

Abschlussbericht des Projekts

Projektnummer:

2952

Titel des Projekts:

**Die Auswirkung der Stalltemperatur und der Luftqualität auf die
Gesundheit und die Leistung von Mastschweinen**

**The effect of stable temperature and air quality on health and
performance of fattening pigs**



Projektleiter:	Dr. Anton HAUSLEITNER , Leiter für Forschung und Innovation Ing. Irene MÖSENBACHER , Referat für Messtechnik u. Versuchsauswertung
Stichworte:	Mastschweine, Stallklima, Tiergesundheit, Verhalten, Leistung
Kooperationspartner:	Univ. Prof. Dr. SCHUH , Univ. Prof. Dr. TROXLER u. Dr. WEISSENGRUBER , Veterinärmedizinische Universität Wien; Prof. Walter SCHULLER , Bundesanstalt für Veterinärmedizinische Untersuchungen, Mödling; VLV (Verband landwirtschaftlicher Veredelungsproduzenten Oberösterreichs), Wels; Dr. Klaus TRUSCHNER , Tierärztliche Praxismgemeinschaft Dr. Truschner, Ried/Traunkreis
Laufzeit:	2001 - 2003

IMPRESSUM

Herausgeber: Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein
A-8952 Irdning
des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und
Wasserwirtschaft, Wien

Direktor: Mag. Dr. Albert Sonnleitner

für den Inhalt verantwortlich: Die Autoren

Gestaltung: Ing. Irene Mösenbacher

Druck, Verlag und © : Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein
Irdning, 2005

Abschlussbericht

über das Projekt

Die Auswirkung der Stalltemperatur und der Luftqualität auf die Gesundheit und die Leistung von Mastschweinen

A. HAUSLEITNER¹, I. MÖSENBACHER¹

Projektmitarbeiter in der Dienststelle:
Univ. Prof. Dr. Bartussek, Dr. Steinwider, Dr. Gasteiner, Ing. Schauer

Projektpartner:

Univ. Prof. Dr. Schuh, Univ. Prof. Dr. Troxler und Dr. Weissengruber, Veterinärmedizinische Universität Wien; Dr. Flatscher sowie Prof. Schuller, Bundesanstalt für Veterinärmedizinische Untersuchungen, Mödling; VLV (Verband landwirtschaftlicher Veredelungsproduzenten Oberösterreichs), Wels; Tierärztliche Praxisgemeinschaft Dr. Truschner, Ried/Traunkreis

1. Einleitung/ Problemstellung

Niedrige Lufttraten im Winter führen zwangsläufig zu einer schlechten Stallluftqualität. Insbesondere hohe Wasserdampf-, Kohlendioxid-, Ammoniak-, Schwefelwasserstoff-, Staub- und Keimkonzentrationen werden für das Auftreten von Atemwegserkrankungen verantwortlich gemacht. Die Auswirkung der Luftgüte unter ansonsten standardisierten Stallklimabedingungen wurde bereits im Forschungsprojekt AL 60296 wissenschaftlich abgesichert. Dabei hat sich gezeigt, dass bei Einstellung gesunder Ferkel keine nachfolgenden gesundheitlichen Beeinträchtigungen nachweisbar sind, während es doch zu erheblichen Leistungseinbußen kommt. Insgesamt ist jedoch festzuhalten, dass der Zusammenhang zwischen Stalltemperatur, Stallluftqualität, Atemwegserkrankungen und Mastleistung derzeit noch wenig erforscht ist.

In Österreich verfügt nicht die Hälfte der Mastschweinestallungen über eine Heizmöglichkeit (KONRAD, 1997). Für die Gesamtwärmebilanz der Gebäude stellen

die Lüftungswärmeverluste den mit Abstand größten Verlustposten dar, d.h. über die zugeführte Frischluftmenge kann auf die Stalltemperatur und auf die Luftgüte der entscheidende Einfluss ausgeübt werden. Unter diesen Gegebenheiten stellt sich für die Praxis die wichtige Frage: „Soll bei extremen Außenbedingungen eine bestimmte Stalltemperatur um den Preis einer sich verschlechternden Luftgüte beibehalten werden, oder ist einer hohen Luftqualität auf Kosten der Stalltemperatur der Vorzug zu geben?“ Mit anderen Worten: **Was ist für Gesundheit, Leistung und Wohlbefinden der Tiere im Winter günstiger: warm bei schlechter Luft, oder kühl bei guter Luft?** Diese Frage ist vor allem auch für Biobetriebe von zentraler Bedeutung, weil in den dort verwendeten Stalleinheiten und Haltungssystemen eine Heizungsanlage üblicherweise nicht zum Einsatz kommt.

Vom Verhalten der Tiere lassen sich auch wichtige Hinweise auf die derzeit nur schwer einschätzbare tierschutzrechtliche Einordnung dieser Stallklimazustände gewinnen. Diese Zusammenhänge werden immer bedeutsamer. Die Versuchsfrage ist somit nicht nur für den Betriebserfolg der Mastschweinehalter ganz entscheidend, sondern hat hinsichtlich des Tierschutzaspektes auch eine enorme gesellschaftspolitische Relevanz.

2. Literatur - Vorarbeiten

2.1. Vorarbeiten in der Bundesanstalt, im Bundesamt

Bereits 1992 wurde das Projekt „Die Leistung von Mastschweinen in Gruppen auf Vollspalten und in dänischen Buchten mit Stroh- im Warm- und Kalt-

stall“ abgeschlossen. In der warmen Einheit wurde zur Aufrechterhaltung der Wärmebilanz dazugeheizt, in der kalten Einheit betrug die Stalltemperatur an den kältesten Tagen im Mittel nur rund 10 °C, d.h. sie lag damit doch rund 10 Kelvin unterhalb der gepflogenen Praxisempfehlungen. Es ging bei diesen Versuchen in Kern darum, den Einfluss des Strohs unter diesen Extrembedingungen heraus zu arbeiten. Dabei hat sich gezeigt, dass bei der Haltung auf Stroh die Temperatur kaum Auswirkungen auf die Mastleistung hat, während in den Vollspaltenbodenbuchten die Mastleistung bei zu niedrigen Stalltemperaturen doch spürbar abfällt.

Im Rahmen des Forschungsprojektes AL 60296 mit dem Titel „Die Auswirkung schlechter Stallluft auf Gesundheit und Leistung von Mastschweinen“ wurden die beiden Versuchseinheiten bei konstanter Stalltemperatur mit unterschiedlicher Lufttraten betrieben, d.h. es wurde ausschließlich der Effekt „Luftqualität“ studiert. Die Ergebnisse – kaum Auswirkungen hoher Schadgaskonzentrationen auf Gesundheit und Wohlbefinden der Mastschweine, bei deutlicher Mastleistungsreduktion - sind für alle Schweinemastbetriebe von Bedeutung, die bereits eine Heizanlage installiert haben. Auf den Großteil der österreichischen Schweinemastbetriebe trifft das allerdings derzeit nicht zu. Für diese Einheiten müssen klare und abgesicherte Beratungsempfehlungen ausgearbeitet werden.

2.2. Vorarbeiten in anderen Bereichen

Es gibt relativ viele Literaturangaben zum Begriff der sogenannten „Optimaltemperatur“. Dabei wird unterstellt, dass die Tiere ihre maximalen Leistungen in diesem Temperaturbereich erbringen können. Die entsprechenden Empfehlungen

¹Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, A 8952 Irdning, Abteilung f. Stallklimotechnik und Nutztierschutz

der deutschen Stallklimanorm (DIN 18910) betreffen ebenfalls einen bestimmten Temperaturbereich. Verschiedentlich wird die Solltemperatur von der Fußbodenart abhängig gemacht (MITTRACH, 1987). Der Einfluss des Stallklimas auf die Leistung von Mastschweinen wird von LORENZ und BERKNER (1989) mit bis zu 30 % beziffert. SAKAI et al (1992) haben deutliche Zusammenhänge zwischen der Stalltemperatur und der Leistung gefunden. Bei niedrigen und höheren Temperaturen nahmen die Leistungen beträchtlich ab. LE DIVIDICH (1987) hingegen erzielte mit steigender Temperatur eine ständige Leistungsverbesserung der Tiere. Ähnlich JONES et al (1999), die eine dominante Rolle des Temperatureinflusses aus den Versuchen ableiten konnten. Die Stalltemperatur isoliert betrachtet ließ sich in vielen Versuchen jedoch nicht als signifikanter Einflussfaktor für die Leistung der Tiere absichern (etwa CIELEJEW-SKI, 1988), während es temperaturbedingt zu ganz erheblichen Auswirkungen auf das Komfortverhalten von Mastschweinen kommt (HILL, 1995).

Viele Arbeiten existieren auch zum Einflussbereich „thermoneutrale Zone“. Es handelt sich dabei um jenen Temperaturbereich, innerhalb dessen die Gesamtwärmeproduktion und damit die Leistung der Tiere bei definierter Futteraufnahme konstant bleibt. Optimale Leistungen der Tiere sind demnach nicht an eine bestimmte Temperatur gebunden, sondern innerhalb einer Bandbreite thermischer Bedingungen möglich, deren untere Grenze „untere kritische Temperatur“ und deren obere Grenze „obere kritische Temperatur“ genannt wird. HILLIGER (1990) gibt an, dass bei Unterschreitung der thermoneutralen Zone je Grad Temperaturabfall mit einer Minderleistung der täglichen Zunahme um 10 g bei Tiergewichten zwischen 20 und 60 kg und um 22 g zwischen 60 und 100 kg gerechnet werden muss. Diese Leistungseinbuße verringert sich aber bei nur kurzfristiger Unterschreitung der thermoneutralen Zone im Tagesgang, aber auch bei längerfristigen Anpassungsvorgängen (VERSTEGEN et al, 1984; VERHAGEN, 1987). Hinsichtlich möglicher Tierverluste zeigt sich, dass es nur geringe Verluste gibt, wenn der angestrebte Temperaturbereich eingehalten

werden kann. Zudem wird bestätigt, dass ein Ansteigen der Zuglufthäufigkeit vermehrt zu Tierverlusten führt (WUDY, SCHAUBERGER, CERNOHORSKY, 1995). Immer wieder wird auch darauf hingewiesen, dass insbesondere das Haltungssystem für diese wechselseitigen Abhängigkeiten mitverantwortlich ist (MOUNT, 1967; HOLMES und CLOSE, 1977).

Alle diese Versuche haben sich aber immer nur auf einen Einflussfaktor konzentriert und damit keine Antworten auf die zentrale Frage aus der Praxis anbieten können. Beim vorliegenden Projekt sollen alle diese genannten Einflussparameter konstant gehalten werden (einheitliche Buchtenstruktur, zugluftfreie Porenlüftung als Zuluftelement, Fütterung), damit erstmals der entscheidende praxisrelevante Unterschied herausgearbeitet werden kann.

3. Tiere, Material und Methode

3.1. Allgemeine Versuchsbeschreibung

Die Landwirte wissen derzeit nicht, ob im Winter der Stalltemperatur oder der Luftgüte als Regelgröße Priorität eingeräumt werden soll. Diese Frage hat aber enorme wirtschaftliche Bedeutung, weil die Folgen von Atemwegserkrankungen – für die Mehrzahl der Betriebe im Winter das größte Problem – zwangsläufig Leistungseinbußen und mangelndes Wohlbefinden sind. Ziel dieses Projektes ist es, diese wichtige Entscheidungshilfe für die Landwirte verlässlich und abschließend zu beantworten.

Temperatur und Luftqualität können das Wohlbefinden der Tiere in hohem Maße beeinträchtigen. Während die Tiere auf unterschiedliche Stalltemperaturen mit entsprechenden Verhaltensmustern (z.B. Zusammenlegen, um sich gegenseitig zu wärmen) reagieren können, gibt es im Falle hoher Schadgaskonzentrationen keine Möglichkeit, durch kompensatorische Verhaltensmaßnahmen Unwohlseinszustände zu lindern.

Diese tierschutzrelevanten Fragen gewinnen in Österreich aber zunehmende Bedeutung und gehen weit über die landwirtschaftlichen Fragestellungen hinaus.

3.2. Unterbringung der Tiere in den Versuchseinheiten der BAL Gumpenstein

3.2.1. Beschreibung der Versuchsräume

Im Mehrzweckversuchsstall der BAL gibt es zwei spezielle Stallungen für Versuche mit Mastschweinen. Die Konzeption erlaubt eine variable Gestaltung der einzelnen Buchten, wobei in den völlig gleich gestalteten Räumen insgesamt $4 \times 8 = 32$ Endmasttiere (16 Tiere pro Raum) zwischen 30 und 110 kg Lebendgewicht untergebracht werden können.

Vor dem beschriebenen Versuch befand sich in jedem Stallabteil eine elektronische Futterstation, eine Sonderanfertigung für Mastschweine, mit der eine individuelle Fütterung bei gleichzeitiger Erfassung des Tiergewichtes möglich war. Obwohl diese „High-tech“-Anlage zufriedenstellend funktioniert hat und interessante Zusatzinformationen über die Aktivität der Tiere erzielt werden konnten, sollte sie bei diesem Versuchsdurchgang nicht zum Einsatz kommen, weil aufgrund mehrerer Plausibilitätsprüfungen zur Sicherstellung, dass nur das jeweils anspruchsberechtigte Tier eine Futterfreigabe erhält, mit der totalen Sperre des Systems reagiert wurde. Welche Auswirkungen und Schlüsselreize sich ergeben, wenn die Tiere beispielsweise einen Tag lang kein Futter bekommen und mit welchen Folgen im weiteren Versuchsgeschehen zu rechnen ist, kann nicht eindeutig beantwortet werden. Zur Ausschaltung dieses unkalkulierbaren Restrisikos wurde beim vorliegenden Versuch mit einer einfacheren Fütterungstechnik gearbeitet.

Zur Umsetzung dieser Vorgabe war es notwendig, für die beiden Schweineeinheiten des Mehrzweckversuchsstalles (MZV) maßgeschneiderte Fütterungseinrichtungen für eine Einzeltierfütterung zu planen, zu fertigen und schließlich einzubauen. Entwickelt wurde eine klappbare Fixiereinrichtung für die Tiere, weil die Fixierung ja nur während der Fresszeit notwendig ist und in der übrigen Zeit das Verhalten in der Gruppe möglichst wenig beeinflusst werden sollte (*Abbildung 1*). Der Umbau konnte von den anstaltseigenen Fachleuten rechtzeitig vor Versuchsbeginn abgeschlossen werden (*Foto 1*).

