

## **Gesamtheitliche Beurteilung innovativer Schweinemastverfahren für Baden-Württemberg**

### **Folge 3: Vergleichende Beurteilung von Buchtenverschmutzung und Stallklima**

Wilhelm Pflanz, LSZ Boxberg

Für die Beurteilung des Stallklimas wurden folgende Parameter festgehalten:

- Temperatur und relative Luftfeuchte innerhalb des Stalls und zum Vergleich im Außenbereich
- Schadgaskonzentrationen mit Ammoniak als Leitgas
- die Beleuchtungsstärke jeweils gemessen im Tierbereich

Die Buchtenverschmutzung wurde mit Hilfe der Bonitur nach Verschmutzungsgraden differenziert in Funktionsbereiche und Jahreszeiten festgehalten.

Für die Temperatur und relativer Luftfeuchtemessungen wurden in jedem Betrieb zwei bzw. drei (bei Ställen mit Ruhekisten) Stallklimalogger (System Testo 175-H2) installiert, welche jeweils eine parallele Messung der zwei Parameter ermöglichten. Im Stallinnern wurden die Logger jeweils in 1,40 m Höhe über dem Aktivitätsbereich angebracht, bei Ställen mit getrennten Klimabereichen wurde im Innenbereich zusätzlich noch ein weiterer Logger in der Ruhekiste, installiert. Dieser war in Tierhöhe (40 cm) befestigt. Für eine Bezugsmessung wurde jeweils noch in jedem Betrieb ein Logger im Außenbereich befestigt. Die Logger hatten einen Messbereich von 0 bis 100% relativer Luftfeuchte sowie von -20 bis + 70 °C Temperatur.

Parallel zu den ethologischen Untersuchungen wurden kontinuierliche Schadgasmessungen jeweils über 24 h während der beiden Untersuchungstage durchgeführt. Dies geschah mit Hilfe zweier portabler Gasmessgeräte (System Dräger-Multiwarn II). Die Geräte verfügten jeweils über drei elektrochemische Sensoren für die Messung von O<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, und H<sub>2</sub>S sowie einen Infrarot- (CO<sub>2</sub>) wie auch einen katalytischen Sensor (CH<sub>4</sub>). Die Messorte befanden sich jeweils 1,4 m über einem repräsentativen Aktivitätsbereich sowie bei getrennten Klimabereichen unterhalb der jeweiligen Kistendeckel.

Die Beleuchtungsstärke wurde mit Hilfe eines Luxmeters (System Testo 545-Handmessgerät) im Innenbereich und im Freien (Bezugsmessung im Schatten) jeweils zwischen 12 und 13 Uhr gemessen. Messorte im Stall waren jeweils die zufällig ausgewählten Buchten zur Tierbeobachtung bzw. Integumentbonitur. Es wurde jeweils in der Mitte der Bucht in Tierhöhe mit waagrechttem Photoelement (Silizium-Fotodiode) nach oben gemessen.

#### **Buchtenverschmutzung**

Für die Beurteilung der Buchtenverschmutzung bzw. der Funktionssicherheit innerhalb der einzelnen Ställe ist vor allem der Zustand des jeweiligen Liegebereichs sowie des Kotbereichs im Jahresverlauf, wie in Tabelle 1 vorgestellt, von Bedeutung.

Die höchste Funktionssicherheit für beide Funktionsbereiche zeigte hier das Offenfrontstallsystem, hier wurden im Jahresverlauf 91,2% aller Kotplätze entsprechend ihrer Funktion angenommen bzw. verschmutzt, dementsprechend wiesen 88,8% aller Liegebereiche eine gute Sauberkeit auf. Dieses Ergebnis steht somit in Analogie zu den Beobachtungsdaten mit der guten Akzeptanz des Liegebereichs für dieses System. Verblüffend waren in diesem Verfahren auch die relativ stabilen Werte für die wärmeren Jahreszeiten. Sicherlich zeigt dieses Ergebnis teilweise auch einen systematischen Fehlereffekt dieser Studie. Das heißt, es wurden hier in der Regel nur überdurchschnittliche Betriebe, gerade in Bezug auf das Stallmanagement untersucht, was generell über alle Systeme hinweg zu besseren Ergebnissen führte. Der Schrägbodenstall wies im Vergleich mit lediglich 15% stärker verschmutzten Liegebereichen und dementsprechender Akzeptanz der Kotbereiche (77,5%) die zweitbeste Funktionssicherheit auf, wenngleich in diesem System während den Sommermonaten der Spaltenboden und somit der Kotbereich vermehrt zum Ruhen aufgesucht wurde. Das Auslauf- sowie das konventionelle System sind für das Merkmal „Sauberkeit Liegebereich“ in etwa gleich zu beurteilen, die geringe Akzeptanz der Kotbereiche beim konventionellen Verfahren in 45% aller Buchten ist aus ethologischer Sicht jedoch negativer einzustufen. Aus arbeitswirtschaftlicher Sicht ist die Verschmutzung des Liegebereichs im Auslaufver-

