



Strategien zur standortspezifischen Grünlandansaat - Retrospektive Analyse von Selektionskriterien -

Erstellt von:

Universität Kassel

Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften,

Fachgebiet Futterbau und Grünlandökologie

Nordbahnhofstrasse 1a, D-37213 Witzenhausen

Tel.: +49 5542 981552, Fax: +49 5542 981556

E-Mail: spatz@mail.wiz.uni-kassel.de

Internet: <http://mars.wiz.uni-kassel.de/pfb/index.html>

Gefördert vom Bundesministerium für
Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau

Dieses Dokument ist über <http://forschung.oekolandbau.de> verfügbar.



Dieses Dokument ist in der Wissenschaftsplattform des Zentralen Internetportals "Ökologischer Landbau" archiviert und kann unter <http://www.orgprints.org/4757> heruntergeladen werden.

AN

**DIE GESCHÄFTSSTELLE BUNDESPROGRAMM ÖKOLOGISCHER LANDBAU
IN DER BUNDEANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG
FERDINAND-LASSALLE-STR. 1-5
53175 BONN**

TELEFON: 0228/4332-0

FAX: 069/1564-787

ABSCHLUSSBERICHT

Projektzeitraum 2003

**FÜR DAS PROGRAMM ZUR FÖRDERUNG VON F & E VORHABEN SOWIE VON
MAßNAHMEN ZUM TECHNOLOGIE- UND WISSENSTRANSFER
IM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU**

VON

**PROF. DR. GÜNTER SPATZ
DIPL. ING. THOMAS FRICKE
DIPL. ING. SARA GOTTARDI
UNIVERSITÄT KASSEL**

THEMA

**Strategien zur standortspezifischen Grünlandansaat
- Retrospektive Analyse von Selektionskriterien -**

Projekt zum Themenbereich:
Analysen zur ökologischen Saat- und Pflanzgutproduktion

Zuwendungsempfänger:

Fachbereich 11 Ökologische Agrarwissenschaften
Fachgebiet Futterbau und Grünlandökologie
Nordbahnhofstrasse 1a
37213 Witzenhausen
Ansprechpartner: Prof. Dr. Günter Spatz
Telefon: 05542/981552
E-mail: spatz@mail.wiz.uni-kassel.de

Förderkennzeichen:
02OE442

GLIEDERUNG

Inhalt	Seite
1. Ziele und Aufgabenstellung des Projektes, Bezug des Vorhabens zum Programm zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer im ökologischen Landbau	5
Planung und Ablauf des Projekts	6
Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	6
2. Material und Methoden	9
2.1 Standort	9
2.1.1 Untersuchungsgebiet	9
2.1.2 Vegetation	9
2.1.3 Klima – Witterung	9
2.1.4 Bewirtschaftung	11
2.2 Erhebungsmethoden	11
2.2.1 Räumliche Verteilung der Beprobungsflächen	11
2.2.2 Bodenuntersuchungen	12
2.2.3 Vegetationsaufnahmen	12
2.2.4 Trockenmasse-Erträge	13
2.2.5 Futterqualitäten	13
2.3 Datenverarbeitung und statistische Verfahren	13
2.4 Vor Projektbeginn vorliegende Daten	14

3. Ergebnisse – Diskussion	16
3.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	16
3.1.1 Standortparameter	16
3.1.2 Vegetation	20
3.1.2.1 Artenzusammensetzung	20
3.1.2.1.1 Gesamtfläche	20
3.1.2.1.2 Intensivfläche	25
3.1.2.1.3 Gesamtfläche und Intensivfläche	27
3.1.2.2 Biomasseerträge	28
3.1.2.3 Futterqualitäten	32
3.1.3 Interaktion Standort - Vegetation	39
3.1.4 Etablierungserfolg der angesäten Arten	57
3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus; ggf. Angaben zu Erfindungen / Schutzrechten; bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse	61
4. Zusammenfassung	63
5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen	65
6. Literaturverzeichnis	66
Anhang	71

1. Ziele und Aufgabenstellung des Projektes, Bezug des Vorhabens zum Programm zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer im ökologischen Landbau

Gesamtziel des Vorhabens

Defizit:

Das Grünland nimmt im ökologischen Landbau flächenmäßig eine große Bedeutung ein. An- und Nachsaaten erfolgen in der Regel mit Standardsaatgutmischungen, die häufig unzureichend an Standortgegebenheiten angepasst sind, mit der Folge, dass Arten und Sorten sich nicht oder nur unzureichend etablieren können. Teures ökologisches Saatgut wird somit verschwendet und es entstehen zusätzlich auch hohe Kosten durch verminderte Produktivität und Futterqualität des Grünlandaufwuchses.

Perspektive:

Die Ansaat standortangepasster Saatgutmischungen würde über eine dichte produktive Grünlandnarbe die Futterproduktion und den Stickstoffimport optimieren. Kosten für nicht standortangepasstes Saatgut, Ertragseinbußen und reduzierte Futterqualität können vermieden werden. Mit dem beantragten Projekt sollen Grundlagen für Saatmischungsempfehlungen abgeleitet werden, die auf bodenkundlichen und topographischen Daten basieren. Basis hierfür ist die retrospektive Analyse einer Grünlandansaats auf einem sehr heterogenen Standort in Verbindung mit einer Literaturlauswertung.

Die Ergebnisse der experimentellen Untersuchung und Literaturlauswertung münden in standortangepasste Ansaatempfehlungen in Verbindung mit einem exemplarischen Beispiel zur einfachen Umsetzung standortangepasster Ansaaten.

Bezug des Vorhabens zu förderpolitischen Zielen

Bei der großen Bedeutung des Grünlandes für den Ökologischen Landbau bietet die über standortangepasste Ansaat mögliche Optimierung des N-Importes und Verbesserung der Futtergrundlage eine wesentliche Basis zur Effizienz- und Produktivitätssteigerung. Die Wettbewerbsfähigkeit kann über diesen Teilbereich verbessert werden.

Wissenschaftliche und technische Arbeitsziele des Vorhabens

Vorrangig bestehen die wissenschaftlichen Ziele in einer Kausalanalyse der Etablierung von Grünlandarten in Beziehung zu Standortfaktoren mit multivariaten Verfahren (Gruppierungs- und Gradientenanalyse, multiple Regressionsanalyse). Unter besonderer Berücksichtigung der flächenhaften Auswirkungen erfolgt eine räumliche Analyse der Standort- und Bestandesheterogenität sowie deren Beziehung zueinander. Die räumlichen Analysen erfolgen über Geo-Informationssysteme (GIS) in Verbindung mit uni- und multivariater Statistik (Diversität-

sindizes, Korrelationsanalyse, Clusteranalyse). Über Diversitätsparameter werden weitgehend homogene Areale ermittelt, für die spezielle Ansaatbedingungen über die bestehenden Artenetablierungen ableitbar sind.

1.1 Planung und Ablauf des Projekts

Am Beispiel einer im Herbst 1998 angelegten einheitlichen Grünlandansaat auf einem bodenkundlich sehr heterogenen Standort sollte die Etablierung der angesäten Arten im 5. Jahr an 300 Rasterpunkten (200 Punkte ganzflächig im 50 m Raster und 100 Punkte in hoher Dichte im 6,25 m Raster auf einer Teilfläche des Standortes) überprüft werden.

Auf dem 20 ha großen Standort wurde eine einheitliche Saatmischung für Dauergrünland im Jahr 1998 ausgebracht und der Standort als Mähweide weitgehend einheitlich genutzt. Die standörtliche Etablierung einer Grünlandnarbe benötigt, je nach Artenentwicklung, mehrere Jahre. Es zeigten sich inzwischen deutliche Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen den einzelnen Teilstandorten. In der Vegetationsperiode 2003 sollte anhand einer Rasterbeprobung von 300 Punkten die Artenzusammensetzung, Biomasseentwicklung und an 200 Punkten auch die Futterqualität überprüft werden. Der Vergleichszeitpunkt mit der größten Aussage zur Standortdifferenzierung liegt vor der ersten Nutzung eines jeden Jahres.

Die Untersuchungen folgten dem im Antrag vorgelegten Rahmen, mit einer Ausnahme. Die penetrometrische Untersuchung des Bodens konnte wegen der schon im zeitigen Frühjahr aufgetretenen Trockenheit nicht durchgeführt werden.

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Die Literatur weist keine Arbeiten auf, bei denen Ansaaterfolg, Ausdauer, Produktivität oder Qualität der Grünlandnarbe in einem Standortvergleich bei ansonsten gleichen Ansaatvoraussetzungen und gleicher Bewirtschaftung verglichen werden. In der Regel lagen Wirkungskomplexe als Einflussgrößen vor, so dass eine Kausalanalyse auf die Wirkung von ausschließlich den Standortfaktoren allein aus den vorliegenden Arbeiten nicht möglich war. Nachfolgend werden einzelne Quellen genannt, die sich im weiteren Sinne mit Standortvergleichen und der Entwicklung von Ansaatmischungen befassen.

Untersuchungen zum Vergleich von Ansaatmischungen des Dauergrünlandes werden in der Regel als Parzellenversuche auf homogenen Standorten durchgeführt (SPATZ et AL., 1981; ARENS, 1986; BORSTEL, 1989; SCHALITZ u. PÖTZSCH, 1990; ADOLF, 1992; SCHÄFER, 1993).

Im Vordergrund stehen dabei öfter Fragestellungen zur Leistungsfähigkeit einzelnen Arten bzw. Sorten (HÜBNER, 1973; JACOB, 1980; SCHULZ, 1987; OPITZ von BOBERFELD u. ELLES, 1990; THEIß u. OPITZ von BOBERFELD, 1992) sowie zusätzlich auch im Zusammenhang mit spezifischen Nutzungshäufigkeiten (BLATTMANN, 1968).

Weiterhin wird der Förderung von *Trifolium repens* in Neuansaat große Aufmerksamkeit geschenkt. Hierzu untersuchten LEX u. SIMON (1993) beispielsweise den Einfluss von *Trifolium repens* auf Ertragsbildung bei verschiedenen Nutzungsintensitäten. Die Leistungsfähigkeit von Weißklee bei differenzierter N-Düngung betrachteten DYCKMANS (1989); KLÖCKER (1989) RIEDER (1989), VON BORSTEL (1989) und NEUENDORFF (1996). LEX (1989) bringt gefundene Zusammenhänge zusätzlich in Verbindung mit verschiedenen Ansaatverfahren.

Zur Ausdauer von Klee in Reinsaat und Gemischen liegen Arbeiten von SCHALITZ u. PÖTZSCH (1990) vor. WACHENDORF et AL. (2001) betrachten weiterhin das Überwinterungsverhalten von Weißklee in Gemischen. Parallel dazu liefen auch Untersuchungen zum möglichen Einfluss von *Trifolium repens* auf Ertrag und Futterqualität (BLATTMANN, 1968; DYCKMANS, 1989; KLÖCKER, 1989; VON BORSTEL, 1989; SCHALITZ u. PÖTZSCH, 1990). Als weiterer Schwerpunkt gilt die biologische N-Fixierungskapazität sowie ihre Quantifizierung. (u. a. DYCKMANS, 1987; BOLLER and NÖSBERGER, 1987; MALLARINO et AL., 1990; HØGH-JENSEN, H. and J.K. SCHJOERRING, 1994).

Zur Förderung des Kräuteranteils im Grünland liegen Untersuchungen von ISSELSTEIN (1991) bzw. KÄDING u. PETRICH (1997) vor. Einen direkten Zusammenhang zwischen Anteil junger Grünlandkräuter im Futter und hohen Energiedichten sowie guten Verdaulichkeiten weisen SPATZ u. BAUMGARTNER (1990) nach.

Die Bedeutung verschiedener Nutzungsintensitäten für die Entwicklung eines neuangesäten artenreichen Grünlandbestandes aus botanisch - pflanzensoziologischer Sicht und seine damit verbundene Leistungsfähigkeit betrachten VOIGTLÄNDER et AL. (1971) in ihren Untersuchungen. Es wurde außerdem geprüft, welchen Einfluss eine zunehmende Nutzungsintensität auf Leistungsdauer (JACOB, 1980) sowie Ertrag und Qualitätsbildung (BAUER et AL., 1994) von Ansaatmischungen hat. Jänicke (2002) betrachtete das Leistungsvermögen von Ansaatmischungen unter betriebsüblicher Bewirtschaftung.

In den meisten Versuchen zur Weidenutzung sind Pflege und Nutzung nur simuliert (OPITZ von BOBERFELD, 1977; SPATZ et AL., 1981; SCHULZ, 1987; VON BORSTEL, 1989; ELGERSMA, 1998) und daher häufig sehr einheitlich. Die Ergebnisse sind somit also nicht ohne weiteres auf eine praxisnahe Weidenutzung übertragbar. Es gibt nur wenige Untersuchungen unter realen Praxisbedingungen (KLÖCKER, 1974; SCHALITZ u. PÖTZSCH, 1990).

Den Erfolg einer Ansaatmischung kennzeichnen große Wechselwirkungen zwischen den Arten. Der Parameter Konkurrenzfähigkeit sowohl zwischen den Arten als auch Sorten innerhalb eines Bestandes (STÄHLIN et AL., 1971; MOTT u. LENNARTZ, 1977; CALMIN, 1981; BAAN HOFMAN and ENNIK, 1980; COLLINS and RHODES, 1989) wurde zusätzlich auch bei unterschiedlichen Nutzungsfrequenzen (NASSIRI and ERLGERSMA, 1998; ELGERSMA et AL., 1998) sowie bei Wassermangel (GRIEU et AL., 2001) untersucht. Aussagen zum Einfluss dieser intraspezifischen Konkurrenz auf die Berechnung einer entsprechenden Artenmischung hat ARENS (1973) zusammengestellt.

Langjährige und zahlreiche Untersuchungen zu standortangepassten Gräsermischungen und ihren Ansaatverfahren brachten lediglich gesicherte Erkenntnisse und verbindliche Empfehlungen für Flusstandorte - z. B. Elbe-Deichvorland – (ADOLF et AL., 1989; BISCHOFF et AL., 1989; BISCHOFF u. ADOLF, 1992/a; ADOLF u. BISCHOFF, 1992; BISCHOFF u. ADOLF, 1992/b; BISCHOFF u. ADOLF, 1992/c; ADOLF u. WAGNER 1994/a,b).

Versuche, die auch Vergleiche zwischen Standorten berücksichtigen, betrachten hingegen nur wenige Lagen, die sich zudem nicht nur in Boden und Topographie, sondern auch im Klima (insbesondere der Niederschlagshöhe) unterscheiden (MOTT, 1973; SPATZ et AL., 1981; GERL, 2000). Echte Standortvergleiche, die sich ausschließlich auf geogene und pedogene Ursachen in Verbindung mit der Topographie beziehen und als Grundlage für eine teilfläche-spezifische Bewirtschaftung dienen können, gibt es bisher nicht.

2. Material und Methoden

2.1 Standort

2.1.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet Mühlberg, Teilfläche des Versuchsbetriebs für ökologische Landwirtschaft „Hessische Staatsdomäne Frankenhausen“ der Universität Kassel umfasst ca. 20 ha. Der Standort umspannt 32 m Höhenunterschied (218 - 250 m ü. NN) und weist ein ausgeprägtes Geländere Relief auf. Er ist vorwiegend in nordwestlicher Richtung exponiert und von Hangneigungen bis 20% geprägt.

Die geologischen Formationen umfassen den oberen Buntsandstein (Röt), der großenteils mit Löss und Kolluvien in unterschiedlicher Mächtigkeit überdeckt wird. Auen und Hangbereiche sind durch Stau- und Hangwasser geprägt. Diese Voraussetzungen haben zu einem breiten Spektrum unterschiedlicher Bodentypen auf der Untersuchungsfläche geführt.

2.1.2 Vegetation

Vor der Übernahme der Domäne durch die Universität Kassel im Jahr 1998 wurde die Mühlbergfläche 20 Jahre lang als Acker genutzt.

Im Herbst 1998 erfolgte auf der Untersuchungsfläche eine einheitliche Neuansaat der Grünlandnarbe. Die Zusammenstellung der Mischung wird in Tab. 1 wiedergegeben. Das Ausbringen des Saatgutes erfolgte mit Drillmaschine.

Tab. 1: Ansaatmischung auf der Untersuchungsfläche

Arten	Sorten	Saatmenge in kg ha ⁻¹	
Lolium perenne	früh	early Liprinta	1
	mittel	medium Lihersa	1
	spät	late Limes	2
Festuca pratensis	medium Leiflix	4	
Dactylis glomerata	late Lidagio	3	
Phleum pratensis	medium Lirocco	1.5	
Poa pratensis	early Limagio	3	
Festuca rubra	late Tridano	2	
Trifolium repens	Lirepa	4	
Aussaatzmenge insgesamt		21.5	

2.1.3 Klima – Witterung

Im langjährigen Mittel weist der Standort einen durchschnittlichen Jahresniederschlag von 650 mm und eine Jahresdurchschnittstemperatur von 8,5°C auf. In Abb. 2 ist der Witterungsverlauf vom Versuchsjahr 2003 und 2 Jahre vor Versuchsbeginn dargestellt.

Im Frühjahr 2003 wurde das Wachstum der Grünlandnarbe durch bis Mitte April aufgetretene Fröste sehr stark verzögert (Abb.3).

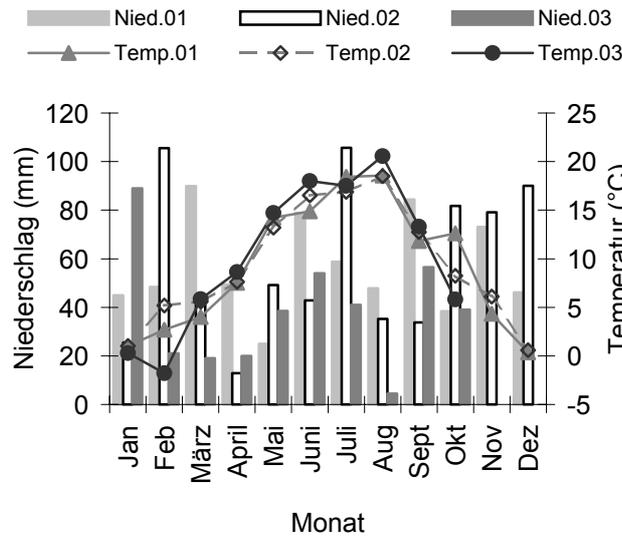


Abb. 2: Wetterdaten aus dem Untersuchungsjahr 2003 und aus den Jahren 2001 und 2002: Monatliches Mittel der Lufttemperatur und monatliche Niederschlagsmengen in Frankenhausen (bei fehlenden Daten aus Kassel-Calden)

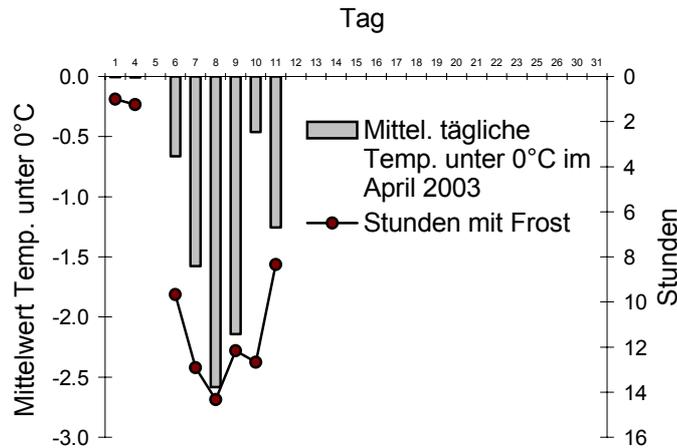


Abb. 3: Mittelwerte der täglichen Temperatur unter 0°C im April 2003 (Wetterstation Frankenhausen und Kassel-Calden)

Tab. 2: Jährliche Niederschlagssumme (Vegetationsperiode von April bis Oktober), Jahresdurchschnittstemperatur und Durchschnittstemperatur der Vegetationsperioden der Jahre 2001 bis 2003 (Wetterstation Frankenhausen und Kassel-Calden)

	2001	2002	2003
Jährliche Niederschlagssumme (mm)	685,3	702,5	382,5*
Jahresdurchschnittstemperatur (°C)	9,2	9,3	10,3*
Vegetationsperiode-Niederschlagssumme (mm)	382,8	361,3	253,5
Vegetationsperiode-Durchschnittstemperatur (°C)	14	13,4	14,1

* Niederschlagssumme und Durchschnittstemperatur (Januar - Oktober 2003)

Im selben Jahr waren Frühjahr und Sommer durch ein hohes Niederschlagsdefizit geprägt. In Tab. 2 sind die Niederschlags- und Temperaturdaten in Form von Mittelwerten des Jahres und der Vegetationsperiode zusammengestellt. Das Jahr 2003 kann, unter Berücksichtigung der Bodenverhältnisse insgesamt, als extrem trocken angesehen werden.

2.1.4 Bewirtschaftung

In den ersten beiden Jahren nach Ansaat wurde die Fläche einheitlich gemäht, da noch kein Viehbestand auf dem Betrieb vorhanden war. Seit 2001 erfolgte die Bewirtschaftung als Mähweide, wobei die gemähten und beweideten Flächen alternierend zwischen den Jahren wechselten. So konnte im Zeitraum seit Ansaat eine weitgehend einheitliche Nutzung umgesetzt werden.

2.2 Erhebungsmethoden

2.2.1 Räumliche Verteilung der Beprobungsflächen

Die Beprobung der Gesamtfläche folgte einem 25 m Raster (entsprechend 200 Punkte auf 20 ha) bei einer Probenflächengröße von 1 m². Zusätzlich erfolgte eine dichtere Beprobung (=100 Punkte) auf einer 50 x 50 m großen Teilfläche in einem Raster, das einer vielfachen Unterteilung des ganzflächigen 50 m Rasters entsprach und ein Intervall von 6,25 m hatte (nachfolgend Intensivfläche genannt).

