

## 5 Einfluss der Nutzungsverfahren auf ökologische Parameter

### 5.1 Bodennährstoffe und Beschaffenheit

Ein wesentlicher Indikator für die Umweltgerechtigkeit 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 Nachlieferungsvermögen der Böden begrenzt ist. Demzufolge bekommt die Einteilung in Gehaltsklassen eine nicht zu unterschätzende Wichtigkeit in der Einordnung der Nutzungsverfahren (PÖBNECK 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 (Mg) 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  $-25\text{ °C}$  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 Untersuchungspartellen.

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 TRIEWELER 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<sub>min</sub>-Beprobungen anzugleichen. Auf eine Einordnung in die Versorgungsstufen für Grundnährstoffe soll trotzdem nicht verzichtet werden. Allerdings ist eine Konzentrationsverringierung aufgrund der von den Standards abweichenden Bodentiefen nicht auszuschließen.

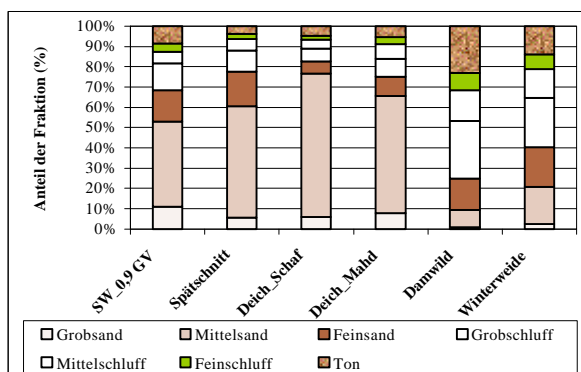
**Ergebnisse**

**5.1.2 Körnung und Bodenarten**

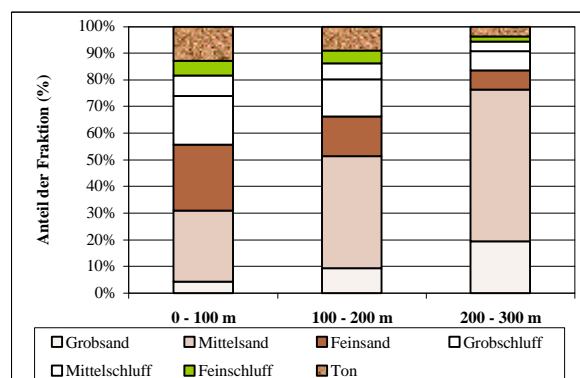
Die Körnung ist eine der wichtigsten Eigenschaften für die Bodenentwicklung, Ertragsfähigkeit und für die Puffer- und Filtereigenschaften der Böden (SCHACHTSCHABEL 1992). Die Unterscheidung in Korngrößenfraktionen bzw. deren Mengenverteilung erklärt die Anteile der Fraktionen Sand, Schluff und Ton. Gemische 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 <sub>3</sub> mittel lehmiger Sand
Spätschnittwiese	76,3	19,8	3,9	Su <sub>2</sub> schwach schluffiger Sand
Deich_Schafe	82,5	12,7	4,8	Sl <sub>2</sub> schwach lehmiger Sand
Deich_Mahd	74,8	19,7	5,5	Sl <sub>2</sub> 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<sub>2</sub>-Bindung und der N-Zufuhr (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) 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<sub>3</sub> 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<sub>3</sub>-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<sub>3</sub> 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<sub>3</sub> auch die geringste Konzentration in der obersten Bodenschicht erzielt werden.

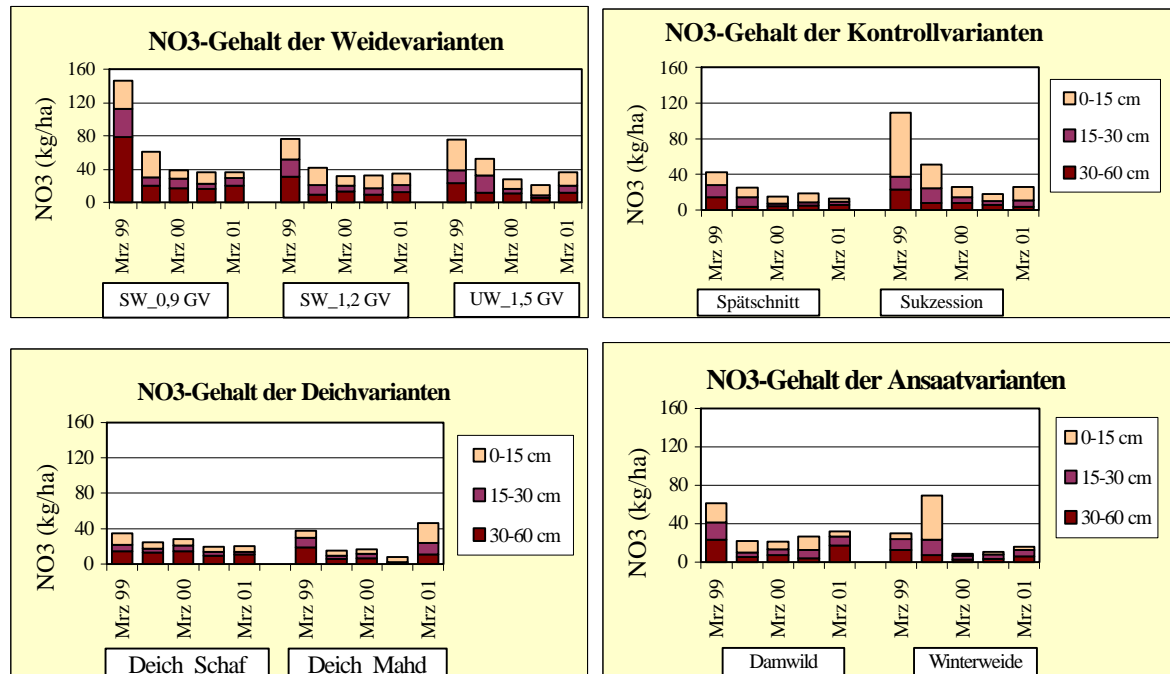


Abbildung 5.1-3: Entwicklung der NO<sub>3</sub>-Gehalte im Boden (drei Bodentiefen) über die Versuchszeit

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<sub>3</sub>/ha an. Dieser Anstieg war durch Windabdrift 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<sub>3</sub>-Gehalt erreicht.

