der gruppierten Ferkel zu legen, und reduziert somit die Gefahr der Ferkelverluste durch Erdrücken. In Tab. 41 sind die Verhaltensweisen der Ferkel beim Abliegen der Muttersau in Abhängigkeit von der Haltungsvariante dargestellt. Es zeigt sich, dass unabhängig vom Stallabteil bei der Mehrzahl der Abliegevorgänge die Ferkel gruppiert waren.

Tab. 41: Häufigkeit gruppierter Ferkel beim Abliegen der Muttersau für die Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

		Haltungsvariante			
Ferkel		A_1	A_2	A_3	A_4
gruppiert	Avg	4,2	4,6	5,1	5,7
	±	3,1	3,1	3,7	3,6
nicht gruppiert	Avg	0,4	0,5	0,2	0,1
	±	1,1	0,9	0,6	0,5

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; Avg, Mittelwert; ±, Standardabweichung.
Angegeben ist die Anzahl der Verhaltensweisen der Ferkel für die Abliegevorgänge innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks. Die Angaben sind auf einen einheitlichen Beobachtungszeitraum korrigiert.
n = 218, 212, 216, 233 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.

Im Folgenden werden nur die Abliegevorgänge weiter betrachtet, bei denen die Ferkel „gruppiert“ waren. In Tab. 42 sind die Abliegevorgänge in ihre einzelnen Verhaltenselemente aufgeschlüsselt.

Bei einer Betrachtung der Verhaltensweisen der Sau gegenüber ihren Ferkeln ist der hohe Anteil der Orientierung der Sau an den Ferkeln beim Abliegen erkennbar. Die Sauen in A_1 beachteten durchschnittlich 3,2 Mal beim Abliegen die Ferkel, wobei in A_3 die Orientierung an den Ferkeln mit 4,7 Mal und in A_4 mit 5,3 Mal öfter auftrat. Damit einhergehend trat die Verhaltensweise Nichtbeachten in den Abteilen A_3 und A_4 seltener auf.
Sehr häufig wurde bei den Abliegevorgängen zunächst ein Abstützen auf die Handwurzelgelenke mit anschließendem Liegen auf dem Bauch oder Abrollen auf die Seite beobachtet. Die Zahl der Abliegevorgänge, bei denen die Sau sich zuerst auf die Handwurzelgelenke abstützt und sich dann auf den Bauch legt, war in A_1 und A_2 um etwa einen Abliegevorgang niedriger als in A_3 bzw. A_4.
Allerdings ließen sich die Sauen beim Abliegen in den Haltungsvarianten A_1 und A_2 deutlich häufiger an der Wand oder dem Ferkelgitter niedergleiten. Bei einer Orientierung der Sau zu den gruppierten Ferkeln trat dieses Merkmal nur bei durchschnittlich 0,4 Abliegevorgängen in A_1 und 0,6 in A_2 auf. Auffällig war, dass ein Niederlegen der Sau auf den Bauch, ohne vorheriges Abstützen, nach einer positiven Orientierung, nicht beobachtet werden konnte. Insgesamt wurde während der gesamten Versuchszeit diese Art des Abliegens nur zwei Mal in A_1 und zwölf Mal in A_3 registriert, wobei die Sauen sich vor den Abliegevorgängen nicht nach der Gruppierung der Ferkel richteten.
Sowohl bei der Betrachtung des Einflusses der Strohvorlage und der Haltungsvariante (Anhang, Tab. A9) als auch bei der Tageszeit und der Haltungsvariante werden die oben aufgeführten Ergebnisse wieder bestätigt (Anhang, Tab. A10). Eine Veränderung in der Ausprägung der Merkmale zeigte sich bezüglich der Tagzeit und des Laktationstages. Wie erwartet war die Zahl der Abliegevorgänge in der Nacht um 50 % niedriger als am Tag. Hinsichtlich des Laktationstages fiel ein Anstieg der durchschnittlichen Abliegevorgänge auf. Am Abferkeltag erfolgten innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks durchschnittlich 2,6 Abliegevorgänge. Am ersten Laktationstag hatte sich diese durchschnittliche Zahl verdoppelt und blieb für die folgenden drei Tage auf diesem Niveau (Anhang, Tab. A11).

Tab. 42: Interaktionen zwischen Sau und Ferkeln für die einzelnen Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$), Zeitraum Abferkeltag bis vierter Tag p.p.

		Haltungsvariante			
		A_1	A_2	A_3	A_4
Muttersau, Verhalten gegenüber Ferkeln					
– Ferkel beachtet	Avg	3,2	3,3	4,7	5,3
	±	2,4	2,8	3,6	3,5
– Ferkel nicht beachtet	Avg	1,0	1,3	0,5	0,4
	±	1,4	1,4	0,9	0,7
Art des Abliegens der Muttersau, Ferkel wurden beachtet					
– Kniet, Bauch	Avg	1,7	1,8	2,6	2,8
	±	1,8	2,2	3,0	2,5
– Kniet, Seite	Avg	2,0	2,2	2,4	2,5
	±	2,1	2,2	2,1	2,0
– Gleitet	Avg	0,4	0,6	0,1	0,4
	±	1,0	0,9	0,4	1,1
– Fällt	Avg	0,0	0,0	0,0	0,0
	±	0,0	0,0	0,0	0,0
Art des Abliegens der Muttersau, Ferkel wurden nicht beachtet					
– Kniet, Bauch	Avg	0,1	0,1	0,0	0,0
	±	0,3	0,4	0,2	0,3
– Kniet, Seite	Avg	0,3	0,3	0,1	0,1
	±	0,7	0,7	0,2	0,3
– Gleitet	Avg	0,0	0,1	0,0	0,0
	±	0,2	0,4	0,1	0,2
– Fällt	Avg	0,0	0,0	0,0	0,0
	±	0,1	0,0	0,3	0,0

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; Avg, Mittelwert; ±, Standardabweichung.
Angegeben ist die Anzahl der Verhaltensweisen der Ferkel für die Abliegevorgänge innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks. Die Angaben sind auf einen einheitlichen Beobachtungszeitraum korrigiert.
n = 218, 212, 216, 233 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.

Tab. 43 fasst die Ergebnisse der nicht parametrischen Varianzanalyse zusammen. Aus der Darstellung wird deutlich, dass zahlreiche Faktoren auf die einzelnen Verhaltensweisen einwirkten. Auf das Verhalten der Muttersau gegenüber ihren Ferkeln hatten neben der Haltungsvariante, die Wurfzahl und die Tageszeit einen signifikanten Einfluss.

Tab. 43: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die nicht normalverteilten Merkmale des Abliegeverhaltens

	Faktoren						
Kriterium	***H***	***V***	***W***	***T***	***L***	A_F	***E***
Muttersau, Verhalten gegenüber Ferkeln							
Beachtet	<.0001	0,0740	0,0001	<.0001	<.0001	0,0680	0,0392
Nicht beachtet	<.0001	0,0010	0,0367	<.0001	0,0680	0,9549	0,5144
Art des Abliegens der Muttersau, Ferkel wurden beachtet							
Kniet, Bauch	<.0001	0,2360	0,0001	<.0001	<.0001	0,0003	0,4310
Kniet, Seite	0,0032	0,2752	0,0019	<.0001	<.0001	0,1564	0,0498
Gleitet	<.0001	<.0001	0,0004	0,4931	0,2940	0,0003	0,1494
Fällt	0,1047	0,9627	0,8021	0,1454	0,0202	0,7400	0,4268
Art des Abliegens der Muttersau, Ferkel wurden nicht beachtet							
Kniet, Seite	0.1225	0,0988	0,0301	0,2338	0,0742	0,0742	0,0443
Kniet, Bauch	<.0001	0,0750	0,2108	0,0005	0,1093	0,2929	0,1926
Gleitet	<.0001	0,0113	0,4159	0,1339	0,0486	0,5516	0,7418
Fällt	0,5614	0,1710	0,9067	0,9666	0,0202	0,2250	0,3485

H, Haltungsvariante; *V*, Versuchsabschnitt; *W*, Wurfzahl; *T*, Tageszeit; *L*, Laktationstag; A_F, Anzahl lebend geborener Ferkel; *E*, Ernährungszustand

4.4.4 Säugeverhalten

In Tab. 44 wird die Häufigkeit der Saugakte in den verschiedenen Körperpositionen dargestellt. Es wird deutlich, dass fast ausschließlich im Liegen gesäugt wurde. Das Säugen in der Körperposition Stehen trat in den Abteilen 2 und 3 nur gering und in Abteil 1 und 4 überhaupt nicht auf. Auf die Merkmale Säugen im Liegen auf der rechten Seite, Säugen im Liegen gesamt, Säugen im Stehen und Säugen gesamt konnte ein signifikanter Einfluss der Haltungsvariante nachgewiesen werden.

Tab. 44: Häufigkeiten des Säugens in verschiedenen Körperpositionen in den einzelnen Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte (V_I + V_{II})

		Haltungsvariante			
Körperposition säugend		A_1	A_2	A_3	A_4
links liegend	LSM	7,9	7,6	7,9	7,9
	SE	0,4	0,4	0,4	0,4
rechts liegend	LSM	$7,5^{a}$	$7,7^{a}$	$9,0^{b}$	$8,1^{ab}$
	SE	0,4	0,4	0,4	0,4
liegend gesamt	LSM	$15,4^{a}$	$15,3^{a}$	$16,9^{b}$	$16,1^{ab}$
	SE	0,4	0,4	0,4	0,4
stehend	LSM	$0,0^{ab}$	$0,1^{ab}$	$0,1^{b}$	$0,0^{a}$
	SE	0,0	0,0	0,0	0,0
gesamt	LSM	$15,4^{a}$	$15,3^{a}$	$17,0^{b}$	$16,1^{ab}$
	SE	0,4	0,4	0,4	0,4

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; LSM, least squares means; SE, standard error.
Angegeben ist die Häufigkeit des Säugens in verschiedenen Körperpositionen je Einzeltier innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks. Den Angaben liegt eine Korrektur auf einen einheitlichen Beobachtungszeitraum zugrunde. n = 244, 244, 242, 249 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.
Werte einer Zeile, die keine identischen Buchstaben aufweisen, unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$).
Werden keine Buchstaben ausgewiesen, liegen keine signifikanten Unterschiede vor.

Die Sauen in der Haltungsvariante A_3 wiesen signifikant 1,6 Saugakte mehr auf als die Sauen in der Haltungsvariante A_1. Innerhalb der einzelnen Abteile verteilten sich die Saugakte im Liegen relativ gleichmäßig auf die rechte und linke Seitenlage. Eine Betrachtung zwischen den einzelnen Haltungsvarianten zeigte, dass die Häufigkeit des Säugens auf der rechten Seite in A_3 mit 1,5 bzw. 1,3 Saugakten signifikant höher lag als in A_1 und A_2.

Neben der Zahl der Säugeakte ist die Dauer des Säugens eine wichtige Größe. Aus diesem Grund ist in Tab. 45 die Gesamtdauer in Sekunden für die einzelnen Merkmale aufgeführt. Zwischen den Haltungsvarianten bestanden jedoch keine signifikanten Unterschiede für die Merkmale Säugen im Liegen und Säugen gesamt.

Tab. 45: Gesamtdauer [s] des Säugens in verschiedenen Körperpositionen in den Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

		Haltungsvariante			
Körperposition säugend		A_1	A_2	A_3	A_4
links liegend	LSM	3047,7[a]	2738,4[ab]	2366,6[b]	2725,0[ab]
	SE	175,7	170,4	166,8	169,2
rechts liegend	LSM	2698,3	2878,4	3116,4	3052,1
	SE	244,3	237,0	232,0	237,8
liegend gesamt	LSM	5745,9	5616,8	5483,0	5777,1
	SE	292,4	283,6	277,6	281,6
stehend	LSM	9,5[ab]	13,7[ab]	26,5[a]	1,6[b]
	SE	7,4	7,1	7,0	7,1
gesamt	LSM	5755,4	5630,5	5509,4	5778,7
	SE	292,9	284,0	278,1	282,1

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; LSM, least squares means; SE, standard error.
Angegeben ist die Gesamtdauer der jeweiligen Verhaltensweisen je Einzeltier innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks. Den Angaben liegt eine Korrektur aller Variablen auf eine einheitliche Beobachtungszeit (43200 s) zugrunde. n = 244, 244, 242, 249 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.
Werte einer Zeile, die keine identischen Buchstaben aufweisen, unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$).
Werden keine Buchstaben ausgewiesen, liegen keine signifikanten Unterschiede vor.

In allen vier untersuchten Haltungsvarianten war der Zeitanteil für das Merkmal Säugen im Stehen sehr gering und lag unter 30 Sekunden.

In Abb. 51 ist der Einfluss der Strohvorlage für die Gesamtdauer des Säugens in den verschiedenen Positionen aufgeführt. Auffällig ist, dass die Gesamtdauer des Säugens in V_{II} signifikant länger war als in V_I.
Ein signifikanter Einfluss der Strohvorlage ließ sich auf die Merkmale Säugen, liegen, gesamt; Säugen, rechts liegend; Säugen im Stehen und Säugen, gesamt nachweisen.

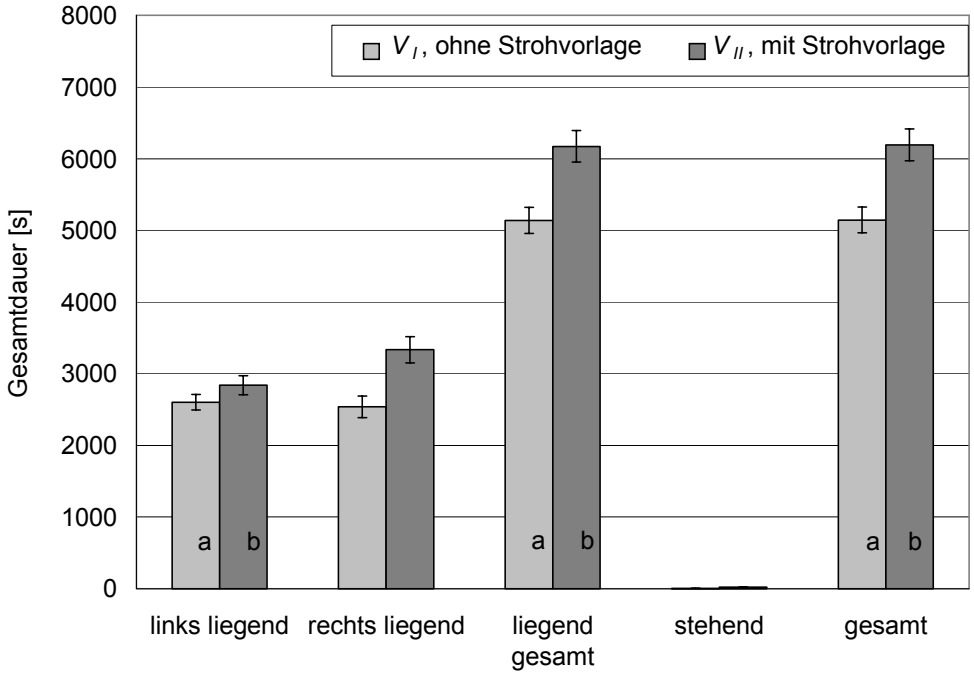


Abb. 51: Gesamtdauer [s] des Säugens in verschiedenen Positionen in den Versuchsabschnitten ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage

Angegeben ist die Gesamtdauer des Säugens in verschiedenen Körperpositionen je Einzeltier innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks. Den Angaben liegt eine Korrektur aller Variablen auf eine einheitliche Beobachtungszeit (43200 s) zugrunde. Werte einer Säulengruppe, die keine identischen Buchstaben aufweisen, unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$). Werden keine Buchstaben ausgewiesen, liegen keine signifikanten Unterschiede vor.

Bei der Darstellung der Gesamtdauer des Säugens im Laktationsverlauf unabhängig von der Haltungsvariante lässt sich ein Abfall der Säugezeit vom Laktationstag 1 auf den Laktationstag 3 erkennen (Abb. 52). Am 14. Laktationstag fiel die Gesamtdauer wieder höher aus, um dann erneut zu sinken. Bezüglich der mittleren Dauer des Säugeakts zeigt sich ein ähnlicher Verlauf innerhalb der Laktation (Abb. 52).

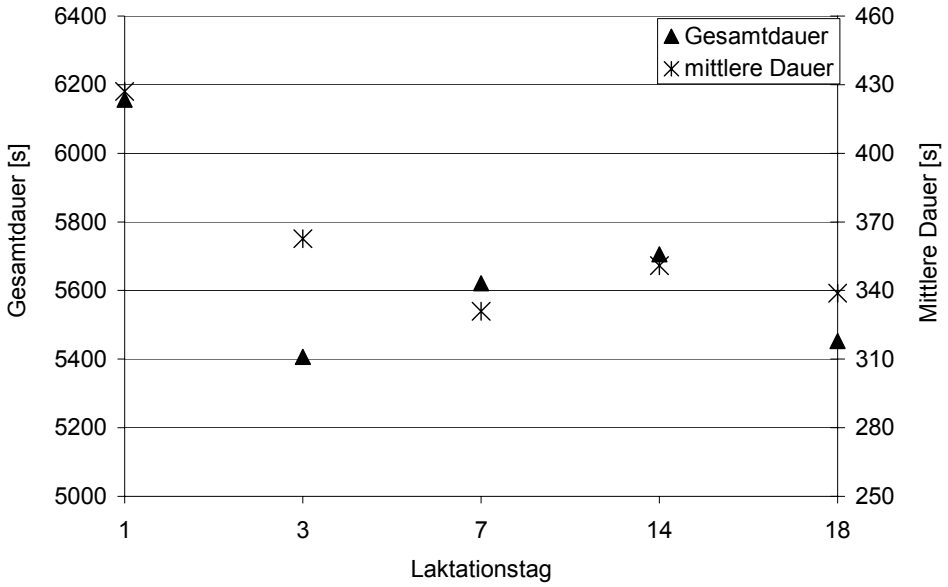


Abb. 52: Verlauf der Gesamtdauer [s] des Säugens und der mittleren Dauer des Säugeakts im Laktationsverlauf für beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

Angegeben ist die Gesamtdauer und mittlere Dauer eines Saugakts je Einzeltier innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks. Den Angaben liegt eine Korrektur auf einen einheitlichen Beobachtungszeitraum zugrunde.

Unterschiede im Laktationsverlauf zwischen den untersuchten Haltungsvarianten sind in Abb. 53 dargestellt.

Auffallend ist zunächst der starke Unterschied in der Dauer des Säugens zwischen den Varianten. Auch hinsichtlich des Verlaufs zeigten sich einige Unterschiede zwischen den Haltungsvarianten. In A_4 fiel die beobachtete Gesamtdauer des Säugens von einem zum nächsten Beobachtungstag permanent ab. In den restlichen Abteilen war dies nur vom ersten auf den dritten Laktationstag der Fall. Die Unterschiede zwischen den verbliebenen Beobachtungstagen fielen in A_3 geringer als in A_1 bzw. A_2 aus.

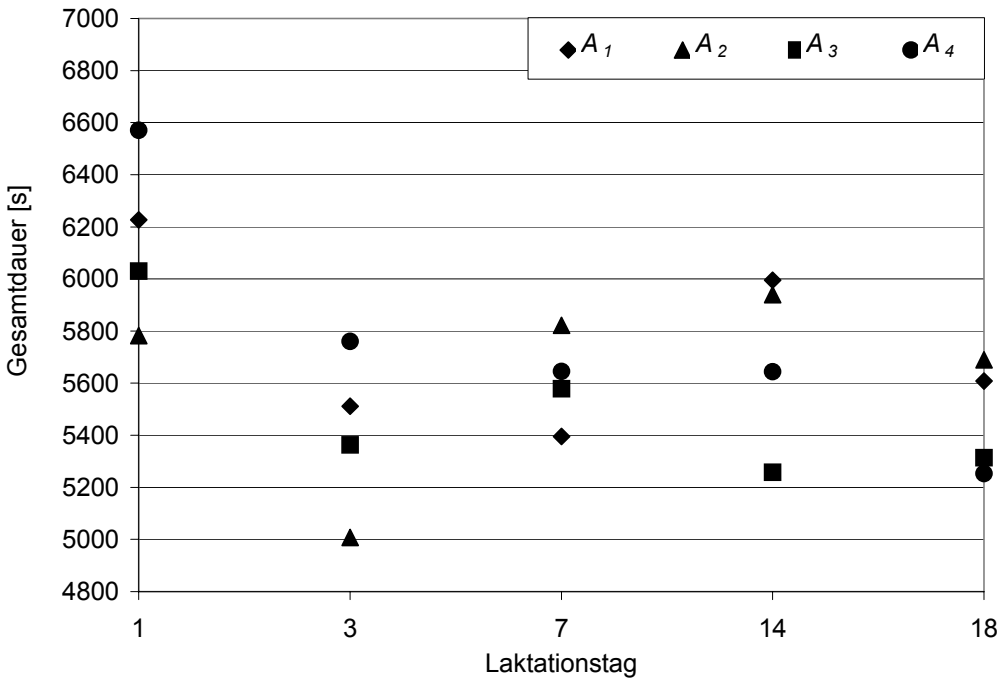


Abb. 53: Gesamtdauer [s] des Säugeakts im Laktationsverlauf für die einzelnen Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

Angegeben ist die Gesamtdauer je Einzeltier innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks. Den Angaben liegt eine Korrektur auf einen einheitlichen Beobachtungszeitraum zugrunde.

Die korrespondierende Abb. A3 zur mittleren Dauer des Säugens findet sich im Anhang. In allen Haltungsvarianten fiel die mittlere Dauer eines Säugeaktes bis zum siebten Laktationstag ab. Danach stieg sie in den Haltungsvarianten A_1, A_2 und A_4 bis zum vierzehnten Tag wieder an und fiel danach wieder ab. In A_3 hingegen nahm die mittlere Dauer bis zum 14. Laktationstag ab und stieg dann zum 18. Laktationstag schwach an.

Alle Säugemerkmale (Säugen gesamt, säugen liegend gesamt, säugend rechts liegend und säugend links liegend) fielen im Versuchsabschnitt V_{II} signifikant höher aus als in V_I, wie Abb. 54 belegt.

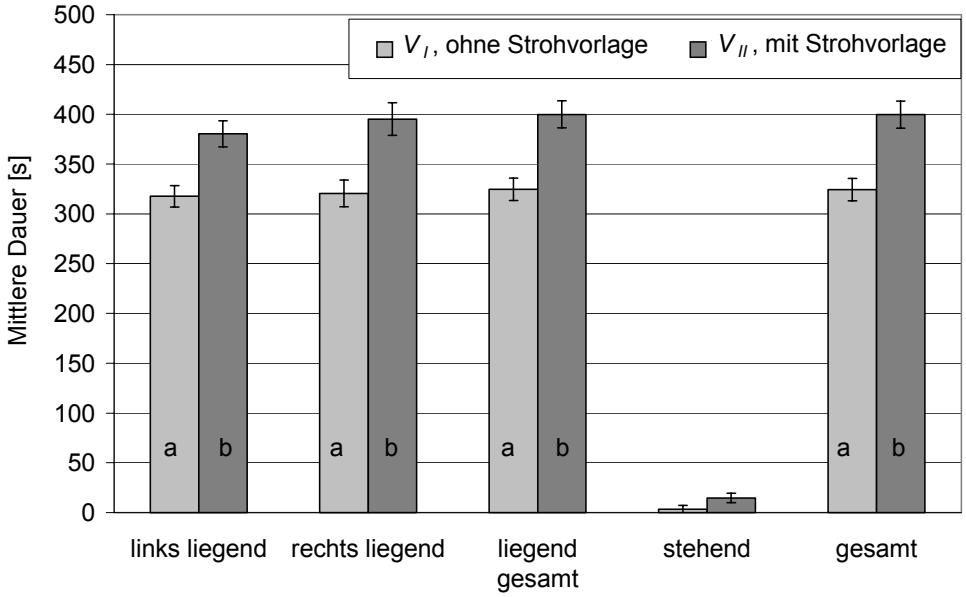


Abb. 54: Mittlere Dauer [s] des Säugens in verschiedenen Körperpositionen für die Versuchsabschnitte ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage

Angegeben ist die mittlere Dauer eines Saugakts je Einzeltier innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks. Den Angaben liegt eine Korrektur auf einen einheitlichen Beobachtungszeitraum zugrunde. Werte einer Säulengruppe, die keine identischen Buchstaben aufweisen, unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$). Werden keine Buchstaben ausgewiesen, liegen keine signifikanten Unterschiede vor.

4.4.5 Verhaltensabweichungen

Die Auswertung der Verhaltensabweichungen für die verschiedenen Haltungsvarianten ist in Tab. 46 dargestellt.

Tab. 46: Häufigkeiten des Vorkommens von Verhaltensabweichungen und deren Gesamtdauer [s] für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

			Haltungsvariante			
			A_1	A_2	A_3	A_4
Leerkauen	n	Avg	1,4	1,0	1,8	1,7
		±	2,6	2,2	2,6	3,1
	t	Avg	419,4	139,7	382,5	531,5
		±	1006,3	394,9	657,7	1136,42
Schaumkauen	n	Avg	0,2	0,1	0,1	0,3
		±	0,8	0,4	0,7	1,1
	t	Avg	31,7	8,4	32,0	85,3
		±	120,8	41,4	210,9	373,5
Kauen[1)]	n	Avg	1,6	1,1	1,9	2,0
		±	2,9	2,4	2,8	3,5
	t	Avg	451,1	148,1	414,5	616,9
		±	1046,5	403,8	766,5	1264,4
Manipulation Tränke	n	Avg	0,1	0,1	0,1	0,2
		±	0,7	0,4	0,4	0,6
	t	Avg	23,0	6,7	11,7	19,1
		±	129,8	28,2	45,8	72,2
Gesamt	n	Avg	2,0	1,4	2,3	2,5
		±	3,3	2,8	3,1	4,2
	t	Avg	480,9	180,7	437,7	661,3
		±	1048,9	443,5	769,5	1313,6

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; n, Häufigkeit des Vorkommens; t, Dauer des Vorkommens in Sekunden; Avg, Mittelwert; ±, Standardabweichung. n = 67, 69, 72, 74 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.

[1)] Kauen setzt sich zusammen aus Schaumkauen und Leerkauen.

In A_2 wurden sehr selten Verhaltensabweichungen beobachtet, wobei in A_4 häufig Stereotypien innerhalb der zwei Stunden Beobachtungszeit registriert werden konnten. Die Differenz zwischen der Zahl der aufgetretenen Verhaltensabweichung lag bei 1,1 Stereotypien. Kauen war die Verhaltensabweichung, die sehr häufig beobachtet wurde. Die Rangierung der einzelnen Abteile im Hinblick auf dieses Merkmal spiegelt die Reihenfolge der Haltungsvarianten für das gesamte Auftreten von Stereotypien wider.
Manipulationen der Tränke wurden in allen vier Abteilen etwa gleich häufig beobachtet, trat aber nur selten auf.

Bezüglich der Dauer des Auftretens der Verhaltensabweichungen zeigte sich das gleiche Bild wie bei der Häufigkeit des Auftretens. Die mittlere Gesamtdauer der Verhaltensabweichungen in A_2 wurde mit 180,7 Sekunden ermittelt. In A_4 lag der Zeitanteil mit 661,3 Sekunden um das dreifache höher. Bei einer Betrachtung der Stereotypie „Manipulation“ der Tränke wird die geringe Ausübung dieser Verhaltensabweichung wieder deutlich hervorgehoben.

In Tab. A12 (Anhang) wird der Effekt der Strohvorlage auf die Stereotypien dargestellt. Bezüglich des Auftretens und der Dauer der gesamten Verhaltensabweichungen ließen sich nur sehr geringe Unterschiede erkennen. Abweichungen zeigten sich lediglich in der Dauer der Verhaltensabweichungen Schaumkauen und Manipulation der Tränke. Beide Parameter wurden in V_{II} mit dem Angebot von Stroh zeitlich länger ausgeübt.
Die Ergebnisse der nicht parametrischen Varianzanalyse sind in Tab. 47 zusammengefasst.

Tab. 47: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die nicht normalverteilten Verhaltensmerkmale

	Faktoren			
Kriterium	***H***	***V***	***W***	A_F
Häufigkeiten [n] der Verhaltensmerkmale				
Leerkauen	0,1092	0,2073	0,9879	0,1021
Schaumkauen	0,8008	0,0885	0,6634	0,5338
Manipulation Tränke	0,6479	0,0066	0,1751	0,2409
Gesamt	0,1470	0,0545	0,9728	0,0879
Kauen	0,1318	0,3354	0,9803	0,1201
Gesamtdauer [s] der Verhaltensmerkmale				
Leerkauen	0,0620	0,3023	0,8845	0,1352
Schaumkauen	0,7930	0,0879	0,6761	0,5334
Manipulation Tränke	0,6417	0,0063	0,1619	0,2349
Gesamt	0,0935	0,0809	0,8934	0,0912
Kauen	0,0723	0,3919	0,8257	0,1549

H, Haltungsvariante; *V*, Versuchsabschnitt; *W*, Wurfzahl; A_F, Zahl der lebend geborenen Ferkel

Ein signifikanter Effekt konnte für das Merkmal „Manipulation“ der Tränke durch die Strohvorlage festgestellt werden. Weitere signifikante Einflüsse auf die einzelnen Parameter konnten nicht nachgewiesen werden.

4.4.6 Strohgaben

Tab. 48 zeigt die durchschnittlich verbrauchten Strohmengen der Sauen in Abhängigkeit von der Haltungsvariante bezogen auf einen 12-Stunden-Beobachtungsblock. In allen untersuchten Haltungsvarianten lag die durchschnittlich verbrauchte Strohmenge unter 20 g. In A_4, in dem das Stroh direkt am Boden angeboten wurde, wurden durchschnittlich 17,3 g Stroh verbraucht. In den anderen drei Abteilen war die Menge deutlich geringer.

