

5.4 Bedeutung anorganischer (Schad-)Stoffe bei der Weidenutzung elbnaheer Grünlandflächen

Die Landwirtschaft hat in den Ufergebieten großer Flüsse neben der Produktion von Futter- und Nahrungsmitteln auch die Aufgabe, landschaftsschützend und –pflegend zu wirken. Eine sinnvolle Verknüpfung beider Aspekte kann durch die Beweidung der flussnahen Flächen, die für andere (landwirtschaftliche) Nutzungen durch häufig wiederkehrende Überschwemmungen nicht geeignet sind, hergestellt werden. Die Weidetierhaltung muss jedoch die Gefahr eines überhöhten und nicht erwünschten Eintrages von Schadstoffen in die Nahrungskette beachten. Besonders in Folge anthropogener Einflüsse ist die Elbe auf ihrem gesamten Lauf auf deutschem Staatsgebiet mit Schwermetallen belastet. Für den Gehalt an Cadmium, Quecksilber und Zink im Sediment werden ab Dresden hohe Belastungen (LAWA-Klasse 3 und schlechter) ausgewiesen (ATV-DVWK 2000). Durch Hochwasserereignisse wird das Grünland der Flussauen je nach Höhenlage kontaminiert. Obwohl durch Sanierungsmaßnahmen und den Bau von Kläranlagen seit 1990 schon eine spürbare Verbesserung der Wasserqualität und der Schadstoffbelastung von Elbfischen (PFEIFER et al. 1997) erreicht werden konnte, wird die Schwermetallbelastung der Sedimente und auch der Böden der Überschwemmungsflächen noch über Jahrzehnte zu beachten sein.

Die Untersuchungen hatten zum Ziel, den Schwermetalltransfer Boden – Pflanze – Tier in einem von Überschwemmungen geprägten und als Weide genutzten Auengebiet der Elbe näher zu bestimmen. Es sollten Aussagen über den Eintrag von Schwermetallen in die Nahrungskette getroffen und Hinweise zur Versorgung der Pflanzen und Weidetiere mit Spurenelementen gegeben werden.

5.4.1 Material und Methoden

Boden- und Pflanzenproben

Für die Durchführung der Untersuchungen stand eine elbnahe Versuchsweidefläche des Elbe-Ökologie-Projekts zur Verfügung, sie war Teil der Variante 3 (Mutterkuhherde UW_1,5 GV). Die Vergleichbarkeit der Belastung der Ufergebiete mit Schwermetallen und der Auswirkung von Überschwemmungsereignissen sollte bis zur Muldemündung bei Dessau gegeben sein.

Zur Beprobung des Bodens und des Pflanzenaufwuchses wurde die Fläche in 7 Segmente mit zunehmender Entfernung zum Elbufer aufgeteilt. Der Abstand des entferntesten Segments vom Ufer betrug bis zu 200m (Tabelle 5.4-1).

Die Bodenprobennahme erfolgte im Mai 2000. Aus jedem Segment wurden 3 Mischproben bei jeweils 8 Bohrstockeinstichen je Mischprobe entnommen. Die Proben repräsentieren die Schicht von 0 – 10 cm. Der Boden wurde getrocknet und auf eine Korngröße von < 2mm gesiebt. Die Ergebnisangaben beziehen sich auf den lufttrockenen Zustand und repräsentieren jeweils den Mittelwert aus drei Einzelproben des Probensegmentes.

Tabelle 5.4-1: Aufteilung und Bezeichnung der Probensegmente

Bezeichnung	Entfernung vom Ufer (m)
8m	0 - 8
16m	9 - 16
38m	17 - 38
68m	39 - 68
93m	69 - 93
143m	94 - 143
200m	144 - 200

Pro Segment wurden im Untersuchungszeitraum an vier Terminen (1999: Mai und Juli, 2000: Mai und September) je 3 Pflanzenproben entnommen. Dabei wurde mit einer Sense der gesamte Bestand von 3 jeweils ca. 2m² großen, nach Augenschein für das Segment repräsentativen Flächen geschnitten. Alle Pflanzenproben wurden im Labor nach Gräsern, Kräutern und Klee getrennt, deren Anteil am Gesamtgewicht bestimmt und die Proben unter fließendem Wasser gewaschen. Der Anteil des Klees an der Gesamterntemasse lag unter 2 %, er wurde deshalb in der Auswertung nicht berücksichtigt. (Der Kleeanteil der Gesamtfläche der Variante UW_1,5 GV lag bei 8 %.) Eine detaillierte Aufnahme der Bestandszusammensetzung befindet sich in Kap. 5.2. Das Fressverhalten der Tiere (Futterselektion) muss bei der Einschätzung der Ergebnisse unberücksichtigt bleiben.

Haar- und Organproben von Weidetieren

Zur Bestimmung der Elementgehalte in Organen und Haaren wurden Tiere aus der Herde UW_1,5 GV des Projekts untersucht. Diese Mutterkuhherde weideten ganzjährig auf Auengrünland, wovon ca. 30 % der Flächen regelmäßig überschwemmt wurden. Als Kontrollwerte dienten die Ergebnisse der Organuntersuchung von Tieren des Lehr- und Versuchsgutes Köllitsch, welche nicht auf Überschwemmungsgrünland weideten bzw. welche kein Futter erhielten, das im Überschwemmungsbereich der Elbe geerntet wurde.

Zur Abdeckung des Bedarfs an Spurenelementen wurden Lecksteine und Mineralfuttermittel ad libitum angeboten. Obwohl die Zusammensetzung der Mineralfutter bekannt war, konnte die tatsächliche Aufnahme durch das einzelne Tier nicht bestimmt werden.

Organproben wurden bei der Schlachtung der Tiere gewonnen. Die Proben (Lebern und Nieren) sind mit einer Moulinette homogenisiert, und anschließend aufgeschlossen und analysiert worden.

Die untersuchten Haarproben stammten aus der Nackenpartie des Deckhaares. An vier Terminen jährlich (März, Juni, September und Dezember) wurden die Tiere der Mutterkuhherde eingefangen und ihnen unter anderem eine Haarprobe entnommen. Die Haare wurden im Labor je zweimal mit Diethylether und heißem Wasser gewaschen, anschließend aufgeschlossen und auf ihren Elementgehalt analysiert.

Für alle Tierproben (Haare, Lebern, Nieren) werden die Gehalte der untersuchten Proben in der Trockenmasse als Medianwert angegeben. Einzelne Extremwerte („Ausreißer“) beeinflussen den Median weniger als den Mittelwert.

Als Vergleichswerte dienen die Vorgaben der Zentralen Erfassungs- und Beratungsstelle für Umweltchemikalien (ZEBS) sowie weiterer Verordnungen.

Analysemethoden

Die Untersuchungen erfolgten nach den in Tabelle 5.4-2 genannten Methoden. Der pH-Wert des Bodens wurde in 0,01 mol/l CaCl₂-Lösung nach VDLUFA-Methodenbuch Bd. I, A 5.1.1 bestimmt.

5.4.2 Ergebnisse

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt elementbezogen. Dabei wird unterschieden in unerwünschte Stoffe: Arsen (As), Cadmium (Cd), Quecksilber (Hg), Blei (Pb), Thallium (Tl) und in für die Rinder ernährungsphysiologisch notwendige Spurenelemente: Kupfer (Cu), Kobalt (Co), Mangan (Mn), Molybdän (Mo), Selen (Se), Zink (Zn).

Tabelle 5.4-2: Analysenmethoden

Matrix	Element	Aufschluss- bzw. Extraktionsmethode	Bestimmung
Boden- Gesamtgehalt	Cu, Cd, Co, Mo, Pb, Tl, Zn, Mn	DIN 38414 S7	DIN 38406-29
Boden- Gesamtgehalt	As, Se		VDLUFA MB VII, 2.2.4
Boden- Gesamtgehalt	Hg		DIN EN 1483
Boden – Mobiler Anteil	Se	DIN 19730	DIN 38405-23
Boden – Mobiler Anteil	Tl, Pb, Cd, Co, Zn		DIN 38406-29
Boden – Mobiler Anteil	As		DIN ISO 11969
Pflanzen, Organe, Haar	Cu, Cd, Co, Mo, Pb, Tl, Zn, Mn	VDLUFA Methodenbuch Bd.VII, 2.1.1	DIN 38406-29
Pflanzen, Organe, Haar	As, Se		VDLUFA MB VII, 2.2.4
Pflanzen, Organe, Haar	Hg		DIN EN 1483
Boden – pflanzenverfügbare Anteil	Mo	VDLUFA Methodenbuch Bd. I, A 7.4.1	
Boden – pflanzenverfügbare Anteil	Mn	VDLUFA Methodenbuch Bd. I A 7.2.1	
Boden – pflanzenverfügbare Anteil	Cu	VDLUFA Methodenbuch Bd. I A 7.3.1	

5.4.2.1 Unerwünschte Stoffe

Cadmium

Es ist eine eindeutig von Überschwemmungen herrührende Belastung des *Bodens* mit Cadmium nachweisbar. Der Gesamt-Cd-Gehalt im Boden nimmt von 2,76 mg/kg am Ufer bis auf 0,01 mg/kg in 200 m Entfernung ab. Der Maßnahmenwert Grünland der BBodSchV wird deutlich unterschritten. Interessant ist, dass der ammonium-nitratextrahierbare Anteil im Boden nicht in gleichem Maße abnimmt, sondern konstant bleibt. Ursache dafür kann die zunehmende Versauerung des Bodens mit größer werdender Entfernung vom Ufer sein, wodurch die Mobilität einzelner Cd-Verbindungen überdurchschnittlich erhöht wird. Der zur Orientierung mit angeführte „schärfere“ Maßnahmenwert Ackerland auf Basis der DIN 19730 wird nicht erreicht – Cd kann als wenig mobil eingeschätzt werden, der Transfer in die Pflanze sollte gering sein.

Die Gesamtbelastung des *Futters* liegt mit 0,36 bis 0,42 mg/kg TM deutlich unter dem höchstzulässigen Wert von 1,00 mg/kg der Futtermittelverordnung. Die Cd-Belastung des Gesamtfutters der ufernahen Probensegmente ist nicht signifikant höher als die der weiter entfernten Segmente. Dabei enthalten Gräser deutlich weniger Cadmium als Kräuter. Einzelne Kräuterproben weisen hohe Gehalte (bis 3,1 mg/kg TM) auf.

Die gefundenen Cd-Gehalte in den *Organen* entsprechen deswegen den Erwartungen. Mit 0,48 mg/kg TM liegt der Median für Lebern unter dem anzusetzenden ZEBS-Wert (1,00 mg/kg TM), aber deutlich über dem Median der nicht elbnah weidenden Tiere (0,26 mg/kg TM). Auch bei den Nieren ist ein deutlich höherer Gehalt der Versuchsrinder zu verzeichnen. Nach Fleischhygiene-Verordnung sind allerdings Nieren von über 24 Monate alten Rindern generell vom Verzehr ausgeschlossen.

Ein unzulässig hoher Transfer von Cadmium in die Nahrungskette liegt nicht vor, eine höhere Cd-Belastung der Überschwemmungsböden, der Grünlandaufwüchse dieser Gebiete sowie der Versuchstiere gegenüber den Kontrollproben ist jedoch nicht zu übersehen.

Arsen

Der Gesamtgehalt im *Boden* liegt mit bis zu 51 mg/kg im Bereich des Maßnahmenwertes für Grünland nach BBodSchV. Eine deutliche Abnahme mit wachsendem Abstand vom Flussufer ist zu erkennen. Der Gehalt an mobilem Arsen, repräsentiert durch den Anteil ammoniumnitratextrahierbaren Arsens, liegt mit 0,01 bis 0,03 mg/kg Boden an der Bestimmungsgrenze und ist als gering einzuschätzen.

Das Futter ist nach Futtermittelverordnung nicht belastet. Ältere Pflanzen sind stärker belastet als jüngere. Arsen-Gehalte in Gräsern und Kräutern unterscheiden sich nicht deutlich voneinander. Ein deutlicher Rückgang der Gehalte findet jedoch mit wachsendem Abstand vom Ufer statt.

Die untersuchten *Organe* sind mit 0,03 mg/kg TM (Leber) und 0,10 mg/kg TM (Niere) nur gering belastet. Hier weisen die zum Vergleich analysierten Nieren elbferner Rinder höhere Gehalte auf. Sowohl eine toxische Wirkung des As-Gehaltes des Futters auf die Tiergesundheit als auch ein unzulässig hoher Eintrag in die Nahrungskette kann auf Grund der Untersuchungen ausgeschlossen werden.

Quecksilber

Quecksilber spielt bei der Schadstoffbelastung der Elbe noch immer eine große Rolle, wie Untersuchungen an Elbfischen (PFEIFER et al. 1997) dokumentieren. Der Hg-Eintrag auf die benachbarten landwirtschaftlichen Flächen ist beträchtlich, die Hg-Aufnahme der *Pflanzen* jedoch ist gering. Der Futtermittelgrenzwert von 0,10 mg/kg TM wird in der Regel nicht erreicht. Eine Ausnahme bildeten die Hg-Gehalte der Pflanzen im sehr trockenen Spätsommer 2000. Hier wurden bis zur Uferentfernung von 38 m vom Ufer Grenzwertüberschreitungen sowohl bei Gras als auch bei Kräuterproben beobachtet. Die lang anhaltende Trockenheit auf den höherbelasteten Flächen führte zu einer beträchtlichen Hg-Aufnahme durch die Pflanze.

Eine Belastung der *Tierorgane* mit Quecksilber ist an Hand der Ergebnisse auszuschließen. Der ZEBS-Richtwert wird nur zu jeweils 15% ausgeschöpft. Es ist jedoch eine höhere Belastung der Versuchstiere im Vergleich zu Tieren festzustellen, die nicht von Überschwemmungsflächen der Elbe stammen.

Blei

Der Maßnahmenwert der BBodSchV wird für das Element Blei im *Boden* nur zu ca. 10 % (Ufernähe) bzw. 2 % (200m) ausgeschöpft. Der hohe Maßnahmenwert (1200 mg/kg Boden) trägt der Existenz einer physiologischen Sperre zur Pb-Aufnahme in vielen Pflanzenarten Rechnung. Die Gehalte im NH₄NO₃-Extrakt zeigen eine geringe Mobilität des vorhandenen Bleis an. Sowohl *Gras*- als auch Kräuterproben weisen im Mittel keine unzulässigen Pb-Gehalte auf, eine Tendenz zu höheren Gehalten im Laufe der Vegetation ist nur schwach ausgeprägt. Auffällig sind einzelne Kräuterproben mit deutlich höheren Pb-Gehalten.

In den *Tierorganen* werden nur Pb-Gehalte, die deutlich unter den ZEBS-Werten liegen, gefunden. Bei den Versuchskühen liegen die Pb-Gehalte in Lebern und Nieren jedoch doppelt so hoch wie bei den Vergleichstieren.

Thallium

Thallium spielt mit einem Maximalgehalt von 0,30 mg/kg *Boden* (Ufer) keine wesentliche Rolle im Schwermetalltransfer im untersuchten Gebiet. Der Maßnahmenwert der BBodSchV liegt bei 15 mg/kg. In 200 m Entfernung vom Ufer sinkt der Tl-Gehalt auf 0,10 mg/kg. Auch die Tl-Belastung der *Pflanzen* ist gering, sie liegt im Bereich der Bestimmungsgrenze des analytischen Verfahrens. Kräuterproben weisen mit 0,03 mg/kg TM einen etwas höheren Gehalt auf als Gräser. Die Tl-Gehalte im *Haar* liegen ebenfalls an der Bestimmungsgrenze. Vergleichswerte sind nicht bekannt. Für *Lebern und Nieren* von Schlachtrindern werden 0,05 mg Tl/kg FM als Normalgehalte angesehen (RICHTER 1999), die gemessenen Gehalte sind mit 0,01 mg/kg TM deutlich niedriger.

5.4.2.2 Spurenelemente

Kupfer

Der Kupfergehalt des *Bodens* nimmt mit wachsender Entfernung vom Flußufer ab. Gehalten von über 90 mg/kg am Ufer stehen Gehalte von 17 mg/kg in 200m Entfernung gegenüber. Der pflanzenverfügbare Anteil an Cu, bestimmt in 0,5 mol HNO₃ nach WESTERHOFF, nimmt in ähnlicher Weise ab, wobei die gesamte Fläche hoch mit Cu versorgt bleibt.

Für das Jahr 1999 ist auch für den *Pflanzenbestand* eine Abnahme der Cu-Gehalte mit wachsender Entfernung zum Ufer festzustellen. Im trockenen Jahr 2000 ist das Bild uneinheitlich. Die Cu-Gehalte im Gras- und Kräuteranteil sinken 1999 im Laufe der Vegetationsperiode, im Jahr 2000 ist eine leichte Erhöhung festzustellen. Die Mittelwerte des Gesamtaufwuchses liegen mit Werten zwischen 10 und 20 mg/kg TM über den für eine ausreichende Cu-Versorgung der Rinder geforderten 8 mg/kg TM (HENNIG 1972), im trockenen Jahr 2000 jedoch anfangs zum Teil unter diesem Wert. Dagegen wird der von JEROCH et al. (1999) empfohlene Gehalt für weibliche Aufzuchtrinder (15 mg/kg TM) häufig nicht erreicht.

Die Cu-Gehalte der *Lebern und Nieren* von Kühen (nicht von Kälbern) streuen sehr stark. Die Ursache dafür ist unklar. Auch ANKE (1979) fand bei einer Probenanzahl von n = 507 Schlachtkühen und einem Mittelwert für Lebern von 72 mg/kg TM eine Standardabweichung von 93 mg/kg TM.

Inwieweit der niedrige Cu-Gehalt der Lebern der Versuchsrinder eine Unterversorgung anzeigt, ist wegen der Streuung der Ergebnisse nicht klar.

Ursachen eines Cu-Mangels könnten der zumindest zeitweise geringe Cu-Gehalt des Futters und evtl. der mäßig hohe Cd-Anteil im Futter sein, der eine Cu-Aufnahme hemmt.

Molybdän

Zur Bestimmung und Bewertung des Molybdängehaltes im *Boden* werden 2 Methoden angewendet. Der Gehalt an königswasserlöslichem Mo nimmt, wie bei allen anderen Elementen bereits beschrieben, mit zunehmender Entfernung vom Ufer ab. Auch der Gehalt an pflanzenverfügbarem Mo, bestimmt mit der Heißwassermethode, verringert sich in gleicher Weise. Mit Ausnahme des Uferbereichs (16 m) ist auf der restlichen Fläche ein Mo-Mangel zu verzeichnen, wenn als Vergleich die Mo-Bodenzahl für Ackerböden der Bodenart sandiger Lehm oder schluffiger Lehm herangezogen wird. Die Bodenzahl bestimmt sich aus dem heißwasserlöslichen Mo-Gehalt und dem pH-Wert eines Bodens.

Interessanterweise wird dieser Verlauf bei den *Pflanzenproben* nicht gefunden. Es ist eine deutliche Zunahme des Mo-Pflanzengehaltes mit wachsender Entfernung vom Ufer sowohl für Gräser als auch für Kräuter zu verzeichnen. Der pH-Wert sinkt um mehr als eine volle Einheit in dem betrachteten Gebiet. Möglicherweise hängt die Mo-Aufnahme der Pflanzen in viel stärkerem Maße vom pH-Wert des Bodens ab als in der Berechnung zum heißwasserlöslichen Mo berücksichtigt.

Die Mo-Versorgung der Rinder aus dem Mo-Gehalt im Weidefutter ist gesichert, der Richtwert (GEH 1986) für eine ausreichende Mo-Ernährung liegt mit 0,1 mg/kg TM deutlich niedriger. Diese Befunde werden durch die *Organanalysen* sehr gut bestätigt. Lebern und Nieren der Versuchsrinder liegen im Bereich der von ANKE (1979) für Organgehalte angegebenen Normalwerte bei Mo-angereichertem Futter. Die Vergleichstiere weisen ähnliche Gehalte auf.

Cobalt

Für die Einschätzung des Cobaltgehalts von *Böden* besteht ein Bedarf an Richt- und Vergleichswerten. Die Gesamtgehalte sind tolerierbar (KLOKE 1980). Informativ wurde das NH₄NO₃-extrahierbare Cobalt im Boden mitbestimmt. Die Gehalte sind mit 0,01 bis 0,07 mg/kg Boden sehr gering und nehmen, wie bei Molybdän, mit wachsender Entfernung vom Ufer ab. Das *Grünfutter* ist ausreichend mit Co versorgt (JEROCH et al. 1999, HENNIG 1972) und sollte einen Co-Mangel im Tier ausschließen. Die ermittelten Co-Gehalte in *Lebern und Nieren* können als Normalgehalte angesehen werden, zumal sich die Gehalte der Versuchs- und Vergleichstiere nicht voneinander unterscheiden.

Selen

Der *Boden* der Versuchsfläche weist einen Se-Gehalt von 0,2 bis 0,9 mg/kg auf, wobei am Ufer die höheren Werte auftreten. Die Gesamtgehalte liegen noch unter dem Bodenwert I nach KLOKE (1980) von 1,0 mg/kg, eine toxische Wirkung kann ausgeschlossen werden. Selen wird in gemäßigten, regenreichen Gebieten der Erde aus dem Boden ausgewaschen, wobei Se-Mangel auftreten kann. Der mobile Anteil (NH_4NO_3 -extrahierbar) liegt unter der Bestimmungsgrenze.

Die Analyse der Se-Gehalte in den *Futterpflanzen* ergibt Werte zwischen 0,01 und 0,12 mg/kg TM, die Mittelwerte zu den Probenahmezeitpunkten liegen nicht über 0,03 mg/kg TM. Das ist für eine optimale Se-Versorgung von Weidetieren zu wenig, es werden 0,15 bis 0,25 mg/kg TM empfohlen (GEH 1986; JEROCH et al. 1999). Unter 0,06 mg/kg TM muss mit Mangelerscheinungen gerechnet werden (ANKE & RISCH 1979). Auf Grund der niedrigen, an der Bestimmungsgrenze des Verfahrens liegenden Gehalte ist eine Differenzierung nach Entfernung vom Ufer oder nach Vegetationsstadium nicht möglich. Die *Leberproben* sowohl der Versuchs- als auch der Vergleichstiere weisen mit ca. 0,4 bis 0,5 mg/kg TM niedrige Gehalte auf. Ähnlich niedrige Werte erhielten ANKE & RISCH (1979) für unter Se-Mangel gehaltene Tiere. In den *Nieren* werden Normalgehalte erreicht.

Zink

Der Zink-Gesamtgehalt im *Boden* hängt mit dem Uferabstand zusammen und ist damit vom Auftreten von Überschwemmungen beeinflusst. Bis in eine Entfernung von ca. 68 m wird der Bodenwert II nach EIKMANN & KLOKE (1991) von 300 mg/kg überschritten. In größerer Entfernung sinken die Zn-Gehalte bis auf 65 mg/kg. In der Bundesbodenschutzverordnung (BodSchV) wird nur ein Prüfwert für Phytotoxizität auf Ackerflächen angegeben (2,0 mg/kg; NH_4NO_3 -Extrakt). Dieser wird in allen Teilprobenflächen mit Ausnahme des Uferbereichs überschritten. Die Gesamtbelastung im Boden muss als hoch eingeschätzt werden.

Als ausreichend für eine ordnungsgemäße Zn-Ernährung von Rindern wird ein Gehalt im *Futter* von 50 mg/kg TM (JEROCH et al. 1999) angesehen. Im Gesamtaufwuchs sind diese Zinkmengen zu jedem Probenahmezeitpunkt vorhanden. Die Zn-Gehalte von Grasproben aus dem Jahr 1999 liegen aber unter diesem Wert. Die Analysen des Zn-Gehalts in den *Organproben* zeigen mit 136 mg/kg TM (Leber) bzw. 93 mg/kg TM (Niere) keinen Mangel an. ANKE & RISCH (1979) fanden bei Untersuchungen an Ziegen bei normal ernährten Tieren Leberwerte von 105 mg/kg TM. Allerdings ist der Unterschied zwischen Normalgehalt und Mangel gering. Die Vergleichstiere weisen einen geringeren Zinkgehalt in den Organen auf.

Mangan

Der Gesamt-Mangengehalt im *Boden* verringert sich von 1500 mg/kg im Uferbereich auf 350 mg/kg Boden in 200 m Entfernung. Durch Überschwemmungsereignisse werden demzufolge beträchtliche Manganmengen abgelagert. Der Anteil pflanzenverfügbaren Mangans geht von 247 auf 105 mg/kg im Boden zurück, womit auf der gesamten Versuchsfläche kein Mn-Mangel in der Pflanzenernährung auftreten dürfte. Bei den Mn-Gehalten im *Futter* fällt auf, dass die höheren Werte häufig in größeren Entfernungen zum Ufer gemessen werden. Der niedrigere Boden-pH führt in diesen Bereichen zu einer erhöhten Mn-Aufnahme durch die Pflanze, was die Methode nach SCHACHTSCHABEL nicht erfasst. Im Mittel enthält das Futter zu jedem Probenahmetermin genügend Mangan für eine ausreichende Versorgung der Tiere. Die Mangangehalte steigen mit zunehmendem Pflanzenalter an. Die Gehalte der *Lebern und Nieren* zeigen einen ausreichenden Mn-Status der Tiere an, Versuchskühe und Vergleichstiere sind gleich gut versorgt.

