



Das Lebensministerium



Haltungsalternativen Schwein

Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft

Heft 8/2006

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Haltungsalternativen für Ferkel und Mastschweine

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung, Fragestellung und rechtliche Grundlagen.....	1
2	Literatur.....	4
2.1	Tierrgerechtigkeit von Haltungssystemen.....	4
2.1.1	Verhalten von Wild- und Hausschweinen	4
2.1.2	Untersuchungen zum Ruhe- und Aktivitätsverhalten von Hausschweinen	5
2.1.3	Platzangebot, Stallklima und Fußbodengestaltung als funktionelle Einheit	5
2.2	Praxiserfahrungen mit bestehenden Haltungssystemen.....	8
2.2.1	Erfahrungen mit der Rekonstruktion von Typanlagen in Sachsen	9
2.2.2	Erfahrungen mit 40 - 60 Prozent fester Liegefläche in den Niederlanden.....	10
2.3	Spiel und Beschäftigung als Beispiel für Komfortverhalten	11
3	Material und Methoden	12
3.1	Stallbau	12
3.2	Untersuchungen in Köllitsch.....	16
3.2.1	Biologische Leistungen	17
3.2.2	Tierverhalten und Beschäftigung	17
3.2.3	Stallklima und Schadgasmessung	22
3.3	Untersuchungen in der Mastanlage Streuen.....	23
3.3.1	Buchtenaufbau.....	24
3.3.2	Untersuchungen zur Akzeptanz der Liegeflächen	28
3.3.3	Stallklimamessungen (Luftfeuchte, Temperatur), Licht und Luftbewegung über dem Liegebereich.....	29
3.4	Mathematisch-statistische Auswertung.....	29
4	Ergebnisse und Diskussion	30
4.1	Versuchskritik und Einordnung der Ergebnisse	30
4.2	Ergebnisse der Praxisuntersuchungen in der Schweinemastanlage Streuen.....	30
4.3	Ergebnisse der Untersuchungen am Standort Köllitsch	36
4.3.1	Tierverhalten.....	36
4.3.2	Biologische Leistungen	57
4.3.3	Stallklima und Schadgasmessung	59
5	Zusammenfassung und Ausblick	62
6	Literaturverzeichnis	65

1 Einleitung, Fragestellung und rechtliche Grundlagen

Die Schweinehaltungsverordnung vom 30.05.1988, zuletzt geändert am 02.08.1995, wurde in Folge eines Urteils des Bundesverfassungsgerichtes vom 06.07.1999 zur Legehennenhaltungsverordnung aufgrund formaler Fehler für nichtig erklärt. Sie entstand als nationale Verordnung in der Umsetzung einer Richtlinie des Rates 91/630 EWG vom 19.11.1991. 10 Jahre später sind zwei Richtlinien im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften veröffentlicht worden, die Teile der alten Richtlinie 91/630 der EU ersetzen. Durch diese Vorgehensweise bleiben alle anderen Bestandteile der Richtlinie, die nicht ausdrücklich geändert werden, in ihrer Bedeutung erhalten. Darüber hinaus wurde am 09.11.2001 eine Richtlinie der Kommission zur Änderung des Anhangs der Richtlinie veröffentlicht, die den alten Anhang der Richtlinie 91/630 EWG komplett ersetzt. Dieser Anhang regelt wie allgemein üblich Detailfragen, die den Haupttext entlasten sollen. Im Artikel 2 der Richtlinie zur Änderung der Richtlinie wird den Mitgliedstaaten eine Frist bis zum 01.01.2003 gesetzt, binnen derer die Richtlinie in nationales Recht umgewandelt werden soll.

Die in Deutschland jetzt seit Jahren geführte Diskussion zur Umsetzung der Vorgaben orientiert sich an den rechtlichen Übergangsverordnungen der Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern einerseits sowie der Haltungsgesetzgebung für Schweine in den Niederlanden andererseits. Die Haltungsgesetzgebung in Dänemark ist verglichen mit dem holländischen Recht eher moderat und bildet neben der Anforderung an teilgeschlossene Fußböden praktisch eine 1 : 1-Umsetzung der europäischen Vorgaben. Aufgrund der Tatsache, dass es länger besteht als die aktuelle Änderung der EU-Richtlinie, kann man das dänische Recht formal nicht als Umsetzung des EU-Rechtes sehen. Die nationalen Vorgaben unterscheiden sich hinsichtlich der geforderten Mindestflächenangebote, der Vorgaben für die Fußbodengestaltung und des erforderlichen Tageslichtangebotes sowie hinsichtlich der Beschäftigungsmöglichkeiten für die Schweine.

Die Gruppenhaltung tragender Sauen ist ausdrücklicher Bestandteil der europäischen Vorgaben und somit aller aktuellen nationalen Regelungen. In Deutschland wurde eine Umsetzung der Vorgaben in Form einer Nutztierhaltungsverordnung für Schweine für den Sommer 2003 in Aussicht gestellt. Aufgrund der durchweg politischen und wenig sachlich geführten Diskussion um die Umsetzung der Vorgaben kam es letztendlich zu keiner Veröffentlichung der Gesetzesvorlagen. Auch die Bemühungen, durch einen Anhang zum Tierschutzgesetz die notwendige Zustimmung durch den Bundesrat zu umgehen, ist letztendlich gescheitert. Nach der Bundestagswahl im September 2005 wird jedoch mit der anstehenden Überarbeitung der Nutztierhaltungsverordnung gerechnet. In den momentan vorliegenden Diskussionsgrundlagen ist eine Vorschrift der Festflächen in der Größenordnung von 50 Prozent der gesamten Liegefläche enthalten. Die Hoffnung vieler Praktiker auf eine ‚echte‘ 1 : 1-Umsetzung der EU Richtlinie, welche die Ferkelaufzucht und Schweinemast mehr oder weniger unberührt lässt, ist aufgrund der politischen Entwicklungen aktuell relativ groß. Dennoch wird in Kürze auch mit neuen europäischen Vorgaben für diesen Bereich gerechnet, so dass

auch hier mit strengeren Vorgaben gerechnet werden muss. Ausgehend von den Vorgaben der alten Schweinehaltungsverordnung werden die Anforderungen und damit auch die Probleme mit der Umsetzung (vom Aufbau der Tabelle her gesehen) von links nach rechts höher bzw. sind bei der Haltung der Schweine auf Festflächen mehr oder weniger ungelöst. Die folgende Tabelle stellt die für das vorgestellte Projekt wichtigen Punkte zum Platzangebot und zu den Festflächen zusammen.

Tabelle 1: Vergleich haltungsrechtlicher Vorgaben in der Schweinehaltung

	Schweinehaltungs-VO 01.01.1998	EU ab 01.01.03 für alle Neubauten	BMVEL (Stand der Diskussion 04/05)	Niederlande	Nordrhein-Westfalen
Platzangebot	bis 10 kg = 0,15 10 - 20 kg = 0,20 21 - 30 kg = 0,30 31 - 50 kg = 0,40 51 - 85 kg = 0,55 86 - 110 kg = 0,65 > 110 kg = 1,00 >150 kg = 1,60	bis 10 kg = 0,15 10 - 20 kg = 0,20 21 - 30 kg = 0,30 31 - 50 kg = 0,40 51 - 85 kg = 0,55 86 - 110 kg = 0,65 > 110 kg = 1,00 AS: 2,25*** JS: 1,64 ***	- 20 kg = 0,31* 21 - 30 kg = 0,41* 31 - 50 kg = 0,58* 51 - 85 kg = 0,83* 86 - 110 kg = 1,0* > 110 kg = 1,1* AS: 2,25** JS: 1,65 **	5 - 10 kg = 0,4 11 - 20 kg = 0,4 21 - 30 kg = 0,4 31 - 50 kg = 0,6 51 - 85 kg = 0,8 86 - 110 kg = 1,0 > 110 kg = 1,3 Altsauen: 2,25 Jungsauen: 2,25	5 - 30 kg = 0,35 31 - 50 kg = 0,50 51 - 80 kg = 0,75 81 - 110 kg = 0,85 81 - 110 kg = 1,00 111 - 125 kg = 1,20 125 -150 =1,7 >150 = 2,5
speziell vorgesehene Liegeflächen und Anteil an der Nettobuchtenfläche (Werte in Klammern = maximaler Schlitzanteil)					
Aufzuchtferkel Mastschweine Zuchtschweine	nicht vorge-schrieben nicht vorge-schrieben Liegebereich nicht voll perforiert	nicht vorge-schrieben nicht vorge-schrieben 58 % (15 % perf.)	mind. 50 % (10 %) mind. 50 % (10 %) 58 % (10 % perf.)	50 % (5 %) 50 % (5 %) 58 % (5 % perf.)	50 % (10 %) 33 % (10 %)

* in Gruppen von 11 - 29 Tieren; Gruppen < 10 = + 12 %; Gruppen > 30 = - 10 %

** in Gruppen von 6 - 39; Gruppen < 6 = + 12 %; Gruppen > 40 = - 10 %

Vorgaben zu Schlitzweiten beziehen sich ausschließlich auf alle Spaltenböden (9/14/17/20)

Vorgaben für Auftrittflächen (50/80) beziehen sich auf Betonspaltenböden

*** in Gruppen von 6 - 39; Gruppen < 6 = + 10 %; Gruppen > 40 = - 10 %

Vorgaben zu Schlitzweiten beziehen sich ausschließlich auf Betonspaltenböden (11/14/18/20-50-80)

Eine Rückführung der früher verbreiteten Teilspaltenlösungen führt ohne eine weitere Optimierung des Gesamtsystems auch die alten Probleme wieder herbei, die letztendlich zu deren Ablösung geführt haben. Die entstehenden Probleme der Liegeflächenverschmutzung führen zu einem Anstieg der Emissionen und verstärken die wachsenden Gesundheitsprobleme in der Schweinehaltung. In der Sauenhaltung fördern rutschige Festflächen die in der Gruppenhaltung ohnehin stark

belasteten Fundamente bis hin zu ungewollten Abgängen. Verschmutzte Liegeflächen erfordern deshalb zusätzliche Reinigungsarbeiten, die bei der heute gering verfügbaren Arbeitszeit durchschnittlich nicht mehr aufgebracht werden können. 2004 wurden in den im Rahmen der *Betriebszweiganalyse* von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Sachsen untersuchten Anlagen (30 Prozent aller Anlagen) durchschnittlich 37 Minuten (20 - 65 Minuten) je Mastschwein aufgewendet.

Die Annahme der vorgesehenen Funktionsbereiche (Liege- und/oder Kotfläche) durch die Schweine stellt das eigentliche Grundproblem dar. Wird nur eine der beiden vorgegebenen Bereiche sicher angenommen, dann werden bei entsprechender baulicher Ausgestaltung der vorgesehenen Flächen diese auch sauber und trocken gehalten. Die später noch zu diskutierenden gefundenen Korrelationen zwischen der Verschmutzung der möglichen Liegeflächen untereinander oder der Liege- und Kotflächen sind hoch signifikant negativ ($-0,5^{**}$). Das heißt, die Tiere trennen Liege- und Kotfläche möglichst voneinander. Deshalb müssen die Funktionsbereiche insbesondere die der Liegeflächen für die Schweine offensichtlich sein.

Im Warmstall bereitet die Steuerung des Tierverhaltens trotzdem Probleme, weil

- es in Warmställen nicht ausreichend gelingt, vom Außenklima unabhängige Stallklimaverhältnisse zu schaffen und insbesondere die Kühlung mit vertretbarem Aufwand schwierig ist,
- Schweine den Temperaturkomfort höher bewerten als den Liegekomfort.
- das Verhalten der Tiere weit weniger als 100 Prozent reproduzierbar ist und sich offensichtlich je nach den Dominanzverhältnissen in der Gruppe die Annahme der vorgesehenen Funktionsbereiche etablieren kann,
- die Ränder der Buchten sowohl als Liege- als auch als Mistbereiche für Schweine besonders attraktiv sind.

Im Hinblick auf das Tierverhalten kann nie von Sicherheit, sondern ausschließlich von Wahrscheinlichkeiten gesprochen werden (METTLER und SAMBRAUS, 1999). Um die sich hieraus ergebenden offenen Fragen zu beantworten, wurden im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch Versuchsbuchten mit veränderbarem Buchtenaufbau eingerichtet. Mit dem Ziel, die Faktoren zu quantifizieren, die nachhaltig das Tierverhalten beeinflussen, wurden in diesen Buchten im Rahmen des hier beschriebenen Projektes sechs bzw. acht Versuchsdurchgänge in der Ferkelaufzucht und Schweinemast durchgeführt. Darüber hinaus erfolgten in einem größeren sächsischen Schweinemastbetrieb begleitende Untersuchungen unter Praxisverhältnissen.

2 Literatur

Die Haltung von wachsenden Schweinen auf ‚speziell vorgesehenen‘ oder festen Liegeflächen ist haltungstechnisch eine Art Rückschritt zum früher üblichen Teilspaltenboden. So wird diese Haltungssform in der mengenmäßig überwiegenden Literatur vergangener Jahrzehnte als Entwicklungsschritt hin zum Vollspaltenboden gesehen. Aktuelle wissenschaftliche Untersuchungen zur Fußbodengestaltung und Beschäftigung der Schweine liegen heute noch vergleichsweise wenige vor.

2.1 Tiergerechtigkeit von Haltungssystemen

Aus Sicht von MARX und BUCHHOLZ (1998) zeigt das Schwein selbst an, welche Haltungssysteme es als zumutbar empfindet. Nach VAN PUTTEN (1992) kann der Begriff „tiergerecht“ nicht mit „optimal“ oder „ideal“ gleichgesetzt werden. Tiergerecht beschreibt der Autor als eine Situation, mit der das Schwein zurechtkommt. Allgemein wird das „Liegen in Seitenlage“ als Hauptmerkmal für Wohlfühlgefühl gesehen (MARX, 1998; SCHUSTER, 1980). Der Tiergerechtheitsindex-2000 nach SUNDRUM, ANDERSON und POSTLER (1994) bewertet mit „entspanntes Liegen in Seitenlage“ das Wohlfühlverhalten der Schweine. Das Liegen in entspannter Seitenlage und entsprechendem Abstand der Schweine untereinander wird heute zunehmend kritisch diskutiert, weil das enge Zusammenliegen auch soziale Funktionen hat, während das weite Auseinanderliegen vor allem zur Thermoregulation dient (VON BORELL, 2005; MARX und BUCHHOLZ, 1989). Die Fragen der Tiergerechtigkeit konkurrieren letztendlich mit denen der Wirtschaftlichkeit bzw. der Praktikabilität der Umsetzung. Deshalb kann jede Normierung im günstigsten Fall nur die Suche nach dem besten Kompromiss zwischen diesen Größen sein. Somit kann man bei der Gestaltung von Haltungsumwelten von Nutztieren letztendlich immer nur von Verbesserungen und nicht von einer Optimierung sprechen (MARX und BUCHHOLZ, 1989).

2.1.1 Verhalten von Wild- und Hausschweinen

Schweine leben in Gruppen zusammen. Die kleinste Einheit bildet eine Familie. Diese besteht aus der Mutter mit ihren Jungen und den weiblichen Jungtieren des Vorjahres. Mehrere miteinander verwandte Muttersauen bilden einen Familienverband. Vor allem in der Rausche- und Wurfzeit verändert sich dieser Familienverband. Wird ein solcher Familienverband mit etwa 30 Tieren zu groß, so teilt er sich und eine Familie sucht sich ein neues Revier. Dieser Zusammenhang wird beim Verhalten von Hausschweinen in Großgruppen ebenfalls diskutiert. Unter konventionellen Haltungsbedingungen waren Sauen in Gruppen von 20 - 40 Tieren länger aggressiv als in Kleingruppen (KLEMM und MEYER, 2004). Im Alter von etwa 1,5 Jahren werden die männlichen Mitglieder des Familienverbandes von Wildschweinen verstoßen. Verschiedene Familienverbände pflegen losen Kontakt zueinander. Die Mitglieder innerhalb einer Familie halten eng zueinander, wobei es vor allem um den Schutz der Lebensbereiche geht. Das Gefühl der Vertrautheit äußert sich im friedlichen Fressen nebeneinander, dem gemeinsamen Erkunden, dem Schlafen mit engem Kör-

perkontakt. Haben Schweine genügend Platz zum Ausweichen, gehen sie Auseinandersetzungen zumeist von vornherein aus dem Weg. Schweine sehen schlecht, hören und riechen aber sehr gut. Artgenossen werden am Geruch erkannt. Eine Korrespondenz erfolgt durch Stimmföhlungs-laute (HÖRNIG, et al., 1993). Auch Hausschweine brauchen Lebensraum, vor allem Platz in einem strukturfähigen Umfeld. Häufiges Umsetzen und Zusammenstellen lässt die auf feste Familienbande bedachte Spezies Schwein aggressiv reagieren. Nach MEYNHARDT (1978) setzen Wildschweine Kot ungerichtet, allerdings nicht im Nest und vermehrt an bereits vorhandenen Kotstellen ab.

2.1.2 Untersuchungen zum Ruhe- und Aktivitätsverhalten von Hausschweinen

Hausschweine verbringen 80 Prozent der Zeit mit Liegen (MARX UND SCHUSTER, 1980; HOY UND TOBER, 1989; FESKE, et al., 2004). Je nach Haltungsverfahren kann dieser Wert etwas variieren. Das Aktivitätsverhalten ist dagegen biphasisch vom ‚*Alternanstyp*‘ (MARX und BUCHHOLZ, 1998) und endogen angelegt (MARX, et al., 1989). Die Aktivität variiert mit der Jahreszeit (im Sommer höhere Aktivität als im Winter), mit der Stalltemperatur (geringere Aktivität bei steigender Temperatur) und mit dem Platzangebot (höhere Aktivität bei größerem Platzangebot). Letzteres konnte auch in einem Projekt der LfL zur Sauengruppenhaltung (*EVALUIERUNG DER AUSWIRKUNGEN NEUER HALTUNGSVORSCHRIFTEN FÜR SCHWEINE AUF DIE PRODUKTIONSTECHNIK UND BETRIEBSWIRTSCHAFT UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER GRUPPENHALTUNG VON SAUEN IM WARTEBEREICH, 2004*) bestätigt werden.

Aufgrund der relativ hohen Bedeutung des Ruheverhaltens und dem intensiven Kontakt der Tiere mit dem Fußboden, kommt der Gestaltung der Liegefläche eine besondere Bedeutung zu. Schweine ziehen sich zum Liegen in den Dämmerbereich zurück. Liegeplätze werden bevorzugt an abgedunkelten Stellen der Bucht angelegt (METTLER und SAMBRAUS, 1999). Normalerweise wird ein Großteil der Ruhezeit, etwa 11 Stunden, in der Nacht zugebracht. Eine weitere Ruhezeit, etwa 2 - 5 Stunden, erfolgt zwischen den Hauptaktivitätsphasen am Vormittag und späten Nachmittag, also um die Mittagszeit herum (JAKISCH, 1994). In diesen und vielen anderen Versuchen wird eine ausgeprägte morgendliche und abendliche Aktivitätsphase festgestellt. Das Licht spielt also als Impulsgeber eine entscheidende Rolle für das Tierverhalten. Dunkelstallhaltung führt nach VAN PUTTEN und ELSHOFF (1984) zu einer 37 Minuten längeren Gesamtliegezeit je Tag gegenüber helleren Haltungsverhältnissen, zu weniger Sozial- und Erkundungsverhalten, allerdings auch weniger Kanibalismus. Inwiefern die angegebenen Lichtverhältnisse der helleren Stalleinheiten von 1 oder 25 Lux mit heutigen Messungen vergleichbar sind, ist jedoch fraglich. Nach Ansicht der Autoren ist für die Schweine, die ein vergleichsweise schlechtes Sehvermögen haben (s. o.), erst ab 0,2 Lux keine Orientierung über die Sicht mehr möglich.

2.1.3 Platzangebot, Stallklima und Fußbodengestaltung als funktionelle Einheit

In der vorliegenden Literatur überlagern sich vermutlich viele der möglichen Faktoren der Haltungs-umwelt besonders mit dem wichtigsten Stallklimafaktor der Temperatur. Deshalb sind auch Versuche mit Jungtieren mit hohem Wärmebedarf nicht oder nur bedingt mit denen von fast schlachtreifen Mastschweinen oder Sauen zu vergleichen. Nur so lassen sich die zum Teil widersprüchlichen

V Versuchsergebnisse erklären. Schweine haben ein vergleichsweise schlechtes physiologisches Temperaturregulationsvermögen insbesondere gegenüber zu hohen Temperaturen, weil sie nicht schwitzen können (Hoy, 2004).

Zur Gestaltung seines Liegeplatzes braucht das Schwein genügend Platz. Je älter die Mastschweine werden, desto größer wird ihre Individualdistanz (MARX und SCHUSTER, 1980). MARX stellt 1985 in einer Untersuchung an Aufzuchtferkeln fest, dass die Ferkel immer die Variante mit dem größeren Platzangebot wählen. Das Herabsetzen der Buchtengrundfläche auf das von der Haltegesetzgebung dieser Zeit vorgegebene Maß (Mindestbuchtenfläche 0,23 m² bei 22 kg) verursachte bei den Tieren Unbehagen. Die in dieser Untersuchung gewählte Darstellung der Plasmakortisolwerte weist auf ein optimales Platzangebot bei 0,30 - 0,45 m² hin. MARX und BUCHHOLZ (1998) bestätigen diese Angaben mit der Empfehlung für Ferkel bis zu 30 kg von 0,45 m² für strohlose Haltung und 0,70 m² für Haltungsverfahren mit Stroh. In ihrer Arbeit über „Die Wirkung von psychischem Stress auf das Immunsystem“ kamen TUCHSCHERER und MANTEUFFEL (2000) zu dem Ergebnis, dass ein zu geringes Platzangebot bei Mastschweinen zu Aggressionen führt und das Immunsystem schwächt. Ein größeres Platzangebot erlaubt, dass „Verkehrswege“ zwischen den einzelnen Funktionsbereichen angelegt werden können.

In den o. g. Untersuchungen der LfL konnte gezeigt werden, dass hier eine Interaktion mit der Gruppengröße besteht. In den kleinen Gruppen (acht Sauen) war das verfügbare Platzangebot so eingeschränkt, dass die Verkehrswege innerhalb der Bucht durch liegende Tiere nicht mehr zur Verfügung standen und so der gefundene Anteil liegender Tiere gegenüber größeren Gruppen erhöht wurde. Das erforderliche Platzangebot soll auch durch andere Haltungsfaktoren beeinflussbar sein. HOY (2004) sieht bei den kritischen hohen Temperaturen für Mastschweine in einer kurzen Dusche mehr Entlastung als in der Erhöhung des Platzangebotes über die EU-Norm hinaus. Trotzdem stellt der Autor eine tendenzielle Verbesserung der Leistungen bis zu einem Platzangebot von 0,93 m² pro Mastschwein fest.

Schweine trennen grundsätzlich zwischen dem Kot- und Liegebereich (VAN PUTTEN, 1992). Je unterschiedlicher die Bodenstruktur ist, desto deutlicher können die Schweine die Bereiche trennen (MARX und SCHUSTER, 1980). Die Oberflächeneigenschaften von Fußböden, Struktur und Oberflächentemperatur sind aber schwer zu trennen. Nach VALLE ZARATA, et al. (2000) wählen Schweine ihre Liegefläche nicht in erster Linie nach der Bodenbeschaffenheit, sondern nach der Temperatur aus. Der Liegeplatz wird nicht an feuchten Stellen angelegt. Der Kotplatz gilt als Grenzmarkierung zu den Artgenossen, zum Fress- bzw. Liegeplatz wird eine Geruchsmindestdistanz eingehalten. Zum Ruhen werden nach Ansicht der Autoren geschlossene Böden bevorzugt. Gerade diese Aussage ist nach den Erkenntnissen des vorliegenden Projektes (2005) streng im Kontext mit den Oberflächen- und Umgebungstemperaturen zu sehen. Betonspaltenboden soll 3 - 5°C kälter sein als geschlossener Betonboden und 7 - 8°C kälter als eine Mistmatratze (FESKE, et al., 2004). SÜSS, et al. (1984) ermitteln signifikant höhere Zunahmen sowie eine größere Bewegungsaktivität bei der

Haltung von Mastschweinen auf Teilspaltenböden im Vergleich zur Haltung auf Vollspaltenboden. Die Autoren sehen dieses Ergebnis in dem höheren Wärmeentzug der empfindlichen Tiere in der Anfangsmast bei niedrigen Raumtemperaturen begründet. STEINWIDDER (1999) sieht hier gar einen Zusammenhang zur Luftqualität. Schlechte Luft reduziert die Zunahmeleistung signifikant um 48 g je Mastschwein und Tag. Dieser Abfall fällt bei Teilspaltenhaltung höher aus als bei Vollspaltenhaltung. Bei gutem Stallklima sind umgekehrt die Leistungen bei der Haltung von Mastschweinen auf Festflächen besser als bei der Haltung auf Vollspaltenboden. Auch verschiedene neuere Wahlversuche bestätigen die funktionelle Einheit von Fußbodengestaltung und Fußbodentemperatur. Nach FESKE, et al. (2004) wählen Mastschweine im Sommer überwiegend einen Betonspaltenboden zum Liegen (61 Prozent), während sie im Winter etwa zum gleichen Anteil bevorzugt auf einer Mistmatratze liegen.

MARX, RHODENS und BUCHHOLZ (1989) vermuten, dass Tiefstreu und gummiüberzogene Stahlroste den natürlichen Verhältnissen am nächsten kommen und für das Liegeverhalten von Bedeutung sind. MARX, et al. (1989) stellen gerade den Liegekomfort als entscheidende Größe für die Wahl des Liegeplatzes heraus. Ferkel wählen in Bodenwahlversuchen zunächst einen Liegeort aus und dabei die Bodenart, die in dem Haltungssystem den höchstmöglichen Komfort verspricht. Dagegen meinen andere Autoren, dass Schweine ihren Liegebereich ausschließlich nach dem Stallklima bzw. der Fußbodentemperatur auswählen. Wahlversuche zeigen, dass mit steigender Temperatur die Bodenbeläge mit der größeren Wärmeleitfähigkeit aufgesucht werden (STEIGER, 1979). Mastschweine (> 70 kg) suchen ab einer Umgebungstemperatur von 23°C gezielt kühlere Liegeorte auf (MAYER und HAUSER, 1999). Das ist vor allem Frage des gesamten Haltungssystems und so stellen HUYNH, et al. (2005) einen Wechsel zwischen dem Liegen auf Festflächen und einem solchen auch auf dem Spaltenboden bei 18,8°C fest.