Tab. 48: Verbrauchte Strohmengen, Zahl der Raufebesuche und Beschäftigungsdauer mit der Raufe in den einzelnen Haltungsvarianten A_1 bis A_4 für den Versuchsabschnitt mit Strohvorlage (V_{II})

		Haltungsvariante			
		A_1	A_2	A_3	A_4
Verbrauchte Strohmenge [g]	LSM	9,1[bc]	5,5[b]	9,4[c]	17,3[a]
	SE	1,6	1,5	1,5	1,5
Anzahl Raufebesuche	Avg	0,6	0,5	0,1	1,8
	±	1,2	1,6	0,7	3,5
	Min	0,0	0,0	0,0	0,0
	Max	7,0	14,0	7,0	20,0
Beschäftigungsdauer Raufe [s]	Avg	35,1	201,0	6,7	411,4
	±	81,8	1853,2	45,9	1349,2
	Min	0,0	0,0	0,0	0,0
	Max	558,0	26167,0	598,0	10340,0

V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; LSM, least squares means; SE, standard error; Avg, Mittelwert; ±, Standardabweichung; Min, Minimum; Max, Maximum.
Angegeben sind die Häufigkeit der Raufebesuche und die Beschäftigungsdauer mit Stroh je Einzeltier innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks. n (Strohmenge) = 28, 28, 32, 30 für die Abteile A_1, A_2, A_3, bzw. A_4 sowie n (Raufebesuche, Beschäftigung) = 37, 36, 34, 40 für die Abteile A_1, A_2, A_3, bzw. A_4.

Unterschiede zwischen den Abteilen werden bei der Betrachtung der Zahl der Raufebesuche sowie der Beschäftigungsdauer der Sauen mit Stroh sichtbar. Die Zahl der Raufebesuche in A_4, in dem das Stroh direkt am Boden angeboten wurde, war mit durchschnittlich 1,8 Besuchen innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks deutlich höher als in den drei anderen Abteilen. Selten wurden die Raufen in A_3 aufgesucht, hier lag die Zahl der Raufebesuche bei durchschnittlich 0,1-mal innerhalb eines 12–Stunden-Beobachtungsblocks.

Die Angaben zur Beschäftigungsdauer mit Stroh bestätigen die Ausführungen zur Zahl der Raufebesuche. Die Sauen in A_4 beschäftigten sich durchschnittlich 411,4 s mit Stroh. In A_2 lag der Zeitaufwand für die Beschäftigung mit Stroh 50 % niedriger als in A_4. Den geringsten Zeitaufwand für die Beschäftigung der Sauen mit Stroh wurde in A_3 beobachtet,

wo die Sauen sich durchschnittlich 6,7 Sekunden eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks dem Material Stroh zuwandten. In A_2 und A_4 lag jedoch eine sehr hohe Streuung der Beobachtungswerte vor.

Die meisten Raufebesuche wurden vor der Geburt mit durchschnittlich 0,8 Besuchen registriert (Tab. 49). Die Beschäftigungsdauer lag bei durchschnittlich 143,5 Sekunden. Am Tag der Geburt sank sowohl die Zahl der Raufebesuche als auch die Beschäftigungsdauer der Sauen mit Stroh. Für den Zeitraum nach der Geburt konnte ein Anstieg der Beschäftigungsdauer von 75 Sekunden zum Abferkeltag verzeichnet werden. Eine Änderung hinsichtlich der Zahl der Raufebesuche konnte jedoch nicht beobachtet werden.
In allen drei Phasen wurden Sauen registriert, die die Strohraufe nicht aufsuchten. Die geringste Besucherfrequenz der Raufen zeigte sich am Tag der Geburt, an dem maximal vier Besuche an der Raufe beobachtet werden konnten.

Tab. 49: Zahl der Raufebesuche und Beschäftigungsdauer mit der Raufe in Abhängigkeit vom Laktationsstadium im Versuchsabschnitt V_{II}

		Laktationsstadium		
		ante partum	**Geburt**	**post partum**
Anzahl Raufebesuche	Avg	0,8	0,3	0,3
	±	2,2	0,8	0,9
	Min	0,0	0,0	0,0
	Max	20,0	4,0	8,0
Beschäftigungsdauer Raufe	Avg	143,5	35,7	110,6
	±	749,7	117,6	1555,9
	Min	0,0	0,0	0,0
	Max	10340,0	650,0	26167,0

V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; Avg, Mittelwert; ±, Standardabweichung; Min, Minimum; Max, Maximum.
Angegeben sind die Häufigkeit der Raufebesuche und die Beschäftigungsdauer mit Stroh je Einzeltier innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks. n = 319, 94, 283 für die Laktationsstadien ante partum, partum bzw. post partum.

Deutliche Unterschiede in der Zahl der Raufebesuche und der Beschäftigungsdauer zeigten sich bei der Betrachtung der Tageszeit. 73 % der gesamten Raufebesuche wurden am Tag

beobachtet (Abb. A4, Anhang). Am Tag beschäftigten sich die Sauen durchschnittlich 191 Sekunden mit Stroh. In der Nacht hingegen sank die Dauer auf 30 Sekunden ab.

In Tab. 50 sind die Ergebnisse der nicht parametrischen Varianzanalyse zusammengefasst. Einen signifikanten Einfluss auf die Zahl der Raufebesuche sowie auf die Beschäftigungsdauer mit Stroh konnte der Haltungsvariante und dem Laktationstag nachgewiesen werden. Die Auswirkungen der Haltungsvariante bzw. des Laktationstags auf die Zahl der Raufebesuche und die Beschäftigungsdauer der Sauen mit der Raufe wurden bereits in Tab. 48 bzw. Tab. 49 dargestellt. Einen weiteren signifikanten Einfluss auf die untersuchten Merkmale konnte der Tageszeit nachgewiesen werden. Sowohl die Zahl der Raufebesuche als auch die Beschäftigungsdauer mit Stroh war in der Nacht deutlich niedriger als am Tag.

Tab. 50: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die nicht normalverteilten Merkmale

	Faktoren				
Kriterium	***H***	***D***	***W***	***L***	***T***
Anzahl Raufebesuche	<.0001	0,7898	0,0913	0,0002	<.0001
Beschäftigungsdauer Raufe	<.0001	0,8890	0,1258	0,0002	<.0001

H, Haltungsvariante; *D*, Durchgang; *W*, Wurfzahl; *L*, Laktationstag; *T*, Tageszeit

4.5 Parameter der Haltungsumwelt

4.5.1 Kontinuierlich erhobene Merkmale

In Tab. 51 sind die kontinuierlich erhobenen Stallklimadaten aufgeführt. Wiedergegeben sind Lufttemperatur [°C], relative Luftfeuchte [%] und Schwebstaubgehalt [µg/m^3] der Stallluft. Ein signifikanter Einfluss der Faktoren Haltungsvariante, Versuchsabschnitt sowie Zahl der abgesetzten Ferkel auf die untersuchten Merkmale konnte nicht nachgewiesen werden.

Tab. 51: Stallklimadaten in Abhängigkeit von der Haltungsvariante ($V_I + V_{II}$)

		Haltungsvariante			
		A_1	A_2	A_3	A_4
Lufttemperatur [°C] [1)]	Avg	18,5	20,7	20,7	19,8
	±	2,8	2,8	2,4	2,4
Relative Luftfeuchte [%] [1)]	Avg	54,9	60,7	49,5	59,7
	±	12,5	6,3	11,2	8,4
Schwebstaubkonzentration [µg/°m^3][2)]	Avg	317,8	330,1	262,3	392,1
	±	96,1	80,8	53,3	317,7

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; Avg, Mittelwert; ±, Standardabweichung.
[1)] Genannte Parameter wurden in allen vier Abteilen parallel gemessen. Dargestellt sind hier nur Resultate solcher Messungen, die während das Abteil belegt war, durchgeführt wurden. n = 19654, 19286, 16674, 18489 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.
[2)] Genannte Parameter wurden im Abteil zeitversetzt gemessen. Nur post partum erhobene Messwerte gingen in die Berechnung ein. Die dargestellten Mittelwerte und Standardabweichungen wurden aus einem Datensatz berechnet, indem jede Messperiode nur durch ihren Mittelwert repräsentiert wird. n = 13, 11, 12 bzw. 10 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.

Bezüglich der Temperatur und der relativen Luftfeuchte zeigte sich ein vergleichsweise einheitliches Bild zwischen den einzelnen Abteilen. Auffallend ist jedoch die deutlich niedrigere Stalltemperatur in A_1.

Im Anhang in den Abb. A5 -Abb. A12 sind die Verläufe der Temperatur und Luftfeuchte für jedes Abteil für den gesamten Untersuchungszeitraum dargestellt. Die Abbildungen unterstreichen die Einheitlichkeit der Bedingungen in den einzelnen Abteilen.

Hinsichtlich der Schwebstaubkonzentrationen in der Stallluft ähnelten sich die Situationen in A_1 und A_2; demgegenüber fielen die Messwerte in A_3 geringer, in A_4 dagegen deutlich höher aus. Von erheblichem Einfluss auf das Messresultat war der Zeitpunkt der Messung. Vor dem Abferkeln fiel die mittlere Staubkonzentration geringer als in der Zeit nach der Geburt aus, wie Tab. 52 belegt. Aufgrund des geringen Datenumfangs für den Zeitraum vor der Geburt wurde auf eine weitere Auswertung verzichtet.

Tab. 52: Staubkonzentration vor und nach dem Abferkeln in Abhängigkeit von der Haltungsvariante (A_1 bis A_4) ($V_I + V_{II}$)

	Haltungsvariante							
	A_1		A_2		A_3		A_4	
	a.p.	p.p.	a.p	p.p.	a.p	p.p.	a.p	p.p.
Anzahl Messungen								
n	610	6624	698	4117	551	5011	229	3964
Staubkonzentration [µg/m³] 1)								
Avg	120,5	321,6	137,6	335,2	137,4	260,3	248,5	403,8
±	86,6	214,1	101,1	199,3	98,1	168,0	212,6	353,3

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen, A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; a.p., ante partum; p.p., post partum; Avg, Mittelwert; ±, Standardabweichung.
1) Genannte Parameter wurden in den Abteilen zeitversetzt gemessen.

Nach dem Abferkeln konnte in 36 von 46 Messperioden ein permanenter Anstieg der Staubkonzentration beobachtet werden.

Eine etwa gleich bleibende Staubkonzentration wurde in vier Messperioden und ein Absinken der Staubkonzentration in sechs Messperioden registriert.

Ein Zusammenhang zwischen dem Laktationsstadium und der Höhe der Staubkonzentration visualisieren die Abb. A13 bis Abb. A20 im Anhang. Dort wird der Verlauf der Staubkonzentration während je einer Laktation je Haltungsvariante und Versuchsabschnitt dargestellt. Zwischen den Versuchsabschnitten ohne oder mit Vorlage von Stroh als Nestbaumaterial zeigte sich kein Unterschied.

4.5.2 Diskontinuierlich erhobene Merkmale

Tab. 53 stellt die Lüftungsrate und die Ammoniakkonzentration in der Stallluft dar. Der Ammoniakgehalt wurde hochsignifikant durch das verwendete statistische Modell erklärt.

Tab. 53: Luftvolumenstrom und Ammoniakkonzentration in der Stallluft [1] für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

		Haltungsvariante			
		A_1	A_2	A_3	A_4
Luftvolumenstrom [m³/ h]	Avg	1274,8	1459,9	1908,9	1579,7
	±	687,8	632,1	422,4	574,7
NH_3-Konzentration, Sau[2] [ppm]	Avg	5,6	7,9	6,7	7,7
	±	1,7	4,0	5,5	3,0
NH_3-Konzentration, Ferkel[3] [ppm]	Avg	6,3	8,2	7,1	8,2
	±	2,0	4,6	3,6	3,5
NH_3-Konzentration, gesamt [ppm]	Avg	6,0	8,0	6,9	8,0
	±	1,8	4,2	3,4	3,2

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; Avg, Mittelwert; ±, Standardabweichung.
[1] Dargestellt sind nur die Ergebnisse solcher Messungen, für die zeitgleich erfasste Informationen über die NH_3 - Konzentration der Stalluft und den Luftvolumenstrom vorlagen. n = 35, 28, 29 bzw. 27 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.
[2] Messpunkt Kopfhöhe der Sau, ca. 800 mm.
[3] Messpunkt Kopfhöhe der Ferkel, ca. 300 mm.

Da der Luftvolumenstrom nur einmal täglich erfasst wurde und das Staubmessgerät in wöchentlichen Abständen innerhalb der Haltungsvarianten A_1 bis A_4 umgesetzt wurden, lagen gleichzeitige Messungen für die Stalltemperatur, die relative Luftfeuchte, den Schwebstaubgehalt und den Luftvolumenstrom nur für 102, 78, 86 und 72 Beobachtungen zur Verfügung, die in dieser Reihenfolge das Klima in den Haltungsvarianten A_1 bis A_4 repräsentieren. Abb. 55 stellt den Zusammenhang zwischen dem einmal täglich erfassten Luftvolumenstrom und dem Schwebstaubgehalt in der Stallluft zum selben Zeitpunkt dar. Es wird deutlich, dass keine Beziehung zwischen diesen beiden erfassten Merkmalen vorlag.

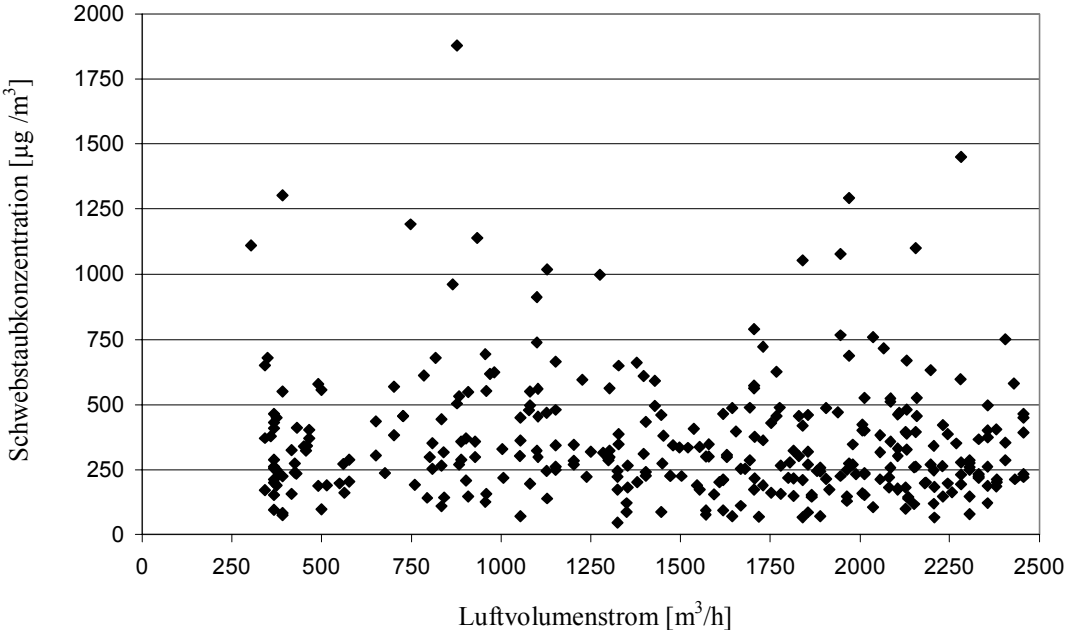


Abb. 55: Luftvolumenstrom und zeitgleich im selben Abteil erhobene Schwebstaubkonzentration (n = 338)

Abb. 56 zeigt, dass keine klare Beziehung zwischen der Stalltemperatur und der Staubkonzentration vorlag.

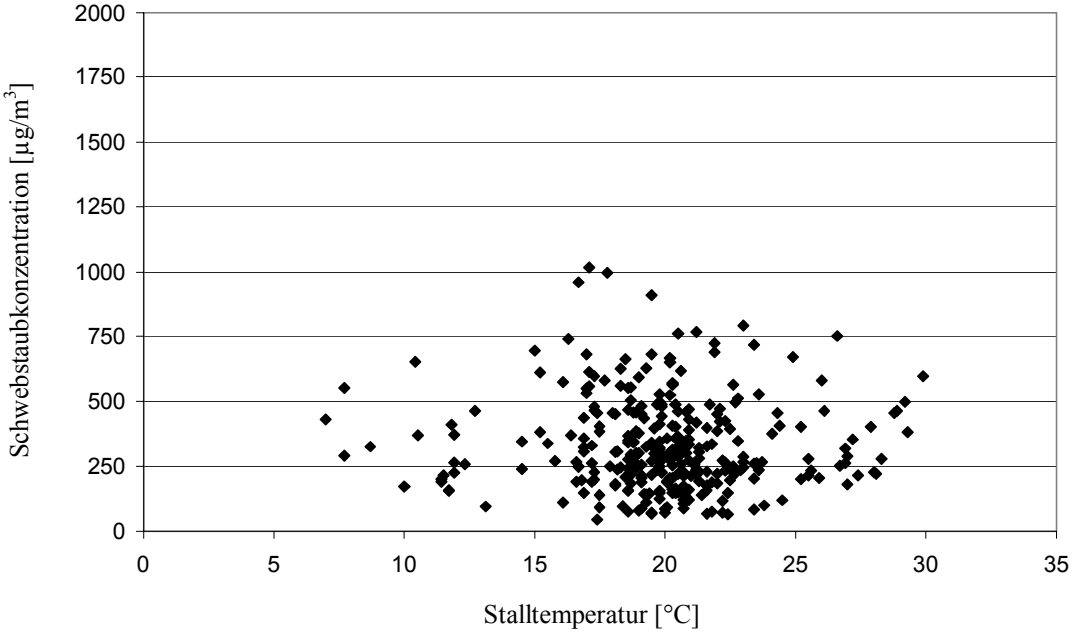


Abb. 56: Temperatur und zeitgleich im selben Abteil erhobene Schwebstaubkonzentration (n = 338)

Des Weiteren konnte ein Zusammenhang zwischen der Ammoniakkonzentration und dem Staubgehalt der Stallluft nicht nachgewiesen werden.

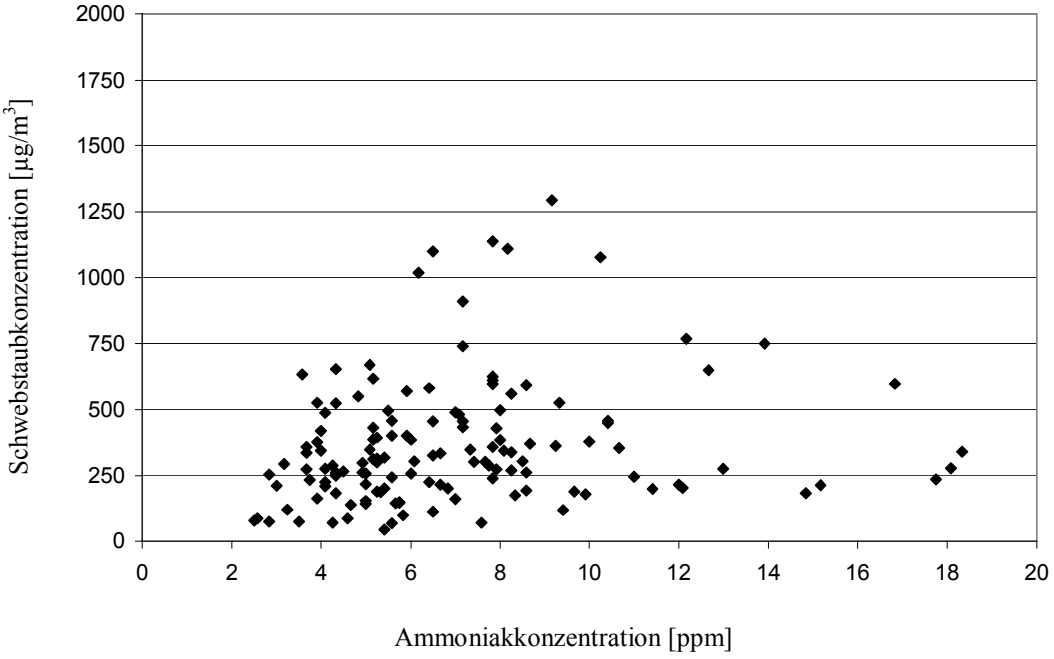


Abb. 57: Ammoniakkonzentration und zeitgleich im selben Abteil erhobene Schwebstaubkonzentration (n = 119)

4.5.3 Verschmutzungsgrad der Buchten

In Tab. 54 ist der Verschmutzungsgrad der einzelnen Teilbereiche der Bucht und der gesamten Buchtenfläche dargestellt. In allen vier untersuchten Abteilen lag der Verschmutzungsgrad der gesamten Buchtenfläche unter 10 %.

Bei einer Betrachtung der gesamten Buchtenfläche zeigten sich nur geringe Unterschiede zwischen den einzelnen Abteilen hinsichtlich des Verschmutzungsgrades.

Tab. 54: Verschmutzungsgrad [1] der einzelnen Buchtenbereiche für die Haltungsvarianten (A_1-A_4) über beide Versuchsabschnitte (V_I + V_{II})

		Haltungsvariante			
Buchtenbereich		A_1	A_2	A_3	A_4
Bereich 1 [2]	Avg	1,4	1,8	4,8	5,0
	±	4,6	4,7	9,0	8,1
Bereich 2 [3]	Avg	11,0	12,3	17,6	18,7
	±	10,4	9,3	9,6	10,0
Bereich 3 [4]	Avg	0,7	0,9	2,4	1,7
	±	4,4	4,2	6,8	5,7
Bereich 4 [5]	Avg	19,3	15,9	10,4	10,7
	±	10,5	10,8	10,3	9,6
Buchtenfläche, gesamt	Avg	8,1	7,7	8,8	9,0
	±	5,4	4,3	5,5	4,7

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; Avg, Mittelwert; ±, Standardabweichung.
[1] Stellt die in Prozent umgerechnete subjektiv erfasste Verschmutzung der Buchtenfläche dar.
[2] Buchtenfläche Trog.
[3] Buchtenfläche Stallwand.
[4] Buchtenfläche Ferkelnest.
[5] Buchtenfläche Futtergang.

Eine Differenzierung der Verschmutzung der gesamten Buchtenfläche in die einzelnen Teilbereiche macht deutlich, dass in den Haltungsvarianten A_1 und A_2 der Bereich 4 (Buchtenfläche zum Futtergang) und in den Bewegungsbuchten (A_3 und A_4) der Bereich 2 (Buchtenfläche zur Wand) am stärksten betroffen war.
Der Bereich 1 (Buchtenfläche am Trog) war in den Bewegungsbuchten (A_3 und A_4) mit 4,8 % bzw. 5,0 % deutlich stärker verschmutzt als im Kastenstand und im Kastenstand zum Öffnen (A_1 bzw. A_2).

Des Weiteren wird in Abb. 58 der Einfluss der Strohvorlage auf die Buchtenverschmutzung dargestellt. Im Versuchsabschnitt V_{II} (Vorlage von Stroh) war sowohl die Verschmutzung der gesamten Buchtenfläche als auch der einzelnen Teilbereiche niedriger als im Versuchsabschnitt V_I (ohne Strohvorlage).

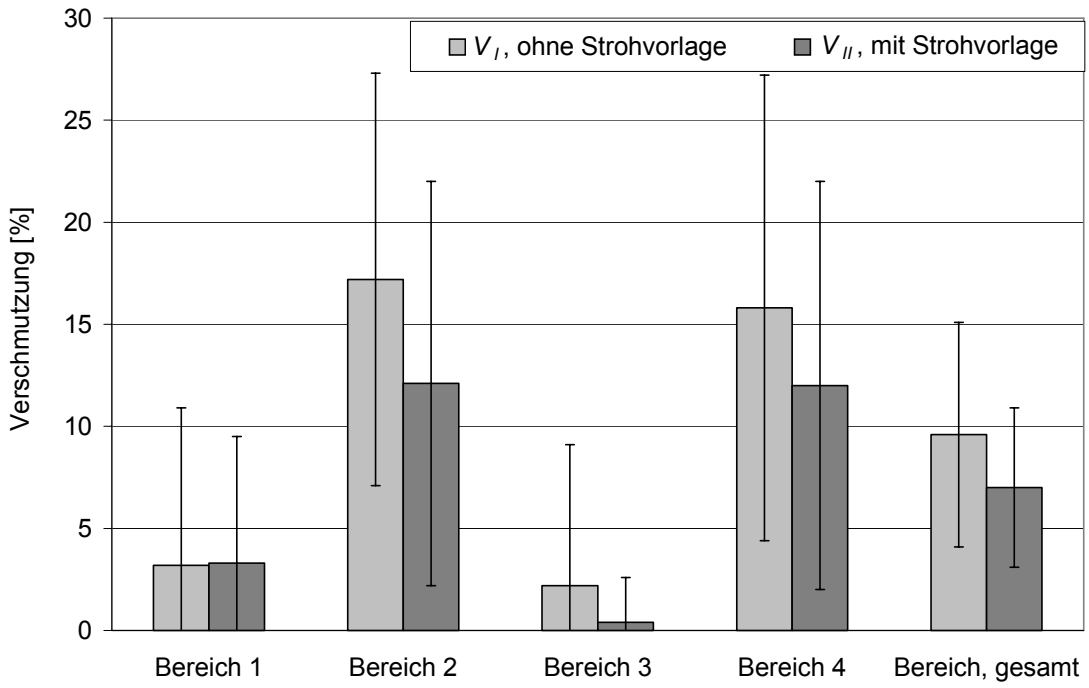


Abb. 58: Verschmutzungsgrad der einzelnen Buchtenbereiche für die Versuchsabschnitte ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage

Bereich1, Trog; Bereich 2, Stallwand; Bereich 3, Ferkelnest; Bereich 4, Futtergang.

Der Verschmutzungsgrad der Bucht wurde außer von den Haltungsvarianten und von der Strohvorlage vom Zeitpunkt der Verschmutzungsaufnahme beeinflusst (Tab. 55).
Tab. A13 im Anhang stellt die Buchtenverschmutzung in Abhängigkeit vom Wurfalter dar. Es zeigt sich, dass die Verschmutzung der gesamten Buchtenfläche mit zunehmendem Wurfalter abnahm.

In allen vier untersuchten Haltungsvarianten lag der durchschnittliche Verschmutzungsgrad der gesamten Buchtenfläche unter 15 %. Der höchste Verschmutzungsgrad wurde in allen Haltungsvarianten in der ersten Woche p.p. registriert.
Die Abb. A21 bis Abb. A24 im Anhang stellen den Verschmutzungsgrad der Buchten für die einzelnen Haltungsvarianten für alle Beobachtungen dar.
Tab. 55 fasst die Ergebnisse der nicht parametrischen Varianzanalyse zusammen. Einen signifikanten Einfluss auf die Buchtenverschmutzung konnte der Haltungsvariante, der Strohvorlage, dem Zeitpunkt der Verschmutzungsaufnahme und der Sau nachgewiesen werden.

Tab. 55: Signifikanz des Einflusses verschiedener Faktoren auf die Verschmutzung einzelner Buchtenbereiche

	Faktoren			
Kriterium	***H***	***V***	***Z***	S_{nr}
Bereich 1 [1)]	<.0001	<.0001	0,0255	<.0001
Bereich 2 [2)]	<.0001	<.0001	0,0011	<.0001
Bereich 3 [3)]	<.0001	<.0001	<.0001	0,0011
Bereich 4 [4)]	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Buchtenfläche gesamt	0,0007	<.0001	<.0001	<.0001

H, Haltungsvariante; *V*, Versuchsabschnitt (Strohvorlage); *Z*, Zeitpunkt; S_{nr}, Saunummer.
[1)] Buchtenfläche Trog.
[2)] Buchtenfläche Stallwand.
[3)] Buchtenfläche Ferkelnest.
[4)] Buchtenfläche Futtergang.

4.6 Arbeitszeitbedarf

Die Arbeitszeiterfassungen wurden im Rahmen einer Diplomarbeit [152] durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Arbeit sind in Tab. 56 dargestellt.

Es zeigte sich, dass der Gesamtarbeitszeitaufwand für den konventionellen Kastenstand und die Bewegungsbuchten nahezu identisch war. Im Kastenstand zum Öffnen lag die Gesamtarbeitszeit 272,1 AK s pro Sau höher als im Kastenstand bzw. 223,1 AK s pro Sau höher als in der Bewegungsbucht.

Eine Aufgliederung der Gesamtarbeitszeit in die einzelnen Gruppen verdeutlicht, dass der größte Zeitbedarf durch die ferkelbezogenen Sonderarbeiten entsteht. Der Zeitbedarf war in den Bewegungsbuchten deutlich höher als in den beiden anderen Haltungsvarianten. Die Differenz ist auf den unterschiedlichen Zeitaufwand beim Herausholen der Ferkel aus der Bucht zurückzuführen. Diesbezüglich stellten die Bewegungsbuchten eine Erschwernis dar.

Der Zeitaufwand für die Gruppe der Routinearbeiten nahm in der Reihenfolge der Haltungsvarianten Kastenstand zum Öffnen, praxisüblicher Kastenstand, Bewegungsbucht ab. Dies ist darauf zurückzuführen, dass auf eine Grobreinigung der Bewegungsbuchten verzichtet werden konnte, da der Kot von den Sauen ausreichend durchgetreten wurde.

Tab. 56: Arbeitszeitbedarf für Sauen im Abferkelbereich [1] (modifiziert nach [154])

	Häufigkeit	Ak	Haltungsvariante		
			A_1	A_2	$A_3 + A_4$ [2]
			[AK s / Sau]	[AK s / Sau]	[AK s / Sau]
Sau füttern, 2 x tgl. 1 Schaufel	6	1	50,1	78,2	68,4
Sau füttern, 2 x tgl. 2 Schaufeln	44	1	552,5	605,0	554,6
Füttern der Ferkel	10	1	51,9	54,8	58,4
Grobreinigen der Buchten	9/5/0 [3]	1	157,9	113,3	0
Routinearbeiten			812,4	851,3	681,4
Einstallen [4]	1	1	59,1	47,6	16,1
Absetzen der Sau	1	2	39,4	44,6	39,6
Impfung durch Tierarzt	1	1	10,2	14,1	14,1
Setzen einer Spritze	2	1	17,0	63,1 [5]	63,1 [5]
Sonderarbeiten, Sau			125,7	169,4	132,9
10 Ferkel fangen, zum Behandeln	1	1/1/2 [3]	39,8	34,5	97,8
Ferkelsortieren, zum Behandeln	1	1	36,2 [5]	36,2 [5]	36,2 [5]
10 Ferkel behandeln [6]	1	2	1667,4 [5]	1667,4 [5]	1667,4 [5]
10 Ferkel zurücksetzen	1	1	25,6	23,9	25,4
5 Ferkel kastrieren	1	2	549,8	462,2	633,8
Ausstallen der Ferkel [7]	1	3	529,5	479,1	509,7
Totes Ferkel aus Bucht entfernen	1,5	1	11,4	41,7	41,7
Sonderarbeiten, Ferkel			2859,7	2745,0	3012,0
Gitter öffnen (nur Var. 2)	1	1	0	173,0	0
Gitter schließen (nur Var. 2)	1	1	0	104,5	0
Grobreinigung, vor HD-Reinig.	1	1	16,0	42,7	36,5
Sonderarbeiten, Bucht			16,0	320,2	36,5
Gesamtarbeitszeit			3813,8	4085,9	3862,8

[1] Daten berücksichtigen die Häufigkeit der Arbeitserledigung und die Zahl eingesetzter Arbeitskräfte. Alle Angaben frei von Weg- und Rüstzeiten, Annahmen: 11,5 leb. geb. Ferkel, 1,5 Abgänge in den ersten Tagen, Verweildauer = 25 d (davon 21 d Säugeperiode).
[2] Angegeben sind die Mittelwerte der Abteile A_3 und A_4.
[3] Angaben für die Haltungsvarianten 1/2/3.
[4] Zeit vom Betreten des Abteils durch die Sau bis zum Schließen der Buchtentür.
[5] Arbeit wurde außerhalb der Abteile ausgeführt und daher über die Varianten gemittelt.
[6] Tätowieren, Wiegen, Schwänze und Zähne kürzen, Eiseninjektion.
[7] Fangen, Wiegen, in Transportkarre setzen, Sau war bereits ausgestallt.