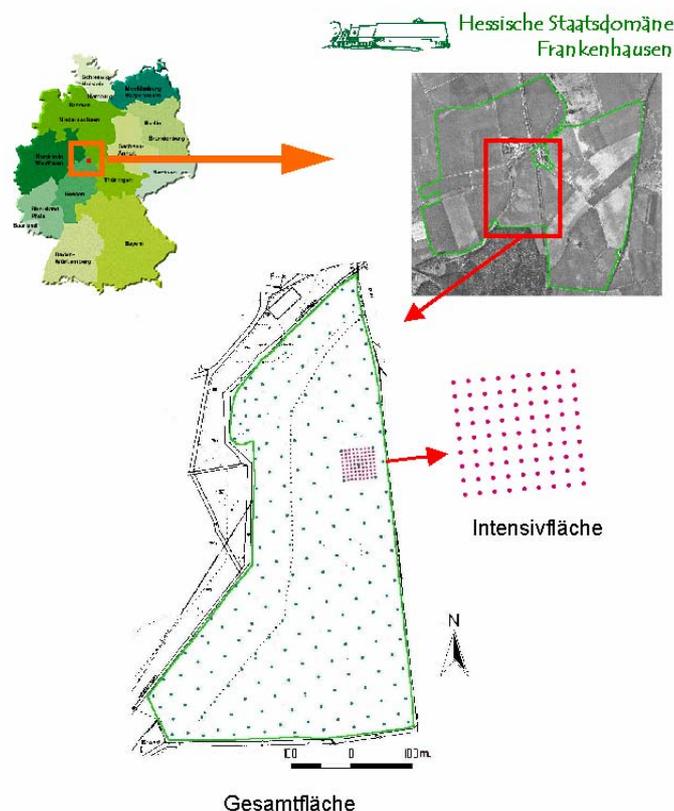


Abb.4: Probenflächenverteilung auf der Gesamtfläche und auf der feingerasterten Teilfläche

Die Probenflächenverteilung auf der Gesamtfläche und auf der feingerasterten Teilfläche „Intensivfläche“ wird in Abb.4 dargestellt.

2.2.2 Bodenuntersuchungen

Für die Punkte der feingerasterten Teilfläche erfolgte eine Bodenkartierung mit Bohrstock. Die Profilsprache wurde gemäß den Richtlinien der Bodenkundlichen Kartieranleitung KA4 (AG BODENKUNDE 1994) durchgeführt. Für die Textur wurden die metrischen Mittelwerte der geschätzten Klassen der KA 4 übernommen.

Auf den gleichen Stellen fand die Entnahme von Bodenproben in zwei Tiefen (0-7 cm und 7-15 cm) statt. Die Laboruntersuchungen wurden teilweise an der Lufa Kassel und teilweise am Fachgebiet Bodenkunde der Universität Kassel durchgeführt.

Es wurden Grundnährstoffe Mg- (CaCl_2), K_2O - (CAL), P_2O_5 -Gehalt (CAL), pH-Wert (CaCl_2), Gesamtkohlenstoff und Gesamtstickstoff (Elementaranalysator) sowie organischer Kohlenstoff (Scheibler) analysiert.

An diesen Stellen wurde dem Boden auch eine Volumenprobe mit Stechzylinder entnommen. Dadurch wurden Lagerungsdichte, gravimetrisches Wasservolumen und Steingewicht festgestellt.

Auf der Gesamtfläche und der feingerasterten Teilfläche erfolgte im Frühjahr die Messung der scheinbaren elektrischen Leitfähigkeit des Bodens (nach dem Messsystem ESMS - Elektromagnetic Soil Mapping System / Elektromagnetisches Bodenkartierungssystem - EM38). Durch bahnenförmiges Abfahren der Fläche im Abstand von je 5 m führte die Firma Agricon die Messung durch. Da die Befahrung im Frühjahr bei Feldkapazität erfolgte, lassen sich in erster Linie Aussagen zur Textur des Bodens treffen (MCNEILL, 1980; LÜCK and EISENREICH, 1999; SCHMIDHALTER and ZINZEL, 1999).

Die im Projekt vorgesehene Penetrometriemessung des Bodens konnte aufgrund der trockenen Bodenverhältnisse am Versuchsstandort nicht durchgeführt werden.

2.2.3 Vegetationsaufnahmen

Die Artenzusammensetzung der Grünlandnarbe wurde anhand von Ertragsanteilschätzungen nach KLAPP (VOIGTLÄNDER u. VOß, 1979) erfasst. Auf den 200 Rasterpunkten des ganzflächigen 50 m Rasters und der Intensivuntersuchung erfolgte die Erhebung vor der ersten Nutzung. Nur zu diesem Zeitpunkt können aktuelle Nutzungseinflüsse auf die Grünlandnarbe ausgeschlossen und Ursachen für die Artenzusammensetzung in erster Linie auf Standortgegebenheiten zurückgeführt werden.

Um möglichst präzise Interpretationen zwischen Ertragsmessungen und Vegetation zu ermöglichen, werden die Vegetationsaufnahmen nicht auf entsprechenden Minimumarealen (16 - 25 m^2) (VOIGTLÄNDER u. VOß, 1979), sondern einer kleineren, für hohe Probedichten angewand-

ten Größe von 1 m² erhoben (GEYGER, 1964; 'T MANNETJE and JONES, 2000), entsprechend den Mess- und Schnittflächen. Die Bestimmung der Arten erfolgte nach Rothmaler (1994).

2.2.4 Trockenmasse-Erträge

Als konkrete Ertragserfassung erfolgte Anfang Mai vor der ersten Nutzung (Weideauftrieb) ein Ertragsschnitt. Dieser wurde auf allen 300 1 m² großen Probestellen durchgeführt. Die frische Phytomasse wurde bei einer Schnitthöhe in 5 cm erfasst, der Trockenmasseertrag nach 60°C-Trocknung (48 h im Umluftofen).

2.2.5 Futterqualitäten

Die 200 Ertragsschnittproben der Gesamtfläche wurden mit NIRS-Messung (Nah-Infrarot-Reflexionsspektroskopie) im Labor des Fachgebietes Tierernährung und Tiergesundheit der Universität Kassel auf ihre Futterqualität hin untersucht. Zuvor wurden sie gemahlen und auf 1 mm abgeseibt.

Die Inhaltsstoffe wurden als Roh Nährstofffraktionen ermittelt. Die Erstellung der NIRS-Kalibration erfolgte nach der Weender Analyse (NAUMANN u. BASSLER, 1983).

Bestimmt wurden Rohfaser-, Rohprotein-, Rohfett- und Rohaschegehalt (Veraschung im Muffelofen). Die Angabe über die Roh Nährstofffraktionen beziehen sich auf die Trockensubstanz bei 105 °C.

2.3 Datenverarbeitung und statistische Verfahren

Die Daten der Vegetationsaufnahmen wurden für die Gesamtfläche und Intensivfläche getrennt multivariat analysiert. Mit dem Programm Mulva-5 (WILDI and ORLOCI, 1996) erfolgte eine Gruppierung der Vegetationsdaten mit Hilfe der Clusteranalyse über eine Ähnlichkeitsmatrix mit Van der Maarels-Koeffizient (WESTHOFF and VAN DER MAAREL, 1978) und einer Gruppenbildung nach dem Minimum Variance Clustering-Verfahren (ORLOCI, 1967). Den Gruppen wurden Standort- und Bestandscharakteristika der Probefläche zugeordnet und im Zusammenhang mit diesen entsprechend interpretiert.

Die an den Beprobungspunkten erhobenen topografischen Daten wurden im SPANS-GIS über eine gewichtete Mittelwertbildung zu flächenhaften Datenebenen berechnet.

Die Korrelation zwischen den spezifischen Ertragsanteilen der Arten und zu den Standortfaktoren wurde anhand des Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten bestimmt. Das Verfahren wurde für die Aufnahmen der Gesamtfläche sowie für die der Intensivfläche durchgeführt. Die Auswertung erfolgte mit dem Programm SPSS (release 10.0, SPSS Inc., 1999).

Die Artenanteile wurden auch mit einer multiplen Regression (Methode: stepwise in SPSS) analysiert. In das Modell wurden nachfolgende unabhängige Variablen aufgenommen: Lagerungsdichte, Steingewicht, Kornfraktionen des Bodens, elektrische Leitfähigkeit, Hangneigung und Hangrichtung. Es wurden zusätzlich pH-Wert, Mg-, K₂O-, P₂O₅-, C_t-, C_{org}- und N_t-Gehalte (jeweils in beiden Tiefen) aufgenommen.

Der Zusammenhang zwischen einzelnen Variablen und der Vegetationsstruktur der Gesamtfläche wurde mit direkter Ordination anhand einer RDA (Redundanzanalyse) (JONGMAN et AL. 1987; RAO, 1964) untersucht. Es handelt sich um die kanonische Form einer PCA (Hauptkomponentenanalyse). Die Analyse wurde mit dem Programmpaket CANOCO (TER BRAAK, 1987/b) und mittels Monte Carlo-Permutationstest auf Signifikanz geprüft.

Für alle Analysen hinsichtlich der Beziehung zwischen Grünlandaspekten und Standorteigenschaften gelten Artenzusammensetzung, Biomasse und deren Qualitätsparameter als Merkmals- bzw. Ergebnisebenen. Alle anderen Daten werden als unabhängige Variablen und damit als Einflussgrößen herangezogen.

Zur Erzeugung räumlicher Karten wurden die punktuell erhobenen Daten nach der Inversen-Distanz-Methode (IDW) mit einer Wichtung der Distanz von $1/10^1$ im GIS-Programm ARC/View 3.2 erstellt. Auch für die Darstellung der mittels Clusteranalyse ermittelten Gruppen unterschiedlicher Vegetationsprägung erfolgte hier die Erzeugung von flächenhaften Karten durch Berechnung von Thiessen-Polygonen (Gültigkeitsbereiche gleicher Eigenschaften mit kürzester Entfernung zum nächsten Referenzpunkt).

Die kartographische Aufbereitung der Pflanzenartenverteilung angesäter Arten erfolgte nach der Methode „Contouring“ in Spans 7.0. Diese entspricht der Triangulation mit linearer Interpolation zwischen den Messpunkten unter Beibehaltung derer Werthöhen.

2.4 Vor Projektbeginn vorliegende Daten

Von einer Boden- Standortkartierung, die in 25 m Rasterweite erfolgte, stammen Daten zur Profilansprache nach Kartieranleitung KA4 (Abb. 5) und Untersuchungen von Bodenproben aus 0 - 15 cm Tiefe auf Grundnährstoffe, Gesamtkohlenstoff (C_t) und Gesamtstickstoff (N_t). Auf den gleichen Stellen wurde eine Volumenprobe vom Boden zur Ermittlung von Lagerungsdichte, gravimetrischem Wasservolumen und Steingewicht entnommen. Der Wassergehalt im Boden in Vol. % wurde zu zwei verschiedenen Zeitpunkten ermittelt. Erstmals für die Gesamtfläche im Herbst 2001 im 50m Raster, ein weiteres mal im Frühjahr 2003 für die zwischen dem „alten“ Raster liegenden Punkte (ebenfalls 50m Raster). Für den Bodenwassergehalt erscheinen daher 2 Messreihen (2001 – 1. Messung, 2003 - 2. Messung).

Ein präzises digitales Geländemodell (horizontale Messgenauigkeit 1-2 cm) wurde durch Vermessung der Gesamtfläche mit einem Präzisions-GPS (montiert auf einem Gelände –

Vierrad (Quad)) erstellt. Dazu wurde die Gesamtfläche streifenweise im 5 m - Abstand befahren und nach jeweils 5 Metern Position und Höhe gemessen und gespeichert (Abb. 6). Die Daten wurden zur Ableitung von Hangneigung und Hangrichtung im Zuge einer Reliefanalyse in ARC/View herangezogen.

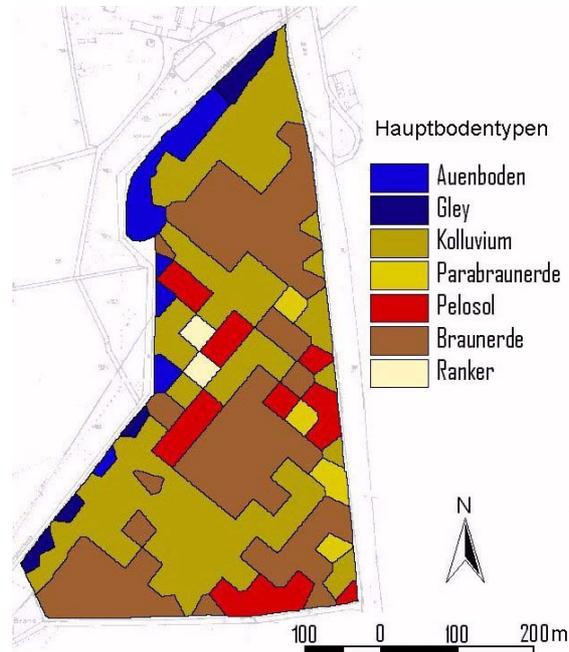


Abb. 5: Leitbodentypen des Grünlandstandortes Mühlberg. Übergangstypen sind nicht dargestellt, sondern dem dominierenden Bodentyp zugeordnet. Darstellung der Karte als Thiessenpolygone der 25 m-Rasterbodenkartierung.

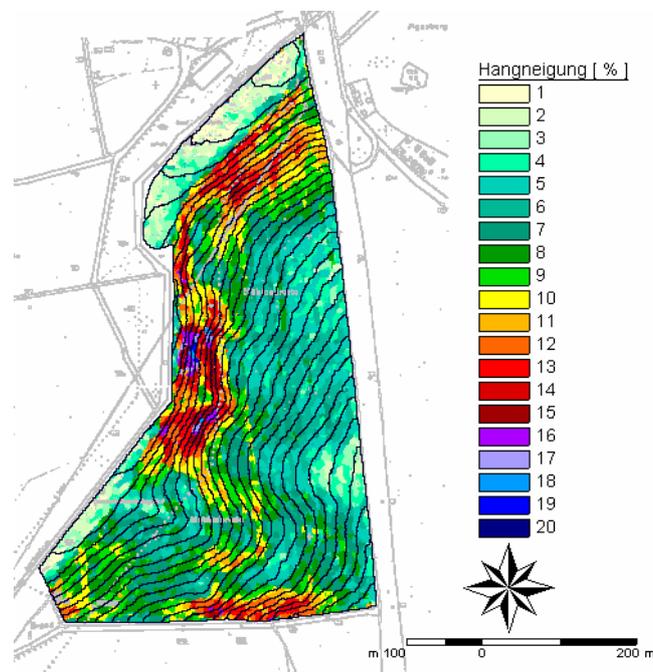


Abb. 6: Hangneigungen und Höhenlinien des Grünlandstandortes Mühlberg. Höchste Erhebung im Südosten: 250 m.

3. ERGEBNISSE – DISKUSSION

3.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

3.1.1 Standortparameter

Die Standortfaktoren verfügen insgesamt über eine große Variationsbreite (Tab. 3). Der Versuchsstandort weist demnach sehr heterogene Eigenschaften auf.

Tab. 3: Standortparameter der **Gesamtfläche**, die zur ökologischen Auswertung herangezogen wurden.

Parameter	Einheit	Abkürzung	Mittelwert	Min.	Max.
pH-Wert 0-7 cm Tiefe	-	pH_7	6.76	5.94	7.51
Phosphor 0-7 cm Tiefe	mg/100g	P2O5_7	15.82	2.86	42
Kalium 0-7 cm Tiefe	mg/100g	K2O_7	24.47	8	51.2
Magnesium 0-7 cm Tiefe	mg/100g	Mg_7	20.97	8.8	38
Gesamtkohlenstoff 0-7 cm Tiefe	%	Ct_7	1.95	1.27	3.22
Organischer Kohlenstoff 0-7 cm Tiefe	%	Corg_7	1.82	1.05	3.15
Gesamtstickstoff 0-7 cm Tiefe	%	Nt_7	0.21	0.13	0.35
pH-Wert 7-15 cm Tiefe	-	pH_15	6.80	6.20	7.50
Phosphor 7-15 cm Tiefe	mg/100g	P2O5_15	15.81	4	54
Kalium 7-15 cm Tiefe	mg/100g	K2O_15	22.67	8	42
Magnesium 7-15 cm Tiefe	mg/100g	Mg_15	23.23	11	38
Gesamtkohlenstoff 7-15 cm Tiefe	%	Ct_15	1.86	1.17	3.05
Organischer Kohlenstoff 7-15 cm Tiefe	%	Corg_15	1.75	0.93	3.05
Gesamtstickstoff 7-15 cm Tiefe	%	Nt_15	0.20	0.13	0.35
Tonfraktion	Masse-%	Ton_frakt	25.23	14.50	55
Schlufffraktion	Masse-%	Schluff_frakt	70.79	42.5	76.5
Sandfraktion	Masse-%	Sand_frakt	8.38	5	12.5
Lagerungsdichte	g/cm ³	Ld	1.52	1.21	1.77
Wassergehalt (1. Messung)	Vol. %	Wass1	39.9	31.9	53.1
Wassergehalt (2. Messung)	Vol. %	Wass2	28.3	19.8	48
Steingewicht	Gew.-%	Steine	8.04	0.33	32.11
Hangneigung	%	Slp	7.17	0	16
Hangrichtung	°	Asp	291.8	6	359.7
Elektrische Leitfähigkeit	mS/m	EM38	32.37	17.9	44
Bodenzahl	-	BOD_ZA	43.51	0	70
Ackerzahl	-	ACK_ZA	39.71	0	69
Grünlandzahl	-	GRU_ZA	8.8	0	60

An dieser Stelle werden einige der gemessenen Umweltvariablen als Karten dargestellt, um die Heterogenität zu verdeutlichen (Abb. 7 - 8 - 9).

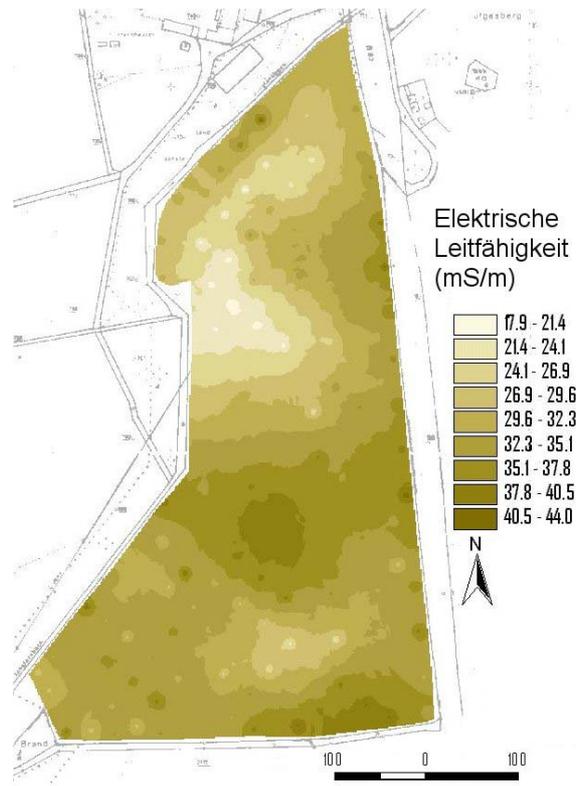


Abb. 7: Darstellung der interpolierten elektrischen Leitfähigkeit EM38 (mS/m) über inverse Distanzwichtung der Gesamtfläche

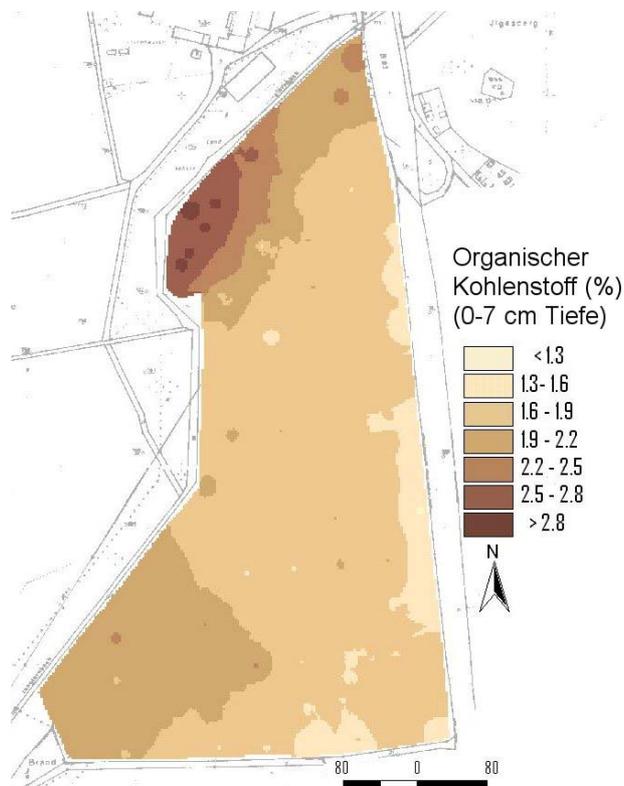


Abb. 8: Darstellung des interpolierten organischen Kohlenstoff-Gehaltes (%) (0-7 cm Tiefe) über inverse Distanzwichtung der Gesamtfläche

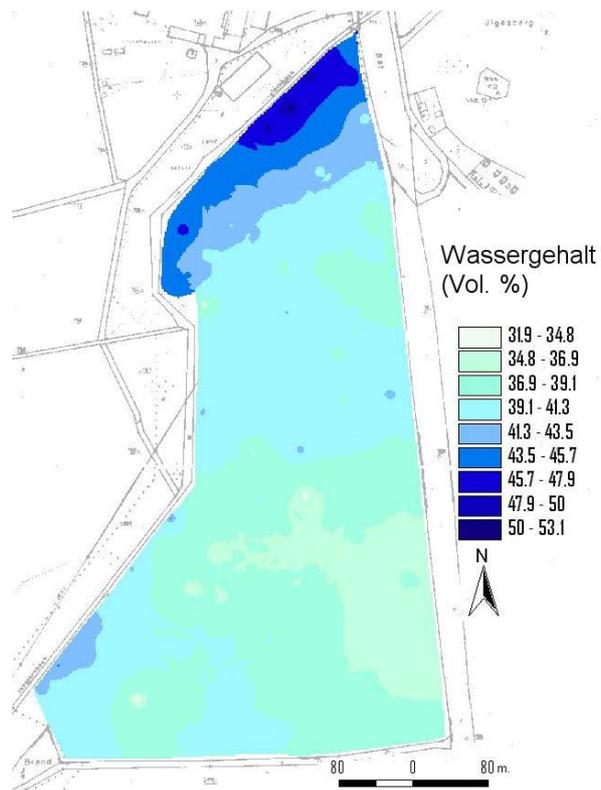


Abb. 9: Darstellung des interpolierten Wassergehaltes (Vol. %) im Boden über inverse Distanzgewichtung der Gesamtfläche (1. Messung, 2001 - 50 m Raster)

Die Standortfaktoren für die Intensivfläche, die im Laufe des Berichtszeitraums untersucht worden sind, werden in Tabelle 4 zusammengefasst. Als Beispiel sind auch die Verteilungen der Mg- und P_2O_5 -Gehalte für den Oberboden dargestellt (Abb. 10).

