

„Analyse der Vereinbarkeit von wirtschaftlichen Erfordernissen mit den Grundsätzen einer tierschutzkonformen Nutztierhaltung durch Vergleiche verschiedener Baulösungen von Schweineställen“

Dr. Günther Lindenau, Prof. Dr. Norbert Kanswohl, Volker Kessler, Prof. Dr. Winfried Matthes

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	2
1. Einleitung und Zielstellung	2
2. Stand des Wissens	4
2.1. Einflüsse von Umweltfaktoren auf Leistung und Gesundheit	4
2.2. Temperatur und Luftfeuchte der Stallluft	5
2.3. Luftgeschwindigkeit	6
2.4. Schadgase der Stallluft	6
2.5. Licht	8
3. Methodik	8
3.1. Messungen	8
3.2. Methodik der Interviews	9
3.2.1. Konzeption der Interviews	9
3.2.2. Aufbau des Interviewleitfadens	10
4. Ergebnisse	12
4.1. Ergebnisse der Messungen	12
4.1.1. Messungen der Luftbewegungen und Schadgaskonzentrationen	12
4.1.2. Messungen der Relativen Luftfeuchtigkeit	12
4.1.3. Messungen der Stalltemperatur	12
4.2. Auswertung der Interviews	13
4.2.1. Faktorausstattung der untersuchten Betriebe	13
4.2.2. Stallbauten und Stallklima	13
4.2.3. Kennzahlen der Schweinehaltung	15
4.2.4. Betriebswirtschaftliche Kennzahlen	16
4.2.5. Beurteilung des Stalltyps durch die Betriebsleiter	17

5. Diskussion	18
5.1. Temperatur und Luftfeuchte	18
5.2. Luftbewegung	19
5.3. Schadgase	19
5.4. Ökonomische Bewertung	20
6. Schlussfolgerungen für die landwirtschaftliche Praxis und zukünftiger Forschungsbedarf	21
7. Zusammenfassung	22
Literatur- und Quellenverzeichnis	23

Danksagung

Das nachfolgend vorgestellte Projekt ist ein gemeinsames Werk der Professur für Landwirtschaftliche Betriebslehre und Management, der Professur für Agrartechnologie und Verfahrenstechnik der Universität Rostock sowie des Institutes für Tierproduktion der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern.

Es wäre nicht möglich gewesen ohne die vielfältige Unterstützung von vielen Seiten, für die sich die Verfasser bedanken. Besonderer Dank gilt der Edmund-Rehwinkel-Stiftung der Landwirtschaftlichen Rentenbank für die finanzielle Unterstützung und den Betriebsleitern der landwirtschaftlichen Betriebe Elmar Brandmann (Biebelried), Walter Hilkert (Sulzbach), Christian Kornmann (Niederalthem), Rainer Müller (Backnang), Petra Rechlin (Klein Dratow), Tobias Sauer (Bergtheim), Frank Willisch (Kraase) und Harald Winter (Ramsenstrut-Neuler) für ihre Bereitschaft zu einem Interview sowie Dr. Günther Scheibe (Fa. PAL) für die Zurverfügungstellung von Informationen über Jalousienställe.

1. Einleitung und Zielstellung

Die Haltung von Schweinen erfolgt in einem Spannungsdreieck zwischen Wirtschaftlichkeit, Tiergerechtigkeit und Umweltverträglichkeit. Hinzu kommt die zunehmend schlechter werdende Akzeptanz durch die Bevölkerung.

Die Wirtschaftlichkeit der Schweineproduktion hängt ab von den politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen, den Währungseinflüssen, den Produktionsstrukturen, den Produktionskosten, der Qualität der Produkte, den biologischen Leistungen, dem Gesundheitsstatus der Tiere, der Struktur der Schlacht- und Verarbeitungsindustrie, dem

Management in allen Produktionsstufen, dem Einsatz der Produktionsfaktoren, der Qualität der vertikalen Kooperation sowie der Produktqualität und -sicherheit.

Von der Europäischen Union sowie auf der Bundes- und Landesebene wurden zahlreiche Rechtsvorschriften zur Durchsetzung einer umweltfreundlichen und tiergerechten Schweineproduktion erlassen. So legt die 2006 erlassene Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung die rechtliche Basis für die deutsche Schweinehaltung fest. Die daraus resultierenden Festlegungen führen zu deutlichen Veränderungen auf dem Gebiet der Haltung und haben damit großen Einfluss auf Planung, Bau und Bewirtschaftung von Schweineställen sowie auf die Wirtschaftlichkeit der Schweineproduktion. Auch der Handel nimmt zunehmend Einfluss auf die primäre Produktion und gibt vermehrt Vorgaben an die Produktionsweise.

Es gibt aus Sicht der Wissenschaft und der Produktion kein optimales Haltungsverfahren, wenn alle vorher genannten Kriterien einbezogen werden. Dies gilt sowohl für die Haltung von Schweinen, als auch von anderen Nutztieren. So sind beispielsweise eingestreute Haltungsverfahren aus Gründen der Tiergerechtigkeit zu bevorzugen, haben aber in der Regel aufgrund höherer Schadgasemissionen Nachteile aus Sicht der Umweltverträglichkeit. Tiergerechte Haltungsverfahren – insbesondere eingestreute Haltungsverfahren – sind für den Produzenten mit Mehrkosten verbunden, die am Markt oft nicht durchsetzbar sind.

Aus Sicht der Nachhaltigkeit wie auch der Wirtschaftlichkeit hat der effiziente Einsatz von Energie einen besonders hohen Stellenwert. Durch steigende Energiepreise wird die Bedeutung eines möglichst sparsamen Energieeinsatzes zukünftig noch zunehmen. Außenklimaställe weisen hier sowohl in den Baukosten als auch im Energieeinsatz Vorteile, beim Arbeitszeitaufwand hingegen Nachteile gegenüber „konventionellen“ Bauformen mit Einflächenbuchten mit perforierten Böden, Wärmedämmung und Zwangslüftung auf. Hinsichtlich der Tiergerechtigkeit werden Außenklimaställen bessere Bedingungen für das Tier – u.a. durch unterschiedliche Klima- und Bewegungsreize – als in geschlossenen wärme gedämmten Ställen attestiert (SCHWARTING, 2002).

Neuere Entwicklungen im Stallbau, wie die Jalousienställe, versuchen Vorteile beider Bauformen zu nutzen: Auch diese Ställe haben Einflächenbuchten mit perforierten Böden; die Schweine werden in Großgruppen gehalten. Das eigentlich Neue ist das Lüftungsprinzip: dieses stellt eine Kombination von freier Lüftung und Unterdrucklüftung dar. Im Sommer gelangen Tageslicht und Luft wie in einem Außenklimastall durch weite Öffnungen der Stallwände herein, im Winter werden die Wände durch Jalousien geschlossen und es kommt die Unterdrucklüftung zum Einsatz. Die Annahme ist, dass dadurch die Investitionskosten sowie die laufenden Kosten für die Klimatisierung gesenkt werden können. Es ist auch zu erwarten, dass sich gegenüber der konventionellen Haltung von Mastschweinen aufgrund des zu erwartenden besseren Stallklimas Vorteile hinsichtlich einer nachhaltigen, tiergerechten und ökologischen Produkti-

on ergeben. Gegenüber herkömmlichen Außenklimaställen schlägt sich der Verzicht auf Einstreu oder Kistenbuchten wirtschaftlich günstig nieder. Dabei gilt es generell zu untersuchen, wie dieser Stalltyp in ökonomischer Hinsicht zu bewerten ist – auch hierbei vor allem im Vergleich zu den „konventionellen“ Ställen.

Indem die Ergebnisse dieser Studie wesentliche Datenlücken schließen, soll sie zur Entscheidungsfindung über die Vereinbarkeit von wirtschaftlichen, biologischen, rechtlichen und ethischen Erfordernissen herangezogen werden können. Dadurch soll sie Datensammlungen für Kalkulationsunterlagen ergänzen, und die Datengrundlage für die Bauberatung schweinehaltender Betriebe sowie für die Politikberatung verbessern.

2. Stand des Wissens

Während zu Außenklimaställen und erst recht für die o.g. „konventionelle“ Haltungsfarm schon eine Vielzahl von Untersuchungen und Bauempfehlungen (z.B. Publikationen des KTBL) vorliegen, so ist das für die oben beschriebenen Jalousienställe nicht der Fall.

2.1. Einflüsse von Umweltfaktoren auf Leistung und Gesundheit

Eine hohe Leistung der Tiere ist eine wesentliche Voraussetzung für die Rentabilität der Schweineproduktion. Die Grundlage für hohe Leistungen bildet neben dem genetischen Potential der Tiere die Haltungsumwelt, die sich vor allem aus den Klimafaktoren Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftbewegung, Licht, Schadgase, Stäube und Keime zusammensetzt (HILLINGER, 1990; PFLANZ, 2008). Ein optimales Stallklima ist eine wichtige Voraussetzung für die Gesunderhaltung von Mensch und Tier und die Ausnutzung des genetischen Leistungspotentials der Tiere und somit für eine hohe wirtschaftliche Nutzleistung (TÜLLER u. ALLMENDINGER, 1990). Von großer Bedeutung für die Beurteilung des Stallklimas sind die Tiergerechtigkeit, die Arbeitsbedingungen für die Arbeitskräfte, die Funktionssicherheit des Haltungssystems sowie die resultierenden Umweltwirkungen (PFLANZ, 2008). Das Stallklima beeinflusst im Zusammenhang mit den Faktoren Haltung, Management und Fütterung die Tiergesundheit (BACHMANN et al., 2007). Die genannten Klimafaktoren können sich auch untereinander beeinflussen. Sehr hohe Werte von Temperatur, Schadgasgehalt und relativer Luftfeuchte bzw. Kombinationen aus diesen Faktoren können gesundheitliche Beeinträchtigungen von Mensch und Tier hervorrufen und sollten deshalb durch entsprechende Maßnahmen verhindert werden (PFLANZ, 2008).