fahren im Gegensatz zum konventionellen Stall mit deutlichem Mehraufwand verbunden. Problematisch war hier vor allem die Gefahr der „Nutzungsumkehr von Funktionsbereichen“ in den Sommermonaten, insbesondere für Auslaufställe mit doppelseitiger Aufstallung.

**Tabelle 1: Verschmutzung von Liege- und Kotbereich im Jahresmittel**

Kotplatz		aufg. konv. Stall		Schrägboden		Offenfrontstall		Auslaufstall	
akzeptiert**	nicht akzeptiert*	55,0%	45,0%	77,5%	22,5%	91,2%	8,8%	71,3%	28,8%
Liegebereich		aufg. konv. Stall		Schrägboden		Offenfrontstall		Auslaufstall	
Sauber*	nicht sauber**	73,8%	26,2%	85,0%	15,0%	88,8%	11,2%	68,8%	31,2%

\* ≤ 25% des Bereichs verkotet oder vernässt, \*\* > 25% des Bereichs verkotet oder vernässt

### Stallklima

Die Beurteilung des Stallklimas ist im Hinblick auf vier Parameter von Bedeutung, den Arbeitsplatzbedingungen für den Tierbetreuer, der Tiergerechtigkeit, der generellen Funktionssicherheit des Haltungssystems (Arbeit, Verschleiß) sowie der resultierenden Umweltwirkung. Das Stallklima hat einen erheblichen Einfluss auf die Gesundheit und Leistung von Mensch und Tier. Schädigende Wirkungen durch extreme Werte von Temperatur und relativer Luftfeuchte sowie durch zu hohe Schadgasgehalte bzw. auch durch eine Kombination aus diesen Faktoren sollten somit verhindert werden.

#### - Temperatur und relative Luftfeuchte

Der optimale Temperaturbereich für Tiere in Haltungsverfahren mit einheitlichen Klimabereichen und geringer Stroheinstreu ist die thermoneutrale Zone, bei der die stoffwechselbedingte Wärmeproduktion des Tieres mit seiner passiven Wärmeabgabe an die Umgebung ohne weiteren Energieaufwand ausgeglichen ist. In Haltungsverfahren mit getrennten Klimabereichen werden bewusst auch Schwankungen über diesen Bereich, in einem gewissen Rahmen, herbeigeführt bzw. akzeptiert. Diese Schwankungen führen zu einer Erhöhung der Widerstandskraft und einer besseren Gesundheit der Tiere (BIANCA, 1979). Diese „Fitness“ gleicht somit potentielle Leistungseinbußen z.B. in der Futtermittelverwertung durch erhöhten Stoffwechsel wieder aus. Im Rahmen dieser Studie wurde ein Temperaturoptimum auf Grundlage der Literatur und von Expertenbefragungen von 16° bis 24° für Mastschweine (alle Gewichtsbereiche) unterstellt. Temperaturen über 25°C ohne Ausweichmöglichkeit bzw. ohne Abkühlungsmöglichkeit sind kritisch zu sehen (KNIERIM et al., 2004), ebenso Temperaturen < 9°C in Einstreuverfahren bzw. < 15°C in Spaltenbodenställen (MAYER, 1999). Für die relative Luftfeuchte wurde ein Optimum von 60 bis 80% angenommen. Da zu unterschiedlichen Jahreszeiten jeweils auch unterschiedliche Belastungsintensitäten auf den Tierbetreuer bzw. die Tiere wirken, wurde das Untersuchungsjahr für den hydrothermischen Komplex wie auch für die Ammoniakkonzentrationen der Stallluft in Jahreszeiten aufgeteilt. Tabelle 2 zeigt somit die mittleren Messwerte für Temperatur und relativer Luftfeuchte innerhalb des Tierbereichs für die einzelnen Verfahren.

