

## Lautäußerungen von Hausschweinen als Indikator für Streßreaktionen

LARS SCHRADER und CLAUDIA ROHN

Institut für Verhaltensbiologie der FU Berlin  
in Zusammenarbeit mit dem Institut für Tierzucht und Tierverhalten der FAL

### 1 Einleitung

Bereits Darwin (1872) behandelte in seinem Werk "Der Ausdruck der Gemüthsbewegungen bei dem Menschen und den Thieren" ausführlich die Beziehung zwischen dem Ausdrucksverhalten der Tiere und deren innerem Zustand. Gerade für die angewandte Ethologie hat dieser Zusammenhang eine große Aktualität. Das Ausdrucksverhalten der Nutztiere könnte als nichtinvasive Methode genutzt werden, psychophysische Belastungen zu erfassen, um darüber die Auswirkungen von Haltungsbedingungen besser beurteilen zu können.

Zum Ausdrucksverhalten von Tieren gehören deren Mimik, Gestik und Lautäußerungen. Gerade bei Nutztieren ist das mimische und gestische Ausdrucksverhalten jedoch nicht besonders gut ausgeprägt. Zudem lassen sich Veränderungen in Mimik und Gestik zwar nahezu vollständig über Videoaufnahmen erfassen, eine detaillierte Auswertung von Videoaufzeichnungen ist jedoch mit hohem zeitlichen und technischen Aufwand verbunden (z. B. Einzelbildanalyse). Demgegenüber hat der akustische Kanal den Vorteil, daß Lautäußerungen vollständig erfaßt werden können und die Analyse der Lautäußerungen dank digitaler, computergestützter Systeme mit einer physikalisch exakten Genauigkeit durchgeführt werden kann. In letzter Zeit wurden zudem Methoden entwickelt, mit denen es möglich ist, Parameter zu berechnen, die bestimmte Frequenzstrukturen der Laute in ihrem zeitlichen Verlauf charakterisieren. Hierdurch läßt sich die Qualität der Laute (also deren Klangeigenschaften) auch quantitativ bestimmen (Marx, 1994; Schrader und Hammerschmidt, im Druck).

Hausschweine sind für die Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Lautqualität und psychophysischen Zustand besonders geeignet. Sie sind vokal äußerst aktiv und verfügen über ein großes Lautrepertoire, wobei die einzelnen Lauttypen hochvariabel sind und ineinander übergehen können. Nur wenige Laute werden von Schweinen kontextspezifisch eingesetzt (z. B. während des Säugens). Daher scheint ihre Lautgebung in engem Zusammenhang mit ihrem inneren Zustand zu stehen (Kiley, 1972; Klingholz und Meynhardt, 1979; Klingholz et al., 1979). Es wurde sogar vorgeschlagen, die Lautäußerungen der Schweine als diagnostisches Hilfsmittel für Veterinärmediziner einzusetzen (Dimigen, 1970).

Zur Beurteilung der physiologischen Belastung hat sich das Streßkonzept bewährt. Um zunächst grundlegende Erkenntnisse über die Beziehung zwischen Lautqualität und innerem Zustand beim Hausschwein zu erlangen, setzten wir daher in einem ersten Experiment Hausschweine einer streßinduzierenden Situation aus (soziale Separation) und erfaßten parallel zu den Lautäußerungen der Tiere streßphysiologische Parameter (Streßhormone). Wir wollten also testen, ob und in welcher Weise in den Lauten

Information über eine streßphysiologische Reaktion des Senders kodiert ist.

Ausgehend von den Ergebnissen des Experiments 1 wollten wir in einem zweiten Experiment überprüfen, ob arteigene Lautäußerungen unterschiedlicher Qualität eine streßmodulierende Wirkung auf Hausschweine haben. Mit diesem Versuch sollte daher getestet werden, ob ein Empfänger die Lautqualitäten unterscheiden kann, und ob diese Laute wiederum den psychophysischen Zustand des Empfängers beeinflussen können. Hierzu wurden den Tieren in einer streßinduzierenden Situation (soziale Separation) Sequenzen von "Kontaktgrunzern" bzw. "Schreien" vorgespielt. Die Reaktion der Tiere auf die Vorspiele wurde durch die Protokollierung ihres akustischen sowie nichtakustischen Verhaltens und ihrer Herzfrequenz erfaßt.

Im folgenden stellen wir Teilaspekte dieser Versuche im Überblick dar.

### 2 Material und Methoden

#### 2.1 Experiment 1

Versuchstiere waren acht kastrierte männliche Hausschweine (Deutsches Edelschwein) im Alter von ca. sechs Monaten. Über einen Zeitraum von zehn Tagen wurde jedes Tier einmal täglich zu jeweils wechselnden Zeiten für eine Stunde in einer Testbox (120 cm x 170 cm) von seinen Gruppenmitgliedern sozial separiert. Blut wurde den Tieren jeweils am 1., 2., 3., 6. und 10. Versuchsdurchgang entnommen. Drei Tage vor dem Versuchszeitraum wurde den Tieren hierzu ein Dauerkatheter gelegt (Ladewig und Stribny, 1988). Während der Versuche wurde der Katheter verlängert, so daß die Blutentnahme aus einem benachbarten Raum erfolgen konnte. Blut wurde den Tieren jeweils 20 Minuten vor Testbeginn, während der einstündigen Tests alle 10 Minuten, sowie 20 Minuten und 40 Minuten nach dem Test entnommen.

Die Protokollierung des Verhaltens sowie die Kontrolle der Lautaufnahmen (auf DAT-Rekorder) erfolgte ebenfalls vom Nachbarraum aus, der mit einem Einwegspiegel zur Testbox ausgestattet war.

Die Laute wurden zunächst mit dem Programm SIGNAL (Engineering Design, Boston) digitalisiert und als Spektrogramm dargestellt (Abbildung 3). Mit selbst entwickelten Programmen wurden aus den als Wertematrix (Frequenz/Zeit/Amplitude) vorliegenden Spektrogrammen dann bestimmte Lautstrukturen berechnet, die anschließend parametrisiert wurden.

