

Wilhelm Pflanz, Jürgen Beck und Thomas Jungbluth, Hohenheim, Josef Troxler, Wien, sowie Hansjörg Schrade, Stuttgart

# Bewertung innovativer Schweinemastverfahren im Rahmen einer Feldstudie

## Statistische Auswertung von Verhaltensbeobachtungen und Integumentbonituren

*In einer Feldstudie über vier Haltsverfahren für Mastschweine wurden je System fünf Betriebe nach ethologischen und verfahrenstechnischen Aspekten untersucht. Es wird hier die statistische Versuchsplanung, Durchführung und Auswertung mit Hilfe eines „Gemischte-Effekte-Modells“ vorgestellt. Der Effekt des Haltsverfahrens war bei der Untersuchung für fast alle Verhaltensmerkmale signifikant.*

Dia Wilhelm Pflanz ist Doktorand, Dr. Jürgen Beck ist akademischer Oberrat am Fachgebiet für Verfahrenstechnik der Tierhaltungssysteme (Leiter: Prof. Dr. T. Jungbluth), Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim, Garbenstraße 9, 70599 Stuttgart; e-mail: [pflanzwi@uni-hohenheim.de](mailto:pflanzwi@uni-hohenheim.de)  
Prof. Dr. Josef Troxler leitet das Institut für Tierhaltung und Tierschutz an der Veterinärmedizinischen Universität, A-1210 Wien.  
MR Hansjörg Schrade leitet das Referat Tierzucht, Tierhaltung, Fischerei und Immissionsschutz im Ministerium für Ernährung und ländlichen Raum Baden-Württemberg, 70029 Stuttgart.  
Die Arbeit wurde als Drittmittelprojekt vom Ministerium für Ernährung und ländlichen Raum Baden-Württemberg finanziert.

### Schlüsselwörter

Mastschweinehaltung, ethologische Bewertung, Integumentbeurteilung, Gemischte-Effekte-Modell

### Keywords

Pig-fattening, ethological assessment, integument scoring, mixed effects model

### Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 06218 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

**Z**iel und Aufbau des Forschungsprojekts zur gesamtheitlichen Beurteilung von vier innovativen Schweinemastverfahren wurden bereits in mehreren Veröffentlichungen ausführlich dargestellt [1, 2, 3]. Auf der Basis einer breit angelegten Feldstudie mit 20 Praxisbetrieben sollten abgesicherte Erkenntnisse zum Tierwohlbefinden sowie zur ökonomischen Einordnung der einzelnen Verfahren gefunden werden.

Grundsätzlich sind die Ergebnisse von Felduntersuchungen im Gegensatz zu Laboruntersuchungen vor dem Hintergrund einer Vielzahl nicht direkt kontrollierbarer Einflüsse zu sehen. Dennoch ist es bei guter Versuchsplanung und Durchführung möglich, Störgrößen (also nicht standardisierbare Einflüsse) als Kovariablen in einer multifaktoriell angelegten Varianzanalyse zu berücksichtigen [4]. Zur statistischen Analyse von komplexen Fragestellungen in der angewandten Ethologie eignen sich vor allem Gemischte-Effekte-Modelle, indem sie hierarchisch geschachtelte Designs einfach abbilden und wiederholte Messungen berücksichtigen können [5].

### Tiere, Material und Methoden

Der Versuchsaufbau der gesamten Studie insbesondere der ethologischen Erhebungen wurde in [1, 2, 3] ausführlich beschrieben. Untersucht wurden konventionelle Ställe mit schlitzreduzierter Liegefläche, Schrägbodenställe mit Minimalstroheinstreu, Offenfrontställe mit Ruhekisten sowie Auslaufställe mit Stroheinstreu. Bei der Auswahl der jeweils fünf Praxisställe pro Verfahren wurde innerhalb und zwischen den Systemen auf eine bestmögliche Standardisierung von Haltsmerkmalen Wert gelegt. Alle 20 Betriebe wurden vierteljährlich erfasst, während der einzelnen Jahreszeiten wurden die Verfahren sowie deren Betriebe nacheinander in randomisierter Reihenfolge nach der Verteilungsmatrix 4 • 5 untersucht. Die Beobachtungen und Beurteilungen fanden stets an zwei aufeinander folgenden Tagen statt zum Ausgleich des Tageseffekts. Es

