

## Reaktionsmuster von Tieren auf gewohnte und ungewohnte Ereignisse.

### Transport und temporäre Separation von Saugkälbern aus der Mutterkuhhaltung in verschiedenen Altersperioden während der frühen Aufzuchtperiode sowie Effekte der Präsentation von Muttertierlauten auf hormonelle Variablen, Herzfrequenz und Lautäußerungen der Tiere

MARTIN STEINHARDT und HANS-HERMANN THIELSCHER

Institut für Tierzucht und Tierverhalten Mariensee,  
Institutsteil Trenthorst/Wulmenau

#### 1 Einleitung

Beziehungen von Verhaltensabläufen, Erkenntnis, Erfahrung und die Bildung emotionaler Status sind Grundlage kognitiver Erscheinungen bei Tieren (K e n d r i c k, 1992). Durch rhythmisch vorkommende funktionelle Status in Verbindung mit Tages-, Jahres- und Reproduktionsperioden wird eine sich ändernde Häufung von Belastungen und Emotionen einhergehen, deren Grad und Dauer sowie Zeitpunkt im Verlaufe der Individualentwicklung und der Kontext von Bedeutung sind, da sie neben den Funktionssteigerungen mit Erkenntnissen und der Speicherung von Information verbunden sind. Einschätzungen von Ausmaß und Häufigkeit der Reaktionen von Tieren bei gewohnten und ungewohnten Ereignissen in der Umgebung geben eine Möglichkeit zur zuverlässigen Bewertung der Erregbarkeit und des Erregungszustandes und deren Änderungen mit dem Alter der Tiere sowie mit Lern- und Adaptationsvorgängen. Das prinzipielle Anliegen der Untersuchungen bezieht sich auf die Reaktionsgrade und -frequenzen physiologischer Variablen von Saugkälbern bei gewohnten und ungewohnten Ereignissen und auf die Bedeutung akustischer Signale in der Mutter-Nachkommen-Beziehung im Verlaufe der Entwicklung der Saugkälber. In der Fortsetzung der Arbeiten (Steinhardt und Thielscher, 1998) sind Einflüsse der Präsentation von Muttertierlauten auf physiologische Variablen und Lautäußerungen der Saugkälber geprüft worden. Die speziellen Fragen sind:

1. Antworten Kälber in den ersten Lebenswochen auf Muttertierlaute im Falle der temporären Isolierung?
2. Welche Änderungen der Reaktionen und physiologischer Variablen sind im Verlaufe der Isolation festzustellen?
3. Welcher Einfluß von Alter und Entwicklungsqualität auf die Reaktionen der Kälber ist nachweisbar?

#### 2 Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden in der Mutterkuhherde des Institutes (Deutsche Rotbunte, DRB) während der Kalberperiode 1997/1998 (Winterstallhaltung) vorgenommen und fanden von Oktober 1997 bis Mai 1998 in der Tageszeit zwischen 08.30 Uhr und 13.30 Uhr statt. Langzeitmessungen der Herzschlagfrequenz (HF) sowie Audio-Videoauf-

zeichnungen wurden mit Punktmessungen (Blut, Speichel, Körpertemperatur) kombiniert angewendet.

Im Isolierraum war ein Mikrophon installiert, welches mit einem DAT-Recorder im Nebenraum verbunden und für die Aufnahme von Lautäußerungen der Kälber vorgesehen war. Zwei Aktivlautsprecher im Isolierraum vermittelten die Muttertierlaute von einem DAT-Recorder aus dem Nebenraum. Muttertierlaute wurden während des Aufenthaltes im Isolierraum von 60 min Dauer im 10-min-Takt über eine Zeitdauer von 2 min mit kurzen Intervallen präsentiert.

HF-Messungen wurden mit Hilfe des Polar Sport Testers während Transport und Separation in 15-sec-Intervallen und während weiterer 24 Std. in 60-sec-Intervallen vorgenommen. Für charakteristische Perioden des Separierungsvorganges (**Abbildung 1, Anhang**) sind Mittelwerte der HF errechnet und als HF-Kennwerte (HF1 bis HF6) in der weiteren Bearbeitung verwendet worden. Die Körpertemperatur wurde mit Standardthermometern gemessen. Audio-Videoaufzeichnungen erfolgten mit Hilfe digitaler Technik (Digital Video Camera Recorder DCR-VX9000E und Digital Audio Tape-Corder TCD-100 von Sony). Lautaufzeichnungen der Muttertiere und der Kälber wurden im Computer bearbeitet, selektiert und gespeichert und mit weiteren Angaben zu den Tieren und den Untersuchungsbedingungen für die Archivierung auf CD vorbereitet. Gespeicherte Lautaufnahmen der Tiere wurden für Playback-Untersuchungen und zur Testung der Reaktionen der Tiere in verschiedenen Situationen genutzt.

Blutproben wurden aus der *Vena jugularis* entnommen, Speichelproben mit Hilfe eines Tampons, welcher für eine Zeit von 1 bis 4 min in der Mundhöhle der Tiere verweilte. Blut- und Speichelproben wurden unverzüglich im Labor in üblicher Weise aufgearbeitet. Im Blutplasma und Speichel wurde die Cortisolkonzentration mit Hilfe eines Radioimmunoassays bestimmt. Vorgehensweise und Untersuchungsablauf erfolgten bei Isolierungen ohne und mit Präsentation von Muttertierlauten weitgehend einheitlich.

Der Untersuchungsablauf hatte folgende Hauptperioden: Fangen, Fixieren an Halsgurt und Strickhalfter anlegen; Entfernen der Kälber aus der gewohnten Umgebung (Stallgebäude, Herde) bis vor das Stallgebäude; Manipulationen (Blut, Speichel, Körpertemperaturmessung) und Anlegen von Meßeinrichtungen (Herzschlagfrequenzmeßgerät);

Verladen, Transport, Entladen und Verbringen in einen Isolierraum; Verbleiben im Isolierraum 60...90 min; Manipulationen am Tier im Isolierraum (Blut, Speichel, Körpertemperatur); Verladen, Transport, Entladen; Rückkehr in die gewohnte Umgebung (Stall, Herde). Die Kälber sind in den Altersperioden zuerst ohne und danach in den meisten Fällen mit Präsentation von Muttertierlauten isoliert worden. Die Isolierungsvorgänge wurden mit jedem Tier einzeln und von den gleichen Personen sowie bei Verwendung des gleichen Transportfahrzeuges und des gleichen Isolierraumes vorgenommen. Die Untersuchungsbefunde erlauben einen Vergleich der beiden Bedingungen ohne und mit Muttertierlauten bei einem Anteil der Kälber. Bei der Wiedergabe der Ergebnisse werden die Messungen an den Tieren ohne Präsentation mit A und jene mit Präsentation von Muttertierlauten mit B in den Altersbereichen um 15 LT, 40 LT und 60 LT bezeichnet. Die Ergebnisse wurden mit Hilfe der Regressions- und Korrelationsrechnung sowie der Varianzanalyse bearbeitet (PC-Statistik von Topsoft Hannover). Mittelwertunterschiede zweier Gruppen wurden mit dem t-Test geprüft. Für die Darstellung der Ergebnisse sind Box and Whisker Plots bevorzugt worden. Die Box umfaßt den Hälftespielraum und enthält den arithmetischen Mittelwert (ein  $\bar{x}$ ) sowie den Median (eine horizontale Linie). Die Länge der Box wird als Intervall (Whisker) oben und unten angehängt, und zwar nicht in ganzer Länge, sondern es wird jeweils der letzte, gerade noch in diesen Bereich fallende Meßwert als effektive Grenze für die Whisker gewählt. Daten außerhalb dieser Grenzen werden eingezeichnet (Extremwerte bzw. Ausreißer). Die Irrtumswahrscheinlichkeit ist in den Tabellen und Abbildungen angegeben.

### 3 Ergebnisse

#### Verhalten der Tiere, Lautäußerungen (Tabelle 4, Abbildung 4; Anhang)

Beim Entfernen der Kälber aus der Herde und dem Stallgebäude wurden von den Muttertieren in den meisten Fällen Signale gegeben, insbesondere von Tieren mit jüngeren Kälbern, die dem Vorgang mehr Aufmerksamkeit widmeten. Gleichzeitig war eine verstärkte lokomotorische Aktivität bei diesen Tieren zu beobachten. Bei Muttertieren mit älteren Kälbern und/oder bei unbemerktem Entfernen der Kälber aus der Herde sind weniger häufig oder keine Signale von dem zugehörigen Tier gegeben worden. Die Kälber gaben beim Entfernen aus der Herde in den meisten Fällen keine hörbaren Laute. Von einigen jüngeren Kälbern wurden Notrufe (distress calls) gegeben, die zu einem Zusammenlaufen vieler Muttertiere an den Handlungsort führten.