Mittels Radioimmunoassay wurden in den Blutproben die Konzentrationen von Cortisol und ACTH bestimmt. Die Titer der Katecholamine Adrenalin und Noradrenalin im Blutplasma wurden über HPCL gemessen.

## 2.2 Experiment 2

Versuchstiere waren 32 weibliche Ferkel (Deutsche Landrasse) im Alter von 10 Wochen. Für die Versuche wurden die Tiere von ihrer Gruppe in einer Testbox (200 x 200 cm) sozial separiert. Während der Tests wurden den Tieren entweder Serien von

"Schreien" gleichaltriger Artgenossen vorgespielt oder Serien von "Kontaktgrunzern". Jeder Test dauerte 20 Minuten, wobei ihnen jeweils viermal für zwei Minuten die arteigenen Laute vorgespielt wurden. Zwischen den Vorspielen lagen drei Pausen von jeweils vier Minuten. Jedes Tier wurde in beiden Vorspielversuchen getestet, wobei die Reihenfolge jeweils wechselte.

Während der Tests wurde das Verhalten der Tiere protokolliert und ihre Herzfrequenz mit dem Polar Sport Tester (Polar Electro OY Kempele, Finnland) aufgezeichnet.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Experiment 1

Um Zusammenhänge zwischen den einzelnen Lautparametern und den Hormonen aufzudecken, wurden Rangkorrelationen (nach Spearman) zwischen den mittleren Hormontitern der Tiere in den Tests und den entsprechenden Mittelwerten der akustischen Parameter berechnet. Um die Werte der verschiedenen Versuchstiere zusammenfassen zu können, wurden die Werte der einzelnen Tiere jeweils über eine z-Transformation normiert.

In Abbildung 1 sind exemplarisch die Korrelogramme zwischen dem Frequenzschwerpunkt der Laute, der Modulation des Frequenzschwerpunktes und dem Frequenzrange der Laute mit dem Adrenalin titer dargestellt. Zu erkennen sind deutliche positive Korrelationen dieser Lautparameter mit der Höhe des Adrenalin titers.

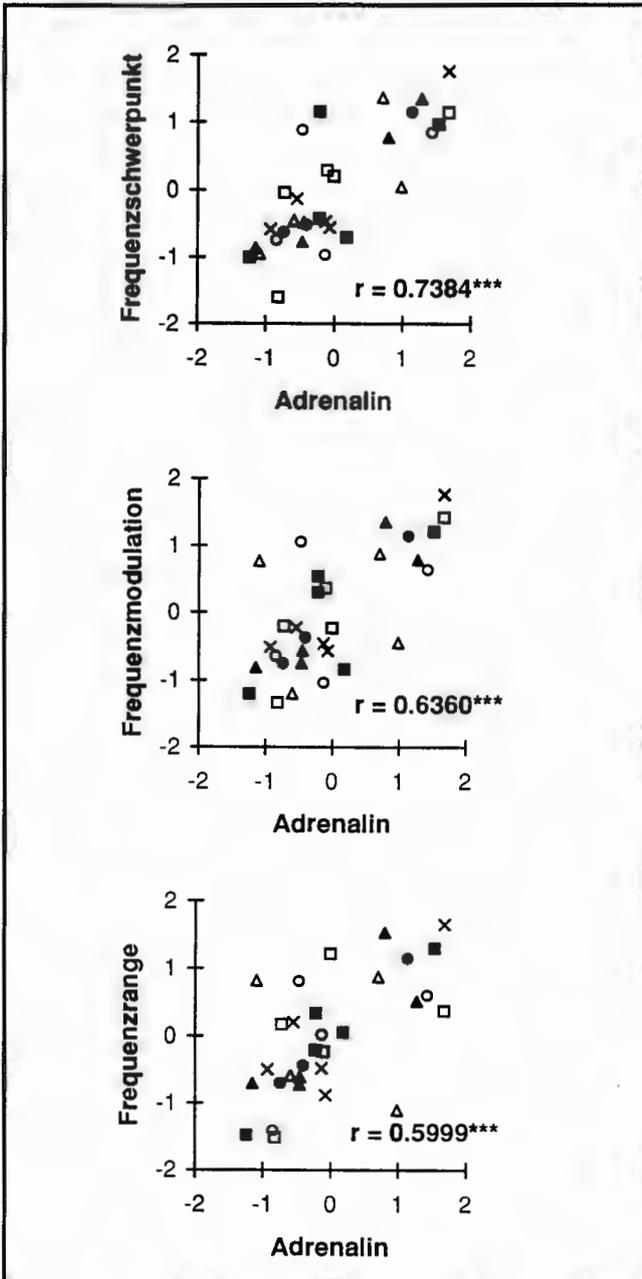


Abbildung 1: Korrelogramme (a) des Frequenzschwerpunktes, (b) der Modulation des Frequenzschwerpunktes und (c) dem Frequenzrange der Laute mit dem Adrenalin titer. Unterschiedliche Punkte markieren jeweils die z-transformierten Werte der verschiedenen Individuen. Angegeben ist der Korrelationskoeffizient (nach Spearman) mit dem Signifikanzniveau ( $\alpha \leq 0.001$ )

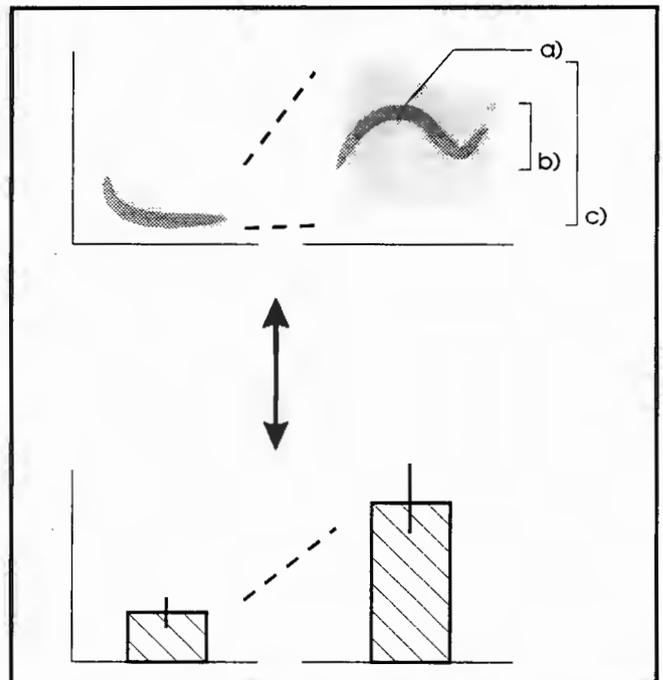


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Zusammenhangs zwischen Lautqualität und Adrenalin titer. Oben: Veränderung der Lautqualität (a: Frequenzschwerpunkt, b: Modulation des Frequenzschwerpunktes, c: Frequenzrange). Unten: Veränderung des Adrenalin titers