wurden jeweils vier Beobachtungsbuchten (zwei je Gewichtsbereich) pro Betriebsbesuch zufällig ausgelost. Zwei Buchten wurden jeweils zusammen an einem Vormittag und Nachmittag tagesversetzt beobachtet. Bei der Integumentbeurteilung wurden aus jeweils vier weiteren Buchten 20 % der Tiere (mindestens fünf) beurteilt; ihre Auswahl fand ebenfalls randomisiert statt. Da in zwei Gewichtsbereichen beurteilt beziehungsweise beobachtet wurde, ist darauf geachtet worden, dass Tiere niemals zweimal zur Untersuchung herangezogen wurden (Prinzip der Unabhängigkeit der Replikate [6]). Zur Untersuchung waren insgesamt fünf Personen im Einsatz, sie wurden ebenfalls zufällig den einzelnen Betriebsbesuchen zugeteilt. Zur Standardisierung der Personen untereinander wurden in den Jahren 2003/2004 mehrmals Vergleichstests durchgeführt. Die dabei gewonnenen mittleren Korrelationskoeffizienten der einzelnen Verhaltensbeobachtungen lagen bei  $r = 0,89$  und sind somit im Vergleich zu Literaturwerten im oberen Bereich [8]; die Korrelationskoeffizienten der Integumentbeurteilungen lagen im Mittel bei  $r = 0,65$ .

### Datenaufbereitung und statistische Datenauswertung

Nach insgesamt 80 Betriebsbesuchen (jeweils zwei Tage), wovon jeweils 20 pro Jahreszeit absolviert wurden, standen zum Ende der Untersuchung nach der Datenbereinigung oder Aufbereitung 9495 Datensätze von Verhaltensbeobachtungen zur Auswertung zur Verfügung. Diese wurden aggregiert auf insgesamt 320 Buchtendatensätze. Die verwendete Beobachtungsmethode „Scan-sampling“ basiert auf einer sechsminütigen Intervallnotierung eines fest definierten Ethogramms, bezugnehmend auf jeweils alle Tiere einer Bucht. Das heißt, es wurde jeweils die Anzahl Tiere gezählt und festgehalten, welche die einzelnen Verhaltensweisen zeigten; dieser Wert wurde dann in Bezug zur Gesamtanzahl gesetzt (prozentual gezeigtes Verhalten). Für die Aus-

wertung bedeutete dies, dass somit auch die Bucht immer die statistische Bezugsgröße (kleinste Untersuchungseinheit [4]) war. Bei der Integumentbeurteilung standen ebenfalls Daten aus 320 Buchten (insgesamt 1 820 Datensätze) zur Verfügung, jedoch wurden hier immer die Einzeltiere einer Bucht bonitiert. Somit wurde zur Auswertung auch immer das Einzeltier als statistische Bezugsgröße verwendet.

## Ergebnisse

Nach mehreren Schritten der Modellanpassung wurde nun folgendes Gemischte-Effekte-Modell (Bild 1) mit der Prozedur „mixed models“ des SAS Programmpaketes [8] zur Auswertung der Verhaltensbeobachtungen herangezogen. Mit Hilfe dieser hierarchischen, multifaktoriellen Varianzanalyse war es möglich, sowohl die fixen Effekte Halungsverfahren, Jahreszeit, Gewichtsbe- reich, die zufälligen Effekte Betrieb, Unter- suchungsperson, Interaktion Betrieb • Jah- reszeit sowie die Kovariablen Tierzahl je Bucht, Nettobuchtenfläche je Tier und Lie- gebereichsgröße je Tier zu berücksichtigen. Der Restfehler enthält jeweils die statistische Bezugsgröße, das heißt im angegebenen Modell für die Verhaltensdaten ist dies der Effekt der Bucht. Zur Auswertung der Inte- gumentbonituren wurde dasselbe Modell verwendet, es wurde lediglich um den zufäl- ligen Effekt der Bucht erweitert, da hier im Restfehler der Einzeltiereffekt integriert ist. Die standardisierten Residuen aus der Vari- anzanalyse wurden auf Normalverteilung geprüft. Merkmale, deren Residuen nicht normal verteilt waren, wurden transformiert. Die Ergebnisdarstellung für die einzelnen Verfahren erfolgte mit Least-Squares (LS-) Mittelwerten.