Alle Haltungslösungen einschließlich der Raumhülle haben für die Tiere die Aufgabe, eine optimale Umwelt zu schaffen, um hohe Leistungen, Wohlbefinden und Gesundheit zu ermöglichen. Schweinehalter bewerten die Haltungsverfahren nach möglichen Einflüssen auf die Tierleistungen, den Arbeitszeitaufwand für Tierbetreuung, Fütterung,

Entmistung, Ein- und Ausstallung sowie Reinigung und Desinfektion. Investitionskosten, die festen und variablen Kosten im Verhältnis zu den Erlösen, die durch die Halungsverfahren beeinflusst werden, sind Auswahlkriterien bei Neu- bzw. Umbaumaßnahmen. In Abhängigkeit der unterschiedlichen Gewichtung der einzelnen Faktoren zu Ökonomie und Tierhaltung sind unterschiedliche Prinziplösungen bei den Halungs-, Fütterungs- und Entmistungsverfahren sowie der Klimatisierung entstanden. Mastschweine werden vorzugsweise in beheizbaren Ställen in einstreulosen Halungsverfahren gehalten, die aber aus Sicht des Tierschutzes hinsichtlich Tiergerechtheit Nachteile haben. Außenklimaställe sind in der Praxis relativ selten und es gibt noch relativ viele offene Fragen. Sie werden aufgrund der freien Lüftung, der Temperaturreize sowie der geringeren Schadgaskonzentrationen während des größten Teils des Jahres als tiergerechter betrachtet. Zu nennen sind außerdem die geringeren Investitions- und Energiekosten (FRANKE et al., 2002).

2.2. Temperatur und Luftfeuchte der Stallluft

Die Umgebungstemperatur beeinflusst direkt die Thermoregulation der Warmblüter und hat damit großen Einfluss auf die Tiere. Die Wärmebildung der Tiere basiert auf ihrer Stoffwechselaktivität, welche unter anderem vom Alter und der Leistung abhängig ist und im direkten Zusammenhang mit der Fütterung steht (HILLINGER, 1990). Es gilt die Gesetzmäßigkeit, dass tiefe und hohe Umwelttemperaturen den Energieumsatz der Tiere steigern, wodurch es zu einem Verlust an Energie für die Leistung kommt (MEHLHORN, 1979).

In der thermoneutralen Zone erfordert die Thermoregulation den geringsten energetischen Aufwand, was bei guter Gesundheit eine bestimmte Leistung gewährleistet. Die obere und untere kritische Temperatur begrenzt die thermoneutrale Zone, die nach Tierart und -alter unterschiedlich ist (HILLINGER, 1990).

Über die Lüftung und Heizung von Schweineställen kann eine kontrollierte Klimaführung vorgenommen werden und damit Leistung und Wohlbefinden beeinflusst werden (BÜSCHER et al., 2002).

Für Mastschweine einschließlich Aufzucht im Rein-Raus-Verfahren werden je nach Masse der Einzeltiere 14 – 26 °C als Optimalbereich angegeben, für die kontinuierliche Mast 14 – 22 °C. In Ställen ohne Heizung soll die Luftfeuchte zwischen 60 – 80% liegen. Für Ställe mit Heizung werden 40 – 70% genannt. Die Temperatur hat einen wesentlichen Einfluss auf die optimale Luftfeuchte. Sehr negativ wirkt die Luftfeuchte bei sehr hohen Temperaturen. Beim Schwein äußert sich dies in einer erhöhten Atemfrequenz und einer Verschlechterung der Futteraufnahme (BÜSCHER et al., 2002). Nach VAN CAENEGEM und WECHSLER (2000, zit. bei PFLANZ 2007) gibt es insbesondere in wärmegeämmten Ställen bei hohen Temperaturen und hoher Luftfeuchte Probleme bei den Tieren, da die Abgabe der Körperwärme erschwert ist. Außerdem haben Krankheitser-

reger wie Bakterien, Parasiten und Schimmelpilze bessere Voraussetzungen für die Vermehrung. Bei zu niedriger Luftfeuchte – insbesondere in beheizten Ställen – kann es nach NAIMER und ZENTNER (2003, zit. bei PFLANZ, 2007) zum Auftreten von Lungenschäden kommen. Nach LOHNE (2006, zit. bei PFLANZ, 2007), können bei niedrigen Luftfeuchten unter 50% die Schleimhäute der Tiere austrocknen, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Atemwegserkrankungen erhöht.

Nach IRGANG (2001, zit. bei PFLANZ 2007) haben Temperaturschwankungen in Abhängigkeit von der Masse und vom Leistungsniveau, dem Haltungsverfahren, den Anpassungsmöglichkeiten der Tiere und der Dauer des Auftretens Auswirkungen auf die Tiere. Größere Zeiträume der Temperaturschwankungen (ab 24 h) können über die Temperaturreize positive Auswirkungen auf die Tiergesundheit und die Robustheit haben. Dies ist in Außenklimaställen der Fall.

2.3. Luftgeschwindigkeit

Die Luftgeschwindigkeit sollte im Tierbereich des Schweinestalles bei optimalen Temperaturen unter 0,2 m/s liegen, da Schweine Zugluft sehr schlecht vertragen. Bei niedrigen Temperaturen und zu hohen Luftgeschwindigkeiten können Atemwegserkrankungen die Folge sein. Liegen die Lufttemperaturen oberhalb des optimalen Bereichs, kann die Luftgeschwindigkeit bis maximal 0,6 m/s betragen (BACHMANN u. FROSCH, 2008).

In der konventionellen Schweinehaltung dominieren bei der Lüftung Zwangslüftungseinrichtungen. Aufgrund des relativ hohen Energieverbrauchs bei zukünftig weiter steigenden Energiekosten wird die freie Lüftung wieder an Bedeutung gewinnen. Zusätzliche positive Effekte resultieren aus der Verringerung der Lärmbelastung und ein geringerer Staubgehalt in der Stallluft durch die im Allgemeinen geringere Luftbewegung. Bei kombinierten Lüftungssystemen (Unterstützungslüftung) wird bei nicht ausreichender Windgeschwindigkeit und Temperaturdifferenz eine Zuschaltung von Ventilatoren vorgenommen (BÜSCHER et al., 2002).

2.4. Schadgase der Stallluft

In der Stallluft kommt es zur Anreicherung von Schadgasen, zu denen Ammoniak, Kohlendioxid, Methan, Lachgas und Schwefelwasserstoff gehören. Eine wesentliche Quelle sind Fäkalien (HILLINGER, 1990). Die Art und Menge bzw. die Konzentration an Schadgasen in der Stallluft wird durch die Nährstoff- und Sauerstoffverfügbarkeit, die Temperatur und den pH-Wert bestimmt (HÄUSSERMANN, 2006). Schadgase können sich negativ auf die Gesundheit der Arbeitskräfte (HÖGES, 1998), die Tiergesundheit, das Tierverhalten und das Wohlbefinden auswirken. Hohe Schadgaskonzentrationen gibt es insbesondere in Warmställen mit ungenügender Lüftung (MAYER, 1999, zit. bei PFLANZ,

2007). Außenklimaställe mit hohen Luftraten können dagegen Vorteile haben (VAN CAENEGEM u. WECHSLER, 2000, zit. bei PFLANZ, 2007).

Nachfolgend soll nur auf Ammoniak und Kohlendioxid eingegangen werden.

Ammoniak

Ammoniak ist von entscheidender Bedeutung bei der Bewertung der Schadgasbelastung der Stallluft. Zu den Quellen zählen mit Exkrementen verschmutzte Tiere, anlagentechnische und bauliche Elemente sowie der im Stall gelagerte Fest- bzw. Flüssigmist. Auf die Ammoniakfreisetzung haben die Substrat- und Stalltemperatur, die Art der Lagerung und das Entmistungssystem, die Luftfeuchte und Luftbewegung, die Größe der emittierenden Oberfläche, die Fütterungsstrategie sowie die Tieraktivität Einfluss. Ammoniak reizt schon in geringen Konzentrationen die Schleimhäute der Atemwege sowie die Augenbindehaut und kann bei höheren Konzentrationen negative Auswirkungen auf Leistung und Gesundheit der Schweine haben. Der Grenzwert für Ammoniak in der Stallluft ist mit 14 mg/m³ Luft (20 ppm) festgelegt (BACHMANN u. FROSCH, 2008).

Für Schädigungen bzw. Leistungsminderungen der Tiere im Zusammenhang mit hohen Ammoniakgehalten in der Stallluft werden aber auch komplexe Wirkungen mit anderen Umweltfaktoren angegeben (MEHLHORN, 1979).

Die Ammoniakemissionen in der Schweinemast sind von der Haltungsform abhängig. So wurden in geschlossenen Schweineställen mit Vollspalten bzw. Teilspaltenböden durchschnittlich 3 kg je Tierplatz und Jahr, in Außenklimaställen als Kistenstall mit Flüssigentmistung bzw. Einstreu 2 kg je Tierplatz und Jahr und in Tiefstreuställen durchschnittlich 4 kg Ammoniak je Tierplatz und Jahr ermittelt (DÖHLER, 2002, zit. bei PFLANZ, 2007).

Kohlendioxid

Kohlendioxid ist ein farb- und geruchloses Gas, das im Stall hauptsächlich aus der Ausatemluft der Tiere und der Menschen sowie durch Fäulnis und Gärung entsteht (BACHMANN u. FROSCH, 2008). Die für den Gesundheitsschutz der Menschen geltende „Maximale Arbeitsplatzkonzentration und biologische Arbeitsstofftoleranz (MAK-Wert)“ beträgt 5.000 ppm Kohlendioxid (DFG, 2004). Für Tiere ist in der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung von 2006 ein Maximalwert von 3.000 ppm festgelegt. Nach GALLMANN ET AL. (2002, zit. bei PFLANZ, 2007) haben Ställe mit Vollspaltenböden und Zwangsbelüftung höhere Kohlendioxidemissionen als frei belüftete Ställe mit getrennten Klimabereichen.