Beurteilt von anderen Wahl- und Vergleichsversuchen ist es Schweinen egal, ob der Fußboden hart oder weich, mit oder ohne Spalten ist. Der Liegeplatz wird eher nach klimatischen Bedingungen ausgesucht (HELLMUTH, 1990). Das gilt aber erstaunlicherweise nicht uneingeschränkt für die Kategorie mit dem höchsten Wärmebedarf. BÜSCHER, KLUGE und FROSCH (2001) beobachten während der gesamten Aufzuchtperiode keinen signifikanten Unterschied in der Dauer und Häufigkeit des Liegens zwischen der Fußbodenheizung und der Raumheizung bei dem untersuchten Kunststoffboden. Wenn die mit warmem Wasser durchströmten Heizelemente ausgeschaltet wurden, kommt es zur Verschmutzung dieser Flächen. Die Ferkel waren dann auch stärker verschmutzt. Problematisch sind die Festflächen also hinsichtlich der Buchtensauberkeit. Auf der Festfläche koten die Schweine bei Hitzestress und legen sich Suhlen an, um überschüssige Körperwärme über Verdunstungskälte abgeben zu können. Ungünstiges Stallklima wie Zugluft und zu niedrige Temperaturen und die Anordnung der Futterautomaten können in diesem Zusammenhang positiv oder negativ wirken. MOLLET und WECHSLER (1990) diskutieren eine Reihe von Faktoren, die eventuell als auslösende Reize für das Eliminationsverhalten der Schweine gesehen werden können wie z. B. die Entfernung zum Liegebereich, Feuchtigkeit, Ausblick oder soziale Unterstützung. Die Autoren

sind sich jedoch nicht sicher, ob die Trennwände einer Bucht nicht nur deshalb als Kotbereiche einer Bucht angenommen werden, weil sie möglichst weit vom Liegeplatz entfernt sind. Gefundene Versuchsergebnisse gelten also streng genommen zunächst nur für die beschriebenen Haltungsverhältnisse und/oder Haltungssysteme. In vielen älteren Untersuchungen, in denen über eine Präferenz der Schweine für Festflächen berichtet wird, sind die früher üblichen hohen Kanaltiefen mit den heutigen eher flachen Kanälen des Unterbaus nicht zu vergleichen. Die resultierenden Oberflächentemperaturen sind ebenfalls nicht zu vergleichen.

2.2 Praxiserfahrungen mit bestehenden Haltungssystemen

HESSE und GOLLMISCH stellen in einer 2001 gestarteten Umfrage bei 1.800 Betrieben folgende Haltungssysteme fest:

- 70 % Vollspalten
- 15 % Teilspalten ohne Einstreu
- 5 % Tiefstreu
- 6 % dänische Aufstallung (Drei-Flächen Bucht)
- 2 % eingestreute Teilspalten
- 2 % Außenklimaställe.

In Dänemark wird bereits seit Juli 2000 ein Drittel der nutzbaren Bodenfläche für Mastschweine und sogar 50 Prozent bei Absatzferkeln plan befestigt ausgeführt. Der Anteil der Ställe mit Mehrklimabereichen ist jedoch deutlich höher als in Deutschland und erklärt vermutlich auch die bessere Funktionssicherheit dieser Systeme. Als Festfläche wird in Dänemark ein Boden angesehen, wenn er höchstens 10 Prozent Anteil aufweist. Die dänischen Landwirte berichten in Umfragen, dass ein Schlitzanteil von 10 Prozent wenigstens erforderlich ist, um zu Recht zu kommen. In Holland sind nur Schlitzanteile von 5 Prozent im plan befestigten Buchtenbereich erlaubt. Diese verstopfen nach Praxis Erfahrungen rasch. ROTH und MEYER (2002) können bei der Erprobung von Festflächen mit drainierenden Schlitzten (sog. Ökoboden) kein eindeutiges Bevorzugen dieser Bereiche als Liegebereich zumindest nicht über den ersten Durchgang hinaus feststellen. In mehreren Durchgängen ergeben sich keine Regelmäßigkeiten bei der Nutzung der Ecken zum Liegen bzw. Koten. Auch vernässte oder verkotete Ökospaltenböden steigern die Rutschgefahr und die Gefahr durch Ausgrätschen.

BURE (1987) findet die höchste Liegflächenakzeptanz bei einer Querteilung von relativ langen, aber schmalen Buchten (2*4 m) in einen festen Liege- und perforierten Kotbereich. Die gleichzeitige Anordnung von Trog und Tränke im möglichst weiten Abstand voneinander und der Tränke im perforierten Kotbereich bzw. des Troges auf der Festfläche unterstützt ebenfalls die Sicherheit des Tierverhaltens. Ein anderer, sehr wichtiger Faktor scheint ein Temperaturgefälle innerhalb des Haltungssystems zu sein. So stellen METTLER und SAMBRAUS (1999) fest, dass Mastschweine bei

einem drei geteilten klimatischen Buchtenaufbau aus eingestreutem Innenraum und einem eingestreuten, überdachten sowie nicht überdachten Auslauf niemals in den Innenraum koten. Je nach Witterung und Außenklima setzen die Tiere ihre Exkremente zu 60 bis 90 Prozent immer in den nicht überdachten Außenauslauf ab. Nach Ansicht der Autoren geht es bei Ställen mit dieser Aufteilung auch ohne Vollspaltenboden. Viel problematischer ist dagegen die Beeinflussung des Tierverhaltens in den in der Praxis mehrfach häufiger anzutreffenden Warmställen. Im Vergleich von vier verschiedenen Schweinemastverfahren mit unterschiedlichem Temperaturgefälle zwischen den einzelnen Funktionsbereichen finden PFLANZ, et al. (2005) neben systemimmanenten Effekten auch Managementeffekte auf das Tierverhalten. Im konventionellen Warmstall mit schlitzreduziertem Spaltenboden, der vergleichbar mit den Verhältnissen im vorliegenden Projekt ist, wird am häufigsten gelegen. Dagegen wird die dafür vorgesehene Liegefläche in den verglichenen Mehrklimaställen z. T. doppelt so häufig aufgesucht. Im überbetrieblichen Vergleich überlagert das Management der Betriebe die gefundenen Einflüsse jedoch z. T. erheblich.

2.2.1 Erfahrungen mit der Rekonstruktion von Typanlagen in Sachsen

In einem sächsischen Praxisbetrieb im Freiburger Raum wurde eine bestehende Typanlage so umgebaut, dass die ehemaligen Trog- und Fahrspurreihen zu Liegeflächen umfunktioniert wurden. Die vorhandenen alten Kanäle mit Gussrostabdeckung wurden beibehalten und im Wechselstauverfahren betrieben, so dass eine Bucht mit mittiger Liegefläche (Doppelspaltenbodenbucht) entstand. Diese Bauvariante wurde mit einer mit Vollspalten ausgelegten Bucht verglichen. In der Vollspaltenbodenbucht nutzen die Tiere die Betonrostflächen als Liegebereich, so dass in den sich darunter befindlichen flacheren Kanälen die Fließfähigkeit der Gülle gefährdet ist. Die alten Gussroste werden weiterhin als Kotfläche akzeptiert. Die Schweine liegen während des größten Teils des Jahres lieber auf dem Betonspaltenboden. In der Doppelspaltenbodenbucht nutzen die Schweine die feste isolierte Betonfläche, die 44 Prozent der Bucht ausmacht, vorrangig als Liegebereich. Ab 23°C Innenraumtemperatur legen sich die Schweine auf die Gussroste zum Abkühlen. Die Mitarbeiter beurteilen die Sauberkeit der Buchten im Winter als „gut“ und im Sommer als „befriedigend“. Jedem Tier stehen in der Endmast 0,71 m² zur Verfügung.

Ähnliche Erfahrungen machte ein spezialisierter Schweinemastbetrieb im Raum Riesa, der aufgrund der mittlerweile vorliegenden drei verschiedenen Bauvarianten für die im Rahmen des Projektes durchgeführten Praxisversuche ausgesucht wurde. Bei der zuletzt gebauten Bucht (20 - 24er Mastgruppen, 0,82 m², davon 44 Prozent Festfläche) wurde der mittlere Bewirtschaftungsgang als solcher weitergenutzt und die außen liegenden ehemaligen Versorgungsgänge in die Bucht integriert. Diese werden nach Erfahrung des Unternehmens jedoch zu 70 Prozent verschmutzt, wobei diese Verschmutzung sich als weniger nachteilig erweist als die Verschmutzung des ehemaligen Mittelganges. Die Unterkellerung dieser Bereiche wird als zu aufwändig eingeschätzt. Nach Angaben des o. g. Betriebes im Freiburger Raum erhöhen sich die Baukosten durch die zusätzlichen Güllekanäle um 14,6 Prozent (GNAUCK, 2005).

Auch bei der Umrüstung der Typanlagen zeigt sich, dass es bis heute kein Standardrezept als Bauempfehlung gibt, weil bauphysikalische Besonderheiten insbesondere in der Wärmeverteilung innerhalb der Ställe bestehen. Die Erfahrung lehrt, dass schon die Veränderung kleiner Details das ohnehin nur schwer steuerbare Tierverhalten beeinflussen oder sogar umkehren können.

2.2.2 Erfahrungen mit 40 - 60 Prozent fester Liegefläche in den Niederlanden

In der holländischen Versuchsstation Sterksel wurden von HOOFS und SPOOLDER (2002) vier Buchtenvarianten in acht Mastabteilen für je 144 Schweine mit einem Platzangebot von 1 m² pro Schwein im Hinblick auf ihre Praxiseignung getestet. Alle Buchten waren in drei Bereiche unterteilt. Die Festflächen waren in der Mitte der Bucht angelegt. Der Bereich der Außenwand war unterkellert und mit Dreikantrösten belegt. In der Variante 3 gab es nur einen Güllekanal an der Außenwand. Die Stalltemperatur wurde auf 21°C eingestellt. Die folgende Tabelle stellt den Aufbau der Versuche zusammen.

Tabelle 2: Versuche zur Buchtensauberkeit und Festflächenakzeptanz

Variante	Fütterung	Anteil und Gestaltung der Festfläche	Schweine/Bucht	Buchten-geometrie
1	flüssig	60 %, 3 % Gefälle	12	2,5 * 5 m, schmal und tief
2	trocken	60 %, 3 % Gefälle	12	2,5 * 5 m, schmal und tief
3	trocken	60 %, 6 % Gefälle	24	Beginn schmal, gegen Ende breit 5 * 5 m
4	trocken	40 %, 3 % Gefälle	12	2,5 * 5 m, schmal und tief

Das gleichzeitige Fressen aller Schweine bei Flüssigfütterung (Variante 1) stellte sich bei dem hohen Festflächenanteil als äußerst problematisch heraus. Weil alle Schweine nach gleichzeitigem Fressen auch mehr oder weniger gleichzeitig abkoten, verschmutzt die Liegefläche bei der Quertrogfütterung besonders. Günstig wirkt sich dagegen ein Futterautomat mit nur einem Fressplatz wie in Variante 2 aus. Die Wölbung des Liegebereiches animierte die Tiere diese sauber zu halten.

Die stärkste Verschmutzung wurde in Variante 3 festgestellt, weil hier die Gruppen und damit das verfügbare Platzangebot vergleichsweise groß und die Entfernung von der Liegefläche zum Kotplatz weit waren. Dagegen wurden die geringsten Verschmutzungen und die besten Zunahmen in Variante 4 beobachtet. Das wird auf die offensichtliche Trennung der Funktionsbereiche zurückgeführt. In einer vorderen Ecke stand der Futterautomat, in der anderen hing die Spielkette. So konnten die Schweine ihre Liege- und Aktionsbereiche am besten trennen. In Gruppen über 12 Tieren und bei Temperaturen über 21°C werden die größten Verschmutzungen festgestellt. Nach holländischer Erfahrung sollte der Festflächenanteil 40 Prozent der Nettobuchtenfläche nicht überschreiten.

2.3 Spiel und Beschäftigung als Beispiel für Komfortverhalten

Nach GRAUVOGEL (2000) hat das Spiel keinen Ernstbezug, aber es hat ‚einen ernst zu nehmenden Charakter‘. Es ist Bestandteil des Komfortverhaltens und hat insofern besonders für den Tierschutz einen hohen Stellenwert, weil das Spielen ein Anzeichen des Wohlbefindens ist. Die essentiellen Bedürfnisse müssen befriedigt sein, bevor Komfortverhalten gezeigt wird. Es darf kein Defizit an Fress-, Sexual- und Sozialverhalten bestehen. Das Schwein als soziales Wesen beherrscht das Spiel mit unbelebten Gegenständen das *„Solitärspiel“*. Manchmal enden soziale Spiele in Aggression und führen zu Verletzungen oder gar zu Kannibalismus. Wird zum Beispiel das spielerische Erfassen des Schwanzes ernst, so spricht man von *„Caudophagie“*. Das zählt neben dem „zu Tode hetzen“ und Pseudowühlen zu den ernst zu nehmenden Verhaltensstörungen, die durch Platzmangel und Reizarmut gefördert werden. Hält man Ferkel und Mastschweine auf perforierten Metallböden, richten die Tiere ihre Aktivitäten auf Ersatzobjekte aus. Aus Sicht der Verhaltensforschung muss die Umwelt des Nutztieres Schwein so gestaltet werden, dass es eine Beschäftigung ausüben kann. Die gesetzlich geforderte Möglichkeit zur Beschäftigung von einer Stunde täglich ist zumindest für junge Schweine aus Sicht der Verhaltensforschung bereits relativ knapp (BÖHMER UND HOY, 1995).

Die Beschäftigung ist eine altersabhängige Größe (JAKISCH, HESSE UND SCHLICHTING, 1994) und nimmt mit zunehmendem Alter ab. Mastschweine beschäftigen sich mit zunehmendem Alter weniger mit Stroautomaten und mehr mit dem Sozialpartner. Sozialspiele gewinnen immer mehr an Bedeutung, während Solitärspiele immer uninteressanter werden. Nach BEA UND HARTUNG (2001) spielen Mastschweine mit einem Gewicht von 30 – 35 kg in verschiedenen Haltungssystemen deutlich häufiger als 70 – 75 kg schwere Tiere. Ab 110 kg Lebendgewicht nimmt das Spielverhalten nur noch einen sehr geringen Umfang ein. Als Ursachen dafür werden nicht nur die höheren Körpergewichte, sondern auch der abnehmende Bewegungsfreiraum gesehen. Auf Vollspaltenboden in Warmställen bearbeiten sich die Tiere gegeneinander wesentlich häufiger als in der Bucht mit getrennten Klimabereichen.

In den Buchtenwänden angebrachte Spielzeuge können die Funktion des Wühlens nicht ersetzen, denn das Schwein fordert manipulierbare Gegenstände (BOLLMANN, 1991). Scheuerstämme stellen nach Ansicht der Autoren ein sinnvolles Objekt dar. Ketten und Bälle reichen nicht aus, dem Spieltrieb an unbelebten Gegenständen nachzukommen. Als nachhaltige Beschäftigung wird allgemein die Beschäftigung mit Stroh angesehen. Alternativen testen HOY, ZIRON UND ELKMANN (2003) und beschreiben Holz und Metall als preiswert und hygienisch unbedenklicher als Stroh. Geprüft wurden ein Pendelbalken (70 cm langer an der Decke abgehängter Holzbalken), ein Kettenkreuz (zu einem Kreuz zusammengeschweißte Eisenstangen mit daran befestigten Ketten), ein Hebebalken (runder Holzstamm in zwei senkrecht an der Wand befestigten Führungsstangen) oder eine Schiebestange sowie ein an einer Kette befestigter Kanister. Das attraktivste Spielzeug war das am weitesten bewegliche Kettenkreuz. STUBBE, et al. (1999) testen ein neu entwickeltes Beschäfti-

gungsgerät, bestehend aus Vorratsbehälter mit Halmgut, einer Querstange an Ketten im Inneren des Behälters. Durch Rütteln und Ziehen können die Tiere Stroh in die Auffangschale befördern. Das Gerät blieb für die Tiere über den gesamten Mastdurchgang interessant, einfache Ketten werden im Vergleich schnell unattraktiv.

3 Material und Methoden

3.1 Stallbau

Von September 2001 bis März 2002 wurden im so genannten ‚Reststall‘ der Leistungsprüfanstalt (LPA) je ein Versuchsabteil für die Ferkelaufzucht (ca. 2 x 35 Plätze) und für die Schweinemast (ca. 2 x 35 Plätze) eingebaut. Nach der Entkernung der noch vorhandenen Stalleinrichtung wurde die Stalleinrichtung auf den verbliebenen Fußböden mit so genannten ‚Pallmansteinen‘ aufgebaut. Diese Vorgehensweise ist in der landwirtschaftlichen Praxis Ostdeutschlands weit verbreitet und reduziert Baukosten, aber auch die verbleibende Raumhöhe in Köllitsch auf 2,10 m bis 2,35 m. Niedrige Raumhöhen bereiten zumindest in der Schweinemast mit hohen Lufraten lüftungstechnisch grundsätzlich größere Probleme als größere Raumhöhen, weil die im Raum befindliche Luftmenge ein Puffer für hohe Temperaturen und Schadgase ist. In der Ferkelaufzucht ist das nicht in gleichem Maße vorteilhaft, besonders wenn ausschließlich eine Raumheizung und keine Zonenheizung betrieben werden soll. Die Stallwände bestehen aus 5 cm starken und 2,4 m hohen Kunststoffpaneelen und bieten nur eine vergleichsweise geringe Wärmedämmung. Die folgende Abbildung stellt den Aufbau und die Abmessungen der Abteile dar.

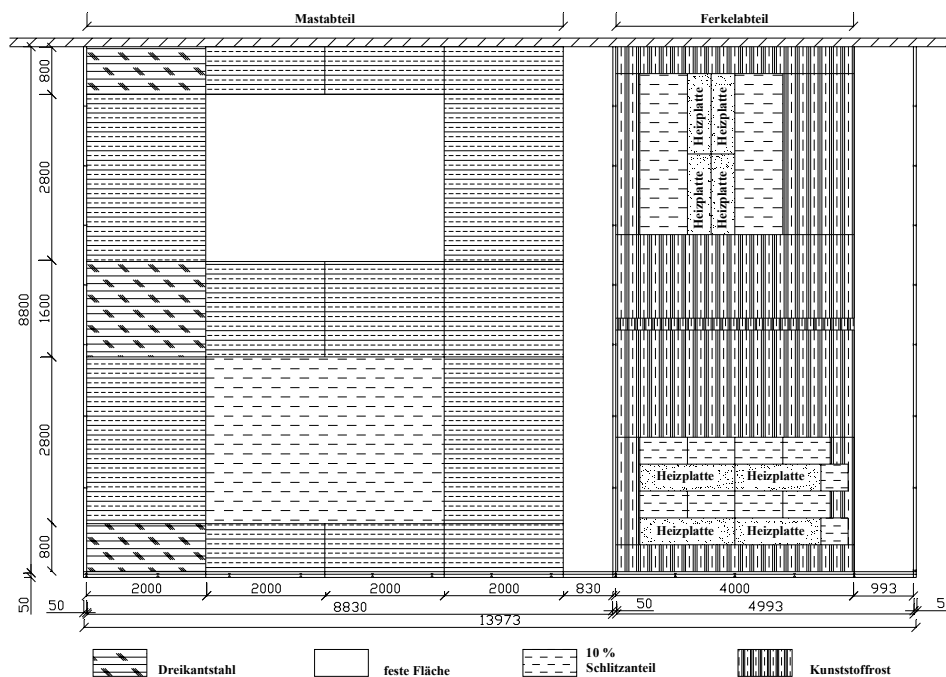


Abbildung 1: Grundriss der Versuchsabteile und Positionierung der Liegeinseln Ferkelaufzucht (rechts) und Schweinemast (links)

Stalleinrichtung zur Unterstützung des Tierverhaltens

Im Aufzuchtbereich sind beide Buchten mit ca. 37 Prozent Liegefläche ausgestattet. Als Festfläche gelten die installierten Wärmeheizplatten (Firma Stallring) sowie Kunststofffußbodenelemente mit reduziertem Schlitzanteil (10 Prozent). Jede Liegefläche beinhaltet vier unterschiedlich angeordnete Ferkelheizplatten (450 * 1.350). Auf der sonstigen Buchtenfläche sind Kunststoffroste mit jeweils normalem Schlitzanteil (36 - 40 Prozent) aufgelegt. Die Lage und Anordnung der einzelnen Elemente sind innerhalb der Buchten verschieden (s. Grundriss) und soll die Tiere neben den Thermoelementen dazu bringen, die Inseln als Liegeflächen anzunehmen. Die Kombination eines Zonen- und Raumheizungssystems in der Ferkelaufzucht soll die Absenkung der Raumtemperatur ermöglichen, so dass auch am Anfang der Ferkelaufzucht über die Minimalluft rate hinaus gelüftet werden kann. Mast- und Aufzuchtbuchten können durch eine bewegliche vordere Buchtenwand in ihrer Geometrie verändert werden, so dass unterschiedliche Platzangebote simuliert werden können.

Das Mastabteil besteht aus zwei Buchten von je 8 m Länge und 4,4 m Breite. Jede Bucht hat einen Liegebereich der ca. 35 Prozent der Gesamtbuchtenfläche ausmacht. In einer Bucht ist der Liegebereich komplett plan befestigt (geschlossene Betonspalten), in der anderen ist der Liegebereich mit sog. Drainspalten mit 10 Prozent Schlitzanteil ausgelegt. Um die Insel herum besteht der Bodenbelag aus handelsüblichen Betonspalten mit maximal 14 Prozent Schlitzanteil. Der als Kotbereich vorgesehene Buchtenbereich (rechter und linker hinterer Bereich jeder Bucht) ist mit Dreikant-Stahlrosten ausgelegt, die jeweils 80 cm tief und 2 m lang sind. Im Bereich des Dreikantstahls sind auch die Tränken angebracht. Überlaufendes Tränkwasser erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass diese Zone als Kotplatz angenommen wird. Die Trennwände im hinteren Viertel der Mastabteile (Kotbereich) bestehen aus Gittern, so dass die Schweine die Artgenossen in der Nachbarbucht sehen können. Dadurch sollen insbesondere die Börgen dort ihren Harn absetzen, was als Art Reviermarkierung gesehen werden kann. Die kühle Zuluft wird über Rieselkanäle über den Kot- und Aktivitätsbereich geführt und führt dadurch zu den gewünschten eher kühlen Stallbereichen. Die Abluft wird mittels Unterdrucklüftung über Deckenabluftkamine, die mit Ventilatoren ausgestattet sind, abgeführt. Über Gas-Heißluft-Kanonen können die Abteile beheizt werden. Diese korrespondieren mit dem Klimacomputer, so dass eine effiziente Klimaregelung zumindest bei niedrigen Außentemperaturen erfolgen kann. Zur Fütterung kommen Rohrbreiautomaten (AP-Swing) zum Einsatz, welche über den einfachen Futterdosiermechanismus einen sicheren Betrieb auch in der Ferkelaufzucht versprechen.

Entmistung

Als Güllesystem wurde ein sog. Wannensystem erstellt. Hierbei sind die Kanäle sehr flach und einfach zu erstellen. Grundsätzlich werden die einzelnen Wannen bei zum Teil geschlossenen Fußböden sehr unterschiedlich mit Gülle gefüllt, so dass sich die maximale Güllelagerungszeit unter dem Stallfußboden reduziert. Auch variierte die beobachtete Trockensubstanz der Gülle in

den einzelnen Kanälen. Hier sind miteinander korrespondierende Systeme (Gülle Keller, Wechselstauverfahren) vorteilhafter. Die erstellten Güllewannen sind nur 40 cm tief und 2 m breit. Letzteres ergibt sich aus der Breite der Spaltenbodenelemente. Sinnvoll ist hier die Entwicklung der Spaltenbodenhersteller, alle Elemente mit den gleichen Normmaßen auszustatten, so dass eine hundertprozentige Kompatibilität gegeben ist. So können die Festflächen räumlich oder größenmäßig verändert werden. Alle verwendeten Spaltenbodenelemente sind 40 cm breit. Zum Entleeren der Güllewannen werden die abdichtenden Stöpsel gezogen, so dass die Gülle über ein darunter liegendes 250 mm PVC-Rohr abfließen kann. Dieses mündet in eine Vorgrube. Zur rückstandsfreien Entleerung bzw. zur Sicherung einer ausreichenden Fließgeschwindigkeit der Gülle ist es wichtig ist, dass die Vorgrube groß genug ist und zumindest den Inhalt einer ganzen Wanne aufnehmen kann.

Aufbau und Variation der Liegeinseln

Beide Liegebereiche befinden sich als Inseln mitten in der Bucht. Für den zweiten Mastdurchgang wurde die komplett plan befestigte Liegeinsel um 3 - 5 cm erhöht und mit einem Gefälle von ca. 3 Prozent ausgestattet. In der weiteren Versuchsdurchführung (Durchgang 3) ist auch die Liegefläche der zweiten Bucht erhöht und mit einem Gefälle von 3 Prozent verlegt worden. Die Insel setzt sich hier aus drei Varianten Spaltenboden (mit 10 - 13 Prozent Schlitzanteil sowie Ökospaltenboden mit einem Schlitzanteil von weniger als 10 Prozent) zusammen. In der Bucht 1 wurden im dritten und vierten Durchgang zur Hälfte die geschlossenen Betonteile gegen Kunststoffspaltenboden (Schlitzanteil ≤ 10 Prozent) ausgetauscht (Abb. 2). Die Varianten 1 bis 3 befinden sich in der Bucht 2, Variante 4 und 5 in der Bucht 1.

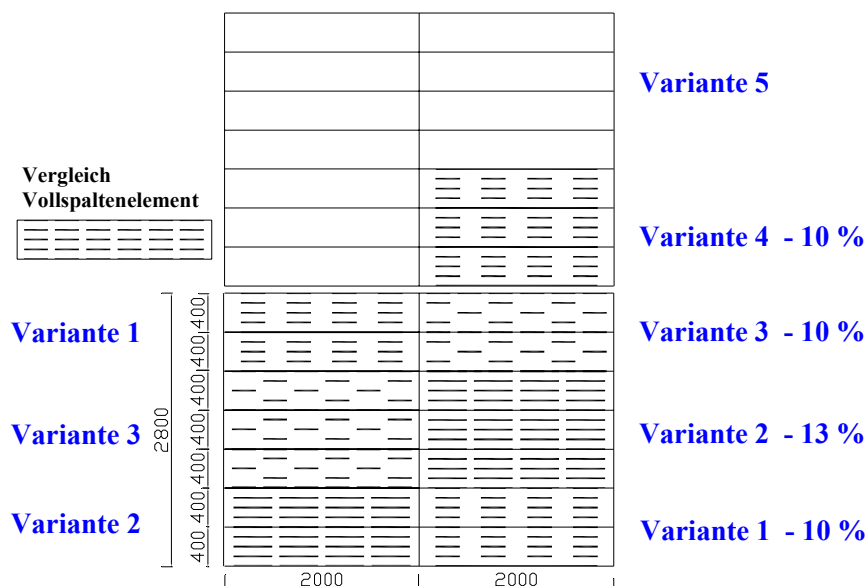


Abbildung 2: Verlegeplan der Spaltenbodenelemente

Mit dieser Verlegung sollen die Draineigenschaften bzw. Akzeptanz verschiedener Materialien überprüft werden.

Während des Projektes wurde die ursprünglich eingerichtete Standardbucht in der Schweinemast weiterentwickelt, während die Buchten in der Ferkelaufzucht in der ursprünglich eingerichteten Form belassen wurden. Auch aufgrund der vergleichsweise geringen Probleme in der Ferkelaufzucht mit der Festflächenverschmutzung (Kotmenge, Kotkonsistenz, Bewegungsaktivität der Ferkel) haben sich die vorgesehenen Liegeflächen im Gegensatz zur Schweinemast von Anfang an bewährt. Im Rahmen der Weiterentwicklung der Mastbuchten entstand als Endprodukt verschiedener Umbaumaßnahmen die in der folgenden Abbildung dargestellten Buchtentypen, die letztendlich eine praxisrelevante Bauform darstellen.