Auf alle folgend vorgestellten Merkmale des Verhaltens und deren Ergebnisse für die einzelnen Systeme hatte der Effekt „Hal- tungsverfahren“ signifikanten Einfluss mit Ausnahme der Merkmale „Liegen gesamt“ sowie dem Erkundungs- und Wühlverhalten.

Tab.1: Auftreten der Verhaltensmerkmale in % der Beobachtungszeit

Table 1: Occurrence of the behavioural criteria in % of the observing period

	Konventioneller Stall	Schrägboden- stall	Offenfront- stall	Auslauf- stall	Signifikanz im Gesamtmodell
Liegen gesamt	75,43	78,64	74,79	73,23	n.s.
Liegen im LB von Liegen gesamt	31,40 <sup>a</sup>	43,94 <sup>a</sup>	82,07 <sup>b</sup>	62,64 <sup>c</sup>	***
Seitenlage von Liegen gesamt	10,94 <sup>a</sup>	18,75 <sup>b</sup>	14,18	16,51	*
Seitenlage im LB von Liegen ges.	2,76 <sup>a</sup>	8,77 <sup>b</sup>	13,57 <sup>c</sup>	10,60 <sup>b</sup>	**
Liegen im KB von Liegen ges.	19,97 <sup>a</sup>	18,54 <sup>a</sup>	4,51 <sup>b</sup>	10,74	*
Wühlen gesamt	7,46	9,12 <sup>a</sup>	5,73 <sup>b</sup>	8,34	*
Erkundungsverhalten	10,97	10,80	9,92	9,99	n.s.
Beschäftigung Artgenosse	3,78 <sup>a</sup>	2,56 <sup>b</sup>	1,92 <sup>b</sup>	2,04 <sup>b</sup>	**
Beschäftig. mit Bucht u. Spielzeug	3,55 <sup>a</sup>	1,69 <sup>b</sup>	4,20 <sup>a</sup>	1,68 <sup>b</sup>	**
Ethopathien	1,04 <sup>a</sup>	0,44 <sup>b</sup>	0,33 <sup>b</sup>	0,17 <sup>b</sup>	**

LB = Liegebereich, KB =Kotbereich, ges. = gesamt

$$Y_{ijklmnop} = \mu + ZV_i + BNUM_j + BB_k + BP_l + GB_m + (BNUM*BB)_{jk} + b(TZ_{ijklmn} - TZ) + b(Nfla_{ijklmno} - Nfla) + b(LB_{ijklmnop} - LB) + e_{ijklmnop}$$

dabei bedeuten:

$Y_{ijklmnop}$	= Beobachtungswert	(n = 1,...,10)
$\mu$	= Mittelwert aller Beobachtungen	
$ZV_i$	= fixer Effekt des i-ten Halungsverfahrens	(i = 1,...,4)
$BNUM_j$	= zufälliger Effekt des j-ten Betriebes	(j = 1,...,20)
$BB_k$	= fixer Effekt der k-ten Jahreszeit	(k = 1,...,4)
$BP_l$	= zufälliger Effekt der l-ten Beobachtungsperson	(l = 1,...,5)
$GB_m$	= fixer Effekt des m-ten Gewichtsgebietes	(m = 1,2)
$(BNUM*BB)_{jk}$	= zufällige Interaktion Betrieb • Jahreszeit	
$b(TZ_{ijklmn} - TZ)$	= Regression auf eine gemittelte Tierzahl je Bucht	
$b(Nfla_{ijklmno} - Nfla)$	= Regression auf eine gemittelte Nettobuchtenfläche je Tier	
$b(LB_{ijklmnop} - LB)$	= Regression auf eine gemittelte Liegebereichsgröße je Tier	
$e_{ijklmnop}$	= Restfehler	