2.5. Licht

Das Licht ist von zentraler Bedeutung in der Schweinehaltung. Es gewährleistet die Durchführung von Arbeiten im Stall und dient für die Schweine zur Orientierung. Das ultraviolette Licht hat großen Einfluss auf die Stoffwechselaktivität, die Fruchtbarkeit, die Geschlechtsaktivität, Wachstum, Muskelleistung, Blut, Herz und Kreislauf sowie das Immunsystem. Es lenkt den Aufbau des Vitamins D und den Phosphor-, Kalzium- und Kohlenhydratstoffwechsel. Durch den Wechsel von Hell und Dunkel und Schwankungen der Lichtintensität werden Reize auf die Tiere ausgeübt (BACHMANN u. FROSCHE, 2008). Die nach der Tierschutz-Nutztierverordnung (2006) empfohlene Beleuchtungsstärke beträgt 80 Lux über 8 Stunden. Die Fensterfläche sollte 3 % der Stallgrundfläche betragen. PFLANZ (2007) ermittelte die Beleuchtungsstärken in einem konventionellen Mastschweinestall, Schrägbodenstall, Offenfrontstall sowie Auslaufstall. Die niedrigsten Werte stellte er im konventionellen Verfahren fest (Median 22 Lux). Damit lag die Beleuchtungsstärke deutlich unter dem gesetzlich festgelegten Wert von 80 Lux. Er schlug vor, die Differenz über künstliches Licht auszugleichen. Die Beleuchtungsstärken im Schrägbodenstall (Median 57,5 Lux) und im Auslaufverfahren (Median 61,5 Lux) lagen darüber. Im Offenfrontstall ermittelte er mit einem Median von 1.711 Lux die höchste Beleuchtungsstärke. Offenfrontställe (bei geöffneten Jalousien) bieten damit die besten Voraussetzungen für sehr gute Lichtverhältnisse für die Mastschweine aber auch für das Stallpersonal.

3. Methodik

Die Datenerhebung für die Untersuchung erfolgte auf zwei Wegen: Zum einen wurde eine Befragung von Betriebsleitern schweinehaltender Betriebe durchgeführt, die Jalousienställe gebaut haben und diese seit mehreren Jahren nutzen. Zusätzlich wurden in zwei Betrieben Messungen des Stallklimas in Jalousienställen durchgeführt. Der eine Betrieb betreibt zwei Jalousienställe in Mecklenburg-Vorpommern, der andere einen Jalousienstall in Bayern.

Die kurze Laufzeit des Projektes und die teilweise sehr großen Entfernungen zu den Betrieben, die den zu untersuchenden Stalltyp besitzen, ließen eine Messung aller relevanten Parameter über einen längeren Zeitraum nicht zu. Alleine wegen der Besonderheiten der Bauart dieses Stalltyps hätte eine mindestens einjährige Messreihe vorliegen müssen. Aus den gleichen Gründen fand eine Untersuchung ethologischer Parameter nicht statt.

3.1. Messungen

Die Messung der relativen Luftfeuchte und der Temperatur erfolgt mit einem Datenlogger MSR 145. Die Messwerte wurden alle 15 Minuten aufgezeichnet. Für die Tempe-

raturmessungen wurde zusätzlich ein Tinytag Plus TG12-0017 der Firma Gemini Data Loggers sowie ein Comark N2012 verwendet, die die Messwerte alle 60 Minuten aufzeichneten.

Die Schadgase NH_3 und CO_2 wurden mit einem Dräger Multiwarn II in den Buchten in Höhe der Schweinerücken und in Gangmitte in Bodennähe gemessen. Die Messungen dauerten jeweils ca. 5 Minuten. Dabei wurde je Minute ein Messwert erfasst. Die Messung wurde für jeden Messpunkt zweimal durchgeführt.

Die stichprobenartigen Luftbewegungsmessungen mit einem TESTO 445 mit Dreifach-Sonde wurden in einem Stall durchgeführt. Für die Messung der Luftbewegung wurde die Messsonde möglichst nahe an die Schweinerücken gehalten. Ein Messdurchgang dauerte jeweils 20 Sekunden. Dabei erfasste das Gerät sekundlich die Werte der Luftbewegung, woraus es automatisch einen Mittelwert bildete. Des Weiteren wurden der maximale und der minimale Wert erfasst.

Um die gemessenen Werte ins Verhältnis zu den Wetterbedingungen zum Messzeitpunkt zu setzen, wurden Messwerte des Deutschen Wetterdienstes (DWD) genutzt. Als Vergleichswerte wurden Temperatur, rel. Luftfeuchte, Windstärke und Windrichtung in stündlichem Abstand ausgewählt.

3.2. Methodik der Interviews

Von den Methoden der empirischen Sozialforschung - Experiment, Beobachtung und Befragung - ließ alleine die Befragung einen Erkenntnisgewinn im Hinblick auf das Untersuchungsziel erwarten. Da die Stichprobe wegen der vergleichsweise geringen Verbreitung des neuen Stalltyps auf einen sehr kleinen Umfang beschränkt war, kam als Untersuchungsmethode nur eine mündliche Befragung (Interview) in Betracht, die überdies noch den Vorteil mit sich bringt, dass eine Erforschung der Gründe, die zur Beantwortung der einzelnen Fragen geführt hat, wesentlich leichter und vollständiger erfolgen kann als in einer schriftlichen Befragung mit großer Stichprobe. Die Interviews wurden mittels eines strukturierten Interviewleitfadens durchgeführt.

Bei allen Betrieben ($n = 10$), von denen bekannt war, dass sie Jalousienställe besitzen, wurde schriftlich angefragt, ob sie bereit wären, an der Untersuchung teilzunehmen. Von diesen hatte ein Betrieb seine Jalousienställe mittlerweile zu Ställen konventioneller Bauart (wärme gedämmt, zwangsbelüftet) umgebaut, ein weiterer Betrieb war nicht zur Teilnahme an der Befragung bereit. Mit den übrigen acht Betrieben wurden die Interviews geführt.

3.2.1. Konzeption der Interviews

Von den Teilnehmern konnte erwartet werden, dass sie als Leiter landwirtschaftlicher Betriebe, die Jalousienställe seit mehreren Jahren einsetzen, über eine gute Kenntnis

dieses Stalltyps verfügen und überdies durch ihre Teilnahme an Betriebsvergleichen in der Lage sind, Vor- und Nachteile dieses Stalltyps beurteilen zu können.

In den Interviews überwogen Fragen zu baulichen, verfahrenstechnischen und betriebswirtschaftlichen Kennzahlen und Einschätzungen; im Sinne des Untersuchungsansatzes wurde aber auch nach Parametern der Tiergerechtigkeit, Tiergesundheit sowie der Leistung des Bestandes gefragt. Überdies wurden Fragen nach der Größe und Struktur des Betriebes gestellt, um in einer zweidimensionalen Auswertung Erklärungen für einzelne Parameter zu finden und Zusammenhänge aufzeigen zu können.

Bei den Fragen handelte es sich überwiegend um quantitative Fragen nach messbaren Parametern, doch wurden auch offene Fragen wie die nach der Beurteilung des Stalltyps gestellt. Generell bot die Struktur sowie die sehr kleine Stichprobe durchgängig die Möglichkeit, zusätzliche Angaben zu erfassen und insbesondere Hintergründe einzelner Antworten näher darzustellen.

Im Interviewleitfaden folgten die Fragen, die thematisch zusammengehören, aufeinander. Vorgegebene Antwortalternativen („gut“, „mittel“, „schlecht“ oder dgl.) waren vermieden worden. Es wurden keine Suggestivfragen und keine abstrakten Fragen gestellt. Hypothetische Fragen wurden vermieden – ausgenommen bei der Beurteilung des Stalltyps, bei der gefragt wurde, ob dieser Stalltyp wieder gebaut werden würde. Schließlich wurde versucht, die Fragen möglichst ausgewogen und neutral zu formulieren; insbesondere bei den Fragen, in denen nicht nach messbaren Werten gefragt wurde, sollten zustimmende wie ablehnende Alternativen gleichermaßen wahrscheinlich sein¹.

3.2.2. Aufbau des Interviewleitfadens

Die ersten Fragen des Interviews widmeten sich der Betriebsgröße. Erfragt wurden Daten zur Faktorausstattung des Betriebes, wobei sich die Fragen auf die Faktoren Boden und Arbeit beschränkten. Hinzu kamen Fragen nach Anzahl und Typ der Stallbauten sowie den Mast- und Sauenplätzen. Die Fragen sollten, wie auch die nachfolgend abgefragten Daten zur Viehhaltung, als Ansätze für die Erklärung von Unterschieden in anderen Antworten dienen – beispielsweise in den betriebswirtschaftlichen oder den verfahrenstechnischen Daten. Im Hinblick auf die Viehhaltung wurden die Bestände der auf dem Betrieb gehaltenen Nutztiere abgefragt, besonders natürlich die Schweinebestände.