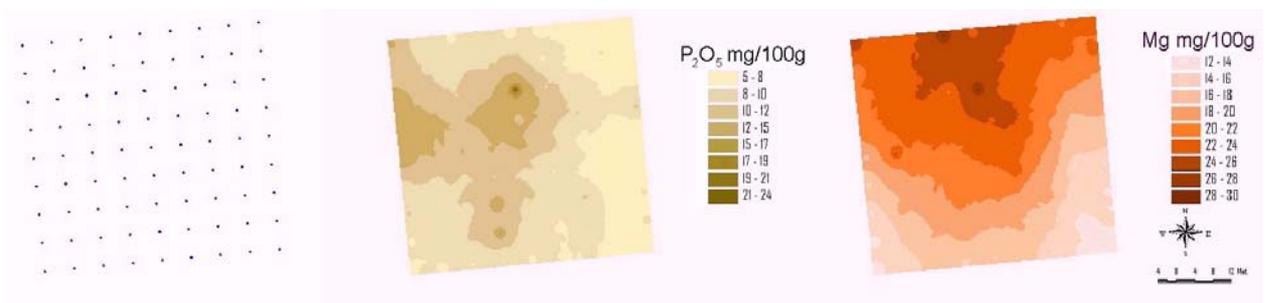


Abb. 10: Darstellung des interpolierten Mg- und P_2O_5 -Gehaltes über inverse Distanzgewichtung der feingerasterten Fläche

Tab. 4: Darstellung der Mittelwerte, Minima und Maxima der erhobenen Standortparameterwerte für die Intensivfläche

Parameter	Einheit	Abkürzung	Mittelwert	Min.	Max.
pH-Wert bis 0-7 cm Tiefe	-	pH_7	6,28	5,9	6,8
Phosphor 0-7 cm Tiefe	mg/100g	P2O5_7	11,01	5	39
Kalium 0-7 cm Tiefe	mg/100g	K2O_7	33,76	17	96
Magnesium 0-7 cm Tiefe	mg/100g	Mg_7	21,55	12	32
Gesamtkohlenstoff 0-7 cm Tiefe	%	Ct_7	2,02	1,45	3,23
Organischer Kohlenstoff 0-7 cm Tiefe	%	Corg_7	1,94	1,6	3
Gesamtstickstoff 0-7 cm Tiefe	%	Nt_7	0,21	0,16	0,28
pH-Wert 7-15 cm Tiefe	-	pH_15	6,39	6,10	6,8
Phosphor 7-15 cm Tiefe	mg/100g	P2O5_15	9,44	5	17
Kalium 7-15 cm Tiefe	mg/100g	K2O_15	22,36	13	54
Magnesium 7-15 cm Tiefe	mg/100g	Mg_15	19,44	12	25
Gesamtkohlenstoff 7-15 cm Tiefe	%	Ct_15	1,67	1,28	2,43
Organischer Kohlenstoff 7-15 cm Tiefe	%	Corg_15	1,58	1,4	2
Gesamtstickstoff 7-15 cm Tiefe	%	Nt_15	0,19	0,15	0,26
Tonfraktion	Masse-%	Ton_frakt	23,04	14,5	37,5
Schlufffraktion	Masse-%	Schluff_frakt	73,05	76,5	57,5
Sandfraktion	Masse-%	Sand_frakt	8,27	5	11,5
Lagerungsdichte	g/cm ³	Ld	1,51	1,38	1,62
Steingewicht	Gew.-%	Steine	10,47	1,20	26,01
Wassergehalt	Vol.-%	Wass	35,6	32,2	40,24
Hangneigung	%	Slp	4,69	2	7,02
Hangrichtung	°	Asp	300,88	281,01	325,59
Elektrische Leitfähigkeit	mS/m	EM38	32,44	24,1	36
Bodenzahl	-	BOD_ZA	46,5	45	51
Ackerzahl	-	ACK_ZA	43,83	49	42
Grünlandzahl	-	GRU_ZA	0	0	0

3.1.2 Vegetation

3.1.2.1 Artenzusammensetzung

3.1.2.1.1 Gesamtfläche

Die Artenzusammensetzung der Untersuchungspartellen wurde getrennt für die Gesamt- und Intensivfläche multivariat analysiert. Dadurch entstanden 12 Vegetationsgruppen für die Gesamtfläche und 6 für die Intensivfläche. Den Gruppen wurden Standort- und Bestandscharakteristika der jeweils zugehörigen Probenflächen zugeordnet und interpretiert.

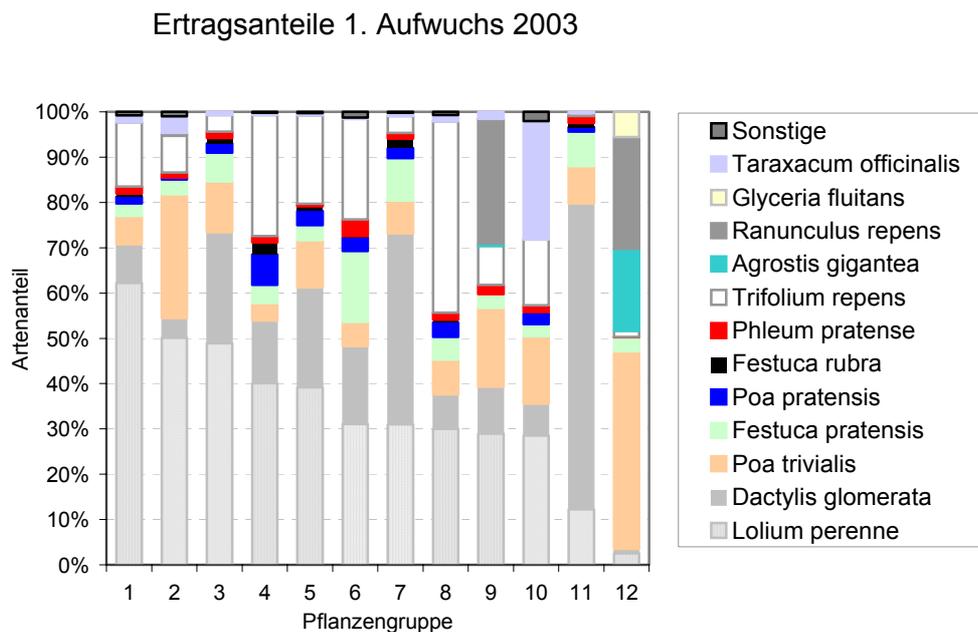


Abb. 11: Mittlere Ertragsanteile der dominantesten Arten in den 12 nach Clusteranalyse gebildeten Gruppen. Die Pflanzengruppen wurden nach der Dominanz von *Lolium perenne* geordnet.

Die Artenzusammensetzung der ermittelten Pflanzengruppen auf der Gesamtfläche ist in Abb. 11 für die dominanten Arten dargestellt. Alle nachfolgenden Ausführungen zu den Parametern pH, Mg, P₂O₅, K₂O, C_t und N_t beziehen sich auf die Bodentiefe von 0-7 cm.

Nachfolgend werden die einzelnen Gruppen bezüglich der Standortfaktoren interpretiert.

Pflanzengruppe 1:

Sie umfasst 19 Parzellen und deckt 9,8% der Weidefläche ab. Die Hauptbestandsbildner der Vegetation sind *Lolium perenne* (Ø 62%), *Dactylis glomerata* (Ø 8,4%), *Poa trivialis* (Ø 6,2%) und *Trifolium repens* (Ø 14,1%).

Diese Pflanzengruppe wurde, neben dem Vorkommen auf Braunerde (n=9), auch auf Kolluvium (n=8) sowie Böden mit stark tonigem Schluffanteil (Ut4) (n=11) und stark schluffigem Ton (Tu4) (n=6) vorgefunden (Tab. 5 und Tab. 6).

Innerhalb dieser Gruppe kommen sowohl die niedrigsten Grünlandzahlen als auch die höchsten Ackerzahlen bezogen auf die Gruppenmittelwerte vor.

Tab. 5: Verteilung der Probenflächen innerhalb der Pflanzengruppen (Gr.) auf den vorhandenen Bodentypen (angegeben ist die Anzahl der Untersuchungspartellen)

Pflanzengruppen	Bodentyp												
	Kolluvium	Braunerde	Braunerde - Auenboden	Pelisol	Braunerde- Pelisol	Parabraunerde	Gley	Pseudogley- Braunerde	Gley- Auenboden	Braunerde- Ranker	Gley- Kolluvium	Kolluvium- Pseudogley	Pseudogley- Kolluvium -
Gr. 1 (n=19)	8	9	1				1						
Gr. 2 (n=8)	3	3	1						1				
Gr. 3 (n=22)	9	7			3			1				1	1
Gr. 4 (n=24)	4	11		1	3					2			
Gr. 5 (n=18)	5	8	3		2								
Gr. 6 (n=9)	2	5			2								
Gr. 7 (n=20)	13	3	1			2							
Gr. 8 (n=28)	6	11	2		4	1	1		1		1		1
Gr. 9 (n=5)	1		1				2				1		
Gr. 10 (n=3)	1				1				1				
Gr. 11 (n=26)	19	3	1			2					1		
Gr. 12 (n=4)							3					1	

Pflanzengruppe 2:

Zu dieser Gruppe gehören 8 Untersuchungspartellen, die 3,5% der Gesamtfläche abdecken. Die wichtigsten Bestandsbildner waren *Lolium perenne* (Ø 49,9%), *Poa trivialis* (Ø 27,2%) und *Trifolium repens* (Ø 8%). Hervorzuheben ist das Vorkommen von *Taraxacum officinalis* mit einem Anteil von 3,6 %.

Die mittleren Nt- und Kaliumgehalte sowie die Hangneigung liegen bei 0,2%, 29,9 mg/100g bzw. 5,3%. Die Gruppe kam neben Braunerde (n=3) und Kolluvium (n=3) auch auf Böden mit stark tonigem Schluff (Ut4) (n=5) vor.

Pflanzengruppe 3:

22 Untersuchungspartellen bilden diese Gruppe und bedecken 9,8% der Gesamtuntersuchungsfläche. In dieser Gruppe kommen als Hauptbestandsbildner der Vegetation *Lolium perenne* (Ø 48,6 %), *Dactylis glomerata* (Ø 28,4%), *Poa trivialis* (Ø 11,1%) und *Festuca pratensis* (Ø 6,3%) vor.

Die Böden dieser Gruppe weisen hohe K₂O-Gehalte (26,2 mg/100g) auf.

Der Schwerpunkt dieser Gruppe, bezogen auf den Bodentyp, liegt auf Kolluviuen (n=9) und Braunerden (n=7) in ähnlicher Häufigkeit, sowie auf homogenen Bodenarten mit stark schluffigen Tonfraktionen (Tu4) (n=9) und stark tonigem Schluffanteil (Ut4) (n=10).

Pflanzengruppe 4:

Sie umfasst 24 Untersuchungspartellen mit hohen Anteilen an *Lolium perenne* (Ø 39,9%) und *Trifolium repens* (Ø 26,6%), die 13,7% der Weidefläche bedecken. Ein wichtigster Aspekt ist das Vorkommen von *Festuca rubra* und *Poa pratensis*, deren Ertragsanteilmittelwerte insgesamt relativ hoch sind und bei 2,6% bzw. 6,7% liegen.

Die Gruppenmittelwerte des Magnesiumgehaltes im Boden sowie der Hangneigung zeigen im Vergleich zu den anderen Pflanzengruppen höhere Werte (24,5 mg/100g und 8,8%).

Die Nt-Gehalte des Bodens liegen bei 0,19% und damit auf dem gleichen Niveau der zuvor beschriebenen Gruppe 3. Der überwiegend auftretende Bodentyp dieser Gruppe ist die Braunerde (n=11) mit vor allem stark schluffigen Tonfraktionen (Tu4) (n=10).

Pflanzengruppe 5:

Dazu gehören 18 Parzellen auf 9,8% der Weidefläche. Auch hier ist *Lolium perenne* (Ø 39,1%) der Hauptbestandbildner. Zusätzlich treten mit hohen Anteilen *Dactylis glomerata* (22%) und *Trifolium repens* (26,6%) auf.

Die Böden zeigen hohe Mg-Gehalte (24,5 mg/100g) sowie eine stärkere Hangneigung (9%) in nördliche Richtung (306,4°).

Die Pflanzengruppe wurde auf Braunerde (n= 8) und Böden mit stark tonigem Schluffanteil (Ut4) (n=8) vorgefunden.

Pflanzengruppe 6:

Sie umfasst 9 Untersuchungspartellen und bedeckt 4,7% der Gesamtuntersuchungsfläche. Sie hat als Hauptbestandbildner *Lolium perenne* (Ø 31%) sowie 3 weitere Arten auf etwas niedrigerem Dominanzniveau (*Dactylis glomerata* (17,11%), *Festuca pratensis* (15,67%) und *Trifolium repens* (22,17%)). *Phleum pratense* wurde hier mit einem Anteil von 3,6 % angetroffen und liegt damit etwa doppelt so hoch wie in den meisten anderen Gruppen (Ausnahme: Gruppe 12).

Die Böden zeigten niedrige Mittelwerte von P₂O₅- (12,25 mg/100g) und Nt-Gehalten (0,19%). Dagegen waren, im Vergleich zu den anderen Gruppen, Lagerungsdichte (1,6 g/cm³) und Steingewicht (13,7 %) sehr hoch.

Die Pflanzengruppe kam überwiegend auf Braunerde (n= 5) und Böden mit stark schluffigen Tonfraktionen (Tu4) (n= 4) vor.

Pflanzengruppe 7:

Sie umfasst 20 Untersuchungspartellen und bedeckt 11,6% der Gesamtuntersuchungsfläche. Sie hat als Hauptbestandbildner *Dactylis glomerata* (Ø 41,79%) und *Lolium perenne* (Ø 30,76%). Hervorzuheben ist das Vorkommen von *Festuca rubra* mit einem bei 2,09% liegenden Ertragsanteil.

Diese Gruppe kam hauptsächlich auf Kolluvium (n= 13) und Böden mit stark tonigem Schluffanteil (Ut4) (n= 11) vor (Tab. 5 und Tab. 6).

Tab. 6: Verteilung der Pflanzengruppen (Gr.) auf Bodenart (angegeben ist die Anzahl der Untersuchungspartellen und die Bodenart in den obersten 30 cm)

Pflanzengruppen	Bodenart				
	Ut4	Ut3	Tu4	Tu3	Tu2
Gr. 1 (n=19)	11		6	1	1
Gr. 2 (n=8)	5	1	1		
Gr. 3 (n=22)	10	3	9		
Gr. 4 (n=24)	4		10	4	3
Gr. 5 (n=18)	8	1	7		2
Gr. 6 (n=9)	3		4	2	
Gr. 7 (n=20)	11	1	4	1	
Gr. 8 (n=28)	14	2	7	4	1
Gr. 9 (n=5)	4	1			
Gr. 10 (n=3)	1			3	
Gr. 11 (n=26)	15	8	4		
Gr. 12 (n=4)	1	3			
Bodenart	Ut4	Ut3	Tu4	Tu3	Tu2
Ton, von	17	12	25	30	45
bis (%)	25	17	35	45	65
Schluff, von	65	65	65	50	30
bis (%)	83	88	75	65	55
Sand, von	0	0	0	0	0
bis (%)	18	23	10	20	25

Pflanzengruppe 8:

Dazu gehören 29 Parzellen und sie bedeckt 13,8% der Weidefläche. Der Mittelwert vom Weißkleeertragsanteil liegt bei 41,7%. *Lolium perenne* kam als zweite bedeutende Art mit einem Mittelwert von 29,6% vor.

Diese Pflanzengruppe wurde auf Braunerde (n= 11) und auf Böden mit stark tonigem Schluffanteil (Ut4) (n= 14) vorgefunden.

Pflanzengruppe 9:

Sie umfasst 5 Untersuchungspartellen und bedeckt 1,5% der Gesamtfläche. Sie hat als Hauptbestandbildner *Lolium perenne* (Ø 28,4%) und *Ranunculus repens* (Ø 27%). Weitere dominante Arten sind *Dactylis glomerata* (10,2%) und *Poa trivialis* (17,1%).

Die Ct-, Nt- und Phosphorgehalte sowie die pH-Werte des Bodens zeigen im Vergleich hohe Werte (2,3%, 2,4%, 27,9 mg/100g und 7,1). Dagegen wurden niedrige Werte bei Lagerungsdichte (1,4 g/cm³), Steingewicht (1,9 %) und Kaliumgehalt (18,8 mg/100g) vorgefunden.

Die Gruppe kam vorwiegend auf Gley (n= 2) und auf Böden mit stark tonigem Schluffanteil (Ut4) (n=4) vor.

Pflanzengruppe 10:

Sie umfasst 3 Untersuchungspartellen und bedeckt 1% der Gesamtfläche. Sie hat als Hauptbestandbildner *Lolium perenne* (Ø 28,2%) und *Taraxacum officinalis* (Ø 25,9%). Stark vertreten sind auch *Poa trivialis* (14,6%) und *Trifolium repens* (14,3%).

Die Böden weisen hohe Kalium- (26,2 mg/100g) und Phosphorgehalte (28,5 mg/100g) auf. Der Ct-Gehalt betrug 1,83%.

Die Gruppe bevorzugte schwerpunktmäßig keinen bestimmten Bodentyp. Sie wurde auf Gley-Auenboden (n= 1), Pelosol (n= 1) und Braunerde (n= 1) gleichermaßen vorgefunden. Diese Pflanzengruppe kam auf Bodenarten mit mittel tonigem Schluff (Ut3) (n= 2) und stark tonigem Schluff (Ut4) (n= 1) vor.

Pflanzengruppe 11:

Sie enthält 26 Untersuchungspartellen und bedeckt 14,7% der Gesamtfläche. Als Hauptbestandbildner hat man *Dactylis glomerata* (Ø 67%). *Lolium perenne* (Ø 12,2%) und *Poa trivialis* (Ø 8,2%) sind weniger bedeutsam. Die Magnesium- und Phosphorgehalte des Bodens dieser Gruppe zeigen niedrige Werte (15,9 und 12,9 mg/100g) im Vergleich zu den anderen Gruppen.

Hauptsächlich kam diese Pflanzengruppe auf Kolluvium (n= 19) und auf Böden mit stark tonigem Schluff (Ut4) (n= 14) vor.

Pflanzengruppe 12:

Die zu dieser Gruppe gehörenden 4 Untersuchungspartellen bedecken 1,9% der Weidefläche.

Die Pflanzengruppe weist Ertragsanteile von *Poa trivialis*, *Ranunculus repens* und *Agrostis gigantea* auf, die bei 43,6%, 24,7% und 18,1% liegen und somit die Hauptbestandbildner darstellen.

Die Ct- und Phosphorgehalte sowie der pH-Wert des Bodens zeigen hohe Wertenniveaus (2,1%, 29,9 mg/100g und 7,1). Dagegen wurden niedrige Werte bei Lagerungsdichte (1,2 g/cm³), Steingewicht (1,9 %) und Kaliumgehalt (17,3 mg/100g) vorgefunden.

Die Gruppe kam auf Gley (n= 3) und auf Böden mit mittel tonigem Schluffanteil (Ut3) (n= 3) vor.

Die Verteilung der Pflanzengruppen auf der Gesamtfläche ist in Abb. 12 dargestellt.

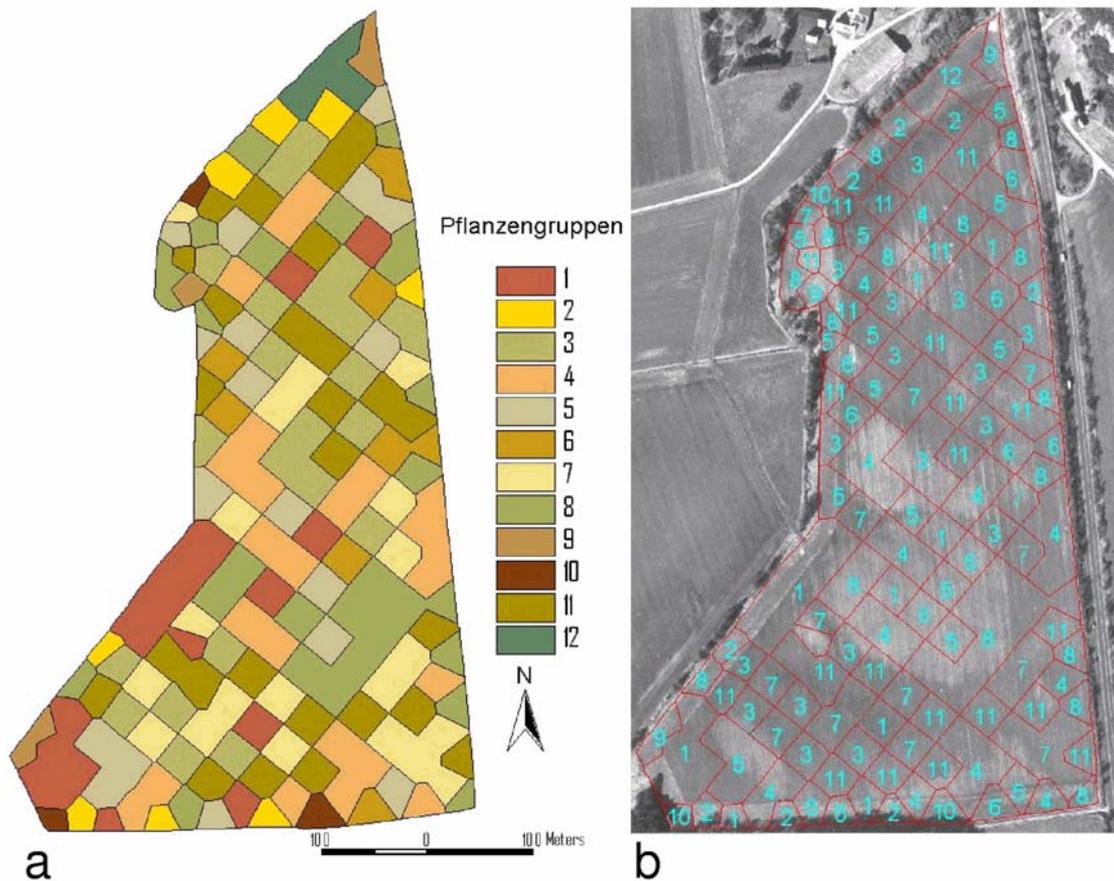


Abb. 12: Verteilung der nach der Clusteranalyse gebildeten 12 Pflanzengruppen auf der Gesamtuntersuchungsfläche. (a) Darstellung der Gruppen als Thiessenpolygone der 25 m Rastervegetationskartierung - (b) Überlagerung der Pflanzengruppenverteilungskarte mit einem Luftbild von 1998.