**Tabelle 2: Temperatur und relative Luftfeuchte je Verfahren für die Sommer- und Wintersituation**

Stallklima: A	aufg. konv. Stall	Schrägboden	Offenfrontstall	Auslaufstall
Temperatur Winter (°C)	21,58	20,92	12,77	24,41 <sup>K</sup>
relative Luftfeuchte Winter (%)	65,29	63,21	64,46	44,96 <sup>K</sup>
Temperatur Sommer (°C)	25,07	24,83	20,52	24,61 <sup>K</sup>
relative Luftfeuchte Sommer (%)	60,08	62,24	63,74	54,10 <sup>K</sup>

<sup>K</sup> = Ruheboxe

Im Winter lagen nahezu alle Ställe bzw. Verfahren im Optimalbereich, dennoch gab es einzelne Defizite. Die Ställe mit einheitlichem Klimabereich sind hier insgesamt als gut einzustufen. Im Offenfrontstall sind teilweise, auch unter Berücksichtigung der gewünschten Schwankungen, die Temperaturwerte (Ø 24,4°C) innerhalb der Ruheboxen insbesondere für Endmasttiere als zu hoch einzuordnen, hieraus resultieren dann auch die niedrige relative Luftfeuchten (Ø 45%). Dies zeigt die Notwendigkeit einer ausreichenden Anzahl und Größe der Lüf-

tungsschlitze innerhalb der Ruhekisten; eventuell tragen auch weniger dichte Vorhänge zum besseren Luftaustausch bei. Grundsätzlich kann hier zu einem „weniger ängstlichen“ Lüftungsmanagement geraten werden, sowohl für Ruhekisten wie auch für das gesamte Stallgebäude. Kalte Luft ist für die Schweine, mit Ausnahme frisch eingestallter Tiere, unproblematisch so lange sie nicht als feuchte Zugluft auf den Körper bzw. die Atemwegorgane auftrifft. Zusätzlich kann somit auch die Staubakkumulation innerhalb des Stallgebäudes reduziert werden, was wiederum die Luftqualität erhöht. Sehr geeignet sind hierfür automatisch temperaturgesteuerte Lüftungssteuerungen für beide Klimabereiche in Kombination mit einem Stoßlüftungsverfahren. Im Auslaufsystem wurde ein Wintermittel von 17,9°C im Tierbereich gemessen. Die Stallmittelwerte lagen sowohl bei den einstreuarmlen wie auch bei den einstreureichen Ställe über den geforderten Mindestgrenzen. Jedoch waren die Temperaturen in den einstreuarmlen Kriegerschürställen für die Vormasttiere teilweise deutlich zu gering, was an Haufenlagerung und an den Kämpfen der Tiere um die besten Ruheplätze erkennbar war. Da es sich hier in der Regel um Einraumställe handelte, sollten für die Buchten mit leichten Tieren zusätzliche Wärmequellen (Bodenheizung, Wärmestrahler) oder ein besseres Kleinklima mit Stroh bzw. Abdeckungen geschaffen werden. Auch die korrespondierende relative Luftfeuchte mit durchschnittlich 56% ist als zu gering zu beurteilen. Für die Sommermonate sind die erhöhten Temperaturmittelwerte für das konventionelle (25,1°C) sowie das Schrägbodenverfahren (24,8°C) kritisch zu beurteilen, da sie auf relativ hohen Maximalwerten der Einzelställe beruhen. Die Werte der relativen Luftfeuchte waren ebenfalls nahe an der unteren Optimumgrenze von 60%. Der Offenfrontstall hat in der warmen Jahreszeit Vorteile, zusätzlich belasten hier die Wassertröpfchen von Schweineduschen die Luftfeuchte, und somit atemphysiologisch die Tiere, weniger stark als in wärmegeprägten Verfahren. Auch das Auslaufstallsystem lag mit einer durchschnittlichen Stallinnentemperatur von 23,2°C noch im Optimalbereich. Durch die Möglichkeit zur stärkeren Lüftung war auch die relative Luftfeuchte im Vergleich zur Wintersituation erhöht, zusätzlich hatten die Tiere jederzeit Auslaufmöglichkeit.

