

DEUTSCHE WILDTIER STIFTUNG

Schirmherr: Bundespräsident a.D. Prof. Dr. Roman Herzog



Abschlussbericht

Sonderpreis 2005

Deutsche Wildtier Stiftung

vorgelegt von Dipl. Tzt. Folko Balfanz



## Inhalt

**Inhalt** \_\_\_\_\_ **Seite 2**

Einleitung \_\_\_\_\_ Seite 3

Stand der Forschung \_\_\_\_\_ Seite 3

Projektziele \_\_\_\_\_ Seite 4

Forschungsplan \_\_\_\_\_ Seite 5

Ergebnisse \_\_\_\_\_ Seite 6

Schlussfolgerung \_\_\_\_\_ Seite 7

Literatur \_\_\_\_\_ Seite 8

**Kurzfassung des Projekts** \_\_\_\_\_ **Seite 10**



# ABSCHLUSSBERICHT

## **QUANTIFIZIERUNG DER STRESSBELASTUNG BEIM ROTHIRSCH: AUSWIRKUNG VON STOFFWECHSELAKTIVITÄT UND SOZIALEN HIERARCHIEN**

### **Einleitung**

In der heutigen Nutztierhaltung und dem modernen Wildtiermanagement gewinnen Untersuchungen von Stressbelastungen immer mehr an Bedeutung. Physiologisch führt eine Stressreaktion zur Mobilisierung schnell verfügbarer Energie und zur Steigerung von Blutdruck und Herzfrequenz. Es ist jedoch bekannt, dass bei chronischem Stress und einer dauerhaften Erhöhung von Stresshormonen die Fortpflanzungsleistung, das Wachstum und die Immunkompetenz des Individuums negativ beeinträchtigt werden kann (Sapolsky 1992). Gerade beim Rothirsch (*Cervus elaphus*), wo Stress als eine der Hauptursache für übermäßiges Schälen von Baumrinde vermutet wird (Gossow & Reimoser 1985), gewinnt die Quantifizierung der Stressbelastung immer mehr an praktischem Nutzen. Durch weitere Untersuchungen könnten die hohen wirtschaftlichen Schäden an der Waldvegetation, welche das Rotwild verursacht (Völk 1997), vermieden werden.

### **Stand der Forschung**

Durch herkömmliche Methoden wurde das Ausmaß der Stressbelastung durch die Konzentration der Glucocorticoide im Blut bestimmt (Döcke 1994). Dabei verursachte jedoch jede Blutabnahme ihrerseits Stress für das Tier, was zu einer Verfälschung des Messergebnisses führte. Neue Analysemethoden, entwickelt am Institut für Biochemie der Veterinärmedizinischen Universität (VU) Wien (Palme & Möstl 1997, Palme et al. 1999) ermöglichen es nun, die Abbauprodukte des Glucocorticoids Kortisol nicht-invasiv, d.h. ohne eine Beeinträchtigung der Tiere, zu messen. Diese sanftere Methode, die bereits zur Messung von Stressreaktionen erfolgreich beim Rotwild eingesetzt wurde (Huber et al. 2003a), eröffnet somit völlig neue Perspektiven für regelmäßige Untersuchungen an einer großen Anzahl von Tieren.

Glucocorticoide der Nebenniere fungieren als Stoffwechselhormone (Nelson 2000), wobei Veränderungen der Stoffwechselrate auch mit einer stressunabhängigen Veränderung der basalen Glucocorticoidproduktion einhergehen können. Aus diesem Grund waren eine



Reihe von Voruntersuchungen nötig, um aus der im Kot gemessenen Konzentration an Glucocorticoid-Metaboliten (GCM) Rückschlüsse auf die Stressbelastung eines Tieres ziehen zu können. Hierzu wurde bei einer Untersuchung der basalen Ausscheidungsrate der GCM an ungestört im Großgatter des Forschungsinstitutes für Wildtierkunde und Ökologie (FIWI) gehaltenen Rothirschen ein deutlicher Jahresverlauf festgestellt (Huber et al. 2003b). Die Ergebnisse zeigten, dass die Konzentration der GCM im Kot zwischen November und Februar signifikant höher war als zwischen März und Oktober, wobei von Mai bis August die niedrigsten Werte gemessen wurden.

