Abschlußbericht des Forschungsvorhabens

Entwicklung von dauerhaft umweltgerechten Landbewirtschaftungsverfahren im sächsischen Einzugsgebiet der Elbe

Teilthema

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

gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMb+f)

FKZ: 0339588

Laufzeit 15.11.1998 bis 31.12.2001

Unter der Leitung der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

Leitung: Dr. Olaf Steinhöfel

Koordination: Dipl. Ing. agr. Karl Wacker, Dipl. Ing. agr. Silke Wachs, Dipl. Ing.(FH) Katrin Duderstadt

Am Park 3 04886 Köllitsch

Tel.: 034222-46-172 Fax: 034222-46-109

Olaf.Steinhöfel@fb08.lfl.smul.sachsen.de

Inhaltsverzeichnis

1 Problematik und Zielstellungen 6
2 Natürliche Standortbedingungen des Untersuchungsgebietes 8
2.1 LAGE UND BODEN 8
2.2 KLIMATISCHE BEDINGUNGEN 8
2.3 GRUND- UND HOCHWASSER 9
3 Landwirtschaftliche Nutzungsgeschichte der Riesa-Torgauer Elbaue 11
3.1 DIE ELBE IM WANDEL 11
3.2 FLORA UND FAUNA DER ELBAUE 11
3.3 ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DER LANDWIRTSCHAFT IN DER RIESAER-TORGAUER ELBAUE 12
3.3.1 Grünlandnutzung 12
3.3.2 Nutzungsverfahren des Grünlandes 14
3.3.3 Viehhaltung 15
3.4 ZUSAMMENFASSUNG 16
4 Versuchsdurchführung 17
4.1 GEPRÜFTE GRÜNLANDNUTZUNGSSYSTEME 17
4.2 VERSUCHSFLÄCHEN 17
4.3 UNTERSUCHUNGSPARAMETER 19
4.4 TIERMATERIAL 19
4.5 VARIANTENBESCHREIBUNG 19
4.6 METHODEN UND STATISTISCHE AUSWERTUNG 22
4.7 BETEILIGTE INSTITUTIONEN 23
5 Einfluss der Nutzungsverfahren auf ökologische Parameter 24
5.1 BODENNÄHRSTOFFE UND BESCHAFFENHEIT 24
5.1.1 Material und Methoden 24
5.1.2 Körnung und Bodenarten 25
5.1.3 Makronährstoffe 26
5.1.4 Mikronährstoffe 30
5.1.5 Natürliche und nutzungsbedingte Belastungsflächen 31
5.1.5.1 Überschwemmungsbereiche 31
5.1.5.2 Liegebereiche der Weidetiere 32
5.1.6 Zusammenfassung 35
5.2 SUKZESSION DER FLORA VON ELBAUENGRÜNLAND 36
5.2.1 Material und Methoden 37
5.2.2 Ergebnisse 39
5.2.2.1 Verbiss, Trittbelastung, Bodenoffenheit 39
5.2.2.2 Nährstoffsituation und Pflanzenaufwuchs 40
5.2.2.3 Vegetationskundliche Bonituren 41
5.2.2.4 Klassenschätzung 44
5.2.3 Zusammenfassung 46
5.3 NÄHRSTOFFKREISLÄUFE 46
5.3.1 Einleitung 46
5.3.2 Bedeutung und Vorkommen von Stickstoff in Pflanzen und im Boden 46
5.3.3 Material und Methoden 47
5.3.4 Ergebnisse 48
5.3.5 Zusammenfassung 50
5.4 BEDEUTUNG ANORGANISCHER (SCHAD-)STOFFE BEI DER WEIDENUTZUNG ELBNAHER GRÜNLANDFLÄCHEN 51
5.4.1 Material und Methoden 51
5.4.2 Ergebnisse 52

5.4.2.1 Unerwünschte Stoffe 53
5.4.2.2 Spurenelemente 55
5.4.2.3 Einschätzung des Spurenelementstatus auf der Grundlage von Organ- und Haaranalysen 56
5.4.3 Diskussion der Ergebnisse 57
5.4.4 Schlussfolgerungen 60
5.5 ZOOLOGISCHE INDIKATOREN 61
5.5.1 Untersuchungskonzept, Zielstellung und Arbeitshypothesen 61
5.5.2 Material und Methoden der Datenauswertung 61
5.5.3 Ergebnisse 63
5.5.4 Diskussion 72
5.5.5 Zusammenfassung 75
5.6 GESUNDHEIT DER WEIDETIERE 77
5.6.1 Zielstellung 77
5.6.2 Material und Methoden 77
5.6.3 Ergebnisse 77
5.6.3.1 Klinisch-chemische Parameter 77
5.6.3.2 Endoparasiten 81
5.6.4 Zusammenfassung 81
5.7 VERHALTEN VON MUTTERKÜHEN BEI GANZJÄHRIGER DRAUßENHALTUNG 83
5.7.1 Zielstellung 83
5.7.2 Material und Methoden 83
5.7.3 Ergebnisse 84
5.7.3.1 Nahrungsaufnahmeverhalten 84
5.7.3.2 Flächige Auswirkung von Rinderexkrementen 87
5.7.3.3 Abzugsflächen 87
5.7.3.4 Flächennutzung durch die Rinder 88
5.7.3.5 Beurteilung des Thermoregulationsverhaltens der Rinder 90
5.7.3.6 Sozialverhalten 94
5.7.3.7 Vorschläge zur Weidegestaltung und zum Management 95
5.7.4 Zusammenfassung 96
6 Einfluss der Nutzungsverfahren auf ökonomische Parameter 98
6.1 FUTTERWERT DER GRÜNLANDAUFWÜCHSE IM JAHRESVERLAUF 98
6.1.1 Einleitung 98
6.1.2 Methoden 98
6.1.3 Verdaulichkeit und Inhaltsstoffe 99
6.1.4 Energetischer Futterwert 101
6.1.5 Futtermittelhygiene 102
6.1.6 Zusammenfassung 104
6.2 ANFORDERUNGEN DES TIERES AN DIE QUALITÄT DER AUFWÜCHSE 105
6.2.1 Energiebewertung der Winteraufwüchse 107
6.2.2 Zusammenfassung 109
6.3 LEISTUNG UND FRUCHTBARKEIT DER NUTZTIERE 110
6.3.1 Gewichts- und Konditionsentwicklung der Mutterkühe 110
6.3.2 Lebendtagszunahmen und Absetzgewichte der Kälber 111
6.3.3 Fruchtbarkeit und Kälberverluste bei ganzjährig im Freien gehaltenen Mutterkühen 113
6.3.4 Zusammenfassung 113

7 Wirtschaftlichkeit der landwirtschaftlichen Nutzung 115
7.1 METHODEN 115
7.2 BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG DER LANDNUTZUNG MIT MUTTERKÜHEN 116
7.2.1 Analyse der Wirtschaftlichkeit - ohne Ausgleichszahlungen 116
7.2.2 Analyse der Wirtschaftlichkeit - mit Ausgleichszahlungen 117
7.2.3 Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit 119
7.2.4 Zusammenfassung 120
7.3 BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG DER DAMWILDHALTUNG 120
7.4 BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG DER SPÄTSCHNITTWIESE 121
7.4.1 Kosten der Schnittnutzung 121
7.4.2 Zusammenfassung 122
7.5 BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG VERSCHIEDENER DEICHPFLEGE-VERFAHREN 122
7.5.1 Kosten der maschinellen Deichpflege 122
7.5.2 Kosten der Deichpflege mit Schafen 123
7.5.3 Zusammenfassung 123
7.6 VERGLEICHENDE WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG ALLER VERFAHREN 124
7.7 ZUSAMMENFASSUNG 125
8 Diskussion 126
9 Zusammenfassung 138
10 Literatur- , Tabellen- und Abbildungsverzeichnisse 142
10.1 LITERATURVERZEICHNIS 142
10.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS 149
10.3 TABELLENVERZEICHNIS 151

Anhangsband
TABELLEN
ABBILDUNGEN
TEILBERICHTE DER BETEILIGTEN PARTNER

Verzeichnis der Abkürzungen und Symbole

*	signifikant
**	hochsignifikant
Abb.	Abbildung
AID	Auswertungs- u. Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
BCS	Body Condition Scoring (Körperkonditionsbewertung)
DLG	Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft
DOM	Verdaulichkeit der organischen Masse
GfE	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
GPS	Global Position System
GV	Großvieheinheit
HST	Holstein Friesian
KULAP	Kulturlandschaftsprogramm
LF	landwirtschaftliche Nutzfläche
LfL	Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
LTZ	Lebenstagszunahme
m ü. NN	Meter über dem Meeresspiegel
ME	umsetzbare Energie
MJ	Megajoule
MuK	Mutterkuh
MuS	Mutterschaf
N	Stickstoff
n.s.	nicht signifikant
NEL	Nettoenergie Laktation
NH_4	Ammonium
Nmin	mineralisierter Stickstoff
NO_3	Nitrat
p.p.	post partum
s	Standardabweichung
SB	Schwarzbunte
SMUL	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
T/l	Terra pro Liter
Tab.	Tabelle
TM	Trockenmasse
TS	Trockensubstanz
Var.	Variante
VDLUFA	Vereinigung deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten
$\overline{x}$	Mittelwert
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein

1 Problematik und Zielstellungen

Trotz der Tatsache, dass die heutige Kulturlandschaft durch die Landwirtschaft mehrere Jahrhunderte geprägt worden ist, existieren heute zwischen Landwirtschaft und Naturschutz, aufgrund der konträren Rahmenbedingungen, scheinbar unvereinbare Zielkonflikte. Typisch für die Auenbereiche im sächsischen Elbverlauf sind weite offene Grünlandareale mit vereinzelten Baumgruppen, welche durch eine Zweischnittnutzung mit Heuwerbung entstanden sind. Wenn dieses Bild als erhaltenswert eingestuft werden soll, müssen Nutzungskonzepte von Grünlandaufwüchsen diskutiert und erprobt werden, die Naturschutzauflagen akzeptieren und wirtschaftliche Anreize bieten. Eine Landschaftspflege ohne wirtschaftlichen Nutzeffekt ist gegenwärtig nicht realistisch. Das Mulchen, die Verbrennung oder Kompostierung von Gras kann nur graduell, nicht prinzipiell zur Lösung beitragen. Die erfolgsversprechendste Lösung bleibt eine umweltverträgliche Landwirtschaft. Da der Naturschutz eine biotopschonende, die natürlichen Ressourcen erhaltende Landnutzung fordert, werden dem Landwirt aber zunehmend Auflagen zum Schnittzeitpunkt, zur Nutzungsintensität, Tierbesatzdichte und zur Pflege des elbnahen Grünlands erteilt. Mit diesen Auflagen wird die landwirtschaftliche Nutzung auf wenige Möglichkeiten eingeengt.
Wie beeinflussen unterschiedliche landwirtschaftliche Bewirtschaftungsformen die abiotischen Lebensraumqualitäten?
Oder können Nutzungs-Szenarien biozönotische Qualitäten erreichen, die der Extensivierungsmaßnahme eine positive ökologische Evaluierung bescheinigen?
Sind ganzheitliche Lösungsansätze, die in Abhängigkeit der natürlichen und kulturgeschichtlichen Ausgangssituation eine Vernetzung von landwirtschaftlicher Produktion, Ressourcen- und Artenschutz ermöglichen in der Riesa-Torgauer Elbaue denkbar?
Kann eine betont vom Tier her modellierte Haltungsumwelt für Mutterkühe Fragen des Tierschutzes und zugleich des Natur- und Landschaftsschutzes beantworten?
Und ist eine kostenminimierte Energie- und Nährstoffversorgung der tierischen Leistung abträglich?

Diese zentralen Fragestellungen gilt es mit dem Ziel zu beantworten verschiedene Landnutzungsänderungen auf elbnahen Grünlandarealen zu praktizieren und deren ökologische und ökonomische Auswirkungen zu quantifizieren. Letztendlich endet dies in der dominanten Frage: "Welche und wie viele Tiere erträgt das Grünland unter Wahrung der ökologischen Anforderungen und der wirtschaftlichen Nutzinteressen?"

Das Hauptziel besteht somit in der Quantifizierung, Bewertung und Optimierung der ökologischen Leistungen von ökonomisch sinnvollen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren auf dem sensiblen Grünland der Elbauen. Im Mittelpunkt stehen die Wirkungen des Nutzungsverfahrens auf die Funktionsfähigkeit der sie umgebenden ökologischen Systeme und auf die Nutztiere. Des weiteren werden die Möglichkeiten zur Wiederbegrünung von Vordeich-Ackerland betrachtet und die Deichnutzung mit Schafen zur maschinellen Deichpflege abgegrenzt.
Ableitend von den Untersuchungsergebnissen sollen Empfehlungen für die Nutzung des Grünlandes der Elbauen mit landwirtschaftlichen Nutztieren gegeben werden, welche aus ökologischer Sicht akzeptiert und aus landwirtschaftlicher Sicht nachgefragt sind bzw. staatliche Einflussnahme bedingen.

Wir gehen von folgenden **Thesen** aus, welche anhand der vorliegenden Arbeit belegt (oder evt. auch widerlegt) werden sollen:

- Erhalt der ökologischen Systeme und landwirtschaftliche Tierhaltung schließen sich nicht aus.
- Der kulturgeschichtliche Artenreichtum des Grünlandes ist durch Weide- und Mähnutzung entstanden.
- Flächendeckende Landschaftspflege ohne wirtschaftliches Nutzinteresse ist nicht finanzierbar.
- Nur umweltgerechte Weideverfahren können dauerhaft den Erhalt der Kulturlandschaft sichern helfen.
- Kompromisse zwischen limitierter wirtschaftlicher Nutzung und ökologischer Zielstellung sind unabdingbar.
- Niedrige tierische Leistungen wirken umweltseitig und wirtschaftlich kontraproduktiv.
- Wirtschaftliche Grünlandnutzung mit Tieren, die den Belangen des Umwelt- und Naturschutzes gerecht werden will, ist gegenwärtig nur eingeschränkt möglich.

2 Natürliche Standortbedingungen des Untersuchungsgebietes

2.1 Lage und Boden

Für die Durchführung des Forschungsvorhabens standen Flächen des Lehr- und Versuchgutes Köllitsch der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft zur Verfügung. Es handelt sich um elbnahes Grünland zwischen Flusskilometer 138 und 140 im Riesaer-Torgauer-Elbtal des Landkreises Torgau-Oschatz. In diesem Gebiet hat die Elbe einen mittleren Wasserspiegel von ca. 80,9 m über NN. Der Hochwasserspiegel wird mit 85,45 m über NN angegeben (höchster Stand in einem 10-jährigen Zeitraum), die Überschwemmungshöhe liegt demnach bei 4,55 m. Im Vergleich dazu beträgt die Überschwemmungshöhe bei Wittenberg (km 214,1) 3,15 m und bei Dessau (km 261,2) 4,10 m. Die Untersuchungsfläche erhebt sich bis ca. 5 m über den mittleren Wasserspiegel (höchster Punkt 86,25 m). Die Versuchsparzellen liegen auf mineralischem Nasslehm, dem sogenannten Auenlehm (Al 3). Stellenweise durchziehen grundwasserferne Sandrücken die Auenlehmdecke.
Typisch für das Auengrünland in dieser Region sind regelmäßige Überschwemmungen im Frühjahr, seltener im Sommer oder Winter.
Dieser Teil der Elbaue gehört zu den niederschlagsärmsten Gebieten Sachsens, da sie im Regenschatten der Dübener und Dahlener Heide liegt. Der durchschnittliche jährliche Niederschlag in Köllitsch beträgt 500 mm. Die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 8,9 C.

2.2 Klimatische Bedingungen

Der Untersuchungszeitraum umfasste drei Vegetationsjahre. Da alle Untersuchungen innerhalb dieses Zeitraumes durchgeführt wurden, prägte die Wettersituation von 1999 bis 2001 stark die erhobenen Messbefunde.
Die klimatischen Parameter werden seit 1994 am Standort Köllitsch über eine Lambrecht-Wetterstation kontinuierlich erfasst. Die Ergebnisse fließen in die Agrarmeteorologische Datenbank (AGMEDA) des Freistaates Sachsen ein.

Tabelle 2.2-1: Mittlere Niederschlagsmengen (mm) in Köllitsch im Untersuchungszeitraum

	Untersuchungszeitraum			**Mittelwert**	
Jahr	1999	2000	2001	langjähr. Mittel	Unters.zeitraum
Januar bis Dezember	306	373	533	500	404
Mai bis September	176	192	337	270	235

Die für den Standort typischen geringen Niederschlagsmengen (langjähriges Mittel 500 mm), gepaart mit einer ausgesprochenen Sommertrockenheit sind in Tabelle 2.2-1 erkennbar. Insbesondere die Untersuchungsjahre 1999 und 2000 waren mit einer Niederschlagsmenge von 306 bzw. 373 mm im Jahresverlauf, davon 176 bzw. 192 mm in der Vegetationszeit sehr trocken. Auf allen Flächen waren Trockenschäden zu verzeichnen und vielfach wurde kein bzw. nur ein geringer zweiter Aufwuchs erzielt. Das Untersuchungsjahr 2001 war hinsichtlich der Niederschlagsmenge und -verteilung ein durchschnittliches Jahr.
Mit Ausnahme des Jahres 1996 lagen seit Beginn der kontinuierlichen Temperatumessungen am Standort Köllitsch (1994) die Jahresmittelwerte fast ausschließlich deutlich über dem Mittel von 8,9 °C. Im Vergleich zu den Vorjahren war das Untersuchungsjahr 2000 mit 10,5 °C ein ausgesprochen warmes Jahr (Tabelle 2.2-2). 1999 war der Sommer ausgesprochen heiß. Dies spiegelt sich auch im Temperaturmittelwert der Vegetationsperiode (Mai bis September) von 17,5 °C wieder.

Tabelle 2.2-2: Temperatur (°C) in Köllitsch im Untersuchungszeitraum

	Untersuchungszeitraum			Mittelwert	
Jahr	1999	2000	2001	langjähr. Mittel	Unters.zeitraum
Januar bis Dezember	9,6	10,5	9,6	8,9	9,9
Mai bis September	17,5	16,4	16,5	16,5	16,8

In Abbildung 2.2-1 sind Niederschlagsverteilung und Temperaturverlauf für die Jahre 1999 bis Oktober 2001 dargestellt. Erkennbar ist in den Jahren 1999 und 2000 die für phänologische Wachstumsverläufe sehr ungünstige Niederschlagsverteilung in der Vegetationsperiode. Im Jahr 2001 war die Frühsommertrockenheit nicht so stark ausgeprägt, auch die Gesamtniederschlagsmenge war höher als in den Vorjahren.

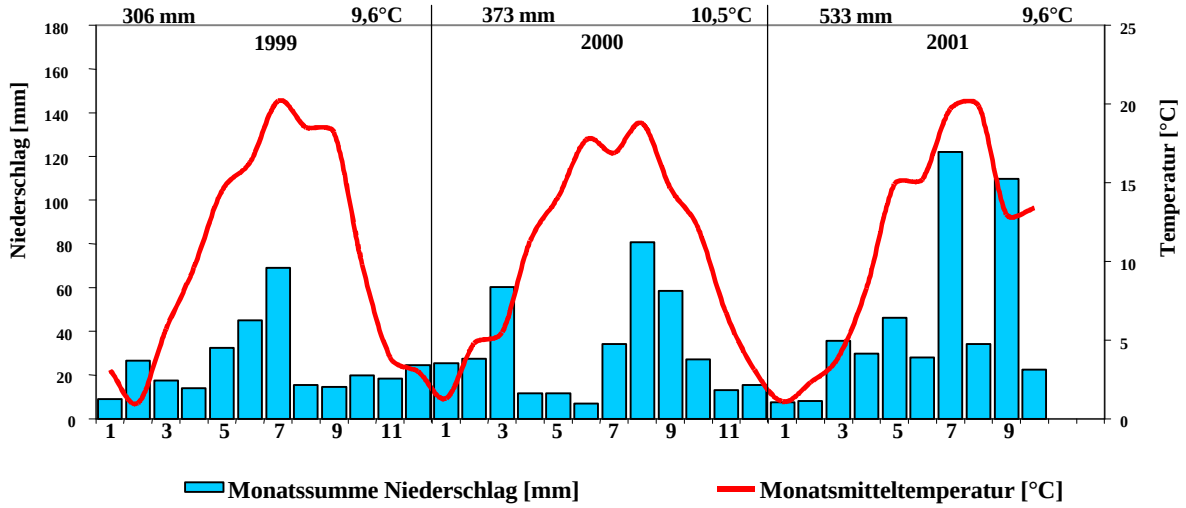


Abbildung 2.2-1: Temperatur und Niederschlagsverteilung in Köllitsch im Untersuchungszeitraum

2.3 Grund- und Hochwasser

Die Angaben zu den Wasserständen der Elbe wurden vom Wasser- und Schifffahrtsamt Dresden und die Daten zu den Grundwasserständen vom Staatlichen Umweltfachamt Leipzig zur Verfügung gestellt.

Entsprechend dem langjährigen Trend, wonach Hochwasserereignisse aller 2 bis 3 Jahre eintreten, war dies sowohl im Frühjahr 1999 als auch im Frühjahr 2000 der Fall (Abbildung 2.3-1). Im dritten Untersuchungsjahr blieb die Überschwemmung aus.

Der Grundwasserstand des Grünlandes im Vordeichbereich folgt dem Pegelstand der Elbe. Die Untersuchungsflächen liegen in unmittelbarer Nähe zum Vorfluter Elbe, das Grundwasser folgt daher auch ohne Zeitverzug den Wasserstandsschwankungen der Elbe.

Anhand der Grundwasserstandganglinie wird das Schwankungsverhalten des Grundwassers in Abhängigkeit vom Wasserstand der Elbe deutlich.

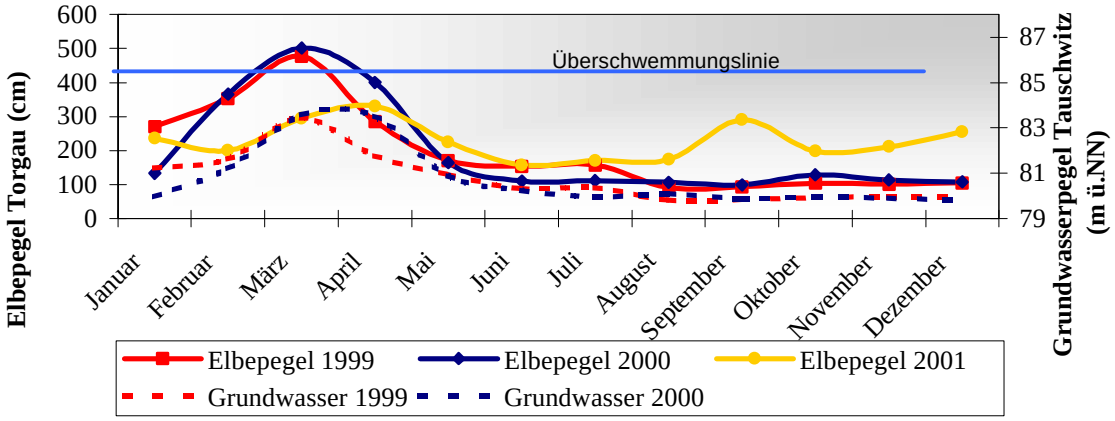


Abbildung 2.3-1: Grundwasser- und Elbepegelverlauf der Jahre 1999 und 2001

Auf der Weidefläche befindet sich eine Grundwassermessstelle, die in 14-tägigem Abstand beprobt wird. Der Messpunkt liegt in 87,3 m NN Höhe. Der mittlere Grundwasserstand der letzten sechs Jahre betrug 81,1 m ü. NN.

Das Grundwasser steht demnach ca. 6 m unter Flur. Bei der Messstelle handelt es sich um einen grundwasserfernen Standort auf einem Sandrücken. Etwa ein Viertel der Projektflächen befinden sich auf vergleichbaren Standortverhältnissen. Der restlichen Untersuchungsflächen sind von geringerem GW-Abstand, aber immer noch als grundwasserfern zu bezeichnen. Ausgesprochen feuchte, grundwassernahe Areale waren nicht vorhanden.

Bild 2-1: Frühjahrshochwasser 2000 auf der Mutterkuhweide

3 Landwirtschaftliche Nutzungsgeschichte der Riesa-Torgauer Elbaue

Die kulturhistorischen Recherchen erfolgten im Rahmen einer Diplomarbeit, welche an der Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Dresden von Frau Strauß eingereicht wurde (STRAUSS, 2000).
Im Vordergrund der Recherchen stand die Beschreibung der Entstehungsgeschichte der Kulturlandschaft „Sächsische Elbaue“, der Art und Weise der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung in der Nutzungsgeschichte sowie der Auswirkungen flussregulierender Maßnahmen auf das Landschaftsbild und die Nutzung der Aue.

3.1 Die Elbe im Wandel

Im „Riesaer-Torgauer Elbtal“ ist die Elbe das prägende Element. Durch natürliche und anthropogene Einflüsse veränderte sich ihr Lauf ständig. Zu Zeiten der Anlage der Dörfer (mit Beginn des 13. Jahrhundert) spielte der Verlauf der Elbe eine bedeutende Rolle für die Siedlungsgründung.
Der Auwald war schon im 16. Jahrhundert weitestgehend zurückgedrängt. Nur an einzelnen Stellen, hauptsächlich in den Flussbiegungen waren noch Reste vorhanden. Das heißt, dass die Elbauen bereits im Mittelalter weitestgehend landwirtschaftlich genutzt wurden. Die jahrhundertlange landwirtschaftliche Nutzung der Elbauen prägte maßgeblich ihr heutiges Erscheinungsbild, die Elbauen sind im Riesaer-Torgauer Elbtal eine historisch von Menschenhand gestaltete Kulturlandschaft.
Die Elbe wird von den Mittelgebirgen Sachsens und Böhmens gespeist, so dass die normale Hochwasserwelle im März und April durch die einsetzende Schneeschmelze ausgelöst wird. Andererseits sind auch Hochwasserfluten im Sommer und Herbst durch starke Niederschläge möglich. (KRAMER 1994).
In PÖTZSCHENS „Geschichte der Hochwasserfluten“ kann man die Überschwemmungen bis ins 6. Jahrhundert zurückverfolgen. Im Zeitraum von 590 bis 1784 traten 188 Hochwässer (GERHARDT 1967) mit zum Teil drastischen Folgeschäden für Landschaft, Mensch und Tier auf.
Bis zum 18. Jahrhundert zeigt sich die Elbe als stark mäandrierender Fluss, in deren Verlauf der Mensch weitestgehend noch nicht eingegriffen hat. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts wurden Eindeichungen und Elbregulierungen wie Begradigungen und der Bau von Buhnen- und Wallanlagen vorgenommen, so dass Laufveränderungen auf lange Zeit unmöglich wurden. Die Begradigung brachte außerdem eine Vertiefung des Flussbetts mit sich, wodurch der Grundwasserspiegel sank und die Auen allmählich austrockneten.
Beide Elbufer sind eingedeicht, das Deichvorland weist unterschiedliche Breiten auf und wird auf Grund der regelmäßigen Überschwemmungen überwiegend als Grünland genutzt. Auf der ehemals preußischen Seite ist die Elbe mit Buhnen und auf der damaligen sächsischen Seite mit Parallelwerken reguliert. Nicht nur die Wasseroberfläche, sondern auch die Überflutungsfläche reduzierten sich.
Die nährstoffreichen Ablagerungen im hochwassergeschützten Bereich blieben aus, der Grundwasserspiegel im Auengebiet senkte sich, Auenwaldreste verschwanden vielerorts und Blütenpflanzen wurden reduziert.

3.2 Flora und Fauna der Elbaue

Die periodisch überschwemmte Stromaue wurde und wird weitgehend als Wiese und Weide genutzt. Die über viele Jahre erfolgte Rinderbeweidung verdrängte trittempfindliche und auf Nährstoffarmut angewiesene Pflanzenarten. Die Lebensgemeinschaften der Auenwiesen haben später durch die Umwandlung in Intensivgrünland viele ihrer typischen Faunen- und Florenelemente verloren.
Die Flußauen bieten nicht nur Lebensraum und Nahrung, sie tragen auch zur geographischen Verbreitung von Tieren und Pflanzen sowie zum Genaustausch innerhalb einer Art bei, denn mit der Strömung gelangen die Pflanzenarten und die Tiere in andere Auenzonen, die stromabwärts liegen.
Durch den ständigen Wechsel von Überschwemmung und Trockenheit, von Ablagerung und Abtragung, durch die starke mechanische Belastung und den Nährstoffaustausch, werden an die Flora und Fauna hohe Anforderungen gestellt. Sie müssen sich speziell anpassen und dadurch kommt es zur Ausbildung eines außergewöhnlichen Artenreichtums.

3.3 Entwicklungsgeschichte der Landwirtschaft in der Riesaer-Torgauer Elbaue

Ein wichtiges Kriterium für die zukünftige Landwirtschaft ist der nachhaltige Erhalt der Kulturlandschaft. Dabei bleibt in vielen Fällen offen, welche geschichtliche Epoche die Maßstäbe für das Bild der heutigen Kulturlandschaft bildet.
Um das Bild der Kulturlandschaft Riesaer-Torgauer Elbaue zu beschreiben, sind geschichtliche Rückblicke unverzichtbar.

3.3.1 Grünlandnutzung

„Am Ende des Mittelalters war das heutige Siedlungsbild, was die Verteilung von Wald und Offenland betrifft, weitestgehend vorgegeben“ (SCHWINEKÖPER 1997).

In den Talniederungen wurden die Auwälder weitestgehend schon im Mittelalter gerodet. Die von der Natur gesetzten Zwänge erlaubten dem Menschen in vielen Auebereichen nur eine Grünlandnutzung. Ackerbauliche Nutzung erfolgte auf den weniger hochwassergefährdeten Flächen.
Der Name „Aue“ tauchte historisch erstmalig linkselbisch, südlich der Stadt Torgau („die Obere und Untere Fischeraue“) und am Elbbogen unterhalb von Belgern („Die kleine Aue“) auf. Nach KONOLD (1996) handelt es sich dabei um Überschwemmungsgebiete und mit „Aue“ bezeichnet man Grasland, dass auf unterschiedliche Weise genutzt wurde, aber nicht speziell zur Heuvorratswirtschaft.
Zur Heugewinnung wurden die Wiesen genutzt. Als Wiesen wurden bereits im 18. Jahrhundert feuchte Standorte in Überflutungsgebieten bezeichnet, die ackerbaulich nicht nutzbar waren.
Die Weidewirtschaft wurde seit dem Mittelalter auf den sogenannten „Hutungen“ betrieben.
Die Hutungen zählten zu den reinen Weideflächen, also Flächen, die nicht mit anderen Nutzungen verbunden waren und beschränkten sich wie die Wiesen auf die stärker vom Hochwasser betroffenen Flächen. Ehe die ganzjährige Stallfütterung aufkam, waren sie neben den Brachfeldern die Futterquelle des in den Elbniederungen gehaltenen Viehs in den Sommermonaten. Ihre Nutzung wird nach heutigen Maßstäben als extensiv bezeichnet. Es waren oft Gebiete, auf denen bei Hochwasser grobkörniges Material (Kies, Sand) abgelagert wurde. Wegen der geringen Wasserspeicherkapazität und den Nutzungseinflüssen hatte sich dort ein schütterer Bewuchs meist ohne Gehölze, dominiert von Gräsern und Kräutern entwickelt.
Große Teile der Untersuchungsfläche des Elbe-Ökologieprojektes waren in früheren Jahrhunderten Hutungen.
Das im Vordeichbereich gelegene elbnahe Flurstück Nummer 248 (Weide „Tauschwitz“) ist das Hauptuntersuchungsgebiet des vorliegenden Projektes. Es wurde seit dem Mittelalter bis in die heutige Zeit als Wiese oder Weide genutzt.
So existiert eine Karte aus dem Jahr 1764 (Abbildung 3.3-1), in welcher das Untersuchungsgebiet im Elbbogen bei Tauschwitz abgebildet ist. Der größte Teil der Fläche ist als Hutung ausgewiesen. Des weiteren gab es ein kleines eingedeichtes Feld sowie einen schmalen, mit der Nummer 29 versehenen Auwaldstreifen. Größere zusammenhängende Auwälder sind nicht mehr zu finden. Auch Mühlen, Fähren und Sandufer sind ersichtlich.

Ein Wendepunkt in der Entwicklung der Landwirtschaft ist die Zeit um 1800. Während sich bis dahin die Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion nur auf dem Wege der Extension vollzog, setzte nun die Phase der Intensivierung ein.
Im 18. Jahrhundert wurde der größte Anteil der Auenfläche ackerbaulich genutzt. Die Felder reichten fast bis an die Elbe heran. Lange Dämme boten Schutz vor den größeren Wasserfluten. Die Errichtung von Hochwasserschutzdämmen trug zur schleichenden Austrocknung der Auen bei. Die Menschen der anliegenden Dörfer und Städte wollten sich vor Hochwasserfluten schützen und so wurde die Aue von ihrem lebensspendenden Element, dem Fluss, getrennt.
Das Grünland musste dem Ackerland weichen. Beim Grünland unterschied man extensive Weideflächen (Hutungen) und Wiesen. Hutungen sind reine Weideflächen mit dürftigem Bestand, die sich auf die Flächen beschränkten, die stärker vom Hochwasser betroffen waren.

Auf Grund fehlender Stallfütterung im Winter bis zum 19. Jahrhundert weideten die Tiere ganzjährig. Auch Waldweide war verbreitet, welche neben dem Holzsammeln eine weitere Belastung der Auwälder darstellte. Der Tierbesatz war zum Teil beachtlich. So verzeichnete man 1783 für den Oberbusch des Akener Reviers auf einer Fläche von 4424 Morgen (entspricht 1106 ha) 714 Rinder, 240 Pferde und 7800 Schafe zur Hutung (STROHBACH 1959). Dies entspricht nach heutigem Maßstab einen Tierbesatz von fast 1,8 GV je ha.
Mitte des 19. Jahrhunderts war das Verhältnis zwischen Wiesen und Weiden noch ausgeglichen. Innerhalb von 100 Jahren verlor die Weide als Nutzungsform des Grünlandes erheblich an Bedeutung, der Grund dafür lag im Aufkommen der ganzjährigen Stallhaltung und damit der Grünlandnutzung als Wiese zur Heu- und später zur Silagegewinnung. 1966 war der Anteil der Weiden am Grünland auf 8 % gesunken.
In den siebziger und achtziger Jahren des 20. Jahrhunderts nutzte man diese Flächen als Mähweiden. Nach dem ersten Schnitt wurden Jungrinder auf die Weide getrieben. Um leistungsfähige und ausdauernde Pflanzenbestände auf dem Grasland zu schaffen, wurden auf der Grundlage von Graslandbonituren gezielte Maßnahmen wie Pflege, Düngung (Stickstoffdüngung, Ausbringung von organischem Dünger, insbesondere Jauche und Gülle), Einsaat, Umbruch und Neuansaat durchgeführt.

Abbildung 3.3-2: Ausschnitt aus dem „Plan von dem anderen Theil des Elb-Strohms im Amte Torgau“, aufgenommen im Jahr 1764, gez. v. Dietz (Sächs. HStA Dresden, Schr. L, Fach 1, Nr. 23)

Auch von 1990 bis 1998 unterlag die Versuchsfläche (Flurstück 248) einer Nutzung als Mähweide (1-2 Schnitte mit anschließender Beweidung durch Mutterkühe).
Das heutige Erscheinungsbild der Weide „Tauschwitz“ hat sich im Vergleich zur Situation des 18. Jahrhunderts nicht wesentlich geändert. Nach wie vor sind auf den periodisch überschwemmten Flächen lockere Auwaldareale vorhanden. Sie bestehen hauptsächlich aus Ulmen, Weiden und Pappeln.
Abbildung 3.3-3 zeigt den heutigen Zustand der Versuchsfläche „Tauschwitz“ mit angrenzender Rohrschwingelansaat.

Abbildung 3.3-3: Zuschnitt zweier Luftbildaufnahmen der Untersuchungsfläche „Tauschwitz“ im Frühjahr 2000

3.3.2 Nutzungsverfahren des Grünlandes

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurde die Riesa-Torgauer Elbaue zu durchschnittlich 78 % landwirtschaftlich genutzt. Die verbleibende Fläche wurde als Wald ausgewiesen.
Von den kultivierten Flächen entfielen ca. 77 % auf Ackerland, 22 % auf Grünland und rund 2 % auf Gartenland. Das Ackerland reichte oftmals fast bis an die Elbe heran.

In Köllitzsch-Korgitzsch verteilte sich die landwirtschaftliche Fläche zu Beginn des 19. Jahrhunderts[1] wie folgt:

- Ackerland: 76,56 %
- Grünland: 22,58 %
- Gartenland: 0,86 %

Die landwirtschaftliche Nutzfläche hatte zu Beginn des 20. Jahrhunderts seine größte Ausdehnung erreicht und verringerte sich seitdem. Lag der Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche an der Gesamtfläche im Jahre 1905 noch bei 83,30 %, so waren es 1975 nur noch 75,77 %. Die prozentualen Anteile in der Nutzung verschoben sich im Laufe der Jahre immer wieder.
Die Flächennutzung im Gut Köllitsch in der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts zeigt die folgende Tabelle 3.3-1.

Tabelle 3.3-1: Nutzung der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Köllitsch

Jahr	1961	1989	1993	2001
Gesamtfläche (ha)	1369	1856	1264	941
Ackerfläche (%)	66	69	67	72
Grünlandfläche (%)	34	31	33	28

In der Sächsischen Elbtalniederung (zwischen Außig und Torgau) sind vorrangig angeschwemmte mineralische Nassböden mit Ackerzahlen bis zu 65 vorzufinden. Auf solchen Böden erreicht Getreide ein mittleres bis hohes Ertragsniveau. Bei Hackfrüchten sind eher durchschnittliche Erträge zu erwarten.
Auf dem Ackerland der Riesa-Torgauer Elbaue werden neben Getreide auch Hackfrüchte und Futterpflanzen (Klee, Luzerne) angebaut. Der Silomaisanbau entwickelte sich stetig und stand z.B. 1986 an 3. Stelle der Ackerfrüchte. Hülsenfrüchte, Öl- und Faserpflanzen hatten nur einen sehr geringen Anteil.
Das Anbauverhältnis hat sich in den letzten 10 Jahren besonders stark zu Gunsten des Getreideanbaus verschoben. Infolge einer Umstrukturierung der Tierbestände und einer starken Ausdehnung des Marktfruchtanbaus kam es beim Ackerfutterbau zu einer Halbierung der Anbauflächen.

3.3.3 Viehhaltung

In der Riesa-Torgauer-Elbaue wurde Pferde-, Rinder-, Schaf- und Schweineproduktion sowie Ziegenhaltung betrieben. Die Rinder- und Schweinehaltung stand in fast allen Gemeinden im Vordergrund, außer in Graditz (Pferdezucht) und den Orten, deren Schwerpunkt auf der Schafproduktion lag (Aussig, Dröschkau, Kunzwerda und Weßnig). Die Entwicklung bis 1971 verlief bei den einzelnen Tierarten recht unterschiedlich (Tabelle 3.3-2). Der Pferdebestand ist seit der Motorisierung rückläufig. Der Rinderbestand weist langsame aber stetige Zunahmen auf, der Schweinebestand nahm in stärkerem Maße zu. Der Schafbestand sank kontinuierlich, um dann bis zum Beginn des Zweiten Weltkrieges wieder anzusteigen.
In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts fand eine Konzentration der Viehbestände statt. Heute sind die Schweine die Tierart mit dem höchsten Viehbesatz. Im Vergleich zum vorigen Jahrhundert ist der Viehbesatz bei den Wiederkäuern gesunken (Tabelle 3.3-4).

Tabelle 3.3-2: Entwicklung des Viehbestandes (in Stück) in 13 Ortschaften der Elbaue des Bereiches Riesa-Torgau

Jahr	Pferde	Rinder	Schweine	Schafe	Ziegen
1892	636	1857	1842	2319	454
1904	653	1806	2722	1679	391
1927	702	2042	3074	1208	391
1938	572	2189	3302	3070	299
1971	k.A.	2605	1793	544	k.A.

Tabelle 3.3-3: Entwicklung des Viehbesatzes (Stück je 100 Hektar) in der Elbaue

Jahr	Pferde	Rinder	Schafe	Schweine
1905	13 (6-51)	44 (14-72)	43 (0-294)	46 (1-102)
1999	k.A.	32	39	62

Der Tierbestand insgesamt unterlag nach der „Wende“ 1998 starken Veränderungen. So halbierten sich die Rinderbestände in Sachsen von 1998 bis 1999, die Schweinebestände verringerten sich auf ein Drittel. Im gleichen Zeitraum verdoppelten sich jedoch die Mutterkuhbestände.
In der Riesa-Torgauer Elbaue dominieren auf Grund der guten Böden Markt- und Futterbaubetriebe mit einem insgesamt niedrigen Tierbesatz, dabei sind insbesondere die Rinderbestände gering. Mit ca. 40 Vieheinheiten je 100 Hektar verfügt das Gebiet über die niedrigsten Tierbestände Sachsens. Nur in ca. 63 % der Betriebe werden überhaupt Viehbestände gehalten. Mit etwa 12 % stellt das Grünland einen geringen Anteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche dar. Das Grünland hat eine Grünlandzahl zwischen 36 und 50.

3.4 Zusammenfassung

Ungeachtet regelmäßiger Überschwemmungen und Elbverlagerungen wurde der Talraum der Elbe über Jahrhunderte intensiv durch Ackerbau, Beweidung und Mahd genutzt. Mit Ausnahme von kleinen Resten des Auenwaldes, von einigen Grießflächen und Kiesbänken, war alles mehr oder weniger stark „kultiviert“. Die Riesaer-Torgauer Elbaue besaß schon im Mittelalter einen offenen, parkartigen Charakter.

Durch die flussregulierenden Maßnahmen im 19. Jahrhundert erfuhr das Landschaftsbild einen tiefgreifenden Einschnitt. Die Auenwaldreste verschwanden fast vollständig, der Ackerbau wurde erweitert. Die Wiesen und Weiden verlagerten sich fast ausschließlich in den eingedeichten Bereich. Die historische Betrachtung ermöglicht das Verständnis für das heutige Kulturlandschaftsbild der Riesa-Torgauer Elbaue.

4 Versuchsdurchführung

4.1 Geprüfte Grünlandnutzungssysteme

Insgesamt wurden im Untersuchungszeitraum des Projekts (drei Jahre) neun verschiedene Nutzungsformen des Grünlandes untersucht. Im Mittelpunkt stand die landwirtschaftliche Weidehaltung mit verschiedenen Wiederkäuern und unterschiedlichen Besatzdichten. Zur Kontrolle wurden aber auch alternative Verfahren wie maschinelle Landschaftspflege, Spätschnittnutzung mit Heugewinnung und ungelenkte Sukzession geprüft.
Folgende Nutzungsvarianten wurden untersucht (in Klammern steht die Kurzform der Variantenbezeichnung):

Ganzjährige Beweidung von Auengrünland mit Mutterkühen

- Var_1: Standweide 0,9 GV/ha (SW_0,9 GV)
- Var_2: Standweide 1,2 GV/ha (SW_1,2 GV)
- Var_3: Umtriebsweide 1,5 GV/ha (UW_1,5 GV)

Nutzung ohne Tiere bzw. Sukzession auf Auengrünland (Kontrollvarianten)

- Var_6: Spätschnittnutzung zur Heugewinnung (Spätschnitt)
- Var_7: Ungelenkte Sukzession (Sukzession)

Umnutzung von Ackerland in Weideflächen

- Var_4: Damwildhaltung auf Ansaatgrünland (Damwild)
- Var_8: Ansaat von Rohrschwingel-Winterweide für Mutterkühe (Winterweide)

Deichpflege mit Schafen bzw. mechanisch

- Var_5: Koppelschafhaltung auf dem Deich (Deich_Schaf)
- Var_9: mechanische Deichpflege mittels Mahd (Deich_Mahd)

4.2 Versuchsflächen

Die Untersuchungsflächen wurden entsprechend der Aufgabenstellung ausgewählt. In unmittelbarer Nähe zur Elbe, auf der Weide "Tauschwitz", lagen die Parzellen der ganzjährigen Freilandhaltung von Mutterkühen. Auf einem ca. 41 ha großen Grünlandareal wurden die Weideversuche mit Mutterkühen unterschiedlicher Besatzintensität angelegt. Die Vornutzung erfolgte als Mähweide.
Die Verfahren der Deichpflege wurden auf zwei Versuchparzellen auf dem Elbdeich durchgeführt. Die Flächen, welche ähnliche floristische Zusammensetzung aufweisen, waren lediglich durch eine Deichüberfahrt räumlich getrennt. Beide Parzellen unterlagen identischer Vornutzung. Im jährlich wechselnden Rhythmus wurde entweder zweimal jährlich gemäht oder es fanden in Abhängigkeit des Futteraufkommens im Mittel drei Weidedurchgänge mit Merinoschafen statt. Die Größe der Parzellen betrug 50 x 28 m.
Die Versuche zur Etablierung von Grünland auf Ackerstandorten wurden 1997 angelegt. Es befanden sich drei Ansaatvarianten und eine Dauergrünlandparzelle im 8 ha großen Damtiergehege. Die Ansaatvariante „Winterweide“ lag im Bereich der ganzjährigen Freilandhaltung von Mutterkühen und umfasste eine Fläche von 17 ha.
Die Spätschnittwiese und die Sukzessionsfläche befanden sich auf dem Grünlandareal, welches auch für die Beweidung mit Mutterkühen genutzt wurde.

Aus der Abbildung 4.2-1 ist die Lage der Versuchsparzellen ersichtlich. Eine detaillierte Aufteilung der Weide "Tauschwitz" in die einzelnen Versuchsvarianten zeigt Abbildung 4.2-2 (siehe auch die entsprechende Luftbildaufnahme in Kapitel 3.3).

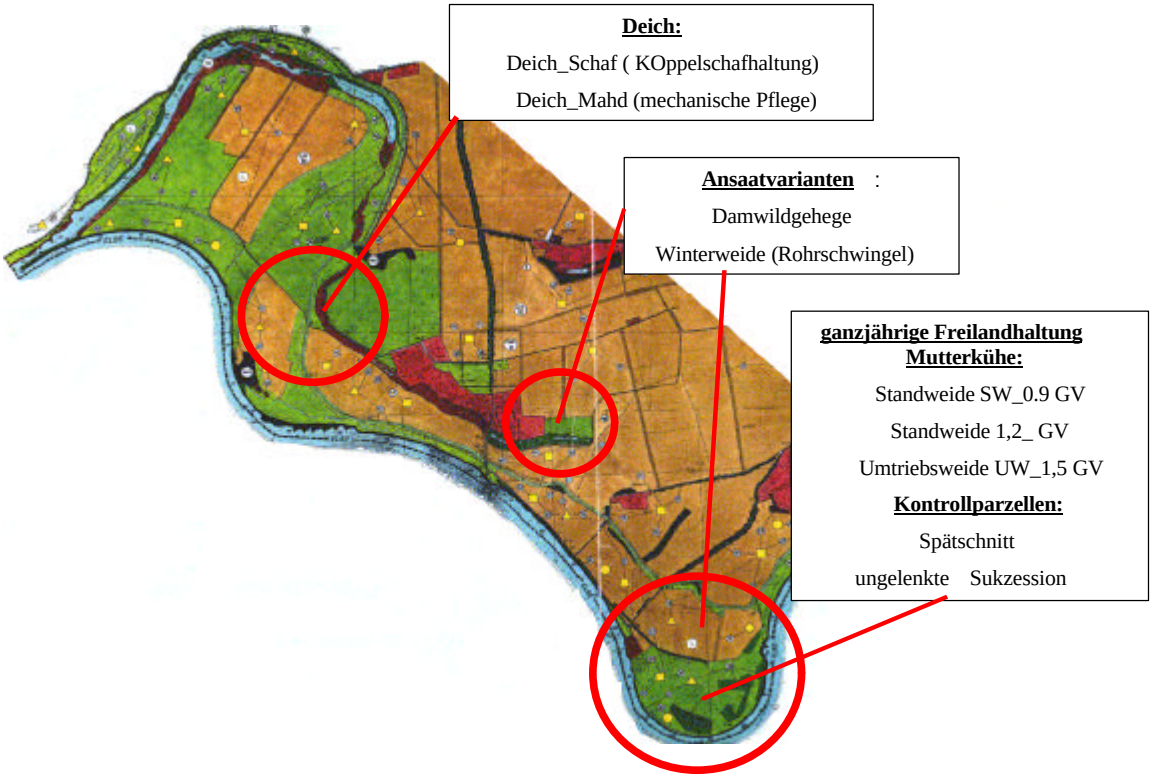


Abbildung 4.2-1: Lage und Einteilung der Versuchsparzellen

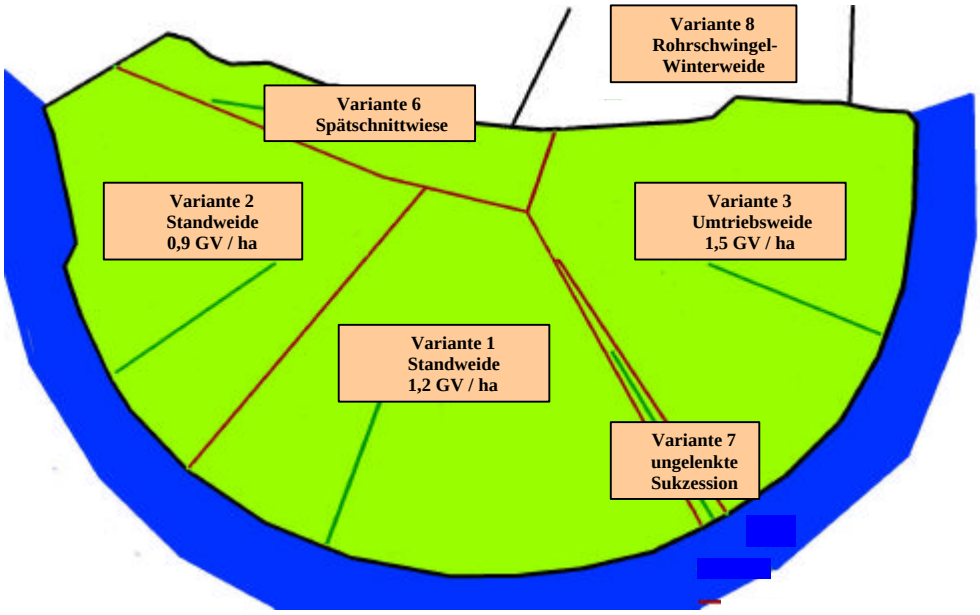


Abbildung 4.2-2: Aufteilung der Weide "Tauschwitz" in die einzelnen Versuchsvarianten

4.3 Untersuchungsparameter

Ziel des vorliegenden Projektes war es, verschiedene Landnutzungsvarianten auf elbnahen Grünlandarealen ökologisch und ökonomisch zu bewerten.
In Tabelle 4.3-1 sind die Parameter dargestellt, die gewählt wurden, um die Frage zu beantworten: "Welches Nutzungsverfahren und wie viele Tiere erträgt das Grünland unter Wahrung der ökologischen Anforderungen und der wirtschaftlichen Nutzinteressen?"

Tabelle 4.3-1: Parameter der Untersuchungen

Ökologische Parameter	Ökonomische Parameter
• **Floristisches Arteninventar des Grünlandes** *(Sukzessionsuntersuchung, Ertragsanteilschätzungen)* • **Flächenbezogener Nährstoffin- und output** *(Nährstoffgehalte im Boden, Bilanzrechnungen und –szenarien)* • **Nutzungsbedingte Beeinflussung von Flora und Fauna** *(zoologische Bioindikation, Trittbelastung, Pflanzenselektion, Narbendichte)* • **Artgerechte und tierschutzkonforme Weidetierhaltung und –gesundheit** *(ethologische und stoffwechselseitige Untersuchungen)* • **Schwermetalltransfer** *(Boden – Pflanze – Tier – Nahrungsmittel; Stoffeintragsmessung auf der Fläche durch Hochwasserereignisse)*	• **Futterwert und Ertrag der Grünlandaufwüchse und deren Konservate *** *(kontinuierliche Bestimmung der Futterwert- und Ertragsentwicklung , Bestimmung der Verdaulichkeiten bei Hammel und Rind)* • **Leistung, Gesundheit und Fruchtbarkeit der Weidetiere** *(Körperkondition der Muttertiere, Wachstumsleistung der Kälber und Jungrinder, Parasitenbefall der Tiere, Stoffwechselindikatoren des Fütterungserfolges)* • **Vollkostenerfassung der landwirtschaftlichen Primärprozesse** *(Arbeitszeitaufwendungen, variable und fixe Kosten der Verfahren)* • **Kulturhistorische und sozioökonomische Studien im sächsischen Elbverlauf** *(Entwicklung der Landnutzung in sächsischen Elbauen)*

* Der Parameter "Futterwert und Ertrag der Grünlandaufwüchse und deren Konservate" wurde hoch gewichtet, da bisher nur wenige Befunde zum Futterwert von extensivem Gras und insbesondere von Winterfutter auf dem Halm bei ganzjähriger Freilandhaltung vorliegen.

4.4 Tiermaterial

Die Versuche wurden mit Rindern, Schafen und Damwild des Lehr- und Versuchsgutes Köllitsch durchgeführt. Die Mutterkuhherden waren schon viele Jahre an die ganzjährige Außenhaltung adaptiert. Aufgrund der notwendigen Herdengrößen und rassenspezifischer Besonderheiten konnte eine Belegung der drei Mutterkuhherden mit Tieren der gleichen Rasse nicht realisiert werden. Nähere Erläuterungen sind der Tabelle 4.5-1 zu entnehmen.

4.5 Variantenbeschreibung

Ganzjährige Beweidung von Auengrünland mit Mutterkühen

❶ Standweide 0,9 GV / ha

Dies war die extensivste Variante der Versuche. 9 Mutterkühe wurden ganzjährig auf einer 14,5 ha großen Standweide gehalten.Weder Fläche noch Tiere wurden über den Versuchszeitraum gewechselt. Eine externe Zufütterung fand lediglich durch eine Stroheinstreu während der Wintermonate statt. Ca. 1,5 ha des ersten Aufwuchses der Standweide wurden zur Futterversorgung in Zeiten der Futterknappheit (Sommertrockenheit, geschlossene Schneedecke) konserviert. Die Lagerung der Heuballen erfolgte auf der Versuchsparzelle. Entsprechend den KULAP-Richtlinien (SMUL, 2000) fand die Mahd nach dem 15.Juni statt. Die Besatzleistung betrug 329 GV-Tage je ha.

❷ Standweide 1,2 GV / ha

In der Variante mittlerer Intensität wurden 10 Mutterkühe ganzjährig auf 11 ha Standweide gehalten. Eine Zufütterung in Zeiten der Futterknappheit erfolgte mit Heu und Silage, welche auf der benachbarten Spätschnittwiese erzeugt wurden. Die Konservatlagerung erfolgte in Wickelballen auf der Fläche. Die Besatzleistung betrug 438 GV-Tage/ha. Der Gesamt-Besatz „Weide + Futterfläche“ betrug 0,6 GV/ha. Einmal jährlich im Frühjahr wurde zur Weidepflege eine Nachmahd durchgeführt.

❸ Umtriebsweide 1,5 GV / ha

In der "intensivsten" dritte Variante wurden 30 Mutterkühe der Rasse Limousin auf einer Umtriebsweide mit bis zu vier Umtrieben pro Jahr gehalten. Ziel war es, eine zur Variante 2 identische Besatzleistung bei eingeschlossener Winterruhe für die Weidefläche zu erreichen. Die mittlere Weidedauer pro Umtrieb betrug 52 Tage. Nach jedem Umtrieb wurde eine pflegende Nachmahd durchgeführt.
Im Mittel wurde über die Versuchsdauer auf der Versuchsparzelle eine Besatzleistung von 546 GV-Tage je ha erzielt. Zusätzliche 17 ha Futterflächen wurden den Tieren in Form eines weiteren Vordeichgrünlands und einer Rohrschwingel-Winterweide (Var_8) zur Verfügung gestellt. Außerdem standen die Konservate des ersten Aufwuchses der Winterweide in der vegetationsfreien Zeit als Zufuttermittel zur Verfügung. Den Kälbern wurde separat Kraftfutter ad libitum verabreicht. Die Konservatlagerung erfolgte auf der Winterweidefläche. Über die Versuchsdauer wurden keine Düngemittel auf die Versuchsparzelle ausgebracht. Die Winterweide wurde mit 20 m^3 je ha Rindergülle nach dem ersten Schnitt gedüngt.

Nutzung ohne Tiere bzw. Sukzession auf Auengrünland (Kontrollvarianten)

❻ Spätschnitt

Eine Vergleichsvariante zur Weidenutzung war eine 3,2 ha große Spätschnittwiese. Diese wurde entsprechend den sächsischen KULAP-Richtlinien (LfL, 2001) zweimal jährlich geschnitten. Die Vornutzung war identisch den Weidevarianten. Die anfallenden Konservate wurden zur Zufütterung in der Mutterkuhvariante „SW_1,2 GV“ verwendet. Über die Versuchsdauer wurde kein Nährstoffausgleich durchgeführt.

❼ ungelenkte Sukzession

Als weitere Kontrollvariante wurde eine Fläche mit ungelenkter Sukzession ausgegrenzt. Sie umfasste 0,6 ha. Sie befand sich zwischen den Varianten „SW_1,2 GV“ und „UW_1,5 GV“. Auf dieser Fläche erfolgten keinerlei äußere Eingriffe der Bewirtschaftung.