#### **- Schadgasgehalte**

Zur Beurteilung der gemessenen Ammoniakkonzentrationen innerhalb des Tierbereichs der einzelnen Ställe bzw. Verfahren wird die 20 ppm Grenze, ausgewiesen in der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TIERSCHNUTZTV, 2006) sowie in den MAK-Werten (DFG, 2004), herangezogen. Grundsätzlich wurden in den Systemen mit getrennten Klimabereichen verminderte Werte gegenüber wärmegeprägten Stallgebäuden gemessen, was auf niedrigere Stalltemperaturen in Kombination mit einer relativ geringeren Gülleoberfläche zurück zu führen ist. Der Schrägbodenstall nimmt hierbei, unter der Bedingung sauberer Buchtenflächen sowie regelmäßiger Entfernung der Exkremente mit dem Unterflurschieber, eine Mittelstellung gegenüber dem Vollspaltenbodenstall ein. Bis auf die Herbstsituation wurde die 20 ppm NH<sub>3</sub>-Konzentrationsmarke im Durchschnitt für die einzelnen Verfahren nicht überschritten, dennoch wurden in einzelnen Ställen des konventionellen sowie des Schrägbodenverfahrens Maximalwerte darüber gemessen. Im Herbst lagen nahezu alle gemessenen Ställe des konventionellen Verfahrens bei oder über der 20 ppm Marke (reduzierter Luftwechsel gegenüber Sommer), was als relativ ungünstig zu beurteilen ist. Auch in drei Ställen des Schrägbodenverfahrens sowie in einer Ruhekiste des Offenfrontstalls wurde diese Marke im Tagesmittel überschritten, was sich in den Mittelwerten der Ammoniakmessungen von Tabelle 3 widerspiegelt. Die hohe NH<sub>3</sub>-Konzentration innerhalb eines Schrägbodenstalls mit 68,8 ppm ist bei langen Belastungszeiten als ernsthaft gesundheitsgefährdend einzustufen. In den Ställen des Auslaufverfahrens wurden fast zu jedem Zeitpunkt akzeptable Konzentrationen gemessen. Innerhalb der Ruhekisten des Offenfrontstalls waren die CO<sub>2</sub>- sowie NH<sub>3</sub>- Konzentrationen ebenfalls im Mittel aller Untersuchungen im akzeptablen Bereich (< 0,3 Vol. % CO<sub>2</sub> bzw. < 20 ppm NH<sub>3</sub>).

**Tabelle 3: Mittlere Ammoniakgehalte der Stallluft in den einzelnen Verfahren, differenziert nach Jahreszeiten**

Stallklima: B	aufg. konv. Stall	Schrägbodenstall	Offenfrontstall		Auslaufstall
NH <sub>3</sub> Winter (ppm)	16,91	11,30	5,50	10,03 <sup>K</sup>	4,92 (2,08 <sup>K</sup> )
NH <sub>3</sub> Frühjahr (ppm)	9,77	6,13	3,89	0,11 <sup>K</sup>	3,54 --
NH <sub>3</sub> Sommer (ppm)	9,92	1,63	2,52	--	3,50 (4,30 <sup>K</sup> )
NH <sub>3</sub> Herbst (ppm)	30,04	19,54 (68,81 <sup>A</sup> )	9,51	14,38 <sup>K</sup>	10,22 (14,22 <sup>K</sup> )

<sup>A</sup> = Ausreißer Stall 22 (nicht in Mittelwertberechnung integriert, da überproportionale Abweichung)

<sup>K</sup> = Ruhekiste

### - Lichtverhältnisse

Die Bewertung der Beleuchtungsstärke innerhalb der einzelnen Verfahren, muss vor dem Hintergrund eingeschränkter Aussagekraft durch die räumlich ungleichmäßig verteilten Messorte durchgeführt werden. Dennoch basieren die Werte (siehe Tabelle 4) auf einem aussagekräftigen Stichprobenumfang. Die schlechtesten Lichtverhältnisse wurden im konventionellen Verfahren festgestellt. Insbesondere Ställe mit Kammaufstallung und langen Abteilen wiesen hier relativ niedrige Luxwerte auf. Konventionelle Ställe mit einem zentralen Erschließungsgang (siehe Teil I der Serie, Abbildung 1) boten hier einen Vorteil für die Tiere, da jedes Schwein unmittelbar Zugang zu einem Fensterplatz hatte. Der Median von 22 Lux für dieses Verfahren bedeutet, dass die Hälfte aller gemessenen Buchten unterhalb dieses Wertes lagen. Im Vergleich zu den gesetzlich geforderten 80 Lux für 8 h (TierSchNutzV, 2006) ist hier noch ein deutliches Defizit zu verzeichnen, welches über künstliches Licht (Lichtprogramm) ausgeglichen werden sollte. Die durchschnittlichen Lichtverhältnisse innerhalb des Schrägbodensystems sind mit einem Median von 57,5 Lux deutlich höher, bedingt durch Einraumställe mit zweiseitiger Fensterfront, das Verfahren lag jedoch ebenfalls noch unter den rechtlichen Bestimmungen. Der Median von 61,5 Lux für das Auslaufverfahren ist nur von untergeordneter Bedeutung, da die Tiere jederzeit den Auslauf mit Tageslichtverhältnissen aufsuchen können. Die höchsten Lichtstärken wurden bauartbedingt innerhalb des Offenfrontstalls mit einem Median von 1711 Lux gemessen.