5.4.2.3 Einschätzung des Spurenelementstatus auf der Grundlage von Organ- und Haaranalysen

Eine Bewertung des Versorgungszustandes der Weidetiere mit Spurenelementen setzt zumeist die Analyse bestimmter Organe (Leber, Niere, Knochen, Hirn) voraus, für die auf Grund durchgeführter Mangel- oder Belastungsuntersuchungen der Nachweis erbracht wurde, dass sie den aktuellen Status mit ausreichender

Sicherheit anzeigen. Diese Untersuchungen können erst nach der Schlachtung des Tieres vorgenommen werden und kommen für die Regulation einer Fehlernährung zu spät. Eine Analyse der Haare kann dieses Problem lösen, da die Haarbeprobung am lebenden Tier erfolgt. Mit dem vorliegenden Untersuchungsmaterial wurde ein Vergleich von Elementbestimmungen in *Organen* mit Elementbestimmungen in *Rinderhaaren* durchgeführt.

Für die meisten Elemente ist der Versorgungszustand gut (Tabelle 5.4-3). Die Angaben von Vergleichswerten für die Einschätzung der Haargehalte sind jedoch spärlich. Da die Versuchstiere zusätzlich mit Mineralfutter versorgt wurden, kann ein Rückschluss auf ausreichende Gehalte in den Futterpflanzen leider nicht erfolgen. Nicht in jedem Fall werden übereinstimmende Einschätzungen auf der Grundlage von Organ- bzw. Haaranalysen erhalten. Für Kupfer wird in beiden Probenpools (Versuchstiere – elbnah ; Vergleichstiere – elbfern) mittels Haaranalyse ein ausreichender Cu-Status gefunden, der jedoch durch die niedrigen Leberwerte nicht bestätigt wird. Wie schon erwähnt, streuen die Cu-Gehalte der Organe stark, so dass die Bewertung der Cu-Versorgung unsicher ist. Die Haaranalysen streuen sehr viel weniger und sollten aus diesem Grund als Basis für die Bewertung der Cu-Versorgung herangezogen werden. Der ausreichende Molybdänstatus des Haares stimmt mit den in den Organen gefundenen Mo-Gehalten überein.

Tabelle 5.4-3: Vergleichbarkeit der Einschätzung auf der Basis von Organ- und Haaranalysen

		Leber mg/kg TM	Belastung/ Versorgung	Niere mg/kg TM	Belastung/ Versorgung	Haare mg/kg TM	Belastung/ Versorgung	Stimmen Organ- und Haaranalyse überein?
Cd	Elbnah	0,48	48% d. ZEBS	6,05	242% d. ZEBS	0,03	Normalbereich	Ja (Leber)
	Vergleich	0,26	26% d. ZEBS	2,20	88% d. ZEBS	0,01	Gering	Ja
Cu	Elbnah	32,3	Ausreichend	23,6	Ausreichend	5,56	Ausreichend	Ja
	Vergleich	129,0	Hoch	22,0	Ausreichend	5,83	Ausreichend	Ja
Mo	Elbnah	3,93	Ausreichend	2,44	Ausreichend	0,31	Ausreichend	Ja
	Vergleich	4,26	Ausreichend	2,10	Ausreichend	0,45	Ausreichend	Ja
Se	Elbnah	0,40	Mangel	5,25	Hoch	0,32	Ausreichend	Nein
	Vergleich	0,41	Mangel	4,97	Hoch			
Zn	Elbnah	136	Normal	92,6	Normal	111,0	Unterversorgt	Bedingt
	Vergleich	118	Normal	89,5	Normal	97,9	Unterversorgt	Bedingt
Mn	Elbnah	7,94	Ausreichend	4,86	Ausreichend			
	Vergleich	9,06	Ausreichend		Ausreichend	13,2	Hoch	Ja

Das Haar enthält mit 0,32 mg/kg ausreichend Selen. Dieses Ergebnis widerspricht dem Mangelbefund in den Lebern und spiegelt andererseits die aus den Nierenwerten abgeleitete gute Se-Versorgung nicht wider. In Folge der geringen Gehalte in Boden und Pflanzen ist in dem untersuchten Gebiet vermutlich generell mit Se-Mangel zu rechnen.

Für Zink ergibt die Haaranalyse eine leichte Unterversorgung der Tiere. Dagegen zeigen sowohl Leber- als auch Nierenanalysen eine Normalversorgung an. Die Manganversorgung ist in beiden Probenpools ausreichend bis hoch und wird in den Organen und im Haar angezeigt.

5.4.3 Diskussion der Ergebnisse

Für alle untersuchten Elemente gilt, dass der Gehalt im Boden durch Überschwemmungen erhöht wurde. Der Einflussbereich von Überschwemmungen ist in dem betrachteten Gebiet an Hand der Bodenanalysen bis in eine Entfernung von ca. 60 bis 90m vom Flussufer zu beobachten. In größerer Entfernung gehen die Elementgehalte im Boden auf die für das Umland typische Gehalte zurück, womit in der Regel auch ein Rückgang der Mobilität/Pflanzenverfügbarkeit einhergeht. Die gemessenen Gehalte in den Futterpflanzen folgen dieser

Tendenz. Eine unzulässig hohe Bodenbelastung wird nur vereinzelt im Uferbereich für Arsen und Zink gemessen.

Zusammenfassend ist in Abbildung 5.4-1 die Belastung der Böden bzw. der Vegetation von Überschwemmungsgrünland mit unerwünschten Stoffen dargestellt.

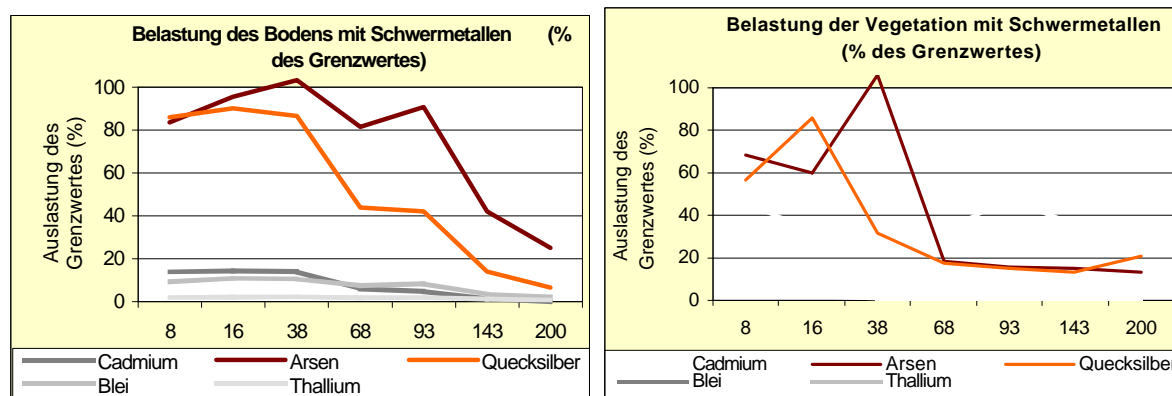


Abbildung 5.4-1: Belastung des Bodens und des Futters mit Schwermetallen relativ zum jeweiligen Grenzwert in zunehmender Entfernung zur Elbe (8 bis 200 m)

Kräuter sind im allgemeinen stärker mit unerwünschten Stoffen belastet als Gräser. Durch den hohen Anteil von Gräsern an der Gesamttrockenmasse eines Probensegments erreichen die Gehalte an unerwünschten Stoffen des Gesamtaufwuchses die Grenzwerte der Futtermittelverordnung nicht.

Eine Verringerung der Belastung der Tiere lässt sich erreichen, indem die Weideflächen groß genug gewählt werden und sich nicht nur auf den hochbelasteten Uferbereich beschränken. Empfohlen wird eine Weidefläche mindestens zur Hälfte aus nicht überschwemmtem Gebiet. Das trifft im Untersuchungsgebiet ab einer Entfernung von ca. 90m vom Flussufer zu.

Bei der Betrachtung des Schadstofftransfers ist dem Pfad Boden – Tier gesondert Beachtung zu schenken. Bei einer Bodenaufnahme von 1-2 % der täglichen Futterration (MCLACHLAN & HUTZINGER 1990) nimmt ein Rind 200 bis 400g Boden auf der Weide auf, so dass der bodenbürtige Anteil einer Schadstoffkontamination des Tieres auf belasteten Böden nicht mehr vernachlässigbar ist. Teilt man die Untersuchungsfläche in die Abschnitte ≤ 68 m und 69-200 m Uferabstand (Tabelle 5.4-4), so unterscheiden sich die aufgenommenen Schwermetallmengen beachtlich. Die Modellrechnung zeigt, dass im Überschwemmungsbereich (bis 68m) für Hg, As und Pb bis zur Hälfte der täglich tolerierbaren Menge nach Futtermittel-Verordnung allein durch Bodenaufnahme während des Weideganges in den Verdauungstrakt gelangen kann. Die Aufnahme rate ist im weniger belasteten Teil deutlich geringer.

Tabelle 5.4-4: Schwermetallbelastung durch Bodenaufnahme beim Weidegang

		Hg	As	Cd	Pb
Mittlerer Gehalt im Boden (mg/kg)	bis 68m	1,53	45,4	2,39	115
	69 bis 200m	0,41	26,3	0,40	57,1
Höchstmenge lt. FUMI-VO bei 20kg TM /Tag (mg)		2,0	40,0	20,0	200
Anteil an Höchstmenge lt. FUMI-VO bei 400g Bodenaufnahme (%)	bis 68m	30	44	5	23
	69 bis 200m	8	26	1	11

Die Elementgehalte der Organproben zeigen im Vergleich zu den ZEBS-Werten keine Überschreitungen, so dass der Transfer in die Nahrungskette gering ist. Damit werden frühere Ergebnisse aus dem gleichen Untersu-

chungsgebiet bestätigt (KLOSE & GOLZE 1996). Jedoch sind die Organe der Tiere im Untersuchungsgebiet stärker mit Cd, Pb und teilweise Hg belastet als diejenigen der Vergleichstiere (Tierorgan Leber in Abbildung 5.4-2u. Tierorgan Niere in Abbildung 5.4-3).

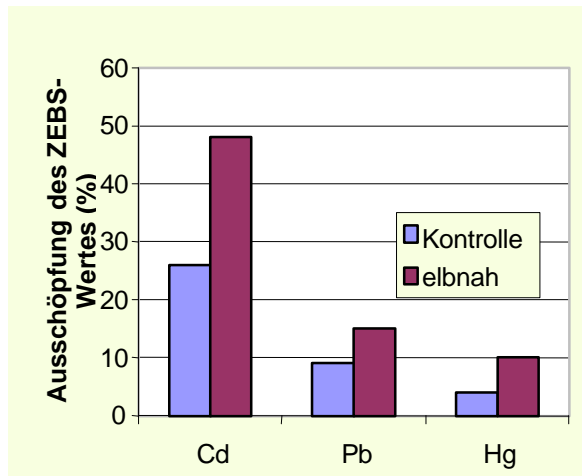


Abbildung 5.4-2:
Belastung von Rinderlebern mit Schwermetallen

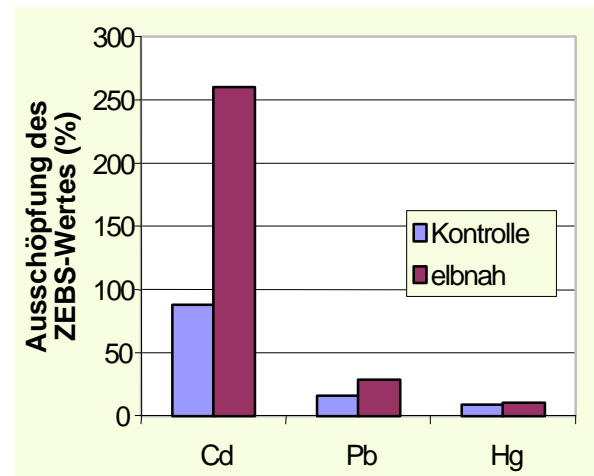


Abbildung 5.4-3:
Belastung von Rindernieren mit Schwermetallen

Nach ANKE & RISCH (1979) können Cd-Gehalte im Rinderdeckhaar von 0,03 mg/kg als normal gelten. Dieser Wert wird nur von wenigen Einzelproben überschritten. Die Bewertung der Haaranalyse korreliert mit der Bewertung der Cd-Gehalte der Lebern, jedoch nicht mit der höheren Belastung der Nieren. Für Pb, As und Hg wurden keine Vergleichswerte für Elementgehalte im Haar gefunden.

Die Spurenelementversorgung der Rinder kann für die Elemente Kupfer, Mangan und Molybdän als ausreichend bis hoch eingeschätzt werden. Beim Element Selen ergibt sich anhand der verschiedenen Organproben ein uneinheitliches Bild. In Folge der geringen Gehalte in Boden und Pflanzen ist in dem untersuchten Gebiet vermutlich generell mit Se-Mangel zu rechnen.

Für Zink ergibt die Haaranalyse eine leichte Unterversorgung der Tiere, dagegen zeigen sowohl Leber- als auch Nierenanalysen eine Normalversorgung an.

Für einige Spurenelemente (Mo, Cu) wird durch den Eintrag belasteter Sedimente die Versorgungssituation im Sinne einer Erhöhung der pflanzenverfügbaren Anteile positiv beeinflusst. Bei Mo und Mn kommt es trotz sinkender Pflanzenverfügbarkeit zu einer vermehrten Elementaufnahme durch die Pflanzen in größerer Entfernung vom Ufer. Ursache dafür kann eine durch die höhere Bodenacidität hervorgerufene größere Mobilität der Elemente sein.

Vergleicht man die Spurenelement-Gehalte im Boden und in den Futterpflanzen von Überschwemmungsgrünland und den darauf lebenden Rindern, kann von einer guten Versorgung ausgegangen werden. Nur für Selen wurde ein Mangel festgestellt (Tabelle 5.4-5).

Tabelle 5.4-5: Versorgungssituation von Boden, Pflanze und Tier mit lebensnotwendigen Spurenelementen im Überschwemmungsbereich der Elbe

	Boden	Pflanze	Tier
Kupfer	gut	gut	Mangel *
Zink	Übersversorgung	gut	gut
Mangan	gut	gut	gut
Selen	Mangel	starker Mangel	Mangel
Cobalt	Mangel **	gut	gut
Molybdän	Mangel	gut	gut

* starke Streuung, ** kein Richtwert vorhanden

5.4.4 *Schlussfolgerungen*

- ⇒ Der Gesamtgehalt im Boden war bei 11 untersuchten Elemente bis in eine Entfernung von 68 - 93 m zum Elbufer durch Überschwemmungsereignisse erhöht, überschritt jedoch nur selten die zulässigen Grenzwerte.
- ⇒ Der Transfer unerwünschter Stoffe (Cd, Pb, As, Hg, Tl) in die Futterpflanze ist im Mittel des gesamten Untersuchungsgebietes gering. In Ufernähe werden die Grenzwerte der Futtermittelverordnung teilweise überschritten. Weiden sollten deshalb mindestens zur Hälfte aus nicht überschwemmten Flächen bestehen.
- ⇒ Kalbslebern und -nieren und Rinderlebern aus dem Untersuchungsgebiet sind im Sinne der Regelungen der Zentralen Erfassungs- und Beratungsstelle für Umweltchemikalien (ZEBS) nicht mit Cd, Pb oder Hg belastet. Die Vermarktung dieser Innereien und des Fleisches kann bedenkenlos erfolgen.
- ⇒ Die Versorgung der Böden, der Pflanzen und der Tiere mit Spurenelementen ist ausreichend bis gut. Für Selen wird ein Mangel festgestellt.
- ⇒ Die Bewertung des Versorgungsstatus auf der Grundlage der Haaranalyse führt bis auf das Element Selen zu einer befriedigenden bis guten Übereinstimmung mit den Einschätzungen an Hand von Organanalysen. Die Datenbasis für die Bewertung des Spurenelementstatus muss allerdings erweitert werden, besonders um Gehalte außerhalb des Normalbereiches.

5.5 Zoologische Indikatoren

5.5.1 *Untersuchungskonzept, Zielstellung und Arbeitshypothesen*

Ziel der Untersuchungen innerhalb des Biomonitoring war es, biozönotische Parameter zu ermitteln, mit denen die ökologischen Auswirkungen unterschiedlich extensiver Grünland-Nutzungsvarianten im Bereich der Elbaue bei Köllitsch geprüft werden können.

In zwei Untersuchungsserien (1999 und 2001) der epigäisch aktiven Spinnen und Käfer sollten folgende **Fragestellungen** beantwortet werden.

1. Wie beeinflussen unterschiedlich extensive landwirtschaftliche Bewirtschaftungsformen und die daraus resultierenden aufwuchsmodifizierten abiotischen Lebensraumqualitäten epigäische Arthropoden-Assoziationen im Bereich der Elbaue?
2. Unter welchen Nutzungs-Szenarien werden biozönotische Qualitäten erreicht, die eine positive ökologische Evaluierung der Extensivierungsmaßnahmen rechtfertigen?
3. Welche Schlüsselparameter prägen maßgeblich die Artenkomposition und -struktur der Biozönose und bestimmen damit wesentlich die biotische Qualität der Auengrünländer?

Folgende **Hypothese** zum Wirkungsgefüge abiotischer Faktorenkomplexe auf die Struktur epigäischer Arthropoden-Assoziationen war Ausgangspunkt der Untersuchungskonzeption:

Entlang der im ausgewählten Probeflächenspektrum widerspiegelten Gradienten der zwei mutmaßlichen Faktorenkomplexe „Nutzung“ und „Überschwemmungsregime“ lässt sich eine hypothetische Voreinstufung hinsichtlich der biozönotischen Qualität der betrachteten Untersuchungsvarianten vornehmen. Mit abnehmender Häufigkeit und Intensität nutzungsbedingter Eingriffe lässt sich über die nutzungsüberprägte Aufwuchsdynamik der Vegetation und den damit einhergehenden Veränderungen im bodennahen Mikroklima ein deutlicher Wandel der Artenkomposition innerhalb der Biozönose nachweisen. Diese Veränderungen bezüglich Artenzusammensetzung und Arten-Individuen-Relation (Dominanzstruktur) sind in ihrer flächenbezogenen Ausprägung ursächlich auf die Änderung des nutzungsgeprägten „Störungsregimes“ zurückzuführen. Mit zunehmender Überschwemmungshäufigkeit und -dauer der Grünlandstandorte prägen zudem auenspezifische hydrologische „Störungen“ maßgeblich Struktur und Artenzusammensetzung der epigäischen Arthropoden-Lebensgemeinschaften.

Die Ergebnisse des vorliegenden Biomonitoring sollen darüber hinaus zusammen mit Befunden aus dem Projekt Unstrutauen-Revitalisierung (MALT & PERNER 1999, PERNER & MALT 2002) Grundlagen für eine Bewertung derartiger Extensivierungsmaßnahmen liefern. Letztendlich ist es das Ziel, prognostische Aussagen zu potenziellen ökologischen Auswirkungen von Nutzungsumstellungen, die eine Auen-Revitalisierung im Bereich der Elbe zum Ziel haben, abzuleiten.

5.5.2 *Material und Methoden der Datenauswertung*

Für das hier vorgestellte Biomonitoring wurden acht Probeflächen folgender Bewirtschaftungsvarianten im Bereich der Elbaue bei Köllitsch ausgewählt:

- Variante 1: SW_0,9 GV (Mutterkühe, Standweide),
- Variante 2: SW_1,2 GV (Mutterkühe, Standweide),
- Variante 3: UW_1,5 GV (Mutterkühe, Umtriebsweide),
- Variante 5: Deich_Schafbeweidung,
- Variante 6: Spätschnittwiese,
- Variante 7: Sukzession,
- Variante 8: Rohrschwengel-Mähweide (Winterweide),
- Variante 9: Deich_Mahd (maschineller Pflegeschnitt).

Mit dem durchgeführten Bodenfallen-Erfassungsprogramm wurden jeweils über die gesamte Vegetationsperiode hinweg durchgängig Daten zum Artenspektrum und zur relativen Aktivitätsdichte erhoben. Mit dieser Methode

konnten vorrangig die zur bioindikativen Zustandsbewertung von landwirtschaftlich genutzten Flächen hervorragend geeigneten epigäisch aktiven Arthropodengruppen der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae) und Webspinnen (Arachnida, Araneae) erfasst werden. Ausgehend von den weitgehend bekannten ökologischen Anspruchsprofilen indikatorisch besonders geeigneter Arten und Artengruppen lassen sich aus qualitativen und quantitativen Strukturparametern der standortbezogenen Arthropodenzönose Rückschlüsse auf die strukturelle und mikroklimatische Lebensraumsituation und damit auf die Habitatqualität ziehen.

Im Rahmen der Ist-Zustandsanalyse wurden grundlegende synökologische Parameter wie Diversität (als Maß für die Heterogenität), Evenness und Dominanzstruktur der Arthropoden-Assoziationen ermittelt und diskutiert sowie hinsichtlich der Habitatsprüche der Arten analysiert.

Um die Präsenz auentypischer, hygrophiler Faunenelemente in den Probeflächen vergleichend beurteilen zu können, wurde am Beispiel der Spinnen-Assoziationen in Anlehnung an THIELE et al. (1994) ein Feuchtepräferenz-Index ermittelt. Dabei erhält jede Art entsprechend dem Grad ihrer Feuchteabhängigkeit zwischen 1 und 3 Punkte.

- 1 Punkt: Arten mit weitem Toleranzbereich gegenüber dem Feuchtefaktor (euryök Hygrophile) sowie Arten mit Bevorzugung trockenwarmer Biotope (Xerothermophile)
- 2 Punkte: Arten mit mittleren Ansprüchen bezüglich Feuchtigkeit sowie Arten, die bevorzugt oder häufig feuchte Lebensräume besiedeln, ohne aber zwingend an diese gebunden zu sein (Mesophile bzw. mesök Hygrophile)
- 3 Punkte: Arten mit enger Bindung an Feuchthabitate (stenök Hygrophile), die hier als Refugialarten naturnaher Auenbereiche angesehen werden.

Der Feuchtigkeitspräferenz-Index berechnet sich dann als Quotient aus der Gesamtpunktzahl aller dort vorkommenden Arten und der Artenzahl. Dito gilt dieses Verfahren auch für den individuengewichteten Präferenz-Index, wobei hier die Punktzahl der jeweiligen Art mit der Zahl gefangener Individuen multipliziert und das Produkt durch die Gesamtzahl erfasster Individuen der Fläche geteilt wird.

Für die vergleichende Betrachtung des auentypischen Artenpotenzials an Habitatspezialisten (ökologisch anspruchsvolle Arten, Stenöke bzw. Stenotope) wurden alle die Arten subsummiert, aus deren autökologischer Einstufung hinsichtlich Feuchtepräferenz und/oder bevorzugtem Lebensraumtyp ein ausschließliches Vorkommen in Feuchtbiotopen (Feuchtwiesen, Mooren, Sümpfen, Auen- und Bruchwäldern sowie Uferbiotopen) bzw. Xerothermstandorten (Magerrasen) bekannt ist.

Um den Erfassungsgrad des Artenpotenzials für die einzelnen Probeflächen abschätzen zu können, wurden Rarefaction-Verfahren (nach SHINOZAKI und nach HURLBERT), eingesetzt. Dabei erfolgte eine Abschätzung der Artenzahlen, die in Form von 'Artensättigungskurven' grafisch dargestellt werden. Eine detaillierte Übersicht zu den genannten Verfahren geben KREBS (1999) sowie ACHTZIGER et al. (1992).

Bei der Gesamtauswertung zur ökologischen Zustandsanalyse und Bewertung der ausgewählten Probeflächen nahm die multivariat-statistische Datenanalyse eine zentrale Stellung ein. Die Daten aus den Bodenfallenfängen wurden mittels agglomerativer Clusterverfahren (Methode nach WARD) klassifiziert. Dieses Verfahren ermöglicht Aussagen zu den Ähnlichkeitsverhältnissen zwischen den untersuchten Probeflächenvarianten.

Mit Hilfe von Ordinationstechniken wurden in einem weiteren Auswertungsschritt die Verteilungsmuster der Arten in Raum und Zeit (Hauptkomponentenanalyse / Principal Components Analysis = PCA) analysiert.