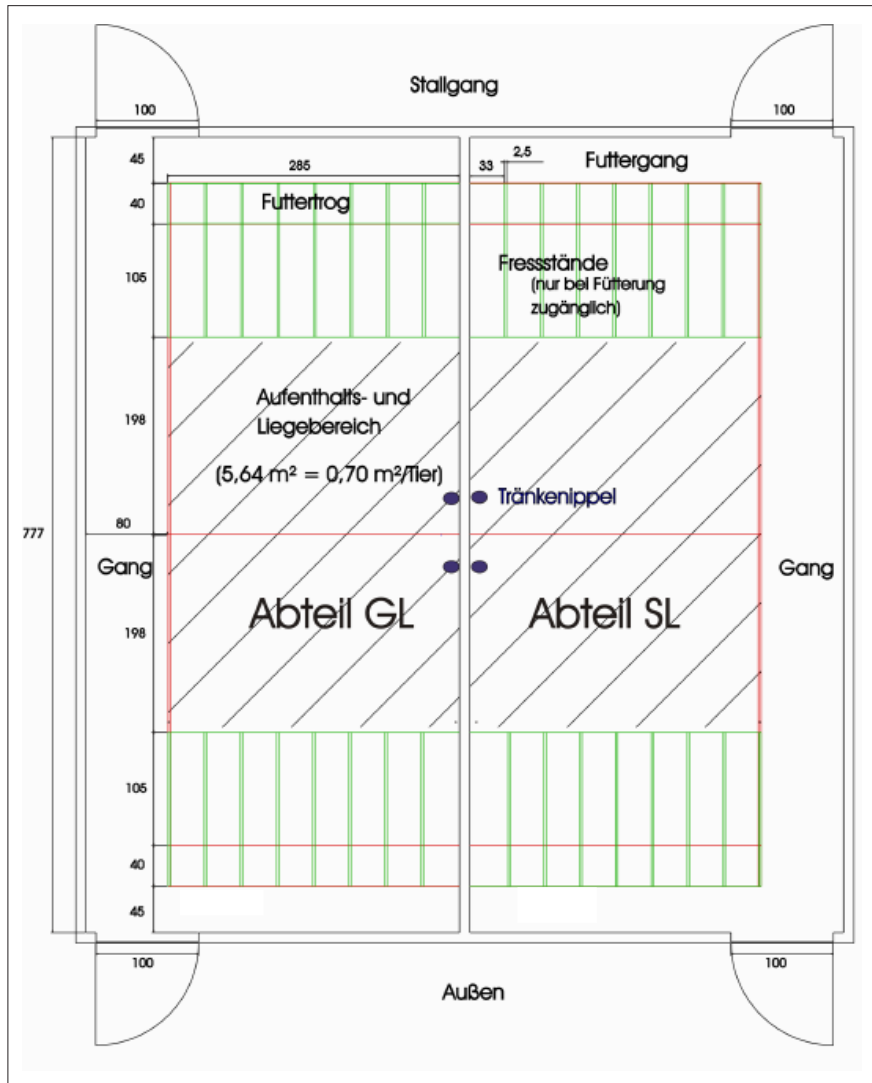


Abbildung 1: Skizze Abstallung



Foto 1: Fertigung der Fressstände in den Versuchsräumen

Mit den verschließbaren Einzelfressständen am Trog verdrängt werden kann, damit den wurde sichergestellt, dass kein Tier die individuell vorgelegte Futtermenge

tatsächlich auch nur vom jeweils im Stand befindlichen Tier aufgenommen wird. Dabei wurden die Tiere während der Fresszeit so fixiert, dass eine Einzelfütterung (Vorlage einer eingewogenen Menge und Rückwaage der Restmenge) bei exakter Feststellung des individuellen Futtermittelsverbrauchs möglich war (Foto 2). In der übrigen Zeit mussten die Tiere alle Bedingungen für die Gruppenhaltung uneingeschränkt vorfinden. Mit einer mobilen Waage wurden die Tiergewichte wöchentlich erhoben und die Gewichtszunahme errechnet.

Unter diesen Gegebenheiten können statistisch alle Tiere einer Bucht miteinander verglichen werden, so dass bei einem Durchgang mit der vorhandenen Tierzahl die notwendigen Wiederholungen erzielbar sind. Tatsächlich systembedingte Unterschiede sollten somit bereits mit zwei Durchgängen statistisch mit der geforderten wissenschaftlichen Genauigkeit abzusichern sein.

3.2.2. Einbau der erforderlichen Messtechnik

Mittig über jeder Bucht, rund 110 cm über dem Buchtenboden, wurden die Stalltemperaturen mit Pt-100-Fühlern kontinuierlich gemessen.

Neben dem horizontalen und dem vertikalen Temperaturprofil in jedem Abteil und den Temperaturen an unterschiedlichen Positionen im Tierbereich wurde die relative Luftfeuchtigkeit an unterschiedlichen Stellen ebenfalls kontinuierlich erfasst. Die Schad- und Fremdgase, namentlich Kohlendioxid, Ammoniak und Schwefelwasserstoff soweit vorhanden, sowie der Luftsauerstoffgehalt wurden zweimal täglich mit einem tragbaren elektronischen Gerät der Baugruppe Multiwarn II, Fa. Dräger Sicherheitstechnik, zu festgelegten Zeiten, die am ehesten dem Tagesdurchschnittswert entsprechen, erhoben.

Zur Beobachtung der Tiere wurden in jeder Bucht Weitwinkelkameras (eine Kamera je Bucht mit 8 Tieren) eingebaut (Foto 3). Zu Versuchsbeginn, in der Mitte des Durchganges und eine Woche vor dem Schlachtermin wurden jeweils drei Tage lang ununterbrochen Videoaufnahmen mit speziellen Langzeitrecordern zur Dokumentation und nachfolgenden Auswertung durchgeführt. Darüber hin-



Foto 2: Fixierung und Fütterung der Tiere in den Krafftutterständen

Tabelle 1: Versuchsplan

	Stall 1	Stall 2
Bezeichnung	SL	GL
Luftqualität	schlecht	gut
Temperatur	warm	kalt
Wiederholungen	2	2
Boxen pro Stall	2	2
Fütterung	Einheitsfutter	Einheitsfutter
Tiere pro Box	8	8
Tiere insgesamt	36	36

aus konnte bei Bedarf diese Aufnahmetechnik jederzeit aktiviert werden, um interessante Zustände und Entwicklungen von außen zu beobachten bzw. ebenfalls zu dokumentieren und zu archivieren.

Bei der Auswertung des Verhaltens der Tiere wurde besonders auf Unterschiede im Liegeverhalten (Dauer, Häufigkeiten) geachtet. Um eine tierindividuelle Auswertung besonders interessanter Vorkommnisse vornehmen zu können, mussten während der Beobachtungszeiträume alle Tiere unverwechselbar gekennzeichnet werden. Dies gilt für die tierschutzrechtlich bedeutsamen aggressiven Auseinandersetzungen der Tiere natürlich in besonderem Maße. Ganz allgemein muss angemerkt werden, dass die Videoauswertungen äußerst zeitaufwendig und anstrengend sind. Es war daher notwendig, ein zeitlich verkraftbares Auswertesystem zu finden. Diese Methodenentwicklung in Absprache bzw. Zusammenarbeit mit den entsprechenden Instituten der Veterinärmedizinischen Universität Wien und der Universität für

Bodenkultur war Teil des Projektes.

3.3. Versuchsplan

Zur Überprüfung der Auswirkungen der Temperatur und der Luftqualität auf die Mast- und Schlachtleistung sowie die Fleischqualität von Mastschweinen wurden in die insgesamt 4 Versuchsbuchten der BAL jeweils neun Ferkel mit einem Gewicht zwischen 28 und 30 kg in die beiden Versuchsräume (SL = warm, schlechte Luft; GL = kalt, gute Luft) eingestallt (Tabelle 1). Der Versuch erfolgte in zweifacher Wiederholung (S 20 und S 21).

Nach dem Ankauf der Ferkel erfolgte die Angewöhnung an das Haltungs- und das Fütterungssystem. Pro Bucht war jeweils ein Tier als Reserve für unvorhergesehene, aber nicht auszuschließende vorzeitige Abgänge anzusehen. Ohne entsprechenden derartigen Anlassfall wurden diese Tiere mit ca. einem Gewicht von 60 kg aus der Gruppe entnommen und vorzeitig abverkauft. Zur Erreichung und Sicherstellung möglichst homogener und vergleichbarer Gruppen, vor al-



Foto 3: Videokamera zur ethologischen Beobachtung

lem was den Gesundheitsstatus bzw. die Vorbehandlungen betrifft, übernahm die Auswahl der Tiere der VLV mit Sitz in Wels in Zusammenarbeit mit der Tierärztlichen Praxisgemeinschaft Dr. Truschner, Ried im Traunkreis.

Weil sich bei den vorangegangenen Gumpensteiner Mastschweineversuchen deutlich gezeigt hat, dass beim Einstallen ausgesuchter „gesunder“ Ferkel auf die unterschiedlichen und teilweise sogar extremen Stallklimabedingungen von den Tieren bestenfalls marginal hinsichtlich der Gesundheit, der Leistung und des Wohlbefindens reagiert wird, wurden bei diesem Durchgang ganz bewusst Tiere mit einer entsprechenden „Krankengeschichte“ ausgewählt. Als Bezugsquelle für die Tiere wurde ein diesbezüglicher Problembetrieb gesucht und gefunden. Es wurde besonders darauf Wert gelegt, dass alle eingestellten Tiere während der Ferkelaufzucht gleich oft behandelt wurden, um einen einigermaßen gleichen Gesundheitsstatus in allen Gruppen herzustellen.

Je Wiederholung wurden 36 Ferkel unter Berücksichtigung der Lebendmasse und des Geschlechts zufällig auf 4 Boxen (8 Ferkel + 1 Reservetier pro Box), in zwei identische, jedoch räumlich getrennte Stalleinheiten, aufgeteilt. Alle Tiere wurden einheitlich auf Vollspaltenboden gehalten. Neben einer klinischen Anfangsuntersuchung sollten über eine begleitende Bestandsbetreuung und eine klinische Untersuchung vor der Schlachtung, sowie über eine besondere Schlachtkörperbeurteilung der insgesamt sehr großen Probe Praxisbefunde in die Interpretation der Ergebnisse einfließen.

3.3.1. Stallklima

Ein Raum sollte bei niedrigen Außentemperaturen durch Reduktion der Luftströme auf einem Raumtemperaturniveau

von etwa 25 bis 20 °C (mit dem Alter der Tiere abnehmend) gehalten werden. Mit dieser Maßnahme verschlechtert sich die Luftqualität im Raum zwangsläufig (Einheit „SL“ = schlechte Luft). Zielgröße waren Zustände, die man in der Praxis durchaus noch vorfinden kann, etwa 5000 ppm CO₂ und 50 ppm NH₃. Der andere Raum wurde gut gelüftet (Einheit „GL“ = gute Luft). Zielgrößen waren in vielen Lehrbüchern zu findende Empfehlungen von max. 2000 ppm CO₂ und max 10 ppm NH₃. Die entsprechend höhere Lüfrate musste unweigerlich zu einem beträchtlich kälteren Stall führen, weil in dieser Einheit nur während der Eingewöhnungsphase geringfügig zugeheizt wurde. Der Temperaturunterschied zwischen diesen beiden Versucheinheiten war durchschnittlich ganz grob mit rund 5 Kelvin konzipiert.

3.3.2. Fütterung

Die Fütterung der Mastschweine erfolgte zweimal täglich einheitlich mit pelletiertem Futter, welches sich aus 45 % Gerste, 25 % Weizen, 20 % HP-Sojaextraktionsschrot, 2 % Melasse, 2,3 % Rapsöl, 2 % Trockenschnitzel, 0,75 % Monocalciumphosphat, 1,3 % Calciumcarbonat, 0,42 % Calcium-Natrium-Phosphat, 0,26 % Viehsalz sowie Wirkstoffen zusammensetzte. Die Tiere wurden bei der Fütterung fixiert. Dadurch konnte die individuelle Futteraufnahme festgestellt werden. Das Futter enthielt keine antibiotischen bzw. mikrobiellen Leistungsförderer. Der Nährstoffgehalt des Futters ist in *Tabelle 2* angegeben.

Bis zu einer Lebendmasse von 60 kg wurden die Tiere ad libitum gefüttert. Danach erfolgte die Futterzuteilung restriktiv entsprechend der in *Tabelle 3* angestrebten täglichen Energieaufnahme. Die Wasserversorgung erfolgte über Nippeltränken.

3.4. Erhobene Merkmale

Folgende Parameter wurden ständig gemessen:

- Lufttemperaturen und Luftfeuchtigkeit außen und in den Räumen
- CO₂- und NH₃-Gehalte der Stallluft
- Zu Versuchsbeginn, in Mastmitte und am Versuchsende wurden festgestellt:

Klinischer Zustand der Tiere; Bakteriologie der Nasenschleimhaut; Verhalten der Tiere über 24-Stunden-Video-beobachtungen

- Unmittelbar vor der Schlachtung bzw. am Schlachtkörper wurden ermittelt: Bakteriologie der Nasenschleimhaut und der Tonsillen; Lungenbefund; Histologie der Nasenschleimhäute

3.4.1. Mastleistung

Der Versuch erstreckte sich von durchschnittlich 40 bis 100 kg. Die Schlachtung der Tiere erfolgte bei jeder Wiederholung an zwei Terminen, nach Erreichen der angestrebten Lebendmasse von etwa 100 kg. Die Futteraufnahme wurde täglich und die Lebendmasse wöchentlich erfasst. Daraus wurden die tierindividuellen Tageszunahmen und die Futtermittelverwertung errechnet.

In Wiederholung 2 musste 1 Tier (GL, Kastrat), auf Grund schlechter Zuwachseleistungen, aus der Versuchsauswertung (Ausreißer P<0,05) ausgeschlossen werden (ESSL, 1987).

