ANWENDUNG DER RECHNERGESTÜTZTEN SPRACHANALYSE IN DER LAUTANALYSE BEI NUTZTIEREN

Dr. Ralf-Bernd Laube, Gunther Marx*, Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion, Wissenschaftsbereich Haustiergenetik Geflügel- und Kleintierzucht, Arbeitsgruppe Nutztierethologie
Dr. Volker Paul, Technische Universität Dresden, Sektion 09 Informationstechnik, Bereich Akustik und Meßtechnik, Arbeitsgruppe Sprachkommunikation

Vor 10 Jahren kam es zu den ersten Kontakten zwischen der Dresdener Arbeitsgruppe "Sprachkommunikation" unter Prof. TSCHESCHNER mit den Herren HOFFMANN, SEVEKE, KORDON, PAUL, HELBIG und der Leipziger Arbeitsgruppe "Nutztierethologie". Die Dissertation von KORDON [1] führte zu ersten Vorstellungen zum Einsatz strukturanalytischer Verfahren zur Analyse von Lautäußerungen der Nutztiere. Die Lautuntersuchungen sind ein Teil der traditionellen Forschungsarbeiten zu Sinnesleistungen und zur Kommunikation bei Tieren. Ziel der Arbeiten ist die Beschreibung des Lautrepertoirs sowie seiner Veränderung in der Ontogenese mittels quantitativer numerischer Verfahren. Heute gewinnt die numerische Lautanalyse zunehmend an Bedeutung, um ethometrische Verfahren zur rückwirkungsfreien Statusdiagnose an landwirtschaftlichen Nutztieren unter deren praktischen oder experimentellen Haltungsbedingungen sowie zur Analyse von Haltungsverfahren zu entwickeln.

Am Anfang stand die Nutzung der von Dr. KORDON beschriebenen Verfahren mittels einer 20-Kanal-Analogfilterbank und nachfolgender Clusteranalyse mit dem Lernprogramm des Spracherkenners. Damit wurden Strukturanalysen an Rinder- und Kälberlauten (HUBRICH [2]; HELM [3]) sowie erste Versuche zur Beschreibung der Ontogenese bei Kälberlauten (HELEMANN [4]) unternommen.
Mit der Arbeit von MARX [5] wurde die Forschung an jungen Schweinen begonnen. Dabei standen neben den bisherigen Analyseverfahren die FFT-Analyse im Experimentiersystem für Sprachanalyse zur Verfügung. Mittels der Filterbankanalyse und Clusteranalysen wurden 347 Laute von Ferkeln 10, 20, 30, 40, 50, 60 min post partum sowie täglich am 1. bis 8. Lebenstag und am 15. Lebenstag aufgezeichnet und untersucht. Die deutlichsten Ergebnisse lieferte die numerische Auswertung des mittleren Lautspektrums und der Lautdauer. Das mittlere Lautspektrum resultiert aus der Zusammenfassung der Spektren aller Zeitfenster eines Lautes. Die Zuordnung des jeweils folgenden Spektrums zum laufenden Laut wurde durch die Grenzdistanz von 1500 definiert. Die Lautdauer der provozierten Laute liegt zwischen 0.1 und 1.73 Sekunden mit dem Mittelwert bei 0,53 Sekunden. Mit der Dauer des Hochnehmens des Ferkels ist eine Erhöhung der Lautdauer festzustellen. Eine ontogenetische Änderung der Lautdauer konnte nicht beobachtet werden. Aus dem mittleren Spektrum wurde für jeden Laut der mittlere

* jetzt im Institut für Geflügelproduktion Merbitz

Freqenzschwerpunkt nach folgender Formel berechnet:

$$f_{FS} = \frac{\sum_{i=1}^{20} E_i * f_{M\,i}}{\sum_{i=1}^{20} E_i}$$

Die Betrachtung der Mittelwerte der Einzeltiere in Abb. 1 zeigt den deutlichen Unterschied zwischen den beiden untersuchten Würfen (Tier 1 bis 3 = Wurf 1 ; Tier 4 bis 6 = Wurf 2). Diese Unterschiede entsprechen der bei Wildschweinen beobachteten individuellen Reaktion der Bachen auf Laute ihres Wurfes (KLINGHOLZ et al. [6]). Der Frequenzschwerpunkt zeigt innerhalb der ersten Stunde nach der Geburt keine gerichtete Entwicklung. In der Zeit vom ersten bis vierten Lebenstag ist eine langsame Absenkung festzustellen.