Schließlich wurde unter Einbeziehung abiotischer und biotischer Umweltparameter in einem letzten Auswertungsschritt mit Hilfe von Ordinationsverfahren versucht, Schlüsselfaktoren für die Muster in der Artenverteilung herauszuarbeiten. Hierzu kamen direkte Gradientenanalysen (Redundanzanalyse / Redundancy Analysis = RDA) zum Einsatz, bei denen neben den Artendatensätzen simultan (kanonisch) die ermittelten bzw. abgeleiteten Umweltparameter (klimatische, hydrologische, pedologische, nutzungsbezogene, landschaftsökologische, vegetationsstrukturbezogene Faktoren) in die Verfahren einbezogen werden (verwendetes Programm: CANOCO, TER BRAAK & SMILAUER 1998). Ziel dieser Analysen war es, zu testen, inwieweit die in den vorangegangenen statistischen Verfahren gewonnenen Muster zu den Arten-Individuen Relationen und zur Probeflächenähnlichkeit mit den die Probeflächen differenzierenden Faktorengradienten zu erklären sind. In Auswertung der auf diesem Weg ermittelten "belastbaren Korrelationen" sollten Schlüsselfaktoren(-komplexe) herausgearbeitet werden, die

statistisch abgesicherte Hauptkomponenten der Verteilung der zur indikativen Bewertung geeigneten Differenzialartenkollektive darstellen. Darauf aufbauend kann die eigentliche ökologische Zustandsbeurteilung vorgenommen werden, wobei nicht rein phänomenologische Kriterien im Vordergrund stehen, sondern funktionalen Aspekten und der Vernetzung der untersuchten Ökosystem-Kompartimente das Hauptgewicht zukommt.

Um die unterschiedlichen Bewirtschaftungsformen in den untersuchten Probeflächen-Varianten einer numerischen Analyse zugänglich zu machen, wurden die landwirtschaftlichen Management-Aktivitäten folgendermaßen klassifiziert bzw. kodiert: Düngung (0: ohne, 1: Gülle-Düngung), Beweidung (0: ohne, 1: 0,9 GV Rinder-Standweide/ ganzjährig, 2: 1,2 GV Rinder-Standweide/ ganzjährig, 3: 1,5 GV Rinder-Umtriebsweide bzw. Winterweide/ 3 x 4-5 Tage Schafbeweidung), Mahd (0: ohne, 1: 1 Schnitt/Jahr, 2: 1-2 Schnitte/Jahr, 3: 2 Schnitte/Jahr), Weidepflege (0: ohne, 1: hohes Mulchen/ Distelbekämpfung, 2: Mulchen und Abschleppen), Vornutzung (0: ohne, 1: Mahd- oder Weidenutzung, 2: Acker). Die auf diese Weise entstandene Datenmatrix wurde anschließend einer Bray-Curtis Ordination (polares Ordinationsverfahren) unterzogen (BEALS 1984; McCUNE & MEFFORD 1997). Im Ergebnis dieser Analyse werden entlang der ersten Ordinationsachse insgesamt 73% der in der o.g. Datenmatrix enthaltenen Gesamtvarianz erklärt. Die Scores der ersten Achse sind als synthetischer Bewirtschaftungsparameter aufzufassen, der mit steigendem Wert insgesamt abnehmende Bewirtschaftungsintensität beschreibt und nachfolgend als 'Extensität der Nutzung' bezeichnet wird. In Tabelle 5.5-1 sind die Probeflächen entsprechend geordnet dargestellt.

Tabelle 5.5-1: Anordnung der Probeflächen entsprechend den in einer Bray-Curtis Ordination berechneten 'Site Scores' der ersten Ordinationsachse (Eigenwerte: 1. Achse: 73 %)

Flächen-Signatur	Probeflächen-Varianten	Scores Achse 1
Var.3	Umtriebsweide, Mutterkühe, 1,5 GV/ha	0.00
Var.8	Rohrschwengel-Mähweide	0.67
Var.2	Standweide, Mutterkühe, 1,2 GV/ha	0.89
Var.5	Deich, Schafbeweidung	1.30
Var.1	Standweide, Mutterkühe, 0,9 GV/ha	2.21
Var.6	Spätschnittwiese	2.65
Var.9	Deich, Pflegeschnitt	2.86
Var.7	Sukzession	3.61

Um den Zusammenhang zwischen den Bewirtschaftungsintensitäten der verschiedenen Nutzungsvarianten und den ermittelten Diversitätsmaßen (Artenvielfalt, Evenness) für die untersuchten Taxa (Araneae, Carabidae) zu beschreiben, wurden einfache lineare Regressionsmodelle verwendet.

5.5.3 Ergebnisse

Webspinnen (Araneae)

In den Untersuchungsperioden 1999 und 2001 konnten mit Bodenfallen insgesamt 30.087 adulte Spinnen in 98 Arten gefangen werden (siehe Anhang Teilbericht "Biomonitoring der epigäischen Webspinnen und Käfer"). In Tabelle 5.5-2 wurden die **Arten- und Fangzahlen** der verschiedenen Bewirtschaftungsvarianten getrennt nach den Befunden im 1. Jahr der Nutzungsumstellung gegenüber dem 3. Jahr nach Nutzungsumstellung zusammengestellt. Wie aus dieser Übersicht deutlich wird, konnten in der Referenzfläche Var. 7 (Sukzession) mit 60 bzw. 43 Arten die jeweils meisten Spinnenarten ermittelt werden. Sowohl die Untersuchungsvarianten unter reiner Weidenutzung (Var. 1, Var. 2, Var. 3) als auch die Flächen unter Mahdnutzung (Var. 6, Var. 8) wiesen demgegenüber nur ein Artenspektrum zwischen 32 und 38 Arten auf. Eine intermediäre Stellung kommt

den Pflegevarianten im Bereich des untersuchten Elbdeiches zu. Hier konnten in Var. 5 unter Schafbeweidung bis zu 40 Arten bzw. in der Deichvariante mit Pflegeschnitt (Var. 9) 43 bis 49 Arten im Bodenfallenfang einer Saison nachgewiesen werden. Dieser bereits 1999 nachweisliche Trend in der Abstufung der Varianten nach der Artenanzahl bleibt auch im 3. Jahr nach der Nutzungsumstellung weitgehend erhalten, wenngleich auch 2001 zumeist etwas weniger Arten nachgewiesen werden konnten. Auffällig hierbei ist der enorme Artenwechsel in der Sukzessionsfläche (Var. 7), der sich mit 11 neu nachgewiesenen gegenüber 28 nicht mehr nachweisbaren Arten in einem Rückgang der Artenzahl von 60 auf 43 äußert.

Bezüglich der registrierten relativen **Aktivitätsdichten** (=Individuenzahl pro Fangtag) fällt auf, dass in der Rohrschwengel-Mähweide (Var. 8) die mit Abstand meisten Spinnen gefangen wurden. Die hohe Spinnenaktivitätsdichte in Var. 8 wird dabei vor allem vom eudominanten Auftreten der Zwergspinne *Oedothorax apicatus* hervorgerufen. Für diese allgemein verbreitete Offenlandart sind u.a. Massenvorkommen in Ackerstandorten typisch. Mit Ausnahme von Var. 5 (Deich, Schafbeweidung) waren in der Saison 2001 allgemein etwas rückläufige relative Aktivitätsdichten zu registrieren, was sehr wahrscheinlich einem witterungsbedingten Jahreseffekt zuzuschreiben ist. Auffällig war hierbei jedoch wiederum die Sukzessionsvariante, bei der 2001 nur noch etwa ein Drittel der 1999 registrierten Spinnen-Aktivitätsdichte nachweisbar war.

Tab. 2 enthält neben den Arten- und Individuenzahlen der Probeflächen ausgewählte Diversitäts- und Evenness-Werte sowie einige öko-faunistische Parameter. Den mit Abstand höchsten **Diversitäts-Wert** weist in beiden Untersuchungsjahren die Deichfläche mit Pflegeschnitt (Var. 9) auf. Relativ hohe Diversitätswerte von 13 bis 15 wurden auch in der Sukzessionsfläche erreicht. Die mit Abstand niedrigsten Diversitätswerte ergaben sich in beiden Untersuchungsperioden für die Umtriebsweide (Var. 3).

Im **Evenness-Wert** (Ausprägungsgrad der Artendiversität, Äquität) erreicht die Sukzessionsfläche (Var. 7) im 3. Jahr nach der Nutzungsumstellung (hier Nutzungsaufgabe) den vergleichsweise höchsten Wert, was insbesondere Ausdruck der zunehmenden Ausgeglichenheit der Arten-Individuen-Relation der epigäischen Spinnengemeinschaft unter Brachebedingungen ist. Innerhalb der Untersuchungsvarianten sind im allgemeinen die Evenness-Werte im 3. Jahr nach der Nutzungsumstellung (2001) tendenziell höher als im 1. Jahr (1999). Dieser fast generelle Trend ist ein deutlicher Hinweis auf Umnutzungs-bedingte Reaktionen der Spinnen-Artenassoziationen innerhalb der 3-jährigen Entwicklungszeit der jeweiligen Probeflächenvarianten. Eine Ausnahme hierbei stellen lediglich Var. 5 (Deich, Schafbeweidung) und Var. 8 (Mähweide) dar, bei denen die Evenness-Werte in etwa auf gleichem Niveau verbleiben.

Die Angaben zum **Feuchtepräferenz-Spektrum** in Tabelle 5.5-2 verdeutlichen, dass der Anteil an stenök hygrophilen Arten (anspruchsvolle Feuchtlebensraumbewohner) und auch ihre relative Aktivitätsdichte in allen untersuchten Varianten sehr gering ist (2-10% der Arten gegenüber 0,1-1,1% der Individuen). Für die trockenheits- und wärmeliebenden Spinnenarten (Xerothermophile) lässt sich eine generelle Tendenz zur Zunahme erkennen. Die größten Anteile xerothermophiler Arten und Individuen konnten in Var. 7 (Sukzession) und den beiden Deichflächen Var. 5 (Schafbeweidung) sowie Var. 9 (Pflugeschnitt) nachgewiesen werden. Insgesamt prägen allgemein verbreitete (euryöke) Offenlandbewohner und mesophile Grünlandarten die epigäischen Spinnenassoziationen.

Hinsichtlich des Gefährdungspotenzials (**Arten der Roten Liste** Sachsens) sind kaum Unterschiede zwischen den Probeflächenvarianten feststellbar. Insgesamt wurden 12 Arten der aktuellen Roten Liste Sachsens (1 stark gefährdete, 6 gefährdete Arten 5 potenziell gefährdete Arten) im Untersuchungszeitraum registriert. Darunter befinden sich neben zwei hygrophilen Habitatspezialisten auch acht stenök xerothermophile Vertreter.

Faunistisch bemerkenswert ist darüber hinaus der Nachweis der Haubennetzspinne *Enoplognatha oelandica* in der Sukzessionsvariante. Sollte sich die Determination dieser allgemein seltenen, Deutschland-weit stark gefährdeten Art als richtig erweisen, dürfte vorliegender Fund als Erstnachweis für den Freistaat Sachsen gelten!

Die untersuchten Grünland-Varianten zeigen recht ähnliche **Dominanzspektren**. So treten in fast allen Flächen mit *Pardosa palustris*, *Erigone dentipalpis*, *E. atra* und *Pachygnatha degeeri* ausgesprochen nutzungstolerante Grünland- bzw. allgemein verbreitete Offenlandarten auf dem Niveau von Dominanten auf. Lediglich die Rangfolgen variieren zwischen den Probeflächenvarianten. Auffallend ist jedoch das dominante Auftreten der Zwergspinne *Oedothorax apicatus* in der Rohrschwengel-Mähweide. Sehr wahrscheinlich ist das ein noch nachwirkender Effekt der vormaligen Ackernutzung dieses relativ jungen Rohrschwengel-Einsatzgrünlandes.

Generell ablesbar ist nach nunmehr 3-jähriger Nutzungsänderung ein Trend zu ausgeglicheneren Domianzstrukturen der Spinnenassoziaton. Speziell in den von der Besatzstärke her gestaffelten Beweidungsvarianten reagieren die ubiquitär im Offenland verbreitete Pionierart *Erigone dentipalpis* und die Grünlandart *Pardosa palustris* im 3. Jahr nach Nutzungsumstellung offensichtlich mit einer nach der Beweidungsintensität abgestuften Aktivitätsdichte.

Tabelle 5.5-2: Synökologische und faunistische Parameter zu den epigäischen Spinnen-Assoziationen der Probeflächen

Probeflächen-Varianten	Standweide 0,9 GV		Standweide 1,2 GV		Umtriebsweide 1,5 GV		Deich Schafbe-weidung		Spätschnitt-wiese		Sukzession		Mähweide		Deich Pflugeschnitt		Gesamt	
Flächen-Signatur	Var. 1		Var. 2		Var. 3		Var. 5		Var. 6		Var. 7		Var. 8		Var. 9			
Bodenfallen-Nummern	1-6		7-12		13-18		19-24		31-36		37-42		43-48		25-30			
Erfassungszeitraum (Veg.-Periode)	1999	2001	1999	2001	1999	2001	1999	2001	1999	2001	1999	2001	1999	2001	1999	2001	1999	2001
Artenzahl	37	37	38	36	35	32	37	40	36	38	60	43	38	36	49	43	83	74
Individuenzahl	2068	1352	1955	1672	2633	2066	1309	1327	2672	1484	2125	581	3584	2651	1544	1064	17890	12197
Individuen / Fangtag	9,8	6,9	9,3	8,5	12,5	10,5	6,2	6,8	12,7	7,6	10,1	3,0	17,1	13,5	7,3	5,4		
Diversität (Equal. common species [N1])	8,33	9,70	8,90	9,26	7,21	7,71	11,71	13,06	10,13	11,07	12,75	14,99	9,01	8,75	14,85	17,44		
Evenness (Smith-Wilson [Evar])	0,17	0,20	0,17	0,18	0,15	0,21	0,22	0,21	0,13	0,18	0,18	0,31	0,15	0,15	0,22	0,25		
Feuchte-Präferenz																		
stenök hygrophile Arten	1	3	4	3	3	1	1	1	2	2	4	3	2	2	1	1	11	6
stenök hygrophile Individuen	5	8	19	7	8	6	4	4	16	5	23	16	22	12	2	2	99	60
mesök hygrophile Arten	21	18	19	15	19	14	17	15	19	14	30	16	16	16	23	18	40	28
mesök hygrophile Individuen	719	519	1016	654	1257	610	743	560	1120	544	1118	232	2291	1222	888	575	9152	4916
xerothermophile Arten	4	5	5	8	5	7	6	11	5	12	9	13	7	9	11	11	14	25
xerothermophile Individuen	13	33	34	68	30	91	51	143	16	62	89	198	37	97	51	127	321	819
euryöke Arten	11	11	10	10	8	10	13	13	10	10	17	11	13	9	14	13	18	15
euryöke Individuen	1331	792	886	943	1338	1359	511	620	1520	873	895	135	1234	1320	603	360	8318	6402
Feuchtigkeitspräferenz-Index	1,6	1,6	1,7	1,6	1,7	1,5	1,5	1,4	1,6	1,5	1,6	1,5	1,5	1,6	1,5	1,4		
ind.-gewichteter	1,4	1,4	1,5	1,4	1,5	1,3	1,6	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4	1,6	1,5	1,6	1,6		
Feuchtigkeitspräferenz-Index																		
Habitatspezialisten (Stenotope)																		
Artenzahl	2	3	3	3	4	1	2	3	3	4	5	7	3	2	3	1	12	12
Individuenzahl	20	8	18	7	37	6	19	6	17	7	57	23	25	12	34	2	227	71
Gefährdungspotenzial (Rote Liste Sachsen)																		
gefährdete Arten	2	3	4	5	2	2	4	3	2	4	3	6	3	4	5	4	9	10
Individuen	15	32	11	20	12	27	38	35	3	122	26	52	10	11	106	38	221	337

Um das insgesamt zu erwartenden **Artenpotenzial** (an epigäisch aktiven Spinnen) abschätzen zu können, wurden Rarefaction-Analysen durchgeführt. Die ermittelten Artenzahlen liegen bei allen Flächen noch unter den zu erwartenden realen Artenzahlen. Im 3. Jahr nach der Nutzungsumstellung liegt für alle Varianten eine durch den betriebenen Erfassungsaufwand (6 Bodenfallen pro Variante, 14 bzw. 15 Fangperioden) begrenzte, größenordnungsmäßig sehr ähnliche Unterschätzung der zu erwartenden Artenzahlen vor.

Um auf der Basis der Artenvielfalt ('richness') trotz der jahresbedingten Unterschiede ein 'Ranking' der Probeflächen zu ermöglichen, wurden in einem weiteren Auswertungsschritt Rarefaction-Analysen nach HURLBERT durchgeführt. In diesem Verfahren wird die zu erwartende Artenvielfalt in Abhängigkeit von den erfassten Individuenzahlen (Fangzahlen) dargestellt. Vergleicht man die zu erwartenden Artenzahlen der Probeflächen, so wird deutlich, dass nach nunmehr 3-jähriger Entwicklungszeit der Varianten eine deutliche Abstufung der Nutzungstypen bezüglich der Artenvielfalt möglich ist. Neben den artenreichsten Varianten ‚Sukzession‘ (Var_7) und ‚Deich mit Pflegeschnitt‘ (Var_9) setzen sich auch ‚Deich, Schafbeweidung‘ (Var_5) sowie ‚Spätschnittwiese‘ (Var_6) und die extensivste Rinderweide-Variante ‚Standweide 0,9 GV‘ (Var_1) deutlich von den intensiveren Varianten 2, 3 und 8 ab. Während Sukzessionsfläche und beide Deich-Pflegevarianten Erwartungswerte von 40 und mehr Arten aufweisen, erreichen alle anderen untersuchten Varianten dieses Niveau nicht.

Um die **Ähnlichkeitsmuster** der verschiedenen Probeflächen auf der Basis ihrer Arten-Individuen-Relationen darstellen zu können, wurden Clusteranalysen (agglomeratives Clusterverfahrens, Methode nach WARD) durchgeführt. Aus dem Ähnlichkeitsdendrogramm lässt sich das Ausmaß der Varianz innerhalb einer Probefläche ablesen.

Im 1. Jahr der Nutzungsumstellung führte die relative Ähnlichkeit der Spinnen-Artenassoziation der Beweidungssysteme (Var. 1, 2, 3), der Sukzessionsvariante (Var. 7) und der Deich-Pflegevarianten (Var. 5, 9) noch zu einer teilweisen Vermischung der Einzelfallen-Standorte innerhalb von Ähnlichkeitsclustern.

Im 3. Jahr nach der Nutzungsumstellung werden sämtliche Bodenfallen jeweils einer Variante auch in einem Ähnlichkeitscluster gruppiert. Dieses Phänomen ist deutlicher Ausdruck der Auswirkungen der Nutzung auf die Spinnengemeinschaft und spricht für eine nutzungsbedingte Nivellierung der Standortverhältnisse.

Das Dendrogramm (siehe Anhang, Teilbericht "Biomonitoring") lässt im Ergebnis der 3-jährigen Entwicklung eine Trennung in 5 Hauptgruppen erkennen. In der unteren Hauptgruppe sind die Cluster der Varianten ‚Sukzession‘ (Var_7) und ‚Deich mit Pflegemahd‘ (Var_9) gemeinsam gruppiert. Diese 1. Hauptgruppe lässt sich vollständig vom Cluster der als Mähweide genutzten Var_8 separieren. In der oberen Hälfte des Dendrogramms trennen sich die reinen Beweidungssysteme der Var_2, Var_3 und Var_5 in einer oberen Hauptgruppe von der im Zentrum dargestellten extensivsten Rinderweide-Variante (Var_1) und der Spätschnittwiese (Var_6) ab. Eine Trennung der elbnahen von den elbfernen Teiltransekten innerhalb der Varianten 1, 3 und 7 weist auf standörtlich bedingte Unterschiede in den Spinnenassoziationen einzelner Nutzungsvarianten hin.

Um statistisch gesicherte **Zusammenhänge** zwischen abiotischen bzw. vegetationsstrukturellen Standortvariablen und Mustern in der Arten- und Individuenverteilung herausarbeiten zu können, und Interpretationsansätze für die unterschiedliche Entwicklung der untersuchten Varianten zu erhalten, wurden in einem dritten Auswertungsschritt direkte Gradientenanalysen durchgeführt.

Nach Testung der im Spinnen-Datensatz vorliegenden Datenstruktur wurden im Ergebnis einer DCA („length of gradient“ <2,0) das auf linearen Modellalgorithmen beruhende Redundanzanalyseverfahren (RDA) ausgewählt. Aus dem zur Verfügung stehenden Umweltparameter-Datensatz wurden alle signifikanten Parameter ($p < 0,05$) ausgewählt und in das RDA-Modell aufgenommen.

Wie in Tabelle 5.5-3 abzulesen, wiesen 5 Umweltparameter signifikante Zusammenhänge zu den Spinnen-Assoziationen der untersuchten Teiltransekte auf, wobei die Faktoren „GRAS„ (Deckungsanteil der Gräser gegenüber Kräutern), „NUTZ_1“ (Extensivität der Grünlandnutzung) und „T_13UHR„ (13 Uhr-Stundenmittel der bodennahen Lufttemperatur von Mitte Mai bis Mitte August 1999-2001) den größten Varianzanteil erklären (lambda-A-Werte: 0.18 bzw. 0.14).

Tabelle 5.5-3: Inter-Set Korrelationskoeffizienten der selektierten Umweltparameter mit den Ordinationsachsen des Artendatensatzes der Redundanzanalyse (RDA) für die Spinnen-Assoziationen

Parameter	lambda-A	p-value	Achse 1	Achse 2	Achse 3	Achse 4
Eigenwerte (PCA)			286	180	100	87
Eigenwerte (RDA)			262	148	89	76
(9) GRAS	0.18	0.022	7046	-717	5408	3033
(19) NUTZ_1	0.14	0.042	-6363	-2581	2143	6191
(14) T_13UHR	0.14	0.019	-1502	8549	500	1117
(2) SCHLUFF (Schluffgehalt im Oberboden 0 -15cm)	0.08	0.045	6000	-1180	7073	-2311
(5) ELBE (Entfernung zur Elbe)	0.07	0.038	-5675	-3990	-4853	-4253

Der Parameter „GRAS,, zeigt die größte Korrelation zur 1. Hauptachse der Ordination (Inter-Set-Korrelationskoeffizient: 0.7046), wobei „NUTZ_1" mit -0.6363 ebenfalls eine hohen Korrelationskoeffizienten aufweist. Zur 2. Ordinationsachse am höchsten korreliert ist mit „T_13UHR,, ein Temperaturfaktor, der als Indikator für das aufwuchsmodifizierte bodennahe Mikroklima fungiert. Als vierter statistisch signifikanter Parameter wurde der Schluffgehalt des Oberbodens („SCHLUFF,,) in das Modell aufgenommen, der am höchsten zur 3. Achse korreliert ist. Mit diesen fünf selektierten Umweltparametern erklärt das hier verwendete RDA-Modell auf den ersten 4 Ordinationsachsen fast 58% Varianzanteil.

Anhand der nach Feuchtepräferenz-Typ klassifizierten Arten sind auch Varianten-**Präferenzen** der Arten erkennbar. Es wird deutlich, dass die xerothermophilen (trockenheits- und wärmeliebenden) Arten vorrangig in der Sukzessionsfläche (Var_7), den Einstrahlungs-exponierten Teiltransekten der Deichflächen (Var_5B, Var. 9) und den zentral gelegenen Teiltransekten der Beweidungsvarianten (Var_2B; Var_3B) auftreten. Während das gehäufte Vorkommen der Wolfspinne *Xerolycosa miniata* stark korreliert mit dem Auftreten hoher 13 Uhr-Mittelwerte der bodennahen Lufttemperatur (T_13UHR), ist das massierte Auftreten der anderen genannten Xerothermophilen hochkorreliert zur Extensität der Nutzung (NUTZ_1). Hygrophile (feuchteliebende) Arten kommen schwerpunktmäßig in der Mähweide (Var_8), der Spätschnittwiese (Var_6) und dem elbnahen Teiltransekt der Standweide 1,2 GV/ha (Var_2A) vor (z.B.: *Drassyllus lutetianus*, *Pachygnatha clercki*, *Oedothorax fuscus*, *Walckenaeria capito*). Ihr schwerpunktmässiges Vorkommen ist hochkorreliert zu hohen Grasanteilen in der Vegetation (GRAS), vermehrten Schluffanteilen im Oberboden (SCHLUFF) und korreliert negativ mit zunehmender Entfernung zur Elbe (ELBE).

Laufkäfer (Carabidae)

In den Untersuchungsjahren 1999 und 2001 wurden mit Bodenfallen insgesamt 86 Laufkäferarten mit 22.150 Individuen gefangen (s. Anhang Teilbericht "Biomonitoring").

In Tabelle 5.5-4 wurden die **Arten- und Fangzahlen** der verschiedenen Bewirtschaftungsvarianten für die beiden Untersuchungsjahre getrennt gegenübergestellt. Wie deutlich wird, konnten in der Probefläche Variante 7 (Sukzession) im Jahr 2001 mit 45 die meisten Arten ermittelt werden. Lediglich 17 Arten wurden hingegen in der Fläche Variante 8 (Rohrschwengel-Mähweide) 1999 erfasst. Ähnlich extreme Unterschiede sind auch bei den Individuenzahlen registriert worden. So konnten in der Variante 6 (Spätschnittwiese) 1999 mit 3106 Individuen die höchsten und in der Fläche Variante 8 (Rohrschwengel-Mähweide) 1999 mit 337 die niedrigsten Werte festgestellt werden. Diese erheblichen Differenzen in den Individuenzahlen wurden vorrangig durch die Unterschiede im Auftreten von 4 hochdominanten Laufkäferarten hervorgerufen. Für die mehr extensiven Varianten 7 (Sukzession), 9 (Deich, Pflegeschnitt), 6 (Spätschnittwiese), 1 (Standweide, 0,9 GV) und 5 (Deich, Schafbeweidung) sind Anstiege der Artenzahlen und zunehmende Werte für die effektive Diversität bzw.