5 Diskussion

5.1 Leistungsmerkmale

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die Spannweite der Geburtslänge sehr groß war. Wenngleich statistisch nicht signifikant, war dennoch die durchschnittliche Geburtsdauer bei den in der Kastenstandhaltung gehaltenen Sauen kürzer als bei den Sauen in den Bewegungsbuchten. Thodberg [95] sowie Weber und Troxler [155] beobachteten eine längere Geburtsdauer bei im Kastenstand gehaltenen Sauen.

Ein ähnliches Bild zeigte sich bezüglich des mittleren Zeitabstandes zwischen den Ferkeln eines Wurfes. Im Kastenstand war die durchschnittliche Spanne zwischen den Ferkeln mit 17,5 Minuten deutlich geringer als in den Bewegungsbuchten mit durchschnittlich 19,5 bzw. 24,2 Minuten. Damit konnten die Ergebnisse von Hesse [23], der kürzere Zeitabstände zwischen den Ferkeln in den Bewegungsbuchten registrierte als im Kastenstand, nicht bestätigt werden. Hesse [23] ermittelte im Kastenstand einen Zeitabstand von 34 Minuten.

Der mittlere Zeitabstand zwischen den Ferkeln eines Wurfes war in der Untersuchung von Petercord et al. [49] bei den Sauen mit dem Angebot von Stroh höher als bei den Sauen, die strohlos gehalten wurden. In der vorliegenden Untersuchung war sowohl die durchschnittliche Gesamtdauer der Geburt als auch der mittlere Zeitabstand zwischen den Ferkeln eines Wurfes im Versuchsabschnitt V_{II}, mit dem Angebot von Stroh, kürzer als im Versuchsabschnitt V_I. Der statistische Vergleich ergab keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Geburtsdauer und der durchschnittlichen Zeitdauer zwischen den Ferkeln in den beiden Versuchsabschnitten. An dieser Stelle muss jedoch darauf verwiesen werden, dass die Anlage des hier vorgestellten Versuches es nicht zulässt, den Einfluss der Strohvorlage vom Einfluss des Versuchszeitraums zu trennen.

Bezüglich der Zahl der lebend geborenen Ferkel unterschieden sich die Haltungsvarianten nur geringfügig voneinander. Deutliche Abweichungen zeigten sich jedoch bei der Zahl der abgesetzten Ferkel. In den Bewegungsbuchten wurden durchschnittlich 0,8 bzw. 0,6 Ferkel pro Wurf weniger abgesetzt als im Kastenstand und 1,1 bzw. 0,9 Ferkel pro Wurf weniger als im Kastenstand zum Öffnen. Die gesamten Aufzuchtverluste lagen bei 22,5 % und waren im Vergleich zu anderen Untersuchungen hoch (vgl. Abschnitt 2.3).

Arkenau et al. [45] und Weber [156] stellten in ihren Untersuchungen keine Unterschiede

in der Höhe der Aufzuchtverluste zwischen der Kastenstandhaltung und der Haltung in Bewegungsbuchten fest. Hingegen registrierten Anonymus [43], Cronin und Smith [73] und Phillips und Fraser [47] höhere Aufzuchtverluste in Bewegungsbuchten. Auch in der vorliegenden Untersuchung waren die Aufzuchtverluste in den Bewegungsbuchten 9,0 bzw. 7,9 Prozentpunkte höher als im Kastenstand und 7,3 bzw. 6,2 Prozentpunkte höher als im Kastenstand zum Öffnen.
Hessel et al. [157] berichten von einer Verschiebung der Verlustursachen. In ihrer Untersuchung verendeten in den Bewegungsbuchten mehr Ferkel durch Erdrücken, wohingegen im Kastenstand mehr Ferkel durch Lebensschwäche verendeten. Diese Ergebnisse konnten in dieser Untersuchung nicht bestätigt werden. Unabhängig von der Haltungsvariante war die Hauptursache für die Aufzuchtverluste Erdrücken durch die Muttersau. Auch Edwards [75], Varley [69] und Weary et al. [77] nennen als Hauptursache für Aufzuchtverluste das Erdrücken. Arkenau et al. [45] vermuten als Ursache für die höheren Erdrückungsverluste in Bewegungsbuchten die höhere Bewegungsfreiheit der Sau, die sich in einem häufigeren Wechsel der Position äußert.

Die Zahl der erdrückten Ferkel variiert stark zwischen den verschiedenen Studien. Blackshaw et al. [18] berichten von einem hohen Auftreten von Erdrückungen in offenen Buchten, wohingegen Cronin und Smith [73] sehr wenig erdrückte Ferkel sowohl im Kastenstand als auch in der offenen Bucht beobachteten. In den hier vorgestellten Bewegungsbuchten wurden durchschnittlich 0,7 bzw. 0,6 Ferkel pro Wurf mehr erdrückt als im Kastenstand bzw. Kastenstand zum Öffnen. Es hat den Anschein, als ob sich die verbesserte Bewegungsmöglichkeit für die Sauen negativ auf die Zahl der aufgezogenen Ferkel auswirkt. Inwieweit die von Schmid [16] beschriebenen Verhaltensweisen, die dem Erdrücken vorbeugen, von den Sauen ausgeführt wurden, wird an späterer Stelle diskutiert.

Bezüglich des Einflusses der Strohvorlage auf die Aufzuchtverluste konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Versuchsabschnitten festgestellt werden. Hessel et al. [74] fand niedrigere Aufzuchtverluste bei Sauen, denen Stroh sowohl vor als auch nach der Geburt zur Verfügung stand. Wenn auch nicht signifikant, fielen in der vorliegenden Untersuchung die Aufzuchtverluste im Versuchsabschnitt V_I, ohne Vorlage von Stroh, mit 24,7 % höher aus als im Versuchsabschnitt V_{II}, mit der Vorlage von Stroh, mit 20,6 %. Hinsichtlich der Verlustursache Erdrücken zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Versuchsabschnitten. Der Anteil der erdrückten Ferkel

lag in V_I bei 75,1 % und in V_{II} bei 75,9 %. Dies unterstützt die Ergebnisse von Petercord et al. [49]. Demgegenüber können die Beobachtungen von Cronin et al. [80], dass Sauen, denen vor der Geburt Stroh zur Verfügung steht, geringere Ferkelverluste durch Erdrücken aufweisen, nicht bestätigt werden.

In allen vier Haltungsvarianten war das Risiko von Aufzuchtverlusten in den ersten drei Lebenstagen der Ferkel am höchsten. 87,1 % der gesamten Aufzuchtverluste wurden bis einschließlich zum dritten Lebenstag festgestellt. Dieses Ergebnis wird durch verschiedene Studien unterstützt. Arkenau et al. [45] registrierte zwei Drittel der Verluste in den ersten Lebenstagen. Auch Barnett [158] berichtet, dass 75-89 % der gesamten Ferkelverluste innerhalb der ersten 72 Stunden auftreten. 87 % der Erdrückungsverluste registrierte Stabenow [31] in den ersten drei Lebenstagen. Hausmann [2] weist darauf hin, dass die Ferkel in den ersten drei Lebenstagen verstärkt dem Risiko des Erdrückens ausgesetzt sind. Er führt dies darauf zurück, dass sich die Ferkel in diesem Zeitraum verstärkt in der Nähe der Sau aufhalten und erst nach dem dritten Tag die Wärme unter der Heizlampe suchen.
Mit zunehmendem Alter der Ferkel konnte in der vorliegenden Untersuchung eine Reduzierung der Ferkelverluste durch Erdrücken festgestellt werden. 38,9 % der Ferkelverluste traten am Tag der Geburt 26,4 % am Tag 1, 12,3 % am Tag 2 und 9,6 % am Tag 3 auf. Auch Stabenow [31] beobachtete eine Abnahme der Ferkelverluste mit zunehmender Anzahl an Lebenstagen (0.-3. Lebenstag = 39 %, 31 %, 12 %, 5%).

Einen wesentlichen Einfluss auf die Höhe der Ferkelverluste übt das Geburtsgewicht aus. Hohe Geburtsgewichte erhöhen die Überlebenschance der Ferkel [42].
Die Ferkel sollten mindestens ein Geburtsgewicht von 1,3 kg aufweisen [159]. Bei Ferkel mit einem niedrigeren Geburtsgewicht steigt das Verlustrisiko, die täglichen Zunahmen in der Säugezeit und in der anschließenden Aufzucht und Mast befinden sich auf einem niedrigen Niveau. In der vorliegenden Untersuchung lag das durchschnittliche Geburtsgewicht der Ferkel in allen vier Haltungsvarianten bei 1,7 kg und damit in dem vom Röhe und Kalm [64] genannten Bereich. Das durchschnittliche Geburtsgewicht der verendeten Ferkel lag jedoch zwischen 1,2-1,3 kg. Über 80 % bzw. 30 % der verendeten Ferkel hatten ein Geburtsgewicht unter 1,6 kg bzw. 1,1 kg. Quiniou et al. [65] beobachteten, das bei einem Geburtsgewicht von weniger als 1 kg 11 % der Ferkel totgeboren wurden und danach 17 % in den ersten 24 Stunden verendeten. Schwächere Ferkel sind einem erhöhten Risiko des Erdrückens ausgesetzt, da diese Ferkel sich

verstärkt in der Nähe der Sau aufhalten, um einen Anstieg in ihrer Milchaufnahme zu erreichen [77].

Haltungsbedingte Unterschiede zeigten sich bezüglich der Absetzgewichte und der Zunahmen. In Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Hessel et al. [157] kommt es in den Bewegungsbuchten zu höheren Absetzgewichten und höheren Zunahmen im Vergleich zu den Buchten mit Kastenstandhaltung. Dies widerspricht nicht die Beobachtungen von Hesse [160] und Gertken [126], die höhere Absetzgewichte in der Kastenstandhaltung vorfanden. Einen erheblichen Einfluss auf das Absetzgewicht hat die Milchleistung der Sau [126], die durch die Zahl der säugenden Ferkel, der Wurfzahl, dem Laktationsstadium und der Fütterung während der Laktation beeinflusst wird [161]. In der vorliegenden Untersuchung können die höheren Absetzgewichte in den Bewegungsbuchten durch die niedrigere Zahl der abgesetzten Ferkel in den Bewegungsbuchten erklärt werden.
Cronin und Smith [73] stellten fest, dass die Ferkel in Buchten mit Stroh als Einstreu beim Absetzen schwerer waren als in Buchten ohne Stroh. Auch Petercord et al. [49] stellten höhere Absetzgewichte der Ferkel in den Buchten mit den Strohraufen fest. In der hier vorgestellten Untersuchung zeigte sich, dass die Ferkel im Versuchsabschnitt V_{II}, mit der Vorlage von Stroh, durchschnittlich ein geringeres Absetzgewicht aufwiesen als im Versuchsabschnitt V_I, ohne die Vorlage von Stroh. Statistisch ließ sich dieser Unterschied jedoch nicht absichern.

5.2 Pathologische Parameter der Sauen und Ferkel

Schweine sind von ihrer Natur her bemüht, den Liegebereich und den Kotbereich voneinander zu trennen [84, 83]. Verschmutzungen können daher ein Hinweis auf ein gestörtes Wohlbefinden sein [162, 163]. Zudem können Verschmutzungen der Hinterhand und des Gesäuges zu Urogenitalinfektionen führen und sind aus hygienischen Gründen negativ zu bewerten. In der vorliegenden Untersuchung zeigten sich deutliche Unterschiede bezüglich der gesamten Verschmutzung und der verunreinigten Körperteile der Sauen zwischen den Haltungsvarianten, wobei diesen ein signifikanter Einfluss nachgewiesen werden konnte. Während in den Bewegungsbuchten über 50 % der Sauen als „sauber“ bonitiert wurden, lag der Anteil der Sauen, die Verschmutzungen an der Hinterhand aufwiesen, in der Kastenstandhaltung bei über 80 %. Der hintere Kastenstandbereich war zwar mit vollperforierten Kunststoffböden ausgelegt, aber dennoch zum Teil mit Exkrementen verunreinigt, so dass hier eine Verunreinigungsursache gegeben

war. Eine Erklärung für die haltungsbedingten Unterschiede liegt im haltungsbedingten Tierverhalten. In der Kastenstandhaltung wurden die Sauen häufiger in der Körperposition Sitzen beobachtet als die Sauen in den Bewegungsbuchten (vgl. 4.4.1).
Unabhängig von der Haltungsvariante stieg in V_{II} der Anteil der als 'sauber' bonitierten Sauen an, wobei im Wege der nichtparametrischen Varianzanalyse dem Versuchsabschnitt ein signifikanter Einfluss nachgewiesen werden konnte.

In Bezug auf die Wurfzahl wurde deutlich, dass die Verschmutzung der Sauen mit steigender Wurfzahl abnahm. Auch Taureg [162] stellte in ihrer Untersuchung mit tragenden Sauen im Wartestall eine Abnahme der Verschmutzung mit zunehmender Wurfzahl fest.

Während der gesamten Untersuchung wurden sowohl beim Einstallen als auch beim Ausstallen selten Lahmheiten bei den Sauen beobachtet. Der Anteil der Sauen ohne Befund lag in allen vier untersuchten Abteilen bei über 90 %. Es zeigten sich keine haltungsbedingten Unterschiede. Der Anteil der Sauen mit einem leicht behinderten Gang lag im Kastenstand bei 6,5 %, im Kastenstand zum Öffnen bei 6,3 % und in den Bewegungsbuchten bei 9,2 % bzw. 2,3 %. Zu diskutieren sind an dieser Stelle die Probleme der einstreulosen Haltung.
Über 70 % der Sauen wiesen beim Absetzen keine Verletzungen auf. Der größte Anteil der Verletzungen entfiel auf Wunden. Am häufigsten wurden Verletzungen im Bereich der Schulter, des Beckens und des Nackens registriert. Bei den meisten Verletzungen handelt es sich um Schäden, die in den meisten Fällen in kurzer Zeit abheilen [162]. Der Anteil der Sauen, die Verletzungen aufwiesen, war in der Kastenstandhaltung mit 28,6 % am höchsten, wobei im Wege der nicht parametrischen Varianzanalyse der Haltungsvariante ein signifikanter Einfluss nachgewiesen werden konnte.

Für die Erfassung der Auswirkungen eines Haltungsverfahrens stellen Veränderungen des Integuments gute Indikatoren dar, die erst bei andauernder oder wiedererkehrender Einwirkung entstehen und für eine längere Zeit nachweisbar sind. Zu diesen Veränderungen gehören Schwielen, Schwellungen und Geschwüre. Sie dienen als ein sicheres Anzeichen für ein mangelndes Wohlbefinden [162]. In der vorliegenden Untersuchung zeigten über 80,5 % der ausgestallten Sauen weder Schwielen, Schwellungen noch Geschwüre. Schwielen wurden bei 1,3 % und Schwellungen bzw.

Geschwüre bei 9,9 % der Sauen festgestellt. Die registrierten Veränderungen lassen sich nicht eindeutig einer der untersuchten Haltungsvarianten zuweisen. Die statistische Auswertung ergab für die Haltungsvarianten keinen signifikanten Einfluss auf die Veränderungssbefunde. Zu diskutieren sind vielmehr die Probleme der einstreulosen Haltung.
Die beobachteten Veränderungen im Nackenbereich beruhen im Wesentlichen auf Schwellungen von Einstichstellen nach dem Impfen.

Ziron und Hoy [164] führten die Verletzungen der Ferkel an den Vorder- und Hinterbeinen auf Rangordnungskämpfe und Anstrengungen beim Säugen zurück. Phillips et al. [165] weisen darauf hin, dass diese Wunden Eintrittspforten für Krankheiten darstellen und zu Lahmheiten und geringeren Gewichtszunahmen führen können. Auch Hoy [42] berichtete von einer Beeinträchtigung der Gewichtsentwicklung der Ferkel durch Schürfwunden und einer Verringerung des Absetzgewichtes bis zum 28. Lebenstag um 300 g bis 2200 g.
Die Bonitierung der Ferkel bezüglich Verschmutzungen und Lahmheiten zeigte keine haltungsbedingten Unterschiede zwischen den untersuchten Varianten. 19,7 % der bonitierten Ferkel wiesen beim Absetzen Verletzungen auf. Der größte Anteil entfiel auf Kratzer, die größer als 2 cm waren. Der Anteil der Verletzungen war in der Kastenstandhaltung mit 23,1 % am höchsten und in den Bewegungsbuchten mit 20,9 % bzw. 16,4 % am niedrigsten. Die meisten Verletzungen wurden im Bereich der Vorder- und Hinterfußwurzelgelenke registriert. Im Wege der nicht parametrischen Varianzanalyse konnte der Haltungsvariante ein signifikanter Einfluss auf das Merkmal Verletzung nachgewiesen werden.
Der Anteil der Veränderungen war mit 4,7 % der abgesetzten Ferkel gering. 95,7 % der Veränderungen entfielen auf Schwellungen, wobei im Kastenstand zum Öffnen ein geringfügig höherer Anteil an Schwellungen ermittelt wurde als im Kastenstand und in den Bewegungsbuchten. Die nicht parametrische Varianzanalyse wies keinen Einfluss der Haltungsvariante auf das Merkmal Veränderungen auf. Zu diskutieren sind für die Merkmale Verletzungen und Veränderungen die Probleme der einstreulosen Haltung.

5.3 Verhalten

Für die Beurteilung der Aktivität wird regelmäßig das Merkmal Stehen herangezogen. Buchenauer [89] und Weber [166] beobachteten höhere Steh- und Bewegungszeiten bei Sauen, die sich frei bewegen können, als bei Sauen, die im Kastenstand gehalten werden.

Nach Metz und Oosterlee [167] lassen sich niedrige Aktivitätszeiten nicht auf ein erhöhtes Ruhebedürfnis der fixierten Sauen zurückführen, sondern hängen mit der Behinderung zusammen, aktives Verhalten auszuüben.

Für den Zeitraum vom Einstallen bis zum Absetzen zeigten sich bezüglich des Merkmals Stehen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Abteilen. Der Anteil des Merkmals Stehen nahm in allen vier untersuchten Haltungsvarianten einen Anteil von über 10 % eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks ein.

In den 48 Stunden ante und post partum wiesen die Sauen in den Bewegungsbuchten des Abteils A_4 eine leicht höhere Aktivität im Gegensatz zu den Sauen im Kastenstand auf. Ein signifikanter Unterschied bezüglich des Merkmals Stehen zeigte sich zwischen dem Kastenstand zum Öffnen (A_2) und den Bewegungsbuchten in A_4. Die Sauen in den Bewegungsbuchten in A_4 waren signifikant aktiver als die Sauen in A_2. Der Kastenstand zum Öffnen entspricht für diesen Zeitraum dem Kastenstand, da die Sauen in dieser Haltungsvariante vom Einstalltag bis zum Kastrieren der Ferkel im Kastenstand fixiert waren. Die Ergebnisse entsprechen den Beobachtungen von Hessel et al. [74] und Thodberg [95].

Ein anderes Bild bezüglich der Aktivität der Sauen zeigte sich bei der Betrachtung der Bewegungsbuchten in A_3. In diesem Fall wiesen die Sauen eine geringere Aktivität auf als die Sauen im Kastenstand und Kastenstand zum Öffnen. Eine mögliche Erklärung für die Unterschiede zwischen den Abteilen A_3 und A_4 könnten die Unterschiede im Jungsauenanteil sein. In A_3 wurde das Verhalten von vier Jungsauen und in A_4 von einer Jungsau erfasst und ausgewertet.

In dem Zeitraum von 48 Stunden ante und post partum konnte eine höhere Aktivität bei den Sauen beobachtet werden, denen Stroh angeboten wurde. Sie wurden signifikant häufiger in der Position Stehen registriert als die Sauen in V_I, ohne Strohvorlage. Dementsprechend fiel der Zeitanteil für das Merkmal Liegen niedriger aus. Schlichting und Smidt [87] verweisen darauf, dass die Gesamtliegezeit bei reizarmer Umwelt zunimmt. Dementsprechend könnte sich die höhere Aktivität der Sauen in V_{II} durch die zusätzliche Beschäftigungsmöglichkeit mit den Strohraufen erklären.

Bünger [96] und Hessel et al. [74] registrierten einen höheren Anteil der Körperposition Sitzen bei den Sauen, die im Kastenstand gehalten wurden. Auch in der vorliegenden Arbeit saßen die Sauen im Kastenstand signifikant häufiger als die Sauen in den Bewegungsbuchten. Buchenauer [89] gibt an, dass die leicht höhere Frequenz des

Merkmals Sitzens bei den Sauen im Kastenstand zum Teil als Konfliktsituation gewertet werden kann, wenn es dem so genannten Trauern entspricht. Als Ursache hierfür wird die reizarme Umwelt gesehen.
Auffallend ist der höhere Sitzanteil der Sauen im Versuchsabschnitt V_{II} mit dem Angebot von Stroh. Der Zeitanteil lag in V_I bei 17 Minuten und in V_{II} bei 23,5 Minuten. Ähnliche Ergebnisse finden sich auch bei Petercord [104].
Van Putten [83] beobachtete das Sitzen bei Hausschweinen nach einer längeren Schlafphase und sieht ihre Bedeutung vor allem in der Erkundung der Umgebung. Fraser [146] und Gloor [97] führen ein gesteigertes Sitzen auf Fundamentprobleme zurück. In der vorliegenden Untersuchung konnten ein verstärktes Auftreten von Fundamentproblemen sowohl in V_I als auch in V_{II} nicht beobachtet werden. Vermutlich ist der höhere Anteil der Körperposition Sitzen in V_{II} auf die Anbringung der Strohraufen zurückzuführen. In den Abteilen A_1 und A_2 wurden die Raufen am Kastenstand und in A_3 am Gitter zum Ferkelnest angebracht. Die Sauen in den Kastenstandvarianten beschäftigten sich verstärkt in der sitzenden Haltung mit den Strohraufen. Allerdings besteht hier noch weiterer Forschungsbedarf, da der Einfluss des Strohangebots statistisch nicht eindeutig vom Einfluss des Versuchsabschnitts getrennt werden konnte.

Die Liegezeiten der Sauen lagen unabhängig von der Haltungsvariante bei über 86 % der Beobachtungszeit. Die Ergebnisse von Hessel [157] bestätigen, dass eine hohe Liegefrequenz im Abferkelbereich nicht ungewöhnlich ist. Die Resultate entsprechen den Angaben von Schlichting und Smidt [87], die Liegezeiten zwischen 85-89 % der Tageszeit ermittelteten, wobei sie eine leichte Erhöhung der Liegezeiten bei Sauen in konventionellen Abferkelbuchten feststellten. Auch Arkenau et al. [45] stellten höhere Liegezeiten bei den im Kastenstand gehaltenen Sauen fest. Diese Ergebnisse konnten in der vorliegenden Arbeit nicht bestätigt werden. Es zeigten sich geringfügig längere Liegezeiten bei den Sauen in den Bewegungsbuchten.
Bei der Differenzierung des Liegens in verschiedenen Positionen wurde deutlich, dass in allen vier Abteilen über 70 % der Liegezeit auf die Seitenlage entfiel, die Van Putten [83] als entspannteste Liegeposition für Schweine ansieht.
Die Sauen in den Bewegungsbuchten verharrten signifikant häufiger in der Bauchlage als die Sauen im Kastenstand bzw. Kastenstand zum Öffnen. Dies bestätigen die Beobachtungen von Hessel et al. [157], jedoch nicht die Ergebnisse von Friedli et al. [21].

Eine mögliche Erklärung für den höheren Anteil in der Liegeposition Bauchlage könnte sein, dass die Sauen im vorgeburtlichen Zeitraum eine erhöhte Unruhe zeigen (vgl. 3.4.4.2) und im nachgeburtlichen Zeitraum wachsamer sind und ein höheres Interesse an ihrer Umwelt haben.
In den Bewegungsbuchten verbringen die Sauen weniger Zeit in der Schräglage als im Kastenstand und Kastenstand zum Öffnen. Arkenau et al. [45] beobachteten, das die Sauen im Kastenstand nicht eindeutig die Seitenlage bevorzugen. Der Zeitanteil für die Liegeposition Seitenlage war in ihrer Untersuchung ebenso lang wie für die Liegeposition Schräglage. Sie schlossen hieraus, dass der Kastenstand die Sau einschränkt sich ungehindert in die Seitenlage zu legen.

Die Auswertung der Positionen zeigte, dass die Sauen die zusätzliche Möglichkeit der Bewegung nutzen. Dies unterstützt die Aussage von Schmid und Weber [27], dass die zusätzliche Bewegungsmöglichkeit von der Sau voll ausgenutzt wird.
In der vorliegenden Untersuchung hielten die Sauen sich sehr häufig in der Position 1, Kopfrichtung zum Trog, auf. Sehr selten wurde die Position 7, zur Wand, eingenommen. Friedli et al. [21] beobachteten, das in 59 % der Fälle die Sauen mit dem Gesäuge in Richtung Ferkelnest und nur in 11 % in Richtung Buchtenwand lagen. Dass die Sauen bevorzugt in Richtung Ferkelnest bzw. Buchtenmitte lagen, ist wahrscheinlich damit zu erklären, dass Sauen den Rücken gerne durch eine geschlossene Wand gedeckt haben [21].
Ein Einfluss der Strohvorlage auf die Positionswahl der Sau konnte nicht festgestellt werden. Da das Stroh in A_3 in Raufen am Gitter zum Ferkelnest und in A_4 direkt am Boden am Trog angeboten wurde, hätte ein Anstieg der Aufenthaltsdauer in der Position 1 und 2 in V_{II} erwartet werden können. Allerdings sank die Aufenthaltsdauer in der Position 1 um vier Prozentpunkte und stieg in der Position 2 nur um zwei Prozentpunkte an. Ein Einfluss der Strohvorlage auf die Positionswahl konnte nicht beobachtet werden. Um allerdings eine konkrete Aussage machen zu können, müsste das Stroh an verschiedenen Stellen angeboten werden.

Haskell et al. [168] beobachteten einen Anstieg der Aktivität in den letzten 20 Stunden vor der Geburt bei Sauen, denen ausreichend Platz zur Verfügung stand. Durch die Fixierung der Sau vor der Geburt kommt es zu einer Einschränkung von Verhaltensweisen, wodurch erheblicher Stress für die Sau verursacht wird [110].

Für die Beurteilung der Aktivität der Sauen vor der Geburt und der Ausübung von Nestbauverhaltensweisen wurden in der vorliegenden Untersuchung die letzten sechs Stunden vor der Geburt ausgewertet. Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied im Aktivitätsverhalten der Sauen. Die Sauen in den Bewegungsbuchten in A_4 wurden signifikant häufiger in der Körperposition Stehen beobachtet als die Sauen im Kastenstand bzw. Kastenstand zum Öffnen. Auch Hessel et al. [74], Thodberg [95] und Bünger [96] registrierten eine höhere Aktivitätsdauer der Sauen in Bewegungsbuchten als bei den Sauen, die im Kastenstand fixiert waren. Heckt et al. [93] hingegen ermittelten einen niedrigeren Anteil des Stehens bei Sauen in Bewegungsbuchten als in Kastenständen. Dies entspricht den Beobachtungen der Bewegungsbuchten in A_3, wo die Sauen seltener die Position Stehen einnahmen als die Sauen im Kastenstand. Dieser Unterschied konnte statistisch jedoch nicht abgesichert werden.
Bezüglich des Unterschieds des Merkmals Stehen zwischen den Abteilen A_3 und A_4 ist sicher von Bedeutung, dass in A_3 ein höherer Anteil von Jungsauen war als in A_4.

Bei der Betrachtung des Merkmals Drehen in den letzten sechs Stunden vor der Geburt wird die höhere Aktivität der Sauen in den Bewegungsbuchten deutlich sichtbar. Die Sauen in den Bewegungsbuchten A_3 und A_4 übten häufiger Drehungen aus als die Sauen im Kastenstand und Kastenstand zum Öffnen. Im Wege der nicht parametrischen Varianzanalyse konnte der Haltungsvariante ein signifikanter Einfluss auf das Merkmal Drehen nachgewiesen werden. Hierdurch werden die Beobachtungen von Hessel et al. [74] bestätigt. Auch Heckt [93] registrierte eine höhere Zahl von Drehungen bei den Sauen in den offenen Abferkelbuchten als bei den Sauen in den Karussellbuchten.

Einen wesentlichen Einfluss auf die Aktivität der Sauen in den sechs Stunden ante partum hatte das Angebot von Stroh. Die Sauen, denen Stroh angeboten wurde, nahmen die Position Stehen signifikant häufiger ein als die Sauen, denen kein Stroh zur Verfügung stand. Die Ergebnisse von Petercord et al. [49], die eine höhere Aktivität bei Sauen beobachteten denen kein Stroh zur Verfügung stand, konnten nicht bestätigt werden.
Auffällig ist der höhere Anteil des Merkmals Sitzen in V_{II} mit der Vorlage von Stroh. Dies ist vermutlich auf das Anbringen der Raufen zurückzuführen. In A_1 und A_2, bei denen die Raufen am Kastenstand befestigt waren, fanden 68 % bzw. 76 % der Raufennutzungen in sitzender Körperhaltung statt. In A_3, wo die Raufe am Gitter zum Ferkelnest angebracht war, lag dieser Anteil bei 51 %. Hingegen wurde in A_4, wo das Stroh direkt am Boden auf

einem Blech angeboten wurde, keine Beschäftigung mit Stroh in der sitzenden Körperhaltung beobachtet.