In der Arbeit von TRIEBSTEIN [7] wurde die neue Möglichkeit der Berechnung des Frequenzschwerpunktes aus den einzelnen Spektren der FFT-Analyse genutzt. Das dazu verwendete Programm lieferte für jedes Zeitfenster unter anderem auch die Lage und Höhe des Energiemaximums. Die Kurve der Frequenzschwerpunkte und der Frequenzen des Energiemaximums zeigen einen charakteristischen Verlauf. Im Falle der Frequenzschwerpunktkurve ist dieser durch 3 Phasen gekennzeichnet (vergl. Abb. 2):

1. Anstiegsphase bis zum $f(FS)_{max}$,
2. plateauartiger Verlauf im Niveau des Maximums
3. Abstiegsphase

In Vorbereitung von neuen Aktivitäten auf dem Gebiet der Ethometrie am Haushuhn im IfG Merbitz wurden von einigen Legehennen am 154. Lebenstag Isolationslaute ausgewertet. Es konnte ein Unterschied zwischen Tieren vor und nach dem Legebeginn ermittelt werden. Eine legende Henne zeigt als typischen Laut einen Kurzlaut (hier nicht dargestellt) mit hoher Intensität sowie hohen Frequenzen am Lautanfang, ausgeprägter Grundfrequenz und deutlicher Ausschwingphase mit betonten Formanten. Die Abbildung 3 zeigt den daraus resultierenden Verlauf der Frequenzschwerpunkte und Energiemaximas zweier als typisch anzusehender Laute. Dagegen ist der entsprechende Laut einer noch nicht legenden Henne (hier nicht dargestellt) durch eine verlängerte Lautdauer gekennzeichnet. Er verläuft geräuschhaft, ohne erkennbare Grundfrequenz. Der Formant mit höchster Intensistät liegt bei 900 bis 1125 Hz.

Zusammenfassend und schlußfolgernd gehen wir davon aus, daß die bisherigen Forschungen jetzt einen Stand erreicht haben, der es gestattet, die klassischen Parameter der Lautforschung um z. B. den Frequenzschwerpunkt (f_{FS}) und die Frequenz der maximalen Energie (f_{max}) mit Nutzen zu ergänzen. Mit diesen Parametern fortgeführte Forschungen werden in einem absehbaren Zeitraum erste in der Tierhaltung praktisch nutzbare Ergebnisse bringen.