Im Isolierraum standen die Kälber in den meisten Fällen am Beginn und richteten Kopf und Stellung der Ohrmuscheln anfangs häufig auf die Tür und später verstärkt auf die Lautquellen aus, wenn die Muttertierlaute hörbar wurden. Eine erhöhte Aufmerksamkeit stellte sich bei den

Kälbern ein (aufmerksames Beobachten und Erfassen von Geräuschen). Lautäußerungen der Kälber im Isolierraum gab es in 70 bis 100 % der Fälle in gleichbreiten Altersklassen (Tabelle 4, Anhang). Die individuelle Reaktionsbereitschaft wies beträchtliche Unterschiede auf. Die Lautäußerungen der Kälber kamen in Bruchteilen von oder in wenigen Sekunden nach Beginn der Muttertierlaute (Abbildung 4, Anhang). Änderungen des Erregungszustandes im Verlaufe der Isolierung traten bei den Kälbern in unterschiedlichem Grade ein, so daß sich einige Tiere niederlegten und ohne lokomotorische Aktivität verblieben, während andere Tiere stehend und mit geringgradigem Ortswechsel die Zeit im Isolierraum verbrachten. Wechsel von Aufstehen und Ablegen kamen individuell unterschiedlich, im allgemeinen nicht sehr häufig vor. Einige Kälber antworteten auf Muttertierlaute während der gesamten Zeit des Aufenthaltes im Isolierraum, andere antworteten anfangs und insgesamt unregelmäßig. Die Lautqualität änderte sich mit der Zeit während der wiederholten Präsentation der Muttertierlaute bei den Kälbern. Nach dem Rücktransport und beim Entladen der Kälber wurden von einigen Kälbern akustische Signale gegeben, wenn diese die Muttertierlaute hören konnten.

#### Physiologische Variablen nach Entfernen aus der Herde und am Ende der Isolierung

An den Mittelwerten der Körpertemperatur konnten gerichtete Änderungen und sichere Unterschiede nicht nachgewiesen werden. Zwischen den Untersuchungspunkten nach Entfernen aus der Herde und am Ende des Aufenthaltes im Isolierraum bestanden bei den Körpertemperaturen der Kälber in allen Altersbereichen sichere Korrelationen ( $r$  0,73 bis  $r$  0,96). Die Regressionen ließen erkennen, daß Abnahmen der Körpertemperatur während des Aufenthaltes der Kälber im Isolierraum insbesondere in den höheren Wertebereichen erfolgten.

Die Speichelcortisolkonzentration der Kälber am Ende des Aufenthaltes im Isolierraum war in allen Altersperioden während der Präsentation von Muttertierlauten geringer als bei den Separationen ohne Präsentation von Muttertierlauten und auch gegenüber den Werten nach dem Entfernen der Tiere aus der Herde, jedoch waren die Mittelwertunterschiede nicht in allen Fällen zu sichern. Ohne Präsentation von Muttertierlauten waren die Speichelcortisolkonzentrationen am Ende des Aufenthaltes im Isolierraum bei Kälbern im Alter um 15 und 40 LT größer als nach dem Entfernen der Tiere aus der Herde. Dies ist in Übereinstimmung mit den Plasmacortisolwerten bei diesen Tiergruppen.

Die HF-Kennwerte wiesen während des Isolierungsvorganges ohne und mit Muttertierlauten ähnliche Veränderungen auf (Tabelle 2, Abbildungen 2 und 3, Anhang). Während des Transportes war die HF beträchtlich vergrößert. Sie verringerte sich während der ersten 10 min im Isolierraum auffallend und fiel auch in den folgenden 10 bis

40 min bzw. zwischen 40 min und dem Ende des Aufenthaltes im Isolierraum noch weiter ab (HF3 und HF4 bzw. AHF3 und AHF4). Kleinere HF-Kennwerte waren bei den Kälbern mit zunehmendem Alter festzustellen (**Abbildung 3, Anhang**). Während der Präsentation von Muttertierlauten waren die HF-Kennwerte gesichert kleiner bei Kälbern des Altersbereiches um 15 LT (**Abbildung 2, Anhang**), nicht bei jenen der übrigen Altersklassen.

#### Individualspezifität der physiologischen Variablen und der Reaktionen

Die Körpertemperaturen der Kälber nach Entfernen aus der Herde und am Ende des Aufenthaltes im Isolierraum ohne und mit Muttertierlauten wiesen hohe Korrelationen auf ( $r$  0,73 bis  $r$  0,96). Korrelationen unterschiedlicher Stärke konnten zwischen den HF-Kennwerten spezifischer Perioden des Isolierungsvorganges (HF1 bis HF6) bei allen Altersgruppen nachgewiesen werden (**Tabelle 3, Anhang**). Die Plasma- und die Speichelcortisolkonzentrationen der Kälber nach Entfernen aus der Herde und am Ende des Aufenthaltes im Isolierraum wiesen keine sicheren Korrelationen auf. Zwischen den Änderungen der Cortisolkonzentrationen (nach gegenüber vor dem Aufenthalt im Isolierraum) und den Konzentrationen nach Entfernen aus der Herde und jenen am Ende des Aufenthaltes im Isolierraum konnten in den meisten Fällen sichere Korrelationen nachgewiesen werden. Die Änderungen der Plasmacortisolkonzentration hatten zu den Plasmacortisolkonzentrationen nach Entfernen der Kälber aus der Herde sichere negative Korrelationen von -0,6 bis -0,96 und zu jenen am Ende des Aufenthaltes im Isolierraum sichere positive Korrelationen von 0,46 bis 0,81. Für die Speichelcortisolkonzentration konnten diese Korrelationen nur in der Hälfte der möglichen Fälle nachgewiesen werden.

#### 4 Diskussion

Obwohl temporäre soziale Separierungen häufig bei Manipulationen an Tieren und speziell an Jungtieren im Produktionsprozeß sind, wurden Erregungssteigerungen und Reaktionen bei Separation von Nutztieren bisher wenig untersucht (Hausziegen: Lyons et al., 1988; Schafe, Ziegen: Lyons et al., 1993). Das Interesse war mehr auf die Auswirkungen der Manipulationen wie Kastration, Brennen, Anbringen von Tierkennmarken und Tätowierungen selbst gerichtet (Graf und Senn, 1999; Watts und Stookey, 1999; Xin et al. 1989). Das Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren(HHN)-System ist das am häufigsten untersuchte physiologische System in Studien sozialer Separation, daneben wurde die Aktivierung des autonomen Systems berücksichtigt (Henessy, 1997). In diesen Systemen produzierte, gespeicherte und von ihnen freigegebene Stoffe wie Kortikosteroide und Katecholamine und/oder von diesen veränderte Körperfunktionen werden für die Evaluierung vorher genannter Systeme verwendet. Lautäußerungen von Tieren sind in den vorher

genannten Arbeiten beschrieben, jedoch nur selten (Xin et al., 1989) genauer analysiert worden. Bei den Auswirkungen der Manipulationen an Tieren handelt es sich bei einigen Komponenten um Schmerzwirkungen. Hinsichtlich des kommunikativen Verhaltens weisen Vertreter der Nutztierarten einen unterschiedlichen Gebrauch des akustischen Kanals auf.