3.4.2. Schlachtleistung

Die Schlachtung und Zerlegung der Tiere erfolgte an der BAL Gumpenstein nach der EU-Referenzmethode. Der Magerfleischanteil wurde mit Hilfe einer Gleichung berechnet (MFA % = 49,123 - 0,55983 x Fettmaß + 0,22096 x Fleischmaß). Neben der Teilstückzusammensetzung wurde der Schinken in Knochen, Fleisch und Fett grobgeweblich zerlegt, sowie das Fett/Fleischflächen-Verhältnis und die Fleischfläche (13. und 14. Rückenwirbel) im Kotelett

Tabelle 2: Nährstoffgehalte des Mastschweinefutters (je kg T)

Trockenmasse	g	916,0
Rohprotein	g	211,0
Rohfett	g	42,0
Rohfaser	g	45,0
Rohasche	g	66,0
Umsetzbare Energie	MJ	15,1
Lysin	g	11,5
Methionin	g	3,6
Calcium	g	9,2
Phosphor	g	6,6
Magnesium	g	3,0
Kalium	g	9,6
Natrium	g	1,8
Mangan	mg	91,0
Zink	mg	147,0
Kupfer	mg	38,0

(M.long.dorsi) bestimmt.

3.4.3. Fleischqualität

Dazu wurde der Gehalt an Trockenmasse, Rohprotein, Rohfett und Rohasche im Musculus longissimus dorsi analytisch bestimmt. Als weitere Qualitätsmerkmale wurden die Tropfsaftverluste sowie der pH-Wert im Schinken (Musculus vastus lateralis) und im Rückenmuskel (Musculus longissimus dorsi) 1 bzw. 24 Stunden nach der Schlachtung erhoben. Zusätzlich erfolgte eine subjektive Bauchqualitätsbeurteilung mit Punkten von 1 bis 5 (1= fett, 5= mager) sowie eine Fleischfarbenbewertung (Musculus longissimus dorsi) ebenfalls mit Punkten von 1 bis 5 (1= hell, 5= dunkel). Weiters wurde auch das Wasserhaltevermögen (1= schlecht, 5= gut) im Rückenmuskel (Musculus longissimus dorsi) subjektiv beurteilt.

3.5. Auswertung

3.5.1. Stallklima

Alle erhobenen Stallklimaparameter wurden vom Data-Logger (*Foto 4*) automatisch ins EDV-Netz übertragen und als

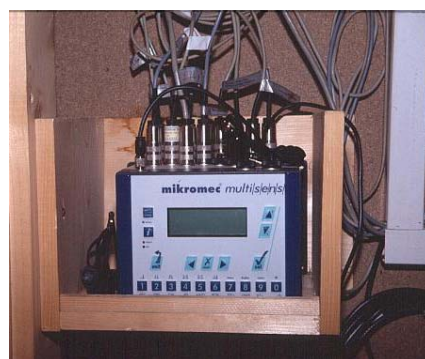


Foto 4: mikromec-multisens Datalogger zur Stallklimaüberwachung

Tabelle 3: Energieversorgung im Versuch

Lebendmasse kg	Energieversorgung ME MJ/Tag
32-36	19,4
36-40	21,1
40-44	23,1
44-49	25,0
49-54	26,8
54-59	28,2
59-64	29,9
64-69	31,9
69-74	33,1
74-79	34,0
79-84	34,9
ab 84	35,2

ACCESS-Datenbank statistisch weiter verarbeitet. Ausgehend von den fünfminütig erhobenen Werten wurde folgendes berechnet: 24-Stunden Tagesmittel, 12-Stunden Tagesmittel, 12-Stunden Nachtmittel sowie Tagesmaxima und -minima. Um den Tagesgang vor allem im Tierbereich deutlich zu machen, wurden für typische oder extreme Zeitperioden mit den fünfminütigen Werten Temperaturverlaufskurven gezeichnet.

Die Fremd- und Schadgasgehalte wurden vor allem mit dem Ziel gemessen, die Einhaltung optimaler Luftqualitäten in beiden Versuchsräumen zu prüfen und bei Auftreten von Extrembedingungen die Maximalwerte festzuhalten.

3.5.2. Verhaltensbeobachtungen

Mit der Einzeltierkennzeichnung während der Videoaufzeichnungen besteht jederzeit die Möglichkeit, gezielt ganz bestimmten Fragestellungen, wie z.B. Unterschiede in der Trinkfrequenz, nachzugehen. Es hat sich allerdings gezeigt, dass diese Auswertungen extrem zeitintensiv sind. Aus diesem Grund entschlossen wir uns, nur die Beobachtungen des zweiten Versuchsdurchganges (S 21) auszuwerten. Hierfür wurden die wichtigsten Verhaltensmuster in drei Hauptgruppen (Position, Aktivität und Ort) eingeteilt und als ACCESS-Datenbank ausgewertet und statistisch weiter verarbeitet.

Die untersuchten Verhaltensmerkmale sind in *Tabelle 4* ersichtlich.

3.5.3. Mast- und Schlachtleistung

Der Versuch wurde varianzanalytisch mit dem Model 1 des LSMLMW-Computer-

Tabelle 4: Untersuchte Verhaltensmerkmale

Position der Tiere:	<ul style="list-style-type: none"> · Liegen in Bauchlage · Liegen in Seitenlage · Sitzen · Stehen
Aktivität der Tiere:	<ul style="list-style-type: none"> · Aggressives Verhalten · Bearbeiten von Buchteneinrichtungen · Beschäftigung mit Artgenosse · Trinken · Wühlen · Restverhalten
Aufenthaltort der Tiere:	<ul style="list-style-type: none"> · in der Bucht · vor der Futterstation

programmes nach HARVEY (1987) ausgewertet. Es wurden als fixe Effekte das Stallklima, die Wiederholung, das Geschlecht sowie die Interaktion zwischen Stallklima und Wiederholung bzw. Stallklima und Geschlecht berücksichtigt.

Bei der statistischen Auswertung der Schlachtleistungs- und Fleischqualitätsdaten wurde die Lebendmasse vor der Schlachtung als Regressionsvariable berücksichtigt. In den Ergebnistabellen werden die Least-Squares-Gruppenmittelwerte für die Haupteffekte, die Residualstandardabweichung (se) und die Irrtumswahrscheinlichkeiten (P) für die Haupteffekte und Interaktionen aus der Varianzanalyse angegeben. Fett hervorgehobene LSQ-Mittelwerte weisen auf signifikante Gruppendifferenzen ($P < 0,05$) innerhalb der Haupteffekte hin.

3.5.4. Bakteriologie

Beim Einstellen wurde ein klinischer Befund seitens des Anstaltstierarztes erstellt. Zusätzlich wurden Kotproben zur Feststellung der parasitologischen Ausgangsbedingungen gezogen. Die Bestandsbetreuung übernahm ebenfalls der Hausveterinär. Rund 14 Tage nach dem Einstellen, zu Mastmitte und 14 Tage vor den ersten Schlachtungen wurden in Zusammenarbeit mit der Universität für Veterinärmedizin Nasentupferproben für die bakteriologische Zustandserhebung genommen und nach den bekannten Verfahren an der Bundesanstalt für Tierseuchenbekämpfung in Mödling bebrütet und ausgewertet (*Foto 5*).

An dieser Stelle möchten wir uns bei der Veterinärmedizinischen Universität Wien sowie der ursprünglichen Bundesanstalt für Tierseuchenbekämpfung in Mödling sehr herzlich für die Unterstützung und die gute Zusammenarbeit bedanken.

Nach der Schlachtung wurden die Tierkörper auf pathologisch-anatomische Veränderungen hin untersucht. Zusätzlich wurden Proben der Lunge und der Nasenschleimhaut entnommen, fixiert, gefärbt und mit den erforderlichen elektronischen Geräten an der Universität für Veterinärmedizin ausgewertet.

4. Ergebnisse

Da die Erfahrungen und Zwischenergebnisse der einzelnen Wiederholungen in die Fragestellung des nächstfolgenden Versuchsdurchganges eingingen, erscheint es sinnvoll, bei der Darstellung der Ergebnisse zunächst eine Gliederung nach Versuchsdurchgängen vorzunehmen und dann eine interpretierende Zusammenschau zu geben.

4.1. Ergebnisse des Durchganges S 20

In die insgesamt 4 Versuchsbuchten wurden am 09.01.2002 jeweils neun Ferkel mit einem Gewicht zwischen 30 und 35 kg (Mittel: 32,14 kg) in die beiden Versuchsräume (SL = warm, schlechte Luft; GL = kalt, gute Luft) eingestallt. Dabei war jeweils ein Tier je Bucht als Reserve für unvorhergesehene, aber nicht auszuschließende vorzeitige Abgänge anzusehen. Ohne entsprechenden derartigen



Foto 5: Entnahme von Nasentupferproben

Anlassfall sollten diese Tiere mit einem Gewicht von ca. 60 kg aus der Gruppe entnommen und vorzeitig abverkauft werden. Wie noch gezeigt wird, konnte in der Folge dieses Ziel nicht erreicht werden.

Der tatsächliche Versuchsbeginn (21.01.02) erfolgte eine Woche nach dem Einstellen. In beiden Einheiten wurden die Tiere von diesem Zeitpunkt an in kleinen Schritten an die unterschiedlichen Vorgaben in dieser Eingewöhnungsphase herangeführt.

In der Gruppe SL, Bucht 2, musste am 04.02.02 ein Schwein wegen einer offenen Wunde am linken Vorderbein (Verletzung bei Wägung der Tiere) geschlachtet werden. Am 18.02.02 wurden auch aus den anderen Gruppen die Reservetiere herausgenommen. Leider musste eine Woche später ein Tier nach einem Beinbruch vorzeitig in der Einheit

GL, Bucht 4 notgeschlachtet werden. Somit befanden sich ab diesem Zeitpunkt in dieser Gruppe nur noch 7 Tiere, in den anderen bis Versuchsende je 8.

Das Versuchsende wurde hinsichtlich der unterschiedlichen Stallklimabedingungen mit dem ersten Schlachtermin am 08.04.02 festgelegt, die zweite Hälfte der ausgemästeten Tiere wurde am 22.04.02 geschlachtet. Zu diesem Zeitpunkt erfolgten bei diesen Tieren auch sämtliche veterinärmedizinischen Probenahmen des letzten Beobachtungszeitpunktes.

4.1.1. Stallklima

Die Ergebnisse belegen, dass die Vorgaben und angestrebten Soll-Versuchsbedingungen sehr gut eingehalten werden konnten. Wie beabsichtigt herrschten im Raum SL bedeutend schlechtere Bedingungen (höhere Fremd- und Schadgasgehalte, höhere Luftfeuchtigkeit) als im

Raum GL. Subjektiv muss das Stallklima in SL als sehr schlecht bezeichnet werden. Die Luft war unangenehm feucht und beißend.

4.1.1.1. Stalltemperaturen

Die Temperaturen der beiden Versuchseinheiten zeigen über weite Bereiche einen nahezu parallelen Verlauf (Abbildung 2). Am Ende der Mast sank in beiden Abteilen die Temperatur um etwa 5 Kelvin, insbesondere ab dem 08.04.02, dem Zeitpunkt der ersten Schlachtung, weil in der Folge nur mehr die Hälfte der Tiere den Stall nicht mehr entsprechend erwärmen konnte.

Unter den beschriebenen Versuchsbedingungen ergab sich an sehr sonnigen, aber an sich kalten Wintertagen zwangsläufig die Situation, dass die Stalltemperatur trotz guter Regeltechnik von der Außentemperatur mitbestimmt wurde. Im Extremfall konnte dabei die Stalltemperatur innerhalb weniger Stunden sogar um bis zu 10 Kelvin schwanken, Bedingungen die von verschiedenen Autoren als der Tiergesundheit höchst abträglich beurteilt werden (Abbildung 3). Wenn es aber zu keinen abrupten Temperaturänderungen, sondern zu einer gleichmäßigen Sinuskurve kommt, müssen keine nachteiligen gesundheitlichen Folgen eintreten, wie die Ergebnisse zeigen.

Die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Stallabteilen (GL und SL) betrug an warmen und mittleren Tagen durchschnittlich 5 Kelvin (Abbildung 4), an kalten Tagen war der Unterschied zwischen den beiden Abteilen größer und konnte bis zu 10 Kelvin betragen.

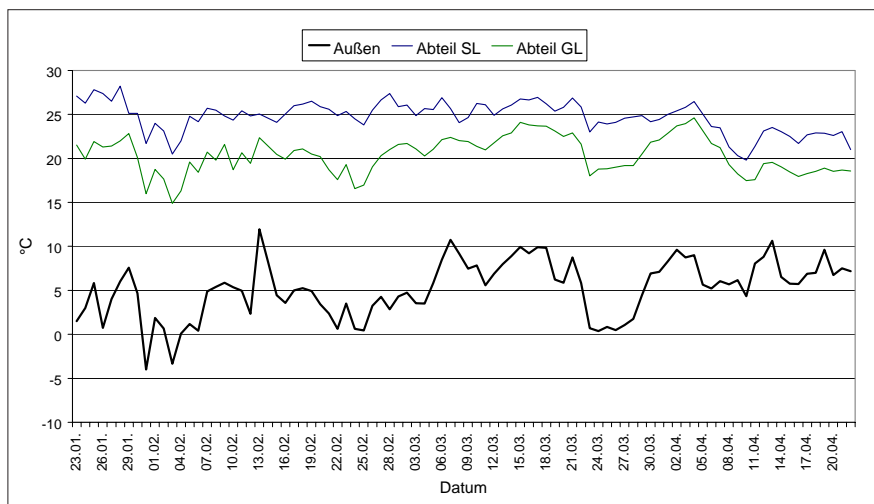


Abbildung 2: Verlauf der Tagesmittelwerte der Lufttemperaturen S 20

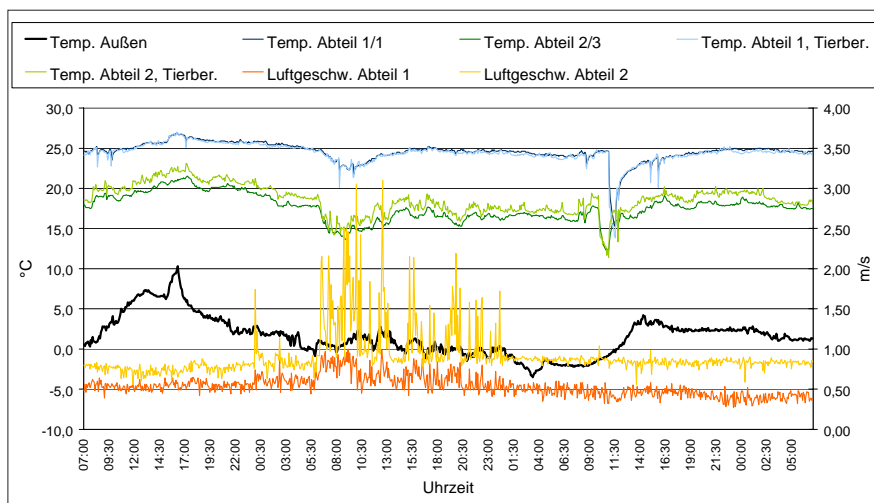


Abbildung 3: Verlauf der Lufttemperaturen vom 23. - 26.02.02

4.1.1.2. Relative Luftfeuchtigkeit

Die relative Luftfeuchtigkeit in den Ställen hängt im Winter insbesondere von der Temperatur und der Lüfrate ab. Zwangsläufig liegen daher die Mittelwerte für die beiden Einheiten (Abbildung 5) etwas weiter auseinander.