Im Hinblick auf das Untersuchungsziel galt es Kennzahlen zu erheben, die einen Vergleich der Jalousienställe mit anderen Stalltypen zulassen. Diese Kennzahlen lassen sich in nachfolgenden Gruppen zusammenfassen:

¹ zur Methodik vgl. z.B. ATTESLANDER (1993); GLÄSER und LAUDEL (2004); DIEKMANN (2007)

- Kennzahlen zur Tiergesundheit: Hierrunter wurde zum einen nach Erkrankungen des Tierbestandes gefragt, zum anderen nach dem Stallklima und der Qualität der Stallluft. Im Hinblick auf Erkrankungen wurde gefragt, welche Krankheiten auftraten, wie viele Tiere davon betroffen waren und wie hoch die Mortalitätsrate war.
- Tiergerechtigkeit: Die Betriebsleiter wurden gebeten, diesen Stalltyp hinsichtlich des Wohlbefindens der Tiere zu beurteilen. Dabei konnte davon ausgegangen werden, dass den Betriebsleitern Kenntnisse der Haltung in geschlossenen und anderen Stalltypen vorlagen, sei es, dass sie selbst in Ställen anderer Typen gearbeitet hatten, diese besucht hatten, ihnen Darstellungen aus der Fachpresse und -literatur bekannt waren oder sie sogar auf dem eigenen Betrieb Ställe unterschiedlicher Bauart hatten.
- Kennzahlen zur Leistung des Bestandes (Tierleistung): Neben der Frage nach den eingesetzten Futterbestandteilen und -mengen wurde hier insbesondere nach der Futtermittelverwertung gefragt und die Parameter Mastanfangsgewicht, Mastendgewicht sowie Mastdauer erhoben (vgl. BORELL et al 2002).
- Daten zur Technik / Verfahrenstechnik: Erfragt wurden zunächst die baulichen Maße des Jalousienstalles (Baujahr, Exposition, Länge, Breite, Decken-/Innenhöhe, Innengestaltung wie Gangbreite sowie Anzahl und Bauart der Buchten), ferner welches Verfahren angewendet wird (Geschlossenes System, Rein-Raus-Verfahren), die Gruppengröße, welches Fütterungs- und welches Entmistungsverfahren eingesetzt wird. Besonders interessant im Hinblick auf das Untersuchungsziel waren Angaben zur Steuerung der Jalousien (Automatik? Beurteilung der Funktion?). Nicht alleine zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit sind Angaben zur Wartung, wie die Häufigkeit der Wartungsintervalle und der Zeitaufwand für die Reinigung, entscheidend. Gerade hier konnten deutliche Unterschiede zu anderen Stalltypen erwartet werden.
- Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit in Jalousienställen wurden häufig verwendete Kennzahlen zur Betriebswirtschaft erhoben: zusammengefaßte Leistungen und Kosten der Schweinemast in diesem Stalltyp sowie detaillierte Kosten wie Baukosten des Stalles, Kosten für Instandhaltung und Reparaturen, Energiekosten, Futterkosten, Kosten für Tierarzt und Medikamente sowie Arbeiterledigungskosten. Zur Beurteilung evtl. Unterschiede im Arbeitszeitaufwand zu anderen Stalltypen wurde nach der Arbeitszeit im Stall und je Stallplatz sowie nach der Gesamtarbeitszeit im Betrieb und davon für die Tierhaltung gefragt.

Abschließend wurden die Betriebsleiter um eine Beurteilung der Jalousienställe gebeten. Gefragt wurde v.a. aus welchen Gründen sie sich für diesen Stalltyp entschieden hatten, welche Erfahrungen gesammelt wurden sowie welche Vor- und Nachteile bei diesem Stalltyp gesehen werden.

4. Ergebnisse

4.1. Ergebnisse der Messungen

4.1.1. Messungen der Luftbewegungen und Schadgaskonzentrationen

Die Messungen der Luftbewegung erfolgten im Mai und im Juni 2011 in einem Betrieb in Mecklenburg-Vorpommern. Im Mai wurden außerhalb des Stalles mittlere Windgeschwindigkeiten von 2,6 m/s gemessen; im Stall lag die Luftgeschwindigkeit bei vollständig geöffneten Jalousien im Mittel bei 0,5 m/s. Im Juni wurde bei teilweise geschlossenen Jalousien (Nordosten: 80%; Südwesten: 20%) und einer mittleren Windgeschwindigkeit von 0,91 m/s im Stall eine mittlere Luftgeschwindigkeit von 0,29 m/s gemessen.

Die Schadgase wurden im Juni und Oktober 2011 gemessen. Im Juni betrug bei teilweise geschlossenen Jalousien der niedrigste NH_3 -Wert 6,37 ppm, der höchste 22,35 ppm (im Mittel 13,81 ppm, Standardabweichung 4,29). Im Oktober wurden im gleichen Stall bei vollständig geschlossenen Jalousien deutlich höhere Werte gemessen: Diese lagen zwischen 12,10 ppm und 39,8 ppm (im Mittel 29,77 ppm, Standardabweichung: 7,43).

Im Juni betrug die mittlere CO_2 -Konzentration 1.130 ppm, wobei die Spannweite der Messwerte zwischen 600 und 1.800 ppm lag (Standardabweichung: 320). Im Oktober lag der Mittelwert bei 2.250 ppm während die niedrigste Konzentration 1.600 ppm betrug und die höchste Konzentration 2.800 ppm (Standardabweichung: 340).

4.1.2. Messungen der Relativen Luftfeuchtigkeit

Die relative Luftfeuchte in dem Stall in Mecklenburg-Vorpommern lag im Juni und Juli zwischen 43,4% und 93,9% bei einem Mittelwert von 71,2% (Standardabweichung: 8,23). Im Vergleich mit den Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zeigte sich, dass der Stall die Extreme gut „pufferte“, die bei den Wetterstationen bei 32% und 100% lagen (im Mittel bei 78,82%).

Die Messung in dem Stall in Bayern ergab eine relative Luftfeuchte zwischen 34,5% und 88,5% bei einem Mittelwert von 65,8% (Standardabweichung: 9,00). Auch hier zeigte sich eine größere Spannweite der Werte der DWD-Stationen, die bei 75% lag (Minimum = 25%, Maximum = 100%).

4.1.3. Messungen der Stalltemperatur

Die Messung der Temperaturen erfolgte gleichzeitig mit der Messung der rel. Luftfeuchte. Bei den Messungen im Stall in Mecklenburg-Vorpommern betrug die Temperatur in den Buchten im Mittel 24,6 °C mit einem Minimalwert von 17,5 °C und einem

Maximalwert von 30,7 °C (Standardabweichung: 1,40). Ein Vergleich der Ergebnisse mit der Wetterstation des DWD zeigt, dass die Maximaltemperatur im Stall der maximalen Außentemperatur entsprach, während das vom DWD gemessene Minimum bei 7,1 °C lag.

Ein ähnliches Ergebnis zeigte sich bei den Messungen im Stall in Bayern im August und September: Die Temperatur in den Buchten betrug im Mittel 25,2 °C mit einem Minimalwert von 21,8 °C und einem Maximalwert von 34,4 °C (Standardabweichung = 2,23). Die Daten des DWD zeigen, dass in dieser Zeit das gemessene Maximum mit 35,0 °C fast der maximalen Stallinnentemperatur entsprach, während auch hier das vom DWD ermittelte Minimum der Außentemperaturen mit 4,2 °C deutlich unter dem Minimum der Stallinnentemperatur lag (Mittelwert der Außentemperatur lt. DWD: 18,5 °C).

4.2. Auswertung der Interviews

4.2.1. Faktorausstattung der untersuchten Betriebe

Im Hinblick auf die Faktorausstattung waren in den Interviews Daten zu den Produktionsfaktoren Boden und Arbeit erhoben worden.

Die Betriebe zeigen im Hinblick auf ihre Flächenausstattung die bekannten Unterschiede zwischen ost- und westdeutscher Agrarstruktur: während die Betriebe in Mecklenburg-Vorpommern über jeweils rund 1.200 ha verfügten, so lagen die Flächengrößen der Betriebe in Bayern und Baden-Württemberg zwischen 60 und 100 ha (im Mittelwert 79 ha). Auch in der Ausstattung mit Arbeitskräften spiegeln sich die Unterschiede der ost- und westdeutschen Agrarstruktur wieder: Während die Betriebe in Mecklenburg-Vorpommern überwiegend mit Fremdarbeitskräften arbeiten (insgesamt bis zu 5 AKE), so zeigen die südwestdeutschen Betriebe das gewohnte Bild reiner Familienarbeitsbetriebe (1,0 – 2,2 AKE).

4.2.2. Stallbauten und Stallklima

Die untersuchten Betriebe hatten ein bis drei Ställe für Mastschweine, ein Betrieb hatte neun Ställe. Dabei waren nicht alle Stallbauten auf den Betrieben Jalousienställe, drei der untersuchten Betriebe hatten auch Ställe für Mastschweine in anderen Bauformen, überwiegend konventionelle Stallbauten. Bei den untersuchten Jalousienställen handelt es sich durchweg um Bauten aus jüngerer Zeit, der älteste Stallbau datiert von 1998.

Wegen des besonderen Charakteristikums dieses Stalltyps – die Möglichkeit der Belüftung über die offenen Seitenwände – kommt der Ausrichtung des Stallbaues eine besondere Bedeutung zu. Präferiert wird eine Nord-Süd-Ausrichtung, von der zuweilen bis zu 45° (je einmal Nordwest-Südost sowie Nordost-Südwest) abgewichen wurde.

Lediglich in einem Betrieb hatte der Stall wegen der Grundstücksgestaltung eine Ost-West-Ausrichtung.

Die Länge der Stallbauten variiert nach den Gegebenheiten des Grundstückes und der Größe der Tierbestände. In den meisten Fällen sind Ställe dieses Typs entweder 50 – 60 m lang oder rund 33 m. In einem Fall allerdings gab es auch Jalousienställe von lediglich 11,9 m Länge. Die Breite des Stalles wirkt sich auf die Effektivität der Belüftung über die offenen Seitenwände aus, so dass ihren Abmessungen enge Grenzen gesetzt sind. Die Breite lag bei 9,2 – 12,4 m (im Mittel, 10,1 m). Wenig variieren die Höhen der untersuchten Ställe, die bei 2,5 – 2,8 m (Innenhöhe), 2,6 – 3,0 m (Traufhöhe) bzw. 4,5 – 5,1 m (Firsthöhe) lagen. Um bei geöffneten Jalousien die Sonneneinstrahlung in den Stall zu begrenzen und ihn vor Niederschlägen zu schützen ist ein Dachüberstand nötig, der bei den untersuchten Ställen bei 0,8 – 0,9 m lag. In einem Fall betrug er lediglich 0,55 m, was von den Praktikern als zu kurz angesehen wurde.

