

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung

Vorstand: Prof. Dr. M. H. Erhard

Angefertigt unter der Leitung von

Prof. Dr. M. H. Erhard

**Untersuchung zur Stressbelastung  
von Rothirschen (*Cervus elaphus*)  
im Rahmen tierseuchenrechtlicher Eingriffe**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde

der Tierärztlichen Fakultät

der Ludwig-Maximilians-Universität München

von Dr. Peter Michael Leinberger

aus Buchen

München 2011

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Braun

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Dr. Erhard

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. Klee

Tag der Promotion: 26. September 2011

Für Gabriela

ohne die alles nicht möglich gewesen wäre

**INHALTSVERZEICHNIS**

<b>I.</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>LITERATURÜBERSICHT .....</b>	<b>3</b>
<b>1.</b>	<b>Rechtliche Bestimmungen .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Bewältigung von Stress .....</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>Messung einer Stressantwort .....</b>	<b>10</b>
3.1.	Verhaltensänderungen .....	10
3.2.	Herzfrequenz .....	18
3.3.	Blut/Serumparameter .....	23
3.3.1.	Kreatinkinase.....	23
3.3.2.	Kreatinin.....	24
3.3.3.	Hämatokrit, Hämoglobin.....	24
3.3.4.	Glucose.....	25
3.3.5.	Laktat.....	26
3.3.6.	Testosteron .....	27
3.3.7.	Cortisol.....	29
3.4.	Cortisolmetaboliten .....	32
<b>III.</b>	<b>TIERE, MATERIAL UND METHODEN .....</b>	<b>36</b>
<b>1.</b>	<b>Tiere.....</b>	<b>36</b>
<b>2.</b>	<b>Struktur der Gehege, Einzelgehege und Einzelboxen .....</b>	<b>37</b>
2.1.	Gehege – Rudelhaltung .....	37
2.2.	Einzelgehege .....	42
2.3.	Einzelboxen.....	43
<b>3.</b>	<b>Versuchsaufbau – Versuchsablauf .....</b>	<b>46</b>
3.1.	Erster Versuchsdurchgang.....	47
3.2.	Zweiter Versuchsdurchgang.....	48
3.3.	Dritter und Vierter Versuchsdurchgang .....	48
<b>4.</b>	<b>Probengewinnung.....</b>	<b>50</b>
4.1.	Blutentnahme .....	52
4.1.1.	Probenbehandlung.....	52
4.2.	Kotproben.....	52

---

4.2.1.	Kotprobenbehandlung .....	53
<b>5.</b>	<b>Verhaltensbeobachtung der Hirsche .....</b>	<b>53</b>
5.1.	Verhalten im Rudel .....	54
5.2.	Verhalten im Einzelgehege .....	55
5.3.	Verhalten in der Einzelbox.....	56
<b>6.</b>	<b>Herzfrequenzmessung.....</b>	<b>57</b>
<b>7.</b>	<b>Bestimmung der Blut- und Serumparameter .....</b>	<b>58</b>
7.1.	Glukose, Laktat, Kreatinkinase, Kreatinin, Hämoglobin, Hämatokrit.....	58
7.2.	Testosteron im Serum.....	59
7.3.	Cortisol im Serum .....	59
7.3.1.	Testprinzip (Elisa):.....	60
<b>8.</b>	<b>Bestimmung der Cortisolmetaboliten im Kot.....</b>	<b>61</b>
<b>9.</b>	<b>Statistische Auswertung.....</b>	<b>62</b>
<b>IV.</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>64</b>
<b>1.</b>	<b>Äußere Bedingungen.....</b>	<b>64</b>
<b>2.</b>	<b>Verhalten.....</b>	<b>64</b>
2.1.	Verhaltensvergleiche - Jahreszeit und Haltungsform.....	64
<b>3.</b>	<b>Herzfrequenz .....</b>	<b>77</b>
3.1.	Herzfrequenz Box .....	77
<b>4.</b>	<b>Blut- und Serumwerte.....</b>	<b>84</b>
4.1.	Kreatinkinase.....	88
4.2.	Kreatinin.....	89
4.3.	Hämatokrit, Hämoglobin.....	89
4.4.	Glukose.....	90
4.5.	Laktat.....	90
4.6.	Testosteron .....	91
4.7.	Cortisol .....	93
<b>5.</b>	<b>Cortisolmetaboliten.....</b>	<b>93</b>
5.1.	Vergleich der Cortisolmetaboliten in Einzelbox und Einzelgehege .....	95
<b>V.</b>	<b>DISKUSSION .....</b>	<b>100</b>
<b>1.</b>	<b>Methoden und Versuchsaufbau .....</b>	<b>100</b>

---

<b>2.</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>102</b>
2.1.	Verhaltensbeobachtung .....	102
2.1.1.	Verhaltensbeobachtung Rudel.....	103
2.1.2.	Verhaltensbeobachtung Einzelgehege.....	105
2.1.3.	Verhaltensbeobachtung Einzelbox .....	110
2.1.4.	Verhaltensvergleich der Haltungsformen.....	114
2.2.	Herzfrequenz .....	115
2.3.	Blut- und Serumwerte .....	119
2.3.1.	Kreatinkinase.....	119
2.3.2.	Kreatinin.....	120
2.3.3.	Hämatokrit, Hämoglobin.....	120
2.3.4.	Glucose.....	120
2.3.5.	Laktat.....	121
2.3.6.	Testosteron .....	121
2.3.7.	Cortisol .....	123
2.4.	Cortisolmetaboliten .....	124
<b>3.</b>	<b>Schlussbetrachtung .....</b>	<b>127</b>
<b>VI.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>131</b>
<b>VII.</b>	<b>SUMMARY.....</b>	<b>134</b>
<b>VIII.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>137</b>
<b>IX.</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>149</b>
<b>X.</b>	<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>163</b>

<b>Abbildung 1:</b> Coping / Predictability Konzept (von Borell, 2001; modifiziert nach Henry u. Stephens, 1977).....	9
<b>Abbildung 2:</b> Schematische Darstellung - Rotwildgatter A.....	39
<b>Abbildung 3:</b> Schematische Zeichnung - Rotwildgatter Z.....	41
<b>Abbildung 4:</b> Trennelemente und Schiebetüren zum sicheren Verbringen der Tiere in die Nachbarboxen und zur sicheren Kontaktaufnahme zu den Tieren .....	45
<b>Abbildung 5:</b> Einzelbox (uneingestreut, da noch kein Tierbesatz) .....	45
<b>Abbildung 6:</b> Schematische Darstellung der Einzelboxen und Belegplan.....	46
<b>Abbildung 7:</b> Versuchsaufbau der Sommerversuchswochen.....	50
<b>Abbildung 8:</b> Versuchsaufbau der Winterversuchswochen .....	50
<b>Abbildung 9:</b> Ruheverhalten der Hirsche in Bezug zur Haltungsform und Jahreszeit, n = Anzahl beobachteter Hirsche; SE = Standardfehler (SEM) .....	65
<b>Abbildung 10:</b> Ruheverhalten der Hirsche (n=9 Tiere im Rudel, n= 8 Tiere EG, n=11 Tiere EB) in Abhängigkeit von der Haltungsform .....	66
<b>Abbildung 11:</b> Aktivitätsverhalten der Hirsche in Bezug zur Haltungsform und Jahreszeit, n = Anzahl beobachteter Hirsche; SE = Standardfehler (SEM) .....	67
<b>Abbildung 12:</b> Aktivitätsverhalten der Hirsche (n=9 Tiere im Rudel, n= 8 Tiere EG, n=11 Tiere EB) in Abhängigkeit von der Haltungsform .....	68
<b>Abbildung 13:</b> Solitäre Körperpflege der Hirsche (n=9 Tiere im Rudel, n=8 Tiere EG, n=11 Tiere EB) in Bezug zur Haltungsform.....	72
<b>Abbildung 14:</b> Durchschnittliche Zahl der Positionswechsel der Hirsche in der Einzelbox im Sommer (n=5) und Winter (n=6). .....	76
<b>Abbildung 15:</b> Durchschnittliche HF bei Ruhe oder Aktivität während des jeweiligen Aufzeichnungszeitraumes in bpm der Hirsche 1, 2, 4, 5 (Sommer) und Hirsch 10 (Winter) .....	80
<b>Abbildung 16:</b> Punktdiagramm der HF Messung der Hirsche 1, 2, 4, 5 und 10 (bis Stunde 25 p. Imm. n=5, bis Stunde 37 n=4, bis Stunde 40 n=3, bis Stunde 43 n=2) .....	81
<b>Abbildung 17:</b> Punktdiagramm der HF Messung des Hirsches 4 über den Verlauf von 100 h in der Boxenhaltung.....	82
<b>Abbildung 18:</b> Graphische Darstellung der HF in bpm bei jeweiligem Verhalten, bei der Kotsammlung und Futterkontrolle (Hirsch 4) nach der Immobilisation und der Tageszeit. ....	83
<b>Abbildung 19:</b> Graphische Darstellung der Herzfrequenz in bpm bei jeweiligem Verhalten und bei der Kotsammlung (Hirsch 10) nach der Immobilisation und Tageszeit .....	84
<b>Abbildung 20:</b> Mittelwerte der Kreatinkinaseaktivität (U/l) nach der jeweiligen Haltungsform. * P<0,05; SE = Standardfehler (SEM).....	89
<b>Abbildung 21:</b> Testosteron Mittelwerte nach Jahreszeit und Haltungsform (Sommer Rudel n=8, EG n=5, EB n=5; Winter Rudel n=8, EG n=2, EB n=6); SE = Standardfehler (SEM).....	92
<b>Abbildung 22:</b> Testosteron Mittelwerte nach Jahreszeit (Sommer n=18, Winter n=16); SE = Standardfehler (SEM).....	92
<b>Abbildung 23:</b> Cortisolmetaboliten im Kot der Hirsche in der EB nach Jahreszeit und Sammlung im Abstand zur Immobilisation. (Sommer n=5 Tiere und Winter n=6 Tiere) .....	96

---

<b>Abbildung 24:</b> Cortisolmetaboliten im Kot der Hirsche im EG nach Jahreszeit und Sammlung im Abstand zur Immobilisation (Sommer n=5 Tiere, Winter n=3 Tiere); SE = Standardfehler (SEM). .....	97
<b>Abbildung 25:</b> Cortisolmetaboliten in ng/g Kot aller Hirsche (n=11) der EB-Haltung ab 24h p. Imm. * p<0,05; SE = Standardfehler (SEM).....	98
<b>Abbildung 26:</b> Cortisolmetaboliten in ng/g Kot aller Hirsche der EG-Haltung (n=8) ab 24 h p. Imm. * p<0,05); SE = Standardfehler (SEM) .....	99



---

<b>Tabelle 1:</b> Kennzeichen der Hirsche (Probanden) .....	36
<b>Tabelle 2:</b> „Sample points“ der Verhaltensbeobachtung in der jeweiligen Haltungform .....	56
<b>Tabelle 3:</b> Häufigkeit (%) der verschiedenen beobachteten Verhaltensweisen der Hirsche im Rudel (n=9) in Bezug zu der Jahreszeit.....	69
<b>Tabelle 4:</b> Häufigkeit (%) der verschiedenen beobachteten Verhaltensweisen der Hirsche im Einzelgehege (n=8) in Bezug zu der Jahreszeit .....	70
<b>Tabelle 5:</b> Häufigkeit (%) der verschiedenen beobachteten Verhaltensweisen der Hirsche in den Einzelboxen (n=11) in Bezug zur Jahreszeit .....	71
<b>Tabelle 6:</b> Häufigkeit der Positionswechsel pro Stunde („Liegen-Stehen“) der Hirsche 1-5 und der Hirsche 9-12, 15 und 16 (Durchschnittswert über die Gesamtzeit, dem Mittelwert und SEM). ...	74
<b>Tabelle 7:</b> Maximum des Positionswechsels innerhalb einer Stunde im jeweiligen Zeitraum nach der Immobilisation mit Angabe des Mittelwertes und des SEM .....	75
<b>Tabelle 8:</b> Mittelwert (MW) der Herzfrequenz (HF) der Hirsche 1, 2, 4, 5 (Sommer) und von Hirsch 10 (Winter) über den jeweiligen Messbereich (n = Zahl der Messpunkte alle 15 Sekunden), Boxenhaltung.....	78
<b>Tabelle 9:</b> Herzfrequenz je Tier und Aktion (Boxenhaltung).....	79
<b>Tabelle 10:</b> Mittelwerte der Blut- und Serumparameter der Hirsche nach der Haltungform (mit SEM, Minimum, Maximum und Median). .....	86
<b>Tabelle 11:</b> Testosteron-Mittelwerte der Hirsche je nach Haltungform und Jahreszeit (ng/ml) .....	87
<b>Tabelle 12:</b> Mittelwerte der Cortisol-Metaboliten der Sommer- und Winterversuchswochen nach Zeitbereichen nach der Immobilisation und nach Haltungform in ng/g Kot.....	94
<b>Tabelle 13:</b> Herzfrequenz und Verhalten (Hirsch 1) .....	149
<b>Tabelle 14:</b> Herzfrequenz und Verhalten (Hirsch 2) .....	150
<b>Tabelle 15:</b> Herzfrequenz und Verhalten (Hirsch 4) .....	152
<b>Tabelle 16:</b> Herzfrequenz und Verhalten (Hirsch 5) .....	158
<b>Tabelle 17:</b> Herzfrequenz und Verhalten (Hirsch 10) .....	161

**ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS**

ACTH	Adrenocorticotropes Hormon
ADP	Adenosindiphosphat
ATP	Adenosintriphosphat
bpm	beats per minute
CBG	Corticosteroid bindendes Globulin (Transcortin)
CM	Cortisolmetaboliten
CRH	Corticotropin-releasing Hormon
EU	Europäische Union
GHRH	Growth Hormon releasing Hormon
GnRH	Gonadotropin-releasing Hormon
HPA-	Hypothalamus-pituiary-adrenocorticotrope-
HR oder HF	Heart rate = Herzfrequenz
HRV	Herzschlagvariabilität
Ldk.	Landkreis
LGL	Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit
ø oder $\bar{x}$	Durchschnittswert oder arithmetisches Mittel
p. Imm.	nach Immobilisation
SA-	Sympathico-adrenomedulläre-
SP	sample points
STABW	Standardabweichung
TierSchG	Deutsches Tierschutzgesetz
TierSchNutztierV.	Tierschutz Nutztierhaltungsverordnung
TierSchTrV	Tierschutztransportverordnung
VO (EG) Nr.1/2005	EU-Verordnung über den Schutz von Tieren beim Transport

## I. EINLEITUNG

Mit bundesweit etwa 6.000 Tierhaltungen ist die kommerzielle Haltung von Rot-, Dam- und Sikawild im Rahmen der Landwirtschaft relativ weit verbreitet. Allein im Freistaat Bayern befinden sich über 40% aller Gehegewildhaltungen des Rot-, Dam- und Sikawildes Deutschlands (ungefähr 2700 Betriebe).

Wegen des hohen bayerischen Zuchtstandards werden zunehmend Hirsche in andere Staaten der Europäischen Union verbracht oder in Drittländer exportiert.

Das Tierseuchenrecht definiert seine Anforderungen an das innergemeinschaftliche Verbringen, d. h. hier den Handel mit Zuchthirschen, innerhalb der Europäischen Union im Tierseuchengesetz 2004 und der Binnenmarkt-Tierseuchenschutzverordnung 2005. Hierzu gehören die Vorschriften zu den anzeigepflichtigen Tierseuchen „Brucellose“ und „Tuberkulose“ (RL 92/65/EWG; RL 64/432/EWG; Tuberkulose-Verordnung 1997; Brucellose-Verordnung 2005). Diese besagen, dass in dem Betrieb, aus dem die Tiere stammen, in den letzten 42 Tagen vor dem Verladen kein Fall dieser Tierseuchen festgestellt sein darf. Weiterhin müssen in den letzten 30 Tagen vor der Verbringung die Tiere mit negativem Ergebnis auf Brucellose (Bluttest) und Tuberkulose (Hauttest) untersucht worden sein. Das Ergebnis der Tuberkuloseuntersuchung muss nach 72 h (+/- 4h) abgelesen werden (Bestimmung der Hautdicke).

Für Zuchtwild liegt kein Seuchentilgungsprogramm für Tuberkulose/Brucellose (wie z.B. bei Rindern) vor. Somit kann eine Bestätigung der Seuchenfreiheit des Herkunftbestandes durch das zuständige Veterinäramt nicht gegeben werden. Diese amtstierärztliche Bescheinigung muss jedoch 24 h vor dem Versand der Tiere nach vorgegebenen Muster der Richtlinie 92/65 EWG durch das zuständige Veterinäramt ausgestellt werden.

Damit bleibt nur die Möglichkeit der Einzeltieruntersuchung d. h. Untersuchung auf Brucellose mittels Blutprobe und der Intrakutantest auf Tuberkulose analog dem Test bei Rindern.

Somit machen die tierseuchenrechtlichen Bestimmungen einen zweimaligen direkten Tierkontakt und eine Einzelhaltung des Hirsches von mindestens drei

Tagen vor der Verbringung bzw. dem Export erforderlich, damit es in dieser Zeit nicht zu einer möglichen Infektion mit bereits infizierten Tieren kommen kann. Die Möglichkeiten der Einzelhaltung der Tiere während der 3-tägigen Wartezeit sind begrenzt. Entweder handelt es sich um Einzelgehege, in denen ein direkter Kontakt zu den Rudeltieren ausgeschlossen sein muss oder um Einzelboxen, in denen die Tiere abgeschirmt von ihrer Umwelt und natürlichen Witterungseinflüssen sind. Wegen des Wildtiercharakters von Gehegewild müssen die Tiere zur Probennahme in der Regel jeweils immobilisiert werden.

Ziel der vorliegenden Untersuchungen an Rothirschen ist die Möglichkeit der korrekten Umsetzung des Tierseuchenrechts (Untersuchung auf die anzeigepflichtigen Tierseuchen Brucellose und Tuberkulose) unter dem Aspekt des Tierschutzes zu prüfen. Dazu sollen die Bestimmung von Stressparametern und die Beobachtung von wesentlichen Verhaltensänderungen der in der jeweiligen Einzelhaltung (Einzelgehege/Einzelbox) befindlichen Rothirsche Aufschluss geben. Als Folge der Ergebnisse sollen möglichst Empfehlungen erarbeitet werden, die zum einen den Tierhaltern eine praktikable Vorgabe für die Durchführung der tierseuchenrechtlichen Bestimmungen geben, als auch dem Tier unnötigen Stress und Leiden im Sinne des Tierschutzes ersparen.

Das Projekt wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit über das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) gefördert.

## **II. LITERATURÜBERSICHT**

### **1. Rechtliche Bestimmungen**

Das Tierseuchengesetz (2004), letzte Änderung am 09.12.2010, und die Binnenmarkt-Tierseuchenschutzverordnung (2005) definieren, wie in der Einleitung beschrieben, ihre Anforderungen an das innergemeinschaftliche Verbringen bzw. an den Export von Rothirschen, und die Richtlinie RL Nr.92/65/EWG gibt in Anhang E Teil 1 das Muster der durch das zuständige Veterinäramt auszustellenden Gesundheitsbescheinigung für den Handel mit Tieren aus Betrieben vor. Die Empfehlung des Bayerischen Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (2009) zum Transport von Rot-, Dam- und Sikawild erlaubt deshalb auch kurzfristige Haltungsbedingungen einzelner Tiere im Wartestall (Box) für maximal 4 Tage, aber ausschließlich bei internationalen Transporten aufgrund tierseuchenrechtlicher Vorschriften.

Die Verordnung (EG) Nr.1/2005 zum Schutz von Tieren beim Transport, gültig seit 05.01.2007, regelt im wesentlichen den Transport von landwirtschaftlichen Nutztieren, gilt jedoch auch für Gehegewild bei Transporten im Zusammenhang mit wirtschaftlichen Tätigkeiten. Soweit diese Verordnung keine konkreten Angaben macht, gelten die Bestimmungen der nationalen Tierschutztransportverordnung (TierSchTrV 2009). Die Besonderheit bei Wildtieren ist, dass der Transport eine höhere Belastung darstellt, als es bei landwirtschaftlichen Nutztieren der Fall ist. Es sind alle Maßnahmen zu treffen mit denen die Belastung verringert werden kann. Nach VO (EG) Nr.1/2005 gilt u.a. auch für Kolbenhirsche ein absolutes Transportverbot, wegen extremer Verletzungsgefahr und der Schmerzempfindlichkeit der Geweihe der Hirsche im Bast. Bei brünftigen Hirschen ist aus tierärztlicher Sicht ein Transport grundsätzlich nicht zulässig, da die Brunftzeit eine extrem zehrende Zeit für die Hirsche ist, in der ihnen keine weitere Belastung zugemutet werden sollte. Auch der Transport nach Abwurf der Geweihstangen und vor dem ersten Schieben des neuen Geweihes wird dadurch eingeschränkt, dass die Hirsche zumeist in ein Gehege neu verbracht werden in dem sich auch Spießer befinden, die zu diesem Zeitpunkt noch ihre Stangen tragen. Ein Einsetzen eines fremden Hirsches, der abgeworfen hat, in ein Gehege mit noch Geweih tragenden Hirschen ist wegen der hohen Verletzungsgefahr des

Hirsches nicht zulässig. Zu beachten ist auch, dass Geweih tragende Hirsche wegen hoher Verletzungsgefahr nur einzeln transportiert werden dürfen.

Das bedeutet, dass männliche Hirsche zu einer Zeit transportiert werden sollen, die für die Tiere am wenigsten belastend und gefährdend ist, also nach dem Ende der Brunft bis zum Abwurf der Stangen oder in der Feistzeit, der Zeit nach dem Verfegen bis zum Beginn der Brunft. Das ist in unseren Breiten die Zeit von ungefähr Anfang August bis Mitte September (Feistzeit) und die Zeit von November bis ungefähr Mitte Februar.

Diesen Gegebenheiten wurde bei der Planung der Versuchsdurchgänge im Jahresverlauf Rechnung getragen.

In den Empfehlungen zum Transport von Rot-, Dam- und Sikawild des Bayerischen Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit LGL (2009) werden weiter die Rechtsvorschriften angeführt, die neben dem Transport und seinen Anforderungen, auch Fragen der Distanzmobilisierung, des Arzneimittelrechts und des Tierseuchenrechts für die Verbringung bzw. den Export von Rotwild behandeln, und damit konkreten Einfluss auf die durchgeführte Untersuchung haben.

Der § 5 des Deutschen Tierschutzgesetzes (TierSchG) beinhaltet das tierärztliche Betäubungsmonopol. Nichttierärzte benötigen, um eine Betäubung durchführen zu dürfen, eine Ausnahmegenehmigung der Kreisverwaltungsbehörde, die grundsätzlich an das jeweilige Gehege gebunden ist. Sie kann jedoch auch für einen gesamten Landkreis gegeben werden, damit ein erfahrener Immobilisator ortsübergreifend tätig sein kann. Die Empfehlung des LGL (2009) beschreibt die genaue Durchführung der Immobilisierung.

Danach ist für die Immobilisation grundsätzlich eine Mischung der beiden verschreibungspflichtigen Wirkstoffe Xylazin und Ketamin anzuwenden. Aufgrund der Entwicklung dieser Methode im Tierpark Hellabrunn wird diese Mischung auch als Hellabrunner-Mischung bezeichnet. Durch die Kombination dieser Wirkstoffe werden Nebenwirkungen, die eine Gefahr für die Gesundheit der Hirsche darstellen, im Sinne des Tierschutzes verhindert bzw. minimiert. Die im Handel befindlichen Xylazin bzw. Ketamin haltigen Fertigarzneimittel, aus denen die Mischung hergestellt wird, sind nicht für Lebensmittel liefernde Tiere zugelassen. Eine Abgabe durch den Tierarzt an den Tierhalter darf nach

Umwidmung aufgrund eines Therapienotstandes erfolgen (§56a Abs.1 Nr.3 i.V.m. Abs.2 Arzneimittelgesetz).

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde die Arzneimischung vorgemischt und an den Tierhalter abgegeben. Die Wartezeit umgewidmeter Arzneimittel von mindestens 28 Tagen ist festzusetzen und vom Tierarzt anzugeben (§12a Abs.2Satz3 TÄHAV i.V.m. §21 Abs.2a/§ 56a Abs.2 AMG).

Nach Vorgabe der Richtlinie für die Haltung von Dam-, Rot-, Sika- und Muffelwild (Gehegewild-Richtlinie 2007) dürfen immobilisierte oder stark sedierte Tiere erst transportiert werden, wenn die Betäubung abgeklungen ist, die Tiere sicher stehen können und die Reaktionsfähigkeit wieder hergestellt ist.

Auch die Verordnung (EG) Nr.1/2005 über den Schutz von Tieren beim Transport lässt die Verwendung von Betäubungsmitteln nur zu, wenn dies unumgänglich ist und unter tierärztlicher Kontrolle stattfindet. Wenn im Ausnahmefall der Transport eines immobilisierten Tieres unvermeidbar ist, muss dies unter tierärztlicher Kontrolle geschehen (VO (EG) Nr.1/2005 Anhang I Kap.I Nr.5).

In der Gehegewild Richtlinie Nr.3.1.(2007), konkretisiert durch Anlage 1 Nr.6, sind die Möglichkeiten einer Fanganlage für landwirtschaftliche Wildgehege und der Umgang damit beschrieben. Für geweihtragende, wehrhafte Tiere sind Fanganlagen in der Regel nicht geeignet.

Die Tierschutz Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutztV 2001) gilt für landwirtschaftliche Nutztiere, sowie für andere warmblütige Wirbeltiere, die zur Erzeugung von Nahrungsmitteln, Wolle, Häuten und Fellen und zu anderen landwirtschaftlichen Zwecken gehalten werden. Damit unterliegt die Haltung von Gehegewild auch den allgemeinen Anforderungen an die Haltungseinrichtungen (§3 TierSchNutztV) und an die Überwachung, Fütterung und Pflege (§4 TierSchNutztV). Damit sind auch bei der Benutzung von Warteställen für die tierseuchenrechtliche Untersuchung von Gehegewild Aufzeichnungen über die Herkunft und den weiteren Verbleib des Tieres, exakte Angaben der Ein- und Ausstallung, die individuelle Tierkennzeichnung, medizinische Behandlungen sowie der täglichen Überprüfung der Tiere zu führen.

Weiterhin wird in den Empfehlungen des LGL auf Leitlinien bzw. Gutachten des BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und

Verbraucherschutz) hingewiesen. Dies sind die Leitlinie für eine tierschutzgerechte Haltung von Wild in Gehegen (1995) und das Gutachten über die Mindestanforderungen an die Haltung von Säugetieren (1996).

## 2. Bewältigung von Stress

Die moderne Stresstheorie definiert Stress als einen Zustand, bei dem die Homöostase eines Organismus durch unterschiedliche Faktoren gestört ist (Reeder u. Kramer 2005). Die Belastungsreize, die sogenannten Stressoren, können physikalischen und/oder psychologischen Ursprungs, also exogen oder endogen sein. Die Antwort eines Organismus auf einen Stressor erhöht den Energieverbrauch des Organismus kurz- oder langfristig (Reeder u. Kramer 2005). Diese Verarbeitung von Stressoren geschieht über eine Kaskade von biologischen Mechanismen, einer Abfolge von physiologischen Reaktionen und Verhaltensantworten, mit dem Ziel einer Schadensvermeidung, der Neutralisation des Stressor und dem Wiedererreichen eines psychophysiologischen Gleichgewichtszustandes des Organismus, der sogenannten Homöostase (von Borell 2001, Reeder und Kramer 2005).

Der Begriff „Distress“ bezieht sich auf einen Zustand, in welchem die Stressantwort auf eine Bedrohung (Stressor) einen schädlichen Effekt auf das Wohlbefinden eines Tieres hat (Moberg 2000). Dies betrifft vor allem auch den daraus folgenden emotionalen Zustand eines Tieres (Hurnik et al., 1985, Mellor et al., 2000).

Die neurale Stressantwort ist bestimmt durch die Sympathikuswirkungen, der Freisetzung von Noradrenalin aus den peripheren sympathischen Nerven, der Katecholamine (v.a. Adrenalin) aus dem Nebennierenmark und daraus folgend die Mobilisierung der Glucose durch Glykogenolyse, als sofort zur Verfügung stehende Energie, und einer Steigerung der Herzfrequenz, der Atmung und des Blutdrucks. Die Aktivierung der neuralen Stressantwort erfolgt durch den paraventriculären Nucleus des Hypothalamus.

Die endokrine Stressantwort wird dadurch ausgelöst, dass der Nucleus paraventricularis auch in die Hypophyse projiziert und die HPA-Achse (Hypothalamus-Pituitary-Adrenocorticotrope-) aktiviert. Dabei werden die neurosekretorischen



Zellen des Nucleus aktiviert und CRH (Corticotropin releasing Hormon) und Vasopressin werden vermehrt synthetisiert und freigesetzt (Johnson et al., 1992; Herman und Cullinan, 1997). CRH gelangt über den Pfortaderkreislauf der Hypophyse in den Hypophysenvorderlappen und setzt ACTH (Adrenocorticotropes Hormon) und auch  $\beta$ -Endorphin (wichtig für die stressinduzierte Analgesie) aus Proopiomelanocortin ins Blut frei. Auch Vasopressin hat eine Bedeutung für die physiologische Kontrolle der ACTH Sekretion. Vasopressin soll besonders unter Stress eine vermehrte Ausschüttung von CRH bewirken.

ACTH bewirkt die vermehrte Freisetzung von Glucocorticoiden (Cortisol, Corticosteron) aus der Nebennierenrinde. Die Menge um die die Glucocorticoidkonzentration erhöht wird, kann die Stärke des Stressors widerspiegeln (Hennessy et al., 1979). Diese Glucocorticoide bewirken die Glykogenolyse in der Leber und Muskulatur, dadurch wird die Glucose, die als Energielieferant von wesentlicher Bedeutung ist, vermehrt freigesetzt. Das Insulin aus der Bauchspeicheldrüse wird vermindert freigesetzt, um unnötige Stoffwechselfvorgänge, die durch dieses anabole Hormon befördert werden, zu unterbinden. Glucocorticoide stimulieren die Gluconeogenese in der Leber und steuern die Umwandlung von Noradrenalin in Adrenalin im Nebennierenmark. Während neuraler und endokriner Stressantworten werden nicht unmittelbar lebenswichtige Funktionen des Organismus wie Wachstum, Verdauung und Reproduktion zugunsten von lebensnotwendigen Organsystemen zurückgestellt (Reeder u. Kramer 2005).

„Chronischer Stress“ d.h. eine langfristig bestehende Stressantwort, das wiederholte einem Stressor ausgesetzt sein, mit anhaltend hohem Glucocorticoid-Blutspiegel, ist schädlich für den Organismus. Sie können zu neuronalem Zelltod, Hyperglykämie, Insulin resistentem Diabetes, Muskel- und Knochenatrophie, Reproduktionsdepression, Arteriosklerose, schlechter Wundheilung, Hypertension, Wachstumsunterbrechung, Immundepression und einer verkürzten Lebenszeit führen (Munk et al., 1984; Broom u. Johnson 1993; Abbott et al., 2003; Sand u. Creel, 2004; Sapolsky, 1992a/c, 2000, 2002; Winsfield u. Ramenofsky, 1999).

Deshalb ist es für den Organismus wichtig die HPA - Aktivierung zu regulieren. Eine Reihe von Feedback Mechanismen übernehmen normalerweise diese

Funktion (Whitnall, 1993). So befinden sich Glucocorticoidrezeptoren am Hypophysenvorderlappen, aber auch an verschiedensten anderen Stellen im Gehirn, wie z.B. im Hypothalamus, im Hippocampus oder der Amygdala. Eine Bindung an diese Rezeptoren führt zu einer geringeren Freisetzung von CRH und ACTH. Dies wiederum bewirkt eine verminderte Freisetzung von Glucocorticoiden aus der Nebennierenrinde (negativer Feedback). Es gibt zwei verschiedene Glucocorticoid-rezeptortypen. Typ I mit hoher Affinität zu Glucocorticoiden (v.a. Mineralocorticoide), die schon bei basalen Corticoid-Blutspiegeln besetzt sind, und die Typ II Rezeptoren mit geringerer Affinität zu Glucocorticoiden, die erst bei durch Stress stark erhöhten Glucocorticoidspiegel besetzt werden (Sapolsky et al., 2002; Munk u. Naray-Fejes-Toth, 1992).

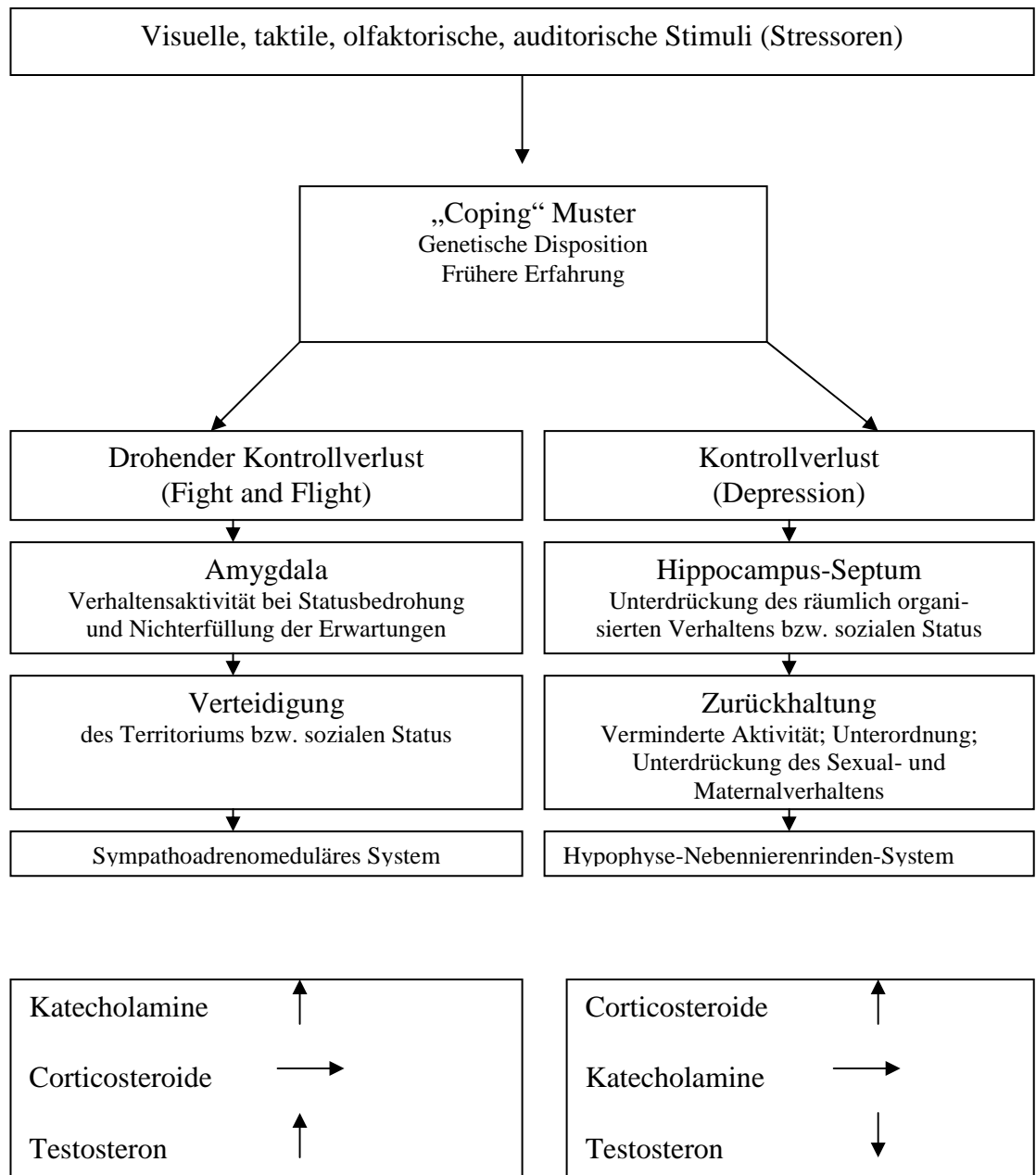
Corticoide liegen nur zu einem geringen Teil frei im Körper vor, stattdessen sind sie primär an Proteine gebunden. Sehr spezifisch ist CBG – Corticosteroid binding Globulin – Transcortin, aber auch die Bindung an Plasma Albumine liegt vor. Nur die ungebundene Menge des Glucocorticoids ist biologisch aktiv, und für die gebundene Form werden die Carrier-Hypothese und die Puffer-Hypothese diskutiert (Reeder et al., 2005). Die Puffer-Hypothese (Romero, 2002) besagt, dass das CBG dazu dient ein Übermaß an Glucocorticoiden zu binden, um verschiedene Gewebe vor überhöhten Mengen von Glucocorticoiden zu schützen. Bei der Carrier-Hypothese wird das CBG als ein Transportmolekül gesehen, das das Erreichen des Zielgewebes für die Glucocorticoide erleichtert und möglicherweise ihre Wirkungen vermittelt (Breuner und Orchinik, 2002).

Das HPA System wird überwiegend dann aktiviert, wenn der Organismus die Kontrolle in seiner Umwelt verliert.

Das sympathicoadrenomedulläre System (SA-System) wird aktiviert, wenn der Organismus die Kontrolle innerhalb einer Belastungssituation behält (Henry u. Stephens, 1977).

Die Aktivierung des einen oder anderen Systems hängt von vielen Faktoren ab, wie der genetischen Disposition des Tieres, seinen früheren Erfahrungen, seinen kognitiven Fähigkeiten und auch von der Quantität und Qualität des Stressors (Ladewig, 1994). Hierbei sind psychologische Stressoren, wie Angst oder sozialer Druck, Situationen der Ungewissheit, die als Drohung empfunden werden, sehr potente Stressoren mit großem Einfluss auf das Wohlbefinden und die Gesundheit

der Tiere, sind ebenso wichtig wie die Stressoren physischer Natur (von Holst, 1998).



**Abbildung 1:** Coping / Predictability Konzept (von Borell, 2001; modifiziert nach Henry u. Stephens, 1977)

Bei der Konfrontation eines Tieres mit einem Stressor (physisch oder emotional) ist das Tier auf verschiedene biologische Systeme (Verhalten, autonomes Nervensystem, Neuroendokrines System) angewiesen, um Stressantworten zu finden, und um die Situationen zu bewältigen, die die Homöostase bedrohen (Moberg 2000). Die in Abbildung 1 dargestellten beiden Haupt „Stress-Achsen“ zeigen

wesentliche Zusammenhänge auf.

Infolge der komplexen Natur der Antworten eines Lebewesens auf einen Stressor sollten verschiedene Parameter benutzt werden, um stressvolle Situationen zu beurteilen.

### **3. Messung einer Stressantwort**

#### **3.1. Verhaltensänderungen**

Zusätzlich zu den kurzfristigen Antworten des autonomen Nervensystems, der SA-Achse, und der endocrinen Reaktion der HPA-Achse auf Belastungen durch Stressoren, spielt die Änderung des Verhaltens eines Tieres eine wichtige und entscheidende Rolle in der Reaktion auf einen Stressor. Verhaltensreaktionen können oft die einfachste und ökonomischste Art sein, auf einen Stressor zu reagieren, z.B. entzieht sich ein Tier zu großer Hitze, indem es Schatten aufsucht (Moberg 1985a). Jenkins und Kruger (1973) unterscheiden zwischen psychischen Stressoren (z.B. Angst auslösenden) und somatischen Stressoren (z.B. Umgebungstemperatur, Verletzungen) die Verhaltensreaktionen bewirken. Nach Porges (1985) ist die Stressreaktion und die Verhaltensänderung, abhängig von der Reaktionslage des Tieres, wenn es dem Stressor ausgesetzt ist. Unterschiedliche Verhaltensreaktionen auf den gleichen Störreiz durch verschiedene Individuen gleicher Art, aber auch desselben Individuums zu verschiedenen Zeitpunkten sind gegeben. Die Intensität und Art der Verhaltensreaktion auf einen Stressor wird auch hier durch viele Faktoren beeinflusst, z.B. Alter, Geschlecht, Kondition, sozialer Status, Temperament des Tieres, vorhergehende Erfahrungen, durch genetische Unterschiede oder gleichzeitig herrschende Umwelteinflüsse (Jenkins und Kruger, 1973).

Besonders in mittleren und hohen geographischen Breiten sind bei den dort lebenden Tieren durch evolutionäre Anpassung endogene Jahresrhythmen (circannuale Rhythmen) entstanden, die verschiedenste physiologische Funktionsbereiche wie die Fortpflanzung, Wachstum, Winterruhe, Wanderung, Fettdepotbildung oder Fellwechsel beeinflussen. Diese Biorhythmen sind somit praeadaptiert an periodische Umweltveränderungen eines Jahres dieser

geographischen Breiten (Mathew et al., 2008). „Zeitgeber“ die die biologische Uhr stellen, die letztlich den Jahresrhythmus steuern, liegen auf der tagesrhythmischen Ebene (Aschoff, 1955). Lichtbeginn und Lichtende des Tages im Jahresverlauf vermitteln die physiologische Steuerfunktion. Die endogene genetisch fixierte Tagesrhythmik wird durch den Nucleus suprachiasmaticus des Hypothalamus vorgegeben, der durch Afferenzen des optischen Systems versorgt wird. In der Epiphyse wird durch Steuerung des Nucleus suprachiasmaticus in der Dunkelzeit Melatonin produziert (zur Übersicht Scheibe, 2010). Das Melatonin ist letztlich der Mittler der Tagesperiodik für eine Vielzahl physiologischer Funktionen. Über die Lokalisation des endogenen Jahresrhythmus im ZNS ist noch nichts bekannt, aber die Kenntnisse über den Zeitgebermechanismus der Jahresrhythmik sind größer. Die Bildung des Melatonin in der Epiphyse hat die zentrale Übertragungsfunktion von nervalen in endocrine Funktionsbereiche, auch im Bezug auf den Jahresrhythmus. Die Produktion des Melatonin in der Epiphyse ist neben der Aktivierung von Enzymsystemen, von dem überschwelligem Vorhandensein seines Ausgangsstoffes Serotonin, abhängig. Motorische Aktivität bzw. die allgemeine Erregungslage (arousal) beeinflusst ebenfalls den Nucleus suprachiasmaticus im Hypothalamus. Dieser, und dadurch die vermehrte Aktivität, fördert unabhängig von Lichtbedingungen die Freisetzung und Produktion von Serotonin in der Epiphyse (Challet 2007). Das bedeutet, dass motorische Aktivität unabhängig von den Beleuchtungsbedingungen eine endogene rhythmische Information liefert. Der Zeitgeber der Jahresrhythmik liegt wahrscheinlich im Zusammenspiel dieser zwei tagesrhythmischen Funktionen, die ihrerseits von dem im Jahresverlauf variierenden Zeitpunkt des Lichtbeginns und Lichtendes eines Tages abhängen (Scheibe, 2010). So folgt der Tagesgang des Melatonins dem Tag/Nacht Rhythmus, der des Serotonins der motorischen Aktivität.

Unter natürlichen ungestörten Bedingungen zeigen unsere großen Pflanzenfresser eine durch 3 Ebenen strukturierte Tagesaktivität: die circadiane Komponente, die dämmerungsbezogene Komponente und die nahrungsaufnahmebezogene Ultradianrhythmik (Scheibe et al., 2002). Die Variation der Nahrungsaufnahme und des Körpergewichts steht unter Kontrolle der Tageslichtlänge. Dabei spielt Melatonin auch beim Rothirsch die Mittlerfunktion (Dominique et al., 1992; Heydon et al., 1993).

Große Pflanzenfresser verfügen über Mechanismen der Energieeinsparung im Winter. Dazu zählen neben der Reduktion der motorischen Aktivität (Berger, 1999; Berger et al., 1999), die Reduktion der peripheren Körpertemperatur, der Herzfrequenz und des Grundumsatzes (Arnold, 2002; Arnold et al., 2004). Bei unseren großen Pflanzenfressern kann die Bindung eines morgendlichen Aktivitätsgipfels an den Lichtbeginn als Zeichen für die Zeitgeberwirkung auf den Jahresrhythmus gedeutet werden (Scheibe, 2010). Die Aktivität kann aber direkten störenden (maskierenden) Einflüssen z.B. durch den Menschen unterliegen.

Besonders ist dies bei in Farmen gehaltenen Hirschen der Fall. Der natürliche Aktivitätsrhythmus des Rothirsches (Ultradian, circadian und circannular) ist durch vielfältige Einflüsse des Menschen, wie der Haltung, der Fütterung, der Gehegegestaltung, des Besatzes und durch eine große Zahl verschiedenster Handlungsmaßnahmen maskiert, verändert und gestört.

Damit ist die Bestimmung des Aktivitäts- oder des Ruheanteils im Verhalten eines Rothirsches ein geeigneter Maßstab anhand seiner Veränderungen die störenden und belastenden Faktoren der Handlungsmaßnahmen auf den Rothirsch einzuschätzen.

Berger (2010) beschreibt das natürliche Aktivitätsverhalten u. a. des Rothirsches im Jahresgang mit Hilfe telemetrischer Methoden (Ethosys/GPS plus) unter Freilandbedingungen. Rotwild zeigt vergleichbar zu Scheibe (2002) eine Jahresrhythmik, die großen Einfluss auf das normale Aktivitätsniveau hat. Eine circadiane Komponente, die Tiere grundsätzlich in eher Tag oder Nacht aktive Tiere einteilt, hat beim Rotwild keine besondere Bedeutung. Weiterhin beschreibt sie eine dämmerungsbezogene Komponente mit erhöhter Aktivität, und bimodalem Rhythmus und als letztes die Ultradianrhythmik, die kein rhythmisches Korrelat in der Umwelt hat, sondern ein rein endogenes Stoffwechsel bezogenes Phänomen ist (Halle und Stenseth, 1994). Diese Ultradianrhythmik wird vor allem von der Pansenfüllung gesteuert und die Äsungsperioden verteilen sich bei ungestörten Hirschen meist regelmäßig über den Tag. Das Aktivitätsniveau liegt im Sommer und zum Teil im Herbst über dem Jahresdurchschnitt und in der Mangeljahreszeit Winter unterhalb des Jahresdurchschnitts. Die Hirsche sind in den kurzen Lichttagen des Winters auf niedrigem Niveau eher aktiv und nutzen die Nachtstunden eher zur Ruhe (Berger

2010). Im Spätsommer/Herbst sind die Hirsche bei generell erhöhter Tagesaktivität vor allem in den Nachtstunden aktiv. Das Rotwild zeigt auch eine sehr starke Synchronisation seines Verhaltens zu dem seiner Artgenossen im Rudel. Erhöhte Aktivität, z.B. auch Zusatzfütterung, entgegen den evolutionär entstandenen endogenen Rhythmen können die interne Synchronisation (Homöostase) des Organismus stören und auch eine Anpassung an Umweltbedingungen unmöglich machen.

Weigerstorfer (1996) untersuchte den tages- und jahreszeitlichen Verlauf der Aktivität des Rotwildes mit Hilfe implantierter Mess- und Sendegeräte (Schober und Fluch, 1995) unter seminaturalen Bedingungen in einem 36 ha großen Untersuchungsgebiet an männlichen und weiblichen Rothirschen. Sie bestätigt die Zusammenhänge zwischen den Dämmerungsphasen und erhöhter Aktivität. Zusätzlich ist noch eine deutliche Aktivitätserhöhung im Zeitraum um Mitternacht. In den Monaten Juli und August hat das Rotwild in der Morgendämmerung die höchste Aktivität (>90%), während der übrigen Monate sind die Tiere in der Abenddämmerung aktiver als am Morgen. Die durchschnittliche Aktivität im November ist mit 39,6% bei der allerdings höchsten Standardabweichung von 15,5% am niedrigsten, die höchste Aktivität ist im Juli bis Oktober mit >60% beschrieben. Die restlichen Monate liegt sie im Bereich von 50% der Tageszeit. In dieser Untersuchung wird auch der Anteil der Äsungszeit an der Gesamtaktivitätszeit beschrieben und die Unterschiede herausgestellt. Während der Sommermonate verbringen die Tiere nur 30,1% der Gesamtaktivität mit Äsen, in den Monaten Januar bis März sind es durchschnittlich 51,6%. Sowohl in der Nacht als auch in den Dämmerungszeiten verbringt das Rotwild mehr Zeit seiner Gesamtaktivität mit Äsen, während des Lichttages beträgt diese Zeit nur 30%. Die Gesamtaktivität der Rothirsche im Jahresdurchschnitt liegt bei 49,2%, die der Tiere und Schmaltiere bei 53,4%. Es wurden keine witterungsbedingten Einflüsse (Tagesmittelwerte von -9° bis +26°C) auf das Aktivitätsmuster des Rotwildes in dieser Untersuchung festgestellt. Die prozentualen Anteile der Aktivität haben im Winter ihren Tiefstwert mit 46,6% und im Sommer ihren Höchstwert mit 55,4 % der Gesamtzeit. Diese Aktivitätswerte der unter Semi-Freilandbedingungen beobachteten Hirsche liegt in der Bandbreite der Werte anderer Autoren (Georgii, 1984; Fischer, 1985; Bützler, 1986).

Auch Bützler (1986) beschreibt in seinen Untersuchungen eine annähernd gleichlange Gesamtdauer von Aktivität- und Ruhezeiten, ein sogenannter polyphasischer Typ des Aktivitätsmusters. Das bedeutet, der Rhythmus wird beim Wiederkäuer von der Äsungszeit und der Dauer des Wiederkäuens (Pansenfüllung, Rohfasergehalt) bestimmt, und damit von der Qualität und Quantität der Nahrung. In Wildparks und der freien Natur hat Bützler (1986) die Länge der Ruhe- und Aktivitätsperioden festgehalten. Sie variiert zwischen 30 Minuten bis zu 2,5 h, und beträgt im Mittel etwa 1,5 h, was einem Wechsel der Position „Liegen“ von 0,66 mal/h entspricht. So haben Bubenik und Lochmann (1956) bei Gehegebeobachtungen 8 Äsungsperioden in 24 h festgestellt.

Bützler (1986) beschreibt anhand seiner Beobachtungen das Normalverhalten eines Rothirsches als Abfolge folgender Verhaltensweisen.

Ruheperiode:

- 1.) Schlaf (Seitenlage, Bauchseiten- oder Bauchlage, Kopf gesenkt oder niedergelegt).
- 2.) Erwachen und Kopf heben (Bauchlage).
- 3.) Kontakt zur Umgebung (Sichern im Liegen).
- 4.) Körperpflege im Liegen (Lecken, Beißen, Kratzen).

Aktivitätsperiode:

- 1.) Aufstehen und Sichern.
- 2.) Körperpflege (Lecken, Kratzen, Körperstrecken und Krümmen, Schütteln und Kopfschlenkern)
- 3.) Harnen und Koten (sich Lösen).
- 4.) Soziale Kontakte (Geruchskontrolle, Kontaktverhalten z.B. Lecken, Spielkontakte, Scherzen, kämpferische Auseinandersetzungen dominanzabhängig).
- 5.) Ziehen zum Äsungsplatz (unorientiert, in Einer-Kolone, Parallelformation).
- 6.) Nahrungsaufnahme (Äsen)



Wagner (1992) untersuchte in ihrer Arbeit auch den Einfluss anthropogener Störreize auf das Verhalten und das Aktivitätsmuster des Rotwilds an einem 1,5 Jahre alten Spießer und einem 0,5 Jahre alten Wildkalb in einem 0,3 ha großen Gatter mit Hilfe telemetrischer Aufzeichnung, aber auch mit während der Störversuche gemachten Videoaufzeichnungen des Verhaltens, in der Zeit von Dezember bis Ende März. Die Aktogramme beider Tiere zeigen deutlich erhöhte Aktivität während der Dämmerungszeiten, aber auch mehrere Aktivitätsgipfel über den 24 h Tag verteilt. Die Länge der Perioden und die Verteilung auf die Tageszeiten ist auch bei Gehegewild weiterhin abhängig von Umwelteinflüssen, von der Gestaltung des Geheges und von der Zahl und der Qualität von Beunruhigungen (Wagner 1992). Die festgestellten Verhältnisse zwischen Aktivität- und Ruheanteil zeigten einen durchschnittlichen Aktivitätsanteil beider Tiere am Gesamttag im Dezember und Januar von ungefähr 48%, der ab Februar anstieg und im März bei ungefähr 55% lag. Die definierten optischen und akustischen Störversuche erhöhten die Aktivität über den Gesamttag nur geringfügig, mit ungefähr einer halben Stunde reduziertem Liegeanteil gegenüber störungsfreien Tagen. Die Anzahl der Liegephasen am Lichttag von 4,9 nahm um 10% bei häufigen Störungen zu, und die Dauer der Liegephasen von ungefähr einer Stunde reduzierte sich mit Zunahme der Störungen um ungefähr ein Drittel. Durch optische Reize waren die beiden Tiere mehr aktivierbar als durch akustische Reize (Ausnahme: Schuss). Die Aktivierungsdauer betrug im Mittel aller Störversuche 38,5 Minuten, mit deutlichen Unterschieden nach Störreiz, aber auch nach der Tageszeit an der der Versuch durchgeführt wurde. Bei den unterschiedlichen Störversuchen war die Zeit bis zu der die Probanden wieder ihr Verhalten in allen analysierten Verhaltenskategorien annahmen deutlich verschieden. Nach Personenrundgängen oder Schuss waren es mehr als 10 Minuten (max. Beobachtungszeit), bei anderen akustischen Reizen und manchen optischen Reizen war schon nach Beendigung des Störversuchs keine Verhaltensänderung im Vergleich zu vor dem Störreiz mehr beobachtbar.

Carrhager et al. (1997) führten Verhaltensbeobachtungen im Sommer an 2 Jahre alten männlichen Rothirschen vor und nach gängigen Haltungsmaßnahmen durch. Vor diesen Versuchen betrug der Anteil des Ruheverhaltens in ihrem gewohnten Paddock 36% der Beobachtungszeit, der Anteil aktiven Verhaltens 63% (52% Stehen, 8% Äsen und 3% Ziehen). Tiere die aus einem Wartestall bzw. nach

einem Kontakt mit Treibern in ihr Paddock zurück kamen, begannen nach anfänglichem Ziehen, dann Stehen, zu äsen, um sich danach, nach 1-2 h, niederzulegen. Tiere, die vor ihrer Rückkehr in ihr Paddock in einem Fangstand gehalten wurden, zeigten die gleichen Aktivitäten in der gleichen Abfolge, standen allerdings 40 Minuten länger, bevor sie zu Äsen begannen. Dies kann als sensitiver Indikator für eine größere Störung gewertet werden. Dennoch folgen aus allen drei Handlungsmaßnahmen keine langfristigen Beunruhigungen. Auch wurde „fence pacing“, ein andauerndes Bewegen entlang der Gehegegrenzen, das gerne als Folge besonders stressvoller Handlungsmaßnahmen berichtet wird (Diverio et al., 1993; Pollard et al., 1993), bei und nach keiner dieser untersuchten Handlungsmaßnahmen beobachtet.