Reaktionsformen und -dauer bei separierten Tieren hängen vom Bindungsgrad an den Sozialpartner (soziale und/oder parentale bzw. maternale Bindung) ab und haben daher einen strengen Zeitbezug hinsichtlich Alter und Adaptation des Tieres an spezifische Umgebungsbedingungen. Durch den Züchtungsprozeß beeinflusste und vom Typ sowie von den Umgebungsbedingungen abhängige Ausprägungen dieser Beziehungen verursachen eine besondere interindividuelle Variationsbreite hinsichtlich der Reaktionen des Tieres. Dies wird beim Verhalten der Muttertiere und der Kälber, hier u. a. bei den Verhaltenshemmungen der Kälber (Totstellreflex, Notrufe) sowie bei der unterschiedlichen Reaktionsbereitschaft im Isolierraum, besonders deutlich. Das Vorgehen bei dem Untersuchungsansatz in der vorliegenden Arbeit erwies sich als geeignet, Situationen zu schaffen, in welchen sowohl die Muttertiere als auch die Kälber akustische Signale mit einer gewissen Regelmäßigkeit gaben. Bei einem mit der Kurzzeit-Aktualgenese umgesetzten motivierten Verhalten können Emotionen (Erregungen) Einfluß auf die Lautbildung nehmen (Tembrock, 1996). Sie haben zur Folge, daß Laute und Lautfolgen in Intensität, Frequenz, Zeitdauer von Lautlänge oder Intervallen zwischen Schallereignissen moduliert werden und zu Mischlauten und Kombinationslauten oder zum Einbau von Falsettlauten führen. Die Interpretation des akustischen Verhaltens setzt solide Kenntnisse der Arbeitsweise des akustischen Rezeptors mit den arttypischen und geschlechtsspezifischen Veränderungen im Verlaufe der Ontogenese voraus. Feinere Analysen der Lautqualitäten und deren Änderungen bei den Muttertieren und ihren Kälbern werden in gesonderten Abhandlungen beschrieben.

Die akustische Kommunikation bei der Tierart Rind und die anatomisch-funktionellen Voraussetzungen dieses Kommunikationssystems bei Nutztieren sind noch wenig untersucht worden (Griffith et al., 1996; Heffner und Heffner, 1992; Tembrock, 1996). Bei in Herden lebenden Tieren sind insbesondere unter Nutztierhaltungsbedingungen Herstellung und Erhalt der Verbindung zu sowie sichere Erkennung der eigenen Nachkommen wichtige Voraussetzungen für die Realisierung des maternalen Investments als Komponente der individuellen Informationstransmission. In diesem Zusammenhang sind die Anteile der akustischen, visuellen, olfaktorisch-gustatorischen und taktilen Wahrnehmung durch den gesamten sensorischen Input der Tiere von Interesse und auch das Verhältnis der interozeptiven zu den exterozeptiven Afferenzen und ihr Effekt auf die zentralnervale Funktion in verschiedenen Altersperioden und Funktionszuständen. Die bei der Tierart Rind prinzipiell vorkommenden Lautqualitäten sind

beschrieben worden (Kiley, 1972), genauere Analysen der noch vorhandenen und genutzten Lautqualitäten bei züchterisch stark beeinflussten Hausrindern und deren Rassenvertretern unter modernen Haltungsbedingungen liegen nicht vor. Zeitlich langgedehnte Rufe dienen der sozialen Kommunikation und weisen Eigenschaften im Frequenzspektrum auf, die individualspezifische Züge tragen (Tembrock, 1996). Tonale Laute der Muttertiere haben individuelle Besonderheiten, und Kälber erkennen ihre Mütter an der Stimme, wie aus den Untersuchungen mit einer gewissen Sicherheit hervorgeht und in einem anderen Ansatz bei Hereford-Kälbern im Alter von 3 bis 5 Wochen untersucht worden ist (Barfield et al., 1994). An zwei an den diagonalen Ecken eines Rechteckes aufgestellten Lautsprechern, aus denen periodisch in einem Falle die Muttertierlaute und im anderen solche einer fremden Mutter hörbar waren, näherten sich in der Mitte des Rechteckes aufgestellte Kälber häufiger und dichter jenem Lautsprecher, aus welchem Laute der eigenen Mutter kamen.

Die mit dem Separierungsvorgang verbundenen Erregungssteigerungen und die dynamische sowie statische Muskeltätigkeit der Tiere lösen regulatorische Funktionsänderungen sowie Umsatzsteigerungen (Stoff und Energie) aus. Große HF als Ausdruck sympathischer Funktionssteigerung sind während des Transportes bei Kälbern aller Altersgruppen vorhanden (**Tabelle 2, Abbildung 2; Anhang**). Die Verringerung des Erregungszustandes während des Aufenthaltes im Isolierraum tritt bei den älteren Kälbern innerhalb kürzerer Zeit ein als bei den jüngeren. Bemerkenswert ist bei der Präsentation von Muttertierlauten während des Aufenthaltes im Isolierraum, daß die Unterschiede zwischen den Altersgruppen nur bei HF5 und HF6 zwischen Kälbern im Alter um 40 und 60 LT sicher sind (**Abbildung 2, Anhang**) und daß bei Kälbern im Alter um 15 LT niedrigere HF nachgewiesen werden können. Ein beruhigender Effekt der Muttertierlaute für Kälber dieser Altersperiode scheint sehr wahrscheinlich zu sein.

HF wird durch myogene (Sinusknoten) und neurohumorale Mechanismen (sympathische und parasympathische Aktivitäten) reguliert. Bei Rind und Schwein wird die myogen bedingte Regulation mit zunehmender Körpermasse und höherem Alter verringert (Kawahara et al., 1986; Matsui et al., 1988), die neurohumorale ändert sich bei Vertretern aller Tierarten in Richtung einer parasympathischen Vorherrschaft infolge Verringerung des sympathischen und/oder einer Vergrößerung des parasympathischen Tonus. Dies ist bei Kälbern im Altersbereich um 60 LT deutlich zu erkennen (**Tabelle 2, Abbildung 3; Anhang**).

Interindividuelle Variationen der HF bei Saugkälbern sind weiterhin durch solche der Stoffwechselintensität und der Schilddrüsenhormondisposition bedingt. Hohe Korrelationen zwischen den HF-Kennwerten (**Tabelle 3, Anhang**) deuten darauf hin, daß das individuelle Niveau der HF trotz der regelmäßigen Änderungen im Verlaufe des Isolierungsvorganges erhalten bleibt, was als Ausdruck einer hohen Individualspezifität gewertet werden kann. Von besonderem Interesse sind HF3 und HF4, die kleinsten HF-

Kennwerte im Isolierraum. Diese weisen eine gute Übereinstimmung mit dem Mittelwert der HF-Tageskurve auf. Die Korrelationen zwischen HF3 bzw. HF4 und dem Mittelwert der Tageskurve betragen für die Altersgruppe um 15 LT  $r = 0,798$  und  $r = 0,691$ , für diejenige um 40 LT  $r = 0,874$  und  $r = 0,871$  und für diejenige um 60 LT  $r = 0,645$  und  $r = 0,927$  und sind hochsignifikant.

Die mit Reifungs- und Anpassungsvorgängen verbundene Reaktivität des HHN-Systems, die Qualität der Cortisol-disposition und die Dynamik der Konzentrationsänderungen sind in einem Zusammenhang zu sehen. Zeitliche Beziehungen der Auslösung der Reaktionen, Ort und Art des Eintritts der Stoffe in den Blutkreislauf, vom spezifischen Organdurchblutungsgrad und der Kreislaufzeit abhängige Verteilungsgeschwindigkeit und damit Kinetik der Konzentration von Transmittern im zentralen Kreislauf sowie Ort und Geschwindigkeit der Blutprobennahme sind von Bedeutung. Aktivitätssteigerungen des sympathischen Systems sind innerhalb sehr kurzer Zeit wirksam, solche des endocrinen Systems haben einen größeren Zeitbedarf.

Die bei Belastungszuständen mit Erregungssteigerung verbundene Aktivierung von Funktionssystemen wie dem HHN-System besitzt wie andere Körperstrukturen und -funktionen eine Anpassungsfähigkeit (Huetter, 1996), und als integrativer Teil der Reaktionen ist ihr Effekt von den kapazitiven Merkmalen des Tierkörpers abhängig. Topographische und allometrische Eigenschaften des Tierkörpers und solche der Stoffkinetik und -disposition sind von Bedeutung, jedoch bisher wenig beachtet worden. Bei Saugkälbern im Alter von 8 bis 15 LT konnten kleinere Plasmacortisolkonzentrationen als bei Tränkkälbern gleichen Alters während einer Transportbelastung nachgewiesen werden (Steinhardt und Thielscher, 1998).