### Ammonium-Stickstoff

Aufgrund der stetigen Nitrifizierung während der Vegetationszeit in den Böden ist der Ammoniumgehalt im allgemeinen niedrig. Das NH<sub>4</sub><sup>+</sup> wird als Kation sorbiert und so im Boden fixiert. Durch eine gute K<sup>+</sup>-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  $\text{NH}_4$ -Gehalte in der Bodenschicht von 0-60 cm auf dem Versuchsareal „Tauschwitz“ betragen 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.

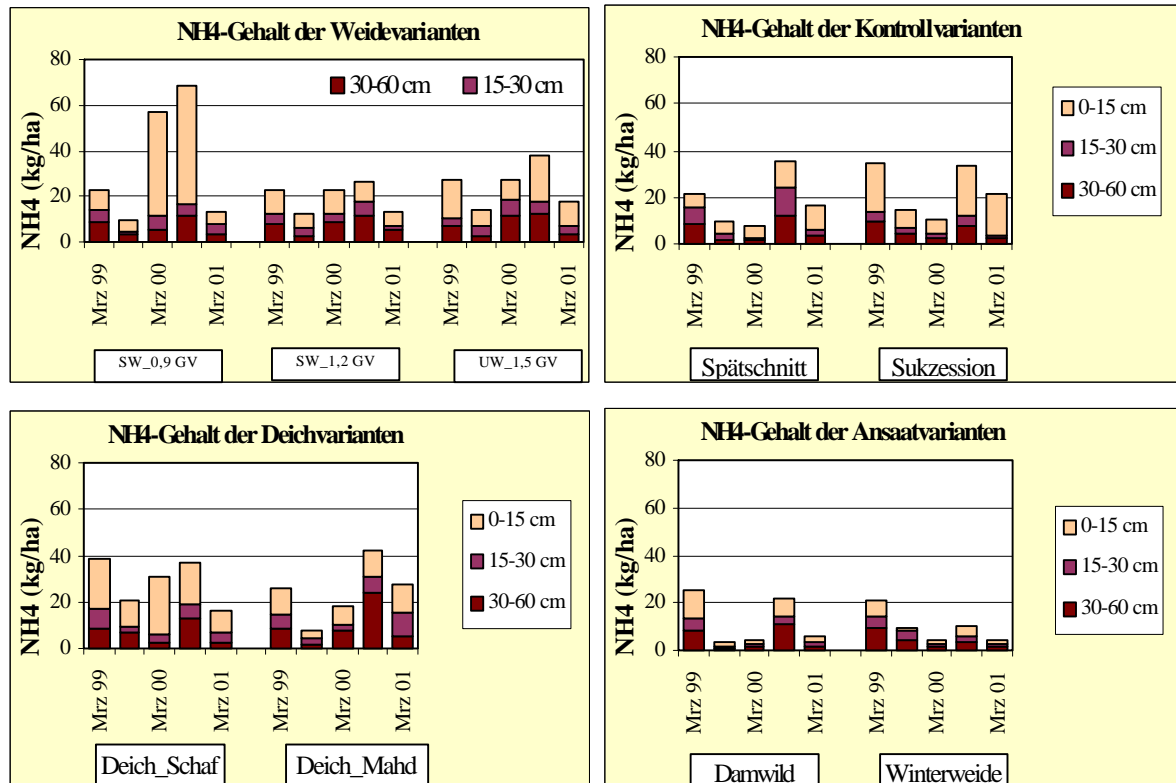


Abbildung 5.1-4: Entwicklung der  $\text{NH}_4$ -Gehalte im Boden (drei Bodentiefen) über die Versuchszeit

Im Verlauf konnte bei allen Varianten jeweils zu Beginn des Vorhabens (März 1999) sowie im November 2000 die höchsten  $\text{NH}_4^+$ -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  $\text{NO}_3^-$ -Konzentrationen zum selben Zeitpunkt.

Die Deich-Varianten unterschieden sich hinsichtlich des  $\text{NH}_4$ -Versorgungszustands. Erreichte die Mahd-Variante nur noch 40 % der Ausgangskonzentration, erhöhte sich der  $\text{NH}_4^+$ -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  $\text{NH}_4^+$ /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  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) in der Bodenschicht 30-60 cm zu erklären (siehe Anhang, Tab. A4 und A5).

Insgesamt war auf nahezu allen Versuchsvarianten 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 Phosphatzufuhr 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<sup>1</sup>).