In Abteil SL war die Luftfeuchtigkeit zum überwiegenden Teil schon so hoch, dass sich ununterbrochen Schwitzwasser im Bereich der Tür, den Fenstern und den Leitungsrohren bildete, die durchschnittliche rel. Luftfeuchtigkeit im Tierbereich betrug 74,8 % (höchste gemessene relative Luftfeuchtigkeit von 90,4 %, siehe Abbildung 6).

In Abteil GL betrug die durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit hingegen nur 55,5 %, die Minimalwerte lagen somit deutlich unterhalb des Sollwertes von 60 bis 80 % im Winter.

4.1.1.3. Abluftgeschwindigkeit

Als durchschnittliche Abluftgeschwindigkeiten ergaben sich in Abteil GL 0,7 m/s und in Abteil SL 0,5 m/s. Der höchste Wert in Abteil GL - 3,82 m/s - wurde am 12.02.02 bei hoher Ventilatorzahl erreicht (Abbildung 7).

Die Werte in Abteil SL lagen größtenteils unter 1 m/s. Mit den Abluftgeschwindigkeiten können die unterschiedlichen Volumenströme unter Berücksichtigung der Abluftflächen ermittelt werden. Da aber in den beiden Einheiten mit variablen Abluftflächen gearbeitet wurde, kann ein Vergleich der tatsächlich geförderten Luftraten erst mit den erzielten Rechenwerten vorgenommen werden.

4.1.1.4. Schadgaskonzentrationen

Die gemessenen Schadgaswerte (Mittel, Min, Max) beider Abteile sind in Tabelle 5 ersichtlich.

4.1.1.4.1. CO₂

Der angestrebte CO₂-Wert konnte im Versuchsdurchgang in beiden Versuchseinheiten mehr oder minder gut eingehalten werden, die tatsächlichen Werte waren jedoch etwas höher, als zu Versuchsbeginn angenommen (Abteil GL: bis 2900 ppm CO₂, Abteil SL: bis 7000 ppm CO₂).

4.1.1.4.2. NH₃

Die Ammoniakkonzentration im Stall wird von der Luftrate weit weniger beeinflusst als das Stoffwechselprodukt CO₂. Sie hängt vor allem von der Temperatur und von der Buchten- und Tierverschmutzung ab.

Die Ammoniakkonzentrationen in Abteil GL hielten sich gegenüber dem schlecht gelüfteten Abteil in Grenzen, trotzdem ist es nie gelungen, den NH₃-Wert gesichert unter 10 ppm zu halten.

Extremwerte um die 70-80 ppm NH₃ in Abteil SL waren keine Seltenheit. Von den Versuchsbetreuern wurden aber schon Werte über 50 ppm als extrem belastend eingestuft.

4.1.2. Fütterung

Die Tiere wurden zweimal täglich (8:00

Uhr vormittags, 15:30 Uhr nachmittags) gefüttert. Dazu wurden sie in die dafür vorgesehenen Kraftfutterstände gesperrt, was im großen und ganzen recht gut funktionierte, da die Tiere schnell lern-

ten, wo sich das Futter befand (Foto 6). Die Futterzuteilung erfolgte laut vorgegebener Futterkurve (STEINWIDDER). Die Fresszeit betrug zu Beginn des Versuches ca. eine halbe Stunde und wurde

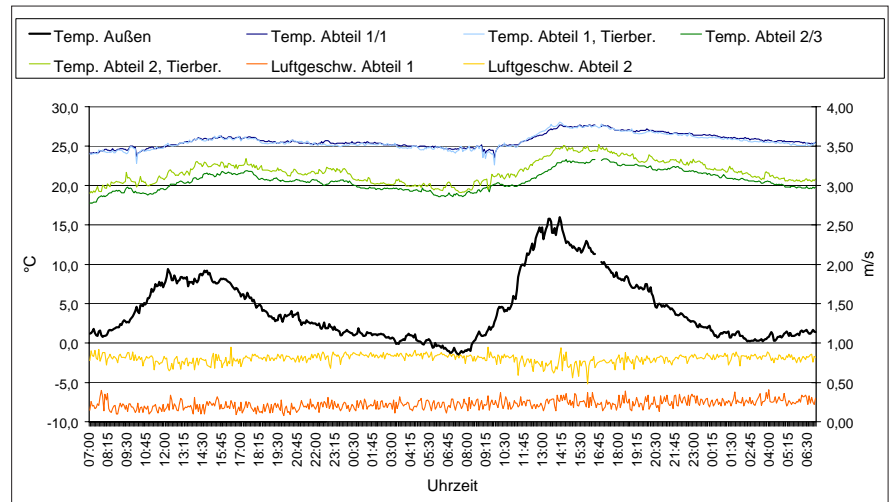


Abbildung 4: Verlauf der Lufttemperaturen 16.-18.02.02 ("Hohe" Temperaturen)

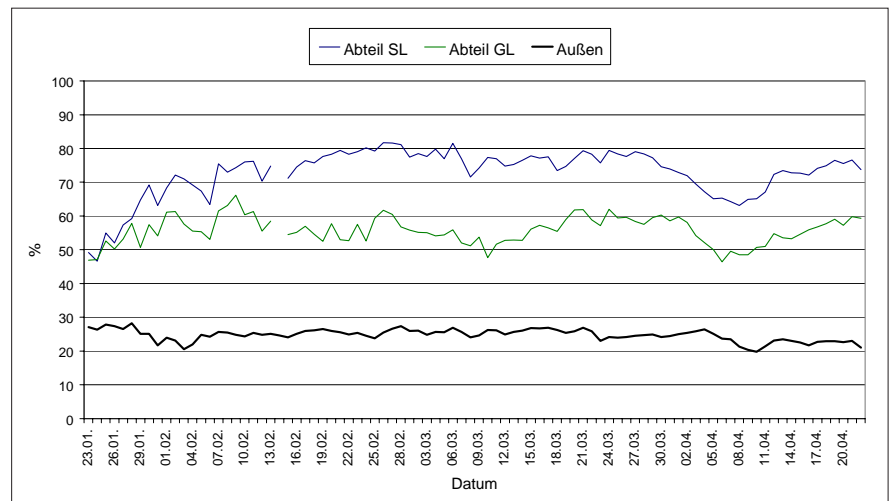


Abbildung 5: Gang der Tagesmittelwerte der relativen Luftfeuchtigkeiten S 20

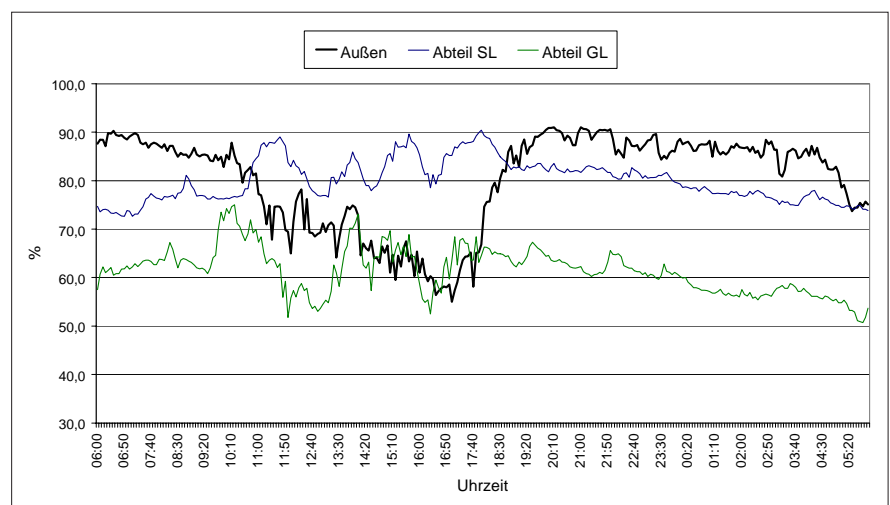


Abbildung 6: Verlauf der rel. Luftfeuchtigkeit 21.-22.03.02

gegen Ende des Versuches aufgrund der höheren Futtermenge auf eine dreiviertel Stunde erhöht. Nach Verstreichen dieses Zeitraumes wurden die Schweine nach dem Lösen der Fixierung aus den Ständen getrieben, sofern sie diese nicht schon verlassen hatten. Die Fressstände wurden daraufhin wieder geschlos-

sen, um den Tieren in der Gruppe nicht eine atypische Rückzugsmöglichkeit zu bieten und um eventuell noch vorhandene Futterreste im Trog zurückzuziehen.

4.1.3. Ethologie

Bei diesem Versuchsdurchgang wurde keine statistische Auswertung der Verhal-

tensbeobachtungen durchgeführt.

Bei der täglichen Betreuung und Beobachtung der Tiere entstand aber der Eindruck, dass die Tiere in der kalten und gut gelüfteten Einheit etwas aktiver waren als die Tiere der warmen, schlecht gelüfteten Einheit. Die Tiere in Abteil SL erschienen in all ihren Aktivitäten etwas träge, sie schlie-
fen scheinbar auch länger und öfter als die Tiere des anderen Abteils. Dieser erste Eindruck steht im Gegensatz zur bisher mehrfach gemachten Erfahrung, dass Mastschweinen bei niedrigen Stalltemperaturen das gegenseitige Wärmen beim Gruppenliegen manchmal wichtiger ist als die Fut-
teraufnahme. Weiters konnten während des gesamten Versuchszeitraumes in beiden Abteilen keine auffälligen aggressiven Auseinandersetzungen beobachtet werden. Zur ebenfalls erhobenen Buchten- und Tierverschmutzung kann soviel gesagt werden, dass sie insgesamt eher gering war.

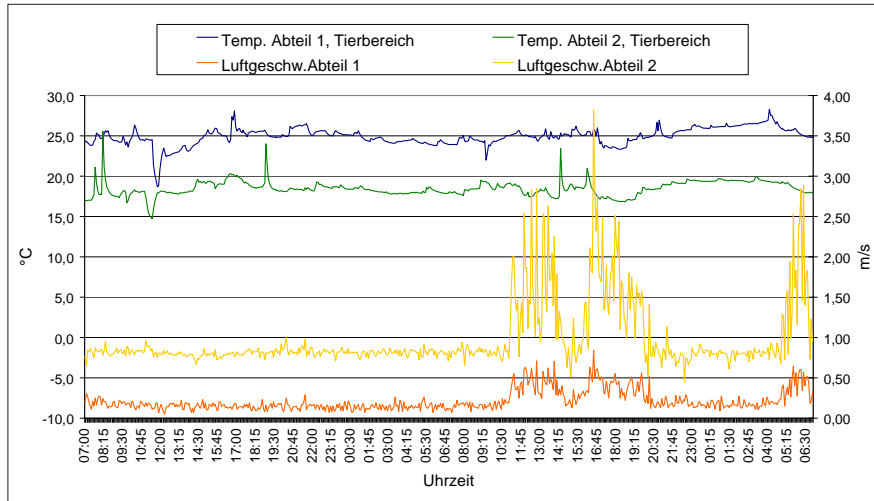


Abbildung 7: Verlauf der Lufttemperaturen 11.-13.02.02 (Hohe Luftgeschwindigkeiten)

Tabelle 5: Zusammenfassung der Schadgaswerte S 20

	NH ₃ ppm		CO ₂ ppm	
	GL	SL	GL	SL
Maximum	39	77	2900	7000
Minimum	8	11	300	100
Mittelwert	18	39	1623	3341
Standardabweichung	5	15	556	1335

4.1.4. Bakteriologie

Die bakteriologischen Befunde verliefen größtenteils negativ. Eine Zusammenstellung der einzelnen Ergebnisse findet sich in *Tabelle 6*. Diese Ergebnisse lassen keinen Einfluss des Stallklimas auf das Auftreten von Infektionen mit *Pasteurella multocida* oder *Bordetella bronchiseptica* zu. Überraschend ist dieses Ergebnis vor allem deshalb, weil die gegebenen Stallklimabedingungen zumindest in SL als extreme Stressfaktoren gewertet werden müssen. Durch die Vorschädigung der Tiere hätte sich durch das schlechte Stallklima nach bisherigem Wissen auf alle Fälle eine deutliche gesundheitliche Reaktion ergeben müssen. Erstaunlich ist auch, dass gegen Versuchsende sogar weniger Tiere Infektionen mit *Pasteurella multocida* oder *B. bronch.* aufwiesen als zu Beginn des Versuches. Besonders erstaunlich ist auch das Ergebnis der Lungenuntersuchungen an den Schlachtkörpern: Es konnten keine Erkrankungen mehr festgestellt werden. Unter Berücksichtigung der evidenten Vorschädigung müsste es zu einer „Ausheilung“ gekommen sein.