Für die Durchgänge 5 und 6 wurden in der Mastbucht 1 mittig auf der Liegeinsel Holztrennwände montiert und die Bodenelemente weiter variiert. Damit entstanden vier Liegekojen gleicher Abmessungen mit unterschiedlichen Materialien bzw. Draineigenschaften (Abb. 3).

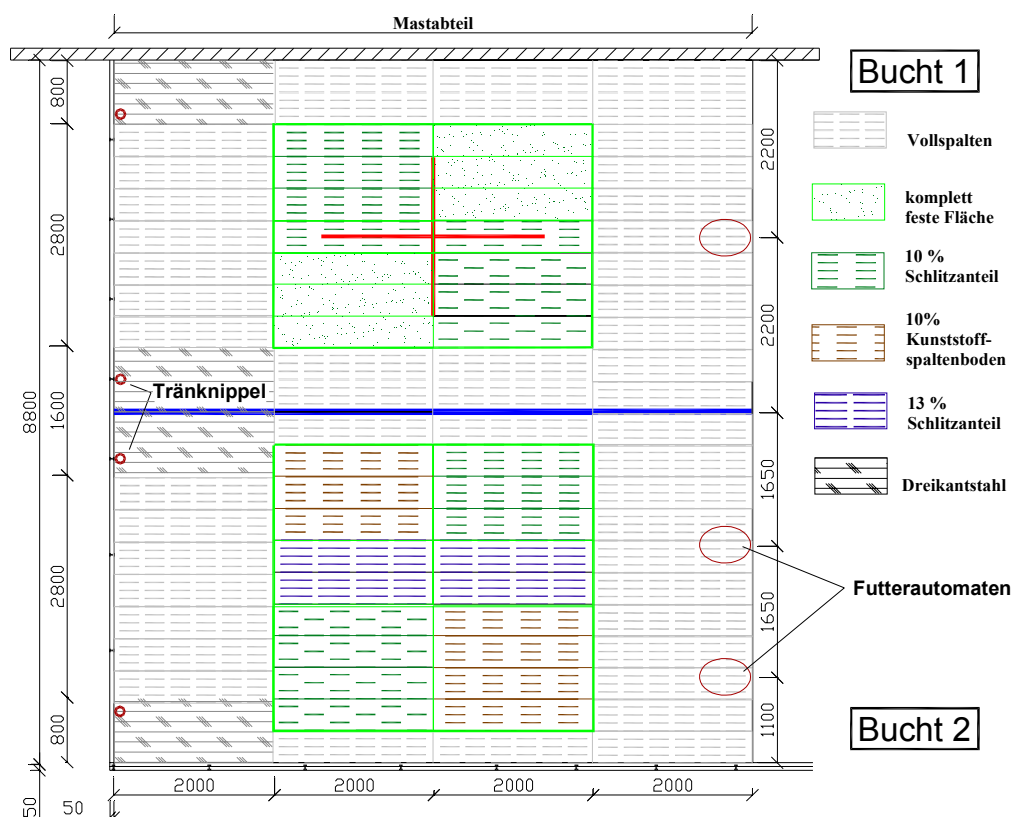


Abbildung 3: Grundriss der entwickelten und erprobten Schweinemastbuchten

Wie in den vorangegangenen Durchgängen wurden die Bodenelemente mit einem Gefälle verlegt. In der Bucht 2 entstanden durch die Auftrennung der Insel zwei Liegebänder. Diese Liegebänder bestehen aus Spaltenbodenelementen mit 10 Prozent Schlitzanteil und sind ebenfalls mit einem Gefälle von 3 Prozent verlegt. In den darauf folgenden Durchgängen 7 und 8 wurden die Varianten der Liegeinseln zwischen den beiden Mastbuchten getauscht, die Bodenelemente auf der Insel wurden gleichzeitig um 180° gedreht, um die Materialeigenschaften von den Eigenschaften der Position des Fußbodenelementes auf der Insel bzw. Liegeband statistisch trennen zu können.

3.2 Untersuchungen in Köllitsch

Für den Versuch wurden in der Mast acht, in der Ferkelaufzucht sieben Durchgänge (Tabelle 3) zu je 70 Ferkeln (35 Tiere je Bucht; Säugezeit ca. 28 Tage) mit Drei-Rassen-Kreuzungsprodukten (Pi*(DE*DL)) aus dem Lehr- und Versuchsgut Köllitsch eingestellt.

Tabelle 3: Ein- und Ausstallungstermine der Versuchsdurchgänge

Durchgang	Flatdeck	Mast
1	15.04.02 – 04.06.02	04.06.02 – 07.10.02
2	19.08.02 – 15.10.02	15.10.02 – 10.02.03
3	13.01.03 – 04.03.03	04.03.03 – 07.07.03
4	10.06.03 - 30.07.03	30.07.03 – 17.11.03
5	-	04.02.04 – 07.06.04
6	19.04.04 – 15.06.04	15.06.04 – 04.10.04
7	13.09.04 – 04.11.04	04.11.04 – 14.03.05
8	28.02.05 – 20.04.05	20.04.05 – 29.08.05

Die Ferkel des jeweils folgenden Durchganges wurden in die Aufzucht zeitlich so eingestellt, dass diese in den Mastbereich nach ca. einer Woche Servicezeit (Reinigung und Desinfektion) zur Verfügung standen. Aufzucht und Mast verliefen so für ca. vier Wochen zeitlich parallel. Das maximale Platzangebot im Flatdeck betrug 0,5 m²/Tier und im Mastbereich von ca. 1,0 m²/Tier.

3.2.1 Biologische Leistungen

Zur Ermittlung der Tageszunahmen wurden in den einzelnen Durchgängen und an den nachstehend aufgeführten Haltungstagen Tierwägungen durchgeführt:

- am 23. Tag der Aufzucht > erste Zwischenwägung,
- am 50. Haltungstag > Umstallen in den Mastbereich,
- am 50. Haltungstag in der Mast > Zwischenwägung,
- sowie vor den Ausstallungen am 91., 105. und 120. Haltungstag in der Mast (Schlachtgewicht).

Zur Bestimmung des Futteraufwandes je Bucht wird die tägliche Futtereinwaage dokumentiert und mit den mittleren Haltungstagszunahmen verrechnet. Der Futteraufwand konnte somit nur als Gruppenmittelwert dargestellt werden. Die Anzahl verendeter Tiere wurde dokumentiert. Im Einzelfall wurde auch die Verlustursache durch Laboruntersuchung ermittelt.

3.2.2 Tierverhalten und Beschäftigung

Zur Darstellung der Liegeflächenakzeptanz bzw. des Eliminationsverhaltens der Ferkel bzw. Mast-schweine erfolgte werktäglich eine Bonitur der Teilflächen zum Verschmutzungsgrad. Dazu wurde die Buchtenfläche im Flatdeck in ein Raster zu je 100 Quadraten unterteilt (Abb. 4).

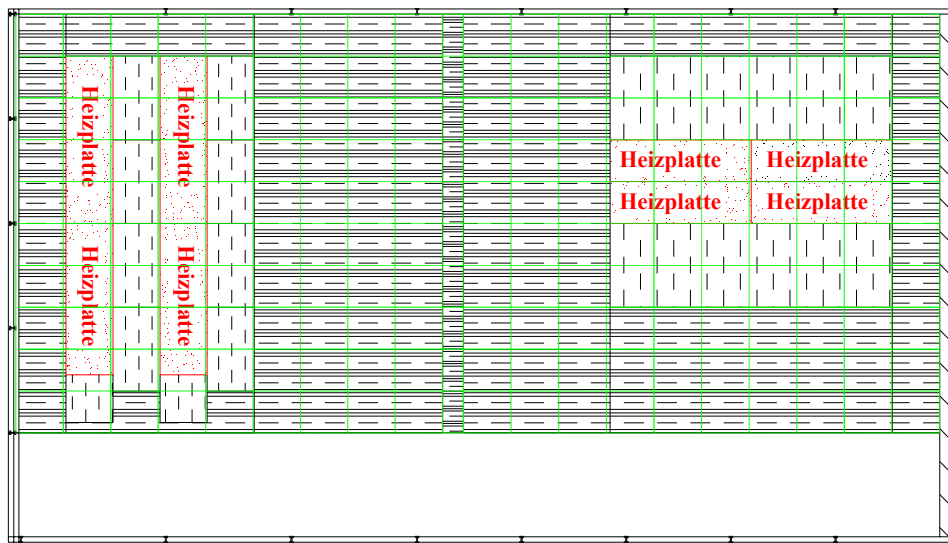


Abbildung 4: Raster der Buchtengrundfläche in der Ferkelaufzucht

Der Grad der Verschmutzung wird in drei Abstufungen bonitiert. Stufe 1 steht dabei für nicht verschmutzt, Stufe 2 für wenig verschmutzt und Stufe 3 stark verschmutzt. Konnte die Verschmutzung nicht eindeutig in die drei Stufen eingeordnet werden, wurde ein mittlerer Wert berechnet.

Die bonitierte Rasterfläche im Flatdeck wird für die Auswertung wie folgt zusammengefasst:

- Randbereich außen
- Liegebereich Wärmeplatten bzw. Kunststoffboden
- Bereich Buchtentrennwand (unterteilt in Ecke hinten; Ecke vorn und Mitte)
- Fressbereich
- hintere Wand
- an die Liegefläche anschließender Bereich
- verbleibender Restbereich.

Der Untersuchung des Aufzuchtbereiches entsprechend wurde die Bonitur im Mastbereich durchgeführt. Die Abbildung 5 zeigt das Boniturraster in der Mast.

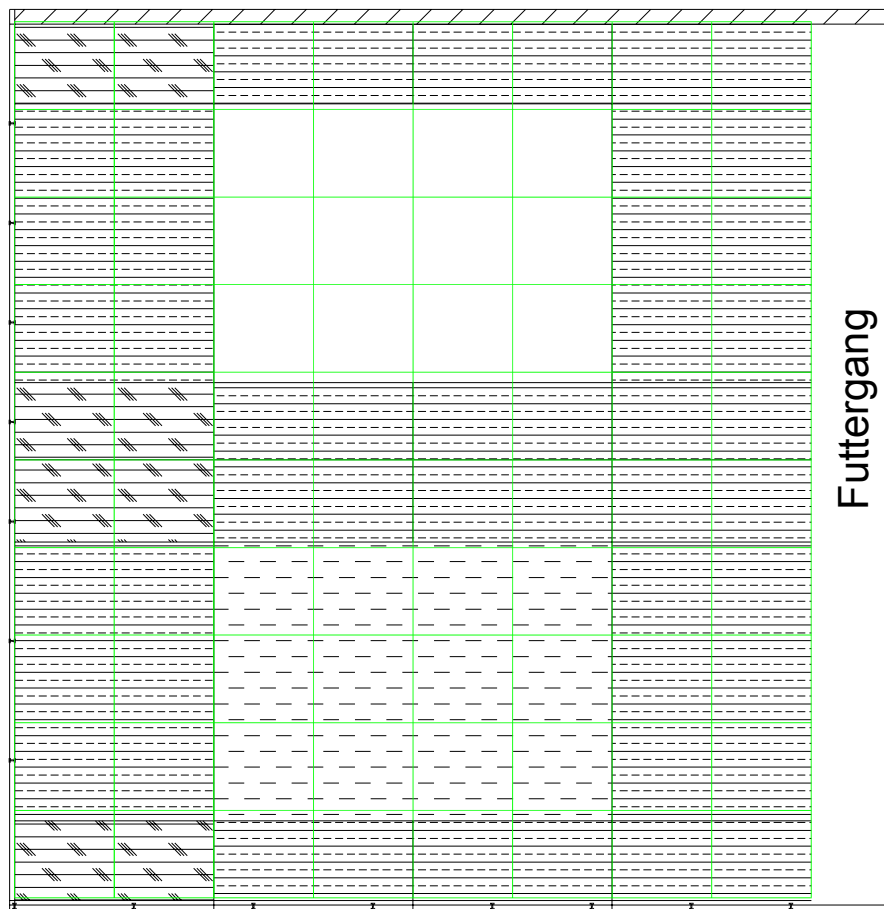


Abbildung 5: Raster zur Bonitur der Verschmutzungen im Mastbereich

Die bonitierte Rasterfläche in der Mast wird für die Auswertung wie folgt zusammengefasst:

- Liegebereich Mitte
- Liegebereich Rand
- Kotbereich Guss
- Kotbereich Beton
- Fressbereich
- Randbereich Mitte
- Randbereich außen.

Im Mastdurchgang 3 wurden neben den o. a. Bereichen auch die verschiedenen Varianten (Variante 1 – 5) Spaltenböden auf den Liegeinseln beurteilt (siehe Verlegeplan Abb. 2). In den Durchgängen

gen 5 bis 8 (Abb. 3) wurde zur Bonitur der Buchtengrundfläche die Verschmutzung bzw. Belegung der einzelnen Elemente je Bereich gewertet.

Die Akzeptanz der vorgesehenen Funktionsbereiche, das Sozial- und Komfortverhalten der Tiere und die Beschäftigung mit Spielgeräten wurden über Videoaufzeichnungen analysiert.

Dazu erfolgten Aufnahmen an den in Tabelle 4 angegebenen Haltungstagen über je 24 Stunden im Flatdeck bzw. in der Mast.

Tabelle 4: Termine der Videoaufnahmen nach Haltungstagen

	Flatdeck	Schweinemast
Haltungstag	nach dem Einstallen über 2 - 3 d	nach dem Einstallen über 2 d
	9	52
	17	59
	24	62
	30	73
	39	87
	45	101
		106
		115
		138
nach 1. Schlachtung		149
nach 2. Schlachtung		163

Zeitgleiche Aufnahmen waren nur im zweiten Durchgang möglich, im Durchgang 1 und 3 musste die Kamera wechselseitig eingesetzt werden. Die Aufnahmen erfolgten also zeitnah in der Abfolge von 24 Stunden.

Als Beschäftigungsgeräte kamen handelsübliche *Spielbälle* (mit Geräuschen), ein sog. *porky swing*, und *Scheuerbäume* sowie eine eigene Konstruktion (Abb. 6) zum Einsatz. Im Flatdeck wurden den Ferkeln die von der Firma Ikadan vertriebenen sog. ‚bite-rites‘ (Abb. 6) angeboten.



Abbildung 6: Eigene Konstruktion (links) und handelsübliche bite-rites

Zur Auswertung der Beobachtungen wird die Zahl der Tiere in Ruhe und Aktivität im 40-Minuten-Takt nach folgender Einteilung erfasst:

- 1.) **Ruhe** (Liegen) auf
 - a) der Heizung
 - b) schlitzreduziertem Kunststoffboden
 - c) Kunststoffspaltenboden
bzw.
 - d) der Liegeinsel (Mitte bzw. Rand)
 - e) Kotbereich (Guss bzw. Beton)
 - f) Randbereich
 - I - Randbereich Mitte
 - II - Randbereich Stallwand
 - g) Fressbereich
- 2.) **Aktivität**
 - a) fressen
 - b) trinken an separater Tränke
 - c) spielen mit Beschäftigungsgeräten
(im Mastabteil unterteilt:
 - I - eigene Konstruktion
 - II - porky-swing
 - III - Spielball 1
 - IV - sog. Scheuerbaum im dritten Durchgang)
 - d) spielen mit dem Sozialpartner
 - e) kämpfen aggressiv (Flankenbeißen)
 - f) stehen bzw. laufen

Die Anzahl Tiere in Ruhe oder Aktivität wurde manuell ausgezählt. Es wurde versucht, in den einzelnen Punkten der Ruhe jeweils in eine Bauch- oder Seitenlage der Tiere zu differenzieren, um Hinweise auf den Entspannungsgrad der Tiere und damit auf die Artgerechtigkeit des Buchtenaufbaus zu bekommen.

3.2.3 Stallklima und Schadgasmessung

Versuchsbegleitend werden ab Datum der Einstellung fortlaufend über Messdosen (Tinytalks), welche unmittelbar über dem Liegebereich jeder Bucht positioniert sind, Luftfeuchte und Temperatur gemessen. Im zeitlichen Zusammenhang mit der Buchtenbonitur werden die Außen- und Innentemperaturen vom Klimacomputer gelesen und dokumentiert.

Schadgasmessungen über ‚Multi-gas-monitoring‘ wurden ab dem zweiten Mastdurchgang durchgeführt. Dazu wird eine Probe der Stallluft ca. einen Meter über der Liegefläche abgezogen. Vorerst wurden an den Haltungstagen laut Tabelle 3 ca. fünf Messwerte je Schadgas (NH₄, Lachgas, CO₂, Methan) und Wasser erfasst und gemittelt. Im dritten Mastdurchgang konnten die Messungen als Verlaufsmessungen über 24 Stunden an den in Tabelle 6 angeführten Haltungstagen durchgeführt werden.

Im Rahmen des Projektes wurde das Emissionsverhalten der verschiedenen Fußböden ermittelt. Stallfußböden stellen passive Flächenquellen dar. Messungen auf passiven Flächenquellen sind kompliziert, da sich der Abluftvolumenstrom nicht direkt ermitteln lässt. Die Methodik der Emissionsmessungen orientiert sich deshalb an den Vorgaben des Entwurfs der VDI-Richtlinie 3475 Blatt 1. Es wurde die direkte Methode, bei welcher aktiv ein Volumenstrom in einer Messkammer erzeugt wird, gewählt.

Tabelle 5: Termine der Einzelmessungen für Schadgase nach Haltungstagen

	Bucht 1 und 2
Haltungstag	49 - 53
	56 - 58
	64 - 67
	84 - 88
	92 - 95
	98
	100 - 102
	105 - 109
	112 - 116

Tabelle 6: Termine der Verlaufsmessung für Schadgase nach Haltungstagen

	Bucht 1	Bucht 2
Haltungstag	87 - 88	88 - 89
	89 - 90	90 - 91
	113 - 114	114 - 115
	115 - 116	116 - 117

Die Abmessungen der für die Messungen verwendeten Haube wurden allerdings um den Faktor 10 verkleinert, weil die Technik auf kleinen Flächen bei Anwesenheit der Tiere im Stall eingesetzt wurde. Ein Vergleich der Kenndaten ist in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Kenndaten der Messhauben

	im Versuch eingesetzte Messkammer	Vorgaben der VDI-Richtlinie 3475
Messfläche	0,1 m ²	1 m ²
Volumenstrom	20 m ³ /h	150 – 180 m ³ /h

Gasanalytik

Im Ausströmbereich der Messhaube wurde die Konzentrationen an Ammoniak, Lachgas, Kohlendioxid und Methan mit dem Multigasmonitor 1312 der Firma Innova Airtech Instruments gemessen.

Versuchsaufbau

Weil die verschiedenen Fußböden in einem Abteil installiert wurden, mussten zur Charakteristik des Emissionsverhaltens Flächenmessungen durchgeführt werden. Die oben beschriebene Messhaube wurde zu diesem Zweck für die Dauer von 15 Minuten auf die einzelnen, zu charakterisierenden Flächen aufgesetzt. Als Randparameter wurden die Temperaturen und relative Luftfeuchte im Stall, die Lüftungsraten und die Befüllung des Güllekanals erfasst. Die Lüftungsraten wurden während eines Messdurchganges relativ konstant gehalten.

Für die Messungen wurde in Anlehnung an maximal zu akzeptierende Luftgeschwindigkeiten im Tierbereich eine Strömungsgeschwindigkeit in der Messkammer von 0,5 m/s erzeugt.

3.3 Untersuchungen in der Mastanlage Streuen

Im Rahmen der Untersuchung wurden die drei Buchtentypen in jeweils zwei Stallanlagen über zwei Mastdurchgänge von Juli 2004 bis April 2005 in wöchentlichen Abständen im Hinblick auf die Buchtensauberkeit und das Tierverhalten evaluiert. Zeitgleich wurden auf die einzelnen Mastbuchten bezogene Parameter des Stallklimas erfasst. Stallklima- und Verhaltensparameter wurden miteinander verrechnet.

3.3.1 Buchtenaufbau

Im Rahmen der Rekonstruktion der Ställe entstanden durch unterschiedliche Integration der Bewirtschaftungsgänge sowie durch Anordnung des Sensortroges drei verschiedene Buchtentypen (Abb. 7 - 9). Die absolute verfügbare Buchtenfläche war vergleichbar. Die Lüftung der Stallanlagen erfolgte einheitlich über eine gesteuerte Unterdruckzwangsentlüftung. Die Zuluftführung erfolgte über Rieselkanäle, die jeweils über der ‚großen Festfläche‘ (Position 5 u. 6) in Stallängsrichtung geführt werden.

Tabelle 8: Flächenabmessungen der Buchtengrundfläche nach Umbau

Buchtentyp	Buchtenfläche			Festfläche	
	Gesamtfläche m ²	Anzahl Schweine	m ² /Schwein	abs. m ²	rel. %
1	20,8	23	0,90	8,2	39,5
2	20,6	23,5	0,88	8,3	40,4
3	20,4	22,5	0,91	8,6	42,2
Mittel	20,6	23	0,90	8,4	40,1

Mit durchschnittlich 40 Prozent Festfläche war also jeweils fast die Hälfte der Bucht komplett geschlossen. 60 Prozent der Bucht waren jeweils zur Hälfte mit handelsüblichem Vollspaltenboden aus Beton oder mit Gusspaltenboden aus dem ehemaligen Typenprojekt ausgestattet. Die Edelstahltröge der Sensorfütterung waren jeweils in der Buchtentrennwand integriert. Jede Bucht wurde in acht Planquadrate eingeteilt und getrennt hinsichtlich Tierbesatz und Verschmutzung bonitiert.

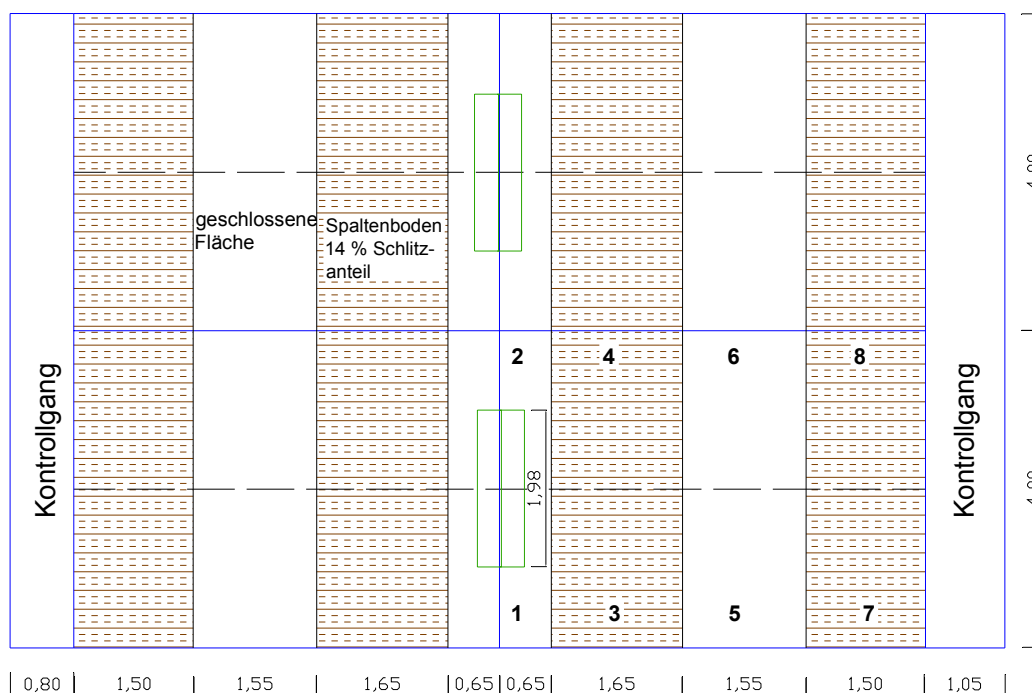


Abbildung 7: Buchtentyp 1, Stall 1 und 11

Beim Buchtentyp 1 steht der Sensortrog mittig auf der kleinen der beiden Festflächen in der Mitte der Buchtentrennwand. Die Bewirtschaftungsgänge gehen außen um die Buchten herum, so dass die kleinere der beiden Festflächen die einzige randständige Festfläche darstellt. Dagegen steht beim Buchtentyp 2 der Sensortrog auf der großen der beiden Festflächen und überragt diese um etwa 20 cm zu beiden Seiten.

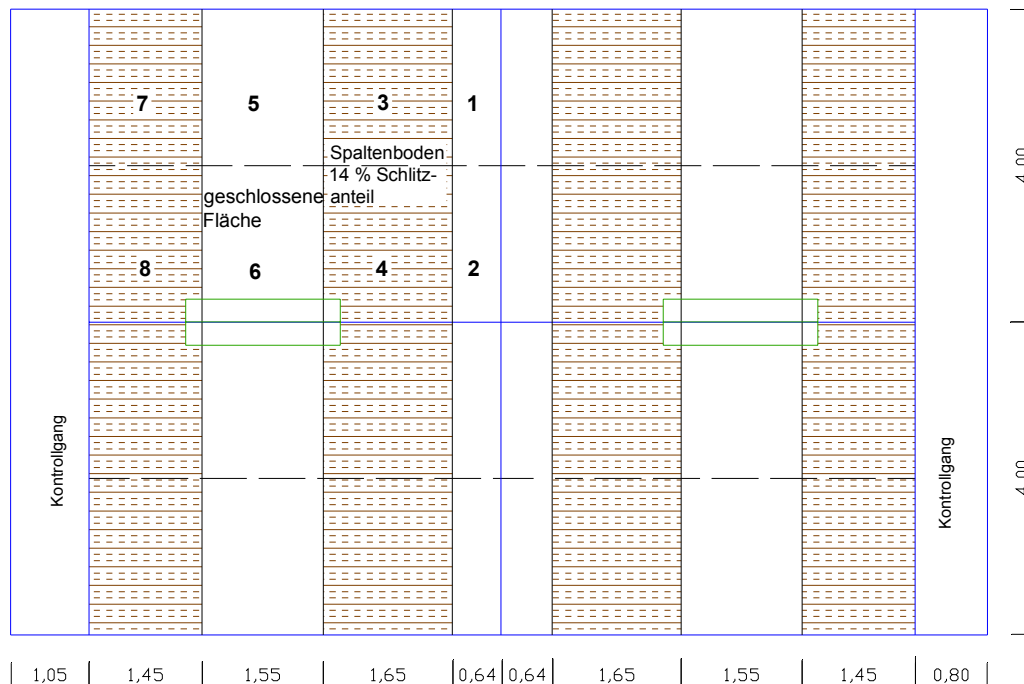


Abbildung 8: Buchtentyp 2 (Stall 8 und 17)

Buchtentyp 1 und 2 unterscheiden sich lediglich durch die Anordnung der Tröge. Beim Buchtentyp 3 dagegen ist der Kontrollgang in der Mitte des Stallabteils angeordnet. Die außenseitigen ehemaligen Bewirtschaftungsgänge sind in die Buchten integriert, so dass an den Wandseiten komplett geschlossene Fußbodenabschnitte entstehen.