Die mittlere Plasmacortisolkonzentration war am Ende des Aufenthaltes im Isolierraum bei Kälbern um 15 und 40 LT erhöht und bei solchen um 60 LT verringert. Zu sichern waren diese Mittelwertunterschiede nur bei Tieren um 40 LT. Die Korrelationen der Änderungen der Plasmacortisolkonzentrationen mit dem Wert nach dem Entfernen der Tiere aus der Herde bzw. mit jenem Wert am Ende der Isolierungsperiode lassen hohe Korrelationen und damit individuell unterschiedliche Reaktionen erkennen, deren Ursachen auf mehrere Faktoren zurückzuführen sind. Diese sind in der Entwicklungsqualität der Kälber, ihrer individuellen Verhaltensweise, dem relativen Belastungsgrad der Tiere und der Cortisol-disposition zu suchen. Die mittlere Speichelcortisolkonzentration ist in Übereinstimmung mit der Plasmacortisolkonzentration während des ersten Isolierungsvorganges. Beim zweiten Isolierungsvorgang, der mit Präsentation von Muttertierlauten vorgenommen worden ist, ist die mittlere Speichelcortisolkonzentration am Ende des Aufenthaltes im Isolierraum bei Kälbern aller Altersklassen geringer als nach dem Entfernen der Tiere aus der Herde (**Tabelle 1, Anhang**), und sie war damit auch kleiner als jene Werte bei der ersten Isolierung; zu sichern waren diese Unterschiede jedoch nur bei Kälbern um 15 LT.

Beim Menschen vor und nach Training im Zustand der Ruhe und nach körperlicher Aktivität vorgenommene Messungen der Cortisolkonzentration im Blutplasma und Speichel wiesen eine positive und sichere Korrelation von  $r = 0,7$  bzw.  $r = 0,6$  auf. Beim Erreichen von Spitzenkonzentrationen unter den gleichen Bedingungen durch pharmakologische Stimulation mit Hilfe von ACTH, CRH/LVP schwindet diese Korrelation (Duclos et al., 1998).

Poolgröße, Verteilungsvolumen und Halbwertszeit des Cortisols sind von Konzentration, Menge und Verteilung der Proteine und speziell des CBG und der Albumine abhängig, und es kann die Gesamtcortisolkonzentration im Blutplasma nicht in Beziehung zur Cortisolbildungsrate stehen, wenn CBG-Konzentration und -Menge sich ändern (Bright, 1995). CBG kommt in verschiedenen Körpergeweben vor, und seine Konzentration im Blut wird durch viele Faktoren (Alter, Ernährung, Funktionszustand, Belastungsgrad und -dauer) beeinflusst und bei akuter Belastung ausreichender Intensität verringert (Ratten: Marti et al., 1997). Angaben zum CBG und zur Cortisoldisposition bei Nutztieren sind kaum vorhanden (Gayraud et al., 1996).

Der Anteil des freien Cortisols ändert sich bei verschiedenen Produktionsraten und Konzentrationen des Cortisols im Blut (Aardal und Holm, 1995) und auch in Abhängigkeit von den chemisch-physikalischen Bedingungen (Haourigui et al., 1993; Obminski und Stupnicki, 1996). Im Serum ist Cortisol im allgemeinen zu 90 bis 95 % an Proteine gebunden. Im Speichel erscheint Cortisol hauptsächlich in der freien Form, unabhängig vom Speichelfluß sowie von der serösen oder mukösen Speichelqualität. Geringe Mengen können an Protein gebunden sein, dessen Konzentration im Speichel veränderlich ist (Calvert et al., 1998). Eine beträchtliche interindividuelle Variation der Speichelcortisolkonzentration beim Menschen, bei Schafen und Meerschweinchen wird berichtet, die durch folgende Faktoren bedingt sein kann. Der Übergang des Cortisols erfolgt in freier Diffusion durch die Speicheldrüsenzellen hindurch, wobei sich Gleichgewichtszustände innerhalb weniger Minuten einstellen. Speichelcortisol ist etwa 70 % der freien Cortisolkonzentration des Plasmas, wahrscheinlich infolge der Aktivität der 11-beta-hydroxysteroid-dehydrogenase in der Speicheldrüse.

Bei Hunden beträgt Speichelcortisol 7,2 bis 11,9 % der Plasmacortisolkonzentration und die Korrelation zwischen diesen  $r = 0,93$  (Beerdä et al., 1996) nach durch Hypoglycämie provozierte NN-Reaktion. Vergleichsweise mäßige, aber sichere Korrelationen wurden vor dieser Behandlung bei den Tieren gefunden. In vorliegender Untersuchung festgestellte Speichelcortisolkonzentrationen vor bzw. am Ende der Isolierungsperiode von 14,4 und 13,7 % bei Kälbern um 15 LT, 17,1 und 15,3 % bei solchen um 40 LT und 17,3 und 14,1 % bei solchen um 60 LT sind gegenüber vorher genannten Werten hoch.

Die Individualspezifität physiologischer Variablen und der Reaktionen ist in Verbindung mit dem Verhaltensphänotyp unter dem Gesichtspunkt von Temperament oder Typ

oder auch sozialem Rang (dominant, subordiniert) und in Verbindung mit Nutzleistungsmerkmalen und dem Adaptationsvermögen der Tiere von Interesse. Für Meßgrößen des neurohumoralen Systems sind bei Labortieren (Taylor et al., 1989; Sgoifo et al., 1996) und beim Menschen (Adler et al., 1997; Gerra et al., 1998; Gunnar et al., 1997) solche Zusammenhänge nachgewiesen worden. Bei der Tierart Rind (Boissy und Bouissou, 1995) und Schwein (Tuchscherer et al., 1998; Zanella et al., 1998) sind erste Ansätze dazu gemacht worden.

Methodische Probleme der sogenannten stressfreien Blutprobengewinnung führten u. a. zur Verwendung von Speichelproben und zur Nutzung der Speichelcortisolkonzentration, die bei Kälbern wenig untersucht worden ist (Fell und Shutt, 1984; 1986; Trunkfield und Broom, 1990).

### Zusammenfassung

An Saugkälbern der Mutterkuhhaltung (Deutsche Rotbunte) wurden bei einem temporären Separierungsvorgang von 60 bis 90 Minuten Dauer zuerst ohne und dann mit Präsentation von Muttertierlauten (Playback) in verschiedenen Altersperioden der Tiere Langzeitmessungen der Herzschlagfrequenz (HF) sowie Audio-Video-Aufzeichnungen vorgenommen und mit Punktmessungen der Körpertemperatur und von Cortisol im Blutplasma und Speichel kombiniert. Das Vorgehen erwies sich als geeignet, Situationen zu erhalten, in welchen sowohl die Muttertiere als auch die Kälber akustische Signale geben. Plasma- und Speichelcortisol wiesen große Variationen und keine Korrelationen zwischen den Untersuchungspunkten auf. Die Änderungen der Cortisolkonzentrationen hatten sichere Korrelationen zum Ausgangswert. Die mittlere Speichelcortisolkonzentration der Kälber am Ende des Aufenthaltes im Isolierraum war in allen Altersperioden während der Präsentation von Muttertierlauten kleiner als bei den Separationen ohne Präsentation von Muttertierlauten und auch gegenüber den Werten nach dem Entfernen der Tiere aus der Herde. Ohne Präsentation von Muttertierlauten waren die Speichelcortisolkonzentrationen am Ende des Aufenthaltes im Isolierraum bei Kälbern im Alter um 15 und 40 LT größer als nach dem Entfernen der Tiere aus der Herde. Dies ist in Übereinstimmung mit den Plasmacortisolwerten bei diesen Tiergruppen. Die HF verringerte sich während des Aufenthaltes im Isolierraum in den ersten 10 min stark und fiel auch in den folgenden 10 bis 40 min weiter ab. Bei Separation und Präsentation von Muttertierlauten war HF gesichert kleiner bei Kälbern um 15 LT. Die Körpertemperatur und die HF wiesen eine hohe Individualspezifität auf.

**Reaction patterns of animals to events they are or they are not familiarized with.**

**Transport and temporary separation of suckler calves from the mother cow herd at different age periods of their life age and effects of dams voices presentation by play back on hormonal variables, heart rate, and acoustic signaling from the animals**

Suckler calves from the mother cow herd (German Red and White breed) were used for temporary separation experiments without and with presentation of dams voices (playback) at different life age of calves. Long term measurements of heart rate and audio-video recording were combined with blood and saliva sampling at the start of separation, and at the end of the isolation period. The procedure proved to be relevant stimulating dams and their calves for acoustic signaling. Mean saliva cortisol concentration of calves from all age periods was smaller at the end of isolation with, comparing that one without presentation of dams voices. In the latter case, saliva cortisol of calves at 15 and 40 days of life age was elevated at the end of isolation period. Changes of saliva cortisol mean values were of the same order as those from plasma cortisol, and there was great variation of these concentration measures so that no correlation between measurements before and at the end of isolation period could be established. However changes of plasma and saliva cortisol concentrations showed strong negative correlations with the starting values and strong positive correlations with the measures at the end of isolation period. Heart rate of calves decreased with time animals spent within the isolation room at first ten minutes rapidly and at the following time slowly. Heart rate was smaller in calves at 15 days of life age hearing their dams voices. High correlations could be found between heart rate values of calves at different time periods of the separation procedure meaning that there is a strong individual specificity of that functional trait.