Evenness von 1999 zu 2001 zu verzeichnen. Den mit Abstand höchsten Diversitäts- und Evenness Wert weist die Deichfläche (Var. 9) auf.

Tabelle 5.5-4 enthält außerdem Angaben zu den **Habitat-Bindungstypen**. Während 1999 noch keine stenökygrophilen Arten ermittelt wurden, konnten 2001 mit *Agonum afrum* und *Chlaenius nigricornis* zwei derartige Arten festgestellt werden (in den Probeflächen-Varianten 7, 5 und 3). Auch in der Gruppe der mesökygrophilen Arten wurden insgesamt nur 18 Arten erfasst (1999: 12; 2001: 13). Insgesamt hat der Anteil von Habitatspezialisten der Ufer und Feuchtlebensräume zugenommen (in beiden Untersuchungsjahren insgesamt: 21 Arten).

Überraschend hoch ist mit 13 Arten der Anteil an stenök-xerothermophilen Arten. Besonders auffällig ist dabei, dass in fast allen Flächen (Ausnahmen: Varianten 1 und 9) die Arten sowie Individuenzahlen von 1999 zu 2001 leicht ansteigen. Mit insgesamt 13 psammophilen Arten (bevorzugen sandige Habitate) ist auch der Anteil derartiger Habitatspezialisten relativ hoch (1999: 8; 2001: 9). Auch hier sind die tendenziellen Zunahmen in den Arten- und Individuenzahlen auffällig (Ausnahmen: Varianten 2 und 6).

Hinsichtlich faunistisch bemerkenswerter Arten bzw. Arten der Roten Liste Sachsens sind kaum Unterschiede zwischen den Probeflächenvarianten feststellbar. Insgesamt wurden 12 faunistisch bemerkenswerte Arten und 18 Arten der Roten Liste (10 Arten der Kat. 3, 7 Arten der Kat. V, 1 Art der Kat. G im Fangzeitraum registriert.

Untersuchungen zur Durchführbarkeit und den Auswirkungen von Landnutzungsänderungen auf dem Grünland in den Elbauen

Tabelle 5.5-4: Synökologische und faunistische Parameter zu den Laufkäfer-Assoziationen der Probeflächen

Probeflächen-Varianten	Standweide 0,9 GV		Standweide 1,2 GV		Umtriebsweide 1,5 GV		Deich Schafbe-weidung		Spätschnitt-wiese		Sukzession		Mähweide		Deich Pflugeschnitt		Gesamt	
	Var. 1 1-6		Var. 2 7-12		Var. 3 13-18		Var. 5 19-24		Var. 6 31-36		Var. 7 37-42		Var. 8 43-48		Var. 9 25-30		1999	2001
Flächen-Signatur	1999		2001		1999		2001		1999		2001		1999		2001		1999	2001
Bodenfallen-Nummern	1999		2001		1999		2001		1999		2001		1999		2001		1999	2001
Erfassungszeitraum (Veg.-Periode)	1999		2001		1999		2001		1999		2001		1999		2001		1999	2001
Artenzahl	32	39	39	28	25	41	37	42	39	40	33	45	17	27	39	36	68	71
Individuenzahl	1660	1215	1908	1501	1346	2407	571	787	3106	2275	2013	1205	337	868	918	335	11859	10591
Effektive Diversität (N_i)	7,77	9,84	9,78	6,75	5,23	5,04	9,48	9,75	8,28	5,94	5,89	4,64	7,47	6,01	12,84	18,72		
Smith-Wilson-Evenness (E_{var})	0,15	0,19	0,17	0,16	0,18	0,17	0,26	0,26	0,13	0,16	0,23	0,27	0,23	0,21	0,26	0,38		
Feuchte-Präferenz																		
stenök hygrophile Arten	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2
stenök hygrophile Individuen	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3
mesök hygrophile Arten	6	5	6	4	3	7	4	4	6	2	3	7	3	5	5	6	12	13
mesök hygrophile Individuen	55	61	77	24	96	95	11	28	32	5	51	17	92	87	48	18	462	335
stenök xerophile Arten	4	4	2	3	2	5	3	6	3	4	3	7	-	3	4	3	8	11
stenök xerophile Individuen	5	6	6	7	2	10	6	63	3	21	25	69	-	5	9	7	56	188
euryöke Arten	22	29	31	21	20	28	30	30	30	33	27	30	14	19	30	27	48	45
euryöke Individuen	1600	1147	1825	1470	1248	2301	554	694	3071	2248	1937	1118	245	777	861	310	11341	10065
Habitatspezialisten																		
Artenzahl	4	3	5	3	2	7	3	7	6	4	4	8	2	4	3	2	10	17
Individuenzahl	38	34	17	3	6	10	11	27	21	13	18	15	22	12	36	26	169	140
Psamophile																		
Arten	4	5	4	1	1	4	2	5	4	4	2	5	1	3	3	4	8	9
Individuen	15	35	140	178	1	67	2	26	174	28	18	9	1	8	7	8	358	359
Faunistisch Bemerkenswerte																		
Arten	2	4	2	2	3	2	4	4	2	3	2	5	1	4	2	3	10	8
Individuen	2	4	12	2	4	4	8	54	2	6	11	12	1	6	4	7	44	95
Rote Liste Sachsen																		
gefährdete Arten	5	5	5	3	3	4	5	5	5	6	4	6	1	2	6	2	12	15
Individuen	19	14	140	45	51	34	25	42	96	61	22	56	1	3	67	32	421	287

In allen Flächen treten die 4 Laufkäferarten *Calathus fuscipes*, *Harpalus affinis*, *Pseudoophonus rufipes* sowie *Pterostichus melanarius* mit > als 1% vom Gesamtfang auf. Besonders auffallend ist, dass *Calathus fuscipes* in fast allen Flächen und Untersuchungsjahren als häufigste Art auftritt. Andererseits fällt eine Zunahme in der Ausgeglichenheit der Dominanzspektren von 1999 zu 2001 für die Probeflächen-Varianten 9 (Deich, Pflegeschnitt), 6 (Spätschnittwiese), 1 (Standweide) und 5 (Deich, Schafbeweidung) auf.

Die ermittelten **Artenzahlen** liegen bei allen Flächen und beiden Untersuchungsjahren noch unter den zu erwartenden realen Artenzahlen. Die höchsten Artenzahlen sind in den beiden Deichflächen (Var. 9, Var. 5) sowie der Sukzessionsfläche (Var. 7) und die niedrigsten Artenzahlen in der Probefläche 8 zu verzeichnen.

Um die **Ähnlichkeitsmuster** der verschiedenen Probeflächen auf der Basis ihrer Arten-Individuen-Relationen darstellen zu können, wurden Clusteranalysen auf der Grundlage eines agglomerativen Clusterverfahrens (Methode nach WARD) durchgeführt. Die beiden Teilflächen einer Probeflächen-Variante werden in beiden Untersuchungsjahren vielfach zusammen gruppiert, woran große Ähnlichkeit in der Assoziationsstruktur ablesbar ist.

Die Clusteranalyse zeigt (s. Anhang, Teilbericht "Biomonitoring"), dass in beiden Untersuchungsjahren zwei große Bodenfallen-Gruppierungen zu trennen sind. Die untere Gruppe wird in beiden Untersuchungsjahren von den Varianten Spätschnittwiese (Var. 6), Standweide 1,2 GV (Var. 2), Umtriebsweide (Var. 3) und Standweide 0,9 GV (Var. 1) gebildet. Innerhalb dieses Clusters wird die Var. 6 (Spätschnittwiese) nochmals von den anderen drei Varianten abgetrennt. In der oberen Gruppe wurden die Bodenfallen der Sukzessions-, Deich- und Mähweiden-Variante (Var. 7, 9, 5, 8) vereinigt.

Auf der Grundlage der pro Teiltransekt und Untersuchungsjahr zusammengefassten Bodenfallen (jeweils 3) wurde eine Hauptkomponentenanalyse (PCA) durchgeführt. Von 1999 zu 2001 sind erhebliche Veränderungen in den Assoziationsstrukturen der Probeflächen zu verzeichnen. Andererseits werden Veränderungen in den Ähnlichkeitsmustern deutlich. So sind tendenzielle Annäherungen bei den Teiltransekten der Varianten 3, 8, 2 sowie bei den Teiltransekten der Varianten 7, 9 und 1 ablesbar.

Um die **Schlüsselfaktoren** als Ursache für die Unterschiede in den Assoziationen der Laufkäfer zwischen den verschiedenen Probeflächen-Varianten herausarbeiten zu können, wurden Redundanzanalysen (RDA) durchgeführt. Mittels 'stepwise forward selection'-Prozeduren wurden aus den zur Verfügung stehenden abiotischen Parametern alle signifikanten Parameter ($p < 0,05$) ausgewählt und in das RDA-Modell aufgenommen (Tabelle 5.5-5).

Tabelle 5.5-5: Inter-Set Korrelationskoeffizienten und lambda-A-Werte der selektierten Umweltparameter mit den Ordinationsachsen des Artendatensatzes der Redundanzanalyse (RDA) für die Laufkäfer-Assoziationen

Parameter	lambda-A	p-value	Achse 1	Achse 2	Achse 3	Achse 4
Eigenwerte (PCA)			0.292	0.170	0.108	0.095
Eigenwerte (RDA)			0.258	0.135	0.079	0.065
(5) ELBE	0.17	0.032	0.6707	-0.3907	-0.1497	-0.4937
(1) SAND	0.19	0.016	-0.0394	-0.7168	-0.1038	-0.5560
(19) NUTZ_1	0.10	0.009	0.0322	-0.7334	0.4720	0.2856
(14) T_13UHR	0.08	0.033	-0.5138	-0.1678	-0.7200	0.2611

Vier Umweltparameter wiesen signifikante Zusammenhänge zu den Laufkäferassoziationen der untersuchten Teiltransekte auf, wobei die Parameter 'ELBE' (mittlere Entfernung zur Elbe) und 'SAND' (mittlerer Sandgehalt im Oberboden) den größten Varianzanteil (lambda-A Werte: 0,17 bzw. 0.19) erklären. Der Parameter 'ELBE'

zeigt die größte Korrelation zur ersten Ordinationsachse (Inter-Set-Korrelationskoeffizient: 0.6707) und der Parameter `SAND` die größte Korrelation zur zweiten Ordinationsachse (Inter-Set-Korrelationskoeffizient: 0.7168). Ebenfalls hoch korreliert zur zweiten Ordinationsachse ist der Parameter Nutz_1 (Extensität der Grünlandnutzung; scores der 1. Achse einer Bray-Curtis-Ordination). Als vierter -statistisch signifikanter-Parameter wurde T_13UHR (13 Uhr- Stundenmittel der bodennahen Lufttemperatur im Zeitraum von Mitte Mai bis Mitte August 1999-2001) in das Modell aufgenommen, der am höchsten zur dritten Ordinationsachse (Inter-Set-Korrelationskoeffizient: 0.7200) korreliert ist. Mit diesen 4 selektierten Umweltparametern erklärt das hier verwendete RDA- Modell auf den ersten 4 Ordinationsachsen einen Varianzanteil von zirka 54 %.

5.5.4 *Diskussion*

Synthese zur ökologischen Ist-Zustandsanalyse

Umstrukturierungsprozesse in Wirbellosen-Assoziationen als Folge der Nutzungsänderungen sind schon mehrfach beschrieben worden (Zusammenstellungen u.a. bei BROWN & SOUTHWOOD 1987 sowie TSCHARNTKE & GREILER 1995). In seiner flächenbezogenen Ausprägung sind derartige Artenstrukturwandlungen ursächlich auf eine Änderung des „Störregimes“ zurückzuführen. Ausgesprochen hohe Intensitätsdichten einzelner, als Eudominante auftretender Arten sind dabei Ausdruck hoher nutzungsgeprägter Störhäufigkeit (MALT & PERNER 1999, ZELTNER 1989, GERSTMEIER & LANG 1996). Auf floristischer Ebene sind die ökologischen Effekte in hohem Maße von den Einflüssen aus der vormaligen Nutzung (z.B. Nährstoffpotenzial, Diasporenbank, Bodenbeschaffenheit) und den jeweiligen Startbedingungen (z.B. Vorkultur, Einsaatmischung) der Grünlandentwicklung geprägt. Auf der faunistischen Ebene hingegen wirken sich speziell Häufigkeit bzw. Permanenz sowie Zeitpunkt der "Ernte" des Aufwuchses, meßbar über das "aufwuchsmodifizierte bodennahe Mikroklima", auf Artenspektrum und -komposition der epigäischen Arthropoden-Assoziationen aus. Mit Nutzungserfordernissen in Zusammenhang stehend, spielt dabei der Grundwasserflurabstand sowie dessen Dynamik im Jahresverlauf eine ganz wesentliche Rolle (u.a. MALT & PERNER 1999).

Obwohl Käfer wie auch Spinnen als durchaus sehr sensibel und schnell reagierende Indikatoren bekannt sind (PERNER & MALT 2002), muss mit z.T. mehrjährigen Verzögerungseffekten in der (statistisch belastbaren) „Messbarkeit“ der Reaktion der Indikatorgruppen auf Nutzungsumstellungen gerechnet werden. Dabei ist das Ausmaß der Effekte im wesentlichen davon abhängig, ob durch die Nutzungsumstellung bzw. parallel dazu Schlüsselfaktoren maßgeblich geändert werden.

Derartige Verzögerungseffekte werden beispielsweise bei der Gegenüberstellung der Ergebnisse aus den Clusteranalysen der Untersuchungsjahre 1999 und 2001 deutlich. Sowohl für die Spinnen als auch für Laufkäfer nimmt die Ähnlichkeit in der Assoziationsstruktur jeweils beider Teiltransekte der gleichen Nutzungs-Variante von 1999 zu 2001 zu, was an der homogeneren Gruppierung der Bodenfallenfänge der Probeflächen erkennbar ist. Hier machen sich zunehmend die Auswirkungen der Nutzungsumstellungen bemerkbar, die nunmehr nach 3 Jahren Entwicklungszeit eine klarere Differenzierung der vor der Nutzungsumstellung sehr ähnlich bewirtschafteten Probeflächen bewirken. Dies wird auch anhand der Hauptkomponentenanalysen sehr deutlich. Obwohl Veränderungen in der Assoziationsstruktur von Arthropoden von Jahr zu Jahr allein aufgrund von Witterungsunterschieden naturgegeben sind, weisen die teilweise synchronen Veränderungen in den Laufkäfer- wie auch Spinnen-Assoziationen der beiden Teiltransekte jeweils einer Probeflächenvariante auf nutzungsbedingte Verschiebungen hin.

Diese These wird auch durch die Redundanzanalysen gestützt. So wurde die landwirtschaftliche Nutzung (hier ein synthetischer Nutzungsparameter, abgeleitet von den Scores der ersten Ordinationsachse einer Bray-Curtis-Ordination) bei beiden untersuchten Arthropodengruppen als signifikanter Umweltparameter herausgestellt, der einen Teil der Arten-Varianz erklärt. Die Analysen zeigten jedoch auch, dass bei den Webspinnen der Nutzungsparameter einen größeren Varianzanteil erklärt, als bei den Laufkäfern, bei denen standortkundliche und raumbezogene Faktoren wie dem „Abstand zur Elbe“ und dem „Sandgehalt im Oberboden“ eine größere Bedeutung zukommt als nutzungs-bezogenen Umweltparametern. Zur großen Sensibilität von Webspinnen gegenüber Nutzung und allen damit einhergehenden Veränderungen der Vegetationsstruktur und des bodennahen Mikroklimas liegen bereits eine Reihe von Befunden vor (SCHÖNBORN & MALT 1995; STIPPICH & KROOß

1997; MALT & PERNER 1999). Auch der am meisten Spinnen-Artenvarianz erklärende Parameter „Deckungsanteil der Gräser“ und der Mikroklimafaktor „13 Uhr-Stundenmittel der bodennahen Lufttemperatur“ spiegeln letztendlich neben standortspezifischen Ausprägungen hauptsächlich die aktuell wirkende Nutzung wider. Insgesamt ist aber auffällig, dass drei der selektierten signifikanten Umweltparameter bei beiden Arthropodengruppen übereinstimmen (NUTZ_1, T_13UHR, ELBE). Das spricht deutlich für Sinnfälligkeit und Belastbarkeit des ausgewählten Umweltparameter-Sets.

Betrachtet man den in dieser Studie verwendeten Nutzungsparameter (siehe Tab. 1) als Gradienten in der „Extensität der Nutzung,, (0=rel. höchste Intensität bzw. niedrigste Extensität; 3,6=höchste Extensität, hier Brache bzw. Sukzession) und setzt ihn in Beziehung zur jeweils ermittelten Artenzahl und Evenness, ergibt sich folgendes Bild:

Wie die in Abbildung 5.5-1 und dargestellten linearen Regressionen zwischen Artenzahl bzw. Evenness (als zwei Betrachtungsebenen der Artendiversität) und dem Extensitätsgrad der Grünlandnutzung zeigen, besteht in erster Näherung ein deutlicher Zusammenhang.

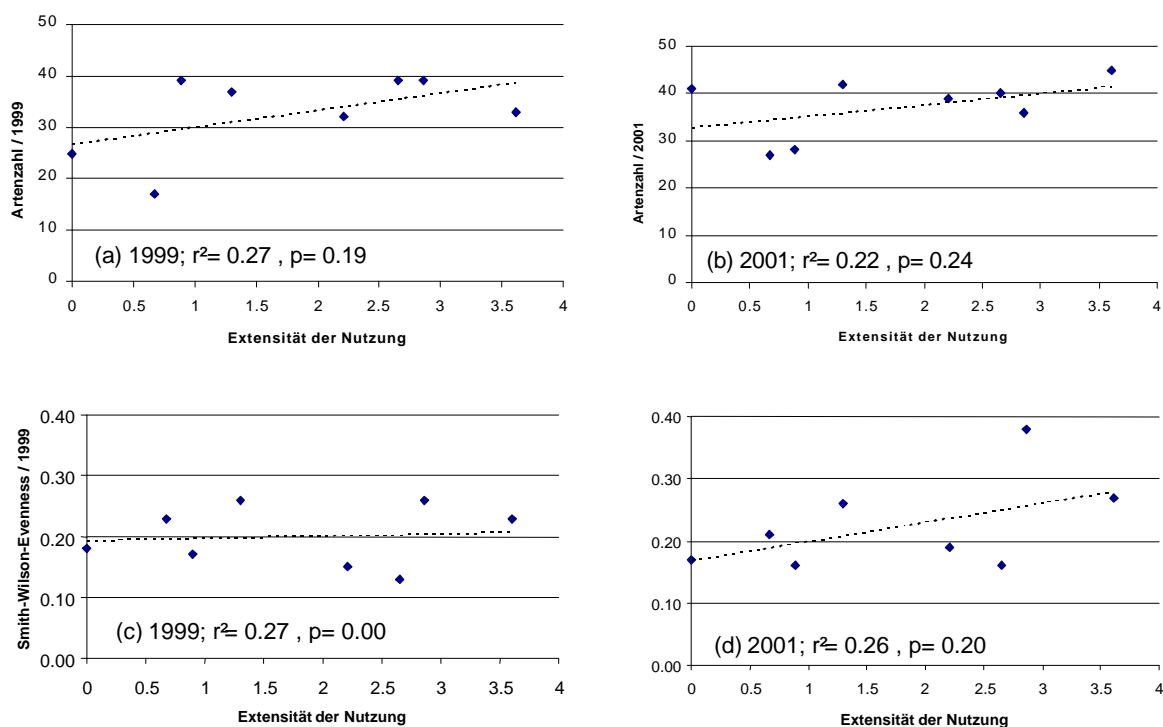


Abbildung 5.5-1: Zusammenhang von Nutzungs-Extensität und Artenzahl (a, b) bzw. Evenness (c, d) der Laufkäfer-Assoziationen für 1999 (a, c) sowie 2001 (b, d)

Bezüglich der Webspinnen-Assoziationen der untersuchten Probenflächenvarianten konnten für beide Ebenen der Artendiversität signifikante Zusammenhänge zum Gradienten in der Extensität der Nutzung ermittelt werden. Die Regressionsgeraden in Abb. 2 weisen von 1999 zu 2001 zunehmende Erklärungswerte (r^2) und Signifikanzniveaus (p) auf. Während die Artenzahlen entlang eines Nutzungsgradienten mit zunehmender Extensität [Var_3 (Umtriebsweide)=0; Var_8 (Rohrschwengel-Mähweide)=0,67; Var_2 (Standweide, 1,2 GV/ha)=0,89; Var_5 (Deich, Schafbeweidung)=1,3; Var_1 (Standweide, 0,9 GV/ha)=2,21; Var_6 (Spätschnittwiese)=2,65; Var_9 (Deich, Pflegeschnitt)=2,86; Var_7 (Sukzession)=3,61] bereits im 1. Jahr der Nutzungsumstellung signifikant anstiegen, wird im 3. Jahr nach Nutzungsumstellung dieser Zusammenhang in den Befunden statistisch noch sicherer. Für die Evenness (als Ausprägungsgrad der Diversität bzw. Äquität) bestand im Untersuchungsjahr 1999 noch kein signifikanter Zusammenhang zum oben beschriebenen Nutzungsgradienten. Drei Jahre nach Nutzungsumstellung jedoch ist ein deutlicher Zusammenhang nachweisbar und ein signifikanter Anstieg der Evenness mit zunehmender Extensität statistisch gesichert.

Auch bei den Laufkäfer-Assoziationen wird dieser Zusammenhang bereits deutlich (siehe Abbildung 5.5-1). Wenngleich auch (noch) kein signifikanter Zusammenhang nachweisbar war, zeigen die auffallend steileren Trendlinien von 2001 gegenüber 1999 diese Tendenz deutlich an. Die Reaktion dieser Arthropodengruppe auf die Umnutzung scheint somit etwas verzögert ebenfalls wirksam zu werden. Eine gleichbleibende Nutzung vorausgesetzt, sollten auch hier im Laufe der nächsten Jahre statistisch absicherbare Zusammenhänge zu erwarten sein, wie sie PERNER & MALT (2002) für Nutzungsumstellungen in Agrarökosystemen der Unstrut-Aue herausstellen.

Bewertung des biotischen Entwicklungspotenzials der Probeflächen und Nutzungsvarianten

Die vergleichende Gegenüberstellung der ermittelten Artenzahlen, der effektiven Diversität und der Evenness für die Phase im 1. Jahr (1999) und 3. Jahr nach Nutzungsumstellung zeigt bezüglich der ausgewählten Indikatorgruppen ein etwas differenziertes Bild (vgl. Tabelle 5.5-2 und Tabelle 5.5-4).

Während die Spinnen-Artenassoziationen 3 Jahre nach Umstellung auf extensivere Nutzungsformen mit Ausnahme der Rohrschwengel-Mähweide (Var. 8) in allen untersuchten Varianten deutlich höhere effektive Diversitätswerte aufwiesen als noch im 1. Jahr der Nutzungsumstellung, stiegen sie bei den Laufkäfern nur in der Deichvariante mit Pflegeschnitt (Var. 9) und in der Standweide 0,9 GV/ha (Var. 1) deutlich an. Die Zahl nachgewiesener Arten hingegen hat sich bezüglich der Laufkäfer in den Varianten Umtriebsweide 1,5 GV/ha (Var. 3), Sukzession (Var. 7), Standweide 0,9 GV/ha (Var. 1) und Deich mit Schafbeweidung (Var. 5) deutlich erhöht, während bei den Spinnen die Artenzahlen 2001 lediglich in der Spätschnittweide (Var. 6) und dem Deich mit Schafbeweidung geringfügig höher waren als 1999. Ein grundsätzliches Problem bei der Beurteilung dieser Variablen ist einmal mehr das Fehlen einer Null-Variante (Beibehaltung der vormals intensiveren Grünlandnutzung) bzw. das nicht Vorhandensein von vergleichbaren Befunden zum Ausgangszustand vor Nutzungsumstellung.