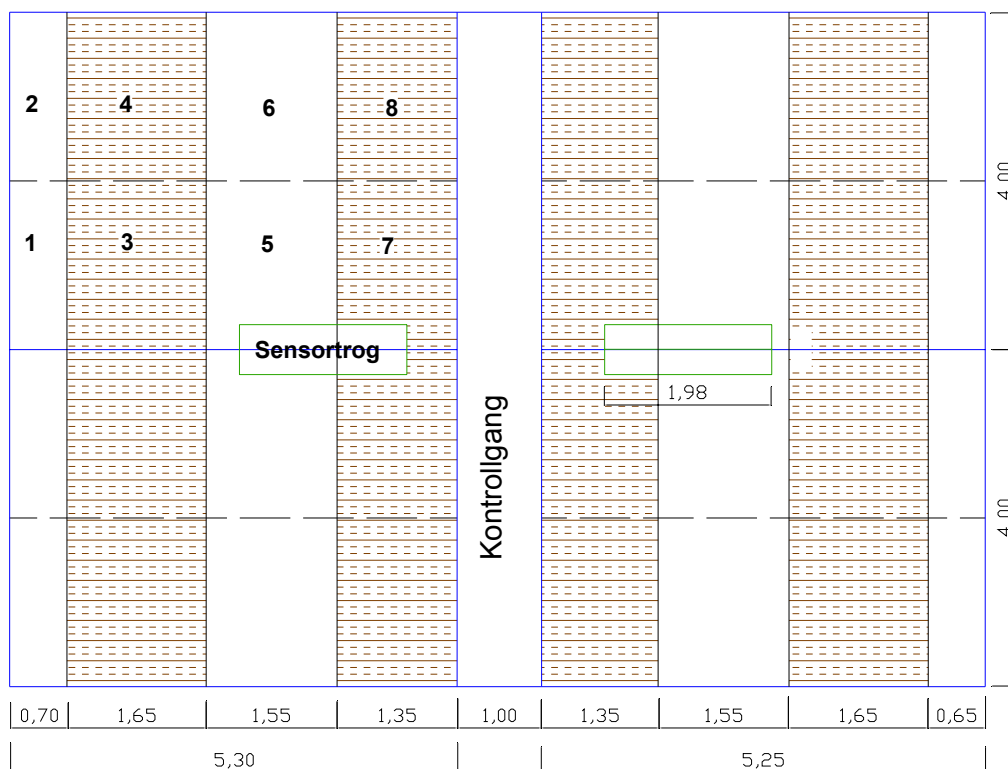


Abbildung 9: Buchtentyp 3 (Stall A1;4 und B1;4)

Der Sensortrog steht beim Buchtentyp 3 zu etwa zwei Dritteln auf der Festfläche und zu einem Drittel auf dem Spaltenboden. Die Tränken sind in allen Buchtentypen beidseitig neben dem Trog angebracht.

Die untersuchten Buchten wurden entsprechend ihrer Lage im Stall bzw. zueinander ausgewählt. Je Abteil (Stall) sind jeweils 19 Buchten und eine Krankenbucht vorhanden. Von den 19 Buchten eines Abteils wurden jeweils acht Buchten (Abbildung 10) ausgewählt und untersucht. Die Anordnung der untersuchten Buchten im Abteil und die Anordnung der Abteile in den beiden Anlagen zeigt die folgende Abbildung.

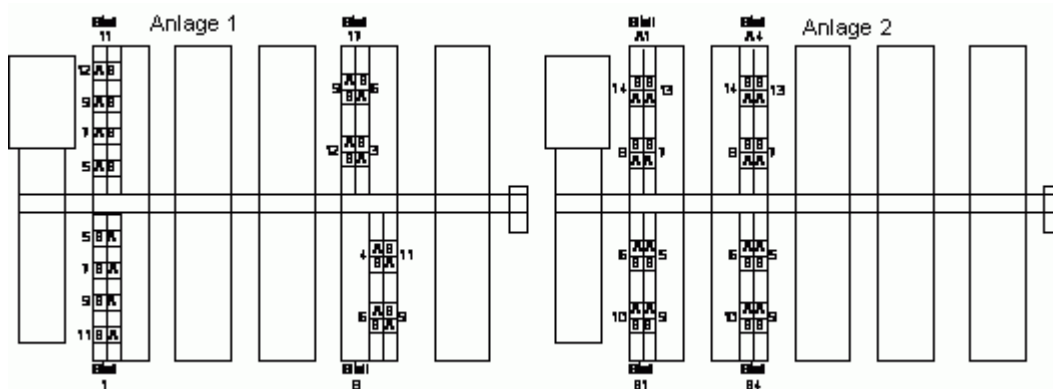


Abbildung 10: Grundriss der Anlage und Einordnung der untersuchten Buchten

3.3.2 Untersuchungen zur Akzeptanz der Liegeflächen

Die Akzeptanz der Liegeflächen wurde über den Zeitraum vom 15.07.04 bis zum 13.04.05 im Rahmen von zwei Mastdurchgängen durch wöchentliche Bonitur der Buchtengrundfläche hinsichtlich Verschmutzung und Belegung durchgeführt. Parallel dazu erfolgten Messungen zur relativen Luftfeuchte, Temperatur, Luftgeschwindigkeit im Tierbereich sowie Messungen zu den Lichtverhältnissen. Die Ställe wurden in der Regel in gleicher Reihenfolge, ab ca. 8.30 Uhr beginnend mit Stall 1, bonitiert. Die Dauer der Bonitur und der Messungen je Stall betrug ca. 30 Minuten. Die Buchtengrundfläche wurde dazu in ein Raster zu acht Teilflächen unterteilt. Diese wurden in der Reihenfolge 1 - 8 bewertet. Die Teilflächen 1 und 2 sowie 5 und 6 sind jeweils die geschlossenen Flächen (Abbildung 7 - 9). Insgesamt wurden 2.117 Buchten in acht Planquadraten bonitiert und miteinander verrechnet.

Die Belegung der Teilflächen wird über einen Boniturschlüssel in den Stufen 1 bis 3 bonitiert; dabei steht die Stufe 1 für nicht und die Stufe 3 für dicht belegt (Haufenbildung).

Der Verschmutzungsgrad wird analog in den Abstufungen 1 bis 3 beurteilt, wobei die Stufe 1 für eine saubere Fläche und die Stufe 3 für eine stark verschmutzte steht. Die Hauptkategorien wurden in jeweils 5 Unterkategorien wenn möglich unterteilt (1,2; 1,4 usw.). Alle Daten wurden von einer Person erfasst. Zur Auswertung der biologischen Leistungen und des Gesundheitsstatus der Tiere wurden an den Boniturtagen die Anzahl der Tiere je Futterventil (je Futterventil zwei Buchten) und somit die eventuellen Tierzahländerungen festgehalten. Die Entwicklung der Lebendmasse (Gewicht am entsprechenden Haltungstag und MTZ) konnte ebenso wie die Futterverwertung je Ventil ausgewertet werden. Die Daten wurden aus dem betriebseigenen Computerprogramm handschriftlich entnommen. Auffällige Gesundheitsprobleme wie starker Husten und/oder Durchfall wurden als Anmerkungen zur jeweiligen Bucht mit aufgenommen.

3.3.3 Stallklimamessungen (Luftfeuchte, Temperatur), Licht und Luftbewegung über dem Liegebereich

Die Stallklimamessungen wurden auf die jeweilige Mastbucht bezogen, in der auch das Tierverhalten bonitiert wurde. Dazu wurde die relative Luftfeuchte %, Temperatur °C, Luftgeschwindigkeit m/sec und die Lichtverhältnisse als „Punktmessungen“ mittig (vom Kontrollgang) im vorderen Drittel der Bucht durchgeführt. Relative Luftfeuchte und Temperatur wurden mit dem Feuchte- Messgerät „testo 625“ mit separatem Feuchte-/ Temperaturfühler erfasst. Die Luftgeschwindigkeit im Tierbereich wurde mit dem „ALMEMO“- Messgerät mit Flügelrad festgestellt. Die Lichtverhältnisse in der Mastbucht wurden mithilfe einer Luxsonde in Kopfhöhe der Schweine in den untersuchten Buchten durchgeführt.

3.4 Mathematisch-statistische Auswertung

Die mathematisch-statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programmpaket SPSS. Die gemessenen bzw. ermittelten Parameter wurden nach folgendem Modell ausgewertet:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

y_{ijk}	=	Messwert des untersuchten Merkmals für das ij-te Tier
μ	=	Mittelwert für das untersuchte Merkmal
α_i	=	Effekt der Buchtenausstattung
β_j	=	Durchgangseffekt
ε_{ijk}	=	Restfehler

Eine Prüfung der Signifikanz von gefundenen Unterschieden erfolgte für ein Signifikanzniveau von $p < 0.01$.

4 Ergebnisse und Diskussion

Aufgrund der Komplexität der Ergebnisse erfolgt deren Darstellung und Diskussion als Einheit.

4.1 Versuchskritik und Einordnung der Ergebnisse

Der Stallumbau war Bestandteil des Projektes und hat, gemessen an der gesamten Laufzeit des Projektes, einen vergleichsweise langen Zeitraum in Anspruch genommen. Nicht zuletzt deshalb musste eine Verlängerung des Projektes vorgenommen werden. Die Erstellung einer standardisierten Haltungsumwelt ist aber absolut erforderlich, um die nur schwach ausgeprägten Faktoren, die das Tierverhalten in gewünschter Richtung steuern, zu qualifizieren und zu quantifizieren. Der Stallbau sollte aber die bislang bekannten Elemente zur Steuerung des Tierverhaltens berücksichtigen und umsetzen. Wie im Weiteren gezeigt wird, ist das auch zumindest teilweise gelungen. Um darüber hinaus gehende Faktoren in ihrer Wirkung noch genauer herauszuarbeiten, dürfen diese nur einzeln variiert werden. Darauf musste im hier vorliegenden Bericht zum Teil verzichtet werden, weil das Ziel der Arbeit war, praktikable Lösungsvorschläge zu erarbeiten und in der kurzen Zeit möglichst viele der komplex angelegten Einflussfaktoren auf das Tierverhalten abzusichern.

Die Anzahl der zunächst durchgeführten ersten drei Durchgänge in der Ferkelaufzucht und Schweinemast waren die absolut untere Grenze, um zu einer Einschätzung der Situation zu kommen. Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse wurden bauliche Veränderungen vorgenommen, um eine Verbesserung der möglichen Beeinflussung des Tierverhaltens zu erreichen. Auch die hier gewonnenen Erkenntnisse gelten streng genommen nur für die hier verwendeten Baukörper, weil deren physikalische Eigenschaften sich von anderen unterscheiden. Deshalb war auch eine ebenso aufwändige Praxisüberprüfung dringend erforderlich. In beiden untersuchten Baukörpern zeigte sich, dass die Schweine die daraus resultierenden Unterschiede im Raumklima innerhalb eines Stalles sehr wohl wahrnehmen. Trotzdem ist eine Übertragbarkeit der Ergebnisse bzw. ein Vergleich mit den Verhältnissen in anderen Typanlagen in Sachsen nicht zu 100 Prozent gegeben. Außerdem konnte aufgrund der Anpassung an bauliche Gegebenheiten keine völlige Gleichgestaltung der Buchten erfolgen. Trotzdem war es möglich, sich über die Korrelationsanalyse den Faktoren, die das Tierverhalten steuern auch quantitativ zu nähern und so z. B. eine für den Stallbau wichtige Rangierung zu realisieren.

4.2 Ergebnisse der Praxisuntersuchungen in der Schweinemastanlage Streumen

Durch eine unterschiedliche Zuordnung von ehemaligen betonierten Bewirtschaftungsgängen und Verlegung von Spaltenbodenelementen aus Beton und Gusseisen sind drei verschiedene Buchtentypen entstanden, die das Tierverhalten z. T. signifikant beeinflussen. Das Ziel des Buchtenaufbaus ist, diesen so zu gestalten, dass die undrainierten Fußbodenbereiche (große und kleine Festfläche = Buchtenabschnitte 5 - 6 sowie 1 - 2) mit möglichst hoher Sicherheit als Liegeflächen und die

drainierten Spaltenbodenbereiche als Kotflächen angenommen werden. Diese Sicherheit hängt mit der Raum- und der Oberflächentemperatur der Spaltenböden bzw. Festflächen zusammen (HUYNH, et al., 2005) und ist unter Warmstallbedingungen im Zusammenhang mit der Schichtung der Temperatur (Temperaturgefälle) in der Bucht zu sehen. Nur so ist ein größerer Einfluss des Außenklimas im Vergleich zum Innenklima im Hinblick auf das Tierverhalten zu erklären (Abb. 11). In Abhängigkeit vom verfügbaren Platzangebot und den Temperaturverhältnissen trennen Schweine zwischen Liege- und Kotplätzen (HACKER, et al., 1994; AARNIK, et al., 1997, 2001). Die Korrelation zwischen der Verschmutzung der großen und kleinen Festflächen beträgt in der vorliegenden Untersuchung hochsignifikant - **0,5**. Die große Festfläche ist umso sauberer, je schmutziger die kleine Festfläche ist und umgekehrt. Kotstellen werden grundsätzlich also nicht an verschiedenen Stellen der Bucht angelegt. Dadurch erklärt sich auch die bessere Strukturierbarkeit größerer Buchten. Die Beziehung zwischen der Belegung der Festflächen und der Verschmutzung sind immer genau entgegengesetzt, was die wissenschaftlich beschriebene Trennung von Liege- und Kotflächen auch unter Praxisverhältnissen beweist. Als Mindestabstände zwischen Liege- und Kotplatz werden in der Literatur 5 m, als maximale Abstände 15 m angegeben. In der vorliegenden Untersuchung sind für Praxisverhältnisse ausreichende Bedingungen vorhanden (Gruppengröße 20 Tiere; 0,9 m²/Schwein, Buchtengeometrie 4 * 5 m), um Funktionsbereiche in der Bucht einrichten zu können.

Im Vergleich zur Temperatur sind alle anderen Einflussgrößen der Stallumwelt auf die Annahme bestimmter Buchtenbereiche von wesentlich geringerem Einfluss. Das bestätigt die o. g. These, dass das Eliminations- und Komfortverhalten von einer Vielzahl von Faktoren abhängig ist, die über das Stallklima weit hinausgehen. Hinzu kommt, dass die Festflächen, deren Bonituren verrechnet wurden, in unterschiedlichen Positionen im Abteil lokalisiert sind.

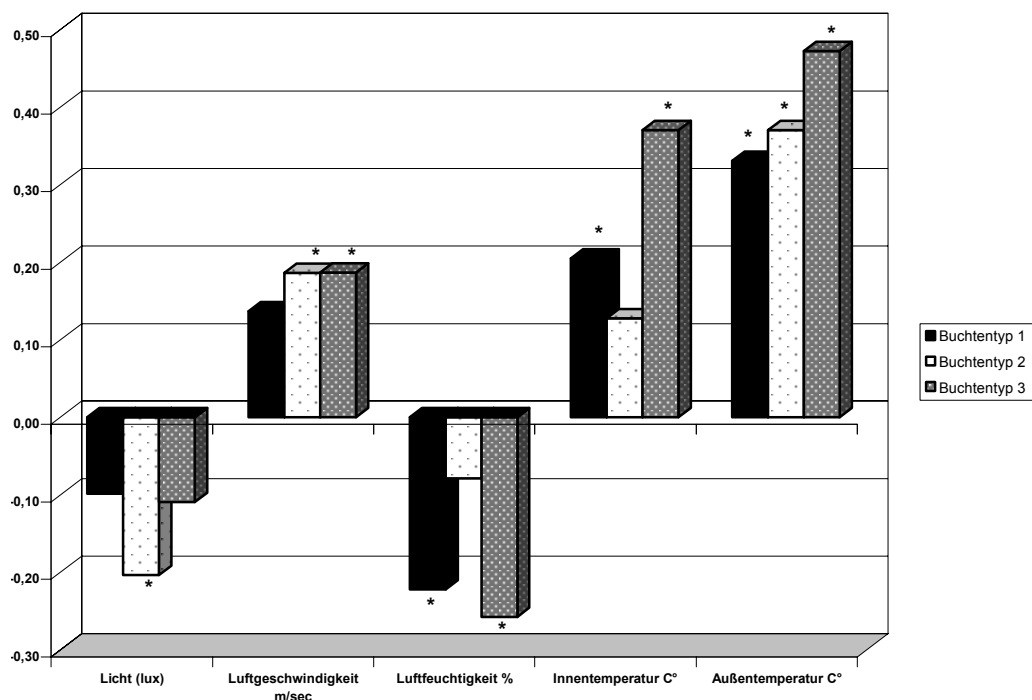


Abbildung 11: Korrelationen zwischen Parametern der Haltungsumwelt und der Belegung der randständigen Festflächen (Planquadrat 1 - 2) bei unterschiedlichem Buchtenaufbau (1 - 3)

*Korrelationen sind mit 5 Prozent Irrtumswahrscheinlichkeit signifikant

Ein Einfluss des Lichtes auf die Festflächenannahme kann nur beim Buchtentyp 2 mit vergleichsweise intensiven Lichtverhältnissen (70 Lux im Durchschnitt) festgestellt werden. Bei steigenden Lichtverhältnissen werden weniger Tiere auf dem entsprechenden Festflächenabschnitt gefunden und dieser Buchtenabschnitt wird stärker verschmutzt. Eine hohe Luftfeuchtigkeit führt in der untersuchten Stallanlage in die gleiche Richtung und ist im Zusammenhang mit der vom Außenklima abhängigen jahreszeitlichen Temperaturentwicklung zu sehen. Die gefundenen Korrelationen zur Belegung der großen Festfläche sind gleichgerichtet aber geringer.

Die Beziehung der Außentemperatur zur Belegung der kleinen Festfläche ist auch über alle Buchtentypen mit **- 0,4** höher als die der Innentemperatur mit nur **- 0,2** (s. o.). Der Grund dafür ist in der Tatsache zu sehen, dass hier unter Praxisverhältnissen Ergebnisse von Tieren miteinander verrechnet worden sind, die einen von der Wachstumskurve abhängigen unterschiedlichen Wärmebedarf haben. Gleichzeitig besteht in der Regel eine negative Beziehung zwischen der bonitierten Sauberkeit unterschiedlicher Buchtenabschnitte. Aufgrund der engeren Beziehung zwischen der Außentemperatur und der Belegung der einzelnen Buchtenabschnitte, die vermutlich die Schichtung der Temperaturverhältnisse in den Buchten deutlicher macht, wurde die Bewertung

tung der Temperaturverhältnisse in den Buchten deutlicher macht, wurde die Bewertung auf die Temperaturverhältnisse unter und über 8°C Außentemperatur differenziert.

Durch den unterschiedlichen Buchtenaufbau werden die schmalen Bewirtschaftungsgänge unterschiedlich in die Buchten integriert. Die Anordnung einer betonierten Festfläche am Gebäuderand im Buchtentyp 3 führt dazu, dass auf diesen Flächen Kotbereiche angelegt werden, die auch in der Literatur beschrieben werden (MOLLET und WECHSLER, 2001). Die Tatsache, dass diese mit 2,73 in der kälteren Jahreszeit noch deutlich verschmutzter waren als in der warmen Jahreszeit bestätigt, dass vor allem die kühleren Temperaturen im Außenwandbereich der auslösende Reiz für dieses Verhalten ist. Das steht in Übereinstimmung mit Verhaltensbeobachtungen von Mastschweinen in Kaltställen (METTLER und SAMBRAUS, 1999). Kaltställe funktionieren im Vergleich zu Warmställen und im Hinblick auf das Eliminationsverhalten vermutlich deshalb deutlich sicherer, weil das Temperaturgefälle höher ist.

In der vorliegenden Untersuchung wird durch die Integration der wandständigen Bewirtschaftungsgänge ein Bereich geschaffen, in dem auch gegenüber der Abteilmitte ein bestimmtes Temperaturgefälle gegeben ist. In diesem Buchtenbereich werden die Kotstellen sicherer angelegt als in den anderen beiden Buchtentypen. Aufgrund der Tatsache, dass die große Festfläche im Buchtentyp 3 dadurch vergleichsweise weit vom Kotplatz entfernt liegt, wird diese als Liegefläche mit 1,8 (im Jahresmittel) gegenüber 1,7 und 1,6 in den Buchtentypen zwei und eins tendenziell etwas besser angenommen und signifikant weniger verschmutzt. Dieser Unterschied ist in der kalten Jahreszeit mit vermutlich stärkerem Temperaturgefälle deutlicher als in der warmen Jahreszeit. Der Nachteil der stärker verschmutzten kleinen Festfläche wird auf beide Beobachtungszeiträume bezogen durch die höhere Akzeptanz der großen Festfläche nicht wieder ausgeglichen und alle Buchten werden im Bezug auf die Gesamtverschmutzung mit 1,5 etwa gleich bewertet.

Eine (auf die Bucht bezogene) randseitige Festfläche in der Mitte des Abteils (Buchtentyp 1 und 2) wird eher zum Liegen angenommen, was jedoch umgekehrt zur stärkeren Verschmutzung der großen Festflächen insbesondere in der kalten Jahreszeit führt. Die großen Festflächen sind durch die Anordnung der Rieselkanäle im Winter vergleichsweise kühl.

Im Buchtentyp 2 wird dieser Zusammenhang durch die Anordnung des Troges auf der Festfläche etwas abgemildert. In der Nähe des Troges werden bei mehr Tierbewegungen (Sensorfütterung) offensichtlich weniger Kotstellen angelegt, obwohl die damit verbundene verschleppte Feuchtigkeit dieses fördern müsste. Aufgrund der Tatsache, dass der so sauberer gehaltene Festflächenabschnitt der Bucht im Buchtentyp 2 größer als im Buchtentyp 1 ist, wird die Festflächenverschmutzung mit 1,6 am günstigsten eingeschätzt. Das Belegen der großen Festfläche wird durch die Anordnung des Troges weniger gestört.

Tabelle 9: Bonitur (Skala 1 - 3) von Sauberkeit und Belegung einzelner Buchtenabschnitte bei unterschiedlichem Buchtenaufbau im jahreszeitlichen Vergleich

Schätzungen	Buch- ten- typ	Außentemperatur > 8°C				Außentemperatur < 8°C			
Abhängige Variable		n	Mittelwert	Signifikanz*	SE	Mittelwert	Signifikanz*	SE	Diff %
Belegung kleine Festfläche	1	574	1,71	a	0,02	1,51	a	0,02	14
	2	570	1,69	a	0,02	1,40	b	0,02	21
	3	1.055	1,47	b	0,02	1,12	c	0,02	34
Belegung große Festfläche	1	574	1,70	a	0,11	1,59	n. s.	0,20	6
	2	570	1,71	a	0,11	1,70	n. s.	0,20	1
	3	1.055	1,62	b	0,08	1,91	n. s.	0,15	-15
Festflächenakzeptanz	1	574	1,70	a	0,06	1,55	n. s.	0,10	6
	2	570	1,70	a	0,06	1,55	n. s.	0,10	6
	3	1.055	1,55	b	0,04	1,52	n. s.	0,08	3
Verschmutzung kleine Festfläche	1	574	1,05	a	0,03	1,18	a	0,03	-13
	2	570	1,70	b	0,03	2,17	b	0,03	-23
	3	1.055	2,21	c	0,02	2,73	c	0,02	-18
Verschmutzung große Festfläche	1	574	1,87	a	0,02	1,93	a	0,03	-2
	2	570	1,49	a	0,02	1,44	b	0,03	6
	3	1.055	1,44	b	0,02	1,31	c	0,02	11
gewichtete Gesamtverschmutzung	1	574	1,48	a	0,01	1,56	ab	0,01	-8
	2	570	1,43	b	0,01	1,54	a	0,01	-5
	3	1.055	1,48	a	0,01	1,58	b	0,01	-8
gewichtete Festflächenverschmutzung	1	574	1,63	a	0,01	1,71	n. s.	0,02	-4
	2	570	1,55	b	0,01	1,66	n. s.	0,02	-9
	3	1.055	1,67	a	0,01	1,73	n. s.	0,01	-2
Licht (lux)	1	574	46,2		2,86	40,6		4,35	14
	2	570	70,3		2,89	69,3		4,38	1
	3	1.055	20,8		2,16	23,2		3,36	-10
Luftfeuchtigkeit %	1	574	66,7		0,46	71,1		0,48	-6
	2	570	63,5		0,46	69,8		0,48	-9
	3	1.055	60,2		0,35	68,1		0,37	-12
Innentemperatur °C	1	574	22,5		0,13	20,3		0,12	11
	2	570	23,1		0,13	20,6		0,12	12
	3	1.055	23,2		0,10	20,1		0,09	15

*Signifikante Unterschiede zwischen den Buchtentypen (1 % n. Tukey)

Allgemein führt in allen Buchten eine höhere Außentemperatur anders als in der Literatur beschrieben zu einer besseren Annahme der festen Liegeflächen. Es wird ab 19°C Stalltemperatur (HUYNH, et al., 2005) kein vermehrtes Liegen auf dem Spaltenboden beobachtet. Diese Beobachtung ist im Zusammenhang mit der vergleichsweise niedrigen Raumhöhe zu sehen (185 bis 300 cm). Das Aufsuchen der einzelnen Fußbodenabschnitte ist direkt mit der Entwicklung der Außentemperaturen in Verbindung zu bringen.