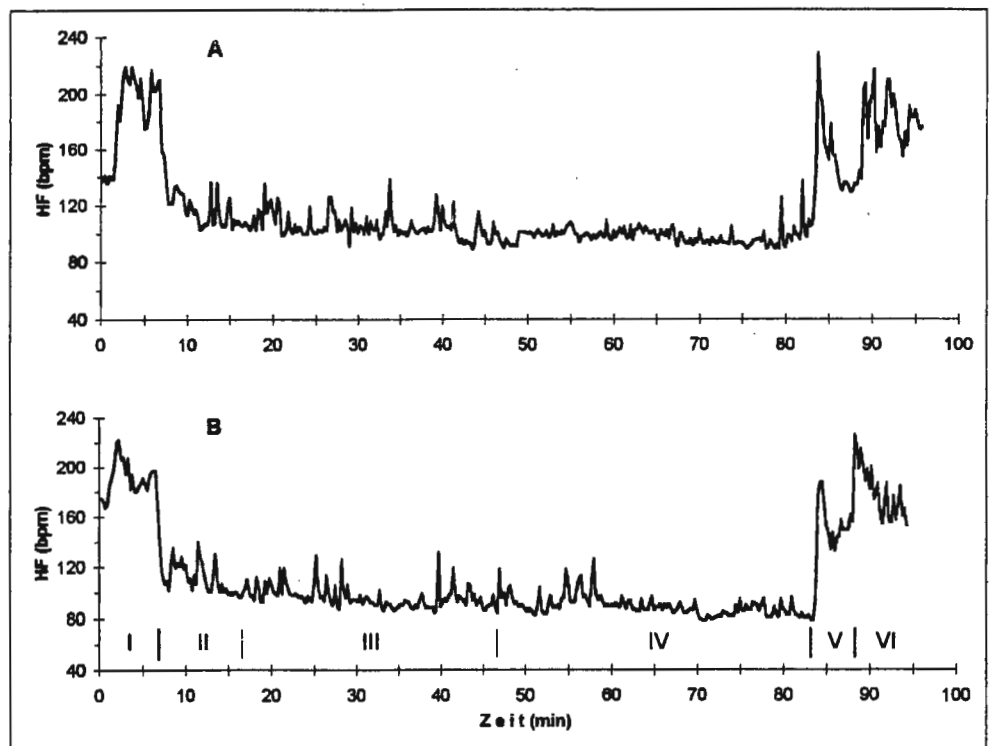
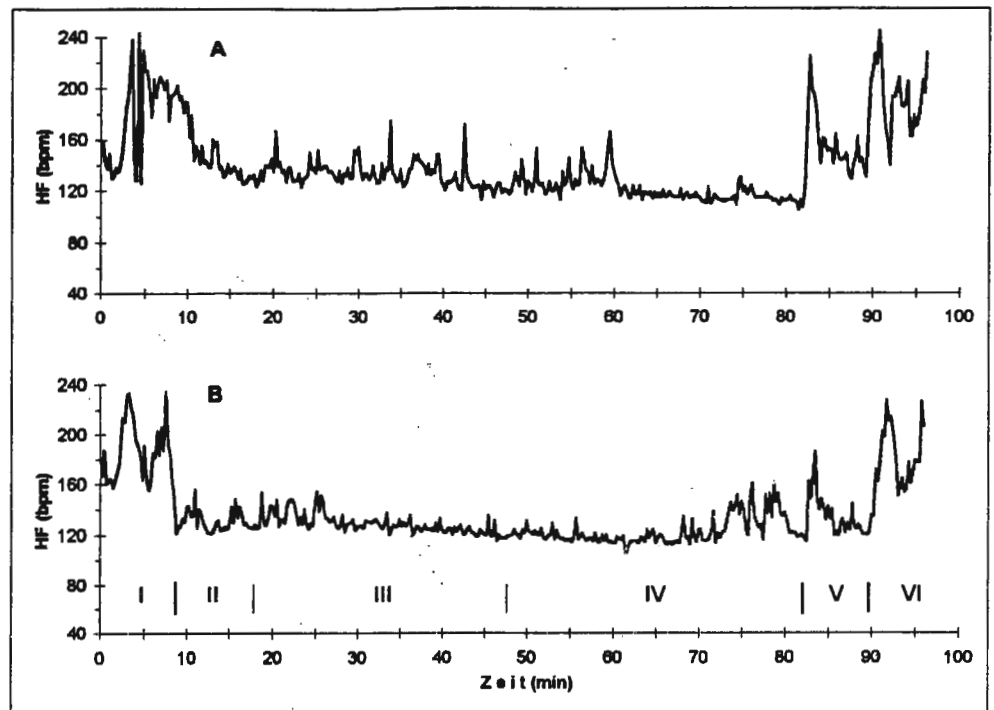
**Literatur**

Aardal, E. and Holm, A.-C. (1995): Cortisol in saliva - reference ranges and relation to cortisol in serum. - Eur. J. Clin. Chem. Clin. Biochem. 33, S. 927-932.  
Adler, L., Wedekind, D., Pilz, J., Weniger, G. and Huether, G. (1997): Endocrine correlates of personality traits: a comparison between emotionally stable and emotionally labile healthy young men. - Neuropsychobiology 35, S. 205-210.  
Barfield, C. H., Tang-Martinez, Z. und Trainer, J. M. (1994): Domestic calves (*Bos taurus*) recognize their own mothers by auditory cues. - Ethology 97, S. 257-264.  
Beerda, B.; Schilder, M. B. H.; Janssen, N. S. C. R. M.; Mol, J. A. (1996): The use of saliva cortisol, urinary cortisol, and catecholamine measurement for a noninvasive assessment of stress responses in dogs. - *Homone and Behav.* 30, S. 272-279.

Boissy, A. and Boissou, M.-F. (1995): Assessment of individual differences in behavioural reactions of heifers exposed to various fear-eliciting situations. - *Appl. Anim. Behav. Sci.* 46, S. 17-31.  
Bright, G. M. (1995): Corticosteroid-binding globulin influences kinetic parameters of plasma cortisol transport and clearance. - *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 80, S. 770-775.  
Calvert, P. A., Heck, P. M. and Edwards, A. V. (1998): Autonomic control of submandibular protein secretion in the anaesthetized calf. - *Exper. Physiol.* 83, S. 545-556.  
Duclos, M., Corcuff, J.-B., Arsac, L., Moreau-Gaudry, F., Rashedi, M., Rogert, P., Tabarin, A. and Manier, G. (1998): Corticotroph axis sensitivity after exercise in endurance-trained athletes. - *Clin. Endocrinol.* 48, S. 493-501.  
Fell, L. R. and Shutt, D. A. (1984): Use of salivary cortisol as an indicator of stress due to management practices in sheep and calves. - *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 16, S. 203-206.  
Fell, L. R. and Shutt, D. A. (1986): Adrenocortical response of calves to transport stress as measured by salivary cortisol. - *Can. J. Anim. Sci.* 66, S. 637-641.  
Gayraud, V., Alvinerie, M. and Toutain, P. L. (1996): Interspecies variation of corticosteroid-binding globulin parameters. - *Dom. Anim. Endocrinol.* 13, S. 35-45.  
Gerra, G., Zaimovic, A., Giucastro, G., Folli, F., Maestri, D., Tesson, A., Avanzini, P., Caccavari, R., Bernasconi, S. and Brambilla, F. (1998): Neurotransmitter-hormonal responses to psychological stress in peripubertal subjects: relationship to aggressive behavior. - *Life Sci.* 62, S. 617-625.  
Graf, B. und Senn, M. (1999): Behavioural and physiological responses of calves to dehorning by heat cauterization with or without local anaesthesia. - *Appl. Anim. Behav. Sci.* 62, S. 153-171.  
Griffiths, S., K., Pierson, L. L., Gerhardt, K. J., Abrams, R. M. and Peters, A. J. M. (1996): Auditory brainstem response in sheep: Part II. Postnatal development. - *Developmental Psychobiology* 29 (1), S. 53-68.  
Gunnar, M. R., Tout, K., de Haan, M., Pierce, S. and Stansbury, K. (1997): Temperament, social competence, and adrenocortical activity in preschoolers. - *Dev. Psychobiol.* 31, S. 65-85.  
Haourigui, M., Martin, Thobie, N., Benasayag, C. and Nunez, E. A. (1993): Stimulation of the binding properties of adult rat corticosteroid-binding globulin by a lipolysis-induced rise in plasma free fatty acids. - *Endocrinology* 133, S. 183-191.  
Heffner, H. E. und Heffner, R. S. (1992): Auditory perception. - In: Phillips, C. und Piggins, D. (Eds.): *Farm Animals and the Environment*. - C.A.B. International Wellingford, Chap. 9, S. 159-184.  
Hennessy, M. B. (1997): Hypothalamic-pituitary-adrenal responses to brief social separation. - *Neurosci. Biobehav. Rev.* 21, S. 11-29.