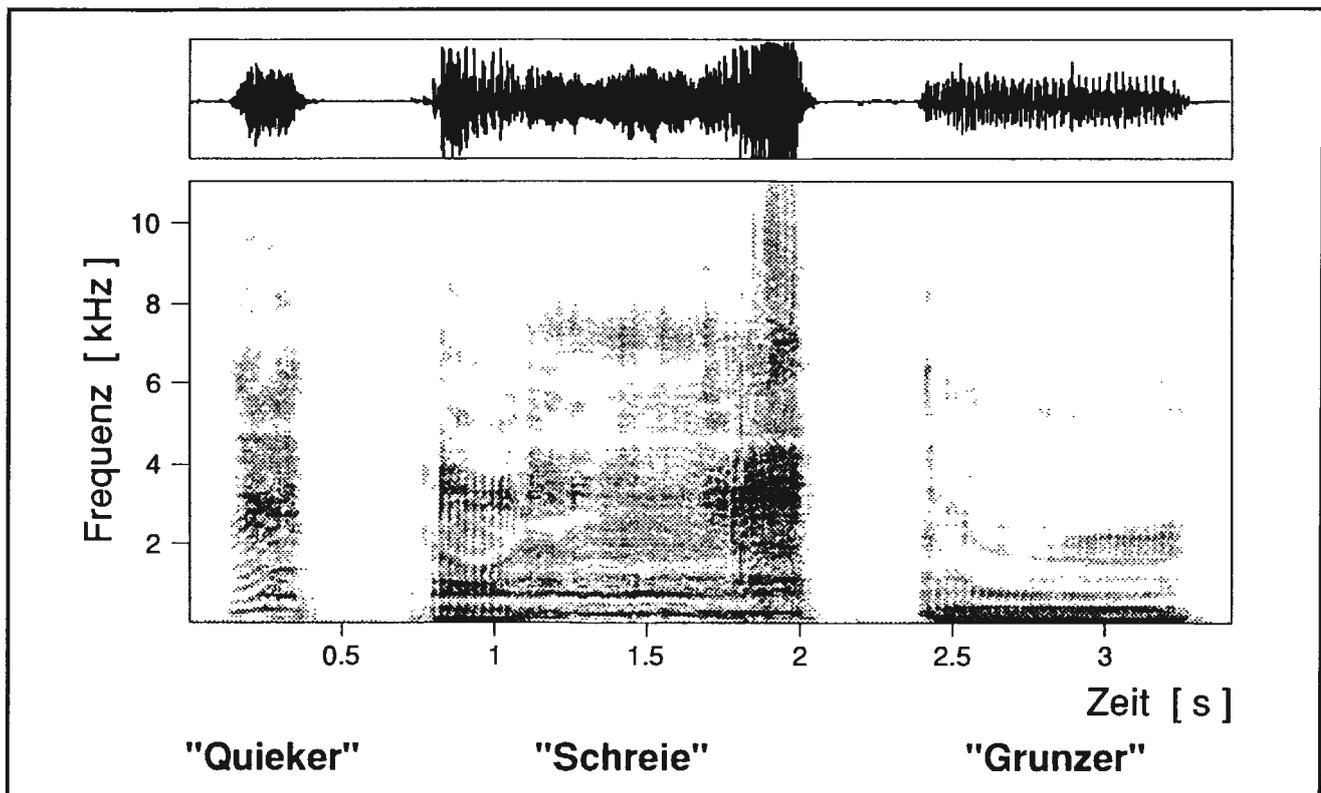


Abbildung 3: Amplitude (oben) und Spektrogramme (unten) der mittels Clusteranalyse gefundenen drei Lauttypen "Quieker", "Schreie" und "Grunzer"

In Abbildung 2 sind die Korrelationen der Lautparameter mit dem Adrenalin titer als Schema veranschaulicht. Mit zunehmender Höhe der Adrenalinausschüttung verlagerte sich der Frequenzschwerpunkt in höhere Frequenzbereiche, waren Frequenzstrukturen der Laute über die Zeit stärker moduliert und ihre Energie war über einen breiteren Frequenzbereich verteilt.

Zusammenhänge mit den anderen Hormonen (Cortisol, ACTH und Noradrenalin) wurden nicht gefunden.

Um zu überprüfen, ob es bestimmte Laute gibt, die einen erhöhten Adrenalin titer anzeigen, wurden die Laute typisiert. Dies erfolgte mit einer Clusteranalyse, die aufgrund der jeweiligen Parameterwerte die einzelnen Laute in drei Gruppen aufteilte (Abbildung 3). Die Laute der ersten Gruppe waren durch kurze Dauern und hohe Energieanteile in hochfrequenten Bereichen gekennzeichnet. Lautmalerisch ließen sie sich als "Quieker" beschreiben. Laute aus der zweiten Gruppe hatten lange Dauern, einen ausgedehnten Frequenzbereich, stärker modulierte Frequenzstrukturen und insgesamt eine hohe Amplitude. Sie ließen sich am ehesten als "Schreie" bezeichnen. Die Laute der dritten Gruppe hatten ihre Hauptenergie in tieffrequenten Bereichen und ihre Frequenzstrukturen waren kaum moduliert. Sie ließen sich als "Grunzer" charakterisieren. Insgesamt machten die "Quieker" und "Schreie" nur einen Anteil von 9 % an den Gesamtvokalisationen während der Versuche aus und wurden nur phasenweise geäußert. Sie wurden für die Auswertung zusammengefaßt.