Verhaltensweisen wie Stroh im Maul tragen und deponieren, die nach Weber [166] charakteristisch für das Nestbauverhalten sind, wurden bei den Sauen nicht festgestellt. Buss [169] weist darauf hin, dass ein geschwächtes Nestbauverhalten auf das Fehlen von exogenen Reizen wie z.B. Witterung zurückzuführen ist. Jensen et al. [92] und Jensen [109] beobachteten, dass die Sauen die Menge an verwendetem Nestbaumaterial an die vorherrschenden äußeren Bedingungen anpassen. Nach Vestergaard et al. [72] stellt ein Mangel an Nestbaumaterial für Sauen eine Stresssituation dar. Burne [115] und Haskell et al. [168] beobachteten Nestbauverhaltensweisen wie z.B. Wühlen bei Sauen, denen kein Nestbaumaterial zur Verfügung stand. Die Sauen übten die Verhaltensweisen gegen den Boden oder die Buchteneinrichtung aus. Auch in der vorliegenden Untersuchung konnte das Merkmal Wühlen in V_I, keine Vorlage von Stroh, beobachtet werden. Jedoch wurde dieses Merkmal in V_{II}, Vorlage von Stroh, doppelt so häufig beobachtet. Außerdem zeigte sich eine weitere Auswirkung in der Darreichungsform des Strohs. Die Sauen in den Bewegungsbuchten, denen das Stroh auf einem Blech am Boden angeboten wurde, zeigten eine höhere Motivation gegenüber dem Wühlen als die Sauen in den drei anderen Abteilen.

In den letzten sechs Stunden vor der Geburt registrierten Petercord [104] und Schlichting [19] bei Sauen in der einstreulosen Haltung ein verstärktes Auftreten der Bearbeitung von Buchtengegenständen. Unterschiede bezüglich der Bearbeitung von Buchtengegenständen konnten hier zwischen den beiden Versuchsabschnitten nicht festgestellt werden; jedoch trat die Bearbeitung der Buchtengegenstände in der Kastenstandhaltung ausgeprägter auf als in den Bewegungsbuchten. Hierdurch werden die Aussagen von Baxter [110] und Cronin et al. [170], dass Sauen in Kastenstandhaltung verstärkt stereotype Verhaltensweisen zeigen, unterstützt.

Ein unbehindertes Abliegeverhalten der Sauen ist nach der Aussage von Schmid [16] vom Verhalten der Ferkel abhängig. Er beobachtete, dass die Gefahr des Erdrückens bei Abliegevorgängen, in denen die Ferkel nicht gruppiert waren, deutlich höher war. In der vorliegenden Untersuchung waren die Ferkel bei über 90 % der Abliegevorgänge gruppiert. Im Einzelnen lag dieser Anteil in den Abteilen A_1, A_2, A_3 bzw. A_4 bei 91,3 %, 90,2 %, 96,2 % bzw. 98,2 %. Der Anteil der gruppierten Ferkel an den Abliegevorgängen

war in allen untersuchen Haltungsvarianten deutlich höher als der von Schmid [25] gefundene Wert, in dessen Untersuchung die Ferkel in der Kastenstandhaltung bei nur 65 % der Abliegevorgänge gruppiert waren.

Im Folgenden werden nur die Abliegevorgänge näher betrachtet, bei denen die Ferkel gruppiert waren. Schmid [25] registriert, ein verstärktes Ablegen der Hinterhand auf der gegenüberliegenden Seite der gruppierten Ferkel. Er interpretierte diese Art des Abliegens als eine Funktion gegen Erdrücken. In der vorliegenden Untersuchung legten die Sauen in über 80 % der Abliegevorgänge ihre Hinterhand auf die entgegengesetzte Seite der gruppierten Ferkel. Bei der Kastenstandhaltung lag der Anteil der Abliegevorgänge, bei denen die Ferkel durch die Sau beachtet wurden, bei 76,2 %, beim Kastenstand zum Öffnen bei 71,7 % und bei den Bewegungsbuchten bei 90,4 % bzw. 93,6 %. Da die Sauen im Kastenstand zum Öffnen zu diesem Zeitpunkt fixiert waren, entspricht der Kastenstand zum Öffnen dem Standardkastenstand. Eine Erklärung für den geringeren Anteil der Orientierung der Sau an den gruppierten Ferkeln geben Blackshaw et al. [133]. Sie verweisen darauf, dass fixierte Sauen oftmals nicht die Möglichkeit haben, sich an den Ferkeln zu orientieren.

Ein erhöhtes Verlustrisiko besteht dann, wenn die Sau sich einfach fallen lässt und die Ferkel sich in ihrer Nähe befinden. Hesse [24] beobachtete bei über 40 % der Abliegevorgänge in der Universalbucht ein Fallenlassen der Sauen in der Mitte der Bucht. In der vorliegenden Untersuchung konnte nach einer erfolgreichen Orientierung ein Fallenlassen der Sauen in keiner Haltungsvariante festgestellt werden.
Schmid [16] beobachtete, dass für die Ferkel keine Erdrückungsgefahr bestand, wenn die Sauen sich nach dem Knien direkt auf dem Bauch legten. Sehr häufig wurde bei den Abliegevorgängen zunächst ein Abstützen auf die Handwurzelgelenke mit anschließendem Liegen auf dem Bauch oder Abrollen auf die Seite beobachtet. Die Zahl der Abliegevorgänge, bei denen sich die Sau zunächst auf die Handwurzelgelenke abstützt und sich dann auf den Bauch legte, war im Kastenstand und im Kastenstand zum Öffnen etwa um einen Abliegevorgang niedriger als in den Bewegungsbuchten. Allerdings ließen sich die Sauen im Kastenstand und im Kastenstand zum Öffnen deutlich häufiger an der Wand oder dem Ferkelgitter niedergleiten.

Für die Bewertung des Säugeverhaltens wurde die Zahl der Saugakte und die Säugedauer herangezogen. Bezüglich der Anzahl der Saugakte zwischen den Haltungsvarianten zeigte sich ein signifikanter Unterschiede. Die Anzahl von durchschnittlich 30,8 Saugakten je 24 h im Kastenstand, 30,6 Saugakten im Kastenstand zum Öffnen und 34,0 bzw. 32,2 Saugakten in den Bewegungsbuchten liegt geringfügig über den Angaben, die in der Literatur zu finden sind.
Bei Schlichting et al. [19] werden im Mittel 27,0 Saugakte pro Tag angegeben und bei ERNST et al. (1993) sind es im Mittel 25,2 Saugakte. Hesse [160] beobachtete, dass Sauen in Bewegungsbuchten ihre Ferkel häufiger säugen als Sauen in Kastenständen. Dieses Ergebnis wird hier belegt. Dementsprechend wurden die Beobachtungen von Buchenauer [89] und Pajor et al. [130], nach dem Sauen in Buchten mit Bewegungsfreiheit ihre Ferkel seltener säugen als Sauen im Kastenstand, nicht bestätigt.
Nach Spinka et al. [125] nimmt die Milchproduktion mit einer steigenden Säugehäufigkeit zu. Dadurch kann in der vorliegenden Untersuchung auf eine höhere Milchleistung der Sauen in den Bewegungsbuchten geschlossen werden.
Gertken [126] führt die Variationen der Säugehäufigkeiten in der Literatur auf die unterschiedlichen Definitionen des Säugens und die unterschiedlichen Beobachtungszeiträume zurück. Spinka et al. [125] nennen als weitere Einflussfaktoren für die unterschiedlichen Werte der Säugehäufigkeit Unterschiede in der Population, in der Stallkondition und den Zeitpunkt der Beobachtung.

Der Einfluss der Haltungsvariante auf die Gesamtzeit des Säugens war nicht signifikant. Die Gesamtdauer des Säugens unterschied sich zwischen den Haltungsvarianten quantitativ nur gering. In der Kastenstandhaltung verbrachten die Sauen 13,3 % der Beobachtungszeit mit Säugen, im Kastenstand zum Öffnen 13,0 % und in den Bewegungsbuchten 12,8 % bzw. 13,4 %. Dies bestätigt nicht die Beobachtungen von Arey und Sancha [44] und Hesse [160], die in ihren Untersuchungen feststellten, dass Sauen in der Gruppenhaltung bzw. Bewegungsbucht mehr Zeit mit dem Säugen verbringen als Sauen im Kastenstand.
Die Angaben in der Literatur bezüglich der Gesamtdauer des Säugens variieren stark voneinander. Die Schwankungen sind durch unterschiedliche Wurfgrößen, unterschiedliche Milchleistungen der Sauen sowie deren Säugeverhalten zu erklären [129].
Bezüglich der Gesamtdauer des Säugens konnte der Strohvorlage ein signifikanter Einfluss nachgewiesen werden. Im Versuchsabschnitt V_{II}, mit der Vorlage von Stroh, verbrachten die Sauen durchschnittlich 14,3 % der Beobachtungszeit mit Säugen und im

Versuchsabschnitt V_1, ohne Strohvorlage, 11,9 %. An dieser Stelle sei allerdings noch einmal darauf hingewiesen, dass die Anlage des hier vorgestellten Versuches nicht zulässt, statistisch den Einfluss der Strohvorlage vom Einfluss des Versuchszeitraumes zu trennen.
Bei der Betrachtung der einzelnen Laktationstage fällt auf, dass die Gesamtdauer des Säugens in allen vier untersuchten Abteilen bis zum dritten Tag abnahm und dann in A_1, A_2 und A_3 wieder anstieg. In A_4 sank die Säugedauer jedoch von einem zum nächsten Beobachtungstag permanent. Die unterschiedlichen Werte verweisen wiederum auf variantenunabhängige Einflüsse wie Individuum, Abteil etc..
Die Sauen säugten ihre Ferkel fast ausschließlich im Liegen. Buchenauer [89] beobachtete, dass die Sauen im Kastenstand weniger im Stehen säugten als in der Bewegungsbucht. Dies konnte in der vorliegenden Untersuchung weder bestätigt noch widerlegt werden. Säugen im Stehen trat in den Kastenständen zum Öffnen und in den Bewegungsbuchten des Abteils A_3 nur sehr selten auf. In den Standardkastenständen und in den Bewegungsbuchten des Abteils A_4 wurde ein Säugen im Stehen nicht registriert. Dies unterstreicht die Beobachtungen von Bergenthal-Menzel-Severing [129], in deren Untersuchung der Anteil des Säugens im Stehen nicht von Null abweicht.

Die Verteilung der Saugakte auf die rechte und linke Seite und war im Kastenstand zum Öffnen genau gleich. Dies bestätigt die Aussage von Blackshaw et al. [18], dass Sauen beim Säugen gleichmäßig auf beiden Seiten liegen. Durch die Beobachtungen sowohl im Standardkastenstand als auch in den Bewegungsbuchten konnte dies nicht belegt werden. Im Kastenstand war der Anteil der Saugakte, die auf der linken Seite durchgeführt wurden, höher als die Saugakte auf der rechten Seite. Hingegen war der Anteil der Saugakte auf der linken Seite in den Bewegungsbuchten niedriger als auf der rechten Seite.
Der Einfluss der Haltungsvariante wurde vor allem bei der Dauer des Säugens im Liegen auf der linken Seite und der Dauer des Säugens im Stehen deutlich. Beim Säugen auf der linken Seite ergab sich beim Kastenstand ein signifikant höherer Wert im Vergleich zu den Bewegungsbuchten in A_3, d.h. die Sauen im Kastenstand säugten ihre Ferkel länger im Liegen auf der linken Seite als die Sauen in den Bewegungsbuchten des Abteils A_3. Jedoch ist darauf hinzuweisen, dass diese Beobachtungen im zweiten Bewegungsabteil A_4 nicht bestätigt wird. Beim Säugen im Stehen zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Bewegungsabteilen. Die Sauen in den Bewegungsbuchten des Abteils A_3 säugten signifikant länger ihre Ferkel im Stehen als die Sauen in den Bewegungsbuchten des Abteils A_4. Die unterschiedlichen Werte sind vermutlich wieder auf

variantenunabhängige Einflüsse wie Individuum, Wurfzahl, Wurfgröße etc. zurückzuführen.

Die Auswertung der Daten bezüglich Verhaltensabweichungen zeigte, dass in allen vier untersuchten Haltungsvarianten der Anteil der beobachteten Abweichungen gering war. Im Einzelnen lag dieser Anteil in den Abteilen A_1, A_2, A_3 bzw. A_4 bei 6,7 %, 2,5 %, 6,1 % bzw. 9,2 %. In allen vier Haltungsvarianten wurde überwiegend das Merkmal Leerkauen beobachtet. Der Anteil an der Gesamtdauer etwaiger Verhaltensabweichungen lag in A_1 bei 87,2 %, in A_2 bei 77,3 % und in A_3 bzw. A_4 bei 87,4 % bzw. 80,4 %. Ähnliche Ergebnisse finden sich auch bei Arellano [171]. Als Ursache für das Leerkauen führt Schunke [172] lange Hungerperioden und einen Mangel an Kaumöglichkeiten an.
Die Beobachtungen von Arellano [171] weisen darauf hin, dass durch das Angebot von mehr Raum für Bewegung und Stroh eine Reduzierung des Auftretens von Verhaltensabweichungen erreicht werden kann, jedoch ist eine vollständige Unterdrückung dieser Verhaltensweisen nicht möglich. Auch Fraser [146] und Spoolder et al. [173] beobachteten eine Abnahme der oralen Verhaltensweisen durch das Verabreichen von losem Stroh. Vestergaard und Hanssen [72] stellten eine Abnahme der Frequenz des Auftretens von Stangenbeißen durch das Verabreichen von Stroh fest. Der Effekt der Strohvorlage fiel in der vorliegenden Untersuchung gering aus. Abweichungen zeigten sich lediglich in der Dauer der Ausübung der Verhaltensabweichungen Schaumkauen und Manipulation der Tränke. Im Versuchsabschnitt V_{II}, mit der Vorlage von Stroh, fiel der Zeitanteil für das Merkmal Manipulation der Tränke geringer aus als in V_I, jedoch wurde das Merkmal Schaumkauen in V_{II} länger ausgeübt. Im Wege der nicht parametrischen Varianzanalyse konnte kein signifikanter Einfluss der Haltungsvariante auf die Verhaltensabweichungen festgestellt werden. Auch die Strohvorlage blieb, mit Ausnahme des Merkmals „Manipulation der Tränke“, ohne signifikanten Einfluss auf die untersuchten Verhaltensabweichungen.

Petercord et al. [49] und Hessel et al. [81] untersuchten den Einfluss von Strohraufen auf das Verhalten der Sauen im geburtsnahen Zeitraum. Petercord et al. [49] fand eine Beschäftigungsdauer der Sauen von 3,6 % in den letzten 24 Stunden vor der Geburt. Hessel et al. [81] registrierte eine Gesamtdauer der Raufebesuche von 9504 Sekunden in den letzten 24 Stunden vor der Geburt und von 720 Sekunden für die ersten 24 Stunden nach der Geburt. Auch in der vorliegenden Untersuchung zeichnete sich ein Abfall der

Beschäftigungsdauer mit der Raufe nach der Geburt ab. Jedoch fiel die Beschäftigungsdauer der Sauen mit Stroh insgesamt deutlich geringer aus als bei Hessel et al. [81] und Petercord et al. [49]. Die durchschnittliche Beschäftigungsdauer der Sauen mit der Raufe betrug vor der Geburt 143,5 Sekunden und im Zeitraum nach der Geburt 110,6 Sekunden, jeweils bezogen auf einen 12-Stunden-Beobachtungsblock.

Es zeigten sich deutliche tierindividuelle Unterschiede. Das Minimum der Beschäftigungsdauer betrug in beiden Zeitabschnitten 0 Sekunden. Das Maximum wurde bezogen auf einen 12-Stunden-Beobachtungsblock mit 10340,0 Sekunden für den Zeitraum vor der Geburt und mit 26167,0 Sekunden für den Zeitraum nach der Geburt erreicht.

Auch Hessel et al. [81] und Petercord et al. [49] beobachteten, dass einige Sauen die Raufe überhaupt nicht nutzten.

Deutliche Unterschiede zeigten sich zwischen den untersuchten Haltungsvarianten für die Beschäftigungsdauer und die Zahl der Raufebesuche. Die Beschäftigungsdauer der Sauen mit Stroh war in A_4, wo das Stroh am Boden angeboten wurde, mit durchschnittlich 411,4 Sekunden innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks deutlich höher als in A_1, A_2 und A_3 mit 35,1 Sekunden, 201,0 Sekunden und 6,7 Sekunden, jeweils bezogen auf einen 12-Stunden Beobachtungsblock. Die Angaben der Zahl der Raufebesuche bestätigen die Ergebnisse der Beschäftigungsdauer. Einen signifikanten Einfluss auf die Beschäftigungsdauer und der Zahl der Raufebesuche konnte der Haltungsvariante nachgewiesen werden.

5.4 Parameter der Haltungsumwelt

Der Staubgehalt in der Stalluft wird durch eine Vielzahl von Faktoren wie Aktivität der Tiere, Belegungsdichte, Futter, Einstreu und Fäkalien beeinflusst [174, 175]. Staub tritt als Träger von Gasen, Mikroorganismen, Geruchsstoffen und Toxinen auf. Nach Collins und Algers [176] sowie Hartung und Whyte [177] nimmt der Stallstaub eine entscheidende Rolle bei der Entstehung von respiratorischen Erkrankungen von Mensch und Tier ein. Mindestens 30 – 40 % der luftgetragenen Partikel können alveolengängig sein [178].

Hohe Schwebstaubkonzentrationen reizen und schädigen die Schleimhäute der Atemwege und besitzen eine Vorreiterfunktion bei der Entstehung von Lungenerkrankungen [179].

Die Vorschriften über die Grenzwertkonzentrationen für den Gesamtstaub in der Luft variieren sehr stark zwischen den einzelnen Ländern. Dänemark nennt als Grenzwert 3 mg/m^3, wohingegen in Österreich erst der Grenzwert mit einer Konzentration von

15 mg/m^3 erreicht wird [180]. In Deutschland liegt der MAK-Staubgrenzwert für einatembare Luft bei 4 mg/m^3 [181].
Aufgrund der biologischen Aktivität des Schweinestallstaubes halten Reynold et al. [182] den allgemeinen Staubgrenzwert der ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) von 10 mg/m^3 für nicht tolerierbar. In der Literatur finden sich verschiedene Empfehlungen zu Maximalkonzentrationen der Stäube in der Stalluft in Schweineställen. Donham [183] nennt als Richtwert für den Gesamtstaub 3,7 mg/m^3, wohingegen Done [184] den Richtwert mit 1 mg/m^3 deutlich niedriger ansetzt.
In der vorliegenden Untersuchung lag die durchschnittlich ermittelte Schwebstaubkonzentration mit 0,3 mg/m^3 in A_1, A_2, A_3 und 0,4 mg/m^3 in A_4 deutlich unter den Empfehlungen von Done [184]. Zwischen den Haltungsvarianten zeigten sich keine gerichteten Unterschiede. Die Differenzen zwischen den Abteilen mit den Bewegungsbuchten fielen größer aus als zu den Abteilen mit den Kastenständen.
Ein Zusammenhang zwischen dem Aktivitätsverhalten der Sauen und der Staubkonzentration wurde nicht deutlich. Auch zwischen den beiden Versuchsabschnitten, ohne und mit Strohvorlage, zeigte sich kein Unterschied hinsichtlich der Staubkonzentration. Die äußerst geringen Mengen an Stroh erklären den ausbleibenden Einfluss auf die Staubkonzentration in der Stalluft.

Aus tierhygienischer Sicht ist das bedeutendste Schadgas aus der Tierhaltung Ammoniak [185]. Bereits für Gehalte ab 20-30 ppm konnten gesundheits- und leistungsbeeinträchtigende Wirkungen nachgewiesen werden [186]. Nach Kalich [187] führen ungünstige Ammoniakkonzentrationen zu Leistungsdepressionen bei Mastschweinen und zu einer Beeinträchtigung der Gesundheit. Der Richtwert für die Ammoniakkonzentration liegt nach DIN 18910 [188] bei 20 ppm .
Die durchschnittliche Ammoniakkonzentration lag in allen vier untersuchten Abteilen mit unter 10 ppm deutlich unter den Empfehlungen der DIN 18910. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Abteilen fielen wie bei der Staubkonzentration gering aus. Hierdurch werden die günstigen Versuchsbedingungen nochmals unterstrichen.

Die Messungen der Temperatur und der relativen Luftfeuchte ergab ein vergleichsweise einheitliches Bild zwischen den untersuchten Haltungsvarianten. Lediglich in A_1 fiel die Temperatur niedriger aus als in den beiden anderen untersuchten Haltungsvarianten.

Dessen ungeachtet lag die Temperatur auch in A_1 in dem von Ernst und Kalm [13] empfohlenen Temperaturbereich.

In allen vier untersuchten Abteilen lag der Anteil der Buchtenverschmutzung unter 10 %, wobei zwischen den Abteilen nur geringe Unterschiede sichtbar wurden. Die nicht parametrische Varianzanalyse zeigte einen signifikanten Einfluss der Haltungsvariante auf die Buchtenverschmutzung auf. In den Kastenstandvarianten A_1 und A_2 war am stärksten der Bereich vier (Buchtenfläche zum Futtergang) und in den Bewegungsbuchten A_3 und A_4 der Bereich zwei (Buchtenfläche zur Wand) betroffen.

Der Bereich 4 in den Buchten entspricht dem Kotbereich der Sauen in den Kastenstandvarianten. Hierdurch erklärt sich auch die höhere Verschmutzung dieses Bereichs in A_1 und A_2. Meistens liegt der Kot außerhalb des Kastenstandbereichs, so dass die Sau nicht in der Lage ist, den Kot durchzutreten. In den Bewegungsbuchten besteht für die Sau in den meisten Fällen die Möglichkeit, den Kot durchzutreten. Eine höhere Verschmutzung der Bewegungsbuchten zeigte sich jedoch in den Randbereichen, wo die Ferkelschutzbügel installiert waren.

Der Verschmutzungsgrad der Buchtenfläche wurde außer von der Haltungsvariante auch vom Versuchsabschnitt, dem Wurfalter und dem Zeitpunkt der Verschmutzungsaufnahme signifikant beeinflusst. Dabei wurde aufgezeigt, dass die Verschmutzung im Versuchsabschnitt V_I in den Bereichen zwei bis vier höher war als im Versuchsabschnitt V_{II}.

5.5 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung machen deutlich, dass die Sauen eine verbesserte Bewegungsmöglichkeit sowohl hinsichtlich des Aktivitätsverhaltens als auch der Ausrichtung auf der Buchtenfläche nutzen. Ein Einfluss der Strohvorlage auf die Positionswahl zeigte sich in der vorliegenden Untersuchung nicht. Um allerdings konkrete Aussagen machen zu können, müsste das Stroh an verschiedenen Stellen in der Bucht angeboten werden. Dabei stellt sich jedoch die Frage der möglicherweise negativen Auswirkungen auf das vorhandene Flüssigmistsystem des Untersuchungsbetriebes.

In der vorliegenden Untersuchung konnten nur Teilelemente des arttypischen Nestbauverhaltens beobachtet werden. Bezüglich der Darreichungsform wurde deutlich, dass das Angebot von Stroh direkt am Boden die Nestbauverhaltensweise Wühlen unterstützt. Die Merkmale Scharren und Tragen von Stroh wurden nicht beobachtet.

Inwieweit ein Zusammenhang zwischen den Verhaltensweisen Scharren und Tragen von Stroh mit der Strohmenge besteht, ist weiter zu klären.

In den Bewegungsbuchten war der Anteil der Abliegevorgänge, in denen die Sau ihre Hinterhand auf die entgegengesetzte Seite der gruppierten Ferkel niederlegt, höher als im Kastenstand und Kastenstand zum Öffnen. Dennoch verendeten in den Bewegungsbuchten mehr Ferkel durch Erdrücken als im Kastenstand und Kastenstand zum Öffnen. Hier wäre zu klären, ob für die Ausübung von natürlichen Verhaltensweisen gegen Erdrücken eine größere Buchtenfläche für die Bewegungsbuchten notwendig ist. Zudem dürfen die hohen Aufzuchtverluste nicht isoliert betrachtet werden, zumal die Aufzuchtverluste im Untersuchungsbetrieb insgesamt sehr hoch ausfielen. Hier besteht noch weiterer Forschungsbedarf, da die hohen Aufzuchtverluste sowohl aus ökonomischem Blickwinkel wie auch aus Sicht der Tiergerechtheit kritisch zu betrachten sind.
Aus der Sicht der Tiergerechtheit wäre der Einsatz von Stroh wünschenswert, da er zu einer Verbesserung der reizarmen Umwelt führt. In der vorliegenden Untersuchung wurden nur geringe Mengen an Stroh verbraucht. Im Kastenstand lag der durchschnittliche Strohverbrauch bei 9,1 g, im Kastenstand zum Öffnen bei 5,5 g und in den Bewegungsbuchten in A_3 bei 9,4 g. In den Bewegungsbuchten des Abteils A_4, in dem das Stroh auf Bleche direkt am Boden angeboten wurde, zeigte sich ein geringfügig höherer Strohverbrauch mit 17,3 g. Hier wäre zu klären, ob die geringen verbrauchten Strohmengen der Sauen und die geringe Beschäftigungsdauer der Sauen mit Stroh in einem Zusammenhang mit dem Zeitraum des Strohangebots, der angebotenen Strohmenge, der Strohart und der Darreichungsform stehen.
Einflüsse auf die Haltungsumwelt konnten durch eine verbesserte Bewegungsmöglichkeit nicht festgestellt werden. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass alle Haltungsvarianten einstreulos betrieben wurden und in jedem Abteil eine effiziente Lüftungsanlage eingesetzt wurde.

Abschließend kann festgehalten werden, dass es sich bei den hier vorgestellten Bewegungsbuchten für säugende Sauen um eine praktikable Alternative zum Standardkastenstand handelt. Werden die Bewegungsbuchten wie in der vorliegenden Untersuchung mit Standardmaßen, mit Standardteilen und ohne Einstreu konzipiert, sind keine höheren Investitionskosten und Arbeitszeiten zu erwarten.

6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden wichtige Teilaspekte der Tiergerechtheit und Wirtschaftlichkeit im Abferkelbereich der Versuchswirtschaft Relliehausen der Georg-August - Universität Göttingen untersucht. Dabei wurde die Haltung abferkelnder und säugender Sauen im Kastenstand, im Kastenstand zum Öffnen und in Bewegungsbuchten miteinander verglichen. Für die Bewertung der Tiergerechtheit der Haltungsvarianten wurden pathologische, physiologische und ethologische Parameter herangezogen, wobei die Erfassung des Tierverhaltens den Schwerpunkt der vorliegenden Untersuchung bildete.

Die Hauptuntersuchung verlief in zwei Versuchsabschnitten mit jeweils sechs Wiederholungen. Der Unterschied zwischen den beiden Versuchsabschnitten bestand lediglich in der Vorlage von Stroh. Im Versuchsabschnitt V_I wurde keinerlei Stroh eingesetzt. Im Versuchsabschnitt V_{II} wurde den Sauen zeitlich begrenzt Stroh angeboten, um Nestbauverhaltensweisen ausüben zu können. Hierzu wurden zwei Tage vor dem berechneten Abferkeltermin in A_1 und A_2 Strohraufen am Kastenstand und in A_3 am Gitter zum Ferkelnest angebracht. In A_4 wurden Bleche unter dem Trog installiert, um Stroh direkt am Boden anbieten zu können.

Die Aufzuchtverluste waren mit 22,5 % insgesamt hoch. Sie betrugen im Kastenstand 17,9 %, im Kastenstand zum Öffnen 19,6 % und in den Bewegungsbuchten 26,9 % bzw. 25,8 %, wobei unabhängig von der Haltungsvariante die Hauptverlustursache Erdrücken durch die Muttersau war.

Beim Ausstallen wiesen über 80 % der Sauen im Kastenstand Verschmutzungen auf, wohingegen der Anteil der verschmutzen Sauen im Kastenstand zum Öffnen bei 53 % und in den Bewegungsbuchten bei 51 % bzw. 46 % lag. Lahmheiten wurden bei den Sauen sowohl beim Einstallen als auch beim Ausstallen der Sauen selten beobachtet. In allen drei untersuchten Haltungsvarianten lag der Anteil der Sauen ohne Befund bei über 90 %. Bezüglich des Ernährungszustandes der Sauen zeigte sich, dass lediglich 60 % der ausgestallten Sauen eine gute Kondition aufwiesen.

Der Anteil der Sauen, die Verletzungen beim Aufstallen aufwiesen, lag in allen untersuchten Haltungsvarianten unter 30 %. Der größte Teil der Verletzungen entfiel auf Wunden. Weitere Veränderungen (Schwielen, Schwellungen und Geschwüre) wurden bei 11,5 % der ausgestallten Sauen registriert. Schwielen wurden bei 1,3 % und Schwellungen bzw. Geschwüre bei 9,9 % der Sauen bonitiert. Am häufigsten wurden Veränderungen in den Körperbereichen Schulterblatt, Vorderfußwurzelgelenk und Ellenbogen beobachtet.

Die Verletzungen und Veränderungen sind nicht auf eine der untersuchten Haltungsvarianten zurückzuführen, sondern stellen vielmehr ein Problem der einstreulosen Haltung dar.

Die Bonitierung der Ferkel beim Absetzen bezüglich Lahmheiten und Verschmutzungen zeigte keine haltungsbedingten Unterschiede zwischen den Varianten. Der Anteil der Ferkel, die Verletzungen aufwiesen, lag in der Kastenstandhaltung bei 23,1 %, im Kastenstand zum Öffnen bei 18,2 % und in den Bewegungsbuchten bei 20,9 % bzw. 16,4 %. Veränderungen traten bei 4,5 % der abgesetzten Ferkel auf. 95 % der bonitierten Veränderungen entfielen auf Schwellungen.

Bezüglich der Gewichtsentwicklung der Ferkel wurde sichtbar, dass die Ferkel in den Bewegungsbuchten im Vergleich zu den Ferkeln in den Abferkelbuchten mit Kastenstand höhere tägliche Zunahmen sowie höhere Absetzgewichte aufwiesen.