Bessere Bewertungsansätze liefert der Evenness-Parameter entlang des Gradienten in der Nutzungsextensität. Er indiziert bei höheren Werten ausgeglichene Dominanzstrukturen in den Arten-Assoziationen, wie sie für störungsarme Biotope typisch sind. Bei den Laufkäfern wird diesbezüglich in der Variante Deich mit Pflegeschnitt der mit Abstand höchste Wert (0,38) erreicht, gefolgt von der Variante Sukzession und Deich mit Schafbeweidung (0,26). Bei den Spinnen weist die Sukzessionsvariante den höchsten Evenness-Wert auf (0,31) gefolgt von der Deichvariante mit Pflegeschnitt (0,25). Zusammenfassend kann demnach angemerkt werden, dass offensichtlich die mit Abstand niedrigste anthropogene Störungsarmut und die damit wegfallende bzw. geminderte nutzungsbedingte Nivellierung der standörtlichen Heterogenität vor allem in der Variante ohne jegliche Nutzung (Sukzession, Var. 7) und im Deich mit Pflegeschnitt (Var. 9) zu einer positiv bewertbaren, deutlichen Erhöhung der Artendiversität und Ausgeglichenheit der Lebensgemeinschaftsstrukturen führt.

Erwartungsgemäß dominieren in den Untersuchungsflächen die allgemein für Grünländer im mitteldeutschen Raum bekannten mesophilen und euryöken Offenlandarten (TIETZE 1973a-d, 1974; TOLKE & HIEBSCH 1995). Jedoch überrascht trotz der gewässernahen Lage der Untersuchungsflächen mit z.T. alljährlich im Frühjahr kurzfristig überfluteten elbnahen Teilbereichen der sehr geringe Anteil an hygrophilen Arten. Charakteristisch für die untersuchten Standorte scheint hingegen das Vorkommen einer Reihe ausgesprochen Xerothermophiler (trockenheits- und wärmeliebender Arten) sowie Psammophiler (sandliebender Arten) zu sein, was durch die Redundanzanalysen (SAND- vs. SCHLUFF-Anteil im Oberboden bzw. bodennahe Lufttemperatur ‚T_13UHR‘ als signifikante Umweltparameter) untermauert wird.

Die Datenbasis nach erfolgter Effizienzkontrolle im 3. Jahr der Nutzungsumstellung lässt hier nur tendenziell erste Unterschiede der Probeflächen- bzw. Nutzungs-Varianten hinsichtlich der Anteile an Habitatspezialisten unter den epigäischen Spinnen und Laufkäfern erkennen. So belaufen sich die Anteile stenök hygrophiler Spinnen in den Zönosen aller untersuchten Probeflächenvarianten auf einem Niveau von lediglich 1-4 Arten mit 2-23 Individuen. Bei den Laufkäfern konnten 3 Jahre nach Nutzungsumstellung zwar erstmals ökologisch sehr anspruchsvolle Feuchtbiotopbewohner nachgewiesen werden, jedoch liegen nur 3 Nachweise mit jeweils einem Individuum vor, so dass eine differenzierende Wertung auf dieser Ebene nicht zulässig ist.

Für xerothermophile (trockenheits- und wärmeliebende) sowie psammophile (sandliebende) Habitatspezialisten hingegen ist sowohl bei den Laufkäfern als auch bei den Spinnen ein genereller Trend des Ansteigens sowohl der

Arten- als auch der Individuenzahlen (rel. Aktivitätsdichten) zu verzeichnen. Die größten Erhöhungen von 1999 zu 2001 wurden diesbezüglich in den Varianten Sukzession (Var. 7) und Deich mit Schafbeweidung (Var. 5) registriert.

Hinsichtlich gefährdeter (Rote Liste Sachsens) und/oder faunistisch bemerkenswerter Arten sind kaum Unterschiede zwischen den Probeflächenvarianten feststellbar. Insgesamt wurden 18 Rote-Liste-Arten unter den Laufkäfern sowie 12 Rote-Liste-Arten unter den Spinnen registriert, die zumeist mittleren bzw. unteren Gefährdungskategorien zuzuordnen sind. Obgleich insgesamt in der Sukzessionsfläche etwas mehr gefährdete Arten als in den anderen Probeflächenvarianten gefunden werden konnten, lässt die relativ geringfügige Abstufung zwischen den Varianten hier keine differenzierende Bewertung zu.

Fazit zur Abschätzung potenzieller ökologischer Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen zur Auen-Revitalisierung

Wie bereits Befunde aus dem Ilm-Projekt (SCHÖNBORN & MALT 1995) und dem Unstrut-Projekt (Thüringen) (MALT & PERNER 1999; PERNER & MALT 2002) zeigten und die vorliegenden Befunde wiederum bestätigen, führt jedes Zulassen des potenziellen Wirksamwerdens standörtlicher Heterogenität bereits kurz- bis mittelfristig zu einer nachweislichen Erhöhung der Artendiversität und Evenness der epigäischen Raubarthropoden-Assoziationen. Eine deutliche Zunahme auencharakteristischer, ökologisch anspruchsvoller Arten sowie Habitatspezialisten, die in der nutzungsgeprägten Offenlandschaft nur sehr vereinzelt vorkommen, war bisher in keinem der an Elbe und Unstrut eingehend untersuchten Nutzungsszenarien nachweisbar. Wohl aber zeigten in beiden Studien die ungenutzten Varianten (hier Grünland-Sukzession, Var. 7; an der Unstrut eine wiedervernässte Ackerbrache mit Pflagemulchen im Spätsommer/Herbst) bereits kurzfristig (nach 3-5 Jahren) ansatzweise Potenzen zur grundsätzlichen Möglichkeit der Förderung eines solchen Spezialistenpotenzials.

Dabei muss offensichtlich davon ausgegangen werden, dass eine ökologische Aufwertung derartiger Flächen, wenn überhaupt in unserer aktuellen Landschaftsausstattung noch realistisch, dann in Abhängigkeit vom potenziell verfügbaren Artenpool des näheren und weiteren Umfeldes und sehr wahrscheinlich nur längerfristig (<10 Jahre) möglich sein sollte. Eine ökologisch wirksame Verminderung der mit jeder Nutzung einhergehenden Nivellierung der jeweils gegebenen Standortpotenziale scheint beim derzeitigen Kenntnisstand demnach fast nur unter Nichtnutzung realistisch.

Zur Einordnung der Elbe- und Unstrutbefunde können Ergebnisse aus der Ilm-Studie herangezogen werden. (MALT 1995; SCHÖNBORN & MALT 1995) Mit abnehmendem mittleren Grundwasserflurabstand und zunehmender hydrologischer Heterogenität durch naturnahe Auendynamik war in der Ilmaue eine Zunahme auentypischer Habitatspezialisten unter den Hygrophilen, aber auch der hier durchaus kleinräumig typischen Xerothermophilen nachweisbar. Diesbezüglich kann der Zuflussbereich des Freibaches in die Ilm bei Stützerbach als Referenzstandort mit naturnaher Gewässer- und Auendynamik einen Eindruck im Hinblick auf ökologische Effekte vermitteln, obgleich dieser Abschnitt im Fließgewässer-Ökosystem Ilm durch seine montane Ausprägung Besonderheiten aufweist.

5.5.5 Zusammenfassung

- ⇒ Auch drei Jahre nach Etablierung der unterschiedlich extensiven Nutzungsformen sind die aufgezeigten Unterschiede in den Laufkäfer- und Spinnen-Assoziationen der Probeflächenvarianten im wesentlichen auf quantitative Verschiebungen und weniger auf qualitative Veränderungen zurückzuführen.
- ⇒ Es wurden drei signifikante Umweltparameter bei beiden Arthropodengruppen herausgestellt (Extensität der Grünlandnutzung, bodennahe Lufttemperatur, Entfernung zur Elbe), welche zu Veränderungen in deren Assoziationsstruktur führen.
- ⇒ Es besteht ein deutlicher Zusammenhang zwischen Artenzahl bzw. Evenness (Ausgeglichenheit der Lebensgemeinschaften) und dem Extensivierungsgrad der Grünlandnutzung.
- ⇒ Mit zunehmender Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung sinken sowohl die Artenzahlen als auch der Ausprägungsgrad der Diversität (Varianten Umtriebsweide 1,5 GV, Rohrschwengel-Mähweide, Standweide 1,2 GV).

- ⇒ Geminderte bzw. wegfallende Nutzung und die damit verbundene Störungsarmut führen zu einer positiv bewertbaren, deutlichen Erhöhung der Artendiversität und Ausgeglichenheit der Lebensgemeinschaftsstrukturen. In den vorliegenden Untersuchungen betraf dies in abgestufter Reihenfolge die Varianten Sukzession, Elbdeich mit Pflegeschnitt und Elbdeich mit Schafbeweidung.
- ⇒ Eine deutliche qualitative Zunahme auencharakteristischer, ökologisch anspruchsvoller Arten scheint nur unter uneingeschränkter Zulassung einer autotypischen Hydro- und Morphodynamik realisierbar zu sein.
- ⇒ Eine abschließende Beurteilung der ökologischen Auswirkungen der Einzelmaßnahmen im Sinne einer Effizienzkontrolle kann unter dem hier gewählten zeitgleichen Ansatz verschieden extensiver landwirtschaftlicher Nutzungen auf vormals gleichförmig intensiv genutzten Grünlandstandorten jedoch erst durch ein längerfristig angelegtes, mehrjähriges, periodisches Biomonitoring geleistet werden.

5.6 Gesundheit der Weidetiere

5.6.1 Zielstellung

Weideverfahren, die naturschutzfachliche Ziele erfüllen und zugleich auch wirtschaftlich sein sollen, sind oftmals auf Futtergrundlagen angewiesen, die nicht dem physiologischen Optimum des Weidetieres entsprechen. Besonderer Wert ist deshalb auf die Kontrolle der Nährstoffversorgung zu legen, die bei einer extensiven Haltung häufig Mängel aufweist. So wurde beispielsweise bei Untersuchungen von Mutterkuhherden an bestimmten Weidestandorten in Mecklenburg-Vorpommern festgestellt, dass die Tiere unter den bestimmten geologischen Gegebenheiten sowohl ein primärer Kupfer- und Selenmangel als auch infolge eines erhöhten Molybdän- und Schwefelgehaltes des Weidefutters ein sekundärer Kupfermangel vorlag (TERÖDE 1997). Energie-, Nähr- und Mineralstoffdefizite können zwar vom Muttertier häufig noch durch Lebendmasseverluste und Reduktion der Milchleistung kompensiert werden, was aber negative Auswirkungen auf die Aufzuchtseistung und die Gesundheit der Kälber nach sich ziehen kann. STAMER et al. (1993) stellte bei Nährstoffversorgungen, die unter bzw. über dem Bedarf lagen, Leistungseinbußen und in extremen Fällen Erkrankungen des Stoffwechsels und Fruchtbarkeitsstörungen fest.

Zielstellung des vorliegenden Projektes war es, weitere Erkenntnisse über die Stoffwechsellaage von extensiv gehaltenen Mutterkühen über den gesamten Jahresverlauf zu erlangen. Diese Bewertung sollte sowohl wirtschaftliche Aussagen (Leistungsdepressionen durch ernährungsphysiologische Unterversorgung) als auch Tierschutzaspekte (unphysiologische Versorgung, welche die Gesundheit der Tiere gefährdet) berücksichtigen.

5.6.2 Material und Methoden

Vier Mal jährlich (März, Juni, September, Dezember) wurden über 2 Jahre hinweg die drei Mutterkuhherden des Projektes eingefangen. Dabei wurden aus der Herde SW_0,9 GV (Kreuzungstiere Milchrind x Fleischrind) alle 9 Muttertiere, aus Herde SW_1,2 GV (Kreuzungstiere Milchrind x Fleischrind) alle 10 Muttertiere sowie aus Herde UW_1,5 GV (Fleischrasse Limousin) 15 von 30 Muttertieren ausgewählt, wobei darauf geachtet wurde, dass bei der Limousinherde immer die gleichen Tiere beprobt wurden. Den Kühen wurden Blut-, Harn-, Kot- und Haarproben entnommen; in den Monaten Juni, September und Dezember wurden auch von den Kälbern Kotproben gewonnen. Alle Tiere waren klinisch gesund.

Dabei sollten labordiagnostische Analysen in den folgenden Bereichen durchgeführt werden:

Hämatologie, Fett-, Eiweiß-, Kohlenhydratstoffwechsel, Mineralstoff-, Spurenelement- und Säure-Basen-Haushalt sowie Endoparasitenbefall.

Die Analyse der entnommenen EDTA-, Serum- und Harnproben erfolgte im Labor der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig. Die Untersuchung auf Spurenelemente im Serum und in den Haaren wurde im Fachbereich Landwirtschaftliche Untersuchungen der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Leipzig durchgeführt.

5.6.3 Ergebnisse

5.6.3.1 Klinisch-chemische Parameter

Fettstoffwechsel

Der Anteil an freien Fettsäuren (FFS) ist Kennzeichen des Energiestoffwechsels und resultiert aus dem Abbau von körpereigenem Fettgewebe in Phasen erhöhten Energiebedarfs und mangelhafter Bedarfsdeckung. Die Ergebnisse der FFS in Abbildung 5.6-1 lassen auf ein zeitweise bestehendes Energiedefizit insbesondere in den Wintermonaten schließen, mit dem nach SCHOLZ (1990) ab einer Konzentration von 600 $\mu\text{mol/l}$ zu rechnen ist.

Der relative Rückgang der Lebendmasse zu diesen Zeitpunkten könnte erste Hinweise auf ein Fettlebersyndrom geben. Weitere klinische Hinweise wie z.B. verminderte Futteraufnahme, Somnolenz oder Fruchtbarkeitsstörun-

gen bestanden nicht. Bei einem länger anhaltenden Zustand könnte man jedoch mit einer klinischen Manifestation rechnen.

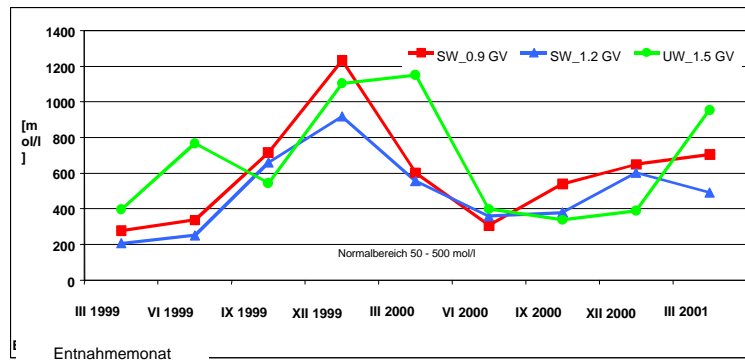


Abbildung 5.6-1: Freie Fettsäuren (FFS) bei Mutterkühen dreier Herden bei vierteljährlicher Kontrolle

Die *Ketonkörper* (BHB), Energiequelle in Mangelsituationen, die in der Regel erst zu einem späteren Zeitpunkt der Energiemangelsituation ansteigen, lagen noch vollständig im Normbereich. Der Verdacht einer Ketose lag somit nicht vor.

Der Verdacht eines Leberzellschadens aufgrund erhöhter *Cholesterolkonzentrationen* war nicht gegeben.

Eiweißstoffwechsel

Das *Gesamtprotein* lag bei allen Untersuchungen im oberen physiologischen Bereich. Im Sommer (Juni '99, Sept. '99, Juni '00) waren Überschreitungen der Grenzwerte festzustellen, die auf den hohen Rohproteingehalt im aufgenommenen Weidefutter zurückzuführen sind.

Die *ASAT (Aspartat-Amino-Transferase)*-Aktivitäten, welche einen eventuellen Hinweis auf eine Leberbelastung durch die vermehrte Entgiftungsfunktion geben könnten, überschritten im Juni '99 bei der Herde 3 und im Juni '00 bei allen Herden den Referenzbereich. Dieser Zusammenhang konnte jedoch statistisch nicht gesichert werden.

Die *Albuminkonzentrationen* überschritten ab September '00 in allen Herden den physiologischen Bereich. Sie ließen jedoch aufgrund fehlender Korrelationen zu den Leberenzymen keinen Schluss auf Schädigungen dieses Organs zu.

Der *Harnstoff* als wichtigstes Produkt des Proteinstoffwechsels und fütterungsabhängig, zeigte im September '00 (Var_2 und Var_3) bzw. im Dezember '00 (Var_1) einen Anstieg über den physiologischen Bereich. Hierbei bestand kein Zusammenhang zum Kreatinin, sodass eine gestörte Nierenfunktion als Begründung ausgeschlossen werden konnte. Weiterhin schied eine erhöhte Eiweißaufnahme mit dem Futter aus jahreszeitlichen Gründen aus. Eine im Herbst sonst häufig eingesetzte Zufütterung mit Zwischenfrüchten, die diesen Anstieg zur Folge haben könnte, erfolgte hier nicht.

Eine mögliche Ursache lag in einer katabolen Stoffwechsellaage der Tiere, wobei durch die Freisetzung von Mobilisationsprodukten durch den Abbau gespeicherten Eiweißes vermehrt Harnstoff anfällt (SCHOLZ 1990).

Es wurden hohe Konzentrationen des *Kreatinins* in der Herde 3 insbesondere im Serum beobachtet. Hierbei wäre die Begründung einer kollektiven Niereninsuffizienz der Tiere sehr unwahrscheinlich, da weitere klinische oder labordiagnostische Anhaltspunkte hierfür fehlten.

Es könnte sich hierbei um ein spezifisches Phänomen der Fleischrasse Limousin handeln, das allerdings in der Literatur noch nicht beschrieben wurde. Dafür würde auch sprechen, dass die Konzentrationen der Einzeltiere der Var_1 und Var_2, bei denen Limousin eingekreuzt ist, ebenfalls höher lagen.

Kohlenhydratstoffwechsel

Die durch viele äußere Einflüsse beeinflussten *Glukosekonzentrationen* zeigten einen Anstieg während der Wintermonate bei allen Herden. Hier könnte eine Verdauungshyperglykämie vorliegen, da die Tiere im Zuge der Fangaktion mit Heu bzw. Silage angefüttert wurden, was im Sommer wegen des dauerhaften Futterangebotes

durch Weidegras eher geringere Konsequenzen nach sich zog. Eine Unterversorgung (*Hypoglykämie*), die durch einen längeren Futterentzug verursacht werden könnte, war im Untersuchungszeitraum nicht zu beobachten. Die Begründung für den fast dauerhaft höher liegenden Blutzuckerspiegel bei den Limousin ist in der großen Stressempfindlichkeit dieser Rasse zu sehen, die bei den Fangaktionen sehr deutlich beobachtet werden konnte.

Serumenzyme

Außer den Erhöhungen der ASAT-Aktivitäten lagen die *Serumenzyme* innerhalb des Referenzbereiches. Da die ASAT zu einem großen Teil aus der Muskulatur kommt (KRAFT & DÜRR 1997), sind Veränderungen der Aktivitäten durch die Bewegung der Tiere beim Einfangen möglich. In einer Untersuchung von Milchkühen, bei welcher der Referenzbereich von < 80 U/l in der 12. Woche p.p. von allen Tieren deutlich überschritten wurde, wird eine Erweiterung dieser Grenze bis 100 U/l in Erwägung gezogen (TEUFEL 1999). Dies erscheint für diesen Versuch wegen der fehlenden weiteren Anhaltspunkte (GGT, Bilirubin) für eine Leberschädigung ebenfalls sinnvoll. Zwischen beiden Enzymen bestand eine statistisch gesicherte Korrelation. Insgesamt lagen die Aktivitäten der GGT vollständig im physiologischen Bereich. Eine eventuelle Leberfunktionsstörung, hervorgerufen durch Hungerzustände konnte daher ausgeschlossen werden.

Mineralstoffhaushalt

Die Ergebnisse von *Calcium*, *anorganischem Phosphat*, *Natrium* und *Kalium* im Serum zeigten keine besonderen Befunde.

Die ermittelten Konzentrationen dieser Parameter im Harn, die zum Teil sehr niedrig lagen, sind im Zusammenhang mit der Harndichte zu sehen. Da diese sich im unteren physiologischen Bereich bzw. teilweise sogar darunter befand, waren auch geringere Mineralstoffkonzentrationen zu erwarten.

Die Konzentrationen des *Magnesiums* lagen im unteren bzw. insbesondere während der Wintermonate unter dem physiologischen Bereich. Hier ist von einer alimentären Unterversorgung der Tiere auszugehen (Abbildung 5.6-2). Der Grenzwert, bei dem mit klinischen Erscheinungen der Hypomagnesämie gerechnet werden muss, liegt bei 0,4 mmol/l (HOFMANN 1992) und wurde von keinem der Tiere unterschritten. Das typische Bild einer daraus resultierenden Weidetetanie, das insbesondere im Frühjahr zu erwarten gewesen wäre, wurde ebenfalls nicht beobachtet.

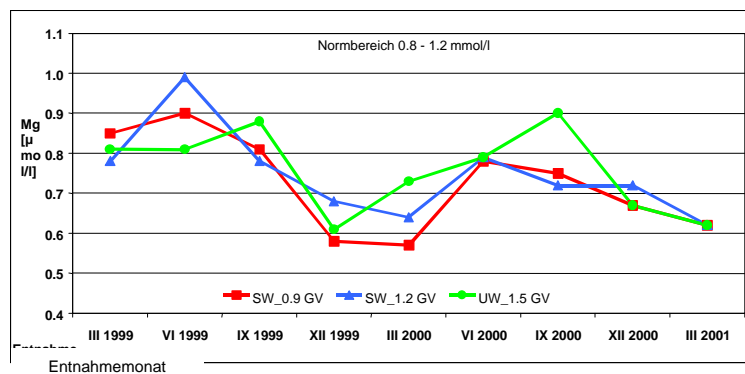


Abbildung 5.6-2: Magnesiumkonzentration im Serum [mmol/l] bei Mutterkühen dreier Herden bei vierteljährlichen Kontrollen

Spurenelemente

Eine bei Weiderindern mehrfach beobachtete *Selen*unterversorgung (TERÖDE 1997; BLÖCKER 1998; SIEBER 2000, KOLB 2001) wurde auch im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen nachgewiesen. GERLOFF (1992) wertet die Serumkonzentrationen wie folgt: < 40 µg/l mangelhaft, 40-70 µg/l suboptimal, >70 µg/l gut.

So bewegten sich die Selenkonzentrationen im Serum bei allen Untersuchungen im suboptimalen bzw. mangelhaften Bereich, wobei ein statistisch gesicherter Abfall bei allen Herden vorlag (Abbildung 5.6-3). Es wäre demnach spätestens ab März '00 mit klinischen Auswirkungen wie Muskeldystrophie, Nachgeburtsverhal-

tungen, Mastitis, Wachstums- und Fortpflanzungsstörungen zu rechnen gewesen, was jedoch nicht der Fall war. Dies bestätigt eine Annahme verschiedener Autoren, wonach die Tiere trotz eines diagnostizierten Mangelzustandes frei von Krankheitssymptomen sein können, sofern eine gleichzeitig optimale Versorgung mit Vitamin E und das Fehlen oxidativen Stresses gegeben ist (GELFERT & STAUFENBIEL 1998).

Aufgrund des beobachteten stetigen Konzentrationsabfalls ist fraglich, wie lange dieser Zustand in den Herden noch gewährleistet werden kann. Bei Selen- sowie bei Kupfermangel (s.u.) handelt es sich um typische Probleme, die in der Mutterkuhhaltung beobachtet werden können (LAIBLIN et al. 1998; MÄNNER & LAIBLIN 1998; SIEBER 2000, KOLB & SEEHAVER 2001). Der Selengehalt der bisher verabreichten Mineralstoffgemische von 15 bzw. 20 bzw. 40 mg/kg ist nach den vorliegenden Ergebnissen unzureichend. Die von SCHOLZ (1991) angegebene Fütterungsempfehlung für Kühe in Selenmangelgebieten von 30 mg/kg Mineralfutter kann in diesem Fall nicht weitergegeben werden. Vielmehr sollte man, wie KOLB & SEEHAVER (2001) es raten, den Gehalt hier auf 50 mg/kg steigern.

Die in den Ergebnissen dargestellten Selenkonzentrationen in den Haaren fallen jedoch nur teilweise (Sept. '99, März '01) unter den Grenzwert. SIEBER (2000) erklärt dies mit der geringen Mobilität der Spurenelemente und einer dadurch verzögerten Reaktion des Indikators „Deckhaar“. Eine positive Korrelation zwischen dem Selen im Serum und in den Haaren war nicht gegeben.

Bei der GPx (Glutathionperoxidase), einem Enzym das als Selenspeicher gilt und somit als Indikator für die Se-Versorgung dient, war zwar eine statistisch gesicherte Korrelation zu den Serumseleknkonzentrationen vorhanden, wobei die GPx-Aktivitäten aber nicht unter den von MAAS (1990) angegebenen Grenzwert von 35 U/gHb fielen.