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 Versuchsdauer eine ausgeglichene 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]	Mikro-Nährstoffe		B [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Mn [mg/kg]	Zn [mg/kg]
SW_0,9 GV	Mrz 99	5,2	26,5	11,3	SW_0,9 GV	Mrz 99	0,7	11,2	144,2	24,6
	Mrz 01	1,3	20,8	11,0		Mrz 01	0,5	9,6	139,6	24,3
	Veränderung %	<b>-74,7</b>	<b>-21,7</b>	<b>-2,9</b>		Veränderung %	<b>-36,1</b>	<b>-14,0</b>	<b>-3,2</b>	<b>-1,3</b>
SW_1,2 GV	Mrz 99	6,7	22,8	12,4	SW_1,2 GV	Mrz 99	0,7	18,8	164,6	57,5
	Mrz 01	6,3	14,2	11,2		Mrz 01	0,5	18,2	155,3	64,5
	Veränderung %	<b>-7,1</b>	<b>-37,6</b>	<b>-10,0</b>		Veränderung %	<b>-28,6</b>	<b>-3,2</b>	<b>-5,6</b>	<b>12,2</b>
UW_1,5 GV	Mrz 99	5,3	20,1	10,6	UW_1,5 GV	Mrz 99	0,7	14,5	161,4	43,9
	Mrz 01	5,8	17,6	11,1		Mrz 01	0,5	17,8	151,4	47,7
	Veränderung %	<b>9,1</b>	<b>-12,8</b>	<b>4,1</b>		Veränderung %	<b>-27,5</b>	<b>22,6</b>	<b>-6,2</b>	<b>8,7</b>
Spätschnitt	Mrz 99	3,6	17,6	9,3	Spätschnitt	Mrz 99	0,6	6,2	135,5	8,0
	Mrz 01	3,1	13,2	9,1		Mrz 01	0,4	6,4	117,5	8,6
	Veränderung %	<b>-15,7</b>	<b>-25,2</b>	<b>-2,0</b>		Veränderung %	<b>-30,9</b>	<b>2,9</b>	<b>-13,3</b>	<b>7,7</b>
Sukzession	Mrz 99	6,4	27,4	13,3	Sukzession	Mrz 99	0,8	14,4	143,7	45,7
	Mrz 01	4,7	21,5	10,5		Mrz 01	0,5	9,8	105,6	25,0
	Veränderung %	<b>-26,1</b>	<b>-21,4</b>	<b>-21,5</b>		Veränderung %	<b>-39,3</b>	<b>-31,9</b>	<b>-26,5</b>	<b>-45,3</b>
Deich_Schaf	Mrz 99	1,0	12,0	17,3	Deich_Schaf	Mrz 99	0,6	10,0	257,7	13,1
	Mrz 01	1,1	10,2	13,7		Mrz 01	0,3	9,6	164,7	9,4
	Veränderung %	<b>11,7</b>	<b>-15,2</b>	<b>-20,9</b>		Veränderung %	<b>-38,5</b>	<b>-3,4</b>	<b>-36,1</b>	<b>-28,3</b>
Deich_Mahd	Mrz 99	1,7	13,0	16,1	Deich_Mahd	Mrz 99	0,8	8,5	207,8	12,2
	Mrz 01	1,1	9,3	13,9		Mrz 01	0,5	7,9	163,0	10,1
	Veränderung %	<b>-37,9</b>	<b>-28,2</b>	<b>-13,9</b>		Veränderung %	<b>-37,4</b>	<b>-6,7</b>	<b>-21,6</b>	<b>-17,3</b>
Damwild	Mrz 99	5,6	14,2	16,4	Damwild	Mrz 99	0,9	9,1	231,8	6,9
	Mrz 01	8,4	20,3	16,1		Mrz 01	0,8	8,1	256,2	7,4
	Veränderung %	<b>51,7</b>	<b>42,9</b>	<b>-1,7</b>		Veränderung %	<b>-13,8</b>	<b>-10,0</b>	<b>10,5</b>	<b>6,9</b>
Winterweide	Mrz 99	9,2	17,6	11,7	Winterweide	Mrz 99	0,7	9,8	200,3	13,3
	Mrz 01	3,3	12,7	10,2		Mrz 01	0,6	11,0	184,7	15,1
	Veränderung %	<b>-63,6</b>	<b>-27,9</b>	<b>-12,5</b>		Veränderung %	<b>-15,9</b>	<b>12,2</b>	<b>-7,8</b>	<b>13,8</b>

### ***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 Versuchspartellen 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 hauptsächlich 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 ( $\alpha < 0,05$ ) 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 <i>kg/m<sup>2</sup></i>	<i>mg/100 g</i>				
		P	K	Mg	Ca	Na
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<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> 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.



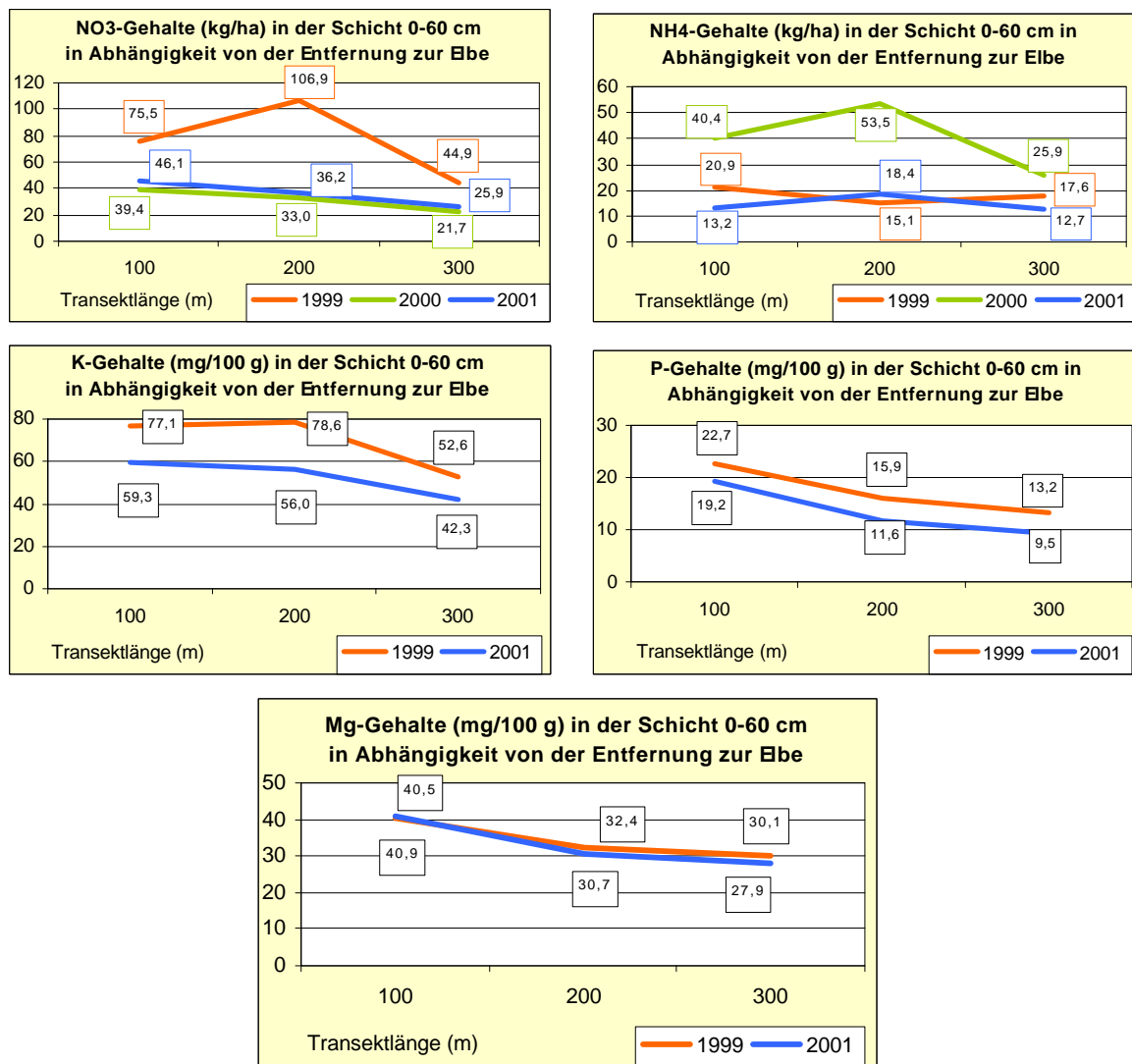


Abbildung 5.1-5: Bodennährstoffvorräte von N, P, K und Mg in Abhängigkeit der Entfernung zur Elbe in den Jahren 1999, 2000 und 2001 auf der Versuchsfläche „Tauschwitz“