Die verbesserte Bewegungsmöglichkeit wurde von den Sauen sowohl hinsichtlich des Aktivitätsverhaltens als auch der Ausrichtung auf der Buchtenfläche genutzt. Sitzende Sauen wurden in den Bewegungsbuchten seltener beobachtet als im Standardkastenstand und im Kastenstand zum Öffnen. Außerdem konnte ein Anstieg der Aktivität in der Zeit von 48 Stunden ante partum bis 48 Stunden post partum durch die Vorlage von Stroh festgestellt werden. An dieser Stelle muss jedoch darauf verwiesen werden, dass der Einfluss der Vorlage von Stroh statistisch nicht vom zeitlichen Einfluss des Versuchsabschnitts getrennt werden konnte.

Bezüglich der Abliegevorgänge zeigte sich, dass die Sauen in den Bewegungsbuchten ihre Hinterhand deutlich häufiger auf die entgegengesetzte Seite der gruppierten Ferkel niederlegten als die Sauen im Kastenstand und Kastenstand zum Öffnen.

Die Differenzierung der einzelnen Abliegevorgänge in die einzelnen Abliegearten zeigte, dass die Sauen sich oftmals erst auf die Handwurzelgelenke abstützten und dann die Bauch- oder Seitenlage einnahmen. Die Zahl dieser Abliegevorgänge war im Kastenstand und Kastenstand zum Öffnen etwa einen Abliegevorgang niedriger als in den Bewegungsbuchten. Demgegenüber ließen sich die Sauen im Kastenstand und Kastenstand zum Öffnen deutlich häufiger am Ferkelgitter niedergleiten.

Die Sauen in den Bewegungsbuchten wiesen eine höhere Anzahl von Saugakten auf als die Sauen im Kastenstand und Kastenstand zum Öffnen. Im Kastenstand wurden durchschnittlich 30,8 Saugakte je 24 h, im Kastenstand zum Öffnen 30,6 je 24 h und in den Bewegungsbuchten 34,0 bzw. 32,2 Saugakte je 24 h registriert.

Verhaltensabweichungen traten selten auf. Unter den beobachteten Verhaltensabweichungen nahm in allen drei untersuchten Haltungsvarianten das Leerkauen die meiste Zeit ein. Bezüglich des Auftretens und der Dauer von Verhaltensabweichungen ließen sich nur sehr geringe Unterschiede zwischen den beiden Versuchsabschnitten erkennen. Abweichungen zeigten sich lediglich in der Dauer der Verhaltensabweichung Schaumkauen und Manipulation der Tränke. Beide Parameter wurden mit dem Angebot von Stroh zeitlich länger ausgeübt.

Unabhängig von der Haltungsvariante fiel die Beschäftigungsdauer der Sauen mit Stroh bzw. der Strohraufe gering aus, wobei sich deutliche tierindividuelle Unterschiede zeigten. Differenzen zwischen den Abteilen wurden hinsichtlich der Zahl der Raufebesuche und der Beschäftigungsdauer mit Stroh sichtbar. In dem Abteil A_4, mit dem Angebot des Strohs auf dem Boden, fielen sowohl die Zahl der Raufebesuche als auch die Beschäftigungsdauer der Sauen mit Stroh höher aus als in den Abteilen A_1, A_2 und A_3.

Hinsichtlich des Gesamtarbeitsbedarfs und der Haltungsumwelt konnten keine Unterschiede zwischen den Haltungsvarianten ermittelt werden. Es zeigten sich nur geringe Unterschiede zwischen den Abteilen bezüglich der Temperatur und der relativen Luftfeuchte. Die Staubkonzentration in der Stalluft in A_1 ähnelte der Situation in A_2, demgegenüber fiel die Staubkonzentration in A_3 geringer, in A_4 dagegen deutlich höher aus. Ein signifikanter Einfluss der Haltungsvariante auf die Staubkonzentration konnte nicht nachgewiesen werden. Dementsprechend kann nicht auf eine vermehrte Staubildung im Stallabteil durch eine verbesserte Bewegungsmöglichkeit für die Sauen geschlossen werden.

Der Verschmutzungsgrad der gesamten Buchtenfläche lag in allen vier untersuchten Abteilen unter 10 % und es zeigten sich nur geringe Unterschiede zwischen den einzelnen Abteilen. Eine Differenzierung der Verschmutzung der gesamten Buchtenfläche in die einzelnen Teilbereiche macht deutlich, dass in den Kastenstandvarianten der Bereich 4 (Buchtenfläche zum Futtergang) und in den Bewegungsbuchten der Bereich 2 (Buchtenfläche zur Wand) am stärksten betroffen war.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass die hier vorgestellten und diskutierten Ergebnisse sich auf die hier untersuchten Varianten der Bewegungsbuchten beziehen, die sich bezüglich des Flächenangebotes nicht von herkömmlichen Buchten unterscheiden.

7 Summary

In the here presented study significant part aspects of animal welfare and economy in the farrowing area have been investigated by the experimental farm Relliehausen of the Georg-August - University Goettingen.

Three different housing systems have been compared inhere, as there are the conventional farrowing crate, opening crate and activity pen. To evaluate three different housing systems in regard to the animal welfare, the pathological, physiological and ethological criteria have been taken into consideration, whereas the main emphasis of this study is the recording of the animal's behaviour.

The main experimental period was divided into two trial sections with six repetitions each. The main difference between the both test periods consisted only in the supply of straw. In the trial period V_I no straw was used. In the trial period V_{II} the sows were offered straw only temporary to allow them practising nest building behaviour. Two days before the prospective farrowing date straw racks were installed in compartment A_1 and A_2 in the crate stall and in compartment A_3 the straw was fixed at the grid next to the piglet resting area. In A_4 metal sheets were fitted under the trough to offer the straw directly on the floor.

With in total 22,5 % the rearing losses were immense. In the conventional farrowing crate they amount to 17,9 %, in the opening crate they sum up to 19,6 % and in the activity pen 26,9 % resp. 25,8 %. The high rate of piglet mortality in activity pens is due to crushing of piglets by the mother animal.

On the out-stalling day more than 80 % of the sows in conventional crates were soiled, while the share of soiled sows in opening crates amount to 53 % and in activity crates only 51 % resp. 46 %. Lameness of the sows during the in-stalling and stalling-out phase was recorded rarely. In all three different housing systems the share of sows without any findings was beyond 90 %. The nutritive state of the sows revealed that only 60 % of the sows being stalled out were in a good condition.

The share of sows that had been injured during the stalling-out process showed the same percentage rate of below 30 % independent on the housing system. The highest injury share could be classified as wounds. Further abnormal changes of body parts like calluses, swollen spots and ulcers were registered with 11,5 % from the stalled-out sows. The percentage rate of sows with calluses was reported with 1,3 % and swollen spots respc. ulcers with 9,9 %. The most recorded injuries respc. changes could be watched at following body parts: shoulder blade, carpal joint and elbow. These injuries and scratches were not

caused by one of the three different housing variants but were owing to the problem of missing or too less offered straw.

The evaluation of piglets in regard to lameness and soiling did not show any differences between the three farrowing variants. The share of injured piglets in the conventional farrowing crate was about 23,1 %, in the opening crate at 18,2 % and in the activity pens at 20,9 % respc. 16,4 %. Alteration appeared at 4,5 % of the weaned piglets. 95 % of the alterations were classified as swollen spots.

In regard to the development of weight, the piglets that were kept in the opening crates daily gained more weight that the piglets in the conventional farrowing crates and had as well higher weaning weight.

The sows utilized the improved opportunity of motion in the activity pens in regard to action behaviour and the positioning in the pens. Sitting sows were watched fewer in activity pens than in the ordinary crate and in opening crates. Besides that an increased activity in the period of 48 hours ante partum until 48 hours post partum could be recognized owing to the offering of straw. In this context it should be pointed out that the influence of offering straw could not clearly be separated statistically from the temporal influence of the trial period.

Concerning the lying downs of sows in the activity pens it was observed that the sows lied down on their hind leg at the opposite side of the grouped piglets significantly more often than sows in the conventional or opening crate.

The differentiation of the single lying downs in regard different ways of lying down showed that the saws often first knelt down on the wrist joint and then lied down on their bellies or on their sides. The number of those lying downs in the conventional crate and opening crates was about one lying down process less compared with the number of lying downs in the activity pens. In the conventional farrowing crates and opening crates the sows more often used the piglet grids to slide down.

The sows kept in the activity crate had a higher number of nursings than the sows kept in conventional farrowing crates and opening crates. The number of nursing acts recorded in the conventional farrowing crate was in average 30,8 nursing act per 24 h, in the opening crate 30,6 per 24 h and in the activity pens 34,0 respc. 32,2 nursing acts per 24 h.

Only few disorders of behaviour could be watched. Among the observed abnormal behaviours the vacuum chewing took most of the time in all three different housing systems. There could be found only few distinguishing features regarding the appearance and the duration of abnormal behaviour in both trial periods. Deviations could be only

registered in the duration of abnormal behaviour foam chewing and manipulation of drinkers. Both parameters had been practised by offering straw over a longer period.

Independent on the housing system the occupation time of the sows with straw respc. the rack was small whereas differences between the individuals were significant. Differences between the compartments concerning the frequency of rack visits and occupation time with straw were visible. In compartment A_4, where straw was offered on the floor the rack visit frequency and as well the occupation time was higher than in the compartments A_1, A_2 and A_3.

In concern to the total demand of labour input and the housing environment there could not be found any differences between the three housings variants. There could only be measured small differentiations between the compartments in regard to the air temperature and the relative air humidity. The dust concentration of the stall climate in compartment A_1 was comparable to the atmosphere in compartment in A_2, while the dust concentration in compartment A_3 was lower, in A_4 significantly higher. An important impact of the different housing systems in regard to the dust concentration could not be proofed. In consequence the improved activity opportunities for sows do not cause higher dust concentration in the compartment.

The soiling degree of the entire pen aerial was below 10 % in each of the investigated compartments and only small differentiations among the single compartments were visible. The differentiation of the entire pen aerial showed clearly that in the crate variants the area 4 (area to feed passage) and the aerial in area 2 (area towards wall) were soiled at most.

Finally it should be emphasized that the here described and discussed results all refer to the investigated variants of activity pens that are not relevant distinguishable to the space volume offered in conventional pens.

8 Anhang

SAUNUMMER:_____ **BUCHTENNUMMER:**_____

EINSTALLDATUM:_____ **AUSSTALLDATUM:**_____

I. VERSCHMUTZUNG

PUNKTE:_____

0 Tier sauber
1 Hinterhand verschmutzt
2 Hinterhand und Gesäuge verschmutzt
3 Gesäuge verschmutzt
4 ganzes Tier verschmutzt

II. ERNÄHRUNGSZUSTAND

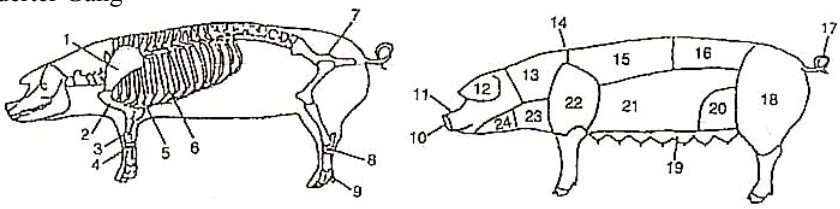
PUNKTE:_____

1 stark unterernährt
2 unterernährt
3 normal ernährt
4 überernährt
5 stark überernährt

III. LAHMHEITEN

PUNKTE: _____

0 kein Befund
1 leicht behinderter Gang
2 stark behinderter Gang



1 Schulterblatt	7 Becken	13 Nacken	19 Gesäuge
2 Oberarm	8 Sprunggelenk	14 Widerrist	20 Flanke
3 Unterarm	9 Afterklaue	15 Rücken	21 Bauch
4 Vorderfußwurzelgelenk	10 Rüsselscheibe	16 Lende	22 Schulter
5 Brust	11 Nase	17 Schwanz	23 Hals
6 Rippe	12 Ohr	18 Schinken	24 Backe

IV. VERÄNDERUNGEN

PUNKTE:_____

0 kein Befund
1 Schwiele
2 Schwellung/ Geschwür
3 offenes Geschwür

V. VERLETZUNGEN

PUNKTE:_____

0 keine Verletzungen, Kratzer bis 5 cm
1 bis 5 Kratzer über 5 cm
2 über 5 Kratzer über 5 cm
3 Schürfungen bis 5 x 5cm
4 Schürfungen über 5 x 5 cm
5 Wunden kleiner 5 cm
6 Wunden über 5 cm

Abb. A1: Bonitierungsbogen für Sauen

Tab. A1: Definition der erfassten Merkmale des Abliegeverhaltens (modifiziert nach [25])

Parameter	Definition
Muttersau, Art des Abliegens	
Gleitet	Die Sau lehnt sich an eine Wand oder am Gitter an und lässt sich daran niedergleiten
Kniet, Seite	Die Sau stützt sich zunächst auf die Vorderfußwurzelgelenke ab, wobei sich die Hinterhand in der stehenden Position befindet, danach liegt sie direkt auf der Seite.
Kniet, Bauch	Die Sau stützt sich zunächst auf die Vorderfußwurzelgelenke ab, wobei sich die Hinterhand in der stehenden Position befindet, danach liegt sie direkt auf dem Bauch.
Fällt	Die Sau legt sich direkt, ohne vorheriges Abstützen, auf den Bauch.
Sitzt	Die Sau legt sich aus der Sitzposition heraus nieder und liegt dann entweder auf dem Bauch oder auf der Seite.
Dreht sich	Die Sau wendet ihren Körper in der Liegeposition um 180° und liegt auf der Seite.
Dreht sich halb	Die Sau wendet ihren Körper in der Liegeposition um 90° und liegt anschließend auf dem Bauch bzw. auf der Seite.
Muttersau, Verhalten gegenüber Ferkeln	
Ferkel beachtet	Die Sau legt ihre Hinterhand auf die gegenüberliegende Seite der “gruppierten” Ferkel.
Ferkel nicht beachtet	Die Sau legt ihre Hinterhand auf die Seite der “gruppierten” Ferkel bzw. Ferkel sind nicht “gruppiert”.
Ferkel, Verhalten	
gruppiert	Mindestens 75 % der Ferkel eines Wurfes befinden sich auf einer Körperseite der Sau (links oder rechts).
nicht gruppiert	Auf jeder Seite der Sau befinden sich Ferkel.

Tab. A2: Anzahl zur Erfassung von Verhaltensabweichungen (Leerkauen, Schaumkauen, Bearbeitung Buchtengegenstände, Manipulation Tränke) direktbeobachteter Laktationen in Abhängigkeit von Haltungsvariante und Versuchsabschnitt

	Haltungsvariante			
	A_1	A_2	A_3	A_4
Keine Strohvorlage V_I	39	41	40	44
Strohvorlage V_{II}	28	28	32	30
Insgesamt ($V_I + V_{II}$)	67	69	72	74

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung.

Tab. A3: Anzahl der untersuchten Würfe für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 aufgeteilt nach der Wurfzahl

	Haltungsvariante			
Wurfzahl	A_1	A_2	A_3	A_4
1	9	5	12	2
2	7	16	5	8
3	7	7	6	14
4	10	8	13	9
5	6	7	12	16
6	11	8	8	14
7	10	9	6	6
8	1	7	4	4
9	5	1	5	1
10	1	1	1	0
Gesamt	67	69	72	74

A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung.

Tab. A4: Durchschnittliche Aufzuchtergebnisse der Sauen für die einzelnen Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

		Haltungsvariante			
		A_1	A_2	A_3	A_4
Anzahl Ferkel pro Wurf					
– Lebend geboren	Avg	10,1	10,7	10,2	10,2
	±	3,1	3,7	2,9	3,4
– Tot geboren	Avg	1,0	1,0	0,9	0,8
	±	1,3	1,5	1,2	1,1
– Abgesetzt	Avg	8,3	8,6	7,5	7,7
	±	3,0	3,1	2,9	2,7
Verlustursache					
– Erdrückt	Avg	1,4	1,4	2,1	2,0
	±	1,7	1,7	1,9	2,0
– Kümmerer	Avg	0,0	0,0	0,0	0,0
	±	0,2	0,0	0,2	0,2
– Verhungert	Avg	0,2	0,3	0,2	0,2
	±	0,5	0,9	0,6	0,6
– Sonstige	Avg	0,2	0,2	0,3	0,3
	±	0,5	0,6	0,7	0,6
Gesamtverluste	Avg	1,8	1,9	2,6	2,6
	±	2,0	2,3	2,2	2,3

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; Avg, Mittelwert; ±, Standardabweichung.

Tab. A5: Durchschnittliche Aufzuchtergebnisse der Sauen je Wurf für die einzelnen Wurfgrößenklassen über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

		Anzahl lebend geborener Ferkel		
		<10	**10-12**	**>12**
Anzahl Ferkel pro Wurf				
– Lebend geboren	LSM	6,8[b]	10,8[a]	14,0[c]
	SE	0,2	0,2	0,3
– Tot geboren	LSM	0,1	0,9	0,6
	SE	0,2	0,2	0,3
– Abgesetzt	LSM	5,3[a]	7,8[b]	9,3[b]
	SE	0,3	0,3	0,4
Verlustursache				
– Erdrückt	LSM	1,1[a]	2,1[b]	3,5[c]
	SE	0,2	0,2	0,3
– Kümmerer	LSM	0,0	0,0	0,0
	SE	0,0	0,0	0,0
– Verhungert	LSM	0,2	0,3	0,4
	SE	0,1	0,1	0,1
– Sonstige	LSM	0,1	0,3	0,5
	SE	0,1	0,1	0,1
Gesamtverluste	LSM	1,4[a]	2,8[b]	4,4[c]
	SE	0,3	0,3	0,3

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; LSM, least squares means; SE, standard error.
Werte einer Zeile, die keine identischen Buchstaben aufweisen, unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$).
Werden keine Buchstaben ausgewiesen, liegen keine signifikanten Unterschiede vor.

Tab. A6: Geburtsgewicht, Absetzgewicht, Zunahmen und Tageszunahmen der Ferkel in den Haltungsvarianten A_1 bis A_4 über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

		Haltungsvariante			
		A_1	A_2	A_3	A_4
Geburtsgewicht [kg]	LSM	1,7	1,7	1,7	1,7
	SE	0,0	0,0	0,0	0,0
Absetzgewicht [kg]	LSM	6,5[ab]	6,3[b]	7,1[a]	6,7[ab]
	SE	0,3	0,2	0,2	0,2
Zunahmen [kg]	LSM	4,8[ab]	4,6[b]	5,4[a]	5,0[ab]
	SE	0,2	0,2	0,2	0,2
Tageszunahmen [g]	LSM	213,1	217,9	228,6	234,4
	SE	10,3	9,4	9,5	9,6

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen; A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; LSM, least squares means; SE, standard error.

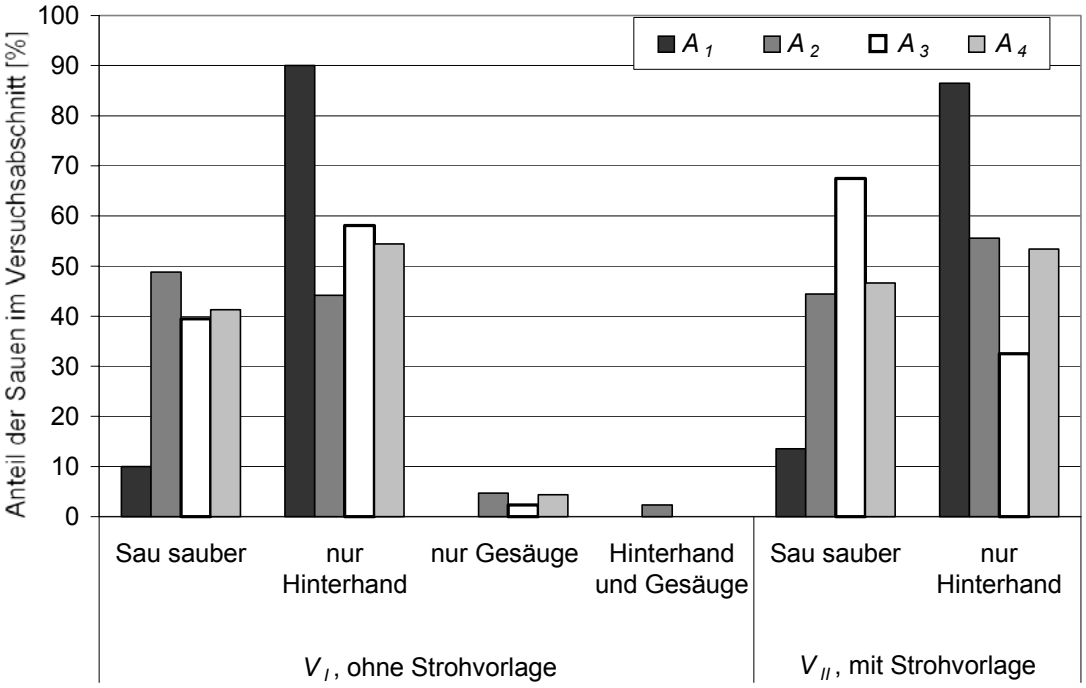


Abb. A2: Prozentualer Anteil verschmutzter Sauen für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 und für die beide Versuchsabschnitte ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage

A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung.

Tab. A7: Häufigkeiten verschiedener Aktivitäten der Sauen in den Versuchsabschnitten ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage für den Zeitraum vom Einstallen der Sau bis zum Absetzen

		Strohvorlage	
Aktivität der Sauen		**ohne (V_I)**	**mit (V_{II})**
Stehen	LSM	13,8[a]	18,7[b]
	SE	1,1	1,0
Sitzen	LSM	2,7	3,7
	SE	0,4	0,4
Liegen, gesamt	LSM	127,5[b]	121,6[a]
	SE	1,2	1,2
Liegen, Bauchlage	LSM	18,6	17,1
	SE	1,3	1,3
Liegen, Seitenlage	LSM	99,9	94,2
	SE	2,1	2,0
Liegen, Schräglage	LSM	8,9	10,2
	SE	1,1	1,1

LSM, least squares means; SE, standard error.
Angegeben ist die Häufigkeit, der jeweiligen Aktivitäten je Einzeltier innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks. Die Angaben sind auf einen einheitlichen Beobachtungszeitraum korrigiert. n = 2372, 2599 für den Versuchsabschnitt V_I bzw. V_{II}.
Werte einer Zeile, die keine identischen Buchstaben aufweisen, unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$).
Werden keine Buchstaben ausgewiesen, liegen keine signifikanten Unterschiede vor.

Tab. A8: Häufigkeiten verschiedener Nestbauverhaltensweisen für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 und für die beiden Versuchsabschnitte ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage

Verhaltens-weise		Haltungsvariante							
		A_1		A_2		A_3		A_4	
		Strohvorlage		Strohvorlage		Strohvorlage		Strohvorlage	
		ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit
Wühlen	Avg	13,0	20,3	4,2	19,7	12,1	17,8	14,0	29,2
	±	12,2	13,2	4,4	17,8	5,3	10,8	11,5	10,2
Scharren	Avg	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
	±	0,4	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
Bearbeiten Buchtg.	Avg	1,0	1,3	0,0	0,7	1,2	0,1	0,0	0,0
	±	2,3	2,3	0,0	1,2	2,9	0,3	0,0	0,0
Drehen	Avg	6,4	4,3	2,7	1,6	17,4	11,1	7,3	7,4
	±	5,5	9,3	3,9	2,9	13,2	13,6	4,9	4,6
Keine[1)]	LSM	47,9	62,2	52,7	46,5	36,1	35,9	36,8	46,8
	SE	28,3	20,1	12,7	23,2	18,3	21,3	14,1	15,1

A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; Buchtg., Buchtengegenstände; Avg, Mittelwert; ±, Standardabweichung; LSM, least squares means; SE, standard error.
Angegeben ist die Anzahl der verschiedenen Nestbauverhaltensweisen je Einzeltier innerhalb eines 6-Stunden-Beobachtungsblocks. n = 21, 22, 21, 21 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.
[1)] Aktivitäten ohne Bezug zum Nestbau.

Tab. A9: Interaktionen zwischen Sau und Ferkeln für die Haltungsvarianten A_1 bis A_4 und für beide Versuchsabschnitte ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage

		Haltungsvariante							
		A_1		A_2		A_3		A_4	
		Strohvorlage		Strohvorlage		Strohvorlage		Strohvorlage	
		ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit
Muttersau, Verhalten gegenüber Ferkeln									
Beachtet	Avg	3,3	3,1	3,2	3,2	3,7	5,6	5,1	5,5
	±	2,4	2,5	2,6	3,0	2,5	4,3	3,3	3,6
Nicht beachtet	Avg	1,3	0,7	1,2	1,4	0,7	0,2	0,4	0,3
	±	1,7	0,9	1,3	1,4	1,0	0,7	0,8	0,6
Art des Abliegens der Muttersau, Ferkel wurden beachtet									
Kniet, Bauch	Avg	1,6	1,8	1,9	1,7	1,7	3,5	3,0	2,6
	±	2,0	1,7	2,1	2,2	1,6	3,8	2,6	2,4
Kniet, Seite	Avg	2,1	1,9	1,7	2,6	2,6	2,3	2,4	2,6
	±	2,2	2,1	1,8	2,4	2,3	2,0	1,9	2,0
Gleitet	Avg	0,8	0,1	0,8	0,4	0,1	0,1	0,2	0,6
	±	1,3	0,4	1,0	0,8	0,4	0,4	0,6	1,4
Fällt	Avg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	±	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
Art des Abliegens der Muttersau, Ferkel wurden nicht beachtet									
Kniet, Bauch	Avg	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
	±	0,4	0,2	0,5	0,3	0,3	0,2	0,1	0,3
Kniet, Seite	Avg	0,2	0,3	0,2	0,4	0,1	0,0	0,0	0,1
	±	0,5	0,9	0,5	0,8	0,3	0,2	0,2	0,3
Gleitet	Avg	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	±	0,2	0,1	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2
Fällt	Avg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	±	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0

A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; Avg, Mittelwert; ±, Standardabweichung.
Angegeben ist die Anzahl der Verhaltensweisen der Sauen für die Abliegevorgänge innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks, n = 218, 212, 216, 233 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.

Tab. A10: Häufigkeiten verschiedener Verhaltensweisen für die einzelnen Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) und Tageszeit über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

		Haltungsvariante							
		A_1		A_2		A_3		A_4	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Muttersau, Verhalten gegenüber Ferkeln									
Beachtet	Avg	4,3	2,1	4,3	2,3	5,9	3,4	7,3	3,5
	±	2,6	1,6	3,3	1,9	3,8	2,9	3,4	2,4
Nicht beachtet	Avg	1,3	0,7	1,6	1,1	0,6	0,4	0,4	0,3
	±	1,7	1,0	1,6	1,1	0,9	0,9	0,8	0,5
Art des Abliegens der Muttersau, Ferkel wurden beachtet									
Kniet, Bauch	Avg	2,4	1,1	2,5	1,2	3,3	2,0	3,9	1,8
	±	2,1	1,2	2,6	1,5	3,4	2,5	2,7	1,8
Kniet, Seite	Avg	2,7	1,4	2,8	1,6	3,1	1,7	3,5	1,6
	±	2,5	1,5	2,4	1,7	2,4	1,6	2,0	1,5
Gleitet	Avg	0,6	0,3	0,6	0,7	0,1	0,1	0,4	0,4
	±	1,2	0,8	1,1	0,8	0,5	0,2	1,1	1,2
Fällt	Avg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	±	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Art des Abliegens der Muttersau, Ferkel wurden nicht beachtet									
Kniet, Bauch	Avg	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
	±	0,3	0,3	0,5	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2
Kniet, Seite	Avg	0,4	0,1	0,4	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1
	±	0,9	0,6	0,9	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3
Gleitet	Avg	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	±	0,3	0,0	0,4	0,4	0,1	0,1	0,2	0,2
Fällt	Avg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	±	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0

A_1, Abteil 1, konventioneller Kastenstand; A_2, Abteil 2, Kastenstand zum Öffnen; A_3, Abteil 3, Bewegungsbucht mit der Möglichkeit der Fixierung; A_4, Abteil 4, Bewegungsbucht ohne die Möglichkeit der Fixierung; Avg, Mittelwert; ±, Standardabweichung.
Angegeben ist die Anzahl der Verhaltensweisen der Sauen für die Abliegevorgänge innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks, n = 218, 212, 216, 233 für die Abteile A_1, A_2, A_3 bzw. A_4.

Tab. A11: Häufigkeiten verschiedener Verhaltensweisen für die einzelnen Laktationstage über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

		Laktationstag				
		0	**1**	**2**	**3**	**4**
Muttersau, Verhalten gegenüber Ferkeln						
Beachtet	Avg	2,1	4,7	4,2	4,4	4,6
	±	2,3	3,4	3,0	3,1	3,6
Nicht beachtet	Avg	0,5	0,7	0,8	0,8	1,0
	±	0,8	1,0	1,1	1,2	1,5
Art des Abliegens der Muttersau, Ferkel wurden beachtet						
Kniet, Bauch	Avg	1,0	2,4	2,3	2,4	2,7
	±	1,6	2,7	2,4	2,4	2,7
Kniet, Seite	Avg	1,3	2,4	2,4	2,4	2,6
	±	1,5	2,0	2,0	2,2	2,4
Gleitet	Avg	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
	±	0,7	0,9	1,1	0,9	1,0
Fällt	Avg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	±	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Art des Abliegens der Muttersau, Ferkel wurden nicht beachtet						
Kniet, Bauch	Avg	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
	±	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3
Kniet, Seite	Avg	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
	±	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6
Gleitet	Avg	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
	±	0,4	0,2	0,1	0,2	0,3
Fällt	Avg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	±	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage um Nestbauverhalten zu ermöglichen; Avg, Mittelwert; ±, Standardabweichung.
Angegeben ist die Anzahl der Verhaltensweisen der Sauen für die Abliegevorgänge innerhalb eines 12-Stunden-Beobachtungsblocks.