Umnutzung von Ackerland in Weideflächen

❹ Neuansaat Damwildgehege

Das Damwildgehege bestand aus 4 Koppeln, auf welchen unterschiedliche Ansaatmischungen zum Einsatz kamen. Das Gehege 1 wurde 1997 mit der sächsischen Qualitätssaatmischung G 6, Gehege 2 mit der Mischung G 7 und Gehege 4 mit G 5 (LFL 1998) angesät. Das Gehege 3 war ein Dauergrünlandbestand.
Als Weideverfahren wurde ein rotierendes Umtriebssystems durchgeführt. Überschüssige Futteraufwüchse wurden konserviert und als Winterfuttergrundlage verwendet. Die Düngung erfolgte nach Entzug.

❽ Winterweide

Eine Ackerfläche, welche unmittelbar an das elbnahe Dauergrünland der Variante UW_1,5 GV angrenzte, wurde 1995 mit den Rohrschwingel-Sorten `Dovey´, `Barcel´ und `Elfina´ angesät. Die Winterweide erhielt 20 m^3 je ha Rindergülle nach dem ersten Schnitt. In Abhängigkeit vom Entzug wurde nach dem zweiten Aufwuchs eine mineralische N-Düngung durchgeführt.

Deichpflege mit Schafen bzw. mechanisch

❺ Koppelschafhaltung auf dem Deich

125 Merino-Mutterschafe wurden in rotierender Koppelhaltung auf insgesamt 6,77 ha Elbdeichanlagen von März bis November gehalten. Die Beweidung der Versuchsparzelle erfolgte in Abhängigkeit des Futterzuwachses 4 bis 5 mal pro Jahr. Eine mineralische Düngung war ausgeschlossen.

❾ Pflegeschnitt Deich

In Abstimmung mit der Talsperrenverwaltung wurden nach dem 15. Juni ein- bis zweimal jährlich ein maschineller Pflegeschnitt durchgeführt. Das Schnittgut wurde abgefahren.

In Tabelle 4.5-1 werden die fünf Nutzungsvarianten mit landwirtschaftlichen Nutztieren zusammenfassend erläutert.

Tabelle 4.5-1: Beschreibung der Nutzungsvarianten mit landwirtschaftlichen Nutztieren

	Variante 1 (SW_0,9)	**Variante 2 (SW_1,2)**	**Variante 3 (UW_1,5)**	**Variante 4 (Damwild)**	**Variante 5 (Deich_Schaf)**
Rasse	Hybridkühe (Milchrind x Fleckvieh)	Hybridkühe (Milchrind x Fleckvieh)	Limousin	Damtiere	Merino - Fleischschaf
Herdengröße	9 Mutterkühe mit Nachzucht	10 Mutterkühe mit Nachzucht	30 Mutterkühe mit Nachzucht	65 Damtiere mit Nachzucht	125 Mutterschafe
Besatzstärke	0,9 GV/ha *	1,2 GV/ha *	1,5 GV/ha *	1,22 GV/ha *	2,77 GV/ha *
Haltungsform	Ganzjährige Freilandhaltung	Ganzjährige Freilandhaltung	Ganzjährige Freilandhaltung	Ganzjährige Freilandhaltung	Winterstallhaltung
Weidesystem	Standweide	Standweide	Umtriebsweide	Umtriebsweide	Koppelhaltung
Futtergrundlage im Sommer	Weide	Weide	Weide	Weide	Deich
Futtergrundlage im Winter	Weide, Stroh, Konservate von der eigenen Fläche	Heu von Spätschnitt-wiese, Weide	Rohrschwingelheu, Winterweide	Konservate von der eigenen Fläche	Heu, Stroh
Dauer der Winterfutter-periode	4,5 Monate	5,5 Monate	6,7 Monate	-	-
Kraftfuttergabe	keine	keine	nur an die Kälber	keine	keine
Abkalbeperiode	Frühjahr	Frühjahr	Frühjahr	-	Winter
Produktionsrichtung	Verkauf der Absetzer	Verkauf der Absetzer	Verkauf der Absetzer	Verkauf der Jungtiere	Verkauf der Lämmer
Weidepflege	ohne	1x Mulchen im Frühjahr	2x Nachmahd	2x Nachmahd	-

* Eine Großvieheinheit (GV) entspricht 500 kg Lebendmasse. Der Großviehbesatz errechnet sich nach folgendem Umrechnungsschlüssel: eine Mutterkuh = 1 GV, ein Mutterschaf = 0,1 GV, ein adultes Damtier (50 kg) = 0,1 GV, ein Damwild-Kalb im 1. Lebensjahr (25 kg) = 0,05 GV (Golze, Klemm 1995).

4.6 Methoden und Statistische Auswertung

Das Untersuchungsprogramm der Jahre 1999, 2000 und 2001 ist in Tabelle 4.6-1 aufgeführt.

Tabelle 4.6-1: Untersuchungsprogramm

Untersuchungsgegenstand		Methode	Variante *** / Ort	Zeitpunkt der Messung	Durchführung	Biostatische Auswertung
1. Boden						SPSS 10.0, SORT 4.0
	Nmin	VDLUFA (1991)	alle Varianten; entlang von Transekten	jährlich zu Vegetationsbeginn und zu Vegetationsende	10 Einstiche/Probe; 3 Wiederh. à 3 Bodentiefen (0-15, 15-30, 30-60 cm)	Mittelwertbildung
	Grundnährstoffe	VDLUFA (1991)		zu Vegetationsbeginn 1999 und 2001		Mittelwertbildung
	Spurenelemente	VDLUFA (1991)				Mittelwertbildung
2. Pflanzenaufwuchs						
	feinanalytische Sukzessionsuntersuchung	FISCHER (1995)	Var_1 - 3, 5 - 7, 9; entlang von Transekten	jährlich zu Vegetationsbeginn	Deckungsgradschätzung auf 168 Parzellen unterteilt in 4 Kleinparzellen (672 Kleinparzellen) entlang von Transekten	SORT 4.0: Clusteranalyse (Euklidische Distanz) Shannon-Index Eveness
	Ertragsanteilschätzung	KLAPP & STÄHLIN (1956)	Var_4, 8	jährlich zu Vegetationsbeginn	Dauerbeobachtungsflächen (25 m2)	
	botanische Analyse	VOIGTLÄNDER & VOSS (1979)	Var_6; Schnittzeitpunkt	monatlich	Anteile an Gräsern, Kräutern und Leguminosen in Schnittproben	Korrelation nach Pearson
	Bodenoffenheit (Narbe, Tritt, Exkremente,...)	Wacker u.a. 2000	alle Varianten	jährlich zu Vegetationsbeginn und zu Vegetationsende	Deckungsgradschätzung auf 168 Parzellen entlang der Transekten	
	anorganische Schadstoffe	s. Teilkapitel	Var_3	s. Teilkapitel	Proben von Boden, Pflanzen und Tiororganen	Median
3. Biomonitoring						
	Fallenserie	beschrieben bei MALT & PERNER (2000)	Var_1 - 3, 5 - 7, 8, 9; entlang von Transekten	Vegetationsperiode 1999 und 2001	Barberfallen in 2 Gruppen à 3 Fallen je Variante mit 14-tägigem Fallenwechsel; 15 Leerungstermine/Jahr; 5 %ige Formalinlösung, Konservierung in 95 %igem Alkohol	
	Temperatur an Bodenoberfläche	beschrieben bei MALT & PERNER (1999)	Var_1 - 3, 5 - 7, 8, 9 an Fallenserie	aller 30 min über gesamten Versuchszeitraum	Temperaturlogger	Mittelwertbildung
	Bodenfeuchte	beschrieben bei MALT & PERNER (1999)	Var_1 - 3, 5 - 7, 8, 9 an Fallenserie	Vegetationsperiode 1999 und 2001 im 14-tägige Meßintervalle mit 2 Wiederh.	Hydrologger	
4. Hochwassersedimentation						
	Rasenmatten	nach KRÜGER et al. (1999)	3 x 3 Standorte	bei Überschwemmungs-ereignissen	9 Kunstrasenmatten 1 x 2 m; TS-Bestimmung der Sedimente, Analyse auf Schwermetalle	Mittelwertbildung
5. Ertragsfeststellung						
	Schnitt		Var_6	kontinuierlich	Schnitt, 14 tägig, 1 Wiederh.; TS-Ermittlung bei 60 °C	
	Weide		Var_1 - 5	kontinuierlich	Schnitt, monatlich; Stapelschnitt, 2 Wiederh.; TS-Ermittlung bei 60 °C	Mittelwertbildung multiple Regression
	Weiderest		Var_1 - 5	kontinuierlich	Schnitt, monatlich, 2 Wiederh.; TS-Ermittlung bei 60 °C	Bestimmtheitsmaß r^2 Standardfehler des Mittelwerts
6. Futterwertparameter						
	NEL-Schätzung über XP, XF, XA	NAUMANN & BASSLER (1976), BFE (1991)	Var_1 - 6, Reinansaaten	kontinuierlich	Konserve, Schnitt, Weide, Weiderest 1 Wiederh.; 60 °C	Mittelwertbildung multiple Regression Bestimmtheitsmaß r^2 Standardfehler des Mittelwerts
	NEL-Schätzung über ELOS (Enzymlöslichkeit der OS)	DE BOEVER (1986)	Var_1 - 6, 8, Reinansaaten	kontinuierlich	Weiderest; 1 Wiederh.; 60 °C	Prüfung auf Normalverteilung: Kolmogorov-Smirnov-Test
	NEL-Schätzung über, HFT (Hohenheimer Futterwerttest)	MENKE & STEINGASS (1987)	Var_8, Reinansaaten	Winterhalbjahr 1999 und 2000, 4 Termine	7-wöchig; 1 Wiederh.; 60 °C	
	NEL-Schätzung über Kot-N-Methode	SCHMIDT (1993)	Var_1 - 5	kontinuierlich	monatlich; 3 Proben à 3 Tiere/Var, Frischprobe tiefgefroren	Signifikanzen: Tukey HSD-Test Kruskal-Wallis-Test
	NEL-Schätzung über Verdaulichkeitsbestimmung am Hammel	GEH 1995	Var_1, 8	Winterhalbjahr 1999 und 2000	4 Hammel im Bilanzversuch	
	Mineralstoffe	NAUMANN & BASSLER (1976)	Var_1 - 6, 8, Reinansaaten		zweimal jährlich, 1 Wiederh.; 60 °C	
7. Tierphysiologische Untersuchungen						
	Blutparameter	ROSSOW et al. (1987)	Var_1 - 3	4-mal jährlich	35 Mutterkühe	Prüfung auf Normalverteilung: Kolmogorov-Smirnov-Test
	Haare	ANKE (1984), FÜRLL (1981)	Var_1 - 3	4-mal jährlich	36 Mutterkühen	
	Exkremente, Harn	ROSSOW et al. (1987)	Var_1 - 3	4-mal jährlich	36 Mutterkühe, 20 Kälber; Frischprobe	Signifikanzen: Wilcoxon-Test U-Test nach Mann-Whitney
8. Tierleistung						
	Tiergewichte		Var_1 - 5	1 - 4 mal jährlich	Lebendwägung bei Auf- bzw. Abtrieb/Schlachtgewicht (Damwild)	
	Körperkondition	JILG (1998)	Var_1 - 3	monatlich	Body condition scoring, Einstufung in 5 Klassen	
9. Ökonomische Bewertung						
	Kosten/Leistungen		für jede Nutzungsvariante	bezogen auf die Produktionsperiode 2000	Deckungsbeitragsrechnung; Verfahrensvergleich jährlich auf der Grundlage der wissenschaftlichen Versuche bzw. von Standardwerten	
	Gewinn/Verlust					
10	Nutzungsgeschichte der Elbaue			Literaturrecherche		
11. Ethologische Untersuchungen bei ganzjähriger Mutterkuhhaltung						
	Ethologische Untersuchungen	LAUBE (2000)	Var_1, 2, 3	4/2000 bis 6/2001	Videodokumentation des tierischen Antwortverhaltens auf Stresssituationen	

*** Versuchsvarianten:

Var_1: Mutterkühe, Standweide 0,8 GV/ha; Var_2: Mutterkühe, Standweide 1,2 GV/ha; Var_3: Mutterkühe, Koppelweide 1,5 GV/ha, Winterweide; Var_4: Damwild; Var_5: Koppelschafhaltung, Deichpflege; Var_6: Spätschnittwiese, Konservatgewinnung; Var_7: ungelenkte Sukzession; Var_8: Winterweide, Ackerbegrünung; Var_9: Deichmahd

4.7 Beteiligte Institutionen

In die Projektbearbeitung wurden neben verschiedenen Fachbereichen der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft folgende wissenschaftliche Einrichtungen einbezogen:

- Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg – Futterwertbestimmungen in vivo
- Universität Leipzig – Tierphysiologische Untersuchungen
- Friedrich-Schiller Universität Jena – Mikroklimatische Messungen
- Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Dresden – kulturgeschichtliche Recherchen
- Albrecht-Daniel-Thaer Institut Leipzig– Ethologische Untersuchungen

5 Einfluss der Nutzungsverfahren auf ökologische Parameter

5.1 Bodennährstoffe und Beschaffenheit

Ein wesentlicher Indikator für die Umweltgerechtheit eines Nutzungsverfahrens ist die Entwicklung der Bodennährstoffgehalte. In der Literatur werden Verlagerungstendenzen insbesondere von Nitrat-Stickstoff und Kalium in tiefere Bodenschichten beschrieben (MILIMONKA 1993, DEWES 1995). Insbesondere Orte des häufigen Aufenthalts von Weidetieren scheinen für Nährstoffverlagerungstendenzen prädestiniert zu sein. Auf Auengrünlandflächen werden die Nährstoffvorräte außerdem durch die Häufigkeit und Art und Weise von Überschwemmungseinflüssen geprägt. Die Nährstoffsituation ist aber auch Grundlage der Entwicklung von Flora und Fauna und bedingt nicht zuletzt die Inhaltsstoffgehalte im Futter der Weidetiere. Da in extensiv geführten Systemen oftmals eine Ausgleichsdüngung unterbleibt, ist die Kenntnis der Nährstoffgehalte des Bodens hinsichtlich der Quantität und Qualität des Aufwuchses von besonderer Wichtigkeit, da das geologische Nachlieferunsvermögen der Böden begrenzt ist. Demzufolge bekommt die Einteilung in Gehaltsklassen eine nicht zu unterschätzende Wichtigkeit in der Einordnung der Nutzungsverfahren (PÖßNECK 2000).

5.1.1 Material und Methoden

Im vorliegenden Projekt wurde die Versorgungssituation der Versuchsflächen mit Nährstoffen durch Boden- und Pflanzenuntersuchungen entlang von Transekten untersucht. Die Messungen erfolgten in den Jahren 1999, 2000 und 2001. Jeweils zu Beginn (März) und am Ende der Vegetationsperiode (November) wurden die N_{min}-Gehalte (NO_3, NH_4), zu Projektbeginn (März 1999) und am Projektende (März 2001) wurden die Konzentrationen der Makronährstoffe Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (M)g und der Mikronährstoffe Kupfer (Cu), Zink (Zn), Mangan (Mn), Bor (B) in drei Bodentiefen ermittelt.

Mittels eines Pürckhauer-Bohrstocks, der hydraulisch eingeschlagen wurde, erfolgte die Entnahme eines Bohrkernes, der in die Bodentiefen 0-15 cm, 15-30 cm und 30 bis 60 cm separiert wurde. Vor Ort wurde eine repräsentative Probenteilung vorgenommen. Die Mischproben wurden bei –25 °C tiefgefroren.

Zusätzlich wurden die Parameter N_t, pH und Humus erfasst. Zur Beurteilung der Bodengüte wurde auf den Versuchsstandorten „Deich“, „Damwildgehege“ und „Tauschwitz“ wurde im Jahr 1999 die Korngrößenzusammensetzung durch Siebung bestimmt.

Die Bodenentnahme und Anzahl der Wiederholungen erfolgte je nach Art, Lage und Länge der Transekte in den Untersuchungsparzellen.

Die Beprobung der Varianten „SW_0,9 GV, SW_1,2 GV, UW_1,5 GV, SSW und Sukzession“ erfolgte entlang den Transekten im 100 m Raster mit jeweils 10 Einstichen. Dies entspricht der Mindesteinstichzahl für eine repräsentative Probennahme (SCHMIDHALTER 1991). Den Deichvarianten wurden zwei Mischproben entlang den jeweiligen Transekten entnommen. Auf den Parzellen der Ansaatvariante „Winterweide“ wurden die Mischproben in einer Diagonalen mit Wiederholung gewonnen und im Damwildgatter erfolgte die Entnahme in den Gehegen 1, 2 und 4, ebenfalls diagonal.

Die Analysen erfolgten im Fachbereich Landwirtschaftliche Untersuchungen der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft und in einem privaten Labor nach den Richtlinien des VDLUFA (1991). Der pH-Wert wurde in Kalziumchloridlösung (0,01) bestimmt. Die Analyse von Phosphor und Kalium erfolgte nach der Doppellaktat-Methode, Magnesium wurde nach der Methode von SCHACHTSCHABEL bestimmt. Die Bestimmung von Bor erfolgte mittels der Heißwasserextraktion nach BERGER und TRUOG, Kupfer wurde nach der HNO_3-Methode nach WESTERHOFF analysiert. Die Untersuchung von Mangan und Zink wurde nach der Methode von SCHACHTSCHABEL (Sulfit/pH 8) bzw. nach der EDTA-Methode nach TRIEWEILER und LINDSAY durchgeführt.

Definitionen der Versorgungsstufen (VST):*

A sehr niedriger Gehalt
B niedrigerer Gehalt
C anzustrebender (optimaler) Gehalt
D hoher Gehalt
E sehr hoher Gehalt

*Die Grenzwerte der einzelnen Versorgungsstufen für Grundnährstoffe und pH-Stufen des Grünlandes befinden sich im Anhang, Tab. A1.

Die durchgeführten Entnahmetiefen zur Bestimmung der Grundnährstoffgehalte erfolgten in Abweichung zu den Richtlinien für Grünland nicht in der Bodentiefe 0-10 cm, da keine Düngungsempfehlung gegeben, sondern Verlagerungstendenzen im Vergleich der Varianten beschrieben werden sollten. So konnte auch eine Vergleichbarkeit zu den ebenfalls analysierten ehemaligen Ackerstandorten erzielt werden. Aus arbeitswirtschaftlicher Sicht erschien es daher sinnvoll, die Entnahmetiefen den N_{min}-Beprobungen anzugleichen. Auf eine Einordnung in die Versorgungsstufen für Grundnährstoffe soll trotzdem nicht verzichtet werden. Allerdings ist eine Konzentrationsverringerung aufgrund der von den Standards abweichenden Bodentiefen nicht auszuschließen.

Ergebnisse

5.1.2 Körnung und Bodenarten

Die Körnung ist eine der wichtigsten Eigenschaften für die Bodenentwicklung, Ertragsfähigkeit und für die Puffer- und Filtereigenschaften der Böden (SCHACHTSCHABEL 1992). Die Unterscheidung in Korngrößenfraktionen bzw. deren Mengenverteilung erklärt die Anteile der Fraktionen Sand, Schluff und Ton. Gemische dieser Fraktionen werden als Bodenarten bezeichnet. Die Ergebnisse der Bodenkörnungsuntersuchung der untersuchten Varianten sind in Tabelle 5.1-1 dargestellt.

Die Böden der Varianten „Standweide (SW)“, „Spätschnitt“ und „Deich“ sind geprägt von einem hohen Sandanteil zwischen 68,5 und 82,5 % (Abbildung 5.1-1). Die ehemaligen Ackerstandorte der Ansaatvarianten „Damwild“ und „Winterweide“ waren hingegen sandärmer (24 - 40 %).

Vergleicht man die Korngrößenanteile in Abhängigkeit von der Entfernung zur Elbe (Abbildung 5.1-2), ist in Elbnähe ein Schluffanteil von über 47 % festzustellen, der mit zunehmender Entfernung geringer wird. In gleichem Maße nimmt der Sandanteil und hier im besonderen der Mittelsandgehalt zu.

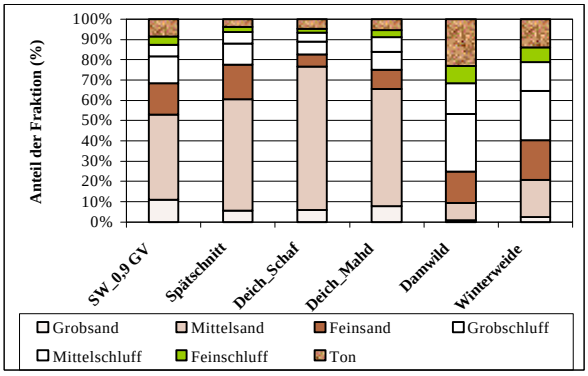


Abbildung 5.1-1:
Körnungs-Summenkurve der Böden der Varianten SW_0,9 GV, Spätschnitt, Winterweide, Damtier, Deich_Mahd und Deich_Schnitt (Bodenschicht: 0-60 cm)

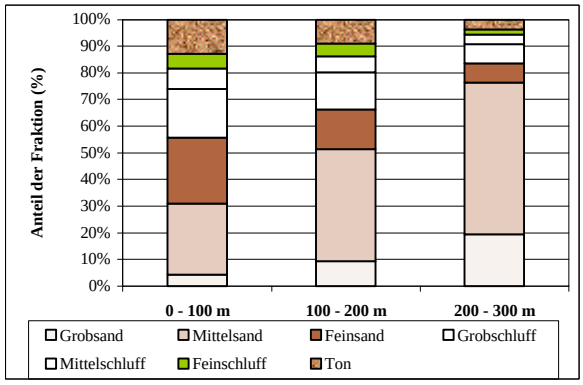


Abbildung 5.1-2:
Körnungs-Summenkurve des Bodens der Variante SW_0,9 GV in Abhängigkeit der Entfernung zur Elbe (Bodenschicht: 0-60 cm)

Entsprechend der Bezeichnung der Bodenarten, charakterisiert durch die Korngrößenfraktionen `Sand´, `Schluff´ und `Lehm´, lässt sich für die Varianten nach DIN 4220 im Dreieckskoordinatensystem (SCHACHTSCHABEL 1992) die in Tabelle 5.1-1 dargestellte Einteilung treffen.

Tabelle 5.1-1: Korngrößenverteilung des Bodens der einzelnen Varianten und Einteilung der Böden in Bodenarten

Variante	Sand (%)	Schluff (%)	Ton (%)	Bodenart * (nach SCHACHTSCHABEL)	
SW_0,9 GV	68,5	22,9	8,5	Sl_3	mittel lehmiger Sand
Spätschnittwiese	76,3	19,8	3,9	Su_2	schwach schluffiger Sand
Deich_Schafe	82,5	12,7	4,8	Sl_2	schwach lehmiger Sand
Deich_Mahd	74,8	19,7	5,5	Sl_2	schwach lehmiger Sand
Winterweide	40,5	45,5	14,0	Slu	schluffig lehmiger Sand
Damwildgehege	24,8	52,0	23,2	Lu	schluffiger Lehm

* Bodenarten (S = Sand, L = Lehm, l = lehmig, u = schluffig; 2 = schwach, 3 = mittel, 4 = stark)

5.1.3 Makronährstoffe

Stickstoff

Der Stickstoff im Boden ist durch Mineralisierung und Immobilisierung in einen Kreislauf zwischen anorganischen und organischen N-Verbindungen eingebunden. In Ökosystemen stellt sich nach Stabilisierung ein Gleichgewicht zwischen N-Input durch mikrobielle N_2-Bindung und der N-Zufuhr (NO_3^-, NH_4^+) über Niederschläge und N-Output, hervorgerufen durch Auswaschung und Denitrifikation, ein. Dieses Gleichgewicht wird beeinflusst von Klima, Vegetation und Bodeneigenschaften. Auf Auenlehmböden mit hohem Sandanteil erfolgen Tiefenverlagerung und N-Auswaschung wesentlich schneller als bei schluffig-tonigen Böden. Die Hauptauswaschung erfolgt im Zeitraum von September bis April, wobei auf gemähtem Dauergrünland nur bis zu 20 kg/ha N und Jahr ausgewaschen werden. Allerdings ist die Auswaschung auf Weideland durch den punktuellen Harn- bzw. Kotabsatz der Weidetiere punktuell höher einzuschätzen (SCHACHTSCHABEL 1992). Auch können größere Mengen an mobilisierbarem organisch-gebundenen Stickstoff die Nitratauswaschung erhöhen.

Nitratstickstoff

Die Bodennährstoffgehalte der Weideflächen der ganzjährigen Freilandhaltung von Mutterkühen war zu Versuchsbeginn geprägt von hohen bis sehr hohen Stickstoffgehalten. Im Mittel betrug der Nitratgehalt in der Bodenschicht 0-60 cm zu Versuchsbeginn 99,6 kg NO_3 je ha. Im Verlauf über die drei Versuchsjahre konnte die Nitratlast um 63,8 % auf nunmehr 36,1 kg reduziert werden. Zwischen den untersuchten Varianten waren die Differenzen im N-Gehalt zu Versuchsende nur marginal (Abbildung 5.1-3).

Hinsichtlich der Nährstoffverteilung über die drei Bodenschichten 0-15 cm, 15-30 cm und 30-60 cm traten zwischen den Varianten aber deutliche Unterschiede zu Tage. Auffallend war die sukzessive Verlagerung des Nitrats in tiefere Bodenschichten. Allerdings konnte nach drei Versuchsjahren eine starke Nitratreduzierung in allen Bodenschichten erreicht werden. Am deutlichsten fiel diese bei der extensivsten Variante SW_0,9 mit insgesamt 75 % aus. Dabei konnte ein NO_3-Rückgang in der obersten Schicht um 80 % beobachtet werden (15-30 cm: 72 %, 30-60 cm: 74 %). Diese Variante wies mit 6,9 kg/ha auch die geringste Nitratkonzentration der drei Weidevarianten auf. Die Varianten SW_1,2 und UW_1,5 lagen in der Verringerung der N-Last über die drei Schichten auf ähnlichem Niveau (gesamt: 54 %, 0-15 cm: 46, 15-30 cm: 55 %, 30-60 cm: 61 % ; gesamt: 52 %; 0-15 cm: 56 %, 15-30 cm: 44 %, 30-60 cm: 49 %). Alle drei Varianten reduzierten demnach erheblich die Nitratlast in den oberen Bodenschichten. Insgesamt stellte sich tendenziell schon nach kurzer Versuchsdauer und unabhängig vom Weideverfahren ein Nitrat-Gleichgewichtszustand von ca. 35 kg NO_3 je ha ein. Dieser wird aufgrund der unterschiedlichen Nährstoffzufuhren bzw. Entzüge jedoch unterschiedlich schnell erreicht (s. Kapitel Nährstoffbilanzierung).

Im Vergleich zu den Weidevarianten wiesen die Kontrollvarianten „Spätschnitt“ und „Sukzession“ im Gesamtnitratgehalt 2001 über die drei Bodenschichten die geringsten Konzentrationen auf (13,0 kg/ha bzw. 26,3 kg). Durch den vollständigen Entzug der Biomasse konnte auf der Spätschnittwiese mit 3,5 kg/ha NO_3 auch die geringste Konzentration in der obersten Bodenschicht erzielt werden.

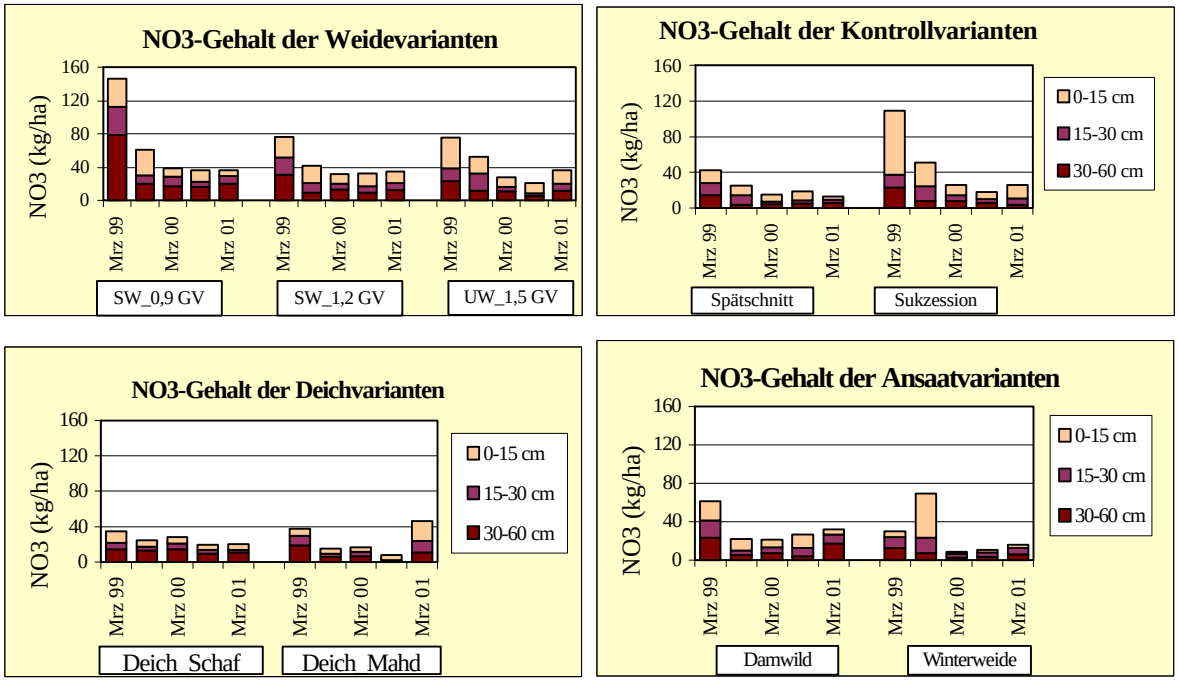


Abbildung 5.1-3: Entwicklung der NO_3-Gehalte im Boden (drei Bodentiefen) über die Versuchszeit

Betrachtet man die Nitratgehalte der „Deich“ und „Ansaat“-Varianten, so ist ebenfalls ein kontinuierlicher Rückgang der Konzentration festzustellen. In der Variante „Deich_Mahd“ sank der Nitratgehalt im Boden bis November 2000 um 79 %, stieg im Frühjahr 2001 aber auf 45,9 kg NO_3/ha an. Dieser Anstieg war durch Windabtrift bei der N-Düngung benachbarter Ackerflächen per Flugzeug zu erklären.
Die Nitratgehalte der Weidevariante "Deich_Schaf" waren ebenfalls rückläufig. Trotz langjähriger Weidevornutzung konnten hier die Nitrat-Konzentrationen im Oberboden im Vergleich zum Versuchsbeginn um 41 % reduziert werden.
Da zur Etablierung eines Dauergrünlandbestandes für eine ausgeglichene Nährstoffversorgung zu sorgen ist, wurde im Versuchdesign die N-Düngung auf den Ansaatvarianten nicht ausgeschlossen. Auf eine Interpretation der Ergebnisse wird deshalb an dieser Stelle verzichtet.

⇒ Alle untersuchten Varianten bewirkten eine Verringerung der Nitratlast im Oberboden um 41 bis 75 %. Die schnittgenutzten Flächen sind im Reduktionsvermögen am effektivsten, gefolgt von den Varianten mit geringem Tierbesatz.

⇒ In Abhängigkeit der Vegetationsentwicklung (Leguminosenanteil) wurde ein Gleichgewichtszustand im NO_3-Gehalt erreicht.

Ammonium-Stickstoff

Aufgrund der stetigen Nitrifizierung während der Vegetationszeit in den Böden ist der Ammoniumgehalt im allgemeinen niedrig. Das NH_4^+ wird als Kation sorbiert und so im Boden fixiert. Durch eine gute K^+-Versorgung kann diese Fixierung allerdings weitgehend verhindert werden. Nitrifizierende Bakterien sorgen nach und nach für eine Umwandlung in das Nitrat-Ion. Die Nitrifikation fördert nicht nur die N-Auswaschung, sondern trägt auch zum Anstieg gasförmiger N-Verluste bei.

Die mittleren NH_4-Gehalte in der Bodenschicht von 0-60 cm auf dem Versuchsareal „Tauschwitz“ betrugen zu Versuchsbeginn 25,7 kg/ha. Im Verlauf der Versuchsdauer wurden die Konzentrationen auf allen Varianten reduziert (Abbildung 5.1-4). Den höchsten Rückgang erzielten die Standweidesysteme mit über 40 %. Allerdings wurden hier die höchsten Jahresschwankungen ermittelt (9,5 bis 68,4 kg/ha). Die geringste Reduktion erzielte mit 27,2 % die Spätschnitt-Variante.

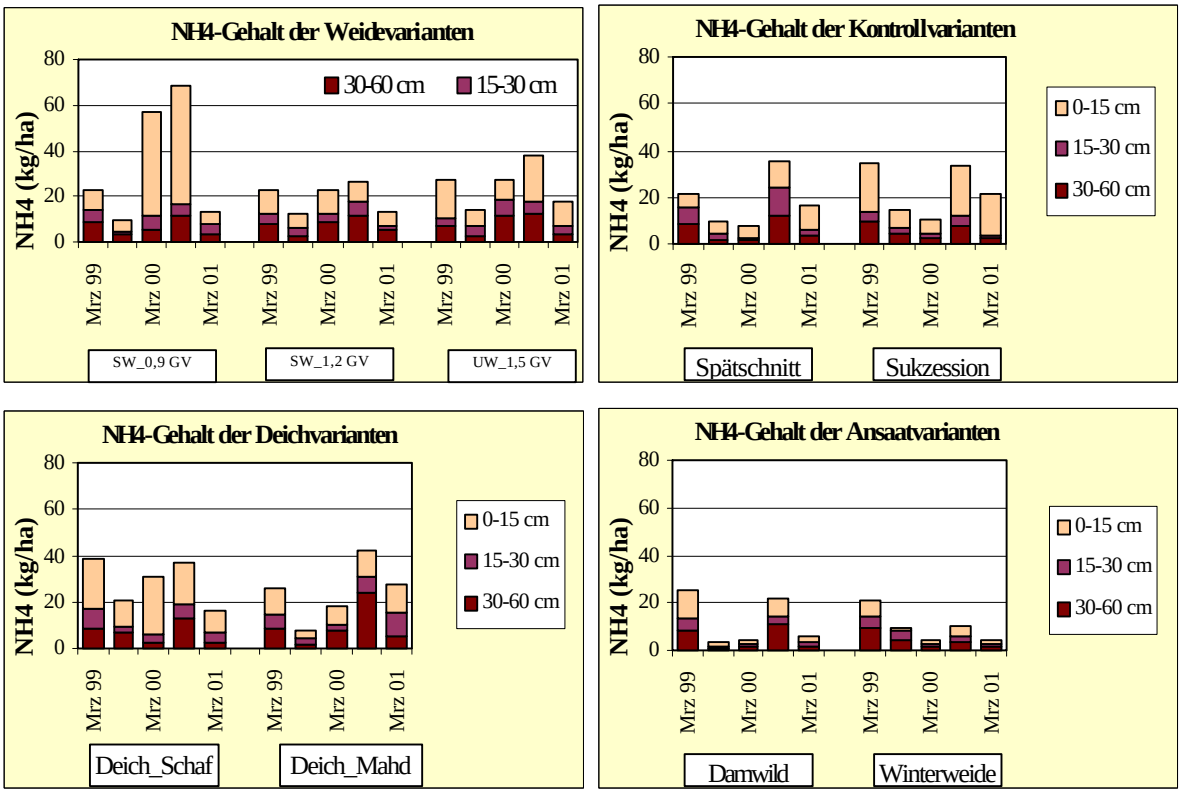


Abbildung 5.1-4: Entwicklung der NH_4-Gehalte im Boden (drei Bodentiefen) über die Versuchszeit

Im Verlauf konnte bei allen Varianten jeweils zu Beginn des Vorhabens (März 1999) sowie im November 2000 die höchsten NH_4^+-Konzentrationen festgestellt werden (siehe Anhang, Tab. A2 und A3). Die hohen Konzentrationen im November 2000 waren eine Folge der ausgeprägten Sommertrockenheit mit gehemmter Umsetzung durch Nitrifikation.. Dies bestätigen auch die niedrigen NO_3-Konzentrationen zum selben Zeitpunkt.
Die Deich-Varianten unterschieden sich hinsichtlich des NH_4-Versorgungszustands. Erreichte die Mahd-Variante nur noch 40 % der Ausgangskonzentration, erhöhte sich der NH_4^+-Gehalt der Schaf-Variante geringfügig auf 27 g N/ha.
Die auf ehemaligen Ackerstandorten angelegten Ansaatvarianten „Damwild“ und „Winterweide“ erzielten mit 5,5 bzw. 3,3 kg NH_4^+ /ha die geringsten Konzentrationen aller Varianten.

⇒ Die Ammonium-Konzentration wurde durch die untersuchten Varianten um bis zu 40 % reduziert.
⇒ Standweidesysteme mit geringen Tierbesatzdichten waren am effektivsten. Eine Stickstoff-Verlagerungstendenz in tiefere Bodenschichten konnte nicht beobachtet werden.

Phosphorversorgung

Der Phosphorgehalt des Oberbodens (0-15 cm) war mit Ausnahme der Ansaatvarianten stets höher als in darunter liegenden Bodenschichten (15-30, 30-60 cm). Eine P-Verlagerung fand nur in geringem Maße statt. So sind auch die recht geringen P-Konzentrationen (0,6 bis 4,8 mg/100g P_2O_5) in der Bodenschicht 30-60 cm zu erklären (siehe Anhang, Tab. A4 und A5).

Insgesamt war auf nahezu allen Versuchvarianten eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Verminderung der P-Versorgung festzustellen (bis –75 %). Im Durchschnitt aller Varianten betrug die P-Versorgung im Oberboden 1999 7,7 mg/100 g und im Jahr 2001 nur noch 5,2 mg/100 g.

Für die Eutrophierung der Gewässer ist die Phophatzufuhr in Ionenform von geringerer Bedeutung als ein Nährstoffeintrag von erodiertem Material aus der Ackerkrume mit hohem Gehalt an leicht verfügbarem Phosphat (RYDEN 1973). Eine gute Phosphorversorgung fördert Leguminosen und Kräuter, erhöht den Futterertrag und wirkt förderlich auf die Artenvielfalt (LFL 1999[1]).
Im Sinne der Nachhaltigkeit der Landnutzung muss auf Systemen, die ohne äußere Nährstoffzufuhr (durch Futter- oder Düngemittel) auskommen müssen, bei vollständigem Entzug der Biomasse durch Schnitt oder Weide ein Nährstoffersatz durchgeführt werden.

Die P-Versorgung des Bodens unter Mutterkuhbeweidung lag zu Beginn der Untersuchungen bei allen Varianten in mittleren Versorgungsstufen. Im Jahr 2001 entsprachen die beiden intensiveren Varianten noch der selben Stufe, während die Standweide „SW_0,9 GV“ mit 1,3 mg/100g P Versorgungsmängel aufwies. Insgesamt war ein Rückgang von 75 % in der P-Versorgung dieser Variante zu verzeichnen (Tabelle 5.1-2). Die auf dem selben Areal installierten Varianten „Spätschnitt“ und „Sukzession“ waren ebenfalls von einem Rückgang in der P-Konzentration betroffen (Spätschnitt - 15 % und Sukzession –26 %). Insgesamt konnte die P-Versorgung mit Ausnahme der von hohem Entzug und ausgeschlossener bzw. geringer Nährstoffrückführung gekennzeichneten Variante „SW_0,9 GV“ als gut eingestuft werden.
Die Boden-P-Verhältnisse des Deiches müssen sowohl für die Mahdnutzung als auch für die Schnittnutzung als nicht ausreichend bezeichnet werden. Während die Schafvariante über die Versuchdauer eine ausgeglichenere P-Bilanz (+11 %) aufwies, lag die vom vollständigen Biomasseentzug gekennzeichnete Schnittvariante im negativen P-Saldo (-38 %).
Die P-Versorgung der Ansaatvarianten war knapp in die Klasse „anzustrebende Versorgung (VST C)“ einzuordnen. Während die Böden im Damtiergehege eine deutliche Zunahme in der P-Versorgung aufwiesen, war bei der Ansaatvariante „Winterweide“ trotz eines Nährstoffausgleichs eine negative Bilanz zu verzeichnen.

Tabelle 5.1-2: Veränderung des Versorgungszustandes mit ausgewählten Makro- und Mikro-Nährstoffen nach zweijähriger Bewirtschaftung in Abhängigkeit vom Nutzungsverfahren

Makro-Nährstoffe		P [mg/100g]	K [mg/100g]	Mg [mg/100g]
SW_ 0,9 GV	Mrz 99	5,2	26,5	11,3
	Mrz 01	1,3	20,8	11,0
	Veränderung %	**-74,7**	**-21,7**	**-2,9**
SW_1,2 GV	Mrz 99	6,7	22,8	12,4
	Mrz 01	6,3	14,2	11,2
	Veränderung %	**-7,1**	**-37,6**	**-10,0**
UW_1,5 GV	Mrz 99	5,3	20,1	10,6
	Mrz 01	5,8	17,6	11,1
	Veränderung %	**9,1**	**-12,8**	**4,1**
Spätschnitt	Mrz 99	3,6	17,6	9,3
	Mrz 01	3,1	13,2	9,1
	Veränderung %	**-15,7**	**-25,2**	**-2,0**
Sukzession	Mrz 99	6,4	27,4	13,3
	Mrz 01	4,7	21,5	10,5
	Veränderung %	**-26,1**	**-21,4**	**-21,5**
Deich_Schaf	Mrz 99	1,0	12,0	17,3
	Mrz 01	1,1	10,2	13,7
	Veränderung %	**11,7**	**-15,2**	**-20,9**
Deich_Mahd	Mrz 99	1,7	13,0	16,1
	Mrz 01	1,1	9,3	13,9
	Veränderung %	**-37,9**	**-28,2**	**-13,9**
Damwild	Mrz 99	5,6	14,2	16,4
	Mrz 01	8,4	20,3	16,1
	Veränderung %	**51,7**	**42,9**	**-1,7**
Winterweide	Mrz 99	9,2	17,6	11,7
	Mrz 01	3,3	12,7	10,2
	Veränderung %	**-63,6**	**-27,9**	**-12,5**

Mikro-Nährstoffe		B [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Mn [mg/kg]	Zn [mg/kg]
SW_ 0,9 GV	Mrz 99	0,7	11,2	144,2	24,6
	Mrz 01	0,5	9,6	139,6	24,3
	Veränderung %	**-36,1**	**-14,0**	**-3,2**	**-1,3**
SW_1,2 GV	Mrz 99	0,7	18,8	164,6	57,5
	Mrz 01	0,5	18,2	155,3	64,5
	Veränderung %	**-28,6**	**-3,2**	**-5,6**	**12,2**
UW_1,5 GV	Mrz 99	0,7	14,5	161,4	43,9
	Mrz 01	0,5	17,8	151,4	47,7
	Veränderung %	**-27,5**	**22,6**	**-6,2**	**8,7**
Spätschnitt	Mrz 99	0,6	6,2	135,5	8,0
	Mrz 01	0,4	6,4	117,5	8,6
	Veränderung %	**-30,9**	**2,9**	**-13,3**	**7,7**
Sukzession	Mrz 99	0,8	14,4	143,7	45,7
	Mrz 01	0,5	9,8	105,6	25,0
	Veränderung %	**-39,3**	**-31,9**	**-26,5**	**-45,3**
Deich_Schaf	Mrz 99	0,6	10,0	257,7	13,1
	Mrz 01	0,3	9,6	164,7	9,4
	Veränderung %	**-38,5**	**-3,4**	**-36,1**	**-28,3**
Deich_Mahd	Mrz 99	0,8	8,5	207,8	12,2
	Mrz 01	0,5	7,9	163,0	10,1
	Veränderung %	**-37,4**	**-6,7**	**-21,6**	**-17,3**
Damwild	Mrz 99	0,9	9,1	231,8	6,9
	Mrz 01	0,8	8,1	256,2	7,4
	Veränderung %	**-13,8**	**-10,0**	**10,5**	**6,9**
Winterweide	Mrz 99	0,7	9,8	200,3	13,3
	Mrz 01	0,6	11,0	184,7	15,1
	Veränderung %	**-15,9**	**12,2**	**-7,8**	**13,8**

Kalium- und Magnesiumversorgung

Die K-Auswaschung aus dem Wurzelraum ist von den Faktoren Düngung, Sickerwassermenge, K-Fixierung und Sättigung abhängig. Insbesondere tonarme Sandböden mit geringem Lehmanteil neigen aufgrund einer schwachen K-Bindung zu einer erhöhten Auswaschung. Der Unterboden ist bis zu 35 % an der Pflanzenernährung beteiligt (SCHACHTSCHABEL 1992).
Insgesamt erreichten Kalium und Magnesium auf allen untersuchten Böden hohe bis sehr hohe Werte der VST D bzw. E. Im Jahre 2001 konnte bei Kalium eine deutliche Reduktion in Abhängigkeit der untersuchten Variante beobachtet werden (Tabelle 5.1-2).
Dies dürfte im Wesentlichen eine Folge von Verlagerungsprozessen insbesondere auf sandreichen Standorten sein, ohne dass ein nennenswerter Nährstoffersatz erfolgt. Lehmreiche Böden hatten aufgrund einer geringeren Nährstoffauswaschung auch die höheren K-Gehalte. Somit können die von SIEBER (2000) nach 8jähriger extensiver Bewirtschaftung festgestellten ausgeglichenen Kali-Gehalte nicht bestätigt werden.
Varianten mit geringem Tierbesatz bzw. hohem Biomasseentzug wiesen 2001 den größten prozentualen K-Rückgang in der oberen Bodenschicht auf (29 bis 42 %). Varianten mit hohem Tierbesatz (UW_1,5, Deich-Schaf, Damwild) bzw. Gülledüngung (Winterweide) erzielten geringe K-Reduktionen bzw. nahmen sogar in der Versorgung zu (siehe Anhang, Tab. A4 und A5).

Die Magnesiumkonzentration blieb im Beobachtungszeitraum nahezu konstant.

5.1.4 Mikronährstoffe

Zu Untersuchungsbeginn und zum Ende der Untersuchungen wurde der Spurenelemente-Gehalt im Boden ermittelt. Über den gesamten Untersuchungszeitraum und über alle Varianten, d.h. auf allen untersuchten Flächen, wurden hohe Versorgungssituationen nachgewiesen.
Bei allen vier untersuchten Spurenelementen wurde die höchste Versorgungsstufe erreicht. Dabei handelt es sich um Versorgungsstufen für Ackerböden.
Die Versorgung der Pflanze an **Kupfer** wird hauptsächlich vom Vorrat im Boden entschieden. Eher untergeordnete Bedeutung nehmen die Witterung und Bewirtschaftung ein (LFL 1997). Die Verfügbarkeit wird durch Aufkalken, hohen Humusgehalten und der Ausbildung von Cu-Phosphat-Komplexen bei hoher P-Düngung herabgesetzt. Die Kupfer-Gehalte unbelasteter Böden betragen in der Regel 2-40 mg/kg.
Kupfer (VST E: >4,5 mg/kg Boden) lag um das 3-fache über dem Grenzwert (Mittel: >12,4 mg/kg Boden). Die analysierte Cu-Konzentration im Boden verringerte sich im Laufe der Beobachtung kaum. Auf vier der neun Versuchsparzellen konnte im Oberboden sogar eine Zunahme nachgewiesen werden. Es bestätigt sich die These, dass die Bewirtschaftungsweise einen geringen Einfluss auf den Cu-Bodenvorrat hat.

Der Gehalt von austauschbarem **Zink** im Boden ist insbesondere bei pH-Werten über 6,5 aufgrund organischer Komplexbindungen sehr gering. Im allgemeinen ist eine ausreichende Versorgung bei pH-Werten unter 6 sichergestellt. Auch Zink ist ein für Pflanze und Tier sehr wichtiges Spurenelement, welches bei sehr hohen Bodengehalten jedoch toxisch auf Pflanzen und Mikroorganismen wirken kann. Der Gehalt unbelasteter Böden an Gesamt-Zn schwankt häufig zwischen 10 und 80 mg/kg (SCHACHTSCHABEL 1992).
Zink mit 37 mg/kg Boden lag um das 15-fache über dem Orientierungswert zur Versorgungsstufe E (>2,5). Auch für Zink konnten keine einheitlichen Tendenzen beobachtet werden, die einen Einfluss der Bewirtschaftung auf den Bodennährstoffvorrat erkennen ließen.

Mangan ist ein weiteres essentielles Element, das von Pflanzen in wassergelöster oder gebundener Form aufgenommen werden kann. Insbesondere in Trockenperioden kann es zu vorübergehenden Mangelsymptomen kommen. Die Mangan-Gehalte in den Böden liegen meist zwischen 20 und 80 mg/kg.
Der Grenzwert von Mangan (E: >10) wurde um das 17-fache überschritten (Mittel: 168 mg/kg Boden). Mit Ausnahme der beiden Varianten „SW_1,2 GV“ und „Damwild“ konnte bei Mangan im Vergleich 1999 zu 2001

eine deutliche Reduktion in allen Bodenschichten beobachtet werden. Auf den nicht beweideten Varianten wurden die stärksten Verringerungen festgestellt.

Bor ist ein für die Pflanze essentielles Spurenelement. Der pflanzenverfügbare Borgehalt wird haupsächlich durch den Boden-pH-Wert und den Feuchtigkeitszustand des Bodens bestimmt. Hohe Boden-pH-Werte und Überkalkung verstärken insbesondere bei humusarmen Böden den Bormangel trotz ausreichender Versorgung. Sandreiche Böden weisen einen B-Gehalt zwischen 5 und 20 mg/kg Boden auf.
Bor (VST E: >0,30 mg/kg Boden) überschritt im Mittel aller Varianten (0,6 mg/kg Boden) den Grenzwert um das 2-fache. Allerdings konnte über die Versuchsdauer auf allen Varianten ein Rückgang zwischen 15 und 39 % beobachtet werden.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass lediglich *Bor* im Mittel aller analysierten Werte signifikanten (α<0,05) jahresbedingten Veränderungen unterworfen war. Mn, Cu und Zn zeigen keine jahresbedingten Schwankungen in den Nährstoffkonzentrationen. Ob und in welchem Ausmaß die Bodennährstoffkonzentration einen Einfluss auf die Gehalte in den Futterpflanzen hat, wird im Kapitel 5.4 beschrieben.

5.1.5 Natürliche und nutzungsbedingte Belastungsflächen

5.1.5.1 Überschwemmungsbereiche

Trotz zunehmender Verbesserung der Wasserqualität der Elbe kommt es bei Hochwasserereignissen zu nicht unerheblichen Nährstoffeinträgen durch angeschwemmtes Sedimentationsmaterial (Tabelle 5.1-3). Im Jahr 2000 konnte mittels ausgelegter Kunstrasenmatten die Menge des angeschwemmten Sediments und dessen stoffliche Zusammensetzung ermittelt werden. Die maximale Überschwemmungsdauer der Matten betrug 38 Tage. Es zeigte sich, dass es tendenziell im Uferbereich zwar zu höheren Bodenablagerungen kam, aber in Bereichen geringer Fließgeschwindigkeiten (Uferabstand 100 m) das anfallende Sediment höhere Nährstoffgehalte aufwies. Mit Ausnahme von Natrium waren alle analysierten Nährstoffe im flussfernen Bereich deutlich erhöht. Der Probenumfang war für eine endgültige repräsentative Aussage allerdings zu gering.

Tabelle 5.1-3: Ermittlung und Analyse des zu Hochwasserzeiten angeschwemmten Bodenmaterials in verschiedenen Entfernungen zu Elbe mittels ausgelegter Kunstrasenmatten im Jahr 2000 in Köllitsch

Standort	Sedimentation	P	K	Mg	Ca	Na
	kg/m²			*mg/100 g*		
Uferbereich	14	101	157	251	667	35
100 m	5	135	264	440	1147	34
Mittelwert gesamt	10	114	197	322	847	35

Bei der Betrachtung der Bodennährstoffvorräte in Abhängigkeit von der Entfernung zur Elbe (Abbildung 5.1-5) konnte für die Nährstoffe NH_4, NO_3 und Kalium bei insgesamt sinkenden Nährstoffvorräten ein erhöhter Gehalt an der Hochwassergrenze (Transektlänge 200 m) beobachtet werden. Im Allgemeinen nahmen die Nährstoffe sowohl mit zunehmender Entfernung zur Elbe, als auch mit der Versuchsdauer ab.

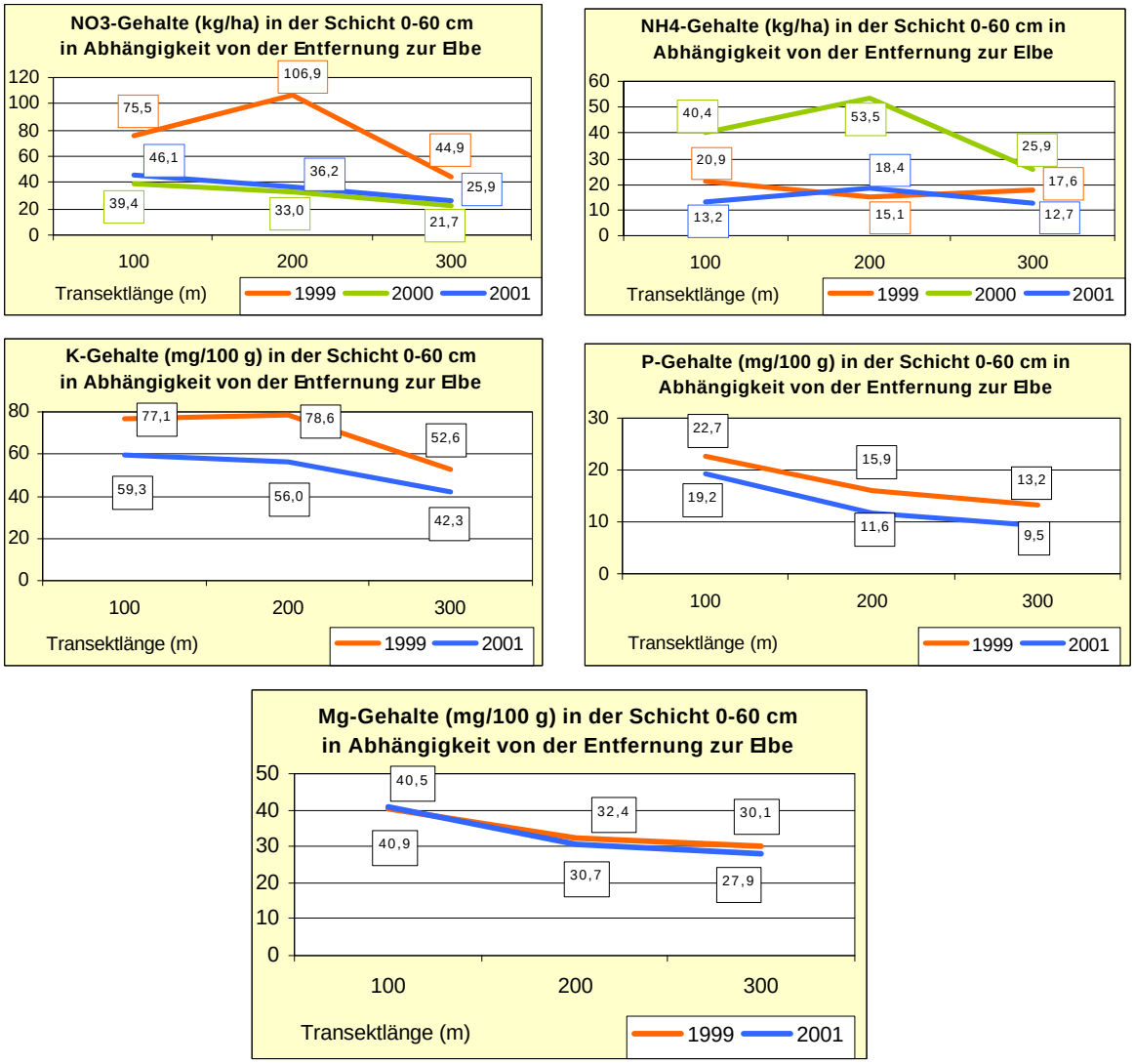


Abbildung 5.1-5: Bodennährstoffvorräte von N, P, K und Mg in Abhängigkeit der Entfernung zur Elbe in den Jahren 1999, 2000 und 2001 auf der Versuchsfläche „Tauschwitz“

5.1.5.2 Liegebereiche der Weidetiere

Mit der Untersuchung der Nährstoffverhältnisse auf besonders intensiv von den Tieren genutzten Bereichen und den dort zu beobachtenden erhöhten Kot- und Harnablagerungen (LAUBE 2001) sollte die punktuelle Stoffeintragssituation bewertet werden. An diesen Orten sind die Problembereiche bei ganzjähriger Freilandhaltung von Rindern zu erwarten.

Anhand eines quer über den Liegebereich der Variante „SW_0,9 GV“ geführten 100 m langen Transekts wurde im 10 m Raster die Nährstoffsituation in den drei bekannten Bodentiefen untersucht. Die Liegefläche, bestehend aus einer Strohmatratze, befand sich in der Mitte des Transekts. Zweimal wöchentlich wurde neues Stroh auf die Liegefläche ausgelegt.

In den Abbildungen (Abbildung 5.1-6, Abbildung 5.1-7) sind die NO_3 - und NH_4-Gehalte im Boden der Belastungsfläche bzw. entlang des Transekts über die Jahre 1999, 2000 und 2001 dargestellt.