Von einem erheblichen Einfluss auf die Wirksamkeit der Belüftung über die offenen Seitenwände muss man bei Gebäuden und anderen „Windhindernissen“ in unmittelbarer Nachbarschaft des Stalles ausgehen. Entscheidend ist hier neben dem Abstand die Höhe des Hindernisses. In zwei Fällen waren das 5,1 m bzw. 3,1 m hohe Stallgebäude, die 12 m bzw. 10 m entfernt waren, in zwei weiteren Fällen Bäume in 25 m sowie Neupflanzungen von Gehölzen in nur 5 m Abstand.

Die offenen Seitenwände der Ställe können durch Jalousien geschlossen werden, die auf einer ca. 0,8 m hohen Betonmauer enden. Das Öffnungsregime der Jalousien erfolgt automatisch. Bei den ältesten, 1998 gebauten Ställen ist die Jalousiensteuerung mit einem Thermometer gekoppelt. Die Parameter Windgeschwindigkeit sowie Temperatureffekte der Bestandes- und Tiergröße wurden erst bei den neueren Anlagen berücksichtigt, so dass bei den Altanlagen ein manuelles Nachsteuern unumgänglich ist, was wegen des damit verbundenen Aufwandes von dem Betriebsleiter als ein wesentlicher Nachteil dieses Stalles angesehen wurde.

Die Betriebe hatten zwischen 720 und 1.600 Mastplätze, die einzelnen Jalousienställe zwischen 600 und 1.000 Mastplätze. Einen „Sonderfall“ stellt der größte der untersuchten Betriebe dar. Hier verteilen sich insgesamt 2.084 Mastplätze auf neun einzelne Ställe, die zwischen 144 und 276 Mastplätze haben. Hinsichtlich der Buchtengröße gab es unter den untersuchten Betrieben zwei Gruppen: Die einen hatten zumeist 18 – 22 Tiere je Bucht, vereinzelt auch nur 12, die andere Gruppe hielt die Tiere in größeren Buchtengruppen wobei die sog. Kleinabteile 120, die Großabteile 360 – 380 Tiere umfassten.

Die Böden der untersuchten Ställe sind fast überwiegend Vollspaltenböden, in einem Fall Teilspaltenböden. Die Fütterung erfolgt überwiegend mit Breifutterautomaten.

Ein entscheidender Aspekt bei der Beurteilung gerade dieses Stalltyps ist das Stallklima. Bei einem Stalltyp, bei dem große Teile der Seitenwände offen sind und bei Bedarf „le-

diglich“ durch die Jalousien geschlossen werden können, sind natürlich Maximum und Minimum der Stallinnentemperatur von besonderem Interesse. Nach Angaben der interviewten Betriebsleiter lagen die Tiefsttemperaturen auch in den zurückliegenden relativ strengen Wintern bei 16 °C bis 20 °C. Hinsichtlich der Höchsttemperaturen wurde angegeben, dass diese auf dem Niveau der Außentemperatur lagen (bis zu 35 °C). Allerdings gaben die interviewten Betriebsleiter wiederholt und unabhängig voneinander an, dass die „gefühlten“ Temperaturverhältnisse als „kühler“, „schattiger“ oder „frischer“ empfunden wurden.

Die Luftfeuchte innerhalb des Stalles folgt nach dem weitgehend übereinstimmenden Aussagen der Betriebsleiter den Außenwerten. Die Staubbelastung war in den untersuchten Ställen nicht gemessen worden. Die Betriebsleiter wiesen im Interview besonders auf den Sommer-Winter-Aspekt hin: während im Sommer, bei zumeist geöffneten Jalousien, eine geringe Staubbelastung konstatiert wurde, so wurde für den Winter hervorgehoben, dass es dann – bei geschlossenen Jalousien – zu Staubbelastungen wie in konventionellen geschlossenen Ställen kommt. Allerdings wurden als Erklärung für eine geringere Staubbelastung auch Gründe wie Flüssigfütterung, Verzicht auf Einstreu sowie die Belegungsdichte angeführt.

Von Bedeutung ist ferner die Schadgaskonzentration. Gemessen wurden diese nur in einigen der untersuchten Ställe – insbesondere die Ammoniakkonzentration, die bei 22 – 32 ppm lag. In der Beurteilung durch die Betriebsleiter wiederholte sich das zum Staub Gesagte: einer günstigen Situation im Sommer stehen deutlich erhöhte Werte im Winter gegenüber, die etwa auf dem Niveau konventioneller geschlossener Ställe lagen.

4.2.3. Kennzahlen der Schweinehaltung

Die Nutztierhaltung der untersuchten Betriebe beschränkte sich überwiegend auf die Schweinemast; lediglich zwei Betriebe hielten überdies Zuchtsauen (32 bzw. 168 Tiere). Dementsprechend wurde – abgesehen von zwei Ausnahmen – überwiegend das Rein-Raus-Verfahren praktiziert.

Das Mastanfangsgewicht der Schweine variierte zwischen den einzelnen Betrieben erheblich und lag zwischen 24 und 36,4 kg/Tier. Dagegen waren die Unterschiede im Mastendgewicht mit 115,3 – 120,0 kg/Tier erheblich geringer. Die tägliche Zunahmen lagen zwischen 699 und 871 g (im Mittel: 787 g). Die vorgenannten Unterschiede spiegeln sich denn auch in der sehr unterschiedlichen Mastdauer in den einzelnen Betrieben wieder (97 – 138 Tage; im Mittel 99,8 Tage).

Die Futtermittelverwertung (in kg/kg) lag in den untersuchten Betrieben zwischen 1 : 2,72 bis 1 : 3,12 (Mittelwert: 1 : 2,93), wobei es zu berücksichtigen gilt, dass es in den einzelnen Betrieben erwartungsgemäß erhebliche Unterschiede in der Futterzusammensetzung und (s.o.) in der Mastdauer gab.

4.2.4. Betriebswirtschaftliche Kennzahlen

Die Beurteilung des untersuchten Stalltyps in betriebswirtschaftlicher Hinsicht erfolgte anhand von Kosten, von denen angenommen wurde, dass sich bei ihnen deutliche Unterschiede zu anderen Stalltypen ergeben.

Die **Baukosten** für die Ställe variierten nicht nur in den absoluten Werten erheblich, sondern auch relativ (Baukosten je Mastplatz). Sie lagen bei 312,- bis 520,- €/Mastplatz (im Mittel: 413,- €/Mastplatz), wobei die Ställe, deren Baukosten unter 400,- €/Mastplatz lagen, vor 2004 gebaut worden waren. Es bestätigte sich auch in dieser Untersuchung, dass der Umfang der sog. Eigenleistungen der Betriebe beim Stallbau die Baukosten wesentlich beeinflusste, wenngleich wegen des bekannten Problems einer methodisch sicheren Quantifizierung der Eigenleistungen bei Familienbetrieben nur grobe Schätzungen möglich sind.

Die befragten Betriebsleiter gaben überwiegend an, dass ihnen bislang kaum Kosten für die **Reparaturen und Instandhaltung** des Stalles einschließlich der Wartung der Jalousien oder anderer Stalleinrichtungen entstanden sind. Lediglich zwei Betriebe gaben an, dass ihnen hier Kosten entstanden sind: bei einem Betrieb waren es 500,- €/a, bei dem anderen 7.000,- € seit Inbetriebnahme des Stalles (2003). Am verschleißanfälligsten sind nach den Angaben der Betriebe die Zugseile der Jalousien, auf deren Austausch, der nach Einzelangaben etwa alle 2 Jahre anfällt, der größte Teil der Wartung entfällt.

Mit den Arbeiten im Stall waren nach Angaben der Betriebsleiter 0,5 – 1,0 AKE beschäftigt; je Stallplatz variierte der jährliche **Arbeitszeitaufwand** jedoch in einem weiten Bereich zwischen 0,5 und 1,31 Akh/a. Allerdings lagen den meisten Angaben Hochrechnungen von Erfahrungswerten auf das Jahr zugrunde, die nach dem Anfall der Routine- und zusätzlicher Arbeiten beim Ein- und Ausstallen beruhten. Sicherere Angaben konnten nur von zwei Betrieben gegeben werden. Der eine, ein größerer Betrieb mit Fremdarbeitskräften, muss schon wegen deren Entlohnung die Arbeitszeit erfassen. Danach fallen dort 182 Akh/Monat bzw. etwa 2.000 Akh/a in mehreren Ställen mit zusammen 2.084 Mastplätzen an, was einem Arbeitszeitaufwand von 0,96 Akh/Mastplatz*a entspricht. Der andere Betrieb, ein Familienbetrieb, hatte für frühere Untersuchungen den Arbeitszeitaufwand mit einem Betriebstagebuch erfasst. Danach ergibt sich dort ein Arbeitszeitbedarf von 1.010 Akh für einen Stall mit 784 Mastplätzen, wozu noch 168 Plätze für Zuchtsauen kommen. Da allerdings in den anderen Stalltypen, die zum Vergleich herangezogen wurden, überwiegend das Rein-Raus-Verfahren praktiziert wird, lassen sich Vergleiche hier nur schwer ziehen. Genauer waren die Angaben zur Stallreinigung, die nach dem Ausstallen anfällt: Die meisten Betriebe benötigen für die Reinigung 8 – 14 Akh/Stall und Reinigung, zwei Betriebe benötigten dafür jedoch über 20 Akh/Stall und Reinigung, wobei die Größe dieser Ställe hierfür nicht die Erklärung sein kann; sie lagen unter dem Mittel.