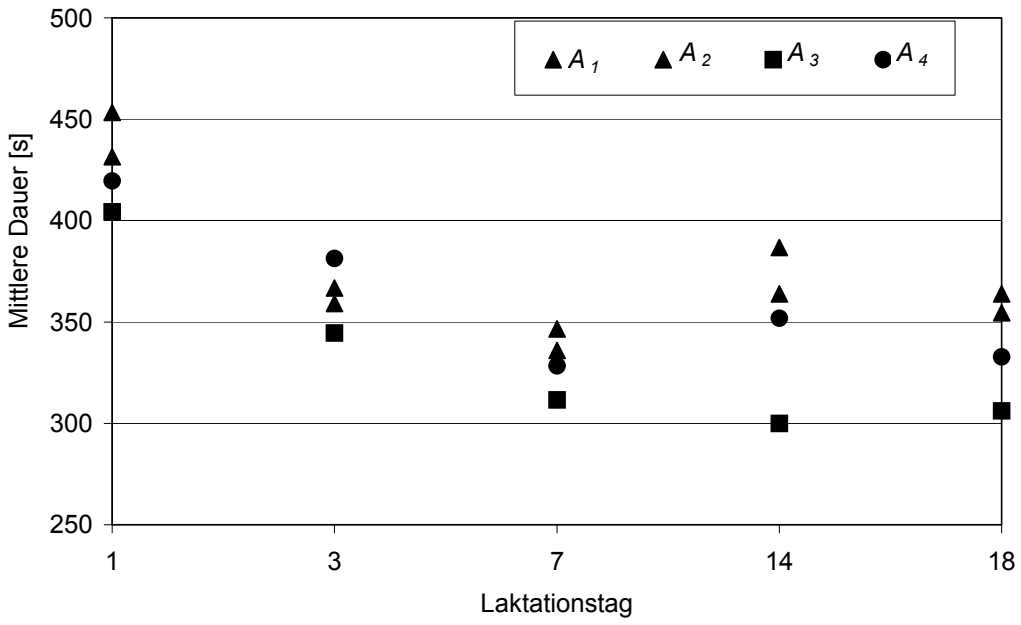


Abb. A3: Mittlere Dauer [s] des Säugeakts im Laktationsverlauf in den einzelnen Haltungsvarianten (A_1 bis A_4) über beide Versuchsabschnitte ($V_I + V_{II}$)

Tab. A12: Häufigkeiten und Gesamtdauer [s] verschiedener Aktivitäten für die Versuchsabschnitte ohne (V_I) und mit (V_{II}) Strohvorlage

		Strohvorlage	
Aktivität	**Einheit**	**ohne (V_I)**	**mit (V_{II})**
Leerkauen	n	1,5	1,5
	±	2,4	2,9
	t	371,5	370,2
	±	906,9	795,9
Schaumkauen	n	0,1	0,3
	±	0,6	1,0
	t	15,9	73,8
	±	82,7	337,2
Manipulation Tränke	n	0,2	0,1
	±	0,7	0,3
	t	22,8	4,4
	±	99,1	26,7
Gesamt	n	2,1	2,0
	±	3,1	3,8
	t	429,0	464,3
	±	950,9	991,0
Kauen[1)]	n	1,6	1,7
	±	2,7	3,3
	t	387,4	444,1
	±	928,3	965,7

n, Häufigkeit des Vorkommens; t, Gesamtdauer [s] des Vorkommens
[1)] Kauen setzt sich zusammen aus Schaumkauen und Leerkauen.
Angegeben ist die Zahl und die Gesamtdauer der Verhaltensanomalien der Sauen innerhalb eines Zwei – Stunden – Beobachtungsblocks, n = 164, 118 für den Versuchsabschnitt V_I bzw. V_{II} .

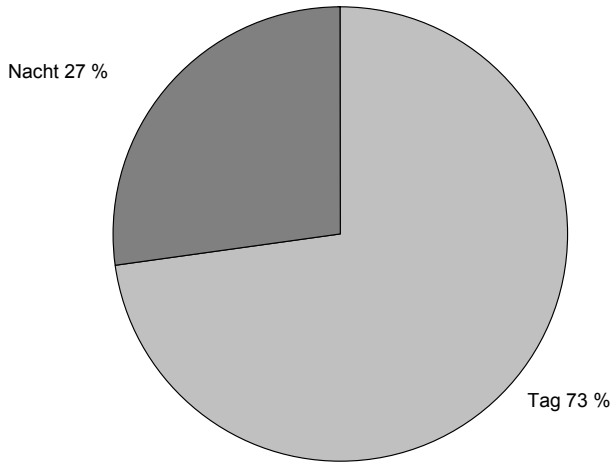


Abb. A4: Prozentualer Anteil der Raufebesuche in Abhängigkeit von der Tageszeit für den Versuchsabschnitt mit Strohvorlage (V_{II}) über alle Haltungsvarianten (A_1 bis A_4)

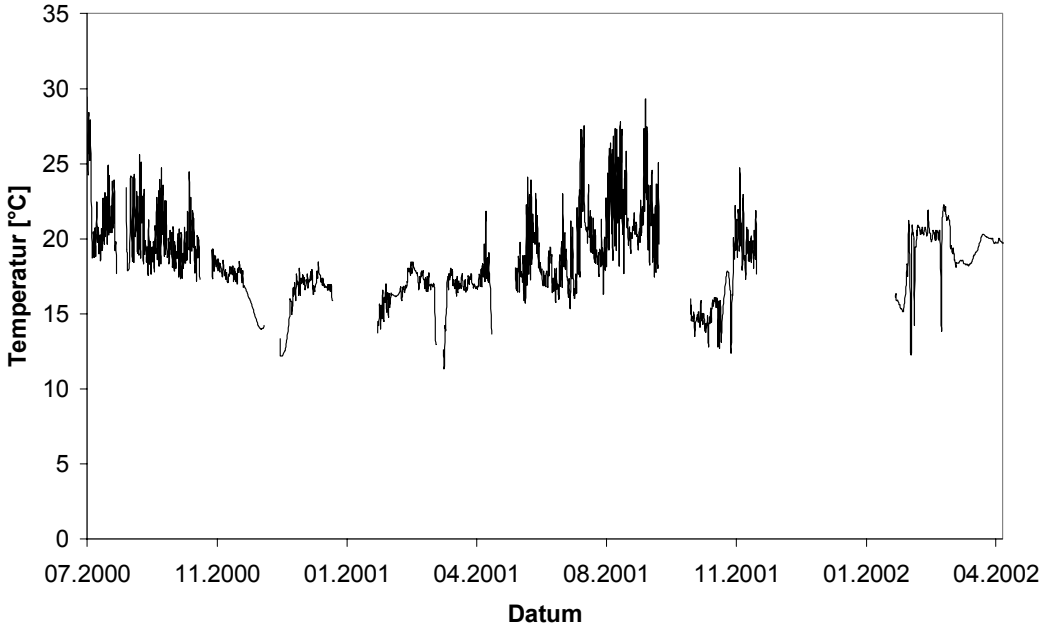


Abb. A5: Verlauf der Stallluftemperatur in der Haltungsvariante A_1 (Messzeitraum 9.07.2000 – 24.04.2002)

Dargestellt sind hier nur die Ergebnisse der Messungen, die während das Abteil belegt war durchgeführt wurden.

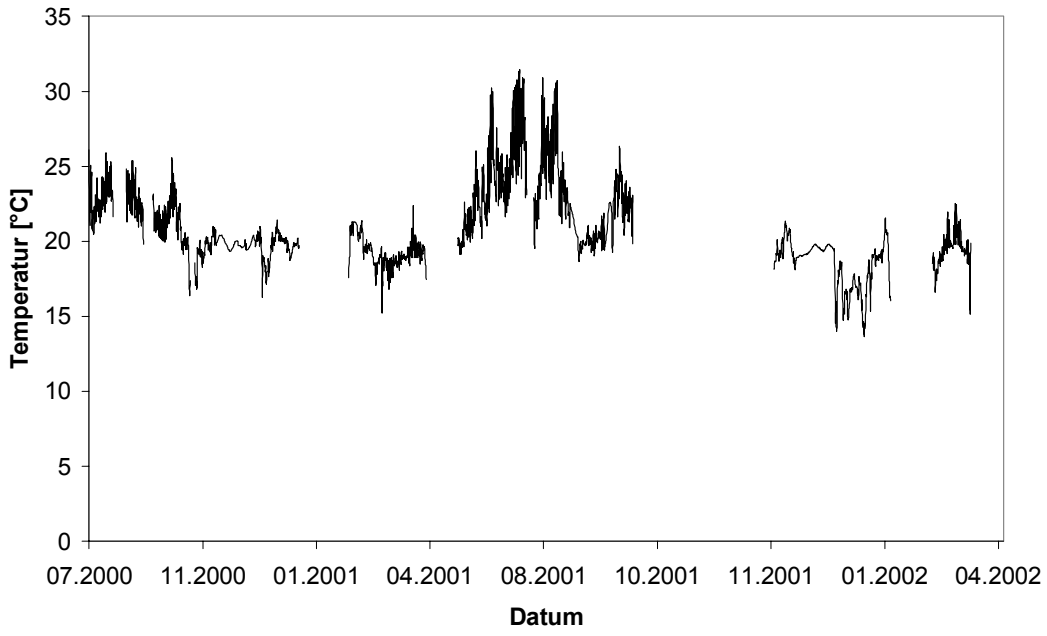


Abb. A6: Verlauf der Stallluftemperatur in der Haltungsvariante *A_2* (Messzeitraum 9.07.2000 – 24.04.2002)

Dargestellt sind hier nur die Ergebnisse der Messungen, die während das Abteil belegt war durchgeführt wurden.

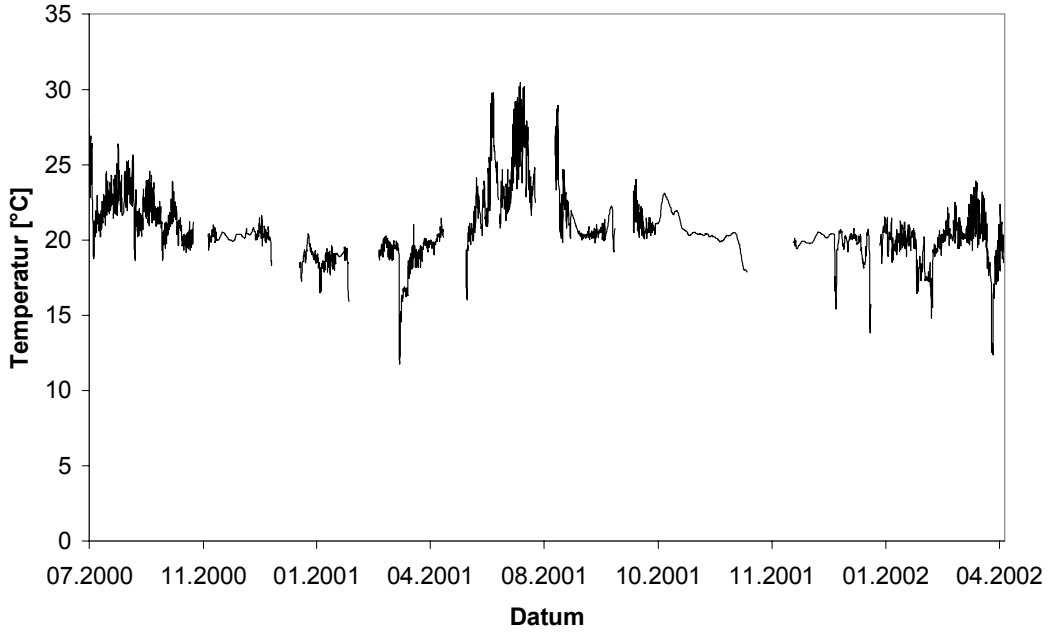


Abb. A7: Verlauf der Stallluftemperatur in der Haltungsvariante *A_3* (Messzeitraum 9.07.2000 – 24.04.2002)

Dargestellt sind hier nur die Ergebnisse der Messungen, die während das Abteil belegt war durchgeführt wurden.

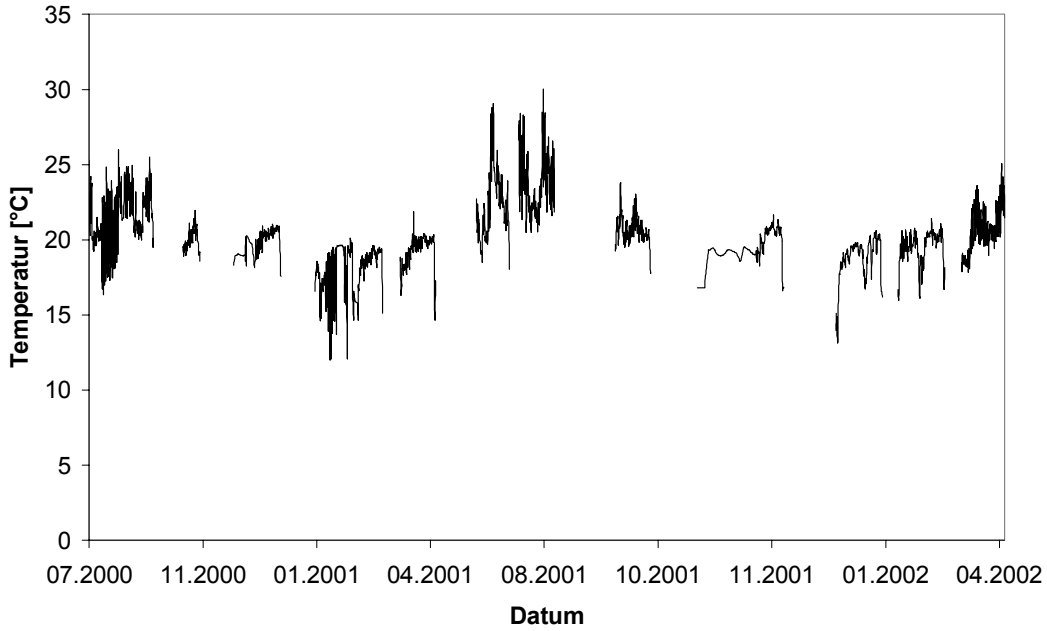


Abb. A8: Verlauf der Stallluftemperatur in der Haltungsvariante *A_4* (Messzeitraum 9.07.2000 – 24.04.2002)

Dargestellt sind hier nur die Ergebnisse der Messungen, die während das Abteil belegt war durchgeführt wurden.

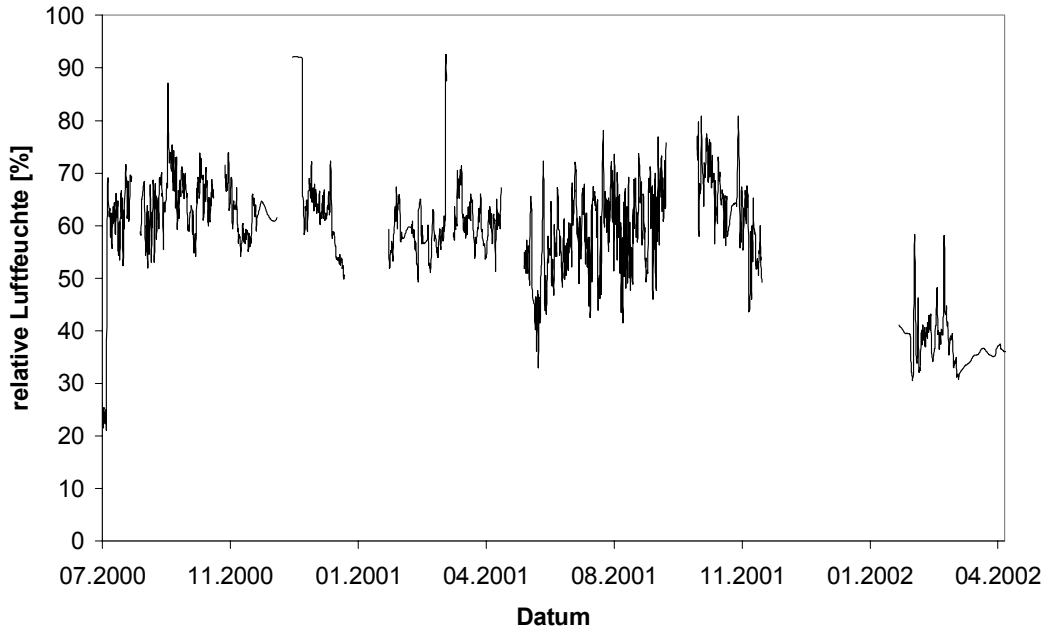


Abb. A9: Verlauf der relativen Luftfeuchte in der Haltungsvariante *A_1* (Messzeitraum 9.07.2000 – 24.04.2002)

Dargestellt sind hier nur die Ergebnisse der Messungen, die während das Abteil belegt war durchgeführt wurden.

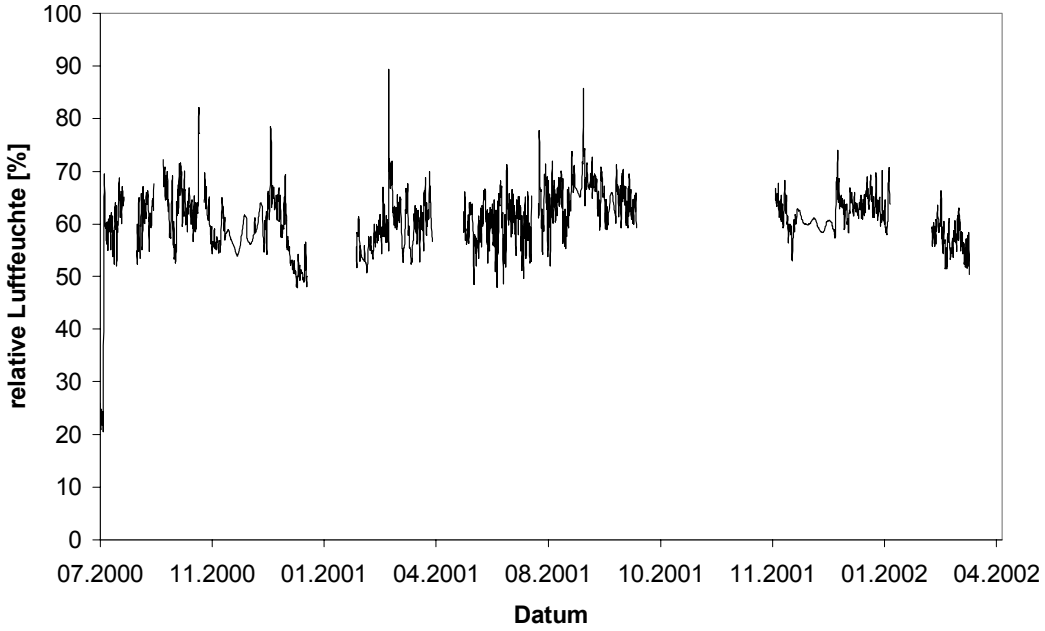


Abb. A10: Verlauf der relativen Luftfeuchte in der Haltungsvariante A_2 (Messzeitraum 9.07.2000 – 24.04.2002)

Dargestellt sind hier nur die Ergebnisse der Messungen, die während das Abteil belegt war durchgeführt wurden.

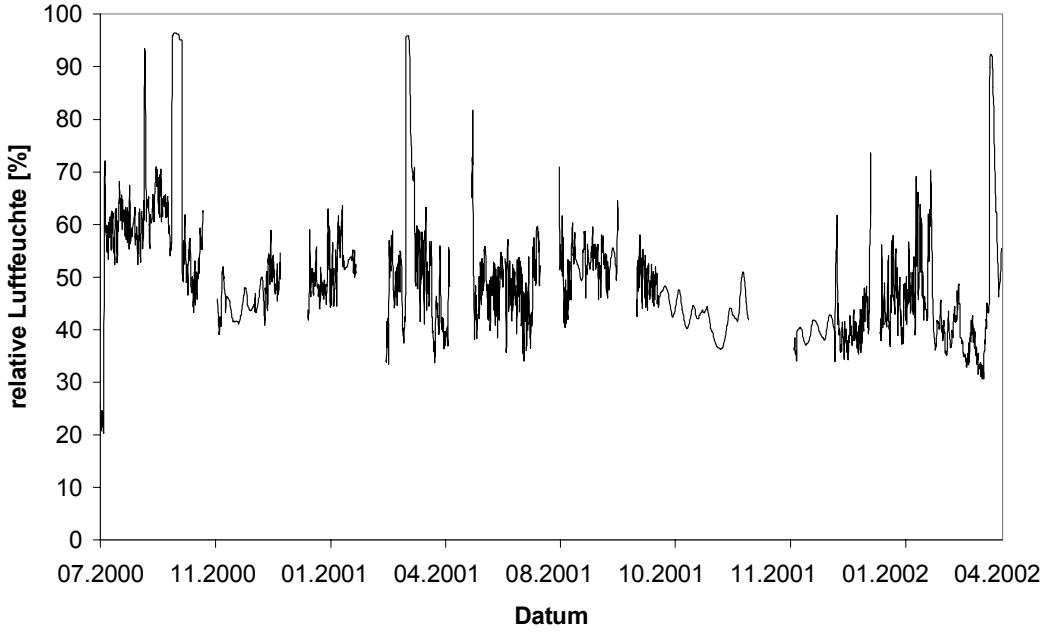


Abb. A11: Verlauf der relativen Luftfeuchte in der Haltungsvariante A_3 (Messzeitraum 9.07.2000 – 24.04.2002)

Dargestellt sind hier nur die Ergebnisse der Messungen, die während das Abteil belegt war durchgeführt wurden.

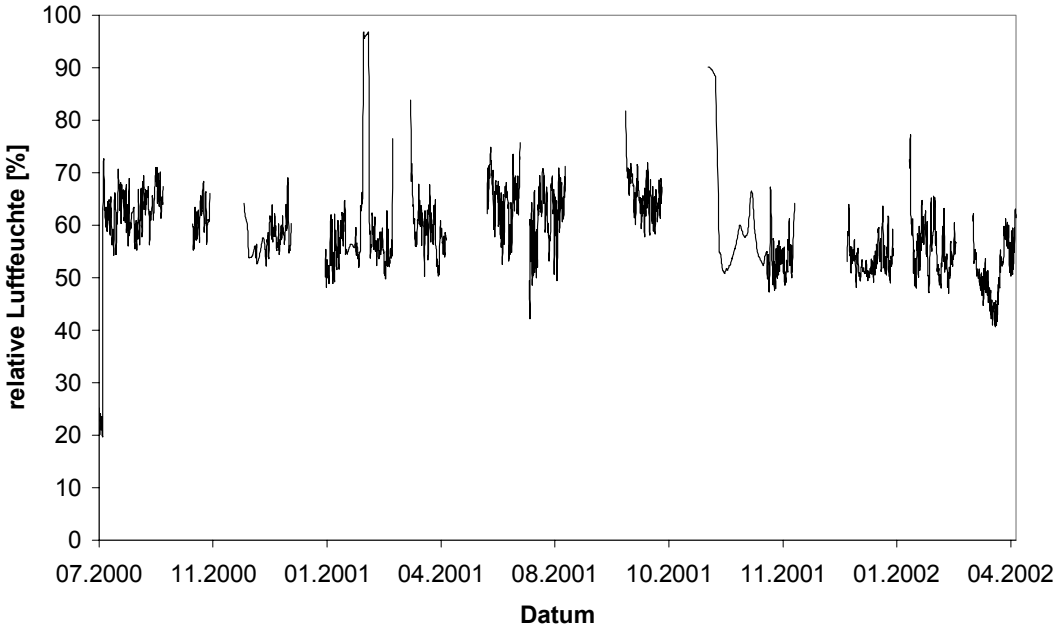


Abb. A12: Verlauf der relativen Luftfeuchte in der Haltungsvariante A_4 (Messzeitraum 9.07.2000 – 24.04.2002)

Dargestellt sind hier nur die Ergebnisse der Messungen, die während das Abteil belegt war durchgeführt wurden.

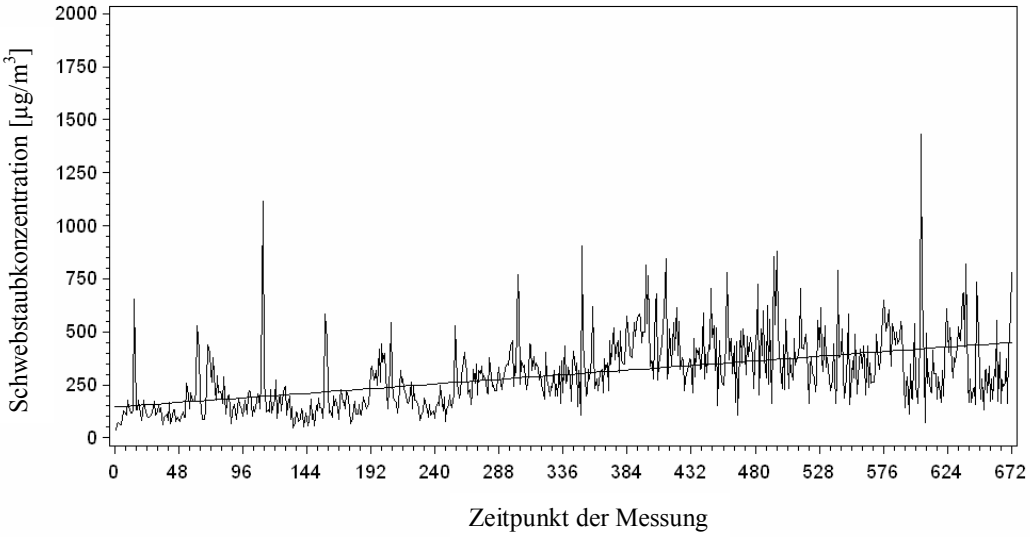


Abb. A13: Verlauf der Schwebstaubkonzentration während einer Messperiode (Haltungsvariante A_1, ohne Strohvorlage)

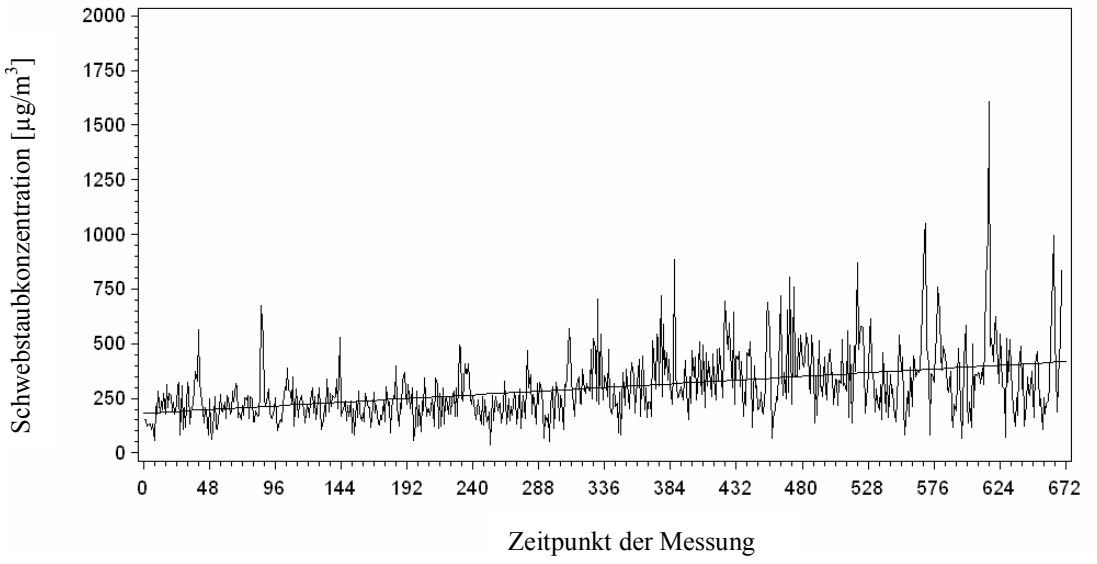


Abb. A14: Verlauf der Schwebstaubkonzentration während einer Messperiode (Haltungsvariante A_1, mit Strohvorlage)

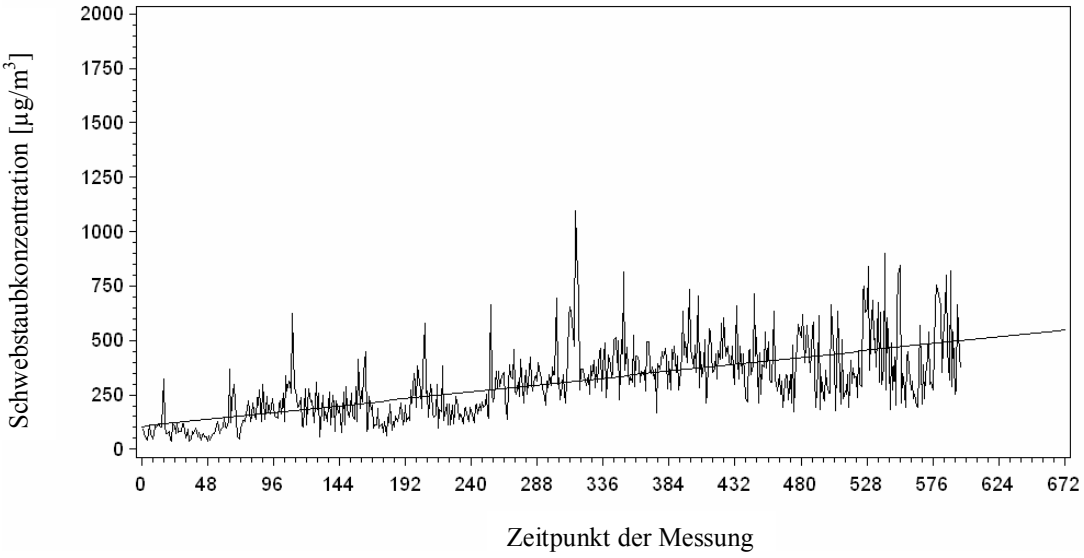


Abb. A15: Verlauf der Schwebstaubkonzentration während einer Messperiode (Haltungsvariante A_2, ohne Strohvorlage)