Die Pflanzengruppen 1, 2, 8, 9 und 12 wurden hauptsächlich in Auenbereichen vorgefunden, die in begrenzten Arealen durch Stauwasser geprägt sein können.

In den Senken und damit in den Abflussbereichen des Wassers werden häufiger die Pflanzengruppen 3, 7 und 11 angetroffen.

Die Pflanzengruppen 4 und 8 hatten als Schwerpunkt die trockenen tonreichen Kuppen.

In den Hangbereichen zwischen Auen und trockenen Kuppen wurden hauptsächlich Gruppe 5 und 6 vorgefunden.

3.1.2.1.2 Intensivfläche

Das für die Gesamtfläche durchgeführte Klassifikationsverfahren wurde auch für die Intensivuntersuchung angewendet. Die Anzahl der Artengruppen wurde auf 6 begrenzt.

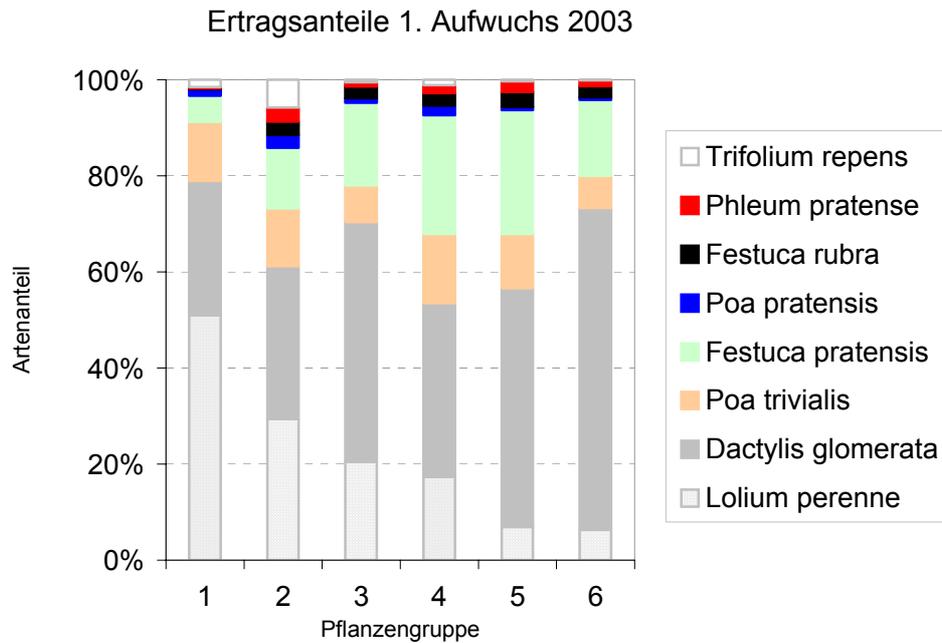


Abb. 13: Mittlere Ertragsanteile der dominantesten Arten in den 6 nach Clusteranalyse gebildeten Gruppen. Die Pflanzengruppen wurden nach der Dominanz von *Lolium perenne* geordnet. (Nicht in der Legende genannte Arten verfügen über Ertragsanteile ≤ 0.2 %)

Alle nachfolgenden Ausführungen zu den Parametern pH, Mg, P₂O₅, K₂O, C_t und N_t beziehen sich auf die Bodentiefe von 0-7 cm.

Abbildung 13 zeigt die Artenzusammensetzung der über Clusteranalyse ermittelten Gruppen.

Die Pflanzengruppe 1 enthält 4 Parzellen und deckt 4,9% der Intensivuntersuchungsfläche ab. Die Hauptbestandsbildner sind *Lolium perenne* (51%) und *Dactylis glomerata* (28%). Hervorzuheben ist das Vorkommen von *Festuca pratensis* mit einem vergleichsweise niedrigen Ertragsanteils von 5,5%. Diese Pflanzengruppe befindet sich hauptsächlich auf Braunerde und auf Böden mit stark tonigem Schluffanteil (Ut4) (n= 3) .

Die Pflanzengruppe 2 umfasst 8 Parzellen und bedeckt 9,9 % der Intensivuntersuchungsfläche.

Die Hauptbestandsbildner *Lolium perenne* und *Dactylis glomerata* zeigen ähnlich hohe Ertragsanteile (29,3% und 31,8%). *Trifolium repens* kam mit einem Ertragsanteil von 5,8 % vor und weist damit von den 6 Gruppen hier den höchsten Anteil auf.

Die Böden dieser Gruppe haben im Vergleich zu den anderen Gruppen hohe Magnesiumgehalte (25,6 mg/100g), Ct- (2,14%) und Steingewichtsanteile (12,3 %).

Die auftretenden Bodentypen zeigen einen Trend zu den Braunerden und Pelosolen. Es wurden u. a. Braunerde (n= 3) und Pelosol-Braunerde (n= 3) in gleicher Anzahl vorgefunden. Die Pflanzengruppe kam auf Bodenarten mit stark schluffigen Tonfraktionen (Tu4) (n= 6) vor.

Die Pflanzengruppe 3 umfasst 20 Untersuchungsparzellen und bedeckt 24,7 Flächenprozent.

Der dominierende Hauptbestandsbildner ist *Dactylis glomerata* (49,85%), aber auch *Lolium perenne* (20,4%) und *Festuca pratensis* (17,2%) sind bedeutsam.

Die Gruppe kam auf Braunerde (n= 14) und Böden mit stark tonigem Schluffanteil (Ut4) (n= 16) vor.

Die Pflanzengruppe 4 enthält 9 Untersuchungsparzellen und bedeckt 11,1% der Intensivuntersuchungsfläche.

Tab. 7: Verteilung der Probenflächen innerhalb der Pflanzengruppen (Gr.) auf den vorhandenen Bodentypen (angegeben ist die Anzahl der Untersuchungsparzellen)

Pflanzen- gruppen	Bodentyp						
	Kolluvium	Braunerde	Parabraunerde	Braunerde- Pelosol	Pelosol- Braunerde	Parabraunerde	- Kolluvium -
Gr. 1 (n=4)		2		1			1
Gr. 2 (n=8)	1	3		1	3		
Gr. 3 (n=20)		14	1	1	2		2
Gr. 4 (n=9)		4		1	3		1
Gr. 5 (n=13)	2	6	1	1	3		
Gr. 6 (n=27)	2	16			6		3

Tab. 8: Verteilung der Pflanzengruppen (Gr.) auf Bodenart (angegeben ist die Anzahl der Untersuchungsparzellen und die Bodenart in den obersten 30 cm)

Pflanzen- gruppen	Bodenart			
	Ut4	Ut3	Tu4	Tu3
Gr. 1 (n=4)	3	1		
Gr. 2 (n=8)	1		6	1
Gr. 3 (n=20)	16	3	2	
Gr. 4 (n=9)	3	1	5	
Gr. 5 (n=13)	8	1	4	
Gr. 6 (n=27)	18	4	5	
Bodenart	Ut4	Ut3	Tu4	Tu3
Ton, von bis (%)	17 25	12 17	25 35	30 45
Schluff, von bis (%)	65 83	65 88	65 75	50 65
Sand, von bis (%)	0 18	0 23	0 10	0 20

Als Hauptbestandsbildner wurden *D. glomerata* und *F. pratensis* mit Ertragsanteilen von 36,1 und 24,7 % vorgefunden. Zusätzlich sind *L. perenne* (17,3%) und *P. trivialis* (14,4%) stärker vertreten. Die Ct-, Corg-, Kalium- und Phosphorgehalte des Bodens zeigen niedrige Werte (1,84%, 1,81%, 25,6 und 8,5 mg/100g) im Vergleich zu den anderen Pflanzengruppen.

Die Bodentypen entsprachen hauptsächlich einer Braunerde (n= 4) oder einem Braunerde-Pelosol (n= 3). Sie wurden auf Bodenarten mit stark schluffigen Tonfraktionen (Tu4) (n= 5) vorgefunden.

Die **Pflanzengruppe 5** umfasst 13 Parzellen, die 16 % der Untersuchungsfläche abdecken.

D. glomerata (49,7%) und *F. pratensis* (25,7%) wurden als Hauptbestandsbildner vorgefunden. Diese Pflanzengruppe kam hauptsächlich auf Braunerde (n= 6) und auf Böden mit stark tonigem Schluffanteil (Ut4) (n= 8) vor.

Die **Pflanzengruppe 6** umfasst 27 Untersuchungspartellen und bedeckt 33,3% der Fläche.

Hauptbestandsbildner ist *D. glomerata* mit einem Ertragsanteil von 66,9%.

Der Kaliumgehalt des Bodens zeigt hohe Werte (41,7 mg/100g). Dagegen wurden im Vergleich zu den anderen Gruppen niedrigste Werte bei Lagerungsdichte (1,49 g/cm³) und Magnesiumgehalt (19,6 mg/100g) vorgefunden.

Diese Pflanzengruppe kam hauptsächlich auf Braunerde (n= 16) und auf Böden mit stark tonigem Schluffanteil (Ut4) (n= 18) vor.

Die durch Clusteranalyse erhaltene Gruppenverteilung auf der Intensivfläche ist nur schwer interpretierbar. Es ist lediglich eine Dominanz von *Dactylis glomerata* ersichtlich, die durch die Bodenart (Ut4), niedrige Lagerungsdichte und Mg- Gehalte sowie hohe Kaliumgehalte bedingt sein könnte.

3.1.2.1.3 Gesamtfläche und Intensivfläche

Das Klassifikationsverfahren wurde auch bei allen Daten der Vegetationsaufnahmen (Gesamt- und Intensivuntersuchung) angewendet. Die durch die Clusteranalyse erzeugten Gruppen spiegeln weitgehend die Gruppierung wider, die auch aus der Klassifikation der Gesamtfläche entstanden war. Die Vegetationsaufnahmen der Intensivfläche flossen in die schon vorher bei der Gesamtflächenklassifikation betrachteten Pflanzengruppen 11 und 7 ein.

Sie waren von Arten wie *Dactylis glomerata* als Hauptbestandsbildner, *Lolium perenne*, *Poa trivialis* und *Festuca pratensis* als wichtigste begleitende Arten geprägt.

In die Pflanzengruppe 11 flossen 32% der Vegetationsaufnahmen der Intensivfläche ein, in Gruppe 7 die restlichen, unterteilt in zwei Gruppen.

Die Vegetationsaufnahmen der Gruppen 11 und 7, die zum Teil nicht mit denen der Intensivfläche gruppiert wurden, sind in einer eigenen Gruppe zusammengestellt.

3.1.2.2 Biomasseerträge

Der durchschnittliche Ertrag des Probenschnittes, durchgeführt vor der ersten Nutzung 2003 auf dem Mühlberg, betrug 7,5 dt TM pro Hektar, wobei es Schwankungen zwischen 1,2 und 19,1 dt TM pro Hektar gab.

Aufgrund der einerseits harten Witterungsbedingungen im Frühjahr, sowie eines andererseits geplanten frühzeitigen Viehauftriebs, wurde der Ertragschnitt sehr früh angelegt. Dies erklärt die extrem niedrigen Trockenmasseerträge.

Die Areale mit Ertragsmengen zwischen 5,4 und 7,1 dt TM/ ha deckten 41,3% der Gesamtweidefläche ab. Höhere Erträge von 7,1 bis 8,9 bzw. von 8,9 bis 10,6 dt TM/ha wurden entsprechend auf 36,9% bzw. 13,9% der Fläche nachgewiesen. Niedrigere Werte zwischen 3,6 und 5,4 dt TM/ha wurden dagegen auf 5,2% der Fläche vorgefunden. Die restlichen Ertragsklassenunterteilungen, zeigt Abbildung 14. Sie waren auf einem Areal kleiner einem halben Hektar verteilt.

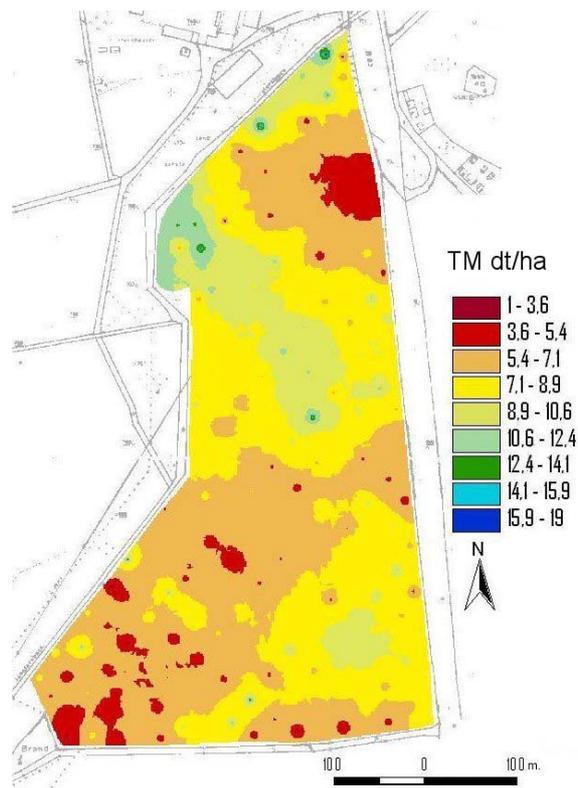


Abb. 14: Darstellung der Trockenmasseerträge der Gesamtfläche, interpoliert über inverse Distanzwichtung

Zusammenhänge zwischen Trockenmasseerträgen, abiotischen Parametern und Pflanzeninhaltsstoffen auf der Gesamtfläche weisen Bestimmtheitsmaße ($B = r^2$) von höchstens 0.168* auf. Abbildung 15 zeigt die Gegenüberstellung von TM-Ertrag (dt/ha) und Lagerungsdichte (g/cm^3).

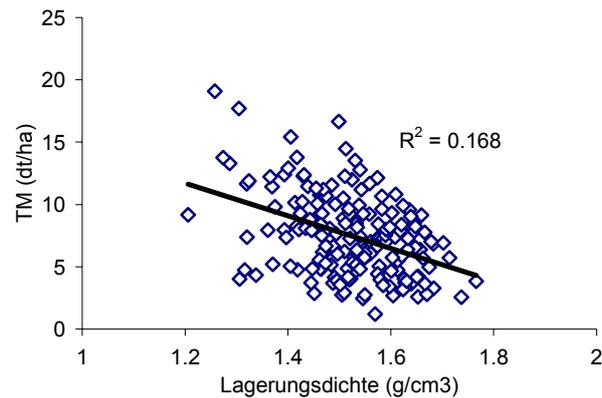


Abb. 15: Trockenmasseertrag (dt/ha) in Abhängigkeit von Lagerungsdichte (g/cm^3)

Die Ertragsleistungen der innerhalb der Clusteranalyse gewonnenen Pflanzengruppen belegen Produktionsunterschiede (Abb. 16). Die Gruppen (2, 4, 10) mit der niedrigsten durchschnittlichen Produktivität (Tab. A8) haben als Hauptbestandbildner *Lolium perenne*. Sehr stark vertreten sind ebenfalls *Poa trivialis*, *Trifolium repens*, *Taraxacum officinalis*, jedoch mit unterschiedlichen Anteilen innerhalb der Gruppen. Die Parzellen dieser Gruppen wurden weitgehend auf Braunerde vorgefunden, jedoch auch auf trockenen Arealen und in Auebereichen nachgewiesen, wobei die Gruppen, deren Parzellen teilweise im Auenbereich lagen, eine große Ertragsstreuung innerhalb der Gruppen (2, 10) aufwiesen. Die gemessenen abiotischen Faktoren für die 3 Pflanzengruppen waren sehr unterschiedlich.

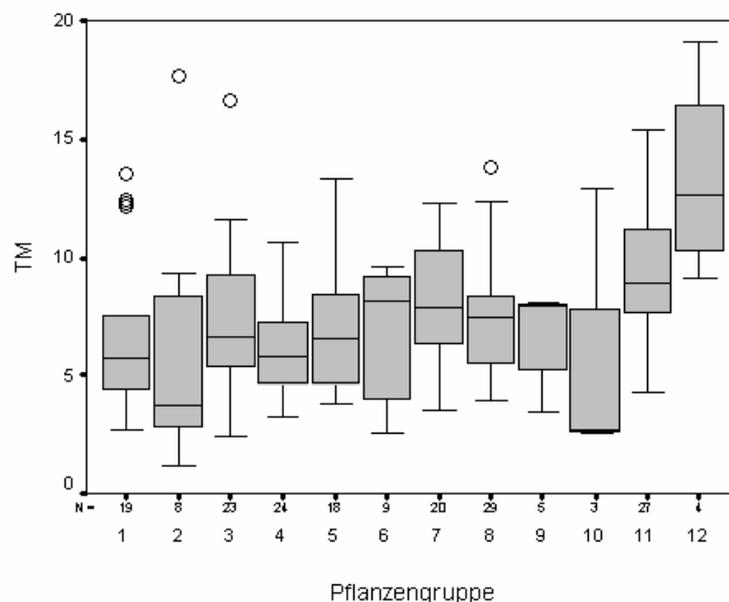


Abb. 16: Trockenmasseerträge (TM in dt/ha) innerhalb der Pflanzengruppen. Die dargestellten Box-Whisker-Plots zeigen für jede Gruppe: Median, kleinster und größter Wert des Vertrauensbereichs (Whisker-Länge = $\pm 1,5 \times$ Länge des Interquartilabstandes) und Ausreißer (\circ) ($\pm 1,5$ bis $3 \times$ Länge des Interquartilabstandes)

Die Gruppen (11, 12) mit hohen durchschnittlichen Trockenmasseerträgen sind von hohen Ertragsanteilen an *Dactylis glomerata* in Pflanzengruppe 11 sowie *Poa trivialis* und *Ranunculus repens* in Pflanzengruppe 12 charakterisiert. Die Gruppe 11 kam auf Kolluvium und in Arealen bei niedrigen P_2O_5 - und Mg-Gehalten vor. Dagegen war Gruppe 12 auf Gley und in nassen Arealen bei hohen pH-Werten, Ct- und P_2O_5 -Gehalten sowie niedrigen Lagerungsdichten, Steingewichten und Kaliumgehalten zu finden.

Die TM-Erträge der Pflanzengruppe 12 unterscheiden sich signifikant von fast allen anderen Pflanzengruppen, außer von 7 und 11 (Tab. 8). Die TM-Erträge der Gruppen 11 bzw. 7 dagegen unterscheiden sich signifikant nur von den Gruppen 1 bis 5 bzw. 4.

Tab. 8: Multiple Mittelwertvergleiche der Trockenmasseerträge (dt TM/ha) wurden mit dem nicht parametrischen Tukey-Kramer-Test bei $\alpha=0,05$ geprüft (leer = nicht signifikant; *= $p < 0,05$)

Pflanzengruppen	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1										*	*
2										*	*
3										*	*
4						*				*	*
5										*	*
6											*
7											*
8											*
9											*
10											*
11											*

Die Trockenmasseproduktivität auf der **feingerasterten Teilfläche** (50x50m) betrug 10,8 dt pro Hektar, die Schwankungen lagen zwischen 5,2 und 18 dt TM pro Hektar.

7,4 % der Parzellen produzierten zwischen 5,2 bis 7 dt TM/ha, 33,3% der Parzellen zwischen 7 bis 10 dt TM/ha, 39,5% der Parzellen zwischen 10 bis 13 dt TM/ha und 19,8% der Parzellen zwischen 13 bis 18 dt TM/ha.

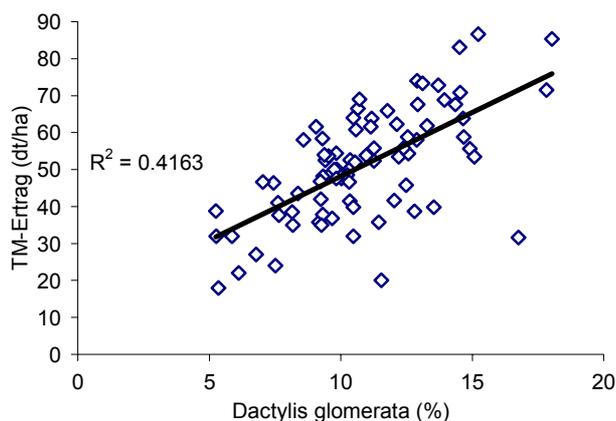


Abb. 17: Trockenmasseertrag (dt/ha) in Abhängigkeit vom Ertragsanteil (%) an *Dactylis glomerata* bei der Intensivuntersuchung

In diesem 2500 m² großen Areal, bei dem die Spannweite innerhalb der Messwerte der Standortfaktoren im Vergleich zur Gesamtfläche weitgehend geringer ist, zeigen sich unerwar-

tet deutlichere Zusammenhänge zwischen Trockenmasseerträgen und Umweltvariablen. Das ist zum Beispiel der Fall beim Mg-Gehalt, der in den zwei Tiefen Bestimmtheitsmaße von 0,19** und 0,21** liefert. Auch die elektrische Bodenleitfähigkeit deutet auf eine Beziehung zum TM-Ertrag hin, dessen Bestimmtheitsmaß bei 0,20** liegt. Für Ton- und Schlufffraktion liegen die Bestimmtheitsmaße in beiden Fälle bei 0,21**.