4.2. Ergebnisse des Durchganges S 21

In die insgesamt 4 Versuchsbuchten wurden am 20.11.2002 jeweils neun Ferkel mit einem Gewicht zwischen 31 und 40 kg



Foto 6: Einlass der Tiere in die Futterstände

Tabelle 6: Bakteriologische Befunde S 20 (Anzahl erkrankter Tiere/Abteil)

		Bordetella bronch.	Pasteurella mult.	PMT Elisa
24.01.02	SL	7	18	neg.
	GL	6	15	neg.
11.04.02	SL	2	5	neg.
	GL	1	3	neg.
26.04.02	SL	2	9	neg.
	GL	1	5	neg.

(Mittel: 36,51 kg) in die beiden Versuchsräume (SL = warm, schlechte Luft; GL = kalt, gute Luft) eingestellt. Wieder war jeweils ein Tier je Bucht als Reserve für unvorhergesehene, aber nicht auszuschließende vorzeitige Abgänge anzusehen.

Der tatsächliche Versuchsbeginn (02.12.02) erfolgte eine Woche nach dem Einstellen. In beiden Einheiten wurden die Tiere von diesem Zeitpunkt an in kleinen Schritten an die unterschiedlichen Vorgaben in dieser Eingewöhnungsphase herangeführt.

Am 09.12.02 wurden die Reservetiere aus den Gruppen herausgenommen. Somit befanden sich ab diesem Zeitpunkt in allen Gruppen bis Versuchsende je 8 Tiere.

Das Versuchsende wurde hinsichtlich der unterschiedlichen Stallklimabedingungen mit dem ersten Schlachtermin am 10.02.03 festgelegt, die zweite Hälfte der ausgemästeten Tiere wurde am 24.02.03 geschlachtet, zu diesem Zeitpunkt erfolgten bei diesen Tieren auch sämtliche veterinärmedizinischen Probenahmen des letzten Beobachtungszeitpunktes.

4.2.1. Stallklima

Die Vorgaben und angestrebten Soll-Versuchsbedingungen konnten auch im zweiten Versuchsdurchgang wieder sehr gut eingehalten werden. In Raum SL herrschten wieder bedeutend schlechtere Bedingungen (höhere Fremd- und Schadgasgehalte, höhere Luftfeuchtigkeit) als in Raum GL.

4.2.1.1. Stalltemperaturen

Abbildung 8 zeigt den Verlauf der Tagesmittelwerte über den Großteil der Versuchszeit. Auch in diesem Durchgang zeigen die Temperaturen der beiden Versuchseinheiten über weite Bereiche einen nahezu parallelen Verlauf.

Die beiden Raumtemperaturen lagen im Mittel sehr nahe beieinander (Differenz

= 2,05°C), an sehr kühlen Tagen war der Unterschied zwischen den beiden Abteilen jedoch größer und die Temperatur in SL blieben doch um bis zu 7 Kelvin über der Temperatur von Abteil GL (Abbildung 9).

An sehr sonnigen, aber an sich kalten Wintertagen ergab sich wie bereits in Durchgang S 20 die Situation, dass die Stalltemperatur trotz guter Regeltechnik von der Außentemperatur mitbestimmt wurde. Im Extremfall schwankte hierbei die Stalltemperatur innerhalb weniger

Stunden um bis zu 10 Kelvin (Abbildung 10).

Am Ende der Mast sank in beiden Abteilen die Temperatur um etwa 5 Kelvin, insbesondere ab dem 10.02.03, dem Zeitpunkt der ersten Schlachtung, weil in der Folge nur mehr die Hälfte der Tiere den Stall nicht mehr entsprechend erwärmen konnte.

4.2.1.2. Relative Luftfeuchtigkeit

Die Mittelwerte für die beiden Einheiten liegen zwangsläufig ziemlich weit auseinander (Differenz bis zu 20%), da die relative Luftfeuchtigkeit in den Stallungen im Winter insbesondere von der Temperatur und der Luftrate abhängt (Abbildung 11).

In Abteil SL war die Luftfeuchtigkeit zum überwiegenden Teil schon so hoch, dass sich ununterbrochen Schwitzwasser im Bereich der Tür, den Fenstern und

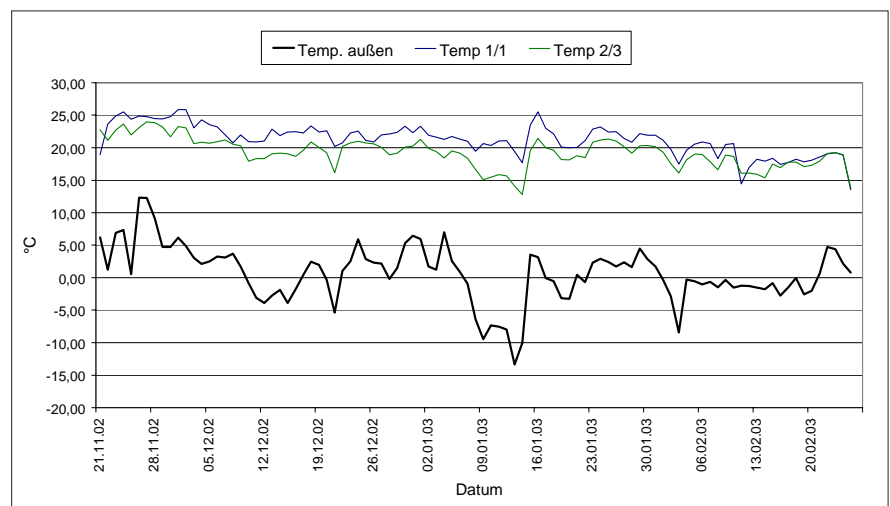


Abbildung 8: Verlauf der Tagesmittelwerte der Lufttemperaturen S 21

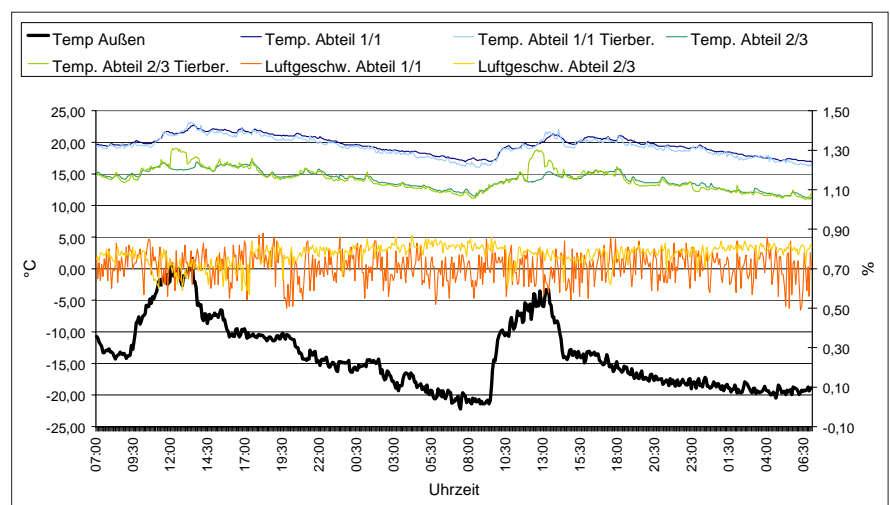


Abbildung 9: Verlauf der Lufttemperaturen vom 11. - 12.12.02

den Leitungsröhrn bildete, die durchschnittliche rel. Luftfeuchtigkeit im Tierbereich betrug 64,9 % (höchste gemessene

rel. Luftfeuchtigkeit von 85,1 %, siehe *Abbildung 12*). In Abteil GL betrug die durchschnittliche

rel. Luftfeuchtigkeit hingegen nur 51,3 %, die Minimalwerte lagen somit deutlich unterhalb des Sollwertes von 60 bis 80 % im Winter.

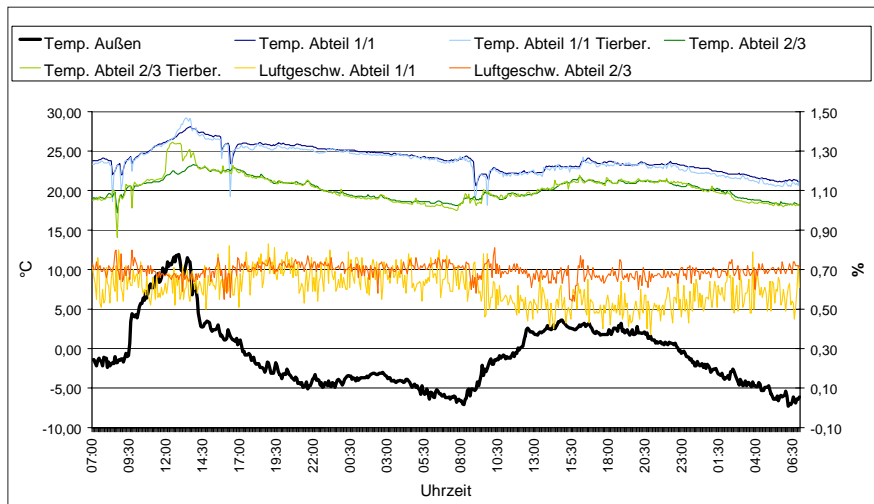


Abbildung 10: Verlauf der Lufttemperaturen 15.-17.01.03

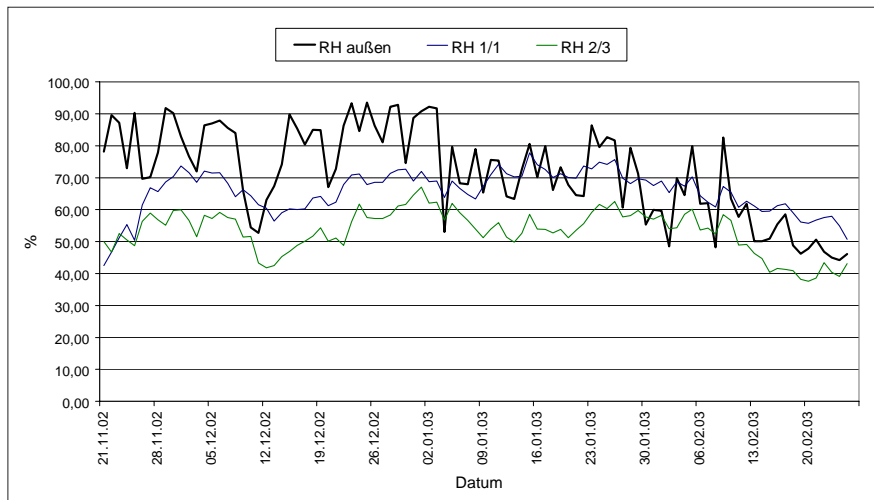


Abbildung 11: Gang der Tagesmittelwerte der relativen Luftfeuchtigkeiten S 21

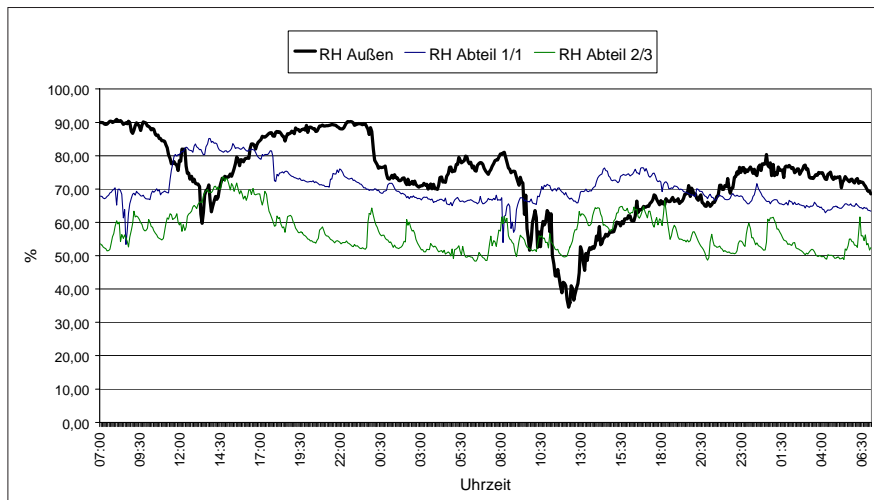


Abbildung 12: Verlauf der rel. Luftfeuchtigkeiten vom 25.-27.01.03 (Höchste gemessene RH)

4.2.1.3. Abluftgeschwindigkeit

Als durchschnittliche Abluftgeschwindigkeiten ergaben sich in Abteil GL 0,69 m/s und in Abteil SL 0,68 m/s. Ähnlich S 20 wurde der höchste Wert in Abteil GL - 3,13 m/s - am 07.02. bei hoher Ventilator-drehzahl erreicht (*Abbildung 13*).

4.2.1.4. Schadgaskonzentrationen

Die Schadgaswerte (Mittel, Min, Max) beider Abteile sind in *Tabelle 7* dargestellt, Parallelen zu S 20 sind gut erkennbar.

4.2.1.4.1. CO₂

Der angestrebte CO₂-Wert konnte in beiden Versuchseinheiten mehr oder minder gut eingehalten werden. Doch wie sich bereits im ersten Versuchsdurchgang (S 20) zeigte, waren auch diesmal die Werte höher als zu Versuchsbeginn angenommen (Abteil GL: bis 4130 ppm CO₂, Abteil SL: bis 6000 ppm CO₂). Besonders in Abteil GL waren die Konzentrationen in diesem Durchgang höher (S 20: nur bis 2900 ppm CO₂ in Abteil GL).

4.2.1.4.2. NH₃

Die Ammoniakkonzentrationen in Abteil GL hielten sich gegenüber dem schlecht gelüfteten Abteil in Grenzen, Werte bis zu 65 ppm NH₃ in Abteil SL waren trotzdem keine Seltenheit. Wenn man bedenkt, dass Werte über 50 ppm von den Versuchsbetreuern als sehr belastend eingestuft werden, dann sind dies doch schon extreme Bedingungen.

4.2.2. Ethologie

Insgesamt gab es drei - gleichmäßig auf die gesamte Mastperiode aufgeteilte - Ethologiebeobachtungen, welche sich jeweils über zwei Tage (je 24 Stunden) erstreckten. Für die Auswertung wurden die wichtigsten Verhaltensmuster in drei Hauptgruppen (Position, Aktivität und Ort) eingeteilt und als ACCESS-Datenbank ausgewertet und statistisch weiter verarbeitet. Für die Interpretation der Ergebnisse wurde die Anzahl der jeweils beobachteten Verhaltensmuster erhoben und mit den anderen Buchten bzw. Abteilen verglichen. Wichtige Kriterien waren hierbei auch der jeweilige Mastabschnitt (1 Beobachtung je Mastab-

schnitt) sowie das Geschlecht der Tiere (m/w).