Um zu testen, ob der Adrenalin titer mit diesen Lauttypen kovarierte, wurden für jedes Tier diejenigen Adrenalinwerte ermittelt, die aus Blutproben während Phasen mit vermehrter Äußerung von "Quiekern" und "Schreien" stammten bzw. aus Phasen, während

derer diese Lauttypen nur vereinzelt oder gar nicht geäußert wurden.

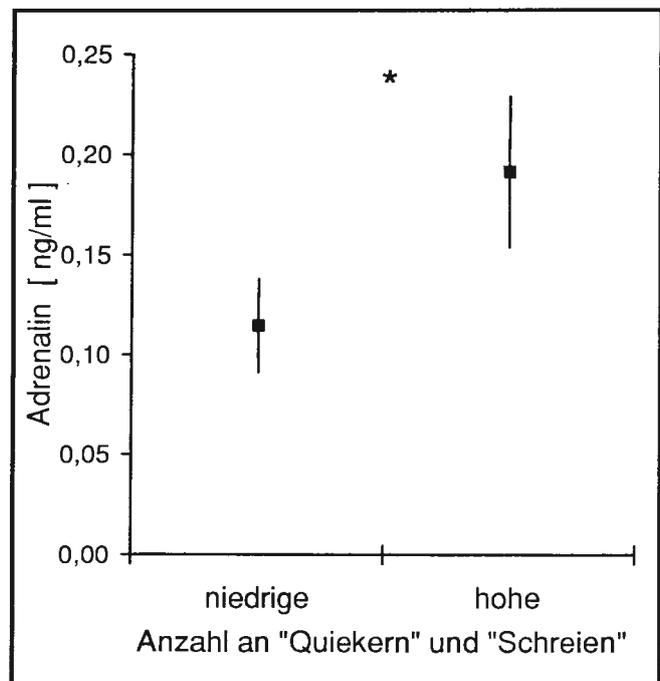


Abbildung 4: Adrenalin titer (Mittelwerte  $\pm$  SE) in Phasen mit niedriger Anzahl und in Phasen mit hoher Anzahl an "Quiekern" und "Schreien". (Wilcoxon,  $\alpha \leq 0.05$ )

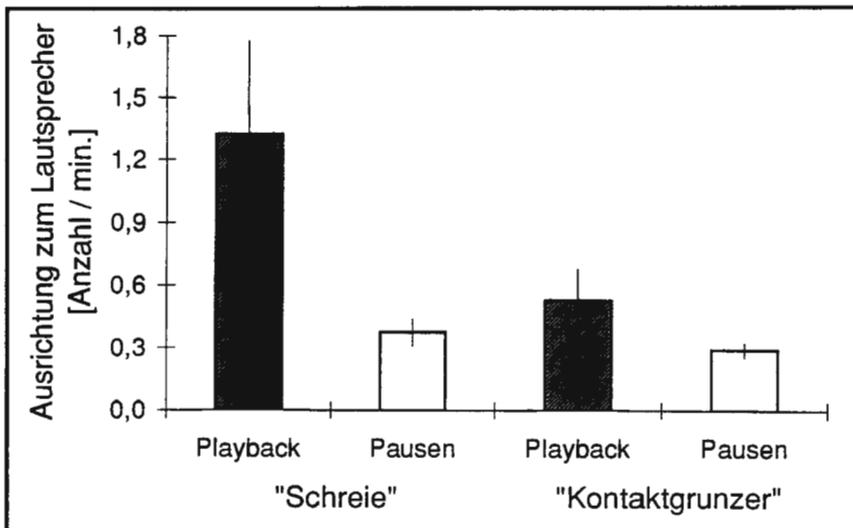


Abbildung 5: Relative Häufigkeit der Ausrichtung der Tiere zum Lautsprecher (Mittelwert  $\pm$  SE) während der Vorspielversuche mit "Schreien" und mit "Kontaktgrunzern". Dunkle Säulen: Werte der Intervalle mit Vorspiel. Helle Säulen: Werte der Intervalle ohne Vorspiel

Während solcher Phasen, in denen die Tiere vermehrt "Quieter" und "Schreie" äußerten, waren die Adrenalin-titer signifikant höher als während Phasen, in denen diese Laute nicht bzw. vereinzelt geäußert wurden (Abbildung 4).

### 3.2 Experiment 2

Zunächst wurde geprüft, ob die Tiere überhaupt auf die Vorspiele der artigenen Laute reagierten. Als Indikator für eine Reaktion kann das Ausrichten auf den Lautsprecher gelten. Sowohl während der Phasen, in denen "Schreie" vorgespielt wurden, als auch in den Phasen, in denen "Kontaktgrunzer" vorgespielt wurden, richteten sich die Tiere häufiger zum Lautsprecher aus als in den Pausen zwischen den Vorspielen (Abbildung 5). Zu erkennen ist außerdem, daß sich die Tiere häufiger den "Schreien" zuwandten.

Unterschiede zwischen beiden Vorspielqualitäten zeigten sich auch in anderen Verhaltensparametern. In den Pausen ohne Vorspiel lagen die Tiere in beiden Versuchen gleich lang, wobei mit zunehmender Testzeit die Dauer des Liegens beständig zunahm (Abbildung 6). Unterschiede zwischen beiden Vorspielqualitäten zeigten sich hingegen während der Vorspiele. Insgesamt lagen die Tiere während der Vorspiele der "Kontaktgrunzer" länger als während der Vorspiele der "Schreie". Interessan-

terweise stieg die Liegedauer während der Vorspiele der "Schreie" auch später an, als während der Vorspiele der "Kontaktgrunzer".