Weiterhin gibt es bei den Pflanzenarten Beziehungen zwischen Trockenmasseerträgen und Ertragsanteilen. Bei *Trifolium repens* und *Poa pratensis* wurden bei 0,20** und 0,19** liegende Bestimmtheitsmaße ermittelt. Zwischen dem Anteil an *Dactylis glomerata* und TM-Ertrag wurde ein starker Zusammenhang nachgewiesen. Das Bestimmtheitsmaß liegt bei 0,41**, wie in Abb. 17 dargestellt.

Bei Beobachtung der 6 aus dem Clusterverfahren resultierenden Pflanzengruppen zeigen Gruppe 1 und 2 die niedrigsten durchschnittlichen TM-Erträge (Tab. A9; Abb. 18), bei jedoch gleichzeitig relativ hohen Ertragsanteilen an *Lolium perenne*, und den bedeutendsten Weißkleeanteilen der Intensivuntersuchungsfläche. *Dactylis glomerata* hingegen dominiert hier bei der Artenzusammensetzung im Vergleich zu den anderen Gruppen (4 – 6) nicht.

Die höchsten durchschnittlichen TM-Erträge wurden bei Gruppe 3 ermittelt. Hauptbestandbildner hierbei ist *Dactylis glomerata* bei gleichzeitig bedeutsamen Anteilen an *Lolium perenne* sowie *Festuca pratensis*.

Die Pflanzengruppe 3 hebt sich signifikant von den anderen Gruppen ab.

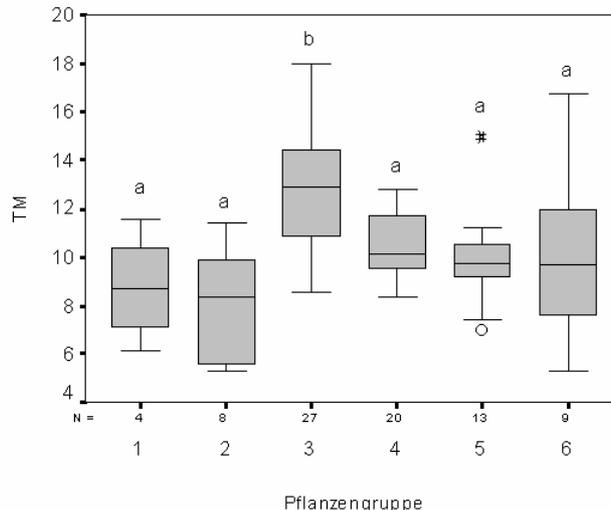


Abb. 18: Trockenmasseerträge (TM in dt/ha) innerhalb der 6 Pflanzengruppen der Intensivuntersuchung. Die dargestellten Box-Whisker-Plots zeigen für jede Gruppe: Median, kleinster und größter Wert des Vertrauensbereichs (Whisker-Länge = $\pm 1,5 \times$ Länge des Interquartilabstandes), Ausreißer (O) ($\pm 1,5$ bis $3 \times$ Länge des Interquartilabstandes) und extreme Werte (*) ($\pm >3 \times$ Länge des Interquartilabstandes). Die Multiplen Mittelwertvergleiche für Trockenmasseerträge (dt TM/ha) wurden mit dem nicht parametrischen Tukey-Kramer-Test bei $\alpha=0,05$ geprüft. Gruppen ohne gemeinsamen Buchstaben sind signifikant unterschiedlich.

3.1.2.3 Futterqualitäten

Nachfolgend sind die Parameter der Qualitätsuntersuchung für die Gesamt- und Intensivuntersuchungsfläche zusammengestellt. Rohprotein, Rohfaser und Rohasche werden als Bewertungskriterien genauer diskutiert.

- Rohproteingehalt

Dieser Parameter ist sehr eng mit dem Energiegehalt verknüpft. Bei der Betrachtung der gesamten Grünlandfläche zeigt sich ein durchschnittlicher Rohproteingehalt von 166,4 g/kg TS (Minimum 140,6 g/kg TS, Maximum 199,2 g/kg TS).

Die Rohproteingehaltsverteilung auf dem Untersuchungsstandort ist in Abb. 19 dargestellt. Auf 51% der Fläche hatten die vorgefundenen Futterproben Proteingehalte zwischen 166 und 173 g/kg TS. Werte von 159 bis 166 g/kg TS waren auf 38% der Standorte verteilt. Die restlichen Kategorien deckten jeweils höchstens 7 % (d.h. ca. 1 Hektar) ab.

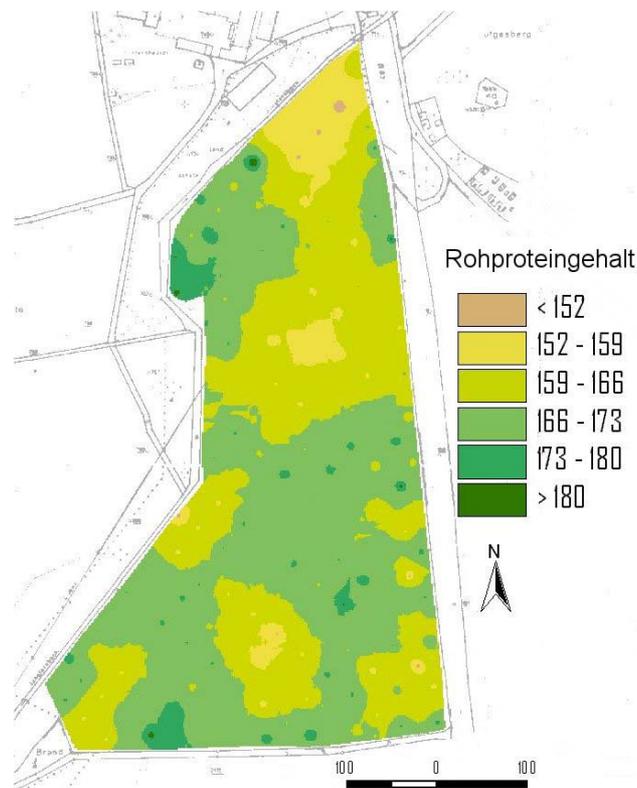


Abb. 19: Darstellung des Rohproteingehaltes der Gesamtfläche, interpoliert über inverse Distanzwichtung.

Die Rohproteingehalte weisen weder einen Zusammenhang mit Standortparametern noch mit Pflanzenarten auf. Es gibt lediglich einen erkennbaren Zusammenhang zum Weißkleeanteil, dessen Bestimmtheitsmaß bei 0,3** liegt (Abb. 20).

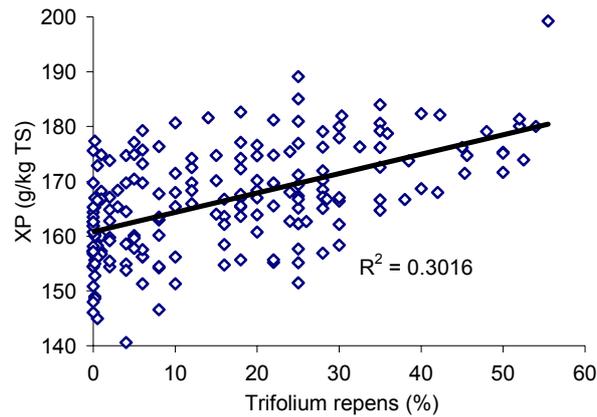


Abb. 20: Rohproteingehalte (XP) (g/kg TS) in Abhängigkeit vom Ertragsanteil (%) an *Trifolium repens*

Innerhalb der 12 Pflanzengruppen (Abb. 21) zeigen sich die höchsten durchschnittlichen Proteingehalte bei Gruppe 8 und 10 (Tab. 8A). Bei Gruppe 8 wurden neben hohen Anteilen an *Lolium perenne*, höhere Weißkleeanteile vorgefunden. Damit wird auch die kurz zuvor beobachtete direkte Beziehung zwischen Rohproteingehalt und *Trifolium repens* bestätigt. Diese Art ist auch bei Gruppe 10 stark vertreten, obwohl hier *Lolium perenne* und *Taraxacum officinalis* eine größere Rolle spielen. Die Gruppen lagen meist in trockenen Arealen (hauptsächlich Gruppe 8), jedoch auch in Auenbereichen.

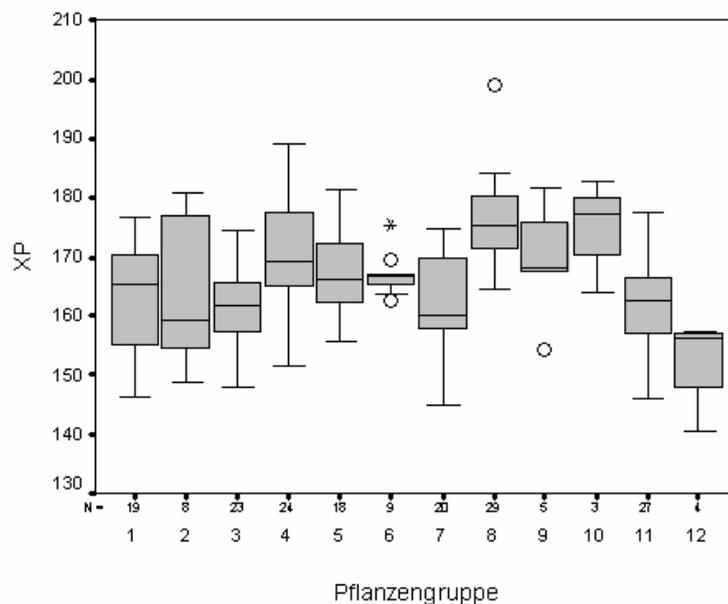


Abb. 21: Rohproteingehalte (XP in g/kg TS) der Gesamtfläche differenziert nach Pflanzengruppen. Die dargestellten Box-Whisker-Plots zeigen für jede Gruppe: Median, kleinster und größter Wert des Vertrauensbereichs (Whisker-Länge = $\pm 1,5$ x Länge des Interquartilabstandes), Ausreißer (\circ) ($\pm 1,5$ bis 3 x Länge des Interquartilabstandes) und extreme Werte ($*$) ($\pm >3$ x Länge des Interquartilabstandes)

In den Pflanzengruppen mit niedrigsten durchschnittlichen Rohproteingehalten (3, 7, 11) war auch das Vorkommen von *Trifolium repens* sehr niedrig. Dafür gab es vergleichsweise hohe Anteile an *Lolium perenne* und *Dactylis glomerata*, mittlere an *Poa trivialis* und *Festuca pratensis*. *Festuca rubra* trat hingegen nur sehr selten und nicht in allen Gruppen auf. Dies lässt den Rückschluss zu, dass für hohe Rohproteingehalte maßgeblich der Weißklee verantwortlich ist. Die Gruppen treten weitgehend auf Kolluvium, auf Böden mit entweder hohen K_2O - oder niedrigen Mg- und P_2O_5 -Gehalten sowie in frischen Arealen auf.

Am niedrigsten liegen die durchschnittlichen Proteingehalte der Pflanzengruppe 12, bei gleichzeitig hoher Trockenmasseproduktivität. Sie ist durch Hauptbestandbildner wie *Poa trivialis*, *Ranunculus repens* und *Agrostis gigantea* charakterisiert.

Die Rohproteingehalte der Pflanzengruppen 8 und 12 unterscheiden sich signifikant am meisten von den anderen Pflanzengruppen (Tab. 9).

- Rohfasergehalt

Neben dem Rohproteingehalt ist auch der Rohfasergehalt ein wichtiger Faktor bei der Bestimmung des Energiegehaltes und hat maßgeblichen Einfluss auf die Verdaulichkeit.

Der Rohfasergehalt auf der Untersuchungsfläche liegt im arithmetischen Mittel bei 244,8 g/kg TS (Minimum 216,34 und Maximum 265,95 g/kg TS).

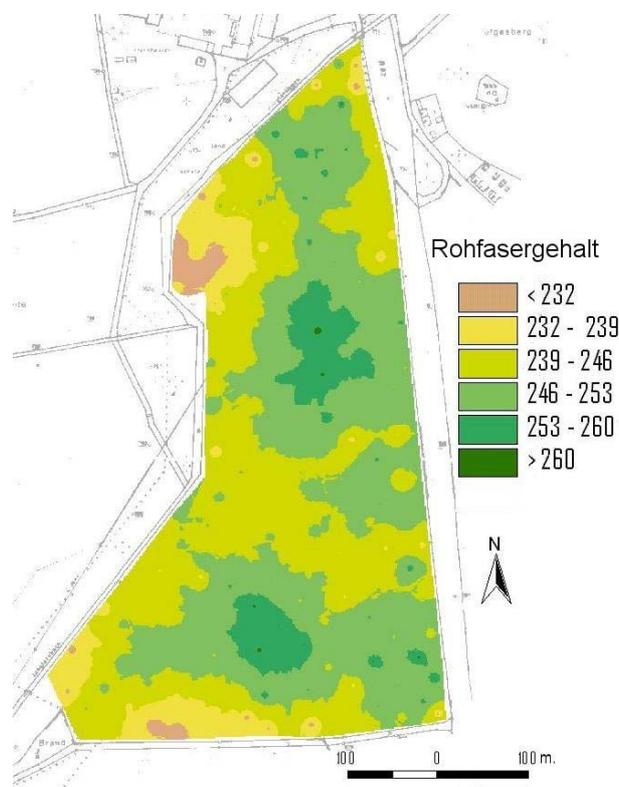


Abb. 22: Darstellung des Rohfasergehaltes der Gesamtfläche, interpoliert über inverse Distanzwichtung.

Er verhält sich zum Rohproteingehalt weitgehend umgekehrt proportional.

Auf 43,4% der Mühlbergfläche wurden Rohfasergehalte zwischen 246 und 253 g/kg TS gefunden, während bei 39% der Fläche Werte zwischen 239 und 246 g/kg TS gemessen wurden. Dagegen lagen die Werte bei 8,2% der Weidefläche zwischen 232 und 239 g/kg TS sowie bei 7,5% zwischen 253 und 260 g/kg TS. Die restlich gebildeten Rohfasergehaltsklassen lagen jeweils unter einem Hektar Fläche (Abb. 22).

Die Rohfasergehalte weisen keinen Zusammenhang mit Standortparametern auf. Bezüglich Pflanzenarten deuten sie aber auf eine Beziehung zu den Ertragsanteilen an *Dactylis glomerata* (Abb. 23) und *Trifolium repens* hin, deren Bestimmtheitsmaß im ersten Fall bei 0,31** und im zweiten Fall bei 0,24** liegt.

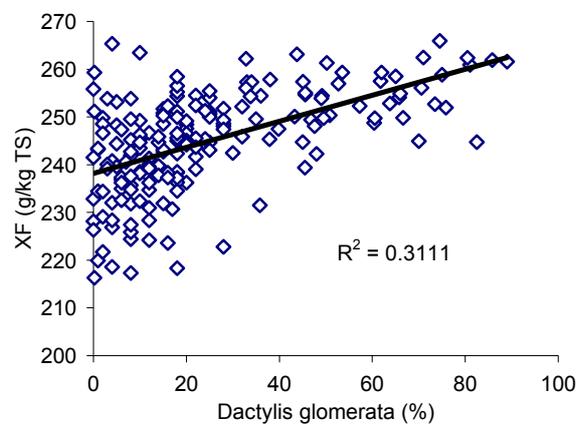


Abb. 23: Rohfasergehalte (XF) (g/kg TS) in Abhängigkeit von Ertragsanteilen (%) an *Dactylis glomerata*

Die Verteilung des Rohfasergehaltes innerhalb der Pflanzengruppen ist in Abb. 24 dargestellt. Die Pflanzengruppen, die vorher niedrige durchschnittliche Rohproteingehalte (3, 7, 11) hatten, sind hier durch hohe durchschnittliche Rohfasergehalte charakterisiert.

Genau umgekehrt verhalten sich Gruppe 8 und 10. Hier gehen hohe Proteingehalte einher mit niedrigen Rohfasergehalten (Tab. A8). Dazu zählt auch die Pflanzengruppe 9, die hohe Anteile an *Lolium perenne* und *Ranunculus repens* sowie keine unbedeutenden Anteile an *Dactylis glomerata* und *Poa trivialis* aufweist. Die Parzellen dieser Gruppe kamen im Auenbereich vor.

Die Rohfasergehalte der Pflanzengruppen 7, 8 und 10 unterscheiden sich signifikant am meisten von den anderen Pflanzengruppen (Tab. 9).

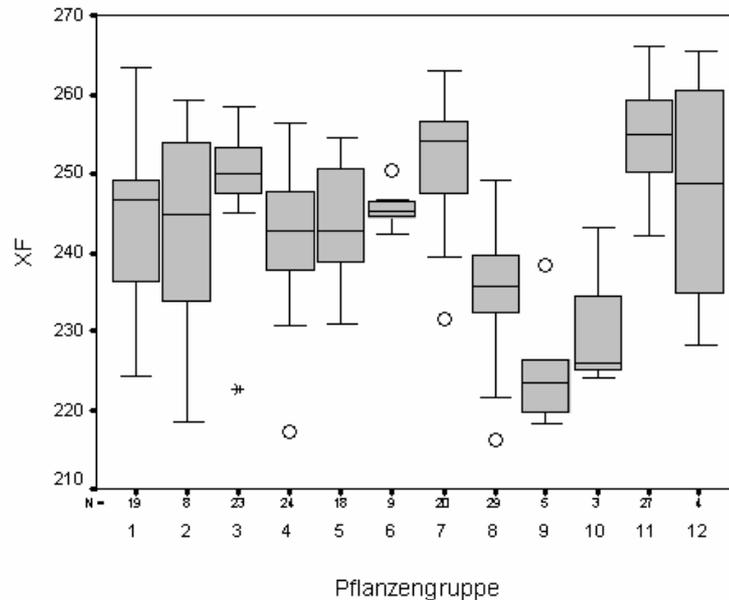


Abb. 24: Rohfasergehalt (XF g/kg TS) der Gesamtfläche, differenziert nach Pflanzengruppen. Die dargestellten Box-Whisker-Plots zeigen für jede Gruppe: Median, kleinster und größter Wert des Vertrauensbereichs (Whisker-Länge = $\pm 1,5$ x Länge des Interquartilabstandes), Ausreißer (○) ($\pm 1,5$ bis 3 x Länge des Interquartilabstandes) und extreme Werte (*) ($\pm >3$ x Länge des Interquartilabstandes)

- Rohaschegehalt

In diesem Parameter werden anorganische Elemente, die in den Biomasseerträgen enthalten sind, zusammengefasst.

Der Mittelwert vom Aschegehalt der gesamten Untersuchungsfläche liegt bei 108,1 g/kg TS. Die Einzelwerte liegen zwischen 87,4 und 144,3 g/kg TS.

Areale, die 64,5% der Fläche abdeckten, waren durch einen Aschegehalt zwischen 104 und 111 g/kg TS charakterisiert. Höhere Werte (111-118 g/kg TS) wurden auf 23,1% der Fläche nachgewiesen. Die höchsten Werte wurden auf einer Fläche kleiner 1% gefunden. Auf 12% der Fläche lagen sie zwischen 97 und 104 g/kg TS. Nur 0,1% der Fläche zeigte Werte unter 97 g/kg TS. Die Verteilung der Rohaschegehalte auf dem Mühlberg ist in Abb. 25 dargestellt.

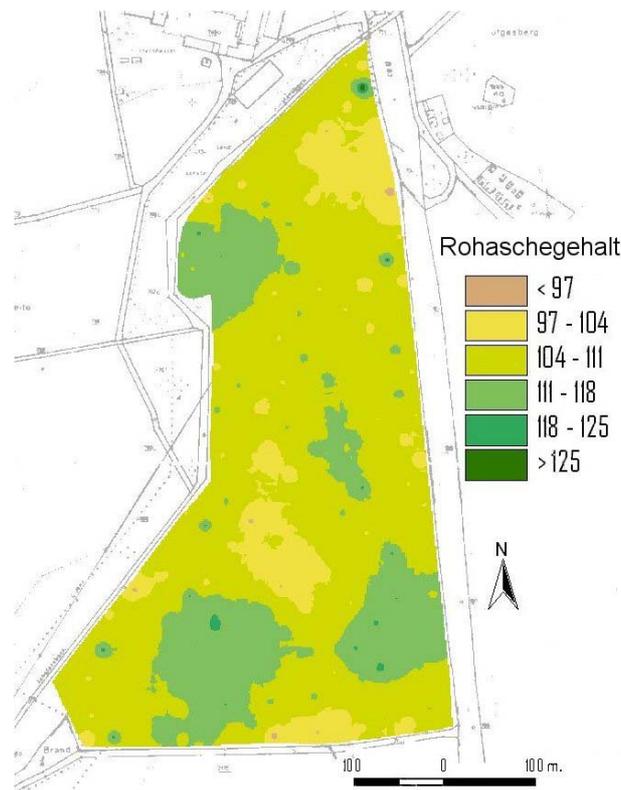


Abb. 25: Darstellung des Rohaschegehaltes der Gesamtfläche, interpoliert über inverse Distanzwichung.

Zusammenhänge zwischen Rohaschegehalten, Standortparametern und Pflanzenarten wurden nur mit sehr geringen Bestimmtheitsmaßen nachgewiesen.

Die Streuung des Rohaschegehaltes der durch Clusteranalyse gewonnenen Pflanzengruppen wurde in Abbildung 26 zusammengestellt.

Die Gruppen 7-9-11 zeigen die höchsten durchschnittlichen Rohaschegehalte (Tab. A8). Hierbei gib es, wie schon vorher beobachtet, entweder sehr hohe Anteile an *Dactylis glomerata* oder *Ranunculus repens*. Sowohl *Lolium perenne* als auch *Poa trivialis* sind gut vertreten. Die Parzellen dieser Gruppen wurden weitgehend auf Kolluvium vorgefunden, traten jedoch auch in Auenbereichen und frischen Arealen auf.