Die Makronährstoffkonzentrationen von Phosphor, Kalium und Magnesium nahmen nach zweijähriger Nutzung des Liegeplatzes durch die Weidetiere erheblich zu (Tabelle 5.1-4). Im dritten Umstellungsjahr reduzierten sich die Gehalte wieder (siehe auch Abb. A1 im Anhang). Im Vergleich zur restlichen Weidefläche waren die Konzentrationen jedoch weiterhin erhöht. Aufgrund der geringen Mobilität der Nährstoffe P und Mg blieben die

Konzentrationen im Unterboden nahezu unverändert. Die von ANONYMUS (2001) beobachtete Nährstoffanreicherung von N, P und K in näherer Umgebung des Futterplatzes kann demnach bestätigt werden. Der teilflächenspezifische K-Gehalt war über die Nutzungszeit als Lagerplatz kaum verändert und bewegte sich im Oberboden im Bereich zwischen 160 mg und 200 mg/100 g Boden: Im Vergleich zur Restfläche war im Jahr 2001 eine Zunahme von fast 100 % zu verzeichnen. Eine Verlagerungstendenz in tiefere Bodenschichten konnte beobachtet werden und wird von ANONYMUS (2001) bestätigt.
Die Mikronährstoffkonzentrationen der untersuchten Elemente B, Cu, Mn und Zn nahmen im Beobachtungszeitraum zwischen 46 und 71 % im Vergleich zur Restfläche zu.

Tabelle 5.1-4: Veränderung des Versorgungszustandes mit P, K, Mg, B, Cu, Mn, Zn, Nt und Humus sowie des pH-Wertes nach zweijähriger Bewirtschaftung auf dem Lagerplatz einer extensiven Standweide

Bodentiefe: 0 bis 60 cm		Lagerplatz			
		Jahr		Veränderung	
		1999	2001	absolut	in %
P	mg/100g	5,2	8,4	3,2	61,0
K	mg/100g	26,5	52,6	26,1	98,4
Mg	mg/100g	11,3	14,9	3,6	31,7
B	mg/kg	0,7	1,1	0,4	49,4
Cu	mg/kg	11,2	18,6	7,4	66,3
Mn	mg/kg	144,2	211,2	67,0	46,4
Zn	mg/kg	24,6	42,1	17,5	71,0
pH		5,5	5,9	0,4	6,8
Nt	%	0,2	0,4	0,2	81,3
Humus	%	2,5	4,1	1,6	62,8

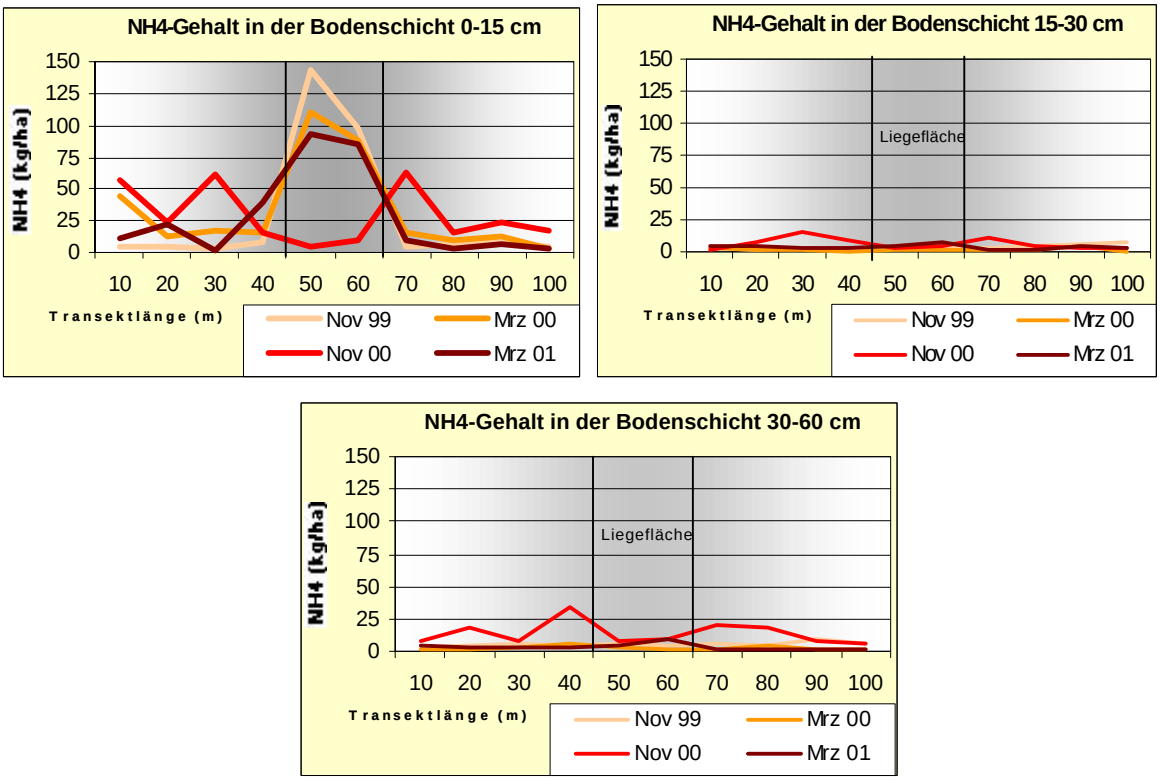


Abbildung 5.1-6: NH_4-Gehalte der Liege- und Ruhefläche SW_0,9 GV in den Bodenschichten 0-15, 15-30 und 30-60 cm in den Jahren 1999, 2000 und 2001

Die Ammonium-Gehalte der Liegefläche waren in der oberen Bodenschicht deutlich erhöht. Der höchste Wert wird unmittelbar im Bereich der Liegefläche erreicht. Im Verlauf der Beobachtungsdauer konnten rückläufige Nährstoffkonzentrationen in der Schicht 0-15 cm beobachtet werden. Die tiefe Absenkung des Wertes November 2000 hängt vermutlich mit der Beräumung der Strohmatraze im Frühsommer 2000 zusammen. Eine Verlagerung von Ammonium-N in tiefere Bodenschichten konnte zu keinem Zeitpunkt beobachtet werden. Erhöhte Werte finden sich in einem engen Radius von 20 m um den Lagerort.

Die Nitrat-N-Gehalte unter dem Liegebereich sind im Vergleich zum Ammonium-N in einem weiten Band um die eigentliche Liegefläche erhöht. Im Oberboden wurden im November 1999 im Radius von 30 m um den Mittelpunkt der Liegefläche punktuelle Höchstbelastungen von über 400 kg NO_3 analysiert. Dies war vermutlich eine Folge eines unterschiedlichen Nitrifizierungs- bzw. Denitrifizierungsgeschehens in häufig frequentierten Bereichen (ANONYMUS 2001).

In den Folgejahren konnten die Nitratgehalte im Oberboden reduziert werden. Die Analysen tieferer Bodenschichten zeigten eine deutliche Verlagerungstendenz von NO_3 in tiefere Bodenschichten. Insbesondere die Monate November 1999 (Schicht 0-15 cm) und März 2001 (Schicht 30-60 cm) zeigten eine auffällige Übereinstimmung der Konzentrationsausprägung im Transektverlauf. Insgesamt befinden sich trotz niedriger Tierbesatzzahlen von 0,9 GV/ha sehr große Nitratmengen im Bereich 30 bis 40 m um den Lagerplatz. Die Nitrat-Konzentrationen in der Bodentiefe 30 bis 60 cm sind unvertretbar hoch und zeigen eine deutliche punktuelle Belastung durch die Nutzung. Da die Liegefläche von Jahr zu Jahr gewechselt wurde, ist in den Folgejahren mit einer geringen Nachlieferung zu rechnen, welche die Werte wieder normalisieren hilft.

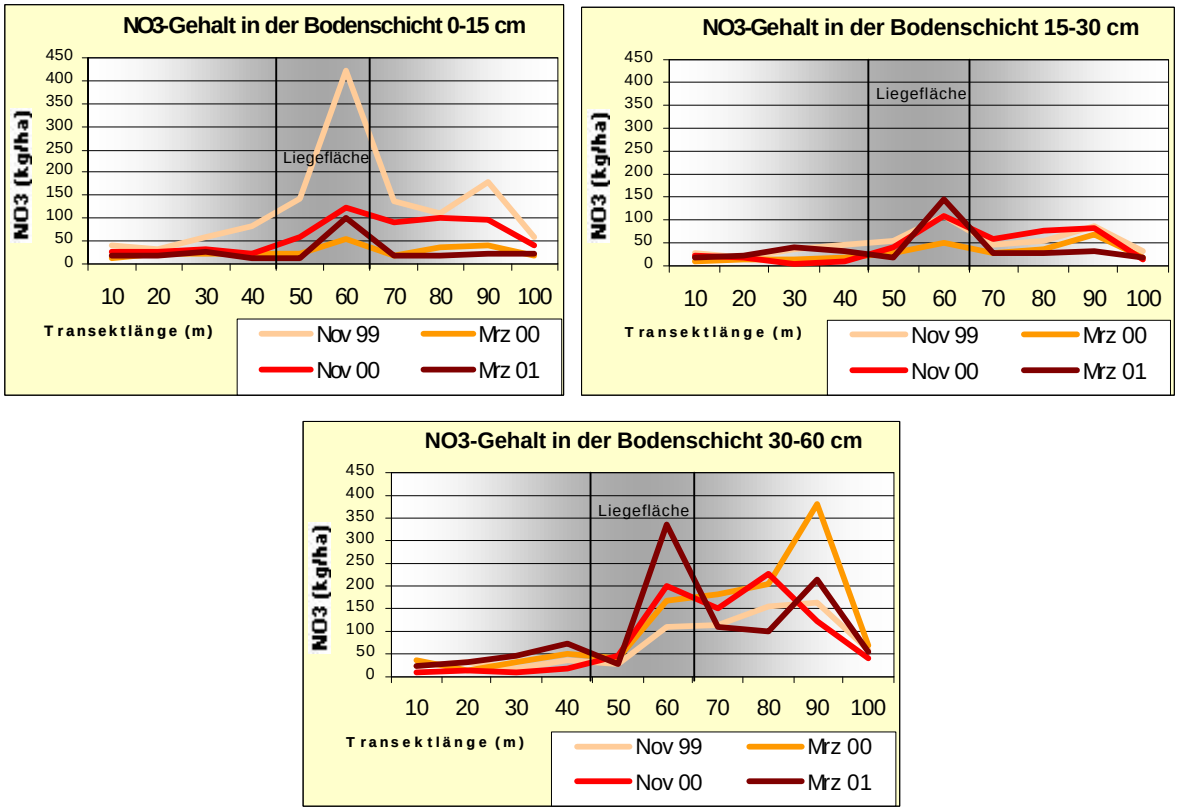


Abbildung 5.1-7: NO_3-Gehalte der Liege- und Ruhefläche SW_0,9 GV in den Bodenschichten 0-15, 15-30 und 30-60 cm in den Jahren 1999, 2000 und 2001

Die Phosphor-, Kalium- und Magnesium-Gehalte wurden jeweils im März der Jahre 2000 und 2001 analysiert. Bei Phosphor und Magnesium konnten im Jahr 2000 im Radius von 30 m um den Mittelpunkt der Liegefläche sehr hohe Gehalte im Oberboden (bis zu 40 mg/100g) beobachtet werden, welche sich in ihrem Verlauf auch in

tieferen Bodenschichten wiederfinden ließen. 2001 verringerten sich die Vorräte im Oberboden deutlich. Aufgrund der geringen Mobilität der Nährstoffe P und Mg blieben die Konzentrationen im Unterboden nahezu unverändert. Eine Akkumulation von P und Mg durch die ganzjährige Freilandhaltung konnte entsprechend ANONYMUS (2001) nicht beobachtet werden. Der teilflächenspezifische K-Gehalt war kaum Veränderungen unterworfen und bewegte sich im Bereich zwischen 160 mg und 200 mg/100 g Boden: Eine deutliche Verlagerungstendenz in tiefere Bodenschichten konnte beobachtet werden.

5.1.6 Zusammenfassung

⇒ Die Böden der Untersuchungsflächen in Elbnähe waren geprägt von einem hohen Sandanteil, die ehemaligen Ackerstandorte der Ansaatvarianten waren hingegen sandärmer sowie lehm- und schluffreicher.

⇒ In allen Varianten fand durch die Nutzungsumstellung eine Verringerung der Nitrat-Stickstoff-Last im Boden um bis zu 75 % statt. Die Ammonium-Stickstoff-Konzentration wurde um bis zu 40 % reduziert. Die schnittgenutzten Flächen waren im Reduktionsvermögen am effektivsten, gefolgt von den Varianten mit geringem Tierbesatz. Eine Stickstoff-Verlagerungstendenz in tiefere Bodenschichten konnte nicht beobachtet werden.

⇒ Im Überschwemmungsgebiet der Elbe wurden erhöhte Werte festgestellt, welche mit zunehmender Entfernung zur Elbe abnahmen.

⇒ Auf dem Liegeplatz der Mutterkühe zeigte sich eine deutliche punktuelle Belastung durch die Nutzung. Die Makronährstoffkonzentrationen von Phosphor, Kalium und Magnesium nahmen erheblich zu. Die Stickstoff-Gehalte der Liegefläche waren in der oberen Bodenschicht deutlich erhöht. Eine Verlagerung von Ammonium-N in tiefere Bodenschichten konnte zu keinem Zeitpunkt beobachtet werden, Nitrat-Stickstoff reicherte sich jedoch in den tieferen Bodenschichten an. Bezogen auf die gesamte Weidefläche ist diese Belastung zwar gering, jedoch sollte unter Beachtung der Narbenschädigung des Grünlandes ein vertretbarer Wechsel des Standortes der Liegefläche überlegt werden.

5.2 Sukzession der Flora von Elbauengrünland

Seit den 60er Jahren unterlag das Grünland einem starken Wandel. Wurde die Vegetation der Elbauen zuvor von einer mäßig betriebenen Wiesen- und Weidenutzung geprägt (STRAUSS 2000), unterlag es nun einer auf Leistung ausgelegten, hochintensiven Nutzung. Ältere Auwiesen waren durch einen lockeren Artenblock charakterisiert. Die späteren Intensivwiesen waren artenarm und durch Stickstoffzeiger charakterisiert (DIERSCHKE 1997[1]). Im Untersuchungsgebiet sucht man heute vergeblich nach den in der Literatur beschriebenen vielfältigen, artenreichen Arrhenatherum-Wiesen. HUNDT beschreibt im Jahr 1954 Bestände, die an etwas trockeneren Standorten von den Gräsern Wiesenrispe (*Poa pratensis), Straußgras (Agrostis tenuis)* und Rotschwingel (*Festuca rubra)* dominiert werden. Bei etwas günstigeren Wasserverhältnissen erreichen Wiesenschwingel (*Festuca pratensis)* und Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis)* auf nährstoffreichen und Wolliges Honiggras (*Holcus lanatus)* auf ärmeren Standorten hohe Dominanzwerte, die fast bis zu Reinbeständen dieser Grasarten ansteigen können. Da ein großer Teil der Assoziations-Charakterarten des Arrhenaterums und auch der Glatthafer selbst in diesen Beständen fehlt, ergibt das Artengefüge in soziologischer Hinsicht ein recht farbloses Bild. Dieser Grünlandtyp wird von HUNDT (1954) als frisches Arrhenatherum bezeichnet. Das Grünland des Dresden-Torgauer Elbtales trägt trotz seines mitteleuropäischen Grundcharakters auch schon kontinentale Züge (HUNDT 1958). Als kontinentale Elemente treten Feld-Mannstreu (*Eryngium campestre),* Echtes Labkraut *(Galium verum)* und Unbegrannte Trespe (*Bromus inermis)* besonders in Erscheinung. Auch Dolden-Milchstern (*Ornithogatum umbellatum)* und *Tragopogon pratensis* bleiben auf die trockenen Arrhenatheren des Elbtales beschränkt. Das Ackerhornkraut siedelt in der Elbaue nur an extrem trockenen sandigen Standorten, deren Vegetation zum Mesobrometum hin tendiert. Die Zahl der Konstanten ist in diesen Wiesengesellschaften allerdings gering. An niedrigen Stellen und in Ufernähe gelangt eine krautarme Grünlandgesellschaft frisch-feuchter Standorte zur Ausbildung. Als bestandsbildende Gräser treten hier *Dechampsia caespitosa*, *Alopecurus pratensis* und *Poa pratensis* auf. An leicht erhöhten Stellen des Flußufers gelangen in einer Tiefe von 100 bis 200 m Alopecurus-Bestände zur Ausbildung. Diese, sich vom Arrhenatheretum physiognomisch gut abhebende Gesellschaft bezeichnet HUNDT (1954) als Alopecurus pratensis-Galium-mollugo-Gesellschaft.

In weiten Teilen sind die Bestände mit ruderalen Elementen durchsetzt. Neben Brennnessel (*Urtica dioica)* sind es Kamille (*Matricaria maritima), Linaria vulgaris, Artemisia vulgaris, Distel (Carduus crispus),* Rainfarn *(Chrysanthemum vulgaris), Hypericum perforatum,* Ackerkratzdistel *(Cirsium arvense)* und *Erysium cheiranthoides*, die als Ruderalelemente in der Alopecurus pratensis-Galium-mollugo-Gesellschaft auftreten. Pflanzensoziologisch stellt HUNDT (1954) die Gesellschaft zwischen das Molinietum und das Arrhenatheretum. Die üppig ertragreichen Alopecurus-Bestände sind in der Regel recht artenarm. Auffallend gering ist auch die Zahl der Grasarten.

Das Zurücktreten des Glatthafers und der übrigen Arrhenatherionarten auf den frischen Standorten der Alopecurus pratensis-Galium-mollugo-Gesellschaft im Elbtal erklärt HUNDT (1958) mit edaphischen Faktoren und klimatischen Ursachen. Den stark hervortretenden Queckenanteil sieht er als eine Verunkrautungserscheinung an.

Ähnliche Gesellschaften beschreiben in der Folgezeit PASSARGE (1960), NEUHÄUSL (1985), BETTINGER (1996), WALTHER (1977) und DIERSCHKE (1997[1,2]).

Nach PASSARGE (1960) ist das Arrhenatheretum der typischen Ausprägungen in diesen Gebieten nur auf den künstlich geschütteten Wällen der Deiche anzutreffen.

PASSARGE (1969) führt dies auf die Unterschiede in der Nährstoffversorgung zurück. Allerdings schlägt sich dies seiner Meinung nach weniger in der floristischen Zusammensetzung als vielmehr in den erheblichen Anteilsverschiebungen wichtiger Arten bzw. Artengruppen nieder. Ähnliches stellt auch DIERSCHKE (1997)[2] fest. Eine diszessive Sukzession (allmählich-schleichende Veränderung) unter Einfluß nivellierender Wirkungen von außen erhält seiner Meinung nach zwar den Formationstyp, die floristische Zusammensetzung wird aber allgemein artenärmer und uniformer.

Auf nährstoffreichen Standorten oder aber bei intensiver Bewirtschaftung (Düngung, Pflege und Beweidung) weisen die Weiderasen einen hohen Anteil anspruchsvoller Gräser und Kräuter auf. Im Rahmen der Frischweiden sind Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*), Wiesenschwingel *(Festuca pratensis),* Wiesenlieschgras

(Phleum pratense), Knaulgras *(Dactylis glomerata)* und Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) die wichtigsten Vertreter der Fettweide. Ackerunkräuter scheinen als Überweidungszeiger eine *Capsella*-Subvariante zu kennzeichnen (PASSARGE 1969). Auch HUNDT (1996) beschreibt unter intensivem Nutzungseinfluß eine deutliche Umschichtung der Artengruppen-Kombinationen im Dresden-Torgauer Elbtal. Er konnte eine Zunahme von Pflanzen der Flutrasen wie Quecke (*Elymus repens)* und Stumpfblättriger Ampfer (*Rumex obtusifolius*) sowie der Segetalwildkräuter Hirtentäschel (*Capsella bursa-pastoris)* und Vogelmeire (*Stellaria media*) feststellen, während Arrhenatherion-Arten völlig in den Hintergrund traten. BETTINGER (1996) beschreibt ebenfalls für beweidete bzw. häufig gemähte Auabschnitte ein vermehrtes Auftreten der Cynosurion-Verbandscharakterarten. Neben Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne)* erreichen Weißklee (*Trifolium repens)* und Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens)* hohe Deckungsgrade.
Infolge der starken Nutzungsintensivierung stellt DIERSCHKE (1997[1]) eine starke Ausbreitung von artenarmen Wiesen mit Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis)* fest. Sie ähneln den Alopecurus-Auenwiesen, wie sie besonders im östlichen Mitteleuropa schon seit langem beschrieben werden (NEUHÄUSL 1985). Artenarme Intensivwiesen heutiger Prägung weisen häufig einige Stickstoffzeiger auf. Danach differenziert DIERSCHKE (1997[1]) eine *Trifolium pratense*- von einer *Stellaria media*- Agroform. Wegen des Fehlens eigener Charakterarten schlägt er eine Ranunculus repens-Alopecurus pratensis - Gesellschaft als eigenständigen Vegetationstyp der Molinio-Arrhenatheretea vor.

5.2.1 Material und Methoden

Auf allen neun Varianten des vorliegenden Projektes wurden jeweils zu Beginn der Vegetation in den Jahren 1999, 2000 und 2001 Grünlandbonituren durchgeführt. Pro Variante wurde ein langes Transekt markiert, auf welchem aller 10 bzw. 4 m eine kleine Parzelle untersucht wurde. In Tabelle 5.2-1 sind die Varianten mit der jeweiligen Länge ihrer Transekte und dem Untersuchungsumfang dargestellt.

Tabelle 5.2-1: Transektbezeichnung und Untersuchungsumfang der Grünlandbonituren

Variante	Methode*	Länge (m)	Aufnahme-raster	Umfang		
				1999	2000	2001
Weide						
SW_0,9 GV	DS	290	alle 10 lfm	120	120	120
SW_1,2 GV	DS	290	alle 10 lfm	120	120	120
UW_1,5 GV	DS	290	alle 10 lfm	120	120	120
Deich_Schaf	DS	2 x 24	alle 4 lfm	56	56	56
Schnitt						
Spätschnittwiese	DS	225	alle 10 lfm	80	80	80
Deich_Mahd	DS	2 x 24	alle 4 lfm	56	56	56
Ansaat						
Damwildgehege	EA		4 x 25 m²	4	4	4
Sukzession	DS	290	alle 10 lfm	-	72	72

* DS: Deckungsgradschätzung, EA: Ertragsanteilschätzung

Die Erfassung von detaillierten, nutzungsbedingten Vegetationsveränderungen erfolgte transektweise anhand von 156 Dauerbeobachtungsflächen (je 1 qm), die in jeweils vier Kleinparzellen unterteilt wurden. So sollte die Reaktion der Vegetation auf die Weidewirkungen, Brache bzw. Mahd aufgezeigt werden.
Die Aufnahme des Pflanzenbestands erfolgte mit Ausnahme des Damwildgatters auf allen Varianten mittels einer **Deckungsgradschätzung** (Tabelle 5.2-2). Unter Einbezug der Abundanz nach Individuenzahlkriterien für kleine bzw. gering deckende Pflanzenarten und deren Frequenz wurde eine mittlere Artmächtigkeitszahl „AMZ“ (FISCHER 1985) errechnet. Mittels einer feinanalytischen Sukzessionsuntersuchung lassen sich beginnende Sekundärsukzessionen deutlicher aufzeigen, da Einzelindividuen stärker berücksichtigt werden. Die mittlere

Artmächtigkeitszahl ergibt sich durch Multiplikation der Anzahl der von einer Art besiedelten Kleinquadrate (Frequenz [%]) mit der mittleren Artmächtigkeitsbewertung einer Art.
Sind zum Beispiel alle 4 Kleinquadrate des Frequenzrahmens (Frequenz = 100 %) mit der größten Deckung 10 belegt, ergibt sich eine maximale Artmächtigkeit für diese Bonitur von 1000 (10 * 100 =1000). Die mittlere Artmächtigkeitszahl errechnet sich sodann aus dem Mittelwert aller Einzelbonituren eines Vegetationstransekts.

Tabelle 5.2-2: Deckungsgradschlüssel (verändert nach LONDO)

	Abundanz		**Dominanz [%]**									
	<10			**11-20**	**21-30**	**31-40**	**41-50**	**51-60**	**61-70**	**71-80**	**81-90**	**91-100**
	1 Individuum	**2-5 Individuen**										
Schlüssel	*0,2*	*0,4*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*

Die Bonitur im Damwildgehege erfolgte jährlich mittels **Ertragsanteilsschätzung**. Verglichen wurden 3 Neuansaaten unterschiedlicher Zusammensetzung und Ansaatjahr mit einer Altnarbe.
Der Nachweis von Veränderungen in der Grasnarbe kann im Gegensatz zur feinanalytischen Untersuchung und zur Klassenschätzung durch die Ermittlung der Ertragsanteile (Massenprozente) nach KLAPP (1930) geführt werden. Diese Methode orientiert sich nicht an der Bestimmung des Deckungsgrades, sondern an der erntbaren oberirdischen Biomasse und ist somit in ihrem Wert auf 100 % begrenzt.

Die Auswertung der Daten erfolgte mit einem Programm zur Bearbeitung von Vegetationstabellen und Artenlisten (SORT 4.0, ACKERMANN 1998) und dem Statistikpaket SPSS 10.0.
Die wissenschaftliche Bezeichnung der Arten erfolgte nach OBERDORFER (1994). Mittels der Zeigerwerte nach ELLENBERG (1986) wurde die Veränderung der Lichtzahl (L), Temperaturzahl (T), Kontinentalitätszahl (K), Feuchtezahl (F), Reaktionszahl (R) und Stickstoffzahl (N) aufgezeigt.
Mit Hilfe der hierarchischen Clusteranalyse konnten anhand ausgewählter Merkmale homogene Fallgruppen identifiziert werden. Zunächst wurde jedes Merkmal als einzelner Cluster betrachtet, der mit dem ähnlichsten Cluster d.h. dem mit dem geringsten Distanzmaß kombiniert wurde. Diese Agglomeration erfolgte so lange bis alle Aufnahmen in einem Cluster zusammengefasst waren. Als Agglomerationsmethode wurde die durchschnittliche Distanz zwischen den Gruppen verwendet. Als Ähnlichkeits- und Distanzmaß wurde die Euklidische Distanz berechnet.
Zur Berechnung der Diversität wurde der Shannon-Index ($H= -\Sigma\ p_i \ln (p_i)$ mit p_i = Abundanzanteil der Art) herangezogen. Als Maß der Gleichverteilung (in Prozent) und als Parameter für die Dominanzstruktur fand die Eveness ($E = H / \ln S$, mit H = Diversität, S = Artenzahl) Anwendung.

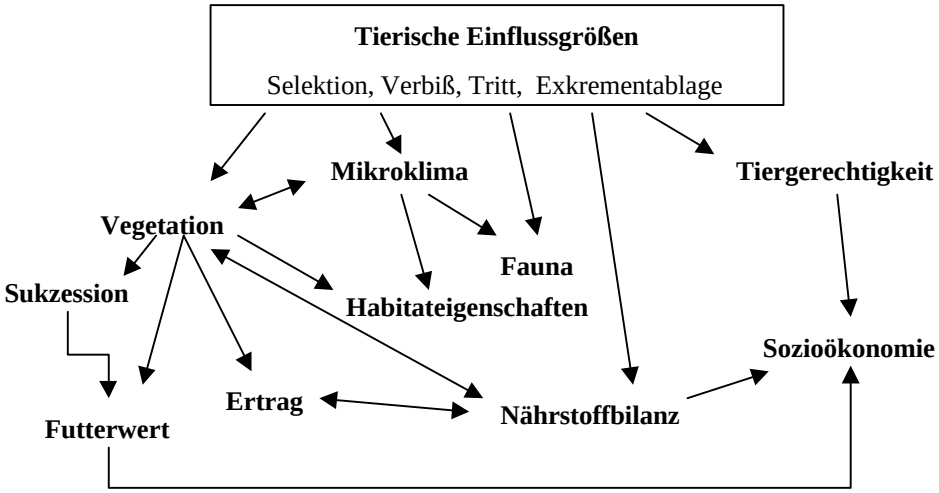
Deckungsgleich zu den Vegetationsparzellen wurden zu Beginn (im März 1999, 2000 und 2001) sowie zum Ende der Vegetationsperiode (im Dezember 1999 und 2000) die tierischen Einflussgrößen Bodenoffenheit, Verbiss und Kotauflage anhand einer 10-stufigen Schätzskala (Tabelle 5.2-3) geschätzt.

Tabelle 5.2-3: Deckungsgradschlüssel zur Einordnung der tierischen Einflußgrößen (Tritt, Verbiss und Kotauflage) und der Hochwassersedimentation

Deckungsgrad [%]	**0**	**1-5**	**6-10**	**11-20**	**21-30**	**31-40**	**41-50**	**51-60**	**61-70**	**71-80**	**81-90**	**91-100**
Schlüssel	0	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5.2.2 Ergebnisse

Die Entwicklung des Pflanzenbestands und der Nährstoffverhältnisse von Grünlandbeständen wird direkt oder indirekt von der Nutzungsweise und, in Weidesystemen, vom Weidetier beeinflusst. In den folgenden Kapiteln wird die Wirkung dieser Einflussgrößen beschrieben.



Übersicht 5-1: Einflussfaktoren des Weidetieres

5.2.2.1 Verbiss, Trittbelastung, Bodenoffenheit

Die jeweils zu Vegetationsbeginn und –ende durchgeführten Schätzungen der tierischen Einflussgrößen auf die Zusammensetzung der Pflanzennarbe und den Verbiss ergaben folgende Ergebnisse:
Auf ganzjährigen Weidesystemen, die ohne äußere Nährstoffzufuhr auskommen sollen, ist ein Vorhalten von überschüssiger Biomasse in vegetationslosen Zeiten zwingend notwendig. Dies erfolgt durch die Anpassung der Besatzintensität an den zu erwartenden Futteraufwuchs. In Abbildung 5.2-1 sind die Anteile des überständigen Futterrestes und der verbissenen „jungen“ Pflanzennarbe jeweils zu Beginn und zum Ende der Vegetationsperiode dargestellt. Auf den beweideten Varianten war der Anteil des überständigen Futters höher, als auf der geschnittenen Parzelle. Auch unterscheiden sich die Futteranteile zu Vegetationsende in Abhängigkeit der Besatzintensität. Die durch die Verschiedenheit der Nutzung hervorgerufene unterschiedliche Vegetationsschichtung ist von erheblichem Einfluss auf biozönotische Größen und bedingt in letzter Konsequenz die Wirtschaftlichkeit der Verfahren. Die Zusammenhänge werden in den folgenden Kapiteln aufgezeigt.

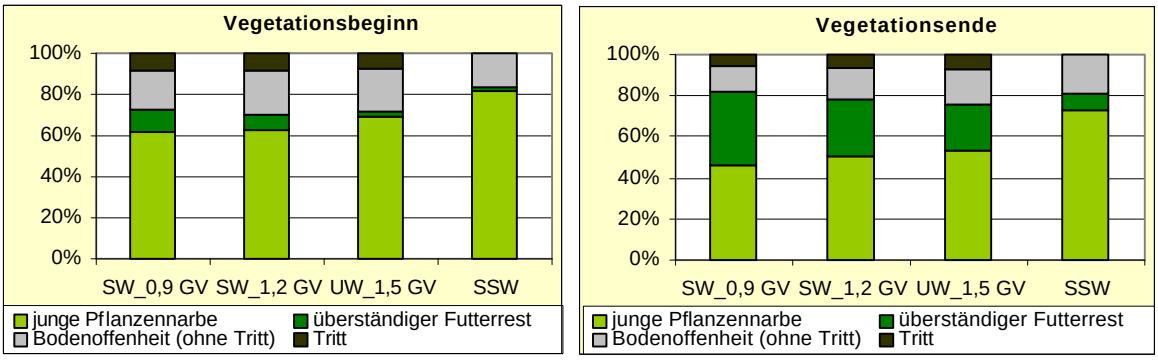


Abbildung 5.2-1: Zusammensetzung der Pflanzennarbe, Tritt und Bodenoffenheit zu Vegetationsbeginn und –ende der Weidevarianten und der Spätschnittwiese

Zunächst wirken die tierischen Einflussfaktoren (Übersicht 5-1) auf die Artenkomposition des Standortes. In (Tabelle 5.2-4) wurden signifikante Zusammenhänge von Tritteinwirkung, Kotablage, Hochwassereinfluss und der Selektion (gemessen am Anteil des überständigen Futters) auf die Artemkomposition des Untersuchungs-

standorts dargestellt. Insgesamt zeigt sich bei 25 Einzelarten ein signifikanter Zusammenhang der Parameter. Eine Beziehung auf die Bodenoffenheit ist für die Hochwassersedimentation und den Tritt des Weidetieres festzustellen. 11 Pflanzenarten reagierten in ihren Anteilen signifikant auf den Tritt.

Tabelle 5.2-4: Korrelationen nach Pearson zwischen der botanischen Zusammensetzung und den tierischen Einflußfaktoren auf ganzjährig mit Mutterkühen beweidetem Auengrünland der Varianten SW_0,9, SW_1,2 und UW_1,5.

n = 181					"junge" Pflanzennarbe	Futterrest
Tritt	1					
Sedimentation		1				
Anteil offener Boden	0.636**	0.234**	1			
Kotauflage	-0.274**		-0.26**	1		
Jungnachwuchs		-0.168*			1	
Überständiges Futter	-0.368**		-0.536**		-0.714**	1
Agrostis tenuis			-0.17*			
Dactylis glomerata	-0.31**		-0.226**			0.216**
Elymus hispidus				0.169*		
Elymus repens	-0.188*		-0.308**			0.304**
Festuca rubra rubra					-0.19*	0.252**
Hordeum murinum				0.171*		
Hordeum vulgare				0.311**		
Lolium perenne					0.203**	
Poa trivialis			-0.249**			0.246**
Atriplex hortensis		0.207**				
Brassica napus		0.318**				
Chenopodium album album		0.297**				
Chrysanthemum vulgare	0.183*					
Cirsium vulgare	-0.152*				-0.157*	0.241**
Eryngium campestre					-0.161*	0.255**
Galium aparine aparine	0.183*					
Geranium pusillum			0.169*			
Glechoma hederacea	0.155*					
Inula germanica	0.263*	0.288**	0.198**		-0.215**	
Plantago major ssp. intermedia					0.186*	-0.149*
Plantago major ssp. Major	0.177*					
Potentilla reptans	0.189*					
Stellaria media	0.271**					
Trifolium campestre		0.162*	0.23**		-0.16*	
Trifolium repens	0.193**			-0.223**	0.225**	-0.216**

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.01 signifikant (2-seitig)

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.05 signifikant (2-seitig)

5.2.2.2 Nährstoffsituation und Pflanzenaufwuchs

Die Anpassung der Transekte an die topografischen Begebenheiten gab die Möglichkeit, den Vegetationsaufwuchs mit den Nährstoffverhältnissen in Abhängigkeit der Entfernung zum Fließgewässer zu beschreiben. In Tabelle 5.2-5 sind die signifikanten Beziehungen zwischen den Artenanteilen und den Parametern „Nährstoffversorgung“, „Entfernung zur Elbe“ und „Aufnahmejahr“ dargestellt.

Es konnte eine enge negative Beziehung zwischen den Gräser- und Kräuteranteilen nachgewiesen werden, während die Zunahme von Kräutern mit einem signifikanten Rückgang des Leguminosenanteils verbunden war.

Tabelle 5.2-5: Beziehungen zwischen der botanischen Zusammensetzung und einigen abiotischen Faktoren

Korrelationen

	Gräseranteil	Kräuteranteil	Leguminosenantei
JAHR	-0.42**	0.496**	
Transektlänge			0.756** a
NO_3 [kg/ha] b	0.287*		
K [mg/100g] b		-0.369*	
Mg [mg/100g] b			-0.368*
Humus [%] b			-0.513**
pH b			0.449**
Gesamt-N b		0.446*	-0.425*
Gräseranteil	1	-0.728**	
Kräuteranteil		1	-0.477**
Leguminosenanteil			1

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

a nur Nr Var 1, 2 und 3

b Bodenschicht 0 bis 15 cm

Mit fortschreitender Versuchdauer wurde der durch Nitratmangel beeinflusste Gräserrückgang durch einen Anstieg der Kräutermächtigkeit kompensiert. Diese Zunahme wurde durch sinkende Kaliumgehalte und einen anwachsenden Gesamt-N-Gehalt verstärkt.

Der Leguminosenanteil erhöhte sich mit zunehmender Entfernung zur Elbe, woraus Rückschlüsse auf eine verminderte Überschwemmungstoleranz insbesondere des Weißklees gezogen werden können. Negativ korreliert waren die Leguminosen mit hohen Magnesium-, Humus und Gesamt-N-Gehalten. Ein positiver Zusammenhang besteht zum pH-Wert.

5.2.2.3 Vegetationskundliche Bonituren

Die Differenzierung in der Sukzession der Vegetation der untersuchten Varianten wurde in einem Dendrogram (Abb. 5.2-2) dargestellt. Der Cluster beinhaltet sämtliche Artmächtigkeiten der Jahre 1999 bis 2001. Die Darstellung lässt zunächst zwei große Gruppen erkennen. Es trennt sich die Deich-Vegetation von der des Auengrünlandes. Dies beschrieb PASSARGE schon 1969.

Innerhalb des Clusters des Deiches sind sich Mahd und Koppelschafhaltung noch sehr ähnlich. Jedoch ist 2001 im Ansatz eine beginnende Vegetationsdifferenzierung zwischen den verschiedenen Nutzungsweisen erkennbar. Auffallend ist eine zunehmende Anhäufung von Ruderalelementen (Lanzett-Kratzdistel (*Cirsium vulgare*)) auf dem Schaf-gepflegten Versuchsabschnitt. An Störstellen, insbesondere im Bereich der Deichkrone und auf Lagerplätzen des windgeschützten Außendeichhangs findet man häufig Thereophyten wie Hirtentäschel (*Capsella bursa-pastoris)*, aber auch Hemikryptophyten wie Ackerhornkraut (*Cerastium arvense).* Es scheint sich der Feuchtegradient innerhalb einer Deichböschung zwischen Fuß und Oberkante viel stärker auf die Artenzusammensetzung auszuwirken, als die Art und Weise der Nutzung. Diese beginnende Sukzession zwischen den Nutzungsvarianten lässt sich auch für den Cluster des Auengrünlands erkennen. Auch hier waren zu Versuchsbeginn nur geringe Distanzmaße zwischen den Varianten vorhanden. Nach den drei Untersuchungsjahren sind die Nutzungsweisen „Sukzession“, „Schnitt“ und „Weide“ deutlich voneinander abgegrenzt.

Die Vegetation der zu Versuchsbeginn recht einheitlichen Weidevarianten weist schon nach der kurzen Beobachtungszeit von drei Jahren eine beginnende Ausdifferenzierung im Pflanzenbestand auf. Dies bestätigt auch die zunehmende Diversität und Gleichverteilung in der Dominanzstruktur der Bestände (Tabelle 5.2-6).

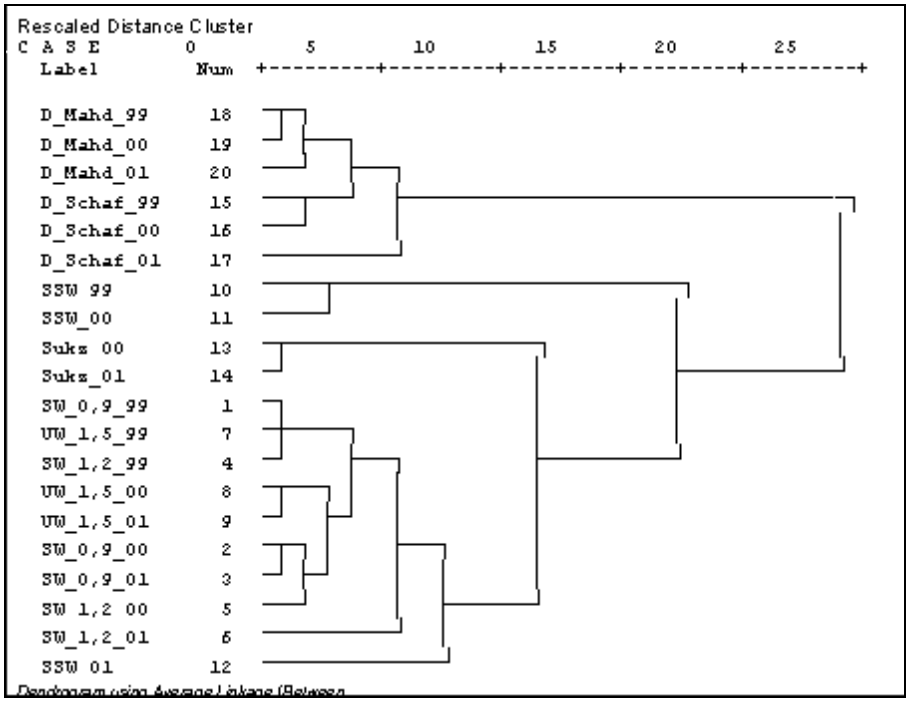


Abbildung 5.2-2: Hierarchische Clusteranalyse der mittleren Artmächtigkeiten zwischen 1999 und 2001

Unter diesem Blickwinkel erscheint auch die Annäherung der spätschnittgenutzten Parzelle an die Vegetation der Weidevarianten recht interessant. Diese Annäherung wird vermutlich durch die Zunahme der Anteile an Halblichtpflanzen (Zeigerwert **L**icht, Tabelle 5.2-6) durch eine späte Schnittnutzung bzw. eines hohen Anteils überständiger Biomasse bestimmt. Allerdings sind die beginnenden Sukzessionen nach der kurzen Zeit der Nutzungsumstellung auch bei diesen Varianten schwer einzuordnen.

Mit Ausnahme der Varianten Deich_Mahd und SW_1,2 sind alle Parzellen von einem Zuwachs an Arten gekennzeichnet. Mit einem Zuwachs von 12 Arten tritt besonders die Koppelvariante UW_1,5 hervor. Nach MATTHES (1997[2]) nimmt die Gesamtartenzahl nach Umstellung der Wirtschaftsweise von intensiv auf extensiv zu. Dadurch ist eine Zunahme der floristischen und vegetationskundlichen Vielfalt und Diversität und eine Verschiebung der Stetigkeiten und der Deckungswerte einzelner Arten (Zurückdrängung der gemeinen Quecke durch Aushagerung bzw. Winterbeweidung) nach Extensivierung festzustellen.

Im Verlauf der Beobachtungszeit zeigten die Anteile der Artengruppen die größten Schwankungen (Abbildung 5.2-3). Auf den mit Rindern beweideten Flächen konnte ein starker Zuwachs an Kräutern zu Ungunsten der Gräser beobachtet werden. Dies ist insbesondere auf ein starkes Ansteigen einjährigen Pflanzen, wie Vogelmiere (*Stellaria media)* oder Hirtentäschel (*Capsella bursa-pastoris)* zurückzuführen. Die Erkenntnisse von HUNDT (1996) werden somit bestätigt.

Tabelle 5.2-6: Diversität, Eveness und Zeigerwert nach Ellenberg der untersuchten Varianten in den Jahren 1999 bis 2001

Transekt-nr.	*SORT 4.0*	SW_0.9			SW_1.2			UW_1.5			SSW		
Aufnahmejahr		1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Aufnahmen		30	30	30	30	30	30	30	30	30	20	20	20
Artzahl		38	35	43	48	28	36	33	43	45	20	20	22
Diversität		2,4	2,6	2,9	2,4	2,3	2,7	2,4	2,7	3,0	1,8	1,8	2,3
Eveness		0.66	0.75	0.76	0.62	0.68	0.75	0.67	0.73	0.79	0.61	0.62	0.74
Zeigerwerte nach Ellenberg	L	7,3	7,0	7,0	7,2	7,0	7,0	7,2	7,0	7,0	7,5	7,4	7,1
	T	6,0	6,1	6,0	6,0	6,0	6,2	6,0	6,1	6,1	6,0	6,0	6,1
	K	4,2	4,6	4,4	4,6	4,8	4,4	4,3	4,2	4,0	4,3	4,6	4,4
	F	5,0	5,1	5,1	5,1	5,1	5,0	5,0	4,9	4,8	5,0	5,0	5,0
	R	6,7	6,6	6,6	6,7	6,6	6,6	6,6	6,6	6,7	6,6	6,7	6,9
	N	6,6	6,6	6,6	6,7	6,8	6,6	6,6	6,5	6,2	6,6	6,6	6,7

Transekt-nr.	*SORT 4.0*	Sukzession		Deich_Mahd			Deich_Schaf		
Aufnahmejahr		2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Aufnahmen		18	18	14	14	14	14	14	14
Artzahl		33	38	41	36	38	28	34	37
Diversität		2,9	2,8	2,9	2,7	2,8	2,6	2,7	2,7
Eveness		0.84	0.77	0.79	0.75	0.77	0.78	0.78	0.75
Zeigerwerte nach Ellenberg	L	7,0	6,9	6,9	6,9	6,9	7,1	7,1	7,1
	T	6,2	6,1	5,6	5,6	5,8	5,6	5,6	5,6
	K	4,4	4,5	4,6	4,6	5,0	4,6	4,5	4,6
	F	4,7	4,9	5,1	5,2	5,2	5,1	5,0	5,1
	R	6,6	6,8	6,5	6,4	6,5	6,8	6,6	6,7
	N	6,0	6,2	6,4	6,5	6,4	6,5	6,5	6,6

Der rückläufige Gräseranteil ist vor allem auf den Artmächtigkeitsverlust von Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne)* zurückzuführen. Im Gegensatz dazu legt Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis)* vor allem in den extensivsten Weideverfahren deutlich zu. Der Leguminosenanteil, repräsentiert durch den Weißklee *(Trifolium repens)*, weist im Beobachtungsverlauf nur geringe Zuwächse auf. Diese Einförmigkeit in der Pflanzenzusammensetzung konnte auch BETTINGER (1996) für Tal-Glatthaferwiesen beobachten, die im Übergang zu feuchten Standorten durch das dominante Auftreten von Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis)* und das hochstete Vorkommen eutraphenter und v.a. nitrophiler Arten wie Gemeines Rispengras (*Poa trivialis)* und Löwenzahn (*Taraxacum officinale)* auffielen. Daneben stellten sich ruderale Ausbildungen mit Quecke (*Elymus repens)* und weicher Trespe (*Bromus hordeaceus)* ein. In beweideten und häufig gemähten Auabschnitten traten bei BETTINGER (1996) die Cynosurion-Verbandscharakterarten mit Weidelgras stark hervor. Neben Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne)* erreichen Weißklee (*Trifolium repens)* und kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens)* hohe Deckungsgrade.

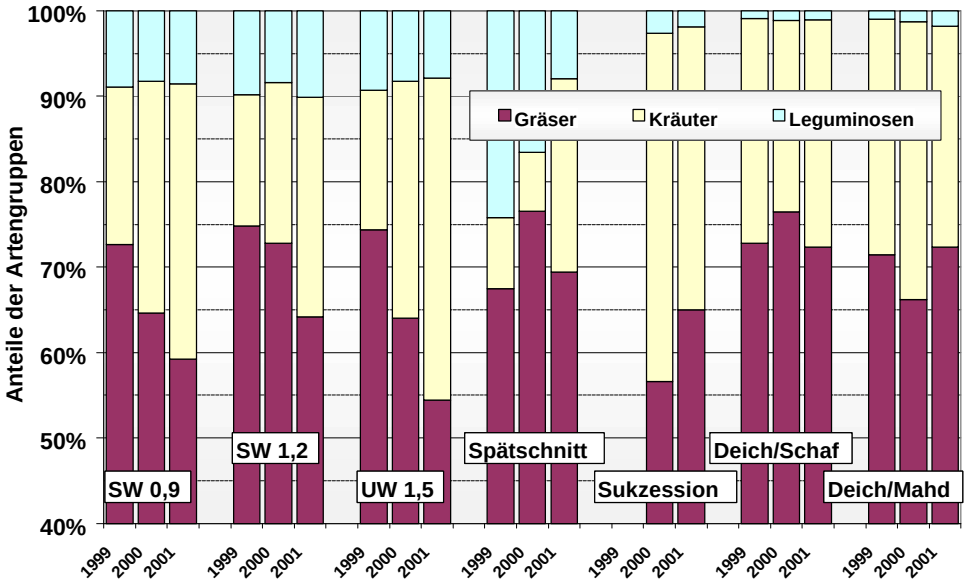


Abbildung 5.2-3: Entwicklung der Artmächtigkeitsanteile in % von Gräsern, Kräutern und Leguminosen im Pflanzengefüge der untersuchten Varianten in den Jahren 1999, 2000 und 2001

Die Schnittvariante zeigt hinsichtlich des Gräseranteils ein indifferentes Verhalten. Im Vergleich zu den Weidevarianten verlief der Artmächtigkeitsanstieg des Fuchsschwanzes deutlich flacher. Der Kräuterzuwachs beruht auf der Ausbreitung des Löwenzahns, während der Weißkleeanteil um 65 % rückläufig war.

Einzige Variante, die mit einem Zuwachs an Gräsern auffiel, war die Variante der ungelenkten Sukzession. Vor allem Quecke (*Elymus repens)* erfuhr innerhalb eines Jahres einen deutlichen Zuwachs in der Artmächtigkeit.

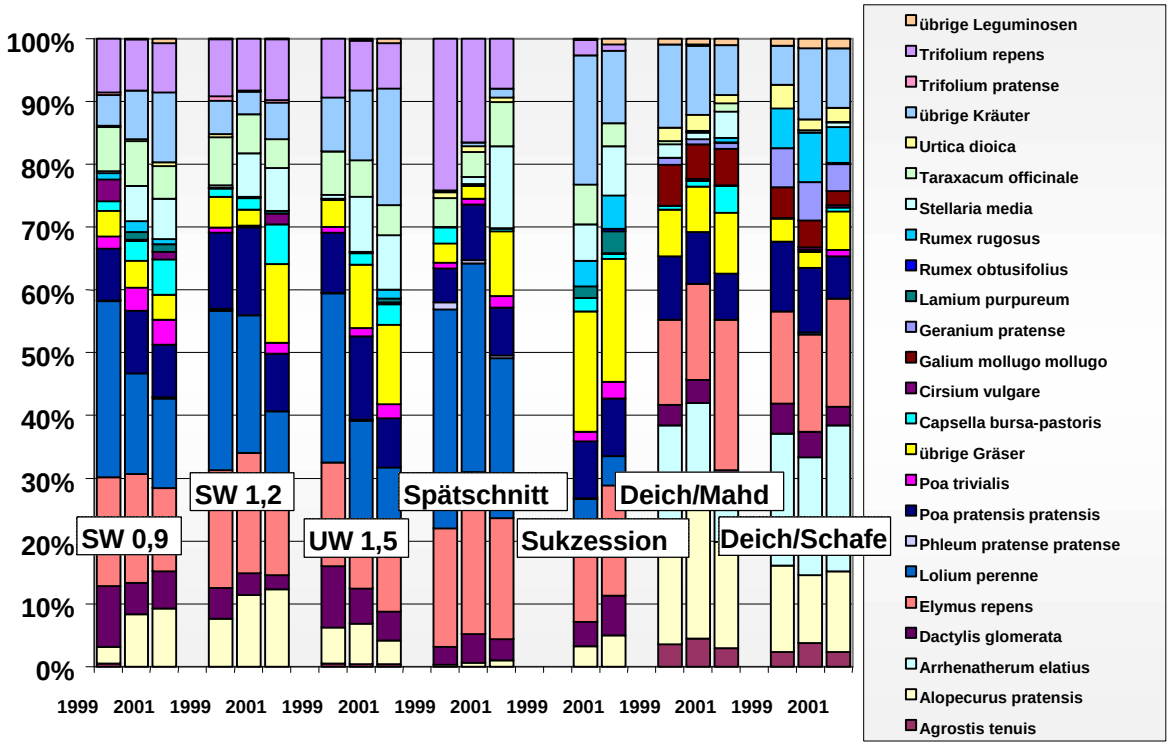


Abbildung 5.2-4: Artmächtigkeiten im Pflanzengefüge der untersuchten Varianten der Jahre 1999, 2000 und 2001.

Festzuhalten ist, dass schon nach kurzer Zeit der Nutzungsumstellung eine Veränderung in den Pflanzenbeständen erzielt werden konnte. Fettwiesenarten wie Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne)*, Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratense)* und Löwenzahn (*Taraxacum officinale)* prägen neben den Überweidungszeigern Vogelmiere (*Stellaria media)* und Hirtentäschel (*Capsella bursa pastoris)* das Vegetationsbild. Schon HUNDT (1956) war eine Charakterisierung der Gesellschaft mit Hilfe guter Charakterarten im Sinne von Braun-Blanquet auf den Auenflächen der Elbe unterhalb von Riesa nicht möglich. Seiner Meinung nach ist das Zurücktreten des Glatthafers und der übrigen Arrhenatherionarten auf den frischen Standorten der *Alopecurus pratensis-Galium-mollugo*-Gesellschaft im Elbtal durch edaphische Faktoren bedingt.

Die Varianten der Deichpflege wurden schon seit einigen Jahren im stetigen Wechsel zwischen Schnitt- und Koppelschafhaltung gepflegt, so dass sich ein homogenes Pflanzengefüge etablieren konnte. Dies zeigte sich auch in der Ausgeglichenheit der Bestände. Die Artenkomposition unterschied sich nur geringfügig. Auch die 1999 zunächst geringe Artanzahl der Schaf-Variante von 28 Arten (Mahd: 41 Arten) nivellierte sich mit Ablauf der drei Bobachtungsjahre.

5.2.2.4 Klassenschätzung

In Abweichung zur Ermittlung der mittleren Artmächtigkeit erfolgten im Damwildgehege (Abbildung 5.2-5) und auf der Winterweide der ganzjährigen Freilandhaltung auf bestehenden Dauerquadraten eine botanische Analyse mit der Schätzung des Ertragsanteils nach KLAPP (1930). Untersucht wird die Pflanzenbestandsentwicklung auf Ansaatgrünland im Vergleich zu einer Altnarbe unter Beweidungseinflüssen. Gerichtete Bestandsentwicklungen waren nicht zu erkennen. Eine der Ansaatmischungen ist für Damwildgatter nicht zu empfehlen, da der Anteil von Knaulgras (*Dactylis glomerata)* im Ertrag innerhalb von vier Jahren von 20 auf über 66 % anwuchs. Eine trittfeste, dichte Pflanzennarbe war dadurch nicht gewährleistet. Der Zustand und die Entwicklung der restlichen Ansaatmischungen war beim derzeitigen Untersuchungsstand hinsichtlich vegetationskundlicher Merkmale noch nicht zu bewerten.

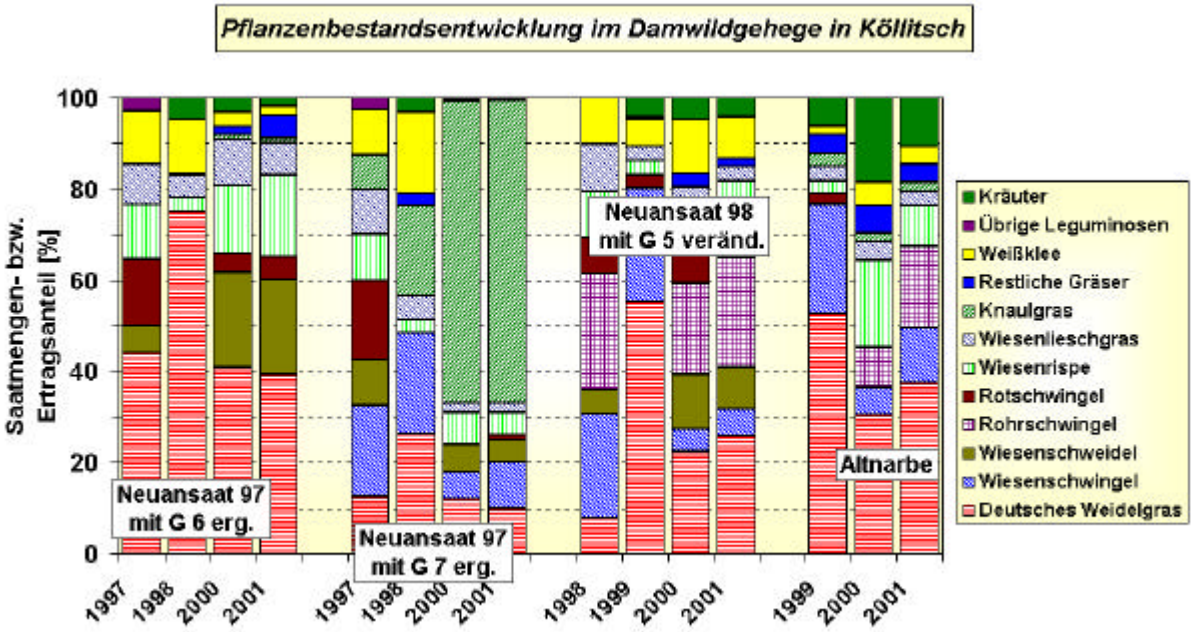


Abbildung 5.2-5: Schätzung der Ertragsanteile (EA) verschiedener Ansaatmischungen im Damwildgatter der Jahre 1998 bis 2001 (Quelle: LfL, FB 8, Ref. Grünland und Futterbau; unveröffentlicht)

5.2.3 Zusammenfassung

⇒ Die tierischen Einflussfaktoren Tritt, Kotablage und Futterselektion/Verbiss wirkten signifikant auf die Vegetation des jeweiligen Standortes. 11 Pflanzenarten reagierten signifikant auf den Tritt der Weidetiere, durch welchen die Bodenoffenheit erhöht wurde. 10 Arten waren vom Verbiss bzw. von der Selektion des Weidetieres abhängig.