Auch in der Herzfrequenz zeigten sich Unterschiede zwischen den beiden Vorspielqualitäten. Während der Vorspiele der "Schreie" war die Herzfrequenz der Tiere signifikant höher als in den Phasen ohne Vorspiel (Abbildung 7). Beim Vorspiel der "Kontaktgrunzer" war die Herzfrequenz hingegen während der Vorspiele tendenziell niedriger als in den Phasen ohne Vorspiel. Dies bestätigt sich bei Betrachtung des Verlaufs der Herzfrequenz über die einzelnen Testphasen (Abbildung 8). Zu erkennen ist, daß während beider Vorspielqualitäten die Herzfrequenz kontinuierlich abnahm. In den Vorspielversuchen mit den "Schreien" verläuft die Kurve unregelmäßig, wobei die Herzfrequenz der Tiere in den Phasen ohne Vorspiel niedriger war als während der darauffolgenden Vorspiele. Während der Versuche mit den "Kontaktgrunzern" nahm die Herzfrequenz hingegen kontinuierlich ab.

### 4 Diskussion

Die Ergebnisse des Experimentes 1 weisen auf eine Beziehung zwischen der Lautqualität und der Höhe der Adrenalinausschüttung bzw. einer Aktivierung der Sympatho-Adrenomedullären

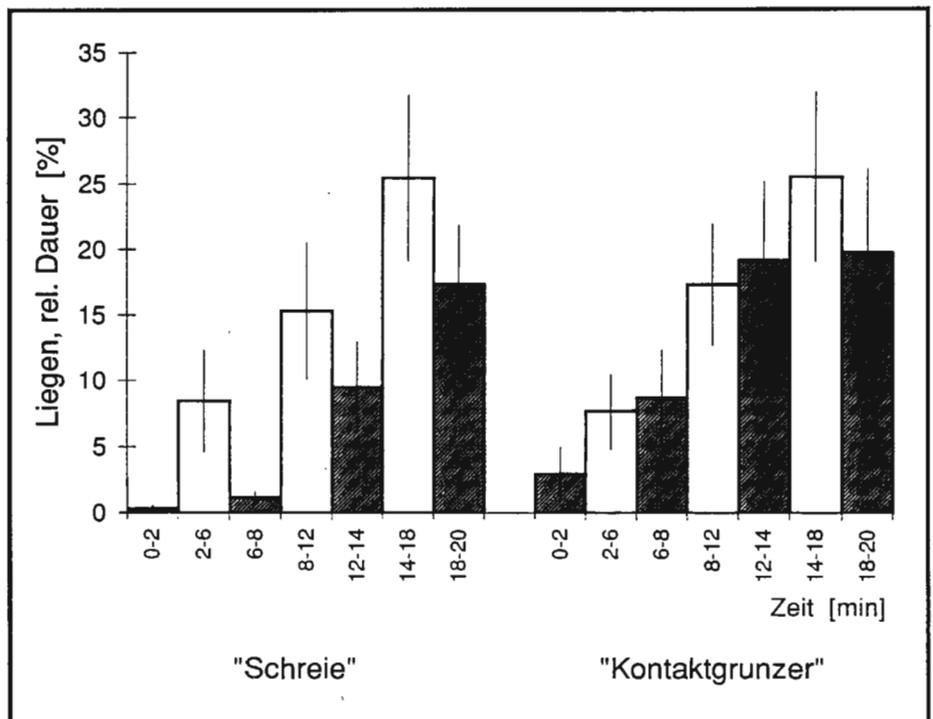


Abbildung 6: Relative Dauer des Liegens (Mittelwert  $\pm$  SE) während der Vorspielversuche mit "Schreien" und mit "Kontaktgrunzern". Dunkle Säulen: Intervalle mit Vorspiel. Helle Säulen: Intervalle ohne Vorspiel

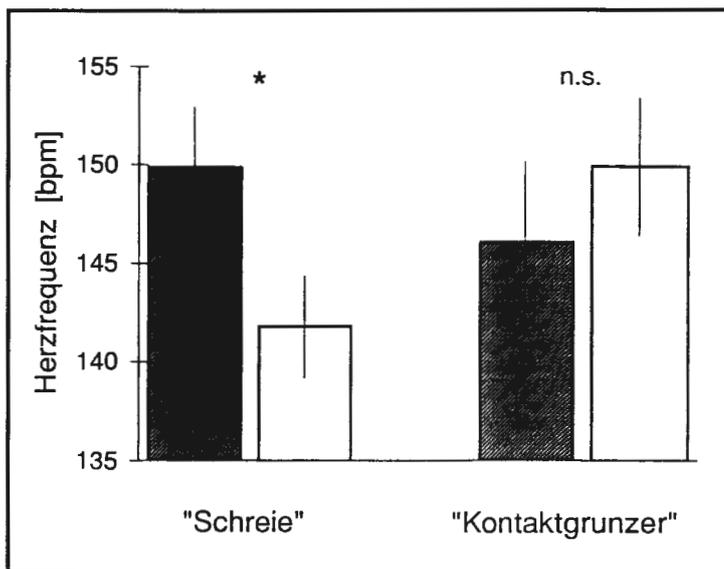


Abbildung 7: Höhe der Herzfrequenz (Mittelwert  $\pm$  SE) während der Vorspielversuche mit "Schreien" und mit "Kontaktgrunzern". Dunkle Säulen: Werte der Intervalle mit Vorspiel. Helle Säulen: Werte der Intervalle ohne Vorspiel (Wilcoxon,  $\alpha \leq 0.05$ )

Achse hin. Zum einen ergaben sich positive Korrelationen zwischen der Höhe des Adrenalintiters im Blutplasma und dem Frequenzschwerpunkt der Laute, der Modulation des Frequenzschwerpunktes und dem Frequenzrange der Laute. Das heißt, mit zunehmender Adrenalinausschüttung wurden die Laute "schriller" und "geräuschhafter". Zum anderen kovarierte der Adrenalintiter mit dem Auftreten bestimmter Lauttypen ("Quieker" und "Schreie"). Die Qualität der Lautäußerungen von Hauschweinen zeigte somit eine spezifische Streßreaktion an.