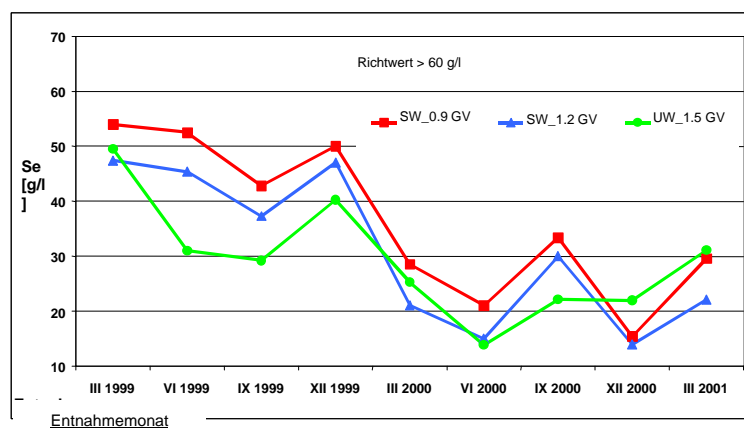


Abbildung 5.6-3: Selenkonzentration im Serum [g/l] bei Mutterkühen dreier Herden bei vierteljährlichen Kontrollen

Die Cadmiumkonzentrationen in den Haaren schwankten überwiegend innerhalb des physiologischen Bereiches. Der beschriebene Anstieg im Juni '00 korrelierte nicht mit den nachgewiesenen Serumkonzentrationen, die zu diesem Zeitpunkt extrem niedrige Werte aufwiesen. Somit wird insgesamt eine zu hohe Cadmiumbelastung ausgeschlossen.

Cadmium wird als starker Antagonist von Kupfer, Zink, Calcium, Selen und Eisen angesehen (MEYER et al. 1995). Die in den vorliegenden Untersuchungen festgestellten positiven Korrelationen zu Blei und Cobalt wurden jedoch in diesem Zusammenhang nicht beschrieben.

Die Untersuchungen des Kupfers zeigten eine mangelhafte Versorgungslage ab September '00. Hierbei könnte es sich um einen primären (Defizit in der Kupferaufnahme) oder einen sekundären (beruhend auf die Wirkung von Antagonisten) Mangel handeln. Eine Möglichkeit wäre im Zusammenhang mit dem zum Kupfer in Konkurrenz stehendem Molybdän zu sehen, da hier teilweise Überversorgung festgestellt wurden.

Bei den Analysen auf Cobalt und Blei wurden keine grenzüberschreitenden Konzentrationen festgestellt. Die Kontrollen der Zinkgehalte ergaben ebenfalls keine besonderen Befunde.

Zu den Spurenelementen *Arsen*, *Quecksilber* und *Thallium* im Serum bzw. in den Haaren liegen keine Referenzbereiche vor. Klinisch gesehen bestanden keinerlei Anhaltspunkte für eine Überversorgung dieser Elemente, sodass hier auf die weitere Diskussion verzichtet wird. Ein genauerer Aufschluss über die physiologischen Bereiche könnte eventuell gegeben werden, wenn man diese Ergebnisse zusammen mit Analysen der Futtermittel bzw. der Bodenbelastung auswertet.

Säure-Basen-Haushalt

Die Ergebnisse des Säure-Basen-Haushaltes ließen keine dauerhaft bestehende azidotische oder alkalotische Belastung des Bestandes erkennen.

Es kam sowohl zu Über- als auch zu Unterschreitungen der physiologischen Bereiche, was einen eventuellen Ausgleich über eine entsprechend bedarfsgerechte Fütterung nicht realistisch erscheinen lässt. Die von FÜRL (1993) beschriebenen jahreszeitlichen Tendenzen (Mai-Juni signifikant höchste, August bis Oktober niedrigste NSBA-Werte) lagen hier nicht so deutlich vor.

5.6.3.2 Endoparasiten

Die nachgewiesenen Endoparasiten bei den Mutterkühen waren nur in vereinzelter Anzahl vorhanden, weshalb auch keine pathologischen Auswirkungen zu erwarten waren.

Die jeweilige Anzahl der betroffenen Tiere schwankte, wobei die insgesamt höchste Befallsrate durch Kokzidien-Oozysten und Trichostrongylden-Eier erfolgte.

So waren im Juni '00 bei 78% der Herde 1 und bei 60% der Herde 2 Kokzidien-Oozysten in vereinzelter Menge vorhanden, was jahreszeitlich begründet werden kann.

Bei den darauffolgenden Kotuntersuchungen im September '00 konnten jedoch bei keinem der Tiere Kokzidien nachgewiesen werden. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass zuvor eine zweimalige Entwurmung durchgeführt wurde (März und Juni '00).

Die Anzahl der Rinder, bei denen Trichostrongylden festgestellt wurden variiert, wobei keine stetige Zu- oder Abnahme zu beobachten ist.

Während des gesamten Untersuchungszeitraumes ließen weder klinische Symptome noch die Ergebnisse der durchgeführten Kotuntersuchungen auf einen Befall mit Endoparasiten schließen, der tiergesundheitliche oder wirtschaftlich negative Folgen mit sich bringen würde.

Da eine gewisse Infektionsimmunität der Mutterkühe angestrebt wird, ist auch keinesfalls ein völliges Freisein von Endoparasiten empfehlenswert (PRIEBE & SCHMOLDT 1996), was nach den vorliegenden Ergebnissen auch nicht der Fall war.

Das hier durchgeführte Entwurmungsregime ließe sich aus wirtschaftlichen Gründen noch auf eine zwei- oder sogar einmalige statt dreimalige Behandlung pro Jahr reduzieren, wenn man vorangegangene Studien über strategische Parasitenbekämpfung zugrunde legt (REHBOCK 1996; HEILE 1999). Auf jeden Fall muss ein möglicher Befall von Mutterkuhherden mit Endoparasiten im Auge behalten werden.

Eine weitere Empfehlung wäre, den hier dauerhaft angewandten Wirkstoff (Moxidectin) zeitweise zu wechseln, um einer möglichen Resistenzentwicklung entgegenzuwirken. Nach diesbezüglichen Berichten (WALLER 1994), sind solche Entwicklungen keinesfalls zu vernachlässigen.

5.6.4 Zusammenfassung

Im Rahmen des Projektes „Elbe-Ökologie“ wurde der Stoffwechsel von Mutterkühe verschiedener Rassen in extensiver ganzjähriger Freilandhaltung über zwei Jahre untersucht.

Zielstellung dieses Versuches war es, genauere Erkenntnisse über die Stoffwechsellage im Hinblick auf die Rassen und die Form der Haltung zu gewinnen, die zu einer besseren Rentabilität beitragen könnten. Es sollten sowohl wirtschaftliche Aspekte (Leistungsdepressionen durch ernährungsphysiologische Unterversorgung) als auch Tierschutzaspekte (unphysiologische Versorgung, welche die Gesundheit der Tiere gefährdet) berücksichtigt werden.

Aus den Ergebnissen können folgende Schwerpunkte abgeleitet werden:

- ⇒ Die untersuchten Parameter des Fett-, Eiweiß- und Kohlenhydratstoffwechsels deuteten auf eine defizitäre Energieversorgung der Mutterkühe aller drei Herden während der Wintermonate hin. Unterschiede zwischen den verschiedenen Haltungsverfahren konnten nicht abgesichert werden..
- ⇒ Hinsichtlich der Mineralstoffversorgung konnte ein anhaltender Magnesiummangel in allen drei Herden beobachtet werden. Eine mangelhafte Versorgung mit den Spurenelementen Selen und Kupfer war ebenfalls nachweisbar. Zu beachten ist, dass der Mangel über die Projektdauer zunahm.
- ⇒ Der Mangel im Energiegehalt des Futters im Winter und die Gehalte an Selen und Kupfer sind auszugleichen, um eventuellen Leistungseinbußen aufgrund subklinischer oder auch klinischer Belastungen entgegenzuwirken.
- ⇒ Für die Schwermetalle Cobalt, Blei, Cadmium, Arsen, Quecksilber und Thallium konnte keine grenzüberschreitende Konzentration festgestellt werden, obwohl die Mutterkühe teilweise auf Überflutungsgrünland weideten.
- ⇒ Während des gesamten Untersuchungszeitraumes war anhand der durchgeführten Kotuntersuchungen ein leichter Befall mit Endoparasiten nachweisbar, welcher jedoch keine tiergesundheitslichen oder wirtschaftlich negative Folgen mit sich brachte.
- ⇒ Für die Rasse Limousin ergab sich eine spezifische Besonderheit der Rasse hinsichtlich einer durch den Glukosegehalt und durch das rote Blutbild nachgewiesener erhöhter Stressempfindlichkeit. Bei diesen Tieren waren auch Erhöhungen im Bereich des Kreatinins festzustellen. Insgesamt ließ jedoch das klinische Bild der Tiere aller Herden bei den Kontrollen sowie die Beobachtungen hinsichtlich der Herdenfruchtbarkeit auf einen insgesamt guten Gesundheitszustand der Tiere schließen. Funktionsstörungen von inneren Organen konnten trotz der nachgewiesenen Energiemangelsituationen nicht beobachtet werden.

5.7 Verhalten von Mutterkühen bei ganzjähriger Draußenhaltung

5.7.1 Zielstellung

In der einjährigen Untersuchung sollten durch Beobachtung des Verhaltens ganzjährig im Freien gehaltener Rinder v.a. ethologische und ökologische Befunde erarbeitet werden. Damit soll grundsätzlich beantwortet werden, ob das gewählte Nutzungsverfahren tierartgerecht, tierschutzkonform und biotopschonend ist oder nicht. Es sollten Ansätze für modellfähige Beurteilungskriterien zu klimatischen Einflüssen auf das Verhalten der Mutterkühe und für eine tierartgerecht strukturierte Weidefläche, für Liegeflächen und Fangeinrichtungen erarbeitet werden.

Folgende Gesichtspunkte wurden näher betrachtet:

- *Tierartgerechtheit des Nahrungsaufnahmeverhaltens*
Mit den Parametern der Nahrungsaufnahme (Tageszeit der Nahrungsaufnahme, lokomotorische Fressaktivität, Häufigkeit der Futtersuche) sollte untersucht werden, ob den Rindern ganzjährig genügend Futter auf der Weide angeboten wurde oder ob in Zeiten der Futterknappheit (Sommerdepression der Vegetation, Schneeauflage im Winter) tierartuntypische Verhaltensweisen sichtbar wurden.
- *Tierschutzgerechte Gestaltung der Weiden*
Mittels Messung von Oberflächentemperaturen am Tier, auf Liegeflächen und natürlichen Weidestrukturen (Bäumen) sowie mittels Ermittlung der typischen Zugrichtungen, Beweidungsareale und Liegeplätze sollte ermittelt werden, welchen Einfluss die strukturelle Gestaltung von Weiden auf das Thermoregulationsverhalten der Rinder hat und welche Strukturen eine tierschutzgerechte Weide für Rinder aufweisen muss (z.B. wärmende Liegeflächen im Winter, natürlichen Wind- und Sonnenschutz im Sommer durch Bäume, Sträucher oder Geländesenken).
Anhand von Videoauswertungen des Sozial- und Komfortverhaltens der Kühe und Kälber unter ganzjähriger Freilandhaltung sollte ermittelt werden, ob die Mutterkuhherden ihre natürlichen Verhaltensmuster tierartgemäß ausleben konnten.
- *Beeinflussung des Weidebiotops durch die Rinderhaltung*
Anhand der Weideflächennutzung durch die Rinder, der Ermittlung des Umfangs von Kotfladen- und Geilstellen sowie der Erstellung von Abzugsflächenkarten sollten Erkenntnisse über die Beeinflussung und nutzungsbedingte Belastung des Biotops Weide durch die Rinderhaltung gewonnen werden und in die Vorschläge zur optimalen Weidegestaltung einfließen.

5.7.2 Material und Methoden

In die ethologischen Untersuchungen wurden folgende Varianten des "Elbeökologieprojektes" einbezogen:

- Variante SW_0,9 GV (Standweide, 9 Mutterkühe mit Nachzucht, Tierbesatz 0,9 GV/ha) sowie
- Variante SW_1,2 GV (Standweide, 10 Mutterkühe mit Nachzucht, Tierbesatz 1,2 GV/ha).

Die Tierbeobachtungen erfolgten von Mai 2000 bis Juni 2001.

Folgende Messmethoden wurden zur Datenerfassung genutzt:

- Aktivitätsmessung der Rinder mittels Pedometer zur Ermittlung von tages- und jahreszeitlichen Aktivitätsunterschieden der Rinder,
- Videobeobachtung mit dem Profi-Link-Commander-System zur Dokumentation von Schritthäufigkeiten, Zugrichtungen, Fressverhalten und Sozialverhalten,
- Thermografie mittels Infrarot-Kamera „Thermovision 550“ (AGEMA, Danderyd/Schweden) und Auswertungsprogramm „IRwin 5.1“ zur Messung von Körperoberflächentemperaturen und Thermoregulationsverhalten der Rinder,
- GPS- Verfahren mittels der Programme GRASS und ACAD zur Erstellung von GIS-Geländekarten (topografische Karte, Höhenlinienkarte, Lager und Zugwege, Abzugsflächenkarte).

5.7.3 Ergebnisse

5.7.3.1 Nahrungsaufnahmeverhalten

Das arttypische Nahrungsaufnahmeverhalten eines weidenden Rindes wurde am Grasverhalten bewertet werden. Für den täglichen Ablauf des Grasverhaltens geht FRASER (1978) von vier Perioden erhöhter Nahrungsaufnahme aus: kurz vor Sonnenaufgang, Mitte des Vormittags, früher Nachmittag und Anbruch der Dunkelheit. Diese Perioden decken sich mit den eigenen Untersuchungen, wonach die Herden mit Beginn der Morgendämmerung zu grasen beginnen, nach einer Ruhepause am Vormittag wieder zum Grasern ziehen, nach einer weiteren Ruhepause am frühen Nachmittag ihre Grasensaktivität wieder erhöhen und dann bis weit nach Einbruch der Dunkelheit grasen.

Typisch ist dabei das ziehende Fressen im Herdenverbund, wobei bestimmte Weide-Areale bevorzugt aufgesucht werden, andere dagegen -eine großzügige Flächenausstattung vorausgesetzt- weitgehend gemieden werden. Mit dieser Aussage ist verbunden, dass die Fläche einer Weide sehr unterschiedlich frequentiert, d.h. abgefressen und durch Tritt sowie durch Kot- und Harnabsatz belastet wird.

Zur Berechnung der **Aktivität der Futtersuche** wurden die auswertbaren Szenen aller an einem Tage erfassten Tiere mit ihrer Bissen- und Beinzuganzahl zusammengefasst und in einem Mittelwert dargestellt. Damit wurden Zahlen gewonnen, die den Bezug des jahreszeitlich unterschiedlichen Abweidungsgrades auf das aktuelle Grasverhalten beschreiben. Als Parameter wurden die Verzehraktivität (Bissenhäufigkeit je min), die lokomotorische Aktivität (Beinzüge je min) und der Quotient aus Bissen je Beinzug¹ bzw. Beinzüge je Bissen genutzt (Tabelle 5.7-1).

Tabelle 5.7-1: Parameter des Grasverhaltens von Kühen im Jahresverlauf (Mittelwerte)

Datum	Bissen/ min (B/min)	Beinzüge/ min (BZ/min)	Bissen/ Beinzug (B/BZ)	Beinzug/ Bissen (BZ/B)
26. April 2001	49,1	16,9	2,9	0,34
25. Mai 2001	58,5	17,5	3,3	0,30
21. Juli 2000	79,9	17,3	5,1	0,20
27. Juli 2000	73,6	12,3	6,0	0,17
20. Okt. 2000	85,6	10,3	8,3	0,12
27. Okt. 2000	84,4	21,3	4,0	0,25
23. Nov. 2000	88,4	21,2	4,2	0,24

¹ Rinder grasen im Schritt. Sie setzen beim Grasern nicht immer 2 Extremitäten zeitlich zusammenhängend, um den Ort zu wechseln. Dieses wäre ein "Schritt", weil er mit entsprechendem Raumgewinn verbunden ist. Vielmehr kommt es nicht selten vor, dass sie am Grasensort Gleichgewichts- bzw. Beinbelastungskorrekturen vornehmen müssen, um den Halbkreis möglichst groß auszuweiten. Eine derartige Ortsveränderung mit nur einem Bein ist ein "Beinzug". Damit sparen die Rinder Schritte ein.

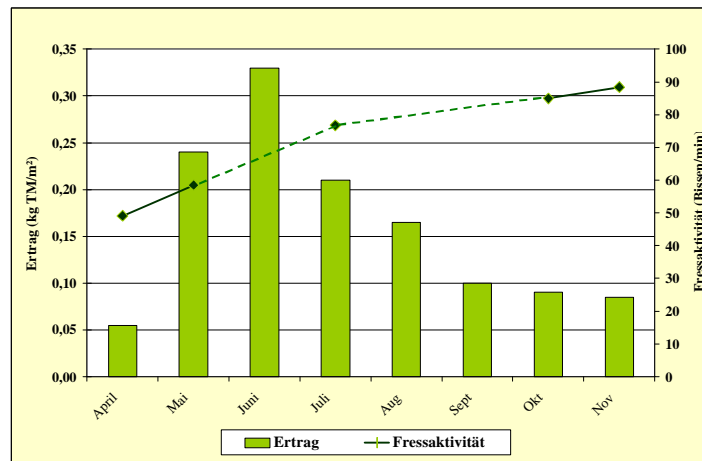


Abbildung 5.7-1: Fressaktivität der Mutterkühe in Abhängigkeit vom Futterertrag einer Standweide

In Abhängigkeit der Vegetationsperiode und des Abweidungsgrades erhöht sich im Jahresverlauf die Bissenrate (Bissen pro Minute).

Im **Frühjahr** wurde effektiv, weil relativ langsam und mit größeren Bissen gegrast. Trotz eines hohen Futterangebotes auf der Weide war eine hohe lokomotorische Aktivität zu registrieren. Die Rinder grast selektiv. Da mit zunehmendem Ertrag die Alterung des Futters fortschreitet, selektierten die Rinder bevorzugt jüngere Futterpartien und ließen Futter mit erhöhtem Rohfasergehalt stehen. Das selektive Grasens ist, wie es die berechneten Quotienten ausweisen, mit häufigeren Ortsveränderungen verbunden (ziehendes Grasens). Der B/BZ-Quotient weist aus, dass relativ wenige Bissen (etwa 3) auf einen Beinzug fallen. Durch die hohe lokomotorische Aktivität ist mit einem erhöhten Weiderest zu rechnen.

Die **Sommerdepression** im Weideaufwuchs zeichnet sich durch eine gesteigerte Ruffintensität aus. Die B/BZ nehmen zu und die BZ/B bleiben etwa gleich. Charakteristisch für das herbstliche Nachlassen der Vegetation ist eine um etwa 75 % gegenüber dem Ausgangswert im April (49,1 B/min) gesteigerte Bissenanzahl. Das heißt, die Ruffrequenz wird in diesem Zeitraum deutlich erhöht. Nur dadurch können die Kühe bei sehr kurzer Grasnarbe eine ernährungsbedingte Bedarfsdeckung erreichen.

Mit abnehmendem Weidefutterangebot im **Herbst** steigt die Verzehrsaktivität der Rinder, die Tiere müssen mehr Bissen realisieren, um die nötige Futtermenge aufzunehmen (Abbildung 5.7-1). Die Beinzüge je min steigen im Spätherbst (ab Ende Oktober) an, nachdem sie im Spätsommer gegenüber dem Frühjahr gesunken waren.

Das Grasens nimmt große tägliche Zeitanteile ein. Die tägliche Grasendauer liegt zwischen 4 und 11 Stunden. REINER (1974), SAMBRAUS (1978) und HANCOCK & McMEEKAN (1954) geben für die Standweide 9 Stunden an. Bei hohen Temperaturen nimmt die Tagesgrasenszeit ab. Eine Kompensation durch vermehrtes nächtliches Grasens wurde beobachtet. Oberhalb und unterhalb der optimalen Futterhöhe von 15-20 cm kommt es zu verlängerten Grasenszeiten. Unterhalb besteht die Gefahr, dass zu wenig Futter aufgenommen wird. Ist das Futter zu hoch und überständig, kommen längere Wiederkauzeiten hinzu.

Im Winter muss die ganzjährige Mutterkuhhaltung mit Schneefall, Tieftemperaturphasen, feuchtem Lager, Auftauphasen mit Schlamm-Bildung und anschließendem Gefrieren fertig werden. Die Tiere reagieren darauf, indem sie bei tiefen Temperaturen die Laufaktivität drosseln (Abbildung 5.7-2) und starke Neigung zum Stehen am Ort zeigen. Damit erklärt sich besonders das stundenlange „Stehend-Verharren“ auf dem anthropogen errichteten Strohlager im Winter. Die Futtersuche auf der Weide fällt bei Zufütterung weitgehend weg.

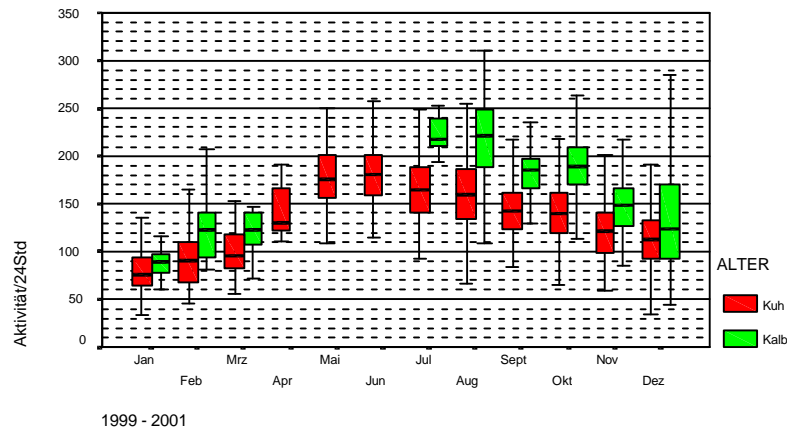


Abbildung 5.7-2: Bewegungsaktivität* ganzjährig im Freien gehaltener Mutterkühe in den Jahren 1999 bis 2001

*Zur Erfassung der Laufaktivität wurden den Rindern Pedometer am Fußgelenk angebracht, das Ablesen der erfassten Aktivität erfolgte mit jedem Tränkebesuch.

Dies bestätigt sich auch mit der Beobachtung des Trinkverhaltens der Mutterkühe (Abbildung 5.7-3). Dieses Verhalten ist ebenfalls von klimatischen und tageszeitlichen Gegebenheiten abhängig. Die Häufigkeit der Tränkebesuche konzentriert sich im Sommer auf drei Zeiten: am frühen Morgen, am Vormittag und am Abend. Infolge sich ändernder klimatischer Bedingungen findet im Jahresverlauf eine Verhaltensänderung hin zum einmaligen Tränkebesuch statt. Auch nimmt die Häufigkeit des Saufens in den Wintermonaten ab.

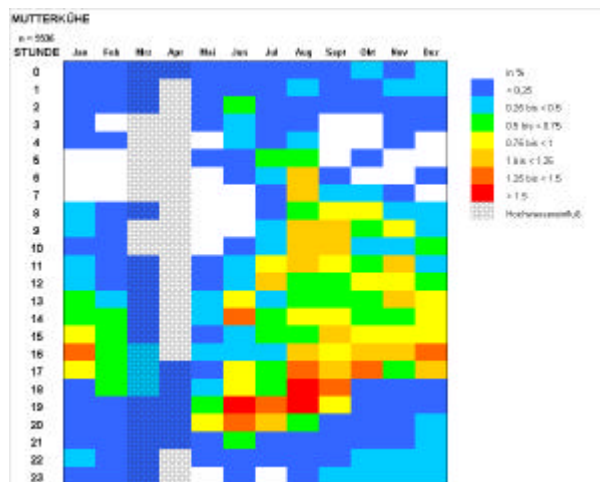


Abbildung 5.7-3: Häufigkeit und Verteilung der Tränkebesuche

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass ein stetiger Wechsel von Grasern und Ruhephasen im Tagesverlauf stattfindet. Beim Grasern ziehen die Rinder im Herdenverbund. Bestimmte Weideareale werden dann bevorzugt aufgesucht, andere gemieden. Es wird selektiv gefressen. Bei ausreichend verfügbarem Futterangebot grasen die Rinder effektiv und langsam. Bei kurzer Grasnarbe (zu Vegetationsende, in der Sommertrockenheit) wird die Rumpfindensintensität gesteigert. Außerhalb der optimalen Futterhöhe kommt es daher zu verlängerten Grasenzeiten. Bei winterlichen Temperaturen werden die Laufaktivität und die Häufigkeit der Tränkebesuche eingeschränkt. Bei Zufütterung verzichten die Tiere überwiegend auf die Futtersuche auf der Weide. Auch wenn es im Winter stellenweise zu Grasnarbens Schäden mit Schlamm bildung kommt, so dass das Areal nur schwer zu belaufen ist, stellen die Tiere ihre Laufbewegungen weitestgehend ein.

Fazit:

- ⇒ Alle registrierten Verhaltensmuster der Nahrungsaufnahme können als arttypisch bezeichnet werden, ein artuntypisches Verhalten war nicht zu erkennen.
- ⇒ Das Verhalten war mit äußeren Einflüssen (Fütterung, Witterung) korreliert. Die Steuerung des Verhaltens ist also über das Futterangebot (Flächenzuteilung, Zufütterung von Strukturfutter) möglich.

5.7.3.2 Flächige Auswirkung von Rinderekrementen

Im Folgenden sollen die Auswirkungen der Rinderekremente auf die Weide quantifiziert werden.