⇒ Vom Verbiss profitierten das Deutsche Weidelgras und Weißklee. Weißklee zeigte außerdem eine verminderte Überschwemmungstoleranz.

⇒ Zwischen den Untersuchungsparametern „Nährstoffversorgung“, „Entfernung zur Elbe“ sowie „Aufnahmejahr“ und der Vegetation bestanden ebenfalls signifikante Beziehungen.

⇒ Nach drei Untersuchungsjahren war die Vegetation die Nutzungsarten „Sukzession“, „Schnitt“ bzw. „Weide“ deutlich voneinander abgegrenzt.

⇒ Fast alle Varianten waren von einem Zuwachs an Arten gekennzeichnet. Es bestätigten sich eine Zunahme der Gesamtartenzahl nach Umstellung der Wirtschaftsweise von intensiv auf extensiv. Dadurch war auch eine Zunahme der floristischen und vegetationskundlichen Vielfalt und Diversität festzustellen.

⇒ Mit fortschreitender Versuchdauer wurde der durch Stickstoffmangel beeinflusste Gräserrückgang durch einen Anstieg der Kräuterarten kompensiert.

⇒ Auf den Rinderweiden konnte ein starker Zuwachs an Kräutern zu Ungunsten der Gräser beobachtet werden. Der Leguminosenanteil blieb nahezu unverändert. Die Schnittvariante zeigte ebenfalls einen Kräuterzuwachs (Löwenzahns) während der Leguminosenanteil rückläufig war.

⇒ Die Vegetation der beiden Deichpflegevarianten (Mahd bzw. Koppelschafhaltung) war stark vom Feuchtegradienten zwischen Fuß und Oberkante abhängig, und weniger von der Nutzungsart. Auf dem Ansaatgrünland des Damwildgeheges war keine gerichtete Bestandsentwicklung zu erkennen.

5.3 Nährstoffkreisläufe

5.3.1 Einleitung

Um die Effizienz der Nährstoffnutzung beurteilen zu können und umweltrelevante Nährstoff-Outputs zu quantifizieren, können sogenannte Nährstoffbilanzen errechnet werden. Dabei wird der Nährstoff-Input dem Nährstoff-Output gegenüber gestellt und Nährstoffsalden ausgewiesen. Der Maßstab für diese Bilanzierungen kann unterschiedlich gewählt werden. Er kann tiergezogen, stallbezogen, flächenbezogen, bodenbezogen, regional bezogen bzw. global bezogen ermittelt werden.

5.3.2 Bedeutung und Vorkommen von Stickstoff in Pflanzen und im Boden

Stickstoff ist ein elementarer Baustein pflanzlicher und tierischer Eiweißverbindungen. Im Gesamtprozess des Futterbaus und der Milcherzeugung durchläuft der Stickstoff einen Kreislauf, in dem er nicht vollständig genutzt wird. Der ungenutzte Stickstoff kann aus dem Kreislauf entweichen bzw. kann sich anreichern und stellt somit eine Quelle für umweltschädigende Wirkungen dar. Überschüssiges Nitrat (NO_3) kann aus dem Sickerwasser in das Grundwasser transportiert werden und schränkt dessen Verwertung als Trinkwasser ein. Bei der Denitrifikation im Boden entsteht Lachgas (N_2O), das an der Entstehung des Treibhauseffektes und an der Zerstörung der Ozonschicht beteiligt ist. Die mengenmäßig bedeutsamsten N-Verluste sind Ammoniakverdampfungen (NH_3). Diese Emissionen können zu Bodenversauerung, Waldsterben, Überdüngung von Naturschutzflächen sowie Schädigung von Bauwerken (BOCKMANN 1997) beitragen.

Schnittnutzung und Weidenutzung sind in Bezug auf den Stickstoffhaushalt unterschiedlich zu bewerten, da es bei der Weidevariante durch die Exkremente der Weidetiere zu einem N-Rückfluss kommt. Unter beweidetem Grünland lassen sich vier- bis achtfach höhere N-Konzentrationen im Sickerwasser nachweisen als unter Grünland mit vorherrschender Schnittnutzung. Wiederkäuer scheiden auf der Weide 75 - 95 % des mit den Pflanzen aufgenommenen Stickstoffs wieder aus. Die Stickstoffverluste durch Nitratauswaschung sind unter Beweidung wesentlich höher als unter Schnittnutzung (RUHE & BENKE 1991).

Je eiweißreicher das Futter ist, desto höher ist die N-Konzentration im Harn von Wiederkäuern. Damit steigt die N-Ausscheidung pro Tier und Tag. Hohe N-Mengen unter den Harnstellen führen wiederum zu hohem Rohproteingehalten in den Pflanzen und zu höheren Trockensubstanzerträgen. Die mit Urin kontaminierten Stellen werden im Frühjahr bereits nach 4 Wochen wieder verbissen, während Kotstellen ein Jahr und länger gemieden werden. Durch den geringeren Verbiss kommt es zur Überalterung der Pflanzen, woraus ein verminderter N-Entzug und damit ein höherer N-Vorrat im Boden resultiert. Insgesamt ist bei Weidehaltung auf den präferierten Flächen (Liegeplätze, Tränke, Zufutterstelle) im Vergleich zu den normal aufgesuchten Flächen eine höhere NO_3-N-Menge im Boden zu erwarten.
Die Nitratverluste unter Kotstellen werden meist als gering eingeschätzt. Wesentliche Nitratverlagerungen unter Weiden gehen daher hauptsächlich von Urinstellen aus (AFZAL & ADAMS 1992). Unter beweidetem Grünland mit einer Besatzdichte von 2,9 GV/ha hat KÜHBAUCH et al. (1996) NO_3-Verluste von 20 kg N/ha ermittelt.
Es wird von einer Nährstoffausscheidung je GV/Jahr in Höhe von insgesamt 85 kg Stickstoff ausgegangen (SML, 1995).
Eine wesentliche N-Eintragsgröße ist die legume N-Bindung. Als Faustregel gilt, dass je Prozentpunkt des Weißkleeanteils mit 3 bis 5 kg N pro Hektar und Jahr zu rechnen sei (RIEDER 1983).
In der Praxis wird von einem Stickstoffflächenbilanzsaldo von +20 bis +40 kg als maximaler tolerierbarer Wertebereich in Hinblick auf eine gute Flächenbewirtschaftung ausgegangen (MINISTERIUM F. LÄNDL. RÄUME 1999).
Bei der Weidebewirtschaftung ist die Stickstoffverwertungseffizienz durch die Rückführung der Exkremente deutlich herabgesetzt. Ebenso sind die Erträge bei Beweidung durch N-Rücklieferung über Kot und Harn, aber auch durch erhöhte Weißkleeanteile bei intensiver Weidenutzung höher als bei Mahd. Der bei Beweidung mit dem Futter aufgenommene Stickstoff fließt zum größten Teil über die Exkremente wieder zurück auf die Fläche. Laut RUHE und BENKE, (1991) ist die Stickstoffeffizienz über die tierische Produktion sehr gering (5,1%).

5.3.3 Material und Methoden

Die Nährstoffvergleiche wurden auf Basis der Hoftor-Bilanz (in unserem Fall Weidezaunbilanz) durchgeführt. Der Stofffluss wurde als geschlossenes System betrachtet und nur die Stoffin- und -outputs bewertet. Die ermittelten Salden wurden auf die gesamte Fläche bezogen.
Als Parameter des Stoffeintrags (N-Input) (Abbildung 5.3-1) wurden die legume N-Bindung entsprechend dem Leguminosenanteil (Weißklee) im Pflanzenbestand, die organische bzw. mineralische Düngung, die Nährstoffzufuhr durch Zufütterung und Einstreu sowie der atmosphärischen Stoffeintrag bzw. die Überschwemmungsnährstofffrachten berücksichtigt. Den Stoffaustrag aus dem System (N-Output) charakterisieren die Entnahmen des Tiermaterials und der Biomasse sowie die Verluste durch Auswaschung und Abgabe in die Atmosphäre .

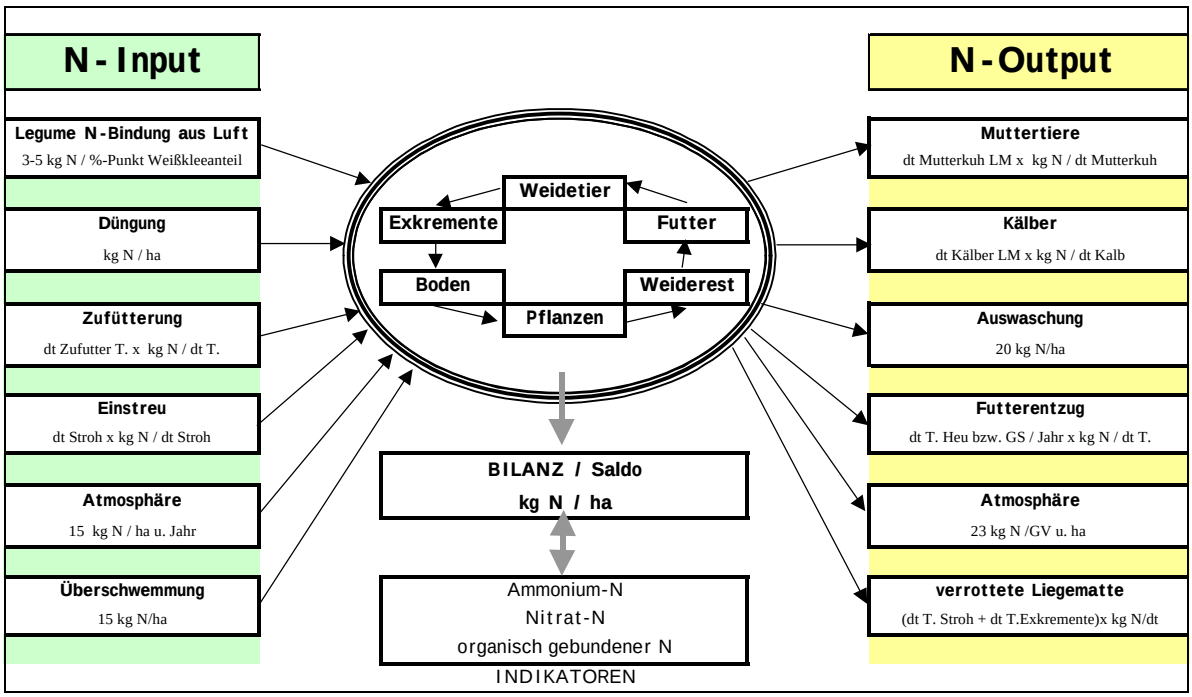


Abbildung 5.3-1: Modell der Stickstoffbilanzierung

Die Erfassung der Daten beruhte auf den im Projekt Elbe-Ökologie erhobenen Werten. Die Methoden sind im Kapitel 4.2 und 5.1 dargestellt. Nicht selbst gemessene Stoffflüsse wurden mit Hilfe der Literatur kalkuliert:
*Wert N-Ausscheidung je GV und Jahr aus dem Förderprogramm UL (SML 1995),
*Wert Atmosphäre nach RUHE und BENKE (1991) und MINISTERIUM F. LÄNDL. RÄUME (1999),
*Wert Leguminosenstickstoffbindung nach RIEDER (1983),
*Wert Auswaschung nach SCHACHTSCHABEL (1992),
*Wert Output Tiere nach Programm BEFU (2001),
*Wert N-Eintrag durch Überschwemmung nach SCHWARTZ (2001)).
Die Berechnung und Darstellung der Ergebnisse erfolgte in kg/ha.

5.3.4 Ergebnisse

Mutterkuhweiden

Die N-Salden der untersuchten Mutterkuhweiden waren nahezu ausgeglichen. Sie schwankten in Abhängigkeit der N-Zufuhr über Zufütterung und Düngung zwischen -9,1 und 5,4 kg Stickstoff je Hektar (Tabelle 5.3-1; Abbildung 5.3-2). Problem dieser Bilanzierungen war der relativ starke Einfluss der unterstellten, d.h. mit Hilfe der Literatur kalkulierten, N-Input- bzw. N-Outputwerte für die legume N-Bildung, die N-Einträge bzw. -Austräge über die Atmosphäre und die Auswaschung. Sie beeinflussten ca. 60 % des N-Inputs und 80 % des N-Outputs. Die gewählten Bewirtschaftungsmaßnahmen besaßen demnach eher eine untergeordnete Rolle. Negiert man diese Stickstoffgrößen, d.h. reduziert man die Bilanzierung auf die Einflüsse, welche bewirtschaftungsbedingt sind, hätte nur die Variante SW_0.9 GV mit -0,9 kg N/ha eine nahezu ausgeglichene Bilanz. Die Varianten SW_1.2 GV und UW_1.5 GV zeigten dann mit 21,4 bzw. 27,5 kg N / ha deutlich höhere N-Salden. Die Rangierung bleibt aber auch bei dieser Rechnung eine Funktion der Besatzdichte. Bei einer ganzjährigen Weidehaltung, bei welcher versucht wird die Zufütterung zu minimieren bzw. die Zufuttermittel auf der Weidefläche zu erzeugen, können die N-Salden ausschließlich über den Besatz und eine verbesserte Leistung der Tiere verringert werden. Da der Besatz anhand des Futterangebotes der Fläche mit der Variante SW_0.9 GV bereits am unteren Level kalkuliert wurde, bleibt nur noch eine Leistungssteigerung. Dabei ist es kaum möglich die Anzahl der erzeugten Kälber zu erhöhen, da im Mittel nur ein Kalb je Kuh und Jahr realisierbar sein wird. Nur die Konvertierung der aufgenommenen Nährstoffe über die Milch in Kalbfleisch kann graduell gesteigert

werden, indem man standortangepasste und züchterisch optimierte Muttertierrassen einsetzt. Ein deutlicher N-Output je Hektar kann jedoch auch dadurch kaum realisiert werden, da der Besatz an Mutterkühen sehr gering ist.

Tabelle 5.3-1: Stickstoff-Bilanz der untersuchten Varianten im Jahr 2000

	Versuchsvariante						
	SW_0.9 GV	SW_1.2 GV	UW_1.5 GV	SSW	Sukzession	Deich_Schafe	Deich_Mahd
INPUT							
Legume Bindung	24,9	25,2	15,8	36,6	8,1	9,0	7,5
Düngung	0	0	15,3	0	0	0	0
Zufütterung	3,2	26,7	16,0	0	0	0	0
Einstreu	8,4	8,6	7,2	0	0	0	0
Atmosphäre	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Saldo Überschwemmung	0	1,5	1,9	0	0	0	0
Summe des N - Input	**51,5**	**77,0**	**71,2**	**51,6**	**23,1**	**24,0**	**22,5**
OUTPUT							
Muttertiere	0	0	0	0	0	0	0
Kälber / Lämmer	5,2	7,8	6,7	0	0	21	0
Futterentzug	0	0,0	0,0	82,5	0	0	59,4
verrottete Liegematte	7,3	7,6	6,2	0	0	0	0
Atmosphäre	20,7	27,6	16,1	0	0	9,4	0
Auswaschung	27,4	36,6	36,7	20,0	20,0	34,8	20,0
Summe des N - Input	**60,6**	**79,6**	**65,7**	**102,5**	**20,0**	**64,9**	**79,4**
N-BILANZ / N-SALDO	**-9,1**	**-2,6**	**5,5**	**-50,9**	**3,1**	**-40,9**	**-56,9**

Spätschnittwiese

Die Bilanz der durch den Entzug der Biomasse gekennzeichneten Spätschnittwiese war stark negativ. Der N-Entzug durch die Ernte des Aufwuchses (80 % der Abfuhr) konnte auch durch einen recht hohen Weißkleeanteil von 12 % in der TS nicht ausgeglichen werden. Zudem konkurriert Weißklee mit den durch Spätschnitt begünstigten Obergräsern und dem dadurch bedingten Lichtentzug.
Der N-Saldo betrug -50,9 kg/ha. Diese stark negative Stickstoffbilanz ist nur unter dem Aspekt einer gewollten Nährstoffaushagerung zu akzeptieren.

Sukzession

Die Kontrollvariante Sukzession war aufgrund ausgeschlossener Nutzung und Düngung in ihrem Nährstoffhaushalt erwartungsgemäß ausgeglichen.

Deichvarianten

Beide Deichvarianten waren von einer negativen N-Bilanz geprägt. Insgesamt lag der Saldo der Deichpflege durch Mahd auf dem Niveau der Spätschnittwiese. Aufgrund der guten Verwertung der Aufwüchse durch das Schaf und einer hohen Fruchtbarkeit war das N-Defizit bei der Variante Deich_Schaf ebenfalls deutlich ausgeprägt. Auffallend waren auch die im Vergleich zum Untersuchungsgebiet „Tauschwitz“ recht bescheidenen Leguminosenanteile und die dadurch bedingten geringen Anteile an legumer N-Fixierung von Luftstickstoff.

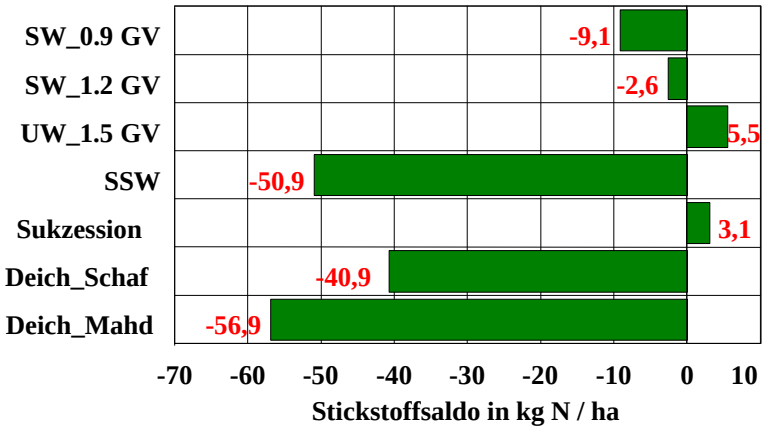


Abbildung 5.3-2: grafische Darstellung der Stickstoff-Bilanz der untersuchten Varianten im Jahr 2000

5.3.5 Zusammenfassung

⇒ Die Stickstoffbilanzen der Weideverfahren mit Mutterkühen waren in Abhängigkeit der Zufutter- und Düngungssituation nahezu ausgeglichen.

⇒ Die Nährstoffsalden waren bei Weidenutzung ausgeglichener als bei Wiesennutzung mit vollständigem Entzug der Biomasse.

⇒ Reduziert man in den Mutterkuhvarianten die N-Bilanzierung auf die Einflüsse, welche bewirtschaftungsbedingt sind, hätte nur die Variante mit dem geringsten Tierbesatz, minimaler externer Zufütterung und hohen tierischen Leistungen (SW_0,9 GV/ha) eine ausgeglichene Bilanz. Die Weiden mit höherem Besatz und Zufütterung (1,2 bzw. 1,5 GV/ha) zeigten dann deutlich höhere N-Bilanzen über 20 kg N/ha.

⇒ Bewirtschaftungsmaßnahmen, die ausschließlich auf Schnittnutzung ohne Nährstoffersatz beruhen, waren stark negativ mit N-Bilanzen über -50 kg N/ha.

⇒ Die N-Bilanz einer ungelenkten Sukzession ist auf lange Sicht eher leicht positiv als negativ zu bewerten. Aushagerungen könnten, wenn überhaupt, nur langfristig erzielt werden.

⇒ Nährstoffeinträge durch Hochwassersituationen waren bei dem geringen Anteil der überschwemmten Weideflächen in der Gesamtsaldierung eher von untergeordneter Bedeutung.

5.4 Bedeutung anorganischer (Schad-)Stoffe bei der Weidenutzung elbnaher 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 – pflanzenverfügbarer Anteil	Mo	VDLUFA Methodenbuch Bd. I, A 7.4.1	
Boden – pflanzenverfügbarer Anteil	Mn	VDLUFA Methodenbuch Bd. I A 7.2.1	
Boden – pflanzenverfügbarer 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 ammoniumnitratextrahierbare 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 NH_4NO_3-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 HNO_3 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 NH_4NO_3-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 L*ebern 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 Bubdesbodenschutzverordnung (BbodSchV) wird nur ein Prüfwert für Phytotoxizität auf Ackerflächen angegeben (2,0 mg/kg; NH_4NO_3-Extrakt). Dieser wird in allen Teilprobeflächen 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-Mangangehalt 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.

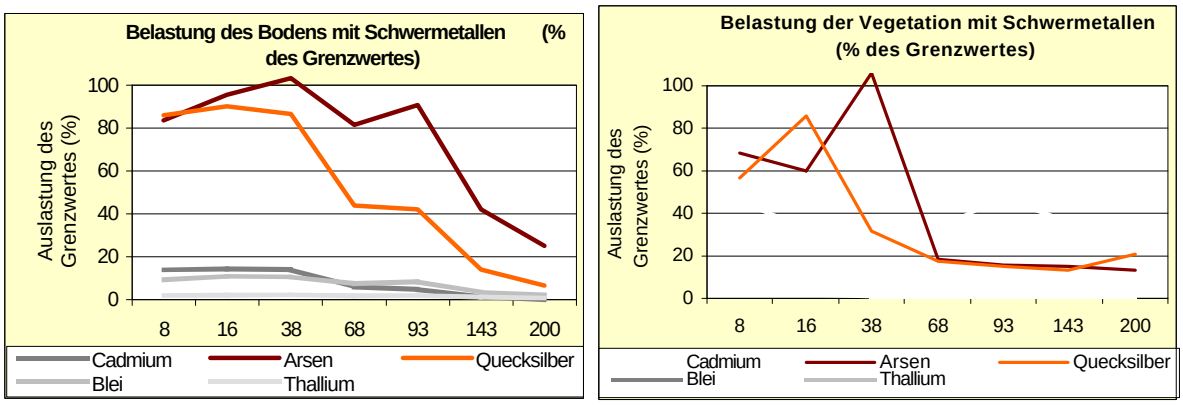


Abbildung 5.4-1: Belastung des Bodens und des Futters mit Schwermetallen relativ zum jeweiligen Grenzwert in zunehmender Entfernung zur Elbe (8 bis 200 m)

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 $\leq$ 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 Aufnahmerate 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).

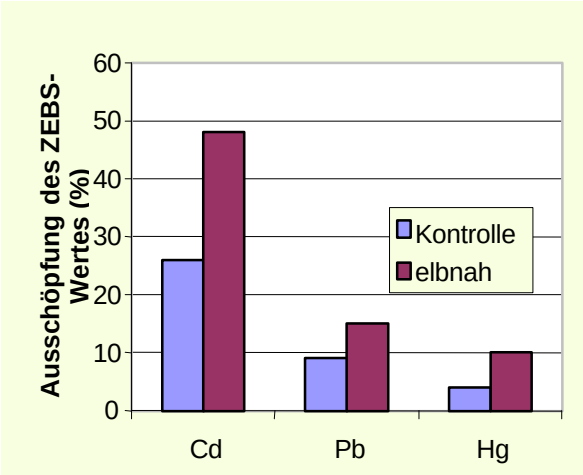


Abbildung 5.4-2:
Belastung von Rinderlebern mit Schwermetallen

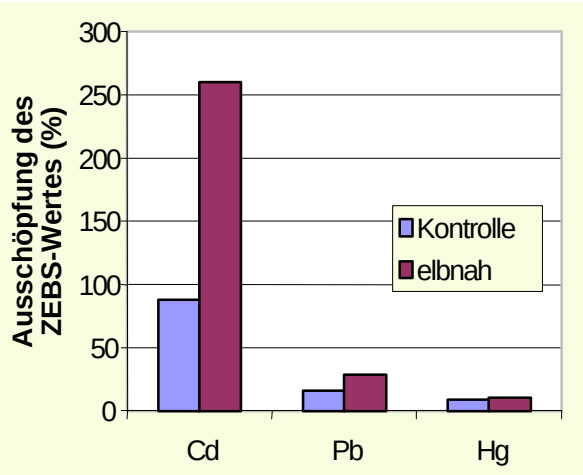


Abbildung 5.4-3:
Belastung von Rindernieren mit Schwermetallen

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	Überversorgung	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 widergespiegelten 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: Rohrschwingel-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 Habitatansprüche 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 anpruchsvolle 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 vorangegangen statistischen Verfahren gewonnen 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	Rohrschwingel-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 untersuchen 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 Sukszessionsfläche (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 Rohrschwingel-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 Sukszessionsvariante, 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 Sukszessionsfläche 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 (Pflegeschnitt) 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 Rohrschwingel-Mähweide. Sehr wahrscheinlich ist das ein noch nachwirkender Effekt der vormaligen Ackernutzung dieses relativ jungen Rohrschwingel-Einsaatgrünlandes.

Generell ablesbar ist nach nunmehr 3-jähriger Nutzungsänderung ein Trend zu ausgeglicheneren Domianzstrukturen der Spinnenassoziation. 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 Pflegeschnitt		**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 Feuchtigkeitspräferenz-Index	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		
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 **Artenpotenzia**l (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 Ähnlichkeitsdendrogamm 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 Änhlichkeitsclustern.
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" (Extensität 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 (Rohrschwingel-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 (Rohrschwingel-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 stenök-hygrophilen 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 mesök-hygrophilen 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.

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 Pflegeschnitt		**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	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_1)	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**
Psammophile																		
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 Redundanzanalyen (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 (lamba-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 letztenendes 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.

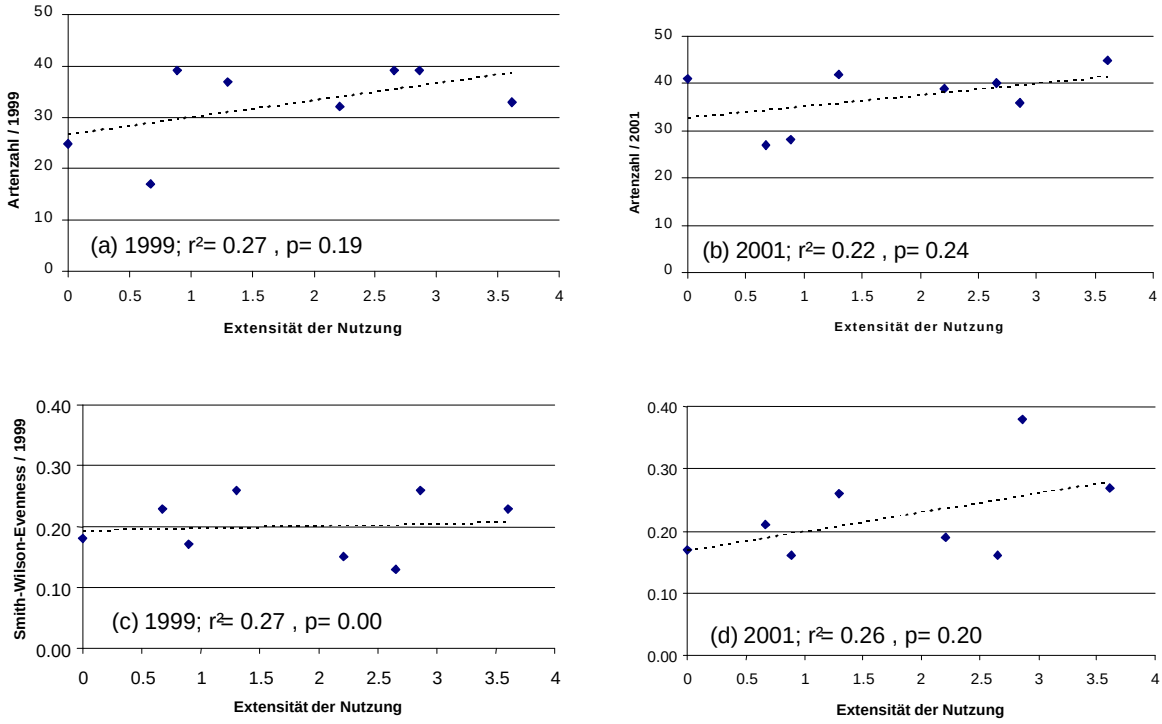


Abbildung 5.5-1: Zusammenhang von Nutzungs-Extensität und Artenzahl (a, b) bzw. Evenness (c, d) der Laufkäfer-Assoziationen für 1999 (a, c) sowie 2001 (b, d)

Bezüglich der Webspinnen-Assoziationen der untersuchten Probeflächenvarianten konnten für beide Ebenen der Artendiverstität 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 (Rohrschwingel-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 Nutzunggradienten. 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 Rohrschwingel-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 Spätschnittwiese (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 ausgeglichenere 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). Zusammefassend 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 Pflegemulchen 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, Rohrschwingel-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 auentypischen 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 Aufzuchtsleistung 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 Stoffwechsellage 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 µmol/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.

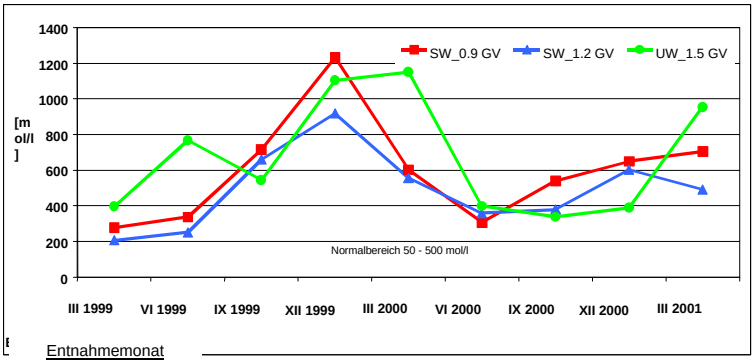


Abbildung 5.6-1: Freie Fettsäuren (FFS) bei Mutterkühen dreier Herden bei vierteljährlicher Kontrolle

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 *Cholesterol*konzentrationen 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 aufgenommen Weidefutter zurückzuführen sind.
Die *ASAT (Aspartat-Amino-Transferase)*-Aktivitäten, welche einen eventuellen Hinweis auf eine Leberbelastung durch die vermehrte Entgifungsfunktion 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 *Albumin*konzentrationen 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 Stoffwechsellage 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 *Glukose*konzentrationen 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.

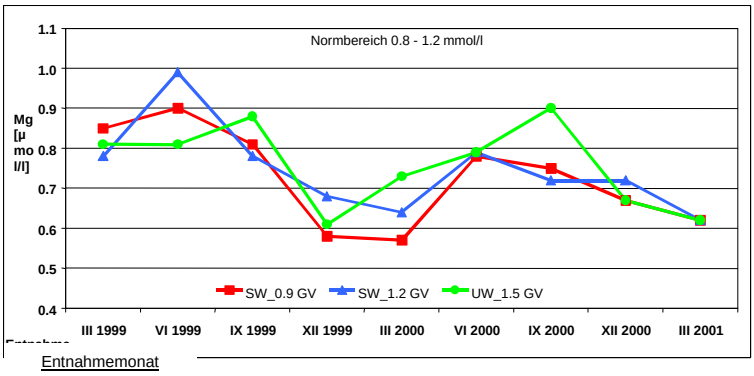


Abbildung 5.6-2: Magnesiumkonzentration im Serum [mmol/l] bei Mutterkühen dreier Herden bei vierteljährlichen Kontrollen

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 ìg/l mangelhaft, 40-70 ìg/l suboptimal, >70 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 Serumselenkonzentrationen vorhanden, wobei die GPx-Aktivitäten aber nicht unter den von MAAS (1990) angegebenen Grenzwert von 35 U/gHb fielen.

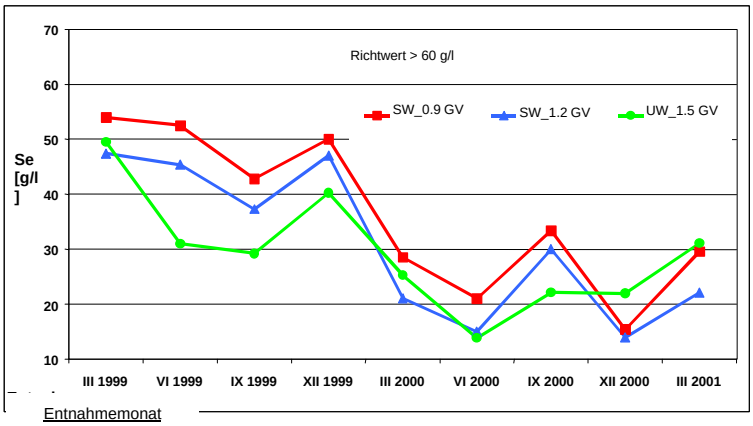


Abbildung 5.6-3: Selenkonzentration im Serum [g/l] bei Mutterkühen dreier Herden bei vierteljährlichen Kontrollen

Die *Cadmium*konzentrationen 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 *Zink*gehalte 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 FÜRLL (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 Trichostrongyliden-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 Trichostrongyliden 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 tiergesundheitlichen 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 Grasenverhalten bewertet werden. Für den täglichen Ablauf des Grasenverhaltens 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 Grasen 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 Grasenverhalten beschreiben. Als Parameter wurden die Verzehraktivität (Bissenhäufigkeit je min), die lokomotorische Aktivität (Beinzüge je min) und der Quotient aus Bissen je Beinzug[1] bzw. Beinzüge je Bissen genutzt (Tabelle 5.7-1).

Tabelle 5.7-1: Parameter des Grasenverhaltens 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 Grasen 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.

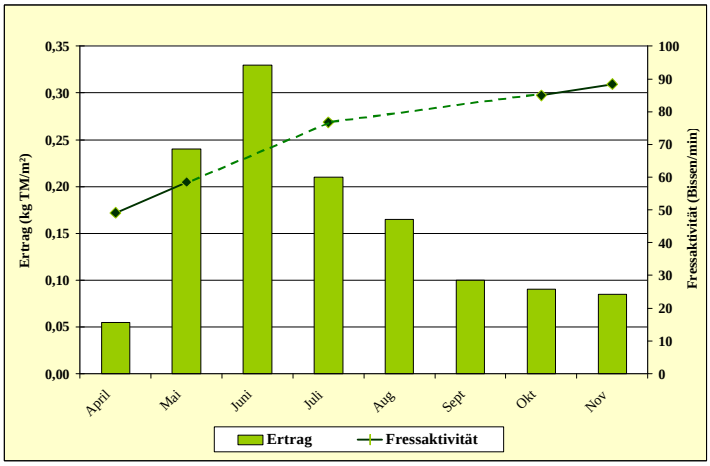


Abbildung 5.7-1: Fressaktivität der Mutterkühe in Abhängigkeit vom Futterertrag einer Standweide

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 grasten 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 Grasen ist, wie es die berechneten Quotienten ausweisen, mit häufigeren Ortsveränderungen verbunden (ziehendes Grasen). 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 **Sommer**depression im Weideaufwuchs zeichnet sich durch eine gesteigerte Rupfintensität 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 Rupffrequenz 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 Grasen 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 Tagesgrasenzeit ab. Eine Kompensation durch vermehrtes nächtliches Grasen wurde beobachtet. Oberhalb und unterhalb der optimalen Futterhöhe von 15-20 cm kommt es zu verlängerten Grasenzeiten. 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 Schlammbildung 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.

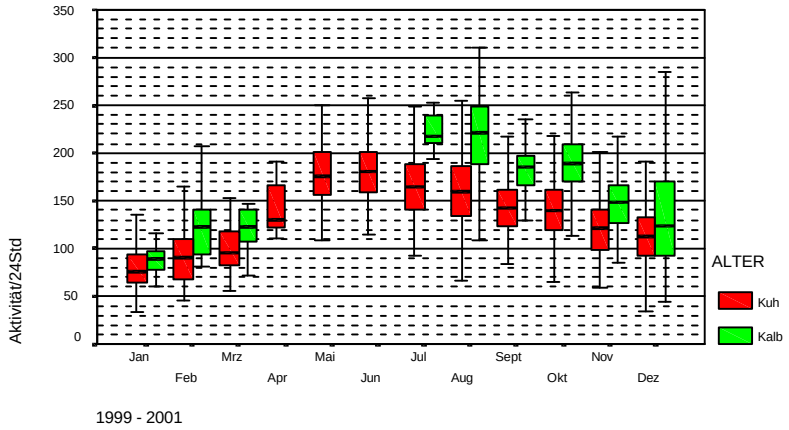


Abbildung 5.7-2: Bewegungsaktivität* ganzjährig im Freien gehaltener Mutterkühe in den Jahren 1999 bis 2001

*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.

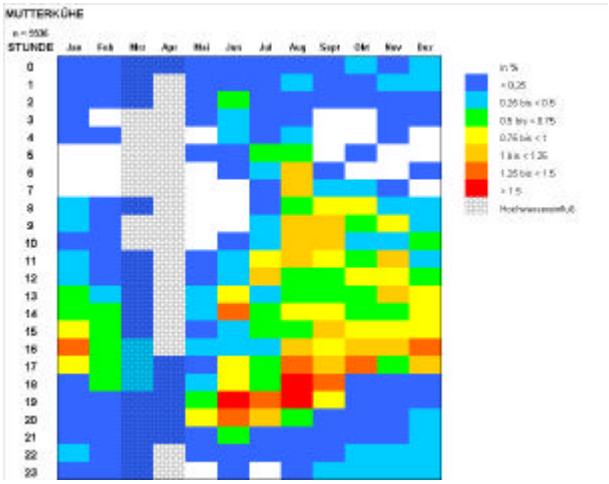


Abbildung 5.7-3: Häufigkeit und Verteilung der Tränkenbesuche

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass ein stetiger Wechsel von Grasen und Ruhephasen im Tagesverlauf stattfindet. Beim Grasen 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 Rupfintensität gesteigert. Außerhalb der optimalen Futterhöhe kommt es daher zu verlängerten Grasenzeiten. Bei winterlichen Temperaturen werden die Laufaktivität und die Häufigkeit der Tränkenbesuche eingeschränkt. Bei Zufütterung verzichten die Tiere überwiegend auf die Futtersuche auf der Weide. Auch wenn es im Winter stellenweise zu Grasnarbenschäden mit Schlammbildung 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 Rinderexkrementen

Im Folgenden sollen die Auswirkungen der Rinderexkremente 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 m^2.
Die zusätzliche Meidefläche beträgt 4380 x 0,078 m^2 = 342 m^2. Daraus resultiert eine Abzugsfläche je Kuh und Jahr von 415 m^2.
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 Haltungsform (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

	Standweide Herde 1		**Standweide Herde 2**	
Besatzstärke	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%
Vegetationsformen (Mäusegerste, Bäume)	***7.045***	*4,7%*	***7.417***	*7,4%*
Lagerplätze + Liegeflächen	***1.560***	*1,0%*	***6.801***	*6,8%*
Scharrgruben	***66***	*0,0%*	***131***	*0,1%*
Weideinventar (Futteständе, Tränke, Fahrweg)	***2.134***	*1,4%*	***1.923***	*1,9%*
Flächen zur Futterkonserierung	***7.524***	*5,0%*		
Kotablage und Geilstellen Mutterkühe	***3.317***	*2,2%*	***3.732***	*3,7%*
Besatzstärke nach Flächenabzug	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, Brennnesseln 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.

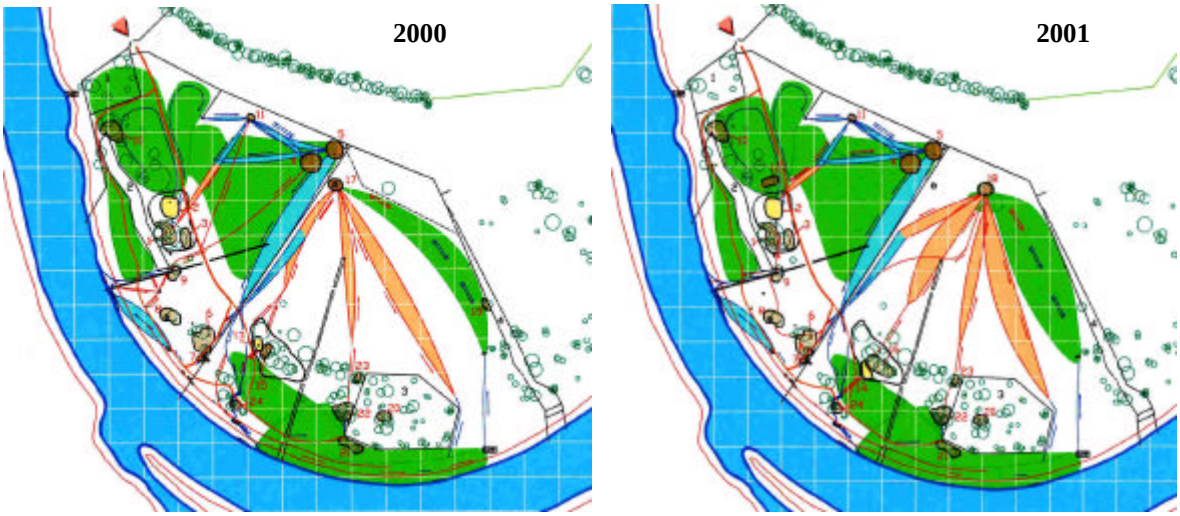


Abbildung 5.7-4: Lager und Zugwege 2000 und 2001 der beiden Rinderherden auf der Weide Tauschwitz

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 Grasen 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 Grasen- 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 Tierschutzgerechtheit 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 Dünnhaarigkeit, 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.

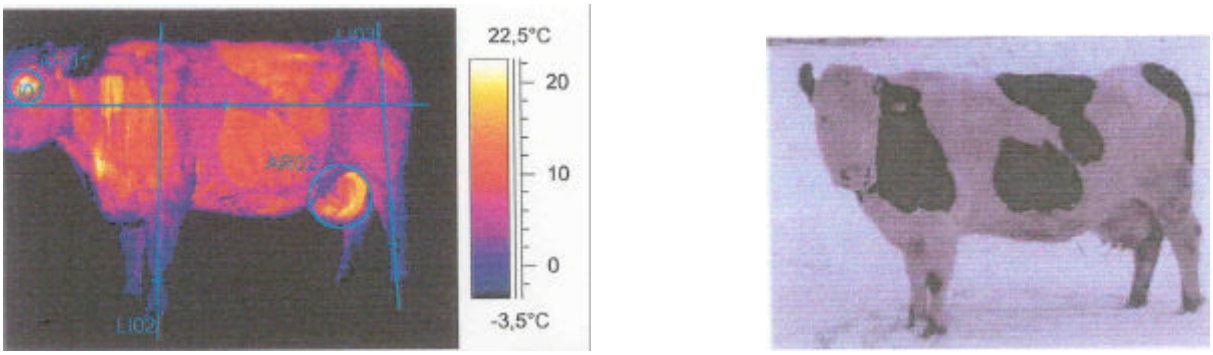


Abbildung 5.7-5: Wärmebild bzw. Fotografie der entsprechenden Mutterkuh im Winter bei -4,4°C

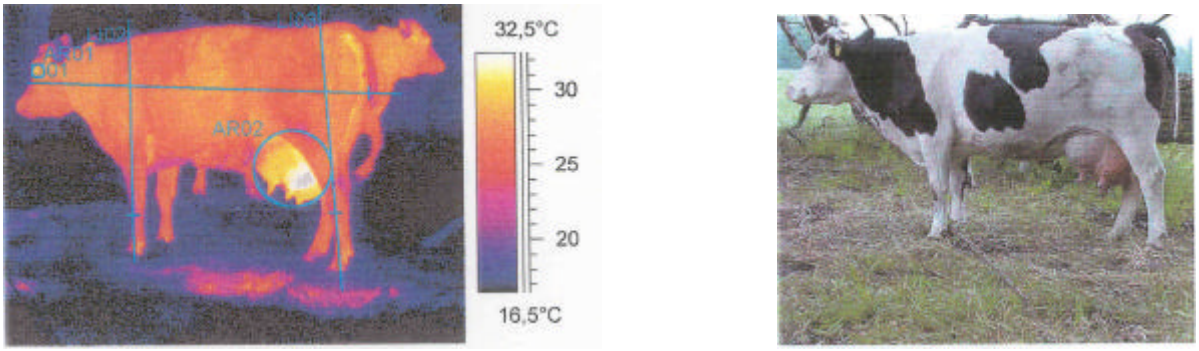


Abbildung 5.7-6: Wärmebild bzw. Fotografie der entsprechenden Mutterkuh im Sommer bei +16,5°C

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).

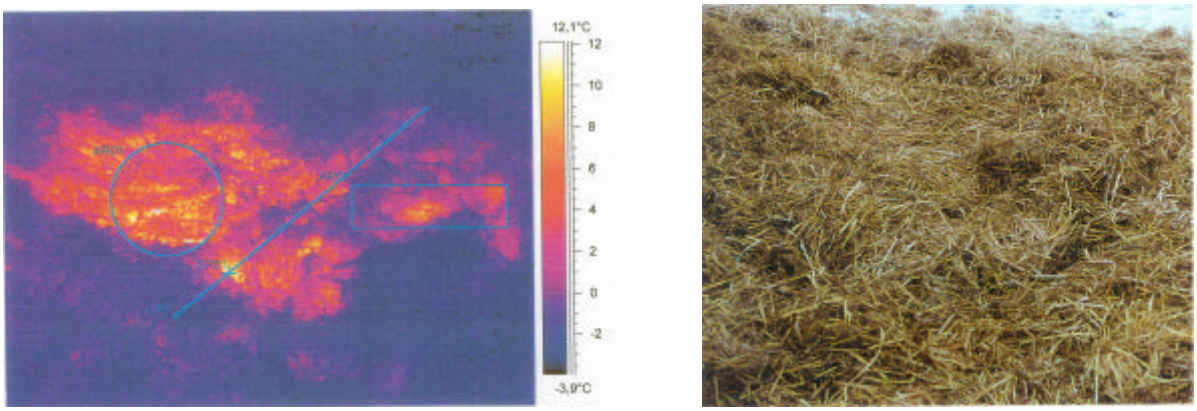


Abbildung 5.7-7: Thermobild bzw. Fotografie eines Strohlagers im Winter nach dem Aufstehen einer Kuh

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 Tiergerechtheit 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.

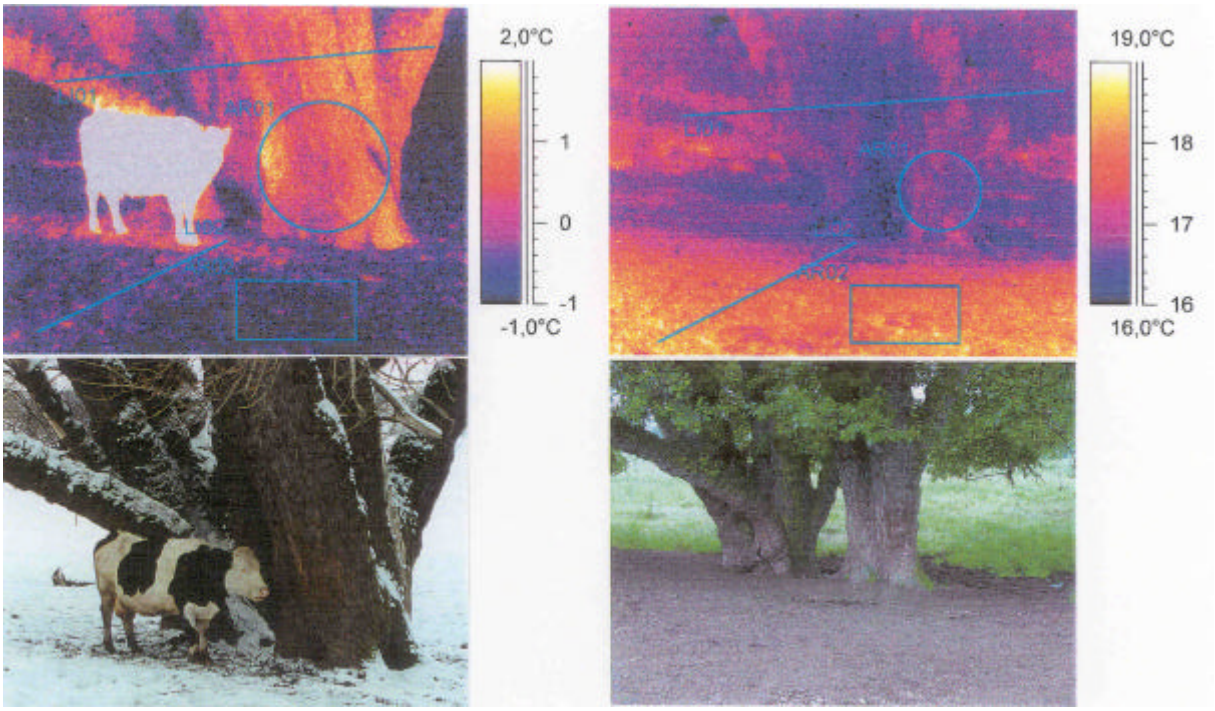


Abbildung 5.7-8: Thermobilder bzw. Fotografien eines Großbaumes, links im Winter bei Umgebungstemperaturen von -4,4°C, rechts im Sommer bei 16,5°C

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. Gallowys 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, Strohmatten 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. Strohmatten 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, Strohmatten, 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. Agressive 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 Tiergerechtheit 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 Nässeschutzes, 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 Grundausstattung 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, Strohmatten 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-Biotope 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.

6 Einfluss der Nutzungsverfahren auf ökonomische Parameter

6.1 Futterwert der Grünlandaufwüchse im Jahresverlauf

6.1.1 Einleitung

Die stoffliche Zusammensetzung der Grünlandaufwüchse entscheidet wesentlich über deren wirtschaftliche Nutzung. Die bisherige Hauptnutzung der Grünlandaufwüchse als Futtermittel (Weide, Silage, Heu) für Wiederkäuer verliert jedoch zunehmend an Bedeutung, da reichlich Grünland vorhanden ist, die Tierbestände jedoch deutlich gesunken sind. Außerdem werden ca. 70 % des sächsischen Grünlandes extensiv bewirtschaftet. Unter extensiver Bewirtschaftung (z. B. verringerte Düngung, später erster Schnitt) verändern sich die Zusammensetzung der Vegetation, der Ertrag sowie der Futterwert des Aufwuchses und damit auch die Einsatzmöglichkeiten in der Fütterung. Spät geschnittenes Futter weist hohe Rohfasergehalte auf und kann nicht mehr zur Fütterung von Hochleistungs-Milchrindern eingesetzt werden (Abb. 6.1-1). Für die Nutzung dieser extensiven Aufwüchse bieten sich Mutterkuhhaltung und Mutterschafhaltung an, da diese Tierarten ihren Bedarf auch mit schlechterem Futterwert decken können.

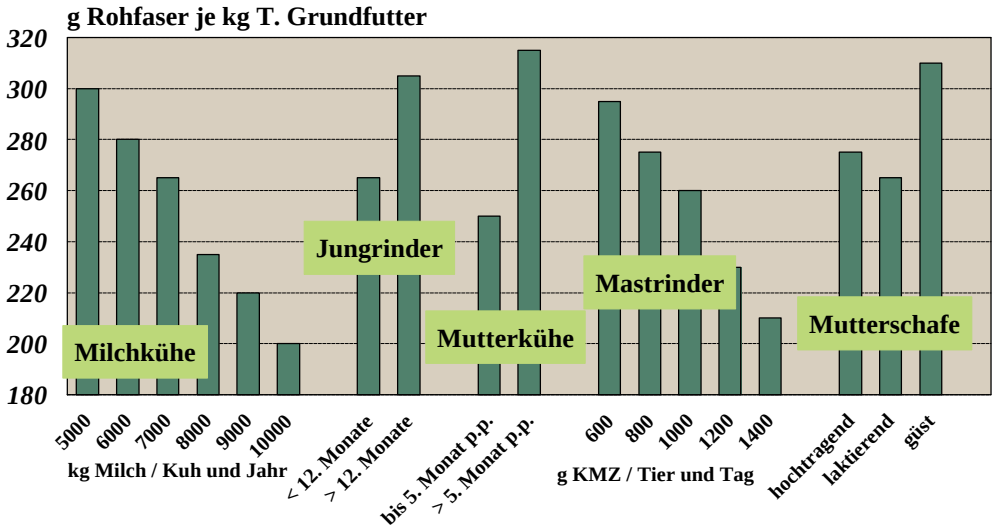


Abbildung 6.1-1: Anforderungen der einzelnen Tierarten und Nutzungsrichtungen an den Rohfasergehalt im Grundfutter (STEINHÖFEL 2000)

Zunehmend findet man deshalb auch alternative Grünlandnutzungsverfahren in den landwirtschaftlichen Betrieben, wie zum Beispiel Biogaserzeugung aus Grassilage, Verbrennung von Heu oder Kompostierung.

6.1.2 Methoden

Die Biomasse des Weiderests auf den Untersuchungsflächen wurde monatlich mit 3 Wiederholungen beprobt. Jeweils drei Tage vor der Kotbeprobung wurden repräsentative Aufwüchse geschnitten.
Die Probe wurden bei 60 °C vorgetrocknet und auf die Weender-Rohnährstoffe XA, XL, XP und XF, auf die Mineralstoffe Ca, P, Mg, K und Na sowie auf die Faserfraktionen ADF, NDF und ADL untersucht. Bei den tiefgefrorenen Kotproben wurden der Stickstoffgehalt und Rohasche analysiert. Zur Einschätzung der in vitro-Verdaulichkeit der geschnittenen Aufwüchse wurde die Enzymlöslichkeit der organischen Substanz (ELOS) bestimmt. Die Schätzung der Verdaulichkeit des von den Weidetieren aufgenommenen Futters erfolgte über den Stickstoffgehalt des Kotes (SCHMIDT et al. 1999). Folgende Schätzgleichungen wurden dabei verwendet:

DOM_{sw} [%] = 89,55 – 460 / N_{kot} [g/kg OM]
ME [MJ/kg TM] = 0,1520 DOM_{sw} [%] – 0,0029 XA_{kot} [MJ/kg TM] – 0,46

NEL [MJ/kg TM] = 0,1108 DOM_{sw} [%] – 0,0018 XA_{kot} [MJ/kg TM] – 1,725

Die Winteraufwüchse wurden im Hammelverdauungsversuch (GfE 1991) auf ihre Verdaulichkeit und den Energiegehalt untersucht. Neben den genannten Untersuchungsparametern wurde in diesen Proben die Gasbildung (Gb) im Hohenheimer Futterwerttest (NAUMANN 1976) ermittelt.

6.1.3 Verdaulichkeit und Inhaltsstoffe

Die Inhaltsstoffgehalte der Weideaufwüchse waren durch den witterungsbedingten Wachstumsfortschritt gekennzeichnet. In allen Versuchsjahren konnten unter den im Untersuchungsgebiet herrschenden abiotischen Einflüssen zwei Maxima im April/Mai und im Oktober beobachtet werden. Zu diesen Zeitpunkten wurden bei allen Varianten sowohl die höchsten Erträge, als auch die höchsten Gehalte an Rohprotein (Abbildung 6.1-2) und Mineralstoffen (Abbildung 6.1-3) erzielt. Die Verdaulichkeit des von den Tieren aufgenommenen Futters lag in diesen Jahreszeiten über 70 % (Abbildung 6.1-4).

Problem der ganzjährigen Freilandhaltung ist die tierartgerechte Futterversorgung in den Wintermonaten. Soll die Ernährung des Tieres über das Weidefutter erfolgen, muss dieses den Energie- und Nährstoffbedarf nahezu vollständig decken können. Unter dieser Voraussetzung und einer ausreichenden Proteinversorgung ist das im Futterrest analysierte Eiweißangebot für eine bedarfsgerechte Versorgung nicht ausreichend. In diesem Punkt unterscheiden sich die Weidesysteme der Stand- bzw. Umtriebsweide nicht!

Zwischen den chemisch analysierten Rohnährstoffgehalten des Futterrest von extensiven Standweiden und dem jahreszeitlichen Verlauf bestehen nur lose Beziehungen. Die besten Bestimmtheitsmaße können noch für die Umtriebsweide beobachtet werden. Je intensiver das Weidesystem bei zunehmender Besatzintensität ist, desto geringer sind die überständigen Futterüberschüsse im Weiderest. Dies repräsentiert sich in zunehmend höheren Korrelationen zwischen Pflanzeninhaltsstoffen und klimatischen Bedingungen.

Insgesamt schwanken die Proteingehalte des Futters auf den Standweiden zwischen 100 und 200 g/kg T. Der XP-Verlauf der Aufwüchse auf der Umtriebsweide ist flacher und in seinem Anstieg etwas verzögert. Allerdings ist der Gehalt über das Jahr damit ausgeglichener. Antizyklisch zum XP-Verlauf verhält sich der Fasergehalt des Weiderests. Die Maxima liegen im Winter und während der in Köllitsch ausgeprägten Sommertrockenheit. Die Werte schwanken zwischen 220 und 360 g XF/kg T. Entsprechend dem XP sind die Fasergehalte der Umtriebsweide auch hier ausgeglichener.