In Arbeiten zum Einfluß von Emotionen und vegetativem Nervensystem auf den Stimm Ausdruck beim Menschen wurde bei einer Aktivierung des Sympathikus eine Verschiebung der Lautenergie in höhere Frequenzbereiche, eine erhöhte Modulation von Frequenzstrukturen und ein Anstieg geräuschhafter Anteile in der Stimme beschrieben (Trojan, 1952; Williams and Stevens, 1972; Scherer, 1986). Genau diese Veränderungen fanden wir auch in unseren Versuchen beim Hauschwein.

Wir nehmen allerdings an, daß der von uns gefundene Zusammenhang zwischen dem Adrenalintiter der Tiere und ihrer Lautqualität nicht auf einen unmittelbaren Einfluß der Sympatho-Adrenomedullären Achse auf den lautproduzierenden Apparat zurückzuführen ist. Neuroethologische Studien haben gezeigt, daß - anders als beim Menschen - die Phonation bei nichtmenschlichen Primaten von Strukturen des limbischen Systems (u. a. der Amygdala) gesteuert wird (Jürgens, 1988). Da über diese Gehirnstrukturen auch das sympathische Nervensystem aktiviert wird (Henry and Stephens, 1977), könnten die von uns gefundenen Zusammenhänge zwischen Lautqualität und Adrenalintiter daher mit einer

Beeinflussung des lautproduzierenden Apparates bei gleichzeitiger Aktivierung des Sympathikus durch Strukturen des limbischen Systems erklärt werden.

Schweine zeigen ein ausgeprägtes Sozialverhalten und ein offensichtlich starkes Kontaktbedürfnis (Gundlach, 1968). Auf soziale Separation reagieren Schweine mit einer deutlich erhöhten Lautaktivität (Fraser, 1974). Als biologische Funktion der Vokalisationen kann daher angenommen werden, daß die Tiere versuchen, über die Lautäußerungen Kontakt zu Gruppenmitgliedern herzustellen. Der von uns gefundene Zusammenhang zwischen der Adrenalinausschüttung und der Qualität der Lautäußerungen weist darauf hin, daß sich zudem in den Vokalisationen die Erregung der Tiere abbildet. Funktionell könnte demnach der Grad des Bedürfnisses der Tiere nach Kontakt in ihren Lauten kodiert sein.

In Untersuchungen zur Funktion der Laute von Ferkeln fanden Weary and Fraser (1995), daß ein unterschiedliches Bedürfnis der Ferkel - hier nach Säugung durch die Sau - mit der Qualität ihrer Laute kovarierte. Geiss und Schrader (1996) fanden bei Weißbüscheläffchen (*Callithrix j. jacchus*) ebenfalls Hinweise darauf, daß neugeborene Äffchen ihr Bedürfnis nach einem Wechsel der Betreuung in den Variationen eines bestimmten Lautes kodieren. Die Lautqualität bei Weißbüscheläffchen kovarierte auch mit der Qualität der Separation (mit/ohne visuellen/auditorischen Kontakt) zweier Tiere voneinander (Schrader und Todt, 1993). Hammerschmidt et al., (1994) interpretierten die abendlichen Vokalisationen von Jungtieren bei Berberaffen (*Macaca sylvanus*) als Signal, daß diese noch keinen adäquaten Schlafpartner gefunden haben, und die Tiere somit ebenfalls ihr soziales Bedürfnis anzeigen.

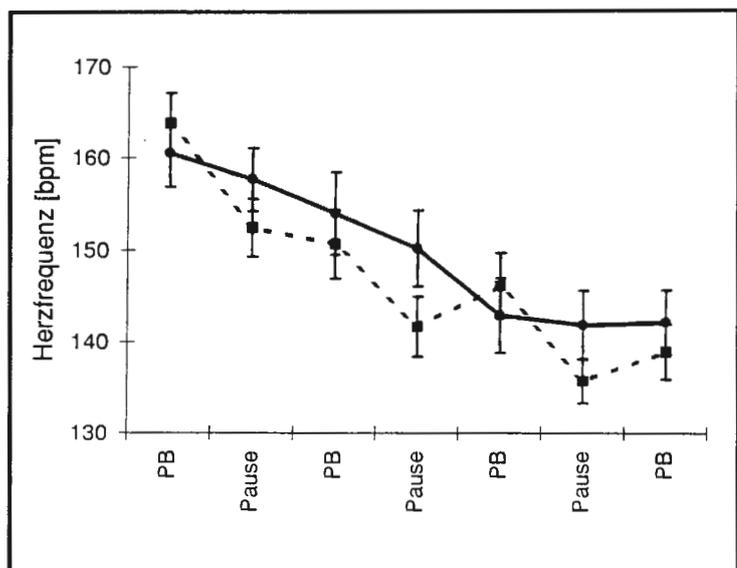


Abbildung 8: Zeitlicher Verlauf der Höhe der Herzfrequenz (Mittelwert  $\pm$  SE) über die Testintervalle (PB: Intervalle mit Vorspiel, Pause: Intervalle ohne Vorspiel). Durchgezogene Linie: Werte aus den Vorspielversuchen mit "Kontaktgrunzern". Gestrichelte Linie: Werte aus den Vorspielversuchen mit "Schreien"

Da das Äußern von "Schreien" und "Quiekern" im Experiment 1 mit einer erhöhten Adrenalinausschüttung kovarierte, wollten wir im Experiment 2 überprüfen, ob die Tiere auf diese Lautqualitäten auch unterschiedlich reagieren. Während des Vorspiels der "Schreisequenzen" war die Herzfrequenz der Tiere erhöht, während sie in diesem Test weniger und später Ruheverhalten (Liegen) zeigten, als während des Vorspiels der "Kontaktgrunzer". Offenbar schien das Vorspiel von "Schreien" die Streßreaktion zu verstärken. Das Vorspiel der "Kontaktgrunzer" führte zwar auch zu einem Aufmerken der Tiere (Ausrichtung zum Lautsprecher). Eine Verstärkung der Streßreaktion hatte das Vorspiel der "Kontaktgrunzer" jedoch nicht zur Folge. Tendentiell zeigte die Verminderung der Herzfrequenz während des Vorspiels im Vergleich zur Höhe der Herzfrequenz in den Phasen ohne Vorspiel sogar eine Reduzierung der Streßreaktion an.