Rinder koten zwischen 11 und 15 mal pro Tag, die dabei abgesetzte Kotmenge beträgt ca. 30 kg. Die Hauptbestandteile des Kotes sind Wasser, unverdaute Pflanzenteile, tote und lebende Bakterien sowie deren Abbauprodukte.

Eine "Geilstellenfläche" entspricht etwa 13-15 cm um den Kotplatz herum. RICHARDS und WOLTON (1976) geben für eine Kotfläche 0,05 m² an. Nach 1-2 Monaten beträgt die um die Kotstelle herum gemiedene Fläche 0,244 m² und nach einem Jahr noch 0,078 m². Die Kotfladen werden innerhalb von 2-3 Monaten abgebaut.

Rechnet man mit diesen Daten, dann würde sich in einem Weidejahr folgende gemiedene Fläche ergeben: Bei 12-maligem Kotabsatz pro Tag ergeben sich 4380 Kotstelle je Kuh und Jahr. Nach vollständigem Abbau einer Kotstelle aller 3 Monate verbleiben noch 1460 Kotstellen x 0,05 m² je Fladen = 73 m².

Die zusätzliche Meidefläche beträgt $4380 \times 0,078 \text{ m}^2 = 342 \text{ m}^2$. Daraus resultiert eine Abzugsfläche je Kuh und Jahr von 415 m².

Auf die beiden untersuchten Varianten bezogen ergeben sich für Variante SW_0,9 GV/ha mit 9 Mutterkühen 3.317 m² Kotablage- und Geilstellen, dies entspricht 2,2 % der Weidefläche. Für Variante SW_1,2 GV/ha mit 10 Mutterkühen ergeben sich 3.732 m² Kotablage- und Geilstellen, was 3,7 % der Weidefläche entspricht.

Die Harnmenge je Tier und Tag liegt bei 18-22 kg (RICHTER et al. 1992, SAUERLANDT und TIETJEN 1970). Die mittlere Fläche der Einzel-Harnabgabestelle beträgt 0,49 m² (RICHARDS et al. 1976), so dass sich bei durchschnittlich 9 Miktionen eine devastierte Fläche von 4,41 m² pro Kuh und Tag ergibt. Nähere Angaben darüber, wie lange Harnabgabestellen von den Rindern gemieden werden, liegen nicht vor.

Fazit:

- ⇒ Mit der Intensität der Haltungform (zunehmende Besatzdichte) nimmt der Anteil der durch Exkremente devastierten Fläche zu (siehe auch Tabelle 5.7-2).

5.7.3.3 Abzugsflächen

In der landwirtschaftlichen Praxis wird die für eine Rinderherde nötige Weidefläche anhand der Tierzahl, der Weidegröße und des darauf erzeugten Weideertrages berechnet. Dabei wird außer Acht gelassen, dass nicht die gesamte Weidefläche zur Futtererzeugung zur Verfügung steht. Durch meist unvermeidbare natürliche, menschliche und tierische Einflüsse wird die Gesamtfläche verringert. Die Summe aller devastierten Flächen und zum Futterverzehr nicht angenommenen Teilbereiche ergibt den Parameter "Abzugsfläche".

Mittels GPS wurden alle Weideanteile devastierter Flächen bzw. zum Futterverzehr nicht angenommener Teilbereiche ermittelt (Tabelle 5.7-2).

Der Mensch entzieht der Weide Futterfläche durch Futterlagerplätze, aufgestelltes Weideinventar (Tränken, Kraftfutterautomaten) und Fahrspuren. Die Fläche unter Bäumen und Gebüsch ist häufig nur spärlich bewachsen.

Durch ihr Verhalten provozieren die Rinder Weideareale, welche nicht mehr zur Beweidung genutzt werden. Dazu gehören Kotablage- und Geilstellen ebenso wie Lagerplätze und Liegeflächen. In geringem Umfang geht Weidefläche durch Scharrgruben verloren, welche die Rinder auf der Weide selbst anlegen (siehe Komfortverhalten unter Punkt Sozialverhalten).

Fazit:

- ⇒ Unter den gegenwärtigen Gegebenheiten eines geringen Tierbesatzes und reichlich vorhandenen Grünlandes spielt die Höhe der Abzugsflächen eine eher untergeordnete Rolle. Trotzdem sind die ermittelten Anteile von 14 bis 20 % Abzugsfläche an der Gesamtweidefläche nicht zu vernachlässigen, da dadurch die Besatzstärke auf der Weide erhöht wird.
- ⇒ Es muss mehr Augenmerk auf Weidemanagement und regelmäßige Weidepflege (Abschleppen der Weide im Frühjahr zur Verteilung der Kotfladen, Nachmahd von überständiger Vegetation und Unkrautbeständen vor der Samenbildung) gelegt werden, um die Abzugsflächen auf ein unvermeidbares Maß zu begrenzen.
- ⇒ Strohlager, Zufutterplätze und Zäune sollten möglichst jährlich beibehalten werden, um die Belastungsflächen auf der Weide nicht zu vergrößern.
- ⇒ Weideareale mit Über- bzw. Unterbeweidung und punktuelle Belastungsflächen bieten durchaus auch ökologische Vorteile, da sich dort innerhalb des Weidebiotops neue Mikro-Biotope ausbilden können.

Tabelle 5.7-2: Umfang der Abzugsflächen der beiden Mutterkuhvarianten im Jahre 2000

<i>Besatzstärke</i>	Standweide Herde 1		Standweide Herde 2	
	0,9 GV/ha		1,2 GV/ha	
	(m²)	(%)	(m²)	(%)
Gesamtweidefläche	149.600	100,0%	99.630	100,0%
Abzugsflächen gesamt	21.646	14,5%	20.004	20,1%
<i>Vegetationsformen (Mäusegerste, Bäume)</i>	7.045	4,7%	7.417	7,4%
<i>Lagerplätze + Liegeflächen</i>	1.560	1,0%	6.801	6,8%
<i>Scharrgruben</i>	66	0,0%	131	0,1%
<i>Weideinventar (Futtestände, Tränke, Fahrweg)</i>	2.134	1,4%	1.923	1,9%
<i>Flächen zur Futterkonserierung</i>	7.524	5,0%		
<i>Kotablage und Geilstellen Mutterkühe</i>	3.317	2,2%	3.732	3,7%
<i>Besatzstärke nach Flächenabzug</i>	1,05 GV/ha		1,50 GV/ha	

5.7.3.4 Flächennutzung durch die Rinder

Nicht die gesamte Weidefläche wird gleichmäßig begrast, es kommt zu Bereichen mit **Unter- oder Überbeweidung**.

Kühe meiden selbst bei relativer Futterknappheit Geilstellen, Brennesseln und Disteln, so dass es zumindest tendenziell zu einer "selektiven Unterbeweidung" (VOIGTLÄNDER und JACOB 1987) kommt. Von der selektiven Unterbeweidung als festem Bestandteil des ethologisch essentiellen selektiven Grasens der Rinder profitieren zuerst die gemiedenen Pflanzenarten und überständige Nutzgräser wie das raschwüchsige Knaulgras (siehe auch Kapitel Vegetation). Das tritt in Sonderheit auf Standweiden ein. Die Rinder nehmen bei ausreichendem Weideraum eine Pflanzenselektion nach Schmackhaftigkeit und Beliebtheit vor, und dies auch nur auf bestimmten Weideteilen und -flecken, wo ihnen der Aufwuchs am meisten zusagt. Zuerst wird junges, weiches und blattreiches Futter fressen. Geilstellen wachsen weiter und werden überständig. Bei zu geringer weiterer Selektionsmöglichkeit werden sie am Ende doch von den Rindern verzehrt.

Überbeweidung ist Ausdruck einer zu langen Beweidungsdauer der gleichen Fläche, was über Jahre zu stark zunehmender Geilstellenbildung führt. Dadurch wird die Fressfläche ebenfalls eingeschränkt. Von der Überbeweidung profitieren jedoch bestimmte Pflanzenarten, wie z. B. Weißklee.

Mittels Videoauswertung der Zugrichtung der Rinderherden über ein Jahr sowie durch Zählung der Kotfladen und Geilstellen konnten Unterbeweidung bzw. Überbeweidung verschiedener Weideareale nachgewiesen werden. Die häufiger genutzten Flächen bilden sich zwangsläufig ab, wenn man die Wege der Tiere verfolgt. Die Ursachen für die Bevorzugung bzw. Meidung bestimmter Flächen liegen immer im qualitativen wie im quantitativen und ortsgebundenen Verhalten.

Der Nachweis der **Selbstregulation des Verhaltens der Rinder** kann nur erfolgen, wenn eine sehr genaue Umweltbeschreibung vorliegt. Daraus erwächst die Möglichkeit, einzelne Umweltbestandteile modellhaft zu bewerten und Hinweise zur Weidegestaltung zu geben.

Über Annehmbarkeit und Verhaltensanpassung an bestehende räumliche Gegebenheiten, klimatische Einflussfaktoren und Ressourcen entscheiden die Rinder selbst, indem sie die räumliche Situationen funktionell bewerten.

Anhand von per GPS erstellten Geländekarten der untersuchten Weide und der Videoaufzeichnungen des Rinderverhaltens wurden detaillierte Karten über Zugwege und Lagerflächen der Herden, Abzugsflächen sowie Scharrgruben erstellt. Abbildung 5.7-4 zeigt die Lager und Zugwege der beiden Rinderherden in den Jahren 2000 sowie 2001. Beide Karten sind mit Legende im Anhang, Teilbericht "Entwicklung einer tierschutzgerecht, tierartgemäß und biotopschonend gestalteten ganzjährigen Mutterkuhhaltung" enthalten.

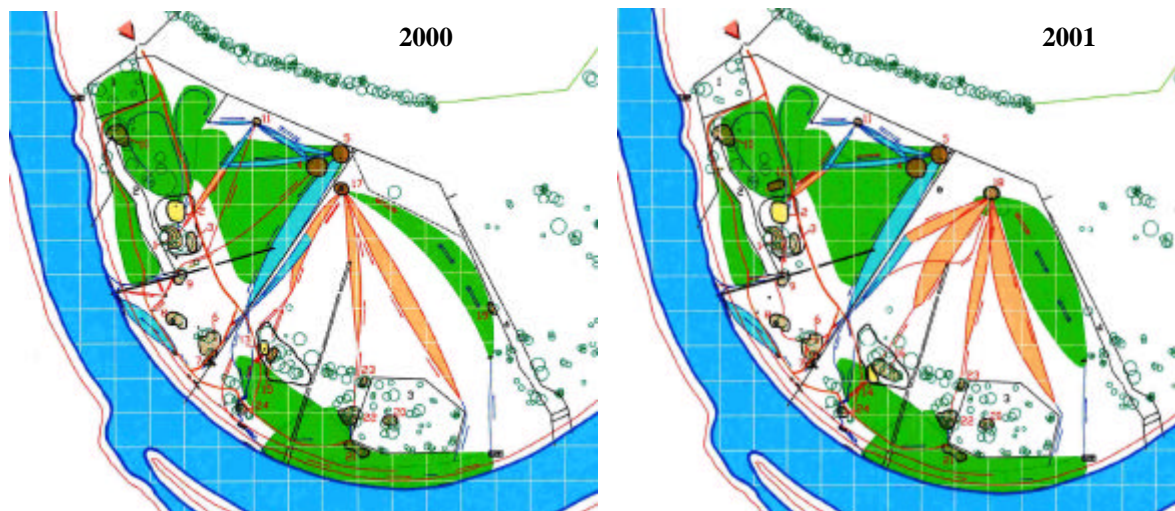


Abbildung 5.7-4: Lager und Zugwege 2000 und 2001 der beiden Rinderherden auf der Weide Tauschwitz

Die Zugrichtungen ähnelten sich sowohl jährlich als auch im prinzipiellen Tagesablauf und wiesen eine ausgeprägte Regelmäßigkeit auf. Die Rinder orientierten sich stark an natürlichen Landmarken wie Baumreihen, Solitärbäumen, Flussufer, Geländesenken oder Zäunen. Auf Veränderungen in den räumlichen Gegebenheiten der Weide reagierten sie mit verändertem Zugverhalten. So wurde ein im Jahr 2000 nicht zugänglicher Solitärbaum im Jahr 2001 nicht mehr ausgegrenzt und sofort von der Herde als Lagerplatz angenommen.

Baumgruppen und Solitärbäume waren für die Rinder von funktioneller Wichtigkeit für ihr Verhalten. Sie wurden als Schattenspender und Beleuchtungsstärkeminderer im Sommer, als Lagerplatz sowie als Wind- und Regenschutz bei widrigem Wetter genutzt, hatten also eine herausragende Bedeutung für das Thermoregulationsverhalten. Ebenso dienten sie als Scheuerbäume zur Körperpflege, also dem Komfortverhalten. Die jungen Kälber legten sich bevorzugt in der Deckung umgestürzter Bäume ab.

Das Nachtlager befand sich stets unter Bäumen oder in unmittelbarer Nachbarschaft zu diesen. Bei sommerlichen Temperaturen lagerten die Mutterkühe im Schatten der Bäume, während sich die jüngeren Kälber sonnten. Im Winterhalbjahr verweilte die Herde SW_1,2 GV (mit Zufütterung) fast den gesamten Tag auf der mit Stroh eingestreute Liegefläche, welche auch der Zufütterungsort war. Beim Gang zur Tränke wurde die kürzeste Verbindung gewählt. Dies weist darauf hin, dass die Rinder in der kalten Jahreszeit durch eingeschränkte Bewegung Energie sparen.

Die Rinder beider Herden nutzten Höhenunterschiede und Geländesenken auf der Weide als windgeschützte Lager. Oder sie präferierten im Sommer windige, höhergelegene Areale mit der abkühlenden Wirkung des Windes.

Beim Grasens weideten die Rinder in breiter Front, während sie auf dem Weg zur Tränke auf einem Pfad nacheinander zogen. Einmal angelegte Pfade wurden dauerhaft genutzt, solange es nicht zu Änderungen im Weideinventar kam.

Standorte von Mäusegerste dienten den Rindern weniger als Futter, sondern als gern genutzte Lagerorte, da sie eine weiche und wärmende Unterlage darstellen.

Fazit:

Mit ihrem Verhalten reagierten die Rinder auf Umweltbestandteile und Witterung.

Zur Ausübung ihres natürlichen Grasens- sowie Sozialverhaltens benötigen die Rinder eine strukturierte Weide mit optimalerweise:

- ⇒ Landmarken zur Orientierung,
- ⇒ Geländeerhebungen und -vertiefungen sowie Bäume, Baumgruppen und Gebüsch als Wärme-, Kälte- und Windschutz,
- ⇒ trockenen Liegeplätzen im Winter als Wärmeschutz,
- ⇒ natürliche Deckung (überständige Vegetation, Gebüsch, umgestürzte Bäume) für die Kälber.

5.7.3.5 Beurteilung des Thermoregulationsverhaltens der Rinder

Folgende Fragestellungen waren mit der Untersuchung verknüpft:

- Welchen Einfluss haben Temperaturwerte bestimmter Körperregionen auf die Verhaltensweisen der im Freiland lebenden Rinder?
- Welche Weidestrukturen werden von den Rindern zur Thermoregulation angenommen?
- Welchen Beitrag kann die Infrarot-Thermovision leisten, um eine der gegenwärtig wichtigsten Fragen in der Mutterkuhhaltung nach der Tierschutzgerechtigkeit der ganzjährigen Freilandhaltung zu beantworten?

Rinder haben als endotherme Tierart die Fähigkeit zur Regulierung ihrer Körpertemperatur. Die gesamte Thermoregulation ist darauf eingerichtet, die Körperkerntemperatur konstant zu halten. Deshalb hängt die Temperatur verschiedener Körperstellen von der Umgebungstemperatur ab (PFLUMM 1989). Gegen Unterkühlung wie gegen Überhitzung ist die *wechselnde Durchblutung* der Körperschale (mittlere Körpertemperatur: Kälber - 39,5 °C; Jungrinder - 39,0 °C; Rinder über 1 Jahr - 38,5 °C nach RICHTER et al. 1992) eine sehr wichtige Maßnahme. Sie wird von allen endothermen Tieren eingesetzt und ist gleichzeitig die schwächste Maßnahme des Körpers zur physiologischen Thermoregulation. Andere Mechanismen, v.a. die ethologischen, werden nur angewandt, wenn die Durchblutungsänderung nicht ausreicht. Diese Mechanismen fordern keinen besonderen Energieaufwand. Sie bestimmen damit bei optimaler Umgebungstemperatur zwischen der unteren und oberen kritischen Temperatur die thermoneutrale Zone des Rindes (0 bis 20 °C nach RICHTER et al. 1992). Innerhalb dieser ist die thermostatische Wärmeproduktion konstant.

Die Wärmeproduktion steigt aber, wenn die Umgebungstemperatur unterhalb des unteren kritischen Temperaturpunktes weiter fällt, bis der maximal mögliche Punkt der Wärmeproduktion bei tiefer Temperatur erreicht ist. Bei noch niedrigeren Temperaturen unterhalb dieses Punktes fallen Wärmeproduktion und Körpertemperatur. Oberhalb der oberen kritischen Temperatur der thermoneutralen Zone steigen Wärmeproduktion und Körpertemperatur. Die damit verbundenen Vorteile sind eine konstante Leistungsfähigkeit und wesentlich höhere Spitzenleistungen als sie ektothermen Tierarten möglich sind. Es ist aber ein hoher Energieaufwand nötig, um die nötige Energie zu erzeugen.

Neben den Klimawiderständen dienen *Wärmeabgabewiderstände des Tieres*, wie z.B. subkutanes Fett, dicke Hautschichten und dichtes Fell, einer verminderten Wärmeabgabe und dem Erhalt der Körpertemperatur. Bei Kurz- und Dünnyaarigkeit, einer dünnern Haut sowie einem leichteren Fell konnten in Untersuchungen von JENTSCH et al. (1994) Einflüsse auf die Wärmeabgabe festgestellt werden.

Das **thermoregulative Verhalten** der Rinder dient z.T. der Herabsetzung der Wärmebildung, im Wesentlichen jedoch zu deren Erhöhung (BIANCA 1977). Durch die Herabsetzung der Nahrungsaufnahme bei großer Hitze wird die Tagesaktivität wesentlich gedrosselt und die Nachtaktivität erhöht (ARNOLD & DUDZINSKI 1978). Die Tränkfrequenz wird gesteigert (WINCHESTER & MORRIS 1956; WINTER et al. 1980). Die Hitzebelastung kann bei Hitze um 30 % gesenkt werden, wenn die Tiere möglichst kühle Bereiche der Weide aufsuchen können, wie z.B. den Schatten von Bäumen oder windexponierte Stellen (BUFFINGTON et al. 1983). Der die Wärmeabgabe unterstützende Temperaturunterschied zwischen Rind und Umgebung ist häufig nur im Schatten vorhanden (etwa 10 °C niedriger als auf schattenlosen Flächen).

Die Wärmebilder wurden im Winter bei -4,6 bis -3,2 °C sowie im Sommer bei 16,0 bis 16,5 °C Lufttemperatur und bei 2,1 m/min bzw. 0,9 m/min Windgeschwindigkeit aufgenommen. Abbildung 5.7-5 und Abbildung 5.7-6 zeigen ein und dieselbe Hybrid-Mutterkuh im Winter bzw. im Sommer. Mittels der Wärmebilder können die Oberflächentemperaturen der einzelnen Körperregionen deutlich erkannt werden.

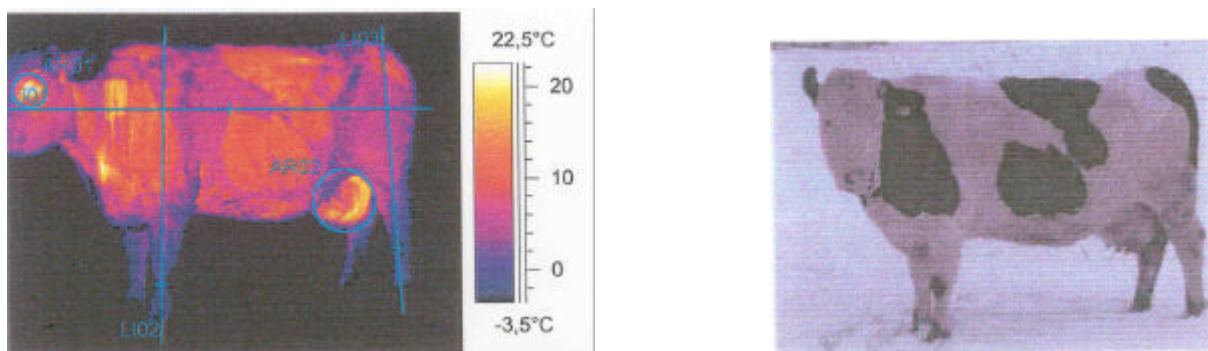


Abbildung 5.7-5: Wärmebild bzw. Fotografie der entsprechenden Mutterkuh im Winter bei -4,4°C

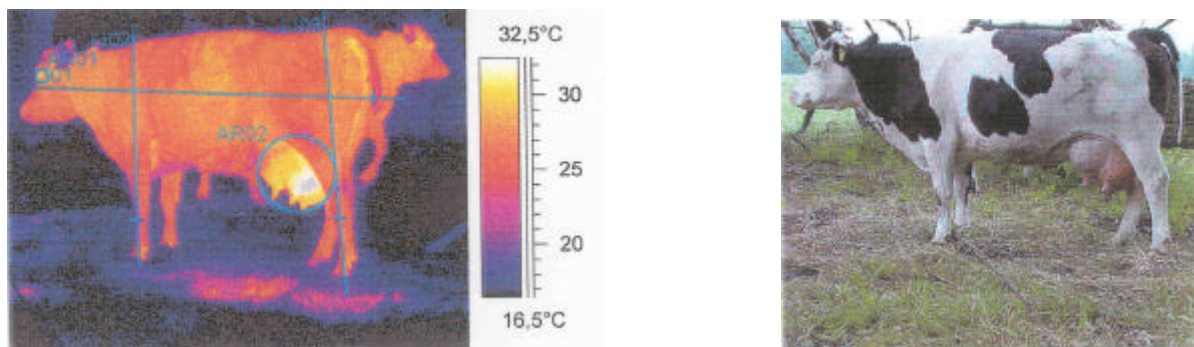


Abbildung 5.7-6: Wärmebild bzw. Fotografie der entsprechenden Mutterkuh im Sommer bei +16,5°C

Der *Kopf mit seinen Sinnesorganen* ist besonders intensiv von Blut durchströmt. Das *Auge* erreicht die höchsten Temperaturen am Tier überhaupt. Die *Lider* mit ihrer Schutzfunktion sind mit 27,4 °C gleichfalls stark durchblutet. Die Temperatur des *Flotzmauls* fällt auch bei Kältegraden nur selten unter 20 °C. Es wird vom Rind als Windrichtungsanzeiger genutzt.

Das äußere *Ohr* kann im Winter durchaus Werte bis um den Gefrierpunkt herum annehmen, während der Gehörgang bis über 20 °C erwärmt wird. Die Behaarung des Gehörgangs bewirkt, dass hier nur eine geringe Luftbewegung vorherrscht und die Temperatur demzufolge stets einen Mindestwert hält.

Die *Halsfalten* spielen eine besondere Rolle im Rahmen der Temperaturregulation (Blutdurchströmung und Schwitzen). Die Temperaturdifferenzen zwischen Faltenbergen und Faltentälern sind im Winter sehr hoch, sie erreichen 10-20 K.

Das *Euter* gehört zu den am besten durchbluteten Organen und ist damit ein Ort mit sehr hoher Wärmeabgabe, so dass selbst ohne Laktation im Winter hohe Temperaturen messbar sind.

Die Oberflächentemperatur der *Extremitäten* weist im Winter prinzipiell vom Oberarm- bzw. vom Hüftgelenk bis zu den Klauen immer einen bedeutenden Temperaturabfall auf. Damit wird Wärme für die Aufrechterhaltung der Körperkern-Temperatur gespart. Die Klauen nehmen im Winter z.T. Minusgrade an.

Nur in extremen Wintern ist unter lang anhaltendem Windeinfluss mit Windgeschwindigkeiten > 4 m/s mit Erfrierungen zu rechnen.

Die Messwerte zu Lager-, Winterlager- (eingestreut) und Liegeflächen- sowie Baumtemperaturen zeigen die Umweltanteile des Wärmeangebots und schaffen eine geeignete Möglichkeit, die Präferenzen der Mutterkühe gegenüber bestimmten Strukturen und Orten vom Tier her beurteilen zu können.

Weideliegeflächen werden im Sommer durch das liegende Tier selbst "aufgeheizt". Sie haben jedoch zunächst gegenüber dem abliegenden Tier einen Abkühlungseffekt. Sucht ein Rind im Sommer eine wärmende Stelle, so werden gern eine Gewebematte, Sand, eine der Mäusegerstenflächen oder das gewohnte Lager genutzt.