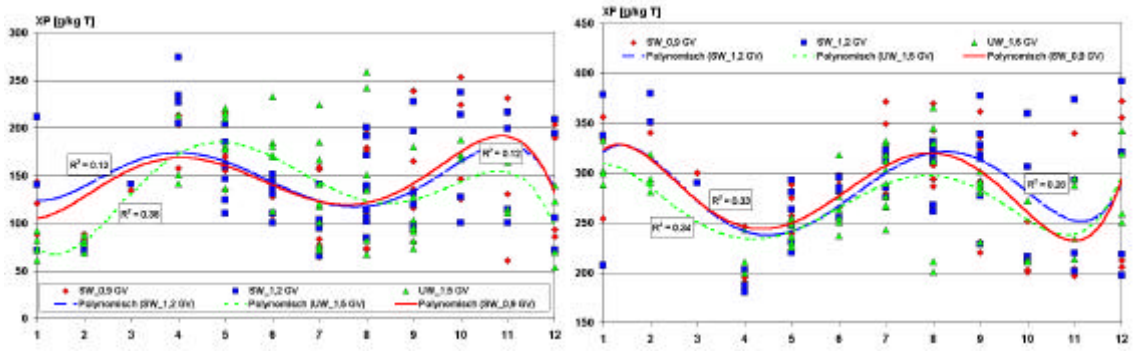


Abbildung 6.1-2: Jahres-Verlaufskurven des Rohproteins (XP) und des Fasergehalts (XF) des Weiderests im Mittel der Jahre 1999 bis 2001 in Abhängigkeit unterschiedlicher Weidenutzungssysteme und Besatzintensitäten

Die Mineralstoffe Ca, P und Na sind nur geringen zyklischen Jahresschwankungen unterworfen. Mit Ausnahme des Kalium-Gehalts zeigt sich auch hier eine geringe Adaption der Stoffgehalte mit jahreszeitlichen Einflüssen.

In den Wintermonaten sind die Konzentrationen von P und Na an der Untergrenze des Bedarfs für Wiederkäuer (Tabelle 6.1-1, GfE 2001). Im allgemeinen sind die Mineralstoffgehalte der Umtriebsweide am höchsten. Je nach

Bodennährstoffgehalten und Zeitdauer der Extensivierung können sich jedoch sehr unterschiedliche Mineralstoffgehalte im Weiderest ergeben.

Tabelle 6.1-1: Richtzahlen zur Versorgung von Milchkühen mit Mineralstoffen bei 600 kg KM und 10 kg Milchleistung (DLG 1999) und tatsächliches Angebot im Weiderest der Untersuchungsflächen

	Erhaltung – Laktation (g/kg T)	tatsächlich (g/kg T)
Ca	2,4 bis 5,0	∅ 5,7
P	1,6 bis 3,1	∅ 3,0
Mg	1,2 bis 1,9	∅ 1,3
Na	0,8 bis 1,5	∅ 0,4

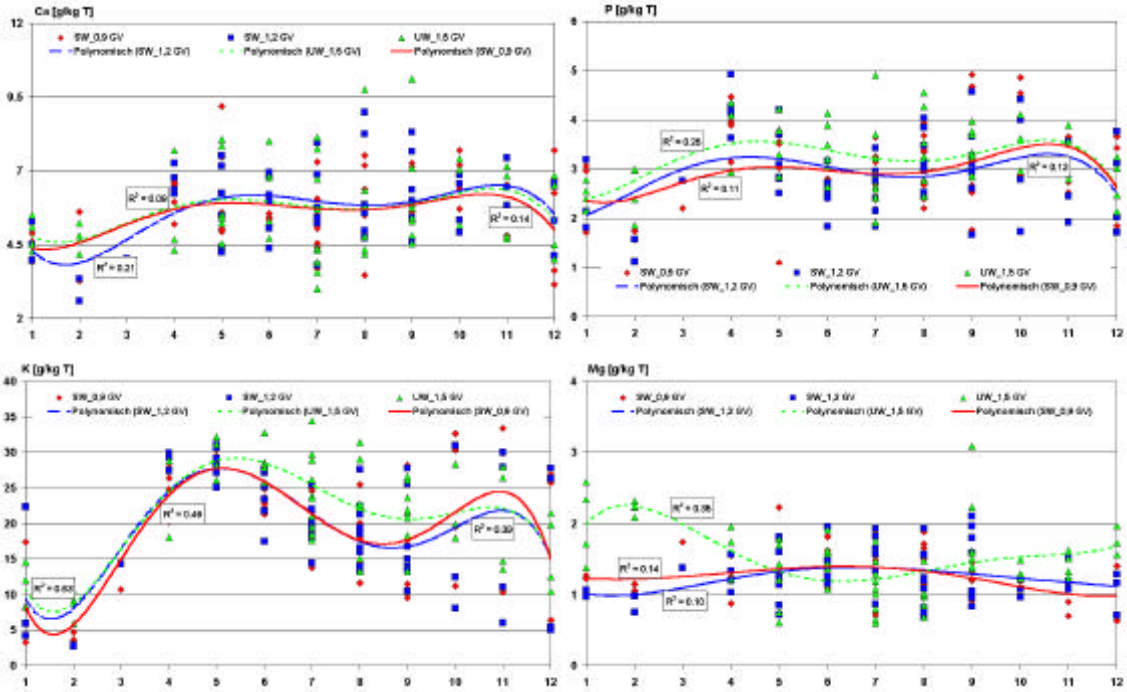


Abbildung 6.1-3: Jahres-Verlaufskurven der Mineralstoffgehalte des Weiderests im Mittel der Jahre 1999 bis 2001 in Abhängigkeit unterschiedlicher Weidenutzungssysteme und Besatzintensitäten

Die Untersuchung der tatsächlich von den Weidetieren verzehrten Futterqualität anhand der Kot-N-Methode (SCHMIDT 1993) konnte den weiten Streuungsbereich der *in-vitro*-Methode nicht bestätigen. Offensichtlich unterscheidet sich das angebotene Weidefutter in Art und Qualität grundlegend von dem tatsächlich verzehrten Weidefutter. Die Werte der Verdaulichkeit der organischen Substanz (DOM_{kotN}) bewegten sich zwischen 60 und 81 % und lagen damit um nahezu 20 % über der laboranalytisch kalkulierten Verdaulichkeit der organischen Substanz. Auch zwischen den Varianten konnte ein veränderter Verlauf beobachtet werden. Für die extensivsten Weideverfahren mit geringen Besatzintensitäten wurden die höchsten Futterqualitäten im Jahresverlauf nachgewiesen.

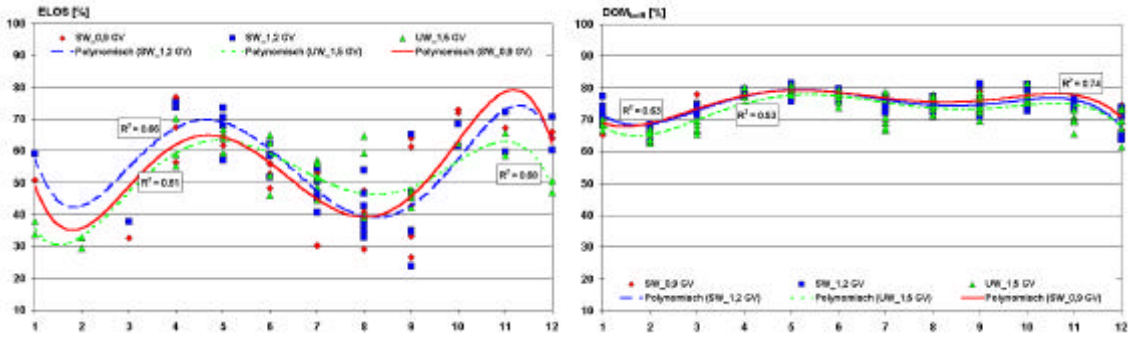


Abbildung 6.1-4: Jahres-Verlaufskurven der Verdaulichkeiten des geschnittenen Weiderests (ELOS) und des aufgenommenen Futters (DOMkotN) im Mittel der Jahre 1999 bis 2001 in Abhängigkeit unterschiedlicher Weidenutzungssysteme und Besatzintensitäten

Die weitaus beste Anpassung an jahreszeitliche Veränderungen weist die Entwicklung der Verdaulichkeit der organischen Substanz als Parameter zur Bewertung der Qualität des Weidefutterangebots auf. Mit einer *in-vitro*-Methode (Enzymlöslichkeit der organischen Substanz - ELOS) wurde der geschnittene Anteil des Weiderests untersucht. ELOS ist im Jahresverlauf erheblichen Schwankungen unterworfen. Im Mittel der Varianten liegen diese Verdaulichkeiten im Bereich von 50 % (23 bis 77 %). Deutlich erkennbar sind zwei jahrestypische Höhepunkte im Frühjahr und Herbst, die sich auch in der aus den Verdaulichkeiten geschätzten Energiedichte des Weiderest wiederspiegeln. Aufgrund des stets jüngeren Futterangebots einer Umtriebsweide im Vergleich zur Standweide mit ihrem hohen Weiderest weisen geringere Schwankungen der Verdaulichkeit des Futters der Umtriebsweide auf eine ausgeglichenere Futterqualität im angebotenen Weidefutter hin.
Demnach zeigten nun die Varianten mit geringen Besatzintensitäten ausgeglichenere und höhere Futterqualitäten, als die in ihrer Auftriebsdauer an den Futteraufwuchs angepasste Umtriebsweide. Entscheidend hierfür war das durch das Weidesystem der Standweide und durch geringe Besatzintensitäten hervorgerufene höhere Ausmaß an Selektionsmöglichkeit und –tätigkeit der Weidetiere.

6.1.4 Energetischer Futterwert

Im Vergleich zwischen den einzelnen Tierarten konnten hinsichtlich des Energiegehalts des aufgenommenen Futters (ME_{kotN}) keine Unterschiede über das Jahr nachgewiesen werden (Abbildung 6.1-5). Er lag im Durchschnitt bei 10,2 MJ ME. Allerdings zeigte sich, dass die Tierarten mit dem größten Selektionsvermögen (Reihenfolge: Rind > Schaf > Damwild) über das Jahr auch die größte Differenz zwischen dem Energiegehalt des aufgenommenen Futters und dem des geschnittenen Weiderests ($ME_{Restfutter}$) erzielten (Rind: +1,5 MJ; Schaf: +1,4 MJ; Damwild: +1,28 MJ).

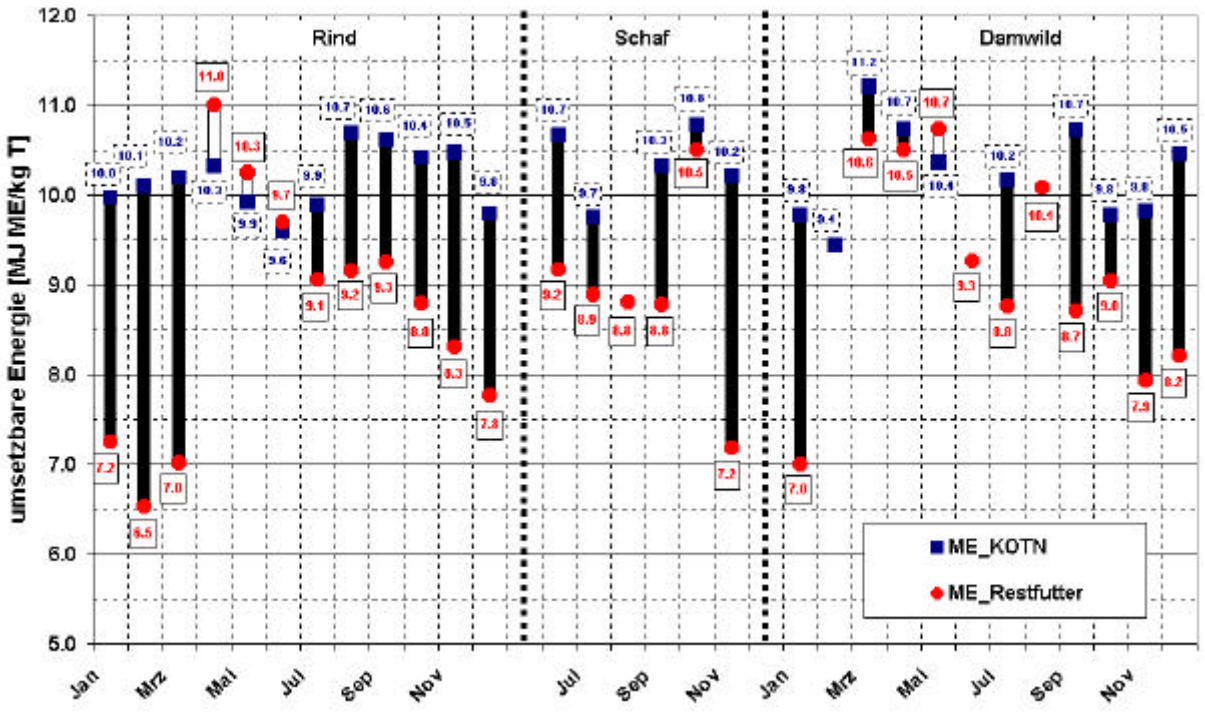


Abbildung 6.1-5: Energiegehalte des geschnittenen Weiderestes (ME_Restfutter) und des tatsächlich aufgenommenen Futters (ME_{kotN}) bei Rind, Schaf und Damwild im Jahresverlauf (1999 bis 2001) ME_KotN = 0,1520 DOMsw-0,0029 XAkot–0,46 mit DOMsw= 89,55–460/Nkot (g/kg OM); $ME_{_Restfutter}$: Monate April bis September: ME = 13,69–0,01624 XF+0,00693 XP–0,0067 XA; Oktober bis März: ME = 2.847+0.0378 ELOS+0.0125 XA+0.01217 XP

6.1.5 Futtermittelhygiene

Mängel in der hygienischen Beschaffenheit der Futtermittel bergen Risiken für die Gesundheit und Leistung von Weidetieren. Besonders problematisch sind die Winterfutterangebote einer Weide, da das totreife Material mikrobiell stark befallen ist. Insbesondere Fäulnisprozesse und Verpilzungen bauen mehr oder weniger stark die abgestorbene Biomasse ab.

Bakterien können Verdauungsstörungen, Durchfall und Leberschäden hervorrufen, Schimmelpilze können Mykosen im Atmungs- und Verdauungstrakt bilden, welche Atembeschwerden und Allergien hervorrufen. BAARS (1999) konnte in in-vitro Verdauungsversuchen nachweisen, dass nach Verfütterung von verpilztem Gras Fermentationsstörungen in den Vormägen auftraten.

Im Winter 1999/2000 und 2000/2001 wurden semiquantitative Untersuchungen des Winterfutterangebots auf dem Halm auf bakteriologische und mykologische Befunde durchgeführt. Die Untersuchung erfolgte zu vier Zeitpunkten im Winterhalbjahr. Zur Analyse kamen die Aufwüchse einer Rohrschwingelwinterweide und das überständige Pflanzenmaterial einer extensiven Standweide (Tabelle 6.1-2 und Tabelle 6.1-4).

Insgesamt konnten in den Aufwüchsen typische Bakterien nachgewiesen werden. In allen Proben waren Gelbkeime enthalten. Diese, Enterobakterien und Pseudomaden gelten als produkttypische Bakterien. Aerobe Sporenbildner weisen auf verderbanzeigende Prozesse hin. Das Vorkommen der erwähnten Bakterien kann als hoch- bzw. mittelgradig bezeichnet werden. Mit Ausnahme von geringen Keimzahlen an *Clostridium perfringens* konnten enteropathogene Bakterien nicht nachgewiesen werden. Salmonellen waren auch nach Salmonellenanreicherung nicht nachweisbar.

An 12 von 15 Untersuchungsterminen konnten zum Teil hochgradige Vorkommen von Schimmelpilzen nachgewiesen werden. Darunter wurden in zwei Proben Schimmelpilze der Gattung *Aspergillus* ermittelt. Diese werden zu den verderbanzeigenden Pilzen und den wichtigsten Vertretern von Bildnern der Lagerpilztoxinen gezählt. Allerdings ist das alleinige Vorkommen von Schimmelpilzen nicht zwingend mit Toxinbildung verbunden (BAARS 1999).

Die in acht Proben auftretenden Gattungen *Mucor* und *Absidia* zählen zu der Ordnung *Mucorales* und zeigen ebenso wie die Hefen und *Aspergillen* den Verderb des Futtergutes an. Zu den typischen Mykotoxinbildnern gehören sie nicht. Die besonders wichtigen Vertreter der Feldpilztoxine (besonders Fusarien), die in 6 Proben nachgewiesen werden konnten, sind zum Zeitpunkt der Untersuchungen häufig bereits nicht mehr vermehrungsfähig und werden von schnellwachsenden Pilzen wie den *Mucorales* überwachsen.

Tabelle 6.1-2: Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchung der geprüften Weidefutter- und Rohrschwingelproben der Erntejahre 1999/2000 und 2000/2001

Futter-mittel	Ernte	Gelbkeime	Staphylokokken/ Mikrokokken	Enterobakterien	aerobe Sporenbildner	Salmonellen	Klostridien	Acinetobakter	Pseudomonaden/ Alkaligenes	unspezifischer Keimgehalt
Rohrschwingel	Okt 99	+++	+++		+					
	Dez 99	+++	+++							
	Feb 00	+++	++		+					
	Mrz 00	+	+		+		(+)			
	Nov 00	+++		+++						
	Dez 00	+++		+++	+					
	Jan 01	++			++			+++		
	Mrz 01	+						++		
Weide	Okt 99	+++	++		+					
	Dez 99	+++	+++				(+)			
	Feb 00	+++	++		+					
	Mrz 00	++		++	+		(+)			
	Nov 00	+++		+++						
	Dez 00	+++		++						
	Jan 01	+++		++						
	Mrz 01	+++			+					+++

Nach OPITZ (1994) nimmt der Verpilzungsgrad mit fortschreitender Jahreszeit zu. Die Konzentration des Feldpilztoxins Zearalenon und des Lagerpilztoxins Ochratoxin A ist deshalb jahres- und jahreszeitabhängig.
Zur besseren Einschätzung der Mykotoxinkonzentration wurden an drei Ernteterminen im Winter 99/00 Proben der Rohrschwingelwinterweide siliert und auf die Feldpilztoxingehalte Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZEA) analysiert (Tabelle 6.1-3). Die Toxine sind im Gegensatz zu den Pilzen gegen Hitze, Kälte und damit auch gegenüber der Silierung unempfindlich (BAARS 1999). Zu allen Zeitpunkten lagen die Gehalte unter den Orientierungswerten für kritische Konzentrationen (GAREIS 2000) bei Rindern. Allerdings ist in für das Pilzwachstum klimatisch günstigen Jahren mit erhöhten Toxinkonzentrationen insbesondere bei Pflanzen mit einer hohen Proteinsyntheserate zu rechnen.

Tabelle 6.1-3: Gehalte an den Feldpilztoxinen Deoxynivalenol und Zearalenon in Rohrschwingelsilagen der Monate Oktober 1999, Dezember 1999 und Februar 2000

Futtermittel		**Rohrschwingel**		
	Ernte	Okt 99	Dez 99	Feb 00
Silage [mg/kg]	**Deoxynivalenol (DON)**	0,23	0,39	< 0.1
	Zearalenon (ZEA)	0,3	0,04	0,18

Tabelle 6.1-4: Ergebnisse der mykologischen Untersuchung der geprüften Weidefutter-und Rohrschwingelproben der Erntejahre 1999/2000 und 2000/2001

Futter-mittel	Ernte	Schimmelpilze allgemein	Mucor	Fusarium	Cladosporium	Absidia	Aspergillus	Alternaria	nicht differenzier-bare	Hefen
Rohrschwingel	Okt 99	+++	+	++	++					k.A.
	Dez 99	+++		+	++		+/-		++	k.A.
	Feb 00	+++		+	+			+		k.A.
	Mrz 00	++	+/-						++	k.A.
	Nov 00									+++
	Dez 00	+++	+++							+++
	Jan 01	++	++							++
	Mrz 01									++
Weide	Okt 99	+++		++	++		+/-			k.A.
	Dez 99	+++		+	+/-				++	k.A.
	Feb 00	+++	+	++	+/-				++	k.A.
	Mrz 00	+++							+++	k.A.
	Nov 00									++
	Dez 00	++	++							++
	Jan 01	++				++				++
	Mrz 01	+	+							++

6.1.6 Zusammenfassung

⇒ Im April/Mai und im Oktober wurden bei allen Varianten sowohl die höchsten *Erträge*, als auch die höchsten Gehalte an *Rohprotein* und Mineralstoffen erzielt. In den Wintermonaten war sowohl auf Standweiden als auch auf Umtriebsweiden das im Futterrest analysierte Eiweißangebot für eine bedarfsgerechte Versorgung nicht ausreichend.

⇒ Die *Verdaulichkeit der organischen Substanz* gilt als ein wichtiger Parameter zur Bewertung der Qualität des Weidefutters. Die anhand der in-vitro-Methode (ELOS) bestimmte Verdaulichkeit war erheblichen Schwankungen unterworfen, im Mittel der Varianten lag sie bei 50 %.

⇒ Die anhand der Kot-N-Methode ermittelte Verdaulichkeit des *tatsächlich* von den Weidetieren *verzehrten* Futters unterschied sich grundlegend von der des geschnittenen Weidefutters. Sie bewegte sich zwischen 60 und 81 % und lag damit um nahezu 20 % über der laboranalytisch kalkulierten Verdaulichkeit. Für die extensivsten Weideverfahren (Standweide) mit geringen Besatzintensitäten wurden die höchsten Futterqualitäten ermittelt, begründet in dem hohen Ausmaß an Selektionsmöglichkeit.

⇒ Hinsichtlich des *Energiegehalts* des aufgenommenen Futters konnten keine Unterschiede zwischen den einzelnen Tierarten nachgewiesen werden. Er lag im Durchschnitt bei 10,2 MJ ME.

⇒ Bei der Untersuchung der Aufwüchsen auf *futterhygienische Parameter* wurden typische verderbanzeigende Bakterien nachgewiesen, Salmonellen waren nicht nachweisbar. Zum Teil wurden Vorkommen von Schimmelpilzen ermittelt, was jedoch nicht zwingend mit Toxinbildung verbunden ist. Die Toxingehalte lagen zu allen Zeitpunkten unter den Orientierungswerten für kritische Konzentrationen bei Rindern.

6.2 Anforderungen des Tieres an die Qualität der Aufwüchse

Der Energiebedarf einer Rinderherde resultiert aus dem Bedarf für Erhaltung (Aufrechterhaltung aller Lebensfunktionen), für Milchbildung, für Trächtigkeit, für Wachstum, für die Körperwärmeerzeugung insbesondere im Winter und für Bewegung. Trotz abfallender Milchleistungskurve erreichen die Herden ihren höchsten Bedarf im September bis November (Tabelle 6.2-1). Grund ist der zunehmende Bedarf der Kälber für Wachstum.

Tabelle 6.2-1: Energiebedarf (MJ NEL) der drei Mutterkuhherden in Abhängigkeit von der Besatzintensität und der Jahreszeit (Dem Bedarf des Muttertieres wird der Bedarf seines Kalbes mit angerechnet.)

		März - Mai	Juni - Aug.	Sept. - Nov.	Dez. - Feb.	Insgesamt
SW_0.9 GV	MJ NEL/Tier* u. Tag	76	86	89	67	80
SW_1.2 GV	MJ NEL/Tier* u. Tag	80	89	88	64	80
UW_1.5 GV	MJ NEL/Tier* u. Tag	70	84	89	63	77

(Zahlenquelle: DLG , zuzüglich *Zuschläge* für Bewegung bei Freilandhaltung (15% ganzjährig) und für Winterdraußenhaltung (25 % in den Monaten Dez. - Febr.))

Insgesamt gesehen ergeben sich durch die zunehmende Fresstätigkeit des Kalbes über das Jahr hinweg nahezu ausgeglichene Ansprüche an die Energiedichte je aufgenommener Fasermenge (Tabelle 6.2-2). Der mittlere Energiebedarf im Futter einer Mutterkuh mit Kalb liegt zwischen 21 und 24 MJ NEL/kg XF.

Tabelle 6.2-2: Für den Energiebedarf (Mutterkuh + Kalb) notwendige Energiedichten je kg aufgenommener Faser in Abhängigkeit des Jahresverlaufs und der Besatzintensität

		März - Mai	Juni - Aug.	Sept. - Nov.	Dez. - Feb.	Insgesamt
SW_0.9 GV	MJ NEL/kg XF* u. Tag	22	21	20	22	21
SW_1.2 GV	MJ NEL/kg XF* u. Tag	23	22	20	23	22
UW_1.5 GV	MJ NEL/kg XF* u. Tag	23	25	24	23	24
* mindestens 0.45 kg XF/100 kg LM (Wiederkäuergerechtheit)						

Der Mindest-Rohfaserbedarf (XF/kg T) der Tiere wurde aus dem Quotienten der mittels der KotN- Methode geschätzten Energiedichte (Tabelle 6.2-3) des aufgenommen Grundfutters und der für den Energiebedarf der Tiere notwendigen Energiedichte je aufgenommener Faser berechnet (Abbildung 6.2-1). Der Mindest-Rohfaserbedarf der beiden Herden der Standweiden wird jeweils in den Monaten mit sehr überständigem Aufwuchs nicht gewährleistet. Dies betrifft vor allem Zeiten extremer Klimaeinflüsse wie die für mitteldeutsche Gebiete typische Sommertrockenheit bzw. die Wintermonate. Insgesamt ist das Faserangebot über das Jahr jedoch ausreichend. Zeiten einer Unterversorgung können die Tiere dieser Weidevariante durch kompensatorisches Wachstum im Frühjahr und Herbst ausgleichen. Insgesamt haben die Tiere der extensiven Varianten mit mittleren 300 g/kg T die geringeren Ansprüche an die Qualität des Futters als die "intensivere" Umtriebsweide (255 g XF/kg T).

Die Intensivierung geht mit einem höheren Futterqualitätsanspruch einher. Die Situation der Herde der Umtriebsweide wird dadurch umso mehr prekär. Lediglich im Frühjahr stimmt Angebot und Bedarf überein. Im weiteren Jahresverlauf ist die Faserversorgung defizitär. Insgesamt ist der Bedarf der Tiere nicht ausgeglichen. Diese leicht negative Bedarfsdeckung kann auch kaum über die Futterselektion kompensiert werden, da den Weidetieren aufgrund des mehrmaligen Weideumtriebs fast ausschließlich junges Weidefutter zur Verfügung

steht und die Futtergrundlage als knapp anzusehen ist. Dies resultiert in Körpermasseverlusten bzw. verminderter Laktationsleistung und im Vergleich zu den Tieren der Standweide verringerten Lebenstagszunahmen der Kälber. Ein Energieausgleich über die Zufütterung ist in dieser "intensiveren" Variante unumgänglich.

Tabelle 6.2-3: Energiedichten im aufgenommenen Futter (ermittelt nach der KotN-Methode) in Abhängigkeit der Jahreszeit und der Besatzintensität

		März - Mai	Juni - Aug.	Sept. - Nov.	Dez. - Feb.	Insgesamt
SW_0.9 GV	MJ NEL/kg T	6,9	6,3	6,1	5,7	6,3
SW_1.2 GV	MJ NEL/kg T	6,4	6,3	6,3	5,6	6,2
UW_1.5 GV	MJ NEL/kg T	6,2	6,2	6,1	5,5	6,0

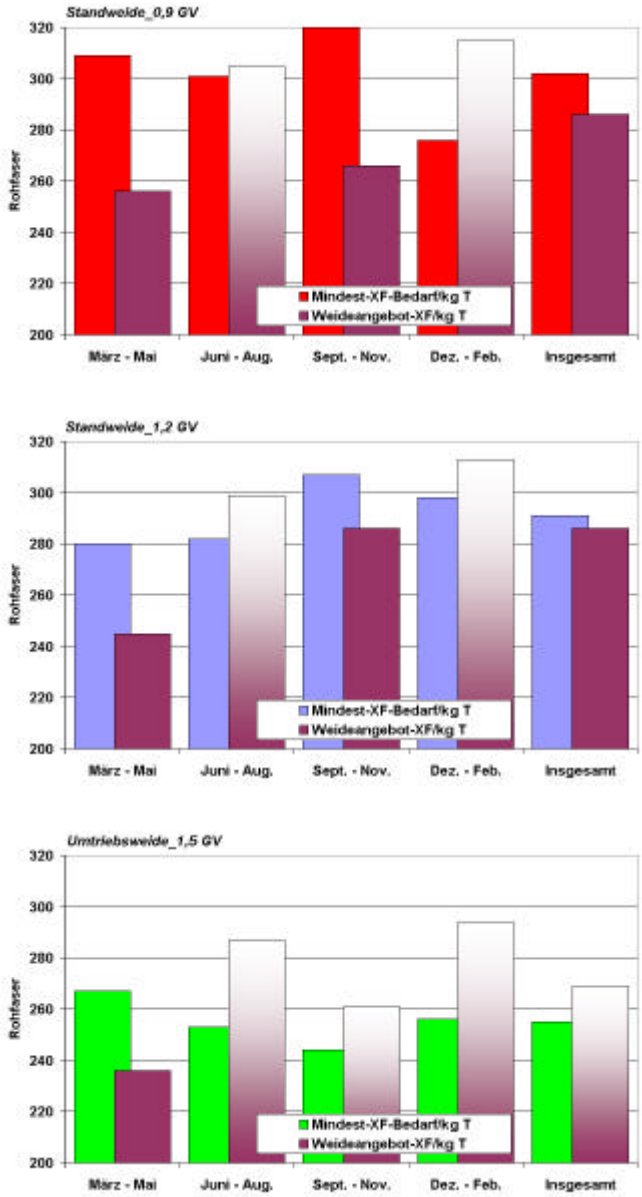


Abbildung 6.2-1: Mindest-Rohfaser-Bedarf der Weidetiere (XF/kg T) und Rohfaserangebot aus dem Weidefutter (XF/kg T) über vier Weideabschnitte

6.2.1 Energiebewertung der Winteraufwüchse

Ganzjährig im Freien gehaltene Wiederkäuer müssen auch im Winter ihren Energie- und Nährstoffbedarf großteils über das Weidefutter decken. Dieses Winterfutter "auf dem Halm" besteht im wesentlichen aus abgestorbenen Pflanzenteilen. Unter günstigen Temperaturbedingungen können auch junge Pflanzen nachwachsen. Über den Futterwert dieser Pflanzenbestände ist bisher wenig bekannt. Die Eignung vorliegender Schätzgleichungen (GFE 1998) zur Ermittlung des energetischen Futterwertes für extensive Grasaufwüchse über laboranalytische bzw. ausgewählte *in-vitro* Methoden ist für derartige Grasbestände nicht nachgewiesen.
In einem siebenwöchigen Schnitt-Rhythmus über die Wintermonate wurden Futterproben eines mit Rohrschwingel (*Festuca arundinacea*) angesäten Pflanzenbestands und eines Dauergrünlandbestands, welcher ganzjährig als Standweide für Mutterkühe genutzt wurde gewonnen. Die Untersuchungen fanden in den Wintermonaten der Jahre 1999/2000 und 2000/2001 statt (Ergebnisse siehe Tab. A11 im Anhang).
Neben der laboranalytischen Prüfung wurden die gewonnenen Schnittproben im Standardverdauungsversuch mit adulten Hammeln, im Hohenheimer Futterwerttest (MENKE ET AL. 1979) und mit der ELOS-Methode (DE BOEVER et al. 1986) untersucht. Auf Grundlage der stofflichen Zusammensetzung dieser Aufwüchse wurden Regressionsmodelle zur Schätzung der Energiegehalte von Winterweideaufwüchsen erstellt. Diese Funktionen fanden Verwendung zur Bestimmung des energetischen Futterwerts von drei im Winterverlauf 2000/2001 geernteten Gräsern. Dabei handelte es sich um die Arten Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*), Knaulgras (*Dactylis glomerata*) und einer weiteren Ansaatvariante von Rohrschwingel.
Die wichtigste methodische Aufgabe bestand in der Bewertung der Winter-Aufwüchse und derer Veränderungen im Verlauf des Winters.

Ableitung von Schätzfunktionen
In Tabelle 6.2-4 sind die Inhaltsstoffgehalte des Winterweidefutters abgebildet. Die Futterqualität der Aufwüchse unterschied sich aufgrund unterschiedlicher klimatischer Voraussetzungen in den beiden Untersuchungsjahren. Über die vier Nutzungstermine konnte jeweils im Januar bzw. Februar der geringste Futterwert beobachtet werden. Dies deckt sich zum Teil mit der Einschätzung von Wolf (2002) wonach neben der Vornutzung der Erntetermin im Winter der größte Einflussfaktor auf die Energiedichte des Futters ist. Die Verdaulichkeit der OM von Rohrschwingel lag im Mittel der vier Nutzungstermine bei 49,4 % (1999/2000) bzw. bei 53,1 % (2000/2001), die mittleren Energiedichten bei 6,5 bzw. bei 6,9 MJ ME/kg T.

Tabelle 6.2-4: Rohnährstoff-, Faserfraktionsgehalte, Verdaulichkeiten und Energiedichten sowie deren Streuungen (in %) von Winterweidefutter in Abhängigkeit von Pflanzenbestand und Beobachtungsjahr; n = 4

Rohrschwingel		**XA**	**XP**	**XL**	**XF**	**NDF**	**ADF**	**ADL**	**DOM**	**ME**	**NEL**
		%	%	%	%	%	%	%	%	MJ/kg T	MJ/kg T
1999/ 2000	Mittelwert	11.4	7.0	1.6	29.8	62.7	35.0	3.8	49.4	6.5	3.6
	s	*± 0.9*	*± 1.2*	*± 0.4*	*± 1.9*	*± 2.2*	*± 1.4*	*± 0.4*	*± 1.1*	*± 0.2*	*± 0.1*
2000/ 2001	Mittelwert	12.0	8.9	1.4	29.3	62.3	33.3	4.1	53.1	6.9	3.9
	s	*± 0.4*	*± 0.9*	*± 0.6*	*± 2.0*	*± 3.0*	*± 1.4*	*± 0.8*	*± 6.0*	*± 0.8*	*± 0.6*

Weide		**XA**	**XP**	**XL**	**XF**	**NDF**	**ADF**	**ADL**	**DOM**	**ME**	**NEL**
		%	%	%	%	%	%	%	%	MJ/kg T	MJ/kg T
1999/ 2000	Mittelwert	6.4	9.6	1.7	35.5	71.7	42.9	7.1	41.6	6.0	3.2
	s	*± 0.8*	*± 0.7*	*± 0.5*	*± 1.6*	*± 1.3*	*± 1.0*	*± 0.4*	*± 2.4*	*± 0.3*	*± 0.2*
2000/ 2001	Mittelwert	14.3	17.9	2.5	23.2	47.8	27.4	3.8	66.1	8.7	5.1
	s	*± 1.1*	*± 1.5*	*± 0.8*	*± 2.0*	*± 3.1*	*± 1.3*	*± 0.4*	*± 4.0*	*± 0.6*	*± 0.4*

Im Unterschied zur Reinansaat "Rohrschwingel" war die Futter- und Pflanzenzusammensetzung der Standweide in den beiden Untersuchungsjahren 1999 und 2000 sehr verschieden. Die Futterproben prägte 1999 ein hoher Anteil von überständigem Pflanzenmaterial insbesondere der Gräser Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*) und Knaulgras (*Dactylis glomerata*). Im Jahr 2000 war aufgrund einer ausgeprägten Sommertrockenheit der Pflanzenzuwachs in der Vegetationsperiode zunächst gering und der Verbiss hoch. Bei guten Wachstumsbedingungen im Herbst setzten sich die Futterproben vor allem aus jüngerem Pflanzenmaterial und einem hohen Kräuteranteil (27 % Ertragsanteil) zusammen. Diese botanische Entwicklung repräsentiert sich in einem ausgesprochen hohen Proteingehalt und geringen Faseranteilen in den Futteranalysen. Dementsprechend lagen die Verdaulichkeiten und Energiedichten im Jahr 2000/2001 deutlich über denjenigen des Vorjahres.

Aufgrund einer unbefriedigenden Übereinstimmung der Schätzergebnisse über bestehende Funktionen (SCHENKEL 1998) der Energiedichte mit den Ergebnissen des Standardverdauungsversuchs wurden mit dem vorliegenden Datenmaterial eigene Schätzgleichungen für die Energiedichte der Aufwüchse hergeleitet. Die Ableitung von Schätzfunktionen für Winteraufwüchse aus dem vorliegenden Datenmaterial erfolgte auf Basis der Rohnährstoffe und von *in-vitro*-Parametern anhand multipler linearer Modelle der Form
y = a + b1 x1 + b2 x2 + ... + bx xx.

Insgesamt konnten nur mittlere Bestimmtheitsmaße zwischen Verdaulichkeit der OM bzw. Energiedichte und den *in-vitro*- Parametern beobachtet werden.
Einen weitaus größeren Anteil an erklärbarer Streuung zur Gesamtstreuung erzielten die Rohnährstoffe XF und XP und darüber hinaus die Faseranteile nach VAN SOEST (Tabelle 6.2-5).

Tabelle 6.2-5: Beziehungen (r2) zwischen Energiedichte (MJ ME), Verdaulichkeit (DOM) und Inhaltsstoffen bzw. in-vitro-Parameter von Winterweidefutter

	XA	XP	XL	XF	NDF	ADF	ADL	Gb	ELOS
ME [MJ/kg T]	0.50	0.68	0.34	0.71	0.84	0.73	0.34	0.50	0.55
DOM [%]	0.66	0.57	0.24	0.78	0.90	0.85	0.50	0.63	0.50

Mit dem Einbezug dieser Parameter in die Schätzgleichungen lässt sich eine deutliche Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit der Schätzung erzielen. Mit Hilfe der nachfolgend dargestellten Gleichungen wird eine bessere Abbildung der Energiedichten des den Tieren im Winter angebotenen Weidefutters ermöglicht.

Basis Rohnährstoffe	N	r^2	s_e
ME in MJ/ kg TS = 14.1377 - 0.1163 NDF	16	0.84	0.49
Basis Rohnährstoffe und in-vitro-Parameter			
Cellulasemethode (ELOS)			
ME in MJ/ kg TS = 12.766 + 0.0168 ELOS - 0.1048 NDF	16	0.84	0.49
ME in MJ/ kg TS = 2.707 + 0.0386 ELOS + 0.1283 XP + 0.1265 XA	16	0.85	0.51
Hohenheimer Futterwerttest (Gasbildung)			
ME in MJ/ kg TS = 2.715 + 0.0800 Gb + 0.1743 XP	16	0,89	0,41

(Gasbildung in ml/200g; Rohnährstoffe, Faserfraktionen, ELOS in %; r^2: Bestimmtheitsmaß ; S_e: Standardfehler des Schätzers)

6.2.2 Zusammenfassung

⇒ Der *Bedarf* der extensiven Rinderherden (Mutterkühe plus Kälber) an Nährstoffen war geringer als der Bedarf der intensiveren Umtriebsweide.

⇒ Der Bedarf der Rinder konnte mit dem auf der Weide vorhandenen Aufwuchs nicht immer gedeckt werden. Insgesamt war das Rohfaserangebot über das Jahr jedoch ausreichend.

⇒ Mangelsituationen traten vor allem in Zeiten extremer Klimaeinflüsse auf, wie in der für mitteldeutsche Gebiete typischen Sommertrockenheit bzw. in den Wintermonaten.

⇒ Zeiten einer Unterversorgung konnten die Tiere der extensiven Weidevarianten "Standweide" durch kompensatorisches Wachstum im Frühjahr und Herbst ausgleichen. Die Tiere der intensiveren Umtriebsweide hatten diese Möglichkeit auf Grund eingeschränkter Selektionsmöglichkeit und knapp bemessener Koppelgrößen nicht. Dies wirkte sich in Körpermasseverlusten, verminderter Laktationsleistung bzw. geringeren Lebenstagszunahmen der Kälber aus.

⇒ In Zeiten von mangelndem Nährstoffangebot aus dem Weidefutter ist auf Umtriebsweiden ein Energieausgleich über die Zufütterung notwendig.

⇒ In *Winteraufwüchsen* wurde jeweils im Januar bzw. Februar der geringste Futterwert beobachtet. Der Futterwert ist stark von der Vornutzung und von der Witterung in Herbst und Frühwinter abhängig.

⇒ Es wurden eigene Schätzgleichungen für die Energiedichte von Winteraufwüchsen auf Basis der Rohnährstoffe und von *in-vitro*-Parametern hergeleitet.

6.3 Leistung und Fruchtbarkeit der Nutztiere

6.3.1 Gewichts- und Konditionsentwicklung der Mutterkühe

Der Lebendmasse sowie der Körperkondition (BCS) der Tiere in der Mutterkuhhaltung ist insofern eine besondere Bedeutung zuzumessen, als dass sie Einflüsse auf die Fruchtbarkeit, das Kalbegeschehen und die Lebendmasseproduktion haben. Von großer Wichtigkeit ist die Körpermasseentwicklung des Muttertieres bis zur ersten Zuchtbenutzung sowie nach der ersten Kalbung.
Nach einer Veröffentlichung von DITTRICH (1996) werden für ausgewachsene Kühe der jeweiligen Rasse die folgenden durchschnittlichen Lebendmassen zugrunde gelegt:

- SB : 750 kg
- Fleckvieh : 750 kg
- Dt. Angus : 550 – 700 kg
- Limousin : 650 – 750 kg

Bei der Bewertung des Körpergewichtes ist außerdem die entsprechende Gewichtszunahme durch die Trächtigkeit zu berücksichtigen. Nach MEYER & KAMPHUES (1990) soll das relative Geburtsgewicht des Kalbes 7 % der Lebendmasse des Muttertieres betragen.
Die Ermittlung der Körperkondition dient der subjektiven Beurteilung der Menge an metabolisierbarer Energie, die im Körperfett sowie in der Muskulatur gespeichert wird (EDMONSON et al., 1989). Das hier angewandte Verfahren nach EDMONSON umfasst einen Bewertungsschlüssel von 1 (stark abgemagerte Kuh) bis 5 (sehr fette Kuh), wobei es unterschiedliche Empfehlungen zu den erwünschten Konditionsnoten bei Mutterkühen gibt: So liegt der Optimalbereich nach JILG (1998; Abbildung 6.3-1) zwischen 3,5 und 4,0.
LOWMAN & LEWIS (1991) empfehlen hingegen für die frühjahrskalbenden Tieren eine Kondition von 2,5 zum Zeitpunkt der Kalbung und 2 bei der Wiederbelegung, um eine bestmögliche Fruchtbarkeitsrate zu erzielen. Sie stellten bei höheren BCS-Werten (bis 4) eine Verdopplung der Schwergeburten von 6,7 auf 14,3 % fest.
Aus den Untersuchungen von BAKER et al. (1982) geht hervor, dass eine vorübergehende Fütterung der Mutterkühe am Erhaltungsbedarf keine negativen Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit der Mutterkuh und auf die Gewichtsentwicklung des Kalbes hat, sodass die wirtschaftlichen Aspekte einer eventuellen Zufütterung berücksichtigt werden können.

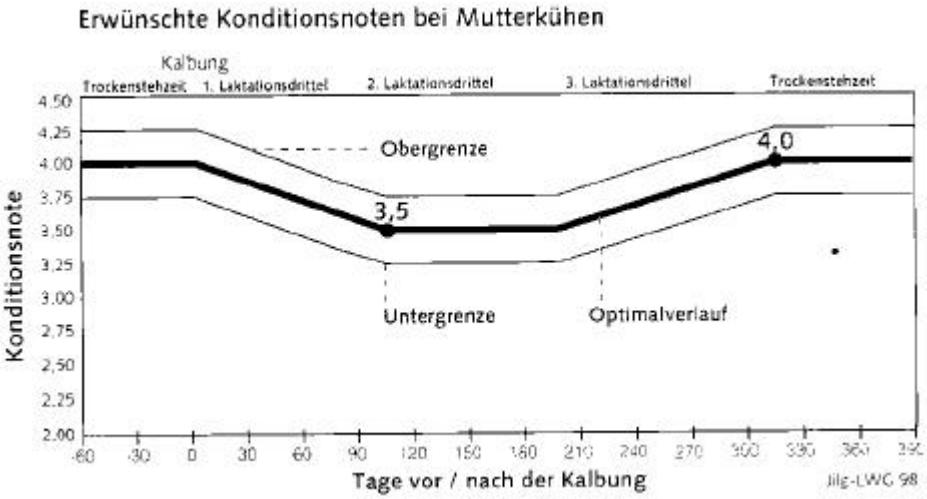


Abbildung 6.3-1: Erwünschte Konditionsnoten bei Mutterkühen (Jilg, 1998)

Nach den Angaben für die untersuchten Rassen in der Literaturübersicht müssten die im Projekt untersuchten Mutterkühe optimalerweise eine Körpermasse von 650 bis 750 kg besitzen, wobei die durch die Trächtigkeit

bedingten Zunahmen hinzuzuziehen sind. Folglich würden die Kühe in der Hochträchtigkeit (bei den Untersuchungen im März des jeweiligen Jahres) ca. 700 bis 800 kg wiegen.
Im Dezember ´99 kommt es bei allen drei Herden zu einer Unterschreitung des „Minimalgewichtes“ von 650 kg. Auch bei den folgenden Wägungen liegt der jeweilige Median unter bzw. an der unteren Grenze zu den optimalen Angaben. Die Wägung der Mutterkühe und kleine Stichprobenumfänge können zu sehr hohen Fehlerquellen beitragen. AUERSWALD et al. (2001) stellte bei erwachsenen Tieren innerhalb eines Tages Unterschiede von bis zu 30 kg, innerhalb weniger Tage bis zu 60 kg fest.
Lediglich im Juni ´00 konnten in den drei Herden Körpermassen von 653 bis 692 kg festgestellt werden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass zu dieser Jahreszeit die beste Futtergrundlage durch die Weide besteht. Es hat sich gezeigt, dass bei ausreichendem Flächenangebot (Variante SW_0,9 GV) eine ganzjährige extensive Weidehaltung auch ohne Zufutter und ohne Leistungsminderungen möglich ist. Es kommt zwar zu deutlichen Konditionsschwächen im Winter, welche jedoch durch das kompensatorische Wachstum der Rinder in der Vegetationszeit wieder ausgeglichen werden.
Aufgrund der insgesamt abnehmenden Tendenz der Körpermassen ist jedoch von einer mangelhaften Energieversorgung auszugehen, die nur in den frühen Sommermonaten durch die Weideerträge kompensiert werden kann.
Man kann in Hinsicht auf die Körpermasseentwicklung davon ausgehen, dass die Zufütterung von Heu, Stroh und Mineralfutter dauerhaft nicht ausreichend ist, um die Tiere leistungsgerecht zu versorgen.
Bei der Bewertung der Körperkondition wird der von JILG (1998) angegebene Optimalbereich der BCS von 3,5 bis 4,0 in der Herde 1 und 2 dauerhaft unterschritten. Der Median der Herde drei bewegt sich jeweils um die Untergrenze von 3,5.
Wenn man andererseits nach den Auffassungen von LOWMAN & LEWIS (1991) geht, dann liegen die ermittelten Konditionsnoten eher über denen, die für eine maximale Fruchtbarkeitsrate erforderlich sind.
Da in den untersuchten Beständen eine sehr gute Fruchtbarkeitsrate erzielt wurde (1999 97%; 2000 93%), sind keine negativen Zusammenhänge zwischen BCS und Kalbungen ersichtlich.

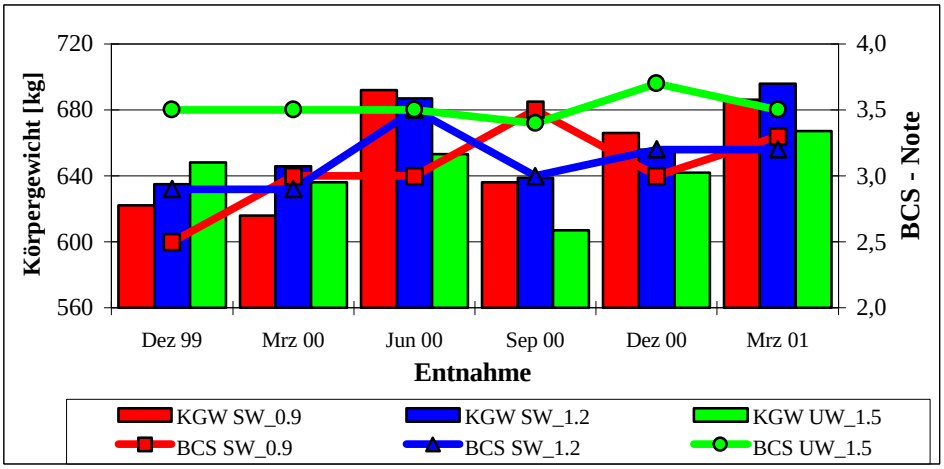


Abbildung 6.3-2: Verhältnis von Körpergewicht und BCS bei Mutterkühen dreier Herden bei vierteljährlichen Kontrollen

6.3.2 Lebendtagszunahmen und Absetzgewichte der Kälber

Im Produktionsverfahren Mutterkuhhaltung sind die Kälber das alleinige Endprodukt. Es ist deshalb besonders wichtig, vitale Kälber zu erzeugen, welche eine hohe Wachstumsintensität realisieren und damit gute Futterverwerter sind.
Eine erfolgreiche Jungtieraufzucht beginnt mit der entsprechenden Konditionierung der Muttertiere bereits vor der Abkalbung. Das unmittelbare Ziel besteht in der Geburt eines gesunden Kalbes pro Kuh und Jahr. Diese sollte wenn möglich ohne äußere Eingriffnahme erfolgen. Auch ist die ausreichende Versorgung des Kalbes mit allen notwendigen Nähr- und Abwehrstoffen eng mit dem Erreichen des Haltungsziels verbunden.

Die Kühe der drei Herden kalbten überwiegend im April und Mai. Diese Kalbezeit entspricht dem natürlichen Rhythmus der Rindes. Aus hygienischer Sicht ist das Abkalben auf der Weide im Frühjahr problemlos und die Verlust- und Infektionsgefahr gering. Das nährstoffreiche Weidefutter fördert die erfolgreiche Wiederbelegung der Kühe im Juni/Juli und somit höchste Trächtigkeitsraten. Allerdings wurde nach Untersuchungen von SCHWARK et al. (1990) ein deutlicher Anstieg der Geburtskomplikationen bei Müttern mit hohem Fleischrassegenanteil beobachtet. Andererseits besaßen diese Kälber zwar ein höheres Absetzgewicht, was aber wegen der geringeren Absetzrate zu keiner Erhöhung der Gesamtproduktion gegenüber den Tieren mit geringerem Fleischrindanteil führte.
Das Absetzen der Nachzucht erfolgte jeweils nach der Wiegung im Dezember jeden Jahres. Die Kälber waren beim Absetzen *204* bis *242* Tage alt und je nach Haltungsvariante zwischen *234* und *366* kg schwer.
In den Varianten SW_0,9 GV und SW_1,2 GV wurden die Hybridkühe mit Fleischbullen (der Rassen Deutsch Angus, weiß-blaue Belgier, Blonde ´d Aquitaine, Limousin) gedeckt. Die Kreuzungskälber erreichten sehr gute tägliche Zunahmen von *1125* bis *1392* g, ohne dass Kraftfutter an Kühe und Kälber verabreicht wurde.
Die mittlere tägliche Zunahme der reinrassigen Limousin-Kälber lag deutlich unter den Tageszunahmen der Hybridkälber bei nur *883* bis *949* g. Nach GOLZE (1997) sind diese Minderzunahmen rassenspezifischer Natur und insbesondere von der Milchleistung der Mutterkühe abhängig. Milchrassen sind auf Umsatz und Mastrassen auf Ansatz gezüchtet. Da die Hybridkühe mit 50 % Genanteil Schwarzbunte Milchrinder waren, haben sie eine deutlich höhere Milchleistung und sind besser in der Lage, rohfaserreiches Futter in Milch umzusetzen.
Die extreme Trockenheit im Jahr 2000 und der damit einhergehende geringere Aufwuchs spiegeln sich in allen Mutterkuhherden gleichermaßen wieder. Die Gewichtszunahmen der Kälber sind von Juni bis September des Jahres 2000 auf Grund des geringeren Nährstoffangebots und einer vermutlich verminderten Milchleistung der Mutterkühe bedeutend geringer als in den anderen beiden Versuchsjahren 1999 und 2001.

Tabelle 6.3-1: Kälberentwicklung (Gewichte und Lebenstagszunahmen) in der untersuchten Mutterkuhhaltung

			Gewichtsentwicklung (kg)				Lebenstagszunahme (kg/Tier u. d)			Absetzalter
Variante	**Jahr**	**Anzahl**	**Geburt**	**06**	**09**	**Absetzen**	**Geb.-Abs.**	**06-09**	**09-12**	**(Tage)**
SW_0,9 GV	1999	7	41	94	240	327	1261	1499	965	228
	2000	8	41	144	247	366	1398	1401	1303	234
	2001	7	39	89	231	365	1448	1426	1457	225
	Mittel		**40**	**109**	**239**	**353**	**1369**	**1442**	**1241**	**229**
SW_1,2 GV	1999	8	39	118	247	312	1125	1336	713	242
	2000	10	38	139	227	341	1292	1131	1219	237
	2001	9	39	108	243	344	1285	1435	1077	237
	Mittel		**39**	**122**	**239**	**332**	**1234**	**1301**	**1003**	**239**
UW_1,5 GV	1999	24	39	96	186	247	867	1082	669	238
	2000	28	38	78	134	234	949	925	1058	204
	2001	24	39	86	173	261	1058	1044	1036	225
	Mittel		**39**	**87**	**164**	**247**	**958**	**1017**	**921**	**222**

Da sich das aufgetriebene Tiermaterial in Rasse und Herkunft unterschied, sollten varianzanalytisch die Zwischensubjekteffekte des Varianteneinflusses (Herde), des Geschlechts, der Mutter- und Vaterrasse, des Geburtsgewichts und von parasitären Befallsbildern auf die Lebenstagzunahme der Kälber geprüft werden (Tabelle 6.3-2). Es zeigte sich, dass die Haltungsvariante ohne signifikanten Einfluss auf die Gewichtsentwicklung blieb. Dagegen konnte für das Geschlecht der Tiere und für die genetische Herkunft der Mutter ein hochsignifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Die Vaterrasse hingegen blieb ohne Einfluss auf das Gesamtergebnis.

In einem Fall konnte auch ein Zusammenhang zwischen dem Geburtsgewicht und der Zunahmeleistung beobachtet werden.
Ein Zusammenhang wurde zwischen dem Vorkommen von Trichostrongylideneiern und der Lebenstagszunahme der Kälber festgestellt. Ein Hinweis, dass hygienische Maßnahmen auch in extensiven Weidesystemen nicht zu vernachlässigen sind.

Tabelle 6.3-2: Zusammenhänge zwischen Rasse, Geschlecht, Abstammung, Herdenspezifik und Lebenstagszunahmen der Kälber dreier Mutterkuherden in ganzjähriger Freilandhaltung

Test der Zwischensubjekteffekte
Abhängige Variable: LTZ (g)- geburt n=298
Signifikanzniveau: * α< 0,05; ** α<0,01

	Signifikanz Gesamt	Signifikanz Variante 1	Signifikanz Variante 2	Signifikanz Variante 3
Herde	n.s.	-	n.s.	n.s.
Geschlecht	**	n.s.	n.s.	**
Mutterrasse	**	n.s.	n.s.	-
Vaterrasse	n.s.	n.s.	n.s.	-
Geburtsgewicht	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Trichostrongylideneier	**	n.s.	n.s.	*

6.3.3 Fruchtbarkeit und Kälberverluste bei ganzjährig im Freien gehaltenen Mutterkühen

Die Anzahl der aufgezogenen Kälber je Mutterkuh und Jahr ist die entscheidende Kennzahl für die Wirtschaftlichkeit einer Herde. Die Ergebnisse aus dem Wirtschaftlichkeitsbericht der sächsischen Mutterkuhhaltung 1998/1999 weisen auf erhebliche Reserven hin.
Die Kälberverluste der drei Herden betrugen durchschnittlich 12,5 % und lagen damit deutlich unter dem landesweiten Durchschnitt von 17 %. Die Zahl der aufgezogenen Kälber je Kuh und Jahr schwankte zwischen 0,71 und 0,90 und betrug im Mittel 0,83 Kälber. Damit liegen die Zahlen im Bereich des Landesdurchschnitts.
Die Trächtigkeitsrate lag bei den beiden extensiver gehaltenen Herden bei nahezu 100 % während die intensivere Variante UW_1,5 GV eine Trächtigkeitsrate von 97 bzw. 81 % erreichte. Insgesamt weisen alle drei Herden eine gute Fruchtbarkeit auf.

Tabelle 6.3-3: Fruchtbarkeitsparameter der Mutterkuhherden (Mittel 1999-2001)

Variante	Anzahl Kühe	Anzahl Kälber	Trächtigkeits-rate gesamt	Trächtigkeits-rate aus Besamung	Kälber-verluste	aufgezogene Kälber
	n	n	%	%	%	pro Kuh u. Jahr
SW_0,9 GV	9	8,3	94	53	12	0,85
SW_1,2 GV	10	10,3	100	40	16	0,87
UW_1,5 GV	31	27,3	89	5	10	0,79

6.3.4 Zusammenfassung

⇒ Die Gewichte der Mutterkühe lagen meist unter bzw. an der unteren Grenze des optimalen Bereiches, deshalb war von einer mangelhaften Energieversorgung auszugehen. Lediglich im Frühjahr und Frühsommer konnten zufriedenstellende Körpermassen festgestellt werden, da die Weide dann bestes Futter liefert.