Abb. 1 Frequenzschwerpunkt der mittleren Spektren

Mittelwert der Einzellaute für die Tiere 1-6

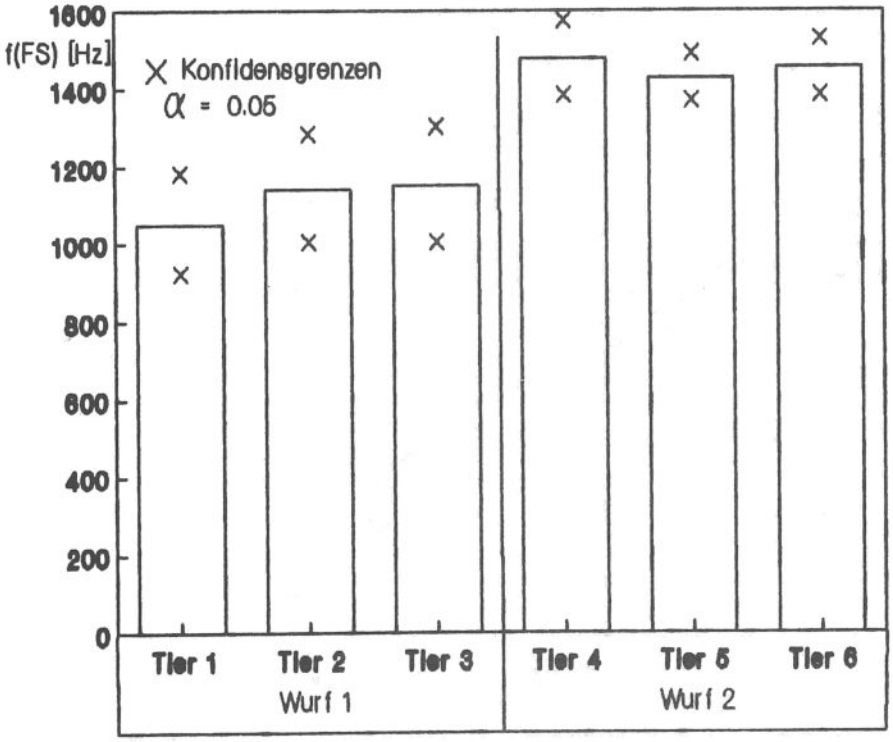


Abb. 2 Frequenzschwerpunkt eines typischen Lautes

Hausschwein 10. Lebenstag

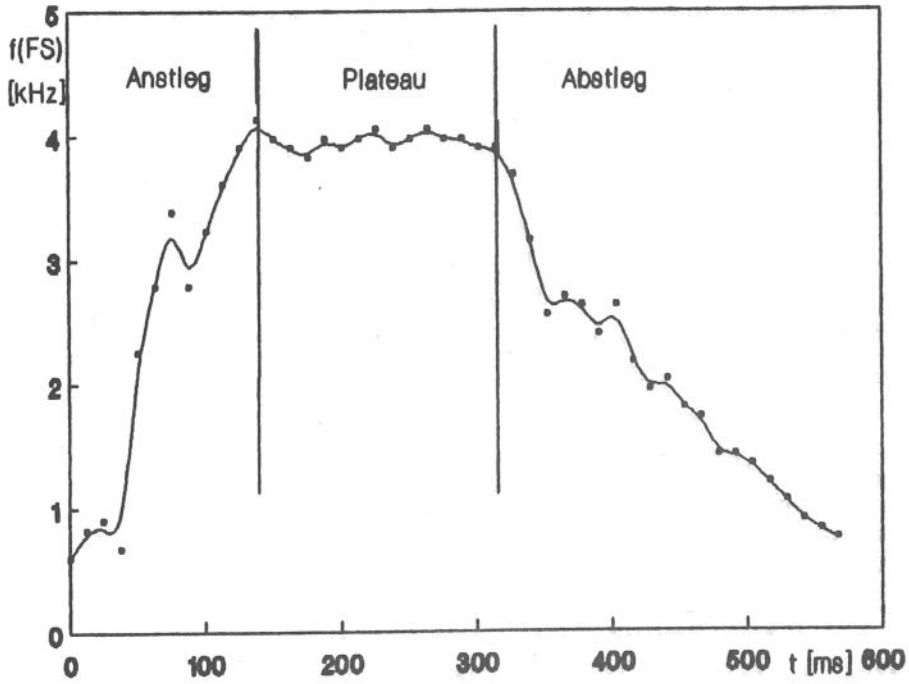
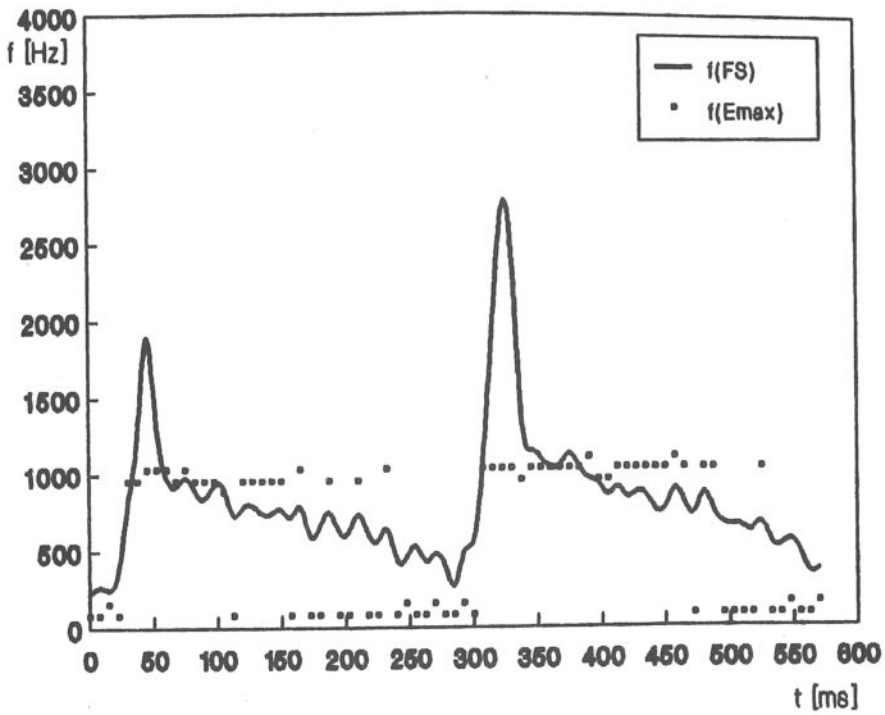


Abb. 3 Zwei Laute einer legenden Henne

Freqenzschwerpunkt f(FS) und Energiemaximum f(Emax)



Literaturverzeichnis

1 Kordon, Eigenschaften von digitalen Analyseverfahren für die Sprachverarbeitung, Fo.-Ber. 13/80, TU Dresden 1980

2 Hubrich, Rechnergestützte Analyse von Rinderlauten zur Aufklärung deren funktioneller Einsatzmöglichkeiten, Diplomarbeit, KMU Leipzig 1982

3 Helm, Rechnergestützte Strukturanalyse am K1630 sowie Schallpegelmessung von Kälber- bzw. Kuhlauten, Diplomarbeit, KMU Leipzig 1984

4 Helemann, Ontogenese von Kälberlauten, eine rechnerge stützte Analyse, Diplomarbeit, KMU Leipzig 1986

5 Marx, Beitrag zur Entwicklung rechnergestützter Methoden der Lautanalyse am Beispiel des Hausschweins (Sus scrofa f. dom.), Diplomarbeit, KMU Leipzig 1987

6 Klingholz et al. , Die akustische Kommunikation des europäischen Wildschweines Sus scrofa L., Zool. Garten N. F. 49/250-264/1979

7 Triebstein, Rechnergestützte Lautanalyse zum Nachweis laut ontogenetischer Entwicklungsvorgänge beim Jungschwein, Diplomarbeit, KMU Leipzig 1989