Wie schon erwähnt, bewirkt akuter Stress gewöhnlich eine sofortige Veränderung im Verhalten, ebenso wie die der HR (heart rate). Pollard et al. (1993) charakterisieren unter diesem Aspekt die Verhaltensänderungen von Farmhirschen (Spießern) die akuten sozialen Stressoren wie Isolation oder dem Zusammenbringen mit fremden Hirschen ausgesetzt wurden. Die Isolation erwies sich als die deutlich stärker belastende Maßnahme im Vergleich zum Zusammenbringen mit fremden Hirschen. Das wurde belegt durch die Menge der Schritte im Wartestall, durch die Häufigkeit des Bewindens von Tür oder Wand. Auch die Zunahme der Frequenz der horizontalen und vertikalen Kopfbewegungen nahm zu, vor allem auch im Bereich der Gehegegrenzen. Bewegungen und Aktivitäten an den Gattergrenzen werden als Hinweis für Fluchtversuche gedeutet. Das Hochsteigen an der Wand war charakteristisch für stark gestresste Hirsche, und zeigte sich nur bei isolierten Hirschen, die gleichzeitig eine hohe Herzfrequenz aufwiesen. Hirsche die mit fremden Hirschen zusammengebracht wurden, zeigten die gleichen etwas abgeschwächten Verhaltensänderungen, aber zusätzlich kam es vermehrt zu aggressiven Verhaltensmustern zwischen den fremden Tieren.

Abeyesinghe et al. (1997) beschreiben das Verhalten von Spießern in einem Wartestall neben anderen Tierarten wie Rindern oder Schweinen für 2 Stunden. Die Hirsche zeigten deutlich erhöhte Aufmerksamkeit, halten sich möglichst weit entfernt von der anderen Tierart auf und liegen seltener.

Pollard et al. (1996) hielten Gruppen von zehn 2 Jahre alten Rothirschen für 40 Minuten an 2 Tagen im Frühling und Sommer in einem großen Wartestall von

5 x 4 m oder in einem kleineren von 2,5 x 4 m. In dem kleineren Wartestall wurde „wall pacing“, ein andauerndes Bewegen entlang der Stallwand, und auch vertikale und horizontale Kopfbewegungen zur Wand hin häufiger beobachtet und von einem größeren Teil der Hirsche ausgeführt, als in dem großen Wartestall. Aggressive Aktivitäten waren im Frühling häufig Kopfstoßen und Jagen (vor dem Geweihabwurf) und im Sommer vor allem Beißen und Hufschlagen (in der Bastzeit). Die aggressiven Auseinandersetzungen zeigten sich im Sommer bei dieser Untersuchung seltener als im Frühling und zu beiden Jahreszeiten waren die aggressiven Verhaltensweisen einzelner Hirsche mit dem „wall pacing“ korreliert. Auch zeigten die Rothirsche im großen Wartestall eine größere interindividuelle Distanz, reduziertes „wall pacing“ und weniger Kopfbewegungen zur Wand hin.

Grigor et al. (1999) beobachteten Gruppen von 6 Jährlingen in einem runden Wartestall von 5 m Durchmesser. Diese Tiere wurden vor dem Schlachten in einem Abstand von 15 Minuten zur Betäubung in einen Fangstand getrieben. Die einzelnen noch verbliebenen Hirsche verbrachten in den letzten beiden 15 Minuten deutlich weniger Zeit mit Stehen, dafür mehr Zeit mit Fortbewegung. Die Zeitanteile die für das Sichern von den Verbliebenen gebraucht wurden, nahmen mit zunehmender Zeit ab.

Hanlon et al. (1995) mischten über mehrere Wochen zu Gruppen von Schmaltieren in wöchentlichen Intervallen fremde Schmaltiere ein. Die beobachteten Verhaltensergebnisse wurden mit Gruppen verglichen die unverändert blieben. Im Durchschnitt verbrachten die laufend neu gemischten Gruppen deutlich weniger Zeit mit „Liegen“ (30,1% zu 38,2%) und mehr Zeit mit „Stehen“ (24,5% zu 14,8%). „Äsen, Ziehen“ und „sonstige Verhalten“ zeigten keine signifikanten Unterschiede.

Grigor et al. (1997) untersuchten das Verhalten von adulten kastrierten Rothirschen in Gruppen zu 5 Tieren unter verschiedenen Haltungsbedingungen im Sommer (Juli) und im Winter (Februar). Zunächst befanden sich die Hirsche in einem Wartestall in dem jedem Tier 2,7 qm Platz zur Verfügung stand. Danach wurden die Hirsche in einen Wartestall mit 0,9 qm Raum pro Hirsch für 3 h bzw. 6 h ohne Futter und Wasser gebracht. Anschließend wurden die Hirsche wieder in ihren größeren Stall verbracht, wo wieder Wasser und Futter zur Verfügung stand. Im Winter betrug die  $\phi$ -Anteile „Stehen/Fortbewegung/Liegen“ vor dem

Verbringen in den engeren Wartestall 58%/4%/38%, im engen Wartestall 73%/25%/3% und nach 3 h wieder im größeren Wartestall 68%/5%/27%.

Im Sommer waren die Verhältnisse: vor dem Versuch 41%/3%/57%, während des Versuchs 54%/44%/2% und nach der Erholungsphase 44%/4%/52%.

Auch andere Verhaltensmuster wie Veränderungen der Aggressivität untereinander, der Aktivitäten gegen die Gatterbegrenzungen oder Veränderungen der Aufmerksamkeit (Sichern) wurden dokumentiert.

### 3.2. Herzfrequenz

Die Messung der Katecholamine (Noradrenalin, Adrenalin), mit Adrenalin als wesentlichem Sekret der sympathicoadrenomedullären (SA)-Achse, ist durch die schnelle Sekretion, die kurze Halbwertszeit von 10-30 Sekunden schwerlich möglich. Auch die Bestimmung der Hauptmetaboliten ist durch die geringe Stabilität kompliziert (v. Holst 1998). Deshalb wird die Aktivität der SA – Achse meist indirekt bestimmt. Etwa durch die Bestimmung der Herzfrequenz (HR) unter Benutzung telemetrischer Techniken, aber auch durch die Bestimmung der Aktivität von Enzymen, die für die Synthese der Katecholamine notwendig sind, wie die Tyrosinhydroxylase (v. Holst 1998). In der letzten Dekade wird die Messung der Herzschlagvariabilität (HRV), nach ihrem bewährten Einsatz im Humanbereich, vermehrt in der Nutztierforschung eingesetzt. Die HRV ist als nicht invasive Technik (Telemetrie) sehr gut zur Untersuchung des autonomen Nervensystems, v.a. der Balance zwischen sympathischem und parasymphathischen Nervensystem, geeignet. von Borell et al. (2007) geben einen umfassenden Überblick über vergangene und laufende Untersuchungen der HRV an Nutztieren. Dabei wird gezeigt, dass diese Methode der HRV-Untersuchung ein vielversprechender Ansatz ist, den Stress und den emotionalen Zustand eines Tieres zu evaluieren.

Mit der telemetrischen Messung der HR ist eine Möglichkeit gegeben, den akuten Stress zu messen, dem ein Farmhirsch durch die Haltung und auch durch verschiedene Managementmaßnahmen ausgesetzt wird (Fraser und Broom 1990). Telemetrische Messsysteme erlauben dies mit minimaler Einwirkung auf das Tier.

Pollard et al. (1993) setzen diese Methode ein, um die Antwort der Rothirsche auf akute soziale Stressoren zu untersuchen. Stressor war einmal die Isolation von Jährlingen von ihrer familiären Gruppe und zum zweiten das Zusammenbringen eines Hirsches mit fremden Hirschen. Beides in der Hirschhaltung gängige Methoden. Die Isolation im Wartestall nur für eine Minute führte zu einer durchschnittlichen Erhöhung der HR von 14,4 bpm, gegenüber der HR zusammen mit familiären Hirschen im gleichen Wartestall. Das zeigt, dass Isolation zusätzlich zu fremder Umgebung als Stressor wirkt. Hochsteigen an der Wand als Kennzeichen eines Fluchtversuches führte zu einer HR von 131 bpm. Das Zusammenbringen mit fremden Hirschen führte auch zu einem Anstieg der HR. Beide Versuche hatten auch Einflüsse auf das Verhalten und steigerten die Aktivität der Hirsche, so dass die Anteile der physischen Bewegung und der emotionalen Erregung auf die Veränderung der HR nicht bestimmt werden konnten.

In der Untersuchung von Baldock und Sibly (1990) wurde zur Verfeinerung der Bewertung der HR – Messung, der Begriff der „non-motor“ HR eingeführt und bestimmt, um die Komponente zur Erhöhung der HR angeben zu können, die nicht Ergebnis physischer Aktivität ist.

Price et al. (1993) beobachteten 3-jährige Alttiere und maßen ihre HR im Oktober, Januar und Mai bei verschiedensten Verhaltensweisen. Die Ruhe HR („non-Motor“ HR) war im Januar am niedrigsten ( $\emptyset$  50 bpm bei untätigem Herumliegen), im Mai bei  $\emptyset$  85 bpm, wobei jedoch die Hochträchtigkeit der Alttiere berücksichtigt werden muß. Motorische Aktivität wie das „Stehen“ der Tiere erhöhte die  $\emptyset$ -HR um 15 bpm, „Ziehen“ um weitere 30 bpm und „Trollen“ um 63 bpm gegenüber dem Ergebnis bei untätigem Herumliegen.

„non motor“ Anstiege der  $\emptyset$ -HR durch „Handling“ Maßnahmen waren bei visueller Isolation 27 bpm, bei Annäherung einer unfamiliären Person 14 bpm oder bei Geräuschen in der Haltungsumwelt 14 bpm, hierbei wurde bei den Probanden keinerlei zusätzliche körperliche Aktivität festgestellt.

Carrhager et al. (1997) maßen die  $\emptyset$ -HR bei zweijährigen Rothirschen in Gruppen zu 6 Hirschen während typischer Haltungsmaßnahmen. Die  $\emptyset$ -HR der ungestörten Hirsche vor den Maßnahmen war bei 55 bpm (südl. Hemisphäre-Dezember) und stieg beim Treiben zu den Warteställen auf 111 bpm an. Von den

Haltungsmaßnahmen war die Vereinzelnung im Fangstand (90 bpm) die, die sich für den Hirsch als größte Belastung erwies. Hirsche aus dem Fangstand brauchten 20 Minuten länger (60 Min.) um nach der Rückkehr auf die Weide ihre Ausgangs HR Werte wieder zu erreichen.

Waas et al. (1997) bestimmten eine durchschnittliche HR von 69,1 bpm bei 9 Rothirschen (18 Monate alt), die vor einem Versuchsdurchgang 3 h in ihrem heimischen Paddock eingestallt waren. Beim anschließenden Transport hatte eine hohe Belegdichte den größten Effekt der Erhöhung auf die HR. Beachtenswert ist vor allem, dass sich die HR im Lauf des Transportes deutlich reduziert. Die erhöhte HR bei höherer Transportdichte wird durch eine psychologische Reaktion der Hirsche erklärt, da die höhere Transportdichte zu geringerer körperlicher Aktivität führt. Entgegen fanden Eldridge et al. (1986) bei Rindern, die bei hoher Transportdichte transportiert wurden, eine geringere HR. Die Reduktion der HR während des Transportes wird als Hinweis auf die Anpassungsfähigkeit der Rothirsche angesehen. Auch eine zu Beginn höhere HR durch den Ladevorgang ist zu beachten. Horalek und Jones (1993) beobachteten deutlich erhöhte HR Werte bei Ladevorgängen.

Grigor et al. (1998) maßen in einem Wartestall (2,25 qm/Tier) bei 20 weiblichen Rothirschen bei vier Versuchen vor einem Versuch durchschnittliche HR Werte von 52-58 bpm. Auch hier reduzierten sich die HR Werte nach deutlichem Anstieg in der ersten Transportstunde in den folgenden Stunden auf Werte in der Größenordnung der Vorversuchswerte.

Grigor et al. (1998) untersuchten die HR von männlichen und weiblichen Rothirschen in getrennt geschlechtlichen Gruppen von 5/10 Tieren, die in einem Tiertransporter für 3 h verladen wurden. Dabei wurden sie transportiert oder verblieben 3 h vor Ort. Die HR-Werte stiegen zunächst an, gingen dann jedoch bis zur dritten Stunde auf die Werte vor dem Verladen in den Transporter zurück, unabhängig davon ob ein Transport stattfand. Die Autoren diskutieren ob eventuell der Verladevorgang das Entscheidende zur Erhöhung der HR ist.

Abeyesinghe et al. (1997) untersuchten die HR von männlichen Jährlingen, die in unmittelbarer Nachbarschaft zu anderen Tieren in einem Wartestall waren, um so eventuelle Haltungsbedingungen auf einem Schlachthof nachzuvollziehen. Kontakt und Nachbarschaft zu Rindern führte bei den Hirschen zu einer  $\phi$ -HR von

79,1 bpm, zu Schweinen zu 77,6 bpm, zu fremden Hirschen zu 72 bpm und zu einem leeren Nachbarstall zu 67 bpm.

Wagner (1992) führte telemetrische HR Messungen und definierte Störversuche bei einem 1,5 Jahre alten Spießer und einem 0,5 Jahre alten Kalb in den Monaten Dezember bis März in einem 0,3 ha großen Gatter durch. Die mittlere Tagesherzfrequenz nahm bei den Probanden von Dezember bis Mitte März kontinuierlich ab, Mitte März begann sie wieder anzusteigen. Die  $\bar{\text{HR}}$  zeigte tageszeitliche Unterschiede, sie lag vor Sonnenaufgang am tiefsten. Nach fortlaufendem Anstieg war sie am Nachmittag am höchsten. An Tagen mit Störversuchen (akustische und optische) lag die HR erheblich niedriger. Bei Nacht kam es durch Störversuche zu keinen nennenswerten Unterschieden der HR.

Die durchschnittlichen Ruhe-HR betragen im Dezember 73,2 bpm, im Januar und Februar 63,4 bpm und im März 53,7 bpm. Die mittlere HR an Tagen mit Störversuchen war mit 60,6 bpm signifikant niedriger als an Tagen ohne Störversuche mit 66 bpm. Ein Zusammenhang zwischen Temperatur (-11 bis +9°C) und HR wurde nicht festgestellt. Die HR erhöhte sich bei Störungen des liegenden Tieres um 5bpm für durchschnittlich 102 Sekunden, bei aktiven Tieren um 20 bpm für 760 Sekunden.

Die HR kann bei Wildtieren z.B. trotz einer äußerlich nicht unterscheidbaren Liegeposition mehr oder minder differieren. Vor allem weil der beobachtende Mensch die emotionale Lage des Tieres (seine Fluchtbereitschaft) nicht erkennt. Deshalb ist es wichtig die Ergebnisse der telemetrischen HR-Messung, auf der die emotionale Anspannung des Tieres erkennbar ist, mit den Ergebnissen der gleichzeitigen Beobachtungen zu verknüpfen (Jacobsen und Stuart, 1978). Espmark und Langvatn (1979) untersuchten an frisch geborenen Rotwildkälbern die Änderungen der HR nach Störreizen. Während der ersten Lebenswochen verringern die Kälber nach starken Störreizen die HR. Diese „Alarmbradykardie“ ist mit dem Verhaltensmuster des „Sich-Drückens“ der Kälber verknüpft.

Weigerstorfer (1996) untersuchte unter seminaturalen Bedingungen in einem 36 ha großen Gatter die Aktivität und die HR von m. und w. Rothirschen mit implantierten HR- und Temperatursendern. Gleichzeitig trugen sie „Repeater“-Halsbänder, die sowohl für die Signalübertragung zuständig waren, als auch

Informationen über die Bewegungsaktivität lieferten. Die auf das Monatsmittel bezogene Gesamtherzfrequenz zeigte eine starke jahreszeitliche und eine geringe tageszeitliche Abhängigkeit. Die Wintermonate (Dez./Jan.) haben eine durchschnittlich niedrige Gesamt-HR (44,9 bpm) und steigen ab April an und erreichen im Mai/Juni 77,7 bpm. Im Zeitraum von Juli bis Dezember gehen die Werte dann wieder auf den Winterwert zurück. Der Durchschnittswert der Ruhe-HR mit dem Tiefsstand im Winter liegt bei 38,3 bpm, dagegen wird der Höchstwert mit 66,1 bpm im Mai/Juni erreicht. Die HR im Gesamtjahresdurchschnitt liegt bei: Ruhe-HR 50,6 bpm, Aktiv-HR 63,3 bpm, Gesamt-HR 58,6 bpm.

Der Einfluss der Tageszeit gibt die Abhängigkeit der HR von der Aktivität der Hirsche wieder. In den morgendlichen und abendlichen Dämmerungsphasen wurden erhöhte HR-Werte gemessen. Während der langen Dunkelzeit im Winter nahmen die Tiere in der Zeit um Mitternacht zusätzlich intensiv Nahrung auf, das die erhöhte HR bewirkte. Die durchschnittliche Ruhe-HR der weiblichen Tiere von 33,7 bpm im Dezember, bis zu 66,5 bpm im Mai, war niedriger als die Werte der männlichen Tiere mit 37,6 bpm im Januar und 70,9 bpm im Juni, für Juli und August waren keine Werte angegeben. Der Jahresdurchschnitt weibl./männl. Tiere betrug 49,9/54,8 bpm. Im allgemeinen waren die HR Werte der älteren Tiere höher als die der jüngeren Tiere. Bei kleiner Anzahl an Tieren können aber individuelle Einflüsse eine starke Rolle spielen. Nach dem Einfluss der Jahreszeit ist der Einfluss der Temperatur am höchsten (synchroner Verlauf). Zu bestimmten Jahreszeiten (Januar bis April) ist die Aktivität wenig mit der HR gekoppelt. Dies ist besonders deutlich im März erkennbar: HR 47 bis 54 bpm, aber Schwankungen der Aktivität zwischen 26% bis 80% der Gesamtzeit. Von Juli bis September besteht ein starker Zusammenhang zwischen HR und Aktivität.



### 3.3. Blut/Serumparameter

#### 3.3.1. Kreatinkinase

Das muskelspezifische Enzym Kreatinkinase überträgt bei der Adenosintriphosphat (ATP) Regeneration ein energiereiches Phosphat von Kreatinphosphat auf Adenosindiphosphat (ADP). In Form von Kreatinphosphat liegt Energie gespeichert im Muskel vor und wird bei akut auftretender Belastung zur kurzfristigen Wiederherstellung des ATP als eigentlichen Energielieferanten der Muskularbeit benutzt. Diese sofort verwertbare Energiereserve kann z.B. für eine plötzliche Fluchtreaktion ausgelöst durch eine Aktivierung der SA-Achse durch einen Stressor genutzt werden. Ungewohnte körperliche Belastungen, Muskeltraumen aber auch Stoffwechselstörungen der Muskulatur und Myopathien haben meist innerhalb einer Stunde eine Erhöhung der Aktivität der Kreatinkinase zur Folge (Kraft und Dürr 2005).

Fowler und Miller (2003) geben für den Rothirsch einen Referenzwertbereich für Kreatinkinase von 89 – 595 IU/l an.

Zamborszky (2001) vergleicht die Kreatinkinaseaktivität von 3 Gruppen in einem Fangstand fixierten, adulten Rothirschen. Die Gruppe aus wildgefangenen Rothirschen zeigten einen  $\emptyset$ -CK Wert von 369 IU/l. Die Rothirschgruppe die auf der Farm von ihren Müttern großgezogen wurden, hatten einen  $\emptyset$ CK 220 IU/l und die dritte Gruppe Rothirsche, die per Hand aufgezogen wurden, zeigten einen  $\emptyset$ CK 90 IU/l. Höhere Werte weisen auf eine größere Stress Sensitivität und noch geringere Adaption an das Handling und die Haltungsbedingungen hin. So haben Wildfänge nach einem Jahr der Farmhaltung eine deutlich höhere Kreatinkinaseaktivität als nach 4 Jahren Farmhaltung. Dies deutet auf eine Zunahme der Anpassung an die Haltungsbedingungen.

Grigor et al. (1998) untersuchte den Einfluss von Haltungsbedingungen und Handlings Maßnahmen auf Gruppen männlicher und weiblicher Rothirsche. Es wurde ein Anstieg der durchschnittlichen Kreatinkinaseaktivität im Verlauf der Maßnahmen festgestellt (249 IU/l auf 297 IU/l). Auch bleibt in der anschließenden „Erholungsphase“ (2 h 45 min.) die Aktivität erhöht. Diese Versuche wurden im Abstand von einer Woche wiederholt. Hierbei war eine

Abnahme der Aktivität der Kreatinkinase im Verlauf der Versuche auffällig.

### **3.3.2. Kreatinin**

Als ein Produkt des Muskelstoffwechsels entsteht Kreatinin in einer irreversiblen Reaktion aus Kreatinphosphat. Kreatinin wird in der Niere glomerulär filtriert und kann als Maß für die glomeruläre Filtrationsrate verwendet werden. Es wird unter normalen Bedingungen als Endprodukt des Muskelstoffwechsels konstant gebildet, und nach der glomerulären Filtration erfolgt keine Rückresorption in den Nierentubuli. Vor allem ist es nicht nahrungsabhängig und wird nicht vom endogenen Proteinmetabolismus beeinflusst. Die Serumkonzentration ist abhängig von der Muskelarbeit (Kraft und Dürr 2005).

Fowler und Miller (2003) geben einen Referenzbereich für den Rothirsch von 1,06 – 1,60 mg/dl Kreatinin/Serum an. Unmittelbar nach einer Belastung wie auch durch anhaltende erhöhte körperliche Aktivität steigt die Kreatininkonzentration an.

### **3.3.3. Hämatokrit, Hämoglobin**

Der Hämatokrit gibt den prozentualen Anteil der Erythrozytenmasse am Gesamtblut wieder, wobei der Hämatokrit immer nur das Verhältnis der roten Blutkörperchen zum Plasma darstellt, da die tatsächliche Blutmenge nicht bekannt ist (Kraft und Dürr 2005).

Fowler und Miller (2003) geben einen Referenzbereich für den Rothirsch von 31–55% an.

Bei Zamborszky (2001) ist der Referenzbereich bei Farmhirschen 29 – 39%.

Das Hämoglobin ist nur in den Erythrozyten biologisch aktiv. Sein Referenzbereich ist bei Fowler und Miller (2003) mit 11,3 bis 20,6 mg/dl angegeben, das entspricht 7,00 bis 12,76 mmol/l. Ein Teil der Erythrozyten wird, in seiner Menge tierartlich verschieden, in der Milz gespeichert. Dieses Reservoir

dient als Puffer wenn erhöhte Anforderungen an die Sauerstofftransportkapazität gestellt werden. Stresssituationen, Aufregungen, körperliche Anstrengungen aber auch Blutungen führen zu einer Freisetzung von Erythrozyten aus der Milz. Hämatologische Veränderungen wie ein Anstieg des Hämatokrit und von Hämoglobinwerten auf verschiedene Haltungsbedingungen und Handlungsmaßnahmen sind eine Folge von dieser vermehrten Freisetzung aus der Milz (Hartwig und Hartwig 1985).

Diese auch von Carrhager et al. (1997) belegte Steigerung des Hämatokrit und des Hämoglobinwertes bei Rothirschen während definierter kurzfristig veränderter Haltungsbedingungen kann als kurzfristige Aktivierung der SA-Achse gesehen werden (Broom und Johnson 1993). Diese erhöhten Werte gingen nach 20-40 Minuten nach Beendigung der Versuche wieder auf ihre Ausgangswerte zurück. Ähnliche Reaktionen auf psychologischen Stress oder physische Herausforderungen werden auch bei anderen Tierarten berichtet (z.B. beim Schaf: Turner und Hodgetts 1959; beim Pferd: Jeffcott 1977).

#### **3.3.4. Glucose**

Die Glucosekonzentration im Blut ist vor allem durch das physiologische Zusammenspiel von Glucocorticoiden, Glukagon, Katecholaminen und Insulin homöostatisch geregelt. Die Hauptbedeutung der Glucose liegt in ihrer Funktion als Energielieferant. Unter der Wirkung von Katecholaminen und Glucocorticoiden kommt es zu einer erhöhten Blutglucosekonzentration. Vermehrte Adrenalin Ausschüttung der Sympathicoadrenomeduläre-Achse bewirkt, auch unter vermehrter Glukagonfreisetzung, eine sofortige Glycogenolyse und Erhöhung des Blutzuckerspiegels. Vermehrte Glucocorticoid Sekretion der HPA-Achse bewirkt, neben ihrem Einfluss auf vermehrte Adrenalinsynthese, zusätzlich vermehrte Gluconeogenese aus Aminosäuren. Unter der Einwirkung eines Stressors steigt somit trotz erhöhtem Glucoseverbrauch der Blutzuckerspiegel. Langfristig erhöhte Glucocorticoidwerte sind diabetogen. Sie führen zu einem krankhaft erhöhten Blutzuckerspiegel, da die katabolen Glucocorticoide als Antagonisten des anabolen Insulins wirken.

Fowler und Miller (2003) geben einen Referenzbereich von 36,4 – 349,8 mg/dl

Glucose im Blut an. Dieser Wert wird neben den Einflüssen eines Stressors von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Dabei spielen die körperliche Aktivität, der Abstand zur letzten Nahrungsaufnahme und die Zusammensetzung der Nahrung eine besondere Rolle.

Zamborszky (2001) hat die Glucosekonzentrationen der Nachkommen eines Jahres, von Wildfängen und auf der Farm gezogener Alttiere, mit denen von Hand aufgezogenen Kälbern verglichen. Die Durchschnittswerte waren mit 288 bzw. 244 mg/dl gegenüber dem von Hand aufgezogenen Kälbern mit 124 mg/dl deutlich erhöht. Nach 2 Jahren waren diese Werte auf 126 bzw. 135 mg/dl zurückgegangen und belegen die Anpassung an die Haltungsbedingungen. Grundsätzlich waren die Blutwerte von seit 4 Jahren auf der Farm gehaltenen Hirschen deutlich niedriger als die Werte, die nach einem Jahr Haltung auf der Farm gemessen wurden.

Carrhager et al. (1997) setzen in ihrer Untersuchung 2 jährige Rothirsche bestimmten üblichen Haltungseinflüssen aus. Nur beim stärksten Stressor, einem 2-minütigen Aufenthalt in einem pneumatischen Fangstand, kam es unter automatischer Blutentnahme nach der Rückkehr auf die Weide zu einer signifikanten Erhöhung des durchschnittlichen Blutglucosewertes von 68,4 auf 94 mg/ml, was aber auf das Wohlergehen der untersuchten Tiere keinen Einfluss haben kann.

### **3.3.5. Laktat**

Laktat wird vor allem in der Muskulatur, aber auch in Erythrozyten, im Gehirn und im Nierenmark als Stoffwechselprodukt anaerober Vorgänge im Körper gebildet. Der Anstieg der Laktat Konzentration im Blut, nach ungefähr 30-50 Sekunden, ist bei kurzzeitigen muskulären Anstrengungen, im Abbau des gespeicherten Muskelglykogens über Glucose und Pyruvat zur Milchsäure unter anaeroben Bedingungen begründet. Dieser Stoffwechselweg findet vor allem unter dem Einfluss der Katecholamine (SA-Achse) statt, da die aeroben Stoffwechselwege zu langsam sind, um dem Organismus kurzfristig die benötigte Energie zu liefern. Aber auch bei langfristigen körperlichen Anstrengungen unter nicht ausreichender Sauerstoffversorgung der Muskulatur kann es zu einer

vermehrten Laktatbildung kommen. Auch kann die gesteigerte Blutversorgung der Muskulatur bei lang andauernden körperlichen Anstrengungen zu einer geringeren Blutversorgung der Leber führen, was die Verwertung des Laktats in Stoffwechselfvorgängen der Leber deutlich reduziert und den Blut pH-Wert zum sauren Bereich hin verschiebt und eine Azidose entstehen lässt (Kirsch, 2003).

Ingram et al. (1994) gaben den durchschnittlichen Laktatwert im Blut unbelasteter, auf der Farm gehaltener Rothirsche mit 1 mmol/l an.

Carrhager et al. (1997) fanden einen durchschnittlichen Ausgangswert von 2,3 mmol/l, der bei üblichen Handlingmaßnahmen und Haltungsbedingungen auf durchschnittlich 3,5 mmol/l anstieg. Die größte Steigerung auf >5 mmol/l fand nach 2-Minuten Fixierung und Isolation im pneumatischen Fangstand statt. Zwei Stunden nach den Versuchen waren die Laktatkonzentrationen wieder deutlich unter die Ausgangswerte in den Bereich der bei Ingram et al. (1994) gefundenen Werte zurückgegangen. Danach kommen Carrhager et al. (1997) zu dem Schluss, dass vielleicht doch gewisse Anstrengungen vor der ersten Blutentnahme zu diesem etwas erhöhten Ausgangswert geführt haben.

### **3.3.6. Testosteron**

Der männliche Rothirsch durchläuft jedes Jahr einen sich wiederholenden Jahresrhythmus, an dessen Steuerung eine Vielzahl von Hormonen wie luteinisierendes Hormon (LH), Testosteron, Insulin Growth Factor-1 (IGF-1), Prolactin, Cortisol und Thyroxin, beteiligt sind. Der wechselnde Testosterongehalt im Blut steuert im wesentlichen den auffälligsten Zyklus der Geweihbildung, das Verfeigen wie auch den Abwurf der Geweihstangen. Damit wird der Geweihzyklus zum reproduktiven Status des Rothirsches synchronisiert und gesteuert (Bützler 1986). Die Kontrolle der Testosteronproduktion beruht, wie die Jahresrhythmik anderer Funktionen, wieder vorwiegend auf jahresperiodischen Veränderungen der Tag-Nacht-Längen. Dabei bildet die Epiphyse wieder unterschiedliche Mengen an Melatonin als photoperiodisch aktivem Überträgermedium und dessen Angriffspunkt am Hypothalamus-Hypophysen-Komplex. Rezeptoren des Melatonins werden vor allem im Hypothalamus vermutet mit direkter Beeinflussung der Gonadotropin Releasing Hormon

(GnRH) Sekretion. Dadurch kommt es zu photoperiodisch veränderter LH-Sekretion aus der Hypophyse, die wiederum die Testosteron Produktion in den Leydig-Zwischenzellen der Testes steuert. Die Produktion des Melatonin in der Epiphyse wird durch ein in der Dunkelheit aktiviertes Enzymsystem ausgeführt. Dies kann nur bei gleichzeitig überschweelliger Menge des Substrats Serotonin, stattfinden. Letzlich wird eine endogene, genetisch gesteuerte und evolutionär entstandene Jahresrhythmik durch die Lichtlänge mit den Aussenbedingungen, den Jahreszeiten, synchronisiert.

Suttie et al. (1992) haben an 15 Monate alten, subadulten Rothirschen über ein Jahr die LH- und Testosteron-Plasmakonzentration in ihrer Saisonalität bestimmt. Dabei wurden die Zusammenhänge zwischen Pulsfrequenz und Amplitude der Freisetzung und auch die wechselnde Sensitivität des Testesgewebes auf LH herausgestellt und die Wechsel der Testosteron-Produktion über das Jahr untersucht. Die Testosteron-Pulsamplitude fiel vom höchsten Durchschnittswert von 5,3 ng/ml im Herbst (Brunft) bis zum April auf nicht nachweisbare niedrige Werte (Signal für den Abwurf der Stangen und das neue Geweihwachstum), stieg dann langsam wieder an bis zu einem Zwischenhoch Ende Juli/Anfang August von 3,7 ng/ml (dem Signal für das Ende der Verknöcherung und das Fegen des Geweihes), um danach weiter bis zur Brunft anzusteigen. Zum Zeitpunkt des Geweihabwurfes ist der Rothirsch ein funktioneller Kastrat.

Suttie et al. (1995) bestätigen die Wichtigkeit des Testosterons nicht unmittelbar für das Wachstum des Bastgeweihes, aber für den zeitlichen Ablauf der Geweientwicklung über das Jahr, unter anderem durch Versuche mit einem LH-Inhibitor (MPA = Medroxyprogesteronacetat) und einem Testosteron-Rezeptorblocker (CPA = Cyproteronacetat).

Bartos et al. (2009) die sich intensiv mit der hormonellen Beeinflussung des Geweihwachstums des Rothirsches durch die Hormone Testosteron, IGF-1, Prolactin oder Cortisol beschäftigten, bestätigen die Verantwortlichkeit des Testosterons auch auf die Intensität des Geweihwachstums, seine Rolle für die Ossifikation und das Verfegen des Geweihes durch eine deutliche Steigerung des Testosteron-Plasmawertes im Verlauf des Juli (auf durchschnittlich 2,5 ng/ml), einem leichten Abfall wieder im August und einem massiven Anstieg gegen Ende des Augusts (>3,5 ng/ml) bei 4-9 jährigen adulten Hirschen.

Gaspar-Lopez et al. (2010) bestimmten in ihren Untersuchungen den kompletten Jahresverlauf von Testosteron- und Cortisol-Konzentrationen bei siebzehn 6-jährigen Rothirschen in einem 1 ha großen Gatter in Spanien. Sie bestätigen den Jahresverlauf der Testosteronproduktion mit den Durchschnittswerten: Maximum im September mit 8,65 ng/ml; Abnahme in den Monaten Oktober, November und Dezember auf ungefähr 5 ng/ml. Ab Januar massiver Abfall bis April mit Werten von 1 ng/ml bis zu nicht messbaren Werten von <0,1 ng/ml. Danach wieder langsamer Anstieg im Mai, der sich ab Juni bis September wieder verstärkte, um im September, der Brunftzeit, wieder zum Maximalwert anzusteigen.

Diese in allen angeführten Untersuchungen festgestellte, über das Jahr hinweg stark wechselnde Testosteronproduktion in den Testes, was auch an der stark wechselnden Größe der Testes im Jahresverlauf erkennbar ist (Gaspar-Lopez et al., 2010), hat starken Einfluss auf das Verhalten, die Aggressivität und die Aktivität der Rothirsche im Wechsel der Jahreszeiten (Bützler, 1986; Wagenknecht, 1986). Diese wechselnde Testosteronkonzentration könnte damit auch einen Einfluss auf die Intensität der Reaktionen der Rothirsche auf einen Stressor haben.

### **3.3.7. Cortisol**

Die Bestimmung des Cortisol- bzw. Corticosteron- Gehaltes im Blut ist eine der häufigsten Methoden, um die Stressbelastung eines Tieres zu bewerten. Beim Rothirsch ist das Cortisol das Hauptglukocorticoid der Nebennierenrinde. Jedoch ist es bei Tieren wie dem Rothirsch, der auch nach landwirtschaftlicher Gatterhaltung über viele Generationen noch Teile seines Wildtiercharakters mit gewisser Fluchtdistanz bewahrt hat, schwierig den Basalwert des Cortisols im Blut zu bestimmen. Die Blutentnahme selbst ist für den Rothirsch ein Stressor, der zum Anstieg des Cortisols im Blut führt (Hanlon et al., 1995). Dieser Anstieg findet innerhalb von Minuten statt. So sollte nach Reeder et al. (2005) bei Säugetieren zur Bestimmung des Basalwertes an Cortisol/Corticosteron die Entnahme einer Blutprobe innerhalb eines 3 Minuten Fensters nach der Gefangennahme erfolgen, ansonsten ist die Verwendbarkeit des erhaltenen Glukocorticoidwertes als Basalwert sehr fraglich. Das Gewinnen einer Blutprobe

innerhalb dieses Zeitraums gelingt bei gefangenen Wildtieren in der Regel nicht, und auch eine Blutentnahme bei immobilisierten Gatterhirschen ist in diesem Zeitfenster nicht möglich. Deshalb wurden verschiedene ferngesteuerte automatische Blutentnahmesysteme entwickelt (Ingram et al., 1994).

Ingram et al. (1999) untersuchten nach automatischer Blutentnahme das Vorliegen von ultradianen, circadianen und saisonalen Rhythmen der Cortisol Freisetzung beim Rothirsch und die Reaktion der Nebenniere auf ACTH-Stimulation oder einen standardisierten Stressor. Die basale Cortisol-Sekretion ist charakterisiert durch ein episodisches Muster der Freisetzung mit einem durchschnittlichen Puls alle 72 Minuten, also einer Frequenz von 0,8 peaks/h. Das entspricht vergleichbaren Werten anderer Wiederkäuer aber auch denen des Pferdes. Die individuellen durchschnittlichen 24h Plasma Cortisol-Werte (1,9–22,5 ng/ml) waren vergleichbar mit den Durchschnittswerten anderer ungestörter Rothirsche (5,4–22 ng/ml) die aus nach der gleichen Methode gewonnenen Blutproben bestimmt wurden (Ingram et al., 1994 und 1997; Carrhager et al., 1997; Waas et al., 1997). Auch die Cortisol-Werte von durchschnittlich 5,7 ng/ml, die von Smith und Dobson (1990) bei auf der Weide frisch geschossenen und dann beprobten Hirschen gemessen wurden, waren vergleichbar niedrig.

Diese Cortisol-Plasmawerte waren generell niedriger als die aus Blutproben von Hirschen, die im Fangstand oder nach Immobilisation beprobt wurden [18-27ng/ml (Goddard, 1994); 17-55ng/ml (Bubenik und Bartos, 1993)].

Bei Grigor et al. (1999) führte der 10 minütige Aufenthalt in einen Zwangstand zu einer Erhöhung des durchschnittlichen Cortisol Wertes von 25,2 ng/ml auf 66,6 ng/ml.

Zamborszky (2001) stellt deutliche Unterschiede der durchschnittlichen Cortisol Blutwerte je nach Herkunft des Rotwilds fest. 6 Monate alte, von Hand aufgezogene Hirschkalber, hatten einen Cortisolwert von 6 ng/ml. Dagegen hatten Kalber, die auf der Farm aus dort gehaltenen Alttieren großgezogen wurden, 13,3,ng/ml, und solche, die von wild gefangenen Alttieren großgezogen wurden, 19,8 ng/ml. Diese Kalber aus wild gefangenen Alttieren haben nach 10 Monaten einen Wert von 50 ng/ml, die anderen beiden Gruppen einen Wert von 25,4 ng/ml. Auf der Farm gehaltene gefangene Alttiere hatten einen Cortisol Blutwert von durchschnittlich 78,5 ng/ml; dagegen auf der Farm großgezogene Alttiere nur 16,5



ng/ml. Wildgefangene Rothirsche haben bei Haltung auf der Farm einen doppelt so hohen Cortisol-Plasmawert als auf der Farm groß gezogene Rothirsche.

Grigor et al. (1998) gibt einen mittleren Wert von 13 ng/ml bei Rothirschen an, die vorher durch immer wiederkehrenden Aufenthalt im Fangstand auf eine Blutentnahme vorbereitet wurden.

Ein circadianer Rhythmus der Plasma Cortisol Konzentration wird bei Ingram et al. (1999) für den Rothirsch kontrovers diskutiert. Bei der Hälfte der zur Untersuchung verwendbaren 24h Profile wurde ein solcher Rhythmus mit niedriger Amplitude gefunden.

Ingram et al. (1999) fanden einen saisonalen Rhythmus der durchschnittlichen 24h Cortisol Konzentration mit dem höchsten Wert im November (Neuseeland, südl.Hemisphäre).

Dieses Ergebnis bestätigen Gaspar-Lopez et al. (2010) und Bartos et al. (2009) in ihren Untersuchungen, die den Mai (nördliche Hemisphäre) als den Zeitraum mit der höchsten Cortisol Konzentration im Plasma bestimmten. Dieser Zeitraum der optimalen Geweientwicklung und Nahrungsaufnahme ist gleichzeitig der Zeitraum der sexuellen Ruhe im Jahresrhythmus des Rothirsches und der Zeitraum der höchsten Ansprechbarkeit der Nebenniere auf das ACTH der Hypophyse. Diese vermehrte Reaktion der Nebenniere auf ACTH wird auch in den Ergebnissen der ACTH Stimulationstests bestätigt. Im Frühling kam es zu einer maximalen Ausschüttung von Cortisol als Antwort auf die ACTH Gabe. Im Herbst, zum Zeitpunkt der Brunft, kam es zur geringsten Ausschüttung von Cortisol aus der Nebennierenrinde nach ACTH Stimulation (Ingram et al., 1997, 1999). Die maximalen Cortisol Konzentrationen lagen im Bereich der Werte die bei anderen ACTH Stimulationstests gemessen wurden [26-100 ng/ml (Bubenik und Bartos, 1993; Ingram et al., 1997 bei Rothirschen; 40-90 ng/ml bei weiblichen Rothirschen Jopson et al., 1990; Goddard et al., 1994)].

Auch bei verschiedenen Routine Handlings Maßnahmen in ihren Versuchsgattern konnten Ingram et al. (1994, 1997), Matthews et al. (1994) und Carrhager et al. (1997) bei automatischer Blutentnahme bei Rothirschen Cortisol Werte mit 20-70 ng/ml Plasma messen und damit ihre Wirkung als Stressor auf den Rothirsch belegen.

Auch in der Untersuchung von Ingram et al. (1999) wurden signifikante Anstiege der Cortisol Konzentrationen als Antwort auf einen standardisierten Handlings Stressor (10 Minuten / Wartestall 2,4m x 2,4m) festgestellt. Dabei waren die Werte im Frühjahr und Sommer doppelt so hoch als im Herbst und Winter. Dies wurde aber als statistisch nicht signifikant bewertet, da eine hohe Variabilität in der individuellen Stressantwort der einzelnen Rothirsche auf den Stressor feststellbar war.

Die Höhe der jeweils gemessenen Cortisol Werte und die Zeitdauer bis zum Rückgang des Wertes auf den Basalwert nach verschiedenen Handlings Maßnahmen (Wartestall, Treiben, Fangstand) erlauben Rückschlüsse auf die jeweilige Stärke des Stressors für den einzelnen Rothirsch (Carrhager et al., 1997; Ingram et al., 1999). Grigor et al. (1998) konnten bei wiederholten Versuchen im Wochenabstand über 4 Wochen eine signifikante Abnahme der Plasmacortisolkonzentration im Verlauf dieser Versuchsreihe feststellen.

Grigor et al. (1997) untersuchte an Gruppen 30 Monate alter, kastrierter Rothirsche, Haltungsbedingungen (3 h bis 6 h ohne Futter und Wasser, bei verringertem Platzangebot) zu verschiedenen Jahreszeiten (Juli/Febr.). Der Anstieg der Cortisolwerte im Plasma während den beengteren Haltungsbedingungen wurde von den Autoren als nicht signifikant bewertet, und es waren auch keine Einflüsse der Jahreszeit auf diese Werte feststellbar.

### **3.4. Cortisolmetaboliten**

Zur Messung und Beurteilung der Stressbelastung wird meist die Bestimmung der Glucocorticoidkonzentration im Blutplasma herangezogen. Das Einfangen, Handhaben und die Blutabnahme ist bei vielen Tieren ein Stressor und es kommt dabei zu einer Aktivierung der Stressachsen. Die HPA-Achse setzt vermehrt Glucocorticoide frei und dies führt zwangsläufig zu einer Verfälschung der Messergebnisse (Möstl und Palme 2002), da dazu die Basiswerte ungestörter Tiere als Grundlage des Vergleichs mit gestressten Tieren notwendig sind. Glucocorticoid Konzentrationen im Blut können von einer Reihe von Faktoren (Alter, Geschlecht, individuellen Erfahrungen und Temperament, Genetik, sozialem Status) eines Tieres beeinflusst werden, und auch ultradianen,

circadianen und /oder saisonalen Rhythmen unterliegen (Broom und Johnson 1993, Reeder und Kramer 2005), was zusätzlich bei der Bestimmung Beachtung finden muss. Um diesen Problemen gerecht zu werden wurden ferngesteuerte Blutentnahme Vorrichtungen entwickelt (u.a. Ingram et al., 1994), deren Anbringung und Anwendung jedoch aufwendig ist.

Als alternative Sammeltechnik zur Gewinnung von Blutproben wurde vermehrt bei Zoo- und Wildtieren und bei Vögeln der Einsatz von südamerikanischen Raubwanzen (*Dipetalogaster maximus*) geprüft, empfohlen und als geeignete Methode validiert (u.a. Voigt et al., 2004, Voigt et al., 2006, Arnold et al., 2008).

Auch wurden nicht invasive Methoden wie die Bestimmung von Corticoiden oder ihrer Metaboliten im Urin (Hay et al., 1998), Speichel (Cooper et al., 1989) oder der Milch (Verkerk et al., 1998) untersucht und eingeführt. Diese nicht invasiven Methoden machen jedoch auch einige Manipulationen am Tier notwendig und die Methode der Bestimmung aus der Milch ist nur auf laktierende Tiere beschränkt.

Hier eröffnen Kotproben den Vorteil der leichten Sammlung, im Regelfall ohne zusätzlichen Stress für die Tiere. Methoden der Bestimmung von Steroid-Metaboliten im Faeces, mit Ursprung aus der Placenta oder den Gonaden, sind gängige Methoden der Bestimmung der reproduktiven Funktion (Schwarzenberger et al., 1996). Zur Messung von physiologischem Stress hat die Bestimmung fecaler Glucocorticoidmetaboliten zunehmende Bedeutung gewonnen. In einer ganzen Reihe von Übersichtsartikeln werden die Entwicklungen der letzten Dekaden der Bestimmung von Glucocorticoid-metaboliten aus dem Faeces wiedergegeben (Möstl und Palme, 2002; Millspaugh und Washburn, 2004; Palme et al., 2005; Touma und Palme, 2005; Palme, 2005; Keay et al., 2006). Schwerpunkte sind hierbei das Aufzeigen der vielfältigen Arbeiten an einer großen Zahl von Tierspezies, von Haus- und Wildtieren, an Vögeln und Säugetieren, und der besonders zu beachtenden möglichen Fehlerquellen und Besonderheiten. Die folgenden Unterschiede der einzelnen Tierspezies sind zu beachten: Welches Hauptglucocorticoid liegt vor, welche Metabolisierungswege gibt es, wie hoch ist der Anteil der im Faeces ausgeschiedenen Metaboliten, gibt es einen enterohepatischen Kreislauf der Metabolite und werden diese eventuell durch die Darmflora weiter umgewandelt? Individuelle Unterschiede eines Tieres innerhalb einer Rasse wie z.B. das Geschlecht müssen berücksichtigt werden. Auch andere Faktoren, wie die

Futterzusammensetzung, die Futtermenge und die Größe, Sammlung, Zuordnung, Behandlung und Aufarbeitung der Kotproben müssen Beachtung finden. Die Möglichkeiten der Quantifizierung (HPLC, RIA, EIA), wie auch die Notwendigkeit der Validierung, wie, der ACTH Stimulationstest, radioaktiv veränderte Hormongaben zur Prüfung der Wiederfindung und auch die Validierung der Assaymethoden, werden behandelt.

Das Hauptglucocorticoid im Blut des Rothirsches ist das Cortisol. Aufbauend auf den von Palme und Möstl (1997) und von Möstl et al. (2002) entwickelten Bestimmungsmethoden, die es ermöglichen die mit dem Kot ausgeschiedenen Hauptabbauprodukte des Cortisols, die 11-Oxo-etiocholanolone, zu messen, wurde diese Methode von Huber et al. (2003) am Rothirsch erfolgreich validiert. Das 11-oxo-etiocholanolon Enzymimmunoassay bestimmt die im Hirschkot anteilmäßig am meisten vorkommenden Cortisolmetaboliten (CM), mit einer 100%. Kreuzreaktion das 5 $\beta$ -androstano-3 $\alpha$ -11,17-dion und das 5 $\beta$ -pregnan-3 $\alpha$ -11,20-dion (Kreuzreaktion 37%). Die 11-oxo-Gruppe ist der Hauptunterschied zu dem Etiocholanolon, dem Abbauprodukt des Testosterons, dem diese Oxo-Gruppe fehlt und das dadurch auf die Bestimmung der CM keinen Einfluss hat. Der zur Validierung durchgeführte ACTH-Stimulationstest ergab eine Steigerung der CM um das 6,5 bis 20 fache. Dieser erhöhte Wert ist beim Rothirsch nach durchschnittlich 18,75 h, der durchschnittlichen Dauer der Darmpassage vom Duodenum bis zur Ausscheidung aus dem Enddarm, im Faeces messbar. Die reine Manipulation am Tier, die i.m. Gabe einer isotonischen NaCl Lösung, ergab eine 2 bis 9 fache Steigerung der CM im Kot. Auch eine Immobilisation hatte einen zusätzlichen Effekt auf den Gehalt an CM.

Die CM steigen auch nach einer geplanten Störung durch Fremde am Gehegezaun um das 3 bis 10 fache. Beim Sammeln der Kotproben innerhalb von 6 h nach dem Lösen (feuchte, glänzende Oberfläche) und entsprechender Lagerung bei -20°C, treten nach Huber et al. (2003) keine signifikanten Veränderungen im Gehalt an CM auf. Ist die Kotprobe älter als 6 h kommt es zunehmend zu einer Abnahme der zu messenden Metaboliten, wahrscheinlich durch die im Kot befindlichen Bakterien.

In einer zweiten Untersuchung kamen Huber et al. (2003) zu den Ergebnissen, dass das Geschlecht eines Hirsches keinen Einfluss auf die Konzentrationen der CM im Faeces hat, und dass es im Jahresverlauf eine Variation des Gehaltes der

CM bei ungestörten Hirschen unter seminaturalen Bedingungen kommt. Die höchsten Ausscheidungen sind im Dezember/Januar mit 400-600 ng/g Kot, die Werte im August/September liegen im Bereich von 200 ng/g Kot. Als mögliche Gründe für die erhöhten Werte im Winter werden der Einfluss der Temperatur, der Schneelage oder das Vorliegen einer katabolen Stoffwechsellage mit reduzierter metabolischer Rate diskutiert. Das Gleiche gilt für die Möglichkeit der erhöhten Konzentration an CM durch eine im Winter verringerte Kotmenge infolge geringerer Nahrungsaufnahme. Weiter wurde untersucht und belegt, dass das Sammeln anonymer Kotproben geeignet ist den Durchschnittswert an CM einer Population wiederzuspiegeln. Dies wurde durch den Vergleich des anonym gesammelten Probematerials mit Probematerial, das durch DNA-Bestimmung bestimmten Tieren zuordenbar war, dargestellt. Bei beiden willkürlich zugeordneten Gruppen war kein signifikanter Unterschied erkennbar.

Balfanz (2007) untersuchte den Einfluss der Jahreszeit und des sozialen Ranges weiblicher Rothirsche auf die Konzentration der CM im Kot dieser Tiere. Er bestätigt die Ergebnisse von Huber et al. (2003) der erhöhten Konzentration der CM im Winter und diskutiert den Verdünnungseffekt der Nahrungsaufnahme.

### III. TIERE, MATERIAL UND METHODEN

Die Studie wurde in einem Feldversuch mit 4 Versuchsdurchgängen bei den Rotwildgehegehaltern A. im Landkreis Passau, und Z. im Landkreis Rottal - Inn durchgeführt. Durch den Vergleich wesentlicher Verhaltensweisen der Hirsche im Rudel zu denen bei isolierter Boxenhaltung und bei Haltung im Einzelgehege mit Sicht-, Hör- oder Geruchskontakt zu ihren Artgenossen im Rudel und durch Bestimmung ausgewählter Laborparameter in Blut oder Serum, der Cortisolmetaboliten (CM) im Kot und der Herzfrequenz soll die Stressbelastung der Hirsche in der jeweiligen Haltungsform aufgezeigt und quantifiziert werden.

#### 1. Tiere

Die Probanden waren insgesamt 16 Rothirsche im Alter zwischen 3 – 8 Jahren. Es wurde unterschieden zwischen Versuchshirschen und Kontrollhirschen. Die Versuchshirsche wurden nach der Immobilisation und Blutentnahme in die jeweilige Einzelhaltung verbracht. Die Kontrollhirsche verblieben nach Immobilisation und Blutentnahme im Rudel. Die Versuchshirsche 1, 2, 9, 10, 11, 12, 15, 16 und die Kontrollhirsche 6, 7, 8, 13, 14 stammen aus Rudel A., die Versuchshirsche 3, 4, 5 aus Rudel Z.

**Tabelle 1:** Kennzeichen der Hirsche (Probanden)

Jahreszeit	Tier	Alter/Kopf	Gewicht/Kg	Kennzeichen
Sommer	Hirsch 1	5	240	ungerader 18 Ender, helle Stangen
	Hirsch 2	6	230	14 Ender, enge parallele Augsprossen
	Hirsch 3	6	300	ungerader 16 Ender, weite Auslage
	Hirsch 4	7	260	ungerader 24 Ender, sehr dicke Rosenstöcke
	Hirsch 5	3	230	ungerader 12 Ender
	Hirsch 6	2	170	12 Ender, Ohrmarke rot, rechts, Nr.353
	Hirsch 7	2	160	12 Ender, Ohrmarke rot, rechts, Nr.364
	Hirsch 8	2	170	ungerader 14 Ender, Ohr Saumarke, rechts

<b>Jahreszeit</b>	<b>Tier</b>	<b>Alter/Kopf</b>	<b>Gewicht/Kg</b>	<b>Kennzeichen</b>
Winter	Hirsch 9	4	250	ungerader 18 Ender, Ohrmarke rechts, Nr.300
	Hirsch 10	4	250	ungerader 30 Ender, Ohrmarke rechts, Nr.290
	Hirsch 11	3	250	12 Ender, Ohrmarke grün, rechts, Nr.446
	Hirsch 12	3	230	14 Ender, Ohrmarke grün, rechts, Nr.435
	Hirsch 13	2	160	ungerader 16 Ender, Ohrmarke rechts Nr.361
	Hirsch 14	2	160	ungerader 16 Ender, Ohrmarke rechts Nr.365
	Hirsch 15	4	250	ungerader 20 Ender, abgebr. linke Stange
	Hirsch 16	4	260	ungerader 20 Ender

Die Bezeichnung „Kopf“ ist eine Altersangabe aus der Jägersprache. Im 1. Kopf ist ein im zweiten Lebensjahr befindlicher männlicher Hirsch, auch Spießler genannt. Das 2. und jedes weitere Lebensjahr beginnt unabhängig vom Zeitpunkt der Geburt am 1. April. eines Jahres, dem Beginn des Jagdjahres. Ein Hirsch im 2. Kopf befindet sich im 3. Lebensjahr, ein Hirsch im 3. Kopf im 4. Lebensjahr. Auch aus der Jägersprache kommt die Bezeichnung gerader oder ungerader „Ender“. Ein gerader 16 Ender hat an jeder Geweihstange 8 Enden. Ein ungerader 16 Ender hat an einer Geweihstange 8 Enden, an der anderen weniger als 8 Enden.