Es ist dabei jedoch zu berücksichtigen, dass bei hirschartigen Tieren die Stoffwechselrate im Winter reduziert ist (Haigh & Hudson 1993). Untersuchungen am FIWI haben gezeigt, dass auch Rothirsche im Winter ihre Stoffwechselrate und damit die notwendige Energieaufnahme signifikant absenken, wobei anscheinend saisonale Veränderungen der Wärmeregulation eine entscheidende Rolle spielen (Arnold et al. 2004). Ebenso scheinen die sozialen Hierarchien innerhalb eines Rudels in diesem Zusammenhang von Bedeutung zu sein, da die Rangordnung zwischen den einzelnen Individuen die Stoffwechselaktivität, die Nahrungsaufnahme und die Stresshormonproduktion gleichermaßen beeinflussen kann (McEwen & Wingfield 2003). Eine Veränderung der Stoffwechselrate sowie der Qualität und/oder Quantität der Nahrung kann eine Veränderung der produzierten Kotmenge zur Folge haben, die wiederum die im Kot gemessene Konzentration an GCM beeinflussen könnte. Die GCM-Konzentration im Kot würde bei einer gleichbleibenden Ausschüttung von Glucocorticoiden somit um so mehr ansteigen, je weniger Kot abgegeben würde.

### **Projektziele**

Im Rahmen dieses Projektes sollte untersucht werden,

- 1) ob die im Kot gemessenen Konzentrationen an GCM Rückschlüsse auf die Glucocorticoidproduktion und des weiteren auf die Stressbelastung von Rothirschen erlauben lässt. Des weiteren sollte unter anderem geklärt werden, in welchem Maße die bereits festgestellten jahreszeitlichen Schwankungen der Ausscheidungsprodukte der Glucocorticoide durch jahreszeitliche Schwankungen der Stoffwechselaktivität und der Nahrungsaufnahme bedingt sind.
  
- 2) Welchen Einfluss die sozialen Hierarchien innerhalb einer Rotwildgruppe auf die Wechselwirkungen zwischen Nahrungsaufnahme, Stoffwechselaktivität, und Stresshormonausscheidung haben.



## Forschungsplan

Die Dissertation wurde im Rahmen eines durch den Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) gefördertes Projekt über den Einfluss der Ernährung auf jahreszeitliche Anpassungen beim Rothirsch im institutseigenen Großgatter (45 ha) durchgeführt. Es wurden über 2 Jahre hinweg die Aktivität, Herzfrequenz, Futteraufnahme und Körpergewichtsentwicklung von 16 weiblichen Tieren kontinuierlich gemessen und automatisch erfasst. Die Tiere wurden dafür im Jahr 2003 mit speziell konstruierten Telemetriesendern ausgestattet, die die Pulsrate als Maß für die Stoffwechselaktivität, sowie die Unterhauttemperatur und die Aktivität kontinuierlich maßen. In einer computergesteuerten Fütterungsstation erhielten die Tiere zwei Sorten von pelletiertem Zusatzfutter ad libitum, dessen Protein- und Energiegehalt das saisonale Maximum und Minimum in der natürlichen Nahrung widerspiegelte. Die Tiere waren in zwei räumlich nicht getrennte Futtergruppen unterteilt. Neben der von jedem einzelnen Individuum aufgenommenen Pelletmenge wurde gleichzeitig über eine Waage bei jedem Besuch der Fütterungsstation das Körpergewicht der Rothirsche erfasst. Die Fütterungsstation war so konstruiert, dass zur gleichen Zeit nur einem Tier der Zugang möglich war. Dadurch wurden Störungen der Nahrungsaufnahme durch Artgenossen ausgeschlossen.