Zu den **Energiekosten**: Der Gasverbrauch für die Ställe ist allgemein sehr gering. Zwei Betriebe haben für ihre Ställe (960 bzw. 1.000 Mastplätze) seit 2008 lediglich 2.000 l Erdgas verbraucht, ein weiterer Betrieb benötigte für seine beiden Ställe (insges. 1.200 Mastplätze) 5.000 l in zehn Jahren, in einem anderen waren es gar nur 1.200 l in einem Zeitraum von fünf Jahren. Lediglich ein Betrieb hatte mit einem Verbrauch von 2.700 m³/a für seine beiden Ställe (je 800 Mastplätze) einen erstaunlich hohen Bedarf, den er vor allem für das Heizen beim Einstallen benötigte.

Hinsichtlich des Verbrauchs an **Elektroenergie** konnten leider nur wenige Werte aus den Interviews gewonnen werden. Ein Betrieb gab den Elektroenergiebedarf seiner Ställe mit 10.000 kWh/a an, was einem Verbrauch von 10,5 kWh/Mastplatz*a entspricht. Um zusätzliche, differenzierte Daten zum Elektroenergiebedarf zu erhalten, wurde in einem Betrieb ein zusätzlicher Stromzähler eingebaut, der nur den Elektroenergiebedarf der Jalousiensteuerung erfasst. Dieser ergab nach 87 Tagen einen Elektroenergiebedarf für die Jalousiensteuerung von insgesamt 1.026,54 kWh (= 11,8 kWh/d). Der an sich notwendigen Erhebung der Messergebnisse über ein Jahr hinweg stand die kurze Laufzeit des Projektes entgegen; eine Hochrechnung auf ein Jahr verbietet sich schon wegen der zwischen den Jahreszeiten sehr stark differierenden Häufigkeit der Jalousienbewegungen. So können die Messergebnisse - zumindestens zu diesem Zeitpunkt - kein interpretierbares Ergebnis liefern.

4.2.5. Beurteilung des Stalltyps durch die Betriebsleiter

Als Gründe für ihre Entscheidung, einen Jalousienstall zu bauen, gaben die Betriebsleiter an, dass der Stalltyp eine bessere Luftqualität und mehr Helligkeit (2 Nennungen) hat, er bessere Arbeitsbedingungen (2) bietet, mehr Tiergerechtigkeit mit sich bringt (3), er eine Alternative zu anderen „alternativen“ Stalltypen (genannt: Kistenstall, Höhlenstall), die als problematisch angesehen wurden (2) darstellt, ferner (je 1 Nennung) dass der Stalltyp übersichtlich und leicht zu reinigen ist, geringere Kosten verursacht als andere Stalltypen, eine bessere Akzeptanz beim Verbraucher hat, desgleichen bei der örtlichen Bevölkerung, und schließlich, dass es möglich ist, beim Bau viele Eigenleistungen erbringen zu können.

Hinsichtlich der Interpretation der Quantität der Nennungen ist die Methodik der Befragung zu berücksichtigen: Bei den Fragen zur Beurteilung des Stalltyps handelt es sich um offene Fragen, die ein freies Antwortverhalten der befragten Betriebsleiter zuließen; es waren keine Antwortalternativen vorgegeben worden. Daher ist nicht die absolute Anzahl der Nennungen in dieser Frage entscheidend, sondern die Häufigkeit im Vergleich zu den Nennungen der anderen Kriterien.

Die **Beurteilung** dieses Stalltyps durch die Betriebsleiter fiel überwiegend positiv aus. Mehrfach hervorgehoben wurde das sehr gute Stallklima bei geöffneten Jalousien. Das gegenüber geschlossenen, zwangsbelüfteten Ställen bessere Stallklima wurde von eini-

gen Betriebsleitern für das Sommerhalbjahr, von anderen dagegen generell hervorgehoben. Hinsichtlich des Stallklimas im Winter fiel das Urteil verhaltener aus, doch wurde wiederholt daraufhin gewiesen, dass sich unmittelbar nach dem Öffnen der Jalousien das Stallklima geradezu schlagartig verbessert. Neben den Vorteilen für die Tiergesundheit durch besseres – konkret genannt durch ein schadgas- und staubärmeres Stallklima – wurde von fast allen Betriebsleitern die damit verbundenen, besseren Arbeitsbedingungen betont.

Von mehr als der Hälfte der Befragten wurde diesem Stalltyp ein geringer Elektroenergiebedarf attestiert; von einigen wurde auch allgemein von einem geringen Energiebedarf gesprochen und der Stall in diesem Zusammenhang als „Niedrigenergiestall“ bezeichnet. So wurde von zwei Betriebsleitern angegeben, dass diese Ställe nur 1/3 des Elektroenergiebedarfes geschlossener Ställe für die Lüftung benötigen.

Unter den Nachteilen des Stalltyps wurde von fast allen Betriebsleitern der Verschleiß des Zugseils der Jalousien genannt, der überwiegend auf eine nicht optimale Führung des Seils zurückgeführt wurde. Kritik an der Konstruktion und der Wirkung der Lüftungsanlage beschränkt sich auf die älteren Ställe dieses Typs; in den jüngeren scheint das Problem behoben zu sein. Mehrfach wurde die Steuerung der Deckenklappen kritisiert. Auch die z.T. langen Wege, die sich in der Stallkonstruktion durch die Limitierung der maximalen Stallbreite ergibt, wurden hierbei genannt.

Insgesamt sind sieben der acht befragten Betriebsleiter mit dem Stalltyp sehr zufrieden und würden diesen wieder bauen, wenn ein Neubau geplant wäre. Die eine, hiervon abweichende Meinung kam von der Betriebsleitung eines der ersten Ställe dieses Typs in Deutschland, der einige Unzulänglichkeiten aufweist, die bei den nachfolgenden Stallbauten vermieden wurden.

5. Diskussion

5.1. Temperatur und Luftfeuchte

Nach BÜSCHER et al. (2002) liegen die Optimalwerte der Stallluft für Mastschweine zwischen 14 °C und 22 °C. Die Ergebnisse der eigenen Messungen in den Jalousienställen ergaben im Mittel Temperaturen von 24,6 °C und 25,2 °C. Sie lagen damit oberhalb des Optimalbereiches für Mastschweine, sind aber in etwa vergleichbar mit den von PFLANZ (2007) im Sommer in einem konventionellen Mastschweinestall (25,07 °C) und im Schrägbodenstall (24,83 °C) ermittelten Temperaturwerten. Der gemessene Maximalwert lag in den Jalousienställen bei 34,4 °C und ist aus Sicht des Wohlbefindens der Tiere kritisch zu betrachten (vgl. BÜSCHER 1999). Daher fordern MAYER und HAUSER (2000), dass ab 23 °C den Schweinen in allen Haltungssystemen Abkühlungsmöglichkeiten geboten werden.

Die relative Luftfeuchte sollte nach BACHMANN und FROSCH (2008) sowie FRANKE und BÜSCHER (2002) in Schweineställen ohne Heizung zwischen 60 – 80% liegen. Die Mittelwerte der relativen Luftfeuchte in den untersuchten Ställen lagen zwischen 65,8 und 71,2% und damit im optimalen Bereich. Im Vergleich dazu ermittelte PFLANZ (2007) im Sommer in einem konventionellen Stall eine relative Luftfeuchte von 60,08%. Die Minimalwerte in den Jalousienställen betrugen 49,8% und die Maximalwerte 76,5%. Da die Minimalwerte nur vereinzelt auftraten, sind keine negativen Auswirkungen auf die Tiere z.B. durch eine höhere Staubbelastung zu erwarten.

5.2. Luftbewegung

Die Luftgeschwindigkeit soll nach DIN 18910 bei optimalen Temperaturen unter 0,2 m/s, bei höheren Temperaturen aber nicht über 0,6 m/s liegen (BACHMANN u. FROSCH (2008); FRANKE u. BÜSCHER (2002)). Die Ergebnisse der Untersuchungen in den Jalousienställen ergaben im Mittel Werte zwischen 0,29 und 0,5 m/s und lagen somit weitgehend in dem in der Literatur empfohlenen Bereich.

5.3. Schadgase

Ammoniak

Der Grenzwert für Ammoniak in der Stallluft ist bei 14 mg/m³ Luft (20 ppm) festgelegt (BACHMANN u. FROSCH, 2008). Die Messungen der Ammoniakkonzentrationen im Juni im Jalousienstall ergaben bei offenen Jalousien im Mittel einen Wert von 13,8 ppm. Damit liegt der Wert unterhalb des in der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (2006) angegebenen Grenzwertes von 20 ppm. Auch die an den einzelnen Messpunkten ermittelten Einzelwerte lagen alle unter dem genannten Grenzwert. Bei den Messungen im Oktober lag der Mittelwert allerdings bei geschlossenen Jalousien und deshalb einem geringen Luftwechsel bei 29,8 ppm und damit etwas oberhalb des angegebenen Grenzwertes. Der im Jalousienstall ermittelte Wert der Ammoniakkonzentration liegt damit in dem Bereich der von PFLANZ (2007) in konventionellen Mastställen und Schrägbodenställen im Herbst festgestellten Mittelwerte. Da an dem Messtag im Oktober im Jalousienstall die Jalousien geschlossen waren, ähnelten die Bedingungen einem konventionellen Stall. Für die Mastschweine sind auch bei geschlossenen Jalousien aufgrund der nur leicht erhöhten Ammoniakwerte (maximaler Einzelwert 39,8 ppm) keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten. Da der Landwirt nur kurze Zeit im Stall tätig war, die MAK-Werte für Ammoniak aber auf einen achtstündigen Kontakt bezogen sind (DFG, 2004), können negative Auswirkungen auf den Landwirt ausgeschlossen werden.