## **2. Struktur der Gehege, Einzelgehege und Einzelboxen**

### **2.1. Gehege – Rudelhaltung**

Im Rotwildgatter A. im Ldk. Passau befanden sich während der Sommerversuchswochen 58 Rothirsche, während der Winterversuchswochen 54 Rothirsche in einem Gatter von 5,65 ha Größe. Jedes Jahr werden dem Rudel nach Verkauf älterer Hirsche ungefähr 15 Spießler vielversprechender Abstammung aus Tierrudeln, die sich in größerer Entfernung (5 km oder mehr) befinden, zugeführt.

Das Hirschgatter ist unterteilbar in 4 Bereiche unterschiedlicher Größe (s. Abbildung 2) Gatter 1 mit 0,38 ha, Gatter 2 mit 0,57 ha, Gatter 3 mit 1,8 ha und Gatter 4 mit 2,9 ha. Das Rudel nutzte bei Versuchsbeginn und parallel zur Einzelboxenhaltung das gesamte Gatter. Während der Einzelgehegehaltung wurden jeweils zwei abgetrennte Gehege für die jeweiligen Hirsche genutzt.

Wie auf der schematischen Abbildung zu erkennen ist, liegt das Rothirschgatter auf einem Hügel dessen Westseite mit Eichen-, Buchen- und Fichtenmischwald bewachsen ist. Die höchsten Punkte liegen entlang der Westseite der Gatter 3 und 4. Diese sind nach Osten hin sanft abfallend, währenddessen der Bereich von Gatter 3 zu Gatter 2 stark abfällt. Der nördliche und westliche Bereich des Gatters 2 ist eben und geht auch eben in Gatter 1 über, das zum Wald hin ansteigt. Das gesamte Gatter ist nicht stark durch Bepflanzung strukturiert. Wie aus der Abbildung ersichtlich, befinden sich 2 Reihen Apfelbäume im Gehegeteil 3, und 4 Apfel- und 1 Birnbaum im Teil 2. Die Früchte dieser Bäume werden im Spätsommer/Herbst gerne als zusätzliche Äsung aufgenommen. Im östlichen unteren Teil des Geheges 4 und auf der Höhe im Teil 3 sind zwei Fegeplätze, Stämme mit Ästen unterschiedlicher Dicke, eingerichtet. Eine Suhle befindet sich in Teil 1, zwei kleinere in Teil 4. Schutzbietend ist neben den im Gatter befindlichen Bäumen der Waldrand. Die weit über den Gatterzaun hereinragenden Äste großer Buchen und Eichen bieten, zumindest wenn sie belaubt sind, guten Schutz vor Sonne und Wind. Das Nadelgehölz, das vor allem an der nördlichen Wald-Gehegegrenze anzutreffen ist erfüllt diesen Zweck auch im Winter.

Weiterhin sind Tränken an 3 Stellen im Gatter verteilt. Es handelt sich um Schwimmtränken, die in der frostfreien Zeit gerne genutzt werden. Die Futterstelle befindet sich an der Zufahrt zum Gehegeteil 2. Es handelt sich einmal um ein umgestaltetes Fressgitter für Rinder, das in der vegetationsarmen Zeit immer mit einer Grassilagerolle bestückt ist. In der vegetationsreichen Zeit ist, nach Aufwuchs speziell ausgesäeter Gräser, die vorhandene Raufuttermenge des Gatters als Ernährungsgrundlage ausreichend. Weiterhin füttert in dieser Zeit der Hirschhalter 2-3 mal wöchentlich Biertreber zu. In den vegetationsarmen Monaten wird ein Gemisch von Maissilage und Biertreber zur Grassilage ständig zugefüttert. Dieses Zusatzfutter wird in 6 Wannen ausgebracht. Die Beobachtung des Verhaltens der Hirsche im Rudel erfolgte aus dem geschlossenen Aufbau eines Traktors heraus, der an entsprechendem Platz im Gatter abgestellt war (s. Abbildung 2).



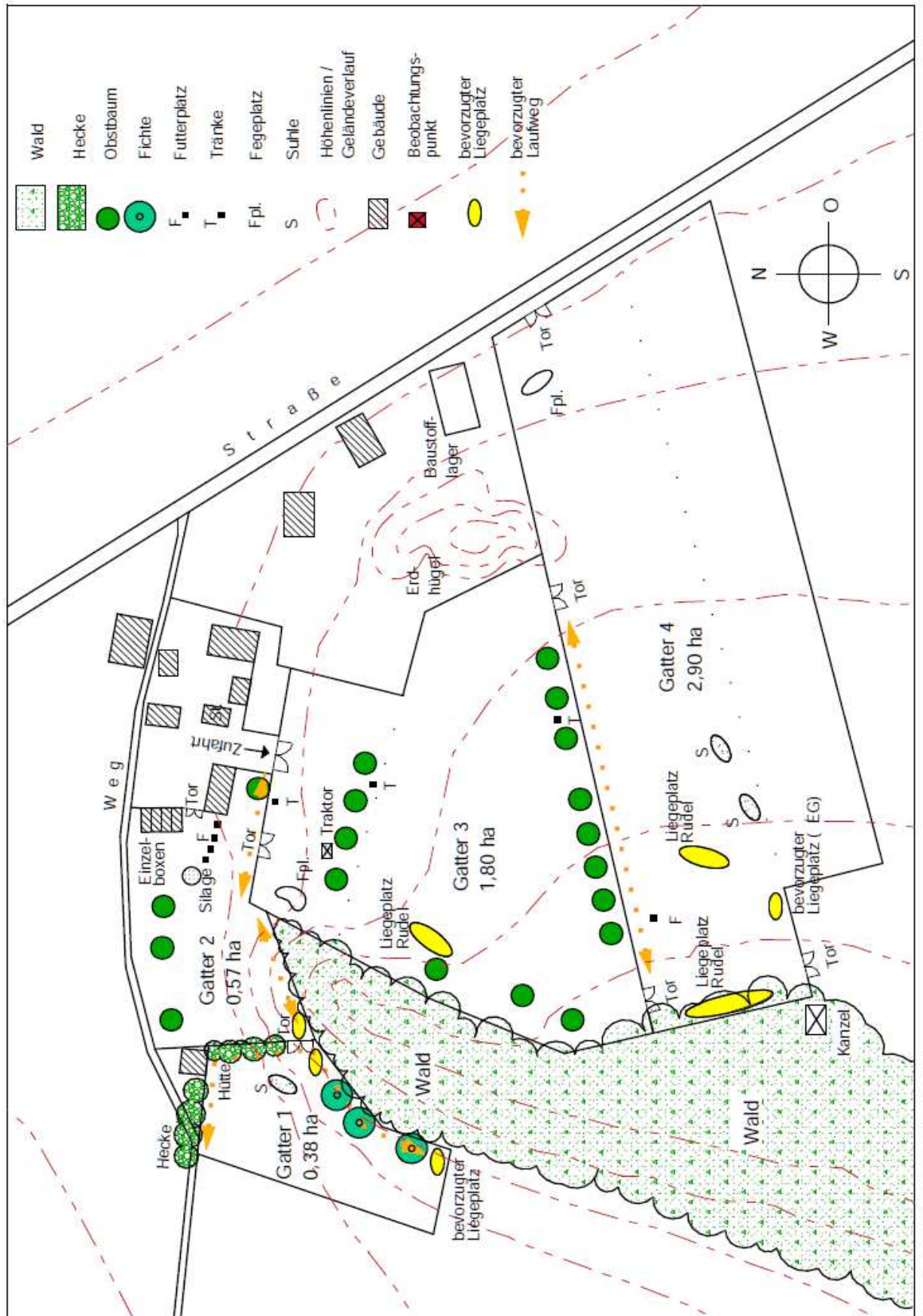


Abbildung 2: Schematische Darstellung - Rotwildgatter A.

Im Rotwildgatter Z. im Ldk. Rottal-Inn befanden sich bei den Sommerversuchswochen 24 Rothirsche in einem Gatter von ungefähr 2,5 ha Größe (s. Abbildung 3). Das Rudel bestand aus 6 Jährlingen (Spießer) und 18 älteren, bis zu 8 Jahren alten Hirschen. Auch diesem Rudel werden im Frühjahr/Sommer, nach dem Verkauf älterer Hirsche, die vielversprechenden Spießer aus den Alttierrudeln zugesetzt.

Am Rande des Gatters befindet sich eine Scheune mit breitem überdachten Vorbau, das den Hirschen, wenn notwendig, einen guten Witterungsschutz bietet. Das Gehege fällt nach Südwest sanft ab, im unteren Fünftel ist es stark abfallend. Dort befindet sich eine Suhle die durch eine Quelle mit Frischwasser versorgt wird. Außer einem östlich des Gebäudes angelegten, mit entsprechendem Baum- und Astmaterial ausgestatteten Fegeplatz, ist das Gehege nicht weiter strukturiert. Im südlichen Teilbereich, außerhalb des Gatters, befinden sich zahlreiche höhere Laubbäume, die für Schatten sorgen. Westlich außerhalb des Gatters sind Büsche und Hecken die den Rothirschen zusätzlich noch Wind- und Sichtschutz gewähren. Östlich des Gatters befindet sich im Abstand von 60 – 100 m Mischwald.

Das Angebot an speziell ausgesäten Futtergräsern ist nach Aufwuchs in der Vegetationszeit ausreichend. Weiterhin füttert der Gehegehalter auch in dieser Zeit regelmäßig Gerste mit etwas Mais zu, auch Biertreber wird angeboten. Der Futterplatz (Wannen) befindet sich unter der Überdachung.

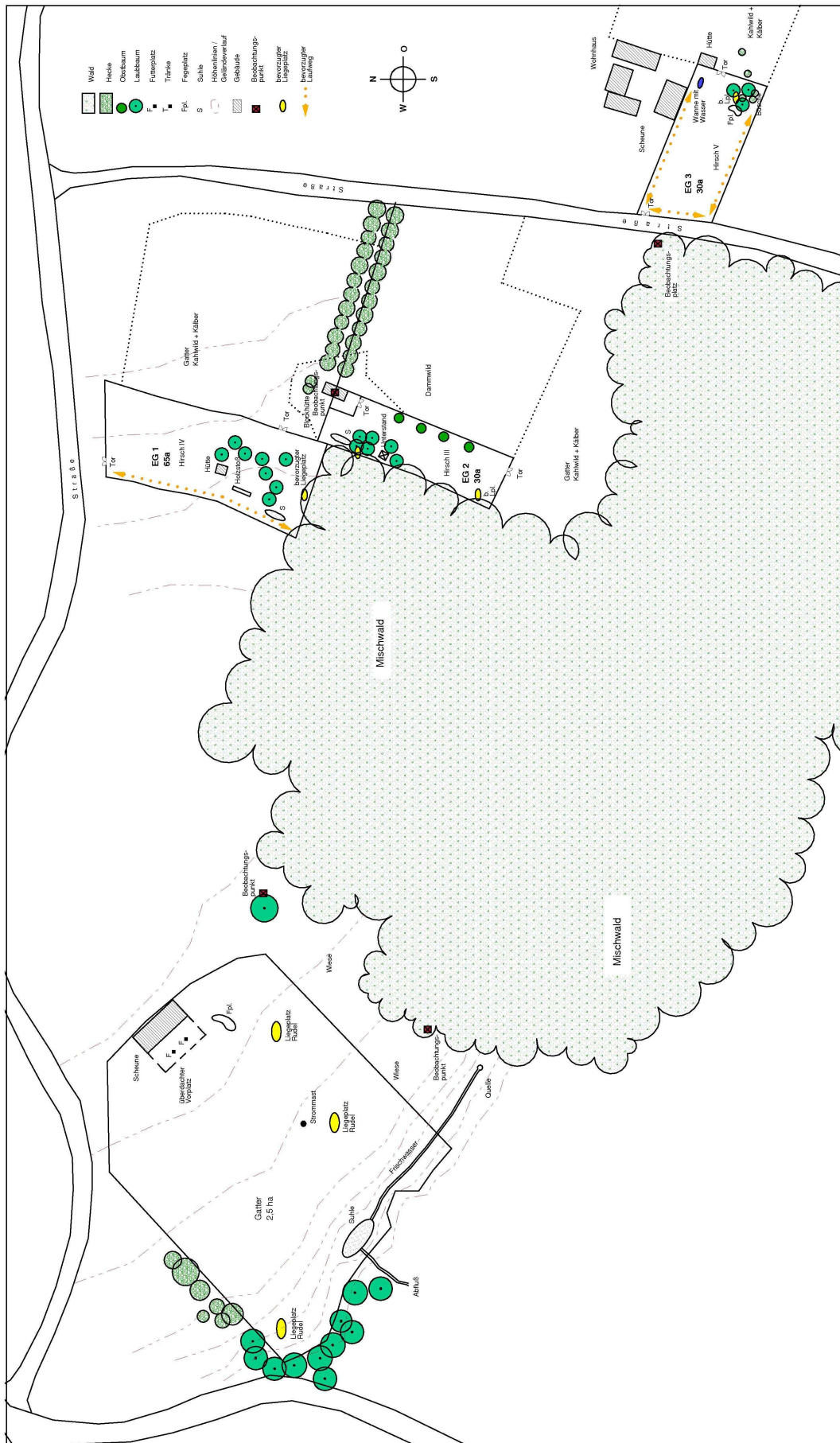


Abbildung 3: Schematische Zeichnung - Rotwildgatter Z.

## 2.2. Einzelgehege

In der ersten Versuchswoche (August) wurden bei Gehegehalter A. die Gatter 1 und 2 als Einzelgehege genutzt. Das Rudel befand sich in dieser Zeit in den Gatterbereichen 3 und 4. Die Beobachtung der Hirsche 1 und 2 war auf dem angrenzenden Weg vom Auto aus, ohne Störung der Hirsche, leicht möglich (s. Abbildung 2).

In den beiden Winterversuchswochen wurde der Gehegebereich 2 für das Rudel gebraucht, da sich hier der Futterplatz befindet. Als Einzelgehege für die entsprechenden Hirsche wurden die Gehegebereiche 1 und 4 benutzt. Dort wurde für den jeweiligen Hirsch Futter (Heu, Maissilage-Biertrebermischung) an einer gut einsehbaren Stelle ausgebracht. Die Beobachtung der entsprechenden Hirsche in Gatter 1 erfolgte vom Gegenhang (Entfernung 200 m) aus, der Hirsche im Gatter 4 von einer Jagdkanzel (Entfernung 150 m) aus. Dabei wurde wie bei allen Beobachtungen ein Zeiss Dialyt (8x56) BTP Jagdglas verwendet. Die achtfache Vergrößerung und der Objektivdurchmesser von 56 mm gewährleisteten eine gute geometrische Lichtstärke (Helligkeitswert) und eine gute Sichtleistung in der Dämmerung (Dämmerungszahl).

Die Hirsche 3-5 aus dem Rothirschrudel Z. wurden dort in der 1. Versuchswoche in Einzelhaltung gebracht. Die Gehege befanden sich aufgrund der örtlichen Gegebenheiten in einem Abstand von 250–400 m vom Rudelgatter entfernt (s. Abbildung 3).

Das erste Einzelgehege (EG 1) in ungefähr 250 m Abstand in östlicher Richtung von Rudelgatter gelegen war mit Hirsch 4 besetzt. Dieses Gatter hat eine Größe von ungefähr 60 a und fällt leicht nach Westen hin ab. In der südöstlichen Ecke des Gatters befindet sich eine gut mit Wasser gefüllte Suhle in einer leichten Senke, umgeben von einer Reihe von Laubbäumen (Buche, Erle), einem Holzstoß, und auch eine kleine Hütte befindet sich in diesem Bereich. An die ganze östliche Seite des Gatters grenzt Mischwald an (s. Abbildung 3). Der restliche Teil des Gatters war nicht strukturiert.

An dieses Gatter schließt sich östlich davon das mit Hirsch 3 besetzte nächste ungefähr 30 a große Einzelgehege (EG 2) an (Entfernung zum Rudel ungefähr 300 m). Hier befindet sich im südwestlichen Bereich dieses Gatters eine Suhle in

einer leichten Senke, nach Südosten hin folgen in dem sonst ebenen Gatter einige Laubbäume (Esche, Eiche), und auch ein Unterstand ist vorhanden. An der östlichen Seite dieses Gatters befinden sich 4 Apfelbäume und die ganze westliche Längsseite ist von Mischwald begrenzt, sodass keine Sichtmöglichkeit zum Rudel hin besteht. Die Beobachtung der in diesen beiden Einzelgehegen gehaltenen Hirsche war durch das Vorhandensein einer Freizeithütte mit Fenstern sehr leicht möglich. Auch der Weg dorthin war unbemerkt möglich (Büsche und außer Wind liegend).

Als drittes Gatter (30 a groß) im Gehegebereich Z. (EG 3) stand noch ein in ungefähr 450 m Entfernung befindliches Gehege zur Verfügung (s. Abbildung 3). Dieses wurde mit Hirsch 5 besetzt. Außer einem Bereich im Osten des Geheges mit drei großen Buchen und etwas Unterwuchs (Holunder), einem davor befindlichen Fegeplatz mit liegendem Stamm und Ästen und einer Wanne mit Frischwasser, war das Gehege nicht weiter unterteilt. Nördlich des Geheges befindet sich ein Anwesen mit Scheune, Wohnhaus und Garagen; südlich ein zu dieser Zeit unbenutzter Lagerplatz für Baumaterial. Eine für den Hirsch 5 nicht störende Beobachtung war aus dem im gegenüberliegenden Waldweg stehenden Auto sehr leicht möglich.

Alle diese drei Gatter sind jeweils unmittelbar benachbart zu einem Gehege auf dem sich ein Tierrudel befand (Alttiere und Kälber, Schmaltiere).

In der Sommerzeit war für den jeweiligen Hirsch in seinem Einzelgehege durch den Bewuchs der Gehege stets ausreichend Äsung vorhanden.

### **2.3. Einzelboxen**

Einzelboxen sind nur in der Rotwild-Gehegehaltung von A. im Ldk. Passau vorhanden. Sie befinden sich in einem Gebäude in unmittelbarer Nachbarschaft zum Gatter 2 (s. Abbildung 2). Diese Einzelboxen (Warteställe) haben eine Grundfläche von 2,5 m x 3 m, die Seitenwände gehen bis in eine Höhe von 3,7 m und die Boxen sind nach oben offen, so dass Licht von oben in die Boxen einfallen kann. Der Lichteintritt ist durch eine Aussparung im Giebelbereich nach Süden und eine Aussparung in der Schiebetür zum Hof hin gegeben. Die

Abmessungen der Boxen entsprechen den Empfehlungen des Bayerischen Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (2009) und auch dem Säugetiergutachten (Zoo, 1996), das für die Haltung eines Rothirsches im Einzelstall eine Grundfläche von mindestens 5 qm fordert.

Die Einzelboxen wurden mit Heu als Einstreu versehen, das den Hirschen auch als Äsung zur Verfügung stand und wenn notwendig während der Kotsammlung immer wieder ergänzt wurde. An der Innenseite der Tür einer Box sind zwei Kunststofftröge montiert. Einer war stets mit frischem Wasser gefüllt, der andere wurde mit Treber (Sommer) bzw. Maissilage/Treber (Winter) gefüllt, um hier den Hirschen das gleiche Zusatzfutter wie dem Rudel zur Verfügung zu stellen. Diese Futtertröge sind so angebracht, dass sie auch für Geweihträger leicht zugänglich sind und keine Verletzungsgefahr darstellen. Der Zwischengang entspricht in seiner Breite der Türbreite, dadurch ist ein vollständiges Öffnen der jeweiligen Boxentür bei gleichzeitiger Unterteilung des Ganges möglich. Beim Austauschen von Futter bzw. Wasser kann die Box durch ein auf jeder Gangseite in entsprechender Vorrichtung hängendes Schiebetor geschlossen werden. In 2,7 m Höhe ist oberhalb des Zwischengangs ein begehbare Holzbohlenboden eingebaut. Darauf und von dort aus konnte der Aufbau der Videokameras in den beiden Ecken oberhalb der Tür, die Verkabelung und die Installation der dazugehörigen Anlage erfolgen.





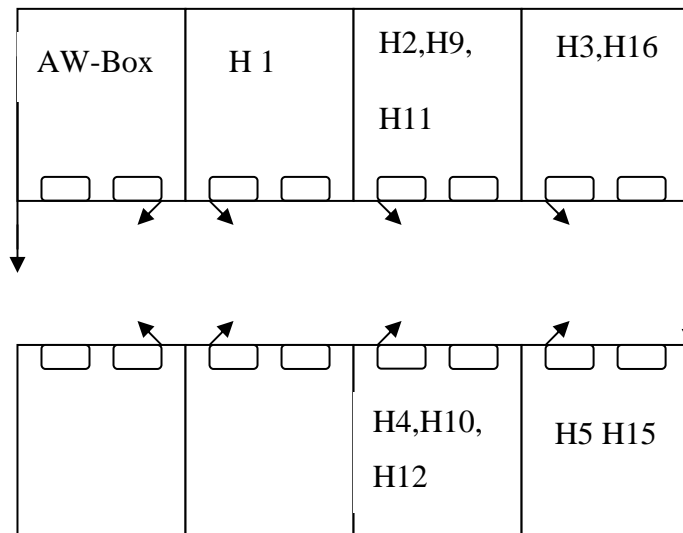
**Abbildung 4:** Trennelemente und Schiebetüren zum sicheren Verbringen der Tiere in die Nachbarboxen und zur sicheren Kontaktaufnahme zu den Tieren





**Abbildung 5:** Einzelbox (uneingestreut, da noch kein Tierbesatz)

In diese Einzelboxen wurden die Hirsche des Rudels A. nach Immobilisation mit Hilfe eines Vorderladers gebracht bzw. die letzten Meter in die Box auf einer

Plane gezogen. Die Hirsche des Rudels Z. wurden mit Hilfe eines Transportanhängers, der den Anforderungen der VO (EG) Nr.1/2005 zum Schutz von Tieren beim Transport und den Bestimmungen der nationalen Tierschutztransportverordnung (TierSchTrV) entspricht, vom Gatter Z. zum Gatter A. in die Einzelboxen gebracht (Entfernung 22 km). Auch die weiteren Vorgaben zum Transport von Geweihträgern wurden beachtet.



**Abbildung 6:** Schematische Darstellung der Einzelboxen und Belegplan

 Futter- und Wassertröge  
 Richtung der Türöffnung bzw. Schiebetür  
 AW = Ausweichbox bei Kotsammlung

### 3. Versuchsaufbau – Versuchsablauf

Wie bereits ausgeführt, machen tierseuchenrechtliche Vorschriften vor dem Verbringen innerhalb der Europäischen Union oder der Export ins Ausland eine Einzeltieruntersuchung auf Brucellose (Blutprobe) und auf Tuberkulose (Intrakutantest) notwendig. Hierzu muss das Rudeltier Rothirsch mindestens 3 Tage isoliert werden, was mit Belastungen für das Tier verbunden ist. Diese Zeit kann sich mitunter aus organisatorischen Gründen des Transports auf 4-5 Tage ausdehnen.

Als Alternativen sind, wie vorne aufgezeigt, die Einzelhaltungen der Hirsche in Einzelgehegen mit Sicht-, Hör- oder Geruchskontakt zum Rudel oder in



Einzelboxen (Warteställen) vorgesehen.

In der vorliegenden Arbeit soll die Stressbelastung der Hirsche in der jeweiligen Haltungform durch die Messung typischer Stressparameter quantifiziert und verglichen, und wesentliche Verhaltensänderungen der Hirsche in der jeweiligen Haltungform gegenüber ihrem Verhalten im Rudel dokumentiert werden. Auch der jahreszeitliche Unterschied in der Aktivität der Hirsche soll Berücksichtigung finden.

Bestimmt werden die Blutparameter Kreatinkinase, Kreatinin, Hämoglobin, Hämatokrit, Glukose, Laktat, Cortisol und Testosteron. Dazu wird vor und nach der entsprechenden Haltung den Versuchs- und Kontrollhirschen Blut genommen. Während des Aufenthalts in der jeweiligen Haltungform wird zweimal täglich Kot von den Hirschen gesammelt um Cortisolmetaboliten darin zu bestimmen, die mit den Werten aus den Kotproben, die vom Rudel gewonnen werden, verglichen werden sollen. Eine Herzfrequenzmessung mit Polar®-Messgeräten soll auch Rückschlüsse auf die Belastung der Hirsche geben.

Da wie in Kapitel II.1. ausgeführt, aufgrund rechtlicher Gegebenheiten (VO (EG) Nr.1/2005 und TierSchTV), der Transport von Gehegewild im Zusammenhang mit wirtschaftlichen Tätigkeiten (z.B. Verbringen innerhalb der EU), nur zu bestimmten Zeiten erfolgen kann, wurde diesen Vorgaben durch die Festlegung der Versuchswochen Rechnung getragen.

### **3.1. Erster Versuchsdurchgang**

Der erste Versuchsdurchgang fand vom 10.08.2009 bis 17.08.2009 statt.

Die Datenerhebung für die Haltung im Einzelgehege fand in zwei Hirschgattern statt. Betrieb A. mit den Hirschen 1 und 2 und Betrieb Z. mit den Hirschen 3-5. Die 3 Kontrollhirsche (Hirsch 6-8) standen in Rudel A.

Zunächst erfolgte am 10. und 11.08.09 die Beobachtung und Dokumentation der Verhaltensweisen der Hirsche im jeweiligen Rudel. Dabei wurden auch zweimal täglich (morgens und abends) Kotproben gesammelt, um daraus später die Cortisolmetaboliten zu bestimmen. Danach wurden am 12. und 13.08.09 die

Versuchs- und Kontrollhirsche immobilisiert (Hellabrunner Mischung) und Blutproben gewonnen. Auch wurden, soweit möglich, Brustgurte mit Polar®-Herzfrequenzmessgeräten S 810 TM angebracht und die Hirsche in die Einzelgehege gebracht. Die Kontrollhirsche verblieben im Rudel. In der Folge wurden die Verhaltensweisen der fünf Hirsche im Einzelgehege tagsüber festgehalten und auch durch Videoaufzeichnungen dokumentiert. Während des Aufenthalts in den Einzelgehegen wurden dort jeweils zweimal täglich Kotproben gesammelt. Am 16. und 17.08.09 wurden die Versuchs- und Kontrollhirsche wieder immobilisiert und erneut Blutproben genommen.

Danach wurden die Hirsche nach der notwendigen Aufwachzeit wieder in ihr Rudel gebracht.

### **3.2. Zweiter Versuchsdurchgang**

Der zweite Versuchsdurchgang fand vom 1.09.2009 bis 8.09.2009 statt.

Zunächst fanden am 1.09. und 2.09. wieder die Beobachtungen und Dokumentationen der Verhaltensweisen der Hirsche im jeweiligen Rudel statt. Dabei wurden auch wieder Kotvergleichsproben aus dem Rudel gesammelt. Danach wurden am 3. und 4.09. die Versuchs- und Kontrollhirsche immobilisiert, Blutproben genommen, soweit möglich Brustgurte mit Polar®-Messgeräten angelegt und die fünf Hirsche in die Einzelboxen (Betrieb A.) gebracht. Die drei Vergleichshirsche verblieben wieder im Rudel.

Die Verhaltensweisen der Hirsche in den Boxen wurden über die gesamte Aufenthaltszeit durch Videoaufzeichnungen dokumentiert. Das Sammeln der Kotproben erfolgte zweimal täglich und zwar morgens und abends.

Am Ende der Versuchszeit wurden die beteiligten Hirsche wieder immobilisiert und Blutproben genommen. Danach wurden die Hirsche wieder in ihr jeweiliges Rudel integriert.

### **3.3. Dritter und Vierter Versuchsdurchgang**

Vom 15.01.2010 bis 22.01.2010 fand die dritte Versuchswoche statt und vom

05.02.2010 bis 12.02.2010 wurde der vierte Versuchsdurchgang durchgeführt.

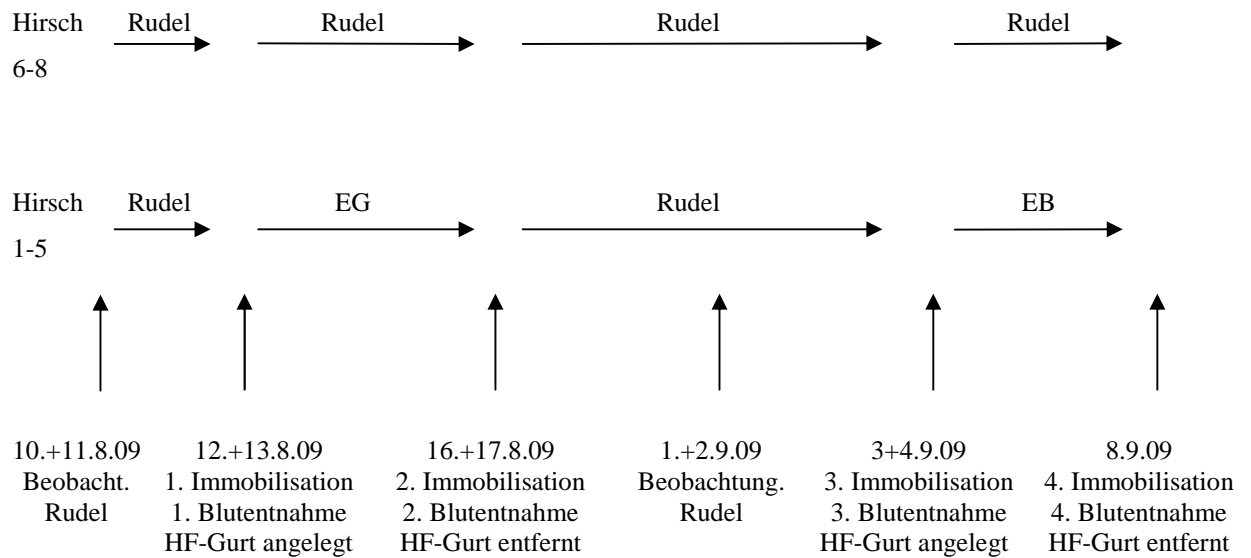
Die dritte und vierte Versuchswoche wurde im Rotwildgatter des Betriebes A. durchgeführt (Rudelgröße 54 Rothirsche). Der Ablauf wurde etwas umgestaltet, da die 3. und 4. Untersuchung nur in einem Betrieb stattfinden konnte und aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nur zwei Einzelgehege zur Verfügung standen. Hier wurden nun Einzelgehege- und Boxenaufenthalt parallel untersucht. Beteiligt waren wiederum acht Hirsche (Hirsch 9-16). Davon waren zwei Kontrollhirsche (Hirsch 13+14), die im Rudel verblieben, und sechs Versuchshirsche.

Von den sechs Hirschen (Hirsch 9, 10, 11, 12 und Hirsch 15, 16) waren in der Januarwoche vier für den Boxenaufenthalt (Hirsch 9+10,15+16) und zwei für das Einzelgehege (Hirsch 11+12) vorgesehen. Danach, in der zweiten Versuchswoche (Februar), wechselten, nach Zwischenaufenthalt im Rudel, die beiden Hirsche 11 und 12 in die Boxen und die Hirsche 9 und 10 in die Einzelgehege.

Zunächst fanden in beiden Versuchswochen die Verhaltensbeobachtungen der Hirsche 9-12 im Rudel und das Sammeln von Kotvergleichsproben statt. Danach wurden am 17.01. und 7.02. die Versuchs- und Kontrollhirsche immobilisiert, Blutproben genommen, soweit möglich Brustgurte mit Polar®-Geräten angelegt und die Hirsche an den jeweilig vorgesehenen Aufenthaltsort gebracht. Sowohl beim Aufenthalt in den Boxen wie auch in den Einzelgehegen wurden wieder morgens und abends Kotproben gesammelt. Der Aufenthalt der Hirsche in den Boxen wurde vollständig durch Videoaufzeichnungen festgehalten. Das Verhalten der Hirsche in den Einzelgehegen wurde tagsüber beobachtet und dokumentiert. Am 22.01. bzw. am 12.02. wurden die beteiligten Hirsche wieder immobilisiert, Blutproben genommen und am nächsten Morgen wieder zu ihrem Rudel gelassen.

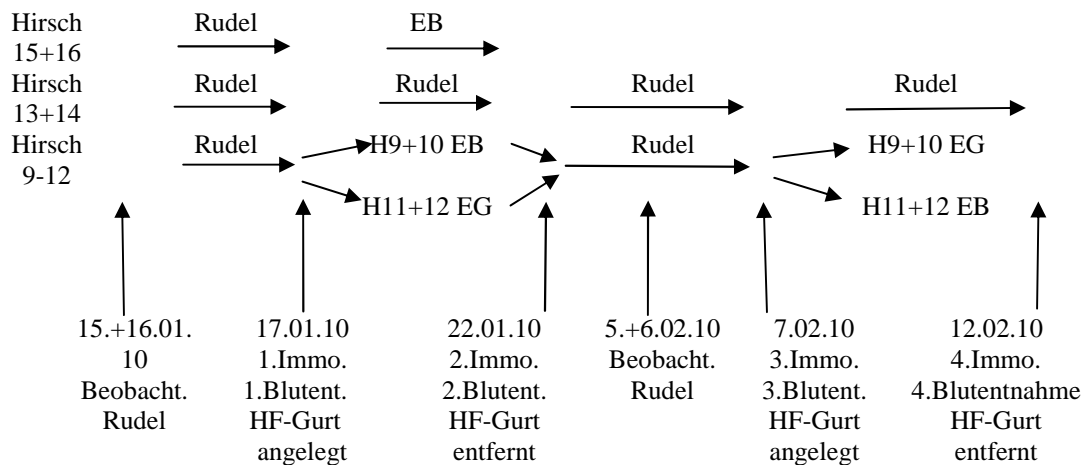
In den folgenden Abbildungen wird der Aufbau der Versuchswochen und der jeweilige Aufenthalt der Hirsche schematisch dargestellt.

**Abbildung 7: Versuchsaufbau der Sommerversuchswochen**



Bes. Vorkommnisse: H3 ließ sich Gurt zur HF-Messung nicht anlegen

**Abbildung 8: Versuchsaufbau der Winterversuchswochen**



Bes. Vorkommnisse: H12 Ausbruch 1.Nacht (17.auf 18.1.) –EG-Daten fehlen  
 H9,13,14 zum 12.2. keine 4.Immo. (tiermed. Gründe) keine 4.Blutent.  
 H9,11 ließen sich Gurt zur HF-Messung nicht anlegen

#### 4. Probengewinnung

Zur Gewinnung der Blutproben und zum Anlegen des Brustgurtes mit Polar®-

Messgerät mussten die Rothirsche wegen ihres Wildtiercharakters immobilisiert werden. Die Immobilisierung der Hirsche wurde mit Hellabrunner-Mischung (Xylazin 125 mg/ml und Ketamin 100 mg/ml) vorgenommen, die dem erfahrenen Immobilisateur und Gatterbesitzer A vorgemischt zur Verfügung gestellt wurde. A. verfügt über die entsprechende Sachkunde nach § 5 Abs. 1 TierSchG. Ihm liegen Genehmigungen zur Immobilisation sowohl für seinen Betrieb im Ldk. Passau als auch für den Betrieb Z. im Ldk. Rottal-Inn durch die jeweilige Kreisverwaltungsbehörde vor und er verfügt über einen Jagdschein. Benutzt wurde ein Vario 1V – Blasrohrgewehr, Vario – Leichtspritzen und Variokanülen (Fa. Telinject, Veterinärmedizinische Spezialgeräte GmbH, Römerberg, Deutschland).

Die Betäubung gelang ohne Hetze der Hirsche vom Traktor aus im Regelfall innerhalb kurzer Zeit. Dadurch war die gute Wirksamkeit der Arzneimittel gewährleistet. Die Dosierung betrug pro 100 kg Hirsch 1-1,5 ml der Hellabrunner-Mischung (Xylazin 125 mg, Ketamin 100 mg pro ml). Im Allgemeinen genügte 1 ml, in 10 Fällen bei 64 Immobilisationen musste nachgeschossen werden, weil sich die verwendeten Pfeile nur zum Teil entleerten. Die Hirsche lagen mehrheitlich nach 15 spätestens nach 30 Minuten bewegungslos und reagierten nicht mehr auf äußere Reize. Danach wurde den Hirschen die Augen bedeckt, was zusätzlich zur Beruhigung der Hirsche beiträgt. Weiterhin wurden aus Gründen der Arbeitssicherheit und zur Vermeidung von Verletzungen die Läufe oberhalb der Schalen mit dicken Stricken gefesselt.

Dann erfolgte die Blutentnahme und wenn möglich das Anlegen eines Brustgurtes mit Polar®-Messgerät. Das Anlegen des Brustgurtes erwies sich nicht immer als möglich, da aufgrund der klimatischen und äußeren Gegebenheiten die Dosierung der Hellabrunner-Mischung möglichst niedrig gehalten wurde, um die Gesundheit und das Leben der wertvollen Rothirsche nicht zu gefährden. In den Sommersversuchswochen bestand aufgrund der vorherrschenden Temperaturen ein erhöhtes Risiko für ein Herz- Kreislaufversagen der Hirsche, obwohl die Immobilisation möglichst früh am Tag bzw. in den Abendstunden vorgenommen wurde. In den Wintermonaten sah der Immobilisateur wegen der vorherrschenden Schneelage eine Gefährdung der Atmung der Hirsche durch eine mögliche Verlegung der oberen Luftwege durch Schnee.

Bei den Hirschen 3, 9, 11 kam es beim Versuch des Anlegens des Brustgurtes am liegenden Tier zu starken Abwehrbewegungen der Hirsche (Geweih- und

Laufschlagen trotz Fesselung), die sowohl die Gesundheit des Untersuchers und seiner Helfer als auch die des Tieres gefährdeten. Deshalb wurde hier auf das Anlegen des Brustgurtes verzichtet.

#### **4.1. Blutentnahme**

Jedem Versuchs- und Kontrollhirsch wurde die Blutprobe aus der *Vena saphena lateralis* oberhalb des Sprunggelenkes entnommen. Die Entnahmestelle wurde in den Wintermonaten wegen dichtem Fell vorsichtig rasiert, generell mit einem zugelassenen Hautdesinfektionsmittel gereinigt, mittels einer sterilen Sarstedt-Kanüle punktiert und das venöse Blut in sterilen EDTA- und Serumröhrchen (Fa. Sarstedt, Numbrecht) aufgefangen.

##### **4.1.1. Probenbehandlung**

Die Blutröhrchen wurden sofort nach der Blutentnahme beschriftet.

Die Bestimmung der Glukose- und Laktatwerte und des Hämatokritwertes erfolgte unmittelbar nach den Blutentnahmen vor Ort aus EDTA-Blut.

EDTA- und Serumröhrchen wurden gekühlt, gekühlt transportiert und am Abend im Labor des Lehrstuhls Kreatinkinase, Kreatinin und Hb-Wert aus EDTA-Blut bestimmt. Ebenso wurde dort das Serum mittels Multifuge 4KR (Fa. Thermo Scientific, 63303 Dreieich, Deutschland) bei 4654 g für 10 Minuten bei 10°C abzentrifugiert und in vorbereitete und beschriftete Eppendorf-Cups aliquotiert (200µl, 800µl). Aus den vorhandenen Serumproben wurden zur Qualitätskontrolle Serum-Pools gebildet. Alle Serum-Aliquots wurden zur späteren Bestimmung der Cortisol- und Testosteronwerte bei -20 °C tiefgekühlt.

#### **4.2. Kotproben**

Zu Beginn der jeweiligen Versuchswochen wurden die Kotvergleichsproben des Rudels gewonnen. Dies geschah zweimal am Tag morgens und abends. Um sie

möglichst frisch zu gewinnen, näherte sich der Untersucher langsam den ruhenden Hirschen, die sich nach einer Annäherung bis auf ungefähr 50 m erhoben und ein Teil der Hirsche sich kurze Zeit später löste.

In den Einzelgehegen und den Einzelboxen wurden die Kotproben ebenfalls morgens und abends gesammelt.

Das Einzelgehege musste hierzu, um möglichst frische Proben zu gewinnen, in den Sommerversuchswochen abgegangen werden. In den Winterversuchswochen gelang das Sammeln in der Nähe der angelegten Futterstelle. Beim langsamen Begehen des Geheges wurde möglichst weiter Abstand zum Rothirsch gewahrt, um die Belastung des Hirsches durch den Untersucher möglichst gering zu halten.

Während der Boxenhaltung erwies sich das Sammeln der Kotproben nur nach jeweiligem Umtrieb des Hirsches durch den Hirschhalter A. in eine Ausweichbox (s. Abbildung 6) als möglich. Dabei war auffällig, dass die Hirsche schon ab dem zweiten Kotsammeln beim Öffnen der Boxentür durch den mit Aluminiumtreibschild geschützten Hirschhalter bei dessen angedeutetem Hinzutreten den Weg in die Ausweichbox in ruhigem Schritt fanden. Das Sammeln von der Tür aus oder von oben herab war nicht möglich, da der Hirsch mit dem Geweih nach der Stange des Käschers schlug.

#### **4.2.1. Kotprobenbehandlung**

Die gesammelten Kotproben wurden sofort beschriftet und unmittelbar nach dem Sammeln bei  $-20^{\circ}\text{C}$  tiefgekühlt. Sie wurden am Ende der jeweiligen Versuchswoche tiefgekühlt bei  $-20^{\circ}\text{C}$  ins Institut transportiert und dort bis zur weiteren Aufarbeitung sofort weiter bei  $-20^{\circ}\text{C}$  tiefgekühlt.

## **5. Verhaltensbeobachtung der Hirsche**

Grundsätzlich wurden zur Verhaltensbeobachtung der Rothirsche in Anlehnung an Wagner (1992) fünf Verhaltenskategorien gebildet:

- Das „Liegen“ umfasst alle Verhaltensweisen bei denen der Hirsch lag, d.h. mit/ohne Wiederkäuen, flach auf dem Boden, eingerolltes Liegen, liegen mit erhobenem Haupt, putzen, äsen, und olfaktorische Kontrolle im Liegen.
- Das „Stehen“ umfasst Verhaltensweisen bei denen der Hirsch steht, d.h. ohne/mit sichern, mit/ohne wiederkäuen, olfaktorische Kontrolle.
- „Fortbewegung“ beinhaltet „Ziehen“ (Schritt) und „Troll“ (Trab). „Flucht“ (Galopp) wurde nicht beobachtet.
- Das „Äsen“ bedeutet Nahrungsaufnahme, d.h. hier auch das Fressen an der Fütterung oder aus dem Trog. Im Gegensatz zur olfaktorischen Bodenkontrolle sind beim Äsen die Kopfbewegungen, bedingt z.B. durch das Rupfen der Gräser aber auch bei der Aufnahme von vorgelegtem Heu, ruckartig. Auch Kaubewegungen sind erkennbar oder es hängen bei plötzlichem Erheben des Hauptes (z.B. zum Sichern) Grashalme oder Heu aus dem Äser.
- „solitäre Körperpflege“ - beinhaltet Komfortverhalten wie Putzen des Felles mit der Zunge, den Zähnen, den Klauen oder dem Geweih, auch Schütteln und Strecken.

Grundsätzlich wurde das Verhalten der Hirsche an ihren jeweiligen Aufenthaltsort anhand der festgelegten Verhaltenskategorien in einem jeweils definierten festen Intervall festgehalten (instantaneous sampling oder fixed-interval time point sampling).

### **5.1. Verhalten im Rudel**

Das Verhalten der Hirsche in ihrem Rudel wurde wie in der Versuchsplanung festgelegt zu Beginn jeder Versuchswoche aufgezeichnet. Die Verhaltensbeobachtung fand am Tage zu festgelegten Zeiten statt. Morgens von Beginn der Dämmerung an, zur Mittagszeit, und nachmittags bis zum Sonnenuntergang. Insgesamt waren für jeden Tag 10 Beobachtungsstunden vorgesehen. Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten im jeweiligen Gatter, der



Einehbarkeit vom Beobachtungspunkt aus, der Wetterverhältnisse (z. B. Frühnebel), der unterschiedlichen Zahl der zu beobachtenden Rothirsche pro Rudel, erfolgt die Angabe der „sample points“ (SP) pro Hirsch (Tabelle 2).

Die Beobachtungen der Verhaltensweisen im Rudel erfolgte mit einem Jagdglas Zeiss 8 x 56, wurde im Versuchsprotokoll dokumentiert und zum Teil auch mit einer Videokamera festgehalten. Die Beobachtungsintervalle wurden so gewählt (5 oder 10 Minuten), dass die zu beobachtenden Hirsche anhand ihrer Geweihe eindeutig identifiziert werden konnten.

## **5.2. Verhalten im Einzelgehege**

Zur Dokumentation des Verhaltens der Hirsche im Einzelgehege wurde nach den gleichen Grundsätzen wie bei der Rudelbeobachtung vorgegangen. Nach festgelegten Intervallen wurde das Verhalten anhand der Verhaltenskategorien dokumentiert und bestimmte Verhaltensweisen auch durch Videoaufzeichnungen festgehalten. In der ersten Sommersuchswoche erfolgte die Beobachtung der Hirsche 1 + 2 im Gehegebereich A. vom gleichen Standort aus, da die Gehege, Hirsch 1 im Gehegeteil 2 und Hirsch 2 im Gehegeteil 1, nebeneinander lagen (s. Abbildung 2). Das Beobachtungsintervall betrug 10 Minuten. Es waren 4 Beobachtungszeiträume (gesamt 10,5 h) zu unterschiedlichen Tageszeiten und mit unterschiedlichem Abstand zur Immobilisation vorgesehen.

Das gleiche gilt auch für die Hirsche 3 + 4 deren Einzelgehege (Hirsch 3 im EG 2, Hirsch 4 im EG 1) im Rotwildgatter Z. von einem Beobachtungsplatz einsehbar waren (s. Abbildung 3). Das Verhalten von Hirsch 5 im Einzelgehege EG 3 (s. Abbildung 3) wurde an zwei Beobachtungszeiträumen (gesamt 5,5 h) mit einem Beobachtungsintervall von 5 Minuten beobachtet.

In den beiden Winterversuchswochen, die nur im Gehege A. stattfanden, waren in der Januarwoche die Hirsche 11 + 12 im Einzelgehege untergebracht. Hirsch 11 befand sich im Gehegeteil 4 und Hirsch 12 im Gehegeteil 1 (s. Abbildung 2). Hier waren 3 Beobachtungszeiträume (gesamt 10 h), Beobachtungsintervall 5 Minuten, zu unterschiedlichen Tageszeiten an verschiedenen Tagen (Abstand zur Immobilisation) vorgesehen. Hirsch 12 hat die Absperrung seines Gatters im

Bereich des Durchgangs in der ersten Nacht überwunden, so dass hier keine Einzelgehebebeobachtung stattfinden konnte. In der Versuchswoche im Februar war Hirsch 9 im Gatterteil 1 und Hirsch 10 im Gatterteil 4 untergebracht.

Die Einteilung der Beobachtung erfolgte analog zu Hirsch 11 in der Januarwoche.

Auch hier wurde das Jagdglas Zeiss 8 x 56 zur Beobachtung eingesetzt, da es bessere Sicht auf die Hirsche in den Dämmerungszeiten gewährleistet und damit auch eine längere Beobachtungszeit möglich machte. Auch waren, wie aus den Abbildungen der Gehege ersichtlich ist, die Plätze die zur Beobachtung eingenommen werden mussten zum Teil weiter vom Einzelgehege entfernt.

In Tabelle 2 sind die „sample points“ (SP) pro Hirsch angeführt.

### **5.3. Verhalten in der Einzelbox**

Die Hirsche waren entsprechend der Abbildung 6 in den Einzelboxen untergebracht. Eine Box diente als Ausweichbox für das Kotsammeln im Wartestall.

Die Dokumentation des Verhaltens der Hirsche erfolgte durch Videoaufzeichnung mittels den in den Ecken oberhalb der Tür angebrachten Kameras über die gesamte Aufenthaltszeit der Hirsche in den Boxen. Zur Auswertung der Aufzeichnungen wurden jeweils nach einem Intervall von 5 Minuten die festgelegten Verhaltenskategorien erfasst („sample points“), wobei eine Einteilung im Abstand zur Immobilisation vorgenommen wurde. Auch eine Unterteilung in Verhalten tagsüber und während der Nacht wurde vorgenommen. In Tabelle 2 sind die „sample points“, (SP) pro Hirsch angeführt.

**Tabelle 2:** „Sample points“ der Verhaltensbeobachtung in der jeweiligen Haltung

Jahreszeit	Proband	SP	SP	SP
		Rudel	Einzelgehege	Einzelbox
Sommer	Hirsch 1	84	68	1101
	Hirsch 2	78	61	1102
	Hirsch 3	61	62	1076
	Hirsch 4	54	60	1261
	Hirsch5	56	70	1258
Winter	Hirsch 9	95	110	1394
	Hirsch 10	95	107	1371
	Hirsch 11	94	121	1402
	Hirsch 12	94	-	1396
	Hirsch 15	-	-	1396
	Hirsch 16	-	-	1381

Besonderheiten: H12 kein EG, da Ausbruch; H15, 16 nur EB

## 6. Herzfrequenzmessung

Die Herzfrequenzmessung erfolgte mit einem Polar® Herzfrequenz-Messgerät an einem elastischen Bauchgurt und der Polar® -Uhr S 810TM (Fa. Polar Electro Oy, Kempele, Finnland). Der Bauchgurt wurde, wenn möglich, dem nach Immobilisation liegenden Hirsch nach der Blutentnahme angelegt.

Das System besteht aus zwei mit einem Sender verbundenen Elektroden, die mit einer Empfängeruhr an dem elastischen Bauchgurt befestigt wurden. Die Elektroden wurden links kurz hinter dem Ellbogen (- Elektrode) und ungefähr 15cm unterhalb des Widerristes (+ Elektrode) durch den elastischen Gurt gehalten und um einen bestmöglichen Kontakt herzustellen mit viel Gleitgel befeuchtet. Dazwischen wurde der Sender und die Kabelverbindungen unter dem Bauchgurt befestigt. Der Sender übermittelt kontinuierlich jeden Herzschlag an die Polar®-Uhr als Speicher.

Die kontinuierliche Registrierung und Speicherung der Herzfrequenz in beats per

minute (bpm) erfolgte durch die oberhalb der + Elektrode am Gurt befestigten Uhr, die durch die Einstellung eines Speicherintervalls von 15 Sekunden eine maximale Aufzeichnungszeit von 100 h ermöglichte. Die Übertragung der Daten erfolgte mittels Infrarot Interface von Polar® auf den Computer und wurden dort zur weiteren Auswertung in eine Excel-Tabelle überführt.

Zur Auswertung der Herzfrequenzmesswerte und zum Vergleich einzelner Hirsche mit erfolgreicher HF-Messung, wurde die Durchschnittsherzfrequenz über die jeweilige gesamte Aufzeichnungszeit mit STABW, Minimum- und Maximumwerten und Perzentile ermittelt. Weiterhin wurde für jeden Hirsch, dessen Messwerte vorlagen, eine Auswertung im 1h Bereich vorgenommen, wobei die durchschnittliche HF für den liegenden (ruhenden) und den stehenden (aktiven) Hirsch ermittelt wurde. Auch die Häufigkeit der Positionswechsel mit zugehöriger HF wurde für jede Stunde festgestellt und auch die HF-Änderung des Hirsches während eines Kontaktes mit dem Menschen, wie beim Kotsammeln oder der Futterkontrolle, wurde festgehalten.

Somit erfolgte eine Auswertung der HF mit gleichzeitiger Beurteilung der Dauer der Aktivitäts- bzw. der Ruhephasen des jeweiligen Hirsches.

## **7. Bestimmung der Blut- und Serumparameter**

### **7.1. Glukose, Laktat, Kreatinkinase, Kreatinin, Hämoglobin, Hämatokrit**

Direkt nach den Blutentnahmen wurde der Blutzuckergehalt aus einem Tropfen Vollblut mit Hilfe des Accu Check® Comfort Gerätes (Fa. Roche Diagnostics, Mannheim) mit Glukose – Accu Check Teststreifen bestimmt.

Der Laktatwert wurde mit dem Laktatmessgerät Accutrend-Lactate® (Fa. Roche Diagnostics, Mannheim) mit Accutrend Laktat BM Teststreifen ebenso direkt nach den Blutentnahmen aus einem Tropfen Vollblut bestimmt.

Auch die Bestimmung des Hämatokrits fand vor Ort statt. Verwendung fand die Sigma 1-4 Zentrifuge (Fa. Hettich, Deutschland) bei  $14800 \text{ min}^{-1}$  für 3 Minuten.

Die Bestimmung der Kreatinkinase – Aktivität und des Kreatiningehaltes wurden mittels der entsprechenden Teststreifen mit dem Reflotron® - Messgerät (Fa. Roche Diagnostics, Mannheim) aus EDTA-Blut durchgeführt.

Die Hämoglobinkonzentration wurde aus EDTA-Blut durch photometrische Bestimmung nach Reaktion mit Hb-Hämoglobin-Reagenz (DiaSys Diagnostic Systems GmbH, Holzheim, Germany) erhalten. Die photometrische Auswertung erfolgte bei 546nm mit dem Photometer Genesys 10uv (Fa. Thermo Scientific, 63303 Dreieich, Deutschland).

## **7.2. Testosteron im Serum**

Die Bestimmung des Testosteron im Serum erfolgte durch einen kompetitiven Elisa am Institut für Physiologie, Universität München-Weihenstephan, wie bei Blottner et al. (1996) beim Reh beschrieben und bei Bartos et al. (2009) zur Testosteronbestimmung beim Rothirsch angewandt. Dabei wird das Testosteron mit einem Gemisch von tert. Butylmethylether/Petrolether 30/70 (v/v) extrahiert. Nach dem Ausfrieren bei -60°C wird die Etherfraktion abgetrennt und das Lösungsmittel auf dem Wasserbad bei 60°C abgezogen. Der Rückstand wird in 400 µl Assaypuffer aufgenommen und 150 µl davon werden analysiert. Der kompetitive Elisa benutzt einen polyklonalen Kaninchen-Antikörper gegen Testosteron-11-hemisuccinat-BSA und als Enzym markiertes Testosteron wurde Testosteron-3-CMO-HRP (HRP=Meerrettichperoxydase) eingesetzt.