### 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 Stoffeintragsituation 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 Strohmattze, 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<sub>3</sub> - und NH<sub>4</sub>-Gehalte im Boden der Belastungsfläche bzw. entlang des Transekts über die Jahre 1999, 2000 und 2001 dargestellt.

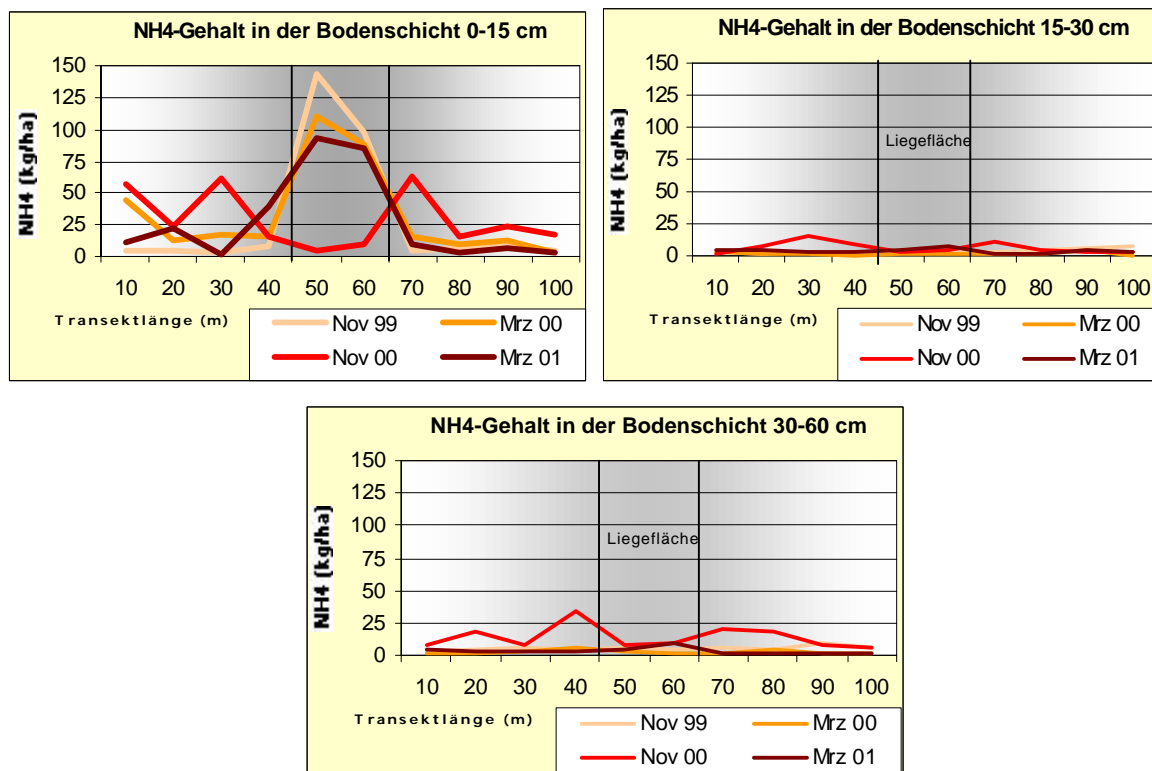
Die Makronährstoffkonzentrationen von Phosphor, Kalium und Magnesium nahmen nach zweijähriger Nutzung des Liegeplatzes durch die Weidetiere erheblich zu (Tabelle 5.1-4). Im dritten Umstellungsjahr reduzierten sich die Gehalte wieder (siehe auch Abb. A1 im Anhang). Im Vergleich zur restlichen Weidefläche 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 %
<b>P</b>	mg/100g	5,2	8,4	3,2	61,0
<b>K</b>	mg/100g	26,5	52,6	26,1	98,4
<b>Mg</b>	mg/100g	11,3	14,9	3,6	31,7
<b>B</b>	mg/kg	0,7	1,1	0,4	49,4
<b>Cu</b>	mg/kg	11,2	18,6	7,4	66,3
<b>Mn</b>	mg/kg	144,2	211,2	67,0	46,4
<b>Zn</b>	mg/kg	24,6	42,1	17,5	71,0
<b>pH</b>		5,5	5,9	0,4	6,8
<b>Nt</b>	%	0,2	0,4	0,2	81,3
<b>Humus</b>	%	2,5	4,1	1,6	62,8



**Abbildung 5.1-6: NH<sub>4</sub>-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<sub>3</sub> 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<sub>3</sub> 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 Nitratkonzentrationen in der Bodentiefe 30 bis 60 cm sind unverträglich 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.