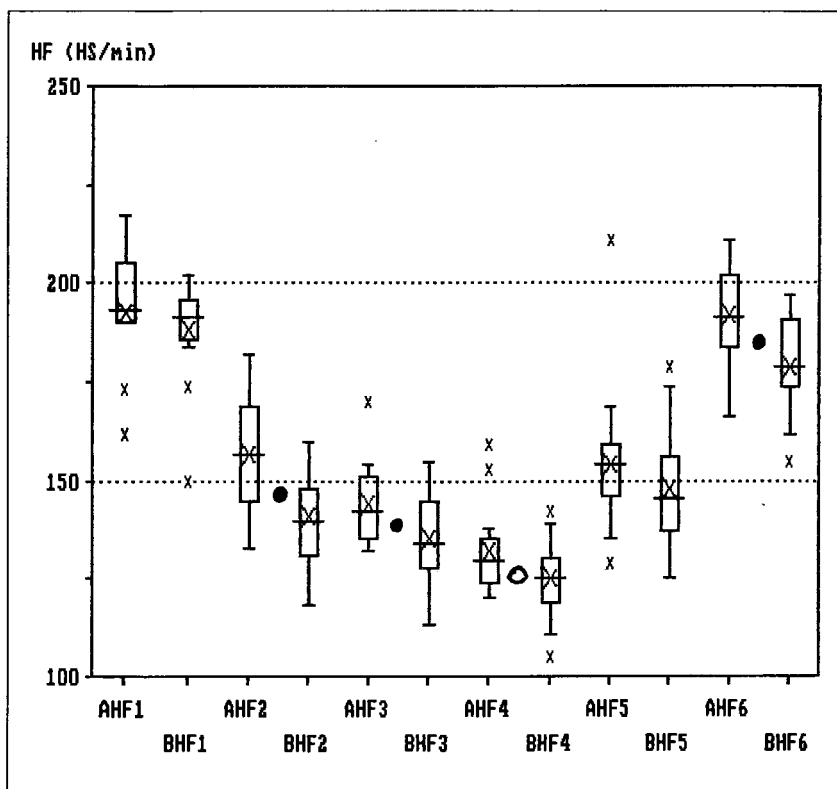
- Huether, G. (1996): The central adaptation syndrome: psychosocial stress as a trigger for adaptive modifications of brain structure and brain function. - *Progress in Neurobiology* 48, S. 569-612.
- Kendrick, K. M. (1992): Cognition. - In: Phillips, C. and D. Piggins: *Farm Animals and the Environment*. - CAB International, Cambridge, 209-231.
- Kiley, M. (1972): The vocalizations of ungulates, their causation and function. - *Z. Tierpsychologie* 31, S. 171-222.
- Kuwahara, M., Huh, M. D., Hirose, H. und Sugano, S. (1986): Alteration of the intrinsic heart rate and autonomic nervous tone during the growing process of rats and pigs. - *Jpn. J. Vet. Sci.* 48, S. 703-709.
- Lyons, D. M., Price, E. O. and Moberg, G. P. (1988): Social modulation of pituitary-adrenal responsiveness and individual differences in behavior of young domestic goats. - *Physiol. Behav.* 43, S. 451-458.
- Lyons, D. M., Price, E. O. and Moberg, G. P. (1993): Social grouping tendencies and separation induced distress in juvenile sheep and goats. - *Dev. Psychobiol.* 26, S. 251-259.
- Martí, O., Martín, M., Gavaldá, A., Giralt, M., Hidalgo, K., Hsu, B. R.-S., Kuhn, R. W. and Armario, A. (1997): Inhibition of corticosteroid-binding globulin caused by a severe stressor is apparently mediated by the adrenal but not by glucocorticoid receptors. - *Endocrine* 6, S. 159-164.
- Matsui, K., Kurokawa, Y. and Okubo, T. (1988): Changes of heart rate in Holstein cows, especially intrinsic heart rate with growth. - *Jpn. J. Zootech. Sci.* 59, S. 610-613.
- Obminski, Z. and Stupnicki, R. (1996): Effect of temperature and pH on the magnitude of the free fraction of cortisol in serum. - *Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes* 104, S. 350-352.
- Sgoifo, A., De Boer, S. F., Haller, J. and Koolhaas, J. M. (1996): Individual differences in plasma catecholamine and corticosterone stress responses of wild-type rats: relationship with aggression. - *Physiol. Behav.* 60, S. 1403-1407.
- Steinhardt, M. und Thielscher, H.-H. (1998): Reaktionsmuster von Tieren auf gewohnte und ungewohnte Ereignisse. Transport und temporäre Separation von Saugkälbern der Mutterkuhhaltung in verschiedenen Altersbereichen während der frühen Aufzuchtperiode und deren Effekte auf metabolische und hämatologische Variablen sowie auf Lautäußerungen der Tiere. - *Landbau-forschung Völknerode* 48, Heft 4, S. 176-193.
- Taylor, J., Weyers, P., Harris, N. and Vogel, W. H. (1989): The plasma catecholamine stress responses is characteristic for a given animal over a one-year period. - *Physiol. Behav.* 46, S. 853-856.
- Tembrock, G. (1996): Akustische Kommunikation bei Säugetieren. - *Wiss. Buchges. Darmstadt*.
- Trunkfield, H. R. and Broom, D. M. (1990): The welfare of calves during handling and transport. - *Appl. Anim. Behav. Sci.* 28, S. 135-152.
- Tuchscherer, M., Puppe, B., Tuchscherer, A. and Kanitz, E. (1998): Effects of social status after mixing on immune, metabolic, and endocrine responses in pigs. - *Physiol. Behav.* 64, S. 353-360.
- Watts, J. M. and Stookey, J. M. (1999): Effects of restraint and branding on rates and acoustic parameters of vocalization in beef cattle. - *Appl. Anim. Behav. Sci.* 62, S. 125-135.
- Xin, H., De Shazer, J. A. and Leger, D. W. (1989): Pig vocalizations under selected husbandry practices. - *Transactions of the ASAE* 32, S. 2181-2184.
- Zanella, A. J., Brunner, P., Unshelm, J., Mendl, M. T. and Broom, D. M. (1998): The relationship between housing and social rank on cortisol,  $\beta$ -endorphin and dynorphin (1-13) secretion in sows. - *Appl. Anim. Behav. Sci.* 59, S. 1-10.
- Verfasser: Steinhardt, Martin, Dr. vet. med. habil.; Thielscher, Hans-Hermann, Dr. vet. med., Institut für Tierzucht und Tierverhalten der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Institutsteil Trenthorst/Wulmenau, Leiter: Prof. Dr. sc. agr. Dr. habil. Dr. h. c. Franz Ellendorff.