## **7.3. Cortisol im Serum**

Zur Bestimmung der Cortisolkonzentration wurden die bei -20°C eingefrorenen Serumproben im Institut mittels eines kompetitiven ELISA analog der Methode von ERHARD et al. (1989) untersucht. Der ELISA wurde entsprechend der vorliegenden Untersuchung modifiziert und das Testsystem validiert.

### 7.3.1. Testprinzip (Elisa):

Der monoklonale anti-Kortisol-3-Antikörper (Fa. Fitzgerald, Concord, MA, USA) wird mit einer Endkonzentration von 1,5 µg/ml verdünnt mit Carbonatpuffer 2 Stunden bei 37°C an die Platte gebunden, indem mittels Finn® - Pipette (Thermo Labsystems) in jede Kavität 100 µl pipettiert werden. Nach dem Waschen mit PBS-Tween pH 7,2 (Auto Plate Washer, ELX 405, Bio-Tek Instruments Inc., USA) werden bei einer Inkubationszeit von 1 Stunde bei 37°C mit 200 µl Gelatine 0,5% Lösung in PBS-Puffer pH 7,2 pro Kavität noch freie Bindungsstellen besetzt und anschließend mit PBS-Tween pH 7,2 gewaschen.

Nach dem Waschen wird pro Kavität 50 µl des 1:16 verdünnten Probenmaterials eingesetzt (PBS-Tween Puffer) und anschließend pro Kavität 50 µl Konjugat Kortisol-3-CMO-HRP (Fa. Fitzgerald, Concord, MA, USA) in einer Verdünnung 1:8000 mit PBS-Tween pH 7,2 zugegeben. Zusätzlich zu den verdünnten Proben werden zwei 1:16 verdünnte Poolproben aufgetragen, die wie Probenmaterial behandelt werden. Als Standard-Kurve wird Hydrocortison (Fa. Sigma, Taufkirchen) mit einer Konzentration von 25 ng/ml Cortisol in einer log-2-Verdünnung eingesetzt. Als Leerwert wird in der ersten Spalte der Platte 50 µl der Standard-Lösung mit 50 µl PBS-Tween pH 7,2 als Ersatz für das Konjugat pro Kavität eingesetzt.

Während einer einstündigen Inkubation bei 37°C konkurrieren Probenmaterial und Konjugat um die vorhandenen Bindungsstellen. Nach dem Waschen mit PBS-Tween pH 7,2 werden 365,2 µl TMB-Substrat (Tetramethylbenzidin und Dimethylsulfoxid, Fa. Sigma, Taufkirchen) mit 11 ml TMB-Puffer und 3,3 µl Wasserstoffperoxid vermischt, 100 µl dieser Mischung in jede Kavität pipettiert und bei Zimmertemperatur und unter Lichtabschluss 10 Minuten inkubiert. Wasserstoffperoxid wird durch die Peroxidase des gebundenen Konjugats gespalten und das Chromogen TMB oxidiert, wobei es zu einer Blaufärbung kommt.

Diese Reaktion wird mittels 50 µl 1-molarer Schwefelsäure gestoppt und die entstehende Gelbfärbung innerhalb von 30 Minuten photometrisch im Synergy HT Photometer (Fa. BioTek Instruments GmbH, Bad Friedrichshall) bei 450 nm (Referenzmessung bei 595 nm) gemessen. Die Konzentrationen werden mit dem

Computerprogramm Gen S™ (Fa. BioTek Instruments GmbH) berechnet.

Je höher die Cortisolkonzentration in der Probe ist, desto geringer ist die Optische Dichte (OD-Wert), da sich weniger Konjugat an die Beschichtung binden konnte.

Für die Qualitätskontrolle der Messung von Cortisol in Hirschserum wurde zur Bestätigung der Präzision der Poolprobenmessung eine Intraassayvariation (n=4) von 13,5% (Sommerproben) und von 11,8% (Winterproben) ermittelt.

Da zur Bestimmung der Cortisolwerte im Serum nur 2 Platten mit Pool-Cortisol-Mittelwerten von 1,95 ng/ml und 2,17 ng/ml benötigt wurden, wurde von der Berechnung eines Interassayvariationskoeffizienten abgesehen.

## **8. Bestimmung der Cortisolmetaboliten im Kot**

Bevor die Cortisolmetaboliten (CM) bestimmt werden können, muss eine Extraktion derselben aus dem Kot der Rothirsche erfolgen.

Diese Extraktion der CM aus dem Kot erfolgte am Lehrstuhl nach einem Protokoll der Professoren E. Möstl und R. Palme u.a., Institut für Biochemie, Abteilung für Naturwissenschaften, Veterinärmedizinische Universität, Wien.

Da CM empfindlich bezüglich bakterieller Zersetzung sind, wird der tiefgekühlte Kot nur zur Verarbeitung aufgetaut, rasch weiterverarbeitet und sofort wieder bei  $-20^{\circ}\text{C}$  tiefgekühlt. Zu beachten ist, dass die Kotprobe nicht oberflächlich abgekratzt wird, da hier die bakterielle Zersetzung in der Regel fortgeschrittener ist und die Kontaminationen von außen wahrscheinlicher sind.

Es werden je 0,5 g vollständig aufgetauter Kot aus dem Inneren der Kotproben in entsprechend beschriftete 10 ml PP-Röhrchen eingewogen. Danach erfolgt sofortige Extraktion der jeweiligen Kotprobe mit 5 ml 80% Methanol, der mittels Dispenser zugegeben wird. Die Proberöhrchen werden hierzu gut verschlossen, im Ständer im Schüttler (SM 30 Control, Fa. E.Bühler, 72379 Hechingen, Deutschland) fixiert und 30 Minuten bei höchster Stufe geschüttelt. Danach werden die Proben bei 2500 g 15 Minuten abzentrifugiert (Multifuge 4KR, Fa. Thermo Scientific, 63303 Dreieich, Deutschland).

30 µl des nativen Überstandes werden mittels Mehrkanalpipette zu 270 µl Assay-Puffer in 1 ml PP-Röhrchen gegeben, die nach Plan in vorgegebener Reihenfolge angeordnet sind. Die so aufgearbeiteten Proben werden nun gut verschlossen, beschriftet und bei  $-20^{\circ}\text{C}$  eingefroren.

Die Bestimmung der aufgearbeiteten Proben erfolgte am Institut für Biochemie, Prof. R. Palme, Veterinärmedizinische Universität, Veterinärplatz 1, A-1210 Wien, nach der bei Huber et al. (2003) beschriebenen Methode, die dort zur Bestimmung der CM beim Rothirsch erfolgreich validiert wurde. Dazu wurden die tiefgekühlten, aufgearbeiteten Proben auf Trockeneis per Eilzustellung versandt.

## 9. Statistische Auswertung

Quantitative Größen wurden anhand von Mittelwert und SEM (Standard error of the mean), Minimum und Maximum beschreibend dargestellt, und zu ordinal und nominal skalierten Größen wurden absolute und relative Häufigkeiten (in %) angegeben.

Zur graphischen Darstellung wurden Punkt-, Säulen- oder Balkendiagramme zur Darstellung des Mittelwertes verwendet, und als Streuungsmaß wurde der einfache Standardfehler wiedergegeben.

Wenn nicht anders vermerkt werden immer die Mittelwerte  $\pm$  SEM (Standard error of the mean) angegeben.

Bei Zeitreihen wurde der Friedman-Test zur Überprüfung auf signifikante Änderung herangezogen.

Der Wilcoxon-Test wurde zur Überprüfung auf signifikante Unterschiede des Mittelwertes abhängiger Werte benutzt.

Die Überprüfung auf signifikante Unterschiede unabhängiger Werte erfolgte mit dem Mann-Whitney Test.

Das maximal tolerierte Signifikanz Niveau war  $p=0,05$

Für die Durchführung der statistischen Berechnungen wurde SPSS 18 eingesetzt.



---

Graphiken wurden zudem auch mit Microsoft Excel 2010 für Windows (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) erstellt.

Die Überprüfung und Beratung der statistischen Analyse übernahm Herr PD Dr. med. vet. Sven Reese.

## **IV. ERGEBNISSE**

### **1. Äußere Bedingungen**

Die beiden ersten Versuchsdurchgänge fanden im Sommer 2009 vom 10.08.2009 bis 17.08.2009 und vom 1.09.2009 bis 8.09.2009 statt. Durch ihre räumliche Nähe und ihrer Lage entsprachen sich die klimatischen Bedingungen der beiden Gatterstandorte (Landkreis Passau/ Landkreis Rottal-Inn). Die durchschnittlichen Temperaturen lagen tagsüber zwischen 18° und 28°C, und morgens und abends (vor und nach Sonnenuntergang) bei 10° bis 15°C. Am 10. und 11. August fiel am Nachmittag, am 13.08. fiel am Morgen während der EG-Beobachtung kurzzeitig leichter Regen bei sonst sonnigen Sommerwetter. Die restlichen Tage der Versuchsdurchgänge herrschte durchweg sonniges und warmes Sommerwetter. Die beiden Winterversuchsdurchgänge vom 15.01.2010 bis zum 22.01.2010 und vom 5.02.2010 bis zum 12.02.2010 fanden nur im Rotwildgatter A im Landkreis Passau statt. In diesen Durchgängen bewegten sich die Rothirsche auf einer geschlossenen Schneedecke (bis 15 cm im Januar, bis zu 40 cm im Februar). Die Temperaturen lagen zwischen -8°C und dem Gefrierpunkt. Im Versuchsdurchgang im Januar gab es keine Schneefälle, das Wetter war durchgängig diesig und bedeckt. Im Februar herrschte zu Beginn klares, kaltes Wetter, begleitet von kräftigem Ostwind. In der Nacht des 10. auf den 11. Februar begannen starke Schneefälle mit bis zu 30 cm Neuschnee, die das Kotsammeln im Freigehege am 11.2. unmöglich machten.

### **2. Verhalten**

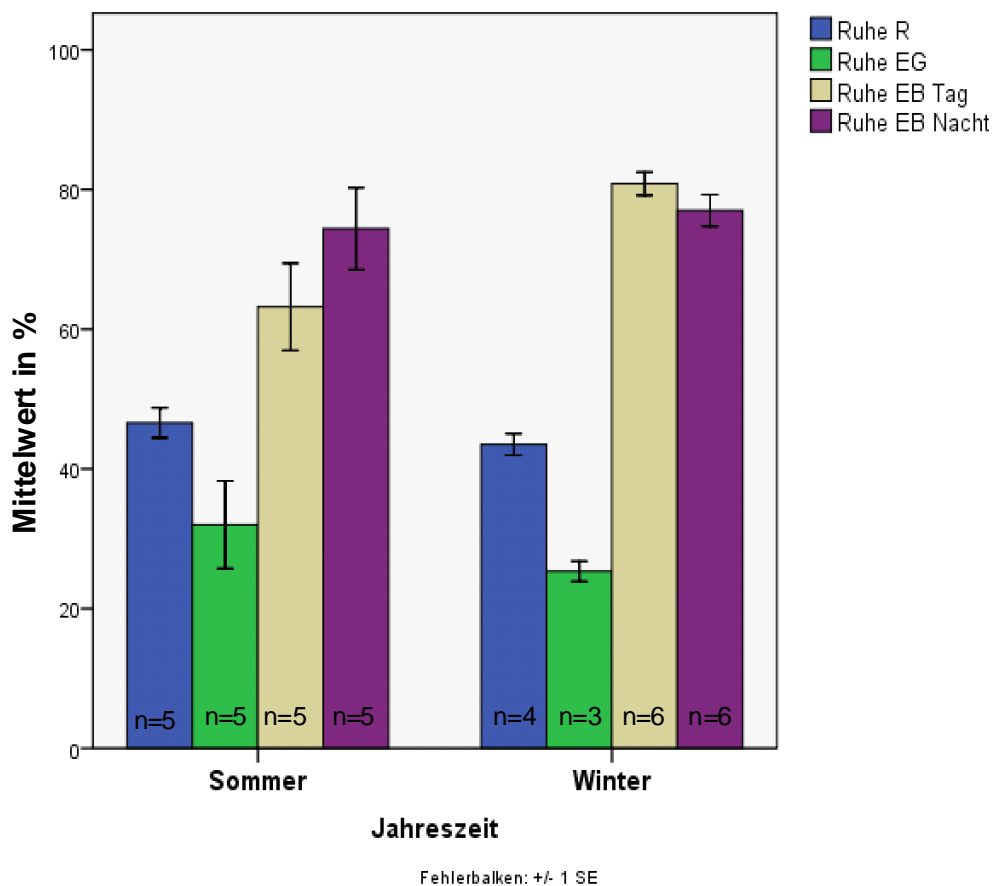
#### **2.1. Verhaltensvergleiche - Jahreszeit und Haltungsform**

Für den Vergleich der Verhaltensweisen im Rudel, in den Einzelgehegen und in den Einzelboxen, wurden die Daten als 'sample points' erhoben und daraus die relativen Häufigkeiten in Prozent berechnet. Als wesentliche Verhaltensweisen werden das Ruheverhalten dem aktiven Verhalten sowohl in Bezug zur Jahreszeit

(s. Abbildung 9 und Abbildung 11), in Bezug zur Haltungsform (s. Abbildung 10 und Abbildung 12) als auch in Bezug zur Tageszeit (s. Abbildung 9 bis Abbildung 12) gegenübergestellt.

Als Ruheverhalten wird ausschließlich das 'Liegen' der Tiere erfasst, zur Aktivität zählen alle anderen Verhaltensweisen (Stehen, Fortbewegung, Äsen, solitäre Körperpflege).

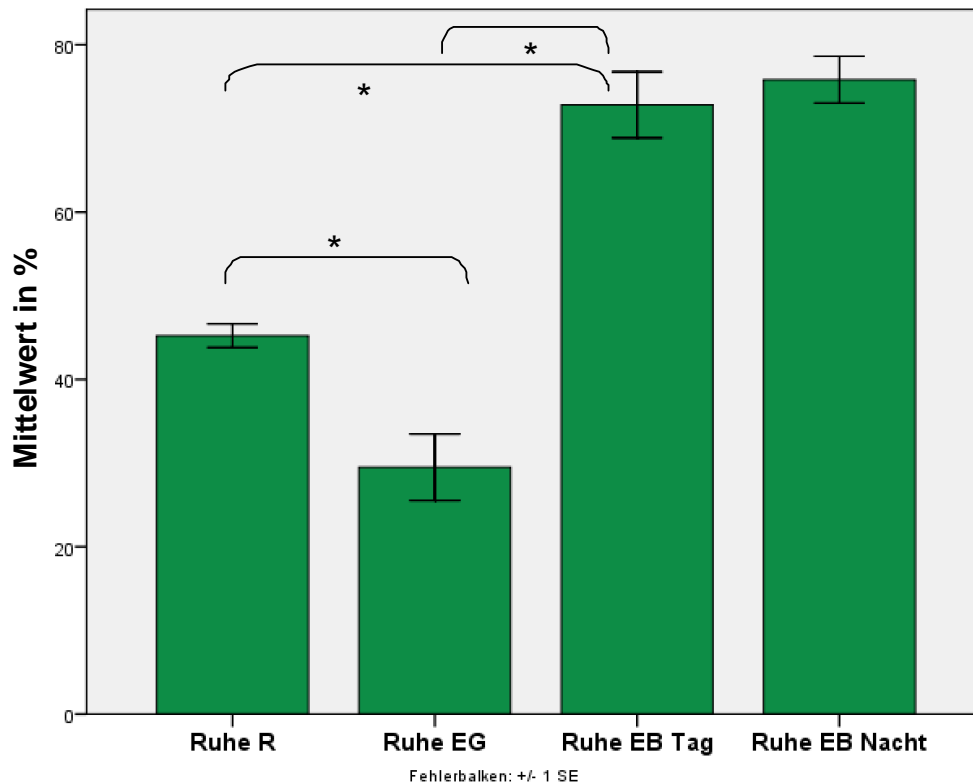
In Abhängigkeit von der Jahreszeit (s. Abbildung 9), zeigt sich, dass zwar ein Unterschied in der Haltungsform und dem Ruheverhalten besteht, jedoch bei dieser Verhaltensweise ein relevanter Einfluss der Jahreszeit (Sommer oder Winter) nicht zu erkennen ist.



**Abbildung 9:** Ruheverhalten der Hirsche in Bezug zur Haltungsform und Jahreszeit, n = Anzahl beobachteter Hirsche; SE = Standardfehler (SEM)

Da bezüglich der Verhaltensweise 'Ruhen' die Jahreszeit zu vernachlässigen ist, erfolgt die Beurteilung der Abhängigkeit des Ruheverhaltens von der Haltungsform unabhängig von den Jahreszeiten. Hier zeigen sich nun bezogen auf die

Haltungsform signifikante Unterschiede (Abbildung 10). Die Tiere in den Einzelboxen (n=11) zeigen am Tag mit  $70,5 \pm 5,2$  % ein signifikant häufigeres Ruheverhalten in Form des Liegens, im Vergleich zu den Tieren im Einzelgehege (n=8) mit  $29,5 \pm 4,0$  % ( $p=0,016$ ) und den Tieren im Rudel (n=9) mit  $45,6 \pm 1,5$  % ( $p=0,008$ ). Jedoch zeigen auch die Tiere im Rudel ein signifikant häufigeres Ruheverhalten als die Tiere im Einzelgehege ( $p=0,039$ ), (s. auch Tabelle 3 bis Tabelle 5).

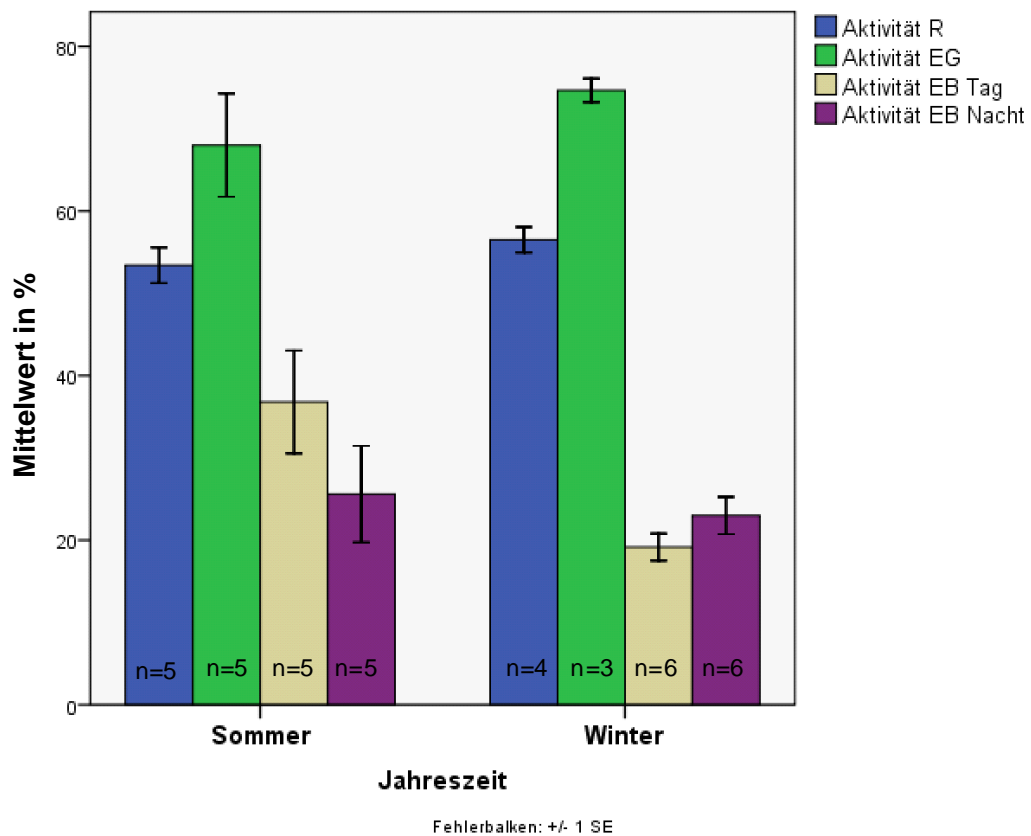


**Abbildung 10:** Ruheverhalten der Hirsche (n=9 Tiere im Rudel, n= 8 Tiere EG, n=11 Tiere EB) in Abhängigkeit von der Haltungsform

\*  $p < 0,05$ , SE = Standardfehler (SEM)

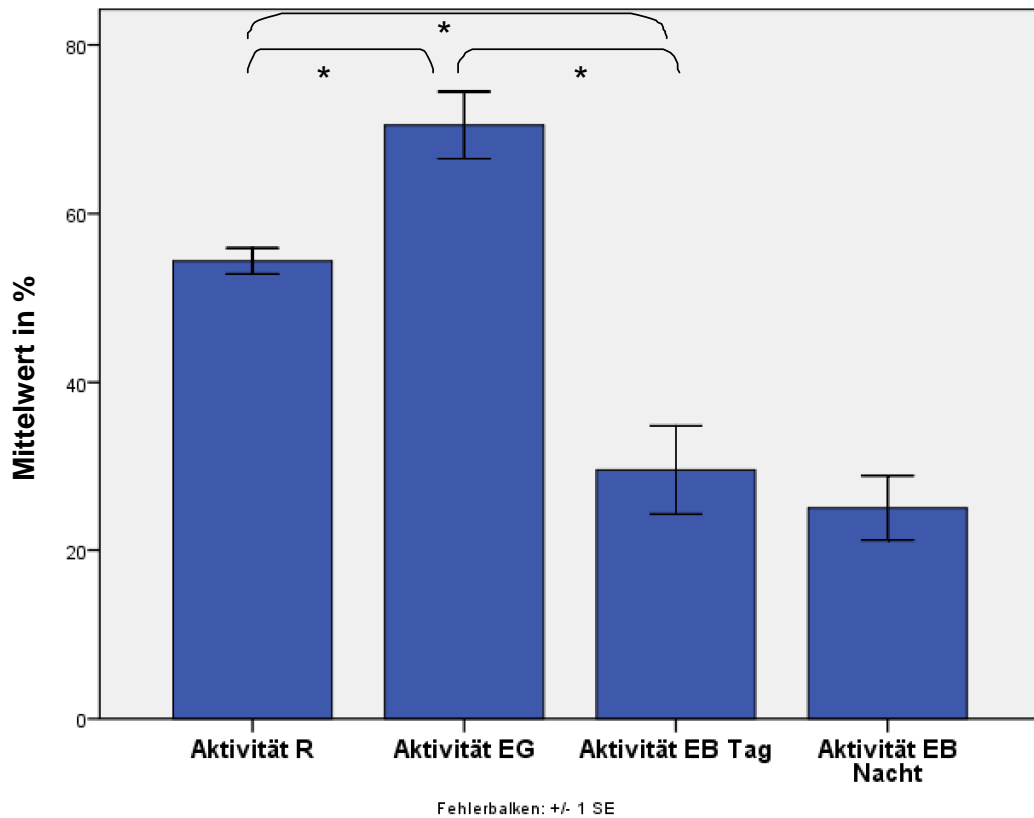
Da die Tiere im Rudel und in den Einzelgehegen nur am Lichttag beobachtet werden konnten, fehlen hier Angaben zum Ruhe-, bzw. Aktivitätsverhalten in der Nacht. Daten für das nächtliche Ruheverhalten in der Einzelbox liegen jedoch auf Grund der Videoaufzeichnungen in dieser Haltungsform vor. Hier zeigt sich, dass das nächtliche Ruheverhalten mit  $75,0 \pm 3,8$  % sich nicht signifikant vom Ruheverhalten am Tag ( $70,5 \pm 5,2$  %,  $p=0,38$ ) unterscheidet.

Im Zusammenhang mit dem Aktivitätsverhalten zeigt sich ebenfalls kein relevanter Einfluss der Jahreszeit (Abbildung 11 und Tabelle 3 bis Tabelle 5).



**Abbildung 11:** Aktivitätsverhalten der Hirsche in Bezug zur Haltungsform und Jahreszeit, n = Anzahl beobachteter Hirsche; SE = Standardfehler (SEM)

Dem Ruheverhalten entsprechend, zeigen die Tiere unabhängig von der Jahreszeit in der Einzelbox im Vergleich zum Einzelgehege ein signifikant geringeres Aktivitätsverhalten (Aktivität EB:  $29,5 \pm 5,2$  %, Aktivität EG:  $70,5 \pm 4,0$ ,  $p=0,008$ ) sowie auch im Vergleich zum Rudel (Aktivität Rudel:  $54,4 \pm 1,5$  %,  $p=0,004$ ). Jedoch sind auch hier die Tiere im Einzelgehege im Vergleich zum Rudel signifikant häufiger aktiv ( $p=0,04$ ) (Abbildung 12).



**Abbildung 12:** Aktivitätsverhalten der Hirsche (n=9 Tiere im Rudel, n= 8 Tiere EG, n=11 Tiere EB) in Abhängigkeit von der Haltungsform  
 \*  $p < 0,05$ , SE = Standardfehler (SEM)

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Tiere im Einzelgehege (s. Tabelle 4) im Vergleich zum Rudel (s. Tabelle 3) und zur Einzelbox (s. Tabelle 5) unabhängig von der Jahreszeit deutlich weniger ruhen und insgesamt aktiver sind. Dies zeigt sich insbesondere in der Verhaltensweise Troll (s. Tabelle 3 bis Tabelle 5), die in der Einzelbox und im Rudel kein einziges Mal beobachtet wurde, jedoch im Einzelgehege einen Anteil von die 3,6 % (Mittelwert für Sommer und Winter) von allen beobachteten Verhaltensweisen beträgt. Das 'Ziehen' im Einzelgehege, mit einem Anteil von 41,6% (MW für Sommer und Winter) am beobachteten Gesamtverhalten, zeigt sich bei den Tieren als das sogenannte 'Fence-pacing', bei dem die Tiere immer wieder über mehrere Minuten bis Stunden entlang des Zaunes hin und her ziehen und Kontakt zu den anderen Tieren des Hirschrudels suchen. Die Hirsche in der Einzelbox (s. Tabelle 5) zeigen hingegen eine deutliche Erhöhung des Ruheanteils im Vergleich zur Einzelgehegehaltung (s. Tabelle 4) und auch zum Verhalten im Rudel (s. Tabelle 3). In den folgenden Tabelle 3, Tabelle 4 und Tabelle 5 sind vor allem im Sommer auch Unterschiede

in Verhaltenshäufigkeiten einzelner Hirsche bemerkbar. Dies kann in den heterogeneren Haltungsbedingungen der Sommerversuchswochen begründet sein. In der Einzelgehegehaltung im Winter überwand Hirsch 12 in der ersten Nacht den Gehegezaun zum Rudelgatter hin und stand damit zur Beobachtung im EG nicht mehr zur Verfügung.

**Tabelle 3:** Häufigkeit (%) der verschiedenen beobachteten Verhaltensweisen der Hirsche im Rudel (n=9) in Bezug zu der Jahreszeit

<b>Sommer (n=5)</b>						
<b>Tier</b>	<b>Liegen</b>	<b>Stehen</b>	<b>Ziehen</b>	<b>Troll</b>	<b>Äsen</b>	<b>sol. Komf</b>
H 1	52,4	8,3	9,5	0	27,4	2,4
H 2	51,3	11,5	6,4	0	30,8	0
H 3	42,6	3,3	3,3	0	49,2	1,6
H 4	46,4	0	1,8	0	51,8	0
H 5	41,1	3,6	5,4	0	48,2	1,8
<b>MW</b>	<b>46,8</b>	<b>5,3</b>	<b>5,3</b>	<b>0</b>	<b>41,5</b>	<b>1,2</b>
<b>SEM</b>	<b>2,26</b>	<b>2,03</b>	<b>1,32</b>	<b>0</b>	<b>5,12</b>	<b>0,49</b>
<b>Winter (n=4)</b>						
H 9	41,1	23,2	12,6	0	22,1	1,1
H10	48,4	18,9	11,6	0	20	1,1
H11	42,6	26,6	11,7	0	19,1	0
H12	41,5	21,3	12,8	0	22,3	2,1
<b>MW</b>	<b>43,4</b>	<b>22,5</b>	<b>12,2</b>	<b>0</b>	<b>20,9</b>	<b>1,1</b>
<b>SEM</b>	<b>1,70</b>	<b>1,63</b>	<b>0,31</b>	<b>0</b>	<b>0,79</b>	<b>0,43</b>

**Tabelle 4:** Häufigkeit (%) der verschiedenen beobachteten Verhaltensweisen der Hirsche im Einzelgehege (n=8) in Bezug zu der Jahreszeit

<b>Sommer (n=5)</b>						
<b>Tier</b>	<b>Liegen</b>	<b>Stehen</b>	<b>Ziehen</b>	<b>Troll</b>	<b>Äsen</b>	<b>sol. Komf</b>
H 1	30,9	32,4	29,4	5,9	1,5	0
H 2	24,6	45,9	16,4	4,9	8,2	0
H 3	12,9	43,5	32,3	0	11,3	0
H 4	48,3	13,3	33,3	5	0	0
H 5	42,9	4,3	48,6	4,3	0	0
<b>MW</b>	<b>31,9</b>	<b>27,9</b>	<b>32,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,2</b>	<b>0</b>
<b>SEM</b>	<b>6,35</b>	<b>8,24</b>	<b>5,14</b>	<b>1,04</b>	<b>2,33</b>	<b>0</b>
<b>Winter (n=3)</b>						
H 9	28,2	9,1	55,5	6,4	0,9	0
H10	25,2	11,2	61,7	0	0,9	0,9
H11	23,1	18,2	56,2	2,5	0	0
<b>MW</b>	<b>25,5</b>	<b>12,8</b>	<b>57,8</b>	<b>3,0</b>	<b>0,6</b>	<b>0,3</b>
<b>SEM</b>	<b>1,48</b>	<b>2,75</b>	<b>1,96</b>	<b>1,86</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>

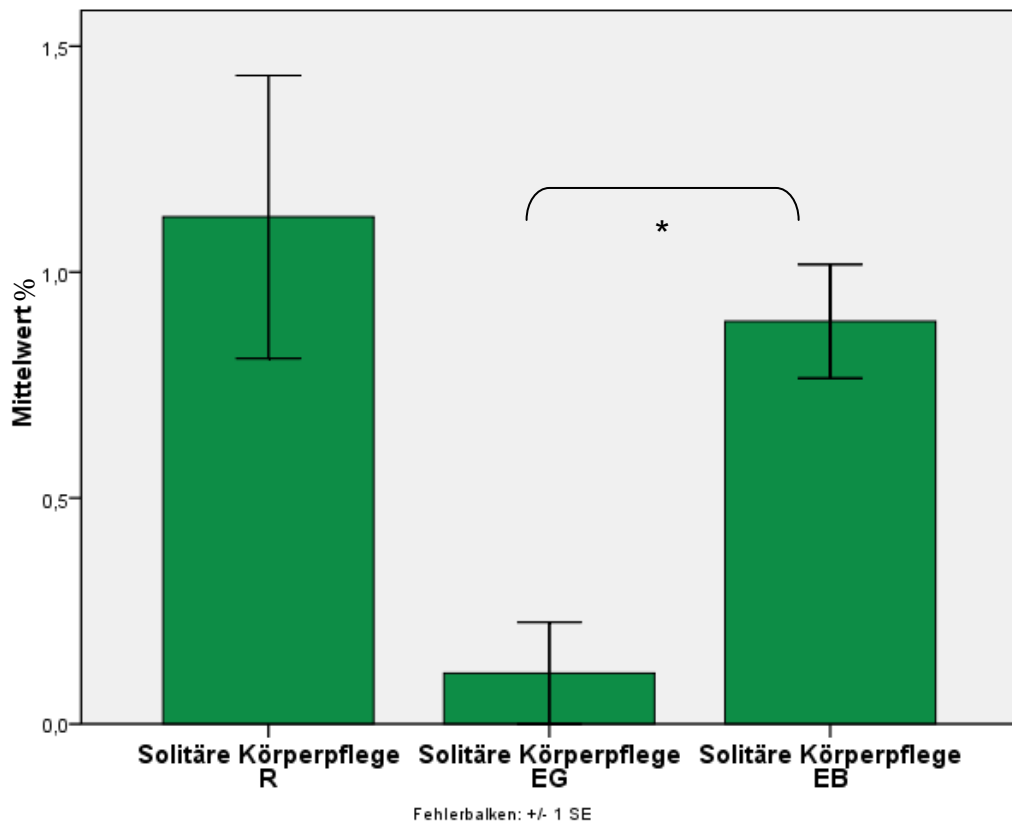


**Tabelle 5:** Häufigkeit (%) der verschiedenen beobachteten Verhaltensweisen der Hirsche in den Einzelboxen (n=11) in Bezug zur Jahreszeit

<b>Sommer (n=5)</b>						
<b>Tier</b>	<b>Liegen</b>	<b>Stehen</b>	<b>Ziehen</b>	<b>Troll</b>	<b>Äsen</b>	<b>sol. Komf</b>
H 1	68,7	26,5			4,1	0,7
H 2	77,4	17,3			4,1	1,2
H 3	69,7	23,1			5,7	1,5
H 4	40,6	54,3			4,6	0,6
H 5	58,6	37,4			2,9	1,1
<b>MW</b>	<b>63</b>	<b>31,7</b>			<b>4,3</b>	<b>1,0</b>
<b>SEM</b>	<b>6,35</b>	<b>6,53</b>			<b>0,45</b>	<b>0,17</b>
<b>Winter (n=6)</b>						
H 9	81,3	12,7			5,2	0,8
H 10	88,1	4,8			5,6	1,5
H 11	79,3	14,6			5,3	0,8
H 12	82,3	12			5,5	0,2
H 15	79,2	14,2			6,2	0,4
H 16	76	16,6			6,4	1
<b>MW</b>	<b>81,0</b>	<b>12,5</b>			<b>5,7</b>	<b>0,8</b>
<b>SEM</b>	<b>1,67</b>	<b>1,67</b>			<b>0,2</b>	<b>0,19</b>

Beim jahreszeitlichen Vergleich (Sommer/Winter) einzelner Verhaltenskategorien in der jeweiligen Haltungform sind teilweise signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ) festzustellen. So ist der Anteil des „Stehens“ im Rudel im Winter mit  $22,5 \pm 1,63$  % gegenüber  $5,3 \pm 1,32$  % im Sommer signifikant ( $p = 0,016$ ) erhöht. Das „Stehen“ in der EB im Sommer ist mit  $31,7 \pm 6,53$  % gegenüber  $12,5 \pm 1,67$  % im Winter signifikant ( $p = 0,004$ ) erhöht. Die Hirsche im Winter zeigen gegenüber den Hirschen im Sommer eine signifikant höhere Fortbewegung in Form des „Ziehens“ (Ziehen Rudel (Wi)  $12,2 \pm 0,31$  % zu Ziehen Rudel (So)  $5,3 \pm 1,32$  %,  $p = 0,016$ , und Ziehen EG (Wi)  $57,8 \pm 1,96$  % zu Ziehen EG (So)  $32,0 \pm 5,14$  %,  $p = 0,036$ ). Dafür ist der Anteil des „Äsens“ im Rudel im Sommer mit  $46,8 \pm 2,26$  % gegenüber  $20,9 \pm 0,79$  % im Winter signifikant ( $p = 0,016$ ) höher. Alle anderen Verhaltenskategorien zeigen im Sommer/Winter Vergleich keine signifikanten Unterschiede.

Ein weiterer Aspekt zur Beurteilung des Befindens der Tiere in der jeweiligen Haltungsform ist die Auswertung der Anteile der solitären Körperpflege (ohne Berücksichtigung der Jahreszeit, s. Abbildung 13). Der Anteil der solitären Körperpflege in der Einzelbox ist mit  $0,9 \pm 0,12$  % gegenüber der solitären Körperpflege im EG mit  $0,11 \pm 0,11$  signifikant höher ( $p=0,008$ ) und liegt mit seinem Mittelwert im Bereich der solitären Körperpflege der Hirsche im Rudel mit  $1,15 \pm 0,33$  % ( $p=0,82$ ). Beim Vergleich der Rudel- mit den EG-Werten liegt die Signifikanz bei  $p=0,63$  da hier bei 3 der 8 Hirsche Bindungen vorliegen (3 Leerwerte, s. Tabelle 3 und Tabelle 4).



**Abbildung 13:** Solitäre Körperpflege der Hirsche (n=9 Tiere im Rudel, n=8 Tiere EG, n=11 Tiere EB) in Bezug zur Haltungsform.

\*  $p < 0,05$ , SE = Standardfehler (SEM)

## 2.2. Verhalten Einzelbox – Aktivitätswechsel

Ein gutes Maß für die Aktivität und vor allem die Unruhe des jeweiligen Hirsches in der Boxenhaltung ist die Häufigkeit seines Abliegens und des Aufstehens in oft auch kurzer Abfolge. In der Tabelle 6 der Sommerhirsche 1-5 und der Winterhirsche 9-12, 15 und 16 ist als Maß die durchschnittliche Zahl der Positionswechsel (Abliegen oder Aufstehen) pro Stunde im Verlauf der Boxenhaltung angeführt. In der Tabelle 7 ist der Maximalwert der Positionswechsel pro Stunde im jeweiligen Zeitraum nach der Immobilisation dargestellt.

Die ersten 9h nach der Immobilisation finden keine Berücksichtigung, da die Hirsche noch unter Medikamenteneinfluss stehen.

Deutlich sind die individuellen Unterschiede der einzelnen Hirsche erkennbar. Besonders die in einzelnen Stunden sehr große Unruhe bzw. Nervosität der Hirsche 4 und 5 mit über 10 Positionswechseln/Stunde (s. Tabelle 7) sind hervor zu heben.

Das Gleiche, wenn auch in weit geringerem Maße, gilt auch für die in der Tabelle 7 dargestellten Ergebnisse der Winterhirsche H 9-12, 15 und 16.

Über den gesamten Zeitraum der Boxenhaltung wechselten die Sommerhirsche (1-5) im Mittel 2,64 Mal pro h ihre Position „Liegen–Stehen“ und die Winterhirsche (9-12, 15, 16) wechselten 1,71 Mal pro h ihre Position zwischen „Liegen“ und „Stehen“.

**Tabelle 6:** Häufigkeit der Positionswechsel pro Stunde („Liegen-Stehen“) der Hirsche 1-5 und der Hirsche 9-12, 15 und 16 (Durchschnittswert über die Gesamtzeit, dem Mittelwert und SEM).

	10 - 24 h	24 - 48 h	48 - 72 h	72 - 96 h	96 - 120 h	Ø Gesamtzeit
<b>Tier</b>	<b>Sommer</b>					
1	3	1,83	1,58	1,55		1,85
2	3	1,29	1,17	1,35		1,58
3	1,93	2,5	2,88	2,78		2,57
4	2,67	4,29	3,29	3		3,3
5	3,93	3,25	5,46	3,75		3,89
<b>MW</b>	<b>2,91</b>	<b>2,63</b>	<b>2,88</b>	<b>2,49</b>		<b>2,64</b>
<b>SEM</b>	<b>0,32</b>	<b>0,53</b>	<b>0,76</b>	<b>0,45</b>		<b>0,43</b>
	<b>Winter</b>					
9	1,27	2,5	2,46	2,02	1,8	2,1
10	1,33	1,75	1,42	1,79	1,34	1,54
11	0,87	2,33	1,25	1,42	1,04	1,43
12	1,07	2,41	1,67	1,67	1,29	1,67
15	1,8	1,96	1,42	1,83	1,31	1,66
16	3	1,96	1,71	1,5	1,54	1,87
<b>MW</b>	<b>1,56</b>	<b>2,15</b>	<b>1,65</b>	<b>1,7</b>	<b>1,39</b>	<b>1,71</b>
<b>SEM</b>	<b>0,32</b>	<b>0,12</b>	<b>0,18</b>	<b>0,09</b>	<b>0,11</b>	<b>0,1</b>

**Tabelle 7:** Maximum des Positionswechsels innerhalb einer Stunde im jeweiligen Zeitraum nach der Immobilisation mit Angabe des Mittelwertes und des SEM

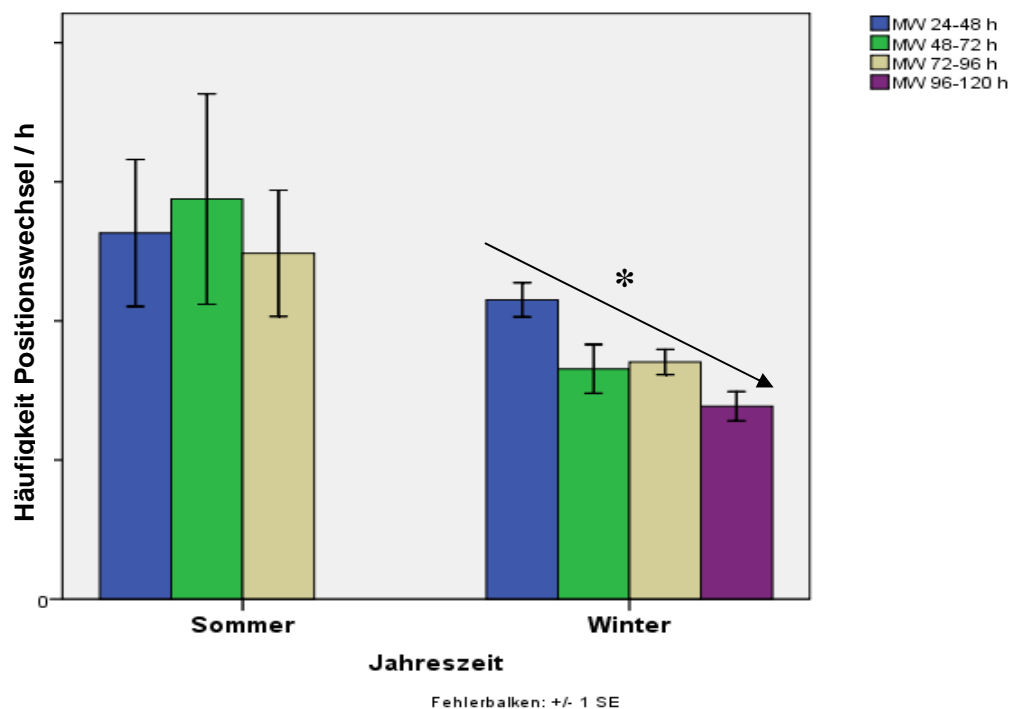
	<b>10 - 24 h</b>	<b>24 - 48 h</b>	<b>48 - 72 h</b>	<b>72 - 96 h</b>	<b>96 - 120 h</b>
<b>Tier</b>	<b>Sommer</b>				
1	8	9	4	3	
2	7	10	2	4	
3	4	6	7	9	
4	6	17	15	11	
5	13	10	14	14	
<b>MW</b>	<b>7,6</b>	<b>10,4</b>	<b>8,4</b>	<b>8,2</b>	
<b>SEM</b>	<b>1,5</b>	<b>1,81</b>	<b>2,62</b>	<b>2,08</b>	
	<b>Winter</b>				
9	3	5	5	4	5
10	4	10	3	4	3
11	2	6	3	4	2
12	3	5	4	4	3
15	4	4	3	4	2
16	5	4	5	4	4
<b>MW</b>	<b>3,5</b>	<b>5,7</b>	<b>3,8</b>	<b>4</b>	<b>3,2</b>
<b>SEM</b>	<b>0,43</b>	<b>0,92</b>	<b>0,4</b>	<b>0</b>	<b>0,48</b>

Die statistische Auswertung der Daten der Häufigkeit der Positionswechsel pro Stunde ergab im Vergleich der Jahreszeiten Sommer/Winter nur einen signifikanten Unterschied der Mittelwerte im Zeitraum 10-24 h nach der Immobilisation. Dabei waren die Positionswechsel im Sommer mit  $2,91 \pm 0,32$  pro h signifikant höher ( $p=0,028$ ), als die des Winters mit  $1,56 \pm 0,32$  pro h (s. Tabelle 6).

Auch die Mittelwerte der Maximalwerte der Positionswechsel (s. Tabelle 7) innerhalb eines Zeitraums, waren im Sommer in den Zeiträumen 10-24 h und 24-48 h nach der Immobilisation signifikant höher als bei den Hirschen der Winterversuchswochen [Sommerhirsche (10-24 h) Max. MW  $7,6 \pm 1,5$  und Winterhirsche (10-24 h) Max. MW  $3,5 \pm 0,43$ ,  $p=0,015$ ; Sommerhirsche (24-48 h) Max. MW  $10,4 \pm 1,81$  und Winterhirsche (24-48 h) Max. MW  $5,7 \pm 0,92$ ,  $p=0,035$ ].

Alle anderen Mittelwerte der Tabelle 6 und Tabelle 7 zeigen trotz relevanter keine signifikanten Unterschiede im Vergleich der Jahreszeiten. Dies ist der geringen Fallzahl (Sommer n=5, Winter n=6) und dem unterschiedlichen Verhalten der Hirsche der Sommersversuchswoche geschuldet.

Die statistische Auswertung der Veränderung der Mittelwerte über die Zeitreihe 24–120 h (Friedman-Test) im Zusammenhang mit der Haltung in der EB ergab für die Einzelboxhaltung im Winter einen deutlich signifikanten Abfall der Positionswechsel ( $p=0,001$ ). Das bedeutet, dass im gesamten Zeitraum von 4-5 Tagen die Tiere im Winter in der Einzelbox ruhiger wurden und seltener ihre Lage (Stehen/Liegen) gewechselt haben. Bei der Einzelboxhaltung im Sommer ist eine solche Verringerung der Positionswechsel aufgrund der Datenlage nicht belegbar.



**Abbildung 14:** Durchschnittliche Zahl der Positionswechsel der Hirsche in der Einzelbox im Sommer (n=5) und Winter (n=6).

\*  $p=0,001$  über den Zeitraum 24 - 120 h (Friedman-Test)

### 3. Herzfrequenz

Die Messung der Herzfrequenz, ihrer Veränderungen und ihre Aufzeichnung mit Polar®-Uhren war nur zum Teil erfolgreich. Massive Abwehrbewegungen der Hirsche 3, 9, 11 machten ein Anlegen der Brustgurte unmöglich. Durch die körperliche Aktivität der Hirsche im Einzelgehege kam es zu einem Verschieben der Gurte. Im Winter war, nach Auskunft der Fa. Polar, die niedere Temperatur der Grund der, mit einer Ausnahme, nicht erfolgreichen Aufzeichnung der Herzfrequenz in der Box. Nur bei Hirsch 4 gelang eine Aufzeichnung der HF über 100 h. Somit liegen nur HF-Aufzeichnungen der Hirsche 1 (25 h), 2 (40 h), 4 (100 h), 5 (43 h) der Boxenhaltung im Sommer und des Hirsches 10 (37 h) der Boxenhaltung im Winter vor. Ein Vergleich mit der Einzelgehegehaltung war damit über die HF nicht möglich.

Die ersten 9 h der Aufzeichnungen werden nicht dargestellt, da hier die Hirsche noch unter dem Einfluss der zur Immobilisierung verabreichten Medikamente standen.

#### 3.1. Herzfrequenz Box

Die nachfolgende Tabelle 8 gibt die durchschnittliche Herzfrequenz der betreffenden Hirsche über den Zeitraum der jeweiligen Aufzeichnung an. Die durchschnittliche HF (bpm  $\pm$  SEM) betrug bei H1  $48,8 \pm 0,13$  bpm, H2  $63,1 \pm 0,15$  bpm, H4  $58,7 \pm 0,11$  bpm, H5  $56,5 \pm 0,16$  bpm und H10  $52,8 \pm 0,15$  bpm.

**Tabelle 8:** Mittelwert (MW) der Herzfrequenz (HF) der Hirsche 1, 2, 4, 5 (Sommer) und von Hirsch 10 (Winter) über den jeweiligen Messbereich (n = Zahl der Messpunkte alle 15 Sekunden), Boxenhaltung

Tier	n	MW	SEM	Mini	Maxi	Perzentile		
						25.	50. Median	75.
Hirsch 1 HF	3720	48,8	0,13	36	97	44	47	51
Hirsch 2 HF	7884	63,1	0,15	40	131	54	61	69
Hirsch 4 HF	21841	58,7	0,11	33	139	47	54	67
Hirsch 5 HF	8052	56,5	0,16	36	160	47	52	63
Hirsch 10 HF	6684	52,8	0,15	28	119	47	51	55

### 3.2. Herzfrequenz und Verhalten

Die folgende Tabelle 9 zeigt die durchschnittliche HF während des gesamten jeweiligen Messbereichs die dem Verhalten „Liegen“ (Ruhe) und dem Verhalten „Stehen“ (Aktivität) zugeordnet ist. Auch wird die HF während des Wechsels zwischen „Stehen“ und „Liegen“ gemittelt dargestellt. Außerdem wird die HF angeführt, bei der der Hirsch direkten Kontakt zum Menschen hat (Kotsammeln, Futterkontrolle). Die in der Tabelle 9 angeführten Maximalwerte der HF erlauben einen Rückschluss auf akute Belastungen des jeweiligen Rothirsches.



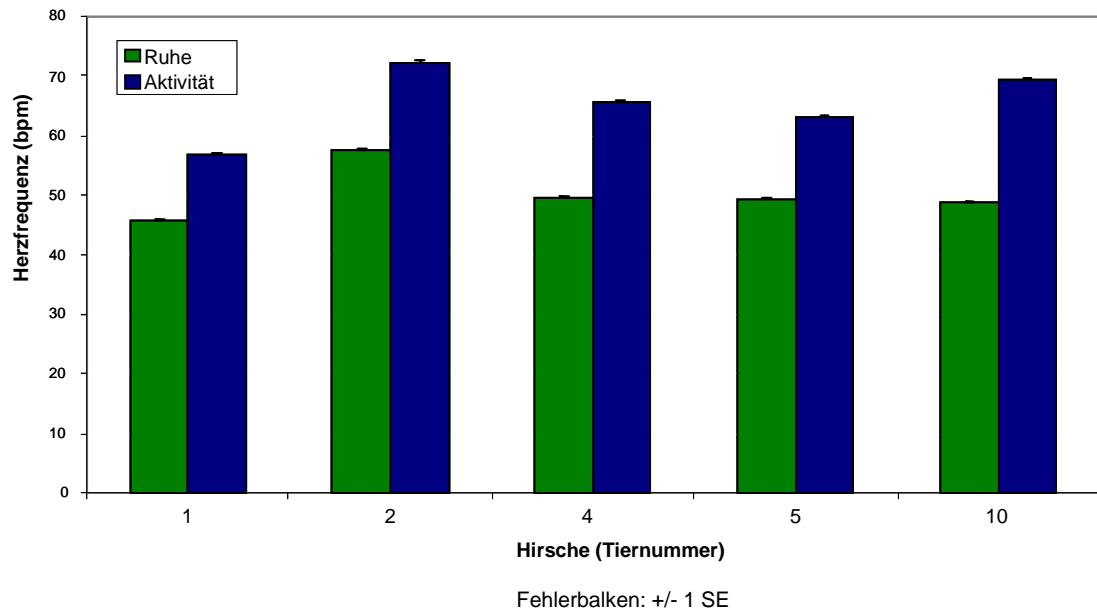
**Tabelle 9:** Herzfrequenz je Tier und Aktion (Boxenhaltung).

Tier	Aktion	HF	n	Mittelwert	SEM	Minimum	Maximum	Perzentile		
								25.	50. (Median)	75.
1	Liegen	HF	2790	45,83	0,08	36	66	43,00	46,00	49,00
	Wechsel	HF	48	69,60	1,12	55	83	65,00	69,50	74,75
	Stehen	HF	861	56,65	0,32	38	97	52,00	56,00	62,00
	Kotsammeln	HF	21	73,86	3,16	54	95	62,50	67,00	89,50
2	Liegen	HF	5466	57,37	0,10	40	95	51,00	58,00	63,00
	Wechsel	HF	76	80,08	1,12	61	97	72,50	83,00	87,75
	Stehen	HF	1789	72,29	0,29	47	127	63,00	72,00	80,00
	Futterkontrolle/ Kamera gesäubert	HF	7	117,00	5,55	93	131	102,0 0	126,00	127,00
	Kotsammeln	HF	30	100,97	2,44	73	131	90,75	99,00	110,25
4	Liegen	HF	9998	49,64	0,09	33	112	44,00	48,00	53,00
	Wechsel	HF	301	80,50	0,75	48	131	72,00	80,00	87,00
	Stehen	HF	11427	65,62	0,15	35	139	53,00	62,00	76,00
	Futterkontrolle/ Kamera gesäubert	HF	11	108,18	4,15	91	125	93,00	115,00	121,00
	Kotsammeln	HF	104	99,03	1,83	60	138	85,00	100,50	113,50
5	Liegen	HF	4128	49,32	0,09	36	89	46,00	48,00	52,00
	Wechsel	HF	131	75,24	0,89	53	99	68,00	76,00	82,00
	Stehen	HF	3651	63,11	0,25	38	139	52,00	62,00	71,00
	Kotsammeln	HF	47	131,79	2,18	86	160	124,0 0	133,00	142,00
10	Liegen	HF	5429	48,78	0,09	28	88	46,00	50,00	53,00
	Wechsel	HF	50	75,04	1,26	56	96	69,75	73,00	81,00
	Stehen	HF	1167	69,31	0,39	41	118	62,00	69,00	76,00
	Kotsammeln	HF	38	87,08	2,69	62	119	73,00	83,00	98,50

Die Häufigkeit „Liegen“ (Ruhe) – „Stehen“ (Aktivität) – Wechsel der Position und die dazu gehörige durchschnittliche Herzfrequenz der Hirsche 1, 2, 4, 5 (Sommer) und Hirsch 10 (Winter) über die jeweilige Messdauer, n = Zahl der Messpunkte alle 15 Sekunden

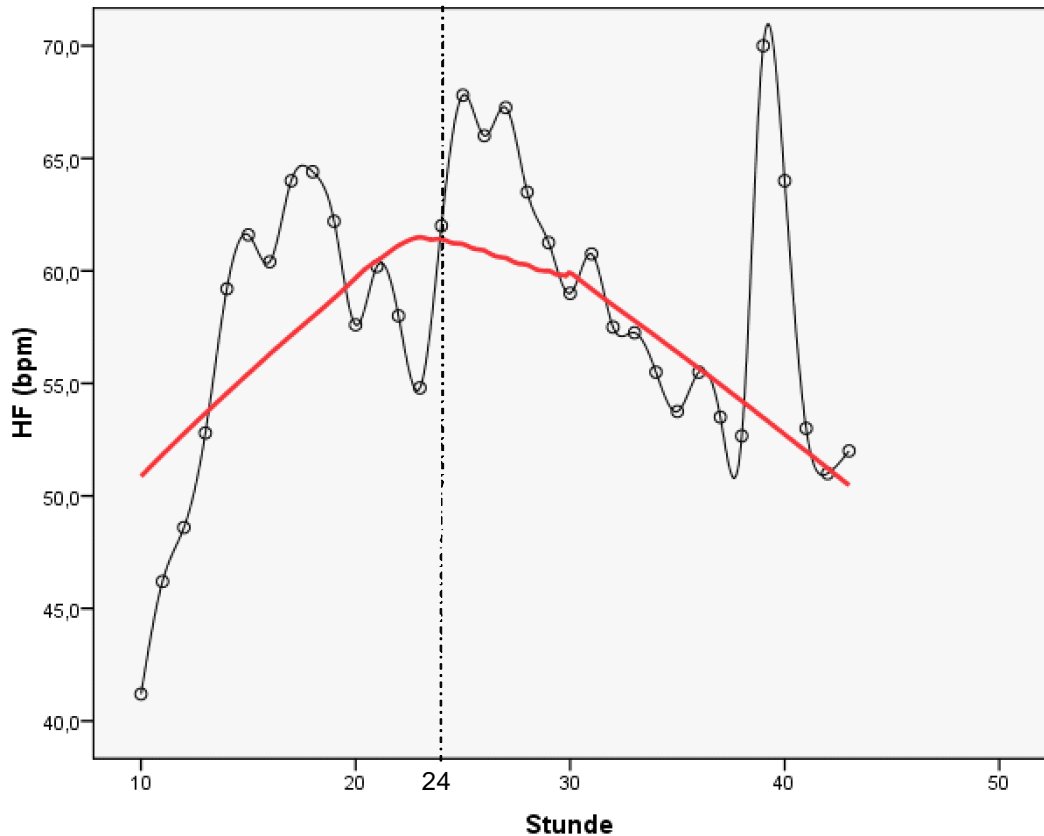
In Abbildung 15 werden die in Tabelle 9 für den jeweiligen Hirsch angeführten Durchschnittswerte seiner Ruhe- bzw. Aktivitäts-HF mit dem SEM-Wert (Standardfehler des Mittelwertes) dargestellt. Die Steigerung der jeweils durchschnittlichen Herzfrequenz des Ruheverhaltens zur HF des Aktivitätsverhaltens betragen bei Hirsch 1 24%, bei Hirsch 2 26%, bei Hirsch 4

32%, bei Hirsch 5 28% und bei Hirsch 10 42%.