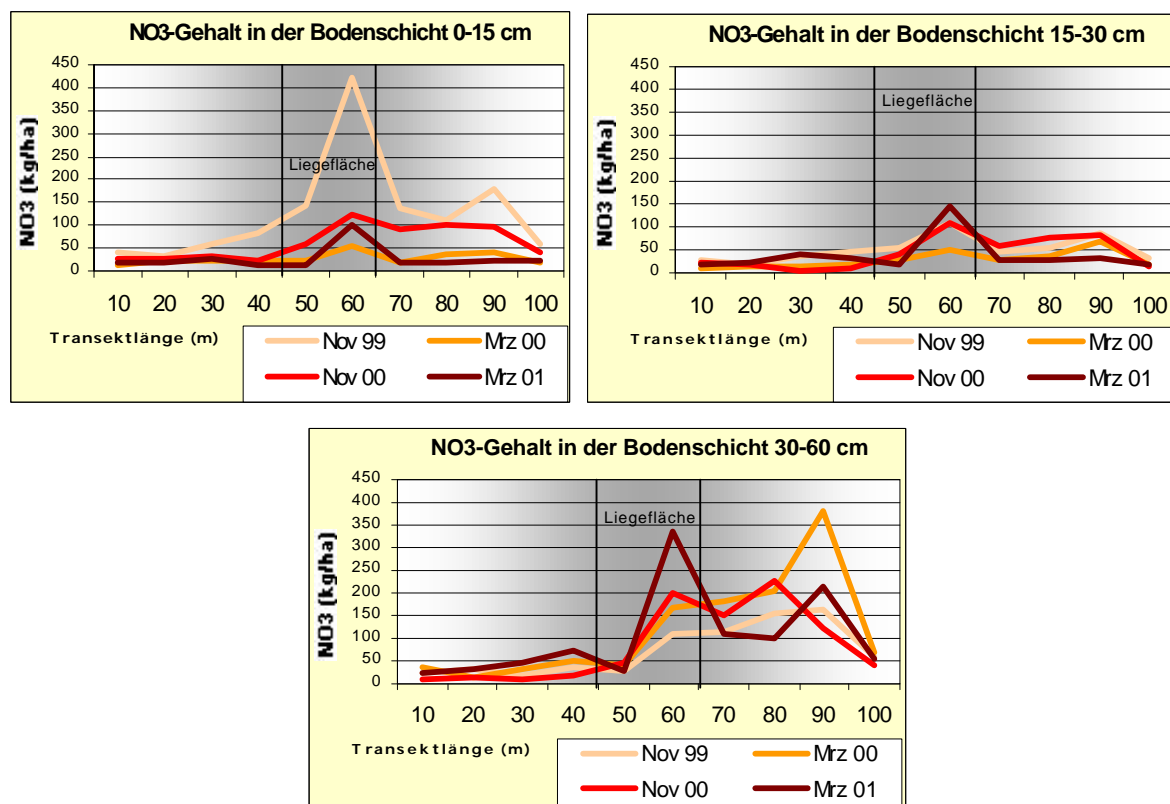


Abbildung 5.1-7: NO<sub>3</sub>-Gehalte der Liege- und Ruhefläche SW\_0,9 GV in den Bodenschichten 0-15, 15-30 und 30-60 cm in den Jahren 1999, 2000 und 2001

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

tiefere 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 Elbaugegrünland

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<sup>1</sup>). 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 Arrhenatherums 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 Treppe (*Bromus inermis*) besonders in Erscheinung. Auch Dolden-Milchstern (*Ornithogalum 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 Brennessel (*Urtica dioica*) sind es Kamille (*Matricaria maritima*), *Linaria vulgaris*, *Artemisia vulgaris*, Distel (*Carduus crispus*), Rainfarn (*Chrysanthemum vulgare*), *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<sup>1,2</sup>).

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)<sup>2</sup> 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 Stumpflättriger 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<sup>1</sup>) 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<sup>1</sup>) 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
<b>Weide</b>						
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
<b>Schnitt</b>						
Spätschnittwiese	DS	225	alle 10 lfm	80	80	80
Deich_Mahd	DS	2 x 24	alle 4 lfm	56	56	56
<b>Ansaat</b>						
Damwildgehege	EA		4 x 25 m <sup>2</sup>	4	4	4
<b>Sukzession</b>	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 Armmächtigkeitszahl „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)**

Schlüssel	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										
	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 Neuansaat 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 (Massenprozent) 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 ( $H = -\sum p_i \ln(p_i)$  mit  $p_i$  = Abundanzanteil der Art) herangezogen. Als Maß der Gleichverteilung (in Prozent) und als Parameter für die Dominanzstruktur fand die Evenness ( $E = H / \ln S$ , mit  $H$  = Diversität,  $S$  = Artenzahl) Anwendung.

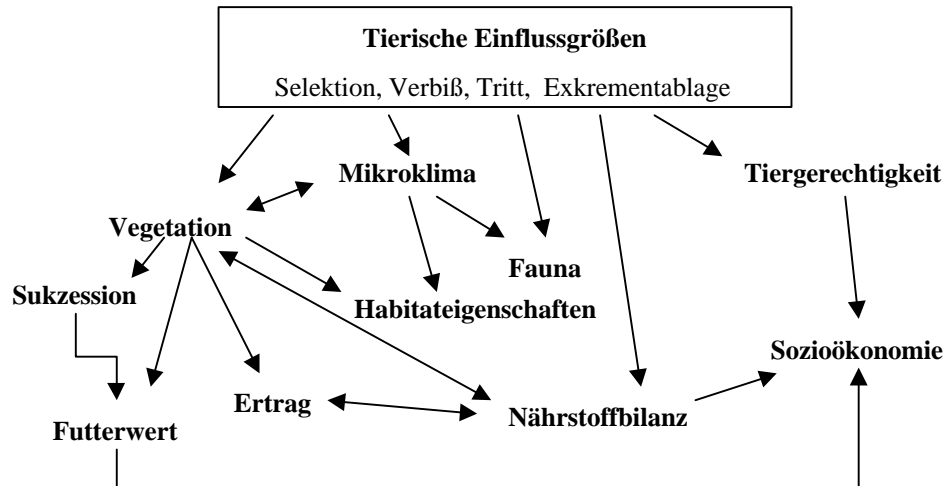
Deckungsgrad zu den Vegetationsparzellen wurden zu Beginn (im März 1999, 2000 und 2001) sowie zum Ende der Vegetationsperiode (im Dezember 1999 und 2000) die tierischen Einflussgrößen Bodenoffenheit, Verbiss und Kotauflage anhand einer 10-stufigen Schätzskala (Tabelle 5.2-3) geschätzt.