Im Rahmen des oben genannten Projekts wurde ausserdem die Menge der natürlichen Äsung bestimmt, die die Tiere zusätzlich zu den Pellets aufnahmen. Dazu wurden unverdauliche Wachse aus den Zellwänden der Nahrungspflanzen, sogenannte Alkane, im Kot nachgewiesen. Die gleichzeitige Fütterung von nicht natürlich vorkommenden Alkanen über die Pellets ermöglichte die Quantifizierung der Gesamtmenge der aufgenommenen Pflanzenmasse und deren Verdaulichkeit (Dove & Mayes 1996). Weitere potenziell belastende Faktoren, die die Ausschüttung von Stresshormonen beeinflussen können, wie Luft- und Bodentemperatur, Windrichtung und -geschwindigkeit, Luftfeuchtigkeit, wurden in einer Wetterstation im Gehege kontinuierlich gemessen.

Um die Dominanzbeziehungen unter den Rothirschweibchen zu klären, wurden die oben erwähnten 16 Tiere über ein Jahr hinweg regelmäßig beobachtet. Aus sicherer Entfernung wurden mit Hilfe eines Fernglases (Swarovski 10x40) folgende Parameter erfasst: Aufenthalt des gerade beobachteten Individuums in Bezug zur restlichen Gruppe, Lokomotion, Nahrungsaufnahme, Wachsamkeit, Interaktionen, Besonderheiten. Die Rangbeziehung innerhalb der Rotwildgruppe wurde über die Anzahl der agonistischen Interaktionen zwischen Individuen und deren Ausgang mit Hilfe einer Dominanz-Matrix bestimmt (Appleby 1983).



Zur Bestimmung der GCM Konzentrationen und deren Veränderungen im Jahresverlauf wurden Kotproben der zuvor beobachteten Tiere gesammelt (von jedem Individuum alle zwei Wochen 1-2 Proben). Nach Abschluss des praktischen Teils standen somit 836 Kotproben von 16 verschiedenen Individuen zur biochemischen Analyse zur Verfügung.

Der Kot wurde direkt nach dem Kotabsatz gesammelt und innerhalb von zwei Stunden bei  $-20^{\circ}\text{C}$  tiefgefroren. Die Bestimmung der GCM-Konzentration im Kot erfolgte im November/Dezember 2004 am Institut für Biochemie der VU Wien unter der Anleitung von Prof. R. Palme. Dazu wurden 0.5 g jeder Kotprobe mit 5 ml 80%igem Methanol extrahiert, geschüttelt und zentrifugiert. Die im Überstand enthaltenen GCM wurden mittels eines gruppenspezifischen 11-Oxoätiocolanolon Enzym Immunoassays quantifiziert (Palme & Möstl 1997, Möstl et al. 2002). Die gleichzeitige Messung der GCM-Konzentration im Kot und der Gesamtfuttermenge (siehe oben), die Rückschlüsse auf die ausgeschiedene Kotmenge erlaubt, ermöglichte die Berechnung der Verdünnung der Metaboliten im Kot.

## Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigten deutliche jahreszeitliche Veränderungen der Futtermenge, des Körpergewichts, der Herzfrequenz, der Körpertemperatur und Aktivität. All diese Parameter besaßen ihren saisonalen Tiefpunkt in den Wintermonaten Januar/Februar, die saisonalen Höhepunkte jedoch in den Sommermonaten Mai/Juni. Der Jahresgang der GCM-Ausscheidung verhielt sich genau entgegengesetzt, d.h. mit einem saisonalen Minimum der Hormonausscheidung in den Sommermonaten und einem Maximum in den Wintermonaten. Außerdem kam es in den Sommermonaten durch die erhöhte Futtermenge der Tiere zu einer Verdünnung der GCM im Kot, wie sich durch die Analysen der Alkanmethode belegen ließ. Mit Hilfe der neuerworbenen Ergebnisse lässt sich eine katabole Stoffwechsellage der Tiere im Winter und eine anabole Stoffwechsellage im Sommer nachweisen, mit dem Glucocorticoid Kortisol als wichtigem, an der Regulation dieser Vorgänge beteiligtem Stoffwechselhormon. Kortisol ist in der katabolen Stoffwechsellage entscheidend daran beteiligt, freie Fettsäuren als Energielieferanten aus den Körperfettreserven freizusetzen. Sehr niedrige Kortisolausscheidungen in den Sommermonaten sind dagegen für den Aufbau von Fettreserven typisch.