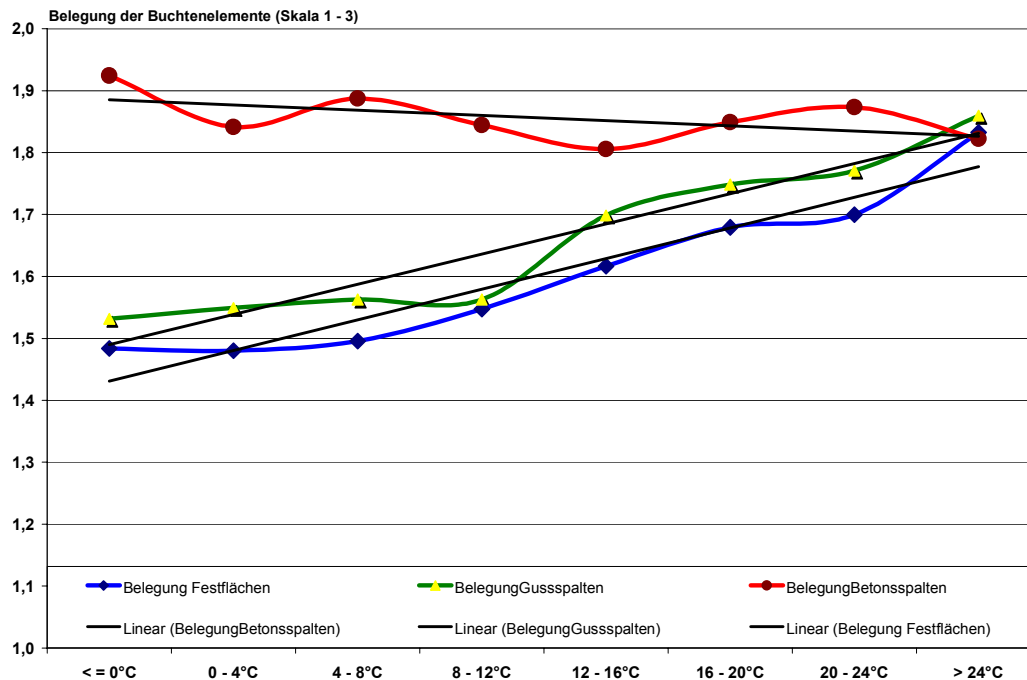


Abbildung 12: Annahme unterschiedlicher Fußbodenmaterialien in Abhängigkeit von der Außentemperatur

Vergleichsweise unabhängig von der Außentemperatur wird eine relativ hohe Belegung der Betonspaltenelemente festgestellt. Dagegen hängt die Belegung der Festflächen und auch der Gussspaltenbodenelemente stärker von den Temperaturverhältnissen im Stall und außerhalb des Stalles ab. Insbesondere die Festflächen werden bei wärmeren Außentemperaturen stärker angenommen und nicht stärker verschmutzt wie in den Untersuchungen von HOOFS (2002). Der Grund dafür ist einerseits darin zu sehen, dass der Hitzestress im vergleichsweise kühlen Sommer 2004 vielleicht noch nicht groß genug war. Andererseits erfolgte die Zuluftführung über Rieselkanäle, die direkt jeweils über den großen Festflächen angeordnet waren. Die mit den steigenden Außentemperaturen erhöhte Lufrate führt bei vergleichsweise niedriger Raumhöhe zu einer Kühlungsmöglichkeit und damit im Sommer sogar zu einer besseren Annahme der Festflächen. Auch die mit hoher Wärmeleitfähigkeit ausgestatteten Gusspalten werden noch besser angenommen als die Festflächen. Zwischen den einzelnen Buchtentypen gab es leichte, aber keine grundsätzlichen Unterschiede hinsichtlich der genannten Zusammenhänge. Aufgrund des höheren Schlitzanteils wird der Gus-

spaltenboden gegenüber Betonspaltenboden im Außentemperaturbereich über 20°C und vergleichbarer Akzeptanz als Liegefläche ca. 15 - 20 Prozent sauberer eingeschätzt. Im Außentemperaturbereich unter 8°C wird er im gleichen Maße schmutziger eingeschätzt, weil er zum Liegen eher gemieden wird. Flächen im Außenwandbereich der Bucht müssen unbedingt mit perforierten Spaltenbodenelementen ausgestattet sein. In der vorgestellten Form hat die Variante 2 leichte Vorteile. Die Kombination der untersuchten Variante 3 mit einer drainierten Fläche im Wandbereich hätte bei zusätzlichem baulichen Aufwand (+ 10 - 15 Prozent Baukostenerhöhung) vermutlich die größten Vorteile hinsichtlich der Buchtensauberkeit und Festflächenakzeptanz. Die gefundenen Veränderungen in der Gesamtverschmutzung der Bucht waren in erster Linie eine Funktion der Festflächenverschmutzungen. Nicht optimal angeordnete Festflächen führen also immer zu einem mehr oder weniger großen Kompromiss hinsichtlich der Buchtensauberkeit und dem daraus resultierenden Stallklima. Sie können damit kontraproduktiv für den Tierschutz sein.

4.3 Ergebnisse der Untersuchungen am Standort Köllitsch

Die Untersuchungen am Standort Köllitsch beziehen sich auf einen deutlich längeren Zeitraum, aber dafür nur auf zwei in der baulichen Ausgestaltung variierende Buchten. Diese wurden mit sehr hohem Aufwand exakt untersucht. Trotzdem muss deutlich herausgestellt werden, dass die gefundenen Unterschiede im Tierverhalten u. a. vom Stallklima und damit vor allem von der Bauphysik abhängen. Die gewonnenen Erkenntnisse gelten streng genommen nur für den hier verwendeten Baukörper (Größe, verwendete Materialien, Wärmeschutz). Der Einbau der Versuchsbuchten in einen bestehenden Baukörper u. a. mithilfe von Leichtbauelementen führte zu einer vergleichsweise deutlichen Temperaturschichtung innerhalb des umbauten Raumes. Im Rahmen dieser definierten Bedingungen haben die Versuche gezeigt, dass bereits kleine bauliche Veränderungen große Veränderungen des Tierverhaltens zur Folge haben können.

4.3.1 Tierverhalten

Eliminationsverhalten

Schweine trennen grundsätzlich zwischen den Bereichen der Elimination und ihrem Liegebereich (VAN PUTTEN, 1992). Deshalb ist das zentrale Problem der Versuche die Beeinflussung der Liegeflächen- bzw. der Kotflächenakzeptanz durch die Schweine. Die Anlage der Kotplätze durch die Tiere wird oft als ungerichtet ohne Berücksichtigung der Stallumwelt eingeschätzt (MOLLET und WECHSLER, 1990). Im Vergleich verschiedener Haltungssysteme zeigt sich jedoch, dass bei Vorliegen eines entsprechenden Temperaturgefälles zwischen dem Liege- und Eliminationsbereich und/oder offensichtlicher Gestaltung der Liegeflächen die Kotstellen vergleichsweise sicher im Bereich geringerer Temperaturen und weit entfernt von den Liegestellen angelegt werden (METTLER und SAMBRAUS, 1999, PFLANZ, et al., 2005). Auch die oben diskutierten Praxisversuche zeigen ein deutlich von der Temperaturverteilung im Raum oder den Oberflächentemperaturen abhängiges Tierverhalten. Die physikalischen Eigenschaften unterschiedlicher Materialien können einen positiven Beitrag zur Funktionsfähigkeit des gesamten Systems leisten. Besonders in der Schweinemast

können sie allein die Schwankungen der Temperatur im Raum nicht ausgleichen und sind kein Garant für eine ausreichende Funktionssicherheit des Stallsystems. Der Grund dafür ist in den geringen Unterschieden in den thermischen Oberflächeneigenschaften von handelsüblichen Vollspaltenbodenelementen und so genannten schlitzreduzierten Ökospaltenboden zu sehen. Diese unterscheiden sich vergleichsweise wenig, weil beide Elemente aus dem gleichen Material gefertigt sind und sich im Schlitzanteil nur um 3 Prozent unterscheiden. Die Temperatur zwischen den Schlitzten ist im Mittel über 56 ausgewertete Wärmebilder je nach Höhe der Raumtemperatur 3,1°C (0 °C bis 5°C) niedriger als die Temperatur der Betonoberfläche. Diese Werte stimmen mit den in der Literatur angegebenen Unterschieden überein (FESKE, et al., 2004). Ausgehend allerdings von geringeren Raumtemperaturen (22°C) wird ein Unterschied in der Oberflächentemperatur zwischen geschlossenem und geschlitztem Betonboden von 3 - 5°C angegeben. Nach dem Vorheizen des Stalles auf die mittlere Stalltemperatur von 28,5°C kommt es zu einer deutlichen Schichtung der Temperatur innerhalb des Raumes. Auch nach 24 Stunden wird die gewünschte Fußbodentemperatur von 20°C nicht erreicht.

Tabelle 10: Mittels Wärmebildkamera ermittelte Oberflächentemperaturen verschiedener Fußbodenelemente in der Schweinemast

Fußboden	Stalltemperatur °C (Gaskanone)	Temperatur Element (ohne Schlitz) °C			Differenz: Raum- zu Fußbodentemperatur °C
		mittel	min	max	
Beton 10 %	28,5	17,7	16,6	18,4	10,8
Beton 13 %	28,5	17,2	16,4	17,8	11,5
Guss 45 %	28,5	15,7	12,4	17,4	12,8

Insgesamt ist die Höhe und Differenzierung der Oberflächentemperaturen neben den Materialeigenschaften auch eine Frage der im Güllekanal befindlichen Luft, bzw. Güllemenge und der Kanaltiefe. Sie ist nicht nur abhängig von der Umgebungstemperatur. In der Ferkelaufzucht relativieren sich diese Zusammenhänge, weil der Wärmebedarf und die Raumtemperaturen höher sind und die Ferkel warme Fußbodenbereiche aufsuchen, während die Mastschweine eher die Kühle suchen.

Die obere kritische Behaglichkeitstemperatur für Mastschweine wird heute mit 18,8°C niedriger als früher eingeschätzt (HUYNH, et al., 2005). In der Ferkelaufzucht werden die schlitzreduzierten Spaltenbodenelemente (10%) im Verlauf einer 24-stündigen Vorheizzeit mit Hilfe der Wärmebildkamera etwa 1°C wärmer eingeschätzt als die voll perforierten (40 Prozent) Kunststoffelemente. Dieser geringe Unterschied ergibt sich als Oberflächentemperatur des Kunststoffs ohne Berücksichtigung der Temperatur zwischen den Schlitzten. Aufgrund eines Unterschiedes von 30 Prozent im Perforationsgrad (10 oder 40 Prozent) ist hier eine stärker differenzierte Wahrnehmbarkeit der Fußbodenelemente durch die Ferkel mit gegenüber Mastschweinen höherem Wärmebedarf zu erwarten. Im Mittel über 40 ausgewertete Wärmebilder wird die Temperatur zwischen den Schlitzten um 4,8°C

kühler eingeschätzt als die Temperatur der Kunststoffoberfläche. Je höher das Raumtemperaturniveau ist, desto größer ist auch der Temperaturunterschied zwischen Kunststoffoberfläche und der Lufttemperatur zwischen in den Schlitten. Die in der Summe aus Perforationsgrad und größerer Temperaturdifferenz bessere Wahrnehmbarkeit der Funktionsbereiche durch die Ferkel äußert sich in der Haltungspraxis auch in einer leichteren Beeinflussung des Tierverhaltens bzw. der Annahme vorgesehener Funktionsbereiche gegenüber Mastschweinen. Einschränkend muss jedoch gesagt werden, dass mit Hilfe einer Wärmebildkamera die Lufttemperatur nur eingeschränkt darstellbar ist. Die gemessene Temperatur ist vermutlich eine Mischtemperatur der Gase über der Gülleoberfläche sowie der Gülle selbst. Trotzdem sind die relativen Unterschiede zwischen Beton- und Kunststoffspaltenböden so wie diskutiert darstellbar.

Tabelle 11: Mittels Wärmebildkamera ermittelte Oberflächentemperaturen verschiedener Fußbodenelemente in der Ferkelaufzucht

Fußboden	Stalltemperatur °C (Gaskanone)	Temperatur Element (ohne Schlitze) °C			Differenz: Raum- zu Fußbodentemperatur °C
		mittel	min	max	
Kunststoff 10 %	26,0	20,0	19,6	20,3	6,0
Kunststoff 40 %	26,0	18,9	17,8	19,6	7,1

Ferkel legen ihren Liegebereich vergleichsweise deutlich im Bereich der wärmeren Fußbodenabschnitte an. Die Abbildung 13 stellt die in zwei Durchgängen gefundene Belegung und Verschmutzung in den beiden Buchtentypen der Ferkelaufzucht dar. Die einzelnen Buchtenabschnitte werden umso schmutziger eingeschätzt je dunkler diese dargestellt sind.

Fraglich ist die Bedeutung der Fußbodenheizung für die gute Annahme der Festflächen. Beurteilt von Wahl- und Vergleichsversuchen ist es zumindest älteren Schweinen egal, ob der Fußboden hart oder weich, mit oder ohne Spalten ist. Der Liegeplatz wird eher nach klimatischen Bedingungen ausgesucht (HELLMUTH, 1990). Anhand von Videobeobachtungen wurde der Anteil des entspannten Liegens der Ferkel bei gleicher Belegdichte mit etwa 50 Prozent auf der Heizung sowie auf dem schlitzreduzierten Spaltenboden in etwa gleich eingeschätzt. Die Ferkel liegen also auf dem schlitzreduzierten Spaltenboden mit einer gegenüber der Fußbodenheizung anderen Oberfläche und anderen Oberflächentemperatur in etwa gleich entspannt. Das deutet auf einen von der Umgebungstemperatur abhängigen hohen Temperaturkomfort dieser Fußböden hin, der auch den ansonsten sehr anspruchsvollen Ferkeln genügt oder auf eine für das Liegen besonders attraktive Oberfläche, bei der auch das von verschiedenen Autoren (MARX, 1985; MARX und BUCHHOLZ, 1998) geforderte Platzangebot von mindestens 0,45 m² je Ferkel eingehalten wurde.

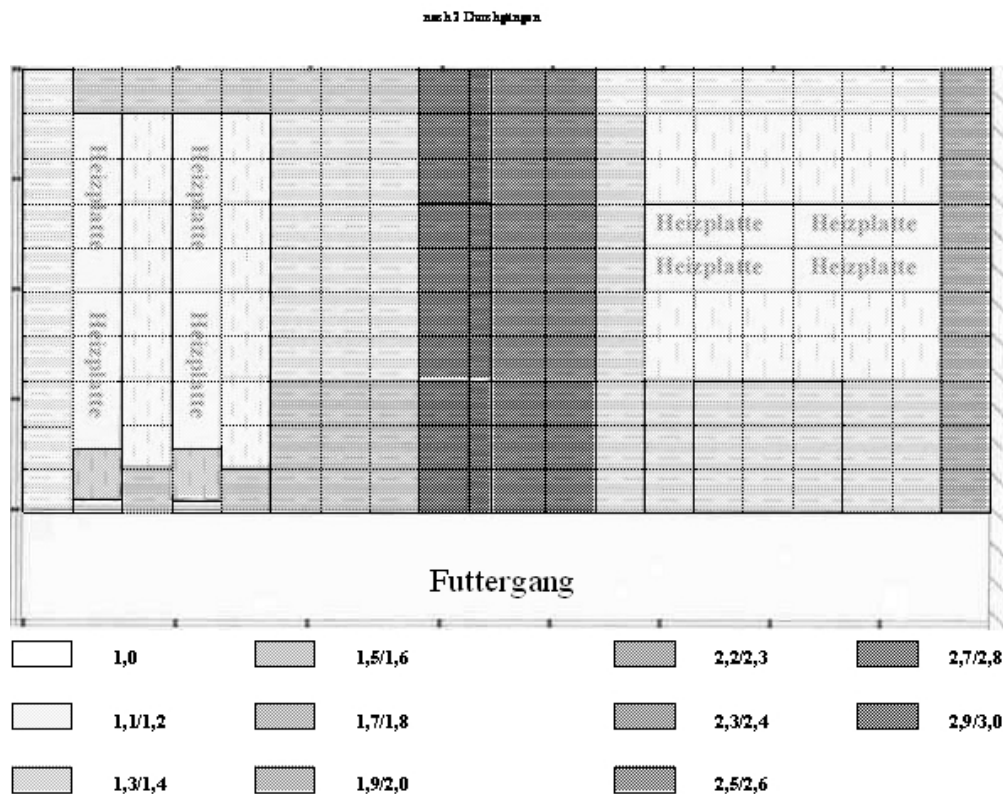


Abbildung 13: Buchtenbonitur in der Ferkelaufzucht

Am Anfang der Aufzucht wurden im belegten Stall bei einer Raumtemperatur von 29,95°C eine Fußbodentemperatur von 24,7°C bei den schlitzzreduzierten Spaltenbodenelementen und von 23,6°C bei Spaltenbodenelementen mit 40 Prozent Schlitzanteil gemessen. Eine Absenkung der Raumtemperatur gegenüber der notwendigen Temperatur bei einer reinen Raumheizung war aber nach praktischer Beobachtung über ein Maß von 1 - 2°C hinaus nicht möglich, weil die Ferkel sonst dicht gedrängt eine Haufenlage einnehmen.

BUSCHER, KLUGE und FROSCH (2001) beobachten während der gesamten Aufzuchtperiode keinen signifikanten Unterschied in der Dauer und Häufigkeit des Liegens zwischen der Fußbodenheizung und der Raumheizung bei einem untersuchten Kunststoffboden. Wurden die mit warmem Wasser durchströmten Heizelemente ausgeschaltet, kam es aber zur Verschmutzung dieser Flächen und der Ferkel. Die hier gefundene vergleichsweise hohe negative Korrelation (- 0,45) zwischen der Stallinnentemperatur und der gesamt bonitierten Buchtenverschmutzung legt den Schluss nahe, dass mit fallender Temperatur die Sauberkeit der gesamten Bucht schlechter wird. Das ist aber vermutlich eher ein Einfluss der Temperaturkurve, die mit fortschreitender Ferkelaufzucht die Stalltemperatur absenkt. Gleichzeitig ist die Beziehung zwischen der Außen- und Innentemperatur aufgrund des absoluten Temperaturniveaus nur sehr gering. Durch die höhere Futteraufnahme erhöht sich die Kotmenge und dadurch werden die Buchten schmutziger, was auch die signifikante

Korrelation zwischen dem Haltungstag und der Verschmutzung des Liegebereiches aus Kunststoff nahe legt. Es sollte geprüft werden, ob bei einer Überdachung des Liegebereiches mit dem Ziel der weiteren Temperaturabsenkung und Erhöhung der Mindestluftfrate diese Beziehung bestehen bleibt oder sich verändert. Nach praktischer Einschätzung führen zu hohe Temperaturen bei der Einrichtung eines Mikroklimas in Außenklimaställen zu stärkerer Verschmutzung. Die vergleichsweise günstige Bonitur der Buchten ergibt sich vor allem auch aus der guten Drainagefähigkeit der Kunststoffspaltenböden am Buchtenrand, die einen Schlitzanteil von etwa 40 Prozent möglich machen. Durch die hohe Bewegungsaktivität der Ferkel (> 20 Prozent) und die vergleichsweise geringe Kotmenge und hohe Kottrockensubstanz wird eine gute Drainage der Gülle erreicht.

Insgesamt stellt sich jedoch hinsichtlich der Buchtensauberkeit eine günstige Situation ein, die sich auch in den weiteren Aufzuchtdurchgängen so bestätigte. In beiden Buchtentypen wird eine durchschnittliche Sauberkeit um die 1,0 (= sauber) im Liegebereich bonitiert, die gesamte Bucht wird nur 0,3 bis 0,5 höher eingeschätzt.

Tabelle 12: Korrelationen zwischen der Sauberkeit verschiedener Buchtenbereiche in der Ferkelaufzucht und Haltungsparametern (über sieben Durchgänge Ferkelaufzucht)

	Gesamtverschmutzung	Haltungstag	Platzangebot	Liegebereich Kunststoff	Liegebereich
Gesamtverschmutzung		0,02	0,23	- 0,01	0,03
Außentemperatur	- 0,23	- 0,14	- 0,30	0,07	0,14
Stallinnentemperatur	- 0,45	- 0,64	- 0,20	- 0,07	0,00
Liegebereich Heizung	0,04	0,07	- 0,12	0,32	0,97
Haltungstag	0,02		0,03	0,23	0,12
Platzangebot	0,23	0,03		0,05	- 0,10
Liegeber. Kunststoff	- 0,01	0,23	0,05		0,52
Liegebereich	0,03	0,12	- 0,10	0,52	1,00

Beim Vergleich des Verschmutzungsgrades zwischen den beiden Buchtenvarianten ergeben sich nur geringe Unterschiede (Abb. 14).

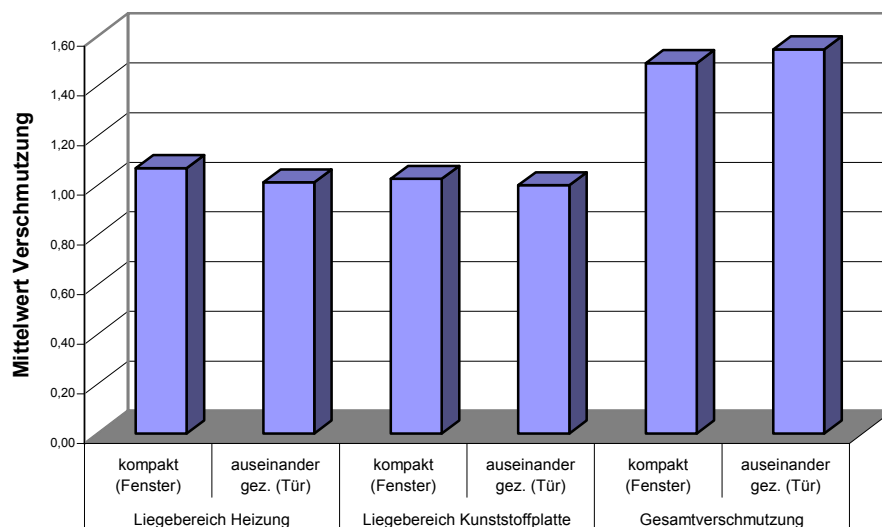


Abbildung 14: Bonitur der verschiedenen Buchten und Buchtenbereiche in der Ferkelaufzucht

Aufgrund der Vorschriften für Betonspaltenböden ist die Situation hier deutlich ungünstiger und die von TOBER und HOY (1989) zitierte Forderung, dass Spaltenböden in der Schweinemast wenigstens 40 Prozent Schlitzanteil aufweisen sollten, kann nach moderner Haltungsgesetzgebung unmöglich erreicht werden. Nach eigenen Berechnungen beträgt der Schlitzanteil der verwendeten Vollspaltenelemente 13 - 14 Prozent. Der Grund dafür ist die gesetzliche Vorgabe der Balkenbreite von 8 cm und der Spaltenweite von 17 mm. Weil der Kot vermehrt an bestimmten Stellen insbesondere im Randbereich der Bucht abgesetzt wird, reicht die Drainagefähigkeit des Spaltenbodens für die Schweinemast an diesen Stellen bereits nicht aus. Es sollten diese besonders geforderten Fußbodenbereiche gezielt weiterentwickelt werden, wie das in europäischen Nachbarländern (Niederlande und Dänemark) bereits getan wird.

Die in den Abbildungen 15 - 17 für die Schweinemast dargestellte Situation der je Haltungsvariante durchgeführten Durchgänge ist zunächst nicht so einheitlich wie in der Ferkelaufzucht, weil eine Unterstützung des Liegeverhaltens über die Erzeugung eher kühler Liegebereiche zunächst nicht möglich war. Andererseits wurden mit den durchgeführten Umbauten auch unterschiedliche Situationen geschaffen, die sich in den einzelnen Durchgängen überlagern. Gerade in den Sommermonaten wurde insbesondere der als Kotbereich vorgesehene hintere Teil der Bucht von den Schweinen als Liegezone angenommen. Als Grund dafür kann die über diesen Bereich geführte kanalisierte Zuluft gesehen werden, die eine Abkühlung ermöglichte.

Grundsätzlich ziehen sich die Schweine auch hier zum Liegen in die Randbereiche einer Bucht zurück, insbesondere dann wenn die vorgesehene Liegezone für die Tiere nicht offensichtlich ist.

In den Abbildungen 15, 16 und 17 sind die Ergebnisse der Buchtenbonitur zur Verschmutzung in der Mast nach Inseltypen dargestellt. Die einzelnen Buchtenabschnitte werden umso schmutziger eingeschätzt, je dunkler diese dargestellt sind.

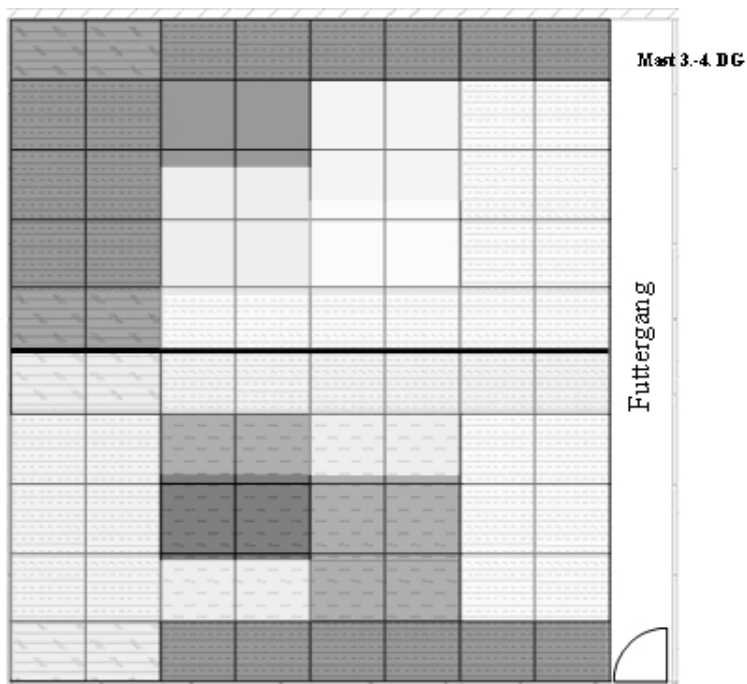


Abbildung 15: Buchtenbonitur der Schweinemast Durchgänge 3 und 4

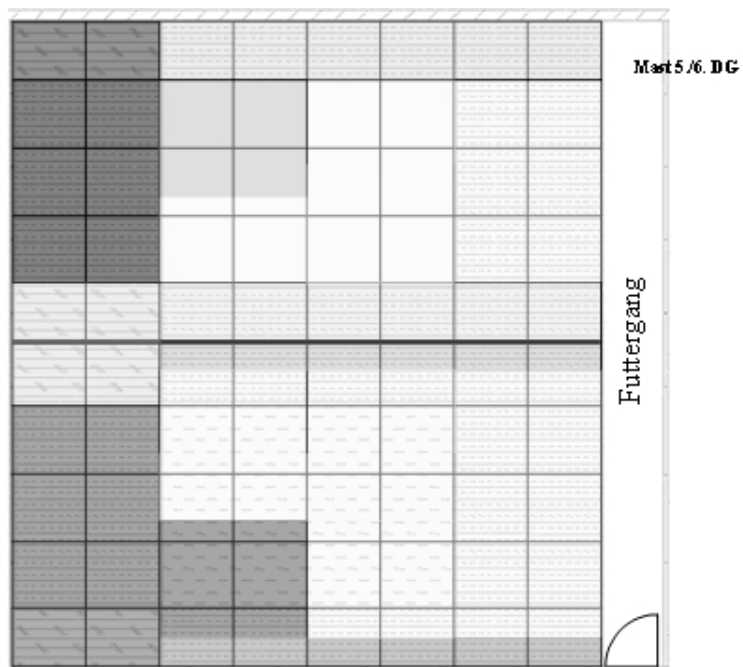


Abbildung 16: Buchtenbonitur der Schweinemast Durchgänge 5 und 6

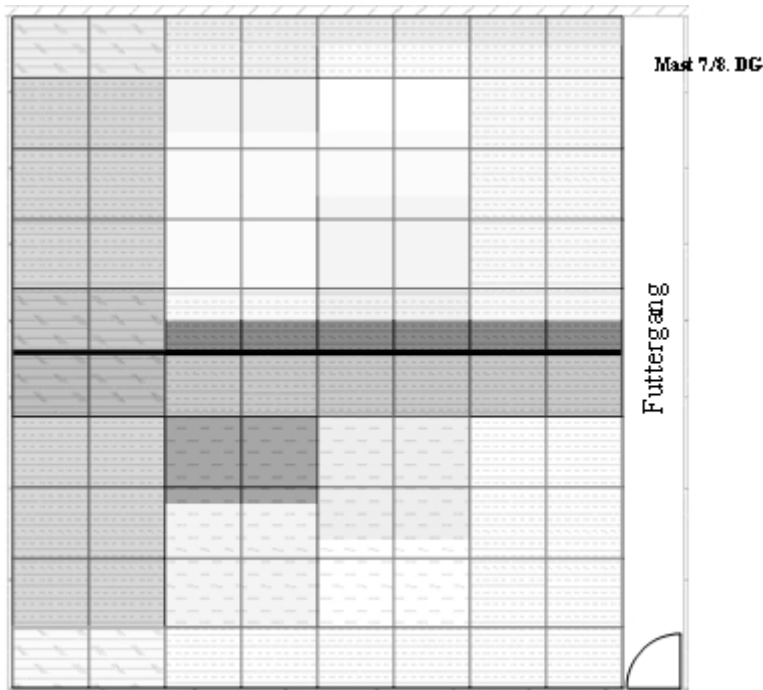


Abbildung 17: Buchtenbonitur der Schweinemast Durchgänge 7 und 8

Im Aufbau der Buchten sind die in der Literatur dargestellten Faktoren wie die Anordnung der Tröge und Tränken, die Sichtdurchlässigkeit der Buchtentrennelemente usw. bereits berücksichtigt worden (TOBER und HOY, 1989; MOLLET und WECHSLER, 1990; JAIS, 2001). Die Fußbodenbeschaffenheit (VALLE ZARATA, et al., 2000) reicht als alleiniges Unterscheidungskriterium für die Schweine aufgrund der nachgewiesenen geringen Temperaturunterschiede nicht aus. Das hat auch die Entwicklung nach dem Umbau besonders in Bucht 1 ohne Veränderung des Fußbodenniveaus gezeigt. Somit kann die Beobachtung von ROTH und MEYER (2002), die bei der Erprobung von Festflächen mit drainierenden Schlitzen (sog. Ökoboden) kein eindeutiges Bevorzugen dieser Bereiche als Liegebereich zumindest über den ersten Durchgang hinaus feststellen können, auch in der vorliegenden Untersuchung bestätigt werden.