**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.

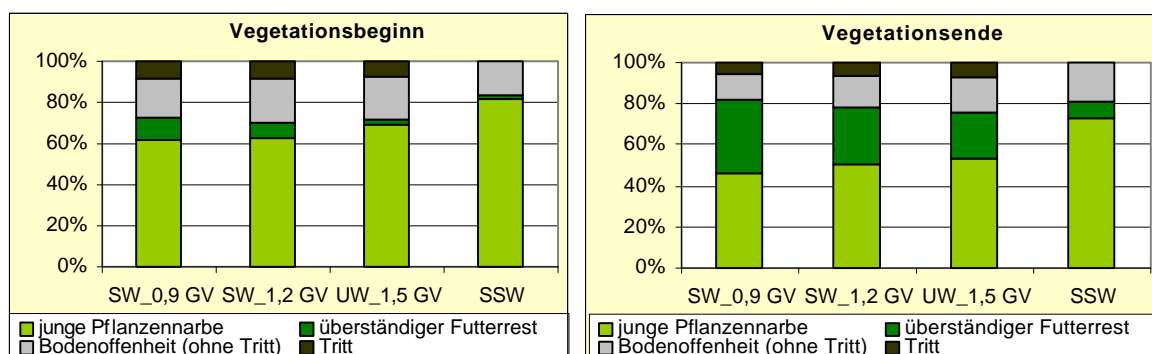


Abbildung 5.2-1: Zusammensetzung der Pflanzennarbe, Tritt und Bodenoffenheit zu Vegetationsbeginn und –ende der Weidevarianten und der Spätschnittwiese

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 Artenkomposition 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" Pflanzenmarke	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 „Aufnahmehjahr“ 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	Leguminosenanteil
JAHR	-0.42**	0.496**	
Transektlänge			0.756** <sup>‡</sup>
NO <sub>3</sub> [kg/ha] <sup>b</sup>	0.287*		
K [mg/100g] <sup>b</sup>		-0.369*	
Mg [mg/100g] <sup>b</sup>			-0.368*
Humus [%] <sup>b</sup>			-0.513**
pH <sup>b</sup>			0.449**
Gesamt-N <sup>b</sup>		0.446*	-0.425*
Gräseranteil	1	-0.728**	
Kräuteranteil		1	-0.477**
Leguminosenanteil			1

\*\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (Z-seitig) signifikant.  
 \* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (Z-seitig) signifikant.  
<sup>‡</sup> nur für Var 1, 2 und 3.  
<sup>b</sup> Bodenschicht 0 bis 15 cm

Mit fortschreitender Versuchsdauer wurde der durch Nitratmangel beeinflusste Gräserückgang 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 Dendrogramm (Abb. 5.2-2) dargestellt. Der Cluster beinhaltet sämtliche Armmächtigkeiten 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).

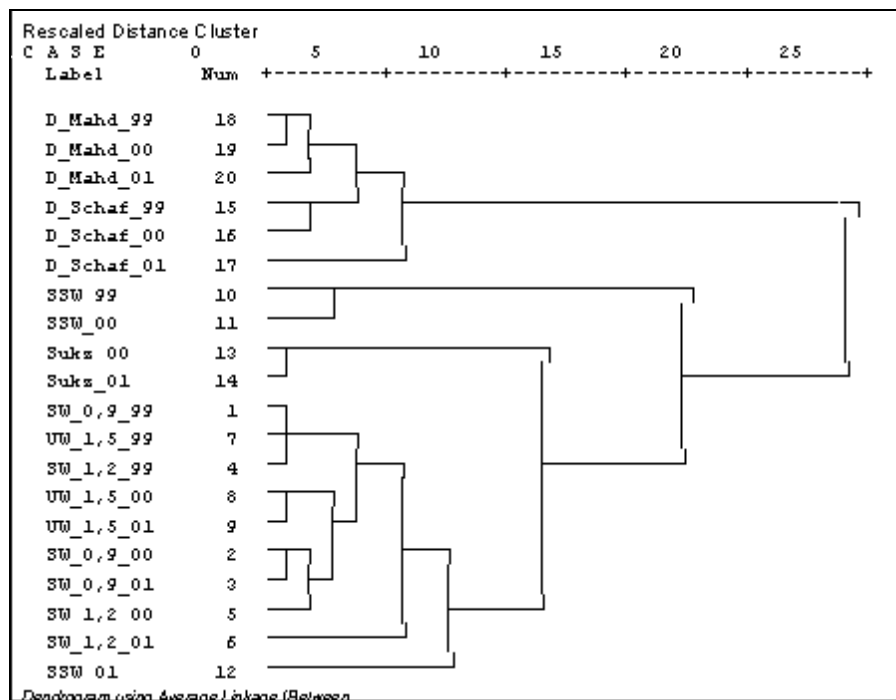


Abbildung 5.2-2: Hierarchische Clusteranalyse der mittleren Artmchtigkeiten zwischen 1999 und 2001

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 Licht, 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<sup>2</sup>) 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.

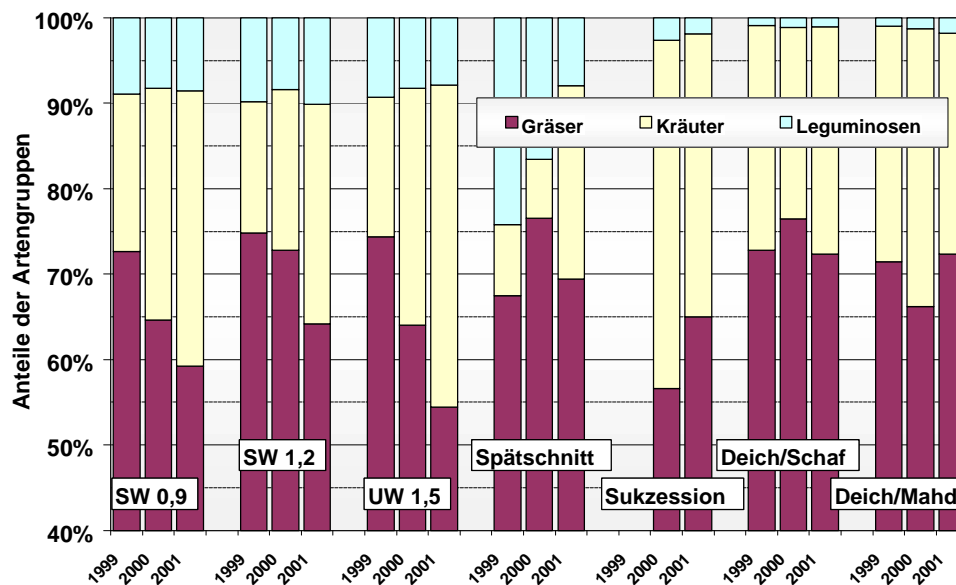
Im Verlauf der Beobachtungszeit zeigten die Anteile der Artengruppen die größten Schwankungen (Abbildung 5.2-3). Auf den mit Rindern beweideten Flächen konnte ein starker Zuwachs an Kräutern zu Ungunsten der Gräser beobachtet werden. Dies ist insbesondere auf ein starkes Ansteigen einjähriger Pflanzen, 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. Aufnahmejahr	SORT 4.0	SW_0.9			SW_1.2			UW_1.5			SSW		
		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	6.6	6.5	6.2	6.6	6.6

Transect-nr. Aufnahmejahr	SORT 4.0	Sukzession			Deich_Mahd			Deich_Schaf		
		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	
Evenness		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 Pflanzensammensetzung 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 Treppe (*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 un gelenkten Sukzession. Vor allem Quecke (*Elymus repens*) erfuhr innerhalb eines Jahres einen deutlichen Zuwachs in der Artmächtigkeit.