Neben diesen saisonalen Einflüssen war der Energieverbrauch, die Futtermenge und die GCM-Ausscheidung vom sozialen Rang der Tiere abhängig. Es zeigte sich, dass die rangniedrigeren Tiere des Rudels stets aktiver waren und eine höhere Herzfrequenz und somit einen erhöhten Energiestoffwechsel besaßen als die ranghöheren Tiere. Trotz des erhöhten



Energiebedarfes der rangniedrigeren Tiere nahmen sie weniger Pellets an der Fütterungsstation auf, obwohl sie dort völlig ungestört von ranghöheren Artgenossen fressen konnten. Der Grund für diesen erstaunlichen Befund liegt sehr wahrscheinlich im Sozialverhalten und in der ausgeprägten Rudelbindung der Tiere. Wenn das Rudel zur Fütterungsanlage zog, betraten zuerst die ranghohen Tiere die Anlage und stillten ihren Hunger. Es ist zu vermuten, dass diese Tiere, nachdem sie ihren Hunger gestillt hatten, nicht mehr warteten bis auch alle anderen Tiere ausreichend gefressen hatten, sondern schon vorher wieder in die Einstände zogen. Für die rangniedrigen Rothirsche bestand dann nur die Wahl hungrig zu bleiben, oder den Anschluss an das Rudel zu verlieren. Wie die Ergebnisse zeigen, ist letzteres wohl die Alternative, die von Rothirschen gemieden wird. Die unvermeidliche Folge war eine offensichtlich unzureichende Pelletaufnahme der rangniedrigeren Tiere, die durch vermehrte Aufnahme natürlicher Äsung kompensiert wurde.

Die GCM-Ausscheidung war in jeder Jahreszeit bei den ranghöchsten Tieren am niedrigsten. Sie stieg bis etwa zur Rangposition 5 steil an und verblieb auf dem erreichten hohen Niveau praktisch unverändert bis hin zum rangtiefsten Tier, bzw. sank wieder etwas ab. Der Rang eines Tieres erwies sich damit als entscheidender Faktor für die Stressbelastung durch soziale Beziehungen mit positiver Auswirkung für ranghohe Tiere.

### **Schlussfolgerung**

Die Untersuchung verdeutlichte, dass die Quantifizierung der Stressbelastung beim Rotwild durch nicht-invasive Bestimmung von GCM im Kot als eine zuverlässige Methode angesehen werden kann. Für eine richtige Interpretation von GCM-Messungen als Stressindikator ist jedoch die Kenntnis des Jahresganges der GCM-Ausscheidung und der Verdünnung der GCM im Kot durch eine erhöhte Futteraufnahme entscheidend. Nur unter Berücksichtigung dieser beiden Aspekte ist eine erfolgreiche Anwendung der Methode im Freiland möglich.

Die physiologische „Winterruhe“ des Rotwildes, also das Herabsenken des Energieumsatzes und die gleichzeitige Freisetzung von körpereigenen Reserven muss beim Management von Rotwildbeständen berücksichtigt werden. Zu hohe Beunruhigung im Winter durch Erholungssuchende oder auch durch die Jagd, kann die Winteranpassung der Tiere empfindlich stören. Im Lebensraum von Rothirschen sollte im Winter deshalb äußerste Ruhe herrschen und jegliche Störungen mit Beginn der kalten Jahreszeit ausbleiben, um den Stoffwechsel und damit den Energiebedarf der Tiere nicht unnötig zu erhöhen. Hat man sich, aus welchen Gründen auch immer, für eine Fütterung der Tiere im Winter entschieden, so ist unbedingt die physiologische Stoffwechsellage des Rotwildes zu berücksichtigen. Geeignet



als Winterfutter ist nur rohfaserreiche, energie- und vor allem eiweißarme Kost, wie z.B. hochwertiges Heu. Ungeeignet dagegen ist eine eiweißreiche Kost, wie Sojabohnen-, Rapskuchen und Biertreber. Diese Futtermittel werden aus Kostengründen und wegen ihrer Attraktivität für die Rothirsche gerne genommen, entsprechen aber nicht dem natürlichen Nahrungsbedarf im Winter. Die Tiere reagieren auf diese Futtermittel mit erhöhter Aufnahme von Naturäsung. Dies ist gleichbedeutend mit erhöhtem Verbiss und ausgedehnten Schälenschäden. Zum Ende des Winters hin können stoffwechselphysiologisch unbedenkliche, aber dennoch attraktive Futtermittel, wie z.B. Apfeltrester, gegeben werden, falls es angebracht ist die Tiere noch länger an der Fütterung zu halten.