Diese Reaktionen zeigen, daß die Tiere die beiden Lautqualitäten unterscheiden konnten. Darüber hinaus hatten die Laute offenbar auch einen modulierenden Einfluß auf die Streßreaktionen der Empfänger. Die Erhöhung der Herzfrequenz während des Vorspiels der "Schreisequenzen" könnte ebenfalls auf eine Aktivierung der Sympatho-Adrenomedullären Achse verweisen. Bereits von Mickwitz und Grund (1970) beobachteten, daß "Schreie" von Artgenossen zu einem Anstieg der Herzfrequenz bei Hausschweinen führen können. Obwohl die Herzfrequenz auch bei Schweinen stark mit der motorischen Aktivität der Tiere zusammenhängt (Thielscher, 1986), kann die Herzfrequenz allein durch psychische Belastung beeinflusst werden (Hansen, 1994; Schwarze, 1995). Dies dürfte auf die Innervierung des Herzmuskels durch postganglionäre Axone des Sympathikus zurückzuführen sein. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die tendentielle Erniedrigung der Herzfrequenz während des Vorspiels der "Kontaktgrunzer", die auf eine beruhigende Wirkung dieser Laute hinweisen könnte.

Insgesamt zeigen unsere Untersuchungen, daß die Lautqualität bei Hausschweinen als Indikator für bestimmte Streßreaktionen genutzt werden kann. Darüber hinaus weisen die Ergebnisse darauf hin, daß das Vorspiel bestimmter Laute eine modulierende Wirkung auf die Belastungsreaktion der Tiere hat. Weiterführend sollten detailliertere Untersuchungen über die biologischen Grundlagen der hier vorgestellten Beziehungen durchgeführt werden. Zum Beispiel könnten über die Beeinflussung zentralnervöser Transmittersysteme weitere Erkenntnisse über die Beziehung zwischen Lautqualität und internen Zustandsänderungen gewonnen werden. Aufbauend auf unseren Ergebnissen erscheinen auch stärker anwendungsorientierte Untersuchungen vielversprechend. So sollte auch unter konventionellen Haltungsbedingungen zum einen die Eignung der Lautäußerungen als Indikator psychophysischer Belastung überprüft werden, zum anderen die Möglichkeit, den psychophysischen Zustand der Tiere durch das Vorspiel artgener Laute zu beeinflussen.

### Zusammenfassung

Mit unseren Untersuchungen wollten wir prüfen, ob sich in der Qualität der Lautäußerungen von Hausschweinen eine psychophysische Belastung der Tiere abbildet. Zwei Fragen wurden von uns getestet:

(a) Zeigen sich Zusammenhänge zwischen Lautqualität und streßphysiologischen Parametern?

(b) Haben Laute unterschiedlicher Qualität eine unterschiedliche Wirkung auf artgleiche Empfänger?

In Experiment 1 wurden acht Hausschweine an zehn aufeinanderfolgenden Tagen jeweils für eine Stunde einer streßinduzierenden Situation (soziale Separation) ausgesetzt. In den Tests wurden die Lautäußerungen kontinuierlich aufgezeichnet und zur Bestimmung von Streßhormonen (Adrenalin, Noradrenalin, Cortisol und ACTH) wurden in zehnminütigen Abständen Blutproben entnommen. Analysiert wurden Korrelationen zwischen bestimmten, die Lautqualität charakterisierenden Parametern und den Hormontitern. Ferner wurden statistisch Lauttypen klassifiziert, um deren Kovariationen mit den Hormontitern zu bestimmen. Ausgehend von den Ergebnissen des Experiments 1 wurden im zweiten Experiment insgesamt 32 Hausschweinen während 20 minütiger sozialer Separationen Sequenzen von (a) "Schreien" oder (b) "Kontaktgrunzern" vorgespielt, wobei sich jeweils Phasen mit Vorspiel (2 min.) und Phasen ohne Vorspiel (4 min.) abwechselten. Die Reaktionen der Tiere auf diese Playbacks wurde durch die Protokollierung ihres Verhaltens und die Registrierung ihrer Herzfrequenz erfaßt.

Im Experiment 1 zeigten sich deutliche Korrelationen zwischen dem Frequenzschwerpunkt der Laute, der Modulation bestimmter Frequenzstrukturen und dem Frequenzrange mit dem Adrenalin-titer im Blutplasma. Während Phasen, in denen vermehrt bestimmte Lauttypen ("Quieker" und "Schreie") geäußert wurden, war der Adrenalin-titer im Blutplasma signifikant erhöht. In Experiment 2 zeigten die Tiere signifikant unterschiedliche Reaktionen auf das Vorspiel der beiden Lautqualitäten. Das Ruheverhalten (Liegen) der Tiere war während der "Schreisequenzen" niedriger als während der Sequenzen mit "Kontaktgrunzern". Die Herzfrequenz der Tiere war während des Vorspiels der "Schreisequenzen" gegenüber den Phasen ohne Vorspiel signifikant erhöht.

Die Ergebnisse zeigen, daß sich in der Lautqualität von Hausschweinen eine Streßreaktion, die Aktivierung der Sympatho-Adrenomedullären Achse, abbildete. Die unterschiedliche Reaktion der Tiere auf das Vorspiel der beiden Lautqualitäten weisen auf einen streßmodulierenden Einfluß der Lautäußerungen beim Empfänger hin.

### The quality of pig vocalisations as an indicator for a stress response

The aim of the study was to reveal relationships between the quality of vocalisations and the internal state in domestic pigs. We focused on two questions: (a) Are there relations between the quality of vocalisations and the physiological stress response? (b) Do playbacks of different types of vocalisations have different effects on the subjects?

In order to induce a stress response in experiment 1 we separated each of eight pigs from their groupmates for one hour on each of ten consecutive days. During tests we recorded vocalisations continuously and sampled blood at intervals of ten minutes. We analysed the vocalisations using a multi-parametric approach that enabled us to quantify the quality of vocalisations by a set of spe-

cific parameters. In addition we classified the vocalisations using cluster analysis in order to test for covariations between vocal types and stress hormones. Blood samples were analysed for levels of adrenalin, noradrenalin, cortisol and ACTH. Based on the results of experiment 1 in a second experiment we played sequences of "screams" or sequences of "grunts" to 32 subjects. Each test lasted 20 minutes during which playbacks (2 min.) were alternated by phases with no playbacks (4 min.). Within tests we recorded the behaviour as well as the heart rate of subjects.