Hinblickend auf die bevorzugten Positionen der Tiere in der Bucht (Liegen in Bauchlage, Liegen in Seitenlage, Sitzen und Stehen) kann man keine nennenswerten Unterschiede feststellen. Einzig die Tiere in Bucht 3 (Abteil GL) saßen etwas öfter als alle anderen Tiere, auch Liegen in Bauchlage kam öfter vor. Dies steht vor allem mit dem Wärmebedürfnis der Tiere – gegenseitiges Wärmen - in Zusammenhang (Abbildung 14).

Auch die Aktivität der Tiere lässt keine statistisch gesicherten Ergebnisse in Hinblick auf vermehrt aggressives Verhalten in Abteil SL zu. Unterschiede zwischen Abteil GL und Abteil SL sind kaum sichtbar, bei den Tieren im warmen Abteil SL wurde „Trinken“ aber öfter als im anderen Abteil beobachtet (Foto 7). Die Unterschiede zwischen den Gruppen des jeweiligen Abteils sind bei einzelnen Verhaltensmustern auch größer als zwischen den Abteilen (Abbildung 15).

Geschlechterspezifisch gesehen unterschieden sich die männlichen Tiere (Kastraten) ebenfalls nur unwesentlich von den weiblichen Tieren. Die weiblichen Tiere beschäftigten sich etwas mehr mit den Artgenossen als die männlichen Tiere. Dies ist eine eher untypische Erscheinung, da dieses Verhalten bei männlichen Tieren in der Praxis eigentlich öfter vorkommt (Abbildung 16).

4.2.3. Bakteriologie

Die bakteriologischen Befunde verliefen größtenteils negativ. Einzig bei der zweiten sowie bei der dritten Nasentupferentnahme konnte bei einigen Tieren ein geringgradiges Auftreten von Bordetella bronchiseptica festgestellt werden. Eine Zusammenstellung der einzelnen Ergebnisse findet sich in Tabelle 8. Diese Ergebnisse geben keine Anhaltspunkte hinsichtlich einer möglichen Beeinflussung des Stallklimas auf das Auftreten von Infektionen mit Pasteurella multocida oder Bordetella bronchiseptica.

Ebenso wie im ersten Durchgang S 20 zeigte sich auch diesmal, dass gegen Versuchsende sogar weniger Tiere Infektionen mit Pasteurella multocida oder B. bronch. aufwiesen als zu Beginn des Versuches. Auch die eingehende Untersuchung der Lungen aller Tiere am Schlachtkörper blieb

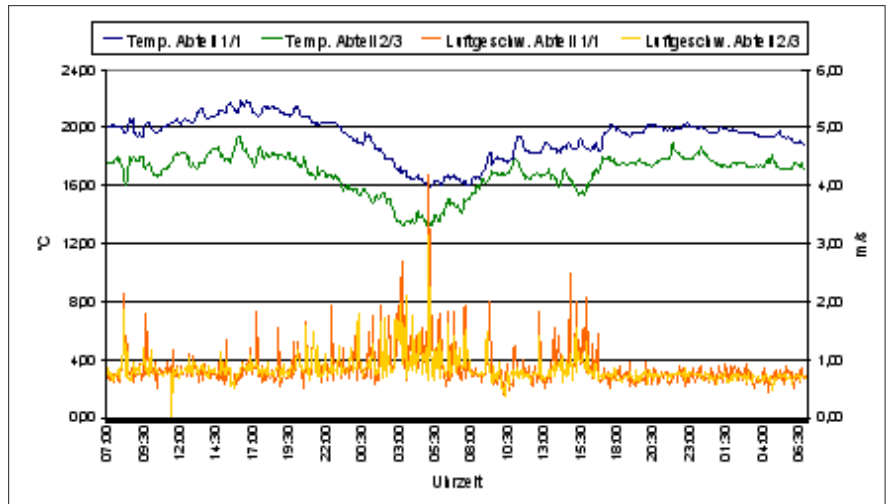


Abbildung 13: Verlauf der Lufttemperaturen 06.-08.02.03 (Hohe Luftgeschwindigkeiten)

Tabelle 7: Zusammenfassung der Schadgaswerte S 21

	NH ₃ ppm		CO ₂ ppm	
	GL	SL	GL	SL
Maximum	52	64	4130	6000
Minimum	1	6	300	1000
Mittelwert	19	37	1839	3671
Standardabweichung	8	10	560	996

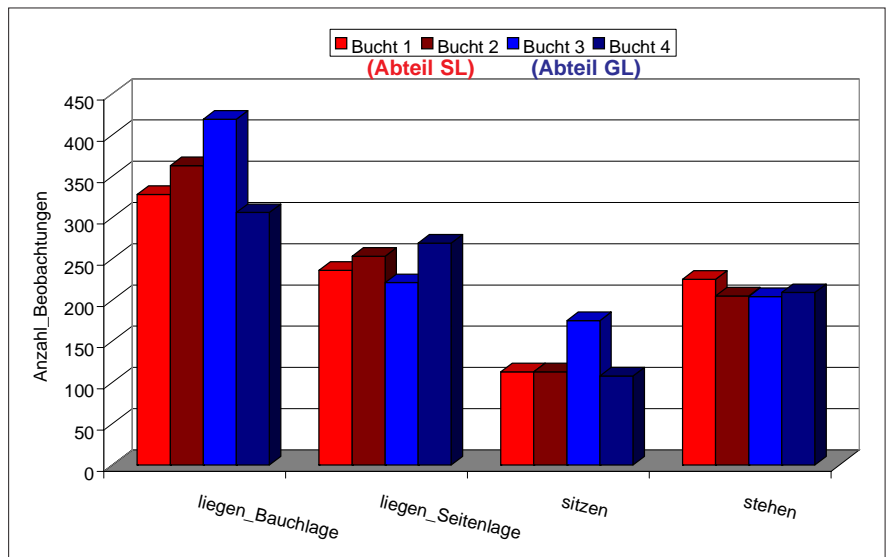


Abbildung 14: Positionen der Tiere in der Bucht

Tabelle 8: Bakteriologische Befunde S 21 (Anzahl erkrankter Tiere/Abteil)

		Bordetella bronch.	Pasteurella mult.	PMT Elisa
02.12.02	SL	0	0	neg.
	GL	0	0	neg.
13.01.03	SL	5	0	neg.
	GL	3	0	neg.
10.02.03	SL	3	0	neg.
	GL	0	0	neg.
24.02.03	SL	0	0	neg.
	GL	0	0	neg.

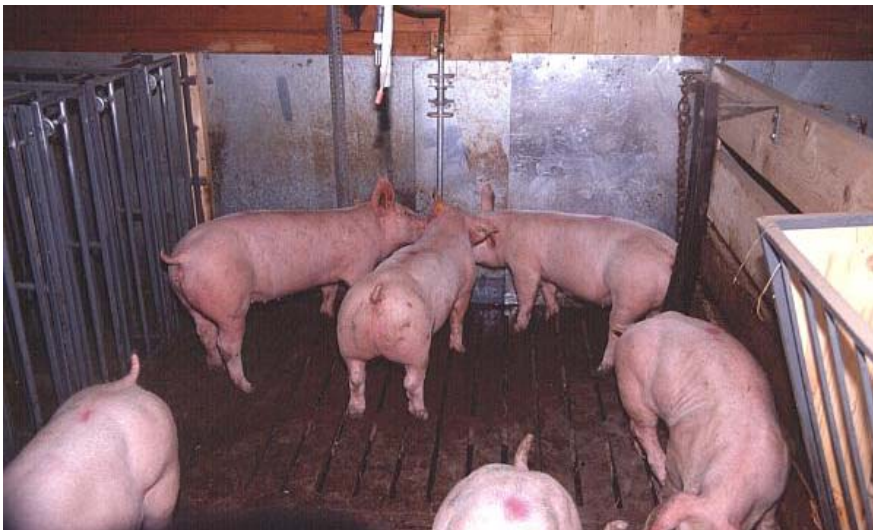


Foto 7: Tiere vor den Nippeltränken in den Buchten

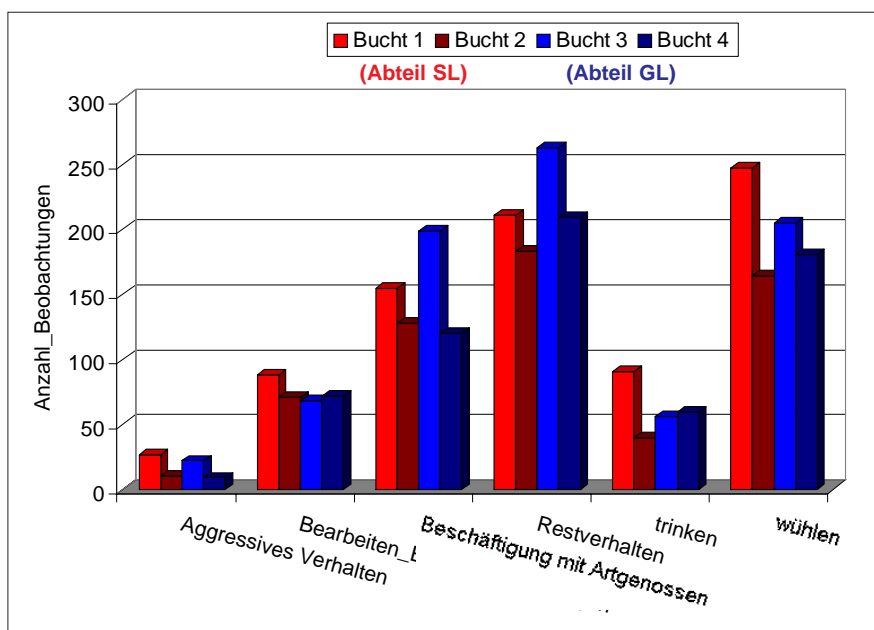


Abbildung 15: Anzahl der Aktivitäten je Bucht

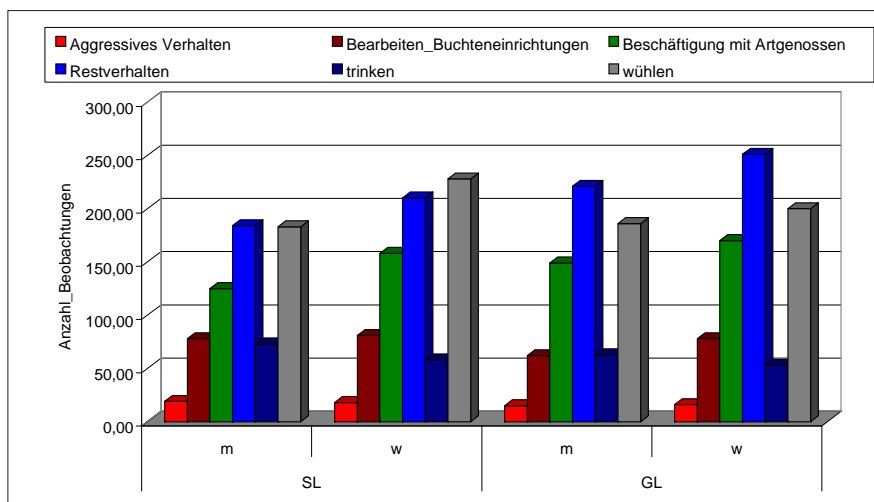


Abbildung 16: Anzahl der Aktivitäten mit Berücksichtigung des Geschlechts (m/w)

wieder ohne Befund.

4.3. Ergebnisse Mast- und Schlachtleistung

4.3.1. Mastleistung

In *Tabelle 9* sind die Mastleistungsergebnisse zusammengefasst. Der Versuch erstreckte sich im Durchschnitt beider Wiederholungen von 43 kg bis 104 kg Lebendmasse bzw. über einen Zeitraum von 81 Versuchstagen. In der 2. Wiederholung (WH 2) wiesen die Tiere zu Versuchsbeginn eine höhere Lebendmasse auf. Damit erklären sich auch die Unterschiede in den Futter- und Nährstoffaufnahme zwischen WH 1 und WH 2. Unabhängig von Stallklima und Wiederholung nahmen die weiblichen Tiere weniger Futter auf und erzielten geringere Tageszunahmen als die kastrierten Mastschweine (738 bzw. 788 g).

Durch das Stallklima (SL bzw. GL) wurden die Mastleistungsergebnisse, mit Ausnahme der mittleren täglichen Futtermenge, nicht signifikant beeinflusst. Die Tageszunahmen der Schweine lagen in Gruppe GL (kühl, gute Luft) bei 776 und in Gruppe SL (warm, schlechte Luft) bei 750 g. Die Tiere nahmen bei Haltung in guter Luftqualität und geringerer Temperatur im Durchschnitt etwas mehr Futter auf, die Futter-, Energie- und Rohproteinverwertung wurde durch das Stallklima nicht signifikant beeinflusst. In *Abbildung 17* ist der Verlauf der aktuellen Tageszunahmen und in *Abbildung 18* die Futtermenge in Abhängigkeit von der Lebendmasse für die Gruppen GL und SL dargestellt. In Gruppe SL nahmen die Mastschweine im gesamten Mastverlauf geringfügig weniger Futter auf, auch die Tageszunahmen lagen zu Mastbeginn und zu Mastende leicht unter den Tieren der Gruppe GL.