Der Einfluss der Rangordnung innerhalb eines Rudels ist für die Winterfütterung von nicht minderer Bedeutung. Alle Tiere des Rudels müssen an der Fütterung möglichst gleichzeitig Futter erhalten. Dies gewährleistet nur die Verteilung des Futters auf möglichst viele Futterstellen, ein arbeitsaufwendiger Schritt, der leider zu häufig entweder aus Bequemlichkeit oder aus Kostengründen unterlassen wird. Die unausweichliche Folge ist der in dieser Untersuchung nachgewiesene Effekt, dass rangniedrigere Tiere trotz der Winterfütterung hungrig bleiben und deshalb, vor allem in der Umgebung von Fütterungen, vermehrt Baumrinde schälen und Wildschäden verursachen.

Mit den vorliegenden Ergebnissen und der Verknüpfung von physiologischer und ökologischer Forschung wurde ein wesentlicher Erkenntnisgewinn für ein wildschadens-vermeidendes Rotwildmanagement in der heutigen Kulturlandschaft erzielt. Außerdem wurde die Aussagekraft nicht-invasiver Methoden der Stressquantifizierung und deren Interpretation bei Wild- und Haustieren erheblich verbessert. Der Einfluss der Futtermittelfürbarkeit und -qualität auf die jahreszeitlichen physiologischen Anpassungen des Rothirsches sollte in den nächsten Jahren jedoch noch weiter experimentell geklärt werden.

### **Literatur**

Appleby, M.C. (1983) The probability of linearity in hierarchies. *Animal Behaviour*, 31, 600-608.

Arnold W, Ruf T, Reimoser S, Tataruch F, Ondersheka K, Schober F (2004) Nocturnal metabolic depression as an overwintering strategy of red deer (*Cervus elaphus*). *American Journal of Physiology*.

Döcke F (1994) *Veterinärmedizinische Endokrinologie*. Gustav Fischer Verlag Jena.

Dove H, Mayes RW (1996) Plant wax components: a new approach to estimating intake and diet composition in herbivores. *Journal of Nutrition* 126, 13-26.



Gossow H, Reimoser F (1985) Wildbewirtschaftung und gesunder Wald: zum Zielkonflikt Wald-Wild- Weide-Tourismus. In: Impacts de l'homme sur la forêt. Sympos. IU FRO, Strasbourg, INRA, 167-184.

Haigh JC, Hudson RJ (1993) *Farming Wapiti and Red Deer*. Mosby-Year Book, Missouri.

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

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

McEwen BS, Wingfield JC (2003) The concept of allostasis in biology and biomedicine. *Hormones and Behavior* 43, 2-15.

Möstl E, Maggs JL, Schrötter G, Besenfelder U, Palme R (2002) Measurement of cortisol metabolites in feces of ruminants. *Veterinary Research Communications* 26, 127- 139.

Nelson RJ (2000) *An Introduction to Behavioral Endocrinology*, 2<sup>nd</sup> ed. Sinauer, Massachusetts.

Palme R, Möstl E (1997) Measurement of cortisol metabolites in feces of sheep as a parameter of cortisol concentrations in blood. *Zeitschrift für Säugetiere* 62 (suppl. II), 192-197.

Palme R, Robia C, Messmann S, Hofer J, Möstl E (1999) Measurement of fecal cortisol metabolites in ruminants: a non-invasive parameter of adrenocortical function. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift* 86, 237-241.

Sapolsky RM (1992) Neuroendocrinology of the stress response. In: Becker JB, Breedlove SM, Cews D (eds.) *Behavioral Endocrinology*. MIT Press, Cambridge, pp.287-324.

Völk FH (1997) Schältschäden und Rotwildmanagement in Österreich. Dissertation Universität Wien.