## Anhang: Abbildungen und Tabellen

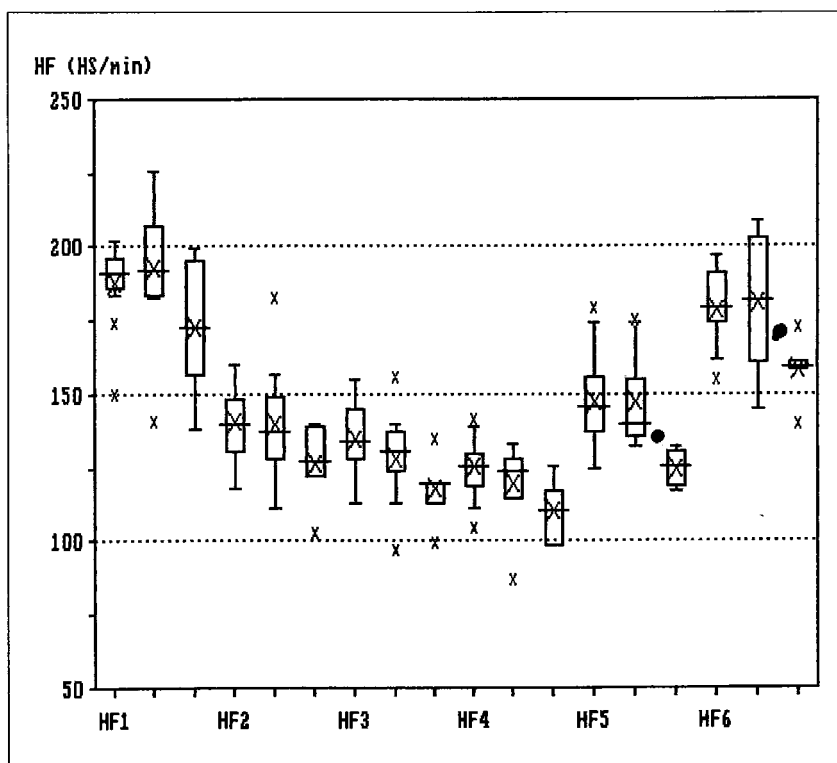


**Abbildung 1:** Herzfrequenzkurven (Herzschläge/min) des Saugkalbes O-Nr. 90552, weiblich, im Alter um 15 Lebenstagen (oberer Teil) und um 60 Lebenstagen (unterer Teil) während des Separierungsvorganges ohne (A) und mit Präsentation (B) von Muttertierlauten, senkrechte Linien und römische Ziffern markieren Bereiche, in welchen Herzfrequenzkennwerte berechnet werden: I Manipulationen, Verladen, Transport (HF1), II 10 min im Isolierraum (HF2), III 10 bis 40 min im Isolierraum (HF3), IV 40 min bis Ende im Isolierraum (HF4), V Manipulationen, Blut-,Speichelprobe (HF5), VI Verladen, Transport, Entladen (HF6)

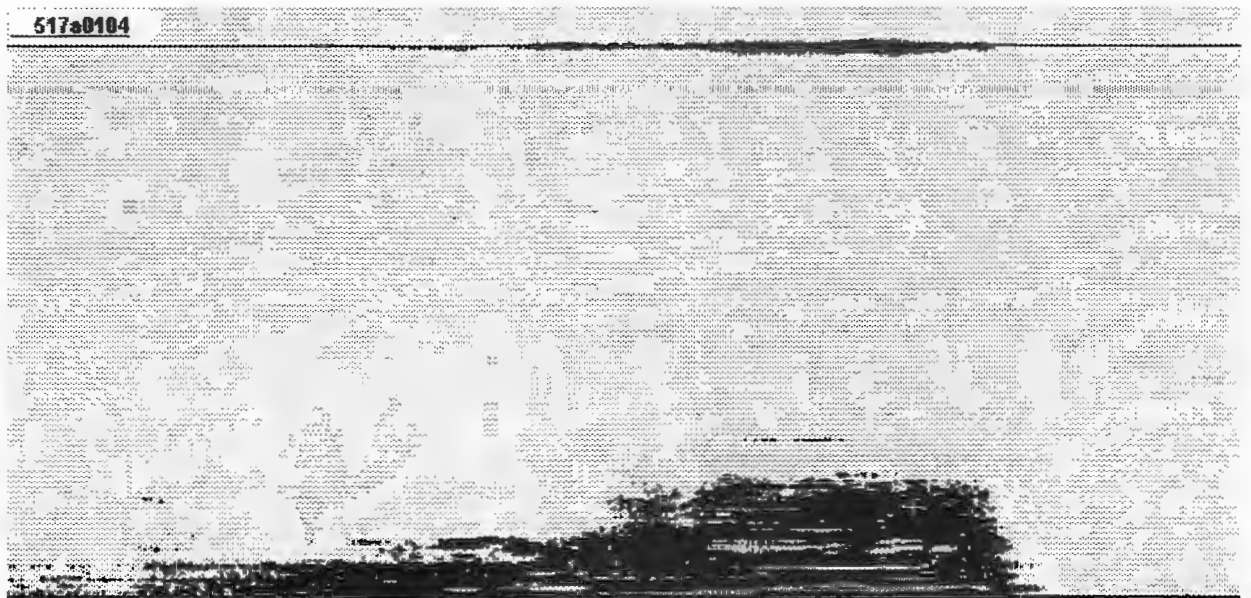
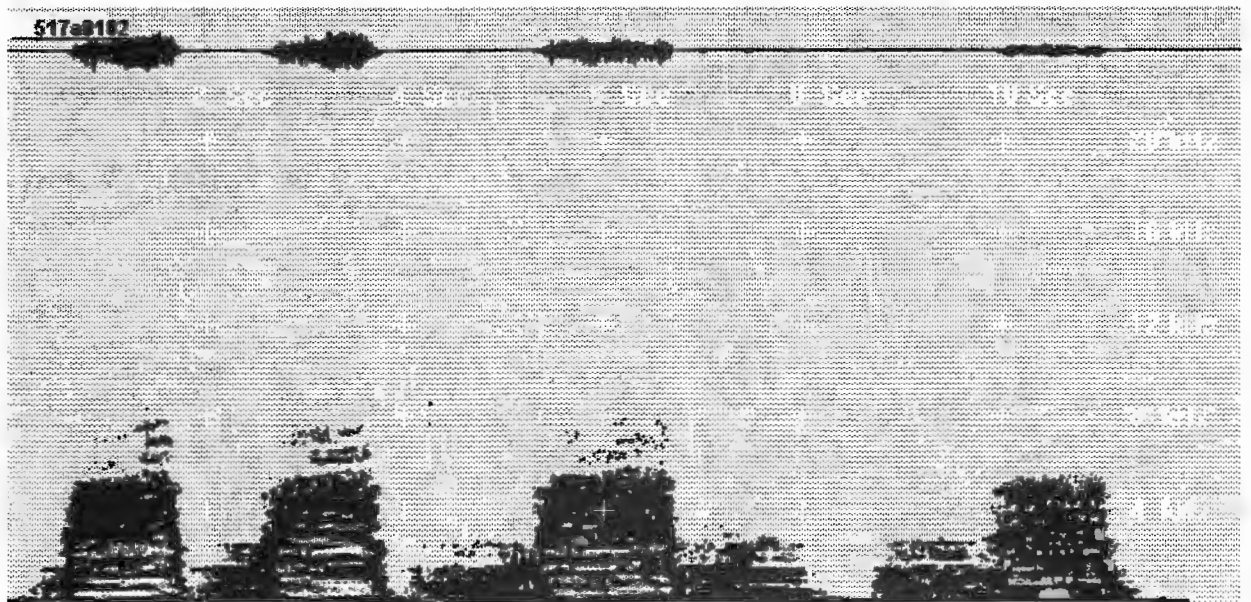




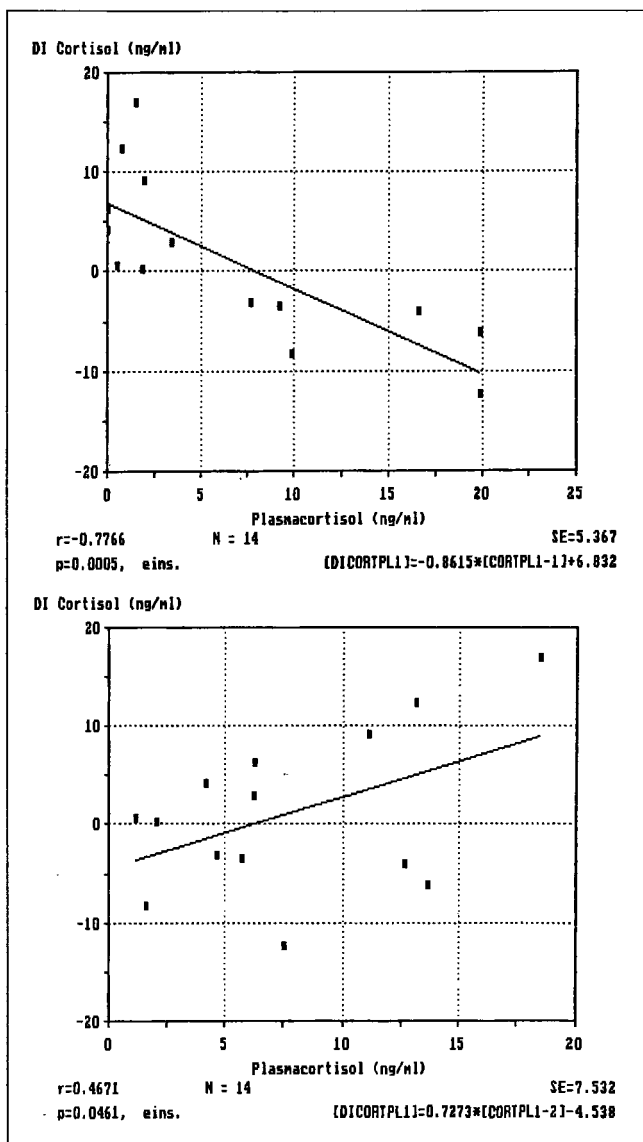
**Abbildung 2:** Herzfrequenzkennwerte (Herzschläge/min) der Saugkälber im Altersbereich um 15 Lebenstagen in spezifischen Perioden des Separierungsvorganges ohne Muttertierlaute (A) und mit Muttertierlauten (B), Box and Whisker Plots, Mittelwertunterschiede zwischen A und B: Punkt  $p < 0,01$ ; Kreis  $p < 0,05$