4.3.2. Schlachtleistung und Fleischqualität

Die Ergebnisse zu Schlachtleistung und Fleischqualität sind in *Tabelle 10* dargestellt. Im Durchgang S 21 wiesen die Tiere unabhängig vom Stallklima und dem Geschlecht einen signifikant geringeren Magerfleischanteil auf (59,1 bzw. 57,4 %). Auch die pH-Werte lagen in WH 2 auf tieferem Niveau. Die weiblichen Tiere erzielten einen höheren Magerfleisch-

Tabelle 9: Mastleistungsergebnisse (Haupteffekte)

	Stallklima (K)		Wiederholung (WH)		Geschlecht (G)		s _e	P-Werte					
	GL	SL	1	2	weiblich	kastriert		K	WH	G	K x WH	K x G	
Tiere	31	32	32	31	32	31							
Lebendmasse in kg (Versuchsbeginn)	42,8	42,9	39,0	46,8	41,7	44,0	2,9	0,853	0,000	0,003	0,877	0,281	
Lebendmasse in kg (Versuchsende)	104,8	103,0	103,6	104,2	102,6	105,2	5,1	0,194	0,656	0,050	0,484	0,724	
Zunahme in kg	62	60,1	64,7	57,5	60,9	61,2	4,5	0,109	0,000	0,795	0,367	0,268	
Versuchstage in Tagen	80,4	80,6	84,4	76,7	83,1	78,0	6,6	0,915	0,000	0,004	0,429	0,051	
Tageszunahmen in g	776	750	772	755	738	788	81	0,232	0,421	0,020	0,952	0,446	
Futtermenge in kg T (Versuch)	154,2	148,6	157,5	145,3	148,0	154,8	12,3	0,084	0,000	0,037	0,450	0,185	
Futtermenge in kg T/Tag (Tag)	1,92	1,85	1,87	1,90	1,79	1,99	0,13	0,041	0,328	0,000	0,903	0,541	
Energieaufnahme in MJ ME (Versuch)	2302	2219	2347	2173	2210	2311	183	0,084	0,001	0,037	0,448	0,184	
Rohproteinaufnahme in kg (Versuch)	32,57	31,41	33,63	30,35	31,28	32,70	2,60	0,086	0,000	0,038	0,462	0,189	
Futterverwertung in kg T/kg Zun.	2,8	2,79	2,74	2,85	2,74	2,85	0,24	0,828	0,085	0,075	0,892	0,886	
Energieverwertung in MJ ME/kg Zun.	37,3	37,1	36,4	37,9	36,4	37,9	3,2	0,826	0,085	0,075	0,891	0,888	
Rohproteinverwertung in g XP/kg Zun.	527	524	522	529	515	536	46	0,823	0,549	0,077	0,889	0,889	

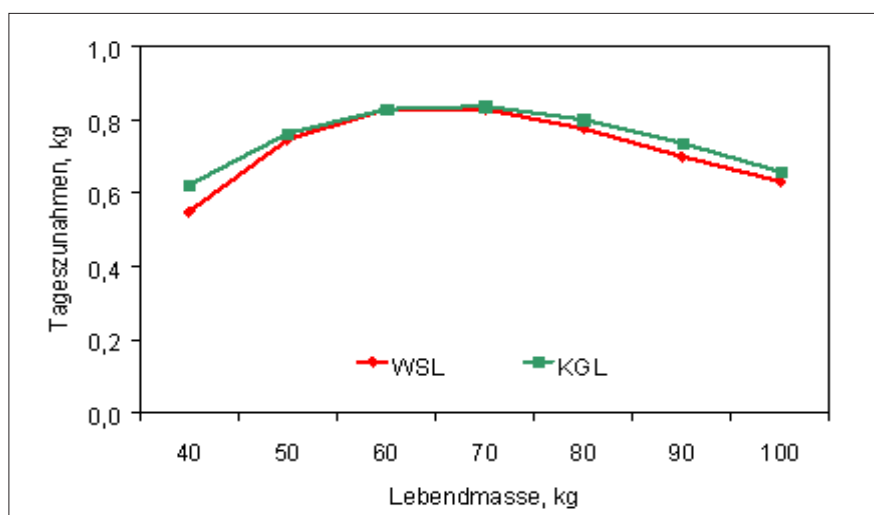


Abbildung 17: Tägliche Zunahmen im Mastverlauf

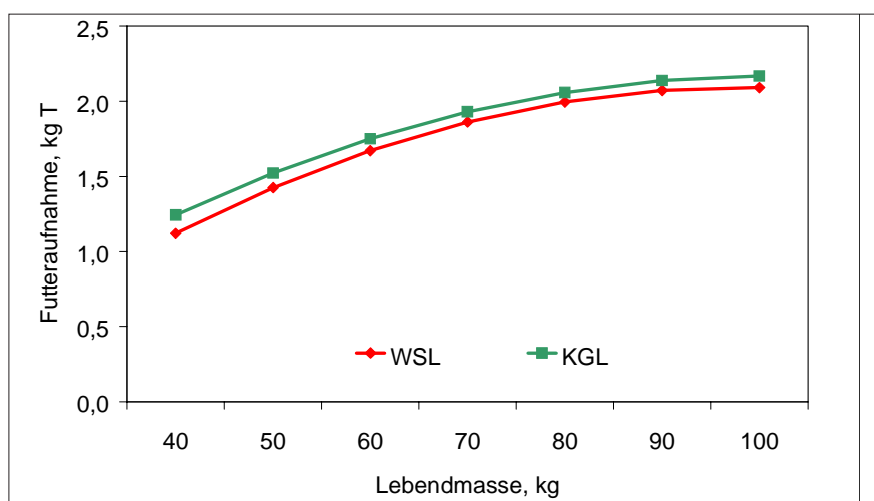


Abbildung 18: Futtermenge in Abhängigkeit von der Lebendmasse

anteil und wiesen eine geringere Verfettung auf.

Wie auch die Mastleistungsergebnisse wurde die Schlachtleistung und Schlachtkörperzusammensetzung vom Stallklima nicht signifikant beeinflusst. Im Durchschnitt wurde eine Ausschachtung (Schlachtkörpermasse warm/Lebendmasse vor Schlachtung) von 81,5 % und ein Magerfleischanteil von 58,2 % festgestellt.

Bei den Fleischqualitätsparametern ergab sich nur im pH-Wert des Schinkens (1 Stunde p. m.) und in der subjektiven Beurteilung der Fleischfarbe ein signifikanter Einfluss des Stallklimas. In Gruppe SL lag der pH-Wert im Schinken 1 Stunde nach der Schlachtung im Vergleich zu Gruppe GL auf tieferem Niveau (5,64 bzw. 5,88) - wünschenswert für eine gute Fleischqualität ist ein schwacher pH-Wert-Abfall, der am Ende einen Wert über dem des normalen Fleisches anzeigt. Das Muskelfleisch (Musc. long. d.) der Tiere in Gruppe SL wurde bei der subjektiven Beurteilung der Fleischfarbe auch als heller beurteilt.

5. Zusammenfassung

In einem Mastversuch mit 72 Mastschweinen wurden die Auswirkungen des Stallklimas (Temperatur und Luftqualität) auf die Mast- und Schlachtleistung sowie die Fleischqualität geprüft. Es wurden die Versuchsvarianten hohe

Tabelle 10: Ergebnisse zu Mastleistung und Fleischqualität

	Stallklima (K)		Wiederholung (WH)		Geschlecht (G)		s _e	P-Werte				
	GL	SL	1	2	weiblich	kastriert		K	WH	G	K x WH	K x G
Schlachtkörper - warm in kg	84,81	84,30	84,23	84,88	84,86	84,25	1,48	0,196	0,090	0,131	0,132	0,937
Schlachtkörper - kalt in kg	83,40	82,46	82,22	83,65	83,00	82,86	2,02	0,082	0,008	0,802	0,066	0,377
Magerfleischanteil in %	58,42	58,07	59,09	57,40	59,75	56,74	2,72	0,629	0,019	0,000	0,026	0,934
Ausschlachtung in %	81,68	81,21	81,11	81,78	81,73	81,16	1,42	0,215	0,072	0,141	0,132	0,916
Schlachtkörperzusammensetzung (kg rechte Hälfte):												
Filz in kg	0,52	0,53	0,49	0,56	0,45	0,60	0,13	0,811	0,029	0,000	0,592	0,289
Schinken in kg	10,45	10,27	9,91	10,81	10,67	10,05	0,52	0,181	0,000	0,000	0,033	0,335
Schinken - Fleisch in % v. Schinken	77,06	77,60	75,97	78,69	79,27	75,39	3,05	0,505	0,001	0,000	0,563	0,865
Schinken - Fett in % v. Schinken	14,44	13,52	14,31	13,66	12,03	15,94	2,81	0,215	0,380	0,000	0,422	0,851
Rücken in kg	11,53	11,63	11,62	11,54	11,60	11,56	0,45	0,401	0,541	0,787	0,049	0,081
Schulter in kg	5,92	5,93	5,90	5,95	5,99	5,86	0,24	0,854	0,455	0,054	0,794	0,162
Bauch in kg	7,24	7,25	7,25	7,25	7,17	7,32	0,43	0,914	0,966	0,188	0,246	0,718
Stelze in kg	1,34	1,31	1,35	1,31	1,32	1,34	0,10	0,265	0,152	0,609	0,232	0,188
Fleischqualität:												
Fleischbeschaffenheit - Farbe in Punkten	3,38	3,00	3,28	3,10	3,14	3,24	0,71	0,044	0,328	0,630	0,120	0,019
Fleischbeschaffenheit - Wasser in Punkten	3,52	3,15	3,51	3,16	3,22	3,44	0,73	0,055	0,069	0,261	0,552	0,019
Bauchbeschaffenheit in Punkten	3,41	3,58	3,58	3,42	3,85	3,15	0,62	0,298	0,330	0,000	0,647	0,209
pH-Schinken 1h p. m.	5,88	5,64	5,87	5,65	5,77	5,75	0,38	0,016	0,027	0,787	0,406	0,246
pH-Schinken 24h p. m.	5,58	5,52	5,60	5,49	5,53	5,56	0,18	0,183	0,025	0,490	0,117	0,526
pH-Rücken 1h p. m.	6,07	5,93	6,23	5,77	5,96	6,04	0,33	0,110	0,000	0,316	0,710	0,971
pH-Rücken 24h p. m.	5,55	5,47	5,56	5,46	5,53	5,50	0,18	0,093	0,032	0,565	0,118	0,624
Tropfsaftverluste in %	4,12	5,12	4,24	4,99	5,15	4,09	2,52	0,134	0,255	0,119	0,152	0,631
Musculus longissimus dorsi:												
Trockenmasse in g	259	258	262	255	258	260	7	0,548	0,001	0,265	0,632	0,909
Rohprotein in g	237	235	235	237	237	235	8	0,563	0,439	0,520	0,980	0,234
Rohfett in g	8,7	10,1	9,3	9,5	8,1	10,7	2,6	0,055	0,726	0,001	0,191	0,120
Fett-/Fleischfläche - Verhältnis	0,27	0,24	0,26	0,26	0,21	0,31	0,07	0,154	0,868	0,000	0,277	0,638
Fleischfläche in cm ²	53,3	51,9	55,3	49,9	56,9	48,4	8,1	0,498	0,012	0,000	0,930	0,379

Temperatur und schlechte Luftqualität (SL) bzw. geringe Temperatur und gute Luftqualität (GL) geprüft. Der Versuch wurde in zweifacher Wiederholung mit jeweils 36 gesundheitlich vorbelasteten Tieren durchgeführt. Die Mastschweine wurden unter Berücksichtigung der Lebendmasse und des Geschlechtes zufällig auf 4 Boxen (8 Ferkel pro Box) in zwei identische, jedoch räumlich getrennte Stalleinheiten aufgeteilt. Die Tiere wurden auf Vollspalten gehalten. Der Versuch erstreckte sich im Durchschnitt beider Wiederholungen von 43 – 104 kg Lebendmasse bzw. über einen Zeitraum von 81 Tagen.

Hinsichtlich des Stallklimas ist es im vorliegenden Versuch gut gelungen, die Zielvorgaben, vor allem hinsichtlich der Stalltemperaturen und der Schadgaskonzentrationen, einzuhalten. Eine Einheit

wies sehr hohe Schadgasgehalte auf, wie sie in der Praxis in schlecht gelüfteten Ställen vorkommen können (im Mittel rund 36 – 38 ppm NH₃, 3600 ppm CO₂ u. 65 – 75 % rel. Luftfeuchtigkeit), die andere gut gelüftete Raumeinheit entsprach hinsichtlich Luftgüte den Empfehlungen (im Mittel 18 – 19 ppm NH₃, 1600 – 1800 ppm CO₂ sowie 50 – 55 % RH).

Abweichungen von der Solltemperatur in den Versuchseinheiten waren dennoch im Winter an schönen Tagen möglich, da die Wärmeproduktion der Tiere und die Sonneneinstrahlung bei den gegebenen niedrigen Lüftungswärmeverlusten in SL sehr rasch zu einem Überschreiten der Grenztemperatur führte. Ein auch tierrechtlich bedeutsames Ergebnis ist der Umstand, dass eine Ammoniakkonzentration von 10 ppm selbst in Abteil GL nicht verlässlich eingehalten wer-

den konnte.

Die Mastleistungsergebnisse wurden - mit Ausnahme der mittleren täglichen Futteraufnahme - durch das Stallklima nicht signifikant beeinflusst. Die Tageszunahmen der Schweine lagen in Gruppe GL bei 776 g und in Gruppe SL bei 750 g. In Gruppe GL nahmen die Tiere im Durchschnitt etwas mehr Futter auf, die Futter-, Energie- und Rohproteinverwertung wurde jedoch durch die Luftqualität nicht signifikant beeinflusst. Auch die Schlachtleistung und Schlachtkörperzusammensetzung wurden durch das Stallklima nicht beeinflusst. Die Tiere, die in Gruppe SL gehalten wurden, wiesen jedoch 1 Stunde nach der Schlachtung mit 5,64 einen signifikant tieferen pH-Wert im Schinken auf. In Gruppe GL lag dieser bei 5,88. Das Fleisch der Tiere der Gruppe SL wurde subjektiv

auch als heller beurteilt. Ansonsten unterschieden sich auch die Fleischqualitätsmerkmale nicht zwischen den beiden Gruppen.

Trotz großer Unterschiede zwischen den Einheiten SL und GL hinsichtlich der wichtigsten Stallklimaparameter konnten bei diesem Versuchsdurchgang keine auffallenden Unterschiede bezüglich der Tiergesundheit (bakteriologische Untersuchungen großteils negativ, alle Lungen ohne Befund) und dem Wohlbefinden festgestellt werden. Zu unterschiedlichen Diskussionen und Reaktionen muss daher zwangsläufig der erhobene, ausgesprochen gute Gesundheitszustand der Endmasttiere führen, hat es sich doch um extrem vorbelastete Ferkel gehandelt.