Bild 1: Gemischte Effekte Modell mit Zuordnung der Effekte

Fig.1: Mixed effects model with classification of effects

Die Jahreszeit hatte auf alle Merkmale der Buchtenstrukturierung und der gezeigten Körperstellung signifikanten Einfluss. Der Gewichtsbe- reich hatte einen signifikanten Effekt auf das Beschäftigungsverhalten. Die Nettobuchtenfläche je Tier sowie die Liege- bereichsgröße je Tier hatten ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf das Merkmal „Seitenlage im Liegebereich“. Tabelle 1 stellt die Least-Squares (LS-) Mittelwerte vom Auftreten der Verhaltensmerkmale in % der Beobachtungszeit am Vormittag (9 bis 11 Uhr) und Nachmittag (15 bis 17 Uhr) zu- sammen vor. Die Kleinbuchstaben geben signifikante Unterschiede zwischen den Systemen an.

Die bereits in [3] vorgestellten deskriptiven Ergebnisse werden durch die jetzt bereinigte Auswertung untermauert. Es konnten signifikante Unterschiede in der Akzeptanz des Liegebereichs zwischen allen Verfahren nachgewiesen werden. So wurde dieser im Offenfrontstall mit 82,07 % zum Liegen am häufigsten frequentiert. Demgegenüber wurde der Kotbereich vor allem auch beim konventionellen (19,97 %) und beim Schrägbodenstall (18,54 % Sommermonate) zum Liegen benutzt. Das Merkmal „Wühlen gesamt“ wurde vor allem in den Systemen

mit Stroheinstreu gezeigt. Demgegenüber wurde das Merkmal „Beschäftigung mit Buchtenelementen und Spielzeug“ vor allem in den Ställen ohne Einstreu beobachtet. Das Merkmal Ethopathien (Schwanz- und Oh- renbeißen, Leerkauen, Stangenbeißen) trat abnehmend von Verfahren eins bis vier auf, jedoch auf einem generell niedrigen Niveau.

Bei den Daten der Integumentbeurteilung hatte das Halungsverfahren im Gesamtmo- dell beim Merkmal „Kratzer am Körper“ ei- nen signifikanten Einfluss. Hier traten signifi- kante Unterschiede zwischen dem konven- tionellen Verfahren und den drei anderen zu Tage, jedoch wiederum auf einem generell niedrigen Niveau. Auf Veränderungen am Schwanz hatten die Nettobuchtenfläche je Tier sowie die Liegebereichsgröße je Tier einen signifikanten Einfluss. Umfangsver- mehrungen an den Hintergliedmaßen zeig- ten sich signifikant häufiger bei den ein- streulosen Verfahren als in den Auslaufstäl- len mit Stroh.

Abschließend ist zu bemerken, dass stati- stische Signifikanz nicht immer mit etholo- gischer Relevanz gleichzusetzen ist [5]. Wenn auch Unterschiede zwischen den Ver- fahren nachzuweisen waren, so bewegten sie sich bis auf wenige Ausnahmen im tolera- blen Bereich. Dies ist darauf zurück zu führen, dass in der Studie nur ethologisch aufgewertete Verfahren und damit keine ech- te „Nullvariante“ untersucht worden waren.

## Fazit

Die vorliegende Studie zeigt, dass es mög- lich war, nach sorgfältiger Vorplanung und Durchführung von einem Feldversuch Er- gebnisse zu erhalten, welche eine kritische biometrische Prüfung erlauben. Störgrößen und variable Umweltverhältnisse konnten mit Hilfe statistischer Methoden bearbeitet und zum großen Teil standardisiert werden.