- ⇒ Bei ausreichendem Flächenangebot (Standweide 0,9 GV) ist eine ganzjährige extensive Weidehaltung auch ohne Zufutter und ohne Leistungsminderungen möglich. Es kam zwar zu deutlichen Konditionsschwächen im Winter, welche jedoch durch das kompensatorische Wachstum der Rinder in der Vegetationszeit wieder ausgeglichen wurden.
- ⇒ Die Ermittlung der *Körperkondition* dient der subjektiven Beurteilung des Ernährungszustandes der Mutterkühe. Der Optimalbereich der Körperkondition von 3,5 bis 4,0 wurde in den beiden Standweide-Herden dauerhaft unterschritten.
- ⇒ Die *Fruchtbarkeit* der Mutterkühe erreichte gute bis sehr gute Werte. Die Kälberverluste betrugen durchschnittlich 12,5 %, die Zahl der aufgezogenen Kälber je Kuh und Jahr betrug im Mittel 0,83 Kälber, die Trächtigkeitsrate erreichte bei den beiden extensiv gehaltenen Herden nahezu 100 %, während die intensivere Umtriebsweide eine Trächtigkeitsrate von 81 - 97 % erreichte.
- ⇒ Da in den untersuchten Beständen sehr gute Fruchtbarkeitsparameter erzielt wurden, waren keine negativen Auswirkungen zu geringer Körperkondition bzw. -gewichte auf die Fruchtbarkeit ersichtlich.
- ⇒ Extensive Mutterkuhverfahren (Standweide) sind leistungsfähiger als intensivere Verfahren (Umtriebsweide). Sie erreichten bessere Fruchtbarkeitsleistungen und höhere Lebenstagszunahmen der Kälber.
- ⇒ Als wichtigste Einflussfaktoren auf die Lebenstagzunahme der Kälber stellten sich das Geschlecht und die genetische Herkunft der Mutter heraus. Ein leichter Zusammenhang zwischen Endoparasitenbefall und der Lebenstagszunahme der Kälber wurde ebenfalls festgestellt Die Haltungsvariante blieb ohne signifikanten Einfluss auf die Gewichtsentwicklung.

7 Wirtschaftlichkeit der landwirtschaftlichen Nutzung

Nur Nutzungsverfahren, welche wirtschaftlich lukrativ sind, werden sich auf Dauer durchsetzen. Besteht ein öffentliches Interesse an einer flächendeckenden Landschaftspflege und die Wirtschaftlichkeit der Bewirtschaftungsverfahren ist nicht realisierbar, müssen Differenzen durch öffentliche Gelder ausgeglichen werden. Durch Vollkostenrechnungen sollen deshalb die gewählten Landnutzungsverfahren wirtschaftlich bewertet werden.
Die Wirtschaftlichkeit von landwirtschaftlichen Verfahren wird über die Erlöse auf der einen Seite und die Kosten auf der anderen Seite bestimmt. Staatliche Ausgleichszahlungen sind in die Betrachtungen einzubeziehen.
Durch die Zuordnung naturschutzrelevanter Faktoren, wie z. B. Veränderung der Pflanzenbestände und Nährstoffeinträge auf die unterschiedlichen Teilflächen, soll in der abschließenden Diskussion (Kapitel 8) der Versuch unternommen werden, betriebswirtschaftliche und umweltseitigen Faktoren in die Gesamtbewertung einzubeziehen.

7.1 Methoden

Im vorliegenden Projekt wurden drei Landbewirtschaftungssysteme des elbnahen Grünlandes mit Mutterkühen untersucht. Gemeinsames Produktionsziel ist die Erzeugung von Absatzkälbern.
Sie unterscheiden sich untereinander durch verschiedene Besatzstärken (0,9; 1,2 bzw. 1,5 GV/ha) und unterschiedliche Futtergrundlage in den Wintermonaten. Eine genaue Beschreibung der Varianten ist bereits im Kapitel „

Versuchsdurchführung“ erfolgt. Es wird der GV-Schlüssel des Programms „Umweltgerechte Landwirtschaft im Freistaat Sachsen (UL)“ zugrunde gelegt.
Es wurden folgende Kennzahlen erfasst:

- *flächenbezogene Daten*
  - Größe
  - Erträge und Futterqualitäten
  - Mögliche Ausgleichszahlungen
  - Weideeinrichtungen, Zäune einschl. Kosten
  - Arbeitszeitaufwand für Weidezaunbau
  - Sämtliche pflanzenbauliche Arbeitsgänge mit ihrer Art und Häufigkeit (Weidepflege, Konservatgewinnung)
- *herdenbezogene Daten*
  - Herdengröße
  - Anzahl erzeugter Absetzer
  - Absetzgewichte
  - Mengen und Kosten der zugeführten Futtermittel (Heu, Mineralfutter, Stroh)
  - Kosten für Deckbulleneinsätze bzw. Besamung
  - Tränkwasser
  - Versicherungen, einschl. Weidehaftpflicht
  - Arbeitszeitaufwand für Tierbetreuung, Weidezaunbau und Zufütterung

Nach der Erfassung aller teilflächen- bzw. herdenbezogene Kennzahlen im Zeitraum April 2000 bis April 2001 wurde in Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Ländlicher Raum, Betriebswirtschaft und Landtechnik der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft eine betriebswirtschaftliche Auswertung für alle untersuchten Varianten erstellt. Grundlage der Auswertung sind Kalkulationsmodelle zur Wirtschaftlichkeit der Mutterkuh-, Damwild- und Schafhaltung sowie der Wiesennutzung (LFL 1999[2-5] sowie SACHER, M.und DIENER, K., 2000).

Die Kalkulationstabellen zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit der untersuchten Nutzungsvarianten befinden sich im Anhang, Tabelle A12.
Das Modell beinhaltet die variantenspezifisch ermittelten Werte zu Produktion, Futter, Preisen, Kosten und Erlösen. Auf der Erlösseite werden tier- und flächenbezogene Ausgleichszahlungen berücksichtigt.

Es wurden folgende Landbewirtschaftungssysteme des elbnahen Grünlandes untersucht:

- Extensive Mutterkuhhaltung
- Damwildhaltung
- Extensive Wiesennutzung sowie als Sonderfall
- Deichpflege mit Schafbeweidung bzw. mit Mahd.

7.2 Betriebswirtschaftliche Bewertung der Landnutzung mit Mutterkühen

Das Produktionsziel der Mutterkuhhaltung besteht in der Erzeugung von Absatzkälbern. Es wurden verschiedene Tierbesatzstärken (0,9; 1,2 bzw. 1,5 Großvieheinheiten pro Hektar) bei unterschiedlicher Futtergrundlage in den Wintermonaten verglichen. Die Herden wurden ohne Stall ganzjährig im Freien gehalten.

7.2.1 Analyse der Wirtschaftlichkeit - ohne Ausgleichszahlungen

Als erstes wurden die Kosten betrachtet. Dabei wurden alle Kosten, die sich zwischen den drei Herden nicht unterscheiden, nicht näher aufgeführt. Dies betrifft im Einzelnen: variable Kosten (Besamung, Tierarzt, Versicherung, Wasser, Energie, Weideeinrichtungen, Tränke), fixe Kosten (Gebäude und Ausrüstungen, Abschreibungen, allgemeiner Betriebsaufwand). Es wurden 100 % Pachtflächenanteil mit einem Pachtzins von 51 € /ha zugrundegelegt. Die Kosten der Pacht pro Mutterkuh unterscheiden sich jedoch auf Grund des unterschiedlichen Tierbesatzes. Durch die hier praktizierte stalllose Haltung, welche nachgewiesenermaßen tierartgemäß ist, werden gegenüber einer Winterstallhaltung fixe Kosten für Gebäude und Ausrüstungen eingespart.
In Abbildung 7.2-1 sind wichtige Kostenpositionen der einzelnen Varianten detailliert aufgeführt.
Die Grundfutterkosten sind bei Variante UW_0,9 auf Grund der eingeschränkten Zufütterung im Winter am geringsten. In Variante UW_1,5 sind sie trotz ähnlicher Konservatzufuttermengen wie in Variante SW_1,2 deutlich höher. Dies liegt am niedrigen Futterwert des Rohrschwingelheus, wodurch sich die Preise pro Nährstoffeinheit verteuern.
Die höchsten Personalkosten weist Variante UW_1,5 GV auf, bedingt durch die intensivere Zufütterung in der Winterperiode sowie durch den höheren Arbeitsaufwand der Umtriebsweide. Der Arbeitszeitaufwand pro Kuh liegt deshalb trotz des höheren GV-Besatzes pro ha nicht unter dem AZ-aufwand der extensiveren Standweiden. Lediglich bei Betrachtung des Zeitbedarfes für den Anfahrtsweg zur Weide (7,5 km Hin und Rück) schneidet die Variante mit dem höchsten Tierbesatz erwartungsgemäß am günstigsten ab: 8,1 Akh/GV u. Jahr (SW_0,9), 8,5 Akh (SW_1,2) bzw. 4,4 Akh (UW_1,5).
Bei den Kosten für Zaunmaterial ergeben sich nur geringfügige Unterschiede. Bei der extensivsten Variante sind die Zaunkosten pro GV am höchsten.

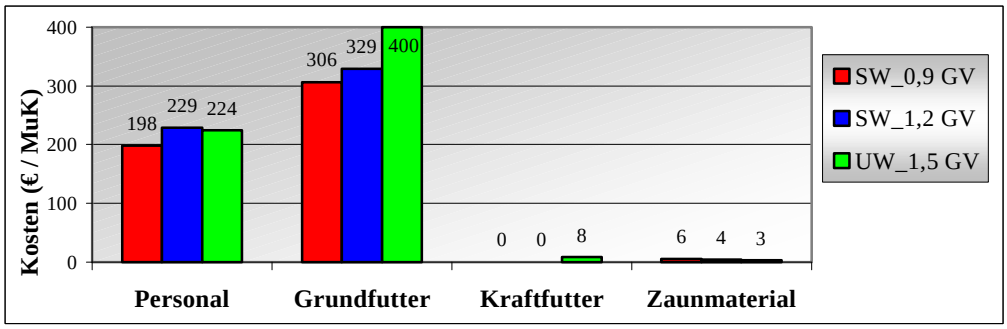


Abbildung 7.2-1: Ausgewählte Kosten der drei untersuchten Mutterkuhherden (€ / Mutterkuh)

Erlöse wurden aus dem Verkauf der abgesetzten Kälber und der Schlachtkühe erzielt. Dabei erreichten die Kälber der Herde 0,9 GV mit 1369 g täglicher Lebenstagszunahme höhere Zunahmen als die Kälber der anderen beiden Herden (1243 g LTZ). Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass bei einem geringeren Tierbesatz eine größere Weidefläche pro Mutterkuh zur Verfügung steht, so dass die Kühe sich das beste Futter in ausreichender Menge selektieren können und dadurch eine höhere Milchleistung erzielen. Davon profitieren ihre Kälber und nehmen besser zu.
Die Absetzer wurden über den Händler vermarktet, es wurden Erlöse von 1,51 € je kg Lebendgewicht bei den männlichen Kälbern und 1,05 € bei den weiblichen Kälbern erzielt. Diese Erlöse liegen unter den sächsischen Durchschnittserlösen, da die verkauften Tiere mit 340 - 360 kg sehr schwer waren, vom Händler jedoch leichtere Absetzer bevorzugt werden.

In allen drei Varianten konnte ohne Agrarfördergelder auch nicht annähernd ein kostendeckendes **Ergebnis** je Mutterkuh und Jahr erzielt werden (Tabelle 7.2-1).
Das wirtschaftliche Ergebnis der Mutterkuhhaltung verringert sich mit zunehmender Intensität der Bewirtschaftung (Zufütterung, Herdenbetreuung, Zaunbau).

Tabelle 7.2-1: Kosten und Erlöse ohne Ausgleichszahlungen

	SW_0,9 GV	**SW_1,2 GV**	**UW_1,5 GV**
	€ /MuK	€ /MuK	€ /MuK
Gesamtkosten	886	926	989
Gesamterlöse ohne Ausgleichszahlungen	551	521	519
Gewinn vor Steuer	**-335**	**-405**	**-470**

Die ermittelten negativen Gewinne übertreffen die Untersuchungsergebnisse von WEIHER und ZUPP (1997). Sie errechneten für die ganzjährige Freilandhaltung ohne baulichen Schutz eine negatives wirtschaftliches Ergebnis ohne Prämien und Beihilfen von -230 € bis -302 € /Mutterkuh.

7.2.2 Analyse der Wirtschaftlichkeit - mit Ausgleichszahlungen

Im nächsten Schritt sollten die tier- und flächenbezogenen Agrarförderungszahlungen in die Wirtschaftlichkeitsberechnungen eingeschlossen werden (Tabelle 7.2-2).
Die **tierbezogenen Ausgleichszahlungen** liegen in allen Varianten bei **268 € pro Mutterkuh** des Durchschnittsbestandes. Sie setzen sich folgendermaßen zusammen (Bezugsjahr 2000):

- Mutterkuhprämie 163 €
- Extensivierungszuschlag 100 €
- Schlachtprämie + Zusatzbetrag zur Schlachtprämie 4,60 €

Erlösseitig resultieren 32,7 bis 34,0 % der Gesamterlöse aus den tierbezogenen Ausgleichszahlungen sowie 42,9 bis 44,6% aus dem Verkauf der Absetzer.
Eine betriebswirtschaftliche Auswertung von 13 sächsischen Unternehmen der Mutterkuhhaltung zeigt ähnliche Ergebnisse. Der Verkauf der Absetzer erbringt im Mittel aller untersuchten Betriebe einen Anteil von 36 % an den Erlösen. Zirka 38 % der Erlöse stammen aus tierbezogenen Ausgleichzahlungen (SACHER & DIENER 2000).
Unter Hinzuziehung der tierbezogener Ausgleichszahlungen kann in keiner der drei Varianten ein vollkostendeckendes Ergebnis erreicht werden. Dies bestätigt GRÖNERT (2000), die in ausgewählten Mutterkuhbetrieben in Mecklenburg-Vorpommern unter Einbezug der tiergebundenen Ausgleichszahlungen eine mittlere Kostendeckung von 81 % feststellen konnte. Unter Einbezug der Flächenprämien ließ sich die Kostendeckung im Mittel auf 98 % steigern.

Tabelle 7.2-2: Gewinnsituation der untersuchten Mutterkuhhaltung mit Ausgleichszahlungen

	SW_0,9 GV	SW_1,2 GV	UW_1,5 GV
	€ /MuK	€ /MuK	€ /MuK
Gesamtkosten	886	926	989
Gesamterlöse mit tierbezogenen Ausgleichszahlungen	819	789	788
Gewinn vor Steuer mit tierbezogenen Ausgleichszahlungen	**-67**	**-137**	**-202**
Gewinn vor Steuer mit tier- u. flächenbezogenen Ausgl.zahlungen	**251**	**88**	**-29**
	€ /ha	€ /ha	€ /ha
Gewinn vor Steuer mit tier- u. flächenbezogenen Ausgl.zahlungen	**179**	**80**	**-35**

Erst bei Hinzunahme der **flächenbezogenen Ausgleichszahlungen** von **204 € /ha** des Förderprogramms „Umweltgerechte Landwirtschaft im Freistaat Sachsen, Teilprogramm Extensive Grünlandwirtschaft (KULAP)“ bessert sich das wirtschaftliche Ergebnis.
Für die Gewährung der Grundförderung ist ein maximaler Viehbesatz von 1,4 GV/ha LF eine Zuwendungsvoraussetzung.
Folgende Stufen des Programms KULAP wurden hierbei einbezogen:

- Grundförderung: reduzierter Mitteleinsatz 51 € /ha
- Zusatzförderung: Verzicht auf den Einsatz chemisch-synthetischer N-Düngemittel 51 € /ha
- Zusatzförderung: extensive Weide (maximal 1,4 GV/ha LF) 102 € /ha

Abbildung 7.2-2 zeigt die Höhe der tier- und flächenbezogenen Beihilfen im Verhältnis zu den Erlösen aus dem Verkauf der Absetzer. Die Erlöse aus Beihilfen übersteigen immer die möglichen Erlöse aus der Produktion.

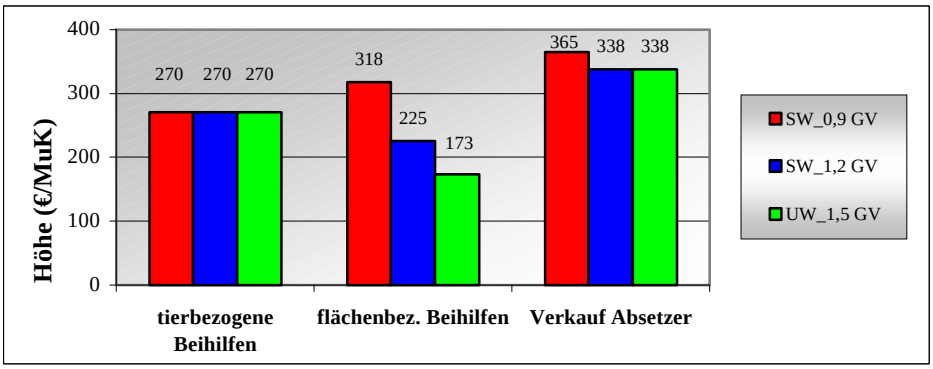


Abbildung 7.2-2: Beihilfen und Erlöse aus dem Verkauf der Absetzer bei unterschiedlicher Besatzintensität (€/Mutterkuh)

Die beiden extensiven Standweiden erzielen unter Einbeziehung **aller tier- und flächenbezogenen Ausgleichszahlungen** einen Gewinn von 251 € /MuK bzw. 88 € /MuK.
Nur bei Ausschöpfung aller Fördermöglichkeiten ist eine rentable Mutterkuhhaltung möglich!

In Variante UW_1,5 GV kann der wirtschaftliche Verlust durch die KULAP-Ausgleichszahlungen nicht ausgeglichen werden. Das ist verständlich, da die KULAP-Prämie *flächenbezogen* wirkt und ihre positive Wirkung erst bei einer großzügigen Flächenausstattung des Betriebes, bei gleichzeitig niedrigem Viehbesatz, Vorteile bringt.
Das negative Ergebnis der Variante UW_1,5 GV von -29 € /MuK resultiert hauptsächlich aus der intensiven Bewirtschaftung sowie aus der höheren Besatzdichte auf der Fläche.
Ein Vergleich der ermittelten Resultate mit der Wirtschaftlichkeit sächsischer Praxisbetriebe zeigt, dass die Zahlen durchaus praxisrelevant sind (SACHER & DIENER 2000). Im Wirtschaftsjahr 1998/1999 erwirtschafteten die 13 untersuchten Betriebe unter Vollkostenbedingungen im Mittel ein Ergebnis von -13 € je Durchschnittsmutterkuh vor der Vergütung der eingesetzten nicht entlohnten Familienarbeit. Da die Praxisbetriebe keine ganzjährige Freilandhaltung praktizierten, liegen die Kosten für Gebäude und Einrichtungen sowie für die Winterfütterung höher als in den von uns untersuchten Varianten, wodurch das wirtschaftliche Ergebnis beeinträchtigt wird. Das obere Viertel der Betriebe konnte einen Gewinn von 76 € /MuK erreichen.
WEIHER & ZUPP (1997) ermittelten in Praxisbetrieben des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern (ganzjährige Freilandhaltung ohne baulichen Schutz) unter Einbeziehung aller Prämien und Beihilfen einen Gewinn von 16 € bis 88 € /Mutterkuh.

7.2.3 Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit

Als Haupteinflussfaktoren auf das differenzierte ökonomische Endergebnis kristallisieren sich folgende Parameter heraus:

- Erlöse aus dem Verkauf der Absetzer (Preis, Vermarktungsweg).
- Grundfutterkosten (Erzeugungskosten, Zufütterungsintensität und -dauer).
- Zunahmen und Absetzgewichte der Kälber (Rasse, Milchleistung der Muttertiere, Futtergrundlage).
- Arbeitszeitbedarf (Herdenbetreuung, Zufuttergewinnung, Zufütterung, Weidepflege etc. in Abhängigkeit von der Intensität der Bewirtschaftung).

Um die Erlöse aus dem Verkauf der Absetzer zu erhöhen, müssen Vermarktungswege gesucht werden, die hohe Absetzerpreise garantieren. Da es beim in der Praxis gängigen Verkauf der Absetzer an den Händler nur einen geringen Verhandlungsspielraum gibt, kommen zum Beispiel die „Nischen“ Zuchtviehverkauf, Direktvermarktung sowie die Teilnahme an Qualitätsfleischprogrammen in Betracht. Der Großteil der Kälber wird jedoch nach wie vor über Händler verkauft werden.
Bei Ausmast der männlichen Kälber im eigenen Betrieb kann ein besserer Verkaufserlös (Position „Verkauf von Schlachttieren“) als beim Verkauf der Absetzer unmittelbar nach dem Absetzen erzielt werden. Die eigene Ausmast der Absetzer kann dann vorteilhaft sein, wenn dies mit vorhandenen Stallgebäuden bei begrenztem Arbeitszeitaufwand betrieben werden kann.
Zu beachten ist aber, dass durch die Ausmast ein höherer Viehbesatz zu berücksichtigen ist. Dadurch werden in der evt. die Voraussetzungen für einige Ausgleichszahlungen (Extensivierungsprämie) nicht erfüllt, was sich auf die Gesamtwirtschaftlichkeit des Verfahrens auswirkt.
Die Grundfutterqualität beeinflusst maßgeblich die Wirtschaftlichkeit. Die Rinder der Variante UW_1,5 GV erhalten im Winter Rohrschwingelheu. Dieses Futtermittel weist gegenüber Heu aus Weidegras niedrigere Nährstoffgehalte vor, wodurch sich erhöhte Erzeugungskosten je 10 MJ ME ergeben. Je schlechter also die Qualität der Zufuttermittel im Winter ist, bei vergleichbarem Ertrag und vergleichbaren Kosten, desto höher sind die Erzeugungskosten je Nährstoffeinheit und desto schlechter wird auch die Rentabilität der Mutterkuhhaltung. Die Kosten für die Zufuttergewinnung müssen möglichst gering gehalten werden.

7.2.4 Zusammenfassung

⇒ Extensive Mutterkuhhaltung ist ein gängiges Verfahren der Grünlandnutzung. Allerdings gibt es in der Praxis sehr große Unterschiede zwischen den Unternehmen, was das Produktionsziel sowie die Vermarktung angeht.

⇒ Eine kostendeckende Bewirtschaftung des Grünlandes mit ganzjähriger Mutterkuhhaltung ist möglich, wird aber gegenwärtig nur von wenigen Unternehmen erreicht.

⇒ Ohne Ausgleichszahlungen kann die Mutterkuhhaltung derzeit nicht vollkostendeckend betrieben werden.

⇒ Als wirtschaftlich günstigstes Verfahren unter den aufgezeigten Versuchsvarianten kristallisierte sich die extensivste Form der Bewirtschaftung heraus (GV-Besatz 0,9 GV/ha). Je höher der Tierbesatz und je intensiver die Bewirtschaftung, um so ungünstiger wird das ökonomische Ergebnis.

⇒ „Halbintensive“ Bewirtschaftungsformen sind aus betriebswirtschaftlicher Sicht kaum sinnvoll. Spätestens durch die Umlage flächenbezogener Ausgleichszahlungen auf die Mutterkühe wird der negative Effekt deutlich.

⇒ Bei Direktvermarktung und bei Ausmast der Kälber im eigenen Betrieb lässt sich die Erlössituation etwas verbessern, dazu müssen allerdings die notwendigen inneren und äußeren Rahmenbedingungen für das Unternehmen vorhanden sein. Die Direktvermarktung wird auch in Zukunft lediglich eine Nische für wenige Unternehmen sein.

7.3 Betriebswirtschaftliche Bewertung der Damwildhaltung

Die erwerbsmäßige Haltung von Wild in Gehegen mit dem Produktionsziel Wildfleischerzeugung ist ein Spezialzweig der tierischen Erzeugung. Der größere Teil der Gatter befindet sich in Nebenerwerbsbetrieben.
Bei der landwirtschaftliche Wildhaltung handelt es sich um ein extensives Verfahren der Grünlandnutzung mit der Möglichkeit zur Inanspruchnahme entsprechender Fördermittel. Wildfleischprodukte liegen beim Verbraucher im Trend, unterliegen aber dem Preisdruck von Billigimporten.
Bundesweit liegt die durchschnittliche Gehegegröße bei 2,5 ha, in Sachsen bei 4,85 ha (LFL 1999[6]).
Die Kalkulationstabelle zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit in der Damwildhaltung befindet sich im Anhang Tab A12, die Gewinnsituation ist in der folgenden Tabelle 7.3-1dargestellt.
Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurde ein Wildgatter einer Größe von 10 ha bei einem Tierbesatz von 7 Alttieren pro ha betrachtet. Das Fleisch wurde zu 100 % in der Decke vermarktet. Unter diesen Bedingungen konnte als wirtschaftliches Ergebnis nur ein Verlust von -15 € /Alttier bzw. von -109 € /ha erzielt werden

Tabelle 7.3-1: Gewinnsituation der untersuchten Damwildhaltung im Vergleich zum sächsischen Modellwert

Einheit:1 Alttier (AT) und Jahr	Einheit	Ermittelter Wert	Sächs. Modellwert
Marktleistung/Erlöse gesamt	€ /AT	**132**	**162**
davon Verkauf Fleisch	€ /AT	99	137
davon Förderung UL	€ /AT	29	20
Kosten gesamt	€ /AT	**168**	**182**
davon Futtermittel	€ /AT	52	63
davon Personal	€ /AT	46	43
davon Abschreibung/Unterhaltung/Zinsen	€ /AT	46	51
Gewinn vor Steuer	€ /AT	**-15**	**-20**
Gewinn vor Steuer	€ /ha	**-109**	**-201**

Über Direktvermarktung des Fleisches kann ein höherer Erlös für das Endprodukt Wildfleisch erwirtschaftet werden. Dazu ist allerdings der Ausbau einer Schlacht- und Vermarktungsstrecke mit den dementsprechenden Investitionen nötig, wodurch wiederum die Kosten steigen. Eine rentable Produktion konnte auch für diesen Vermarktungsweg nicht ermittelt werden.

⇒ Die Wildhaltung stellt eine mögliche Form der extensiven Grünlandnutzung dar.
⇒ Unter den derzeit gegebenen Bedingungen konnte nicht vollkostendeckend gewirtschaftet werden.
⇒ Die richtige Vermarktungsform, gutes Management sowie die Senkung der Kosten spielen eine wichtige Rolle im Erfolg der Damwildhaltungf

7.4 Betriebswirtschaftliche Bewertung der Spätschnittwiese

Alternativ zur Günlandnutzung mit Wiederkäuern wurde die reine Wiesennutzung (Spätschnittwiese) ohne Beweidung betrachtet (Variante SSW). Die gewonnenen Konservate (Heu und z. T. Silage) werden an die Tiere des eigenen Betriebes verfüttert bzw. an andere Betriebe verkauft. Die späte erste Schnitttnutzung nach dem 15. Juni entspricht den Anforderungen des Programms „Umweltgerechte Landwirtschaft im Freistaat Sachsen“ (KULAP Teil 1).
Da es sich beim ersten Schnitt um spät gewonnenes Heu mit geringen Futterwertzahlen um 4,5 MJ NEL/kg TS handelt, kann dieses Heu nicht in der Milchviehhaltung eingesetzt werden. Jeder Betrieb, der Spätschnittheu verkaufen möchte, sollte vorher genau recherchieren, ob in seiner Region ein Markt für dieses Produkt vorhanden ist. Mögliche Einsatzgebiete sind nur in der Mutterkuh- und Pferdehaltung zu sehen.

Im vorliegenden Projekt konnten leider nur 3 Jahre mit sehr differenziertem Witterungsverlauf verfolgt werden. Der Ertrag der Spätschnittwiese lag im dreijährigen Mittel der Jahre 1999 bis 2001 bei 59,1 dt TM/ha, eine Tendenz der Ertragsentwicklung war aufgrund der unterschiedlichen Witterungsverläufe nicht zu erkennen.
In der langjährigen Tendenz ist zu erwarten, dass sich der Ertrag einer Spätschnittwiese unter extensiver Nutzung (Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel, ohne jegliche N-Düngung) verringert und dann auf einem niedrigeren Niveau einpegelt. In sächsischen Untersuchungen (LfL 1998)[2] führte der Verzicht auf mineralische Stickstoffdüngung nach fünf Jahren zu einem Rückgang des Trockenmasseertrages um 26 %.
Durch geringere Erträge werden sich auch die Erzeugungskosten je dt Heu erhöhen.

7.4.1 Kosten der Schnittnutzung

Im Verfahren Spätschnittwiese (SSW) wurden 3 ha elbnahes Grünland im Vordeichbereich zwei Mal jährlich geschnitten. Der erste Schnitt erfolgte nach dem 15. Juni, daraus wurde Spätschnittheu gewonnen. Der zweite Schnitt erfolgte im September mit Silageerzeugung. Die gewonnenen Konservate dienten als Winterfutter für die Mutterkuhherde SW_1,2 GV.
Zur Ermittlung der Kosten des Verfahrens wurde das „Kalkulationsmodell für die Bewirtschaftung des Grünlandes (LfL 1999[3])“.
Als Kosten für die Bewirtschaftung der Wiesen fallen die Personalkosten, variable und fixe Maschinenkosten, Kosten für die Flächenpacht sowie für den allgemeinen Betriebsaufwand an. Auf der Erlösseite stehen die Ausgleichszahlungen aus dem Extensivierungsprogramm mit 204 € /ha (KULAP I) zu Buche. Aus der Differenz zwischen den hektarbezogenen Kosten und den flächenbezogenen Ausgleichszahlungen ergeben sich die effektiven Heuerzeugungskosten je Hektar. Werden diese Kosten in Beziehung zum Heuertrag gesetzt, dann ergeben sich die Erzeugungskosten (Mindestverkaufspreispreis), zu dem das Heu verkauft werden muss, um ein vollkostendeckendes Ergebnis zu realisieren. Können die Konservate zu einem höheren Preis verkauft werden, ergibt sich daraus der eigentliche Gewinn.
Zur Kalkulation wurden die ermittelten Heuerträge (Nettoerträge) der Jahre 1999, 2000 und 2001 zugrunde gelegt. Es ergeben sich die in Tabelle 7.4-1 dargestellten Erzeugungskosten für das Endprodukt Heu.
Erwartungsgemäß ergibt sich im Jahr des höchsten Masseertrages der geringste Heuerzeugungspreis, da mit steigendem Ertrag pro Hektar die Kosten pro erzeugter dt Heu sinken. Die mittleren Erzeugungskosten betrugen 331 € /ha bzw. 4,88 € /dt Heu.
In der Literatur konnten keine Praxiswerte zu den Erzeugungskosten von Spätschnittheu gefunden werden. In Auswertungen aus sächsischen Milchviehbetrieben wurden Erzeugungskosten zwischen 8 und 15 €/dt Heu festgestellt (LfL). Die ermittelten Heuerzeugungskosten der untersuchten Varianten (Bewirtschaftung mit minimalem Aufwand; keine Lagerraumkosten berücksichtigt) liegen deutlich unter diesen Praxiswerten. Wenn

das Heu zu Preisen verkauft werden kann, die über den aufgeführten Erzeugungskosten liegen, ergibt sich daraus der eigentliche Gewinn.

Tabelle 7.4-1: Erzeugungskosten für Spätschnittheu in den Jahren 1999 bis 2001

		Grünland Heu **1999** 55 dt TM/ha	Grünland Heu **2000** 52 dt TM/ha	Grünland Heu **2001** 69 dt TM/ha
Gesamtkosten ohne Prämie	€ /ha	**529**	**522**	**557**
Variable Maschinenkosten	€ /ha	143	140	157
Fixe Maschinenkosten	€ /ha	162	159	173
Personal	€ /ha	79	77	80
Extensivierungsprämie	€ /ha	204	204	204
Gesamtkosten nach Prämie	€ /ha	**325**	**317**	**352**
Erzeugungskosten Heu € /dt Frischmasse Heu		**5,06**	**5,20**	**4,37**
Erzeugungskosten Heu € /10 MJ ME		**0,07**	**0,08**	**0,06**

7.4.2 Zusammenfassung

⇒ Durch das extensive Grünlandnutzungsverfahren „reine Schnittnutzung mit spätem ersten Schnitt“ kann ein kostengünstiges, aber aus Sicht des Futtereinsatzes minderwertiges Futtermittel erzeugt werden

⇒ Späte Schnittnutzung kann wirtschaftlich betrieben werden..

⇒ Die Kosten pro erzeugter dt Heu liegen bei etwa 4,86 € .

⇒ Der Absatz des Spätschnittheus muss sichergestellt werden.

7.5 Betriebswirtschaftliche Bewertung verschiedener Deichpflegeverfahren

Die Bewirtschaftung der Elbdeiche dient in erster Linie der Erhaltung und Pflege der Deiche als Hochwasserschutzanlagen. Ziel ist das Intakthalten der Deiche mittels Verringerung des Schadnagerbefalls, Narbenverdichtung und Kurzhalten der Grasnarbe.

Die Deichpflegepläne werden im Einvernehmen mit der Unteren Naturschutzbehörde erstellt, da die Elbaue Torgau als Landschaftsschutzgebiet ausgewiesen ist. Die Verantwortung für die Deichpflege obliegt der Talsperrenverwaltung Sachsen mit ihren Talsperrenmeistereien.

In der Praxis werden die Deiche jährlich wechselnd durch Schafe bzw. maschinell gepflegt. Bei der maschinellen Pflege erfolgt eine möglichst zweimalige jährliche Mahd mit nachfolgender Beräumung der Fläche vom Schnittgut. Ein Belassen des Mähgutes auf den Deichen ist nicht zulässig. Bei der Deichpflege mit Schafen werden die Deiche während der Vegetationsperiode meist drei Mal überweidet. Eine Düngung der Deich erfolgt nicht.

7.5.1 Kosten der maschinellen Deichpflege

Von der Talsperrenverwaltung wird die Pflege großer zusammenhängender Deichabschnitte nach VvL-Richtlinien (Vergabe von Leistungen) öffentlich ausgeschrieben. Mit dem günstigsten Anbieter -in der Regel bewerben sich Landschaftspflegefirmen u.ä.- wird ein Vertrag zur Deichunterhaltung abgeschlossen. Die eingereichten Angebote lagen im Jahr 2000 je nach erforderlicher Leistung bei etwa 7 Cent/m^2 (Spanne von 5 bis 9 Cent/m^2). Somit ergeben sich durchschnittliche **Kosten** von **716 € /ha** maschineller Deichfläche. Diese Summe wird von der Landestalsperrenverwaltung an das durchführende Unternehmen ausgezahlt. Es erfolgt keine weitere Vergütung von Landschaftspflegemaßnahmen.

7.5.2 Kosten der Deichpflege mit Schafen

Analog der maschinellen Deichpflege schließen die Schäfereibetriebe mit der zuständigen Talsperrenbehörde einen Pflegevertrag ab. Im Mittel erhalten die Schäfereien ein Pflegeentgelt von 2 Cent/m^2 bei mindestens dreimaliger Überweidung, also **204 € pro Hektar**.. Diese Summe entspricht der Fördersumme von 204 € /ha des KULAP-Programms. Es kann aber jeweils nur eine der beiden Förderungen in Anspruch genommen werden.
Zur Analyse der Wirtschaftlichkeit der Schafhaltung wurde das „Kalkulationsmodell für eine rentable Mastlammproduktion“ der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft zugrunde gelegt (s. Anhang Tab. A12).
Das Ziel der Schafhaltung liegt in der Mastlammproduktion. Es fließen die erfassten Daten der Mutterschafe in Koppelhaltung auf den Deichen (April bis November), die Daten der Winterstallhaltung sowie die Daten zur Ausmast der Lämmer ein. Dabei werden bei der Lämmermast drei verschiedene, praxisgängige Verfahren untersucht. Zur Abrechnungseinheit Mutterschaf (MuS) gehört das Muttertier mit anteiliger Nachzucht (Lamm). Der Tierbesatz auf dem Deich lag bei 2,1 GV/ha.
Den Hauptanteil an den Kosten stellen Futter- und Personalkosten. Bei den Erlösen sind es die Erlöse aus Mastlammverkauf und die Prämien (Mutterschafprämie, Zuschlag benachteiligtes Gebiet).
Es ergibt sich in allen Varianten ein negatives Ergebnis (Tabelle 7.5-1). Am besten schneidet die reine Weidemast mit -34 € pro Mutterschaf ab, die Varianten mit Stallnutzung liegen deutlich tiefer im Negativ, zurückzuführen auf die hohen Gebäude- und Ausrüstungskosten sowie den erhöhten Arbeits- und Futterbedarf.
Unter den untersuchten Bedingungen kann keine rentable Schafhaltung zur Deichpflege betrieben werden. Um vollkostendeckend zu arbeiten, wären Deichpflegeentgelte von 358 € /ha bei reiner Weidemast bzw. von ca. 511 € /ha bei Stallmast (bei einem Tierbesatz von 1,0 GV/ha) erforderlich. Bei einem höheren Tierbesatz läge das nötige Pflegeentgelt deutlich über den 716 € /ha, die für maschinelle Pflege ausgegeben werden, da dann pro Tier weniger Entgelt zur Verfügung stünde.
In Sachsen gibt es keinen Schäfereibetrieb, welcher ausschließlich Deichpflege betreibt, so dass keine Vergleichszahlen aus der Praxis vorliegen.

Tabelle 7.5-1: Gewinnsituation der Deichpflege_Schaf bei verschiedenen Verfahren der Lämmermast

		Weidemast (Koppelhaltung)	**Weidemast (Stallendmast)**	**Stallmast**
Gewinn ohne Deichpflegeentgelt	€ /MuS	-49	-85	-80
	€ /ha	-103	-178	-167
Gewinn mit Deichpflegeentgelt 204 €/ha (ohne UL-Förderung)	€ /MuS	**-34**	**-71**	**-65**
	€ /ha	-72	-148	-137
Gewinn mit UL-Förderung (ohne Deichpflegeentgelt)	€ /MuS	-26	-62	-56
	€ /ha	-54	-129	-118
Notwendige Pflegeentgelte, um wirtschaftlich zu sein:				
bei Tierbesatz 1,0 GV/ha	€ /ha	**358**	**588**	**511**

7.5.3 Zusammenfassung

⇒ Bei der maschinellen Pflege betragen die Kosten ca. 716 € /ha.

⇒ Bei der Beweidung der Deiche mit Schafen bekommen die Schäfer 204 € /ha Deichpflegentgelt und sind damit nicht rentabel.

⇒ Bei der Deichpflege mit Schafen wären ca. 511 € /ha nötig, damit die Schäfer kostendeckend arbeiten können.

⇒ Es ist deshalb zu empfehlen, das an die Schäfer ausgezahlte Deichpflegeentgelt auf das nötige Maß anzuheben, um mehr Schäfereibetriebe zu Deichpflege gewinnen zu können.

7.6 Vergleichende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung aller Verfahren

Um eine Aussage zum wirtschaftlich effektivsten Verfahren der extensiven Grünlandnutzung geben zu können, soll nun eine vergleichende Betrachtung der Wirtschaftlichkeit erfolgen.
Für die Landwirtschaftsbetriebe wird jenes Verfahren am interessantesten sein, mit dem sich ein akzeptabler Gewinn erwirtschaften lässt.
In Tabelle 7.6-1 sowie in Abbildung 7.6-1 wird das Ergebnis pro Flächeneinheit (€ /ha) sowie das Ergebnis pro Produktionseinheit dargestellt. Dabei ist das flächenbezogene Ergebnis von größerer Bedeutung, weil nur diese Kenngröße einen direkten Vergleich aller Varianten ermöglicht.

Tabelle 7.6-1: Wirtschaftlichkeitsvergleich aller Varianten (Jahr 2000)

	Gewinn pro Flächeneinheit		Gewinn pro Produktionseinheit	
Mutterkuhhaltung				
Standweide_0,9_GV/ha	**179**	€ /ha	251	€ /MuK
Standweide_1,2_GV/ha	**80**	€ /ha	88	€ /MuK
Umtriebsweide_1,5_GV/ha	**-35**	€ /ha	-29	€ /MuK
Deichpflege_Schaf				
Weidemast	**-72**	€ /ha	-34	€ /MuS
Stallendmast	**-148**	€ /ha	-71	€ /MuS
Stallmast	**-137**	€ /ha	-65	€ /MuS
Damwildhaltung	**-109**	€ /ha	-30	€ /AT
	Kosten pro Flächeneinheit		Erzeugungskosten pro Prod.einheit	
Deichpflege_Mahd	716	€ /ha		
Spätschnittwiese (75 dt TM/ha)	318	€ /ha	4,88	€ /dt Heu

Es zeigt sich, dass unter den tierhaltenden Verfahren die ganzjährige Mutterkuhhaltung mit extensivem Tierbesatz (0,9 GV/ha) mit 179 € /ha die beste Wirtschaftlichkeit aufweist. Danach folgt die Mutterkuhhaltung mit 1,2 GV/ha. Alle weiteren tierhaltenden Varianten lagen im negativen Bereich, es konnte also nicht wirtschaftlich gearbeitet werden. Dies betrifft die Mutterkuhhaltung mit einem Tierbesatz über 1,4 GV/ha, die Deichpflege mit Schafen sowie die Damwildhaltung.

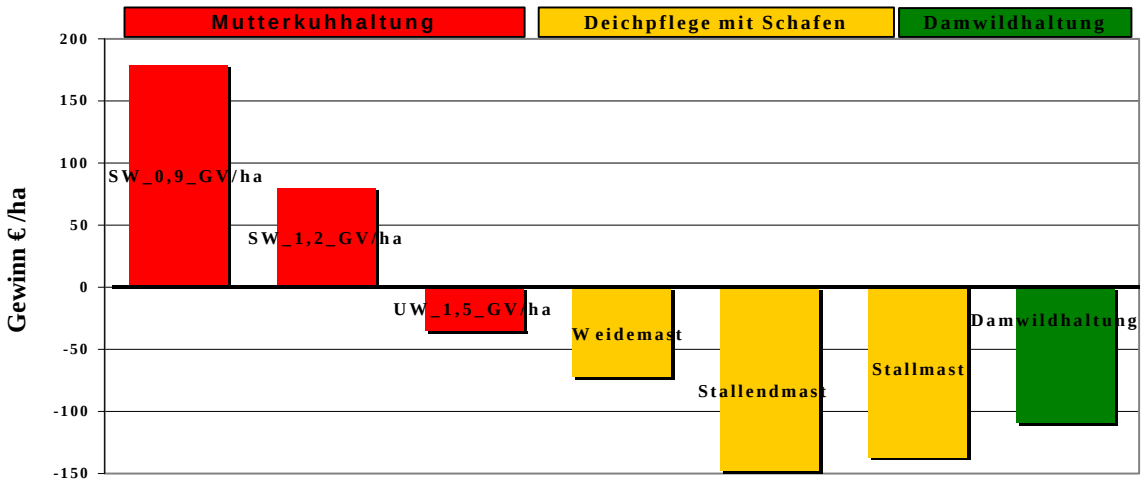


Abbildung 7.6-1: Wirtschaftlichkeitsvergleich aller tierhaltenden Varianten (Jahr 2000)

Ohne tier- und flächenbezogene Ausgleichszahlungen kann keine rentable Grünlandnutzung mit landwirtschaftlichen Nutztieren betrieben werden. In der Mutterkuhhaltung können nur die Verfahren mit einem niedrigen

Tierbesatz unter 1,4 GV/ha, bei denen der Effekt der flächenbezogenen Prämien zum Tragen kommt, wirtschaftlich arbeiten.
Bei der Deichpflege mit Schafen zum Hochwasserschutz wären ca. 511 € /ha Deichpflegentgelt nötig, damit die Schäfer kostendeckend arbeiten können.

Die beiden maschinellen Verfahren lassen sich nicht direkt mit den Tierhaltungsverfahren vergleichen. Bei der extensiven Wiese (Spätschnitt) entsteht nach Vollkostenrechnung kein Gewinn. Wenn allerdings das gewonnene Heu zu einem höheren als dem Erzeugungspreis verkauft werden kann, wird ein Erlös erzielt. Somit ist mit diesem Verfahren eine wirtschaftliche Produktion möglich.
Als teuerstes Verfahren muss die maschinelle Deichpflege gewertet werden. Sie benötigt 716 € /ha an öffentlichen Mitteln als Deichpflegeentgelt, um realisiert werden zu können.

Obwohl nur zwei Verfahren ein vollkostendeckendes Ergebnis erbringen, sind doch alle Verfahren in der Praxis anzutreffen. Oft sind diese Produktionsverfahren nicht das alleinige Standbein der betreffenden Betriebe, so dass Mindereinnahmen dieses Zweiges wahrscheinlich durch Mehreinnahmen weiterer Betriebszweige kompensiert werden.

7.7 Zusammenfassung

⇒ Die Mutterkuh-, Schaf- und Damwildhaltung sind geeignete Verfahren zur extensiven Grünlandnutzung und -Pflege.

⇒ Ohne tier- und flächenbezogene Ausgleichszahlungen kann keine rentable Grünlandnutzung mit landwirtschaftlichen Nutztieren betrieben werden.

⇒ Als Verfahren mit einem leicht positiven Ergebnis stellte sich die extensive Mutterkuhweide (Tierbesatz unter 1,4 GV/ha) in stallloser Haltung heraus. Je höher der Tierbesatz und je intensiver die Bewirtschaftung, um so ungünstiger wird das ökonomische Ergebnis.

⇒ Das extensive Grünlandnutzungsverfahren „reine Schnittnutzung mit spätem ersten Schnitt“ ist als wirtschaftlich anzusehen. Der Absatz des Spätschnittheus muss allerdings sichergestellt sein.

⇒ Unter den untersuchten Bedingungen konnten die Damwildhaltung sowie die Deichpflege mit Schafen nicht rentabel wirtschaften.

⇒ Besteht ein öffentliches Interesse an einer flächendeckenden Landschaftspflege und die Wirtschaftlichkeit der Bewirtschaftungsverfahren ist nicht realisierbar, müssen Differenzen durch öffentliche Gelder ausgeglichen werden.

⇒ Bei der Deichpflege mit Schafen wären ca. 511 € /ha nötig, damit die Schäfer kostendeckend arbeiten können. Mit dieser Förderhöhe ist die Deichbeweidung immer noch günstiger als eine maschinelle Deichpflege.

8 Diskussion

Welche Nutzungsverfahren erhalten die Bodenfruchtbarkeit?

Grünlandareale, die vormals intensiv genutzt wurden und somit mit hohen Nährstoffinfiltrationen konfrontiert waren, sind nach dem Verzicht von Düngung hinsichtlich der Bodennährstoffversorgung starken Änderungen unterworfen. Dabei reagiert Stickstoff am deutlichsten (LAUBE 2001). Derzeit ist die N_{min}- Beprobung einzige Möglichkeit, um verlässliche Zahlen über den auswaschungsgefährdeten N-Vorrat zu bekommen. Allerdings spiegelten die Befunde nur die momentane Versorgungssituation wieder. Mit dem Ziel, Eutrophierung bzw. Hypertrophierung aufgrund von N-Überschüssen zu vermeiden, werden möglichst geringe Boden N_{min}-Gehalte angestrebt. Dieses Ziel konnte mit allen Landnutzungsverfahren erreicht werden. Der N_{min}-Vorrat wurde im Boden bis zu 75 % des Ausgangswertes reduziert. Überraschenderweise erzielten die durch einen hohen Biomasseentzug gekennzeichneten Ansaatvarianten „Damwild“ und „Winterweide“ vor der extensiven Standweide und der Spätschnittwiese die besten Ergebnisse. Weniger geeignet sind Verfahren, die eine hohe Nutzungsintensität mit hohen Nährstoffrücklieferungen kombinieren (UW_1,5 GV). Dies zeigt sich auch in der Betrachtung der N-Gesamtsalden. Es lässt sich festhalten, dass **extensive Nutzungsweisen** auch bei geringen Stickstoffzufuhren **die N_{min}-Konzentration im Boden deutlich und nachhaltig senken** können**.** Dabei sind die **Verfahren der Schnittnutzung mit vollständigem Biomasseentzug den Weideverfahren vorzuziehen**. Insgesamt wird ein Gleichgewichtszustand in der Boden-N-Versorgung früher oder später von allen Varianten erreicht. Dies bestätigt BRIEMLE (2001) nach dessen Meinung die Nährstoffbereitstellung -ähnlich wie der Humusgehalt- eine standortspezifische Konstante darstellt. Die Wüchsigkeit und das Ausmaß des Biomasseentzugs sind seiner Meinung nach ausschlaggebend für den Nährstoffentzug.

Die Makronährstoffe P, K und Mg bewegten sich in den untersuchten Futterproben im unteren Bereich des tierischen Bedarfs, weshalb eine ausgeglichene Bilanz dieser Elemente bzw. eine verbesserte Verfügbarkeit (im wesentlichen durch eine pH-Erhöhung) angestrebt wurde. Auch hier zeigten sich die **Schnittverfahren den Weideverfahren überlegen**, wobei vollständiger Biomasseentzug stark negative Nährstoffsalden und Weide mit geringer Intensität leicht positive Salden bedingen. Intensivere Weideverfahren (wie Damwild und Umtriebsweide) zeigen insbesondere bei Phosphor und Kalium stark positive Salden. An dieser Stelle sei der negative Zusammenhang zwischen Kalium- und Magnesiumkonzentration im Boden und der botanischen Entwicklung der Artengruppen Kräuter und Leguminosen erwähnt. Zwischen der Entwicklung des für die Pflanzenverfügbarkeit von Nährstoffen elementaren pH-Werts und des Leguminosenanteils ließ sich eine positive Beziehung herleiten. Demzufolge ist von einem verfahrensbedingten Einfluss der Bodennährstoffversorgung auf die botanische Entwicklung und Zusammensetzung des Pflanzenbestandes auszugehen. **Verfahren, die ausgeglichene Nährstoffsalden fördern, bedingen sukzessive die Veränderung von Artenanteilen** und somit auch eine Veränderung der Bestandesstruktur der Pflanzengesellschaften. Dies bestätigen auch die Veränderungen des Pflanzenbestands insbesondere der Schnitt- und extensiven Weideverfahren.

Welche Rolle spielen Hochwasserereignisse hinsichtlich des Eintrags von unerwünschten Schadstoffen in Boden, Pflanze und Tier?

Das in der Mutterkuhhaltung erzeugte Rindfleisch ist ein hochwertiges Nahrungsmittel, welches keine für die menschliche Ernährung bedenklichen Stoffe enthalten darf. Unter diesem Gesichtspunkt wird häufig die Haltung von Rindern auf Überschwemmungsgrünland in Frage gestellt, da ein Transfer unerwünschter Stoffe vom Boden über die Pflanzen auf das Nahrungsmittel Fleisch vermutet wird.

Im Rahmen des Projektes „Elbe-Ökologie“ wurden dazu nähere Untersuchungen durchgeführt. Es wurden Proben von Boden und Pflanzen sowie von auf Überschwemmungsgrünland weidenden Rindern (Leber, Niere, Haare, Blut) gewonnen und anschließend auf ihren Schadstoff- und Spurenelementgehalt untersucht.

Die Schadstoffbelastung mit **Schwermetallen** spielt im ufernahen Bereich immer noch eine Rolle. Für alle untersuchten Schwermetalle (Cadmium, Blei, Arsen, Quecksilber, Thallium) und Spurenelemente (Kupfer, Zink, Mangan, Selen, Molybdän) galt, dass der Gehalt im Boden und in den Futterpflanzen durch Überschwemmungen

erhöht wurde. Mit zunehmender Entfernung zur Elbe gingen die Gehalte auf für das Umland typische Gehalte zurück. Eine unzulässig hohe Bodenbelastung wurde nur vereinzelt im Uferbereich für *Arsen und Zink* gemessen.
Der Transfer in die Futterpflanzen ist gering. Insgesamt sind Kräuter stärker mit unerwünschten Stoffen belastet als Gräser. Mit wachsenden Kräuter und Leguminosenanteilen aufgrund von Aushagerungseffekten sollte deshalb mindestens die Hälfte der Weideflächen, die zur Futteraufnahme dienen, aus nicht überschwemmten Bereichen bestehen.
Die Schwermetallgehalte der Tierorgane Leber und Niere sowie die Blutwerte zeigten keine Überschreitungen der zulässigen Werte, so dass der Transfer in die Nahrungskette gering war. Kalbslebern und –nieren und Rinderlebern aus dem Untersuchungsgebiet sind im Sinne der Regelungen der Zentralen Erfassungs- und Beratungsstelle für Umweltchemikalien (ZEBS) nicht mit Schwermetallen belastet. Die Vermarktung dieser Innereien und des Fleisches kann bedenkenlos erfolgen.

Dass hohe Bodennährstoffgehalte nicht unbedingt auch hohe Pflanzennährstoffgehalte und eine ausreichende Tierversorgung gewährleisten, zeigte sich bei der Untersuchung der **Spurenelemente**. Im Boden wurden die optimalen Versorgungsstufen der untersuchten Elemente B, Cu, Se, Mn und Zn stellenweise deutlich überschritten. Eine geringe Bodenversorgung konnte nur für die Elemente Mo und Co festgestellt werden. Ein Einfluss von Überschwemmungsereignissen war für die Spurenelemente infolge abnehmender Gehalte mit zunehmender Entfernung zur Elbe nachzuweisen. Aufgrund der geringeren Bodenacidität und der dadurch verbesserten Mobilität der Elemente war dies auch im Nährstoffgehalt der Pflanzen nachweisbar. Auch die Gehalte der Makroelemente N, P, und K waren überschwemmungsbeeinflusst. Trotz geringerer Sedimentmenge mit zunehmender Entfernung zum Fließgewässer stieg die Konzentrationen reziprok an. Zum Teil traten für einige Elemente trotz guter Bodenversorgung aufgrund von Antagonismen **Mangelsituationen im Futter** auf, die auch im Tier nachgewiesen werden konnten, dies galt für das Element Cu. Für das auswaschungsgefährdete Selen ergab sich anhand aller Proben (Boden, Pflanze und Tier) ein Mangel. In Folge der geringen Gehalte in Boden und Pflanzen ist in dem untersuchten Gebiet vermutlich generell mit Se-Mangel zu rechnen. Klinische Symptome und damit ein Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Tiere waren allerdings nicht festzustellen.
Im Hinblick auf die Nachhaltigkeit der Landnutzung und der Wirtschaftlichkeit einer Veredlung der Grünlandprodukte wird die Ansicht von SIEBER (2000) geteilt, dass ein generelles Verbot bzw. die starke Begrenzung der mineralischen Düngung auch hinsichtlich einer durch pH-Absenkung zunehmend zu befürchtenden Mobilisierung unerwünschter Stoffe (KLOSE 2001) generell angebracht erscheint.

Welche tierische Einflussgrößen bedingen den umweltseitigen und wirtschaftlichen Erfolg der Verfahren?

Diese Frage ist nur komplex zu beantworten, weil neben dem Habitat der Rinder auch das Biotop zahlreicher schutzwürdiger Tier- und Pflanzenarten unter den Gesichtspunkten des Natur- und Pflanzenschutzes berücksichtigt werden muss. Tierseitig müssen insbesondere Fragen zum Tierschutzund zur artgerechten Haltung hinterfragt werden. Am Beispiel der durchaus widersprüchlich bewerteten ganzjährige Freilandhaltung von Mutterkühen wurde eine Modellierung der Haltungsumwelt vorgenommen, die in besonderem Maße die dynamischen Prozesse in der Sukzession des Lebensraumes von Pflanze und Tier auf Basis einer gesicherten artgemäßen Tierhaltung berücksichtigt.
Zunächst konnte der Nachweis erbracht werden, dass die anhand von GPS ermittelten Landmarken eine Zweckbestimmung im Tierverhalten erfüllen. Auf der Weide erfolgt ein Vorgehen, das durch klimatische Einflüsse, dem Vorhandensein von Weidefutter und den Entfernungen bestimmt wird. **Es findet eine Selbstregulation des Verhaltens statt**. Dieses bedingt, dass bestimmte Geländebereiche mehr, andere weniger intensiv genutzt werden. Es entstehen selektiv mehr oder weniger über- bzw. unterbeweidete Teilflächen, die bis zu vom Futterverzehr ausgenommener Teilbereiche führen. Mit 10 % der Weideflächen nehmen natürliche standortbedingte Parameter (Vegetationsformen, Liegeflächen) den größten Anteil an den nicht zum Futterverzehr verwendeten Flächen (Abzugsflächen) ein. Durch Kotablage und Geilstellen wird jährlich bis zu 5 % an Futterfläche devastiert. Insgesamt werden durch den Kot- und Harnabsatz der Weidefläche 76-112 kg Stickstoff je Kuh und Jahr zugeführt. Aufgrund einer gleichmäßigeren Kot- und Harnverteilung soll die Nährstoffwirkung bei Schafweide höher als bei Rinderweide sein. Insgesamt konnten nur in den Bereichen der Winterliegeflächen

und bei nicht ausreichender Stroheinstreu problematische N-Gehalte im Boden ermittelt werden, insbesondere, wenn an diesen Bereichen auch die Zufütterung im Winter stattfand.
Die von LAUBE et al. (2001) festgestellten Verhaltensaufwendungen in Abhängigkeit des Futterangebots konnten auch im Ausmaß des Trittes und der Narbenlückigkeit erkannt werden. Demnach sind die Verfahren der ganzjährigen Freilandhaltung intensiver (d.h. narbenschädigender) zu beurteilen als Weidesysteme mit Winterruhe oder gar Schnittnutzungen. Dies lässt jedoch generell weder eine ethologisch noch ökologisch begründete Infragestellung der ganzjährigen Freilandhaltung von Weidetieren zu. Im Gegenteil, die ganzjährige Mutterkuhhaltung ist unter dem Vorbehalt der bis dato vorhandenen Kenntnisse z.B. über Grenzbereiche artgemäßer Thermoregulation von Weidetieren als **tierschutzgerecht und artgemäß** zu bezeichnen. Außerdem ist es nach TESCH (1992) für die Keimung importierter Samen sogar günstig, wenn zu Beginn der vegetationsperiode eine möglichst offene Vegetationsstruktur vorhanden ist.
Hinsichtlich der Futteraufnahme gilt, dass ein **ethologisch essentielles selektives Grasen** der Rinder in der Sonderheit der Standweide stattfindet. Dies hat Auswirkungen sowohl auf biozönotische, als auch auf rein ökonomische Faktoren, die durch Futterwert und Qualität bedingt werden.
Abbildung 7.5-1 zeigt die **Veränderungen in der Vegetation** (Artmächtigkeit einzelner Arten) nach Umstellung auf extensive Bewirtschaftung.