Allgemein kann für die Praxis festgestellt werden, dass für die Gesundheit und die Leistung der Tiere in der Schweinemast eine Heizung nicht unbedingt notwendig ist. Weitere Versuche auf Praxisbetrieben sind dennoch erforderlich.

6. Summary

The effects of strongly reduced stable ventilation rates in pig housing on stable air quality parameters -such as gaseous ammonia, carbon dioxide, and water vapour -as well as on clinical status, bacteriologic and histologic findings of mucous membranes of the respiratory tract and on animal performance of growing finishing pigs were measured in one experiment with two repetitions (S 20, S 21). The experiment variants high temperature and bad air quality (SL) and low temperature and good air quality (GL) were examined. In each repetition 36 piglets - which had been ill before coming to the BAL - of about 35 kg LM were allocated in two identical rooms. In consideration for the weight and the sex of the pigs, they were divided in 4 boxes, each composed of 8 animals. The pigs were held on fully slatted floor. The experiment extended on the average of both repetitions over 43 to 104 kg of LM, during one period of 81 days.

It succeeded very well to keep the targets - particularly regarding the stable temperatures and the noxious gas concentrations. The fattening pigs got exposed continuously over the whole fattening period either to bad air (SL) with naturally varying concentrations of 36 -

38 ppm NH₃, 3600 ppm CO₂ and 65 - 75 % rel. humidity as mean values or to good stable air (GL) with respective mean concentrations of 18 - 19 ppm NH₃, 1600 - 1800 ppm CO₂ and 50 - 55 % r.h. Deviations from the rated value of temperature were nevertheless possible in the test units in the winter on very warm days, since the heat production of the animals and the sun exposure led very rapidly to an exceeding of the limit temperature in SL.

In view of the animal-protection-law (in some Countries a limit value of 10 ppm is fixed for ammonia) it is an important result, that the ammonia concentration could not be kept reliably by 10 ppm in room GL. The consideration of such limit values seems urgently appropriate, because the excess of this limits entails an infringement of the law with all possible consequences.

Results of growth rate were not significantly affected - with exception of the middle daily feed intake - by the stable climate. The daily gains amounts to 776 g in group GL and to about 750 g in group SL. In room GL the fattening pigs took up more fodder, but fodder-, energy- and raw protein conversion were not significantly affected by the air quality. Also the pig performance was not affected by the stable climate. The animals in group SL exhibited with 5,64 a significantly deeper pH value in the ham 1 hour after slaughtering. In room GL the value was about 5,88. The meat of the animals in room SL was subjectively judged also as brighter. Otherwise also the meat quality criteria did not differ between the two groups. Differences concerning the animal health (bacteriological investigations mostly negative, all lungs where without pathological signs at slaughter) and the well-being were not able to be determined despite large differences between the units SL and GL regarding the most important stable climate parameters. With regard to the extremely preloaded piglets the decided good state of health must lead to different discussions and reactions in future.

Generally it can be stated for practice that for the health and the performance of growing and finishing pigs it isn't necessary to install a heating in the stable. Further experiments on farms are neverthe-

less necessary.

7. Literatur

- ABSHOFF, A.J. (1987): Stallklimotechnik für Zucht- und Mastschweine, *Landtechnik* 7/8, Juli/August 1987, 42. Jhg., 286-289.
- BAUSE, A. (1981): Gesundheitsprobleme im Schweinestall - Aus der Sicht des Landwirtes, *Schweinezucht und Schweinemast*, Nr. 10, 342-344.
- BLENDL, H.M. (1970): Produktionsverfahren in der Schweinemast, *KTBL-Flugschrift* Nr. 21, 116-131.
- BUCHMANN, A. (1997): Belüftungstechnik für Schweineställe, *Schweinewelt - Magazin für zukunftsorientierte Schweinehaltung* 22, 1997, 6-10.
- BÜSCHER, W. (1991): Experimentelle Untersuchungen zur Luftführung in Stallanlagen, Institut f. Landtechnik der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn, 18-39.
- BÜSCHER, W. (1999): Konzepte der Stallklima-Führung und technischen Ausführung, In: *Mastschweinehaltung, BauBriefe Landwirtschaft* 40, Landwirtschaftsverlag Münster, 121-128.
- BUSSE, F.W. (1987): Tierärztliche Stallluftuntersuchung bei Schweinen, *Schweinezucht und Schweinemast*, 4/1987, 126-128.
- BUSSE, F.W. (1993): Comparison measurements of the house climate in swine stables with and without respiratory diseases or cannibalism, In: *Livestock Environment IV, Fourth International Symposium*, University of Warwick, Coventry, England, 904-908.
- BUSSE, F.W. (1995): Gesunde Schweine durch optimales Stallklima - bessere Leistung bei Mastschweinen?, *Landtechnik* 9/88, 43. Jhg., 385-387.
- CHARLES, D.R. (1994): Comparative Climatic requirements, In: *Livestock Housing*, CAB International, 3-10, 14-17.
- CIELEJEWSKI, H. und E. ISENSEE (1988): Besseres Stallklima - bessere Leistung bei Mastschweinen?, *Landtechnik* 9/88, 43. Jhg., 385-387.
- CLARK, J.A. and A.J. MCARTHUR (1994): Thermal Exchanges, In: *Livestock Housing*, CAB International, 97-119.
- DONHAM, K. (1999): A Historical Overview of Research on the Hazards of Dust in Livestock Buildings, In: *International Symposium on Dust Control in Animal Production Facilities*, Congress Proceedings, Scandinavian Center Aarhus, 30 May - 2 June 1999, 13-17.
- EBERHARDT, W. (1980): Die Bedeutung von Stallklima und Stallhygiene in der Schweinemast, *Kraftfutter*, 8/80, 374-380.
- EBERHARDT, W. (1986): Einfluss des Stallklimas auf die Mastleistung, *Schweinewelt* 2/1986, 50-52.
- ECKL, J. (1993): So fühlt sich jedes Schwein

- sauwohl – Die verschiedenen Heizmöglichkeiten in Zucht- und Mastställen, Bayerisches Landwirtschaftl. Wochenblatt, 37-38.
- EGGERSGLÜB, W., K. KNAACK, M. TECHEL und R. WENZLAFF (1988): Stallklima III, Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft, 813-833, 863-913.
- ENGLISH, P.R., V.R. FOWLER, S. BAXTON and B. SMITH: The growing and finishing pig – Improving efficiency, Farming press, 113–138.
- ESSL, A., 1987: Statistische Methoden in der Tierproduktion. Verlagsunion Agrar. S.316.
- FRANKE, G. (1981): Stallklimatisierung – ein Buch mit 7 Siegeln?, Schweinezucht und Schweinemast, Nr. 9, 324-325.
- GUINGAND, N. (1999): Dust Concentrations in Piggeries: Influence of Season, Age of Pigs, Type of Floor and Feed Presentation in Farrowing, Post-Weaning and Finishing Rooms, In: International Symposium on Dust Control in Animal Production Facilities, Congress Proceedings, Scandinavian Center Aarhus, 30 May – 2 June 1999, 69-75.
- HARRAL, B.B. and C.R. BOON (1993): Modelling air flow and environment in a pig house, In: Livestock Environment IV, Fourth International Symposium, University of Warwick, Coventry, England, 788-794.
- HARTUNG, J. (1994): Environment and Animal Health, In: Livestock Housing, CAB International, 25-26, 30-40.
- HARTUNG, J. and J. SEEDORF (1999): Characterization of Airborne Dust in Livestock Housing and its Effects on Animal and Environment, In: International Symposium on Dust Control in Animal Production Facilities, Congress Proceedings, Scandinavian Center Aarhus, 30 May – 2 June 1999, 140-153.
- HARVEY, W.R., 1987: User's Guide for LSMLMW PC-1 Version, Mixed model least-squares and maximum likelihood computer program, Ohio State University, 59 S.
- HAUSLEITNER, A. (1997): Beurteilung verschiedener Zuluftsysteeme, Bericht über die Gumpensteiner Bautagung „Aktuelle Fragen des landwirtschaftlichen Bauens“, S 67 – 72.
- HAUSLEITNER; A. und P. IRGANG (2000): Stallklima für Schweineställe, in Stallbau und Stallklima, Handbuch der Stmk LwK , SGD und Styriabrid, Graz
- HÄUSLER, F. (1978): Das Stallklima in Ställen für die spezialisierte Schweinehaltung, Landtechnische Schriftenreihe, Heft 50, Österreichisches Kuratorium für Landtechnik.
- HILL, J. and D. SAINSBURY (1995): The health of pigs, Longman – Veterinary Health Series, 68-73.
- HILLIGER, H.G. (1983): Kohlendioxid in der Stallluft – Aufkommen, Bedeutung und Bewertung, KTBL-Arbeitspapier 83.
- HILLIGER, H.G. (1990): Stallgebäude, Stallluft und Lüftung, Verlag Enke, 14-19.
- HOFFMANN, H. (1981): Gesundheitsprobleme im Schweinestall – Aus der Sicht des Tiergesundheitsdienstes, Schweinezucht und Schweinemast, Nr. 10, 340-341.
- HÖRNIG, B. (1992/93): Artgemäße Schweinehaltung, Stiftung Ökologie und Landbau, Schweisfurther Stiftung, C.F. Müller, 126-134.
- KARLE, D. (1981): Kriterien der Stallklimagestaltung in Mastschweineställen, Landtechnik 7/8, August 1981, 336-340.
- KEMPKENS, K. (1993): Stallklima, In: Mastschweine, BauBriefe Landwirtschaft, Heft 34/1993, 70-73.
- KEPHART, K.B., L. HUTCHINSON and T.R. DRAKE (1993): Effect of air quality in cold weather on respiratory health and growth performance in finishing hogs, In: Livestock Environment IV, Fourth International Symposium, University of Warwick, Coventry, England, 957-964.
- KONRAD, S. (1997): Die Rinder-, Schweine- und Legehennenhaltung in Österreich aus ethologischer Sicht, WUV Universitätsverlag, 99
- KORTHALS, R.L., G.L. HAHN, R.A. EIGENBERG and J.A. NIENABER (1997): Swine Feeding Behaviour and Body Temperature Responses to an Extended Stepped Temperature Increase, In: Livestock Environment V, Proceedings of the Fifth International Symposium, Bloomington, Minnesota, May 29-31, 1997, 781-788.
- KRAINER, P., A. HAUSLEITNER, P. IRGANG, D. SCHWARZL and E. HAIDWANGER: Handbuch Stallbau und Stallklima, Arbeitskreis Stallbau und Stallklima Steiermark, 62-76.
- LILLENG, H. (1989): Minimum ventilation problems in confined animal rooms, In: 2nd Report of Working group on Climatization of animal house, CIGR and IWONL 1989, 37-44.
- MASSABIE, P., R. GRANIER and J. LE DIVIDICH (1997): Effects of Environmental Conditions on the Performance of Growing-Finishing Pigs, In: Livestock Environment V, Proceedings of the Fifth International Symposium, Bloomington, Minnesota, May 29-31, 1997, 1010-1016.
- MAYER, C. und R. HAUSER (1999): Stallklimatische und ethologische Untersuchungen zur Tiergerechtigkeit unterschiedlicher Haltungssysteme für die Schweinemast, In: Conference: Construction, Engineering and Environment in Livestock Farming, Institut für Landtechnik der TU München-Weihenstephan, 463-466.
- MÜLLER, J. (1985): Tierschutzbestimmungen für die Schweinehaltung, In: Intensivtierhaltung von Nutztieren aus ethischer, ethologischer und rechtlicher Sicht, Tierhaltung Band 15, Birkhäuser Verlag, 81-110.
- NICKS, B., D. MARLIER and B. CANART (1993): Air pollution levels in pig houses, In: Livestock Environment IV, Fourth International Symposium, University of Warwick, Coventry, England, 635-642.
- PIOTROWSKI, J. (1986): Beispielhafte bauliche Konzepte für unterschiedliche Betriebs-situationen, In: Mastschweinehaltung – tier- und umweltgerecht, KTBL-Schrift 313.
- ROBERTSON, J.F. (1993): Dust and ammonia concentrations in pig housing: The need to reduce maximum exposure limits, In: Livestock Environment IV, Fourth International Symposium, University of Warwick, Coventry, England, 6-9 July 1999, 694-700.
- SCHMIDT, L., G. BURGSTALLER, P. HOFMANN, G. KOLLER, P. MATZKE, B. MITTRACH und W. SCHMID (1980): Schweineproduktion: Markt und Wirtschaftlichkeit, Zucht, Fütterung, Stallbau, Hygiene und Gesunderhaltung, DLG-Verlag Frankfurt (Main), 187-196.
- STRIEGEL, A. (1991): Schlechte Stallluft – Eine Gefahr für Mensch und Schwein?, Schweinezucht und Schweinemast, 3/1991, 77-80.
- SWOBODA, M. (1991): Bitte keine Zugluft! – Einflussfaktoren auf das Stallklima im Winter, Die Landwirtschaft, Nr.1/1991.
- TAYLOR, KRUGER and FERRIER (1994): Plan it–build it, Australian Pig Housing Series, NSW Agriculture, 27-50.
- TESCHNER, C. (1998): Zellbiologische Untersuchungen zur Toxizität der Stallluft, Institut für Tiervissenschaften der TU München-Weihenstephan, 5-26, 100-112.
- VAN OUWERKERK, E.N.J. (1989): Modelling the heat balance of pigs at animal and housing levels, In: 2nd Report of Working group on Climatization of animal house, CIGR and IWONL 1989, 9-22.
- VAN PUTTEN, G. (1978): Schwein, In: Nutztierethologie: Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere – Eine angewandte Verhaltenskunde für die Praxis, Verlag Paul Parey, 200-201.
- WATHES, C.M. (1994): Air and Surface Hygiene, In: Livestock Housing, CAB International, 123-130, 135-139.
- WECHSLER, B. (1997): Schwein, In: Das Buch vom Tierschutz, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 178-182.
- WUDY, W., G. SCHAUBERGER und W. CERNOHORSKY (1991): Stallklima in NÖ, Bestandsaufnahme der Stallklimasituation in Rinder- u. Schweineställen in NÖ, Akademie f. Umwelt u. Energie, Laxenburg 1991, 7-9, 24-66, 115-129.