Unter allen Gruppen lag der durchschnittliche Rohaschegehalt der Pflanzengruppe 10 am niedrigsten. Hohe Anteile an *Lolium perenne* und *Taraxacum officinalis* charakterisieren diese Gruppe, obwohl auch *Poa trivialis* und *Trifolium repens* stark vertreten sind. Bei Gruppe 2 wurden ebenfalls niedrige Rohaschegehalte ermittelt.

In beiden Fälle könnte der etwas höhere *Taraxacum officinalis*-Anteil die Ursache sein.

Die Rohaschegehalte der Pflanzengruppen 10 und 11 unterscheiden sich signifikant am meisten von den anderen Pflanzengruppen (Tab. 9).

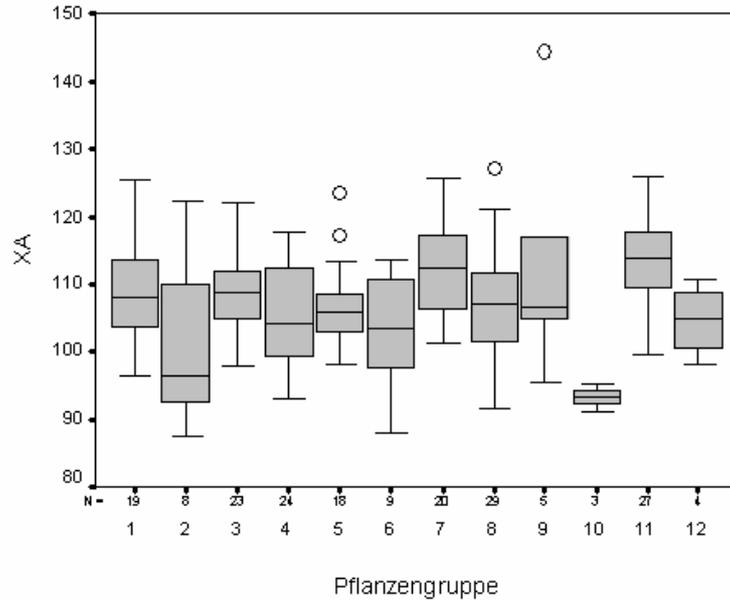


Abb. 26: Rohaschegehalt (XA in g/kg TS) in Abhängigkeit von Pflanzengruppen. Die dargestellten Box-Whisker-Plots zeigen für jede Gruppe: Median, kleinster und größter Wert des Vertrauensbereichs (Whisker-Länge = $\pm 1,5 \times$ Länge des Interquartilabstandes), Ausreißer (O) ($\pm 1,5$ bis $3 \times$ Länge des Interquartilabstandes) und extreme Werte (*) ($\pm > 3 \times$ Länge des Interquartilabstandes)

Tab. 9: Multiple Mittelwertvergleiche für Rohfaser (XF), Rohprotein (XP) und Rohasche (XA) wurden mit dem nicht parametrischen Tukey-Kramer-Test bei $\alpha=0,05$ geprüft. (leer = nicht signifikant; XF, XP, XA = $p < 0,05$)

Pflanzengruppen	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		XF			XF	XF	XF	XP	XF	XA	
2							XA	XF	XP	XF	XA
3			XF	XP				XF	XP	XF	
4					XF	XF	XP	XA	XF		XP
5						XF	XP		XF	XA	XP
6							XF	XP	XF	XA	
7								XF	XP		
8									XF	XA	XP
9									XF	XA	XP
10										XF	XP
11											XP

Die ermittelte Rohnährstofffraktion Rohprotein liegt unter und die Rohfaser- und Rohaschegehalte über den Durchschnittswerten eines häufig genutzten grasreichen Grünlandes im Schossen (DLG, 1997). Obwohl bei dem hier durchgeführten noch sehr früh Nutzungstermin eine bessere Qualität zu erwarten gewesen wäre, liegt diese unter den Erwartungen und Vergleichswerten. Ursache könnte ein höherer Verschmutzungsgrad bei der Probennahme wegen der geringen Aufwuchsmengen sein.

3.1.3 Interaktion Vegetation-Standort

Anhand einer Redundanzanalyse wurde nach wichtigen Standorteinflüssen auf die Ausprägung der Vegetation gesucht. In dem aus der RDA resultierenden Ordinationsdiagramm werden die Pflanzenarten und die Vegetationsaufnahmen als Punkte und die Umweltvariablen als Vektorpfeile, die vom Ursprung des Diagramms ausgehen, dargestellt.

Die Verteilung der Probeflächen im Ordinationsdiagramm spiegelt die Zusammensetzung der Arten der Probeflächen und gleichzeitig die Abhängigkeit der Artenzusammensetzung von Umweltfaktoren wider. Dadurch lassen sich vegetationsökologische Zusammenhänge erkennen.

Aus Gründen besserer Übersichtlichkeit wurden im Ordinationsdiagramm nur die Arten mit größerem Einfluss auf das Ordinationsergebnis (Vekturlänge über 0,2) und die signifikanten Standortvariablen (conditional effect $p \leq 0,05$) dargestellt. Die erste Achse erklärt 21,6%, die zweite Achse 9,9% und das gesamte Diagramm 37,7% der gesamten Variabilität der Artenzusammensetzung.

Die standörtlichen Vektorpfeile stellen jene Umweltvariablen (pH-Wert in 7 cm Tiefe und Mg-Gehalt in 7 cm Tiefe) dar, welche am besten mit den Ordinationsachsen korreliert sind (kleiner Winkel zu einer der Ordinationsachsen und große Pfeillänge; Abb. 27). Bezogen auf einzelne Arten ergibt sich nur beim pH-Wert eine entgegengesetzte Ausrichtung der Vektorpfeile zu den Aufnahmen, die durch das Vorkommen von *Festuca pratensis* und *Dactylis glomerata* gekennzeichnet ist.

In zweiter Linie zeigen Ackerzahl (ACKER_ZA), Lagerungsdichte (Ld), elektrische Leitfähigkeit (Em_38) und Phosphorgehalt (P_2O_5) hohe Korrelationen, die jedoch nicht eindeutig mit einer Ordinationsachse korreliert sind. Dabei weist der Phosphorgehalt in Richtung des Hauptvorkommens von *Rumex obtusifolius*, *Taraxacum officinalis*, *Agropyron repens*, *Bromus sterilis* und *Lolium multiflorum*. Auf die gleichen Pflanzenarten ist, jedoch aber entgegengesetzt, der Vektor der Ackerzahl gerichtet. Für die 3 letztgenannten Arten (*Agropyron repens*, *Bromus sterilis* und *Lolium multiflorum*) ist zu erwähnen, dass sie auf nur weniger als 3% der Untersuchungspartellen vorkommen.

Ebenfalls zeigen die Vektoren Lagerungsdichte und elektrische Leitfähigkeit in Richtung der Aufnahmen mit Schwerpunkt auf *Festuca rubra*, *Lolium perenne* und *Poa pratensis*.

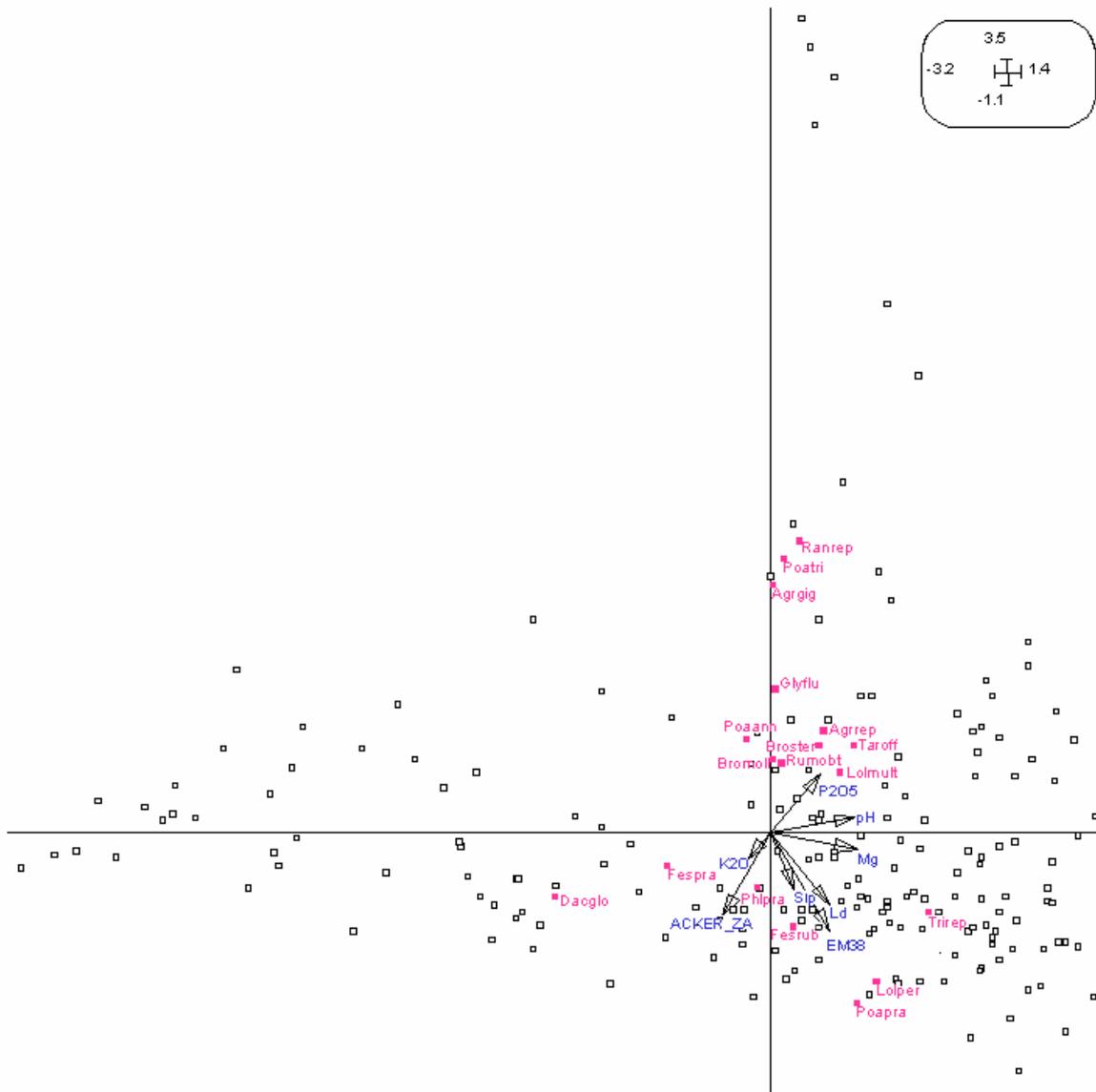


Abb. 27: RDA-Ordinationsdiagramm

(Abkürzungen der Pflanzenarten: Ranrep – *Ranunculus repens*; Poatri- *Poa trivialis*; Agrgig – *Agrostis gigantea*; Glyflu – *Glyceria fluitans*; Agrrep – *Agropyron repens*; Taroff – *Taraxacum officinalis*; Broster - *Bromus sterilis*; Bromol – *Bromus hordeaceus*; Rumobt – *Rumex obtusifolius*; Lolmult – *Lolium multiflorum*; Festpra – *Festuca pratensis*; Dacglo – *Dactylis glomerata*; Phlpra – *Phleum pratense*; Fesrub – *Festuca rubra*; Poapra – *Poa pratensis*; Lolper – *Lolium perenne*; Trirep - *Trifolium repens*;))

Die bis hier beobachteten Tendenzen, die als Komplexität der Zusammenhänge von Kombinationen mehrerer Standortfaktoren und Arten erklärt werden, bestätigen sich weitgehend auch bei den nachfolgenden Gegenüberstellungen einzelner Artenanteile und Standortfaktoren.

Um mögliche Zusammenhänge zwischen diesen Standortdaten und Ertragsanteilen der Arten zu visualisieren, wurden zunächst Matrixstreuungsdiagramme erstellt. Nachfolgende Tabelle (Tab. 10) zeigt alle gefundene Korrelationen (r). Die Bestimmtheitsmaße ($B = r^2$) bei den verschiedenen Datenkombinationen „Vegetation – Standort“ liegen für die angesäten Arten (Tab. 1) bei höchstens 0.28.

Tab. 10: Kennwerte der Korrelation zwischen Vegetation und Standortfaktoren (Spearman-Korrelationskoeffizient (r); ** - Signifikanz $p < 0,01$; * - Signifikanz $p < 0,05$)

Standortfaktoren	<i>Lolium perenne</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Poa trivialis</i>	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Poa pratensis</i>	<i>Festuca rubra</i>	<i>Phleum pratense</i>	<i>Poa annua</i>	<i>Agrostis gigantea</i>	<i>Holcus lanatus</i>	<i>Lolium multiflorum</i>	<i>Trifolium repens</i>	<i>Trifolium pratense</i>	<i>Ranunculus repens</i>	<i>Taraxacum officinalis</i>
PH_7	0.157*	-0.340**	0.075	-0.299**	0.145*	0.197**	-0.153*	-0.218**	0.191**	-0.056	0.04	0.180*	-0.182*	0.264**	0.083
P2O5_7	0.047	-0.265**	0.312**	-0.333**	-0.204**	-0.087	-0.114	0.054	0.328**	0.037	0.152*	-0.052	0.027	0.439**	0.287**
K2O_7	-0.03	0.11	-0.197**	0.087	0.141	0.015	0.182*	-0.051	-0.099	0.021	-0.058	0.014	0.095	-0.151*	0.003
Mg_7	0.246**	-0.319**	-0.043	-0.176*	0.339**	0.170*	-0.162*	-0.067	0.037	-0.082	0.196**	0.229**	-0.044	0.012	-0.142
Ct_7	-0.103	-0.139	0.254**	-0.104	-0.117	0.037	0.164*	0.338**	0.022	0.269**	0.176*	0.053	-0.056	0.151*	0.061
Corg_7	-0.085	-0.077	0.367**	-0.144	-0.311**	-0.134	0.006	0.389**	0.068	0.328**	0.228**	-0.098	-0.066	0.189**	0.134
Nt_7	-0.125	0.03	0.321**	-0.128	-0.317**	-0.219**	0.127	0.423**	0.016	0.282**	0.226**	-0.142	-0.05	0.133	0.115
pH_15	0.207**	-0.464**	0.071	-0.270**	0.259**	0.197**	-0.051	-0.211**	0.221**	-0.191**	0.031	0.239**	0.029	0.294**	0.104
P2O5_15	0.054	-0.278**	0.328**	-0.352**	-0.212**	-0.104	-0.077	0.038	0.318**	0.019	0.149*	-0.059	0.031	0.504**	0.288**
K2O_15	0.112	0.068	-0.129	-0.101	0.092	0.066	-0.053	-0.129	-0.067	-0.068	-0.026	-0.065	0.014	-0.102	0.045
Mg_15	0.134	-0.298**	-0.066	-0.069	0.418**	0.122	0.106	-0.023	-0.005	-0.046	0.167*	0.283**	0.051	-0.008	-0.174*
Ct_15	-0.055	-0.128	0.302**	-0.203**	-0.148*	0.071	0.001	0.317**	0.05	0.193**	0.212**	-0.002	-0.121	0.156*	0.058
Nt_15	-0.098	0.033	0.353**	-0.144*	-0.361**	-0.204**	0.038	0.390**	0.033	0.251**	0.263**	-0.175*	-0.104	0.134	0.103
Corg_15	-0.025	-0.066	0.403**	-0.213**	-0.333**	-0.12	-0.152*	0.344**	0.093	0.221**	0.255**	-0.159*	-0.135	0.195**	0.121
LD	0.245**	-0.162*	-0.401**	0.085	0.388**	0.039	0.285**	-0.200**	-0.341**	-0.161*	-0.206**	0.333**	0.157*	-0.305**	-0.027
STEIN	0.155*	-0.245**	-0.312**	-0.004	0.531**	0.297**	0.082	-0.146*	-0.136	-0.109	-0.107	0.394**	0.179*	-0.194**	-0.116
TON	0.224**	-0.212**	-0.366**	-0.091	0.442**	0.274**	-0.008	-0.116	-0.162*	-0.027	-0.061	0.342**	0.079	-0.193**	-0.007
SCHLUFF	-0.155*	0.197**	0.305**	0.078	-0.401**	-0.260**	0.024	0.07	0.104	0.017	0.056	-0.312**	-0.082	0.135	-0.028
SAND	-0.206**	0.063	0.217**	0.026	-0.178*	-0.079	-0.071	0.139	0.170*	0.041	0.029	-0.118	-0.017	0.181*	0.088
SLP	0.250**	-0.042	-0.230**	-0.150*	0.13	0.163*	0.044	-0.113	-0.215**	-0.1	-0.185*	0.127	0.044	-0.295**	0.043
ASP	0.169*	0.089	-0.041	-0.136	0.002	-0.026	-0.02	-0.065	-0.038	-0.139	0.088	-0.137	0.09	-0.114	-0.149*
EM_38	0.170*	-0.392**	-0.209**	-0.045	0.413**	0.131	0.189*	-0.220**	0.147*	-0.037	0.094	0.381**	0.171*	-0.081	0.053
WASS1	-0.285**	-0.219*	0.652**	-0.203*	-0.402**	-0.309**	-0.136	0.081	0.482**	-0.148	0.361**	-0.244*	-0.232*	0.505**	0.155
WASS2	-0.007	-0.032	0.142	-0.104	0.019	0.421**	0.132	0.023	0.182	0.013	-0.016	-0.074	-0.091	0.114	0.012
BOD_ZA	0.190**	0.213**	-0.461**	0.107	0.159*	0.158*	-0.005	-0.302**	-0.284**	-0.199**	-0.228**	-0.006	0.052	-0.325**	-0.183*
ACK_ZA	0.175*	0.233**	-0.465**	0.126	0.154*	0.155*	-0.019	-0.302**	-0.278**	-0.196**	-0.223**	-0.016	0.034	-0.311**	-0.227**
GRU_ZA	-0.217**	-0.165*	0.542**	-0.152*	-0.318**	-0.229**	-0.04	0.369**	0.295**	0.244**	0.260**	-0.062	-0.089	0.358**	0.221**

Standortfaktoren	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Rumex obtusifolius</i>	<i>Veronica arvensis</i>	<i>Chamomilla recutita</i>	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Plantago major</i>	<i>Glyceria fluitans</i>	<i>Agropyron repens</i>	<i>Ranunculus ficaria</i>	<i>Heracleum sphondylium</i>	<i>Agrostis capillaris</i>	<i>Bromus hordeaceus</i>	<i>Bromus sterilis</i>	<i>Cerastium holosteoides</i>	Trockenmasse dt/ha
PH_7	-0.011	-0.097	0.018	0.017	0.022	-0.061	0.108	0.034	0.052	0.095	0.074	-0.074	0.116	0.034	-0.091
P2O5_7	0.046	0.047	-0.104	0.053	0.209**	0.05	0.200**	0.268**	0.111	0.012	0.032	0.097	0.270**	-0.094	0.011
K2O_7	-0.08	-0.154*	-0.148*	0.095	-0.022	-0.021	-0.057	-0.069	-0.069	-0.166*	-0.048	0.07	0.083	-0.126	-0.048
Mg_7	-0.02	-0.092	0.075	0.062	0.005	-0.034	0.06	0.198**	0.200**	-0.046	0.012	-0.026	-0.107	0.049	-0.131
Ct_7	0.042	0.223**	-0.033	-0.150*	0.086	0.181*	0.043	0.162*	0.127	-0.014	-0.103	0.126	0.136	-0.053	0.021
Corg_7	0.105	0.309**	-0.067	-0.172*	0.138	0.234**	0.075	0.220**	0.168*	-0.001	-0.092	0.183*	0.180*	-0.092	0.167*
Nt_7	0.101	0.297**	-0.055	-0.136	0.121	0.250**	0.03	0.219**	0.165*	-0.019	-0.094	0.205**	0.1	-0.084	0.133
pH_15	-0.022	-0.104	-0.02	-0.002	0.007	-0.033	0.12	0.021	0.052	0.106	0.079	-0.155*	0.112	0.004	-0.151*
P2O5_15	0.044	0.037	-0.104	0.031	0.203**	0.035	0.194**	0.260**	0.107	0.011	0.031	0.091	0.260**	-0.095	-0.008
K2O_15	-0.041	-0.156*	-0.151*	0.033	0.011	-0.027	-0.038	-0.037	-0.053	-0.156*	-0.03	0.08	0.103	-0.125	-0.064
Mg_15	-0.069	-0.092	0.11	0.065	-0.041	0.016	0.032	0.157*	0.182*	-0.076	-0.015	-0.039	-0.136	0.081	-0.189**
Ct_15	0.073	0.253**	-0.045	-0.149*	0.119	0.194**	0.063	0.202**	0.153*	0.001	-0.095	0.146*	0.151*	-0.069	0.055
Nt_15	0.126	0.323**	-0.061	-0.139	0.138	0.264**	0.039	0.246**	0.191**	-0.002	-0.079	0.214**	0.103	-0.091	0.168*
Corg_15	0.132	0.323**	-0.072	-0.184*	0.165*	0.235**	0.093	0.250**	0.186*	0.014	-0.079	0.195**	0.185*	-0.101	0.191**
LD	-0.097	-0.187**	0.073	0.135	-0.175*	-0.184*	-0.246**	-0.233**	-0.161*	-0.066	0.059	-0.184*	-0.114	0.088	-0.410**
STEIN	-0.14	-0.163*	0.048	0.157*	-0.107	-0.099	-0.083	-0.111	-0.064	-0.075	0.015	-0.125	-0.093	0.044	-0.315**
TON	-0.109	-0.108	-0.056	0.209**	-0.06	-0.038	-0.101	-0.064	-0.036	-0.036	0.105	-0.066	-0.037	-0.032	-0.251**
SCHLUFF	0.09	0.088	0.049	-0.207**	0.054	0.038	0.064	0.058	0.032	0.032	-0.134	0.058	0.034	0.027	0.219**
SAND	0.071	0.076	0.035	-0.032	0.032	0.012	0.107	0.034	0.019	0.019	0.05	0.04	0.02	0.022	0.131
SLP	0.053	-0.209**	-0.061	0.08	-0.117	-0.124	-0.114	-0.205**	-0.161*	-0.159*	0.087	-0.153*	-0.062	-0.022	-0.317**
ASP	0.09	0.029	-0.385**	0.035	-0.121	0.074	0.052	0.027	0.09	-0.021	0.071	-0.04	-0.365**	-0.381**	-0.1
EM_38	-0.05	-0.051	0.129	0.232**	-0.048	0.087	-	0.037	0.147*	-0.068	0.096	-0.081	-0.026	0.121	-0.303**
WASS1	0.112	0.228*	0.155	-0.088	0.19	0.095	0.386**	0.355**	0.284**	0.071	-0.018	0.193	0.123	-0.193	0.369**
WASS2	0.029	0.032	-0.053	-0.062	-	0.075	-	-	-	-	-	-0.008	0.006	-0.047	-0.068
BOD_ZA	-0.067	-0.171*	-0.031	0.035	-0.119	-0.169*	-0.168*	-0.246**	-0.152*	0.051	0.009	-0.218**	-0.177*	0.007	-0.212**
ACK_ZA	-0.065	-0.156*	-0.025	0.026	-0.111	-0.164*	-0.164*	-0.239**	-0.149*	0.065	-0.025	-0.212**	-0.173*	0.011	-0.179*
GRU_ZA	0.118	0.242**	0.007	-0.069	0.157*	0.183*	0.175*	0.278**	0.158*	-0.032	-0.032	0.283**	0.189**	-0.035	0.279**

Erkenntnisse aus Beobachtungen zu abiotischen Parametern und Arten wurden aus den jeweils nachfolgenden Gegenüberstellungsgrafiken gewonnen. Für die Beobachtungen kamen nur die Pflanzenarten in Frage (getrennt nach „angesäte“ und „nicht angesäte Arten“), die auf mindestens 3% der Untersuchungspartellen vorgefunden wurden.