**Abbildung 15:** Durchschnittliche HF bei Ruhe oder Aktivität während des jeweiligen Aufzeichnungszeitraumes in bpm der Hirsche 1, 2, 4, 5 (Sommer) und Hirsch 10 (Winter)

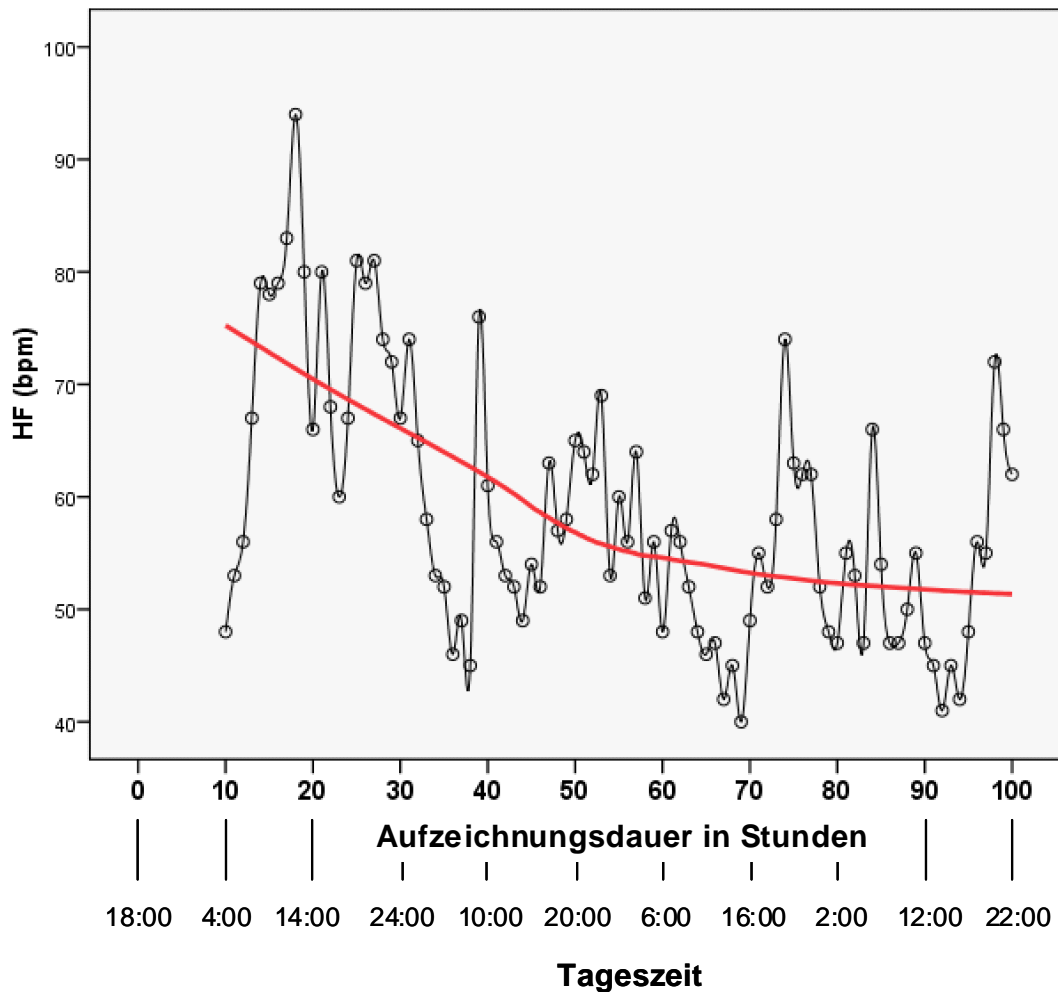
Die folgende Abbildung 16 zeigt die Mittelwerte der durchschnittlichen Herzfrequenz pro Stunde der bis zur 43. Stunde an der Aufzeichnung beteiligten Hirsche. Die Trendlinie zeigt, nach einem Anstieg der durchschnittlichen Herzfrequenz bis zum Ende der ersten 24 h nach der Immobilisation, einen Abfall der durchschnittlichen Herzfrequenz der beteiligten Hirsche.



**Abbildung 16:** Punktdiagramm der HF Messung der Hirsche 1, 2, 4, 5 und 10 (bis Stunde 25 p. Imm. n=5, bis Stunde 37 n=4, bis Stunde 40 n=3, bis Stunde 43 n=2)

Die folgende Abbildung 17 zeigt das Punktdiagramm der Aufzeichnung der durchschnittlichen Herzfrequenz pro Stunde des Hirsches 4. Nur von Hirsch 4 liegt eine Aufzeichnung über 100 h vor. Deutlich erkennbar ist die Steigerung der durchschnittlichen HF bis zur 18. Stunde auf einen Wert von  $> 90$  bpm in der der Hirsch ausschließlich stand. Die Trendlinie beschreibt die kontinuierliche Abnahme der durchschnittlichen HF während des Aufenthaltes in der EB.

Auch deutlich erkennbar ist, trotz der Abschottung des Hirsches von der Umwelt, eine Rhythmik über die Zeit des Aufenthaltes in der Einzelbox. An der Trendlinie ist die Abnahme der Höhe der durchschnittlichen Herzfrequenz im Verlauf der Haltung in der Box ersichtlich.



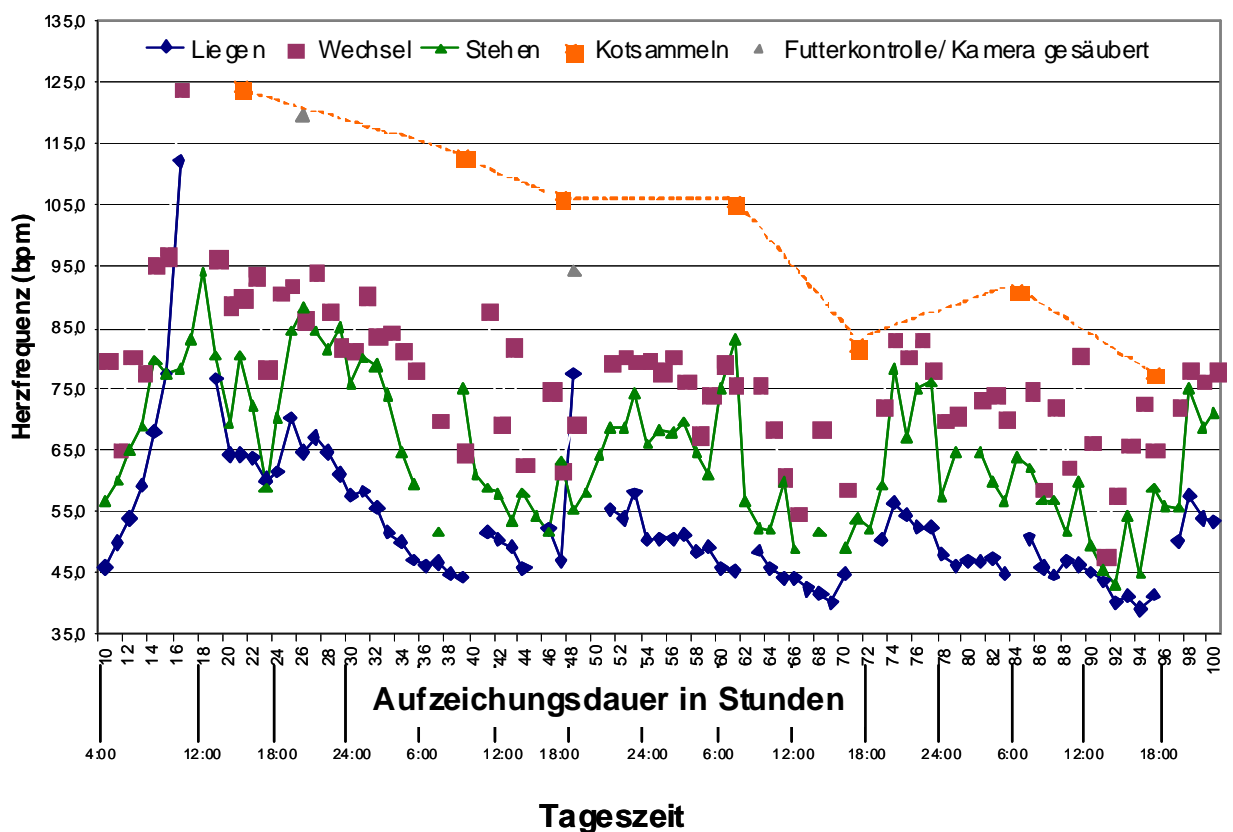
**Abbildung 17:** Punktdiagramm der HF Messung des Hirsches 4 über den Verlauf von 100 h in der Boxenhaltung

Die im Anhang befindlichen Tabellen, Tabelle 13: **Herzfrequenz und Verhalten (Hirsch 1)** bis Tabelle 17, geben über den Zeitraum der Aufzeichnungen des betreffenden Hirsches, die jeweils in der betreffenden Stunde gemessenen durchschnittlichen Herzfrequenzen wieder. Diese sind in die Verhaltensweisen „Liegen“ (Ruhe), „Stehen“ (Aktivität) und dem Positionswechsel zwischen Liegen und Stehen in dieser Stunde, aber auch dem direkten Kontakt mit dem Menschen zugeordnet.

Die folgenden beiden Abbildungen, Abbildung 18 und Abbildung 19, stellen die HF des Hirsches 4 (Tabelle 15) und des Hirsches 10 (Tabelle 17) in der jeweiligen Stunde je nach Verhalten graphisch dar. Auch die durchschnittliche Herzfrequenz des Hirsches beim Kotsammeln wird wiedergegeben.

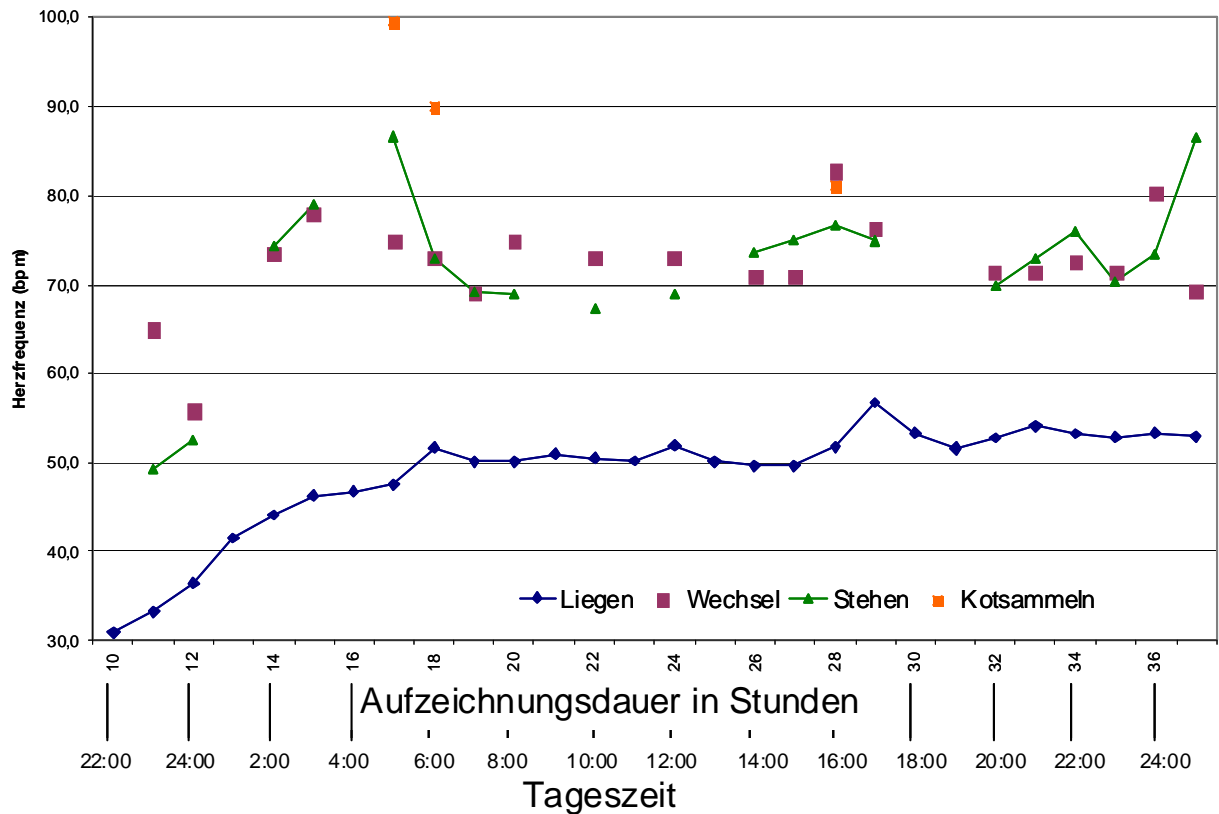
In der 100 Stunden Aufzeichnung des Hirsches 4 (Abbildung 18) aus dem

Sommer ist die Abnahme der zu Anfang stark erhöhten Herzfrequenz beim Kotsammeln deutlich erkennbar. Zum Kotsammeln werden die Hirsche in eine andere Box umgetrieben. Auch erkennbar ist die zu Beginn der dargestellten Aufzeichnungen starke Belastung des Hirsches 4, die Unruhe des Hirschen an den häufigen Wechseln zwischen Ruhe und Aktivität (Liegen und Stehen) und der Variabilität der durchschnittlichen HF-Werte pro Stunde. Dennoch zeigt diese Graphik deutlich die Anpassung des Rothirsches an seine Haltungsbedingungen im Verlauf der Zeit.



**Abbildung 18:** Graphische Darstellung der HF in bpm bei jeweiligem Verhalten, bei der Kotsammlung und Futterkontrolle (Hirsch 4) nach der Immobilisation und der Tageszeit.

Der Verlauf der HF-Aufzeichnungen des Hirsches 10 im Winter (Abbildung 19) zeigt auffällige Unterschiede zu der Darstellung des Hirsches 4. Deutlich erkennbar sind die längeren Liegephasen dieses Hirsches. Die Herzfrequenzen der Ruhe- wie auch der Aktivitätsphasen bewegen sich auf gleichbleibendem Niveau, einzig durch das Kotsammeln leicht beeinflusst.



**Abbildung 19:** Graphische Darstellung der Herzfrequenz in bpm bei jeweiligem Verhalten und bei der Kotsammlung (Hirsch 10) nach der Immobilisation und Tageszeit

#### 4. Blut- und Serumwerte

Zur Gewinnung einer Blutprobe mussten die an den Versuchsdurchgängen beteiligten Hirsche, wie in Kapitel III beschrieben, zu den geplanten Zeitpunkten immobilisiert werden. Die Immobilisation eines Tieres aus dem Rudel gelang am besten vom Traktor aus, da damit relativ leicht eine Annäherung an das Rudel zur Erreichung einer optimalen Schussentfernung gelang. Die jeweilige Größe des Rudels machte es jedoch notwendig, durch mehrmalige Annäherung an die Tiere, diese in Bewegung zu versetzen, bis der zu immobilisierende Hirsch zum guten und sicheren Anbringen des Schusses frei und breit stand. Dadurch waren die Immobilisationsbedingungen der einzelnen Hirsche vor dem Betäubungsschuss verschieden. Auch zogen die beschossenen Hirsche noch eine individuell

verschieden lange Zeit mit dem Rudel mit, bis sie separiert werden konnten und sich in einem Zeitraum von 15 bis 30 Minuten niederlegten. In dieser Zeit mussten diese Hirsche mit zunehmender Betäubung intensiv beobachtet und in angemessener, sie nicht beunruhigender Entfernung begleitet werden, um sie vor Verletzungen durch andere Hirsche zu bewahren. Die zunehmende Betäubung führte zu immer langsameren Bewegungen, mit zunehmend gesenktem Haupt, zu nicht mehr adäquater Reaktion auf die Zunahme von Drohverhalten unter den Rudelmitgliedern, das durch die Nähe des Menschen mit steigender Einengung des Rudels deutlich zunahm. Die vermehrt auftretende „sägebockartige“ Körperhaltung veranlasste andere Hirsche zum Aufreiten.

Auch bei der Immobilisation im Einzelgehege dauerte es unterschiedlich lange, bis der Schütze sich mit dem Traktor soweit dem Hirsch annähern konnte, dass ein sicherer Betäubungsschuss angebracht werden konnte.

Bei 10 der 64 vorgenommenen Immobilisationen musste nachgeschossen werden, da sich die Immobilisationsspritzen nicht vollkommen entleert hatten.

In den Winterversuchswochen reduzierte sich die geplante Zahl von vier nach der Einzelgehegehaltung zu beprobenden Hirschen auf 2 Tiere, da ein Hirsch aus seinem Einzelgehege ausbrach, und bei einem zweiten Tier wegen einer Gefährdung dieses für die Zucht sehr wertvollen Hirsches durch die äußeren Umstände, von einer Immobilisation Abstand genommen werden musste.

Bei der Beurteilung der Blut- und Serumparameter muss, wie auch bei den anderen Parametern, eine Betrachtung bzw. Unterscheidung nach der Jahreszeit sowie nach der jeweiligen Haltungsform (Rudel, EG oder EB) vorgenommen werden. Eine vergleichende Bewertung der gemessenen Blut- und Serumparameter zeigte, dass die Jahreszeit nur bei Testosteron einen relevanten Einfluss auf die Höhe der entsprechenden Werte hat. Alle anderen untersuchten Blutparameter wurden durch die Jahreszeit nicht wesentlich beeinflusst.

Die folgende Tabelle 10 gibt die gemittelten Werte dieser jahreszeitunabhängigen Parameter nach der Haltung getrennt wieder. Tabelle 11 zeigt die Testosteronwerte der Hirsche getrennt nach Haltungsform in der jeweiligen Jahreszeit (Sommer/Winter).

**Tabelle 10:** Mittelwerte der Blut- und Serumparameter der Hirsche nach der Haltungform (mit SEM, Minimum, Maximum und Median).

	<b>Rudel</b>	<b>Einzelbox</b>	<b>Einzelgehege</b>
n Tiere	16	11	7
<b>Kreatinkinase (U/l)</b>			
Mittelwert	95,2	43,9	174,9
SEM	8,71	2,88	36,85
Min	50,1	30,2	48
Max	181,9	64,4	299
Median	84,7	44,4	170
<b>Kreatinin (mg/dl)</b>			
Mittelwert	1,24	1,39	1,31
SEM	0,07	0,1	0,1
Min	0,84	1,06	1,01
Max	1,86	2,26	1,77
Median	1,24	1,33	1,32
<b>Hämoglobin (mmol/l)</b>			
Mittelwert	7,49	7,43	7,13
SEM	0,17	0,17	0,29
Min	6,3	6,73	6,57
Max	8,8	8,37	8,62
Median	7,49	7,5	6,73
<b>Hämatokrit (%)</b>			
Mittelwert	34,75	33,73	33
SEM	0,83	0,99	1,61
Min	29	29	29
Max	41	40	40
Median	34,5	33	31,5
<b>Lactat (mmol/l)</b>			
Mittelwert	1,74	1,56	2,07
SEM	0,14	0,16	0,55
Min	1	0,8	0,8
Max	3,2	2,5	4,2
Median	1,7	1,6	1,6



<b>Glucose (mg/dl)</b>			
Mittelwert	144,7	185,3	186,7
SEM	10,9	24,5	21,7
Min	89	94	102
Max	262	376	268
Median	138	173	188
<b>Cortisol (ng/ml)</b>			
Mittelwert	64,9	33,7	41,4
SEM	11,6	7,45	13,2
Min	7,99	11,99	6,8
Max	184	91,5	109,6
Median	55,45	24,65	35,43

**Tabelle 11:** Testosteron-Mittelwerte der Hirsche je nach Haltungsform und Jahreszeit (ng/ml)

<b>Testosteron (ng/ml)</b>	<b>Sommer</b>	<b>Winter</b>
<b>Rudel</b>		
n Tiere	8	8
Mittelwert	6,22	1,96
SEM	1	0,55
Min	3,08	0,15
Max	11,3	4,46
Median	6,39	1,43
<b>Einzelgehege</b>		
n Tiere	5	2
Mittelwert	3,43	1,83
SEM	0,9	1,64
Min	0,17	0,19
Max	5,47	3,46
Median	4,18	1,83

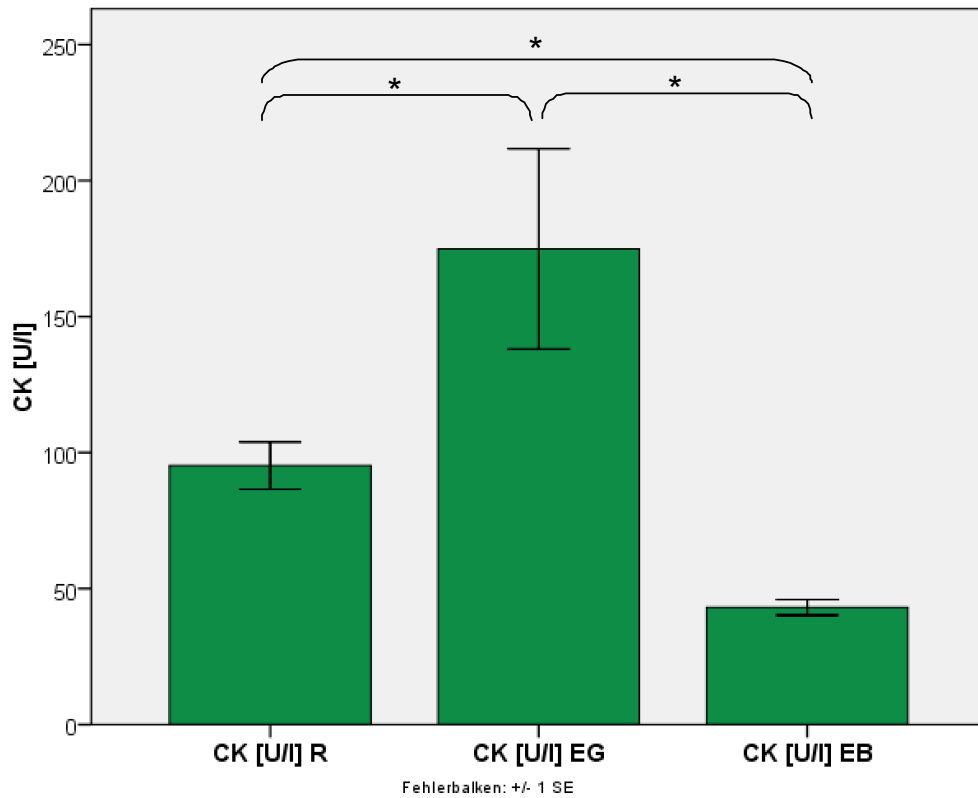
<b>Testosteron (ng/ml)</b>	<b>Sommer</b>	<b>Winter</b>
	<b>Einzelbox</b>	
n Tiere	5	6
Mittelwert	4,7	1,6
SEM	2,19	1,14
Min	0,9	0,1
Max	12,9	8
Median	3,3	0,2

#### **4.1. Kreatinkinase**

Die Bestimmung der Kreatinkinaseaktivität der Hirsche in den jeweiligen Haltungformen Rudel, Einzelbox (EB) und Einzelgehege (EG) ergibt signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ) der Aktivität dieses Enzyms.

Die Enzymaktivität der Kreatinkinase als ein Maß der körperlichen Belastung ist nach der Haltung in der EB mit  $49,3 \pm 2,88$  U/l mit  $p=0,018$  signifikant niedriger als die Aktivität dieses Enzyms nach der Haltung eines Hirsches im EG mit  $174,9 \pm 36,85$  U/l. Das Gleiche trifft auf den Vergleich der Werte von EB-Haltung mit der Rudelhaltung zu. Der Wert der Kreatinkinaseaktivität nach dieser Haltung ist mit  $p=0,003$  signifikant niedriger als der Wert der Hirsche aus dem Rudel mit  $95,2 \pm 8,71$  U/l. Die CK-Aktivität nach der Haltung im EG ist mit  $p=0,043$  signifikant höher als die Werte der Hirsche aus dem Rudel (s. Tabelle 10).

In der folgenden Abbildung 20 sind diese Ergebnisse vergleichend dargestellt.



**Abbildung 20:** Mittelwerte der Kreatinkinaseaktivität (U/l) nach der jeweiligen Haltungsform. \*  $P < 0,05$ ; SE = Standardfehler (SEM)

#### 4.2. Kreatinin

In Tabelle 10 sind die gemittelten Kreatininwerte (mg/dl) der Rothirsche nach ihrem Aufenthalt im Rudel, der EB und dem EG wiedergegeben (MW  $\pm$  SEM).

Beide Werte nach den Einzelhaltungen (EB  $1,31 \pm 0,1$  mg/dl und EB  $1,39 \pm 0,1$  mg/dl) sind gegenüber dem Wert aus dem Rudel ( $1,24 \pm 0,07$  mg/dl) leicht erhöht. Es sind keine signifikanten Unterschiede feststellbar.

#### 4.3. Hämatokrit, Hämoglobin

Einen Überblick über die Hämatokrit- und Hämoglobinwerte gibt die Tabelle 10.

Der Durchschnittswert nahm nach der EG-Haltung gegenüber dem Rudel- und

EB-Wert um 4 % ab. Bei der statistischen Auswertung konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

#### 4.4. Glukose

Die in Tabelle 10 angeführten gemittelten Glukose Blutwerte der Hirsche in der Rudel- und nach der EB- und EG-Haltung zeigen einen vergleichbaren Anstieg der Glukosewerte nach beiden Einzelhaltungen EG:  $186,7 \pm 21,7$  mg/dl und EB:  $185,3 \pm 24,5$  mg/dl von 29 % gegenüber dem Rudelwert von  $144,7 \pm 10,9$  mg/dl. Auch hier ist die hohe Variabilität der Minimum- und Maximum-Werte aller drei Gruppen auffällig. Dies und die relativ geringe Fallzahl bewirkten, dass die statistische Auswertung keine signifikanten Unterschiede der Glukose Blutwerte nach der jeweiligen Haltung aufzeigt.

#### 4.5. Laktat

Als mögliches Maß für kurzfristige anaerobe Belastungen wie auch langfristige körperliche Anstrengungen der Muskulatur ohne ausreichende Sauerstoffversorgung zeigen die in Tabelle 10 angeführten gemittelten Ergebnisse, dass der Laktatwert nach der EB-Haltung mit  $1,56 \pm 0,16$  mmol/l um 10 % gegenüber dem Mittelwert der Rudelhaltung ( $1,74 \pm 0,14$  mmol/l) geringer ist. Im Gegensatz hierzu ist der Laktatwert nach der EG-Haltung mit  $2,07 \pm 0,55$  mmol/l um 19 % gegenüber dem Rudelwert erhöht und um 32 % höher als der Laktat-Blutwert nach der EB-Haltung.

Der Vergleich der Minimum- und Maximum-Werte zeigt die große Streuung der Werte innerhalb der einzelnen Gruppen (Rudel, EB und EG). Die Mediane der Gruppen (Rudel 1,7 mmol/l, EB und EG 1,6 mmol/l) entsprechen sich annähernd. In der statistischen Analyse sind keine signifikanten Unterschiede der Laktatwerte nachzuweisen.

#### 4.6. Testosteron

Die Veränderungen des gemittelten Testosteronwertes im Serum der Rothirsche je nach Jahreszeit und Haltungform gibt Tabelle 11 wieder.

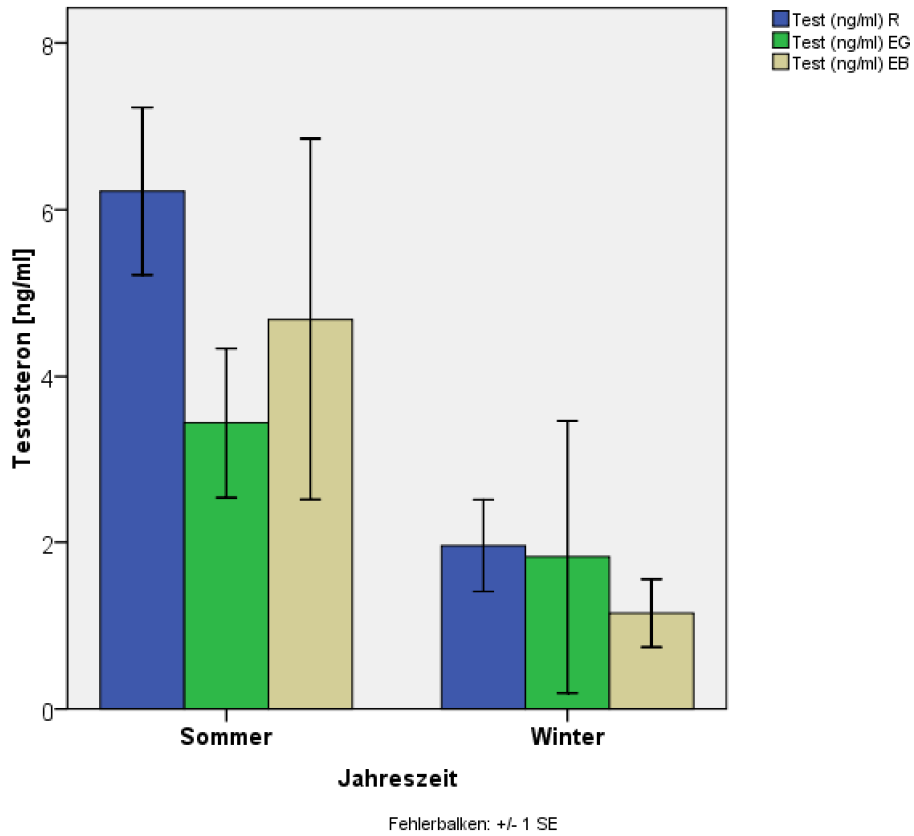
Der durchschnittliche Testosteronwert im Serum der Hirsche im Rudel ist, bei großen individuellen Unterschieden, im August/September mit  $6,22 \pm 1$  ng/ml um 217,5% höher als der Durchschnittswert der Rothirsche im Januar/Februar mit  $1,96 \pm 0,55$  ng/ml.

Bei den Einzelhaltungen im Sommer nehmen die Durchschnittswerte ab. Nach der Boxenhaltung um -24,7% auf  $4,7 \pm 2,19$  ng/ml, nach der EG-Haltung um -44,8% auf durchschnittlich  $3,43 \pm 0,9$  ng/ml.

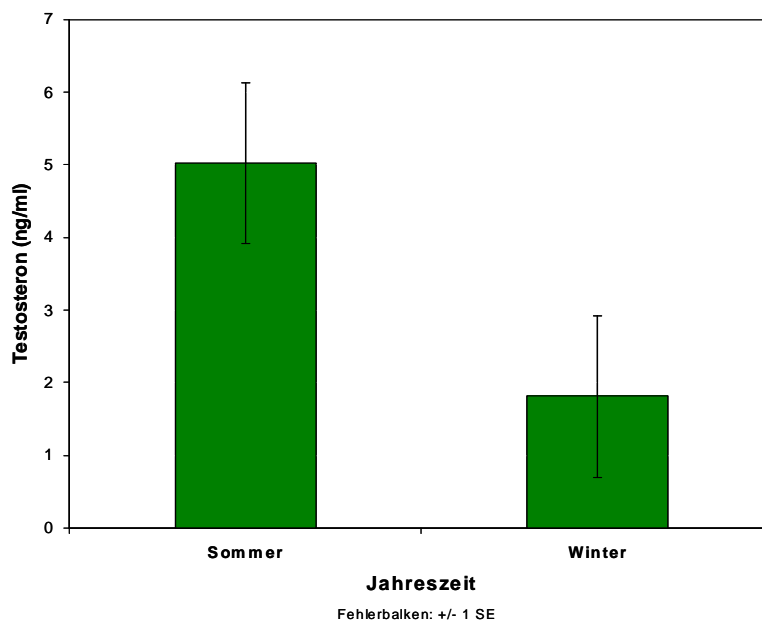
Nach den Einzelhaltungen im Winter fiel die Abnahme der Testosterondurchschnittswerte auf niedrigem Niveau geringer aus. Um -19,2% im Vergleich Rudelwert/Boxenwert ( $1,96 \pm 0,55/1,58 \pm 2,8$  ng/ml), und um -6,8% im Vergleich Rudelwert/EG-Wert ( $1,96 \pm 0,55/1,83 \pm 1,64$  ng/ml).

Diese relevanten Unterschiede der Testosteronwerte sind in Abbildung 21 dargestellt. Die statistischen Auswertungen ergaben auch aufgrund der hohen Streuung der einzelnen Werte innerhalb der einzelnen Haltungsgruppen und der Fallzahl keine signifikanten Unterschiede.

In Abbildung 22 sind zur Verdeutlichung der relevanten jahreszeitlichen Unterschiede die Testosteron-Mittelwerte nach Jahreszeit unterschieden dargestellt. Der durchschnittliche Testosterongehalt der Hirsche im Spätsommer betrug  $5,02 \pm 1,18$  ng/ml, der der Hirsche im Winter  $1,8 \pm 0,45$  ng/ml.



**Abbildung 21:** Testosteron Mittelwerte nach Jahreszeit und Haltungsform (Sommer Rudel n=8, EG n=5, EB n=5; Winter Rudel n=8, EG n=2, EB n=6); SE = Standardfehler (SEM)



**Abbildung 22:** Testosteron Mittelwerte nach Jahreszeit (Sommer n=18, Winter n=16); SE = Standardfehler (SEM)

#### 4.7. Cortisol

Die in Tabelle 10 wiedergegebenen Cortisol Serumwerte der Hirsche im Rudel und nach der EB- und EG-Haltung zeigen eine große Variabilität innerhalb der einzelnen Gruppen. Die Ursache hierfür liegt in den unterschiedlichen Abläufen der jeweiligen Immobilisation eines Hirsches begründet.

Der Cortisolmittelwert der Hirsche nach EB-Haltung ist mit  $33,7 \pm 7,45$  ng/ml und  $p=0,014$  signifikant niedriger, als der Wert der Rudelhaltung mit  $64,9 \pm 11,6$  ng/ml. Zwischen dem EB-Cortisolwert und dem Wert nach EG-Haltung mit  $41,4 \pm 13,2$  ng/ml gibt es mit  $p=0,47$  keinen signifikanten Unterschied. Dies trifft auch auf den Vergleich des Rudel- und EG-Wertes mit  $p=0,47$  zu.

### 5. Cortisolmetaboliten

Wie in III.8 und III.4.2 ausgeführt, wurden über den Zeitraum der Einzelhaltungen in der Box und dem Einzelgehege zweimal täglich (morgens und abends) zur CM – Bestimmung Kot gesammelt, gelagert, aufgearbeitet und analysiert. Zur Darstellung und Auswertung der CM-Messwerte wurden die Abstände zum Zeitpunkt der Immobilisation eines Hirsches in 24 h Bereiche festgelegt. Von den, in den jeweiligen Zeiträumen gesammelten Kotproben werden die CM–Werte als Mittelwerte angegeben und dargestellt.

In der folgenden Tabelle 12 werden die Ergebnisse der CM–Bestimmung aufgeführt. Dies geschieht unter Berücksichtigung der jeweiligen Haltungsbedingung, unter der Angabe der Jahreszeit und geordnet nach dem Abstand zur Immobilisation.

Der Durchschnittswert der CM im Kot der Rudelhirsche betrug im Sommer ( $n=70$ )  $172 \pm 9,3$  ng/g Kot und im Winter ( $n=34$ )  $62 \pm 3,95$  ng/g Kot.

Sowohl in der Boxen- wie in der EG-Haltung im Sommer, erreichen die Durchschnittswerte des CM–Gehaltes bei großen individuellen Variationen, das bis zu 10,5-fache der Konzentrationen im Rudel. Nach 96 h liegt der Wert beim 3,5-fachen der Rudelkonzentration.

**Tabelle 12:** Mittelwerte der Cortisol-Metaboliten der Sommer- und Winterversuchswochen nach Zeitbereichen nach der Immobilisation und nach Haltungform in ng/g Kot

Jahreszeit	Zeit nach Immobilisation	Haltung	n	MW	SEM	Min	Max	Perzentile		
								25.	50. (Median)	75.
Sommer	24h	EB	5	1377,0	421,63	202,0	2816,0	664,0	1227,0	2165,0
		EG	5	417,8	331,79	46,0	1744,0	61,5	96,5	934,8
	24-48h	EB	5	1808,8	426,37	1223,0	3487,0	1239,5	1426,0	2569,5
		EG	5	1231,9	427,04	54,5	2396,0	352,0	1088,5	2183,5
	48-72h	EB	5	1531,6	335,23	664,0	2552,5	864,3	1384,0	2272,8
		EG	5	1824,3	546,72	266,5	3680,0	923,3	1645,0	2815,0
	72-96h	EB	5	591,7	194,22	66,5	1086,5	197,8	491,5	1035,8
		EG	5	606,8	235,19	28,0	1069,0	34,0	910,0	1028,0
	96-120h	EB	2	469,5	253,50	216,0	723,0	162,0	469,5	769,8
	ohne Immob.	Rudel	70	172	9,3	41	421	123	172,5	213,5
Winter	24h	EB	6	95,1	14,08	52,5	143,0	61,1	97,0	123,5
		EG	3	391,3	233,54	141,0	858,0	141,0	175,0	858,0
	24-48h	EB	6	795,9	401,10	136,5	2781,5	322,5	479,5	1080,9
		EG	3	512,8	406,22	86,5	1325,0	86,5	127,0	1325,0
	48-72h	EB	6	304,5	80,47	106,0	614,5	121,4	273,5	478,4
		EG	3	296,3	104,96	87,5	419,0	87,5	382,5	419,0
	72-96h	EB	6	270,8	95,94	57,0	671,0	87,4	194,0	476,0
		EG	3	227,7	124,65	53,0	469,0	53,0	161,0	469,0
	96-120h	EB	6	183,2	60,42	58,5	429,5	73,3	117,6	330,5
		EG	3	199,3	92,38	90,0	383,0	90,0	125,0	383,0
ohne Immob.	Rudel	34	62,0	3,95	23	243	46,25	63,5	71,25	

Im Winter liegen die Werte auf durchweg niedrigerem Niveau. Sie sind gegenüber dem Durchschnittswert des Rudels, bei den nach 48 h gesammelten Kotproben, auch bei großen individuellen Unterschieden, bei der Boxenhaltung um das 13-fache, bei der EG-Haltung um das 8,3-fache erhöht. Die Werte betragen am Ende der Untersuchung im Winter noch das 3,2-fache der Rudelkonzentration.

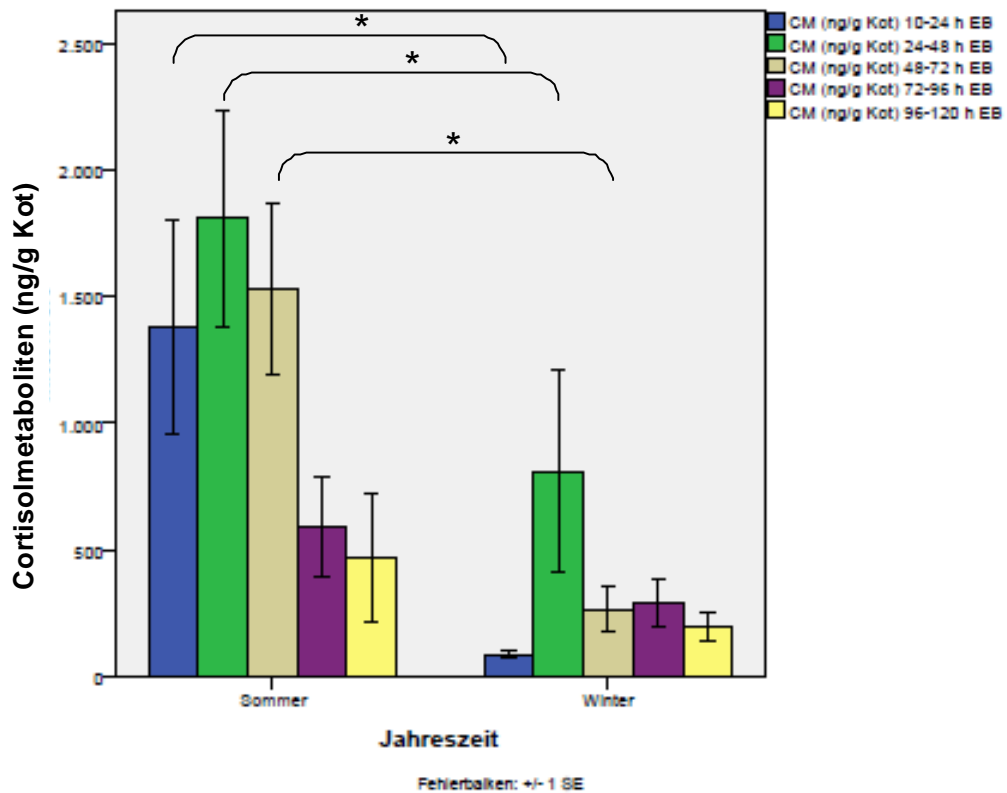


### 5.1. Vergleich der Cortisolmetaboliten in Einzelbox und Einzelgehege

In Tabelle 12 sind die Mittelwerte der Cortisolmetaboliten (CM) zum Vergleich der Boxen- und der EG – Haltung mit den CM-Werten aus dem Rudel dargestellt.

Der Vergleich beginnt mit dem Zeitraum der Kotsammlung 24-48h nach der Immobilisation. Dieser Zeitraum spiegelt, bei Berücksichtigung der durchschnittlichen Dauer der Darmpassage des Rothirsches von 18 h, die Cortisolwerte im Blut des jeweiligen Hirsches zwischen 6 und 30 h nach der Immobilisation wieder. Die Werte der Kotproben bis 24 h nach der Immobilisation werden beim Vergleich der Einzelhaltungen nicht berücksichtigt, da der Zeitpunkt des Lösens des Hirsches nicht bekannt ist. Bei Kotproben die ab 24 h nach der Immobilisation gesammelt werden ist eine Beeinflussung des CM-Gehaltes durch die Immobilisation nicht mehr gegeben.

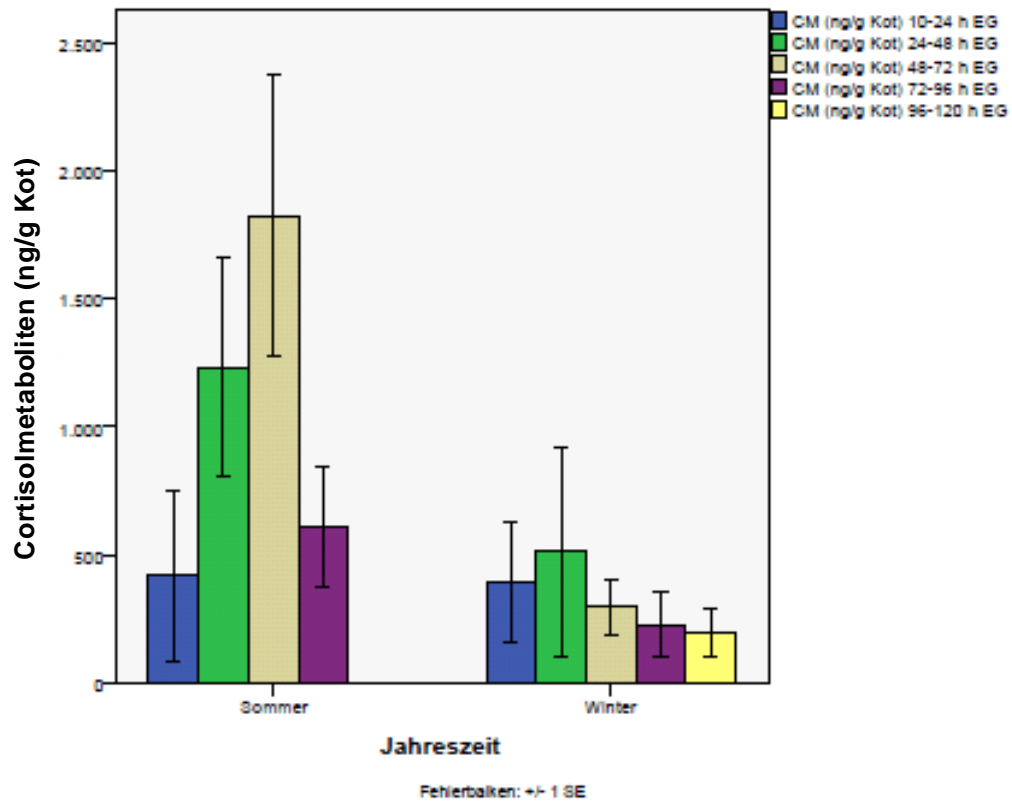
In Abbildung 23 ist der Vergleich des Einflusses der Jahreszeit (Sommer n=5 Tiere und Winter n=6 Tiere) auf den Gehalt an Cortisolmetaboliten (CM) im Verlauf der EB-Haltung der jeweiligen Hirsche dargestellt. Auffällig ist der relevante jahreszeitliche Unterschied im Gehalt der CM im Kot der Hirsche. Die statistische Untersuchung der Ergebnisse ergab signifikante Unterschiede. Der Gehalt an CM in ng/g Kot ist im vor allem durch die Abläufe der Immobilisation bestimmten Zeitraum bis 24 h nach der Immobilisation (p.Imm.) mit im Sommer  $1377 \pm 421,6$  ng/g gegenüber im Winter mit  $95 \pm 14,08$  ng/g bei  $p=0,004$  signifikant höher. Weiterhin war der CM-Gehalt 24-48 h p.Imm. mit  $p=0,05$  im Sommer bei  $1808,8 \pm 426,37$  ng/g gegenüber dem Winterwert mit  $795,9 \pm 401,1$  ng/g signifikant erhöht. Das gleiche gilt für den Zeitraum 48 bis 72 h p. Imm. Hier war auch der CM-Gehalt im Kot in der EB mit  $p=0,004$  im Sommer mit  $1531,6 \pm 335,2$  ng/g gegenüber dem Winterwert mit  $304,5 \pm 80,4$  ng/g signifikant höher. Bei den folgenden beiden Zeiträumen ist eine Relevanz der Unterschiede der beiden Zeiträume durchaus sichtbar, aber eine Signifikanz aufgrund der Streuung der Werte bei kleiner Fallzahl nicht mehr gegeben.



**Abbildung 23:** Cortisolmetaboliten im Kot der Hirsche in der EB nach Jahreszeit und Sammlung im Abstand zur Immobilisation. (Sommer n=5 Tiere und Winter n=6 Tiere)

\*  $p < 0,05$ ; SE = Standardfehler (SEM)

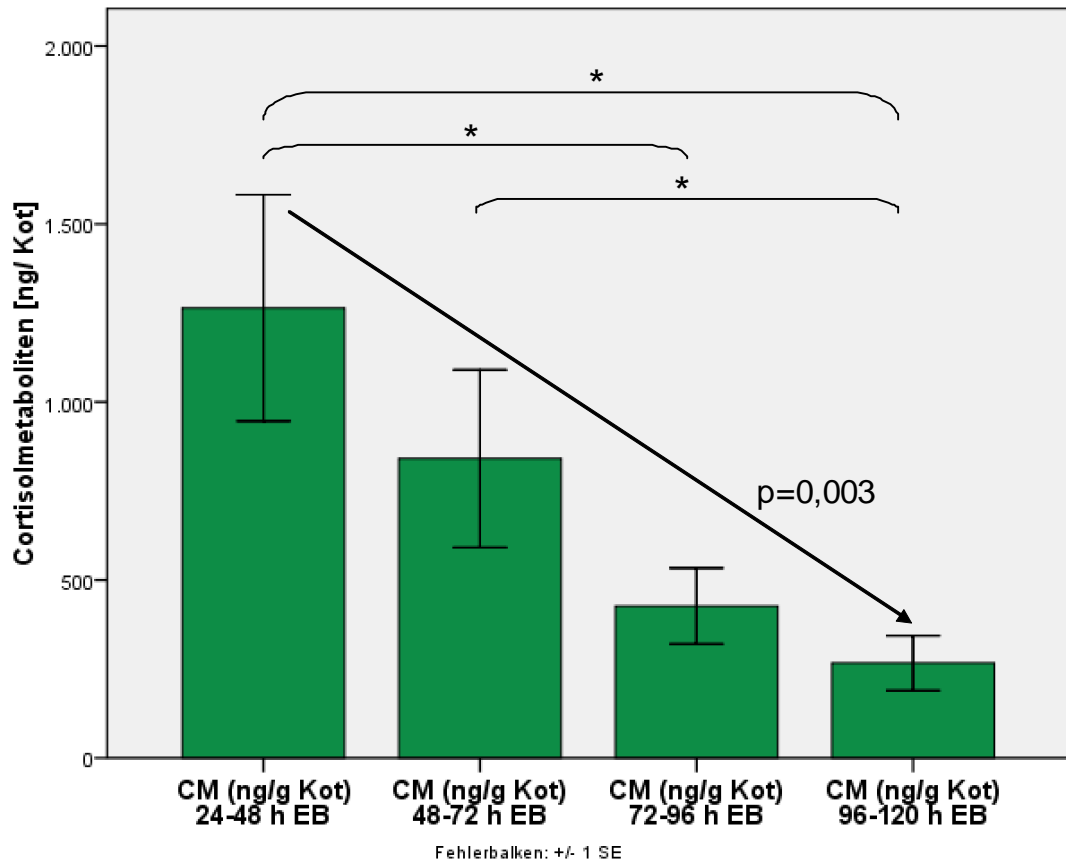
Neben den signifikanten Unterschieden der Jahreszeiten die in Abbildung 23 dargestellt sind, ist sichtbar, dass im Sommer die Erhöhung der CM auf höherem Niveau 24 Stunden länger andauert. Im Winter fällt der CM Gehalt der Kotproben schon nach 48 h deutlich ab.



**Abbildung 24:** Cortisolmetaboliten im Kot der Hirsche im EG nach Jahreszeit und Sammlung im Abstand zur Immobilisation (Sommer n=5 Tiere, Winter n=3 Tiere); SE = Standardfehler (SEM).

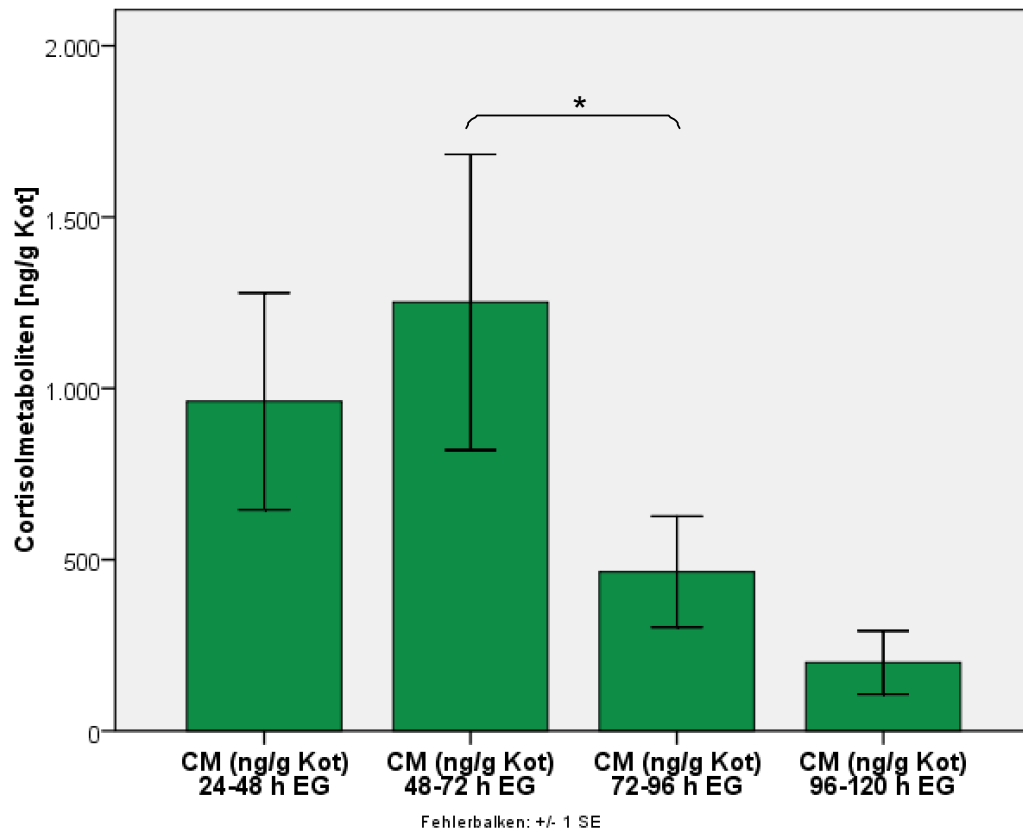
Die CM-Werte der Hirsche im EG zeigen im Jahresvergleich die, wie schon bei den Werten aus der EB-Haltung, deutlichen Unterschiede in der absoluten Höhe des Gehaltes an CM im Kot der Hirsche. Auch hier liegen die CM-Werte des Winters um den Faktor 2 bis 3 niedriger als die CM-Werte im Sommer. Auch die bis 72 h p. Imm. gesammelten Kotproben des Sommers im EG sind wie die Kotproben aus der EB im Sommer um das 10,5-fache erhöht. Dagegen fallen die CM-Werte der EG-Haltung im Winter ebenfalls wie schon bei der EB-Haltung beschrieben schon nach 48 h deutlich ab.