Die ‚Offensichtlichkeit‘ der Liegefläche scheint ein entscheidender Faktor zu sein, welche eventuell mit zunehmender Belegungsdauer (Stallgeruch) von Festflächen, die auf dem gleichen Niveau wie die Kotflächen gebaut sind, abnimmt. Ohne eine Erhöhung der Liegeinseln erfolgt keine funktionale Differenzierung der Buchtenfläche und der Kot wird überall dort abgesetzt wo die Gruppe nicht liegt (SÜSS UND SPRENGEL, 1984). Die Beobachtungen, dass Mastschweine (> 70 kg) in eingestreuten Systemen ab einer Umgebungstemperatur von 23°C gezielt kühlere Liegeorte aufsuchen (MAYER und HAUSER, 1999), ist vor allem eine Frage des gesamten Haltungssystems und kann auf andere Haltungssysteme nicht ohne weiteres übertragen werden. HUYNH, et al., (2005) stellen einen Wechsel zwischen dem Liegen auf Festflächen und einem solchen auf dem Spaltenboden schon bei 18,8°C fest. Bei hohen Temperaturen ist eine differenzierende Wahrnehmung aufgrund der Ober-

flächentemperatur, wie in der Tabelle dargestellt, nicht mehr möglich und so werden Kühlungsmöglichkeiten über die Anlage von Suhlstellen geschaffen. Nicht drainierte Exkremente sowie Flüssigkeiten (Tränken, Flüssigfutter) auf plan befestigten Fußbodenabschnitten bieten dafür die besten Voraussetzungen. Kot und Urin als Kühlung zu verwenden, ist kein artgerechtes Verhalten, sondern lediglich als eine Notmaßnahme zu bezeichnen (MARX UND BUCHHOLZ, 1989). Die Abbildung 13 stellt zunächst die Ergebnisse der Buchtenbonitur in der Ferkelaufzucht über drei Durchgänge dar. Die Ferkel ziehen sich zum Ruhen wie eingangs formuliert bevorzugt an den Randbereich zurück, die Kotfläche wird möglichst weit davon angelegt und befindet sich so in der Regel an der gegenüberliegenden Buchtenwand. Diese soll nach Literaturangaben nicht unbedingt ein auslösender Reiz für die Anlegung einer Kotstelle sein, sondern wird zunächst nur deshalb verwendet, weil sie möglichst weit von der Liegefläche entfernt ist (MOLLET und WEBER, 1990).

Die in den ersten vier Durchgängen verwendeten Buchtenaufbauten waren nicht ausreichend geeignet, um diesen Trend bei hohen Temperaturen zu stoppen oder gar die Schweine, wie in den durchgeführten Praxisuntersuchungen nachgewiesen, sogar zu einer stärkeren Annahme der Festflächen zu bewegen. Mit höheren Temperaturen wurden in diesen Durchgängen alle hier vorgestellten Liegeinselvarianten innerhalb der Buchten stärker verschmutzt (Tabelle 13). Die durchgeführten Veränderungen im Rahmen der ersten vier Durchgänge in Form der Erhöhung und des Gefälles der Liegeinseln führten jedoch zu einer gewissen Verbesserung der Situation.

In der Baupraxis sollten Liegeflächen heute grundsätzlich aufbetoniert werden (NIKLAUS UND MELZER, 2002), sind aber keine ausreichende Garantie für saubere Festflächen. Im ersten Mastdurchgang (Juni - Oktober) lagen beide Inseln auf Fußbodenniveau, im zweiten Durchgang (Oktober - Februar) wurde die plan befestigte Liegeinsel der Bucht 1 um 3 - 5 cm erhöht und mit einem Gefälle verlegt. Für den dritten Durchgang (März - Juni) erfolgte die Erhöhung der zweiten Insel, welche gleichzeitig mit den drei Varianten Spaltenboden und 3 Prozent Gefälle verlegt wurde. In der Bucht 1 wurde eine Hälfte der plan befestigten Insel mit schlitzreduziertem Kunststoffspaltenboden verlegt. Die Auswirkungen des veränderten Aufbaus der Insel auf die Inselbonitur und Gesamtverschmutzung sind in der Darstellung Abb. 18 zusammengefasst.

In den ersten drei Durchgängen führte die nicht erhöhte und komplett geschlossene Festfläche zu den schlechtesten Ergebnissen, während die erhöhte und mit einem Schlitzanteil von 10 Prozent ausgestattete Festfläche insgesamt zu den besten Ergebnissen geführt hat. Der u.a. verwendete Kunststofffußboden ist als säureresistente Oberfläche unter Futterautomaten gedacht und scheidet für einen Praxiseinsatz aufgrund der Kosten bislang aus.

Trotzdem war das festgestellte Tierverhalten in den Bauvarianten nicht ausreichend. Im weiteren Verlauf des Projektes konnte durch die Baumaßnahmen die Offensichtlichkeit der Buchtenstruktur für die Schweine erhöht werden (Tab. 13). Sowohl die ‚künstliche Randsituation, als auch das ‚Aufbrechen‘ der Insel zu Liegebändern, die dann mehr an den Rand verlagert werden konnten, führte

dazu, dass sowohl der Liegebereich als auch die gesamte Bucht deutlich und damit hochsignifikant sauberer gehalten werden konnten. Zusätzlich ist die Abhängigkeit der Buchten- oder Inselfauberkeit von der Außentemperatur deutlich geringer geworden. Im Mittel über insgesamt 610 Buchtenbonituren (153 je Variante) zeigt sich also, dass auch der strukturelle Aufbau der Bucht eine Rolle spielt und nicht allein die Temperatur wie HUYNH, et al., 2005; FESKE, et al., (2004) oder MAYER UND HAUSER (1999) für untersuchte Buchten mit und ohne bauliche Struktur herausstellen. Die Klassenbesetzung > oder < 14°C erfolgte unter der Maßgabe der Gleichmäßigkeit.

Bei Korrektur auf die Außentemperaturen führte die Variante mit Liegekojen zur höchsten gemessenen Liegebereichsakzeptanz. Die Variante mit dem höchsten baulichen Aufwand ist offensichtlich aus dieser Sicht die beste. Auf jeweils 8 m² (10 Elemente) vorgesehener Liegefläche mit entsprechend aufgebauten Spaltenbodenelementen, werden bei den Liegebändern durchschnittlich knapp zwei, bei den Liegekojen jedoch über drei Mastschweine ausgezählt. Gleichzeitig ist die bonitierte Sauberkeit der beiden Varianten jedoch faktisch als gleich zu bezeichnen. Die leichten Vorteile der Liegebänder rühren daher, dass ein ‚Quadrant‘ der eingerichteten Kojen im letzten ausgewerteten Durchgang von den Mastschweinen zur ‚Toilette‘ umfunktioniert wurde. Entscheidend ist ein immer optimales Liegeflächenangebot, das gerade bei wachsenden Schweinen nur schwer zu realisieren ist.

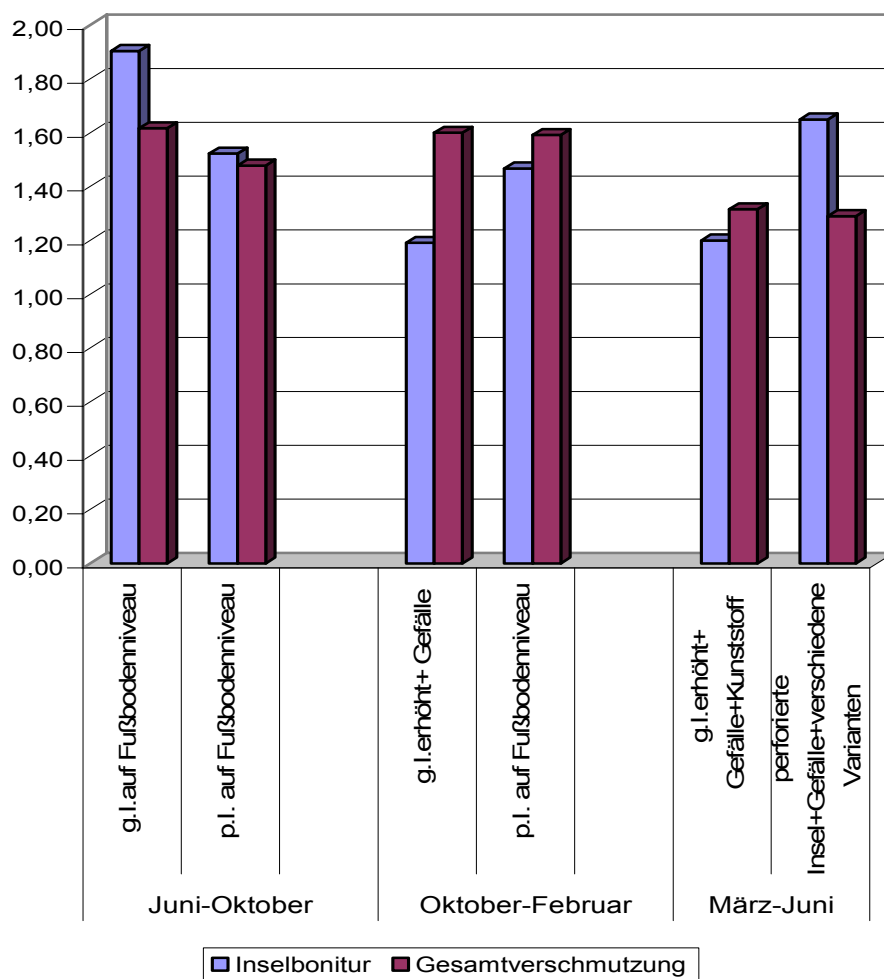


Abbildung 18: Einfluss des veränderten Inselaufbaus in der Schweinemast auf die Sauberkeit der Insel und der gesamten Bucht in den ersten drei Durchgängen (1 = sauber, 3 = stark verschmutzt)

Auch in den Untersuchungen zur Gruppenhaltung tragender Sauen musste dieser Zusammenhang deutlich herausgestellt werden. Bei den Sauen waren die Kojen bei Rangordnungskämpfen jedoch eher als eine mögliche Verletzungsursache zu sehen, in dem unterlegene rangniedere Sauen wie in Sackgassen hineingedrängt wurden. Bei den Rangordnungskämpfen zusammengestellter Mastläufer war in der Bucht mit einer Liegkoje jedoch sogar eher Ruhe, weil unterlegene Tiere dadurch schneller aus dem Sichtbereich der dominanten Zeitgefährten verschwinden konnten.

Tabelle 13: Vergleich der einzelnen Liegeinseltypen im Hinblick auf die Sauberkeit der Bucht und der Liegeinsel

	Buchtentyp	< 14°C	SE	sig. 1 %	> 14°C	SE	sig. 1 %
Verschmutzung Liegeinsel	plan befestigte Liegeinsel	1,21	0,02	a	1,55	0,02	a
	Liegeinsel Ökospalten	1,50	0,02	b	1,53	0,02	a
	Liegeinsel mit Liegekojen	1,10	0,02	c	1,16	0,02	b
	Liegebänder	1,05	0,02	c	1,15	0,02	b
Gesamtverschmutzung	plan befestigte Liegeinsel	1,47	0,01	a	1,44	0,01	a
	Liegeinsel Ökospalten	1,47	0,01	a	1,35	0,01	a
	Liegeinsel mit Liegekojen	1,20	0,01	b	1,19	0,01	b
	Liegebänder	1,19	0,01	b	1,16	0,01	b

Die Aktivität der gesamten Gruppe wird durch die Kojen eher gefördert. Zur bonitierten Zeit (zwischen 10:00 und 11:00 Uhr am Vormittag) wurden in den Buchten mit Liegekojen 7 Prozent mehr aktive und nicht liegende Schweine angetroffen als in den geringer strukturierten Buchten mit den Liegebändern. Die Kojen schirmen die Schweine, die liegen wollen, vermutlich stärker von den Tieren ab, die nicht liegen wollen. Dieser Unterschied zwischen den beiden Varianten war unabhängig vom Außenklima immer gleich hoch. In der warmen Jahreszeit (Außentemperatur durchschnittlich 21°C) war der durchschnittliche Anteil aktiver Schweine in beiden Bauvarianten ebenfalls etwa 7 Prozent geringer als in der kühleren Jahreszeit (Außentemperatur durchschnittlich 5°C).

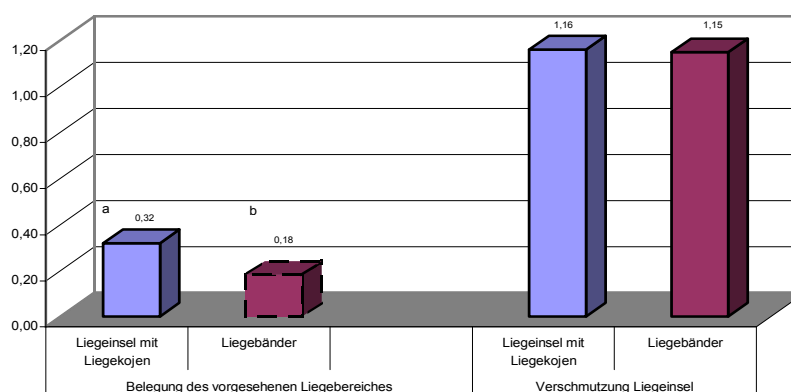


Abbildung 19: Vergleich des Aufbaus des Liegebereiches in den Durchgängen 5 - 8 (149 Buchtenbonituren je Variante)

Tabelle 14: Einfluss der Struktur der Bucht auf die Aktivität der Schweine zum Zeitpunkt der Buchtenbonitur (1 Prozent Irrtumswahrscheinlichkeit)

Abhängige Variable	Buchtentyp	Mittelwert	Standardfehler
aktive Schweine in % der Gruppe	Liegeinsel mit Liegekojen	31	1,13 a
	Liegebänder	24	1,13 b
liegende Schweine in % der Gruppe	Liegeinsel mit Liegekojen	69	1,13 a
	Liegebänder	76	1,13 b

Die Kovarianzen im Modell werden anhand der folgenden Werte berechnet: TP-außen = 20,555.

Für die Verbesserungen im Buchtenaufbau von Bedeutung sind nicht nur die Unterschiede zwischen den einzelnen Bauvarianten, sondern noch mehr die quantitative Kenntnis der Einflussgrößen. In der Abbildung 20 sind die Korrelationen zwischen den verschiedenen Faktoren sowie der Bonitur der Gesamtverschmutzung der Bucht in der Schweinemast nach acht Durchgängen (n = 448) dargestellt.

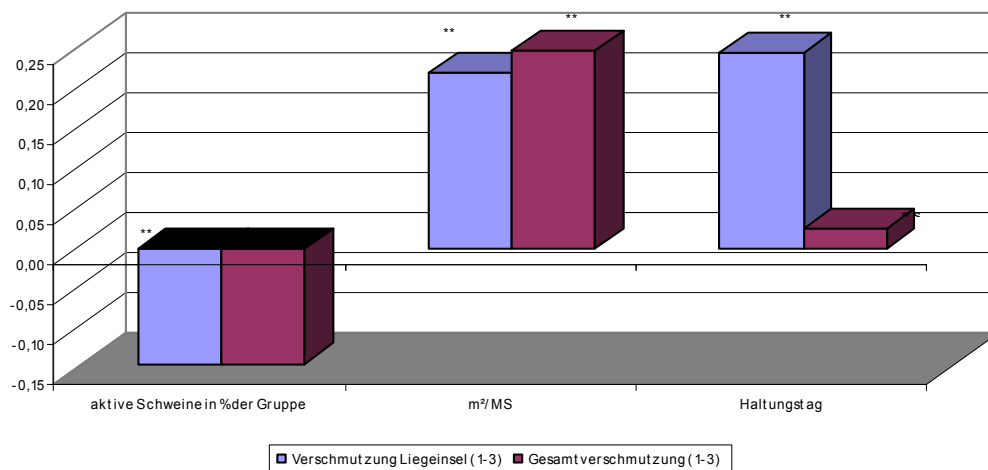


Abbildung 20: Korrelationen zwischen verschiedenen Faktoren der Stallumwelt zur Buchtenverschmutzung in der Mast (n = 1.225, acht Durchgänge)

Insgesamt sind die Beziehungen durchweg signifikant, allerdings nicht hoch (< 0,5). Offensichtlich manifestiert sich hier auch die eingangs formulierte Etablierung des Verhaltens, die mit den Dominanzverhältnissen einzelner Tiere und deren Verhalten in Verbindung zu bringen ist (AULSTAD UND EWERT, 1970). Aufgrund der Tatsache, dass diese Dominanzverhältnisse in jeder Gruppe anders sein und obendrein Lerneffekte bereits im Abferkelstall oder in der Aufzucht nachgewiesen werden

können, ist die Wiederholbarkeit der gefundenen Merkmale des Tierverhaltens vergleichsweise gering.

Die heute intensiv diskutierte Besatzdichte spiegelt sich in den Parametern ‚Anzahl aktiver Schweine‘ und ‚Platzangebot je Mastschwein‘ wider und ist dementsprechend im Hinblick auf die Wirkung gleich gerichtet. Entscheidend für die Bewertung der Effekte ist das eingestellte, vergleichsweise großzügige Platzangebot von 0,86 bis 1,25 m² je Tier. Somit entsteht auch kein Widerspruch zur wissenschaftlichen Einschätzung, dass die Aktivität der Schweine mit zunehmendem Platzangebot ebenfalls zunimmt (MARX, et al., 1989, MARX und BUCHHOLZ, 1989). Die Aktivität der Schweine hängt darüber hinaus von der Struktur der Bucht (Tabelle 14), dem Liegekomfort (MARX und BUCHHOLZ, 1989), der Gruppengröße sowie dem Haltungstag ab. Mit zunehmendem Alter sinkt die Aktivität der Schweine und so ist die durchschnittliche Aktivität von Mastschweinen nach den hier vorliegenden Ergebnissen mit 15,7 Prozent, auf 24 Stunden bezogen, etwa 6 Prozent geringer als die von Ferkeln. Mastschweine vor dem 50. Haltungstag sind, auf 24 Stunden bezogen, 17,7 Prozent der Zeit aktiv, während Mastschweine nach dem 50. Haltungstag knapp 4 Prozent weniger Aktivität (13,8 Prozent) bzw. mehr Ruheverhalten zeigen. Auch innerhalb der Mastperiode ist somit eine zunehmende Trägheit zu verzeichnen und so werden die Buchten nicht nur aufgrund der mit der Futteraufnahme zunehmenden Kotmenge mit dem Haltungstag schmutziger. Eine zunehmende Anzahl aktiver Tiere je Bucht führt innerhalb der hier untersuchten Grenzen zu einer Verbesserung der Buchtensauberkeit, weil durch den Tiertritt die Kotmenge besser durch die Spalten getreten wird. Das betrifft in gleichem Maße auch die Sauberkeit der Liegeinseln, die zum Teil auch mit schlitzreduzierten Spaltenbodenelementen aufgebaut worden waren. Allgemein stimmt das mit der praktischen Beobachtung überein, dass nach Vorausstallungen die Buchten mit den verbleibenden Tieren eher schmutziger werden, obwohl die verbleibende Kotmenge geringer wird. Im Rahmen der in den Versuchen eingestellten Besatzdichte überwiegt der positive Faktor ‚Tiertritt‘. Gerade die Kombination der gesetzlichen Vorgaben zu einem größerem Platzangebot und Festflächen führt somit zwangsläufig zu schmutzigeren Buchten.

Auch in den Untersuchungen von HOOFS UND SPOOLDER (2002) haben gerade die größeren Gruppen zunehmende Probleme hinsichtlich der Sauberkeit der Buchten verursacht. Allgemein wird eingeschätzt, dass größere Gruppen durch die bessere Ausnutzung gemeinsam belegter Buchtenbereiche besser zwischen Liege- und Kotbereich trennen können (JAIS, 2002). Das gilt aber wohl nur bei vergleichsweise knappem Platzangebot. Die Gesamtverschmutzung der Bucht steigt in der vorliegenden Untersuchung mit der Verschmutzung der Liegeinsel nur um knapp 13 Prozent weniger ($r = 0,61^{**}$) als mit der Verschmutzung des Bereiches, der nicht zur Liegeinsel gehört ($r = 0,78^{**}$), obwohl dieser mehr als doppelt so groß ist. Die Festflächen tragen also relativ mehr zur Gesamtverschmutzung bei als der Rest der Bucht. Signifikant negative Korrelationen, die eine bevorzugte Trennung der einzelnen Buchtenbereiche in Liege- und Kotbereiche beweisen, wurden nur zwischen einzelnen Buchtenabschnitten gefunden.

Eine bevorzugte Nutzung einzelner Buchtenabschnitte als Kotbereich drückt sich in hohen Korrelationen zur Gesamtverschmutzung, die Trennung zwischen Liege- und Kotbereich in negativen Beziehungen der einzelnen untersuchten Buchtenabschnitte aus. Die baulichen Veränderungen in der zweiten Hälfte des Projektes, die auf eine Verbesserung der Struktur der Buchten zielten, führten in vielen Bereichen der Buchten zu deutlicheren Beziehungen, besonders zwischen dem vorgesehenen Kotbereich und dem Liegebereich (- 0,32 - vs. - 0,17) oder dem Restbereich, was auf eine stärkere funktionale Trennung dieser Bereiche hindeutet. Deutliche Beziehungen bestehen auch zwischen dem Kotbereich und den Randbereichen der Buchten, die einerseits bevorzugte Kotstellen sind, andererseits aber auch das größte Temperaturgefälle aufweisen. Wird der vorgesehene Kotbereich, in dessen Gestaltung einige Aspekte aus der Literatur berücksichtigt wurden (MOLLET und WECHSLER, 2000), die das Koten und Harnen unterstützen, als solcher angenommen, bleibt der ansonsten dafür prädestinierte Randbereich in der Mitte der Bucht sauber.

Der Randbereich an der Stallwand dagegen nicht, weil er zusätzlich noch das größere Temperaturgefälle aufweist. Die Führung der Rieselkanäle über dem Kotbereich führte bei hoher Luftrate und hohen Außentemperaturen dazu, dass dieser Bereich im Sommer ähnlich den ermittelten Verhältnissen in der Mastanlage Streuen bevorzugt als Liegebereich genutzt wurde.

Tabelle 15: Gefundene Korrelationen der bonitierten Buchtensauberkeit zwischen unterschiedlichen Buchtenbereichen (1.226 Beobachtungen)

	Liege- bereich	Ge- samt	Rest- bereich	Randbereich		Kot- be- reich	Fress- bereich
				Mitte	Stallwand		
Liegebereich							
DG 5 - 8	1	0,38(**)	0,32(**)	0,1(*)	0,08(*)	0,32(**)	0,12(**)
DG 1 - 4	1	0,43(**)	0,28(**)	0,03	0,24(**)	0,17(**)	0,1(*)
Restbereich							
DG 5 - 8	0,32(**)	0,74(**)	1	0,10(**)	0,43(**)	0,85(**)	0,51(**)
DG 1 - 4	0,28(**)	0,75(**)	1	0,05	0,62(**)	0,76(**)	0,17(**)
Randbereich Mitte							
DG 5 - 8	0,10(*)	0,02	0,1(**)	1	0,04	0,36(**)	0,32(**)
DG 1 - 4	0,03	0,07	0,05	1	0,12(**)	0,36(**)	0,27(**)
Randbereich Wand							
DG 5 - 8	0,08(*)	0,39(**)	0,43(**)	0,04	1	0,10(*)	0,31(**)
DG 1 - 4	0,24(**)	0,42(**)	0,62(**)	0,12(**)	1	0,05	0,08

Kotbereich							
DG 5 - 8	0,32(**)	0,63(**)	0,85(**)	0,31(**)	0,10(*)	1	0,17(**)
DG 1 - 4	0,17(**)	0,60(**)	0,76(**)	0,36(**)	0,05	1	0,08(*)
Fressbereich							
DG 5 - 8	0,12(**)	0,36(**)	0,51(**)	0,32(**)	0,31(**)	0,17(**)	1
DG 1 - 4	0,09(*)	0,09(*)	0,17(**)	0,27(**)	0,08	0,08(*)	1

Bei Außentemperaturen unter 10°C wurden auf 10 Spaltenbodenelementen nur 1,7 Schweine in diesem Bereich liegend ausgezählt. Dagegen waren es bei Außentemperaturen über 25°C 3,7 Schweine und damit mehr als doppelt so viele. Das wiederum drückt sich in der positiven Korrelation zwischen den Temperaturen und der Belegung des Kotbereiches aus (Abb. 21). Die Temperaturen haben von allen untersuchten Stallklimafaktoren den größten Einfluss auf das Tierverhalten.

Tabelle 16: Verschmutzung einzelner Buchtenbereiche und deren Variation in Abhängigkeit von der Außentemperatur

	TP ≤ 10°C	VK	TP 10 - 20°C	VK	TP ≥ 20°C	VK
Verschmutzung Fressbereich 1 - 3	1,1	15	1,0	12	1,0	10
Verschmutzung Kotbereich 1 - 3	1,6	31	1,4	28	1,3	25
Verschmutzung Randbereich Mitte 1 - 3	1,3	27	1,2	25	1,3	28
Verschmutzung Randbereich Stallwand 1 - 3	1,6	42	1,4	37	1,4	32

Im Fressbereich werden mit hoher Sicherheit keine Kotstellen angelegt. Die hier für den Fressbereich gefundenen Mittelwerte in Kombination mit der geringen Streuung bestätigt die Aussagen von BURE (1987), während die Annahme aller anderen Bereiche mehr oder weniger abhängig von der Außentemperatur ist. Analog zu den gemachten Aussagen zur Mastanlage Streuen führt die Kombination von Randständigkeit des untersuchten Buchtabschnittes mit niedrigen Außentemperaturen zur bevorzugten Annahme dieses Bereiches als Kotfläche. Mit zunehmenden Außentemperaturen nehmen die Schweine dieses Temperaturgefälle (AULSTAD und EWERT, 1970; TOBER UND HOY, 1989) weniger wahr und/oder nutzen den zunehmend als angenehm empfundenen Luftstrom aus den Rieselkanälen als Kühlmöglichkeit. Die Belegung des vorgesehen Liegebereiches nimmt aber aus dem gleichen Grund anders als in der Mastanlage Streuen mit steigenden Temperaturen eher ab (Abb. 21).