**Abbildung 3:** Herzfrequenzkennwerte (Herzschläge/min) der Saugkälber in den Altersbereichen um 15, 40 und 60 Lebenstagen in spezifischen Perioden des Separierungsvorganges mit Muttertierlauten, Box and Whisker Plots, Mittelwertunterschiede zwischen den Altersgruppen: Punkt  $p < 0,01$



**Abbildung 4:** Akustisches Signal des Muttertieres ONr. 3419 (Playback) und des Kalbes ONr. 90517 männlich, Ruffolge des Muttertieres und eingelagert Signale des Kalbes (oberer Teil), Einzelruf des Muttertieres und eingelagert ein Signal des Kalbes (unterer Teil), Amplituden-Zeit-Beziehung und Frequenzdichte-Zeit-Beziehung (Sonagramm)



**Abbildung 5:** Beziehung zwischen den Änderungen der Plasmacortisolkonzentration (nach gegenüber vor dem Aufenthalt im Isolierraum) und den Konzentrationen nach Entfernen der Tiere aus der Herde (oberer Teil) und jenen am Ende des Aufenthaltes im Isolierraum (unterer Teil) bei Kälbern im Alter um 15 Lebenstagen, Einzelwerte und Regressionsgrade

**Tabelle 1:** Körpertemperatur (RT), Speichel- und Plasmacortisolkonzentration von Saugkälbern bei temporärer Separation in verschiedenen Altersbereichen ohne (A) und mit (B) Präsentation von Muttertierlauten, Statistiken

			15 LT		40 LT		60 LT	
			A	B	A	B	A	B
RT (°C)	vor	n	13	13	10	10	6	6
		x	39,74	39,55	39,46	39,69	39,62	40,12
		s	0,28	0,26	0,21	0,62	0,38	0,8
		min	39,3	39,3	39,2	39,0	39,3	39,4
		max	40,2	40,1	39,9	41,1	40,3	41,5
	nach	n	13	13	10	10	6	6
		x	39,65	39,6	39,5	39,62	39,63	39,88
		s	0,25	0,18	0,15	0,39	0,5	0,49
		min	39,1	39,3	39,3	39,1	39,0	39,4
		max	40,1	40,0	39,8	40,5	40,5	40,6
Speichel- cortisol (ng/ml)	vor	n	10	10	7	7	5	5
		x	0,963	0,88	0,547	0,717	0,642	0,572
		s	0,999	0,553	0,295	0,409	0,463	0,243
		min	0,324	0,352	0,22	0,298	0,279	0,381
		max	3,386	2,291	1,102	1,313	1,447	0,997
	nach	n	10	10	6	6	5	5
		x	1,079 <sup>a</sup>	0,657 <sup>b</sup>	1,165	0,542	0,439	0,33
		s	0,417	0,163	1,097	0,193	0,222	0,096
		min	0,539	0,4	0,27	0,188	0,171	0,195
		max	1,814	0,918	3,259	0,734	0,651	0,456
Plasma- cortisol (ng/ml)	vor	n	14		10		6	
		x	6,652		3,145		3,72	
		s	7,377		4,161		4,835	
		min	0,01		0,01		0,01	
		max	19,84		13,71		12,95	
	nach	n	14		10		6	
		x	7,754		7,635 <sup>*</sup>		3,082	
		s	5,257		5,331		2,42	
		min	1,15		0,01		0,01	
		max	18,52		15,5		5,7	

\* Mittelwerte vor gegenüber nach signifikant verschieden,  $p < 0,01$   
a,b Mittelwerte A:B signifikant verschieden

**Tabelle 2:** Herzfrequenzkennwerte von Saugkälbern bei temporärer Separation in verschiedenen Altersbereichen ohne (A) und mit Präsentation von Muttertierlauten (B), Statistiken

		15 LT		40 LT		60 LT	
		A	B	A	B	A	B
HF 1	n	13	14	10	10	6	6
	x	192,5	188,0	191,0	192,5	170,7	172,7
	s	15,7	13,0	15,5	22,5	12,0	23,6
	min	162	150	164	141	154	138
	max	217	202	214	226	185	200
HF 2	n	14	14	10	10	6	6
	x	156,9	140,8*	143,8	139,6	127,0	126,3
	s	14,4	12,0	18,3	20,6	2,6	13,7
	min	133	118	109	111	124	103
	max	182	160	172	183	130	140
HF 3	n	14	14	10	10	6	6
	x	144,0	135,3*	128,7	128,5	119,5	118,0
	s	10,7	11,0	14,9	15,8	7,6	11,4
	min	132	113	111	97	106	100
	max	170	155	153	156	128	135
HF 4	n	14	14	10	10	6	6
	x	131,9	125,3*	118,6	120,1	111,3	110,3
	s	11,6	10,2	15,4	13,3	7,9	10,5
	min	120	105	93	87	100	99
	max	159	142	138	133	120	126
HF 5	n	14	14	10	10	6	6
	x	154,2	147,8	155,3	147,2	130,2	125,0
	s	19,6	15,6	25,0	15,9	9,9	6,3
	min	129	125	116	132	116	117
	max	211	179	186	175	142	132
HF 6	n	14	14	10	10	6	6
	x	191,8	178,8*	176,7	180,8	152,5	158,5
	s	12,8	14,0	17,7	22,0	9,2	10,6
	min	166	155	141	145	141	140
	max	211	197	201	209	162	173

+ p < 0,05, \* p < 0,01 Mittelwerte A:B signifikant verschieden

**Tabelle 3:** Korrelationen der Herzfrequenzkennwerte spezifischer Perioden der temporären Separation von Saugkälbern in verschiedenen Altersbereichen

	<b>15 Lebenstage</b>				
	HF 1	HF 2	HF 3	HF 4	HF 5
HF 2	0,6412*				
HF 3	0,7595*	0,8884*			
HF 4	0,7228*	0,8209*	0,8894*		
HF 5	0,4301	0,5407*	0,5062*	0,8332*	
HF 6	0,6988*	0,5089*	0,6222*	0,7032*	0,1816
	<b>40 Lebenstage</b>				
HF 2	0,7669*				
HF 3	0,5918*	0,8823*			
HF 4	0,2715	0,6616*	0,9088*		
HF 5	0,7095*	0,7079*	0,3236	0,0120	
HF 6	0,8555*	0,6350*	0,4916	0,2606	0,5980*
	<b>60 Lebenstage</b>				
HF 2	0,9057*				
HF 3	0,4803	0,7969*			
HF 4	0,1381	0,5446	0,9070*		
HF 5	0,4130	0,2152	-0,1366	-0,2855	
HF 6	0,8667*	0,9178*	0,6571	0,4419	0,4469

\* p < 0,05, p < 0,01

**Tabelle 4:** Anzahl der getesteten Tiere  
Anzahl der Tiere, die auf einen Mutterruf einen Antwortruf geben und Anzahl der Rufe pro reagierendem Tier in gleich breiten Altersklassen

	Altersklassen der Saugkälber							
	0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80
keine Messung		13	16	8	0	0	5	9
		5	8	21	13	16	11	
			0	19		26		
			1	6		9		
			5			7		
--		2/2	5/4	4/4	2/1	5/4	2/2	1/1
			9/8		7/5		3/3	
			89 %		71 %		100 %	