Eine Signifikanz dieser Unterschiede des Sommer-Winter Vergleichs ist wegen der geringen Fallzahl (Winter n=3) im Einzelgehege und der Streuung der Werte nicht nachweisbar.



**Abbildung 25:** Cortisolmetaboliten in ng/g Kot aller Hirsche (n=11) der EB-Haltung ab 24h p. Imm. \*  $p < 0,05$ ; SE = Standardfehler (SEM)

Abbildung 25 zeigt die Entwicklung der CM-Werte aller Hirsche (n=11) in der EB-Haltung ohne Berücksichtigung der Jahreszeit ab der 24. Stunde nach der Immobilisation. Die statistische Auswertung der Veränderung der CM-Mittelwerte über die Zeitreihe 24 bis 120 h (Friedman-Test) bei Haltung in der EB ergab einen deutlichen signifikanten Abfall des durchschnittlichen CM-Gehaltes ( $p=0,003$ ). Auch der Vergleich der Zeiträume ergab signifikante Unterschiede. Der CM-Wert der Kotproben aus dem Bereich 24-48 h p. Imm. mit  $1256,3 \pm 412,5$  ng/g Kot war mit  $p=0,002$  gegenüber dem Wert aus dem Bereich 72-96 h p. Imm. mit  $416,6 \pm 140,5$  ng/g und mit  $p=0,008$  gegenüber dem Wert des Bereiches 96-120 h mit  $254,8 \pm 108,6$  ng/g signifikant erhöht. Der CM-Wert aus dem Bereich 48-72 h mit  $862,3 \pm 196,3$  ng/g war mit  $p=0,039$  gegenüber dem Mittelwert des 96-120 h Bereiches signifikant höher.



**Abbildung 26:** Cortisolmetaboliten in ng/g Kot aller Hirsche der EG-Haltung (n=8) ab 24 h p. Imm. \* p<0,05); SE = Standardfehler (SEM)

In Abbildung 26 ist die Entwicklung der CM-Werte aller Hirsche (n=8) in der Einzelgehegehaltung ohne Berücksichtigung der Jahreszeit ab der 24 h nach der Immobilisation dargestellt. Die für die Zeitreihe 24-120 h angewandte statistische Untersuchung (Friedman-Test) ergab keine Signifikanz. Auch beim Paarvergleich (Wilcoxon-Test) zeigte nur der Bereich 48-72 h mit  $1251,1 \pm 381$  ng/g einen signifikant höheren Wert mit  $p=0,023$  gegenüber dem Wert des Bereiches 72-96 h mit  $464,8 \pm 193,8$  ng/g. Die weiteren Werte zeigten im statistischen Vergleich wegen der geringen Fallzahl und der großen Streuung der Werte keine signifikanten Unterschiede.

## **V. DISKUSSION**

Ziel der vorliegenden Untersuchungen an Rothirschen war die Möglichkeit der korrekten Durchführung des Tierseuchenrechts (Untersuchung auf die anzeigepflichtigen Tierseuchen Brucellose und Tuberkulose) mit der dabei notwendigen Isolation des Rothirsches unter dem Aspekt des Tierschutzes zu prüfen.

Die Bestimmung von Stressparametern (Blut/Serum; Herzfrequenz, Cortisolmetaboliten) und die Beobachtung wesentlicher Verhaltensänderungen, der in der jeweiligen Einzelhaltung (Einzelgehege/Einzelbox) befindlichen Rothirsche, sollten Aufschluss über die Belastung der Tiere geben.

Wenn möglich sollen aufgrund der Ergebnisse der Untersuchungen Empfehlungen an die Tierhalter ausgesprochen werden, die zum Einen diesen eine praktikable Vorgabe für die Durchführung der tierseuchenrechtlichen Bestimmungen geben, als auch dem Tier unnötigen Stress und Leiden im Sinne des Tierschutzes ersparen sollen.

### **1. Methoden und Versuchsaufbau**

Die Untersuchungen zur Stressbelastung von Rothirschen im Rahmen tierseuchenrechtlicher Eingriffe wurden als Feldversuch durchgeführt.

Die tierseuchenrechtlichen Untersuchungen auf Brucellose- und Tuberkulosefreiheit müssen vor dem Verbringen bzw. vor dem Export ins Ausland durchgeführt werden.

Die Verordnung (EG) Nr.1/2005 zum Schutz von Tieren beim Transport, die Tierschutztransportverordnung (2009) und der Geweihzyklus des Rothirsches erlauben den Transport nur zu ganz bestimmten Jahreszeiten. Aus diesem Grund wurden die Versuchsdurchgänge in die Feistzeit und in die Zeit nach der Brunft und vor dem Geweihabwurf gelegt.

Für die zwei Sommersversuchswochen und die zwei Winterversuchswochen standen nicht die gleichen Hirsche zur Verfügung und innerhalb der Gruppe waren die Tiere von unterschiedlichem Alter. Alle an den Untersuchungen beteiligten Hirsche waren in einem sehr guten Ernährungs- und

Gesundheitszustand.

Im Sommer, bei annähernd gleichen klimatischen Bedingungen, stammten die Hirsche aus zwei verschiedenen Gattern, in denen die Hirschrudel bei verschiedener Zusammensetzung (58/24 Hirsche) unter verschiedenen Haltungsbedingungen lebten. Von den zur Einzelgehegehaltung zur Verfügung stehenden fünf Gehegen lagen 2 im Hirschgatter A. und 3 im Hirschgatter Z. Sie waren von vollkommen unterschiedlicher Größe und Gestaltung, und waren sehr unterschiedlich zueinander und zum Rudelgatter gelegen (Abbildung 2, Abbildung 3). Die Boxeneinzelhaltung war nur im Hirschgatter A. möglich. Dazu mussten zwei Hirsche des Gatters Z., aufgrund der Gegebenheiten schon am Abend vor den drei anderen am Versuch beteiligten Hirschen immobilisiert und in die Boxenhaltung verbracht werden. Dadurch waren diese Tiere am nächsten Vormittag beim Einstellen der anderen drei Tiere besonders beunruhigt und belastet.

In den Winterversuchswochen stammten alle an den Versuchen beteiligten Rothirsche aus Gatter A. (Abbildung 2). Ein Problem dieser Versuchswochen war die geringe Anzahl der zur Verfügung stehenden Einzelgehege (EG). Es standen nur zwei EG zur Verfügung, die sehr unterschiedlich in ihrer Größe und Gestaltung waren (Abbildung 2). Beide lagen in unmittelbarer Nähe zum Gatterbereich in dem sich das Rudel aufhielt. Diese geringere Zahl an Einzelgehegen und die Beschränkung auf ein Gatter machte eine etwas andere Gestaltung der Winterversuchsdurchgänge im Vergleich zu den Sommerversuchsdurchgängen notwendig.

Eine größtmögliche Standardisierung der Versuchsbedingungen war also aufgrund der Gegebenheiten nicht möglich und der Feldversuch fand unter heterogenen Bedingungen statt.

Grundsätzlich unterliegt die Art der Verhaltensanpassungen eines Rothirsches an eine neue Umgebung und an Isolation vom Rudel einer großen interindividuellen Variation und hängt von vielen Faktoren ab. Hierzu zählen seine genetische Disposition, seine früheren Erfahrungen, seine kognitiven Fähigkeiten und werden auch von der Qualität und Quantität des Stressors (Ladewig 1994) bestimmt.

Der Versuchsaufbau (Sommer wie Winter) war grundsätzlich gut geeignet, die Stressbelastung bzw. Stressreaktion jedes einzelnen Hirsches in der jeweiligen Haltungsform zu erfassen. Die Bestimmung der verschiedenen Parameter und die Kombination mit den Ergebnissen der Verhaltensbeobachtungen erwiesen sich als vorteilhaft. Die Auswertung der Blut-/Serumparameter der Kontrollhirsche ließ die Möglichkeit veränderter Werte allein durch den anderen Zeitpunkt der Bestimmung ausschließen. Auch die grundsätzlichen jahreszeitlichen Unterschiede waren durch den Versuchsaufbau gut erkennbar. Nachteilig waren die zum Teil sehr großen Einzelgehege, die vor allem im Sommer das Sammeln frischer und gut geeigneter Kotproben zur Cortisolmetabolitenbestimmung erschwerten. Auch hielt die Art der Anbringung der Herzfrequenzmessgeräte den Bewegungsaktivitäten der im Einzelgehege befindlichen Hirsche nicht stand, und die kalte Jahreszeit schränkte die Anwendbarkeit der Geräte ein. Die Elektroden verlieren leicht bei Temperaturen unter 0°C den Kontakt zur Haut, und eine Übertragung auf die Messgeräte bleibt aus. Eine Rücksprache mit dem Hersteller bestätigte die Vermutung.

## **2. Ergebnisse**

### **2.1. Verhaltensbeobachtung**

Die Verhaltensbeobachtung der Rothirsche erfolgte anhand der in Kapitel III.5 beschriebenen Verhaltenskategorien. Die Gewichtungen der gebildeten Hauptkategorien „Liegen“, „Stehen“, „Fortbewegung“, „Äsen“ und „solitäre Körperpflege“ ändern sich nicht nur nach der Jahreszeit sondern auch in Abhängigkeit von der Haltungsart, d.h. im Rudel, im Einzelgehege und in der Box. Da die Haltungsbedingungen im jeweiligen Bereich, vor allem im Einzelgehege, durch deren Lage und Gestaltung deutlich verschieden waren, sollte die Bewertung der Verhaltensbeobachtungen auch auf das Einzeltier bezogen vorgenommen werden.



### 2.1.1. Verhaltensbeobachtung Rudel

Die Rudelbeobachtungen der beiden Sommersuchsdurchgänge in den Rotwildgattern A. und Z. im Landkreis Passau bzw. Rottal-Inn ergaben im Mittel einen Ruheanteil (Liegen) von 46,8% gegenüber einem Aktivitätsanteil (alle anderen Verhaltenskategorien) von 53,2% am Gesamtverhalten der Rothirsche 1-5 in ihrem jeweiligen Rudel (Tabelle 3). Dieses Verhältnis entspricht weitgehend den Verhältnissen die bei Bützler (1986), Georgii (1984), Fischer (1985) und bei Weigertsdorfer (1996) unter seminaturalen Bedingungen beschrieben werden, d.h. eine annähernd gleich lange Zeit für Ruhe- und Aktivitätsperioden, ein sogenannter polyphasischer Typ des Aktivitätsmusters. Das bedeutet, dass die Ultradianrhythmik beim Wiederkäuer von der Äsungszeit und der Dauer des Wiederkäuens d.h. vom Rohfasergehalt und der Pansenfüllung bestimmt wird (Berger 2010). Damit wird durch die Qualität und Quantität der Nahrung das Tagesaktivitätsmuster des Rothirsches bestimmt.

Bützler (1986) hat in Wildparks und in der freien Natur die Länge der Ruhe- und Aktivitätsperioden des Rothirsches festgehalten. Sie variieren zwischen 30 Minuten und bis zu 2,5 h, das Mittel beträgt 1,5 h, was einem Wechsel der Position Liegen von 0,66 mal/h entspricht.

Die Länge der Perioden und die Verteilung auf die Tageszeiten ist auch bei Gehegewild weiterhin abhängig von Umwelteinflüssen, von der Gestaltung des Geheges und von der Zahl und Qualität von Beunruhigungen (Wagner 1992). Ungestört, bei gut gestaltetem Gehege, sind häufiger kleinere Zyklen der Ruhe und Aktivität bemerkbar. Bei Störungen kann sich bei gleichzeitig größerer Periodenlänge und Verschiebung der Aktivität in die Nacht bei Gehegewild die Periodenzahl vermindern.

Hier sind Unterschiede im Verhalten der beobachteten Hirsche in Rudel A. zu denen in Rudel Z. auffällig.

Die Hirsche 1 und 2 aus Rudel A. haben während der Beobachtungszeit einen deutlich höheren Liegeanteil und geringeren Äsungsanteil als die Hirsche 3-5 aus Rudel Z. (Tabelle 3). Die Verhaltensbeobachtung der Hirsche im Rudel erfolgte am Lichttag mit einem Beobachtungszeitraum von 3,5 h mit Beginn der Dämmerung, einer 3 stündigen Beobachtungszeit von 12-15 Uhr und nochmals

3,5 h bis zur Nacht.

Der hohe Liegeanteil und der geringere Äsungsanteil der Hirsche 1 und 2 aus Rudel A. während des Lichttages ergibt sich aus der Lage und der Gestaltung des Geheges (Abbildung 2), dem unterschiedlichen Schutz vor klimatischen Einflüssen, der Größe des Rudels und auch die Zufütterung beeinflusst deutlich die Häufigkeit der Verhaltensweisen. Über die gesamte mittägliche Beobachtungszeit lagen die 58 Hirsche des Rudels A. enggedrängt im einzigen vorhandenen Schattenbereich der hohen Bäume am Waldrand (Abbildung 2, Gatter 4). Nur dieser Bereich war groß genug allen Hirschen den notwendigen Schutz vor der hohen Sonneneinstrahlung zu geben. Dagegen zeigten die Hirsche 3-5 aus Rudel Z. auch in der Mittagszeit zwei Äsungsperioden von 45 bzw. 30 Minuten Länge. Zu beachten ist weiterhin, dass im Rudelgatter A. an den Beobachtungstagen auch zugefüttert wurde (Biertreber) und die Hirsche schnell und einfach hochkonzentrierte, eiweißreiche Nahrung zu sich nehmen konnten.

Beide Rothirschrudel zeigten deutlich die von verschiedenen Autoren (Bützler 1986, Berger 2010, Scheibe 2002, 2010, Weigertsdorfer 1996) beschriebene dämmerungsbezogene Rhythmik vermehrter Aktivität, vor allem das Äsen, bevorzugt in Parallelformation. Dabei war auffällig, dass die Hirsche 3-5 des Rudels Z. mehrere kürzere Zeiten des Äsens mit dazwischen liegenden Zeiten des Ruhens mit Wiederkäuen zeigten. Die Hirsche 1 und 2 des Rudels A. zeigten hingegen vor allem abends lang anhaltende Äsungsperioden von mehr als 2,5 h Dauer bis zum Ende der Beobachtungszeit. Hier zeigen sich die vielfältigen Einflüsse des Menschen, wie die der Haltung, der Fütterung, der Gehegestaltung, des Besatzes auf den natürlichen Aktivitätsrhythmus des Rothirsches (Scheibe 2010).

Das Rudeltier Rothirsch ist ein soziales Tier das die Gemeinschaft mit Gleichartigen sucht und braucht. Dabei zeigt er hohe Konformität und eine hohe Synchronisation seines Verhaltens mit dem der anderen Rudelmitglieder (Berger 2010).

Dies war in den Winterversuchsdurchgängen im Rudel nicht mehr in dem Maße gegeben. Durch die andauernde intensive Fütterung (Grassilage, Maissilage, Biertreber) bildeten sich über den Tag immer wieder mehrere Gruppen wechselnder Zusammensetzung aus den 54 Hirschen des Rudels, von denen einzelne zur Fütterung zogen, während andere sich noch anhaltend niedergetan

hatten. Auch hier war das Ruhe/Aktivitätsverhältniss von 43,4%/56,6% letztlich von der Pansenfüllung vorgeben. Eine Verminderung der motorischen Aktivität im Winter und ein verminderter Grundumsatz (Berger, 1999; Berger et al., 1999; Arnold, 2002, 2004), wie bei wildlebenden Hirschen beobachtet, war bei dem beobachteten Gatterwild nicht festzustellen. Bei Weigertsdorfer (1996) ist unter seminatürlichen Bedingungen, d.h. in einem Versuchsgatter von 36 ha, das Ruhe/Aktivitätsverhältnis im Winter 53,4%/46,6%, und damit der Aktivitätsanteil am Gesamtverhalten im Winter um 10% geringer als bei den beobachteten Gatterhirschen in Rudel A. Im Winter verbringen bei Weigertsdorfer (1996) die Rothirsche 51,6% ihrer Aktivitätszeit mit Äsen. Die Gatterhirsche des Rudels A. verbrachten nur 37% ihrer Aktivitätszeit mit Äsen, da sie ihre Nahrung ausschließlich an der Fütterung aufnahmen, wo sie ihnen dauernd angeboten wurde. Die Maskierung bzw. die Störung der natürlichen Verhaltens- und Ernährungsweisen durch das andauernde Futterangebot „ad libidum“ nicht nur von Grassilage, sondern vor allem von Maissilage und Biertreber, verändern das Verhalten der Rothirsche anhaltend.

Diese jahreszeitlich verschiedenen Haltungs- und vor allem Ernährungsbedingungen erklären auch die signifikanten Unterschiede die im Vergleich einzelner Verhaltenskategorien im Rudel gefunden wurden. Die Rudelhirsche im Winter verbrachten signifikant ( $p=0,016$ ) mehr Zeit mit „Stehen“ als die Hirsche im Sommer und ebenso mehr Zeit mit „Ziehen“ ( $p=0,016$ ). Dafür war im Winter der Anteil der Verhaltenskategorie „Äsen“ mit  $p=0,016$  signifikant geringer als bei den Hirschen im Sommer.

Der Vergleich der Verhaltensbeobachtungen der Einzeltiere 9-12 im Winter zeigt nicht die Unterschiede wie sie bei der Einzeltierbetrachtung im Sommer gegeben waren, da alle Hirsche hier aus einem Rudel stammten, und somit die unterschiedlichen Lebensumstände als weiterer Unterschied neben den individuellen Unterschieden der Tiere wegfielen.

### **2.1.2. Verhaltensbeobachtung Einzelgehege**

Isolation ist für den Rothirsch als soziales Rudeltier ein starker Stressor (Price et al., 1993; Pollard et al., 1996). Akuter Stress bewirkt gewöhnlich eine sofortige

Veränderung im Verhalten der Tiere, vor allem neben der und durch die Aktivierung der SA-Achse. Diese Verhaltensreaktionen können wie in der Literatur beschrieben durch psychische Stressoren (z.B. Angst auslösende) und somatische Stressoren (z.B. Umgebungstemperatur, Verletzungen) bewirkt werden (Jenkins und Kruger, 1973).

Keine der in der Literatur beschriebenen und als Stressoren untersuchten Haltungsbedingungen beim Rothirsch wurden über einen Zeitraum von 4-5 Tagen der Einzelhaltung in einem Gehege durchgeführt, bei der der Rothirsch Sicht-, Hör- oder Geruchskontakt zu seinem Rudel hatte. Es waren durchweg Handlungsmaßnahmen die kurzzeitig bis maximal wenige Stunden bei Rothirschen im Verlauf ihrer Haltung, vor der Schlachtung oder vor dem Transport notwendig waren.

Nach der Verbringung der Hirsche in jeweils eines der Einzelgehege und nach dem Abklingen der Wirkung der Immobilisationsmedikation zeigten alle in den Einzelgehegen isolierten Rothirsche, sowohl in den Sommer- wie in den Winterversuchswochen, sofort eine deutliche Erhöhung des Aktivitätsanteils im Vergleich zum Ruheanteil (Sommer Ruhe/Aktivität 32%/68%; Winter Ruhe/Aktivität 26%/74%). Diese sofort gezeigte starke Erhöhung der Aktivität ist in der Erhöhung der Verhaltenskategorie „Fortbewegung“ begründet. Alle beteiligten Hirsche zeigen eine deutliche, in ihrer Höhe individuell variierende Zunahme des „Ziehens“ und bei fast allen ist das Auftreten des „Trolls“ als schnellere Art der Fortbewegung erkennbar (Tabelle 4). Diese Fortbewegungsart wurde von keinem der beteiligten Hirsche während der Rudelbeobachtung gezeigt. Die Fortbewegung im Einzelgehege beträgt im Sommer 36% und im Winter 60% des Gesamtverhaltens. Diese hohe motorische Aktivität ist fast ausschließlich im sogenannten „fence pacing“ begründet, dessen Auftreten von Diverio et al. (1993) und Pollard et al. (1993) als Folge besonders stressvoller Handlungsmaßnahmen wie z.B. Isolation oder länger andauernder Fixierung in einem Fangstand begründet sehen. Die Hirsche bewegen sich dabei fast ausschließlich an dem zum Rudelgatter hin gelegenen Gatterzaun entlang auf und ab. Dieses „fence pacing“ kann als Ausdruck hoher Erregung und auch Fluchtbereitschaft gesehen werden. Ausbruchversuche, Hochsteigen am Tor oder Gatterzaun des Geheges wurden sowohl im Sommer- als auch im Winter aufgezeichnet und im Januar-Versuchsdurchgang überwandt ein Rothirsch (H12)

seine Gatterbegrenzung, um zum Rudel zu gelangen.

Schon Jenkins und Kruger (1973) führen aus, dass die Intensität und Art der Verhaltensreaktion auf einen Stressor durch viele Faktoren beeinflusst wird. Dies sind z.B. Alter, Geschlecht, Kondition, sozialer Status, Temperament des Tiers, vorhergehende Erfahrungen, genetische Unterschiede oder gleichzeitig herrschende Umwelteinflüsse.

Die Einzelgehege (EG) des Sommers zeigten vor allem große Unterschiede in Gestaltung, Größe und ihrer Lage zum Rudelgatter und zueinander. Es ist nicht möglich einzelne Verhaltenshäufigkeiten der Hirsche vornehmlich dieser besonderen Lage zuzuordnen, diese Häufigkeiten könnten auch in individuellen Unterschieden der einzelnen Hirsche begründet sein. Dennoch werden in der Folge einige besonders auffällige Besonderheiten herausgestellt, die Hinweise auf die Gewichtung dieser beiden Möglichkeiten geben können.

Die Einzelgehege im Gatter A. während der Sommersversuchswochen liegen nebeneinander, durch einen Doppelzaun bzw. das Gattertor getrennt. Beide Hirsche 1 und 2, die in diesen EG untergebracht waren, hielten sich bevorzugt im Bereich des Gattertores mit geringem Abstand von ungefähr 2 m zueinander stehend oder liegend auf (Abbildung 2). Dies kann als Versuch gesehen werden der Isolation entgegenzuwirken, und es kann argumentiert werden, dass das nebeneinander liegen der Einzelgehege den Rothirschen hilft sich mit der Isolation, der Abtrennung vom Rudel besser abzufinden. Das Gatter 2 des Hirsches 1 grenzt an das Rudelgatter, das Gatter 1 des Hirsches 2 ist durch Wald vom Rudelgatter abgetrennt (Abbildung 2). Hirsch 1 zeigt ungefähr doppelt so häufig „fence pacing“ wie Hirsch 2. Daraus könnte geschlossen werden, dass ein EG bei dem kein Sichtkontakt zum Rudel besteht, dazu führt, dass der dort befindliche Hirsch weniger „fence pacing“ als Folge der Einzelgehegehaltung zeigt. Dem widerspricht das Einzelergebnis, das Hirsch 5 in seinem EG 3 im Gehegebereich Z. zeigt. Diese EG befindet sich in einer Distanz von 400m zum Rudelgatter und ist unter anderem durch eine große Waldfläche von diesem getrennt. Dennoch zeigt Hirsch 5 hier im Sommer den höchsten „fence pacing“ Anteil aller beteiligten Sommerhirsche mit einer Häufigkeit von über 50% seines Gesamtverhaltens (Abbildung 3). Auch zeigt dieser Hirsch häufig während der Beobachtungszeit den Versuch das Gattertor zu überwinden (Ansatz zu Sprung, Hochstehen). Vielleicht finden diese Häufungen ihre Erklärung in der Jugend und

damit der Unerfahrenheit im Vergleich zu den anderen in Einzelhaltung befindlichen Hirschen des Sommers. Der erfahrene Hirsch 4 in EG 1 (Abbildung 3) zeigt mit 48,3% den höchsten Liegeanteil während der Beobachtungszeit (Tabelle 4). Dieser Hirsch hat die ganze Zeit der Mittagsbeobachtung im Schatten liegend verbracht und das „fence pacing“ nur morgens und abends intensiv gezeigt.

Hirsch 3 zeigt während seiner Beobachtung am Lichttag im Einzelgehege 2, neben einigen Versuchen das Gattertor zu überwinden, im Vergleich zu den anderen Hirschen einen deutlich reduzierten Liegeanteil (12,9%), vielleicht sein Zeichen der Beunruhigung durch die Isolation vom Rudel, und einen stark erhöhten Anteil der Verhaltenskategorie „Stehen“ (43,5%) am Gesamtverhalten. „Fence pacing“ zeigt er mit der Häufigkeit von annähernd einem Drittel des Gesamtverhaltens, obwohl auch dieser erfahrene Hirsch keinerlei Sichtkontakt zu seinem ungefähr 300m entfernten Rudel hatte.

In der unmittelbaren Nachbarschaft der Hirsche 3-5 im Hirschgatter Z. befanden sich jeweils Alttierrudel. Keiner der Hirsche zeigte während der Beobachtungszeiten irgendein Interesse an den Tieren, sondern richtete seine Aktivität ausschließlich zum Hirschrudel hin.

Die Verhaltensbeobachtungen der Hirsche 9-11 in den beiden Einzelgehegen der Winterversuchswochen haben das nicht erwartete Ergebnis gebracht, dass der Anteil des aktiven Verhaltens am Gesamtverhalten durch „fence pacing“ noch mehr zugenommen hat als es bei den Hirschen 1-5 in der Sommerwoche der Fall war. Obwohl beide EG (Gatter 1 und Gatter 4) in ihrer Größe sehr unterschiedlich waren, zeigten die Hirsche 10 und 11 im 2,9 ha großen EG keine grundsätzlich anderen Verhaltenshäufigkeiten als Hirsch 9 in seinen EG (0,38 ha). Auch die deutlich erhöhte Schneelage im Februar führte bei Hirsch 9 und Hirsch 10 im Einzelgehege zu keiner Aktivitätsreduktion im Vergleich zu Hirsch 11 in der Januarwoche.

Beim jahreszeitlichen Vergleich der Durchschnittswerte der einzelnen Verhaltenskategorien im Einzelgehege (Tabelle 4) zeigten die Hirsche im Winter einen signifikant erhöhten Anteil ( $p=0,036$ ) des „Ziehens“ gegenüber den Hirschen im Sommer.

Diese deutliche Erhöhung der motorischen Aktivität im Winter steht auch hier im

Widerspruch zum Verhalten von Rothirschen unter natürlichen Bedingungen in zehrender Winterzeit mit einer katabolen Stoffwechsellage und einer Abnahme der körperlichen Aktivität (Berger, 1999, 2010; Berger et al., 1999; Arnold, 2002; Arnold et al., 2004). Eine Erklärung hierfür könnte in dem dauernden Reiz liegen, den das für die Hirsche in den Einzelgehegen fast immer sichtbare Rudel auf sie ausübt (Abbildung 2). Auch der durch die intensive Fütterung gewährleistete ausgezeichnete Ernährungszustand könnte zu ihrem kräftezehrenden Verhalten erhöhter körperlicher Aktivität im Winter beigetragen haben.

Der vorherrschende Eindruck der Verhaltensbeobachtung der Hirsche im Einzelgehege ist die stark vermehrte motorische Aktivität, vornehmlich in Form des „fence pacing“, aller an der Einzelgehegehaltung beteiligten Hirsche, sowohl im Sommer als auch im Winter. Graduelle Unterschiede in der Gewichtung der Verhaltenskategorien wie auch in der Häufigkeit einzelner Ausbruchversuche dieser Hirsche sind gegeben. Diese Unterschiede sind in der individuellen Reaktion jedes Hirsches auf diesen Stressor der Isolation vom Rudel zu sehen. Auch die Lage des EG zum Rudelgatter oder zu einem anderen EG kann von Fall zu Fall zu Unterschieden beigetragen haben. Die vermehrte Aktivität müsste ihren Hintergrund in der Aktivierung der SA-Achse haben, die dem drohenden Kontrollverlust des Tieres entgegen wirken soll (Abbildung 1 v. Borell 2001; Henry und Stephens 1977). Die anhaltende Belastung (Stressor = Isolation) bewirkt eine vermehrte Freisetzung von Cortisol.

Als Fazit der EG-Beobachtungen können trotz der individuellen Unterschiede der Hirsche folgende Gewichtungen vorgenommen werden:

Die unmittelbare Nähe des Rudelgatters mit Sichtkontakt zum Rudel ist von Nachteil, da die Aktivitätssteigerung, der Anteil des „fence pacing“ grundsätzlich höher ist (Winterversuchswochen).

Die Größe der Gatter war nicht von Bedeutung, da auch in großen Einzelgehegen von 60 a bis 2,9 ha der jeweilige Hirsch nur den Bereich in Richtung zum Rudelgatter nutzte.

Die Nähe und der Sichtkontakt zu anderen in EG-Haltung befindlichen familiären Hirschen kann den Anteil des „fence pacing“ reduzieren.

### 2.1.3. Verhaltensbeobachtung Einzelbox

Die Haltung der Hirsche 1-5 und der Hirsche 9-12, 15 und 16 in der Einzelbox (Wartestall) ist zusätzlich zur Isolation vom Rudel, ein Aufenthalt an einem reizarmen, beengten Ort, weg von jedem Witterungseinfluss und jeder gewohnten Umgebung eines Außengatters. Hier verschiebt sich im Vergleich zu den Verhaltensweisen im Rudel die Gewichtung der einzelnen Verhaltenskategorien im Mittel sehr stark zum Ruheverhalten („Liegen“) hin.

Im Sommer betrug das Ruhe/Aktivitätsverhältnis während des Lichttages 63%/37%, und im Winter sogar 81%/19%. Hier ergab der jahreszeitliche Vergleich einzelner Verhaltenskategorien in der Einzelbox (EB) einen signifikanten Unterschied in der Kategorie „Stehen“. Das „Stehen“ beinhaltet bei der Verhaltensbeobachtung der Hirsche in der EB auch die „Fortbewegung“. Mit  $p=0,004$  zeigten die Hirsche im Sommer einen signifikant höheren Anteil des „Stehens“ (31,7 % Sommer/ 12,5 % Winter).

Hier ist das von den anderen Hirschen des Sommers abweichende Verhalten des Hirsches 4 herauszustellen, der in seiner Boxenhaltung ein Ruhe/Aktivitätsverhältnis von 40,6%/59,4% hatte. Auch zeigte dieser Hirsch im Verlauf dieser Haltung sehr häufig das „wall pacing“, ein Auf und Ab Bewegen entlang der Wand mit zusätzlichem Hochsteigen an der Bretterwand seiner Box, als Versuch diese überwinden zu wollen (s.a. Kapitel V.2.2 Herzfrequenz). Dieser Hirsch gehörte zu zwei Hirschen, die am Abend in die Box gebracht wurden und am nächsten Vormittag das Einstellen der anderen immobilisierten Hirsche 1-3 in ihre Box nur durch eine Bretterwand getrennt miterlebten. Diese Erlebnisse haben diesen Hirsch, wie bei der Besprechung der Herzfrequenzmessungen später ersichtlich stark beunruhigt. Der zweite Hirsch (Hirsch 5) der diese Erfahrung machte, zeigt ein Ruhe-/Aktivitätsverhältnis von 58,6%/41,4%, „wall-pacing“, aber kein Hochsteigen an der Wand. Im Vergleich zu Hirsch 4, ein häufigeres Bewinden der Wände und ein Hochstrecken von Träger und Haupt an der Wand, mit Unterziehen der Hinterläufe. Das „wall pacing“ der beiden Hirsche 4 und 5 und ihre angedeuteten Fluchtversuche (Hochsteigen oder Unterziehen der Hinterläufe) fanden bevorzugt zu den Zeiten der erhöhten Zahl an Positionswechseln statt.



Alle anderen Sommer- und Winterhirsche (n=9) in der Boxenhaltung zeigten keine Anhaltspunkte für anhaltende Ausbruchsversuche. Die Sommerhirsche zeigten häufig immer wieder nach jedem Aufstehen vermehrte horizontale und vertikale Bewegungen des Kopfes, die als ein Zeichen für Unruhe und Nervosität zu werten sind.

In der Literatur gibt es keine Untersuchungen an Rothirschen mit einer isolierten Haltung über 4-5 Tage in einem vergleichbaren Wartestall, sondern es sind durchweg Untersuchungen der Belastung der Hirsche durch kurzzeitige (Minuten bis wenige Stunden), und übliche Handlungsmaßnahmen. Alle diese, in diesen Untersuchungen angewandten kurzfristigen Belastungen der Hirsche wie Umtreiben, Treiben einer Gruppe in einen beengten Wartestall, kurzzeitiger Aufenthalt darin, Aufenthalt neben anderen Tierarten, Halten in einem Untersuchungsstand bis hin zum pneumatischen Fangstand und die kurzfristige Isolation eines Hirsches von seiner Gruppe, belegen die daraus resultierende zunehmende Aktivität und Unruhe der durch diese Handlungsmaßnahmen belasteten Hirsche (Carrhager et al., 1997; Pollard et al., 1993, 1996; Abeyesinghe et al., 1997; Hanlon et al., 1995; Grigor et al., 1997, 1999).

Pollard et al. (1993, 1996) beschreiben in ihren Untersuchungen auftretende Verhaltensmuster belasteter Hirsche, wie die vermehrten horizontalen und vertikalen Kopfbewegungen der Hirsche, vermehrt auch an den Gehegegrenzen das „wall pacing“, ein Auf und Ab Bewegen entlang der Wand der Box, das um so häufiger gezeigt wurde je kleiner der Wartestall der Hirschgruppe war. Ein „Hochsteigen“ an der Wand wurde von den Autoren nur bei stark gestressten, isolierten Hirschen beobachtet.

Zum Vergleich der Verhaltensänderungen der Boxenhaltung im Sommer und im Winter werden die gesamten ausgewerteten Daten der ganztägigen Videoaufzeichnungen herangezogen. Deutlich muss der jahreszeitliche Unterschied im Verhalten der an den Versuchen beteiligten Hirsche herausgestellt werden.

Die Sommerhirsche zeigten größere Unruhe, mehr Bewegung in den Aktivitätsphasen, häufig auch bei Störungen und Unruhe in ihrer Umgebung ein einmaliges bis mehrmaliges Drehen in der Box und deutlich eine zu Beginn der Versuchswoche erhöhte Belastung durch die Kotsammlung (s. a. Kap.V.2.2 Herzfrequenzmessung). Kennzeichnend für die höhere Belastung nach dem

Kotsammeln sind die anschließend längeren Stehphasen vor dem Niederlegen.

Ein gutes Maß für die Unruhe und Nervosität und auch ein guter Hinweis für die unterschiedliche Belastung der Sommer- und der Winterhirsche in Boxenhaltung ist der Vergleich der Häufigkeit des Ablegens und Aufstehens, also der Positionswechsel der Hirsche über die gesamte Beobachtungszeit in der Box (Tabelle 6).

Über den gesamten Zeitraum der Boxenhaltung wechselten die Hirsche 1-5 im Sommersversuch durchschnittlich 2,64 mal pro h ihre Position zwischen „Liegen“ und „Stehen“, die Hirsche 9-12, 15 und 16 im Winterversuch wechselten 1,71 mal pro h ihre Position. Besonders aussagekräftig ist hierbei die Einzelbetrachtung der Hirsche mit den jeweiligen Maximalwerten des Wechsels pro h (Tabelle 7). Hier zeigten die unruhigsten Hirsche 3, 4, 5 des Sommers bei ihren jeweiligen Durchschnittswerten von 2,57, 3,3 und 3,89 Wechseln pro h Maximalwerte von bis zu 9 und 17 bzw. 14 Positionswechseln in einer Stunde (s. a. Kap.V.2.2. HF-Messung). Die Hirsche 9 und 16, die beiden Hirsche mit den häufigsten Positionswechseln im Winter, zeigten bei einem Durchschnitt von 2,1 bzw. 1,87 Wechseln pro h nur Maximalwerte von bis zu 5 Positionswechseln in einer Stunde.

Die statistische Auswertung der Daten der Häufigkeit der Positionswechsel (Stehen/Liegen) pro Stunde ergab im Sommer/Winter Vergleich (Mann-Whitney-Test) für den Zeitraum 10-24 h nach der Immobilisation (p. Imm.) einen signifikanten Unterschied von  $p=0,028$  der Mittelwerte. Im Sommer war die Häufigkeit der Positionswechsel in diesem Zeitraum annähernd doppelt so hoch wie im Winter. Auch bei der Analyse der Maximalwerte der Wechsel pro Stunde zeigte sich ein signifikanter Unterschied in den Zeitbereichen 10-24 h p. Imm. ( $p=0,015$ ) und 24-48 h p. Imm. ( $p=0,035$ ).

Für die folgenden Zeiträume konnten trotz weiterhin sichtbarer relevanter Unterschiede zwischen den Jahreszeiten keine signifikanten Unterschiede aufgezeigt werden. Dies ist in der geringen Fallzahl und in Variabilität des Verhaltens der Hirsche in der Sommersversuchswoche begründet (Tabelle 6 und 7)

Die statistische Auswertung über die Zeitreihe (Friedman-Test) von 24-120 Stunden ergab für die Einzelboxhaltung im Winter einen signifikanten Abfall der Positionswechsel ( $p=0,001$ ) (Abbildung 14). Das bedeutet, dass im Winter im

Zeitraum von 4 Tagen die Tiere immer ruhiger wurden und seltener ihre Lage (Stehen/Liegen) gewechselt haben. Hier hatten im Zeitbereich 24-48 h p. Imm. die Hirsche im Winter ihren höchsten Wechselwert/h. In der Einzelboxhaltung des Sommers ist eine solche Verringerung der Positionswechsel nicht belegbar. Hier kam es bedingt durch die vermehrte Unruhe der Hirsche 3-5 im Zeitraum 48-72 h p. Imm. wiederum zu einem Anstieg der Stehen-Liegen-Wechsel (Abbildung 14).

Der vorherrschende Eindruck der Verhaltensbeobachtungen der Hirsche in der Einzelbox ist der deutlich erhöhte Ruheanteil am Gesamtverhalten der Hirsche im Vergleich zu ihrem Verhalten im Rudel. Hierbei ist der Ruheanteil im Winter mit ungefähr 4/5 am Gesamtverhalten der Hirsche noch viel stärker gestiegen als der Ruheanteil im Sommer der nicht ganz 2/3 des Gesamtverhaltens ausmacht.

Dieser durchschnittlich geringere Ruheanteil bei den Sommerhirschen in der EB ist bei der Einzelbetrachtung der Hirsche vornehmlich im Verhalten der Hirsche 4 und 5 begründet. Deren, im Vergleich zu den anderen Sommerhirschen in der Boxenhaltung, andere Gewichtung der Aktivität bzw. ihr anhaltend immer wieder gezeigtes „wall pacing“ und ihre Fluchtversuche beeinflussen das durchschnittliche Ergebnis.

Die Winterhirsche in Boxenhaltung sind eindeutig ruhiger und weniger belastet, was sich in ihrer deutlich geringeren Positionswechselhäufigkeit und an dem signifikanten Abfall dieses Wertes im Zeitverlauf der Boxenhaltung zeigt. Auch konnte bei diesen Hirschen immer wieder die Abfolge der Verhaltensweisen beobachtet werden, die Bützler (1986) für die Abfolge des Normalverhaltens eines Hirsches anhand seiner Beobachtungen angibt (s. Kapitel II.3.1.). Die dort beschriebenen sozialen Kontakte und das Ziehen zum Äsungsplatz sind natürlich in der Boxenhaltung nicht möglich.

Die Ergebnisse der Auswertung der Verhaltensbeobachtung in der Box vermitteln den Eindruck einer vermehrten Aktivierung der HPA-Achse. Es scheint, dass sich der Hirsch mit den Haltungsumständen arrangiert und sich sozusagen „seinem Schicksal fügt“. Bei den Sommerhirschen ist von Fall zu Fall in den Zeiträumen der Aktivität auch die Aktivierung der SA-Achse erkennbar, was sich in Form des „wall pacing“ und ihrer Fluchtversuche erkennen lässt (v.Borell 2001; Henry und Stephens 1977).

#### 2.1.4. Verhaltensvergleich der Haltungsformen

Zum Vergleich des Verhaltens der Hirsche im Rudel, im Einzelgehege und der Einzelbox werden die Verhaltenskategorien „Liegen“, „Stehen“, „Fortbewegung“, „Äsen“ und „solitäre Körperpflege“ in die beiden Kategorien „Ruhen“ und „Aktivität“ zusammengefasst. „Ruhen“ ist identisch mit der Kategorie „Liegen“, die „Aktivität“ beinhaltet alle anderen Verhaltensweisen. Aus den Abbildungen Abbildung 9 und Abbildung 11 ist ersichtlich das zwar ein Einfluss der Haltungsform auf das Ruheverhalten und die Aktivität der Hirsche besteht, jedoch kein relevanter Einfluss der Jahreszeit auf diese beiden Kategorien gegeben ist.

Deshalb erfolgt sowohl bei der Verhaltensweise „Ruhen“ als auch bei der „Aktivität“ die Berechnung der Abhängigkeit von der Haltungsform unabhängig von den Jahreszeiten.

Hierbei zeigen sich, bezogen auf die Haltungsform, signifikante Unterschiede.

In Abbildung 9 sind diese Unterschiede im Ruheverhalten vergleichend dargestellt. Die Beobachtung der Hirsche im Rudel und im Einzelgehege erfolgte nur am Lichttag. Die Tiere in den Einzelboxen (EB) zeigen am Tag ein signifikant häufigeres Ruheverhalten in Form des „Liegen“ im Vergleich zu den Hirschen im Einzelgehege (EG) ( $p=0,016$ ) und zu den Hirschen im Rudel ( $p=0,008$ ). Jedoch zeigen auch die Tiere im Rudel mit  $p=0,039$  ein signifikant häufigeres Ruheverhalten als die Hirsche im Einzelgehege.

Den Ergebnissen des Ruheverhaltens entsprechend zeigen die Hirsche unabhängig von der Jahreszeit in der EB im Vergleich zum EG ein signifikant geringeres Aktivitätsverhalten ( $p=0,008$ ), ebenso wie auch im Vergleich zum Rudel ( $p=0,004$ ). Auch hier sind die Tiere im Rudel im Vergleich zu den Hirschen im EG signifikant weniger aktiv ( $p=0,04$ ) (Abbildung 12).

Diese signifikanten Unterschiede belegen die bei den Einzelbetrachtungen der Verhaltensbeobachtungen im Rudel, im EG und in der EB getroffenen Aussagen der unterschiedlichen Aktivierung der Stressachsen. Im Vergleich zum Verhalten im Rudel sind die Hirsche in der EB unabhängig von der Jahreszeit grundsätzlich ruhiger. Die Haltung im EG führt zu einer signifikanten Erhöhung der Aktivität im Vergleich zum Verhalten im Rudel. Die höhere Aktivität im EG deutet auf

eine vermehrte Aktivierung der SA-Achse hin. Die reizarmen Haltungsbedingungen in der EB lassen eine vermehrte Aktivierung der HPA-Achse vermuten.

Da das Verhalten der Hirsche in der EB ganztags durch Videoaufzeichnung erfasst wurde, ist ein Vergleich des Ruhe-Aktivitäts-Verhaltens bei Tag und Nacht möglich. Dieser Vergleich ergab, dass keine signifikanten Unterschiede im Verhalten der Hirsche zwischen Tag und Nacht erkennbar.

Ein weiterer Aspekt beim Vergleich der unterschiedlichen Haltungsbedingungen ist die Auswertung der Anteile der „solitären Körperpflege“ in der jeweiligen Haltungsform ohne Berücksichtigung der Jahreszeit (Abbildung 13). Der Anteil der „solitären Körperpflege“ ist in der EB gegenüber der im EG signifikant ( $p=0,008$ ) höher und liegt mit ihrem Mittelwert im Bereich ihres Anteils bei den Tieren im Rudel. Dieses Ergebnis unterstützt die Aussage, dass die Hirsche in der EB sich mit ihren Haltungsbedingungen „abfinden“, sich „anpassen“ und wieder vermehrt Verhaltensweisen zeigen die auch zu ihrem Verhalten im Rudel zählen. Hingegen haben sich die Hirsche im EG mit ihrer Haltungsform nicht abgefunden, „kämpfen“ dagegen an und zeigen deshalb diese natürliche Verhaltensweise bis auf einen Hirsch nicht (Tabelle 4).

## **2.2. Herzfrequenz**

Die Messung der Herzfrequenzveränderungen und ihre Aufzeichnung mit Polar®-Uhren war nur zum Teil erfolgreich. Das Abwehrverhalten der Hirsche 3, 9 und 11, welches das Anlegen des Brustgurtes zur Messung unmöglich machte, der Kontaktverlust der Elektroden, das Verrutschen des Gurtes bei der hohen körperlichen Aktivität der Hirsche im Einzelgehege und die schlechten Kontakte der Elektroden bei niedriger Temperatur, verringerten die auswertbaren Ergebnisse der HF-Messung. Es liegen nur HF-Aufzeichnungen der Hirsche 1, 2, 4 und 5 der Boxenhaltung des Sommers und nur eine Aufzeichnung von Hirsch 10 der Boxenhaltung im Winter vor. Nur bei den Aufzeichnungen von Hirsch 4 gelang es eine Dauer von 100 Stunden zu erfassen. Es war kein Vergleich mit der Einzelgehegehaltung über die Herzfrequenz (HF) möglich.

Akuter Stress ändert die HF und das Verhalten (Pollard et al., 1993; Carrhager et al., 1997). Die HF ändert sich mit der Art der Aktivität (motorische Komponente)

und bei psychischem Stress (non motor. Komponente) (Price et al., 1993), ohne bei letzterem eine für den Betrachter sichtbare Veränderung des Verhaltens bewirken zu müssen. Dies zeigt wie grundsätzlich wichtig es ist die Herzfrequenzmessung mit der Verhaltensbeobachtung zu kombinieren.

Die in der Tabelle 8 angeführten Mittelwerte der Herzfrequenz der Hirsche 1, 2, 4 und 5 (Sommer) und des Hirsches 10 (Winter) über den jeweiligen gesamten Messbereich und die Mittelwerte von Tabelle 9 der Herzfrequenz je Tier und Zustand (Ruhe/Aktivität) liegen mit ihren Durchschnittswerten im Bereich dessen was in der Literatur bei Farmhirschen vor zusätzlichen Handlungsmaßnahmen angeführt wird. Dies gilt auch für den Abstand (Abbildung 15) von Ruhe-Mittelwert zu Aktivität-Mittelwert der Herzfrequenz von durchschnittlich 15 bpm (Price et al., 1993; Pollard et al., 1993; Wagner, 1992; Carrhager et al., 1997). Die Steigerung der Ruhe-HF zur Aktivitäts-HF beträgt bei den Hirschen 1, 2, 4 und 5 im Durchschnitt 28%. Die deutlich höhere prozentuale Steigerung von 42% bei Hirsch 10 im Winter ist seinem individuellen Verhalten geschuldet. In den kurzen Aktivitätsphasen dieses Hirsches zeigt er vermehrt Pflegeverhalten (bknappern, kratzen mit Geweih oder Hinterlauf), auch schütteln des Kopfes und des Körpers. Diese Aktivitäten führen zu Erhöhungen der Herzfrequenz bis zu 100 bpm und darüber (Anhang Tabelle 17).

In Abbildung 16 ist die gemittelte HF aller der Hirsche über die Zeit dargestellt. An der Trendlinie ist eine Steigerung der HF von 50 bpm auf bis zu 60 bpm festgehalten, danach fällt sie im Zeitraum bis zur 43 Stunde wieder bis in den Ausgangsbereich ab. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Tiere sich an ihren Aufenthaltsort gewöhnen und die akute Belastung durch die Haltungsform abnimmt. Nur von Hirsch 4 liegt eine Aufzeichnung der HF bis zur 100 Stunde vor. In Abbildung 17 sind die Mittelwerte der HF jeder Stunde ab der 10. Stunde nach der Immobilisation dargestellt. Die Trendlinie verdeutlicht die Anpassung dieses Hirsches an die Haltungsbedingungen. Für die erkennbare Rhythmik der HF-Aufzeichnung dieses Hirsches sind einmal die Kotsammlungen und zum anderen Aktivitäten von Menschen, die außerhalb des Boxenbereichs vor allem abends stattgefunden haben, verantwortlich. Dies belegt, dass der Hirsch 4 trotz der Abschottung in der Boxenhaltung auf Reize außerhalb seines Haltungsbereiches reagiert.

Auch die Werte, die anderen bestimmten körperlichen Aktivitäten zuzuordnen

sind, wie das Hochsteigen an der Wand bei Hirsch 4 mit HF-Werten zwischen 81 bis 118 bpm oder das im extrem über mehrere Minuten stattfindende „wall pacing“ bei Hirsch 4 und 5 mit bis zu 139 bpm liegen im Bereich der Werte die als Ergebnisse gängiger Haltungserfordernisse mit erhöhter körperlicher Aktivität im täglichen Betrieb eines Hirschgatters beschrieben werden (Tabelle 15 und Tabelle 16). Die daraus resultierende Stressbelastung wird dort als gering beurteilt, da die Hirsche in kurzer Zeit danach wieder ihr normales Verhalten annehmen und die HF auf ihren Ausgangswert vor der Belastung zurückgegangen ist.

Die Durchschnittswerte der durchgeführten Herzfrequenzmessungen können den Eindruck vermitteln, dass die akute Belastung der Hirsche, die sich über die sympathicoadrenomedulläre Achse bemerkbar macht, gering bzw. nicht auffällig ist.

Hierbei bestätigt sich die größere Unruhe der Sommerhirsche auch in der HF-Messung. Die Hirsche 1 und 2 zeigen sich nach ihren HF-Daten durch die Kotsammlung nicht stark belastet. Die bei der Kotsammlung gemessene Durchschnittsherzfrequenzen liegen im Bereich des bei Hirsch 10 im Winter gemessenen Wertes. Jedoch zeigen beide Hirsche 1 und 2 während der jeweiligen Aufnahmezeit der HF deutlich häufigere Positionswechsel pro Stunde als der nur einmal nach der ersten Kotsammlung stärker beunruhigte Hirsch 10 (Abbildung 19, Tabelle 13, Tabelle 14 und Tabelle 17). Die Hirsche 4 und 5 der Boxenhaltung im Sommer, die am Abend in die Box eingestellt wurden, zeigten sich, wie bei den Verhaltensbeobachtungen beschrieben, durch die Einstellung der Hirsche 1-3 am nächsten Vormittag besonders beunruhigt. Diese Belastung zeigte sich auch in der Auswertung ihrer HF-Messdaten in Verbindung mit der Verhaltensbeobachtung. Bei zum Teil individuellen Unterschieden der beiden Hirsche kann die deutliche Zunahme des Aktivitätsanteils als gemeinsame Auffälligkeit zu Beginn ihrer HF-Aufzeichnungen hervorgehoben werden (Tabelle 15 und Tabelle 16). Als Beispiel ist die 100 h Aufzeichnung der HF des Hirsches 4 in Abbildung 18 graphisch dargestellt. Im Zeitraum 14-18 h nach der Immobilisation dieses Hirsches findet die Einstellung der anderen Hirsche 3-5 in ihre jeweilige Box statt. Die dabei stattfindende Erhöhung der Herzfrequenz des Hirsches 4 verläuft häufig ohne sichtbare Verstärkung oder Veränderung der Aktivität, d.h. der Hirsch steht ruhig und bewegungslos in der Box, evtl. ist an

seiner Haltung eine Anspannung erkennbar. An diese non motorische HF-Erhöpfung, über den Wert ruhigen Stehens hinaus (Price et al., 1993), schließt sich meist in der Folge eine Erhöhung der körperlichen Aktivität an. Die Anspannung löst sich z.B. durch vermehrtes Drehen in der Box oder auch in häufigen Positionswechseln (Tabelle 6, Tabelle 7, Tabelle 15 und Tabelle 16).

In der 100 Stunden Aufzeichnung des Hirsches 4 (Abbildung 18) ist die Abnahme der zu Anfang stark erhöhten Herzfrequenz beim Kotsammeln deutlich erkennbar. Zum Kotsammeln werden die Hirsche in eine Ausweichbox umgetrieben. Der dadurch durch die Nähe des Menschen gesetzte Stressreiz wird während der Dauer des Aufenthalts in der Box deutlich geringer. Das ist an der Abnahme der Herzfrequenz in der Abfolge der Kotsammlungen erkennbar (HF = 124-113-106-106-82-91-77 bpm).

Der Verlauf der HF-Aufzeichnungen und die Darstellung des Ruhe-/Aktivitätsverhältnisses des Hirsches 10 im Winter (Abbildung 19) zeigt auffällige Unterschiede zu der Darstellung der Hirsche 4 (Abbildung 18). Deutlich erkennbar sind längere Liegephasen verbunden mit kurzzeitigen Aktivitätsphasen. Die Herzfrequenzen der Ruhephasen, wie auch die der Aktivitätsphasen bewegen sich auf recht gleichbleibenden Niveau, einzig leicht durch das Kotsammeln beeinflusst.

Die HF-Messung gibt bei geringer Fallzahl und der nur teilweise gelungenen Messungen über einen kürzeren Zeitraum, nur den Hinweis der größeren Unruhe und Nervosität der Hirsche bei Boxenhaltung im Sommer im Vergleich zu Hirsch 10 im Winter. Das kann auf eine höhere Belastbarkeit der Winterhirsche hindeuten.

Die Herzfrequenzmessung kombiniert mit der Verhaltensbeobachtung bestätigt einmal die vermehrte Beunruhigung der Hirsche 4 und 5 durch das Einstellen der anderen Hirsche in den Wartestall, und zum anderen, dass akute Stressbelastung mit HF-Erhöpfung einhergeht, zum Teil auch ohne Erhöhung der körperlichen Aktivität.