Ertragsanteile von *Festuca rubra* höher als 2% treten auf der Gesamtfläche nur bei niedrigen Nt-Gehalten (< 0,26%) in 0-7 cm Bodentiefe sowie hohen elektrischen Bodenleitfähigkeitswerten (> 29,6 mS/m) auf (außer einem Ausreißer) (Abb. 28).

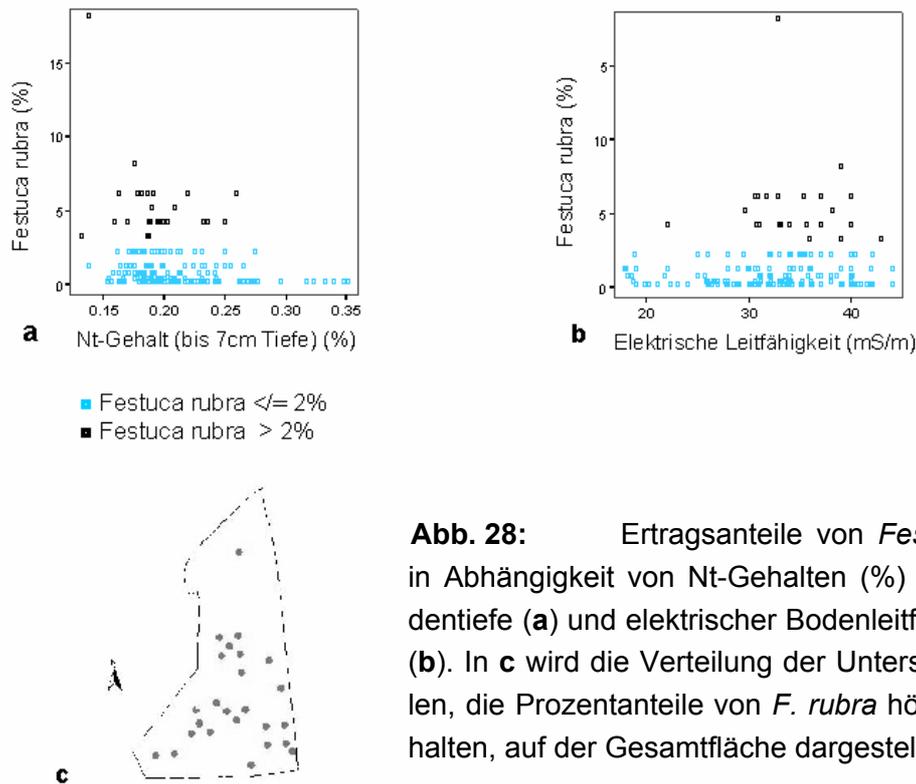


Abb. 28: Ertragsanteile von *Festuca rubra* (%) in Abhängigkeit von Nt-Gehalten (%) bei 0-7 cm Bodentiefe (**a**) und elektrischer Bodenleitfähigkeit (mS/m) (**b**). In **c** wird die Verteilung der Untersuchungspartellen, die Prozentanteile von *F. rubra* höher als 2% enthalten, auf der Gesamtfläche dargestellt.

Ähnliche Beobachtungen lassen sich auch bei der Verteilung von *Poa pratensis* in Abhängigkeit von bestimmten Standortfaktoren feststellen (Abb. 29). Ab Ertragsanteilen größer 2% bleiben die Lagerungsdichtewerte über $1,44 \text{ g/cm}^3$ (außer bei einer Untersuchungsparzelle) und die Nt-Gehalte in zwei Tiefen überschreiten die Grenze von 0,24% nicht. Diese Prozentanteilsgrenze scheint auch für organische Kohlenstoffgehalte bis 2,15% für die 7 cm Tiefe und bis 2,05% für die 15 cm Tiefe (außer bei einer Untersuchungsparzelle) gültig zu sein.

Bei der Gegenüberstellung der Prozentanteile von *Poa pratensis* und elektrischen Bodenleitfähigkeitswerten liegen letztere über 29,5 mS/m, wenn *Poa pratensis* Prozentanteile über 5 erreicht.

Die Regressionsanalyse zur Klärung des Einflusses der Standortfaktoren auf den Ertragsanteil von *Poa pratensis* zeigte, dass unter Einbezug aller erfassten Standortfaktoren 42,7%* der gesamten Streuung erklärt werden konnten. Steingewicht, Tonfraktion des Bodens, P_2O_5 -Gehalt (7-15 cm Tiefe), Mg-Gehalt (7-15 cm Tiefe), K_2O -Gehalt (7-15 cm Tiefe) und elektrische Leitfähigkeit lieferten einen signifikanten Beitrag für die Erklärung der Regressionsgleichung.

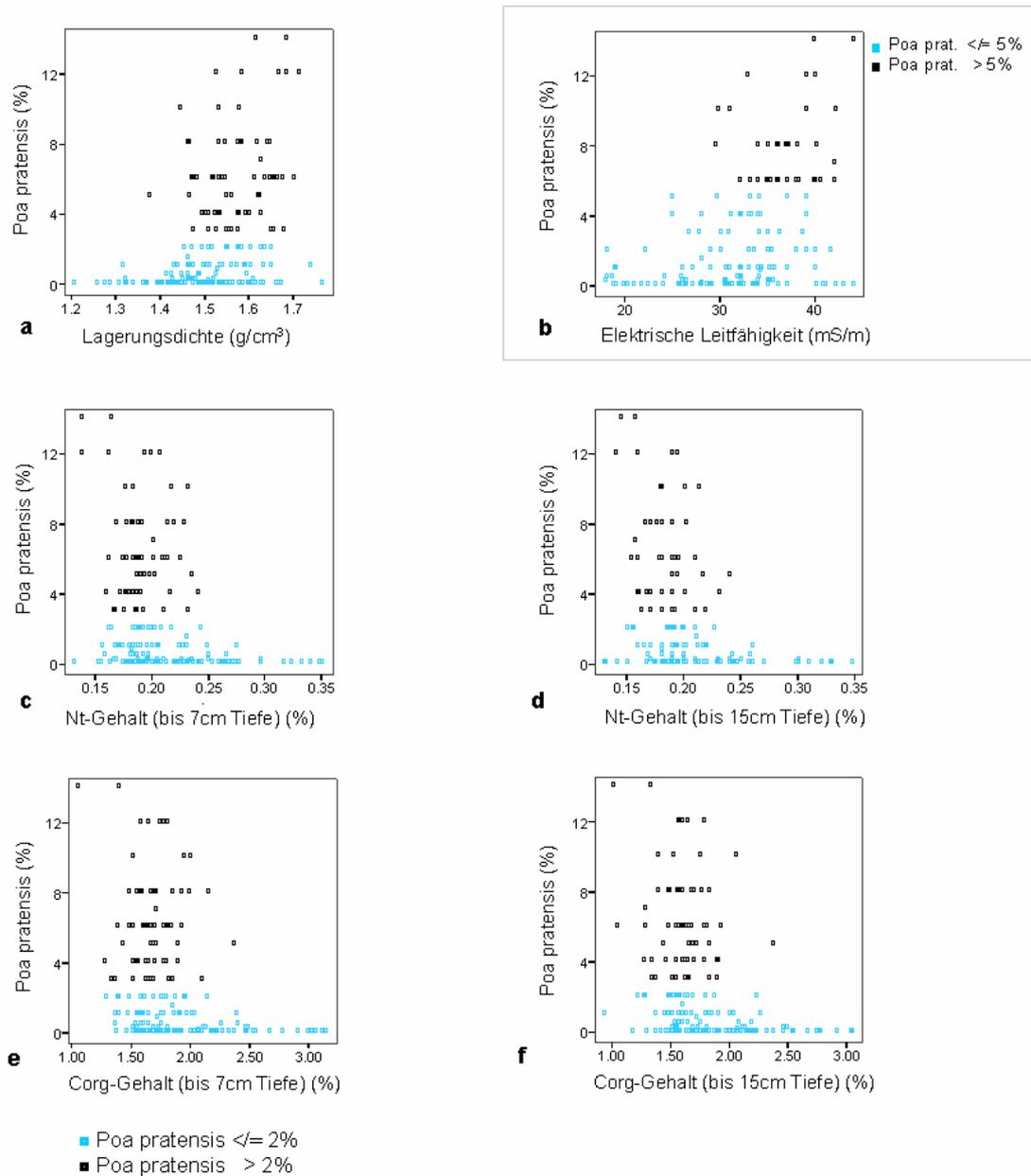


Abb. 29: Ertragsanteile von *Poa pratensis* (%) in Abhängigkeit von Lagerungsdichte (g/cm^3) (a), elektrischer Bodenleitfähigkeit (mS/m) (b), Nt-Gehalt (%) in zwei Bodentiefen (c) (d) und Corg-Gehalt (%) in zwei Bodentiefen (e) (f). In g wird die Verteilung der Untersuchungspartellen, die Prozentanteile von *P. pratensis* höher als 2% enthalten, auf der Gesamtfläche dargestellt.

Ertragsanteile von *Festuca pratensis* höher als 8% (Abb. 30) treten nur bei niedrigen P_2O_5 -, N_t - und C_{org} -Gehalten auf. Diese Wertgrenze liegt hier für P_2O_5 -Gehalte bei 25 mg/100g (0-7 cm Tiefe) und 22 mg/100g (7-15 cm Tiefe), im Fall von N_t bei 0,22% (beiden Tiefen) - außer bei zwei Untersuchungspartellen. Für C_{org} wurden Werte bis 1,9 % (0-7 cm Tiefe) und bis 2,0% (7-15 cm Tiefe) gefunden (außer bei zwei Untersuchungspartellen).

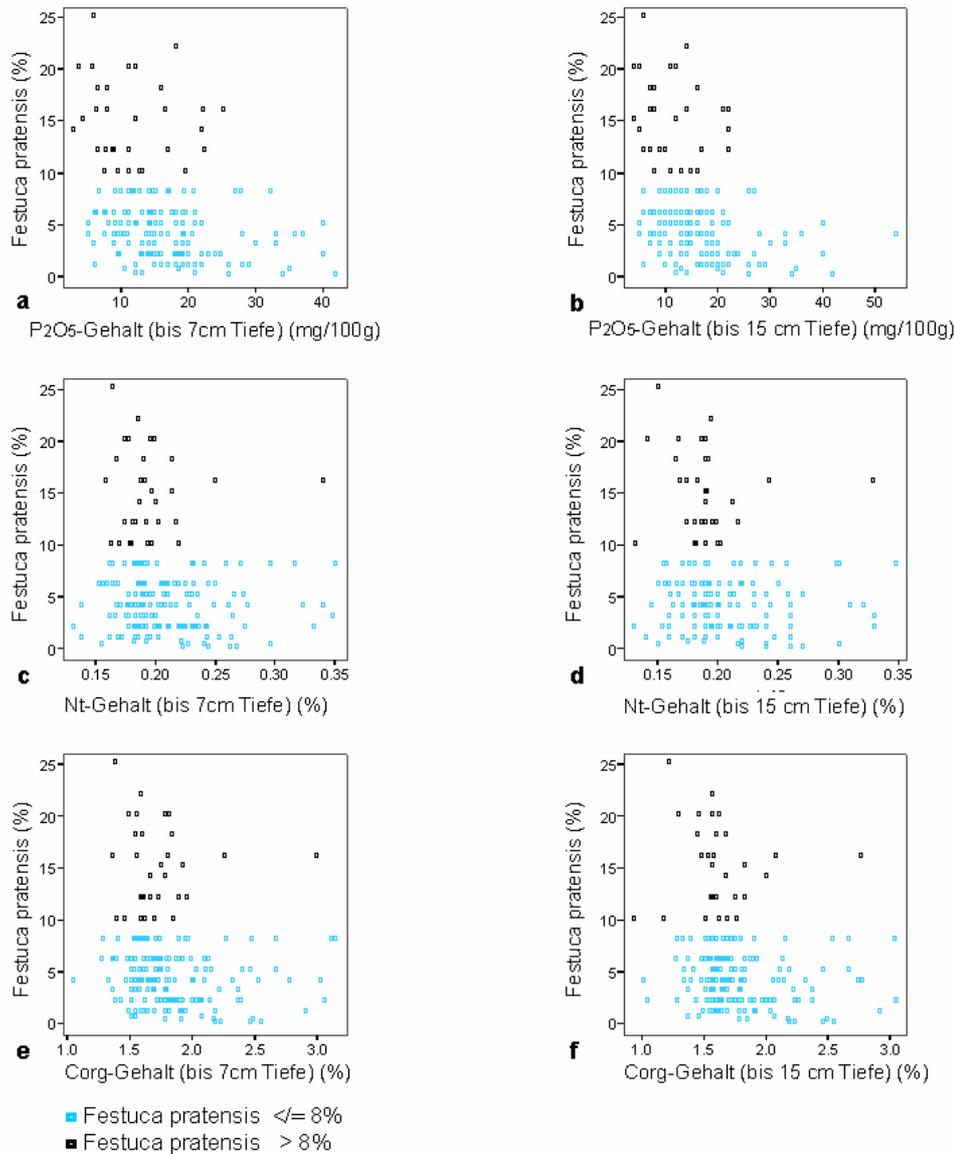


Abb. 30: Ertragsanteile von *Festuca pratensis* (%) in Abhängigkeit vom P₂O₅-Gehalt (mg/100g) in zwei Bodentiefen (a) (b), Nt-Gehalt (%) in zwei Bodentiefen (c) (d) und Corg- Gehalt (%) in zwei Bodentiefen (e) (f). In g wird die Verteilung der Untersuchungsparzellen, die Prozentanteile von *F. pratensis* höher als 8% enthalten, auf der Gesamfläche dargestellt.

Dactylis glomerata tritt mit hohen Anteilen (>39%) bei mittleren Lagerungsdichten (1,39 bis 1,63 g/cm³) und niedrigen Steingewichten (< 9,87%) auf. In beiden Fällen gibt es zwei Untersuchungsparzellen, die diesem Trend nicht folgen (Abb. 31). Diese Tendenz gilt auch bei niedrigen Phosphorgehalten (bis 26 mg/100g) in 15 cm Tiefe und pH-Werten (bis 7) in 15 cm

Tiefe. Zwischen pH-Werten und Prozentanteilen von *Dactylis glomerata* zeigt sich eine Beziehung, deren Bestimmtheitsmaß bei 0,22** liegt.

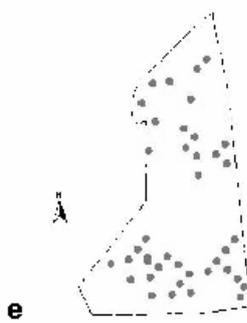
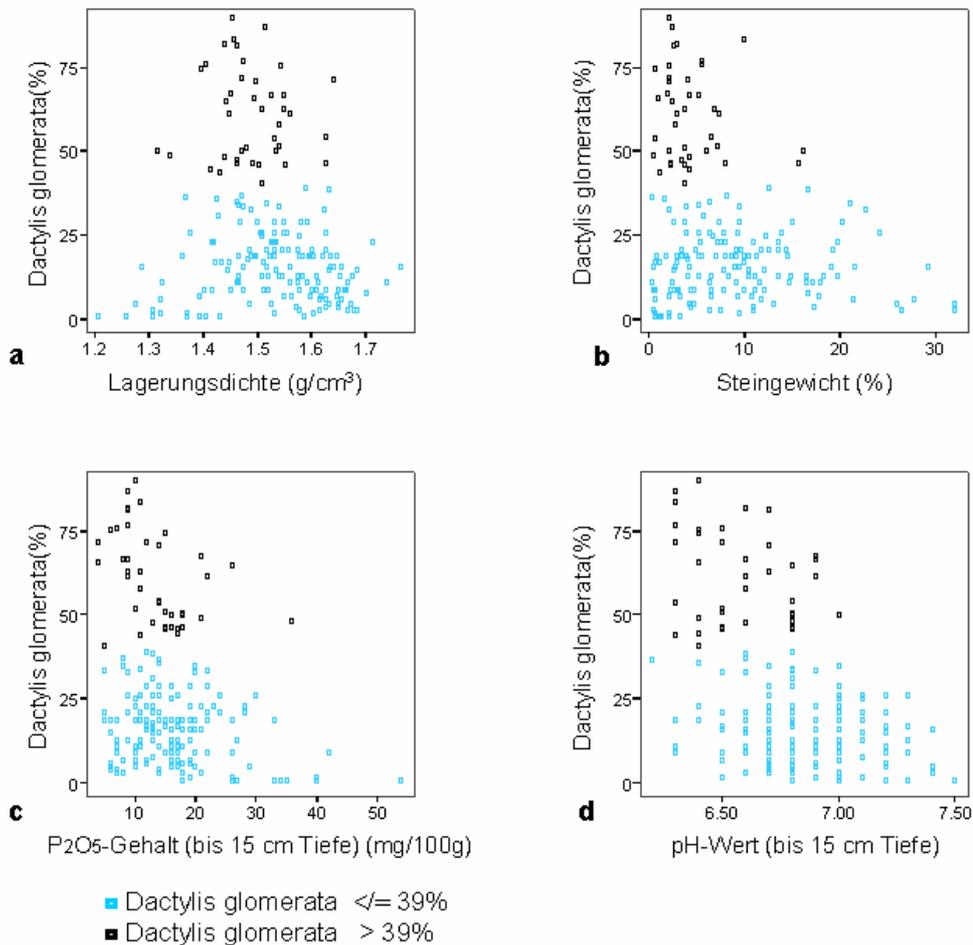


Abb. 31: Ertragsanteile von *Dactylis glomerata* (%) in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte (g/cm^3) (a) vom Steingewicht (%) im Boden (b), P_2O_5 -Gehalt ($\text{mg}/100\text{g}$) in 15 cm Tiefe (c) und pH-Wert in 15 cm Tiefe (d). In e wird die Verteilung der Untersuchungsparzellen, die Prozentanteile von *D. glomerata* höher als 39% enthalten, auf der Gesamtfläche dargestellt.

Obwohl die Gegenüberstellung der Prozentanteile an *Phleum pratense* in Abhängigkeit von einzelnen Standortfaktoren keine klare Konstellation ergab, zeigt die multiple Regression, dass unter Einbezug aller erfassten Standortfaktoren 41,5%* der gesamten Streuung erklärt werden konnten. Nt-Gehalt (0-7 cm Tiefe), C_{org} -Gehalt (7-15 cm Tiefe), C_t -Gehalt (0-7 cm Tiefe), Mg-Gehalt (7-15 cm Tiefe) und K_2O -Gehalt (in beiden Tiefen) lieferten einen signifikanten Beitrag zur Erklärung der Regressionsgleichung.

Etablierung der nicht angesäten Pflanzenarten

Ertragsanteile von *Poa trivialis* größer 12% liefern Böden mit stark schluffigem Tonanteil (Tu4), mittel und stark tonigem Schluffanteil (Ut3; Ut4) und Böden mit sehr geringen Steingewichten (< als 12,95 %), außer bei zwei Untersuchungsparzellen (Abb. 32).

Ähnliche Parallelen gibt es auch bei hohen Bodenwassergehalten (> 39,8 Vol. %), außer bei einer Untersuchungsparzelle. Außerdem wurde eine Beziehung zwischen Wassergehalt und Ertragsanteilen von *Poa trivialis* nachgewiesen. Das Bestimmtheitsmaß liegt bei 0,43**.