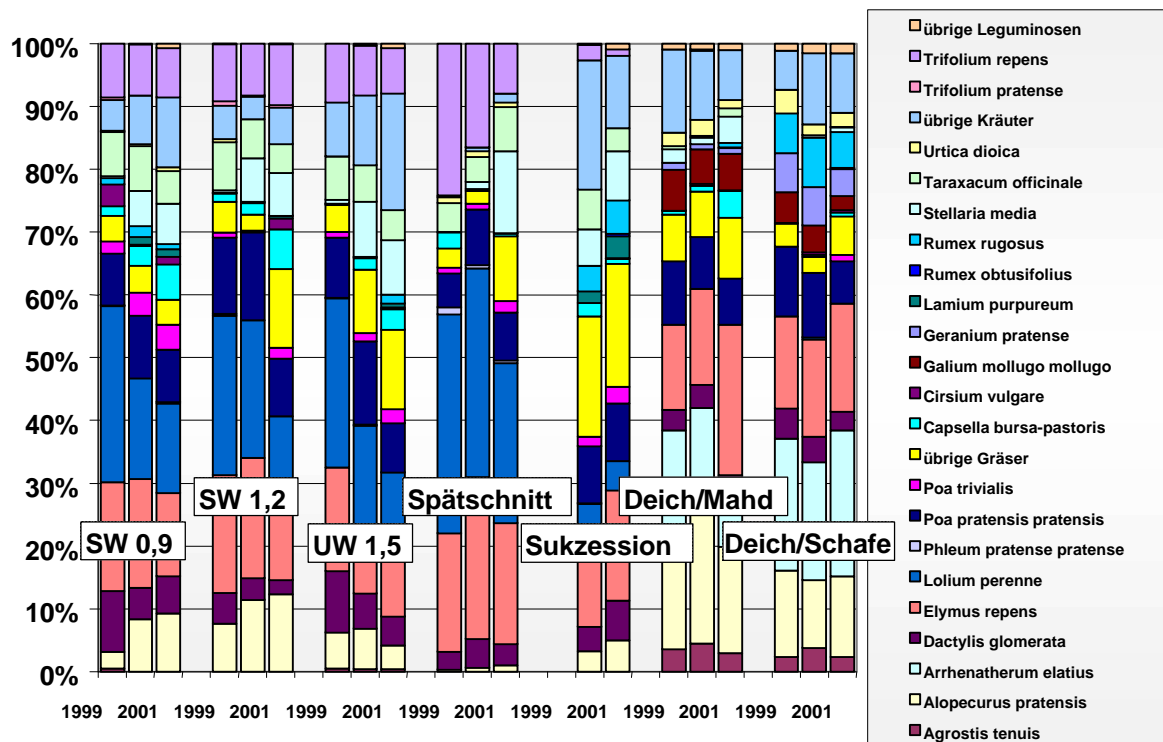


Abbildung 5.2-4: Artmächtigkeiten im Pflanzengefüge der untersuchten Varianten der Jahre 1999, 2000 und 2001.

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 Glatthafters 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 Beobachtungsjahre.

#### 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 Knautgras (*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.

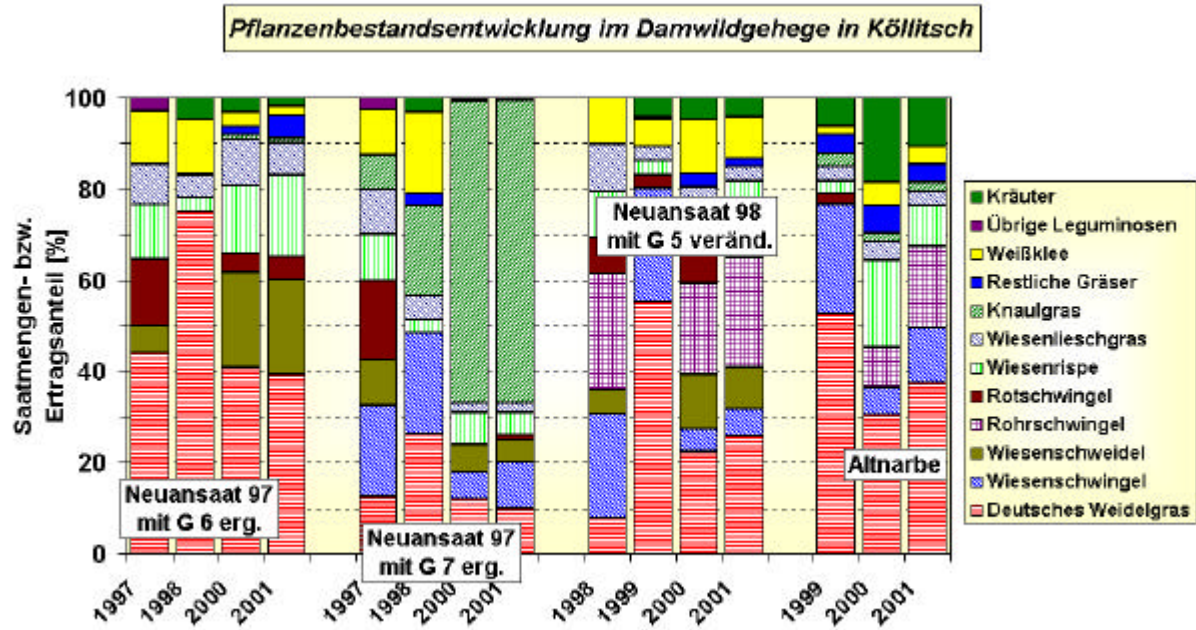


Abbildung 5.2-5: Schätzung der Ertragsanteile (EA) verschiedener Ansaatmischungen im Damwildgatter der Jahre 1998 bis 2001 (Quelle: LfL, FB 8, Ref. Grünland und Futterbau; unveröffentlicht)