### 2.3. Blut- und Serumwerte

Neben der generell relativ geringen Fallzahl in diesem Feldversuch schränkt auch die geringe Fallzahl ( $n=2$ ) der EG-Haltung im Winter die Aussagekraft eines Teiles der Blut-/Serumparameter ein. Die hohe Variabilität in der individuellen Stressantwort kann hier stark die Aussagekraft festgestellter Durchschnittswerte beeinflussen. Diese geringe Fallzahl kam durch den Ausbruch eines Hirsches aus dem EG und die aus tiermedizinischen Gründen nicht durchgeführte Beprobung eines Hirsches am Ende seines EG-Aufenthaltes zustande. Dies betrifft vor allem die statistische Bewertung des Testosterongehaltes im Serum der Hirsche. Testosteron ist der einzige gemessene Parameter, bei dem die Jahreszeit einen relevanten Einfluss auf die entsprechenden Werte hat. Alle anderen bestimmten Werte werden durch die Jahreszeit nicht beeinflusst. Deshalb sind in Tabelle 10 alle bestimmten Werte, bis auf das Testosteron, nur nach der Haltungsform unterschieden dargestellt. Tabelle 11 gibt die Testosteronwerte getrennt nach Jahreszeit und Haltungsform wieder. Ein Teil der gemessenen Parameter kann eine Veränderung auch durch eine unterschiedliche, kurzfristige Aktivierung des Sympathikus bzw. der SA-Achse durch das jeweilige zur Beprobung notwendige Handling erfahren haben. Dadurch ist die Aussagekraft dieser Parameter nicht eindeutig.

#### 2.3.1. Kreatinkinase

Alle gemessenen Werte der Kreatinkinaseaktivität befinden sich in dem in der Literatur beschriebenen Referenzbereich, bzw. die meisten liegen unter den von Grigor et al. (1998) und Zamborszky (2001) beschriebenen Werten der Enzymaktivität. In der Boxenhaltung scheint die Notwendigkeit der Bereitstellung sofort verwertbarer Energie im Muskel reduziert zu sein.

Die Aktivität der Kreatinkinase zeigt innerhalb der Haltungsformen signifikante Unterschiede. Sie ist ein Maß für die körperliche Belastung. Nach der EB-Haltung ist die Aktivität des Enzyms gegenüber derjenigen nach der EG-Haltung signifikant niedriger ( $p=0,018$ ). Dies gilt auch für den Vergleich der EB- mit der Rudelhaltung ( $p=0,003$ ). Die CK-Aktivität ist nach der Haltung im EG mit

$p=0,043$  signifikant höher als die Werte der Hirsche aus dem Rudel. Damit zeigt sich auch in den Werten der CK-Aktivität die höhere körperliche Aktivität der Hirsche im EG in Form des „Fence-pacing“.

### **2.3.2. Kreatinin**

Zwar sind die Kreatinin-Mittelwerte der beteiligten Hirsche beider Einzelhaltungsformen gegenüber den jeweiligen Rudelwerten leicht erhöht, befinden sich jedoch im Bereich der Referenzwerte. Es sind keine signifikanten Unterschiede feststellbar. Kurzfristige körperliche Belastungen können auch die Kreatininwerte erhöhen, deshalb ist es nicht belegbar, dass die Erhöhungen die Folge der Einzelhaltungen sind. Die unspezifischen Veränderungen der Werte einzelner Tiere geben den Hinweis, dass die Veränderungen die Folge einzelner individueller Belastungen sind.

### **2.3.3. Hämatokrit, Hämoglobin**

Die Veränderungen des Hämatokrit- wie auch des Hämoglobinwertes im Normbereich, sowohl der Hirsche die die Einzelhaltungen EB und EG durchliefen, als auch der Hirsche die nach Beprobung im Rudel verblieben, lassen keine Aussage über den Einfluss der Einzelhaltungen auf diese Blutparameter zu. Es wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

### **2.3.4. Glucose**

Anhaltend erhöhte Glukocorticoidspiegel im Blut führen, durch eine daraus folgende geringere Insulinempfindlichkeit der Körperzellen und durch die Förderung der Glukoneogenese durch Glukocorticoide in der Leber, zu einer Erhöhung des Glukoseblutspiegels. Die gemittelten, deutlich erhöhten Glukosewerte im Blut der Hirsche nach ihrer Einzelhaltung im EG und in der EB

um 29 % gegenüber der Rudelhaltung, könnten den Schluss zulassen, dass die hier erhöhten Glukosewerte die Folge vermehrten freien Cortisols im Blut sind.

Andererseits ist eine starke kurzfristige Blutglukoseerhöhung auch durch eine Adrenalinausschüttung in Folge akuter Belastung und Aktivierung der SA-Achse möglich. Dies könnte bei der bei Wildtieren notwendigen Immobilisierung und deren Ablauf mitunter gegeben sein. Auch ist bekannt, dass der Wirkstoff Xylazin, als Bestandteil der zur Immobilisierung der Hirsche benutzten Hellabrunner-Mischung, zu einer Hyperglykämie führen kann (Symonds und Mallinson, 1978).

Auch hier ist die hohe Variabilität der Minimum- und Maximum-Werte aller 3 Gruppen auffällig (Tabelle 10). Dies und die geringe Fallzahl bewirken, dass die statistische Auswertung keine signifikanten Unterschiede der Glukosewerte nach der jeweiligen Haltung aufzeigt.

### **2.3.5. Laktat**

Laktat entsteht durch anaeroben Abbau von Glukose wenn der Organismus schnell Energie benötigt. Dies geschieht vor allem unter dem Einfluss des Adrenalins (SA-Achse). Nach Carrhager et al. (1997) steigt der Laktatblutspiegel bei üblichen Handlingsmaßnahmen kurzfristig auf durchschnittlich 3,5 mmol/l an. Danach fällt der Laktatblutspiegel innerhalb von maximal 2 h auf den Normalwert (Ingram et al., 1994) von 1 mmol/l zurück.

Die bei einigen Hirschen gemessenen erhöhten Laktatwerte sind kurzfristig durch erhöhte Aktivität des jeweiligen Hirsches während seiner Immobilisation verursacht. Zu dieser Erhöhung einzelner Werte kam es in jeder Haltungform (Rudel, EG, EB). Es wurden keine signifikanten Unterschiede der Laktatwerte nach den verschiedenen Haltungen nachgewiesen.

### **2.3.6. Testosteron**

Testosteron beeinflusst das Verhalten der Rothirsche, ihre Aktivität und

Aggressivität, und synchronisiert den Geweihzyklus des Rothirsches an seinen reproduktiven Zyklus. Zu Beginn des Frühjahres, zur Zeit des Geweihabwurfes und des vermehrten Schiebens des neuen Geweihes ist der Testosterongehalt auf 1 ng/ml bis nicht mehr messbar herabgesunken (Gaspar-Lopez et al., 2010). Bis zur Zeit des Fegens und zur Brunft steigen die Werte bis auf 8 ng/ml an.

Die durchschnittlichen Testosteronwerte der Sommer- und Winterhirsche der Rudelhaltung liegen mit 6,2 ng/ml im Sommer und 1,96 ng/ml im Winter (Tabelle 11) im Bereich der in der Literatur angeführten Werte des männlichen adulten Rothirsches. Sie zeigen dabei in ihrer Höhe große individuelle Unterschiede zwischen einzelnen Tieren.

Auffällig ist im Sommer die deutliche Abnahme des Testosterongehaltes bei großen individuellen Unterschieden der Tiere auf im Mittel 4,7 ng/ml (EB) bzw. 3,4 ng/ml (EG)(Abbildung 21).

Dies könnte seine Ursache indirekt in einem erhöhten Cortisolblutspiegel haben. Das CRH des Hypotalamus bewirkt die vermehrte Freisetzung von ACTH aus dem Hypophysenvorderlappen. Das ACTH ist verantwortlich für die vermehrte Freisetzung des Cortisols aus der Nebennierenrinde. Dabei bildet sich aus dem POMC (Proopiomelanocortin) der Hypophyse neben ACTH auch Endorphin. Erhöhte Endorphinproduktion hat einen reduzierenden Einfluss auf die LH-Sekretion und damit auf die Produktion von Testosteron in den Testes. Weiterhin ist bekannt, dass eine vermehrte Freisetzung von CRH aus dem Hypothalamus, als Reaktion auf einen Stressor, einen hemmenden Einfluss auf die Freisetzung von GnRH (Gonadotropin Releasing Hormon) und GHRH (Growth Hormon Releasing Hormon) hat. Somit könnte die Verringerung des Testosteronspiegels nach den Einzelhaltungen als Hinweis auf eine erhöhte Aktivität der HPA-Achse durch den Stressor „Isolation“ gesehen werden.

Nach den Einzelhaltungen im Winter fiel die Abnahme der Testosterondurchschnittswerte gegenüber den Rudelwerten auf niedrigem Niveau mit 19 % nach der EB-Haltung und 6,8 % nach der EG-Haltung deutlich geringer aus. Abbildung 21 zeigt diese relevanten Unterschiede. Zur Verdeutlichen der großen jahreszeitlichen Unterschiede gibt die Abbildung 22 die Unterschiede der Testosteronwerte nur in Abhängigkeit von der Jahreszeit wieder. Trotz dieser relevanten Unterschiede war vor allem wegen der großen individuellen Streuung

der Werte keine Signifikanz nachweisbar.

### 2.3.7. Cortisol

Im Gegensatz zu den meisten Nutztieren, die die Nähe des Menschen gewöhnt sind, hat der Rothirsch, auch nach Generationen in der Gatterhaltung, sich soviel Wildcharakter bewahrt, dass eine Bestimmung des Basalwertes des Cortisols im Blut in der Regel nicht möglich ist. Die Blutentnahme selbst, die dabei notwendige Nähe des Menschen, ist für den Rothirsch ein Stressor, der zum Anstieg des Cortisols im Blut führt. Die in dieser Untersuchung notwendige Immobilisierung der Rothirsche, um unter anderem ein Blut- oder Serumprobe zu gewinnen, mit ihren sehr unterschiedlichen Abläufen und Reaktionen der Hirsche auf diesen Stressor, spiegelt sich in den Ergebnissen der Cortisolwerte nach den verschiedenen Haltungsformen wieder.

Die bestimmten Cortisolwerte lagen in allen Haltungsformen (Rudel, EG, EB) zum Teil im Bereich der Werte, die in der Literatur durch automatische Blutentnahme bestimmt wurden. Andere Werte waren hingegen um ein Mehr- bis Vielfaches erhöht, und lagen im Bereich der durch ACTH-Test erhaltenen, in der Literatur beschriebenen Werte.

Die ermittelten Durchschnittswerte des Cortisols im Blut der Hirsche könnten den Eindruck vermitteln, dass die EB-Haltung bzw. die EG-Haltung einen, gegenüber der Rudelhaltung, geringeren Stressor darstellen. Natürlich ist eine Immobilisation eines Hirsches in der EB, bei der der Schuss mit dem Blasrohrgewehr leicht angebracht werden kann, oder die Immobilisation im EG, bei der der Hirsch nach langsamer Annäherung immer freistehend beschossen werden kann, kein zur Immobilisation aus dem Rudel vergleichbarer Stressor. Die Immobilisation aus dem Rudel macht das zum Teil langwierige Bewegen des Rudels notwendig, bedeutet wiederholte Annäherung an das Rudel, bis das Tier so freisteht, dass es beschossen werden kann. Dies erklärt warum die Cortisolmittelwerte der Hirsche aus dem Rudel am Höchsten sind.

Somit ist beim Rothirsch die Cortisolbestimmung nach Blutentnahme keine geeignete Methode zur vergleichenden Beurteilung der Haltungsformen.

## 2.4. Cortisolmetaboliten

Das notwendige Handling bis zur Blutabnahme ist für viele Tiere ein Stressor und es kommt zur Aktivierung der Stressachsen. Die HPA-Achse setzt vermehrt Glukocorticoide frei und dies führt zwangsläufig zur Verfälschung der Messergebnisse (Möstl und Palme 2002).

Das 11-Oxo-etiocholanolon Enzymimmunoassay (Möstl et al., 2002), das von Huber et al. (2003) für den Rothirsch validiert worden war, wurde zur Bestimmung der Cortisolmetaboliten aus dem Kot der Rothirsche herangezogen.

Durch die Größe der Rudel war eine zugeordnete Sammlung der Kotproben nicht möglich, aber alle Kotproben konnten durch das Vorgehen bei der Sammlung der Proben frisch gewonnen werden. Die Möglichkeit einer bakteriellen Zersetzung der CM wie in der Literatur beschrieben war damit ausgeschlossen. Der Durchschnittswert der CM im Kot der Rudelhirsche betrug im Sommer (n=70) 172 ng/g Kot und im Winter (n=34) nur 62 ng/g Kot. Dieses Verhältnis des Gehaltes an CM zwischen Sommer und Winter Werten entspricht nicht dem Ergebnis von Huber et al. (2003). Bei deren Untersuchung waren die Werte im Dezember und Januar mit einem CM Wert von 400-600 ng/g Kot zwei bis dreimal höher als die Werte im August und September mit durchschnittlich 200 ng/g Kot. Dieser Unterschied kann in den vollkommen verschiedenen Lebensbedingungen der Hirsche begründet sein. Im Winter kommt es bei Rothirschen unter natürlichen oder wie bei Huber et al. (2003) seminatürlichen Bedingungen in einem Gehege mit 45 ha in unserer Klimazone mit verringerter Futtermittelverfügbarkeit im Winter zu der in der Literatur beschriebenen Reduktion der motorischen Aktivität (Berger, 1999; Berger et al., 1999) und zu einer Reduktion des Grundumsatzes (Arnold, 2002; Arnold et al., 2004). Diese Verringerung der metabolischen Rate ist mit erhöhten Cortisolspiegeln assoziiert. Es liegt eine katabole Stoffwechsellage vor. Hier werden vermehrt Glukocorticoide benötigt, die eine Glukoneogenese bewirken, die aus durch Eiweißabbau freigesetzten Aminosäuren den Körper mit leicht verwertbarer Energie in Form von Glukose versorgen.

Diese Situation ist bei den Lebensbedingungen der 54 Gatterhirsche im Winter mit ihrer dauernden Überernährung (Grassilage ad libidum, tägliche Gabe von

Maissilage und Biertreber) nicht gegeben. Auch sind die Wetterbedingungen mit  $-8^{\circ}$  bis  $0^{\circ}\text{C}$  für wohl ernährte Rothirsche nicht als extrem anzusehen. Extreme Wetterbedingungen, vor allem niedrige Temperaturen, können als Stressor zu erhöhten Cortisolspiegeln führen. Auch der bei Huber et al. (2003) und bei Balfanz (2007) diskutierte mögliche geringere Verdünnungseffekt auf die CM im Kot, durch verringerte Nahrungsaufnahme und daraus bedingte geringere Kotmenge ist bei der beobachteten Futteraufnahme der Gatterhirsche nicht gegeben.

Die während der Isolation der Hirsche im EG oder der EB in den Versuchsdurchgängen gesammelten Kotproben spiegeln in ihrem Gehalt an CM den Cortisolblutspiegel eines Zeitraums wieder, der im Mittel 18 h vorher beginnt (Huber et al., 2003). Solange dauert die durchschnittliche Darmpassage beim Rothirsch vom Duodenum bis zur Ausscheidung des Kotes. Da nach der Einstellung der Hirsche in die Einzelhaltungen nicht bekannt ist zu welchem Zeitpunkt sich der Rothirsch gelöst hat, kann erst mit den am zweiten und den folgenden Tagen gesammelten Kotproben durch ihren Gehalt an CM eine mögliche Aussage über die Stresshaltigkeit der jeweiligen Einzelhaltung getroffen werden. Vorher könnte sich noch die Belastung des Handlings und die der Immobilisation in den Werten widerspiegeln.

Die in Tabelle 12 wiedergegebenen Ergebnisse zeigen die großen individuellen Unterschiede der einzelnen Hirsche. Deutlich ist aus Tabelle 12 und Abbildung 24 und Abbildung 23 erkennbar, dass die CM Werte der Hirsche sich bei den Einzelhaltungen im Winter auf einem deutlich niedrigeren Niveau befinden als es bei den Einzelhaltungen der Hirsche der Sommersversuchswochen der Fall ist. Auch ist der schnellere Abfall der CM-Werte im Winter auf das niedrigere Niveau aus der Betrachtung der Graphiken deutlich ersichtlich.

Der Vergleich der CM-Mittelwerte der EB-Haltung mit denen der EG-Haltung beginnt mit dem Zeitraum 24-48 h nach der Immobilisation, spiegelt also bei Berücksichtigung der durchschnittlichen Darmpassage des Rothirsches die Cortisolwerte im Blut des Hirsches zwischen 6 und 30 h nach der Immobilisation wieder. Dies gilt entsprechend für die nächsten Zeiträume der Kotsammlungen. Die durchschnittliche Erhöhung der CM-Werte ist mit der bei Huber et al. (2003) beschriebenen Erhöhung nach Störversuchen vergleichbar. Deutlich ist jedoch der Unterschied der Jahreszeit hervorzuheben. Die Erhöhungen gehen im Winter von dem deutlich niedrigeren Niveau der Rudelwerte von  $62\text{ ng/g}$  Kot aus und

erhöhen sich auf dieser Grundlage um das 13 fache bei der EB-Haltung und um das 8,3 fache nach der EG-Haltung im Zeitraum der Kotsammlung 24-48h nach der Immobilisation. Schon danach fallen die CM-Werte im nächsten Zeitraum bei beiden Haltungsformen deutlich auf das ungefähr 5 fache ab, um danach auf das ungefähr 3 fache herabzugehen.

Im Sommer beträgt der durchschnittliche CM Rudelwert 172 ng/g Kot. Als Folge beider Einzelhaltungsformen steigt der Gehalt an CM zu Beginn um das 10,5 fache. Diese Erhöhung dauert im Sommer über beide Zeiträume 24-48 h und 48-72 h der Kotsammlung, um danach auf das durchschnittlich 3,5 fache abzufallen.

In Abbildung 23 ist der Vergleich des Einflusses der Jahreszeit auf den Gehalt der CM im Kot im Verlauf der Einzelboxhaltung der Hirsche dargestellt. Der relevante Unterschied, gegeben durch die Jahreszeit, ist deutlich sichtbar. Auch die statistische Analyse ergab signifikante Unterschiede. So waren die CM-Werte in den Zeiträumen 10-24 h, 24-48 h und 48-72 h nach der Immobilisation im Sommer signifikant höher als die Werte der entsprechenden Zeiträume im Winter (Abbildung 23). Diese Signifikanz war bei dem Vergleich der Sommer und Winter CM-Werte in der EG-Haltung aufgrund der Streuung der Werte bei geringen Fallzahlen (Winter n=3 Tiere) nicht nachweisbar.

Ein Mittelwert der CM-Werte aller Hirsche (n=11) in der EB-Haltung, ohne Berücksichtigung der Jahreszeit, ab dem Zeitraum 24-48 h nach der Immobilisation und das gleiche Vorgehen für die CM-Werte der EG-Haltung (n=8) erlauben eine vergleichende Auswertung der Zeitreihe 24-120 h p. Imm.

Abbildung 25 zeigt die Signifikanz  $p=0,003$  des Abfalles der CM-Mittelwerte im Verlauf dieser 4 Tage in der EB. Eine solche Signifikanz ist für CM-Werte im EG nicht nachweisbar (Abbildung 26).

In Abbildung 25 sind Signifikanzen im Paarvergleich dargestellt (Wilcoxon Test) aufgezeigt, die die Abnahme der CM-Werte im Verlauf der Zeit belegen.

Im Paarvergleich der EG CM-Werte (Abbildung 26) ist der signifikante Abfall des CM Gehalts der Kotproben vom Zeitraum 48-72 h hin zum Zeitraum 72-96 h nach der Immobilisation hervorzuheben ( $p=0,023$ ).

Trotz der Problematik der geringen Versuchstierzahl in diesem Feldversuch und der Individualität der Intensität der Stressreaktion einzelner Tiere, sind auch diese



Ergebnisse ein Beleg für die Stressbelastung des Rothirsches durch seine isolierte Haltung. Besonders auffällig ist hierbei der Unterschied der Jahreszeiten unter diesen Versuchsbedingungen. Die Aktivierung der HPA-Achse mit der Freisetzung von Cortisol befindet sich hier im Winter auf einem deutlich niedrigeren Niveau als im Sommer. Das belegen die Rudelwerte, wie auch die Werte nach den Einzelhaltungen. Weiterhin dauert es doppelt solange, bis sich im Sommer die CM-Werte der Einzelhaltungen (EB und EG) auf ein niedrigeres Niveau herabsenken. Dies kann als geringere Belastung der Winterhirsche durch die Einzelhaltungen bzw. eine schnellere Anpassung an dieselbe gesehen werden. Der Signifikanz Test über den Zeitverlauf zeigt die kontinuierliche Abnahme des CM Gehaltes der Kotproben während der EB Haltung. Bei dem Vergleich mit der EG-Haltung ist eine Abnahme erst nach 72 h signifikant nachgewiesen.

### **3. Schlussbetrachtung**

Durch den Vergleich der Einzelgehege- und der Einzelboxhaltung mit der Rudelhaltung anhand der Parameter Verhaltensbeobachtung, HF-Messung, Blut-/Serumparameter und der Cortisolmetaboliten im Kot wurde der Versuch unternommen die Stressantwort von Rothirschen auf den Stressor der Einzelhaltung, der Isolation in Einzelgehege (EG) oder Einzelbox (EB) zu evaluieren, eventuell zu quantifizieren und statistisch auszuwerten. Auch sollten die jahreszeitlichen Unterschiede besondere Beachtung finden.

Aufgrund der durchgeführten Untersuchung lassen sich folgende Aussagen treffen:

- Sowohl die EG- wie auch die EB-Haltung sind ein Stressor für das sozial lebende Rudeltier Rothirsch.
- Im EG zeigt sich eine signifikante starke Erhöhung der Aktivität, v.a. in der Verhaltensweise „fence pacing“ und in den Ausbruchversuchen im Sommer und Winter. Ein gelungener Ausbruch fand im Winter statt.
- In der EB ist eine signifikante deutliche Zunahme des Ruheanteils (Liegen) zu erkennen. Im Winter beträgt das Ruheverhalten 4/5, im Sommer 2/3 an der

Gesamtheit der Verhaltensweisen.

- Hirsche in der Einzelbox zeigen signifikant häufiger „solitäre Körperpflege“ als Hirsche im Einzelgehege.
- In der Einzelboxhaltung sind die Sommerhirsche im Aktivitätsanteil deutlich nervöser, bzw. unruhiger als die Winterhirsche. Die Zahl der Positionswechsel pro Stunde (Liegen/Stehen) ist bei Sommerhirschen deutlich höher. Im Winter finden sich die Tiere schneller mit der Isolation in der Einzelbox ab.
- In der Einzelbox ist im Winter eine signifikante Abnahme der Positionswechsel ab der 24. Stunde bis zur 120. Stunde belegt. Die Tiere sind im Winter in der EB ruhiger als im Sommer.
- Es war ein deutlicher Einfluss des Testosterons auf den Rothirsch bemerkbar. Die höhere Aktivität, die Aggressivität und das Verhalten ist wesentlich durch den relevant höheren Testosteronspiegel des Hirsches im Sommer beeinflusst.
- Die Kreatinkinaseaktivität ist nach der EB-Haltung signifikant geringer als bei Hirschen aus dem Rudel. Hingegen ist die Aktivität des Enzyms nach der EG-Haltung signifikant erhöht.
- Die CM-Ergebnisse unterstützen die Schlüsse die aus der Verhaltensbeobachtung gezogen wurden. Beide Einzelhaltungen sind ein Stressor für den Rothirsch. Bei den Hirschen der Winterversuchswochen ist die Aktivierung der HPA-Achse auf einem deutlich niedrigeren Niveau. Die CM-Werte im Kot der Sommerhirsche sind für bestimmte Zeitbereiche nach der Immobilisation in der EB signifikant gegenüber den Winterwerten erhöht. Der Cortisolspiegel im Winter geht im Verlauf der Einzelhaltungen schneller auf niedrigeres Niveau zurück.
- In der EB-Haltung gibt es eine signifikante kontinuierliche Abnahme der CM-Werte ab der 24. Stunde. Ausserdem sind signifikante Unterschiede zwischen einzelnen Zeitbereichen.
- In der EG-Haltung bis zur 72 h nach der Immobilisation findet eine Zunahme des CM-Wertes im Kot statt. Der CM Gehalt des Zeitbereichs 48-72 h ist signifikant höher als der des folgenden Zeitbereiches 72-96 h.
- Die vorliegenden Ergebnisse der HF-Messungen aus der Boxenhaltung lassen

zumindest den Hinweis zu, dass bei gemeinsamer Betrachtung mit den Verhaltensbeobachtungen die Hirsche im Winter einen belastbareren und ruhigeren Eindruck vermitteln. Der Herzfrequenzmittelwert nimmt nach einem Anstieg nach der Einstellung in die Einzelbox kontinuierlich ab.

Sowohl die Einzelboxhaltung als auch die Einzelgehegehaltung sind aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ein starker Stressor für die Tiere. Insgesamt ist jedoch die EB-Haltung der EG-Haltung vorzuziehen. Hierfür ist neben den Ergebnissen, auch der Aspekt der Sicherheit für Halter und Tier von wesentlicher Bedeutung. Die Möglichkeit des leichten Umtreibens und das generell leichtere „Handling“ der Tiere bei der Boxenhaltung mit den vorhandenen Vorrichtungen (z.B. Schiebetür, Aluminiumtreibschild) ohne besondere Beunruhigung der Tiere sind positive Aspekte die bei der EG-Haltung nicht möglich sind. Auch die leichtere und zeitsparende Annäherung zur Immobilisierung eines Tieres ist von großer Bedeutung. Dies Alles bedeutet letztlich vermehrte Sicherheit und geringere Verletzungsgefahr für Halter und Tier. Die bei der EG-Haltung dokumentierten vermehrten Ausbruchsversuche aller Hirsche aus dem EG und auch der gelungene Ausbruch aus dem EG stellen ein erhöhtes Risiko der Verletzung des Hirsches bei der Überwindung des Zaunes (z.B. Verfangen des Geweihes) dar. Oberstes Ziel bei dieser durch den Gesetzgeber vorgeschriebenen Einzelhaltung muss auch im Sinne des Tierschutzes die Vermeidung von Leiden oder Schäden für das Tier sein.

Der Schutz des Tieres ist bei den Versuchsgegebenheiten eher durch die Einzelboxhaltung gegeben. Auch wäre die Möglichkeit der Vermeidung einer zweiten Immobilisation zum Ablesen des Tuberkulintestes nach der Boxenhaltung leichter durch die vorhandene Einrichtung möglich. Ein vorhandener Haltestand in den der Hirsch aus der Box leicht geleitet werden könnte, würde die Bestimmung der Hautdicke möglich machen. Die Vermeidung einer zweiten Immobilisation wäre im Sinne des Tierschutzes und wäre eine Reduzierung der Belastung des Hirsches.

Auch wird bei der EB-Haltung mehrerer Rothirsche empfohlen, das Einstellen in die Einzelbox annähernd gleichzeitig vorzunehmen, da dann die hypnotische Nachwirkung der zur Immobilisierung verwendeten Medikamente noch vorhanden ist.

Die vorliegenden Ergebnisse des Sommer- und Wintervergleiches lassen die Empfehlung zu, die Transportvorbereitungen und die seuchenhygienischen Maßnahmen in die Wintermonate zu legen, um im Sinne des Tierschutzes die Stressbelastung für die Tiere zu vermindern.

Grundsätzlich wäre es überlegenswert eine Untersuchung zur Belastung der Rothirsche anzuschließen. Dabei sollten nebeneinander liegende Einzelgatter mit einer Mindestgröße nach dem Säugetiergutachten (1996), nach außen durch einen Sichtschutz abgetrennt, aber nach innen nur durch Doppelzaun getrennt, zur Einzelhaltung der Rothirsche genutzt werden. Damit wäre, bei zur EB vergleichbarer Abschirmung, einer angemesseneren Gattergröße als im Wartestall gewährleistet, und der Sichtkontakt zu anderen in Einzelhaltung befindlichen familiären Hirschen, mit seinem eventuell beruhigenden Effekt, gegeben.

## **VI. ZUSAMMENFASSUNG**

### **Untersuchung zur Stressbelastung von Rothirschen (*Cervus elaphus*) im Rahmen tierseuchenrechtlicher Eingriffe.**

Das Tierseuchenrecht verlangt vor dem Verbringen von Rothirschen innerhalb der Europäischen Union die Prüfung auf die anzeigepflichtigen Tierseuchen Brucellose und Tuberkulose. Die dazu notwendige Einzelhaltung (Einzelgehege oder Einzelbox) ist eine Belastung für den Rothirsch als soziales Rudeltier. Einzelboxhaltung bedeutet die Haltung in einem geschlossenen Wartestall mit 2,5 x 3 m Grundfläche, ohne Kontakt zu natürlicher Umgebung. Die Einzelgehege waren vorhandene Gatter verschiedener Größe mit Sicht-, Hör- oder Geruchskontakt des Hirsches zum Rudel. Es sollte untersucht werden, welche der beiden Einzelhaltungen einen größeren Stressor für den Rothirsch darstellt.

Die Prüfung der Belastung der Rothirsche erfolgt anhand der Parameter Verhaltensbeobachtung, Herzfrequenzmessung, Blut-/Serumparameter und Cortisolmetabolitenbestimmung im Kot.

Dazu wurde ein Feldversuch in 2 Rotwildgattern in Niederbayern mit 2 Versuchsdurchgängen jeweils im Sommer und Winter unternommen. Beteiligt waren insgesamt 16 männliche Rothirsche im Alter von 3 bis 8 Jahren, jeweils 8 im Sommer und 8 im Winter. Zuerst wurde das Verhalten der Hirsche im Rudel dokumentiert und Kotproben gesammelt. Danach wurden die Probanden immobilisiert, Blutproben genommen und für eine telemetrische Herzfrequenzmessung vorbereitet. Während der Einzelhaltung wurden Kotproben zur Bestimmung der Cortisolmetaboliten gesammelt, das Verhalten der Hirsche wurde nach vorgegebenen Regeln beobachtet, dokumentiert bzw. durch Videoaufnahmen aufgezeichnet. Nach dieser Einzelhaltung erfolgte wiederum eine Immobilisation, die Entnahme weiterer Blutproben und die Entfernung der Messgeräte. Nach zwei Wochen Aufenthalt der betreffenden Hirsche im Rudel erfolgte in einer zweiten Versuchswoche des jeweiligen Versuchsdurchganges mit analogem Ablauf in der jeweiligen anderen Einzelhaltung.

Das bei der Verhaltensbeobachtung am Lichttag im Sommer und Winter

festgestellte durchschnittliche Ruhe/Aktivitäts-Verhältnis wurde mit den Werten der beiden Einzelhaltungsformen verglichen.

Die starke signifikante Aktivitätserhöhung der Hirsche der Einzelgehegehaltung sowohl im Sommer wie im Winter hat ihre Ursache im „fence pacing“, einer stetigen Auf- und Abbewegung entlang des Gatterzaunes. Auch Ausbruchsversuche aller Hirsche dieser Haltungsform (Hochsteigen am Gatterzaun oder „Versammeln“ an der Begrenzung) und ein gelungener Ausbruch im Winter wurden dokumentiert.

Die Einzelboxhaltung zeigte bei individuellen Unterschieden eine deutliche signifikante Zunahme des Ruheanteils im Vergleich zur Rudelhaltung. Hierbei konnte durch Bestimmung der Positionswechsel (Liegen-Stehen/h) die größere Unruhe und Nervosität der Hirsche der Sommersversuche belegt werden.

Die Bestimmung der Cortisolmetaboliten (CM) im Kot der Rothirsche ergab im Mittel einen 3-fach höheren Wert der Hirsche im Rudel während des Sommers im Vergleich zum Winterversuchsdurchgang. Die Einzelhaltungen führten zu eindeutig dieser Haltungsform zuordenbaren Steigerungen. Im Sommer stieg der Cortisolmetabolitenwert im Mittel um das 10,5-fache des Rudelwertes für einen Zeitraum von 2 Tagen. Danach gingen die Mittelwerte auf das 3,5-fache zurück. Im Winter erfolgte ein Anstieg um das 13-fache des Rudelwertes bei der Einzelboxhaltung und um das 8,3-fache bei der Einzelgehegehaltung, jedoch jeweils nur für einen Tag. Danach gingen die Werte auf das 3-fache zurück. Besonders auffällig ist hier der zum Teil signifikante Unterschied der Jahreszeiten. Die Aktivierung der Stress-Achse mit der Freisetzung von Cortisol befand sich im Winter auf einem deutlich niedrigeren Niveau als im Sommer.

Von den Blut- und Serumparametern Kreatinkinase, Kreatinin, Hämatokrit, Hämoglobin, Glukose, Laktat, Testosteron und Cortisol, die vergleichend bestimmt wurden, fehlt den meisten eine auf die Fragestellungen dieser Untersuchung eindeutige Aussagekraft. Die entsprechend des Jahreszyklus des Rothirsches gemessenen Testosteronwerte beeinflussen das Verhalten und die Aktivität des Rothirsches.

Die Messung der Herzfrequenz und ihre Aufzeichnung war nur zum Teil erfolgreich. Die erhaltenen Messwerte stammen ausschließlich von Hirschen der Boxenhaltung. Somit ist kein Vergleich mit der Einzelgehegehaltung möglich.

Die dabei erhaltenen durchschnittlichen Herzfrequenzen bei Ruhe oder Aktivität entsprechen den Werten bei üblicher Haltung in einem Paddock oder anderer gängiger Handlungsmaßnahmen bei Farmhirschen.

Die Verhaltensveränderungen belegen, dass Isolation sowohl im Einzelgehege wie auch in der Einzelbox ein Stressor für die Rothirsche darstellt.

In der Einzelbox stellt sich das Verhalten grundsätzlich ruhiger dar und die Hirsche sind besser zu „handeln“. Im Einzelgehege sind Ausbruchversuche und ein gelungener Ausbruch dokumentiert. Damit besteht eine erhöhte Verletzungsgefahr.

Die CM-Ergebnisse unterstützen die Folgerungen aus der Verhaltensbeobachtung. Bei den Winterhirschen ist die Aktivierung der Stress-Achse auf einem deutlich niedrigeren Niveau.

Die HF-Messungen der Boxenhaltung lassen zumindest den Hinweis zu, dass bei gemeinsamer Betrachtung mit den Verhaltensbeobachtungen die Hirsche im Winter einen belastbareren und ruhigeren Eindruck vermitteln.

Die geringere Verletzungsgefahr, die Vermeidung möglicher Leiden oder Schäden für das Tier im Sinne des Tierschutzes und auch der Aspekt der Sicherheit für den Halter durch das leichtere „handling“ geben der Einzelboxhaltung den Vorzug gegenüber der Einzelgehegehaltung.

Die vorliegenden Ergebnisse des Sommer- und Wintervergleichs lassen die Empfehlung zu, die Transportvorbereitungen und die seuchenhygienischen Maßnahmen in die Wintermonate zu verlegen, um die Stressbelastung für die Rothirsche auch im Sinne des Tierschutzes zu vermindern.

## VII. SUMMARY

### **Study on stress in red deer (*Cervus elaphus*) caused by medical procedures required by the epizootic diseases regulations**

European legislation on epizootic diseases stipulates that red deer must be tested for brucellosis and tuberculosis (both of which are notifiable diseases) prior to transport within the European Union. Being kept isolated in individual enclosures or stalls, as is necessary, is stressful for social animals like red deer that live in herds. In this context, an individual stall is a closed holding pen measuring 2.5 x 3 m, where the animal has no contact with the natural environment. An individual enclosure is an area of varying size allowing visual, auditory or olfactory contact with the herd. The aim of this study was to establish which of the two solitary housing systems is the greater stressor for the red deer.

Stress was determined by observing behaviour, and by measuring heart rate, blood/serum parameters, and faecal cortisol metabolites.

To this end, a field test was conducted in two red deer enclosures in Lower Bavaria, with two test runs at each site: one in summer, one in winter. A total of 16 male red deer between three and eight years of age were studied: eight of them in summer and eight in winter. Firstly, the deer's behaviour within the herd was documented, and faecal samples were collected. Then the deer were immobilised to collect blood samples and to set up telemetric heart rate recording. While the animals were housed alone, more faecal samples were collected to measure cortisol metabolites, and the deer's behaviour was observed and documented, or video-recorded, in accordance with the protocol. After this period of isolation, the deer were immobilised again, further blood samples were taken and the measuring devices were removed. The animals were returned to the herd, where they remained for two weeks. The second phase of the investigation, lasting a week, then followed the same procedure in the other type of solitary housing.

The behavioural data on the mean ratio of resting/activity acquired during daytime observation in summer and winter was compared with the data collected in the two solitary housing systems.



Irrespective of season, there was a marked significant increase in the deer's activity in the individual enclosure due to "fence pacing". All stags in this isolation system tried to escape (rearing at the fence and gathering themselves to leap over the boundaries); one successful escape in winter was documented.

With individual variations, animals being kept in individual stalls showed a significant increase in resting behaviour as compared with the group enclosure. Greater restlessness and nervousness could be deduced from change of posture (lying down-standing/hour) in the summer trials.

Measuring faecal cortisol metabolites (CM) of the stags within the herd yielded values that were on average three times higher in the summer trials than in the winter tests. Isolation led to clear increases in CM. Compared with the baseline values obtained in the herd, the cortisol metabolite levels in summer were 10.5 times higher for a period of two days. After that, they fell to mean levels that were 3.5 times higher. CM concentrations in winter were increased by a factor of 13 for animals in individual stalls and of 8.3 for those in the individual enclosures – but only for the duration of one day. After that, the levels dropped to values that were 3 times higher than found in the animals when they were with the herd. The difference between seasons is particularly noticeable. The level of activation of the stress-axis with the release of cortisol was significantly lower in winter than in summer.

Most of the blood and serum parameters that were compared (creatinine kinase, creatinine, haematocrit, haemoglobin, glucose, lactate, testosterone, and cortisol) are of little informative value for this study. The measured testosterone levels with their seasonal fluctuations influence the behaviour and activity of the red deer.

Recording the heart rate was only partially successful. Data was acquired only from the stags in individual stalls. So no comparison with the individual enclosure system is possible. The data collected here concerning average heart rate at rest and during periods of activity match the data from farmed deer kept in conventional paddocks and during other customary handling procedures.

The changes in behaviour prove that isolation in individual enclosures as well as in individual stalls means stress for the red deer.

The stags are generally more relaxed in the individual stalls and easier to handle. This study shows that they try to escape from individual enclosures, with one successful breakout recorded. This poses an increased risk of injury.

The CM results support the conclusions drawn from the observations of the deer's behaviour. Activation of the stress axis in the winter deer is at a significantly lower level.

The heart rate readings conducted on the stags in the individual stalls, together with the observational results, provide some evidence that the stags appear to be more relaxed and less easily stressed in winter.

Individual stalls are preferable to individual enclosures: Not only is the risk of injury to the animals lower, preventing possible suffering or harm in accordance with the German animal welfare act, but there is also greater safety for the owners, because the stags are easier to handle. The recommendations deduced from this study's comparison between summer and winter are that preparation for transport and conducting the required control measures against epizootic diseases should take place in the winter. This will reduce the stress for red deer in line with animal welfare.

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

Abbott D H, Keverne E B, Bercovitch F B, Shively C A, Mendoza S P, Saltzman W, Snowdon C T, Ziegler T E, Banjevic M, Garland T J, Sapolsky R M (2003) Are subordinates always stressed? A comparative analysis of rank differences in cortisol levels among primates. *Horm. Behav.* 43, 67-82

Abeyesinghe S M, Goddard P J, Cockram M S (1997) The behavioural and physiological responses of farmed red deer (*Cervus elaphus*) penned adjacent to other species. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 55, 163-175

Arnold W (2002) Der verborgene Winterschlaf des Rotwildes. *Der Anblick* 2/2002, 28-33

Arnold W, Ruf T, Reimoser S, Tataruch F, Ondersheka K, Schober F (2004) Nocturnal hypometabolism as an overwintering strategy of red deer (*Cervus elaphus*). *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 286, R174-R181

Arnold J M, Oswald S A, Voigt C C, Palme R, Braasch A, Bauch C, Becker P H (2008) Taking the stress out of blood collection: comparison of field blood-sampling techniques for analysis of baseline corticosterone. *J. Avian Biol.* 39, 588-592

Aschoff J (1955) Jahresperiodik der Fortpflanzung bei Warmblütern. *Studium generale* 8, 742-777

Baldock N M, Sibly R M (1990) Effects of handling and transportation on the heart rate and behaviour of sheep. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 28, 15-39

Bartos L, Schams D, Bubenik G A (2009) Testosteron, but not IGF-1, LH, Prolactin or Cortisol, may serve as antler-stimulating hormone in red deer stags (*Cervus elaphus*). *Bone* 44, 691-698

Berger A. Chronobiologische Untersuchungen an Prezewalskipferden (*Equus ferus przewalski*) und Rothirsch (*Cervus elaphus*) unter naturnahen Bedingungen und Möglichkeiten der chronobiologischen Belastungsdiagnostik. Diss rer nat, Halle-Wittenberg, 1999

Berger A (2010) Das natürliche Aktivitätsverhalten von Rothirsch, Damwild, Rehwild und Mufflon im Jahresgang, Tagung der DVG-Fachgruppen Tierschutz und Versuchstierkunde, Nürtingen, Februar 2010

Blottner S, Hingst O, Meyer H H D (1996) Seasonal spermatogenesis and testosterone production in roe deer (*Capreolus capreolus*). J. Reprod. Fertil. 108, 299-305

Breuner C W, Orchinik M (2002) Beyond carrier proteins. Plasma binding proteins as mediators of corticosteroid action in vertebrates. J. Endocrinol. 175, 99-112

Broom D M, Johnson K E (1993) Stress and Animal Welfare, Chapman and Hall, London

Bubenik A, Lochmann J (1956) Futterverbrauch und Tagesrhythmus der Futteraufnahme von Reh- und Rotwild. Z. f. Jagdwissenschaft 2, 112-118

Bubenik G A, Bartos L (1993) Cortisol levels in red deer (*Cervus elaphus*) and fallow deer (*Dama dama*) after an acute ACTH administration. Can. J. Zool. 71, 2258-2261

Bützler W (1986) Rotwild: Biologie, Verhalten, Umwelt, Hege. 3.Aufl. München, Wien, Zürich. BLV-Verlagsgesellschaft

Carragher J F, Ingram J R, Matthews L R (1997) Effects of yarding and handling procedures on stress responses of red deer stags (*Cervus elaphus*). Appl. Anim. Beh. Sci. 51, 143-158

Challet E (2007) Minireview: Entrainment of the suprachiasmatic clockwork in diurnal and nocturnal mammals. *Endocrinology* 148, 5648-5655

Cooper T R, Trunkfield H R, Zanella A J, Booth W D (1989) An enzyme-linked immunosorbent assay for cortisol in saliva of man and domestic farm animals. *J. Endocrinol.* 123, R13-6

Diverio S, Goddard P J, Gordon I J, Elston D A (1993) The effect of management practices on stress in farmed red deer (*Cervus elaphus*) and its modulation by long-acting neuroleptics: behavioural responses. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 36, 363-376

Dominique B M, Wilson P R, Dellow D W, Barry T N (1992) Effects of a subcutaneous Melatonin implants during long daylength on voluntary food intake, rumen capacity and heart rate of red deer (*Cervus elaphus*) fed on a forage diet. *Br. J. Nutr.* 68, 77-88

Eldridge G A, Winfield C G, Cahill D J (1988) Responses of cattle to different space allowances, pen sizes and road conditions during transport. *Aust. J. Exp. Agric.* 28, 155-159

Espmark Y, Langvatn R (1979) Cardiac responses in alarmed red deer calves. *Behavioural Processes* (4), 179-186

Fowler M E; Miller R E (2003) *Zoo and Wild Animal Medicine* ISBN 0-7216-9499-3

Fraser A F, Broom D M (1990) *Farm animal behaviour and welfare*, Bailliere Tindal, London, 237 pp.

Gaspar-Lopez E, Landete-Castillejos T, Estevez J A, Caecero F, Gallego L, Garcia A J (2010) Biometrics, Testosterone, Cortisol and antler growth cycle in Iberian red deer stags (*Cervus elaphus hispan.*). *Reprod. Dom. Anim.* 45, 243-249

Georgii B (1984) Activity patterns of free-ranging red deer *Cervus elaphus* L. *Acta Zool. Fennica* 172, 81-83

Goddard P J, Rhind S M, Hamilton W J, Macdonald A J, Fawcett A R, Soanes C, McMillen S R (1994) The adrenocorticotrophic hormone stimulation test: its potential use and limitations in red deer (*Cervus elaphus*). *Can. J. Zool.* 72, 1826-1830

Grigor P N, Goddard P J, Cockram M S, Rennie S C, Macdonald A J (1997) The effects of some factors associated with transportation and behavioural and physiological reactions of farmed red deer. *Appl. Anim. Beh. Sc.* 52, 179-189

Grigor P N, Goddard P J, Littlewood C A, Macdonald A J (1998) The behavioural and physiological reactions of farmed red deer to transport: effects of road type and journey time. *Appl. Anim. Beh. Sc.* 56, 263-279

Grigor P N, Goddard P J, Littlewood C A (1998) The behavioural and physiological reactions of farmed red deer to transport: effects of sex, group size, space allowance and vehicular motion. *Appl. Anim. Behav. Sc.* 56, 281-295

Grigor P N, Goddard P J, Littlewood C A, Warriss P D, Brown S N (1999) Effects of preslaughter handling on the behaviour, blood chemistry and carcasses of farmed red deer. *Vet. Rec.* February 27

Halle S, Stenseth N C (1994) Microtine ultradian rhythm of activity: an evaluation of different hypotheses on the triggering mechanism. *Mammal. Rev.* 24, 17-39

Hanlon A J, Rhind S M, Reid H W, Burrells C, Lawrence A B (1995) Effects of repeated changes in group composition on immune response, behaviour, adrenal activity and liveweight gain in farmed red deer yearlings. *Appl. Anim. Behav. Sc.* 44, 57-64

Hartwig H, Hartwig H G (1985) Structural characteristics of the mammalian spleen indicating storage and release of red blood cells. Aspects of evolutionary and environmental demands. *Experientia* 41, 159-163

Hay M, Mormede P (1998) Urinary excretion of catecholamines, cortisol and their metabolites in Meishan and large white sows: validation as a non-invasive and integrated assessment of adrenocortical and sympathoadrenal axis activity. *Vet. Res.* 29, 119-128

Hennessy M B, Heybach J P, Vernikos J, Levine S (1979) Plasma corticosteron concentrations sensitively reflect levels of stimulus intensity in the rat. *Physiol. Behav.* 22, 821-825

Henry J P, Stephens P M (1977) In: *Stress, Health and the Social Environment: A Sociobiologic Approach to Medicine*. pp 1-282. Springer publisher, New York.

Herman J P, Cullinan W E (1997) Neurocircuitry of stress: central control of the hypothalamo-pituitary-adrenocortical axis. *TINS* 20, 78-84

Heydon M J; Sibbald A M; Milne J A; Brinklow B R, Loudon A S I (1993) The interaction of food availability and endogenous physiological cycles on the grazing ecology of red deer hinds (*Cervus elaphus*). *Funct. Ecol.* 7, 216-222

Huber S, Palme R, Arnold W (2003) Effects of season, sex and sample collection on concentrations of fecal cortisol metabolites in red deer (*Cervus elaphus*). *Gen. Comp. Endocrinol.* 130, 48-54

Huber S, Palme R, Zenker W, Möstl E (2003) Non-invasive monitoring of the adrenocortical response in red deer. *J. Wildl. Manage.* 67, 258-266

Hurnik J F, Webster A B, Siegel P B (1985) In: *Dictionary of Farm animal behaviour*. University of Guelph, Canada

Ingram J R, Matthews L R, McDonald R M (1994) A stressfree blood sampling technique for free ranging animals. Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod. 54, 39-54

Ingram J R, Matthews L R, Carragher J F, Schaare P R (1997) Plasma cortisol responses to remote adrenocorticotrophic hormone (ACTH) infusion in free-ranging red deer (*Cervus elaphus*). Dom. Anim. Endocrinol. 14, 63-71

Ingram J R, Crockford J N, Matthews L R (1999) Ultradian, circadian and seasonal rhythms in cortisol secretion and adrenal responsiveness to ACTH and yarding in unrestrained red deer (*Cervus elaphus*) stags. J Endocrinol 162, 289-300

Jakobsen N K, Stuart J L (1978) Telemetred heart rates as indices of physiological and behavioural status of deer. Proceedings Pecora IV Symposium, 245-248

Jeffcott L B, Clinical haematology in the horse. Comparative clinical haematology, Oxford, Blackwell Scientific Publications: 161-213

Jenkins W L, Kruger J M (1973) Modern concepts of the animals physiological response to stress. In: Young, E. (Hrsg) The capture and care of wild animals. Ralph Curtis books. Hollywood. 172-182

Johnson E O, Kamilaris T C, Crousos G P; Gold P W (1992) Mechanisms of stress: A dynamic overview of hormonal and behavioral homeostasis. Neurosci. Biobehav.Rev. 16, 115-130

Jobson N B, Fisher N W, Suttie J M (1990) Plasma progesterone concentrations in cycling and ovariectomized red deer hinds: the effect of progesterone supplementation and adrenal stimulation. Animal reproduction science 23, 61-73

Keay J M, Singh J, Matthew C, Gaunt B S, Kaur T (2006) Fecal glucocorticoids and their metabolites as indicators of stress in various mammalian species: A literature review. Journal of Zoo and Wildlife Medicine 37, 234-244



Kraft W, Dürr U M (2005) Klinische labordiagnostik in der Tiermedizin. 6. Auflage, F.K. Schattauer Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart.

Kirsch K (2003) Leistungsphysiologie. In: Klinke R, Silbernagel S (Hrsg) : Lehrbuch der Physiologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 517 ff.