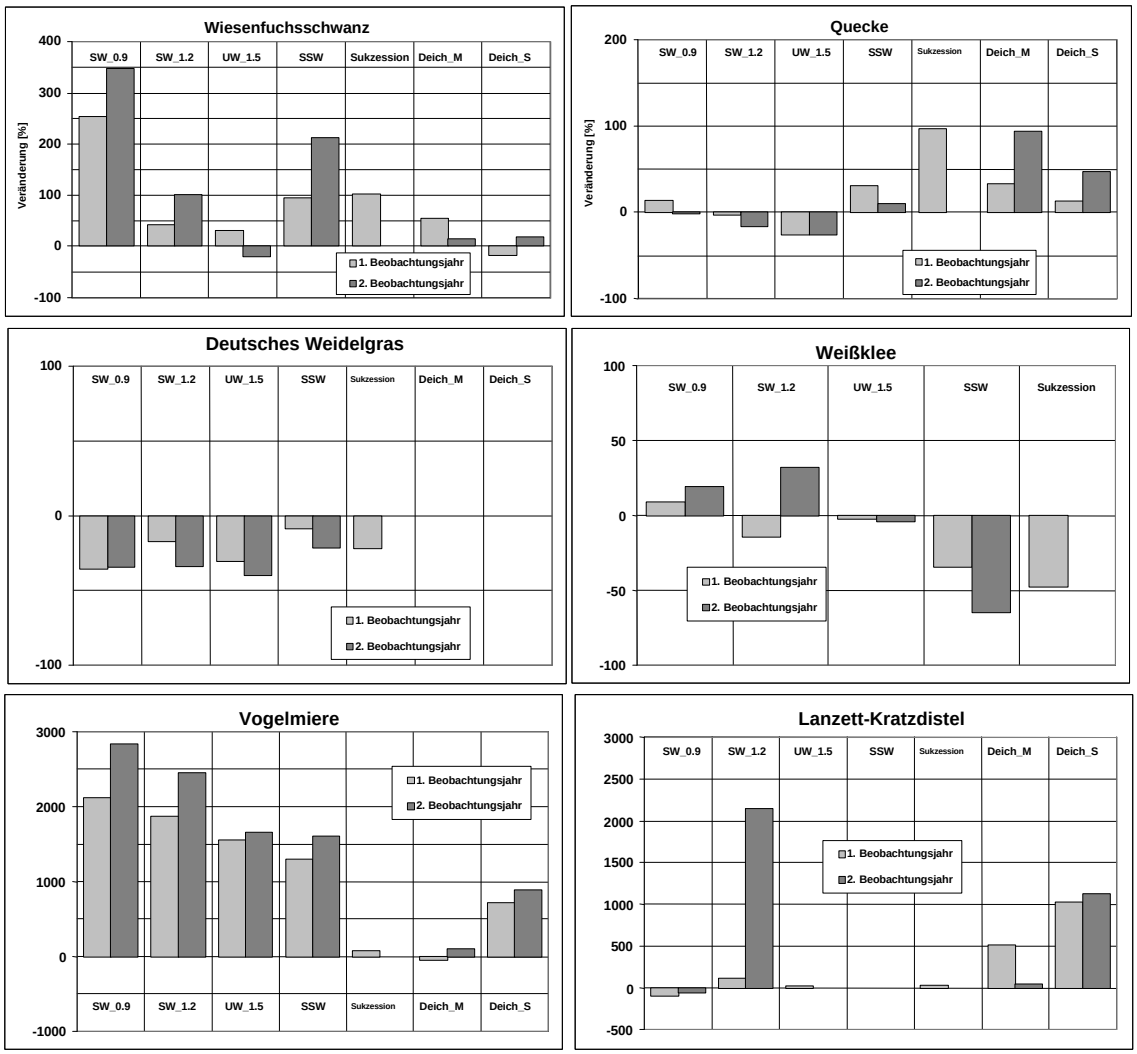


Abbildung 7.7-1: Veränderung der Artmächtigkeit einzelner Arten ein und zwei Jahre nach Nutzungsumstellung, für die untersuchten Bewirtschaftungsverfahren

Von der tendenziell „selektiven Unterbeweidung“ profitieren zunächst Arten, die in ihrer Konkurrenzkraft vom Verbiss abhängig, bzw. nicht gern gefressen werden. Hochsignifikant mit verstärktem Biss waren Weidelgras und Weißklee korreliert. Auf intensiv bewirtschafteten Grünlandflächen ist mit einer Zunahme dieser Arten zu rechnen. Allerdings begrenzt die rückläufige N_{min}-Verfügbarkeit im Boden die Konkurrenzkraft des Stickstoff liebenden Weidelgrases doch deutlich, was sich schon nach drei Jahren Nutzungsdauer auf allen Varianten mit nachlassenden Deckungsgradanteilen belegen ließ. Weißklee konnte insbesondere auf den Standweiden in Verbindung mit dem verstärkten Tritteinfluss der ganzjährigen Außenhaltung in der Artmächtigkeit zulegen. Andere, z.B. Vertreter der Flutrasen (z.B. Quecke) oder der Segetalwildkräuter (z:B. Vogelmiere) profitierten ebenfalls von der Nutzungsumstellung, wobei die Kräuter eher auf Weideland und die Gräser eher auf Spätschnittflächen an Konkurrenzkraft gewannen. Nach BRIEMLE (2001) ist in erster Linie die Lichtstellung, verursacht durch die Ausmagerung, und erst in zweiter Linie der kurzgeschlossene interne Nährstoffkreislauf für die höheren Krautanteile im Pflanzenbestand verantwortlich. Letztendlich ist die Nutzungsmaßnahme auf die aktuelle Produktivität der Standorte abgestellt werden, wobei langfristig ein neues Gleichgewicht zwischen Vegetation und Standortfaktoren anzustreben ist (TESCH 1992). In Sonderheit trifft dies auf den im Dresdner-Torgauer-Elbtal heimischen Wiesenfuchsschwanz zu. Dieser, eine für mittelfeuchte und nährstoffreiche Lagen typische Art, ist auf den extensivsten Varianten mit den höchsten Nährstoffentzügen den stärksten Veränderung unterworfen. Er scheint von der einsetzenden Aushagerungsprozessen nicht zu profitieren. Insgesamt scheint sich zunächst durch Weidenutzung trotz Nährstoffverarmung die von DIERSCHKE (1997[1]) beschriebene ***Stellaria media*- Agroform des Molinio-Arrhenatheretea** zu etablieren. Dieser Prozess wird durch verminderte Weidepflege noch beschleunigt.

In Tabelle 7.7-1 werden die Inhaltsstoffgehalte von Gräsern, Kräutern und Leguminosen dargestellt. Kräuter und Leguminosen sind nutzungselastischer, rohprotein- und mineralstoffreicher als die Gräser. Allerdings weisen oftmals Kräuterproben auch die höheren Gehalte an unerwünschten Stoffen auf. Dies betrifft insbesondere die Schwermetalle Cadmium, Blei und Thallium (KLOSE 2001).
Mit einer Verschiebung der botanischen Zusammensetzung (weniger Gräser, mehr Kräuter) kommt es folglich auch zu einer **Veränderung der Futterqualität**, der Weideaufwuchs weist über einen längeren Zeitabschnitt einen höheren Protein- und Energiegehalt auf.

Tabelle 7.7-1: Inhaltsstoffgehalte von Gräsern, Kräutern und Leguminosen im Mittel des Erntejahres 1999

Futterart N = 9	XP g/kg T	XA g/kg T	XF g/kg T	Ca g/kg T	P g/kg T	Mg g/kg T	K g/kg T	Na g/kg T	S mg/kg T	Cl mg/kg T
Gras	106	66	350	4.6	1.7	1.5	14.8	1.1	1.6	6.8
Kräuter	193	97	192	-	-	-	-	-	-	-
Leguminosen	197	93	256	17.1	2.2	3.1	23.5	1.5	1.8	5.7

Soll mit dem Landnutzungsverfahren neben der reinen Landschaftspflege ein betriebswirtschaftlich positives Ergebnis erzielt werden, so ist neben der Futtermenge auch deren Qualität von ausschlaggebender Bedeutung. Da Weidetiere bei ausreichend Weideraum die Pflanzenselektion nach Schmackhaftigkeit und Beliebtheit vornehmen, werden bestimmte Weideareale sehr stark, und das trifft in Sonderheit auf leguminosenreiche Bereiche zu, andere schwach frequentiert. Eine Zunahme von Kräutern und Leguminosen, wie sie insbesondere auf den Standweiden beobachtet werden konnte, führt demnach nicht nur zu ausgeglichenen Nährstoffsalden. Die energetische Aufwendung für Fortbewegung und Futteraufnahme sinkt bei leicht aufnehmbarem und hochverdaulichem Futter (LAUBE 2001). Auch dies gilt in besonderem Maße für Standweiden (Abbildung 7.7-2). Entgegen der von LAUBE (2001) geäußerten Vermutung, dass das rassenspezifische Niveau der Milchleistung auf das Grasensverhalten und seine Entwicklung deutlich durchschlagen müsste, folgt der Umkehrschluss, dass **das Grasensverhalten des Weidetieres und somit die Qualität des aufgenommenen Futters vielmehr das rassenspezifische Niveau der Milchleistung und somit die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens bedingen**.

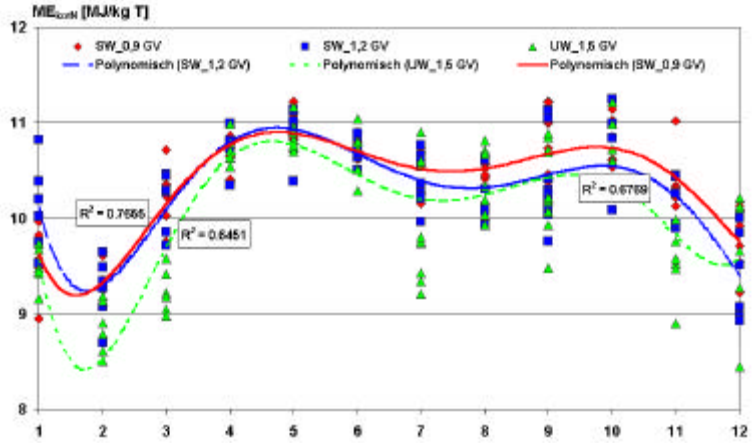


Abbildung 7.7-2: Jahresverlaufskurve der Energiedichte des von den Tieren aufgenommenen Futters im Mittel der Jahre 1999 bis 2001 in Abhängigkeit des Weidesystems und der Besatzintensität

Diese These bestätigt sich bei Betrachtung der Absetzgewichte der Kälber, die entscheidend für den Erfolg des Verfahrens sind. **Kälber aus mit geringen Besatzintensitäten gehaltenen Herden erzielen die höchsten Zunahmen und die höchsten Absetzgewichte**. Und dies unabhängig von der eingesetzten Vaterrasse! Ausschlaggebend ist die Wahl der Mutterrasse und die Wahl des Weideverfahrens (Selektionsmöglichkeit).

Unter ökologischen Gesichtspunkten bleiben jedoch Landnutzungsverfahren erste Wahl, die der zu pflegenden Fläche eine Winterruhe zugestehen bzw. nur geschnitten werden. Bei der Durchführung von Weideverfahren werden von ANONYMUS (2001) ein trittfester Winterstandort, eine maximale Besatzdichte von 5 GV/ha, eine verkürzte Aufenthaltsdauer der Weidetiere auf der Außenhaltungsfläche, eine Verminderung der Belastung auf Teilflächen und eine gezielte Pflege der Fläche im Frühjahr als Entscheidungshilfen zur umweltverträglichen Flächenbewirtschaftung genannt.

Bei der Pflege von schutzwürdigem Grünland ist die Winterweide auf Ackerland unabhängig von der eingesetzten Tierrasse oder eine Kombination Ackerland als Liegefläche/Futterplatz und Grünland als Auslauf/Weide von relativer Vorzüglichkeit. Mit diesem Verfahren (UW_1,5 GV) wurden trotz einer recht hohen Besatzintensität die besten Effekte in den ökologischen Messgrößen der Diversität und des Artenreichtums erzielt. Allerdings sind Besatzdichten bis zu 1,5 GV/ha oberste Grenze zur Pflege von sensiblen Grünlandbereichen.

Der veränderte Einfluss der Beweidung und der weiteren Nutzungsformen lässt sich auch an der Entwicklung der faunistischen Indikatortiergruppen ablesen. Obwohl Veränderungen in der Assoziationsstruktur von Arthropoden von Jahr zu Jahr allein aufgrund von Witterungsunterschieden naturgegeben sind, weisen die teilweise synchronen Veränderungen in der Laufkäfer- wie auch Spinnen-Assoziation der beiden Teiltransekte jeweils einer Probenflächenvariante auf nutzungsbedingte Verschiebungen hin. Die landwirtschaftliche Nutzung konnte als signifikanter Umweltparameter einen Teil der Arten-Varianz erklären. Dieser Anteil war bei den Webspinnen größer als bei den Laufkäfern. Offensichtlich sind **Spinnen sensibler gegenüber Nutzung** und der damit einhergehenden Veränderung der Vegetationsstruktur (SCHÖNBORN & MALT 1995, STIPPICH & KROOß 1997, MALT & PERNER 1999). Dennoch muss mit z.T. mehrjährigen Verzögerungseffekten in der „Messbarkeit" der Reaktion der Indikatortiergruppen in der Nutzungsumstellung gerechnet werden. Bezüglich der Webspinnen-Assoziationen und auch beginnend bei den Laufkäfern der untersuchten Probeflächenvarianten konnten für beide Ebenen der Artendiversität signifikante Zusammenhänge zum Gradienten in der Extensität der Nutzung ermittelt werden. Insgesamt führt die niedrigste anthropogene Störungsarmut (Sukzession, Var. 7 bzw. Deich mit Pflegeschnitt, Var. 9) und die wegfallende nutzungsbedingte Nivellierung der standörtlichen Heterogenität zu einer Erhöhung der Artendiversität und Ausgeglichenheit der Lebensgemeinschaftsstrukturen (MALT 2001, TESCH 1992). Allerdings beruhen die aufgezeigten Unterschiede im wesentlichen auf quantitativen Verschiebungen und weniger auf qualitativen Veränderungen. Fazit daraus ist, dass im Spektrum der bisher in Betracht gezogenen Extenisitätsgrade und Nutzungsformen die Ausprägung eines auencharakteristischen faunistischen Potenzials mit einer Vielzahl ökologisch anspruchsvoller Arten unter den epigäischen Raubarthropoden nicht in

gewünschtem Umfang möglich erscheint. Eine ökologisch wirksame Verminderung der mit der Nutzung einhergehenden Nivellierung der jeweils gegebenen Standortpotenziale scheint fast nur unter Nichtnutzung realistisch. Ohne das uneingeschränkte Zulassen einer **auentypischen Hydro- und Morphodynamik** kann ein großer qualitativer Sprung bezüglich der Förderung von Habitatspezialisten und Biodiversitätserhöhung sowohl auf faunistischer als auch pflanzensoziologischer Ebene offensichtlich nicht erzielt werden. Genau diese essentiellen auendynamischen Prozesse berge jedoch ein Konfliktpotenzial zu jeglicher Art von Nutzung in sich, für das bisher keine kompromissfähige, d.h. ökologisch und ökonomisch tragfähige Lösung gefunden werden konnte.

Sind extensive Weideverfahren unter ganzjähriger Freilandhaltung biologisch leistungsfähig?

Nach ANONYMUS (2001) sind die Kriterien der Tiergesundheit, Fruchtbarkeit und Aufzuchtsleistung, die Wachstumsleistung und die Mastleistung ausschlaggebend für die Beurteilung der biologischen Leistung von Fleischrindern. Die Tiergesundheit wurde anhand eines Monitorings der Stoffwechselsituation, des Parasitenbefalls und der Tierverluste durchgeführt. Körpermasseverluste waren Folge einer **defizitären Energieversorgung der Mutterkühe über die Wintermonate**. Allerdings schätzt ANONYMUS (2001) Körpermasseverluste von bis zu 1,0 bis 1,5 Konditionsboniturnotenpunkte bei ausreichender Vorwinterkonditionierung aus tierphysiologischer Sicht als unbedenklich ein. Dies konnte durch die eigenen Untersuchungen trotz zum Teil erheblicher Körpermasseverluste der Weidetiere in den Wintermonaten bestätigt werden. Bei allen Herden konnten keine klinischen Erscheinungen beobachtet werden (SCHRÖDER 2001).

Übereinstimmend mit KLOSE (2001) und SIEBER (2000) konnte eine Unterversorgung der Tiere mit den Elementen Mg, Cu und Se nachgewiesen werden. SIEBER (2000) begründet dies mit einer beschränkten Selenaufnahme durch die Pflanze aufgrund von Bodenveränderungen (WOLFFRAM 1991) bzw. einer eingeschränkten Selenverfügbarkeit im Tier infolge von höheren Gehalten antagonistisch wirkender Mineralstoffe wie Schwefel, Mangan und Eisen (TERÖDE 1997). Tatsächlich konnte anhand von Haaranalysen zumindest für Mangan eine sehr hoher Versorgungsstatus der Tiere nachgewiesen werden. Nach KIRCHGESSNER (1997) können auch Verschiebungen im Artenspektrum (z.B. höhere Kleeanteile im Bestand) oder eine veränderter Nutzungszeitpunkt der Pflanzen Veränderungen im Gehalt synergistischer bzw. antagonistischer Pflanzenwirkstoffe (Vit. E, Cumarin) die Se-Verfügbarkeit beeinflussen. Die geringen Cu-Gehalte im Tier werden von LEE et al. (1999) mit synergistischen Effekten zur Selenversorgung begründet. **Zur Sicherung einer stabilen Versorgung der Tiere unter extensiven Haltungsbedingungen wird die Verabreichung eines Mineralstoffgemischs mit Selen- und Vitamin E-Ergänzung empfohlen** (SIEBER 2000).

Hinsichtlich des Parasitenbefalls konnten bei den extensiven Standweiden keine Effekte auf die Wachstumsleistungen beobachtet werden, nicht jedoch für die intensiver geführte Umtriebsweide. Hier war das Befallsbild der Trichostrongylideneier von signifikantem Einfluss auf die Wachstumsleistung der Kälber. Pathologische Auswirkungen waren jedoch zu keinem Zeitpunkt erkennbar. Bei herden– und standortabgestimmter Bekämpfung und Beachtung der allgemeinen Hygieneregeln ist **kein Parasitenproblem zu befürchten**.

Bedingt durch die geringen Herdengrößen lagen die Kälberverluste mit 12,5 % über den von ANONYMUS (2001) beschriebenen 4 – 5 %. In Abhängigkeit der Vaterrasse ist auch bei ganzjährig stallloser Haltung mit Abkalbekomplikationen zu rechnen (in unserem Fall handelte es sich um die Intensivrasse Weiß-blaue Belgier) und ein zur Stallhaltung ähnlicher Betreuungsaufwand erforderlich. Da die Vaterrasse in unserem Fall keinen nachweisbaren Einfluss auf die Wachstumsleistung des Kalbes hatte, sollte auf Rassen zurückgegriffen werden, die geringe Geburtsgewichte und Leichtkalbigkeit gewährleisten. Das Abkalbgeschehen sollte innerhalb vier Wochen erfolgen und ist aufgrund der höchsten Weidefutterqualität für den günstigsten Abkalbezeitraum März/April vorzusehen. Dieses Ziel kann durch künstliche Besamung unterstützt werden. Allerdings wurden insbesondere bei wenig stresstoleranten bzw. stark verwilderten Tieren bessere Erfolge mit dem natürlichen Deckakt erzielt. Insgesamt lag die Trächtigkeitsrate bei 94 %.

Die Wachstumsleistungen der auf Standweiden aufgezogenen Kälber lag ohne jegliche Zufütterung überdurchschnittlich zwischen 1135 und 1448 g LTZ. Entsprechend zahlreicher Veröffentlichungen erzielten die männlichen Absetzer die besseren Zuwachsraten (ANONYMUS 2001, GOLZE et al. 2001). Ein **signifikanter Einfluss der Mutterrasse** konnte nachgewiesen werden. **In der Tendenz erzielte die Herde mit dem höchsten**

Selektionsvermögen auch die höchsten Kälberabsetzgewichte. Trotz Kraftfuttergabe erreichten die Kälber der Koppelherde nicht das Gewichtsniveau der Standweide.
Insgesamt sind die **extensivst gehaltenen Herden mit einem Tierbesatz unter 1 GV/ha die biologisch leistungsfähigsten**. Sie erbringen überdurchschnittliche Wachstums-, Aufzucht- und Fruchtbarkeitsleistungen trotz der eingeschränkten Winterfutterversorgung.

Wie entwickeln sich Neuansaaten auf zuvor ackerbaulich genutzten Auenbereichen?

Die bisherige Entwicklung von Neuansaaten auf ehemaligen Ackerstandorten lassen derzeit nur allgemeine Folgerungen zu. Generell ist eine Ansaat möglich. Die Nachsaatmischung richtet sich zum Einen nach Art der Nutzung, zum Anderen nach dem Standort. Am besten bewähren sich unter der Beweidung durch Damwild weidelgrasbetonte Mischungen, die bei ausreichender Nährstoff- und Wasserversorgung eine dichte Narbe und eine hohe Ertragsstabilität liefern. Unter den Vorgaben der extensiven Nutzung mit eingeschränkter mineralischer Düngung ist jedoch mit einem Rückgang des Weidelgras-Ertragsanteils zu rechnen. Unter diesem Gesichtspunkt erscheint die Etablierung eines Leguminosenanteils von mindestens 10 % notwendig. Nach den bisherigen Erfahrungen gelingt dies am Standort Köllitsch am besten mit der Sächsischen Qualitätssaatmischung G 5 (verändert) mit einem Saatmengenanteil an Rohrschwingel von 23 %. Diese Mischung eignet sich für frische bis wechselfeuchte Lagen und auf weidelgrasunsicheren Standorten für wenig intensive Nutzung (LfL 1997). Trotz eines geringen N_{min}-Gehalts konnte sich Weidelgras mit einem Ertragsanteil von 20 % etablieren.
Rohrschwingel (*Festuca arundenacea*) auf Winterweiden eignet sich aufgrund seiner hervorragenden Ausdauer und Trockenheits- bzw. Überflutungstoleranz zur Ansaat. Er wird jedoch aufgrund relativ harter Blätter nur ungern gefressen und bedarf einer ausreichenden Stickstoffversorgung, um Ertragsstabilität zu gewährleisten. Die Nährstoffgehalte und die Verdaulichkeit der Rohrschwingelaufwüchse extensiv geführter Winterweidesysteme liegen deutlich unter denen von Weidelgras und Knaulgras. Rohrschwingel erzielt nur bei bedarfsgerechter Düngung und ausreichender Jugendentwicklung eine wiederkäuergerechte Futterqualität von wenigstens 100 g XP/kg T.

Welche Rolle spielt die Intensität der Flächennutzung für eine wirtschaftliche Landbewirtschaftung?

Für die Landwirtschaftsbetriebe werden nur Verfahren interessant sein, mit denen sich ein akzeptabler Erlös erwirtschaften lässt. Somit stellt sich für den landwirtschaftlichen Unternehmer zunächst nicht die Frage der Intensität der Flächennutzung, sondern das Ausmaß des erzielten Gewinnes je Flächeneinheit.
Als **Haupteinflussfaktoren** auf das differenzierte ökonomische Endergebnis der Mutterkuhhaltung konnten folgende Parameter ermittelt werden (Tabelle 7.7-2), sie wurden von SACHER & DIENER (2001) bestätigt:

- *Grundfutterkosten*, v. a. aufgrund differenzierter Nährstoffkosten (Erzeugungskosten), die auf die unterschiedliche Zufütterungsintensität, -dauer und Futterqualität in den Wintermonaten zurückzuführen sind
- *Zunahmen und Absetzgewichte der Kälber* (bedingt durch Rasse, Milchleistung der Muttertiere, Futtergrundlage)
- *Erlöse aus dem Verkauf der Absetzer* (bedingt durch Vermarktungsweg und Preis pro Absetzer)
- *Arbeitszeitbedarf* für Herdenbetreuung, Zufuttergewinnung, Zufütterung, Weidepflege in Abhängigkeit von der Intensität der Bewirtschaftung
- *Fördergelder* (flächen- und tierbezogene).

Tabelle 7.7-2: Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit der Mutterkuhhaltung

Einflussfaktor	Auswirkungen auf den Gewinn je Mutterkuh u. Jahr
Nährstoffkosten Grundfutter +/- 1 Cent/10 MJ ME	+/- 46 €
Absetzgewicht +/- 20 kg *)	+/- 23 €
Arbeitszeitaufwand +/- 2 AKh	+/- 20 €

*) Werden bestimmte Grenzen im Absetzgewicht überschritten, ist von einem sinkenden Preis je kg Absetzer auszugehen, da zu schwere Absetzer für Mastbetriebe weniger interessant sind.

Aufgrund der geringsten Winterfutterkosten, dem geringsten Betreuungsaufwand und dem höchsten Gewicht der Absetzer konnte unter den tierhaltenden Verfahren die ganzjährige Mutterkuhhaltung mit dem extensivsten Tierbesatz (SW_0,9 GV/ha) mit 179 €/ha das beste Ergebnis erzielen. Ebenfalls noch mit leicht positivem Erlös konnte die Variante SW_1,2 GV/ha bewertet werden.
Alle weiteren tierhaltenden Varianten lagen im negativen Bereich und waren nicht kostendeckend. Dies betrifft die Mutterkuhhaltung mit einem Tierbesatz über 1,4 GV/ha, die Deichpflege mit Schafen sowie die Damwildhaltung. (Abbildung 7.7-4)

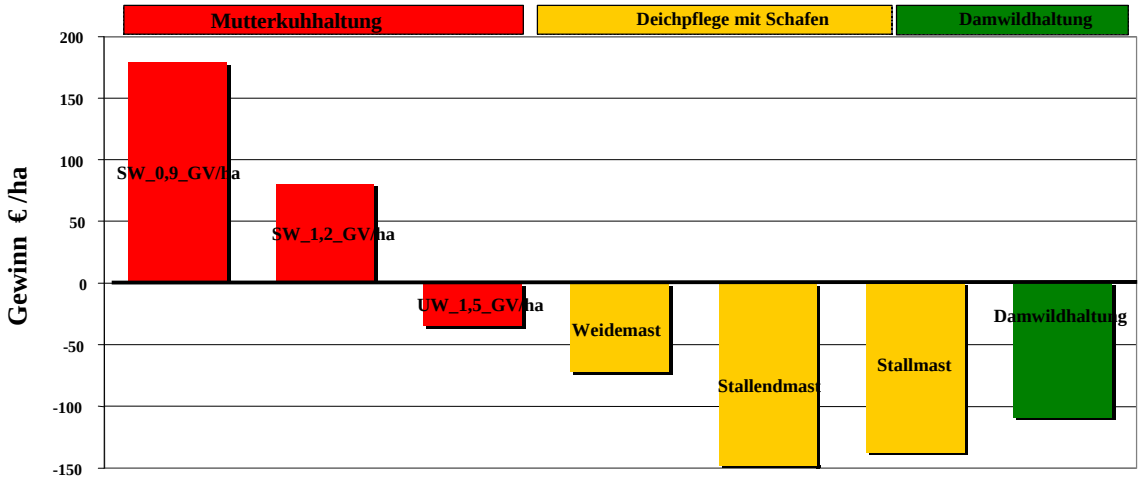


Abbildung 7.7-3: Wirtschaftlichkeitsvergleich aller tierhaltenden Varianten (Jahr 2000)

Die beiden maschinellen Verfahren lassen sich nicht direkt mit den Tierhaltungsverfahren vergleichen. Bei der Schnittnutzung (Variante Spätschnitt) entsteht nach Vollkostenrechnung kein Gewinn. Wenn allerdings das gewonnene Heu zu einem höheren als dem Erzeugungspreis verkauft werden kann, wird ein Erlös erzielt. Somit ist mit diesem Verfahren eine wirtschaftliche Produktion möglich.
Als teuerstes Verfahren muss die maschinelle Deichpflege (Variante Deich_Mahd) gewertet werden. Sie benötigt 716 €/ha an öffentlichen Mitteln als Deichpflegeentgelt.

Ohne tier- und flächenbezogene Ausgleichszahlungen kann keine rentable Grünlandnutzung sowohl mit landwirtschaftlichen Nutztieren als auch tierlos betrieben werden. Mit Ausgleichszahlungen sind in der Mutterkuhhaltung nur die Verfahren mit einem Tierbesatz unter 1,4 GV/ha wirtschaftlich.
Bei der Deichpflege mit Schafen zum Hochwasserschutz wären ca. 510 €/ha Deichpflegentgelt nötig, damit die Schäfer kostendeckend arbeiten können.
Obwohl nur drei Verfahren als wirtschaftlich bewertet werden können, sind alle Verfahren auch in der Praxis anzutreffen. Oft sind diese Produktionsverfahren nicht das alleinige Standbein der betreffenden Betriebe, so dass Mindereinnahmen dieses Zweiges wahrscheinlich durch Mehreinnahmen weiterer Betriebszweige kompensiert werden.

Welches der beiden untersuchten Deichpflegeverfahren ist für die Praxis zu empfehlen?

Elbdeiche sind bauliche Hochwasserschutzanlagen, deren Funktionssicherheit erhalten werden muss. Der beste natürliche Hochwasserschutz wird durch eine stark verwurzelte, geschlossene Grasnarbe erreicht. Als Maßnahmen der Deichpflege kommen gegenwärtig die mechanische Pflege durch Mahd und die Pflege durch Schafbeweidung zur Anwendung.
Deichpflege mit Schafen hat eine Jahrhunderte lange Tradition, da das Schaf über landschaftspflegerische Eigenheiten verfügt (Klauendruck, Trippeltritt, selektiver und tiefer Verbiss). Damit erfüllt es in idealer Weise

die Forderungen des Hochwasserschutzes nach einer geschlossenen, dichten Grasnarbe bei guter Bodenverdichtung zur Schadnagerbekämpfung.
In Sachsen wird der überwiegende Teil der Deiche durch maschinelle Pflegeschnitte mit anschließender Beräumung des Schnittgutes gepflegt. Die Deichpflege mit Schafen ist rückläufig, Ursachen dafür sind z. B. begrenzte Schäferei-Standorte in Elbnähe, zu steile Böschungen, Nutzungsbeschränkungen und Bewirtschaftungsauflagen sowie wirtschaftliche Probleme.
Lt. FRANKE et al. (2002) könnten viele Deichabschnitte im Vergleich zur maschinellen Pflege kostengünstiger und ökologisch verträglicher durch Schafherden gepflegt werden.

Welche Erkenntnisse brachte der dreijährige Vergleich dieser beiden Deichpflegevarianten hinsichtlich ökologischer und wirtschaftlicher Parameter?
Im Gegensatz zur bisher in der Literatur vertretenen Meinung (BRANDES 2000) belegten die Untersuchungen, dass zwischen flussabgewandter und flusszugewandter Deichböschung keine signifikanten Unterschiede im Artenbestand existierten. Die Flora war vielmehr in erster Linie von Exposition und Alter der Deiche abhängig. Aus vegetationskundlicher Sicht konnten nur geringe Unterschiede zwischen den Auswirkungen der Schaf bzw. mechanischen Pflegemaßnahme beobachtet werden. Allerdings gilt zu beachten, dass die Zahl der entstandenen Störgrößen und dem damit verbundenen vermehrten Auftreten unerwünschter Kräuter bei Beweidung deutlich größer war als bei Mahd. BRANDES (2000) schließt Vegetationsveränderungen durch Überweidung und Koteintrag bei Koppelschafhaltung nicht aus.
Auf der anderen Seite führte bei Beweidung die Nährstoffrückfuhr über die Exkremente zu ausgeglicheneren Nährstoffsalden als bei Mahd.
Die These vom "goldenen Tritt" des Schafes konnte mittels Untersuchung der Bodenverdichtung belegt werden. So wies die beweidete Variante eine höhere Trockenrohdichte des Oberbodens auf als die gemähte Variante (0,95 bzw. 0,91 g/cm³). Unter Beweidung war die Grasnarbe dichter als unter Mahd.
Besonders bedeutsam für Belange des Hochwasserschutzes war die Wirkung der Schafbeweidung auf den Schadnagerbefall. Unter Mahd wurde doppelt so viel offene Bodenfläche aufgrund Schadnagertätigkeit (Mauselöcher und -gänge) festgestellt als bei Beweidung.
Hinsichtlich der zoologischen Befunde konnte bei der Mahd, welche eine extensivere Nutzung als die Nutzung durch Beweidung darstellt, ein Anstieg der Artenzahlen von Laufkäfern und Spinnen beobachten werden (MALT et al. 2001). Bei Pflegemahd waren die Heterogenitöt der Arten (Diversität) und der Ausprägungsgrad der Artendiversität (Evenness) deutlich höher als unter Schafbeweidung.
Beim Vergleich der Wirtschaftlichkeit beider Deichpflegevarianten lagen die Kosten der maschinellen Pflege mit 700 € /ha um ein Dreifaches höher als bei Schafbeweidung, wo die Schäfer 200 € /ha Deichpflegentgelt erhalten. Die Schäfer konnten mit diesem Pflegeentgelt nicht rentabel wirtschaften. Wenn das an die Schäfer ausgezahlte Deichpflegeentgelt auf das ökonomisch notwendige Maß von 500 € /ha angehoben wird, könnten deutliche Anreize zur Deichpflege mit Schafen geschaffen werden. Diese Deichpflege wäre dann immer noch deutlich kostengünstiger als die Pflegemahd.
Aus floristischer und insbesondere aus faunistischer Sicht wäre der Spätschnittnutzung der Vorzug zu geben. Aus Sicht des Hochwasserschutzes (Narbendichte, Bodenverfestigung, Schadnagervorkommen) sowie aus ökonomischer Sicht wäre die Schafbeweidung zu bevorzugen.

Als Kompromiss wäre deshalb die Hüteschafhaltung statt Koppelschafhaltung und Pflegemahd zu empfehlen, da sie die ökologischen Vorzüge einer extensiven Nutzung mit den wirtschaftlichen Vorzügen der Schafhaltung vereint.

Abschließender Vergleich der Grünlandnutzungsverfahren und Endwertung

Die größte Schwierigkeit in der Bewertung von landwirtschaftlichen Nutzungsverfahren hinsichtlich ihrer Wirkung auf Parameter der Ökologie und der Ökonomie ist nicht die Erfassung der Einzelwirkungen, sondern die Komplexität der Biozönose, die eine Einstufung und Reihung der Verfahren in der Gesamtsicht der Einflussnahmen außerordentlich schwierig macht.

Oftmals sind Ziele wie Biodiversitätserhöhung, nur mit essentiellen auendynamischen Prozesse wie der auentypischen Hydro- und Morphodynamik zu erreichen. Dies steht zunehmend im Konflikt zu jeglicher Art von Nutzung. Letztendlich sind kompromissfähige, weil ökologisch und ökonomisch tragfähige Lösung zu finden, die Vorteile und die Nachteile einer Nutzung abzuwägen, bzw. auszugleichen.
Mit dem Ziel einer Bewertung der Landnutzungsverfahren hinsichtlich ihrer ökologischen, als auch ökonomischen Eigenschaften wurden, gewiss subjektiv, Rangfolgen erstellt, die unter der Benennung von Zielgrößen und des Zielerreichungsgrades gebildet wurden. Tatsächlich sind nach drei Untersuchungsjahren längst nicht alle Prozesse bis zum Gleichgewicht fortgeschritten, was eine Einordnung der Verfahren erschwert. Aus diesem Grund sind die angelegten Bewertungsmaßstäbe als Aufnahmen der momentanen Situation zu verstehen, die durchaus nach längerer Betrachtungsdauer in die ein oder andere Richtung korrigiert werden müssen.
Dennoch soll nach Abschluss des Vorhabens auf eine Wertung und Vergleich der Verfahren nicht verzichtet werden. Es wurde eine einfache Rangfolge zwischen den Varianten gebildet, die zum jeweils beschriebenen Untersuchungsparameter eine Aussage machen konnten. Die Rangfolge wurde entsprechend der Reihenfolge des Zielerreichungsgrades gebildet, die in einer Notenskala von 1 bis 6 (1 = sehr gut, 6 = mangelhaft) dargestellt werden. Anschließend fand eine Gruppierung der Einzelparameter in die übergeordneten Wirkungskomplexen „Boden, Pflanze, N-Bilanz, Zoologische Indikatoren, Tiergerechtheit, Futterwert, Leistung/Ertrag und Wirtschaftlichkeit“ statt, wobei die Einzelparameter in ihren Anteilen gewichtet wurden. Die Gesamtbewertung ergab sich sodann aus einer gewichteten Mittelwertbildung dieser Wirkungskomplexe. Insbesondere die Wichtung der Einzelfaktoren hat subjektive Ausmaße und ist Schlüsselrolle in der Gesamtschau der Ereignisse. Die Rangfolgen und Notenbewertung ist im Anhang, Tabelle A13, dargestellt.
Die beste Note hinsichtlich der **Umweltwirkung** (Abb. 7.7-5) auf biozönotische Parameter erzielten insgesamt die Schnittnutzungen aufgrund des hohen Entzugs an Biomasse und dadurch erfolgter N-Aushagerung. Diese Reduzierung der Produktivität wird von KAPFER (1988) als Voraussetzung neuer, weniger konkurrenzstarker Pflanzenarten angesehen. Auch konnten für die faunistischen Parameter die besten Ergebnisse erzielt werden. Allerdings entspricht dieser, durch anthropogene Eingriffe geschaffene Lebensraum noch lange nicht der Biodiversität, die für Auenbiotope typisch ist. Insgesamt sind Nutzungsverfahren mit hohen Tierbesatzzahlen nicht dazu geeignet feuchtraumspezifische Grünlandareale zu bewahren bzw. in einen natürlichen Zustand zu überführen.

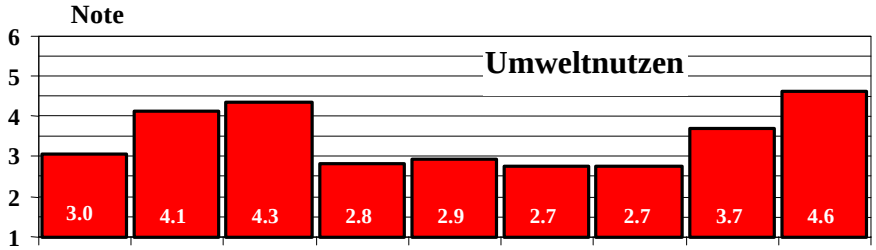


Abbildung 7.7-4: Benotung (von sehr gut (1) – mangelhaft (6)) der Landnutzungsverfahren hinsichtlich ihrer Wirkung auf bodenphysikalische, floristische und faunistische Parameter

Die Rubrik **wirtschaftliche Wertung** (Abb. 7.7-6) setzt sich aus der Tiergerechtigkeit, der Futterqualität, der tierischen Leistung und der Wirtschaftlichkeit zusammen. Die „Tiergerechtigkeit“ bildet sich wiederum aus den Parametern Stoffwechsel, Verhalten und Körperkondition, die „Futterqualität“ aus dem Qualitätsanspruch der Tiere, der hygienischen Beschaffenheit des Futters und der Selektionsbefähigung des Weidetieres zusammen. Und die Wirtschaftlichkeit schlussendlich aus der ökonomischen Bewertung der Verfahren.

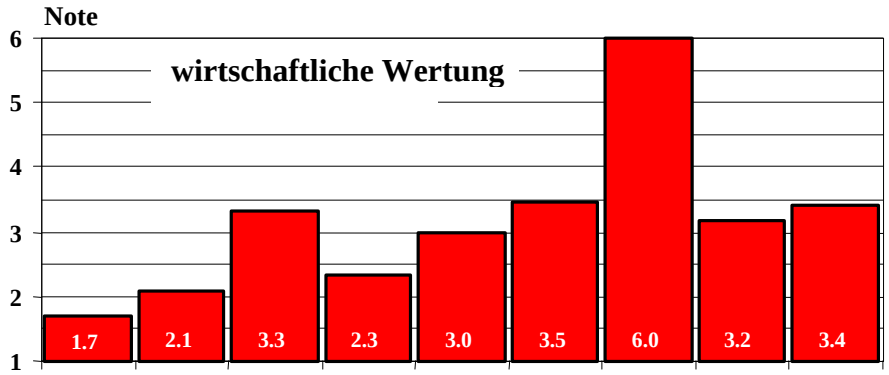


Abbildung 7.7-5: Benotung (von sehr gut (1) – mangelhaft (6)) der Landnutzungsverfahren hinsichtlich ihrer Wirkung auf Ertrags-, Qualitäts-, tierpysiologische und ökonomische Parameter

Da nach SACHER (2001) staatliche Ausgleichszahlungen unerlässlich und die Abhängigkeit von diesen tier- bzw. flächenbezogenen Zahlungen weiter zunimmt kommt der optimalen Ausnutzung dieser Prämien eine hohe Bedeutung zu. Von den untersuchten Verfahren wird dies am besten von den Varianten extensive Weide mit geringen Besatzdichten (SW_0,9 GV) und Spätschnitt umgesetzt. Allerdings wird das wirtschaftliche Ergebnis des Spätschnitts sehr stark von der Vermarktungsfähigkeit des erzeugten Konservats beeinflusst.
Die **Gesamtbewertung** der Verfahren wird zu 60 % aus den ökologischen Parametern und zu 40 % aus den ökonomischen Parametern gebildet (Tabelle 7.7-3).

Tabelle 7.7-3: Gruppierung der Parameter für die Gesamtbewertung der Verfahren

UMWELTNUTZEN	60 %	WIRTSCHAFTLICHKEIT	40 %
Ökologische Parameter	***100 %***	***Wirtschaftliche Parameter***	***100 %***
Bodenphysikalische Indikatoren	20 %	Futterwert	20 %
N-Bilanz	15 %	Tier. Leistung / pflanzl. Ertrag	15 %
Pflanzensoziologische Indikatoren	30 %	Wirtschaftlichkeit	40 %
Zoologische Indikatoren	35 %	Tiergerechtheit	25 %

Mit 2,5 Notenpunkte erzielt die Nutzungsvariante „SW_0,9 GV“ das beste Ergebnis aller Nutzungsszenarien. Die Stärken liegen eindeutig auf Seiten des „Erlöses“. Es ist das mit Abstand beste Ergebnis einer Grünlandnutzung mit Tieren. Die Variante der „Spätschnittnutzung“ liegt in der Endwertung nahezu gleichauf, hat aber Vorteile auf Seiten des Nutzens für Umwelt und Biozönose. Wirtschaftlich kann bei gesicherter Absatzmöglichkeit ein durchaus zufriedenstellendes Ergebnis erzielt werden..
Diese beiden Verfahren stellen Kompromisslösungen einer „auenverträglichen“ Nutzung zwischen ökologischen und ökonomischen Belangen dar, die eine nachhaltige Pflege von vormals intensiv genutzten, artenarmen Grünlandarealen gewährleisten können. Die Benotungen mit insgesamt nur „befriedigend“ belegt, dass eine uneingeschränkte Wiederherstellung auentypischer Biodiversität jedoch mit keinem der untersuchten Verfahren möglich ist, genauso wenig wie eine wirtschaftlich alleine tragfähige Nutzung, die ohne staatliche Ausgleichszahlungen auskommen würde. Die folgende Abbildung (Abb. 7.7-7) zeigt zusammenfassend die Endwertung aller Verfahren.

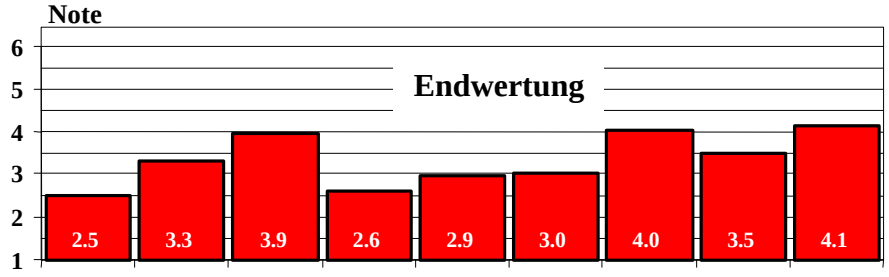


Abbildung 7.7-6: Endwertung (von sehr gut (1) – mangelhaft (6)) der Landnutzungsverfahren in der Gesamtheit der Wertung des Umweltnutzens und der wirtschaftlichen Benotung.

Nicht zuletzt aufgrund der kulturhistorischen Nutzungsgeschichte der Elbe mit all den beschriebenen anthropogenen Einflussnahmen im Laufe der Jahrhunderte ist die extensive Form der Rinderhaltung eine charakteristische Form der Nutzung von elbnahem Grünland. Sie ist zumindest in der Lage ein Mindestmaß an nutzungsüberprägender Aufwuchsdynamik der Vegetation und der damit einhergehenden Veränderung im bodennahen Mikroklima in Verbindung mit einem positiven wirtschaftlichen Anreiz zu bieten. Somit läßt sich zumindest der Faktorenkomplex „Nutzung“ als Schlüsselparameter für Artenkomposition und –struktur der Biozönose auf ein ökologisch sinnvolles Maß reduzieren. Letztendlich ist eine Wiederherstellung einer zunehmenden hydrologischen Heterogenität des Gewässer- und Auendynamikraumes und dem dadurch bedingten Artenwandel nur durch Änderung des Störregimes „Überschwemmung“ zu erreichen. Die vormals durch die Nutzungsart, Intensität und Häufigkeit anthropogener Eingriffe geprägten Biozönosen lassen sich nur mit absteigender Nutzungsintensität bzw. Nutzungsbeanspruchung bis hin zum völligen Rückzug des Menschen durch ein wieder ermöglichtes fließgewässerspezifisches Störungsregime umstrukturieren, welches durch Überflutungsereignisse, Erosions- und Anlandungsprozesse und der damit verbundenen Dynamik der Lebensraumbedingungen die Sukzessionsabläufe determiniert. Eine Wiederherstellung einer in naturnahen mitteleuropäischen Auen ursprünglich einmal herrschenden Formenvielfalt (vgl. GEPP et al. 1985, GERKEN 1988) ist heute wohl nicht mehr in vollem Umfang denkbar.

9 Zusammenfassung

Die Elbe zeichnet sich durch eine in Mitteleuropa einmalige, weitgehend unverbaute Auenlandschaft aus, welche rund 150.000 km² umfasst. Um diese Natur- und Kulturlandschaft zu erhalten, werden seit 1996 im Rahmen des bundesweiten Forschungsverbundes Elbe-Ökologie zahlreiche Projekte bearbeitet. Der Forschungsverbund erarbeitet zukunftsorientierte Nutzungskonzepte für eine ökologische und wirtschaftlich tragfähige Entwicklung der Elbe, ihrer Auen und ihres Einzugsgebietes.
So werden die komplexen Wirkungen zwischen Wasser, Auen und Lebewesen untersucht, ökologische Zeigerwerte für intakte Auen und Fließgewässer ermittelt, Konzepte zur Rückgewinnung von Auwäldern und Überflutungsflächen erarbeitet und umgesetzt. Aber auch dem Thema Landnutzung in der Aue wird eine große Bedeutung beigemessen, um Lösungen anbieten zu können, wie man Naturschutz und Landwirtschaft in Einklang bringen kann.

Die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft hat im Rahmen dieses Forschungsverbundes über drei Jahre umfangreiche Untersuchungen zum Thema „Entwicklung von dauerhaft umweltgerechten Landbewirtschaftungsverfahren im sächsischen Einzugsgebiet der Elbe“ durchgeführt.
Im ersten Teilprojekt erfolgten Untersuchungen zur konservierenden Bodenbearbeitung der Felder im Einzugsgebiet der Elbe. Das Wassereinzugsgebiet der Elbe umfasst weite Teile des fruchtbaren Ackerlandes in Sachsen, wo durch Wassererosion jährlich tausende Tonnen fruchtbaren Lößbodens in die Zuflüsse der Elbe und nachfolgend in die Elbe gelangen. Mit dem Boden gelangen auch Nährstoffe wie Nitrat und Phosphor in die Elbe und belasten diese. Durch pfluglose Bestellung, Mulchsaat oder Direktsaat sowie durch Zwischenfruchtanbau kann eine Verminderung des Bodenabtrages um bis zu 95 % erreicht werden. Die Projektbearbeiter geben außerdem Empfehlungen für die betriebliche Umsetzung der konservierenden Bodenbearbeitung hinsichtlich Technik, Unkraut- und Schädlingsbekämpfung, Fruchtfolge, Sortenwahl und Düngung.

Der zweite Projektteil befasste sich mit der umweltgerechten Landbewirtschaftung in den Elbauen. Die Elbauen sind seit dem Mittelalter durch eine offene, parkartige Landschaft mit kleineren Auwaldresten, heute Kulturlandschaft genannt, charakterisiert. Entstanden sind sie durch eine intensive landwirtschaftliche Nutzung der Flächen, also durch den Menschen selbst. Diese Offenraum-Landschaften auf dem Grünland beherbergen heute rund 50 % aller sächsischen Tier- und Pflanzenarten. Sie dienen somit dem genetischen Arten-, aber auch dem Bodenschutz. Die größten Probleme für das Grünland gehen heute von einer Nutzungsaufgabe (Nicht-Nutzung oder Aufforstung) aus, welches besonders die ertragsschwachen, aber artenreichen Wiesen und Weiden betrifft. Eine gänzliche Nutzungsaufgabe des Grünlandes ist nicht wünschenswert, wir möchten schließlich nicht in einem Totalreservat leben.
Um die Kulturlandschaft Grünland zu erhalten, ist dessen Offenhaltung mittels Schutz nötig. Schützen bedeutet Pflegen und Nutzen. Die reine Landschaftspflege ist sehr teuer. Eine flächendeckende, ausschließliche Pflege des Offenlandes ist nicht realisierbar. Vielmehr ist eine schonende landwirtschaftliche Nutzung des Grünlandes unabdingbar. Unser Grünland läuft aber Gefahr, nicht mehr als Futtergrundlage für die landwirtschaftlichen Nutztiere gebraucht zu werden. Auf Grund von Milchquoten, Mutterkuh- und Mutterschafquoten sinken die Wiederkäuerbestände, die Anforderungen an die Qualität der Grünlandaufwüchse sind gestiegen. Um das Grünland weiterhin unter Nutzung zu halten und um negative Einflüsse der Landwirtschaft auf die Umwelt zu verringern, existiert in Sachsen seit 1991 das Programm „Umweltgerechte Landwirtschaft“ mit den Teilprogrammen „Umweltgerechter Ackerbau“ und „Extensive Grünlandwirtschaft“. Dieses Programm wurde und wird ständig verbessert und erweitert. Seit kurzem besteht die Möglichkeit, am Programmteil NAK (Naturschutz und Erhalt der Kulturlandschaft) teilzunehmen.

Das sächsische Elbe-Ökologie-Projekt widmete sich der Untersuchung der ökologischen und wirtschaftlichen Auswirkungen einer extensiven Landnutzung auf dem Grünland in den Elbauen. Im Mittelpunkt standen die Wirkungen des Nutzungsverfahrens auf die ökologischen Systeme und auf die Nutztiere.

Die im Projekt betrachteten Untersuchungsflächen befinden sich im Landschaftsschutzgebiet „Elbaue Torgau“, welches sich über 8.500 ha von Mühlberg bis Greudnitz erstreckt. Ende vorigen Jahres wurde dieses Gebiet vom Sächsischen Ministerium für Umwelt und Landwirtschaft auch als FFH-Gebiet ausgewiesen. Das Untersuchungsgebiet ist durch Frühsommertrockenheit und durch periodische Überschwemmungen der Elbwiesen gekennzeichnet.

Es standen verschiedene Nutzungsformen des Grünlandes im Test:

- Die ganzjährige Freilandhaltung von Mutterkühen mit unterschiedlichem Tierbesatz auf der Fläche,
- Die Pflege der Elbdeiche (maschinelle Mahd und Schafbeweidung),
- Die Neuansaat von Grünland auf Ackerflächen (Winterweide für Mutterkühe und Damwildgehege),
- Kontrollvarianten ohne Tiere (Spätschnittwiese und Sukzession = keine Nutzung)

Folgende ökologische Fragestellungen wurden untersucht, um die Umweltwirkung der Landnutzung zu ermitteln:

- Wie verändert sich der Pflanzenbestand des Grünlandes?
- Welchen Einfluss haben die landwirtschaftlichen Nutztiere auf Pflanzen und Tiere?
- Wie viele Nährstoffe verlassen die Fläche?
- Wie verkraften die Rinder gesundheitlich eine ganzjährige Freilandhaltung? Ist die ganzjährige Weidehaltung artgerecht und tierschutzkonform?
- Wie hoch ist die Belastung der Elbauen durch die Überschwemmungen? Sind Schwermetalle im Boden, in den Pflanzen oder im Tier (Nahrungsmittel Fleisch) nachweisbar?

Des weiteren wurden wichtige wirtschaftliche Parameter untersucht:

- Welchen Futterwert hat das Gras von extensiv bewirtschaftetem Grünland?
- Können trotz Extensivierung hohe tierische Leistungen erreicht werden?
- Sind die landwirtschaftlichen Verfahren rentabel? Kann der Landwirt davon leben?

Dieses umfangreiche Untersuchungsprogramm konnte von den Mitarbeitern der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft nicht allein bewältigt werden, deshalb wurden sachkundige Spezialisten für die verschiedenen Themen mit ins Boot geholt (Universitäten in Leipzig, Halle-Wittenberg und Jena, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Institut für Nutztierwissenschaften Leipzig, Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung Müncheberg).

Welche Ergebnisse und Erkenntnisse konnten nach dreijähriger Untersuchungszeit ermittelt werden?

- Extensive Nutzungsweise senkt die Nährstoffbelastung (Stickstoff) von Fläche, Boden und Wasser. Nur im Liegebereich der Tiere kommt es zu einer kleinflächigen Belastung mit Nährstoffen.
- Extensive Wiesennutzung hagert den Boden stärker aus als Weidenutzung.
- Durch geringe Stickstoffvorräte im Boden wird die Artenvielfalt des Grünlandes gefördert, besonders der Anteil von Blütenpflanzen (Kräutern) erhöht sich. Der ästhetische Erholungswert der Offenlandschaft wird gefördert.
- Tierische Einflussgrößen wie Tritt und Verbiss fördern das erwünschte Auftreten von Kräutern und Leguminosen (Klee), welche den Stickstoff der Luft im Boden binden können.
- Durch den zunehmenden Weißkleeanteil auf Standweiden erhöhen sich Protein- und Mineralstoffgehalt des Weidefutters.
- Auf Standweiden können die Rinder selektieren und sich das schmackhafteste Futter auswählen.
- Tiere mit dem höchsten Selektionsvermögen auf qualitativ hochwertiges Futter erzielen die höchsten Leistungen.