In experiment 1 the level of adrenalin correlated significantly with the centre frequency, the modulation of particular frequency structures and the frequency range of vocalisations. In phases in which subjects frequently produced specific vocal types ("squeals" and "screams") the level of adrenalin was significantly higher than in other phases. In experiment 2 the pigs reacted significantly different to the different playbacks. Resting was lower during "scream"-playbacks compared to playbacks with "grunts". During the phases in which "screams" were played the heart rate of subjects was significantly higher than in phases with no playbacks.

Our results suggest that the quality of pig vocalisations may serve as an indicator for a specific stress response, the activation of the sympathetic adrenal medullary system. The different reactions to playback of the two qualities of vocalisations indicate that specific vocalisations might modulate the stress response of the receiver.

#### Danksagung

Wir möchten uns herzlich bei Dr. Beate Bün ger und Dr. Jan Lade wig bedanken, die uns stets beratend zur Seite standen. Unser Dank gilt auch allen Mitarbeitern des Institutes für Tierzucht und Tierverhalten in Trenthorst, die uns bei der Analyse der Blutproben und der Durchführung der Versuche tatkräftig unterstützt haben.

#### Literatur

- Darwin, C. (1872) (reprint): Der Ausdruck der Gemüths-bewegungen bei dem Menschen und den Thieren. - Greno, Frankfurt/Main.
- Dimigen, J. (1970): Über die Lautäußerungen des Schweines. - Dtsch. tierärztl. Wschr., 77, S. 125-152.
- Fraser, D. (1974): The vocalizations and other behaviour of growing pigs in an "open field" test. - Appl. Anim. Ethol., 1, S. 3-16.
- Geiss, S. and Schrader, L. (1996): Temporal and structural features of infant calls in relation to caregiving behaviour in common marmosets, *Callithrix j. jacchus*. - Behav. Process., 38, S. 183-191.
- Gundlach, H. (1968): Brutfürsorge, Brutpflege, Verhaltensontogenese und Tagesperiodik beim Europäischen Wildschwein (*Sus scrofa* L.). - Z. Tierpsychol., 25, S. 955-995.
- Hammerschmidt, K., Ansoerge, V., Fischer, J. and Todt, D. (1994): Dusk calling in barbary macaques (*Macaca sylvanus*): Demand for social shelter. - Am. J. Primatol., 32, S. 277-289.
- Hansen, S. (1994): Veränderungen von Verhalten und Herzfrequenz als Anpassungsvorgänge bei wiederholtem Futterentzug von Hausschweinen (*Sus scrofa domestica*), - Diplomarbeit, FU Berlin.
- Henry, J. P. and Stephens, P. M. (1977): Stress, health, and the social environment. A sociobiologic approach to medicine. - Springer Verlag, New York.
- Jürgens, U. (1988): Central control of monkey calls. - In: Todt, D., Goedeeking, P. and Symmes, D. (eds.): Primate vocal communication. - Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, S. 162-167.
- Kiley, M. (1972): The vocalizations of ungulates, their causation and function. - Z. Tierpsychol., 31, S. 171-222.
- Klingholz, F. und Meynhardt, H. (1979): Lautinventare der Säugetiere - diskret oder kontinuierlich?. - Z. Tierpsychol., 50, S. 250-264.
- Klingholz, F., Siegert, C. und Meynhardt, H. (1979): Die akustische Kommunikation des Europäischen Wildschweines (*Sus scrofa* L.). - Zool. Garten N.F. Jena, 49, S. 277-303.
- Ladewig, J. and Stribrny, K. (1988): A simplified method for the stress free continuous blood collection in large animals. - Laboratory Animal Sciences, 38, S. 333-334.
- Marx, G. (1994): Entwicklung einer Methode zur numerischen Lautanalyse. - Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 149.
- Scherer, K. R. (1986): Vocal affect expression: A review and a model for future research. - Psychological Bulletin, 99, S. 143-165.
- Schrader, L. and Todt, D. (1993): Contact call parameters covary with social context in common marmosets, *Callithrix j. jacchus*. - Anim. Behav., 46, S. 1026-1028.
- Schrader, L. and Hammerschmidt, K. (im Druck): Computer-aided analysis of acoustic parameters in animal vocalizations: A multi-parametric approach. - Bioacoustics.
- Schwarze, C. (1995): Der Einfluß frühen postnatalen Handlings auf die verhaltensphysiologische Reaktion von Schweinen (*Sus scrofa domestica*) in verschiedenen Testsituationen. - Diplomarbeit, FU Berlin.
- Thielscher, H.-H. (1986): Das Herz/Kreislaufsystem bei freilaufenden Schweinen der Deutschen Landrasse. - Tierärztl. Umschau, 41, S. 330-336.
- Trojan, F. (1952): Experimentelle Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen dem Ausdruck der Sprechstimme und dem vegetativen Nervensystem. - Folia phoniatrica, 4, S. 65-92.
- von Mickwitz, G. und Grund, H. (1970): Telemetrische Verlaufsuntersuchungen umweltbedingter Herzfrequenzänderungen beim Schwein. - Dtsch. tierärztl. Wschr., 77, S. 125-152.
- Weary, D. M. and Fraser, D. (1995): Calling by domestic piglets: Reliable signals of need? - Anim. Behav., 50, S. 1047-1055.
- Williams, C. E. and Stevens, K. N. (1972): Emotions and speech: Some acoustical correlates. - J. Acoust. Soc. Am., 52, S. 1238-1250.
- Verfasser: Schrader, Lars, Dr. rer. nat.; Rohn, Claudia, Dipl.-Biol., Freie Universität Berlin, Institut für Verhaltensbiologie, Haderslebener Str. 9, 12163 Berlin, Direktor: Prof. Dr. Dietmar Todt.