Durch den Kontakt der Tiere mit der Außenwand beim Liegen wird die Möglichkeit zur Erhöhung der Wärmeabgabe über Strahlung erhöht. Insgesamt nimmt die Buchtensauberkeit mit der Erhö-

hung der Außentemperatur eher zu als ab, die des vorgesehenen Liegebereiches nimmt aber deutlich zu, weil die Außenbereiche der Bucht zum Liegen attraktiver werden. Die Insel wird zunehmend verschmutzt, obwohl ein echtes Anlegen von Suhlstellen, wie in der Literatur beschrieben, nur als Notmaßnahme der Tiere zu bezeichnen ist (MARX und BUCHHOLZ, 1989).

Entscheidend für die Funktionsfähigkeit der Buchten ist es also, den Tieren einen ausreichenden Temperaturkomfort oder Temperaturregulierungsmöglichkeiten zu bieten. Beides ist für die Annahme der Liege- gleich wie für die Annahme der Kotbereiche wichtig und im Warmstall eben vergleichsweise schwierig zu realisieren, weil das Ziel der Stallklimagegestaltung im Warmstall genau das Gegenteil ist.

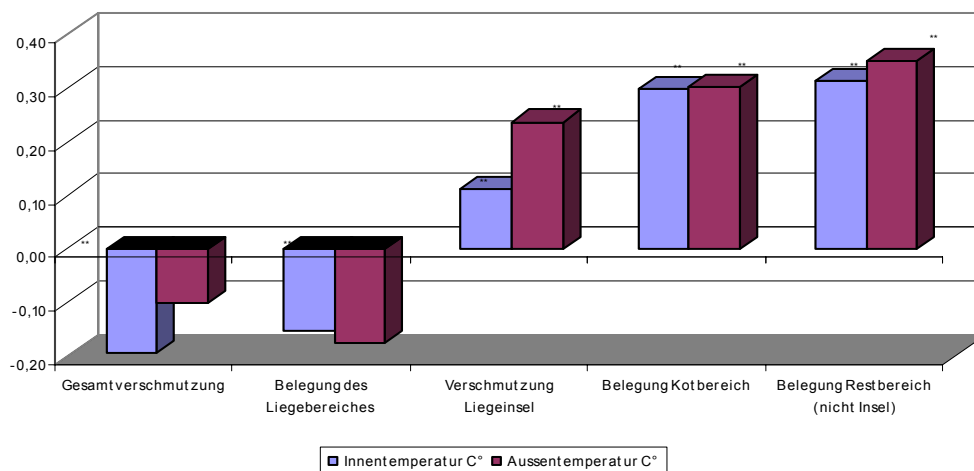


Abbildung 21: Korrelationen zwischen der Außen- und Innentemperatur sowie der Bonitur verschiedener Fußbodenbereiche (n = 1.225, 8 Durchgänge)

Beschäftigung und Aktivität

Nach TOBER und HOY (1987) können die Schweine nur in der Seitenlage eine völlig entspannte Haltung einnehmen und dann auch für Nutztiere nicht unbedingt typisch schlafen. Zur Bewertung des Liegekomforts für unterschiedliche Buchtenbereiche wurde in drei untersuchten Durchgängen zwischen dem Liegen auf dem Bauch und dem Liegen in Seitenlage unterschieden. Die folgende Abbildung stellt den Anteil des beobachteten Liegens in entspannter Seitenlage im Verhältnis zum gesamt beobachteten Liegen in der Schweinemast in den ersten drei Durchgängen dar. Auf der Liegeinsel entspricht der Anteil der ruhenden Schweine in etwa dem Flächenanteil der Insel in der Bucht. Der geringe Unterschied zeigt, dass diese Präferenz durch die Schweine nicht besonders ausgeprägt ist. Im Verhältnis zu der zur Verfügung stehenden Buchtenfläche werden am Rand aber mehr als doppelt soviel liegende Schweine beobachtet. Der etwas geringere Anteil entspannten Liegens am Rand und auch auf der perforierten Liegefläche kann mit dem höheren Tierbesatz je m² Buchtenfläche in Verbindung gebracht werden. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass das

Ruhen am Rand für die Schweine deutlich attraktiver ist als in der Mitte der Bucht. Die Insel stellt letztendlich nur einen Ansatz zur Steigerung der Wahrscheinlichkeit dar, dass die Tiere beim Aufstehen von der Festfläche auf ein perforiertes Fußbodenelement treffen. Mit bis zu 80 Prozent entspannten Liegens ist auf der Insel allerdings eine ausgesprochen komfortable Fläche gegeben, die aber vor allem im Zusammenhang mit dem vergleichsweise großzügigen Platzangebot zu sehen ist. Das Liegen am Rand ist für die Schweine deutlich attraktiver als in der Mitte der Bucht und eine geringere Dichte beim Liegen, die letztendlich eine Funktion der Besatzdichte ist, führt zu einem größeren Entspannungsgrad der Tiere.

Die Verhältnisse in der Ferkelaufzucht sind vergleichbar, wobei die in der Literatur geäußerte Einschätzung, dass die Fußbodenheizung die Sauberkeit und das Liegeverhalten unterstützt (AULSTAD UND EWERT, 1970; BUSCHER, KLUGE UND FROSCH, 2001), zumindest ansatzweise bestätigt wird. Bei der Auswertung des Ruhe- bzw. Aktivitätsverhaltens mittels Videoanalyse konnte festgestellt werden, dass 40 - 50 Prozent des Ruheverhaltens auf 37 Prozent der Fläche (beheizte Platten plus schlitzzreduzierter Kunststoffboden) stattfinden (Abb. 22). Zu den Hauptaktivitätszeiten geht das Ruhen auf allen Teilen der verfügbaren Buchtenfläche mehr oder weniger zurück.

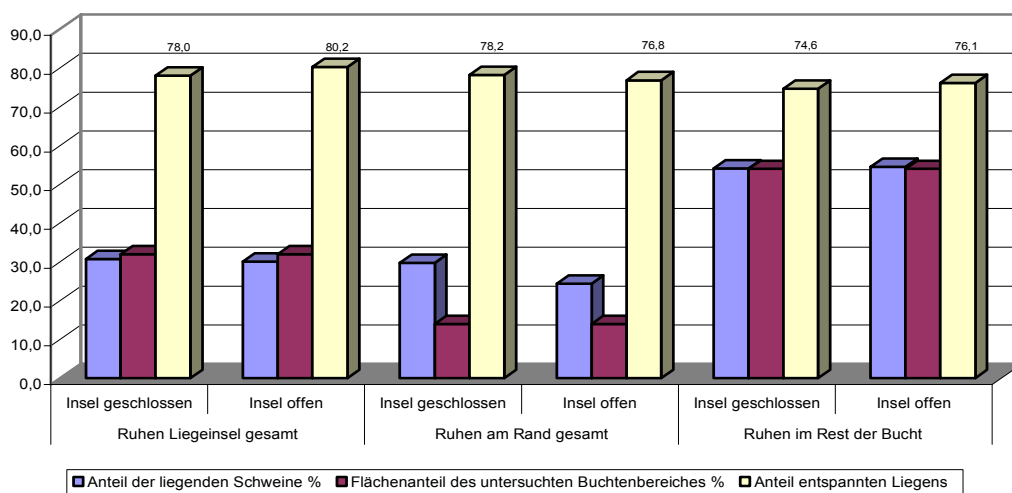


Abbildung 22: Liegeverhalten und Anteil des Liegens in entspannter Seitenlage in unterschiedlichen Buchtenbereichen (drei Durchgänge = 210 Tiere)

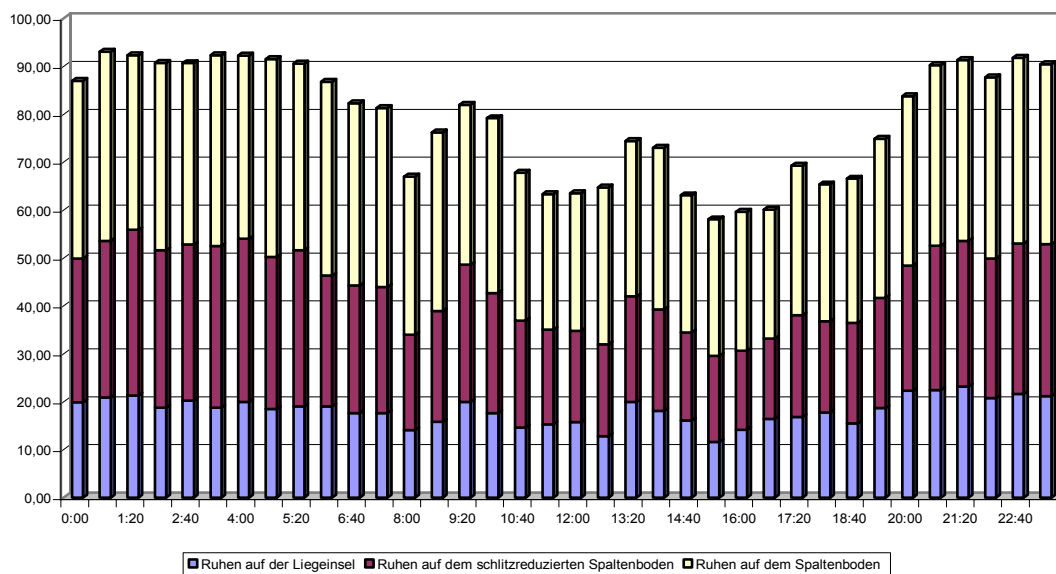


Abbildung 23: Ruheverhalten von Ferkeln während 24 Stunden (drei Durchgänge = 210 Tiere)

In der Literatur wird die Beschäftigung in erster Linie als altersabhängige Größe gesehen (JAKISCH, HESSE UND SCHLICHTING, 1994). Die Beschäftigung nimmt mit zunehmendem Alter insgesamt ab. Mastschweine beschäftigen sich mit zunehmendem Alter weniger mit Strohautomaten und mehr mit dem Sozialpartner. Sozialspele gewinnen immer mehr an Bedeutung, während Solitätspele immer uninteressanter werden. Diese Einschätzung kann im Umkehrschluss für die Ferkelaufzucht nicht bestätigt werden. Im Aufzuchtbereich wurden die sog. bite-rites erst ab der dritten Woche angenommen. Die Ferkel waren zu 21,5 Prozent, bezogen auf die Zeit von 24 Stunden, aktiv und damit etwas aktiver als die Angaben in der Literatur mit nur 17 Prozent (MARX UND SCHUSTER, 1980). Mit 8,5 Prozent des gesamten beobachteten Verhaltens wird ein gegenüber der Bewegung in etwa vergleichbar hoher Anteil der Zeit mit der Futteraufnahme verbracht (8,6 Prozent). Dieser Wert liegt etwas niedriger als in der Literatur (10 Prozent). Die Beschäftigung mit dem Sozialpartner nimmt aber lediglich nur 1,8 Prozent der Zeit eines Tages, die Beschäftigung mit Einrichtungsgegenständen dagegen 0,8 Prozent in Anspruch und beträgt so in etwa nur 10 Prozent der Zeit, die die Ferkel mit Herumlaufen oder mit dem Fressen verbringen. Aus dieser Sicht scheint eine Beschäftigung von Ferkeln weniger erforderlich zu sein als in der Schweinemast. In der Schweinemast werden die vorgesehenen Beschäftigungsgegenstände zwar etwas besser angenommen, die als Indikator für die Reizarmut gesehene Beschäftigung mit dem Sozialpartner ist aber mit 1,5 Prozent sogar eher geringer als in der Ferkelaufzucht.

Im Aktivitätsverhalten der Ferkel ist ein zweigipfliger Aktivitätsanstieg erkennbar, was eine artgerechte Haltung bestätigt. Die Korrelationsanalyse ergibt einen engen Zusammenhang zwischen der

Bewegung und der Futteraufnahme ($r = 0,67$) der Ferkel. Damit wird eventuell auch ein Teil des leistungsstabilisierenden Effektes von Fütterungsverfahren mit vorgegebener Fütterungsfrequenz erklärt, die Tiere auch akustisch zur Bewegung animieren. Aus praktischer Sicht reduziert die Ruhe im Stall die Futteraufnahme (Abb. 23), wie parallele Messungen der Futteraufnahme an einer Flüssigfütterungsanlage für Ferkel zeigt. Die Fressaktivität in der Nacht ist vergleichsweise ausgeprägt, zur besseren Orientierung empfiehlt sich deshalb eine „Sparbeleuchtung“ für die Nachtstunden.

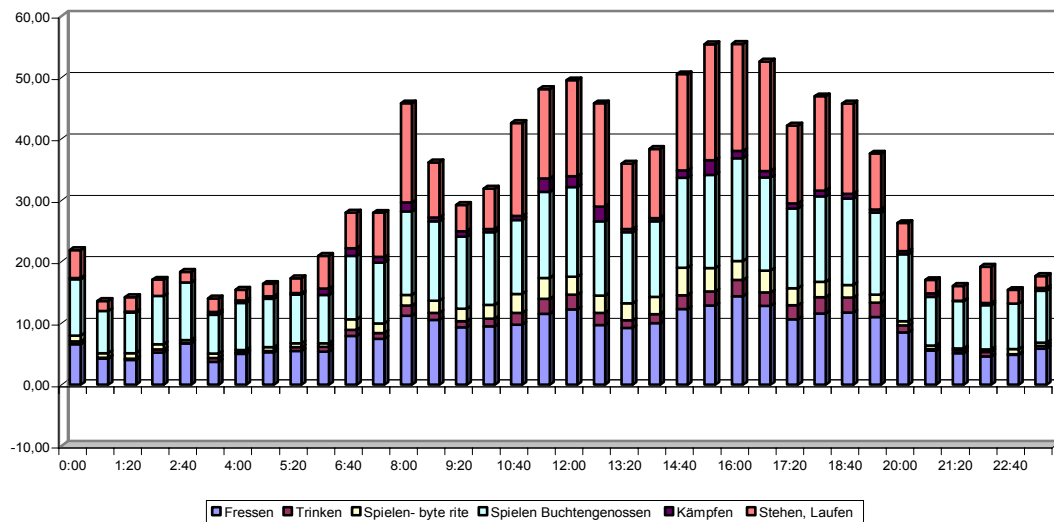


Abbildung 24: Aktivitätsverhalten von Ferkeln über 24 Stunden (drei Durchgänge = 210 Tiere)

Für die Schweinemast dagegen wird zunehmend eine Beschäftigung gefordert (HOY, ZIRON und ELKMANN, 2003), wobei die für Schweine attraktiven Manipulationsmöglichkeiten des Spielzeugs mit Stroh ideal erfüllt werden könnten. (BOLLMANN, 1991). Von den meisten Autoren wird Stroh aber heute vor allem aus hygienischen Gründen abgelehnt. An den Buchtenwänden angebrachte Spielzeuge können die Funktion des Wühlens nicht ersetzen. Hält man Ferkel und Mastschweine auf perforierten Fußböden, richten die Tiere nach Ansicht vieler Autoren ihre Aktivitäten auf Ersatzobjekte aus. Ziel sind der Fußboden, Pseudowühlen oder das Belästigen des Buchtenpartners. Ketten und Bälle reichen nicht aus, um dem Spieltrieb an unbelebten Gegenständen nachzukommen. Diese Einschätzung kann bestätigt werden. In der Mast waren die einzelnen Spielgeräte meist nur für kurze Zeit interessant, wobei die eigene Konstruktion mit etwa 50 Prozent im Vergleich am besten abschnitt. Dieses relative Ergebnis wurde von ZIRON und HOY (2003) mit einer Konstruktion ähnlicher Bauart ebenfalls erzielt. In dieser Untersuchung verbrachten die Schweine jedoch etwa 9 Prozent ihrer Zeit in einer Bucht mit 24 Artgenossen mit der Beschäftigung an diesen Geräten und damit deutlich mehr als in der vorliegenden Untersuchung. Ein dem in der vorliegenden Untersuchung verwendeten ‚porky swing‘ nicht ganz vergleichbarer Pendelbalken wurde immerhin noch

mit etwa 4 Prozent der Zeit angenommen. In der vorliegenden Untersuchung wird dieses Beschäftigungsgerät nicht mal mit 0,5 Prozent frequentiert. Deutlich attraktiver ist der nur im dritten Durchgang verwendete Scheuerbaum, der etwa doppelt so häufig benutzt wurde (0,9 Prozent). Als Grund für die vergleichbar hohe Attraktivität der eigenen Konstruktion kann die Tatsache gesehen werden, dass dieses Gerät (siehe Abb. 6) eine Art Konkurrenzsituation innerhalb der Gruppe schafft, die für die Schweine zumindest länger attraktiv bleibt. Zur Bewertung dieser Zahlen muss ausdrücklich gesagt werden, dass diese sich auf 24 h also ein Mehrfaches der Zeit beziehen in der die Schweine überhaupt aktiv sind. Die Mastschweine waren in der vorliegenden Untersuchung durchschnittlich nur zu 15,7 Prozent der Zeit in 24 Stunden aktiv und zu 84,3 Prozent in Ruhe. Gegenüber den Beschäftigungsgeräten stellt Fressen und Bewegung eine viel nachhaltigere Beschäftigung dar. Alle anderen ausgewerteten Möglichkeiten machen nur Bruchteile davon aus (Abb. 25).

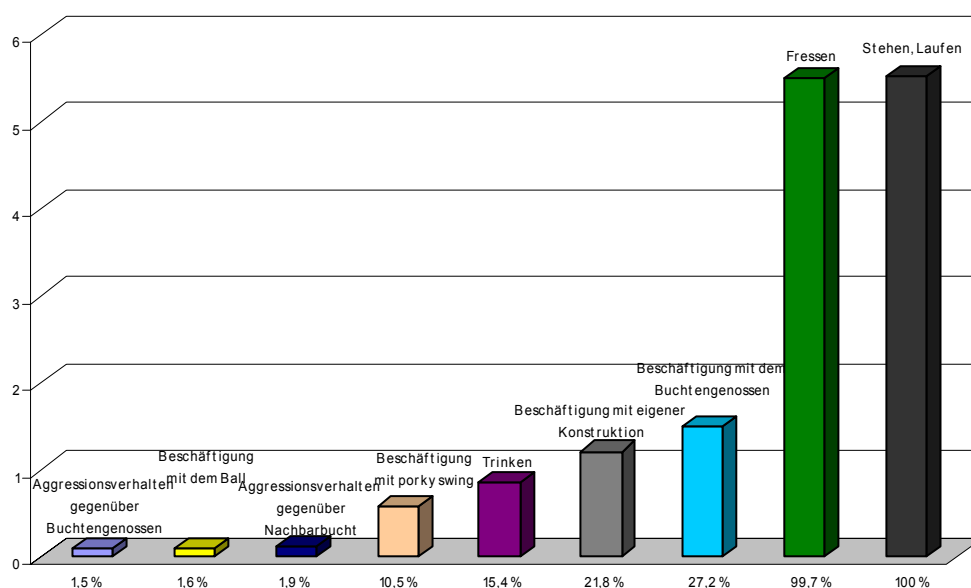


Abbildung 25: Beschäftigung von Mastschweinen relativ zur Beschäftigung mit dem höchsten Attraktivitätsgrad

Als ungemein attraktivere Beschäftigung können die Bewegung und auch das Fressen gesehen werden. Die Bewegung nimmt mit dem zunehmenden Haltungstag jedoch ab. Mit 5,55 Prozent eines Tages sind die Schweine damit um ein Vielfaches länger beschäftigt als mit allen anderen vorgesehenen Varianten. Die gesetzlichen Vorgaben können damit noch am besten erfüllt werden. So verbringen die Schweine unter ad libitum-Fütterungsbedingungen viermal mehr Zeit (1,5 h) mit der Futteraufnahme als mit einer Beschäftigungsform mit der nächst niedrigeren Attraktivität. Diese ist die Beschäftigung mit dem Sozialpartner und wird aus wissenschaftlicher Sicht als eine Handlung am Ersatzobjekt (BEA, HARTUNG und JUNGBLUTH, 2003) und kritisch im Hinblick auf den Tierschutz gesehen. Sie macht in der vorliegenden Untersuchung nur 1,5 der Zeit eines Tages aus.

4.3.2 Biologische Leistungen

Die folgende Tabelle 17 zeigt die Rohmittelwerte der biologischen Leistungen von Ferkeln und Mastschweinen auf teilgeschlossenen Fußböden. In den ersten drei Versuchsdurchgängen konnten die für neue hygienisch unbelasteten Stallanlagen typisch, guten Leistungen realisiert werden. Die Durchgänge werden getrennt für die einzelnen Bautypen zusammengefasst und dargestellt.

Tabelle 17: Biologische Leistungen von Ferkeln und Mastschweinen auf teilgeschlossenen Fußböden

Leistung	Ferkelaufzucht DG 1 - 3						Schweinemast DG 1 - 3			
	kompakte Insel (n = 101)			geöffnete Insel (n = 101)			perforierte Insel (n = 100)		geschlossene Insel (n = 101)	
Abschnitt	_24	24_49	_49	_24	24_49	_49	_50	51_92	_50	51_92
Zunahme	250	575	438	245	587	444	701	803	735	820
VK Zun. (%)	59	22	21	58	17	18	22	16	18	18
FV (1:)	2,47	1,78	1,87	2,47	1,75	1,86	2,41	2,89	2,33	2,90
Leistung	Ferkelaufzucht DG 6						Schweinemast DG 5 - 6			
	kompakte Insel (n = 38 *)			geöffnete Insel (n = 38 *)			Liegekojen (n = 79)		geteilte Insel (n = 80)	
Abschnitt	_24	24_44	_44	_24	24_44	_44	_50	51_92	_50	51_92
Zunahme	186	402	291	251	416	332	647	782	664	785
VK Zun. (%)	31	22	22	30	20	21	29	24	32	19
FV (1:)	2,25	1,72	1,89	1,79	1,73	1,75	2,34	2,95	2,44	2,87
Leistung	Ferkelaufzucht DG 7 - 8						Schweinemast DG 7 - 8			
	kompakte Insel (n = 73)			geöffnete Insel (n = 74)			Liegekojen (n = 63)		geteilte Insel (n = 65)	
Abschnitt	_24	24_4 4	_44	_24	24_4 4	_44	_50	51_92	_50	51_9 2
Zunahme	193	323	257	207	321	265	487	750	516	796
VK Zun. (%)	46	27	29	47	30	32	26	22	30	23
FV (1:)	2,88	2,59	2,68	2,63	2,29	2,4	2,66	2,75	2,47	2,66

Während die Zunahmeleistungen in der Schweinemast ein befriedigendes Niveau erreichte, war das in der Ferkelaufzucht nicht der Fall. Aus versuchstechnischen Gründen wurde die Ferkelaufzucht zwar verkürzt, die zunehmend schlechteren Leistungen sind dadurch aber trotzdem nicht zu

erklären. Im Durchgang 6 gab es Probleme mit der Lungengesundheit, die durch ein verändertes Impfregime jedoch behoben werden konnten. Diese Probleme müssen mit dem Infektionsdruck aus der LPA, die sich unter demselben Dach befindet, in Zusammenhang gebracht werden.

Tabelle 18: Mittlere Schlachtdaten der Versuchsdurchgänge 1 – 8

DG/ Bucht	Schlachtung	Gew. Netto kg	Speck mm	Fleisch mm	MFA %	Ausschl. %
1/1	1 - 3	92,1	17,9	62,8	55,2	80,0
1/2	1 - 3	91,6	17,7	64,0	55,5	79,8
2/1	1 - 3	93,3	15,0	62,5	57,5	80,1
2/2	1 - 3	92,9	16,2	63,0	56,5	80,2
3/1	1 - 3	93,6	17,6	62,7	55,6	79,1
3/2	1 - 3	92,8	17,3	59,5	55,4	79,4
4/1	1 - 2	94,2	15,7	62,8	55,4	78,6
4/2	1 - 2	96,3	19,3	66,8	54,2	78,2
Gesamt 1	alle Schlachtungen	93,3	16,6	62,7	55,9	79,5
Gesamt 2	alle Schlachtungen	93,4	17,6	63,3	55,4	79,4
5/1	1 - 3	89,4	17,4	61,9	54,4	79,5
5/2	1 - 3	87,8	16,3	61,1	56,1	80,4
6/1	2 - 3	79,7	13,8	54,5	57,3	77,9
6/2	2 - 3	90,8	15,1	58,9	57,0	80,2
7/1	1-3	91,1	18,0	63,0	54,5	80,6
7/2	1-3	89,4	16,3	65,7	56,0	80,7
8/1	1-3	90,5	15,2	62,8	59,1	80,1
8/2	1-3	93,3	16,7	62,7	56,1	79,5
Gesamt 1	alle Schlachtungen	87,7	16,1	60,5	56,3	79,5
Gesamt 2	alle Schlachtungen	90,3	16,1	62,1	56,3	80,2

Im Durchgang 7 und 8 wurden durch Probleme mit der Wärmebereitstellung und Lüftung in Kombination mit der Fütterung (Na-Versorgung) in den beiden Buchten unterschiedlich starke ‚Caudophagie‘ und Kannibalismus Symptome provoziert, die einmal etabliert bis in die Mast verschleppt

wurden. In der folgenden Mast werden die Zunahmen z. T. kompensiert, so dass hier immer noch ein befriedigendes Zunahmeniveau erreicht wurde. Überkompensiert werden sie jedoch nicht. Das beweisen auch die dazu gehörigen Schlachtleistungen.

Die Verhaltensstörungen wirken sich zunächst stark auf die Futteraufnahme der Ferkel und Mast-schweine aus und überlagern zumindest in den späteren Durchgängen die durchweg geringen Unterschiede in der Leistung, die auf die Haltung zurückzuführen sind. Diese waren in den ersten drei Durchgängen nachzuvollziehen.

Die in der Literatur beschriebenen Leistungsunterschiede von Schweinen auf Teilspaltenböden im Vergleich zur Haltung auf Vollspaltenböden (SÜSS und SPRENGEL, 1984) werden in diesen Untersuchungen mit dem unterschiedlichen Wärmeentzug in Verbindung gebracht. Dieser war bei der früher üblichen Ausführung von > 1 Meter tiefen Güllekellern auch zu erwarten. In der vorliegenden Untersuchung sind die Wannen aber nur 45 cm tief. Trotzdem können auch in der vorliegenden Untersuchung in einzelnen Durchgängen Unterschiede zwischen den einzelnen Buchten in der Schweinemast, nicht aber in der Ferkelaufzucht dargestellt werden, die eine solche Erklärung vermuten lassen. Im Futteraufwand ergaben sich keine Unterschiede, dieser korrespondiert erfahrungsgemäß stark mit dem Zunahmeniveau. Dasselbe gilt für die Rohmittelwerte der Schlachtleistungen, die in der Tabelle 18 zusammengefasst wurden. Bei etwas geringeren Zunahmen in den Durchgängen 5 - 8 wurden die Schlachtleistungen sogar etwas besser. Die Ausschlachtungen von durchschnittlich 80 Prozent beweisen eine gute Nüchterung der Tiere vor der Schlachtung und kurze Wege zum Schlachthof. Weil die Schlachtleistung nicht Gegenstand der Untersuchung war, wurde auf eine statistische Prüfung verzichtet. Beurteilt vom Datenmaterial her sind Unterschiede nicht zu erwarten.