**Tabelle 4: Beleuchtungsstärke im Tierbereich der einzelnen Verfahren im Jahresmittel**

Stallklima: Lichtstärke	aufg. konv. Stall	Schrägbodenstall	Offenfrontstall	Auslaufstall
Lichtstärke in Lux (Median)	22	57,5	1711	61,5
Anzahl Messungen N	111	142	135	142

### Fazit

Die Funktionssicherheit war bei allen Verfahren im Jahresverlauf zufriedenstellend. Verblüffend waren die relativ konstant sauberen Liegebereiche im Schrägboden- und Offenfrontstallsystem; dies kann auf eine gute Buchtengestaltung und das Management der Landwirte zurück geführt werden. Die größte Gefahr, die „Nutzungs-umkehr von Funktionsbereichen“ wurde im Auslaufstall für die Sommermonate ermittelt. Dort ist es wichtig, den Liegebereich ausreichend attraktiv für die Tiere zu gestalten. Eine Schweinedusche in den Verfahren mit getrennten Klimabereichen steigert in den Sommermonaten die Funktionssicherheit und erhöht den Tierkomfort.

Im Rahmen der Stallklimamessungen wurden für Temperatur und relativer Luftfeuchte der Stallluft in allen Verfahren akzeptable Ergebnisse im Hinblick auf die Tiergerechtheit ermittelt, wenngleich bei einzelnen Ställen auch stärkere Defizite festzustellen waren. So wurden bei einigen konventionellen und Schrägbodenställen relativ hohe Innentemperaturen während den Sommermonaten gemessen (> 25°C), hier können bei Neubau-maßnahmen die Unterflurzuluffführung oder für bestehende Gebäude Zusatzeinrichtungen im Lüftungssystem wie die adiabatische Kühlung (HÄUßERMANN, 2006) Abhilfe schaffen. Die Temperaturen innerhalb der Ruhekisten von den Offenfrontställen waren zu jeder Jahreszeit ausreichend (> 18°C, bei einigen Ställen teilweise zu hoch), jedoch wurden dort oftmals relativ niedrige Luftfeuchten (< 50% rel. LF) festgestellt. Dies unterstreicht die

Notwendigkeit einer ausreichenden Lüftung für die Ruheboxen (aber keine Zugluft), um Atemwegserkrankungen vorzubeugen und die Attraktivität des Liegebereichs nicht zu beeinträchtigen. Innerhalb der modifizierten Auslaufställe mit doppelseitiger Aufstallung wurden teilweise relativ niedrige Temperaturen ( $< 18^{\circ}\text{C}$ ) in den Wintermonaten festgehalten.

Während den Herbstmonaten waren relativ hohe Ammoniakkonzentrationen der Stallluft über alle Verfahren hinweg, jedoch insbesondere aber bei den wärmeisolierten Ställen, festzustellen. Dies ist zum Teil auf das restriktive Lüftungsmanagement der Landwirte (Angst vor Erkältungskrankheiten der Tiere) sowie eine stärkere Buchtenverschmutzung (höhere Luftfeuchten) zurück zu führen.

Die Messungen der Beleuchtungsstärke innerhalb der einzelnen Ställe zeigten im Vergleich zu den nach der TIERSCHNUTZTV (2006) geforderten 80 Lux für 8 h, relativ niedrige Werte für das konventionelle (Median 22 Lux) sowie für das Schrägbodenstallsystem (Median 58 Lux). Hier kann mit künstlichem Licht die Sollvorgabe erfüllt werden. Für den Offenfrontstall mit einem Median von 1711 Lux sowie dem Auslaufstall mit Tageslichtverhältnissen im Auslauf war die Beurteilung der Messwertergebnisse unproblematisch.