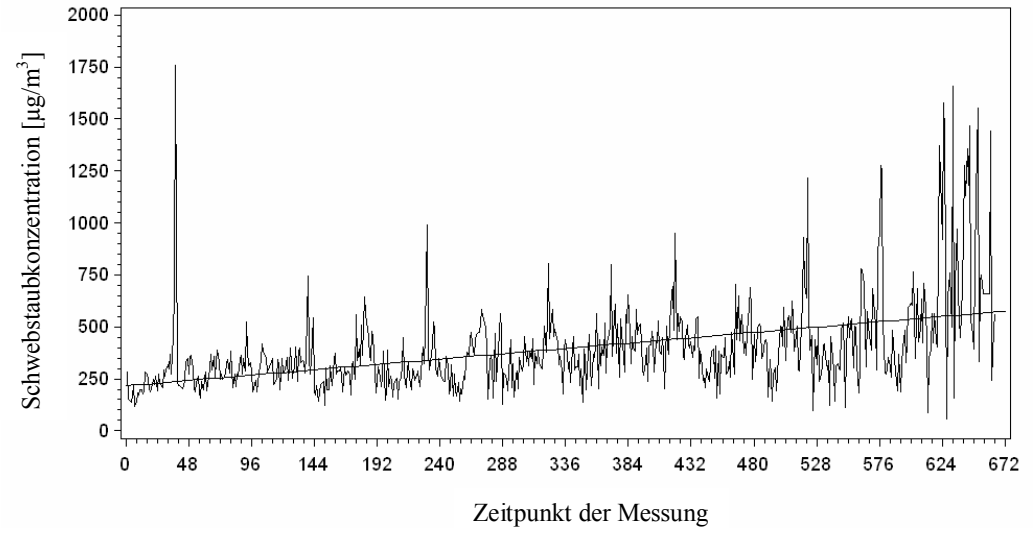


Abb. A16: Verlauf der Schwebstaubkonzentration während einer Messperiode (Haltungsvariante *A_2*, mit Strohvorlage)

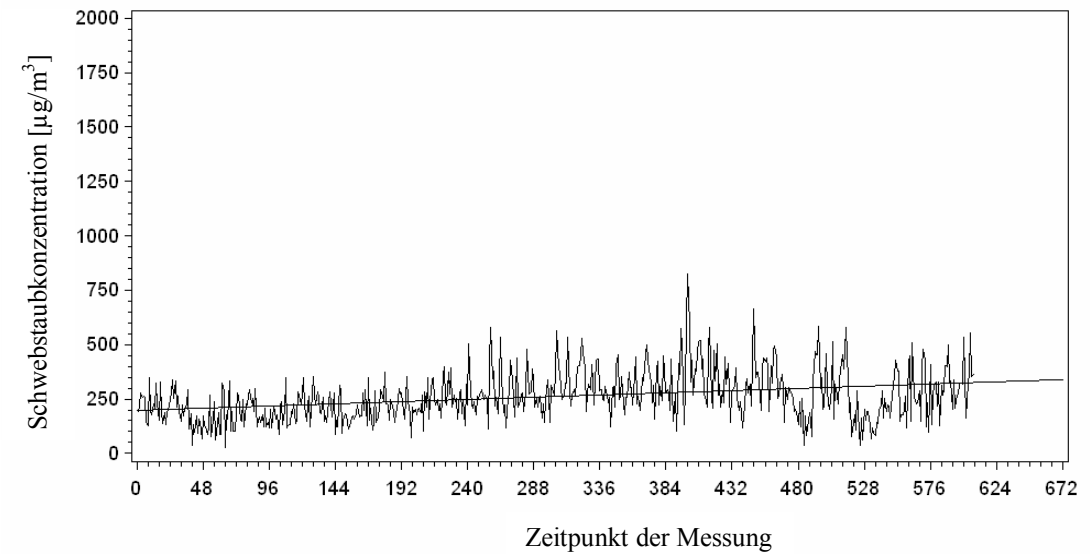


Abb. A17: Verlauf der Schwebstaubkonzentration während einer Messperiode (Haltungsvariante *A_3*, ohne Strohvorlage)

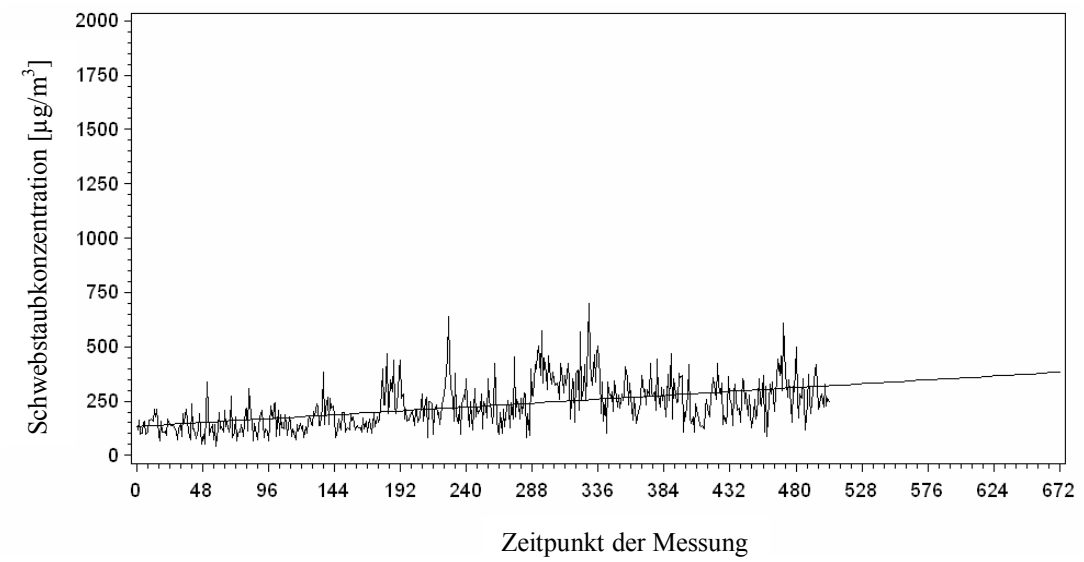


Abb. A18: Verlauf der Schwebstaubkonzentration während einer Messperiode (Haltungsvariante *A_3*, mit Strohvorlage)

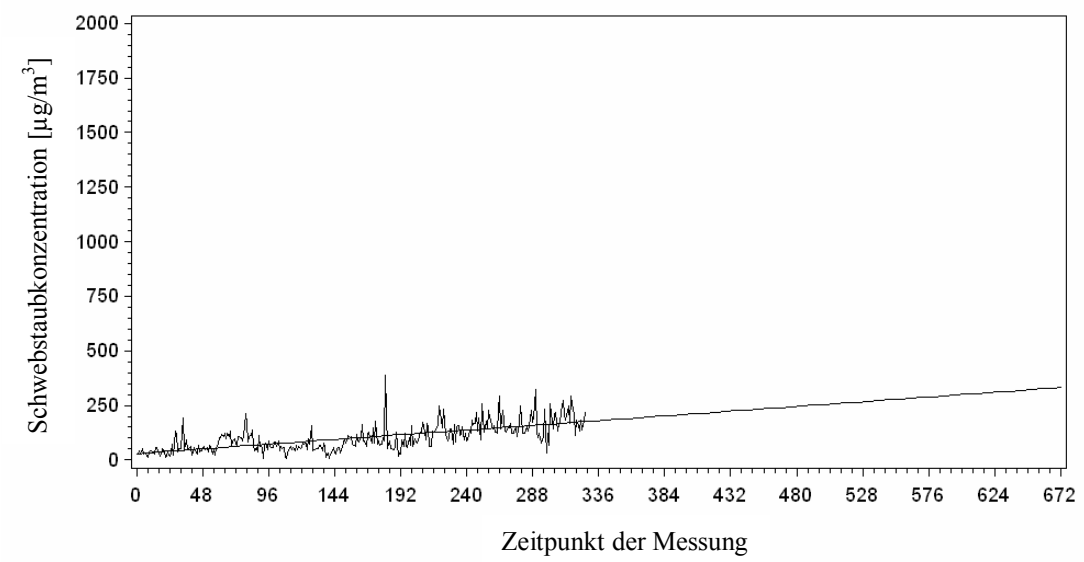


Abb. A19: Verlauf der Schwebstaubkonzentration während einer Messperiode (Haltungsvariante *A_4*, ohne Strohvorlage)

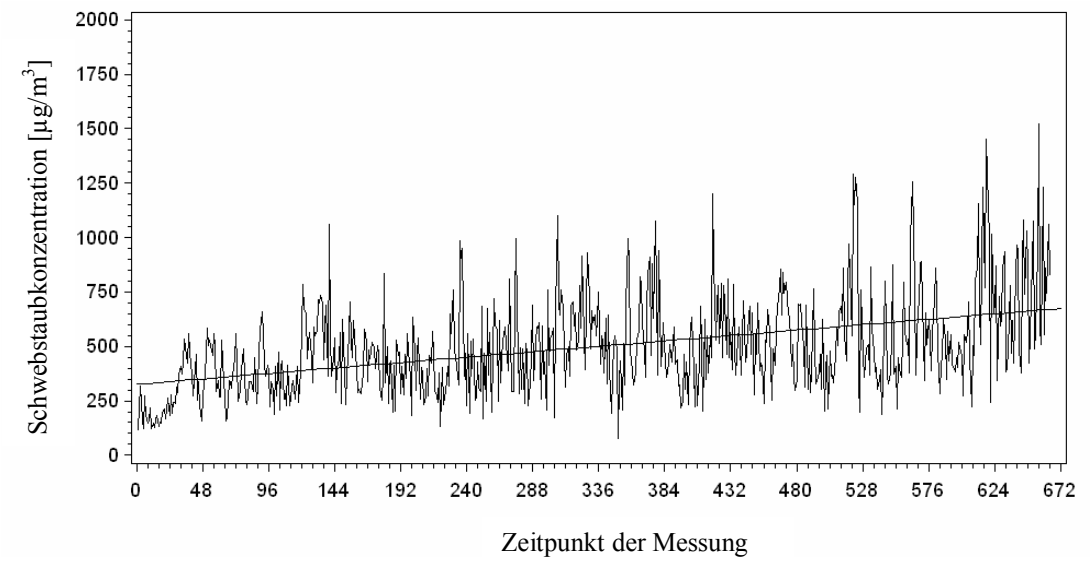


Abb. A20: Verlauf der Schwebstaubkonzentration während einer Messperiode (Haltungsvariante A_4, mit Strohvorlage)

Tab. A13: Verschmutzungsgrad [1] der einzelnen Buchtenbereiche in Abhängigkeit vom Wurfalter ($V_I + V_{II}$)

		1.Wo. a.p.	1.Wo p.p.	2.Wo. p.p.	3.Wo. p.p.	4.Wo. p.p.
Bereich 1 [2]	Avg	2,8	3,0	3,1	4,3	2,8
	±	7,1	6,9	6,4	8,3	5,7
Bereich 2 [3]	Avg	14,3	16,7	15,0	14,8	12,8
	±	10,1	10,4	10,5	9,9	10,7
Bereich 3 [4]	Avg	2,6	1,9	0,8	0,8	0,7
	±	7,1	6,3	3,5	4,0	5,2
Bereich 4 [5]	Avg	13,1	17,4	15,1	11,8	12,1
	±	10,1	11,2	11,3	10,0	11,2
Buchtenfläche, gesamt	Avg	8,2	9,8	8,5	7,9	7,1
	±	4,8	5,3	4,3	4,9	5,3

V_I, Versuchsabschnitt I, keine Strohvorlage; V_{II}, Versuchsabschnitt II, mit Strohvorlage, um Nestbauverhalten zu ermöglichen. N = 293, 287, 269, 125 für die Abschnitte 1. Wo. a.p., 1. Wo. p.p., 2. Wo. p.p., 3. Wo. p.p. bzw. 4. Wo. p.p..

[1] Stellt die in Prozent umgerechnete subjektiv erfasste Verschmutzung der Buchtenfläche dar.

[2] Buchtenfläche Trog; [3] Buchtenfläche Stallwand; [4] Buchtenfläche Ferkelnest; [5] Buchtenfläche Futtergang

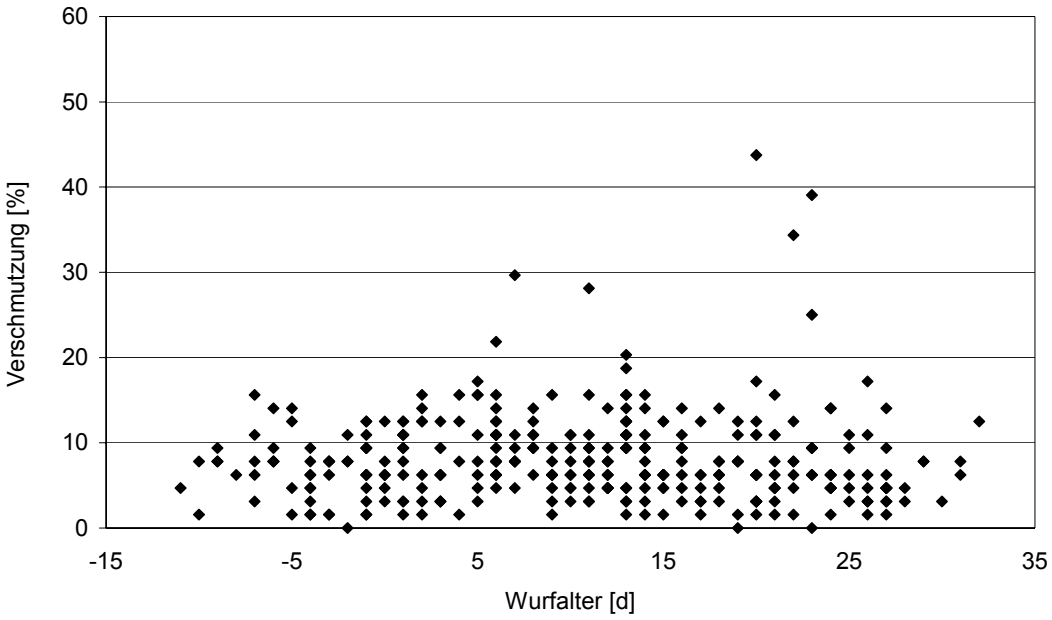


Abb. A21: Verschmutzung der gesamten Buchtenfläche in der Haltungsvariante A_1 in Abhängigkeit vom Wurfalter (n = 324)

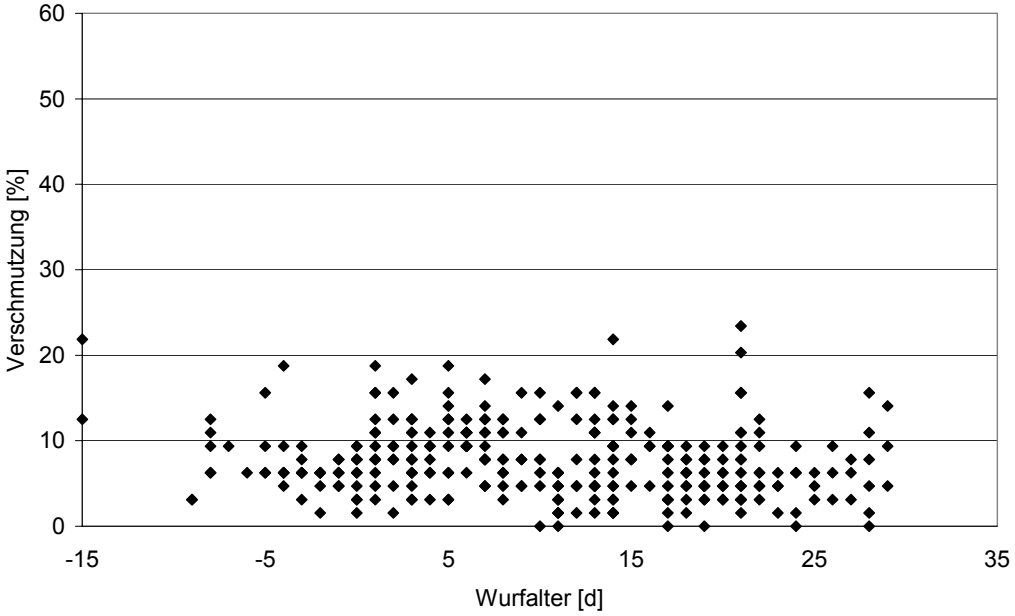


Abb. A22: Verschmutzung der gesamten Buchtenfläche in der Haltungsvariante A_2 in Abhängigkeit vom Wurfalter (n = 310)

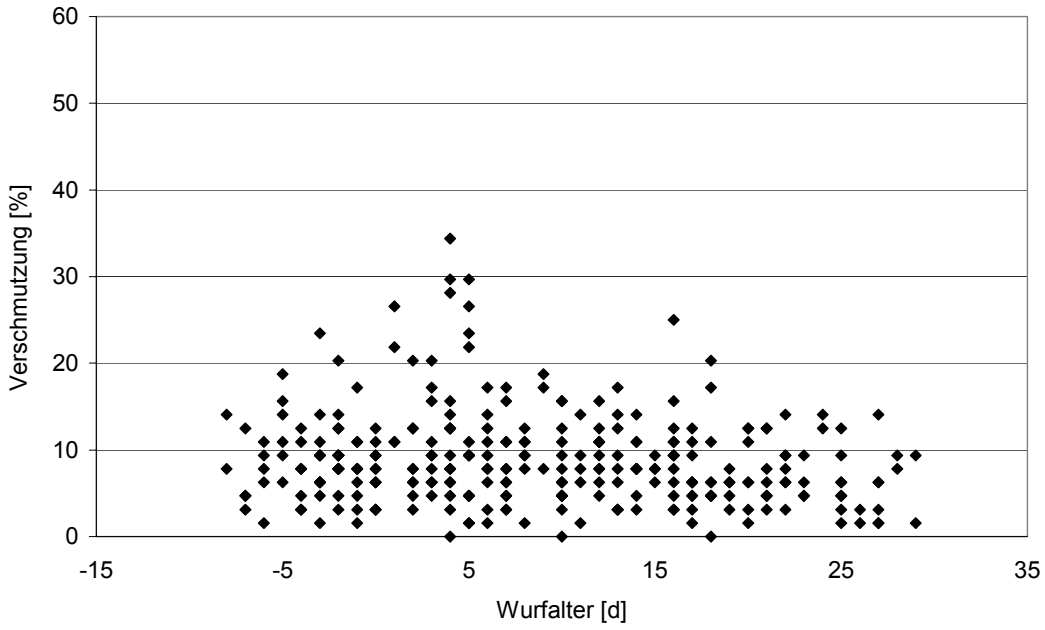


Abb. A23: Verschmutzung der gesamten Buchtenfläche in der Haltungsvariante A_3 in Abhängigkeit vom Wurfalter (n = 295)

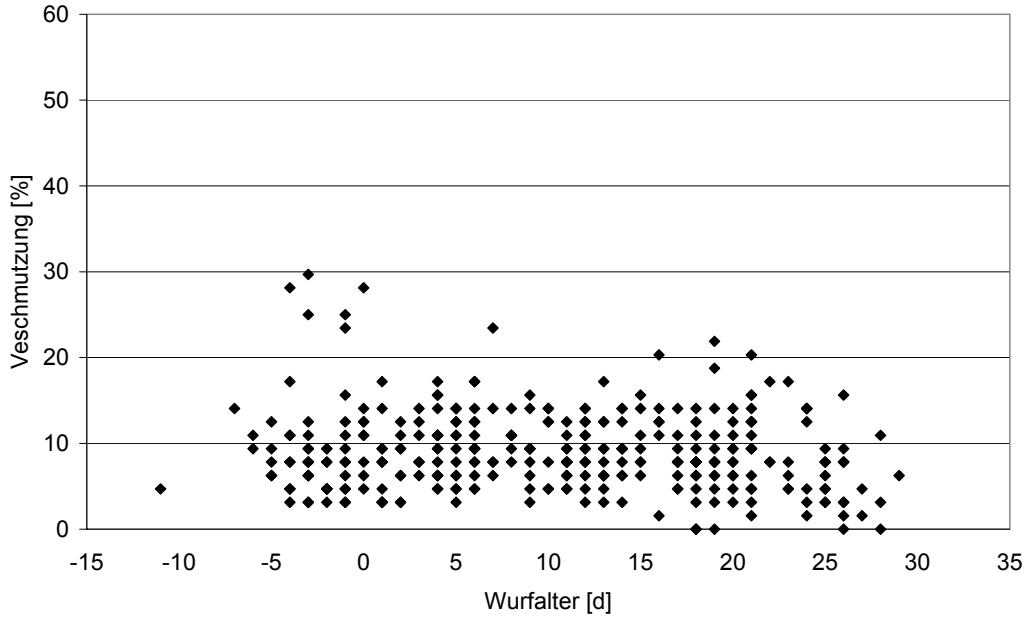


Abb. A24: Verschmutzung der gesamten Buchtenfläche in der Haltungsvariante A_4 in Abhängigkeit vom Wurfalter (n = 333)

9 Literaturverzeichnis

[1] SOMMER, H., E. GREUEL, W. MÜLLER (1991): Hygiene der Rinder- und Schweineproduktion. 2. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

[2] HAUSMANN, M.F., M.J. DANIELS, D.C. LAY JR. (2000): Consideration of piglet behaviour may allow alterations in sow housing to increase both piglet and sow welfare. In Swine Housing, Proceedings First International Conference (October 9-11, 2000, Des Moines, Iowa) St. Joseph, Mich., ASAE, 126 - 132.

[3] STABENOW, B. (2002): Sau in Bewegungsbucht fixieren? Folge 1/2002 www.susonline.de (Ausdruck 12.09.2002).

[4] WEBER, R. (2001): Der Einfluss des Gruppensäugens im Abferkelstall auf die Leistungen, das Säugeverhalten und die Investionskosten im Vergleich zur ausschließlichen Haltung in Einzelabferkelbuchten. Folge 3/2001 www.susonline.de (Ausdruck 12.09.2002).

[5] VAN DEN WEGHE, H. (2000): EuroTier 2000 – Trends bei der Technik für die Zuchtschweine- und Ferkelhaltung. Landtechnik 55 (6), 404 - 407.

[6] BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1998): Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 29.05.1998, Bundesgesetzblatt I, 1106-1120.

[7] BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1994): Verordnung zum Schutz von Schweinen bei Stallhaltung (Schweinehaltungsverordnung) vom 18.02.1994, Bundesgesetzblatt I, 673.

[8] Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2001): Tierschutzbericht der Bundesregierung 2001, 29 - 30.

[9] BUNDESAMT FÜR VETERINÄRWESEN (1998): Richtlinie für die Haltung von Schweinen in der Fassung der Bekanntmachung vom 26.02.1998, Richtlinie 800.106.03 (3), 3003 Bern.

[10] ANONYMUS (1994): Betriebswirtschaftliche Mitteilungen der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, 1994.

[11] LORENZ, J. (1981): Einstreulose Ferkelerzeugung. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung , KTBL-Schrift 255, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup.

[12] DE BAEY-ERNSTEN, H. (1997): Der Abferkelstall. Sauenhaltung und Ferkelaufzucht, Bauförderung Landwirtschaft 37, 54 – 58, Münster Hiltrup.

[13] ERNST, E., E. KALM (1994): Grundlagen der Tierhaltung und Tierzucht. Parey Studientexte 79, 94-95, Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin.

[14] SÜSS, M. (1995): Einzelhaltung ferkelführender Sauen. Landtechnik Weihenstephan 5, 38 - 52.

[15] SAMBRAUS, H.H. (1978): Nutztierethologie, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.

[16] SCHMID, H. (1990): Unbehindertes Verhalten von Muttersauen und ihrer Ferkel am Geburtsnest und artgemäße Verhaltensicherungen gegen Erdrücken. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Schrift 342, 40 - 65, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.

[17] EICHHORN, H., J. LORENZ (1977): Haltungsverfahren für ferkelführende Sauen, DLG-Mitteilungen 92 (3), 135 - 137.

[18] BLACKSHAW, J.K., A.W. BLACKSHAW, F.J. THOMAS, F.W. NEWMANN (1994): Comparison of patterns of sows and litters in farrowing crate and a farrowing pen. Applied Animal Behaviour Science 39, 281 - 295.

[19] SCHLICHTING, M. (1996): Freibewegliche Haltung während der Säugephase. Gruppenhaltung von Sauen- Chancen rechnergestützter Verfahren. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Schrift 372, 54 - 81, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.

[20] WEBER, R. (1991): Tiergerechte Aufstallungsformen in der Schweinehaltung. Tagungsbericht tiergerechte Nutztierhaltung, Aufgabe und Ziel für die Praxis, 146 - 158, Neubrandenburg 7. - 8. Mai 1991.

[21] FRIEDLI, K., R. WEBER, J. TROXLER (1994): Abferkelbuchten mit Kastenständen zum Öffnen. FAT-Bericht 452, 1 – 8, Tänikon (Schweiz).

[22] HESSE, D. (1994): Sauen gewöhnen sich an die Freiheit. Hannoversche Land und Forst, Heft 33, 30 - 32.

[23] HESSE, D. (1992b): Weiterentwicklung eines artgerechten Haltungssystems für ferkelführende Sauen. Institut für landwirtschaftliche Bauforschung der FAL, Institutsbericht 87/92, Braunschweig.

[24] HESSE, D. (1992a): Beurteilung unterschiedlicher Haltungsverfahren für ferkelführende Sauen. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 129, 37-85, Braunschweig.

[25] SCHMID, H. (1991): Natürliche Verhaltenssicherung der Hausschweine gegen das Erdrücken der Ferkel durch die Muttersau und die Auswirkungen haltungsbedingter Störungen. Dissertation der Philosophische Fakultät II, Universität Zürich.

[26] SCHMID, H. (1992): Arttypische Strukturierung der Abferkelbucht. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1991, KTBL-Schrift 351, 27 - 35, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.

[27] SCHMID, H., R. WEBER (1992): Abferkelbuchten. Ein neues Konzept. FAT-Bericht 417, Tänikon (Schweiz).

[28] Hoppenbrock, K.-H., H.-J. Lücker (1995): Haus Düsse teilt mit. Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe, Heft 28, 28 - 29.

[29] HÖHNE, E. (1994): Informationsblatt der Firma Höhne zur Ulrich 2000-Bucht.

[30] BRUNKEN (1996): Mehr Freiraum für die säugende Sau. dlz 6/96, 78 - 81.

[31] STABENOW, B. (2001): Mehr Bewegung für säugende Sauen in Scan-Abferkelbuchten. Tierärztliche Umschau 56, 528 - 533.

[32] CLAUSEN, C. (2001): Raidwanger Abferkelbucht. www.fh-nuertingen.de/studi...ofs/ schwarting/abferkelbucht.html (Ausdruck 31.01.02).

[33] SCHWARTING, G., B. KLEINER (1996): Tiergerechte Haltung von Schweinen im Nürtinger System, www.fh-nuertingen.de/ntsys/abferkelbucht/sp-auto-7182shtml (Ausdruck 23.05.2000).

[34] ANONYMUS (1999): Es kommt Bewegung in die Abferkelbucht. Landwirtschaftsblatt Weser-Ems 20/99, 32 - 34.

[35] LOU, Z, J.F. HURNIK (1994): An Ellipsoid Farrowing Crate: Its Ergonomical Design and Effects on Pig Productivity. Journal of Animal Science 72, 2610 - 2616.

[36] SNELL, H. (1998): Neue Stallbaulösungen zur freibeweglichen Haltung von Sauen- auch im Abferkel- und Deckbereich. BML-Modellvorhaben 1996-1998, Abschlußbericht.

[37] LOU, Z., J.F. HURNIK (1998): Peripartum sows in three farrowing crates: posture patterns and behavioral activities. Applied Animal Behaviour Science 58, 77 - 86.

[38] DE BAEY-ERNSTEN, H. (1995): Gruppenhaltung ferkelführender Zuchtsauen. Landtechnik Weihenstephan 5, 53 - 66.

[39] HAIDN, B., S. VAN DEN WEGHE (1996): Kombinierte Einzel- und Gruppenhaltung. In: Gruppenhaltung von Sauen. Chancen rechnergestützer Verfahren. KTBL-Schrift 372, 61 - 70, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.

[40] BRAUN, S., H. DE BAEY-ERNSTEN (1996): Gruppenhaltung ferkelführender Sauen. Landtechnik 51 (2), 102 - 103.

[41] VAN DEN WEGHE, S. (1996): Gruppenhaltung von der Geburt bis zum Absetzen. In: Chancen rechnergestützer Verfahren. KTBL-Schrift 372, 54 - 81, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.

[42] HOY, ST. (2002): Saugferkelverluste reduzieren und Ferkelqualität verbessern. Häufigkeit, Ursachen und wirtschaftliche Bedeutung von Ferkelverlusten. Vortrag im Rahmen des KB-Refresherkurses am 23.01.2002, Ahaus-Altstätte, www.schweine-besamung.de/aktuellesPraxis/saugferkelverluste.html (Ausdruck 04.07.2002).

[43] ANONYMUS (1997): Abferkelbuchten im Test. Jahresbericht Haus Düsse 1997, 34.

[44] AREY, D.S., E.S. SANCHA (1996): Behaviour and productivity of sows and piglets in a family system and in a farrowing crate. Applied Animal Behaviour Science 60, 135 - 145.

[45] ARKENAU, E.F., U., KOLWEYH, H. VAN DEN WEGHE (1999): Vergleich zwischen einer Bewegungsbucht und dem konventionellen Kastenstand im Abferkelstall hinsichtlich des Sauenverhaltens, der Produktionsleistung und des Arbeitszeitbedarfs. Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Freising – Weihenstephan, 297-302.

[46] MARCHANT FORDE, J.N. (2202): Piglet- and stockperson- directed sow aggression after farrowing, human approach test. Applied Animal Behaviour Science 75, 115 - 132.

[47] PHILLIPS, P.A., D. FRASER (2001): Sow and Litter Performance in Farrowing Pens vs. Crates. Proceedings of the 6th International Symposium (21-23 May 2001), ASAE, Louisville, Kentucky, USA, 203 - 210

[48] WEBER, R, M. SCHICK (1996): Neue Abferkelbuchten ohne Fixation der Muttersau. Wenig höhere Investitionen, praxisüblicher Arbeitszeitbedarf, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwissenschaft und Landtechnik, FAT-Bericht 481, 1 - 7, Tänikon (Schweiz).

[49] PETERCORD, B., D. HESSE, R. WEBER, H. VAN DEN WEGHE (1996): Vergleich unterschiedlicher Laufbuchten für die Einzelhaltung säugender Sauen unter besonderer Berücksichtigung des Angebots von Stroh in Raufen. In: Aktuelle

Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Schrift 376, 155 - 166, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup.

[50] COLLINS, E.R., E.T. KORNEGAY, E.D. BONNETTE (1987): The effects of two confinement system on the performance of nursing sow and their litters. Applied Animal Behaviour Science 17, 51.

[51] MCGLONE, J.J., J. MORROW-TESCH (1990): Productivity and behavior of sows in level vs. sloped farrowing pens and crates. Journal Animal Science 68, 82 - 87.

[52] BOE, K. (1993): Maternal behaviour of lactating sows in a loose-housing system. Applied Animal Behaviour Science 35, 327 - 338.