Kohlendioxid

Die für den Gesundheitsschutz der Menschen geltende „Maximale Arbeitsplatzkonzentration und biologische Arbeitsstofftoleranz (MAK-Wert)“ beträgt 5.000 ppm Kohlendioxid.

oxid. Für Tiere ist in der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung von 2006 ein Maximalwert von 3.000 ppm festgelegt. Die Messungen der Kohlendioxidkonzentration im Jalousienstall im Juni ergaben im Mittel der einzelnen Messpunkte Werte zwischen 811 und 1.411 ppm. Im Oktober lagen die Werte im Mittel zwischen 1.830 und 2.560 ppm. Auch bei den Einzelwerten wurde der in der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung festgelegte Maximalwert von 3.000 ppm nicht überschritten.

5.4. Ökonomische Bewertung

In einem ökonomischen Vergleich mit anderen Stalltypen wirken sich die vergleichsweise geringen Investitions-, Energie- sowie Wartungs- und Reparaturkosten und ferner der geringe Arbeitszeitbedarf sehr günstig aus.

Der **Investitionsbedarf** der Jalousienställe ist geringer als bei wärme gedämmten, geschlossenen Ställen, wie Vergleiche mit Angaben in der Literatur² zeigen: 413,- € je Mastplatz (MPl.) im Jalousienstall stehen Investitionskosten für geschlossene, wärme gedämmte und zwangsbelüftete Ställe (Haltung in Kleingruppen) von mindestens 50,- €/MPl. mehr gegenüber. Für die ökonomische Bewertung kommt es dabei v.a. auf die Relation zwischen den Investitionskosten der beiden Stalltypen an; einer Bewertung der absoluten Zahlen stehen bei beiden Stalltypen das Problem der Erfassung und quantitativen Bewertung der oft sehr umfangreichen Eigenleistungen entgegen. Allerdings muß auch in der Betrachtung der Relationen beachtet werden, dass nach Angaben einzelner interviewter Landwirte der Typ des Jalousienstalls die Erbringung umfangreicher Eigenleistungen besonders fördert.

Ein evtl. zu erwartender zusätzlicher **Arbeitszeitaufwand** für Wartung und Reinigung der Jalousien war in der Auswertung nicht nachweisbar. Vergleiche mit Daten geschlossener, wärme gedämmter Ställe³ zeigen, dass Jalousienställe auch insgesamt keinen höheren Arbeitszeitaufwand (i.d.R. < 1,0 Akh/MPl.*a), erfordern, was mit dem in der Befragung genannten, geringen Wartungsaufwand der Jalousien eine schlüssige Begründung findet. Hinzu kommt ein geringer Arbeitszeitbedarf für die Entmistung durch die Vollspaltenböden – wie bei konventionellen Ställen auch, jedoch im Gegensatz zu Außenklimaställen, die wegen der Einstreu einen erheblich höheren Arbeitsaufwand aufweisen (KTBL 2010; SCHWARTING 2002).

Ein auffälliges Kennzeichen der Jalousienställe ist ihr geringer **Energiebedarf**. Der geringe Elektroenergiebedarf im Vergleich zu geschlossenen, wärme gedämmten Ställen ergibt sich durch die Lüftung im Sommerhalbjahr – unter günstigen Witterungsbedin-

² so z.B. bei KTBL (2010): 460,- €/MPl. bei 590 MPl.; bei DLZ Primus Schwein (2010) ca. 600,- €/MPl. bei 1.000 MPl.; REIMER ET AL: im Mittel 430,- €/MPl. + 30 – 50,- €/MPl. für Güllebehälter

³ KTBL (2010): 0,93 Akh/MPl.*a bei größtem konventionellen Stall mit Kleingruppen (590 MPl.)

gungen auch darüber hinaus – durch die Seitenwände bei geöffneten Jalousien und den damit verbundenen Verzicht der Zwangsbelüftung in dieser Zeit. Allerdings entfällt dann auch die Möglichkeit der Kühlung durch einen vermehrten Luftstrom, der den Symptomen hoher Stalltemperaturen in den Sommermonaten (vgl. 5.1., S. 18) entgegen wirken könnte. Wenngleich es zu einer abschließenden Klärung dieses Aspektes der Erhebung des Elektroenergiebedarfes in längeren Zeitreihen bedarf, so lässt sich aber schon jetzt feststellen, dass der Bedarf dieses Stalltyps trotz des zusätzlichen Verbrauchs durch die Jalousiensteuerung bedeutend geringer ist als in geschlossenen, zwangsbelüfteten Ställen, den das KTBL (2010) für ähnliche Bestandesgrößen mit durchschnittlich 25,4 kWh/MPI.*a angibt.

Bauartbedingt könnte man von einem höheren Energieaufwand für die Heizung ausgehen. Doch lässt sich diese Annahme aus den Ergebnissen nicht nur nicht bestätigen, sondern es zeigte sich vielmehr, dass der Energiebedarf (hier: Gasverbrauch) für das Heizen bei fast allen untersuchten Ställen auffallend niedrig war.

6. Schlussfolgerungen für die landwirtschaftliche Praxis und zukünftiger Forschungsbedarf

Jalousienställe stellen eine mögliche Alternative zu konventionellen geschlossenen, wärmegeprägten und zwangsbelüfteten Ställen dar. Die von den befragten Betriebsleitern besonders hervorgehobene staub- und schadstoffarme Stallluft sowie eine gute Abpufferung geringer Außentemperaturen führen zu guten Arbeitsbedingungen und können positive Effekte für die Tiergesundheit haben. Nachteilig können sich hierbei allerdings hohe Außentemperaturen auswirken, die von diesem Stalltyp kaum gepuffert werden. Zu den Vorzügen dieses Stalltyps zählen in ökonomischer Hinsicht geringe Investitions-, Wartungs- und Energiekosten. Der Arbeitszeitbedarf ist nicht höher als in konventionellen Ställen und deutlich geringer als in den eingestreuten Haltungsverfahren.

Im Hinblick auf die Bestandesgröße, für die neue Ställe geplant werden, ist zu berücksichtigen, dass der Größe von Jalousienställen bauartbedingt Grenzen gesetzt sind. Um eine ausreichende Durchlüftung über die offenen Seitenwände zu gewährleisten, darf die Breite des Stalles 12 m allenfalls geringfügig überschreiten. Einer Vergrößerung des Stalles in der Längsachse steht die damit verbundene Erhöhung unproduktiver Arbeitszeit entgegen. Hindernisse für Luftbewegungen dürfen sich nicht in unmittelbarer Nähe des Stalles befinden, was auch die Möglichkeit erschwert, größere Bestände in mehreren, parallel gebauten Ställen unterzubringen. Jalousienställe mit mehr als 1.000 Mastplätzen je Stall sind daher in der Praxis nicht anzutreffen.

Ein zukünftiger Forschungsbedarf ergibt sich generell durch die eingangs genannten Anforderungen an die Schweinehaltung in der Zukunft: dem verbreiteten Wunsch nach

mehr Tiergerechtigkeit, Tiergesundheit und Umweltschutz steht eine nur sehr gering ausgeprägte Bereitschaft der Verbraucher für eine Honorierung verbesserter Haltungsmethoden gegenüber. Neuartige Stalltypen müssen daher auch immer in ökonomischer und verfahrenstechnischer Hinsicht beurteilt werden. Eine abschließende Bewertung dieses und anderer Stalltypen im Hinblick auf die genannten Ziele bedarf der Erfassung der in diesem Projekt untersuchten sowie weiterer Parameter über einen deutlich längeren Zeitraum. Um auch Sonderarbeiten sowie die Witterungseinflüsse aller Jahreszeiten ausreichend berücksichtigen zu können, müssen derartige Messreihen mindestens einjährig sein.

7. Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Studie war es, mittels eines Vergleiches des relativ neuen Typs der Jalousienställe mit konventionellen geschlossenen, wärme gedämmten und zwangsbelüfteten Ställen zu untersuchen, ob dieser Stalltyp dem Spannungsdreieck zwischen Wirtschaftlichkeit, Tiergerechtigkeit und Umweltverträglichkeit gerecht werden kann. Dabei kommt in Zeiten des Klimawandels und steigender Energiepreise dem sparsamen Energieeinsatz eine besondere Bedeutung zu.

Jalousienställe haben Einflächenbuchten mit perforierten Böden, gelüftet wird im Sommer wie in einem Außenklimastall durch weite Öffnungen der Stallwände, im Winter werden die Wände durch Jalousien geschlossen und es kommt die Unterdrucklüftung zum Einsatz.

Die Datenerhebung für die Untersuchung erfolgte auf zwei Wegen: Zum einen wurde eine Befragung von Betriebsleitern schweinehaltender Betriebe durchgeführt, die Jalousienställe gebaut haben und diese seit mehreren Jahren nutzen. Die Interviews erfolgten strukturiert unter Einsatz eines Interviewleitfadens. Zusätzlich wurden in zwei Betrieben Messungen des Stallklimas in Jalousienställen durchgeführt. Gemessen wurden Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftbewegungen sowie die Schadgaskonzentrationen. Überdies wurde der Elektroenergiebedarf für die Jalousien in einem Stall durch eine getrennte Erfassung aufgenommen.

Es zeigte sich nach Auswertung der Messungen, dass Jalousienställe niedrige Außentemperaturen gut, hohe hingegen kaum puffern können. Bei Lüftung über die Seitenwände ergeben sich nur sehr geringe Staub- und Schadgasbelastungen der Stallluft, die Luftbewegungen sind in einem allgemein empfohlenen Bereich. Bei geschlossenen Jalousien hingegen ähneln die Parameter der Stallluft der in geschlossenen, zwangsbelüfteten Ställen.