4.3.3 Stallklima und Schadgasmessung

Die Messergebnisse zu den Schadgasen zeigen Ammoniak- und Methankonzentration als eine Funktion der Menge an Exkrementen, die mit der Stallluft in Verbindung kommt. Der Zusammenhang zur Akzeptanz der Festflächen, Bewegungsaktivität und Stalltemperatur wird deutlich. Die gemessenen Werte für Ammoniak überschreiten mit zunehmender Haltungsdauer zum Teil erheblich den Grenzwert von 20 ppm. So ergaben sich Unterschiede zwischen den beiden Buchtentypen, in der stärker verschmutzten Bucht 2 werden auch höhere Konzentrationen gemessen (Abb. 26). Als Grund für die gemessenen Unterschiede kann die mit der Verschmutzung der Buchten verbundene Schadgasanreicherung gesehen werden, die die folgenden Abbildungen auf der Grundlage einer Verlaufsmessung belegen.

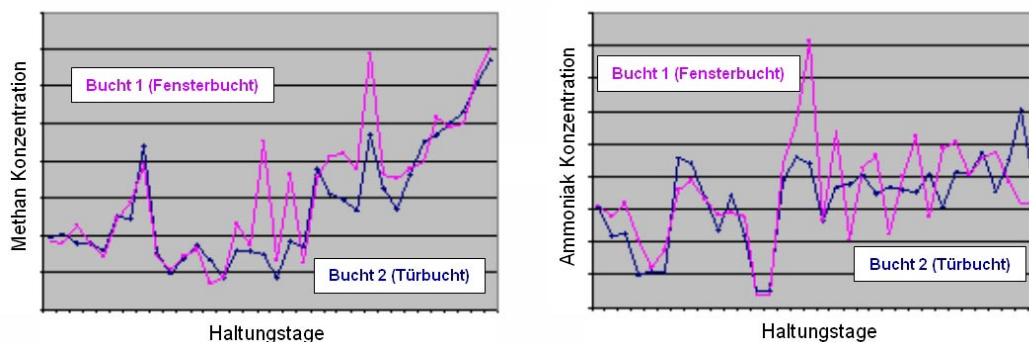


Abbildung 26: Entwicklung von Methan und Ammoniakkonzentrationen auf teilgeschlossenen Fußböden

Im Vergleich der verwendeten Stallfußböden zeigt sich ein deutlicher Effekt des Schlitzanteils sowie der Oberflächeneigenschaften der verwendeten Fußböden und evtl. auch der darunter befindlichen Kanäle.

Bei Einsatz neuer Materialien und Gestaltungsvarianten in der Praxis werden jedoch auch Aussagen zu ihrer Umweltwirkung benötigt. Entsprechende Daten finden bei der Beurteilung der Umweltverträglichkeit im Rahmen von Genehmigungsverfahren Anwendung. Der Stallboden hat einen Anteil an Ammoniakemissionen eines Schweinestalles von 30 bis 50 Prozent. Eine Übersicht zu Literaturwerten gibt Tabelle 19.

Tabelle 19: Anteil der stallinternen Emissionsquellen an den Gesamtemissionen (nach SIEBER, 2000)

Autor	Messbedingungen	emittierende Quellen		
		Tier	Boden verschmutzte Oberfläche	Flüssigmist
Janssen und Krause (1987)	Modellsimulation	19 %	45 %	36 %
Hoeksma (1992)	Teilspaltenboden			60 %
Christianson (1993)	Vollspaltenboden	25 – 50 %		50 – 75 %
Hendriks (1993); Verdoes (1994)			30 %	70 %
Rom (1994)	Teil-, Vollspaltenboden		50 %	50 %

In den vorliegenden Untersuchungen wurde das Emissionsverhalten von Ruheflächen mit Ökospaltenboden, mit Kunststoffboden und mit plan befestigtem Betonboden, des Fressbereichs mit Betonspaltenboden und des Tränkbereichs mit Gitterrosten geprüft. Weil insgesamt nur zwei Messrei-

hen unter Sommerbedingungen durchgeführt wurden, sind die Ergebnisse als Anhaltswerte zu sehen. Die Auswertung beschränkt sich auf eine relative Darstellung der Emissionen, wobei die Emissionen des trockenen und sauberen Ökospaltenbodens 100 Prozent betragen. Die verbleibenden Flächen wurden in Abhängigkeit vom Verschmutzungsgrad ins Verhältnis gesetzt.

Im Vergleich der sauberen und trockenen Böden wurden die höchsten Flächenemissionen vom Ökospaltenboden ermittelt. Vom Kunststoffboden wurden im Vergleich nur noch 76 Prozent, von der plan befestigten Liegefläche etwa 70 Prozent emittiert.

Das geringere Emissionspotenzial des Kunststoffspaltenbodens, der wie der Ökospaltenboden über einen Schlitzanteil von 10 Prozent verfügt, wird möglicherweise durch das Material bedingt. Der Kunststoff ist glatter und weniger porös. Im trockenen und sauberen Zustand zeigt sich die Überlegenheit der plan befestigten Fläche, weil eine Nachlieferung von Ammoniak aus der Güllewanne nicht erfolgt. Eine 3-prozentige Neigung der Fläche sorgt für ein schnelles Abfließen von Harn.

Kann die plan befestigte Fläche jedoch nicht sauber gehalten werden, ist ähnlich dem Emissionsverhalten von Voll- und Teilspaltenboden mit erhöhten Emissionen zu rechnen.

Tabelle 20: Gemessene Schadgaskonzentrationen über verschiedenen Fußbodenabschnitten mit unterschiedlichem Schlitzanteil im relativen Vergleich

	Ammoniak %	Lachgas %	Kohlendioxid %	Methan %
Gitterrost Tränkebereich (50 %)	200	95	137	178
Ökospaltenboden verschmutzt (10 %)	174	96	96	126
Kunststoffboden verschmutzt (10 %)	156	74	93	108
Fressbereich verschmutzt (14 %)	152	83	96	105
Gitterrost Tränkebereich feucht (50 %)	121	70	91	76
Ökospaltenboden sauber und trocken (10 %)	100	100	100	100
Kunststoffboden sauber (10 %)	76	88	100	76
plan befestigter Beton sauber (0 %)	70	75	80	71

In den vorliegenden Untersuchungen erhöht sich das Freisetzungsniveau für Ammoniak durch die Verschmutzung der Flächen sowohl für den Ökospaltenboden als auch für den Kunststoffspaltenboden um ca. 74 Prozent. Werden die verschmutzten Flächen verglichen, schneiden der Kunststoffspaltenboden und der Fressbereich mit Betonspaltenboden und 14 Prozent Schlitzanteil etwas günstiger als die anderen Flächen ab. Deren relativen Flächenemissionen betragen 152 Prozent,

die des Gitterrosts im Tränkbereich (50 Prozent Schlitzanteil) 161 Prozent und des Ökospaltenbodens 174 Prozent. Der Metallboden im Tränkebereich bildet eine gewisse Ausnahme, weil dieser aufgrund des hohen Schlitzanteiles und der schmalen Stege immer sauber ist. Es ist anzunehmen, dass die Emissionen aus dem darunter liegenden Kanal weniger zurückgehalten werden, was die vergleichsweise hohen Werte für Ammoniak und Methan zumindest teilweise erklärt. Abschließend bewertet zeigen die Untersuchungen, dass der Verschmutzungsgrad von Flächen größeren Einfluss auf die Ammoniakemissionen hat als das Material oder der Perforationsanteil.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Festflächen werden heute im Rahmen der Umsetzung der neuen Nutztierhaltungsverordnung für Schweine intensiv diskutiert und in allen Bereichen der Schweinehaltung zunehmend gefordert. Die Haltung der Schweine auf ‚speziell vorgesehenen Liegeflächen‘ kann aber nicht nur im Zuge der Entwicklung der Haltungsgesetzgebung zum Haltungsstandard werden, sondern ist in den meisten heute bereits umgebauten Typanlagen in Ostdeutschland ein mehr oder weniger großes Problem, mit dem die Betriebe versuchen zu leben. Mit der Trennung der Funktionsbereiche einer Bucht soll den Bedürfnissen der Schweine nach Liegekomfort entsprochen und ein arttypisches Verhalten ermöglicht werden. Besonders aber die Forderung nach einem höheren Platzangebot in Kombination mit den Festflächen führt in den praxisüblichen Warmställen zu bislang ungelösten Problemen, die letztendlich kontraproduktiv für den Tierschutz sein können. Ohne eine Weiterentwicklung der Haltungstechnik führt die Einrichtung von Festflächen die alten Probleme wieder herbei, die letztendlich zur Ablösung der Schweinehaltung auf Teilspaltenböden geführt haben. Eine Verbesserung der Situation kann nur die stärkere Steuerung des Tierverhaltens durch die Stalleinrichtung bringen.

Das vorgestellte Projekt zur Haltung wachsender Schweine auf Festflächen zeigt deutlich, wie schwierig eine Beeinflussung des Tierverhaltens in Warmställen mit dem Ziel der Annahme der Festflächen als Liegeflächen ist. Zusammen mit den ständig steigenden Problemen in der Tiergesundheit wird es für die Betriebe aber zukünftig immer weniger möglich sein, mit diesen Festflächenverschmutzungen zu leben. Die Sicherung der Tiergesundheit ist nicht nur die Basis für die Wirtschaftlichkeit der Tierhaltung, sondern auch angewandter und nachhaltiger Tierschutz.

Die Versuche ergaben als nennenswerte Faktoren zur Steuerung des Tierverhaltens bzw. der Sauberhaltung der Buchten die Besatzdichte bzw. das Flächenangebot, den Haltungstag, die **Stalltemperatur** und damit verbunden die **Liegeflächenakzeptanz**. Aber nur die Stalltemperatur beeinflusst die Liegeflächenakzeptanz und Liegeflächensauberkeit mit einer nennenswerten Korrelation von **0,4**. Innerhalb der variierten Besatzdichten (0,85 bis 1,25 m²/Mastschwein, 0,45 m² je Ferkel) führte ein geringeres Platzangebot zu saubereren Buchten, weil der damit verbundene ‚Tiertritt‘ den Kot besser durch den Spaltenboden beförderte. Jede Form von Aktivität verbesserte die Sauberkeit der Buchten. Gezielt eingesetzte Temperaturunterschiede (Kühle in der Schweinemast, Wärme in

der Ferkelaufzucht) von Fußboden und dem Raum können zusammen mit erprobten Verbesserungen der Buchtenstruktur helfen, das Tierverhalten zu verbessern.

Die Außentemperatur der Ställe hatte zumindest bei den vergleichsweise niedrigen Umgebungstemperaturen in der Mast sowohl unter Praxisbedingungen in einer großen sächsischen Mastanlage als auch am Standort Köllitsch einen größeren Effekt auf die Festflächenakzeptanz der Tiere und damit auch die Sauberkeit der Bucht als die Innentemperatur. Es konnte bewiesen werden, dass gerade die der Außenwand anliegenden Buchtenbereiche auch von den Schweinen als kühler wahrgenommen werden.

Steigende Außentemperaturen führen noch mehr als steigende Innentemperaturen dazu, dass die Tiere die kühleren Außenbereiche der Bucht nicht mehr wahrnehmen, deshalb als Kotstellen eher meiden oder sie bevorzugt zum Liegen aufsuchen. Die Temperaturschwankung von Außen- und Innentemperatur an sich führen zum Wechsel der Liege- und Kotfläche. Diese Schwankungen sind größer als die Unterschiede in der Oberflächentemperatur von Spaltenbodenelementen mit unterschiedlichem Schlitzanteil, zumindest wenn sie aus einem Material hergestellt sind. Bei vergleichsweise hohen Umgebungstemperaturen über 28°C betragen diese Unterschiede bei Beton (Schweinemast) nur **0,5 - 0,7°C**, bei Kunststoff nur etwa **1°C** (10 Prozent und 40 Prozent Schlitzanteil). Die geringen Unterschiede nehmen die Schweine weniger wahr als die Unterschiede in der Schichtung oder Veränderung der Raumtemperatur, die zumindest in der Schweinemast vergleichsweise stark vom Außenklima geprägt ist.

Das heißt, im Hinblick auf die Buchtensauberkeit ist ein bestimmtes Temperaturgefälle von Vorteil, weil es die Sicherheit des Anlegens der entsprechenden Kotstellen unterstützt. **Randständigkeit** und **Kühle** sind die ausschlaggebenden Faktoren für dieses Verhalten. Dieses ist damit weniger variabel als das Anlegen der Liegeflächen, welches einer vergleichsweise engen Temperaturtoleranz unterliegt, die in einstreulosen Systemen zwischen **18 bis 23°C** Umgebungstemperatur zu sehen ist. Auch die im Rahmen der Praxisuntersuchungen erarbeiteten Erfahrungen zeigen, dass zur Beeinflussung des Tierverhaltens nicht nur offensichtliche und dem Thermoregulationsvermögen der Schweine angepasste attraktive Liegeflächen wichtig sind. Zur Verbesserung der Sauberkeit der Bucht müssten alle Randbereiche der Bucht unbedingt und theoretisch noch stärker perforiert sein, als das durch gesetzliche Vorschrift von Schlitzweite und Balkenbreite (max. 13 - 14 % Schlitzanteil) bei Betonfußböden möglich ist.

Auch die Verwendung unterschiedlicher Materialien (Beton oder Gusseisen) führt zu keiner ausreichenden Sicherheit im Tierverhalten, obwohl eine gewisse Unterstützung insbesondere in Kombination mit der Zuluftführung möglich wird. Das wurde in den Praxisversuchen besonders deutlich. Als zusätzliches Moment muss eine bestimmte **„Offensichtlichkeit“** durch die Struktur der Bucht für die Schweine dazu kommen. Deshalb bewähren sich Liegeinseln auf dem Niveau des restlichen Fußbodens ohne Unterbau in der Schweinemast nur einen Durchgang lang. Ein erster Schritt ist

die Erhöhung der Liegebereiche um wenigstens **5 cm** und die Ausstattung mit einem Mindestgefälle von **3 - 5 Prozent**. Als ein weiterer Schritt in Richtung einer verbesserten Liegeflächenakzeptanz konnte genutzt werden, dass **das Liegen am Rand** für die Schweine deutlich attraktiver ist als das Liegen in der Mitte der Bucht. Der beim Liegen festgestellte Entspannungsgrad der Schweine korrespondierte mit der Besatzdichte, welche am Rand doppelt so hoch war wie in der Mitte der Bucht.

Das zunächst versuchte Inselprinzip wurde nach vier Durchgängen überarbeitet und die Einrichtung von **Liegekojen** sowie das ‚Aufbrechen‘ der mittigen Liegeinsel zu zwei **Liegebändern** kam dem Bedürfnis der Tiere, sich zum Ruhen an den Rand zurückzuziehen, besser entgegen. Die baulich aufwändigste Variante mit den Kojen erwies sich aus Sicht des Tierverhaltens (Ruhe- und Eliminationsverhalten) auch als die günstigste von allen untersuchten Varianten. Die Akzeptanz der einzelnen Fußbodenelemente durch die Tiere ist auch im Hinblick auf die gemessenen Emissionen die entscheidende Größe. So spielte die Sauberkeit des jeweiligen untersuchten Spaltenbodenelementes eine größere Rolle als der damit verbundene Schlitzanteil oder die Materialeigenschaften. Sauberer Spaltenboden emittiert umso weniger, je weniger Schlitze er hat und je glatter er ist (**24 - 30 Prozent**). Der Schlitzanteil beeinflusst aber auch die mögliche Verschmutzung, so können sich die Verhältnisse in gleicher Richtung umdrehen. Verschmutzte undrainierte Festflächen emittieren mehr Ammoniak als entsprechende Spaltenbodenelemente mit höherem Schlitzanteil.

In der Ferkelaufzucht waren die Verhältnisse über den Einsatz der Fußbodenheizung, die Bewegungsaktivität der Jungtiere, die vergleichsweise geringe Kotmenge und den hohen Perforierungsgrad der Fußbodenelemente (max. 36 - 40 Prozent) relativ einfach zu beherrschen und eine befriedigende Situation herzustellen. Die hohen erforderlichen Raumtemperaturen (25 - 30°C) führen in Kombination mit der Fußbodenheizung jedoch zur Energieverschwendung und zu Fußbodentemperaturen (23 - 24°C), die keine spezifische Differenzierung und Einteilung der Bucht durch die Tiere über die Temperatur möglich machten. Zonenheizsysteme in Kombination mit abschirmten Liegebereichen (Mikroklima) sind in diesem Zusammenhang ein Schritt in die richtige Richtung.

Ein weiterer heute diskutierter Aspekt ist die Beschäftigung der Schweine. Die Versuche zeigen, dass die Tierschutzrelevanz dieses Faktors nicht so hoch ist wie mitunter diskutiert wird, nicht zuletzt, weil die Instinktausstattung der Hausschweine eine andere ist wie die der Wildschweine. Die auf Futteraufnahme gezüchteten Tiere interessieren sich um ein Mehrfaches (**4-mal**) für Futter als für alle den Tieren vorgestellten Beschäftigungsgeräte. Aufzuchtferkel zeigen erst nach drei Wochen überhaupt für die Beschäftigungsgeräte Interesse. Die Fütterungssysteme, die die Futteraufnahme über einen längeren Zeitraum verteilen, sollten in der Haltungsgesetzgebung als Beschäftigungsgeräte anerkannt werden. Nur mit dem Futter befassen sich die Schweine länger als eine Stunde je Tag. Die wichtigste Eigenschaft eines technischen Beschäftigungsgerätes ist die Manipulierbarkeit. Diese gelang mit dem selbst konstruierten Gerät noch am besten. Aber auch damit können die Tiere nicht dem Drang zu Wühlen nachgehen, der letztendlich auch nur eine Form der Futtersuche darstellt. Um dieses zu erreichen, gibt es auch heute noch kein besseres Material als

Stroh. Leider sind dessen Kosten (Arbeit, Strohkette, Flüssigmisttauglichkeit) in den meisten Systemen der intensiven Schweinehaltung nicht zu vertreten. Die heute so stark in den Vordergrund gestellten hygienischen Eigenschaften von Stroh sind von den Problemen der Haltung auf Festflächen zu trennen. Verkotete Festflächen sind, eingestreut für die Tiere, nachweislich sogar noch besser zu ertragen als nicht eingestreute. Diese sind, wie hier dargestellt werden konnte, deutlich relevant für das Stallklima und letztendlich auch für die Leistungen der Schweine.

6 Literaturverzeichnis

- AULSTAD, D. UND J. EWERT, 1970: Variationsursachen der Reinlichkeit von Mastschweinen innerhalb eines Betriebes. *Acta Agriculturae Scandinavica* 20, S. 286 - 292.
- BEA, HARTUNG, JUNGBLUTH UND TROXLER; 2001: Spiel – und Erkundungsverhalten von Mastschweinen. *Landtechnik* 58 1/2003, S. 40 - 41.
- BÖHMER UND HOY, 1995: Untersuchungen zum antagonistischen Verhalten, zur Beschäftigung und zum Abliegeverhalten von Mastschweinen bei Haltung auf Tiefstreu mit mikrobiell enzymatischer Einstreubehandlung bzw. auf Vollspaltenboden. *KTBL Schrift* 361; S. 264 - 273.
- BÜSCHER, KLUGE, UND FROSCH, 2001: Verfahrensvergleich von Raum- und Zonenheizung bei der Ferkelaufzucht. *Agrartechnische Forschung* 7 (2001) Heft 1, S. 155.
- BURE, R. G., 1987: Die Auswirkung der Buchtenstruktur auf das Liege- und Ausscheidungsverhalten von Schweinen. *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung*, *KTBL-Schrift* 319; S. 83 - 91.
- EU, 2001: Rechtsvorschriften; Richtlinie 91/630/EWG; S. 1 - 38.
- GNAUCK, 2005: Zufrieden mit der Mast auf Spalten. *Bauernzeitung* 50/2005, S. 50 - 51.
- GRAUVOGEL, 2000: Das Leben ist ein Spiel. *Archiv Tierzucht* 43/4, S. 315 - 326.
- HESSE UND GOLLNISCH, 2001: Böden in der Mastschweinehaltung. *Landtechnik* 56, 3/2001, S. 162 - 163.
- HESSE UND GOLLNISCH, 2001: Böden für Mastschweine - Erfahrungen aus der Praxis. *SUS* 4/2001, S. 8 - 10.
- HÖGES, 1988: Saubere Buchten für Ferkel und Mastschweine. *DGS* 48/1988, S. 1389 - 1390.
- HOY UND TOBER, 1989: Zur Bedeutung des Tierverhaltens bei der Haltung von Mastschweinen. *Tierzucht* 42, 11/1989; S. 537 - 538.
- HOY, ZIRON UND ELKMANN, 2003: Womit spielen Schweine am liebsten? *Top agrar* 2/2003, S. 12 - 15.
- HOY, 2004: Zu den Anforderungen von Mastschweinen an die Buchtenfläche. *Tierärztliche Umschau* 59, S. 576 - 582.
- HUYNH, T. et al., 2004: Thermal behaviour of growing pigs in response to high temperature and humidity. *Applied animal behaviour science* 91 (2005), S. 1 - 16.
- JAIS, 2001: Liegeflächen sauber halten - aber wie? *Bayrisches Wochenblatt* 15.9.01, *SUS* 3/2002, S. 46 - 47.

- JAKISCH, HESSE UND SCHLICHTING, 1994: Raumstrukturbezug des Verhaltens von Mastschweinen in Haltungungsverfahren mit und ohne Stroh. Schweinehaltungsverordnung 1994, Teil 1 Nr. 9, S. 311 - 315.
- KLEMM R. UND E. MEYER, 2004: Evaluierung der Auswirkungen neuer Haltungsvorschriften für Schweine auf die Produktionstechnik und Betriebswirtschaft unter besonderer Berücksichtigung der Gruppenhaltung von Sauen im Wartebereich. Abschlussbericht zum Projekt.
- MARX, 1985: Wie viel Platz brauchen Ferkel bei strohloser Aufzucht? DGS 1/1985, S. 16 - 18.
- MARX UND SCHUSTER, 1980: Ethologische Wahlversuche mit frühabgesetzten Ferkeln während der Flatdeckhaltung. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift Heft 87, S. 369 - 375.
- MARX, RHODENS UND BUCHHOLZ, 1989: Untersuchungen des Abliegens und Aufstehens von freilaufenden Haus- und Wildschweinen unter besonderer Berücksichtigung der Jungtiere auf verschiedenen Bodenarten. KTBL-Schrift Nr. 336; S. 61 - 81.
- MARX UND BUCHHOLZ, 1998: Verbesserungsmöglichkeiten der Haltung junger Schweine im Sinne der Tiergerechtigkeit anhand der Untersuchung von Einflussfaktoren auf das Verhalten. Tierhaltung Band 19, Birkhäuser Verlag, S. 55 - 69.
- MAYER UND HAUSER, 1999: Ableitung des optimalen Temperaturbereichs für Mastschweine aus dem Liegeverhalten und der Vokalisation. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1999, KTBL-Schrift 391, S. 129 - 136.
- MINISTERIUM, 2002: Tierschutzrechtliche Anforderungen an Schweinemastanlagen und Anlagen zur Haltung von Zuchtschweinen und Ferkeln bis zum Absetzen von der Sau. Erlass 6.6.2001 AZ: VI-5-4200-9337.
- MOLLET, P. UND B. WECHSLER, 1990/1991: Auslösende Reize für das Koten und Harnen bei Hauschweinen. KTBL-Schrift 344, S. 150 - 161.
- NIKLAUS H. UND MELZER, 2002: Nur zum Teil auf Spalten. Bauernzeitung 10/2002, S. 34.
- PFLANZ, et al., 2005: Bewertung innovativer Schweinemastverfahren im Rahmen einer Feldstudie. Landtechnik 4/ 2005.
- ROTH UND MEYER, 2002: Die Erprobung von drainierten Spaltenböden bei Mastschweinen.
- SIEBER, E., R. WEHLITZ UND W. FROSCH, 2000: Quantifizierung von Geruchs-, Spurengas- und Staubemissionen und deren Emissionsquellen im Stall als Grundlage für den Einsatz emissionsmindernder Maßnahmen.
- SPOOLER UND HOOFS, 2002: Holland: Mästen auf 60 % fester Fläche? SUS 4/2002, S. 26 - 30.
- STEINWIDDER, 1999: Die Auswirkung schlechter Stallluft auf die Mast- und Schlachtleistung sowie die Fleischqualität von Mastschweinen in Haltungssystemen mit und ohne Stroh. „Aktuelle Fragen des landwirtschaftlichen Bauens“, Gruppensteiner Bautagung 1999, S. 17 - 19.
- STUBBE, BECK UND JUNGBLUTH, 1999: Verbesserung der Tiergerechtigkeit intensiver Schweinehaltungssysteme durch Beschäftigungstechnik. Uni Hohenheim, FAL Braunschweig Sonderheft Nr. 193/2, S. 167 - 171.
- SÜSS UND SPRENGEL, 1984: Voll- und Teilspaltenbodenbuchten für Mastschweine im Vergleich. Bayrische Landesanstalt für Tierzucht, Grub.

- SUNDRUM, ANDERSSON UND POSTLER, 1994: Tiergerechtheitsindex-2000 - Ein Leitfaden zur Beurteilung von Haltungssystemen. Bonn.
- TUSCHERER UND MANTEUFFEL, 2000: Die Wirkung von psychischem Stress auf das Immunsystem. Archiv Tierzucht, Dummerstorf, S. 547 - 560.
- VAN PUTTEN UND ELSHOFF, 1984; Der Einfluss von drei Lichtniveaus auf das Verhalten von Mastschweinen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Schrift 299, S. 197 - 216.
- VAN PUTTEN, 1992: Forschungsergebnisse und Erkenntnisse zur tiergerechten Schweinehaltung. Züchtungskunde 64, Verlag Eugen Ulmer, S. 209 - 216.
- VON BORELL, 2005: Persönliche Mitteilungen, Gespräch am 01.09.2005.

Impressum

Herausgeber: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden
Internet: www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/publikationen

Autoren: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Fachbereich Tierische Erzeugung
Dr. Eckhard Meyer, Ines Jahn
Am Park 3
04886 Köllitsch
Telefon: 034222/46-154
Telefax: 034222/46-109
E-Mail: eckhard.meyer@koellitsch.lfl.smul.sachsen.de

Redaktion: siehe Autoren

Endredaktion: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Birgit Seeber, Ramona Scheinert, Matthias Löwig
Telefon: 0351/2612-345
Telefax: 0351/2612-151
E-Mail: birgit.seeber@pillnitz.lfl.smul.sachsen.de

ISSN: 1861-5988

Redaktionsschluss: Juni 2006

Für alle angegebenen E-Mail-Adressen gilt:

Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische Dokumente

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlhelfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.