[53] WEARY, D.M., P.A. PHILLIPS, E.A. PAJOR, D. FRASER, B.K. THOMPSON (1998): Crushing of piglets by sows: effects of litter features, pen features and sow behaviour. Applied Animal Behaviour Science 61, 103 - 111.

[54] WEBER R. (1993): Zuchtsauen und Ferkel im Kaltstall. Keine wesentlichen Unterschiede zum Warmstall. FAT-Berichte 432, 1 – 8, Tänikon (Schweiz).

[55] ALGERS, B. (1991): Group housing farrowing sows-health aspects of a new system. Proceedings of the seventh International Congress on Animal Hygiene, 851 - 857, Veterinary Medical Society.

[56] BAXTER, M.R. (1991): The freedom farrowing system. Farm Building Progress 104, 9 - 15.

[57] GÖTZ, M. (1991): Changes in nursing and suckling behaviour of sows and their piglets in farrowing crates. Applied Animal Behaviour Science 31, 271 - 275.

[58] MARCHANT, J.M., S. CORNING, D.M. BROOM (1996): The effects of production parameters on piglet mortality in an open farrowing system. Animal Science 72, 2610 - 2616.

[59] WECHSLER, R. (1996): Rearing pigs in species-specific family groups. Animal Welfare 5, 25 - 35.

[60] KUNZ, H.J. (1986): Abgangsursachen bei Ferkeln und Sauen. Schriftenreihe des Institutes für Tierzucht und Tierverhalten der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Heft 32.

[61] HERPIN, P., M. DAMON, J. LE DIVICH (2002): Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. Livestock Production Science 78, 25 - 45.

[62] LEENHOUWERS, J.I., T. VAN DER LENDE, E.F. KNOL (1999): Analysis of stillbirth in different lines of pig. Livestock Production Science 57 (3), 243 - 253.

[63] SVENDENSEN, J., A.C.H. BENGTSSON, L.S. SVEDENSEN (1986): Occurrence and causes of traumatic injuries in neonatal pigs. Pig News Information 7, 159 - 179.

[64] RÖHE, R. , E. KALM (2000): Saugferkel: Ursachen für Verluste analysiert. SUS 48, 20 - 23.

[65] QUINIOU, N., J. DAGORN, D. GAUDRE (2002) : Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. Livestock Production Science 78, 63 - 70.

[66] LE DIVIDICH, J. (1999): Review: management to reduce variation in pre- and post-weaned pigs. In: Cranwell, P.D. (Ed.), Manipulating Pig Production. Australien Pig Science Association, 1135 - 1155.

[67] ROOKE, J.A., I.M. BLAND (2002): The acquisition of passive immunity in the new-born piglet. Livestock Production Science 78, 13 - 23.

[68] DREW, M.D., B.D. OWENS (1988): The provision of passive immunity to colostrum deprived piglets by bovine or porcine serum immunoglobulines. Canadian Journal Animal Science 68, 1277 - 1284.

[69] VARLEY, M.A. (1995): Introduction. In: M.A. Varley, The neonatale pig-development and survival, 1 – 13, CAB International, Wallingford.

[70] SPITSCHAK, K. (1997): Fruchtbarkeits- und Aufzuchtleistungen von Sauen mit Ferkeln in der Freilandhaltung. Archiv Tierzucht, Dummerstorf 40 (2), 123 - 134.

[71] BÄCKSTRÖM, L. (1973):
Environment and animal health in piglet production A field study of incidence and correlations. Acta Vet. scand. Suppl. 41: 240 pp.

[72] VESTERGAARD, K., L.L. HANSEN (1984): Tethered versus loose sows: ethological observations and measures of productivity. 1. Ethological observations during pregnancy and farrowing. Annales of veterinary research 15, 245 - 256.

[73] CRONIN, G.M., J.A. SMITH (1992): Effects of accommodation type and straw bedding around parturition and during lactation on the behaviour of primiparous sows and survival and growth of piglets to weaning. Applied Animal Behaviour Science 33, 191 - 208.

[74] HESSEL, E.F., H. VAN DEN WEGHE (2003a): Bewegungsbucht im Abferkelstall: Auswirkungen auf das Aktivitätsverhalten der Sauen in den 48 Stunden ante und post partum. In: 6. Tagung, Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, (25.-27.03.2003, Vechta), 51 - 56.

[75] EDWARDS, S.A. (2002): Perinatal mortality in the pig: environmental or physiological solutions? Livestock Production Science 78, 3 - 12.

[76] ENGLISH, P.R., W.J. SMITH, A. MACLEAN (1984): The sow-improving her efficiency. Farming Press, Ipswich, UK, 186 - 218.

[77] WEARY, D.M., E.A. PAJOR, B.K. THOMPSON, D. FRASER (1996): Risky behaviour of piglets: a trade off between feeding and risk of mortality by maternal crushing? Animal Behaviour 51, 619 - 624.

[78] EDWARDS, S.A., S.J. MALKIN, H.H. SPECHTER (1986): An Analysis of piglet mortality with behavioural observations. Animal Production 42, 470

[79] VIEUILLE, C., F. BERGER, G.L. PAPE, D. BELLANGER (2003) : Sow behaviour involved in the crushing of piglets in outdoor farrowing huts – a brief report. Applied Animal Behaviour Science 80, 109 - 115.

[80] CRONIN, G.M., B.N. SCHRIEMER, T.H. MC CALLUM, J.A. SMITH, K.L. BUTLER (1993): The effects of providing sawdust to preparturient sows in farrowing crates on sow behaviour, the duration of parturition and the occurrence of intrapartum stillborn-piglets. Applied Animal Behaviour Science 36, 301 - 315.

[81] HESSEL, E.F., F. KLOPP, H. VAN DEN WEGHE (2003b): Einsatz von Strohraufen bei Kastenstandhaltung im Abferkelbereich: Verhalten von Sauen und Ferkeln sowie Reproduktionsleistung und Ferkelentwicklung. Züchtungskunde 75 (3), 226 - 235.

[82] SAMBRAUS, H. H. (1991): Nutztierkunde, Ulmer Verlag, Stuttgart.

[83] VAN PUTTEN , G. (1978): Schwein. In: H.H. Sambraus, Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere - Eine angewandte Verhaltenskunde für die Praxis. Paul-Parey-Verlag Berlin-Hamburg.

[84] GUNDLACH, H. (1968): Brutfürsorge, Brutpflege, Verhaltensontogenese und Tagesperiodik. beim Europäischen Wildschwein. Zeitschrift für Tierpysiologie 25, 955 - 995.

[85] WOOD-GUSH, D.G.M., P. JENSEN, B. ALGERS (1990): Behaviour of pigs in a novel semi-natural environment. Biology of Behaviour 15, 62 - 73.

[86] FRÄDERICH, H. (1965): Zur Biologie und Ethologie des Warzenschweins unter Berücksichtigung des Verhaltens anderer Suiden. Dissertation der Mathematisch – Naturwissenschaftlichen der Universität Göttingen, 328 - 393.

[87] SCHLICHTING, M.C., D. SMIDT (1987): Merkmale des Ruheverhaltens als Indikator zur Beurteilung von Haltungssystemen bei Rind und Schwein. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Schrift 319, 56 - 67, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.

[88 SCHLICHTING, M.C., E. HAUNSCHILD, E. ERNST (1996): Verhalten von Ferkeln und Sauen bei unterschiedlichen Aufzuchtbedingungen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Schrift 351, 121 - 127, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.

[89 BUCHENAUER, D. (1980): Untersuchungen zum Verhalten von ferkelführenden Sauen im Kastenstand und in der Laufbucht. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Schrift 264, 142 – 150, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.

[90] HARRIS, M.J., H.W. GONYOU (1998): Increasing available space in a farrowing crate does not facilitate postural changes or maternal responses in gilts. Applied Animal Behaviour Science 59, 285 - 296.

[91] JENSEN, P. (1986): Observation on the maternal behaviour of Free-Ranging domestic Pigs. Applied Animal Behaviour Science 16, 131 - 142.

[92] Jensen, P., K. Floren, B. Hobroh (1987): Peri-Parturient changes in behaviour in free-ranging domestic pigs. Applied Animal Behaviour Science 17, 69 - 76.

[93] Heckt, W.L., T.M. Lidowski, S.E. Curtis, H.W. Gonyou (1988): Prepartum behaviour of gilts in three farrowing environments. Journal of Animal Science 66, 1378 - 1385.

[94] Cronin, G.M., B. Dunsmore, E. Leeson (1998): The effects of farrowing nest size and width on sow and piglet behaviour and piglet survival. Applied Animal Behaviour Science 60, 331 - 345.

[95] THODBERG, K.,K.H. JENSEN, M.S. HERSKIN (2002): Nursing behaviour, postpartum activity and reactivity in sows. Effects of farrowing environment, previous experience and temperament. Applied Animal Behaviour Science 77, 53 - 76.

[96] BÜNGER, B. (1992): Sauen- und Ferkelverhalten in Bezug zur Raumstruktur der Abferkelbucht. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1991. KTBL-Schrift 351, 141 – 148, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup.

[97] GLOOR, P. (1984): Verletzungen und Veränderungen am Integument des Schweins als Indikator für die Tiergerechtheit eines Haltungssystems. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung , KTBL-Schrift 299, 94 - 105, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup.

[98] STOLBA, A. und WOOD-GUSH, D.G:M. (1989): The behaviour of pigs in a semi-nature environment. Animal Production 48, 419 - 425.

[99] BAXTER, M.R. (1981): The nesting behaviour of sows and its disturbance by confinement at farrowing. In: Bessei, W., Disturbed behaviour in farm animals, 101 - 114, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

[100] JENSEN, P. (1987): Maternal behaviour in free-ranging domestic pigs. Proc. International Ethological Conf. XX, Wisconsin, USA 7-16/8, 95.

[101] AREY, D. S., A.M. PETCHEY, V.R., FOWLER (1991): The preparturient behaviour of sows in enriched pens and the effect of preformed nests. Applied Animal Behaviour Science 31, 61.

[102] ALGERS, B. (1994): Health, behaviour and welfare of outdoor pigs. Pig News Information 15 (4), 113N - 115N.

[103] GRAUVOGL, A. (1984): Spezielle Ethologie Schwein. In: Bogner, H., A. Grauvogl: Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

[104] Petercord, B. (1995): Vergleich unterschiedlicher Laufbuchten für die Einzelhaltung säugender Sauen unter besonderer Berücksichtigung des Nestbauverhaltens. Diplomarbeit Forschung- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems des Fachbereichs Agrarwissenschaften der Universität Göttingen.

[105] HUTSON, G.D. (1992): A comparison of operant responding by farrowing sows for food and nest-building materials. Applied Animal Behaviour Science 34, 221 - 230.

[106] HAFEZ, E.S.E., J.P. SIGNORET (1969): The behavior of swine. In: Hafez, E.S.E.: The behaviour of domestic Animals. London, Bailliere Tindall, 349 - 390.

[107] JENSEN, P. (1988): Maternal behaviour and mother young interactions during lactation in Free-ranging Domestics Pigs. Applied Animal Behaviour Science 15, 1 - 26.

[108] JENSEN, P., K. VESTERGAARD, B. ALGERS (1993): Nestbuilding in free-ranging domestic sows. Applied Animal Behaviour Science 38, 245 - 255.

[109] JENSEN, P. (1989): Nest site choice and nest building of free-ranging domestic pigs due to farrow. Applied Animal Behaviour Science 22, 13 - 21.

[110] BAXTER, M.R. (1982): Ethology in environmental design for animal production. Applied Animal Ethology 9, 207 - 220.

[111] WIDOWSKI, T.M., S.E. CURTIS (1990): The influence of straw, cloth tassel or both on the prepartum behaviour of sows. Applied Animal Behaviour Science 27, 53 - 71.

[112] AREY, D. S., A.M. PETCHEY, V.R. FOWLER (1992): The effect of straw on farrowing site choice and nestbuilding behaviour. Animal Production 54, 129 - 133.

[113] MEUNIER-SALAÜN, M.C., F. GORT , A. PRUNIER , W.P.G. SCHOUTEN (1991) : Behavioural patterns and progesterone, cortisol and prolactin levels around parturition in European (Large White) and Chinese (Meishan) sows. Applied Animal Behaviour Science 31, 43 - 59.

[114] HUTSON, G.D. (1988): Do sows need straw for nest-building? Australian Journal of Experimental Agriculture, 28, 187 – 194.

[115] BURNE, T. H. J., P.J.E. MURFITT, C.L. GILBERT (2000): Deprivation of straw bedding alters PGF 2α-induced nesting behaviour in female pigs. Applied Animal Behaviour Science 69, 215 - 225.

[116] BOGNER, H., A. GRAUVOGL (1984): Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

[117] STOLBA, A. (1984): Verhaltensmuster von Hausschweinen in einem Freigehege. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1983, KTBL-Schrift 299, 106 - 116, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup.

[118] PETERSEN, V., B. RECÉN, K. VESTERGAARD (1990): Behaviour of sows and piglets during farrowing under free-range condition. Applied Animal Behaviour Science 26, 169 - 179.

[119] CASTRÉN, H., B. ALGERS, P. JENSEN, H. SALONIEMI (1989): Suckling Behaviour and Milk Consumption in Newborn Piglets as a Response to Sow Grunting. Applied Animal Behaviour Sciene 24, 227 - 238.

[120] ERNST, E., S. STAMER, G. GERTKEN (1993): Tiergerechte Gruppenhaltung bei Zuchtsauen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Schrift 357, 77 – 114, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.

[121] JENSEN, P., G. STANGEL, B. ALGERS (1991): Nursing and suckling behaviour of semi-naturally kept pigs during the first 10 days postpartum. Applied Animal Behaviour Science 31, 195 - 209.

[122] WYETH, G.S.F., G. MCBRIDE (1964): Social behaviour of domestic animals. Animal Production 6, 245 - 247.

[123] SIGNORET, J.P. (1969): Verhalten von Schweinen. In: Porzig, E.: Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 263 - 330.

[124] RERAT, A., P.H. DUEE (1975): Ernährung und Reproduktion der Sau. Übersicht Tierernährung 3, 101-141, 249 - 276.

[125] ŠPINKA, M., G. ILLMANN, B. ALGERS, Z. ŽTĚTKOVÁ (1997): The role of nursing frequency in milk production in domestic pigs. Journal of Animal Science 75, 1223 - 1228.

[126] GERTKEN, G. (1992): Untersuchungen zur integrierten Gruppenhaltung von Sauen unter besonderer Berücksichtigung von Verhalten, Konstitution und Leistung. Schriftenreihe des Institutes für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Heft 70, 41-96.

[127] KOOMANS, P. (1990): Group housing, the farrowing and nursing stages. In: Proceedings of the International Symposium on "Electronic Identification in Pig Production", 23-26 September 1990, Stoneleigh, Warewickshire, England, 111 - 114.

[128] PITTS, A.D., D.M. WEARY, D. FRASER, E.A. PAJOR, D.L. KRAMER (2002): Alternative housing for sows and litters. Part 5, Individual differences in maternal behaviour of sows. Applied Animal Behaviour Science 76, 291 - 306.

[129] BERGENTHAL-MENZEL-SEVERING, U. (1983): Untersuchungen zur Methodik ethologischer Beobachtungen bei säugenden Sauen und Ferkeln. Dissertation der Fakultät der Agrarwissenschaften, Universität Bonn.

[130] PAJOR, E.A., D.M. WEARY, C. CACERES, D. FRASER, D.L. KRAMER (2002): Alternative housing for sows and litters. Part 3, Effects of piglet diet quality and sow controlled housing on performance and behaviour, Applied Animal Behaviour Science 76, 267 - 277.

[131] HOUWERS, H.W.J., R.G. BURÉ, P. KOOMANNS (1992): Behaviour of sows in a free-access farrowing section. Farm Building Progress 109, 9 - 11.

[132] SIGNORET, J.P., B.A. BALDWIN, D. FRASER, E.S.E. HAFEZ (1975): The behaviour of swine. In: E.S.E. Hafez: The behaviour of domestic Animals, 3. Auflage, Seite 341 Baillière Tindall, London.

[133] BLACKSHAW, J.K., A.M. HAGELSØ (1990): Getting-up and lying-down behaviour of loose-housed sows and social contacts between sows and piglet during day 1 and day 8 after parturition. Applied Animal Behaviour Science, 25, 61 - 70.

[134] FRASER, D. (1990): Behavioural perspectives on piglet survival. Journal of Reproduction and Fertility, Heft 40, 355 - 370.

[135] BAUMANN, R.H., KADLAC, J.E., P.A., POWLEN (1966): Some Factors Affecting Death Loss in Baby Pigs. Purdue University Agriculture Experimental Station Research Bulletin no. 810, Lafayette, Indana: Purdue University Agricultural Experimental Station.

[136] WECHSLER, B. (1991): Zur Genese von Verhaltensstörungen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1983, KTBL-Schrift 351, 9 - 17, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup.

[137] FRASER, A.F. (1978): Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

[138] SAMBRAUS, H.H. (1985): Stereotypies. In: Fraser, A.F: Ethology of farm animals. Elsevier, Amsterdam, 431 - 441.

[139] BUCHENAUER, D. (1986): Symptome des Wohlbefindens oder Unwohlsein beim Schwein unter Berücksichtigung intensiver Haltungsbedingungen. In: Militzer K.: Wege zur Beurteilung tiergerechter Haltung bei Labor-, Zoo- und Haustieren. Schriftenreihe Versuchstierkunde 12, 54 - 65.

[140] SCHLICHTING, M.C., U. ANDREAE, H.-H. THIELSCHER, J. UNSHELM (1981): Biologische, tierschutzrelevante Indikatoren zur Beurteilung der „Tierschutzgerechtigkeit“ von Haltungssystemen und deren kritische Darstellung. Züchtungskunde 53 (5), 359 - 363.

[141] LAWRENCE, A.B., E.M.C. TERLOUW (1993): A Review of Behavioral Factors Involved in the Development and Continued Performance of Stereotypic Behaviors in Pigs. Journal Animal Science 71, 2815 - 2825.

[142] BROOM, D.M. (1997): Animal behaviour as an indicator of animal welfare in different housing and management systems. International Society for animal hygiene, 9th International Congress in Animal Hygiene, 17. - 21. August 1997, Helsinki, Finnland, Proceedings Volume 1, 371-378.

[143] DANTZER, R. (1986): Behavioral, physiological and functional aspects of stereotyped behaviour: a review and a re-interpretation. Journal Animal Science 62, 1776 - 1786.

[144] AREY, D.S. (1993): The welfare of pigs in confined and non-confined farrowing systems. Pigs News and Information 14 (2), 81N - 84N.

[145] CRONIN, G.M., P.R. WIEPKEMA, G.J. HOFSTEDE (1984): The development of stereotypies in tethered stalls. In: Unshelm, J., G. Van Putten und K. Zeeb: Proceedings of the international congress on applied ethology in farm animals Kiel, KTBL, Darmstadt, 97 - 100.

[146] FRASER, D. (1975): The Effect of straw on the behaviour of sows in tether stalls. Animal Production 21,59 - 68.

[147 HORST, P., G. GREGOR (1997): Schweine. In: Kräusslich, H. und G. Brem: Tierzucht und Allgemeine Landwirtschaftslehre für Tiermediziner, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.

[148] LEMBECK, J. (1994): Vergleich der Leistung, der Konstitution und des Verhaltens tragender Sauen in unterschiedlichen Haltungssystemen. Dissertation Fakultät der Agrarwissenschaften, Universität Göttingen.

[149] WEBER, R. (1984): Entwicklung einer Abferkelbucht nach ethologischen und verfahrenstechnischen Gesichtspunkten. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1983, KTBL-Schrift 299, 153 - 165, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup.

[150] PATASHNICK, H., E.G. RUPPRECHT (1991): Continuous PM-10 measurements using the tapered element oscillating microbalance. Journal of the air and waste managment Association 41, 1079 - 1083.

[151] RUPPRECHT, PATASHNICK (1993): TEOM Series 1200/1400A Monitor: Technical Note 3.

[152] BURSCH, J. (2000): Arbeitswirtschaftlicher Vergleich tiergerechter Haltungssysteme im Abferkelbereich. Diplomarbeit Institut für Agrartechnik der Universität Göttingen.

[153] SNELL, H.G.J., B. KAMPHUES, H.F.A. VAN DEN WEGHE (2002): Concentrations of airborne dust in different farrowing systems. International Interdisciplinary Conference "Particulate Matter in and from agriculture" (03.06.-04.06.2002, Braunschweig), 169 - 173

[154] SNELL, H., A. BURSCH, H. VAN DEN WEGHE (2001): Arbeitswirtschaftlicher Vergleich verschiedener Haltungssysteme im Abferkelbereich. In: 5. Internationalen Tagung 'Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung' (06.-07.03.2001, Hohenheim), 482-485.

[155] WEBER, R. , J. TROXLER (1988): Die Bedeutung der Zeitdauer der Geburt in verschiedenen Abferkelbuchten zur Beurteilung der Tiergerechtheit. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1987, KTBL-Schrift 323, 172 - 184, KTBL, Darmstadt, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.

[156] WEBER, R. (1997): New farrowing pens without confinement of the sow. Book of abstracts of the 48th annual meeting of the European Association for animal production, 25-28 August 1997, Book of abstracts 3, 152.

[157] HESSEL, E.F., U. KOLWEYH, H. VAN DEN WEGHE (2000): Die Bewegungsbucht für säugende Sauen, Landtechnik 55, 46 - 47.

[158] BARNETT, J.L., P.H. HEMSWORTH, G.M. CRONIN, E.C. JONGMAN, G.D. HUTSON (2001): A review of welfare issues for sows and piglets in relation to housing. Australien Journal Agricultural Research 52, 1 - 28.

[159] KIRCHGESSNER, M. (1996): Tierernährung. DLG-Verlag, Frankfurt Main.

[160] HESSE, D. (1991): Zitiert nach Gertken, G. (1992), Untersuchungen zur integrierten Gruppenhaltung von Sauen unter besonderer Berücksichtigung von Verhalten, Konstitution und Leistung. Schriftenreihe des Institutes für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Heft 70.

[161] BURLACU, G., M. ILIESCU, J. STARVI (1986): Efficiency of food utilization by pregnant and lactating sows. Archiv Animal Nutrition 36, 803 - 825.

[162] TAUREG, S. (1991): Untersuchungen zur Einzel- und Gruppenhaltung tragender Sauen unter Berücksichtigung von Leistung, Konstitution und Verhalten. Schriftenreihe des Institutes für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrecht-Universität zu Kiel, Heft 63.

[163] DE KONING, R. (1985): On the well being of dry sows. Dissertation, Utrecht NL.

[164] ZIRON, M., ST. HOY (2003): Effect of a warm and flexible piglet nest heating system - the warm water bed – on piglet behaviour, live weight management and skin lesions. Applied Animal Behaviour Science 80, 9 - 18

[165] PHILLIPS, P.A., D. FRASER, B. PAWLUCZUK (1995): Effects of cushioned flooring on piglet leg injuries. Transaction ASAE 38 (1), 213 - 216.

[166] WEBER, R. (1986): Entwicklung einer Abferkelbucht nach ethologischen Gesichtspunkten unter Beibehaltung der verfahrenstechnischen Vorteile von Kastenstandsystemen. Dissertation ETH Zürich.

[167] METZ, J.H.M., C.C. OOSTERLEE (1980): Immunologische und ethologische Kriterien für die artgemäße Haltung von Sauen und Ferkeln. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1980, KTBL-Schrift 264, 39 - 50, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup.

[168] HASKELL, M.J., G.D. HUTSON (1996): The pre-farrowing behavior of sows with access to straw and space for locomotion. Applied Animal Behaviour Science 49, 375 - 387.

[169] BUSS, K.D. (1972): Ein Vergleich des Nestbauverhaltens von Wild- und Hausschweinen. Dissertation der Tierärztlichen Hochschule Hannover.

[170] CRONIN, G.M., G.J. SIMPSON, P.H. HEMSWORTH (1996): The effects of the gestation and farrowing environment on sow and piglet behaviour and piglet survival and growth in early lactation. Applied Animal Behaviour Sciene 46, 175 - 192.

[171] ARELLANO, P.E.; C. PIJOAN, L.D. JACOBSEN, B. ALGERS (1992): Stereotyped behaviour, social interactions and suckling pattern of pigs housed in groups or in single crates. Applied Animal Behaviour Science 35, 157 - 160.

[172] SCHUNKE, B. (1980): Verhaltensanomalien bei Zuchtsauen im Kastenstand. Dissertation Ludwig-Maximillians - Universität München.

[173] SPOOLDER, H.A.M., S. CORNING, S.A. EDWARDS (1997): A comparison of methods of specifying stocking density of welfare and performance of finishing pigs on different floor types. Proceedings of the British Society Animal Science, p 43.

[174] GUSTAFSSON, G. (1992): Technische Maßnahmen zur Minderung von Geruchs- und Schadstoffemissionen aus Tierproduktionsanlagen. KTBL-Arbeitspapier 174, 80 - 91, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup.

[175] SIEMERS (1996): Naßabschneider/ Biofilterkombinationen zur Verminderung von Ammoniak-, Geruchs- und Staubemissionen aus Schweineställen. Dissertation Fakultät für Agrarwissenschaft der Universität Göttingen.

[176] COLLINS, M., B. ALGERS (1986): The effects of stable dust on farm animals. Veterinary research communications 10, 415 - 428.

[177] HARTUNG, J., R.T. WHYTE (1994): Erfassung und Bewertung von Luftverunreinigungen in der Nutztierhaltung. Atemweg-Lungenerkrankheiten 20, 17 - 25.

[178] SEEDORF, J., J. HARTUNG (2002): Stäube und Mikroorganismen in der Tierhaltung. KTBL-Schrift 393, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.

[179] BÖNSCH, S., ST. HOY (1996): Staubkonzentration und Verhalten von Mastschweinen. Landtechnik 51 (3), 164 - 165.

[180] PEDERSEN, S. (1998): Staubreduzierung in Schweineställen. Deutsche tierärztliche Wochenschrift 105, 247 - 250.

[181] DFG (DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT) (2001): MAK- und BAT-Wert-Liste 2001. Senatskomission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Mitteilung 37. Wiley-VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim.

[182] REYNOLDS, St.,Donham, K.J.; Whitten, P.; Merchant, J.A.; Burmeister, L.F.; Popendorf, W.J. (1996): Longitudinal evaluation of doseresponse relationships for environmental exposures and pulmonary function in swine production workers. Am. J. Med, 29: 33-40

[183] DONHAM, K.J. (1991): Association of environmental air contaminants with disease and productivity swine. American Journal of Veterinary research 52, 1723 - 1730.

[184 DONE, S.H. (1991): Environmental factors affecting the severity of pneumonia in pigs. Veterinary record 128, 582 - 586.

[185] HOY, ST. (1995): Untersuchung zum Zusammenhang zwischen der Ammoniak-Konzentration in der Stalluft und der Aktivität von Mastschweinen bei Tiefstreuhaltung. Deutsche tierärztliche Wochenschrift 102, Heft 8, 323 - 326.

[186] HARTUNG, J. (1990): Wirkungen von Ammoniak auf Nutztiere, Ammoniak in der Umwelt. KTBL Schrift, 14.1-14.9.

[187] KALICH, J. (1980): Schadgase in der Stalluft und ihr Einfluss auf die Mastleistung der Schweine. Der Tierzüchter 32, 386 - 388.

[188] DIN 18910 (1992): Wärmeschutz geschlossener Ställe, Wärmedämmung und Lüftung, Planungs- und Berechnungsgrundlagen, Deutsches Institut für Normung.

Danksagung

Für die Überlassung des Themas und die wissenschaftliche Betreuung bei der Anfertigung dieser Arbeit bedanke ich mich ganz herzlich bei Herrn Prof. Dr. Ir. H. Van den Weghe. Herrn Prof. Dr. W. Holtz danke ich für die Übernahme des Korreferats.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. Hinrich Snell, der durch zahlreiche Anregungen und tatkräftige Unterstützung sehr zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat.

In Bezug auf die praktische Untersuchung möchte ich mich bei dem Stallpersonal der Großschweineanlage der Versuchswirtschaft Relliehausen bedanken.
Die Durchführung der aufwendigen Verhaltensbeobachtungen wäre ohne Unterstützung durch studentische Hilfskräfte nicht möglich gewesen. Ich bedanke mich für ihr Engagement.

Herrn B. Möllers, Institut für Tierzucht und Haustiergenetik der Universität Göttingen, sei für die kollegiale Mitwirkung bei verschiedenen Fragestellungen ebenfalls herzlich gedankt.

Weiter danke ich Herrn Prof. Dr. W. Lücke und allen Kollegen und Kolleginnen des Institutes für Agrartechnik für die freundliche Aufnahme und deren Unterstützung.

Der Firma Laake (Langen) sei ebenfalls gedankt für die Bereitstellung der Stalleinrichtung.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich für die finanzielle Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Nicht zuletzt gilt mein besonderer Dank meinen Eltern und meinen Schwestern sowie all meinen Freunden, deren Unterstützung in Wort und Tat ich mir stets sicher sein konnte.

Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name:	Barbara Kamphues
Geburtsdatum, -ort:	17. Oktober 1973
Geburtsort:	Rheine - Mesum
Staatsangehörigkeit:	deutsch

Ausbildungsdaten:

Schulbildung:

1980 – 1984	Ludgerus – Grundschule, Rheine – Elte
1984 – 1993	Arnold-Janssen Gymnasium, Neuenkirchen Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

Studium:

10/1993 – 09 1995	Grundstudium der Agrarwissenschaft an der Rheinischen Friedrich – Wilhelms - Universität Bonn; Vordiplom
10/1995 – 3/1996	Praktikum Sauenbetrieb, Ochtrup
4/1996 – 9/1996	Praktikum an der Lehr- und Versuchsanstalt für Tier- und Pflanzenproduktion – Haus Düsse, Bad Sassendorf Abschluss: Praktikantenprüfung
10/1996 – 06/ 1999	Hauptstudium der Agrarwissenschaft an der Rheinischen Friedrich – Wilhelms – Universität Bonn Schwerpunkt Tierwissenschaft; Abschluss: Diplom

Berufliche Tätigkeiten:

08/1999 – 08/2002	Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Agrartechnik der Georg-August-Universität Göttingen
09/2002 – 08/2003	Anfertigung der vorliegenden Dissertation
seit 08/2003	Mitarbeiterin der Firma Kapuvit Kraftfutterwerk GmbH & Co.KG, Rheine