In den Interviews zeigten sich die Betriebsleiter mit diesem Stalltyp überwiegend zufrieden. Besonders hervorgehoben wurde dabei das sehr gute Stallklima bei geöffneten

Jalousien, hinsichtlich des Stallklimas im Winter fiel das Urteil verhaltener aus. Neben den Vorteilen für die Tiergesundheit durch ein schadgas- und staubärmeres Stallklima wurden die damit verbundenen besseren Arbeitsbedingungen betont. Unter den Nachteilen des Stalltyps wurde lediglich der Verschleiß des Zugseils der Jalousien genannt, der überwiegend auf eine nicht optimale Führung des Seils zurückgeführt wurde. Kritik an der Konstruktion und der Wirkung der Lüftungsanlage beschränkt sich auf die älteren Ställe dieses Typs. Positiv in ökonomischer Hinsicht wirken sich die vergleichsweise geringen Investitions-, Wartungs- und Energiekosten aus sowie ein Arbeitszeitbedarf, der nicht höher ist als in konventionellen Ställen und deutlich geringer als in den eingestreuten Haltungsverfahren.

Insgesamt betrachtet stellen Jalousienställe damit eine mögliche Alternative sowohl zu konventionellen geschlossenen, wärmedämmten und zwangsbelüfteten Ställen als auch zu eingestreuten Außenklimaställen dar.

Literatur- und Quellenverzeichnis

- O. A.: „Mast im Außenklimastall“ DLZ-Agrarmagazin, 2/2006, S. 18 – 20
- O. A.: „Zeigt her Eure Ställe“ DLZ Primus Schwein, Okt. 2010, S. 6 – 11
- ATTESLANDER, P.: „Methoden der empirischen Sozialforschung“, de Gruyter Berlin 1993
- BACHMANN, K. et al.: „Wechselwirkungen zwischen Stallklima und Tiergesundheit“, Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, 2007
- BACHMANN, K.; FROSCH, W.: „Ratgeber für Stallklimatisierung“, Sächsisches Landeskuratorium Ländlicher Raum e.V. (Hrsg.) 2008.
- BMELV: „Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung, Verordnung zum Schutz von Schweinen bei Stallhaltung“ Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, vom 04.08.2006
- BORELL, E. v.; HESSE, D. „Bewertung von Einflussgrößen auf die tiergerechte Haltung von Schweinen“ in: Bd. 17 „Artgerechte Tierhaltung in der modernen Landwirtschaft - Diskussion neuer Erkenntnisse“ der Schriftenreihe der Edmund-Rehwinkel-Stiftung, Frankfurt a. M., 2002, S. 74 – 80
- BORELL, E. v.; HESSE, D. „Beurteilung der Tiergerechtigkeit von Schweinehaltungssystemen in Betrieben mit unterschiedlichen Produktionsstufen und Bestandsgrößen anhand des Konzepts der Kritischen Kontrollpunkte“ in: Bd. 17 „Artgerechte Tierhaltung in der modernen Landwirtschaft - Diskussion neuer Erkenntnisse“ der Schriftenreihe der Edmund-Rehwinkel-Stiftung, Frankfurt a. M., 2002, S. 105 – 130

- BÜSCHER, W. „Konzepte der Stallklima-Führung und technischen Ausfertigung“ in: Baubriefe Landwirtschaft 40 „Mastschweinehaltung“ Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup 1999
- BÜSCHER, W. et al.: „Lüftung von Schweineställen“, DLG-Arbeitsunterlage. 3. überarbeitete Fassung. 2002 im Internet: http://www.dlg.org/fileadmin/downloads/merkblaetter/DLG-AU_Jueftung.pdf , Stand: 29.11.2011
- CAENEGEM, L. VAN und WECHSLER, B.: „Stallklimawerte und ihre Berechnung“ Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik FAT Schriftenreihe 51 (2000), Tänikon, Schweiz.
- DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT (DFG): MAK- und BAT-Werte-Liste. Mitteilung 40. der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe vom 1. Juli 2004, Deutsche Forschungsgemeinschaft, WILEY-VCH-Verlag GmbH u. Co. KGaA, Weinheim, 2004
- DIEKMANN, A.: „Empirische Sozialforschung“ Rowohlt Taschenbuch-Verlag, Reinbek, 2007
- DIN 18910-1: „Wärmeschutz geschlossener Ställe - Wärmedämmung und Lüftung“, Teil 1: Planungs- und Berechnungsgrundlagen für geschlossene zwangsbelüftete Ställe. Ersatz für DIN 18910:1992-05, Normausschuss Bauwesen (NABau) im DIN, Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, GmbH, Berlin, 43 S., 2004
- DÖHLER H. et al.: „Anpassung der deutschen Methodik zur rechnerischen Emissionsprognose der Ammoniakemissionen der deutschen Landwirtschaft und Szenarien zu deren Minderung bis zum Jahre 2010“, Bericht im Auftrag von BMVEL und UBA-Text 05/02, Berlin 2002, 278 S.
- FRANKE, W. et al.: „Untersuchungen zur Anwendung von investitionssparenden Haltungslösungen in der Schweineproduktion von Mecklenburg-Vorpommern, Schwerpunkt: Außenklimaställe für Absatzferkel“, Ergebnisbericht. Dummerstorf, 2002.
- FRANKE, G.; BÜSCHER, W. „Forderungen der Schweine an gute Lüftungs- und Heizungsanlagen“ in: „Praxisgerechte Mastschweinehaltung“ BFL Bauförderung Landwirtschaft, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup 2002
- GALLMANN, E. et al.: „Umweltgerechte Mastschweinehaltung II“, Agrartechnische Forschung 8/2002. S. 16 - 24
- GAUS, J.; HAXSEN, G.: „Analyse der internationalen Wettbewerbsfähigkeit ausgewählter Betriebe mit Schweinehaltung in Europa und Amerika“ im Internet: <http://www.fal.de> [Stand 10.2003]

- GLÄSER, J.; LAUDEL, G. „Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse“ Verlag für Sozialwissenschaften Wiesbaden 2004
- HÄUSSERMANN, A.: „Minderungsmaßnahmen in der Mastschweinehaltung“ in: KTBL-Schrift 449 zur KTBL- Tagung „Emissionen der Tierhaltung“. Hrsg. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt, 2006., S. 192 – 210.
- HILLINGER, H. G.: „Stallgebäude, Stallluft und Lüftung“, Enke Verlag, Stuttgart, 1990.
- HÖGES, J. „Alternativen in der Schweinehaltung“ Ulmer, Stuttgart 1998
- IRGANG, P.: „Anpassungsmöglichkeiten von Schweinen an stallklimatische Gegebenheiten“ Gumpensteiner Bautagung 2001: „Stallbau – Stallklima – Verfahrenstechnik“, Gumpenstein Österreich, S. 87 – 90
- KAISER, S.; BREHME, G.; HOFFMANN, A.; WEGHE, H. V. D.: „Emissionsverhalten eines frei gelüfteten Mastschweinestalles mit Ruhebetten ohne nährstoffangepasste Fütterung“ in KTBL-Arbeitspapier 259 „Umweltverträgliche Mastschweinehälften“, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) Darmstadt 1998
- KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E.V. (KTBL): „Betriebsplanung Landwirtschaft 2010/11“ Darmstadt 2010
- KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E.V. (KTBL): Fachinfo Tierhaltung; im Internet: <http://www.ktbl.de/>
- LOHNE: „Kranke Tiere durch zu trockene Luft“, Schweinezucht und Schweinemast, Heft 3/2006, S. 8 -11.
- MAYER, C.: „Stallklimatische, ethologische und klinische Untersuchungen zur Tiergerechtigkeit unterschiedlicher Haltungssysteme in der Schweinemast“ Dissertation TU München, FAT Schriftenreihe Band 50.
- MAYER, C., HAUSER, R. „Ableitung des optimalen Temperaturbereichs für Mastschweine aus dem Liegeverhalten und der Vokalisation“ in „Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1999“, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) Darmstadt 2000
- MEHLHORN: „Lehrbuch der Tierhygiene (Teil 1)“, G.-Fischer-Verlag Jena 1979, S. 55 – 123.
- NAIMER, U. und ZENTNER, E. : „Untersuchungen über den Keimgehalt der Stallluft in steierischen Schweinemastbetrieben unter Berücksichtigung verschiedener Zuluftsysteme“ Gumpensteiner Bautagung „ Stallbau – Stallklima – Tierhaltung in biologischen Betrieben – Genehmigungsverfahren“, Gumpenstein, Österreich, 17-18 Juni 2003, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, S. 87- 94.

- PFLANZ, W.: „Gesamtheitliche Beurteilung innovativer Schweinemastverfahren für Baden-Württemberg, Folge 3: Vergleichende Beurteilung von Buchtenverschmutzungen und Stallklima“ LSZ Boxberg, 2008. https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1209643_I1/LSZ_Feldstudie_MastschweinehaltungIII-07.pdf (Stand: 29.11.2011)
- PFLANZ, W.: „Gesamtheitliche Beurteilung innovativer Schweinemastverfahren für Baden-Württemberg“ Diss. Univ. Hohenheim 2007
- REIMER, J.; HAGER, M.; GOLDBRUNNER, L. „Bauvorhaben aus der Beratungspraxis – Trends bei Bau und Klimatisierung von Mastschweinehallen in Niederbayern“ Amt für Landwirtschaft und Forsten Landshut, o.J.
- SCHWARTING, R. „Frei gelüftete Schweinehallen mit Funktionsbereichsdifferenzierung“ in KTBL-Schrift 408 „Neue Wege in der Tierhaltung“, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) Darmstadt 2002
- TÜLLER, R. und ALLMENDINGER, A.: „Geflügelhallen: Stallbau, Klima, Einrichtung“ Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart 1990