Im Winter wurden die eingerichteten Strohlagerstätten von den Tieren angenommen. Die Oberfläche des *Strohlagers* ist wärmer als die Lufttemperatur. Beim Niederlegen erwärmt das Tier das Lager zusätzlich. Ist das Lager trocken, so kommt es in den Genuss der erhöhten Temperatur der isolierenden Strohschicht. Wenige Sekunden nach dem Aufstehen waren Maximaltemperaturen auf dem Stroh bis über 20 °C bei Außentemperaturen von -4 °C messbar (Abbildung 5.7-7).

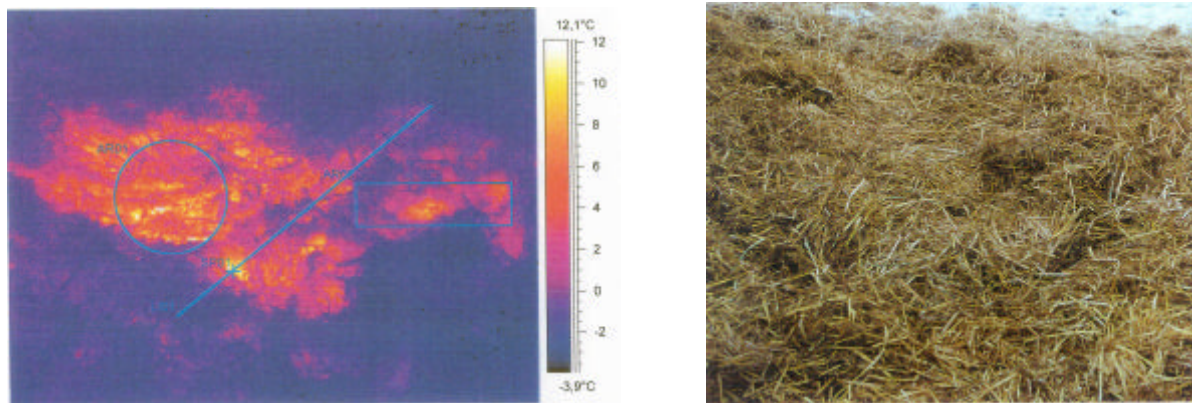


Abbildung 5.7-7: Thermobild bzw. Fotografie eines Strohlagers im Winter nach dem Aufstehen einer Kuh

Auch die überständigen *Mäusegerstefelder* werden zum Lagern häufig genutzt. Sie weisen einen hohen Trockensubstanzgehalt auf und wirken deshalb im Vergleich zum Gras stärker isolierend. Lagerstätten auf Mäusegerstenbeständen bieten ähnlich dem Strohlager günstige Temperaturen zum Abliegen und ein verformbares Lager. So erfüllen auch pflanzensoziologisch eher unerwünschte Vegetationsformen eine wichtige Rolle im Nutzungsgefüge.

Lagerstätten unter Großbäumen (Abbildung 5.7-8) haben bei Temperaturen um -4 °C nicht nur wegen des Windschutzes besondere Bedeutung für die Tiere. Bisher war nicht bekannt, dass der Baumstamm und dicke Äste höhere Temperaturen aufweisen als die Umgebungstemperatur, hier waren Plusgrade messbar. Die Tiere nutzen diese Wärmeabgabe der Bäume. Da hier die Tiere auch über lange Zeiten stehen, ist die Fläche relativ rasch von Schnee befreit. Deshalb sind Bäume, und ganz besonders eng stehende Baumgruppen, besonders im Winter bei hohen Windgeschwindigkeiten ideale Orte zum Stehen, weniger zum Liegen.

Im Sommer wiesen die Flächen unter schattengebenden Bäumen etwas niedrigere als die Umgebungstemperaturen auf und wurden deshalb an sehr heißen Sommertagen gern als kühlender Aufenthalts- und Lagerorte angenommen.

Wie sich die Mutterkühe verhalten hätten, wenn sie auf einer an natürlichen Strukturen armen Weide gehalten worden wären, kann nicht beantwortet werden. Es ist jedoch anzunehmen, dass es bei fehlenden Möglichkeiten

zum thermoregulatorischen Verhalten sowohl im Winter als auch im Sommer zu Belastungen und Stresssituationen beim Tier kommt.

Unter diesem Blickwinkel der Tiergerechtigkeit sollten die häufig anzutreffenden "leergeräumten" Weiden betrachtet werden. Bei nicht vorhandenem natürlichen Witterungsschutz sollten durch den Menschen geeignete Strukturen (Windschutzwände aus Strohballen, offene Hütten mit Sonnenschutzdach, Strohmatten, Schutzhütten, Baumanpflanzungen, Einbeziehung von Baumgruppen in die Weidefläche) geschaffen werden.

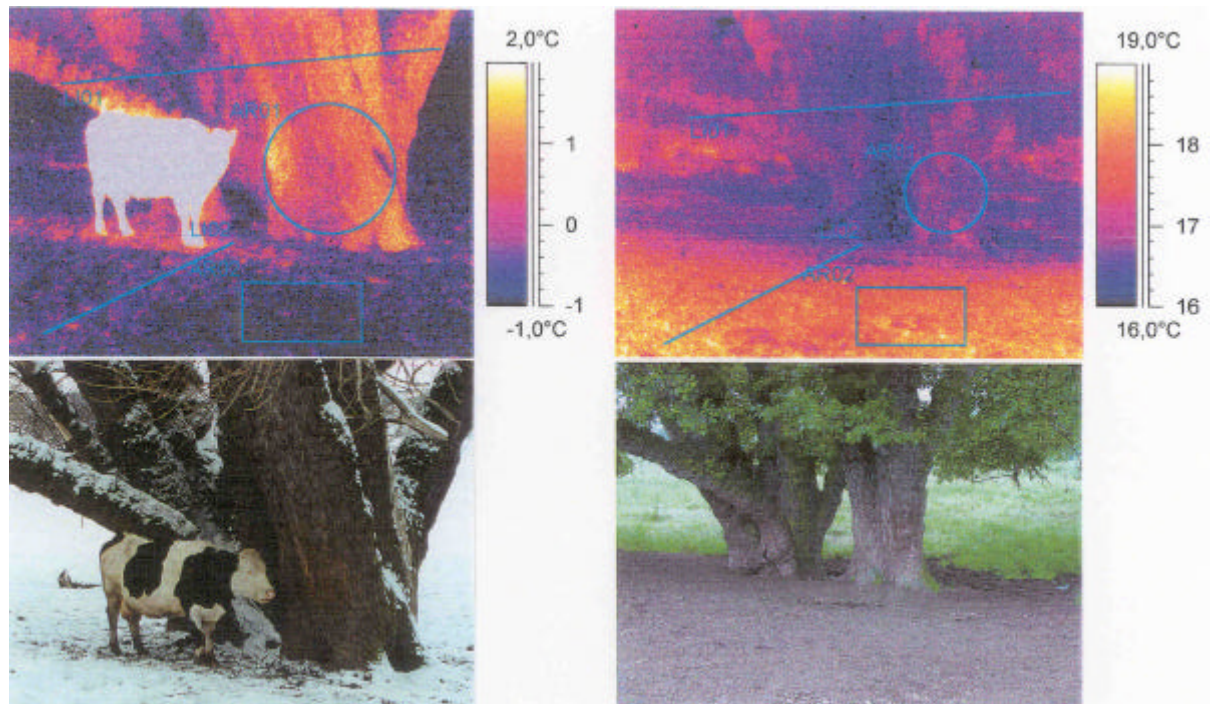


Abbildung 5.7-8: Thermobilder bzw. Fotografien eines Großbaumes, links im Winter bei Umgebungstemperaturen von $-4,4^{\circ}\text{C}$, rechts im Sommer bei $16,5^{\circ}\text{C}$

Untersucht wurden Hybriden (Kreuzung zweier Rassen). Die Wärmeproduktion von Gallowaybullen (Robustrasse) und SMR-Bullen (JENTSCH et al. 1994) bei unterschiedlichen Umwelttemperaturen unterscheiden sich recht deutlich. Bei 18°C ist die Wärmeproduktion der SMR-Tiere um 10 % höher als bei der Robustrasse. Bei 12°C und bei 6°C bleibt die Wärmeproduktion bei den Galloways weiterhin konstant, bei den SMR dagegen steigt sie auf 27 % an. Die SMR-Tiere verfügten über einen höheren Erhaltungsbedarf bzw. sie waren bei 18°C aktiver als die Galloways (Stehen: 49 % zu 24 %). Bei 6 und 12°C war die Atemfrequenz bei den Galloways höher als beim SMR. Galloways haben ein signifikant höheres Fellgewicht, längeres Haar und dickere Haut, damit schützen sie sich vor äußeren Kälteeinflüssen.

Auf Grund der genetischen Konstruktion bei den untersuchten Hybridkühen (Milchrasse x Fleischrasse) ist zwar von begünstigenden Effekten zum Parameter „Kältetoleranz“ auszugehen, sie erreichen aber wohl kaum die Werte ausgesprochener Extensivrassen. Hieraus kann der Schluss gezogen werden, dass die Hybriden zumindest bei hohen Kälte- bzw. Wärmegraden besser den Umgebungstemperaturschwankungen widerstehen sollten als Intensivrassen. Ob die Hybriden bereits in ihrer "Kälteresistenz" Mittelintensivrassen entsprechen, muss vorläufig noch offen bleiben, selbst wenn einiges dafür spricht.

Selbst ausgesprochene Robustrassen (GOLZE et al. 1997), wie Highland, Galloway, Luing, Welsh Black, Salers sollten eines Wetterschutzes nicht entbehren müssen, da sie diesen bei entsprechender Wahlmöglichkeit rassetypisch nutzen würden. Je mehr eine Rasse Abstand von den eigentlichen Robustrassen hat (klimatische Anpassungsfähigkeit), desto mehr sind Schutzhütten und ähnliche Schutzmöglichkeiten zu empfehlen.

Fazit:

- ⇒ Auf einer natürlich ausreichend strukturierten und vom Management her gut betreuten Weide übernimmt das Verhalten der Mutterkühe und Kälber einen wesentlichen Beitrag zum thermoregulatorischen Schutz der Körpertemperatur.
- ⇒ Zur Thermoregulation nutzen die Tiere vorhandene Weidestrukturen (Großbäume, Strohmatte und Geländesenken). Großbäume werden als Aufenthaltsort aufgesucht; da sie im Winter Windschutz und höhere Temperaturen als die Umgebungstemperatur bieten und im Sommer Schatten und kühlere Temperaturen spenden. Strohmatte und Mäusegerstefelder dienen aufgrund ihrer isolierenden Wirkung als Lagerstätte.
- ⇒ Eine gut strukturierte Weide trägt dazu bei, klimatisch bedingte arttypische Verhaltensstrategien zur Temperaturregulation der Rinder zu ermöglichen.
- ⇒ Unter dem Blickwinkel der Tiergerechtheit sollten die häufig anzutreffenden "leergeräumten" Weiden kritisch hinterfragt werden. Bei nicht vorhandenem natürlichen Witterungsschutz müssen durch den Menschen geeignete Strukturen (Windschutzwände aus Strohballen, offene Hütten mit Sonnenschutzdach, Strohmatte, Schutzhütten, Baumanpflanzungen, Einbeziehung von Baumgruppen in die Weidefläche) geschaffen werden.

5.7.3.6 Sozialverhalten

Allgemein ist das Sozialverhalten (IMMELMANN 1982) ein Sammelbegriff für alle auf den Artgenossen gerichteten Verhaltensweisen (Sexualverhalten, Nachkommenpflege, Gruppenbildung und aggressives Verhalten). Für das Gruppenverhalten wird auch der Begriff "höheres Sozialverhalten" benutzt.

GATTERMANN (1993) zählt zum Sozialverhalten: agonistisches Verhalten, Stimmungsübertragung, soziale Körperpflege, Bindungsverhalten, Dominanz- und Subdominanzverhalten, Autogrooming, Imponieren, Sexualverhalten und das Spielverhalten.

In Mutterkuhherden wird das Geschlechterverhältnis (i.d.R. nur 1 Bulle je Herde), die Alterszusammensetzung und die Herdengröße sowie das Platzangebot per menschlichen Eingriff geregelt. Dies hat neben der Bedeutung der natürlichen wie anthropogenen Raumstrukturen auf der Weide bedeutende, zumeist immer wiederkehrende Einflüsse auf Verhalten und Leistung.

Das Sozialverhalten ist Ausdruck der Tiergerechtheit.

Von herausragender Bedeutung ist die *Gruppenbildung* gerade für die Mutterkuhhaltung. Über den Rahmen des Paares kommt es vorübergehend oder dauerhaft zum Zusammenschluss einer größeren Anzahl von Individuen in unterschiedlicher alters- und geschlechtermäßiger Zusammensetzung. Beim Rind findet auf der Grundlage der sozialen Attraktion ein Zueinanderstreben statt, d.h., die Gruppenmitglieder streben nicht unabhängig voneinander oder zufällig zu einem bestimmten Ort, sondern aufeinander zu.

REINHARDT (1980) stellt bei Kälbern des Zeburindes fest, dass 70 % des sozialen Verhaltens das *Spielverhalten* (Bewegungsspiele, wie Springen, Hakenschlagen, Lauf-, Aufreit- und Kampfspiele, wie spielerisches Hornen und Kopfstoßen) betrifft und etwa 20 % des Tages einnimmt. Die Spielformen sind sämtlich auf der Köllitscher Weide beobachtet worden. Die Hauptspielzeit fiel v.a. in die abendliche Saugphase.

Das *Komfortverhalten* zeigt sich am häufigsten durch das soziale Lecken. Es dient sowohl der Säuberung von Stellen am Körper des Partners, welche dieser selbst nicht erreichen kann, andererseits der engeren sozialen Bindung bzw. deren Bestätigung. Soziales Lecken wird zu allen Tageszeiten beobachtet. "Befreundete" bzw. miteinander verwandte Kühe belecken sich häufiger als andere. In den eigenen Untersuchungen gab es mehrere Beispiele für solche "Freundschaften" zwischen Kühen.

Zum Komfortverhalten gehören auch die individuelle Körperpflege durch Scheuern an Bäumen sowie die Nutzung von Scharrgruben. Bestimmte Bäume, Todholz und herunterhängende Äste von Großbäumen werden regelmäßig zum Scheuern aufgesucht. Über die genaue Bedeutung von Scharrgruben ist nach VOIGTLÄNDER & JAKOB (1987) nichts weiteres bekannt. Die Rinder suchen trockene und locker-sandige Bodenflächen zur Anlage der Gruben aus. Es wird davon ausgegangen, dass die Bullen die Grube bodenhornend imponierend zur aggressiven Statusanzeige sowie zur „Bestäubung“ im Funktionskreis Komfortverhalten nutzen. Bei Kühen ist ebenfalls das „Bestäuben“ bzw. das Sand-Hochwerfen zu beobachten. Die Kälber, v.a. die männlichen, nutzen

die Grube ebenfalls. Auch Erdlecken bzw. sogar Erdfressen wird im Winter beobachtet. Das wirft die Frage nach einer selbstregulierten Mineralstoffversorgung der Rinder auf.

Auch wenn die Gruppe noch so klein ist, überformt die hierarchisch gegliederte *Sozialstruktur* der Rinder zahlreiche Handlungen des Einzeltieres. D.h., ein ranghohes Tier hat innerhalb der Gruppe einen anderen Sozialstatus, auch wenn dieser sich nicht immer ausdrückt. Rinder können einander kämpferisch gegenüberstehen, voreinander ausweichen, Distanz wahren, Bindungen aufbauen bzw. nutzen oder kollektiv gegen Artfremde vorgehen usw.

Die *Rangordnung* der Rinder ist bei Freilandhaltung nach WIERENGA (1990) stärker linear ausgebildet als bei Stalltieren. In vielen Situationen wird das Verhalten durch die Rangordnung oder auch von Individuen, denen eine bestimmte Rolle (Leitkuh-Spitzenkuh-Problem) im "Sozialverband Herde" zufällt, bestimmt. Ranghöchste Kühe waren in beiden Herden jeweils zwei ältere, erfahrene Kühe.

Das Verhalten der beiden *Bullen* zeichnete sich, wie es allgemein in der Literatur bestätigt wird, außerhalb der Deckzeiten durch ein vorwiegend distantes Verhalten gegenüber den Kühen aus. Die mehrere Monate alten Kälber, zunehmend vor allem die männlichen, schließen sich dem Bullen an, wenn sie sich nicht im „Kindergarten“ zusammenschließen. In dieser täglich temporären Sozialstruktur praktizierten die Kälber v.a. spielerisches Verhalten in allen Formen oder sie ruhen. In Gemeinschaft mit dem Bullen wird von den Kälbern ein vielfältig ausgerichtetes Nachahmungslernen verwirklicht, das im gleichen Sinne bei Weitem nicht durch die Mütter vermittelt wird bzw. wegen der Ernährungsfunktion für das Kalb gar nicht geleistet werden kann.

Aggressive Verhaltensweisen, wie unmittelbares Stoßen, sind ausgesprochen selten. Passive Dominanzanzeige als rangnachweisendes Element wird dagegen häufig ausgeübt. Drohen kommt selten vor, Drohintensionen sind häufig. Es zeigte sich an beiden Herden, dass im Freiland lebende unbetreute Rinder ein besser und selbst organisiertes Sozialverhalten ausbilden. Dabei überwiegen eindeutig affiliative (sich angliedernde) gegenüber den aggressiven Verhaltensweisen. Dies stimmt mit den Aussagen von REINHARDT et al. (1978) überein. Dadurch lassen sich die Vorteile einer funktionssicheren Rangordnung erwarten. Das sind die Verminderung sozialer Belastungen (Konkurrenz um Ressourcen) und ein artgemäß geordnetes Fortpflanzungsverhalten. Auch dieser Befund lässt die Aussage zu, dass beide Herden fraglos als tierschutzgerecht wie auch artgemäß gehalten anzusehen sind.

In unseren Untersuchungen vollzog sich die Prägung zwischen Kalb und Mutter (*Mutter-Kind-Verhalten*) problemlos. Im Vordergrund stehen dabei anfangs die Saugaktivitäten. Fremdsaugen konnte in den eigenen Untersuchungen nicht festgestellt werden. Junge Kälber folgen nicht ständig ihrem Müttern, sie legen sich in Schutz gebenden Strukturen (überständige Vegetation, umgestürzte Bäume) ab und warten dort auf die Rückkehr der Mütter. Im 3. Monat erhöhen sich die Sozialkontakte zu den Müttern, anderen Kühen und zu den anderen Kälbern bedeutend (sie spielen).

Fazit:

- ⇒ Beide Haltungsformen sind als tierschutzgerecht und artgemäß anzusehen. Das arttypische Sozialverhalten konnte in allen Formen realisiert werden. Typisches Komfortverhalten (soziales Lecken, Scheuern an Bäumen, Scharren in Erdgruben) und eine Rangordnung wurden festgestellt, die Kälber zeigten ein ausgeprägtes Spielverhalten. Aggressive Verhaltensweisen waren ausgesprochen selten.
- ⇒ Die Mutterkuhhaltung ist zweifellos sowohl ethologisch wie physiologisch ein natürliches Aufzuchtverfahren und damit artgemäß.

5.7.3.7 Vorschläge zur Weidegestaltung und zum Management

Da die Rinder ihr Verhalten an bestehende räumliche Gegebenheiten, klimatische Einflussfaktoren und Ressourcen anpassen, kann der Mensch über Weidegestaltung und Management viel zum Wohlbefinden der Tiere und zur Tiergerechtigkeit der Weiden beitragen.

- Für die Winter-Freilandhaltung von Mutterkühen hat das *Lager* mit stetiger und reichlicher Bereitstellung trockener Einstreu große Bedeutung. Die Tiere präferieren dabei stets diejenige Fläche, welche bezüglich der Nutzung den höchsten Wärmekomfort, möglichst einschließlich des Wind- und Nasseschutzes, sowie eine gute Verformbarkeit des Lagers aufweist.

- Wichtig ist ein funktionssicherer *Windschutz* (Strohballenwände, Netze, BENJES-Hecken, hochwachsende, angepflanzte Büsche, umgefallene Großbäume usw.), der die Hauptwindrichtung weitgehend neutralisiert. BENJES-Hecken (BENJES 1994) sollten eine besondere Rolle spielen. Sie lassen sich leicht anlegen und haben bereits nach einem Jahr eine ökologische artenschützende Wirkung. Ein wesentlicher Zweck dieser Hecken ist in der klimatischen Nutzbarkeit für die Mutterkuhhaltung, im Winter wie im Sommer, zu sehen. Überdies lässt sich die Hecke bei Anlage am richtigen Ort anstelle des E-Zaunes zur teilweisen Herdentrennung oder als Leiteinrichtung für das Treiben verwenden.
- Stets wieder diskutierte eingestreute *Unterstände* können bei extremen Minusgraden möglicherweise mittels Planen oder Netzen, die dachförmig zwischen nahen Bäumen verspannt und bei starkem Schneefall intensiv gewartet werden müssen, ersetzt werden. Wenn natürliche Raumstrukturen (große Bäume, Baumgruppen, Gebüsch) vorhanden sind, werden Unterstände als nicht zwingend angesehen.
- Wichtig ist ein häufig unterschätzter *Sonnenschutz* (schattenspendende Bäume) für den Sommer.
- Ausgeräumte und baum- wie buschlose und besonders auch völlig ebene *Weideflächen* sind auf Grund ihrer Unstrukturiertheit für eine tierschutzgerechte Mutterkuhhaltung weitgehend ungeeignet. Hier sind Maßnahmen zu treffen, um raumgebende Strukturen auf der Weide (Zäune, Baumgruppen, Sträucher) zu ermöglichen, welche den Rindern zur Thermoregulation, zur räumlichen Orientierung und zur Ausübung eines natürlichen Sozialverhaltens dienen. Es ist anzustreben, dass die häufig noch fehlenden Bäume oder/und Büsche als Grundausrüstung einer Mutterkuhweide aufzufassen sind.
- Kälber benötigen zum Abliegen *natürliche Deckung* (überständige Vegetation, Gebüsch, umgestürzte Bäume).
- Es muss mehr Augenmerk auf regelmäßige *Weidepflege* (Abschleppen der Weide im Frühjahr zur Verteilung der Kotfladen, Nachmahd von überständiger Vegetation und Unkrautbeständen vor der Samenbildung) gelegt werden, um die Abzugsflächen auf ein unvermeidbares Maß zu begrenzen.
- Strohlager, Zufutterplätze und Zäune sollten möglichst jährlich beibehalten werden, um die *Belastungsflächen* auf der Weide nicht zu vergrößern.
- Für das *Treiben* der Tiere zum Einfangen empfiehlt es sich, die Tiere entlang einer richtungsgebenden Struktur (Zaun, Hecke) zu treiben. Das Treiben auf eine Ecke zu sollte möglichst vermieden werden. Bedenkenswert ist es prinzipiell, Leiteinrichtungen, wie Benjes-Hecken so anzulegen, dass sie für die Tiere wegfindend und richtungsgebend wirken können.

5.7.4 Zusammenfassung

- ⇒ Insgesamt konnten bei extensiv ganzjährig im Freien gehaltenen Mutterkühen anhand der gewählten Untersuchungsmethoden keine nachhaltige Störung verhaltenstypischer Aktivitäten beobachtet werden. Die im Freiland lebenden Rinder haben ein gut und selbst organisiertes Sozialverhalten ausgebildet. Dabei überwiegen eindeutig affiliative (sich angliedernde) gegenüber aggressiven Verhaltensweisen. Komfortverhalten und Spielverhalten konnten in allen Formen realisiert werden.
- ⇒ Weidestrukturen (Bäume, Strohmatte und Geländesenken) sind unverzichtbare Bestandteile für tierartgerechte Rinderweiden, da sie von den Tieren zur Thermoregulation genutzt werden. Sie sollten zum Standard auf Weiden werden. Bäume erfüllen vielfältige Funktionen im Verhalten der Rinder (Thermoregulation, räumliche Orientierung).
- ⇒ Bei Winter-Freilandhaltung von Mutterkühen ist die Ausführung der Lagerstätte von großer Bedeutung. Eine stetige und reichliche Bereitstellung trockener Einstreu auf der Stroh-Liegematte ist unverzichtbar. Wichtig erscheint ein funktionssicherer Windschutz. Unterstände sind nicht zwingend erforderlich, wenn andere natürliche Raumstrukturen vorhanden sind.
- ⇒ Die registrierten Verhaltensmuster der Nahrungsaufnahme der Mutterkühe können als arttypisch bezeichnet werden. Die wichtigsten Stellgrößen im Fressverhalten waren das jahreszeitlich unterschiedliche Futterangebot und die Witterung.
- ⇒ Weideareale mit Über- bzw. Unterbeweidung und punktuelle Belastungsflächen bieten durchaus auch ökologische Vorteile, da sich dort innerhalb des Weidebiotops neue kleine Mikro-Biotops ausbilden können.

Sie sind nicht nur als notwendiges Übel extensiver Weiden zu betrachten, denn sie werden von den Rindern mit ihrem Verhalten angenommen (Nutzung von Mäusegersteflächen als Liegefläche, Abliegen der Kälber in überständiger Vegetation).

⇒ Beide beobachteten Mutterkuhherden sind als tierschutz- und artgerecht gehalten anzusehen.