- Der Gehalt an lebensnotwendigen Mineralstoffen und Spurenelementen im Tier nahm kontinuierlich ab und wies auf eine zu geringe Versorgung hin. Diese Mängel sind durch gezielte standortspezifische Zufütterung auszugleichen.
- Überständige Pflanzenreste im Winter sind nicht geeignet, den Erhaltungsbedarf der Weidetiere zu decken.
- Um hochwertiges Weidefutter zu erzeugen, ist eine Grunddüngung mit Phosphor und Kalium nötig. D.h., die dem Boden durch die Pflanzen entzogenen Nährstoffe müssen wieder zugeführt werden, um nachhaltig stabile Weideerträge erbringen zu können.
- Ein direkter Zusammenhang zwischen Verunkrautung und extensiver Beweidung konnte nicht gefunden werden. Vielmehr hängt das verstärkte Auftreten von Unkräutern mit der Tierzahl pro Hektar und der (Nicht-)Durchführung von Weidepflegemaßnahmen zusammen.
- Eine ganzjährige Weide von Rindern ist in den Elbauen nur auf trittfesten Standorten, mit Besatzintensitäten unter 1 GV/ha (1 GV entspricht 1 Mutterkuh) und einem gut organisierten Weidemanagement zu empfehlen.
- Je extensiver die Grünlandnutzung, um so höher ist die Artenzahl und die Vielfalt der Insektenarten, die auf dem Grünland leben. Besonders positiv entwickeln sich die Spinnen- und Käfergemeinschaften unter periodisch überschwemmten, ungenutzten Grünlandflächen.
- Der Boden im Überschwemmungsbereich der Elbe ist mit Schwermetallen (Cadmium, Arsen, Quecksilber, Blei, Thallium) und Mikronährstoffen (Kupfer, Kobalt, Mangan, Zink, Molybdän, Selen) angereichert. Mit zunehmender Entfernung der Elbe verringert sich die Belastung des Bodens mit Schwermetallen.
- Die Schadstoffbelastung der ganzjährig auf dem Überschwemmungsgrünland weidenden Rinder ist unbedenklich, eine Vermarktung von Fleisch und Lebern dieser Tiere kann bedenkenlos erfolgen.
- Die Rinder zeigen ganzjährig einen guten Gesundheitsstatus.
- Die ganzjährige Freilandhaltung von Rindern ist als tierschutz- und artgerecht anzusehen.
- Die Herden bilden ein gut organisiertes Sozialverhalten aus. Komfortverhalten kann in allen Formen realisiert werden (soziales Lecken, Scheuern an Bäumen, Scharren in Erdgruben), die Kälber zeigen ein ausgeprägtes Spielverhalten.
- Natürliche Strukturen auf der Weide werden von den Tieren als Wetterschutz genutzt (Schatten- und Windschutz von Großbäumen und Geländesenken).
- Befestigte Unterstände sind nicht zwingend erforderlich, wenn eine Stroh-Liegefläche regelmäßig frisch eingestreut wird und natürlicher Windschutz vorhanden ist.
- Bei begrenzter Zufütterung im Winter verlieren die Kühe an Körpergewicht, kompensieren dies aber im Frühling und Sommer durch verstärkte Zunahmen. Es war jedoch kein negativer Einfluss auf ihre Gesundheit erkennbar.
- Die Kälber der extensiv gehaltenen Mutterkühe erreichten ohne Zufütterung von Kraftfutter sehr hohe Lebenstagszunahmen (durchschnittlich 1300 g). Reinrassige Kälber von Fleischrassen waren den Kreuzungstieren (Milchrasse x Fleischrasse) in den Zunahmen unterlegen.
- Den größten Einfluss auf die Leistung der Kälber haben ihr Geschlecht (männliche Tiere haben bessere Zunahmen) und ihre Mutterrasse (Mutterkühe mit hoher Milchleistung können ihre Kälber besser versorgen).
- Die extensive, ganzjährige Standweide mit Rindern ist ein leistungsfähiges Grünlandbewirtschaftungsverfahren.
- Unter den vorgefundenen Bedingungen erbringt die extensivste Variante der Mutterkuhhaltung (Standweide mit 0,9 GV/ha Besatz) das wirtschaftlich beste Ergebnis.
- Mutterkuhhaltung ist auf staatliche Ausgleichszahlungen angewiesen. Ohne diese Ausgleichszahlungen ist eine flächendeckende Grünlandbewirtschaftung nicht zu gewährleisten. Neben den tierbezogenen sind auch flächenbezogene Ausgleichszahlungen zwingend erforderlich.
- Spätschnittheu von extensiven Wiesen ist ein vergleichsweise kostengünstiges Futtermittel für Tiere mit geringen Ansprüchen an die Qualität des Futters. Es kann nur in der extensiven Tierhaltung eingesetzt werden. Allerdings muss der Absatz gesichert sein (Einsatz im eigenen Betrieb, Verkauf).

- Die deutlich teuerste Variante ist die Deichpflege durch Mahd, das anfallende Grüngut wird nicht als Futter genutzt.

In der abschließenden Gesamtbetrachtung aller untersuchten Varianten wurde versucht, Grünlandnutzungsverfahren mit dem besten Umweltnutzen und akzeptabler Wirtschaftlichkeit zu benennen. Danach erweisen sich die extensive Beweidung mit Mutterkühen (weniger als 1 Kuh pro Hektar) und die extensive Wiesennutzung mit spätem ersten Schnitt als geeignete Nutzungsverfahren für die Elbauen.
Allerdings sollten die Landwirte die staatlichen Fördermittel nicht allein aus wirtschaftlicher Sicht, sozusagen als Mitnahmeeffekt nutzen, um das Grünland in Nutzung zu halten. Nur wenn die Landwirte sich ihrer besonderen Verantwortung für die Umwelt bewusst sind, die Bevölkerung von der Notwendigkeit der landwirtschaftlichen Nutzung in der Kulturlandschaft überzeugt ist, wenn auch die Naturschutzbehörden die Landwirtschaft als Partner sehen, wird es gelingen, unser Grünland als schützenswertes Kulturgut dauerhaft zu erhalten.

Die zu Projektbeginn aufgestellten **Thesen** konnten mit den ermittelten Ergebnissen **bestätigt** werden:

- Der Artenreichtum des heutigen Grünlandes ist erst durch Weide- und Mähnutzung entstanden.
- Der Erhalt der ökologischen Systeme und landwirtschaftliche Tierhaltung schließen sich nicht aus.
- Die umweltgerechte Tierhaltung erbringt wichtige ökologische Leistungen (Erhalt der Artenvielfalt, Offenhaltung der Landschaft, Minimierung von Nährstoffeinträgen in Boden und Grundwasser).
- Zwischen wirtschaftlicher Nutzung und ökologischer Zielstellung sind Kompromisse unabdingbar.
- Eine flächendeckende Pflege des Grünlandes ohne wirtschaftliche Nutzung ist nicht finanzierbar.
- Die landwirtschaftliche Nutzung des Grünlandes trägt dazu bei, unsere Kulturlandschaft zu erhalten.

10 Literatur- , Tabellen- und Abbildungsverzeichnisse

10.1 Literaturverzeichnis

ACHTZIGER, R., NIGMANN, U., ZWÖLFER H. (1992): Rarefaction-Methoden und ihre Einsatzmöglichkeiten bei der zooökologischen Zustandsanalyse und Bewertung. Z. Ökol. Natursch. 1: 89-105.

ACKERMANN, W., DURKA, W. (1998): Sort 4.0 – Programm zur Bearbeitung von Vegetationsaufnahmen und Artenlisten.- Handbuch, Fassung Januar 1998.

AFZAL ,M. and ADAMS W.A. (1992): Heterogeneity of soil mineral nitrogen in pasture grazing by cattle.- Soil Sci. Soc. Am. J. 56: 1160-1166.

ANKE, M., RISCH, M. (1979): Haaranalyse und Spurenelementstatus. Fischer-Verlag Jena.

ANKE, M.; GROPPEL, B., GLEI, M. (1994): Der Einfluß des Nutzungszeitpunktes auf den Mengen- und Spurenelementgehalt des Grünfutters.- Das wirtschaftseigene Futter 40: 304-319.

ANONYMUS (2001): Leitfaden für eine tiergerechte und umweltverträgliche Freilandhaltung von Fleischrindern im Winter. Hrsg.: Deutscher Grünlandverband e.V., unveröff.

ARNOLD, G. und DUDZINSKI, M.L. (1978): Ethology of free ranging domestic animals. Elseveir, Amsterdam

ATV-DVWK (2000): Die Elbe und ihre Nebenflüsse – Belastung, Trends, Bewertung, Perspektiven. GFA Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V., Hennef

AUERSWALD, K., SCHNYDER, H., RIEDEL, P. (2001) Hochauflösende Wiegung von Weidetieren zur Erfassung von Weideverhalten und Mastleistung – Genauigkeit einer automatischen Weidewaage.- 45. Jahrestagung AG Grünland und Futterbau, Ges. f. Pfl.bauwiss.; 23.-25.08.2001, Gumpenstein: 137-138.

BAARS, S. (1999): Natürliche Giftstoffe im Tierfutter.- Neue Landwirtschaft 9: 58-62.

BEALS, E.W. (1984): Bray-Curtis ordination: an effective strategy for analysis of multivariate ecological data.- Adv. Ecol. Res. 14: 1-55.

BEFU (2001) Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Bodenkultur und Pflanzenbau.

BENJES, H. (1994): Die Vernetzung von Lebensräumen mit Feldhecken. 4. Aufl., Natur und Umwelt-Praxis, Bonn.

BETTINGER, A. (1996): Die Auenwiesen des Saarlands.- Tuexenia 16: 251-297

BIANCA, W. (1977): Temperaturregulation durch Verhaltensweisen bei Haustieren. Tierzüchter 29: 109-113

BLÖCKER, U. (1998): Zur Mineralstoffversorgung in der Mutterkuhhaltung unter besonderer Berücksichtigung der Interaktionsproblematik.- Vet.-Med. Diss., Berlin.

BOCKMANN, C.; JUNGE, K. (1997): Ökologische Rinderhaltung, Tierhaltung, Bd. 25.

BRACHMANN, H. (1978): Slawische Stämme an der Elbe und Saale. Schriften zur Ur- und Frühgeschichte. 32. Akademie Verlag, Berlin, 272 S.

BRANDES, D. (2000): Flora und Vegetation der Deiche an der mittleren Elbe zwischen Magdeburg und Darchau.- Braunschweiger Naturkundliche Schriften 6 (1): 199-217

BRIEMLE, G. (2001): Die wichtigsten Ergebnisse aus dem Aulendorfer Extensivierungsversuch: 10 Jahre Grünlandausmagerung. Fachinformation – Extensiv-Grünland, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt Aulendorf (LVVG), 8 S.

BROWN, V.K., SOUTHWOOD, T.R.E. (1987): Secondary succession: patterns and strategies.- In: Colonization, Succession and stability. eds. A.J. Gray, M.J. Crawley, P.J. Edwards, Blackwell Scientific Publications, Oxford: 315-337.

BUFFINGTON, D.E., COLLIER, R.J. and CANTON, G.H. (1983): Shade management systems to reduce heat stress for dairy cows in hot, humid climates.- Transactions of American Society of Agricultural Engineers 26: 1798-1802

DE BOEVER, J.L.; COTTYN, B.G.; BUYSSE, F.X.; WAINMAN, F.W.; VANACKER, J.M. (1986): The use of an enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feedstuffs for ruminants.- Animal feed science and technology, v. 14 (3/4): 203-214.

DEWES, T.; SCHMITT, J. (1995): Stoffausträge unter mehrjährig genutzten Mistplätzen.- Beitr. 3, Wiss.-Tagung Ökolog. Landbau, Kiel: 293-296.

DIERSCHKE, H. (1997): Wiesenfuchsschwanz- (Alopecurus pratensis-) Wiesen in Mitteleuropa.- Osnabrücker Naturwiss. Mittlg. Bd. 23: 95-107.

DIERSCHKE, H. (1997)[2]: Molinio-Arrhenatheretea . Kulturgrasland und verwandte Vegetationstypen. Teil 1: Arrhenatheretalia, Wiesen und Weiden frischer Standorte.- Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands, Heft 3, 74 S.

DLG (1999): DLG-Futterwerttabellen – Wiederkäuer. Hrsg.: Universität Hohenheim, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 212 S.

EDER, K., KLUGE, H. (2001): Untersuchungen zum Futterwert von Winterweidefutter anhand von Verdauungsversuchen mit Hammeln. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, unveröff..

EDMONSON, A.J., LEAN, I:J. (1989): A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows.- J. Dairy Sci. 72: 68-78.

EIKMANN, TH., KLOKE, A. (1991): Nutzungs- und schutzgutbezogene Orientierungswerte für (Schad-) Stoffe in Böden.- Ergänzungen zur anliegenden Veröffentlichung in den Mitt. VDLUFA, Heft 1: 19-26.

FISCHER, A. (1985): Feinanalytische Sukzessionsuntersuchungen in Grünlandbrachen - Methode und Methodenvergleich.- In: SCHREIBER, K.-F. (Hrsg.): Sukzession auf Grünlandbrachen; Münstersche Geographische Arbeiten 20: 213-223.

FRANKE, J.; RÜDIGER, Chr.; LÖBER, H. (2002): Goldener Tritt, eiserner Zahn. Bauernzeitung 40/2002, S. 46-47

FRASER, A.F. (1978): Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Ulmer, Stuttgart.

FÜRLL, M. (1993): Diagnostik und Therapie chronischer Störungen des Säure-Basen-Haushaltes (SBH) bei Rindern.- Prakt. Tierarzt, Collegium veterinarium XXIV: 49-53.

FÜRLL, M., GARLT, C., LIPPMANN, R. (1981): Klinische Labordiagnostik.- S. Hirzel Verlag Leipzig.

GAREIS, M., DÄNICKE, S. (2000): Orientierungswerte für Mykotoxinbesatz.- Neue Landwirtschaft 9: 66.

GATTERMANN, R. (1993): Verhaltensbiologie. Fischer, Jena

GEH (1986): Energie- und Nährstoffbedarf landw. Nutztiere. Ausschuß für Bedarfsnormen der Ges. f. Ernährungsphysiologie der Haustiere, Frankfurt (M.).

GEH (1995): Mitteilungen des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. Zur Energiebewertung beim Wiederkäuer.- Proc. Soc. Nutr. Physiol., 4: 121-123.

GELFERT, C.-C.; STAUFENBIEL, R. (1998): Störungen im Haushalt der Spurenelemente beim Rind aus Sicht der Bestandsbetreuung. Teil 1: Klassische Spurenelemente, Teil 2: Neue Spurenelemente.- Tierärztliche Praxis 26 (G): 55-66, 269-275.

GERHARDT, S. (1967): Die Elbe. In: Rat des Kreises Torgau (Hrsg.): Unser Kreis Torgau in Wort und Bild.3. Torgau. 180 S: 3-59.

GERLOFF, B.J. (1992): J. Anim. Sci. 70: 3934-3940.

GERSTMEIER, R., LANG, C. (1996): Beitrag zur Auswirkung der Mahd auf Arthropoden. - Z. Ökol. Natursch. 5: 1-14.

GfE (1991): Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern.- Journal Anim. Physiol. And Anim. Nutrition 65: 229-234.

GfE (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 136 S.

GOLZE, M. (1997): Extensive Rinderhaltung – Mutterkühe. Rassen, Herdenmanagement, Wirtschaftlichkeit. Verlags Union Agrar München.

GOLZE, M. u. a.(1997): Extensive Rinderhaltung. BLV Verlagsgesellschaft GmbH München.

GOLZE, M., STREHLE, S., SCHRÖDER, C., KLOS, K. (2001): Einfluss von Geschlecht, Alter und Gewicht bei Schlachtung auf die Schlachtleistung, den Schlachtkörperwert und die Fleischqualität von Weidemastkälbern.- Infodienst für Beratung und Schule der sächsischen Agrarverwaltung 11: 91-98.

GRANZIN, M. (1932): Geschichte des Kreises bis zum Jahre 1815. In: Kreisausschuß für Heimatpflege (Hrsg.): Meine schöne Heimat der Kreis Torgau. Torgauer Druck und Verlagshaus, Torgau. 176 S.: 37-40.

GRÖNERT, S. (2000): Künstliche Besamung als biotechnologische Maßnahme in Mutterkuhherden. Diplomarbeit, FH Neubrandenburg, FB Agrarwirtschaft und Landespflege, 87 S.

HANCOCK, J., MCMEEKAN, B. (1954): zit. In: PORZIG, E. und H.H. SAMBRAUS (1991): Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin.

HEILE, C. (1999): Orientierende Untersuchungen zur Parasitenkontrolle bei Mutterkuhherden auf unterschiedlichen Standorten in Brandenburg. Vet.-Med. Diss., Berlin.

HENNIG, A. (1972): Grundlagen der Fütterung, Teil 1 – Fütterung der Rinder. Dt. Landwirtschaftsverlag, Berlin.

HILL, M.O. (1979): TWINSPAN - A FORTRAN program for arranging multivariate data in a ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Cornell University, Ecology and Systematics, Ithaca, NY.

HOFMANN, W. (1992): Rinderkrankheiten, Bd. I; Verlag Ulmer, Stuttgart.

HUNDT, R. (1954): Grünlandgesellschaften an der unteren Mulde und mittleren Elbe.- Wiss. Z. Univ. Halle Jahrg. 3, Heft 4: 883-928.

HUNDT, R. (1958): Beiträge zur Wiesenvegetation Europas. I. Die Auenwiesen an der Elbe, Saale und Mulde.- Nova Acta Leopoldina Nr. 135, Bd. 20, 206 S.

HUNDT, R. (1996): Zur Veränderung der Wiesenvegetation Mitteldeitschlands unter dem Einfluß einer starken Bewirtschaftungsintensität.- Ber. Reinhold-Tüxen-Ges. 8: 127-143.

IMMELMANN, K. (1982): Wörterbuch der Verhaltensforschung. Parey, Berlin und Hamburg

JENTSCH, W., MATTHES, H.-D., DERNO, M., WEGNER, J., VOIGT, J., LÖHRKE, B., NÜRNBERG, K. BEYER, M. (1994): Untersuchungen zum Stoffwechsel, zur Wärmeproduktion, zum Verhalten und zur Morphologie von Jungbullen der Rasse Galloway und Schwarzbuntes Milchrind.- Arch. Tierz. 37, 4: 363-373.

JEROCH, H. et al. (1999): Ernährung landw. Nutztiere. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 140 Abb., 200 Tabellen.

JILG, T. (1998): Konditionsbewertung bei Mutterkühen.- Fleischrinder Journal 4: 8-11

KAPFER, A. (1988): Renaturierung gedüngter Streuwiesen – eine erste Anleitung für die Praxis.- Naturschutzforum B. ½ 159-172.

KIRCHGESSNER, M. (1997): Tierernährung: Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. DLG-Verlag, Frankfurt/M.

KLAPP, E.; STÄHLIN A. (1956): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlands. Ulmer-Verlag, Stuttgart.

KLAPP. E. (1930): Zum Ausbau der Graslandbestandsaufnahme zu landwirtschaftswissenschaftlichen Zwecken.- Pflanzenbau 6: 197-210.

KLOKE, A. (1980) In: Bodenschutz 14. Lfg. X/93 S. 9300.

KLOSE, R. (2001): Bedeutung anorganischer (Schad-)Stoffe bei der Weidenutzung elbnaher Grünlandflächen. Fachbereich Landwirtschaftliche Untersuchungen, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, unveröff..

KLOSE, R., GOLZE, M. (1996): Der Transfer von Blei, Cadmium, Arsen und Quecksilber in einem Überschwemmungsgebiet der Elbe.- Infodienst der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft 5/1996, 92ff.

KOLB, E., SEEHAVER, J. (2001): Bedeutung des Selens, Vorkommen von Se-Mangel in Deutschland und Verhütung eines Mangels.- Tierärztl. Umschau 56: 263-269.

KONOLD, W. (1996): Die Veränderungen einer Flußlandschaft. In: Konold, W. (Hrsg.): Naturlandschaft Kulturlandschaft. Ecomed, Landsberg, 322 S.: 201-228

KRAFT, W.; DÜRR, U.M. (1997): Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin, 4. Aufl., Schattauer Verlag, Stuttgart.

KRAMER, M. (1994): Der Elbstrom und seine Landschaften in Sachsen. Mitteilungen des Landesvereins sächsischer Heimatschutz e.V. 3: 11-21.

KREBS, C.J. (1999): Ecological Methodology. Addison-Welsey Educational Publishers, Menlo Park.

KRÜGER, F.; KUNERT, M.; BÜTTNER, O.; FRIESE, K.; RUPP, H.; MEIßNER, R.; MIEHLICH, G. (1999): Hochwassergebundener Schadstoffeintrag an der Elbe bei Wittenberge. In: Stoffhaushalt von Auenökosystemen der Elbe und ihrer Nebenflüsse; UFZ-Workshop, 1.-3.02.1999, Magdeburg: 17-20.

KÜHBAUCH et al. (1996): Auswirkungen unterschiedlicher Weideverfahren auf die Kontamination des Bodenwassers mit Nitratstickstoff sowie auf die Futterproduktion und die Weideleistung. Forschungsbericht Nr. 35, Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn

KÜSTER, H. (1999): Geschichte der Landschaft in Mitteleuropa. Beck, München. 424 S.

LAIBLIN, C.; XHAXHIU, D.; TERÖDE, H. (1998): Auswirkungen der Tränkewasserzusammensetzung auf die Spurenelementversorgung extensiv gehaltener Weiderinder.- Prakt. Tierarzt 79: 251-254.

LANGHOLZ (1990): zit. TRAPPMANN, W. (1996): Was wird aus dem Grünland? Aus der Sicht der Tierhaltung.- Vorträge der 48. Hochschultagung der Landwirtschaftlichen Fakultät der Univ. Bonn, Münster, 22.2.1996: 99-107.

LAUBE, R.B., MERTENS, J. (2001): Entwicklung einer tierschutzgerecht, tierartgemäß und biotopschonend gestalteten Mutterkuhhaltung auf dem Grünland in den Elbauen des Freistaates Sachsen. unveröff. 83 S.

LAUBE, R.-B.; MERTENS, J. (2000): Entwicklung einer tierschutzgerecht, tierartgemäß und biotopschonend gestalteten ganzjährigen Mutterkuhhaltung auf dem Grünland in den Elbauen des Freistaates Sachsen.- Zwischenbericht im Auftrag der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Albrecht-Daniel-Thaer-Institut, Leipzig, unveröff., 13 S.

LEE, J., MASTERS, D.G., WHITE, C.L., GRACE, N.D., JUDSON, G.J. (1999): Current issues in trace element nutrition of grazing livestock in Australia and New Zealand.- Aust. J. Res. 50: 1341-1364.

LFL (SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (1997): Sächsische Qualitätssaatmischungen für Grünland 1998.- Faltblatt Grünland „aktuell“, 2 S.

LFL (SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (1998): Sächsische Qualitäts-Saatmischungen für Grünland 1998/99.- Faltblatt Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland, Ref. Grünland.

LFL (SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (1998)[2]: Ergebnisse und Erfahrungen zum Programm "Umweltgerechte Landwirtschaft in Sachsen" - Ergebnisbericht 1998

LFL (SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (1999)[1]: Grunddüngung auf Grünland.- Faltblatt Grünland „aktuell“, 3 S.

LFL (SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (1999)[2]: „Kalkulationsmodell Damwildhaltung“, Fachbereich Ländlicher Raum, Betriebswirtschaft und Landtechnik.

LFL (SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (1999)[3]: „Kalkulationsmodell für die Bewirtschaftung des Grünlandes“, Fachbereich Ländlicher Raum, Betriebswirtschaft und Landtechnik.

LFL (SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (1999)[4]: „Kalkulationsmodell für eine rentable Mastlammproduktion“, Fachbereich Ländlicher Raum, Betriebswirtschaft und Landtechnik.

LFL (SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (1999)[5]: „Kalkulationsmodell für eine rentable Mutterkuhhaltung“, Fachbereich Ländlicher Raum, Betriebswirtschaft und Landtechnik.

LFL

(SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (1999)[6]: Broschüre zum 2. Sächsischen Gatterwildtag 1999

MAAS, J. (1990): Selenium defiency in cattle. In: XVI World Buiatric Congress, Salvador, Brazil.- Proceedings: 1253-1257.

MACKIE, R.J., WHITE, B.A. (1990): Symposium: Rumen microbial ecology and nutrition. Recent advances in rumen microbial ecology and metabolism: potential impact on nutrient output.- J. Dairy Sci. 73: 2971-2995.

MALT, S. (1995): Epigeic spiders as indicator system to evaluate biotope quality of riversides and floodplain grasslands on the river Ilm (Thuringia).- Proc. of the 15th European Colloquium of Arachnology, Institute of Entomology, Ceske Budejovice: 136-146.

MALT, S., PERNER, J. (1999): Teilprojekt 3: Ökologische Bewertung und Biomonitoring - Auswirkungen der Bewirtschaftungsform auf die Biozönose. Schlussbericht zum FE-Vorhaben „Unstrut-Revitalisierung“, im Auftrag der Thüringer Landesanstalt für Umwelt Jena.

MALT, S. und Perner, J. (2001): Biomonitoring der epigäischen Webspinnen und Käfer im Projektvorhaben Elbe-Ökologie. unveröff.

MÄNNER, K.; LAIBLIN, C. (1998): Energie- und Nährstoffversorgung von Mutterkühen und deren Nachzucht unter extensiven Haltungsbedingungen.- Prakt. Tierarzt 79: 236-250.

MATTHES, H.-D. (1997)[2]: Effizienzuntersuchung auf ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen im Bereich extensiv genutzter Grünlandflächen.- Schriftenreihe des Bundesministeriums f. Ernährg., Landw. Und Forsten, Reihe A „Angewandte Wissenschaft“ 465: 345-347.

MCCUNE, B., MEFFORD, M.J. (1997): PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 3.0. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon.

MCLACHLAN, M.S., HUTZINGER, O. (1990): Accumulation of organochlorine compounds in agricultural food chains. In: Literaturstudien zum PCDD/F-Transfer vom Boden in die Nahrungskette. Literaturstudie. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen 1995.

MENKE, K.H., RAAB, L., SALEWSIK, A., STEINGASS, H., FRITZ, D., SCHNEIDER, W. (1979): The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gras production when they are incubated with rumen liquor in vitro. - J. Agric. Sci. 93(1): 217-222.

MENKE, K.H.; STEINGASS, H. (1987): Schätzung des energetischen Futterwerts aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse II. Regressionsgleichung.- Übers. Tierernährung, 15: 59-94.

MEYER, H.; ZENTEK, J.; HEIKENS, A.; STRUCK, S. (1995): Untersuchungen zur Selenversorgung von Pferden in Norddeutschland.- Pferdeheilkunde 11: 313-321.

MILIMONKA, A.; EBEL, G.; JURKSCHAT, M. (1993): Erste Ergebnisse zur Verteilung und Verlagerung des mineralischen Stickstoffs unter einer Schafweide.- 37. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften - Referate und Poster, Bredstedt: 144-148.

MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE RÄUME, LANDWIRTSCHAFT, ERNÄHRUNG UND TOURISMUS DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1999): Agrarreport Schleswig-Holstein, Kiel.

NAUMANN, K.; BASSLER, (1976): Die chemische Untersuchung von Futtermitteln.- Methodenbuch, Band III mit Ergänzungen von 1983, 1988, 1993 und 1997. Verband Deutscher Landw. Untersuchungs- und Forschungsanstalten, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

NEUHÄUSL, R., NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA, Z. (1985): Verstaudung von ausgelassenen Rasen am Beispiel von Arrhenatherion-Gesellschaften.- Tuexenia 5: 249-258.

OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 7., überarb. Und erg. Aufl., Ulmer, Stuttgart.

OPITZ V. BOBERFELD, W. (1994): Grünlandlehre. 336 S., Ulmer, Stuttgart.

PASSARGE, H. (1960): Pflanzengesellschaften der Elbauwiesen unterhalb Magdeburg zwischen Schartau und Schönhausen.- Abh. u. Ber. f. Naturkunde u. Vorgeschichte Magdeburg 11 (1/2): 19-33

PASSARGE, H. (1969): Zur soziologischen Gliederung mitteleuropäischer Weißklee-Weiden.- Feddes Repertorium, Bd. 80, H. 4-6: 413-435.

PERNER, J., MALT, S. (2002): Assessment of changing agricultural land use: response of vegetation, ground-dwelling spiders and beetles to the conversion of arable land into grassland. Agriculture, Ecosystems and Environment (in press).

PFEIFER, M. et al. (1997): Zur Entwicklung der Schadstoffbelastung in Fischen der sächsischen Elbe.- Infodienst der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Heft 9.

PFLUMM, W. 1989: Biologie der Säugetiere. Parey Berlin und Hamburg (Pareys Studientexte Nr. 66)

POMMER, G.,. SCHRÖPEL, R., JORDAN, F. (1998): Austrag von Phosphor durch Oberflächenabfluss auf Grünland.- Wasser & Boden 53/4: 34-38.

PÖßNECK, J, (2000): Nährstoff- und Spurenelementgehalte an Gräsern und Leguminosen.- Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 12 S.

PRIEBE, R.; SCHMOLDT, P. (1996): Kälber setzen sich zur Wehr.- Neue Landwirtschaft 4: 62-65.

REHBOCK, F. (1996): Parasitenbekämpfung bei Mutterkühen.- Prakt. Tierarzt 6: 544-545.

REINER, W.M. (1974): Verhaltensforschung bei Nutztieren (eine Literaturdokumentation). KTBL-Schrift 174.

REINHARDT, V. (1980): Untersuchungen zum Sozialverhalten des Rindes. Karger, Basel-Boston-Stuttgart.

REINHARDT, V., Mutiso, F.M., Reinhardt, A. (1978): Social behaviour and social relationships between female and male prepubertal bovine calves (Bos indicus).- Applied Animal Ethology 4: 43-54

RICHARDS, J. R. AND K. M. WOLTON 1976: The spatial distribution of excreta under intzensive cattle grazing. J., Brit. Grassl. Soc. 31, 89-92

RICHTER, O. (1999): Thallium in Lebensmitteln:- LUA-Mitt. 6/1999: S. 22

RICHTER, W., WERNER, E., BÄHR, H., van den WEGHE, H. (1992): Grundwerte der Tiergesundheit und Tierhaltung. Fischer Jena, Stuttgart.

RIEDER, J.B. (1983): Dauergrünland-BLV Vertlagsgesellschaft München, S. 118

ROSSOW, N.; JACOBI, U.; SCHÄFER, M.; LIPPMANN, R.; FURCHT, G.; SLANINA, L.; VRZGULA, L.; EHRENTRAUT, W. (1987): Stoffwechselüberwachung bei Haustieren – Probleme, Hinweise und Referenzwerte; Tierhygiene-Information, Sonderh., Eberswalde-Finow; 166 S.

RUHE UND BENKE (1991): Stickstoffbilanz auf dem Grünland in Abhängigkeit von der Nutzungsart (Weide/Schnitt) und der Stickstoffdüngung.- Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 4: 367-370.

RYDEN, J.C., SYERS, J.K., HARRIS, R.F. (1973): Phosphorus in runoff and streams.- Adv. Agron. 25: 1-45.

SACHER, M. und DIENER, K. (2000): Merkblatt zur sächsischen Mutterkuhhaltung, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft.

SACHER, M. und DIENER, K. (2001): Ökonomische Situation in sächsischen Mutterkuhbetrieben 1999/2000.- Infodienst für Beratung und Schulung der Sächsischen Agrarverwaltung: 23-33.

SAMBRAUS, H.H. (1978): Nutztierethologie. Parey, Berlin und Hamburg.

SAUERLAND, W. und G. TIETJEN 1970: Humuswirtschaft des Ackerbaues. DLG-Verlag, Frankfurt/Main

SCHACHTSCHABEL, P., BLUME, H.-P., BRÜMMER, G., HARTGE, K.-H., SCHWERTMANN, U. (1992): Lehrbuch der Bodenkunde; Enke-Verlag, Stuttgart, 491 S.

SCHENKEL, H. (1998): Methods for Determination of energetic Fedd Value - Scientific Base and practical Experience. - Arch. Anim. Nutr. 51: 155-163.

SCHMIDHALTER, U., ALFOELDI, T., OERTLI, J., HENGGELER, S. (1991): Repräsentativität von Nmin-Untersuchungen.- Landwirtschaft Schweiz Band 4 (8): 431-435.

SCHMIDT, L. (1993): Die Schätzung des Futterwertes nach der Kotstickstoff-Methode (methodische Aspekte):- VDLUFA Kongressband 1993, 105. VDLUFA-Kongress, 20.-25.9.1993, Hamburg: 681-684.

SCHMIDT, L., WEISSBACH, F., HOPPE, T., KUHLA, S. (1999): Untersuchungen zur Verwendung der Kotstickstoff-Methode für die Schätzung des energetischen Futterwertes von Weidegras und zum Nachweis der selektiven Futteraufnahme.- Landbauforschung Völkenrode 3: 123-135.

SCHOLZ, H. (1990): Stoffwechselkontrolle in der Milchkuhherde an Hand von Blut- und Milchparametern.- Prakt. Tierarzt 72, collegium veterinarium XXI: 32-35.

SCHOLZ, H. (1991): Selen-/Vitamin-E-Mangel beim Rind.- Prakt. Tierarzt 46: 194-202.

SCHÖNBORN, C., MALT, S. (1995): Bewertung der Ilm-Aue auf der Basis zweier Indikatorgruppen: Macrolepidoptera (Schmetterlinge) und Araneae (Webspinnen). In: Modellhafte Erarbeitung ökologisch begründeter Sanierungskonzepte kleiner Fließgewässer, Fallbeispiel Ilm/Thüringen.- Hrsg. : W. Schönborn, BMBF-Schlußbericht, Teil 2: 101-197.

SCHÖNE (1925): Die Sächsische Landwirtschaft und ihre Entwicklung bis zum Jahre 1925. Dresden, 517 S.

SCHRÖDER, N. (2001): Tierphysiologische Auswirkungen einer ganzjährigen Freilandhaltung von Mutterkühen verschiedener Rassen im Rahmen des Elbe-Ökologie-Projektes „Untersuchungen zur Durchführbarkeit und den Auswirkungen von Landnutzungsänderungen auf dem Grünland in den Elbauen“. Dissertation, Medizinische Tierklinik der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig, in Bearb..

SCHWARTZ, R. (2001): Die Böden der Elbaue bei Lenzen und ihre möglichen Veränderungen nach Rückdeichung, ISSN 0724-6382.

SCHWINEKÖPER, K. (1997): Historische Landschaftsanalyse in der Landschaftsökologie. In: Berichte des Instituts für Landwirtschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim, Beiheft 2. G. Heimbach, Ostfildern. 285 S.

SIEBER, W., KARGE, E. (2000): Entwicklung einer Wirkstoffmischung für Mutterkühe in der extensiv und ökologisch betriebenen Rinderwirtschaft. Sachbericht zum F/E-Projekt, IFTA AG Berlin, 17 S.

SML (SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, ERNÄHRUNG UND FORSTEN) (1997): Ordnungsgemäßer Einsatz von Düngern entsprechend der Düngeverordnung.- Hrsg.: Sächsisches Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten (SML); 66 S.

SML (SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, ERNÄHRUNG UND FORSTEN) (1995): Förderprogramm Umweltgerechte Landwirtschaft im Freistaat Sachsen -Faustzahlen, Dresden, 12. Auflage, S. 281

SML (SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, ERNÄHRUNG UND FORSTEN) (2000): Programm „Umweltgerechte Landwirtschaft im Freistaat Sachsen“ (UL), Teilprogramm „Kulturlandschaftsprogramm Teil 1 und 2“ (KULAP).

STAMER, E., JUNGE, W., KALM, E. (1993): So frißt die Kuh.- Der Tierzüchter 2, 32-35.

STEINHÖFEL, O. (2000): Futterwert und Nutzung extensiver Futteraufwüchse. Sächsischer Fleischrindtag, 30.09.2000 in Langenberg (Erzgebirge), S.11...19

STIPPICH, G., KROOß, S. (1997): Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen auf Spinnen, Laufkäfer und Kurzflügelkäfer. In: Ökologische und ökonomische Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau. Ergebnisse des Göttinger INTEX-Projektes 1990-94. Hrsg. B. Gerowitt & M. Wildenhayn, SUB Göttingen.

STRAUSS, C. (2000): Landwirtschaftliche Nutzungsgeschichte der Riesa-Torgauer Elbaue. Diplomarbeit, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, FB Landbau/Landespflege, unveröff..

STROHBACH (1959): Ergebnisse der Standortserkundung im StFB Nedelitz Oberförsterei Lödderitz. Hrsg.: Institut für Forsteinrichtung und Standortserkundung Potsdam, Abt. Standortserkundung Arbeitsgruppe Weimar.

TER BRAAK, C.J.F. , SMILAUER, P. (1998): CANOCO 4 - Reference Manual and User Guide to Canoco for Windows 1998. Centre for Biometry 351, Wageningen

TERÖRDE, H. (1997): Untersuchungen zur Nähr- und Mineralstoffversorgung von Mutterkuhherden auf ausgesuchten Standorten in Mecklenburg-Vorpommern. Vet.-Med. Diss., Berlin.

TESCH, A. (1992): Grundlagen und Bedingungen der Feuchtgrünlandextensivierung aus vegetationskundlicher Sicht.- Zeitschrift f. Kulturtechnik und Landentwicklung 33: 169-177.

TEUFEL, E.-M. (1999): Verlaufsuntersuchungen zu Serum-Amyloid A, L-Carnitin sowie ausgewählten Stoffwechselparametern bei hochleistenden Milchkühen im peripartalen Zeitraum. Vet.-Med. Diss., Leipzig.

THIELE, V., BERLIN, A., THAMM, U., MEHL, D., ROLLWITZ, W. (1994): Die Bedeutung ausgewählter Insektengruppen für die ökologische Bewertung von nordostdeutschen Fließgewässsern und deren Niederungsbereichen (Lepidoptera, Odonata, Trichoptera).- Nachr. Entomol. Ver. Apollo, N.F. 14: 385-406.

TIETZE, F. (1973a): Zur Ökologie, Soziologie und Phänologie der Laufkäfer (Coleoptera-Carabidae) des Grünlandes im Süden der DDR I.Teil: Die Carabiden der untersuchten Lebensorte.- Hercynia, N. F., 10 (1): 3-76.

TIETZE, F. (1973b): Zur Ökologie, Soziologie und Phänologie der Laufkäfer (Coleoptera-Carabidae) des Grünlandes im Süden der DDR II.Teil: Die diagnostisch wichtigsten Carabidenarten des untersuchten Grünlandes und ihre Verbreitungsschwerpunkte.- Hercynia, N. F., 10 (2): 111-126.

TIETZE, F. (1973c): Zur Ökologie, Soziologie und Phänologie der Laufkäfer (Coleoptera-Carabidae) des Grünlandes im Süden der DDR III.Teil: Die diagnostisch wichtigen Artengruppen des untersuchten Grünlandes.- Hercynia, N. F., 10 (3): 243-263.

TIETZE, F. (1973d): Zur Ökologie, Soziologie und Phänologie der Laufkäfer (Coleoptera-Carabidae) des Grünlandes im Süden der DDR IV.Teil: Ökofaunistische und autökologische Aspekte der Besiedlung des Grünlandes durch Carabiden.- Hercynia, N. F. 10 (4): 337-365.

TIETZE, F. (1974): Zur Ökologie, Soziologie und Phänologie der Laufkäfer (Coleoptera-Carabidae) des Grünlandes im Süden der DDR V.Teil: Zur Phänologie der Carabiden des untersuchten Grünlandes.- Hercynia, N. F., 11 (1): 47-68.

TOLKE , D., HIEBSCH, H. (1995): Kommentiertes Verzeichnis der Webspinnen und Weberknechte des Freeistaates Sachsen.- Mitt. Sächs. Entomol. 32: 1-44.

TSCHARNTKE, T., GREILER, H.-J. (1995): Insect communities, grasses, and grasslands.- Annu. Rev. Entomol. 40: 535-558.

VDLUFA (1991): Die Untersuchung von Böden; Methodenbuch Bd. 1, VDLUFA-Verlag Darmstadt.

VOIGTLÄNDER, G. und JACOB, H. (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. Ulmer, Stuttgart

VOIGTLÄNDER, G.; VOSS, N. (1979): Methoden der Grünlanduntersuchung und –bewertung: Grünland, Feldfutter und Rasen.- Ulmer-Verlag, Stuttgart.

WACKER, K.; STEINHÖFEL, O.; WACHS, S. (2000).: Untersuchungen zur Durchführbarkeit und den Auswirkungen von Landnutzungsänderungen auf dem Grünland in den Elbauen In: Entwicklung von dauerhaft umweltgerechten Landbewirtschaftungsverfahren im sächsischen Einzugsgebiet der Elbe.- Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft; unveröff..

WALLER, P.J. (1994): The development of anthelmintic resistance in ruminant livestock.- Acta tropica, 56: 233-243.

WALTHER, K. (1977): Die Vegetation des Elbtales – Die Flußniederung von Elbe und Seege bei Gartow (Kr. Lüchow-Dannenberg). Abh. u. Verh. Naturw. Verein Hamburg (NF) 20, Parey, Hamburg. 119 S.

WEIHER, O., ZUPP, W. (1997): Stand und Perspektiven der Mutterkuhhaltung. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierzucht Dummerstorf.

WIERENGA, H.K. (1990): Social dominances in dairy cattle and the influence of housing and management.- Applied Animal Behaviour Science 27: 201-229

WINCHESTER, C.F., MORRIS, M.J. (1956): Water intakes of cattle.- Jounal of Animal Science 15: 722-739

WINTER, P.; WENIGER, J.H., TAWFIG, E.S. (1980): Vergleichende Untersuchungen an taurinen und zebuinen Rindern und deren Kreuzung bei Weide- und Stallhaltung am tropischen Standort Bangladesh. II. Mitteilung: Der Einfluss des Klimas auf das Aufsuchen von Duschen und die Wasseraufnahme bei Weidehaltung.-Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie 97: 268-275.

WOLF, D. (2002) Zum Effekt von Pflanzenbestand, Vornutzung und Nutzungstermin auf Qualität und Masse von Winterfutter. - Diss., Gießen, 127 S.

WOLFFRAM, S. (1991): Absorption und Bioverfügbarkeit der Spurenelemente Selen. Habilitation Universität Zürich.

ZELTNER, U. (1989): Einfluß unterschiedlicher Pflegeintensitäten von Grünland auf die Arthropodenfauna im urbanen Bereich.- Faun. ökolog. Mitt., Suppl. 8: 1-16.

10.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.2-1: Temperatur und Niederschlagsverteilung in Köllitsch im Untersuchungszeitraum 9

Abbildung 2.3-1: Grundwasser- und Elbepegelverlauf der Jahre 1999 und 2000 10

Abbildung 4.2-1: Lage und Einteilung der Versuchsparzellen 18

Abbildung 5.1-1: Körnungs-Summenkurve der Böden der Varianten SW_0,9 GV, Spätschnitt, Winterweide, Damtier, Deich_Mahd und Deich_Schnitt (Bodenschicht: 0-60 cm) 25

Abbildung 5.1-2: Körnungs-Summenkurve des Bodens der Variante SW_0,9 GV in Abhängigkeit der Entfernung zur Elbe (Bodenschicht: 0-60 cm) 25

Abbildung 5.1-3: NO_3-Gehalte in der Bodenschicht 0 - 60 cm der Versuchsjahre 1999 bis 2001 27

Abbildung 5.1-4: NO_3-Gehalte der Deich und Ansaatvarianten in verschiedenen Bodenschichten on 0 - 60 cm der Versuchsjahre 1999 bis 2001 28

Abbildung 5.1-5: NH_4-Gehalte in der Bodenschicht 0 - 60 cm der Versuchsjahre 1999 bis 2001 28

Abbildung 5.1-6: NH_4-Gehalte in der Bodenschicht 0 - 60 cm der Versuchsjahre 1999 bis 2001 33

Abbildung 5.1-7: Bodennährstoffvorräte von N, P und K in Abhängigkeit der Entfernung zur Elbe in den Jahren 1999, 2000 und 2001 auf der Versuchsfläche „Tauschwitz“ 32

Abbildung 5.1-9: NH_4-Gehalte der Liege- und Ruhefläche SW_0,9 GV in den Bodenschichten 0-15, 15-30 und 30-60 cm in den Jahren 1999, 2000 und 2001 33

Abbildung 5.1-10: NO_3-Gehalte der Liege- und Ruhefläche SW_0,9 GV in den Bodenschichten 0-15, 15-30 und 30-60 cm in den Jahren 1999, 2000 und 2001 34

Abbildung 5.2-1: Zusammensetzung der Pflanzennarbe, Tritt und Bodenoffenheit zu Vegetationsbeginn und –ende der Weidevarianten und der Spätschnittwiese 39

Abbildung 5.2-2: Hierarchische Clusteranalyse der mittleren Artmächtigkeiten zwischen 1999 und 2001 ____ 42

Abbildung 5.2-3: Entwicklung der Artmächtigkeitsanteile in % von Gräsern, Kräutern und Leguminosen im Pflanzengefüge der untersuchten Varianten in den Jahren 1999, 2000 und 2001 _____ 43

Abbildung 5.2-4: Artmächtigkeiten im Pflanzengefüge der untersuchten Varianten der Jahre 1999, 2000 und 2001. _____ 44

Abbildung 5.2-5: Schätzung der Ertragsanteile (EA) verschiedener Ansaatmischungen im Damwildgatter der Jahre 1998 bis 2001 (Quelle: LfL, FB 8, Ref. Grünland und Futterbau; unveröffentlicht) ___ 45

Abbildung 5.3-1: Die wichtigsten Import- und Exportwege von Nährstoffen _____ 48

Abbildung 5.4-1: Belastung des Futters mit Schwermetallen relativ zum Grenzwert der Futtermittelverordnung bzw. zur VDI-Richtlinie 2310 (Thallium) _____ 58

Abbildung 5.4-2: Belastung von Rinderlebern mit Schwermetallen _____ 59

Abbildung 5.4-3: Belastung von Rindernieren mit Schwermetallen _____ 59

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) _____ 73

Abbildung 5.6-1: Freie Fettsäuren (FFS) bei Mutterkühen dreier Herden bei vierteljährlicher Kontrolle ____ 78

Abbildung 5.6-2: Magnesiumkonzentration im Serum [mmol/l] bei Mutterkühen dreier Herden bei vierteljährlichen Kontrollen _____ 79

Abbildung 5.6-3: Selenkonzentration im Serum [g/l] bei Mutterkühen dreier Herden bei vierteljährlichen Kontrollen _____ 80

Abbildung 5.6-4: Vegetationshöhe des Weiderestes einer Standweide (0,9 GV/ha) und deren Ertrag (1999-2001) _____ 85

Abbildung 5.6-5: Bewegungsaktivität ganzjährig im Freien gehaltener Mutterkühe in den Jahren 1999 bis 2001 _____ 86*

Abbildung 5.6-6: Häufigkeit und Verteilung der Tränkenbesuche _____ 86

Abbildung 5.6-7: Wärmebild bzw. Fotografie der entsprechenden Mutterkuh im Winter bei -4,4°C _____ 91

Abbildung 5.6-8: Wärmebild bzw. Fotografie der entsprechenden Mutterkuh im Sommer bei +16,5°C _____ 91

Abbildung 5.6-9: Thermobild bzw. Fotografie eines Strohlagers im Winter nach dem Aufstehen einer Kuh ___ 92

Abbildung 5.6-10: Thermobilder bzw. Fotografien eines Großbaumes, links im Winter bei Umgebungstemperaturen von -4,4°C, rechts im Sommer bei 16,5°C _____ 93

Abbildung 6.1-1: Jahres-Verlaufskurven des Rohproteins (XP) und des Fasergehalts (XF) des Weiderests im Mittel der Jahre 1999 bis 2001 in Abhängigkeit unterschiedlicher Weidenutzungssysteme und Besatzintensitäten _____ 99

Abbildung 6.1-2: Jahres-Verlaufskurven der Mineralstoffgehalte des Weiderests im Mittel der Jahre 1999 bis 2001 in Abhängigkeit unterschiedlicher Weidenutzungssystheme und Besatzintensitäten __ 100

Abbildung 6.1-3: Jahres-Verlaufskurven der Verdaulichkeiten des geschnittenen Weiderests (ELOS) und des aufgenommenen Futters (DOM_{kotN}) im Mittel der Jahre 1999 bis 2001 in Abhängigkeit unterschiedlicher Weidenutzungssystheme und Besatzintensitäten _____ 101

Abbildung 6.1-4: Energiegehalte des geschnittenen Weiderestes (ME_Restfutter) und des tatsächlich aufgenommenen Futters _____ 102

Abbildung 6.2-1: Beziehungen zwischen der in-vivo ermittelten Verdaulichkeit und der laboranalytisch ermittelten Enzymlöslichkeit der organischen Substanz (ELOS), der Gasbildung im Hohenheimer Futterwerttest (Gb) und dem Kot-Stickstoffgehalt (KotN) 106

Abbildung 6.3-1: Erwünschte Konditionsnoten bei Mutterkühen (JILG, 1998) 110

Abbildung 6.3-2: Verhältnis von Körpergewicht und BCS bei Mutterkühen dreier Herden bei vierteljährlichen Kontrollen 111

Abbildung 7.1-1: Kostenaufstellung für Personal, Grundfutter, Kraftfutter und Zaunmaterial für die Bewirtschaftung von Mutterkuhherden ganzjähriger Freilandhaltung und unterschiedlicher Nutzungsintensitäten 117

Abbildung 7.1-2: Beihilfen und Erlöse aus dem Verkauf der Absetzer bei unterschiedlicher Besatzintensität 118

Abbildung 7.5-1: Veränderung in % der Artmächtigkeit nach einem bzw. nach zwei Nutzungsjahren (bezogen auf die Nutzungsumstellung) 128

Abbildung 7.5-2: Jahresverlaufskurve der Energiedichte des von den Tieren aufgenommenen Futters im Mittel der Jahre 1999 bis 2001 in Abhängigkeit des Weidesystems und der Besatzintensität 130

Abbildung 7.5-4: Wirtschaftlichkeitsvergleich aller tierhaltenden Varianten (Jahr 2000) 133

Abbildung 7.5-5: Benotung (von sehr gut (1) – mangelhaft (6)) der Landnutzungsverfahren hinsichtlich ihrer Wirkung auf bodenphysikalische, floristische und faunistische Parameter 135

Abbildung 7.5-6: Benotung (von sehr gut (1) – mangelhaft (6)) der Landnutzungsverfahren hinsichtlich ihrer Wirkung auf Ertrags-, Qualitäts-, tierpysiologische und ökonomische Parameter 136

Abbildung 7.5-7: Endwertung (von sehr gut (1) – mangelhaft (6)) der Landnutzungsverfahren in der Gesamtheit der Wertung des Umweltnutzens und der wirtschaftlichen Benotung. 137

10.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.2-1: Mittlere Niederschlagsmengen in Köllitsch von 1994 bis 2001 8

Tabelle 2.2-2: Temperatur (°C) in den Jahren 1995 bis 2001 9

Tabelle 3.4-1: Nutzung der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Köllitsch 14

Tabelle 3.4-2: Entwicklung des Viehbestandes (in Stück) in 13 Ortschaften der Elbaue des Bereiches Riesa-Torgau 15

Tabelle 3.4-3: Entwicklung des Viehbesatzes (Stück je 100 Hektar) in der Elbaue 15

Tabelle 5.1-1: Einteilung der Böden in Bodenarten 26

Tabelle 5.1-2: Korngrößenverteilung des Bodens einzelner Varianten 29

Tabelle 5.1-3: Veränderung des Versorgungszustandes mit P, K, Mg, B, Cu, Mn, Zn, Nt und Humus sowie des pH-Wertes nach zweijähriger Bewirtschaftung in Abhängigkeit des Nutzungsverfahrens 29

Tabelle 5.1-4: Veränderung des Versorgungszustandes mit P, K, Mg, B, Cu, Mn, Zn, Nt und Humus sowie des pH-Wertes nach zweijähriger Bewirtschaftung in Abhängigkeit des Nutzungsverfahrens 33

Tabelle 5.1-5: Ermittlung und Analyse des zu Hochwasserzeiten angeschwemmten Bodenmaterials anhand von ausgelegten Kunstrasenmatten im Jahr 2000 in Köllitsch 31

Tabelle 5.1-6: Veränderung des Versorgungszustandes mit P, K, Mg, B, Cu, Mn, Zn, Nt und Humus sowie des pH-Wertes auf dem Lagerplatz einer extensiven Standweide 33

Tabelle 5.2-1: Deckungsgradschlüssel (verändert nach LONDO) 38

Tabelle 5.2-2: Deckungsgradschlüssel zur Einordnung der tierischen Einflußgrößen (Tritt, Verbiss und Kotauflage) und der Hochwassersedimentation 38

Tabelle 5.2-3: Transektbezeichnung und Untersuchungsumfang der Grünlandbonituren 37

Tabelle 5.2-4: Korrelationen nach Pearson zwischen der botanischen Zusammensetzung und den tierischen Einflußfaktoren auf ganzjährig mit Mutterkühen beweidetem Auengrünland der Varianten SW_0,9, SW_1,2 und UW_1,5. 40

Tabelle 5.2-5: Beziehungen zwischen der botanischen 41

Tabelle 5.2-6: Diversität, Eveness und Zeigerwert nach Ellenberg der untersuchten Varianten in den Jahren 1999 bis 2001 42

Tabelle 5.3-1: Hoftor-Bilanz der Nährstoffe N, P und K im Jahr 2000 in Abhängigkeit der untersuchten Varianten 49

Tabelle 5.4-1: Aufteilung und Bezeichnung der Probensegmente 51

Tabelle 5.4-2: Zusammensetzung des Grünfutters (in % der Trockenmasse) 53

Tabelle 5.4-3: Analysenmethoden 53

Tabelle 5.4-4: Vergleichbarkeit der Einschätzung auf der Basis von Organ- und Haaranalysen 57

Tabelle 5.4-5: Schwermetallbelastung durch Bodenaufnahme beim Weidegang 58

Tabelle 5.5-1: Anordnung der Probeflächen entsprechend den in einer Bray-Curtis Ordination berechneten 'Site Scores' der ersten Ordinationsachse (Eigenwerte: 1. Achse: 73 %) 63

Tabelle 5.5-2: Synökologische und faunistische Parameter zu den epigäischen Spinnen-Assoziationen der Probeflächen 66

Tabelle 5.5-3: Inter-Set Korrelationskoeffizienten der selektierten Umweltparameter mit den Ordinationsachsen des Artendatensatzes der Redundanzanalyse (RDA) für die Spinnen-Assoziationen 68

Tabelle 5.5-4: Synökologische und faunistische Parameter zu den Laufkäfer-Assoziationen der Probeflächen 70

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 71

Tabelle 5.6-1: Parameter des Grasenverhaltens von Kühen im Jahresgang, gemittelt 84

Tabelle 6.1-1: Richtzahlen zur Versorgung von Milchkühen mit Mineralstoffen bei 600 kg KM und 10 kg Milchleistung (DLG 1999) 100

Tabelle 6.1-2: Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchung der geprüften Weidefutter- und Rohrschwingelproben der Erntejahre 1999/2000 und 2000/2001 103

Tabelle 6.1-3: Ergebnisse der mykologischen Untersuchung der geprüften Weidefutter-und Rohrschwingelproben der Erntejahre 1999/2000 und 2000/2001 104

Tabelle 6.1-4: Gehalte an den Feldpilztoxinen Deoxynivalenol und Zearalenon in Rohrschwingelsilagen der Monate Oktober 1999, Dezember 1999 und Februar 2000 103

Tabelle 6.2-1: Erhaltungsbedarf (MJ NEL) der Weidetiere in Abhängigkeit der Besatzintensität und der Jahreszeit 105

Tabelle 6.2-2: Für den Erhaltungsbedarf (Mutterkuh + Kalb) notwendige Energiedichten je kg aufgenommener Faser in Abhängigkeit des Jahresverlaufs und der Besatzintensität 105

Tabelle 6.2-3: Energiedichten im aufgenommenen Futter (ermittelt nach der KotN-Methode) in Abhängigkeit der Jahreszeit und der Besatzintensität 106

Tabelle 6.2-4: Mindestansprüche der Weidetiere an die Qualität des Weidefutters und Angebot über das Weidefutter in Abhängigkeit der Besatzintensität und der Jahreszeit 107

Tabelle 6.2-5: Kalkulation des aufgenommenen Grundfutters in Abhängigkeit der Besatzintensität und der Jahreszeit (inkl. Zufutter) 108

Tabelle 6.3-1: Kälberentwicklung (Gewichte und Lebenstagszunahmen) in der untersuchten Mutterkuhhaltung 112

Tabelle 6.3-2: Zusammenhänge zwischen Rasse, Geschlecht, Abstammung, Herdenspezifik und Lebenstagszunahmen der Kälber dreier Mutterkuherden in ganzjähriger Freilandhaltung 113

Tabelle 6.3-3: Fruchtbarkeitsparameter der Mutterkuhherden (Mittel 1999-2001) 113

Tabelle 7.1-1: Kosten und Erlöse ohne Ausgleichszahlungen 117

Tabelle 7.1-2: Gewinnsituation der untersuchten Mutterkuhhaltung mit Ausgleichszahlungen 118

Tabelle 7.2-1: Gewinnsituation der Deichpflege_Schaf bei verschiedenen Verfahren der Lämmermast 123

Tabelle 7.3-1: Gewinnsituation der untersuchten Damwildhaltung im Vergleich zum sächsischen Modellwert 120

Tabelle 7.4-1: Erzeugungskosten für Spätschnittheu in den Jahren 1999 bis 2001 122

Tabelle 7.5-1: Wirtschaftlichkeitsvergleich aller Varianten (Jahr 2000) 124

Tabelle 7.5-1: Inhaltsstoffgehalte von Gräsern, Kräutern und Leguminosen im Mittel des Erntejahres 1999 129

Tabelle 7.5-2: Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit der Mutterkuhhaltung 132

Tabelle 7.5-3: Gruppierung der Parameter für die Gesamtbewertung der Verfahren 136

Anhang

Tabellen

Abbildungen

Teilberichte der beteiligten Personen und Institutionen:

STRAUSS, CHRISTIANE (2000): Landwirtschaftliche Nutzungsgeschichte der Riesa-Torgauer Elbaue. Diplomarbeit, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, FB Landbau/Landespflege.

KLOSE, R. (2001): Bedeutung anorganischer (Schad-)Stoffe bei der Weidenutzung elbnaher Grünlandflächen. Fachbereich Landwirtschaftliche Untersuchungen, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft.

MALT, S., PERNER, J. (2001): Biomonitoring der epigäischen Webspinnen und Käfer im Projektvorhaben Elbe-Ökologie.

SCHRÖDER, NADINE (2001): Tierphysiologische Auswirkungen einer ganzjährigen Freilandhaltung von Mutterkühen verschiedener Rassen im Rahmen des Elbe-Ökologie-Projektes „Untersuchungen zur Durchführbarkeit und den Auswirkungen von Landnutzungsänderungen auf dem Grünland in den Elbauen“. Dissertation, Medizinische Tierklinik der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig.

LAUBE, R., MERTENS, J. (2001): Entwicklung einer tierschutzgerecht, tierartgemäß und biotopschonend gestalteten Mutterkuhhaltung auf dem Grünland in den Elbauen des Freistaates Sachsen. Albrecht-Daniel-Thaer-Institut für Nutztierwissenschaften e.V., Leipzig.

EDER, K., KLUGE, H. (2001): Untersuchungen zum Futterwert von Winterweidefutter anhand von Verdauungsversuchen mit Hammeln. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.