### 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 Versuchsdauer wurde der durch Stickstoffmangel beeinflusste Gräserückgang 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 Nährstoffsaldo ausgewiesen. Der Maßstab für diese Bilanzierungen kann unterschiedlich gewählt werden. Er kann tiergezoogen, 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 ( $\text{NO}_3$ ) kann aus dem Sickerwasser in das Grundwasser transportiert werden und schränkt dessen Verwertung als Trinkwasser ein. Bei der Denitrifikation im Boden entsteht Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ), das an der Entstehung des Treibhauseffektes und an der Zerstörung der Ozonschicht beteiligt ist. Die mengenmäßig bedeutsamsten N-Verluste sind Ammoniakverdampfungen ( $\text{NH}_3$ ). 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 Nitratwaschung 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  $\text{NO}_3\text{-N}$ -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)  $\text{NO}_3\text{-}$ 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).

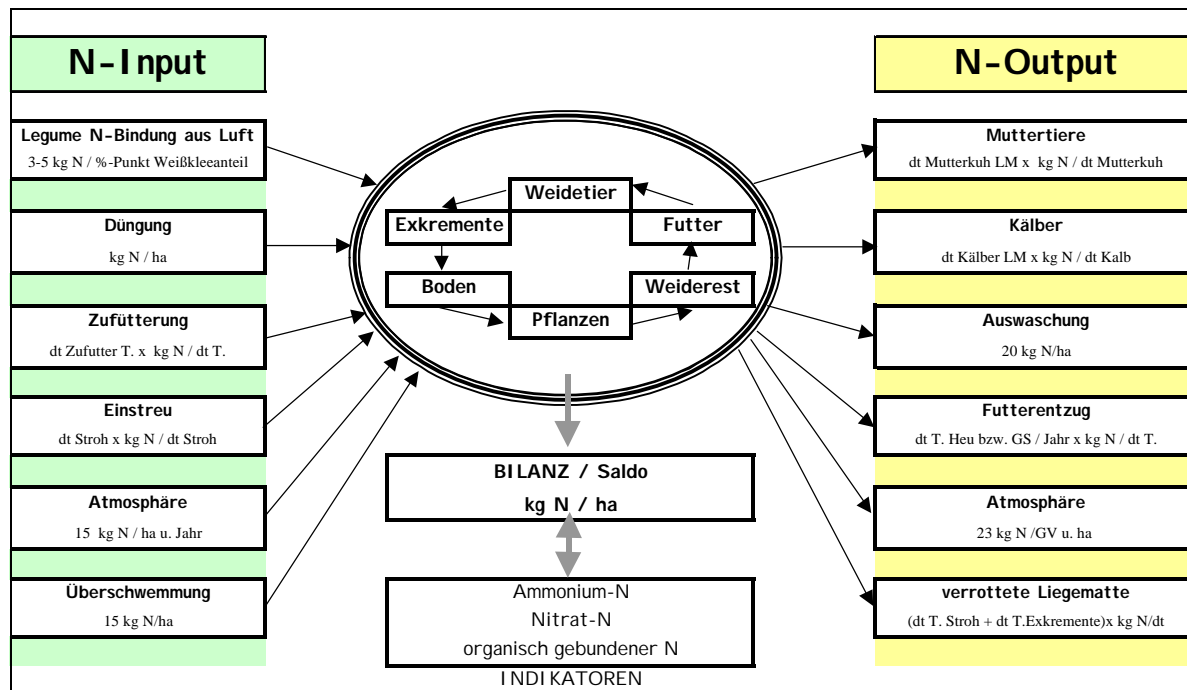
Bei der Weidebewirtschaftung ist die Stickstoffverwertungseffizienz durch die Rückführung der Exkremente deutlich herabgesetzt. Ebenso sind die Erträge bei Beweidung durch N-Rücklieferung über Kot und Harn, aber auch durch erhöhte Weißkleeanteile bei intensiver Weidenutzung höher als bei Mahd. Der bei 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
<b>INPUT</b>							
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
<b>Summe des N - Input</b>	<b>51,5</b>	<b>77,0</b>	<b>71,2</b>	<b>51,6</b>	<b>23,1</b>	<b>24,0</b>	<b>22,5</b>
<b>OUTPUT</b>							
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
<b>Summe des N - Input</b>	<b>60,6</b>	<b>79,6</b>	<b>65,7</b>	<b>102,5</b>	<b>20,0</b>	<b>64,9</b>	<b>79,4</b>
<b>N-BILANZ / N-SALDO</b>	<b>-9,1</b>	<b>-2,6</b>	<b>5,5</b>	<b>-50,9</b>	<b>3,1</b>	<b>-40,9</b>	<b>-56,9</b>

#### *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 Nährstoffaufsicherung 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.

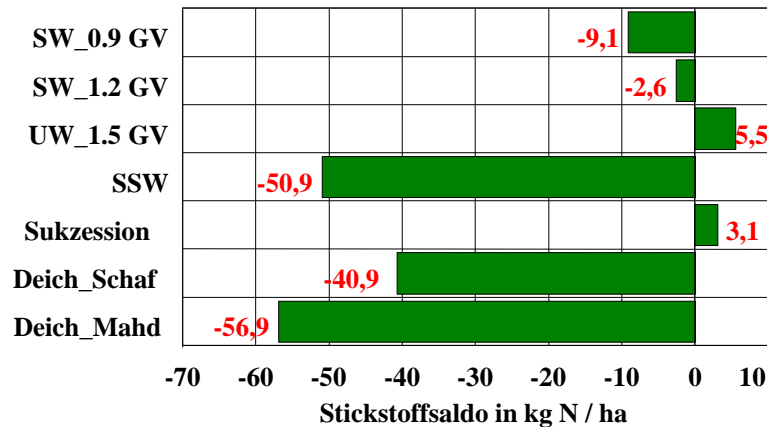


Abbildung 5.3-2: grafische Darstellung der Stickstoff-Bilanz der untersuchten Varianten im Jahr 2000

### 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 un gelenkten 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.