Ladewig J (1994) Stress in: Döcke F (Hrsg) Veterinärmedizinische Endocrinologie 379-398. Verlag Gustav Fischer, Jena, Germany

Martin P, Bateson P (1993) Measuring behaviour. An introductory guide. 2. ed, Cambridge University press, Cambridge, Melbourne ISBN-521-44614-7

Mathew J P, Zucker I, Schwartz W J (2008) Tracking the seasons: the internal calendars of vertebrates. Phil. Trans. R. Soc. B 363, 341-361

Matthews L R, Carragher J F, Ingram J R (1994) Post-velveting stress in free-ranging red deer. Proceedings of a Deer Course for veterinarians No 11, New Zealand Veterinary Association, Deer branch 11, 138-146

Mellor D J, Cook C J, Stafford K J (2000) Quantifying some responses to pain as a stressor. In: Moberg G P, Mench J A (ed) The Biology of Animal Stress. pp 171-198. CAB International, Wallingford, Oxon, UK

Millspaugh I J, Washburn B E (2004) Use of fecal glucocorticoid metabolite measures in conservation biology research: considerations for application and interpretation. Gen. Comp. Endocrinol. 138, 189-199

Moberg G P (1985) Biological response to stress: Key to assessment of animal well-being? In: Moberg G P (Hrsg) Animal stress. Waverly Press Inc. Baltimore , Maryland

Moberg G P (2000) Biological response to stress: Implication for animal welfare. In: Moberg G P, Mench J A (ed) The Biology of Animal Stress. CAB

International, Wallingford, Oxon, UK

Möstl E, Palme R (2002) Hormones as indicators of stress. *Dom. Anim. Endocrinol.* 23, 67-74

Möstl E, Maggs J L, Schrötter G, Besenfelder U, Palme R (2002) Measurement of cortisol metabolites in faeces of ruminants. *Vet. Res. Commun.* 26, 127-139

Munck A, Guyer P M, Holbrook N Y (1984) Physiological functions of glucocorticoids in stress and their relation to pharmacological actions. *Endoc Rev* 5, 467-471

Palme R, Möstl E (1997) Measurement of cortisol metabolites in faeces of sheep as a parameter of cortisol concentration in blood. *Int. J. Mamm. Biol.* 62, 192-197

Palme R (2005) Measuring fecal steroids, Guidelines for practical applications. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1046, 75-80

Palme R, Rettenbacher S, Touma C, El-Bahr S M, Möstl E (2005) Stress hormones in mammals and birds: comparative aspects regarding metabolism, excretion and non-invasive measurements in fecal samples. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1040, 162-171

Pollard J C, Littlejohn R P, Suttie J M (1993) Effects of isolation and mixing of social groups on heart rate and behaviour of red deer stags. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 38, 311-322

Pollard J C, Littlejohn R P (1996) The effects of pen size on the behaviour of farmed red deer stags confined in yards. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 47, 247-253

Porges S W (1985) Spontaneous oscillations in heart rate. Potential index of stress. In: Moberg G P (1985) (Hrsg) *Animal stress*. Waverly Press, Inc. Baltimore, Maryland

Price S, Sibly R M, Davies M H (1993) Effects of behaviour and handling on heart rate in farmed red deer. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 37, 111-123

Reeder D M, Kramer K M (2005) Stress in free-ranging mammals: integrating physiology, ecology and natural history. *J Mammal*, 86, 225-235

Romero L M (2002) Seasonal changes in plasma glucocorticoid concentrations in free-living vertebrates. *Gen Comp Endocrinol* 128, 1-24

Sands J, Creel S (2004) Social dominance, aggression and faecal glucocorticoid levels in a wild population of wolves, *Canis lupus*. *Anim. Behav.* 67, 387-396

Sapolsky R M (1992a) Cortisol concentrations and social significance of rank instability among wild baboons. *Psychoneuroendocrinol.* 17, 701-709

Sapolsky R M (1992c) *Stress, the aging brain, and the mechanism of neuron death.* MIT Press, Cambridge, MA

Sapolsky R M; Romero L M, Munck A U (2000) How do glucocorticoids influence stress response? Integrating permissive, suppressive, stimulatory and preparative actions. *Endoc Rev* 21, 55-89

Sapolsky R M (2002) Endocrinology of the stress response. In: Becker J, Breedlove S, Crews D, McCarthy M, *Behav. Endocrinol.* 2, Cambridge, MIT Press, 409-450

Scheibe K M, Berger A, Eichhorn K, Streich W J (2002) Zeit und Rhythmen – Umweltfaktor und biologische Struktur. *KTBL Schr.* 407, 64-75

Scheibe K M (2010) Energiesparstrategie im Winter als Komponente zirkannualer Rhythmik – ein Überblick. Tagung der DVL-Fachgruppen “Tierschutz” und “Versuchstierkunde” Nürtingen Februar 2010

Schober F, Fluch G (1995) Heart rate and bodytemperature repeater telemetry system for wildlife animals. *Biotelemetrie* 13, 366-371

Schwarzenberger F, Möstl E, Palme R, Bamberg E (1996) Faecal steroid analysis for non-invasive monitoring of reproductive status in farm, wild and zoo animals. *Anim. Reprod. Sci.* 42, 515-526

Smith R F, Dobson H (1990) Effect of preslaughter experience on behaviour, plasma Cortisol and muscle pH in farmed deer. *Vet Rec* 126, 155-158

Suttie J M, Fennessy P F, Corson I D, Veenvliet B A, Littlejohn R P, Lapwood K R (1992) Seasonal pattern of luteinizing hormone and testosterone pulsatile secretion in young adult red deer stags (*Cervus elaphus*) and its association with the antler cycle. *J Reprod Fertil* 95, 925-933

Suttie J M, Fennessy P F, Lapwood K R, Corson I D (1995) Role of steroids in antler growth of red deer stags. *J Exp Zool* 271, 120-130

Symonds H W, Mallinson C B (1978) The effect of xylazine and xylazine followed by insulin on blood glucose and insulin in the dairy cow. *Vet Rec.* 102(2):27-9

Touma C, Palme R (2005) Measuring fecal glucocorticoid metabolites in mammals and birds: the importance of biological validation. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1046, 54-74

Turner A W, Hodgetts V E (1959) The dynamic red cell storage function of the spleen in sheep. Relationship to fluctuations of jugular haematocrit. *Aust. J. Exp. Biol.* 37, 399-420

Verkerk G A; Phipps A M, Carragher J F, Matthews L R, Stelwageen K (1998) Charakterization of milk cortisol concentrations as a measure of short term stress responses in lactating dairy cows. *Anim. Welfare* 7, 77-86

Voigt C C, Fassbender M, Dehnhard M, Wibbelt G, Jewgenow K, Hofer H, Schaub G A (2004) Validation of a minimally invasive blood-sampling technique for the analysis of hormones in domestic rabbits, *Oryctolagus cuniculus* (Lagomorpha). *Gen. Comp. Endocrinol.* 135, 100-107

Voigt C C, Peschel U, Wibbelt G, Fröhlich K (2006) An alternative less invasive blood sample collection technique for serologic studies utilizing Triatomine bugs (Heteroptera, Insecta). *J. Wildlife Dis.* 42, 466-469

von Borell E (2001) The biology of stress and its application to livestock housing and transportation assessment. *J. Anim. Sci.* 79(E.Suppl.), E260-E267

von Borell E, Langbein J, Despres G, Hansen S, Leterrier C, Marchant-Forde J, Marchant-forde R, Minero M, Mohr E, Prunier A, Valance D, Veissier I (2007) Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals – A review. *Physiol Behav* 92, 293-316

von Holst D (1998) The concept of stress and its relevance for animal behavior. *Adv. Study Behav.* 27, 1-131

Waas J R, Ingram J R, Matthews L R (1997) Physiological responses of red deer (*Cervus elaphus*) to conditions experienced during road transport. *Physiol Behav* 61(6). 931-938

Wagenknecht E (1986) Rotwild, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, DDR

Wagner S (1992) Einfluss anthropogener Störreize auf Verhalten, Aktivitätsmuster und Herzfrequenz von Reh- und Rotwild. *Diss. Vet.Med. Uni Wien*

Weigerstorfer E (1996) Tages- und Jahreszeitlicher Verlauf der Aktivität und der Herzfrequenz beim Rothirsch. *Diss. Vet. Med. Uni Wien*

Whitnall M H (1993) Regulation of the hypothalamic corticotrophin releasing hormone neurosecretory system. *Prog Neurobiol* 40, 573-629

Wingfield J C, Ramenofsky M (1999) Hormones and the behavioural ecology of stress. In: Balm P H M (Ed.) *Stress physiology in animals*. Sheffield: Sheffield Academic Press, 2-51

Zamborszky Z (2001) Study of adaption in red deer herds under farm conditions. Doctoral (Phd) Theses. Faculty of Animal Science, University of Kaposvar, Hungary

## IX. ANHANG

**Tabelle 13:** Herzfrequenz und Verhalten (Hirsch 1)

h = Stunde nach Immobilisation, N = Zahl der Messpunkte, Häufigkeit des Positions-wechsels/h

HIRSCH 1

H	Zustand		n	MW	STABW	Min	Max	Perzentile		
								25	Median	75
10	Liegen	HF	176	38,66	1,742	36	49	38,00	38,00	39,00
	Wechsel	HF	2	63,50	7,778	58	69	43,50	63,50	61,00
	Stehen	HF	59	42,86	4,195	38	63	40,00	42,00	45,00
11	Liegen	HF	161	39,88	2,147	37	59	39,00	40,00	40,00
	Wechsel	HF	1	69,00	.	69	69	.	.	.
	Stehen	HF	78	46,04	7,241	39	78	41,00	43,00	49,00
12	Liegen	HF	143	41,23	1,702	39	51	40,00	41,00	42,00
	Wechsel	HF	1	57,00	.	57	57	.	.	.
	Stehen	HF	96	51,95	6,874	41	67	45,25	52,00	57,00
13	Liegen	HF	191	45,10	3,115	40	59	43,00	45,00	47,00
	Wechsel	HF	5	73,00	11,091	56	82	62,00	77,00	82,00
	Stehen	HF	44	52,57	7,108	44	72	47,00	51,50	55,75
14	Liegen	HF	236	48,53	1,751	44	61	48,00	48,00	49,00
	Wechsel	HF	1	72,00	.	72	72	.	.	.
	Stehen	HF	3	60,33	2,517	58	63	58,00	60,00	63,00
15	Liegen	HF	161	49,50	1,834	45	60	48,00	49,00	50,00
	Wechsel	HF	3	68,33	11,590	56	79	56,00	70,00	79,00
	Stehen	HF	76	60,68	6,312	52	83	55,00	60,50	65,00
16	Liegen	HF	232	49,39	1,803	44	58	48,00	49,00	50,00
	Wechsel	HF	1	74,00	.	74	74	.	.	.
	Stehen	HF	7	56,29	3,592	52	61	52,00	58,00	59,00
17	Liegen	HF	204	49,18	2,332	44	66	48,00	49,00	50,00
	Wechsel	HF	4	69,25	3,304	65	73	66,00	69,50	72,25
	Stehen	HF	32	61,16	4,136	54	72	59,00	61,00	62,75
18	Liegen	HF	240	45,15	2,594	41	54	43,00	45,00	46,00
19	Liegen	HF	207	46,91	3,182	41	62	45,00	46,00	48,00
	Wechsel	HF	8	71,13	6,833	62	79	65,25	71,00	78,25
	Stehen	HF	25	64,56	5,197	55	77	61,50	64,00	67,50
20	Liegen	HF	194	46,25	3,173	41	66	44,00	45,00	48,00
	Wechsel	HF	6	67,17	9,663	57	83	60,00	64,00	76,25
	Stehen	HF	40	59,45	5,940	50	75	54,00	59,00	63,75
21	Liegen	HF	193	47,30	2,726	43	61	46,00	47,00	48,00
	Wechsel	HF	9	72,78	6,476	62	83	69,50	72,00	77,50

	Stehen	HF	38	63,03	7,514	51	80	57,00	63,00	68,00
22	Liegen	HF	219	45,52	2,121	40	52	44,00	45,00	47,00
	Wechsel	HF	4	66,50	9,037	55	77	57,75	67,00	74,75
	Stehen	HF	17	55,18	5,175	47	64	51,00	54,00	60,00
23	Liegen	HF	226	45,45	2,683	39	54	43,00	45,00	48,00
	Wechsel	HF	2	64,50	4,950	61	68	45,75	64,50	61,25
	Stehen	HF	12	67,42	7,416	60	86	62,00	64,50	72,50
24	Liegen	HF	7	48,43	3,780	44	55	44,00	49,00	50,00
	Wechsel	HF	1	73,00	.	73	73	.	.	.
	Stehen	HF	211	61,69	9,689	50	97	55,00	58,00	65,00
	Kotsammeln	HF	21	73,86	14,465	54	95	62,50	67,00	89,50
25	Stehen	HF	123	57,41	4,655	51	77	54,00	56,00	59,00

**Tabelle 14: Herzfrequenz und Verhalten (Hirsch 2)**

h = Stunde nach Immobilisation, N = Zahl der Messpunkte, Häufigkeit der Positionswechsel/h  
Hirsch 2

H	Zustand	n	MW	STABW	Min	Max	Perzentile		
							25	Median	75
10	Liegen	HF 237	45,48	2,295	40	55	44,00	46,00	47,00
11	Liegen	HF 166	47,70	2,470	42	61	46,00	48,00	49,00
	Wechsel	HF 2	76,00	9,899	69	83	51,75	76,00	73,00
	Stehen	HF 72	52,50	3,501	47	68	50,00	52,00	54,75
12	Liegen	HF 176	51,55	6,460	45	78	48,00	49,00	52,00
	Wechsel	HF 1	84,00	.	84	84	.	.	.
	Stehen	HF 63	64,87	3,821	58	75	62,00	65,00	67,00
13	Liegen	HF 135	50,73	2,293	48	59	49,00	50,00	52,00
	Wechsel	HF 3	70,33	4,041	68	75	68,00	68,00	75,00
	Stehen	HF 102	61,21	4,006	52	71	58,00	62,00	64,00
14	Liegen	HF 160	58,66	2,743	52	68	57,00	59,00	60,00
	Wechsel	HF 2	79,00	4,243	76	82	57,00	79,00	74,75
	Stehen	HF 78	71,22	3,507	64	81	69,00	71,00	73,00
15	Liegen	HF 225	63,06	2,806	56	71	61,00	63,00	65,00
	Wechsel	HF 1	87,00	.	87	87	.	.	.
	Stehen	HF 14	76,50	4,703	69	85	73,25	76,00	81,25
16	Liegen	HF 108	63,76	3,588	58	73	61,00	63,00	65,00
	Wechsel	HF 3	83,00	4,359	78	86	78,00	85,00	86,00
	Stehen	HF 129	73,96	4,454	64	93	71,00	74,00	77,00
17	Liegen	HF 188	65,51	3,399	59	76	63,00	65,00	67,75
	Wechsel	HF 4	86,00	2,944	83	89	83,25	86,00	88,75



	Stehen	HF	48	79,90	4,750	72	95	77,00	79,00	82,00
18	Liegen	HF	214	65,46	3,200	59	78	63,00	65,00	67,00
	Wechsel	HF	3	89,67	3,512	86	93	86,00	90,00	93,00
	Stehen	HF	23	84,48	6,222	76	96	79,00	83,00	90,00
19	Liegen	HF	203	66,45	5,071	59	83	63,00	65,00	67,00
	Wechsel	HF	7	89,00	3,416	85	93	85,00	90,00	93,00
	Stehen	HF	30	88,83	5,503	80	102	84,75	89,00	92,25
20	Liegen	HF	190	64,53	3,736	58	80	62,00	64,00	67,00
	Wechsel	HF	2	89,00	,000	89	89	66,75	89,00	81,25
	Stehen	HF	48	83,50	4,776	75	98	81,00	82,50	86,00
21	Liegen	HF	182	58,45	2,689	53	69	56,00	59,00	60,00
	Wechsel	HF	1	88,00	.	88	88	.	.	.
	Stehen	HF	57	73,37	5,873	62	92	70,00	73,00	76,00
22	Liegen	HF	157	59,21	4,573	52	74	56,00	58,00	62,00
	Wechsel	HF	7	81,71	5,219	75	89	76,00	81,00	86,00
	Stehen	HF	76	77,36	6,123	67	102	74,00	77,00	80,00
23	Liegen	HF	211	53,89	2,936	47	67	52,00	54,00	56,00
	Wechsel	HF	2	79,50	4,950	76	83	57,00	79,50	74,50
	Stehen	HF	27	62,44	5,618	54	76	57,00	62,00	67,00
24	Liegen	HF	240	55,88	10,533	46	94	48,00	50,00	63,00
25	Liegen	HF	27	64,15	4,120	57	73	61,00	64,00	67,00
	Wechsel	HF	4	85,25	9,179	77	97	77,50	83,50	94,75
	Stehen	HF	189	79,42	11,358	59	112	70,00	78,00	86,50
	Kotsammeln	HF	20	100,80	14,021	73	131	91,25	99,00	110,00
26	Liegen	HF	163	61,66	3,845	53	79	59,00	62,00	63,00
	Wechsel	HF	3	82,67	4,933	77	86	77,00	85,00	86,00
	Stehen	HF	74	76,96	6,262	66	95	73,00	76,00	79,00
27	Liegen	HF	188	60,50	4,340	49	77	58,00	61,00	63,00
	Wechsel	HF	3	87,00	5,568	82	93	82,00	86,00	93,00
	Stehen	HF	49	79,14	6,124	69	96	74,50	79,00	84,50
28	Liegen	HF	188	55,68	3,534	48	76	53,00	55,00	57,75
	Wechsel	HF	1	68,00	.	68	68	.	.	.
	Stehen	HF	51	69,27	8,500	55	91	64,00	70,00	74,00
29	Liegen	HF	238	54,04	3,403	48	70	52,00	53,50	55,00
	Wechsel	HF	1	70,00	.	70	70	.	.	.
	Stehen	HF	1	76,00	.	76	76	.	.	.
30	Liegen	HF	104	51,06	2,807	43	58	49,00	50,50	53,00
	Wechsel	HF	10	65,60	6,670	61	83	61,00	63,50	68,00
	Stehen	HF	126	60,19	6,342	47	92	56,00	59,50	63,00
31	Liegen	HF	125	51,02	3,735	44	69	49,00	50,00	53,00
	Wechsel	HF	3	70,33	7,095	64	78	64,00	69,00	78,00
	Stehen	HF	112	61,05	9,366	48	104	56,00	58,00	63,75
32	Liegen	HF	225	48,00	3,621	41	75	46,00	47,00	49,00

	Wechsel	HF	1	72,00	.	72	72	.	.	.
	Stehen	HF	14	67,07	16,735	49	94	52,75	60,00	84,00
33	Liegen	HF	121	52,51	3,202	44	61	50,00	53,00	54,50
	Wechsel	HF	2	72,00	2,828	70	74	52,50	72,00	67,25
	Stehen	HF	107	67,26	8,093	53	92	60,00	66,00	74,00
	Kotsammeln	HF	10	101,30	12,623	81	122	90,50	101,50	112,00
34	Liegen	HF	123	55,38	6,554	47	86	51,00	53,00	56,00
	Wechsel	HF	3	73,00	3,606	69	76	69,00	74,00	76,00
	Stehen	HF	107	68,49	7,227	57	101	64,00	67,00	73,00
	Futterkontrolle/Kamera gesäubert	HF	7	117,00	14,686	93	131	102,00	126,00	127,00
35	Liegen	HF	240	52,40	4,418	46	72	50,00	52,00	54,00
36	Liegen	HF	149	60,07	3,213	54	74	58,00	60,00	61,00
	Wechsel	HF	2	79,50	6,364	75	84	56,25	79,50	76,75
	Stehen	HF	89	78,70	6,823	65	97	74,00	78,00	82,50
37	Liegen	HF	195	60,81	4,190	54	79	58,00	60,00	62,00
	Wechsel	HF	1	96,00	.	96	96	.	.	.
	Stehen	HF	44	94,84	10,060	80	111	87,00	93,50	106,00
38	Liegen	HF	222	59,88	3,407	55	78	58,00	59,00	61,00
	Wechsel	HF	1	94,00	.	94	94	.	.	.
	Stehen	HF	17	89,12	8,760	72	110	85,00	91,00	92,50
39	Liegen	HF	240	62,15	5,931	50	95	59,00	61,00	65,00
40	Liegen	HF	126	63,37	5,937	54	84	59,00	62,00	66,00
	Wechsel	HF	3	91,00	5,292	85	95	85,00	93,00	95,00
	Stehen	HF	42	97,26	9,077	81	127	91,75	96,00	102,00

**Tabelle 15: Herzfrequenz und Verhalten (Hirsch 4)**

h = Stunde nach Immobilisation, N = Zahl der Messpunkte, Häufigkeit des Positionswechsels/h

HIRSCH 4

H	Zustand	n	MW	STABW	Min	Max	Perzentile			
							25	Median	75	
10	Liegen	HF	197	45,87	3,013	41	69	44,00	46,00	47,00
	Wechsel	HF	2	80,00	2,828	78	82	58,50	80,00	71,75
	Stehen	HF	38	56,58	5,456	48	81	54,00	55,00	57,50
11	Liegen	HF	178	49,85	2,956	43	65	48,00	49,50	51,25
	Wechsel	HF	3	65,33	7,572	60	74	60,00	62,00	74,00
	Stehen	HF	59	60,14	4,293	55	71	57,00	59,00	62,00
12	Liegen	HF	196	53,92	3,367	46	65	51,00	54,00	56,00
	Wechsel	HF	2	80,50	,707	80	81	60,00	80,50	72,75
	Stehen	HF	42	65,07	8,143	56	91	59,00	61,50	69,50

13	Liegen	HF	44	59,25	2,383	55	67	58,00	59,00	60,00
	Wechsel	HF	2	78,00	7,071	73	83	54,75	78,00	76,25
	Stehen	HF	194	68,87	9,602	55	116	62,00	67,00	74,00
14	Liegen	HF	16	68,06	3,108	64	75	65,25	67,50	70,00
	Wechsel	HF	2	95,50	,707	95	96	71,25	95,50	88,25
	Stehen	HF	222	79,63	18,142	59	139	67,00	73,00	85,25
15	Liegen	HF	67	77,45	7,138	66	94	72,00	76,00	83,00
	Wechsel	HF	6	97,00	18,199	80	122	81,50	92,50	115,25
	Stehen	HF	167	77,45	12,069	54	134	72,00	77,00	82,00
16	Liegen	HF	1	112,00	.	112	112	.	.	.
	Wechsel	HF	2	124,00	9,899	117	131	87,75	124,00	112,50
	Stehen	HF	237	78,14	14,780	53	134	67,00	76,00	86,00
17	Stehen	HF	240	83,05	14,061	57	131	73,00	79,50	92,75
18	Stehen	HF	240	93,99	11,634	70	136	85,00	93,00	100,00
19	Liegen	HF	56	76,77	5,138	67	94	73,00	76,00	80,00
	Wechsel	HF	4	96,50	11,387	87	113	88,25	93,00	108,25
	Stehen	HF	180	80,40	11,270	56	109	70,25	81,00	89,00
20	Liegen	HF	133	64,40	5,502	55	89	61,00	64,00	67,00
	Wechsel	HF	1	89,00	.	89	89	.	.	.
	Stehen	HF	106	69,24	5,057	59	85	65,00	69,00	72,00
21	Liegen	HF	39	64,26	6,086	54	87	60,00	64,00	67,00
	Wechsel	HF	2	90,00	12,728	81	99	60,75	90,00	88,50
	Stehen	HF	187	80,55	15,134	48	133	69,00	79,00	86,00
	Kotsammeln	HF	12	124,08	9,010	111	138	116,25	123,50	132,00
22	Liegen	HF	145	63,80	6,070	53	95	60,00	63,00	66,00
	Wechsel	HF	3	93,67	6,807	86	99	86,00	96,00	99,00
	Stehen	HF	92	72,14	14,604	50	109	60,25	66,00	82,00
23	Liegen	HF	105	60,19	6,986	45	83	55,00	59,00	63,50
	Wechsel	HF	3	78,67	4,933	73	82	73,00	81,00	82,00
	Stehen	HF	132	59,06	5,721	47	80	55,00	58,00	63,00
24	Liegen	HF	104	61,50	6,114	51	90	58,00	61,00	64,00
	Wechsel	HF	5	90,80	7,596	80	100	83,50	93,00	97,00
	Stehen	HF	131	70,35	9,728	49	91	62,00	70,00	79,00
25	Liegen	HF	59	70,19	8,500	57	99	64,00	68,00	74,00
	Wechsel	HF	17	91,94	9,711	78	113	84,50	90,00	100,50
	Stehen	HF	164	84,37	11,288	60	124	77,00	84,00	91,00
26	Liegen	HF	100	64,60	5,689	56	95	62,00	63,00	66,00
	Wechsel	HF	7	86,43	10,814	70	98	74,00	91,00	95,00
	Stehen	HF	127	88,43	14,414	62	137	78,00	87,00	94,00
	Futterkontrolle/Kamera gesäubert	HF	6	119,67	4,676	115	125	115,00	119,00	125,00
27	Liegen	HF	47	67,15	5,978	58	83	63,00	66,00	70,00
	Wechsel	HF	10	94,30	13,549	80	123	82,25	93,50	100,75
	Stehen	HF	183	84,40	12,434	55	123	75,00	84,00	93,00

28	Liegen	HF	107	64,60	6,649	53	85	60,00	63,00	66,00
	Wechsel	HF	11	87,82	7,960	74	102	85,00	87,00	91,00
	Stehen	HF	122	81,34	13,441	54	111	71,50	83,00	91,00
29	Liegen	HF	126	61,07	5,447	53	87	58,00	60,00	62,00
	Wechsel	HF	7	82,00	7,703	71	92	72,00	85,00	86,00
	Stehen	HF	107	85,07	12,276	63	121	75,00	85,00	92,00
30	Liegen	HF	110	57,55	6,991	49	85	53,00	55,00	60,25
	Wechsel	HF	8	81,63	6,968	71	91	75,25	81,50	87,75
	Stehen	HF	122	75,71	13,093	56	105	64,00	74,50	87,00
31	Liegen	HF	75	58,24	6,460	51	84	54,00	57,00	60,00
	Wechsel	HF	7	90,43	10,768	77	109	80,00	90,00	97,00
	Stehen	HF	158	80,02	12,823	53	103	68,00	82,50	91,00
32	Liegen	HF	138	55,61	6,893	48	82	51,00	53,00	58,00
	Wechsel	HF	6	84,00	6,782	74	94	79,25	83,50	89,50
	Stehen	HF	96	78,76	12,009	54	107	70,00	80,50	87,50
33	Liegen	HF	176	51,65	3,958	46	81	49,00	51,00	53,00
	Wechsel	HF	4	84,50	4,359	79	88	80,00	85,50	88,00
	Stehen	HF	60	74,13	13,171	52	107	63,25	72,00	83,75
34	Liegen	HF	197	50,03	3,906	44	69	48,00	49,00	51,50
	Wechsel	HF	2	81,50	9,192	75	88	56,25	81,50	77,25
	Stehen	HF	41	64,76	7,599	53	90	60,00	65,00	69,00
35	Liegen	HF	146	47,13	3,613	40	65	45,00	47,00	49,00
	Wechsel	HF	2	78,50	6,364	74	83	55,50	78,50	72,75
	Stehen	HF	92	59,59	11,141	47	84	51,00	55,00	66,75
36	Liegen	HF	240	46,19	4,438	38	67	43,00	45,00	48,00
37	Liegen	HF	134	46,57	4,551	39	68	44,00	46,00	49,00
	Wechsel	HF	2	70,00	18,385	57	83	42,75	70,00	72,00
	Stehen	HF	104	51,81	6,421	43	73	47,00	50,00	54,75
38	Liegen	HF	240	44,91	4,863	37	77	42,00	44,00	46,75
39	Liegen	HF	16	44,38	2,705	41	50	42,25	43,50	46,50
	Wechsel	HF	1	65,00	.	65	65	.	.	.
	Stehen	HF	208	75,25	18,526	47	117	59,00	71,00	91,75
	Kotsammeln	HF	15	112,93	10,089	97	131	105,00	110,00	124,00
40	Stehen	HF	240	61,02	10,464	43	96	54,00	58,00	65,00
41	Liegen	HF	107	51,68	4,661	43	69	49,00	51,00	54,00
	Wechsel	HF	1	88,00	.	88	88	.	.	.
	Stehen	HF	132	58,66	6,298	41	75	55,00	58,00	62,00
42	Liegen	HF	147	50,48	4,041	43	75	48,00	50,00	52,00
	Wechsel	HF	2	69,50	,707	69	70	51,75	69,50	63,50
	Stehen	HF	91	57,92	6,410	48	77	53,00	57,00	61,00
43	Liegen	HF	116	49,28	4,611	42	72	46,00	49,00	51,00
	Wechsel	HF	3	82,00	4,359	79	87	79,00	80,00	87,00
	Stehen	HF	121	53,38	9,059	40	88	47,00	50,00	58,00

44	Liegen	HF	188	45,77	4,081	40	70	43,00	45,00	47,00
	Wechsel	HF	1	63,00	.	63	63	.	.	.
	Stehen	HF	51	58,16	8,367	45	86	52,00	57,00	63,00
45	Stehen	HF	240	54,19	9,775	38	87	47,00	53,00	60,00
46	Liegen	HF	7	52,14	8,133	43	67	48,00	49,00	59,00
	Wechsel	HF	1	75,00	.	75	75	.	.	.
	Stehen	HF	232	51,88	7,763	38	83	47,00	50,00	55,00
47	Liegen	HF	40	47,03	5,091	40	63	43,25	46,00	49,00
	Wechsel	HF	1	62,00	.	62	62	.	.	.
	Stehen	HF	189	63,46	14,583	42	105	53,00	58,00	71,50
	Kotsammeln	HF	10	106,30	10,034	92	120	98,25	106,50	116,50
48	Liegen	HF	8	77,38	11,673	59	89	67,00	79,50	88,50
	Wechsel	HF	2	69,50	9,192	63	76	47,25	69,50	74,50
	Stehen	HF	225	55,33	6,594	43	93	51,00	54,00	57,00
	Futterkontrolle/Kamera gesäubert	HF	5	94,40	3,435	91	100	92,00	93,00	97,50
49	Stehen	HF	240	58,20	8,066	41	87	53,00	56,00	62,00
50	Stehen	HF	240	64,24	9,459	47	89	57,00	64,00	71,00
51	Liegen	HF	88	55,40	4,921	48	79	52,25	54,00	56,75
	Wechsel	HF	6	79,50	5,010	70	84	76,75	80,50	83,25
	Stehen	HF	146	68,35	9,731	52	103	61,00	66,50	74,00
52	Liegen	HF	116	53,88	5,828	45	75	50,00	52,00	56,00
	Wechsel	HF	9	80,44	10,236	65	98	70,50	83,00	86,50
	Stehen	HF	115	68,61	10,289	54	102	61,00	65,00	74,00
53	Liegen	HF	85	58,00	6,798	48	79	52,00	57,00	61,50
	Wechsel	HF	15	79,80	7,757	68	96	72,00	81,00	86,00
	Stehen	HF	140	74,56	11,226	54	101	65,00	74,00	82,00
54	Liegen	HF	196	50,40	3,404	44	70	48,25	50,00	51,00
	Wechsel	HF	2	80,00	9,899	73	87	54,75	80,00	76,25
	Stehen	HF	42	65,90	9,276	49	92	58,00	65,50	72,00
55	Liegen	HF	121	50,64	4,123	45	75	48,00	50,00	52,00
	Wechsel	HF	4	78,25	9,912	71	92	71,00	75,00	88,75
	Stehen	HF	115	68,13	9,862	53	96	60,00	68,00	74,00
56	Liegen	HF	165	50,55	4,928	43	76	48,00	49,00	52,00
	Wechsel	HF	5	80,40	11,194	64	95	71,00	81,00	89,50
	Stehen	HF	70	67,91	13,369	48	100	57,00	65,50	79,50
57	Liegen	HF	77	51,17	5,944	44	76	47,00	50,00	52,50
	Wechsel	HF	7	76,43	8,304	66	89	70,00	77,00	84,00
	Stehen	HF	156	69,54	10,787	51	100	61,00	68,00	76,00
58	Liegen	HF	198	48,41	3,713	41	66	46,00	48,00	50,00
	Wechsel	HF	3	67,67	12,583	56	81	56,00	66,00	81,00
	Stehen	HF	39	64,51	9,586	52	88	58,00	61,00	70,00
59	Liegen	HF	115	49,25	6,698	41	84	45,00	47,00	51,00
	Wechsel	HF	9	74,33	14,552	51	91	60,00	77,00	87,00

	Stehen	HF	116	61,16	9,854	47	90	53,00	58,00	66,75
60	Liegen	HF	221	45,70	5,652	39	72	42,00	45,00	47,00
	Wechsel	HF	3	79,33	8,327	70	86	70,00	82,00	86,00
	Stehen	HF	16	75,25	10,957	56	93	66,25	76,00	83,25
61	Liegen	HF	176	45,56	7,666	38	77	41,00	43,00	46,75
	Wechsel	HF	1	76,00	.	76	76	.	.	.
	Stehen	HF	44	82,95	11,628	63	103	75,00	81,00	93,75
	Kotsammeln	HF	19	105,32	11,748	86	130	97,00	102,00	115,00
62	Stehen	HF	240	56,59	7,127	39	87	52,00	55,00	59,00
63	Liegen	HF	29	48,59	5,402	41	63	45,00	48,00	50,00
	Wechsel	HF	1	76,00	.	76	76	.	.	.
	Stehen	HF	210	52,48	6,007	42	72	49,00	51,00	55,00
64	Liegen	HF	174	45,76	3,760	40	66	43,00	45,00	48,00
	Wechsel	HF	1	69,00	.	69	69	.	.	.
	Stehen	HF	65	52,11	7,338	43	79	47,00	51,00	56,00
65	Liegen	HF	217	44,10	4,055	38	67	41,00	43,00	46,00
	Wechsel	HF	1	61,00	.	61	61	.	.	.
	Stehen	HF	22	59,86	8,659	49	83	53,00	58,00	67,00
66	Liegen	HF	112	44,05	4,042	37	65	42,00	43,50	45,75
	Wechsel	HF	2	55,00	9,899	48	62	36,00	55,00	56,00
	Stehen	HF	126	48,95	5,719	40	68	44,00	48,00	52,00
67	Liegen	HF	240	42,42	3,440	37	57	40,00	42,00	44,00
68	Liegen	HF	170	41,52	4,121	36	66	39,00	40,50	43,00
	Wechsel	HF	2	69,00	12,728	60	78	45,00	69,00	67,75
	Stehen	HF	68	51,82	6,756	41	78	47,00	50,50	55,00
69	Liegen	HF	240	40,26	3,597	33	58	38,00	39,00	41,00
70	Liegen	HF	40	44,78	6,443	38	62	40,00	43,00	47,00
	Wechsel	HF	3	59,00	7,211	53	67	53,00	57,00	67,00
	Stehen	HF	197	49,33	7,242	38	80	44,00	48,00	53,00
71	Stehen	HF	229	53,82	11,427	38	93	46,00	50,00	60,00
	Kotsammeln	HF	11	82,00	14,886	63	106	72,00	77,00	94,00
72	Stehen	HF	240	52,23	5,597	40	72	49,00	51,00	55,00
73	Liegen	HF	52	50,48	5,047	41	68	48,00	49,00	52,00
	Wechsel	HF	4	72,50	4,123	68	76	68,50	73,00	76,00
	Stehen	HF	184	59,49	8,863	43	89	52,00	57,50	66,00
74	Liegen	HF	52	56,44	9,289	47	84	49,00	53,00	62,00
	Wechsel	HF	9	83,44	8,398	70	96	77,00	84,00	88,50
	Stehen	HF	179	78,40	12,896	50	111	70,00	80,00	88,00
75	Liegen	HF	85	54,44	4,804	47	74	51,00	54,00	57,00
	Wechsel	HF	7	80,57	6,425	72	91	74,00	80,00	85,00
	Stehen	HF	148	66,99	16,307	44	105	51,00	67,00	81,00
76	Liegen	HF	143	52,32	5,241	46	72	49,00	51,00	54,00
	Wechsel	HF	6	83,50	13,004	65	103	74,75	81,50	94,75

	Stehen	HF	91	75,02	11,225	53	102	67,00	76,00	83,00
77	Liegen	HF	135	52,50	6,101	45	73	48,00	50,00	55,00
	Wechsel	HF	7	78,43	7,656	69	87	69,00	80,00	87,00
	Stehen	HF	98	76,05	13,150	50	111	66,00	79,00	84,00
78	Liegen	HF	155	48,15	4,126	40	66	46,00	47,00	50,00
	Wechsel	HF	3	70,00	7,937	64	79	64,00	67,00	79,00
	Stehen	HF	82	57,54	11,036	46	96	50,00	53,00	62,00
79	Liegen	HF	213	46,11	4,041	40	65	43,00	46,00	48,00
	Wechsel	HF	1	71,00	.	71	71	.	.	.
	Stehen	HF	26	64,50	6,766	52	77	59,75	64,00	68,25
80	Liegen	HF	240	46,86	4,640	38	70	44,00	46,00	48,00
81	Liegen	HF	125	46,74	3,608	42	65	45,00	46,00	48,00
	Wechsel	HF	2	73,50	9,192	67	80	50,25	73,50	70,75
	Stehen	HF	113	64,60	12,449	45	96	55,50	62,00	70,00
82	Liegen	HF	136	47,43	4,127	42	68	45,00	46,00	48,75
	Wechsel	HF	4	74,50	3,873	69	78	70,50	75,50	77,50
	Stehen	HF	100	59,82	9,915	44	90	54,00	57,50	64,00
83	Liegen	HF	196	44,92	3,353	38	63	43,00	44,00	46,00
	Wechsel	HF	3	70,33	17,786	51	86	51,00	74,00	86,00
	Stehen	HF	41	56,68	10,352	40	82	47,00	57,00	63,50
84	Stehen	HF	219	63,85	14,318	41	117	54,00	61,00	71,00
	Kotsammeln	HF	21	91,05	11,985	73	115	83,00	88,00	103,00
85	Liegen	HF	181	50,77	2,867	43	65	49,00	51,00	52,00
	Wechsel	HF	3	75,00	5,196	69	78	69,00	78,00	78,00
	Stehen	HF	56	62,00	10,576	45	94	55,00	58,50	67,00
86	Liegen	HF	207	45,89	4,086	39	59	43,00	45,00	49,00
	Wechsel	HF	1	59,00	.	59	59	.	.	.
	Stehen	HF	32	56,94	4,846	50	71	54,00	55,50	60,75
87	Liegen	HF	195	44,61	4,770	37	74	41,00	45,00	47,00
	Wechsel	HF	2	72,50	6,364	68	77	51,00	72,50	67,25
	Stehen	HF	43	56,88	7,365	47	77	52,00	55,00	61,00
88	Liegen	HF	79	47,04	5,108	38	67	43,00	47,00	49,00
	Wechsel	HF	4	62,75	12,093	52	80	53,50	59,50	75,25
	Stehen	HF	157	51,87	8,205	39	80	46,00	51,00	57,00
89	Liegen	HF	95	46,37	4,482	41	68	44,00	45,00	47,00
	Wechsel	HF	3	80,67	1,528	79	82	79,00	81,00	82,00
	Stehen	HF	142	59,83	12,408	45	104	51,00	56,00	66,00
90	Liegen	HF	147	45,01	3,173	39	64	43,00	45,00	46,00
	Wechsel	HF	2	66,50	7,778	61	72	45,75	66,50	64,00
	Stehen	HF	91	49,44	6,892	39	73	45,00	47,00	52,00
91	Liegen	HF	40	43,65	2,020	40	49	42,00	44,00	45,00
	Wechsel	HF	1	48,00	.	48	48	.	.	.
	Stehen	HF	199	45,57	8,010	37	90	41,00	43,00	47,00

92	Liegen	HF	186	40,09	3,807	35	63	38,00	39,00	41,00
	Wechsel	HF	1	58,00	.	58	58	.	.	.
	Stehen	HF	53	42,89	3,479	38	53	40,00	42,00	45,50
93	Liegen	HF	177	41,27	4,740	36	63	38,00	40,00	42,00
	Wechsel	HF	2	66,00	21,213	51	81	38,25	66,00	69,75
	Stehen	HF	61	54,28	7,237	42	72	49,00	53,00	59,50
94	Liegen	HF	138	39,14	3,472	34	53	37,00	38,00	40,00
	Wechsel	HF	1	73,00	.	73	73	.	.	.
	Stehen	HF	101	44,88	7,740	35	72	40,00	42,00	47,50
95	Liegen	HF	162	41,31	3,749	35	56	39,00	41,00	43,00
	Wechsel	HF	2	65,50	12,021	57	74	42,75	65,50	64,25
	Stehen	HF	60	58,77	15,033	40	99	46,00	55,00	73,75
	Kotsammeln	HF	16	77,38	9,972	60	95	70,75	80,50	83,00
96	Stehen	HF	240	56,00	7,837	40	82	51,00	55,00	61,00
97	Liegen	HF	63	50,10	5,294	42	71	47,00	49,00	52,00
	Wechsel	HF	4	72,50	9,327	61	83	63,25	73,00	81,25
	Stehen	HF	173	55,54	9,645	41	91	49,00	54,00	60,50
98	Liegen	HF	44	57,66	7,192	50	79	52,00	55,50	60,75
	Wechsel	HF	11	78,36	11,919	59	99	68,00	77,00	91,00
	Stehen	HF	185	74,95	13,288	51	118	64,00	76,00	85,00
99	Liegen	HF	40	53,83	5,606	48	74	50,00	52,00	55,75
	Wechsel	HF	6	76,50	13,896	62	102	65,75	74,50	84,75
	Stehen	HF	194	68,51	15,141	46	104	53,75	70,00	82,00
100	Liegen	HF	123	53,31	5,307	48	81	50,00	52,00	55,00
	Wechsel	HF	6	78,17	18,148	59	108	64,25	75,50	90,75
	Stehen	HF	111	71,14	11,430	54	101	61,00	68,00	81,00
101	Liegen	HF	4	49,25	1,258	48	51	48,25	49,00	50,50

**Tabelle 16: Herzfrequenz und Verhalten (Hirsch 5)**

h = Stunde nach Immobilisation, N = Zahl der Messpunkte, Häufigkeit des Positionswechsels/h  
HIRSCH 5

h	Zustand	n	MW	STABW	Min	Max	Perzentile			
							25	50	75	
							Median			
10	Liegen	HF	90	39,37	1,285	36	45	38,75	39,00	40,00
	Wechsel	HF	1	58,00	.	58	58	.	.	.
	Stehen	HF	146	43,01	2,588	39	60	41,00	43,00	44,00
11	Liegen	HF	13	44,69	4,090	40	52	41,50	43,00	48,00
	Wechsel	HF	2	63,50	9,192	57	70	42,75	63,50	62,75
	Stehen	HF	225	43,63	2,884	38	54	42,00	43,00	45,00
12	Stehen	HF	240	45,13	4,025	39	73	43,00	44,00	46,75
13	Stehen	HF	240	53,09	5,741	46	87	50,00	52,00	55,00
14	Stehen	HF	240	54,98	5,854	44	79	51,00	53,00	59,00



15	Stehen	HF	240	63,73	9,264	51	94	56,00	61,00	69,00
16	Liegen	HF	127	54,35	6,884	46	89	50,00	53,00	56,00
	Wechsel	HF	7	67,86	10,286	58	81	59,00	62,00	79,00
	Stehen	HF	106	59,98	5,849	50	82	56,75	58,00	62,00
17	Liegen	HF	127	51,76	4,603	42	75	48,00	51,00	53,00
	Wechsel	HF	7	63,86	8,552	53	76	57,00	62,00	71,00
	Stehen	HF	106	56,45	5,009	49	75	53,00	55,00	60,00
18	Liegen	HF	85	47,44	2,958	41	57	45,00	47,00	49,00
	Wechsel	HF	2	73,00	7,071	68	78	51,00	73,00	69,50
	Stehen	HF	153	62,82	11,192	43	102	54,00	61,00	70,00
19	Liegen	HF	103	50,09	3,263	44	61	48,00	50,00	53,00
	Wechsel	HF	8	73,25	4,950	65	80	69,25	74,50	77,25
	Stehen	HF	129	62,86	9,645	49	95	55,00	61,00	68,00
20	Liegen	HF	228	48,30	5,492	42	82	45,00	47,00	50,00
	Wechsel	HF	1	63,00	.	63	63	.	.	.
	Stehen	HF	11	72,36	6,153	66	85	67,00	71,00	77,00
21	Liegen	HF	185	45,65	2,917	42	69	44,00	45,00	46,00
	Wechsel	HF	1	88,00	.	88	88	.	.	.
	Stehen	HF	44	85,80	26,453	54	139	62,25	73,50	107,75
	Kotsammeln	HF	10	126,70	18,488	86	146	118,50	131,00	141,25
22	Liegen	HF	105	55,97	5,460	47	78	52,00	55,00	59,00
	Wechsel	HF	9	81,89	9,360	70	99	75,50	79,00	90,50
	Stehen	HF	126	79,26	10,848	61	110	71,00	77,00	86,00
23	Liegen	HF	97	53,41	5,431	47	74	50,00	52,00	55,50
	Wechsel	HF	13	76,00	13,454	58	99	64,00	80,00	84,00
	Stehen	HF	130	67,42	11,406	50	97	59,00	65,00	74,25
24	Liegen	HF	143	54,66	5,154	48	82	52,00	53,00	56,00
	Wechsel	HF	6	76,83	4,916	72	86	73,50	75,50	80,00
	Stehen	HF	91	89,05	12,369	66	121	79,00	88,00	97,00
25	Liegen	HF	56	58,27	5,358	49	74	54,00	58,00	62,00
	Wechsel	HF	3	83,00	9,539	74	93	74,00	82,00	93,00
	Stehen	HF	181	75,69	8,982	59	110	69,00	75,00	81,00
26	Liegen	HF	143	57,15	5,761	49	81	53,00	55,00	60,00
	Wechsel	HF	10	81,10	6,806	67	91	77,75	81,00	86,00
	Stehen	HF	87	78,63	9,877	63	100	71,00	77,00	85,00
27	Liegen	HF	85	52,92	4,051	48	67	50,00	52,00	55,00
	Wechsel	HF	3	74,00	2,646	71	76	71,00	75,00	76,00
	Stehen	HF	145	73,23	14,185	55	124	64,00	67,00	78,50
	Kotsammeln	HF	7	121,86	20,078	92	145	103,00	124,00	142,00
28	Liegen	HF	172	51,97	3,269	47	68	50,00	51,00	53,00
	Wechsel	HF	3	71,33	8,083	64	80	64,00	70,00	80,00
	Stehen	HF	65	68,65	11,393	49	103	63,00	68,00	72,00
29	Liegen	HF	174	50,20	3,294	44	72	48,00	50,00	51,00

	Wechsel	HF	4	68,75	3,948	64	72	64,75	69,50	72,00
	Stehen	HF	62	65,44	7,815	50	91	61,75	65,50	68,25
30	Liegen	HF	105	51,90	6,196	46	76	48,00	50,00	54,00
	Wechsel	HF	9	73,56	10,477	54	82	66,00	78,00	80,50
	Stehen	HF	126	66,42	8,743	52	100	61,00	65,00	69,25
31	Liegen	HF	130	51,40	5,548	43	81	48,00	50,00	53,00
	Wechsel	HF	8	82,75	11,107	66	98	72,25	83,00	92,75
	Stehen	HF	102	70,96	9,126	55	101	65,00	69,00	76,00
32	Liegen	HF	163	50,45	4,369	45	69	48,00	49,00	52,00
	Wechsel	HF	7	76,14	8,764	61	85	71,00	77,00	84,00
	Stehen	HF	70	70,27	7,134	56	86	65,00	71,00	76,00
33	Liegen	HF	199	48,08	4,119	41	68	45,00	48,00	50,00
	Wechsel	HF	3	82,67	5,774	76	86	76,00	86,00	86,00
	Stehen	HF	38	73,47	10,088	59	101	64,75	72,00	81,25
34	Liegen	HF	190	46,38	4,144	38	68	44,00	46,00	48,00
	Wechsel	HF	4	77,75	9,912	68	89	68,75	77,00	87,50
	Stehen	HF	46	67,57	4,455	57	79	64,00	67,50	71,00
35	Liegen	HF	134	47,71	4,580	42	70	44,00	47,00	49,25
	Wechsel	HF	7	78,29	8,693	66	88	67,00	81,00	86,00
	Stehen	HF	99	66,71	5,069	57	82	63,00	66,00	70,00
36	Liegen	HF	204	44,49	3,778	38	62	42,00	44,00	46,00
	Wechsel	HF	2	74,00	7,071	69	79	51,75	74,00	69,00
	Stehen	HF	34	65,18	11,923	47	96	55,75	64,00	71,50
37	Liegen	HF	209	45,90	3,681	40	63	43,00	45,00	47,00
	Wechsel	HF	2	76,00	15,556	65	87	48,75	76,00	75,50
	Stehen	HF	29	67,38	5,545	57	84	64,00	66,00	71,50
38	Liegen	HF	187	47,52	3,187	42	65	46,00	46,00	48,00
	Wechsel	HF	2	67,50	,707	67	68	50,25	67,50	61,75
	Stehen	HF	51	60,49	8,869	49	86	54,00	59,00	65,00
39	Liegen	HF	188	44,78	4,448	38	60	41,00	44,00	48,00
	Wechsel	HF	1	80,00	.	80	80	.	.	.
	Stehen	HF	21	103,76	11,811	81	123	92,50	107,00	112,00
	Kotsammeln	HF	30	135,80	10,704	116	160	125,75	134,50	144,25
40	Liegen	HF	40	51,55	2,275	48	59	50,00	51,00	53,00
	Wechsel	HF	4	73,00	12,517	64	91	64,25	68,50	86,25
	Stehen	HF	196	70,65	11,615	51	108	62,00	68,00	77,00
41	Liegen	HF	216	49,10	4,051	43	74	47,00	48,00	51,00
	Wechsel	HF	1	80,00	.	80	80	.	.	.
	Stehen	HF	23	64,04	9,427	52	89	58,00	61,00	66,00
42	Liegen	HF	230	48,23	4,828	40	76	45,00	47,00	51,00
	Wechsel	HF	1	59,00	.	59	59	.	.	.
	Stehen	HF	9	64,56	4,667	58	71	61,00	64,00	69,50
43	Stehen	HF	40	67,83	7,092	56	89	62,50	67,00	72,00

**Tabelle 17:** Herzfrequenz und Verhalten (Hirsch 10)

h = Stunde nach Immobilisation, N = Zahl der Messpunkte, Häufigkeit der Positionswechsel/h

## HIRSCH 10

h	Zustand	n	MW	STABW	Min	Max	Perzentile		
							25	50 Median	75
10	Liegen	HF 237	30,92	1,573	28	45	30,00	31,00	32,00
11	Liegen	HF 93	33,31	2,824	30	42	31,50	32,00	34,00
	Wechsel	HF 1	65,00	.	65	65	.	.	.
	Stehen	HF 146	49,25	6,119	41	79	44,75	49,00	52,00
12	Liegen	HF 171	36,42	2,222	34	54	35,00	36,00	37,00
	Wechsel	HF 1	56,00	.	56	56	.	.	.
	Stehen	HF 68	52,47	3,642	47	61	49,00	52,50	55,00
13	Liegen	HF 240	41,56	2,974	36	51	39,00	42,00	44,00
14	Liegen	HF 197	44,17	3,681	39	67	41,50	43,00	46,00
	Wechsel	HF 2	73,50	16,263	62	85	46,50	73,50	73,75
	Stehen	HF 41	74,27	9,993	58	95	68,00	73,00	82,50
15	Liegen	HF 218	46,28	3,364	41	70	44,00	46,00	48,00
	Wechsel	HF 2	78,00	9,899	71	85	53,25	78,00	74,25
	Stehen	HF 20	78,95	14,259	60	104	66,00	76,50	91,00
16	Liegen	HF 240	46,77	2,366	42	67	46,00	47,00	48,00
17	Liegen	HF 152	47,53	3,160	42	62	45,00	47,00	50,00
	Wechsel	HF 1	75,00	.	75	75	.	.	.
	Stehen	HF 77	86,62	11,138	66	118	80,50	85,00	94,00
18	Kotsammeln	HF 10	99,50	16,372	81	119	81,75	100,50	115,50
	Liegen	HF 174	51,74	4,321	46	77	49,00	51,00	53,00
	Wechsel	HF 2	73,00	5,657	69	77	51,75	73,00	69,25
	Stehen	HF 59	72,92	13,666	56	118	64,00	69,00	79,00
19	Kotsammeln	HF 5	90,00	14,714	72	107	75,00	93,00	103,50
	Liegen	HF 197	50,07	3,874	44	71	48,00	49,00	51,50
	Wechsel	HF 1	69,00	.	69	69	.	.	.
	Stehen	HF 42	69,07	8,458	58	94	63,00	67,00	73,25
20	Liegen	HF 167	50,13	3,867	44	63	48,00	49,00	52,00
	Wechsel	HF 4	75,00	9,933	67	89	67,50	72,00	85,50
	Stehen	HF 69	68,80	7,736	55	87	63,50	68,00	73,00
21	Liegen	HF 240	50,98	5,221	43	75	48,00	49,00	52,00
22	Liegen	HF 176	50,51	3,177	43	64	49,00	50,00	52,00
	Wechsel	HF 2	73,00	4,243	70	76	52,50	73,00	68,25
	Stehen	HF 62	67,35	7,914	57	97	63,00	65,00	70,00
23	Liegen	HF 240	50,22	3,174	45	67	48,00	50,00	51,00
24	Liegen	HF 187	51,94	2,061	48	64	51,00	52,00	53,00
	Wechsel	HF 2	73,00	1,414	72	74	54,00	73,00	67,50

	Stehen	HF	51	68,90	6,801	57	85	64,00	68,00	74,00
25	Liegen	HF	240	50,07	3,284	44	69	48,00	50,00	52,00
26	Liegen	HF	203	49,64	3,289	42	64	47,00	49,00	51,00
	Wechsel	HF	2	71,00	7,071	66	76	49,50	71,00	68,00
	Stehen	HF	35	73,60	8,197	61	92	67,00	72,00	78,00
27	Liegen	HF	179	49,56	3,184	42	63	48,00	49,00	50,00
	Wechsel	HF	2	71,00	11,314	63	79	47,25	71,00	70,25
	Stehen	HF	59	75,08	8,703	64	98	68,00	73,00	81,00
28	Liegen	HF	128	51,83	6,630	44	88	48,00	50,00	53,00
	Wechsel	HF	10	82,73	7,431	73	96	75,00	84,00	89,00
	Stehen	HF	79	76,66	9,143	59	98	70,00	75,00	83,00
	Kotsammeln	HF	23	81,04	14,237	62	116	72,00	79,00	86,00
29	Liegen	HF	140	56,74	4,561	50	76	54,00	55,00	58,75
	Wechsel	HF	3	76,33	11,015	69	89	69,00	71,00	89,00
	Stehen	HF	97	74,88	9,293	59	100	68,50	73,00	79,50
30	Liegen	HF	240	53,31	3,549	47	73	51,00	53,00	55,00
31	Liegen	HF	240	51,55	2,738	46	70	50,00	51,00	53,00
32	Liegen	HF	153	52,76	3,801	47	78	50,00	52,00	54,00
	Wechsel	HF	2	71,50	,707	71	72	53,25	71,50	66,00
	Stehen	HF	85	69,95	8,927	56	103	65,50	68,00	72,50
33	Liegen	HF	187	54,07	4,385	46	78	51,00	53,00	57,00
	Wechsel	HF	2	71,50	2,121	70	73	52,50	71,50	66,50
	Stehen	HF	51	72,84	6,351	61	93	69,00	72,00	75,00
34	Liegen	HF	223	53,24	3,215	47	70	51,00	53,00	55,00
	Wechsel	HF	2	72,50	,707	72	73	54,00	72,50	66,75
	Stehen	HF	15	75,93	8,388	63	94	71,00	74,00	83,00
35	Liegen	HF	206	52,86	3,155	47	70	51,00	53,00	54,00
	Wechsel	HF	2	71,50	2,121	70	73	52,50	71,50	66,75
	Stehen	HF	32	70,19	11,289	57	99	64,00	67,50	71,00
36	Liegen	HF	161	53,34	3,711	47	74	51,00	53,00	55,00
	Wechsel	HF	3	80,33	18,175	60	95	60,00	86,00	95,00
	Stehen	HF	76	73,21	7,581	58	95	69,00	71,00	77,00
37	Liegen	HF	201	52,95	2,504	48	63	51,00	53,00	54,00
	Wechsel	HF	3	69,33	3,055	66	72	66,00	70,00	72,00
	Stehen	HF	3	86,33	6,658	82	94	82,00	83,00	94,00

## **X. DANKSAGUNG**

An erster Stelle möchte ich mich bei Prof. Dr. M. Erhard für die Überlassung dieses für mich besonders interessanten Themas und die stets freundliche Unterstützung herzlich bedanken.

Frau Dr. Caroline Wöhr gilt ein besonders herzlicher Dank für Ihre freundliche und kompetente Betreuung, Ihre Korrektur sowie für die jederzeit gewährte Unterstützung und die wertvollen Anregungen.

Allen Mitarbeitern des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung danke ich herzlich für Ihre Hilfsbereitschaft und das stets freundliche Miteinander. Insbesondere Frau Nicole Zobel und Frau Ingrid Priller für Rat und Tat im Labor. Herrn Hermann Kuchler und Herrn Christian Strobl für Ihre Hilfe bei der Immobilisation, der Blutentnahme und im Labor. Frau Dr. Shana Bergmann und Frau Dr. Claudia Schweizer besten Dank für Ihre Unterstützung bei der Installation von Kameras und Videosystem und vor allem für die erste Notversorgung nach dem Unfall.

Ein besonderer Dank Herrn Franz Bock und Herrn Josef Ortner für die Möglichkeit in Ihren Betrieben und mit Ihren Rothirschen diese Untersuchung durchführen zu können.

Auch sei Herrn Franz Bock für die fachgerechte Immobilisation der Hirsche und seine Hilfe bei der Kotsammlung gedankt und Herrn Thomas Ortner für seine Unterstützung dabei.

Frau Michaela Bock ein besonderer Dank für die optimale Versorgung und der ganzen Familie Bock für die familiäre Aufnahme.

Ein herzliches Dankeschön an Frau Helga Mellert für die Gestaltung der Lagepläne der Rotwildgatter und Herrn André Michas für die Unterstützung bei der Lösung meiner Computerprobleme.

Herrn Prof. Dr. R. Palme, Inst. f. Biochemie, Veterinärmedizinische Universität Wien, danke ich herzlich für die Bestimmung der Cortisolmetaboliten.

---

Herrn PD Dr. Sven Reese danke ich für die freundliche Betreuung und Beratung bei der statistischen Auswertung.

Herrn Prof. Dr. H. Meyer , Inst. f. Physiologie Universität München Weihenstephan, danke ich für die Möglichkeit an seinem Institut die Testosteronbestimmungen durchführen zu können.

Von ganzem Herzen danke ich meiner Frau Gabriela, ohne die ich mir meinen Jugendwunsch des Studiums der Tiermedizin nicht hätte erfüllen können, und unseren Kindern Friederike und Max, die es gut fanden was ihr „alter“ Vater noch in Angriff nahm.