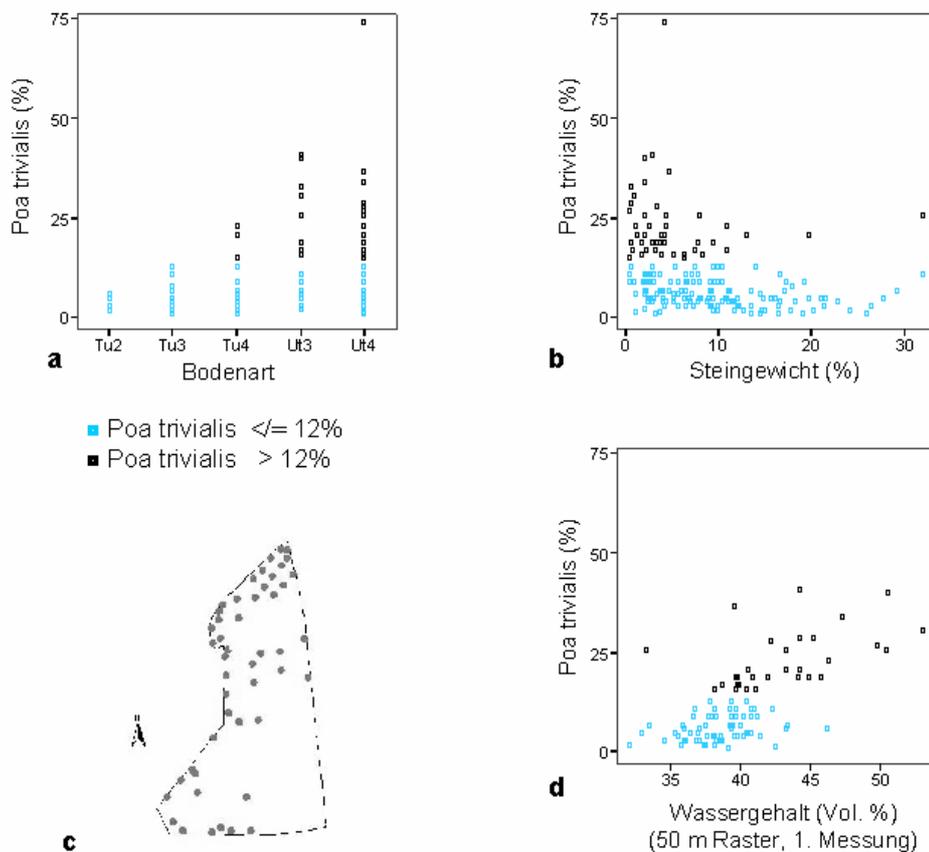


Abb. 32: Ertragsanteile von *Poa trivialis* (%) in Abhängigkeit von Bodenart (a), Steingewicht (%) im Boden (b) und Wassergehalt (Vol. %) (d) im Boden. In c wird die Verteilung der Untersuchungsparzellen, die Prozentanteile von *P. trivialis* höher als 12% enthalten, auf der Gesamtfläche dargestellt.

Die Regressionsanalyse zur Klärung des Einflusses der Standortfaktoren auf die Anteile an *Poa trivialis* zeigte, dass unter Einbezug aller erfassten Standortfaktoren 29,9%* der gesamten Streuung erklärt werden konnte. C_{org} -Gehalt (7-15 cm Tiefe), P_2O_5 -Gehalt (7-15 cm Tiefe), Tonfraktion und Sandfraktion des Bodens lieferten den signifikanten Beitrag zur Erklärung der Regressionsgleichung.

Die Gegenüberstellung der Prozentanteile von *Rumex obtusifolius* in Abhängigkeit von Bodenart und Steingewicht im Boden weist auf das Vorkommen der Art nur bei niedrigen Steingewichten (< 8,04 %) und Böden mit mittel bis stark tonigen Schluffanteilen (Ut3; Ut4) hin (Abb. 33).

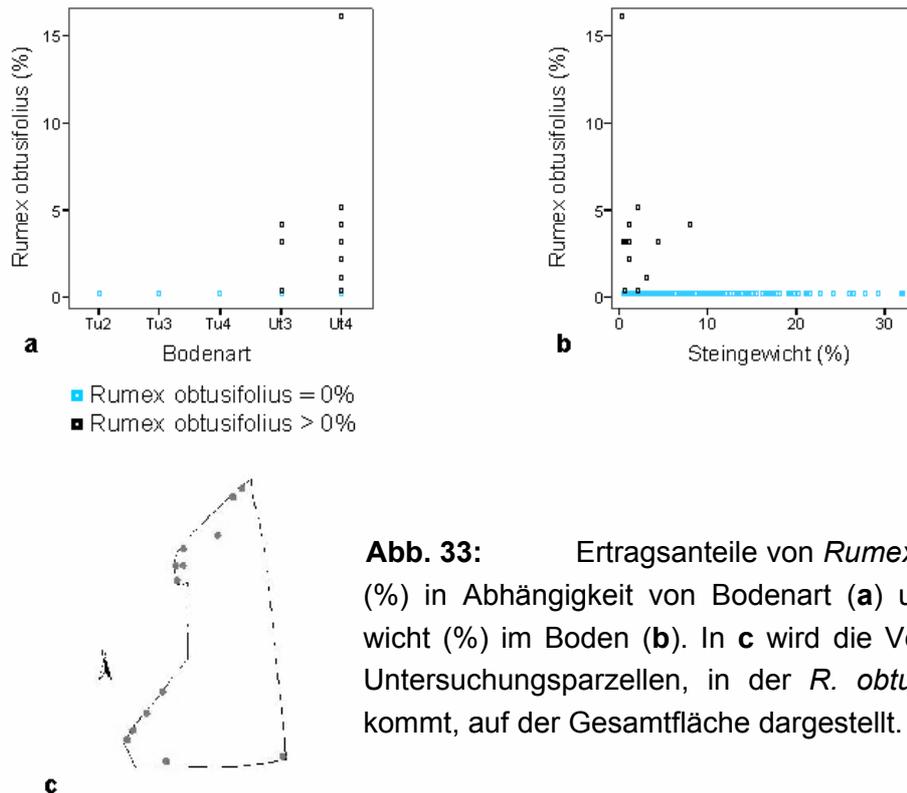


Abb. 33: Ertragsanteile von *Rumex obtusifolius* (%) in Abhängigkeit von Bodenart (a) und Steingewicht (%) im Boden (b). In c wird die Verteilung der Untersuchungsparzellen, in der *R. obtusifolius* vorkommt, auf der Gesamtfläche dargestellt.

Sehr ähnlich ist auch das Vorkommen von *Ranunculus repens*, wobei die Steingewichtsgrenze hier niedriger (4,28 %) liegt (Abb. 34). Dabei liegen die Bodenwassergehalte hingegen sehr hoch (> 40 Vol. %).

Ein Vergleich der Ertragsanteile von *Taraxacum officinalis* in Abhängigkeit vom Magnesiumgehalt im Boden (0-7 cm / 7-15 cm Tiefe) zeigt ein Vorkommen der Art (ab 10% Ertragsanteil) bei niedrigen Mg-Werten (< 22 mg/100g für 0-7 cm Tiefe; < 24 mg/100g für 7-15 cm Tiefe) (Abb. 35).

Agrostis gigantea tritt auf Böden mit mittel und stark tonigen Schlufffraktionen (Ut3; Ut4), niedrigem Steingewicht (< 4,13 %) und Lagerungsdichte (< 1,37 g/cm³) auf (Abb. 36). Es wurde auch bei geringen Hangneigungen (bis 4,01%) und K₂O-Gehalten (< 25 mg/100g - in beiden Tiefen) gefunden. Gleichzeitig wurden hohe Wassergehalte (> 47,31 Vol. %) und unterschiedliche pH-Werte für beide Tiefen (ab 6,7 für 0-7 cm Tiefe und ab 6,9 für 7-15 cm Tiefe) ermittelt.

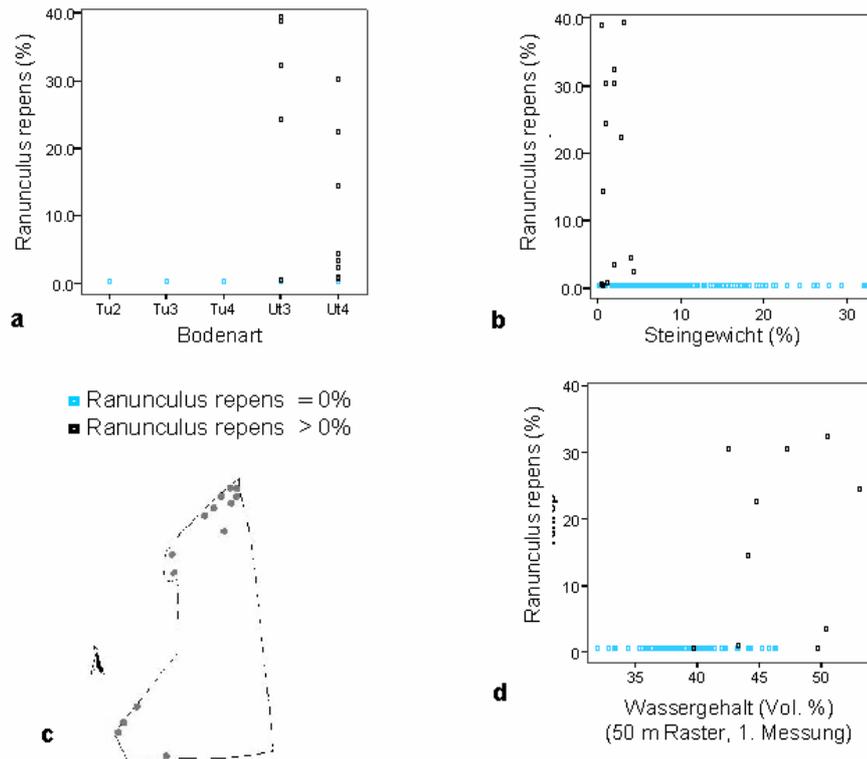


Abb. 34: Ertragsanteile von *Ranunculus repens* (%) in Abhängigkeit von Bodenart (a), Steingewicht (%) (b) und Wassergehalt (Vol. %) im Boden (d). In c wird die Verteilung der Untersuchungspartellen, in der *R. repens* vorkommt, auf der Gesamtfläche dargestellt.

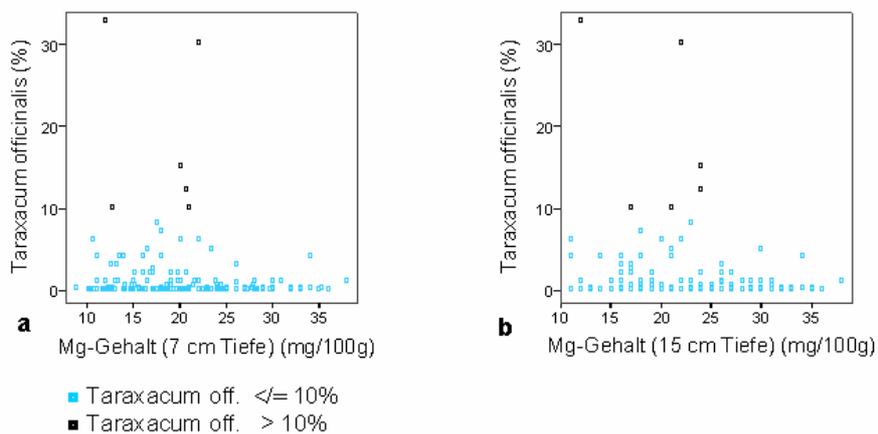


Abb. 35: Ertragsanteile von *Taraxacum officinalis* (%) in Abhängigkeit vom Magnesiumgehalt (mg/100g) für beide Bodentiefen (a), (b). In c wird die Verteilung der Untersuchungspartellen, die Prozentanteile von *T. officinalis* ab 10% enthalten, auf der Gesamtfläche dargestellt.

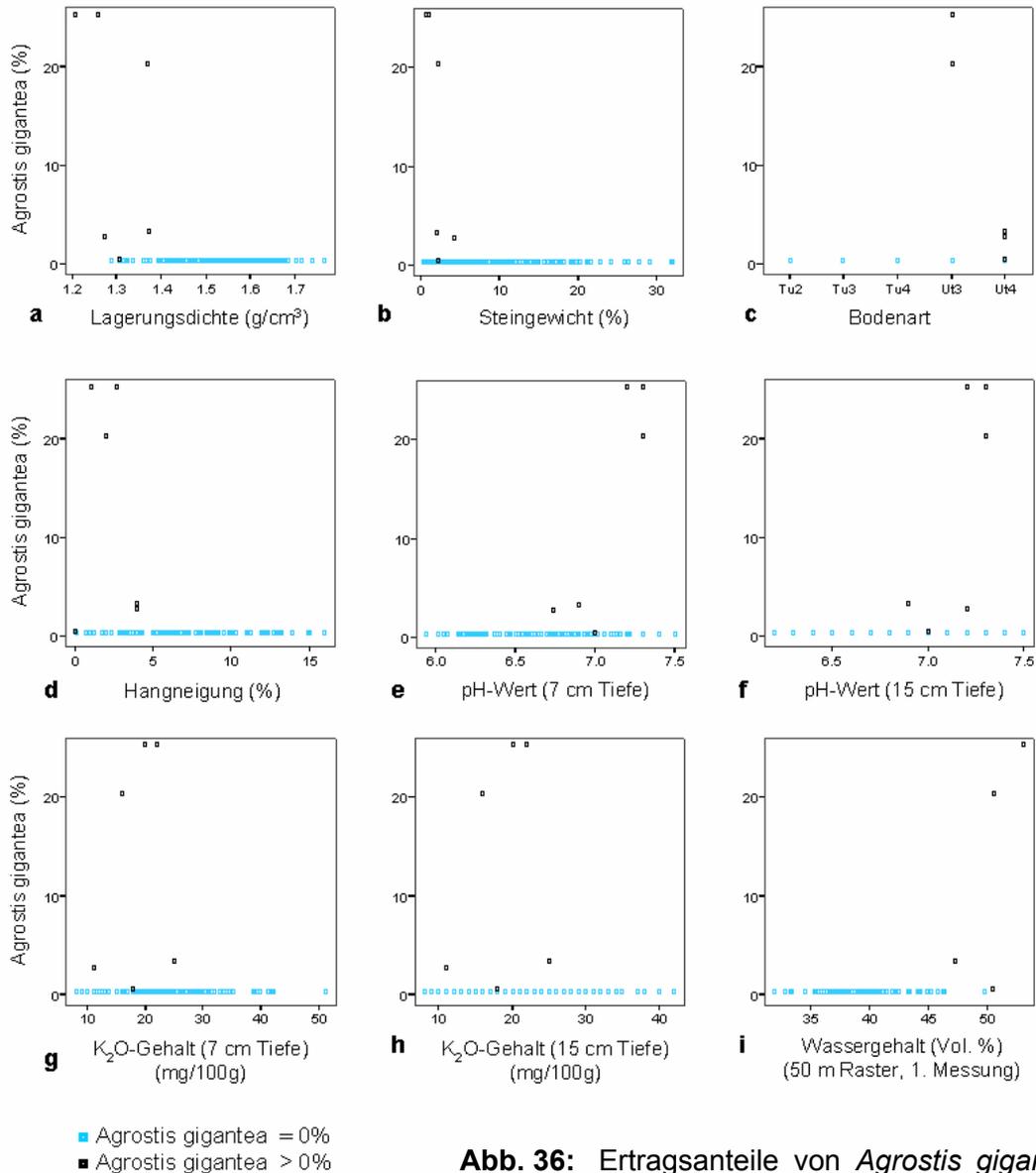
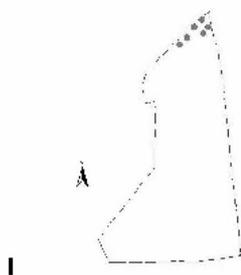


Abb. 36: Ertragsanteile von *Agrostis gigantea* (%) in Abhängigkeit von Lagerungsdichte (g/cm^3) (a), Steingewicht (%) im Boden (b), Bodenart (c), Hangneigung des Geländes (%) (d), pH-Wert bis 7 cm Tiefe (e), pH-Wert bis 15 cm Tiefe (f), Kaliumgehalt ($\text{mg}/100\text{g}$) bis 7 cm Bodentiefe (g), Kaliumgehalt ($\text{mg}/100\text{g}$) bis 15 cm Bodentiefe (h), und Bodenwassergehalt (Vol. %) (i). In I wird die Verteilung der Untersuchungsparzellen, die Prozentanteile von *A. gigantea* ab 10% enthalten, auf der Gesamtfläche dargestellt.



Poa annua tritt mit Anteilen größer 1% bei niedrigen pH-Werten ($< 6,6$) in 0-7 cm Tiefe und P_2O_5 -Gehalten ($< 21 \text{ mg}/100\text{g}$) in beiden Tiefen auf (Abb. 37). Die Ct-Gehalte liegen dagegen hoch ($> 2,16\%$ in 0-7 cm Tiefe, $> 1,96\%$ in 7-15 cm Tiefe). Die Mg-Gehalte bis 7 cm Tiefe liegen zwischen 17 und 23 $\text{mg}/100\text{g}$.

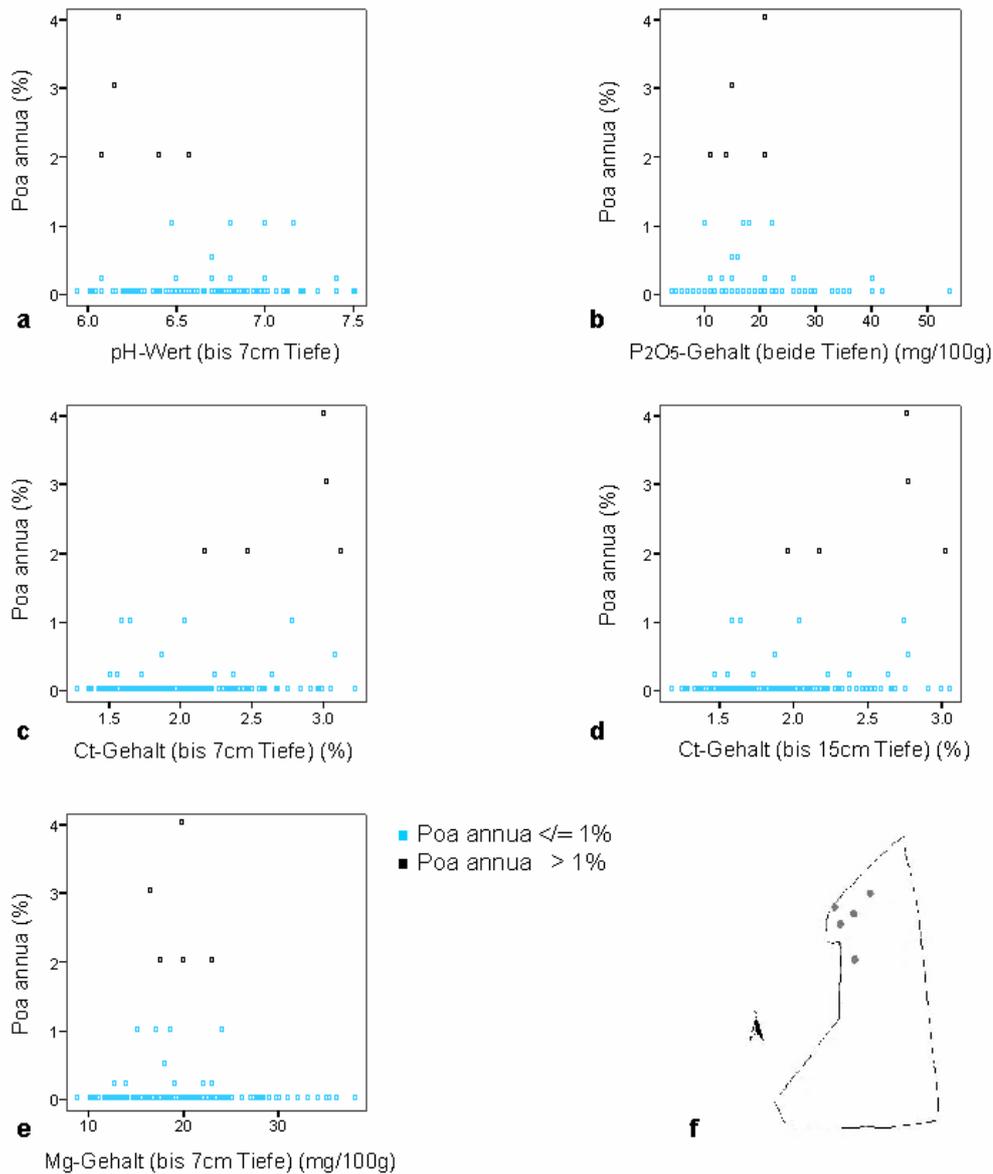


Abb. 37: Ertragsanteile von *Poa annua* (%) in Abhängigkeit vom pH-Wert 0-7cm Tiefe **(a)**, P₂O₅-Gehalt in beiden Tiefen **(b)**, Ct-Gehalt (%) 0-7 cm Tiefe **(c)** Ct-Gehalt (%) 7-15 cm Tiefe **(d)** und Mg-Gehalten (mg/100g) im Boden **(e)**. In **f** wird die Verteilung der Untersuchungsparzellen, deren Prozentanteile von *P. annua* höher als 1% waren, auf der Gesamtfläche dargestellt.

Wenn man die räumliche Verteilung der letzten 5 Arten (*Rumex obtusifolius*, *Taraxacum officinalis*, *Agrostis gigantea*, *Poa annua* und *Ranunculus repens*) auf der Gesamtfläche betrachtet, zeigt sich ein Vorkommen, ähnlich *Poa trivialis*, in Arealen mit hydromorphen Böden und geringen Lagerungsdichten. Allerdings liegt der Ertragsanteil der 5 Arten öfter unter dem von *Poa trivialis* und weist, im Vergleich dazu, auch auf keine deutliche Beziehung zum Bodenwassergehalt hin.

Ähnliche Beobachtungen wurden auch bei der **Intensivuntersuchungsfläche** gemacht.

In diesem Areal, bei dem die Spannweite innerhalb der Messwerte der Standortfaktoren im Vergleich zur Gesamtfläche weitgehend geringer ist, zeigen sich trotzdem bestimmte Trends. Hierbei scheinen die Umweltvariablen „Kaliumgehalt“ und „elektrische Bodenleitfähigkeit“ bedeutsam zu sein.

Bei *Poa pratensis* bestätigt und verdeutlicht sich der zuvor gefundene Trend der elektrischen Bodenleitfähigkeit (Abb. 29). Ab Prozentanteilen von *Poa pratensis* über 2% liegen die elektrischen Leitfähigkeitsmesswerte hoch ($> 30,9$ mS/m) (Abb. 38).

Hierbei lagen auch die Mg-Gehalte in beiden Bodentiefen hoch (> 19 mg/100g 0-7 cm Tiefe, > 21 mg/100g in 7-15 cm Tiefe), die K₂O-Gehalte bis 15 cm Tiefe hingegen niedrig (< 21 mg/100g).

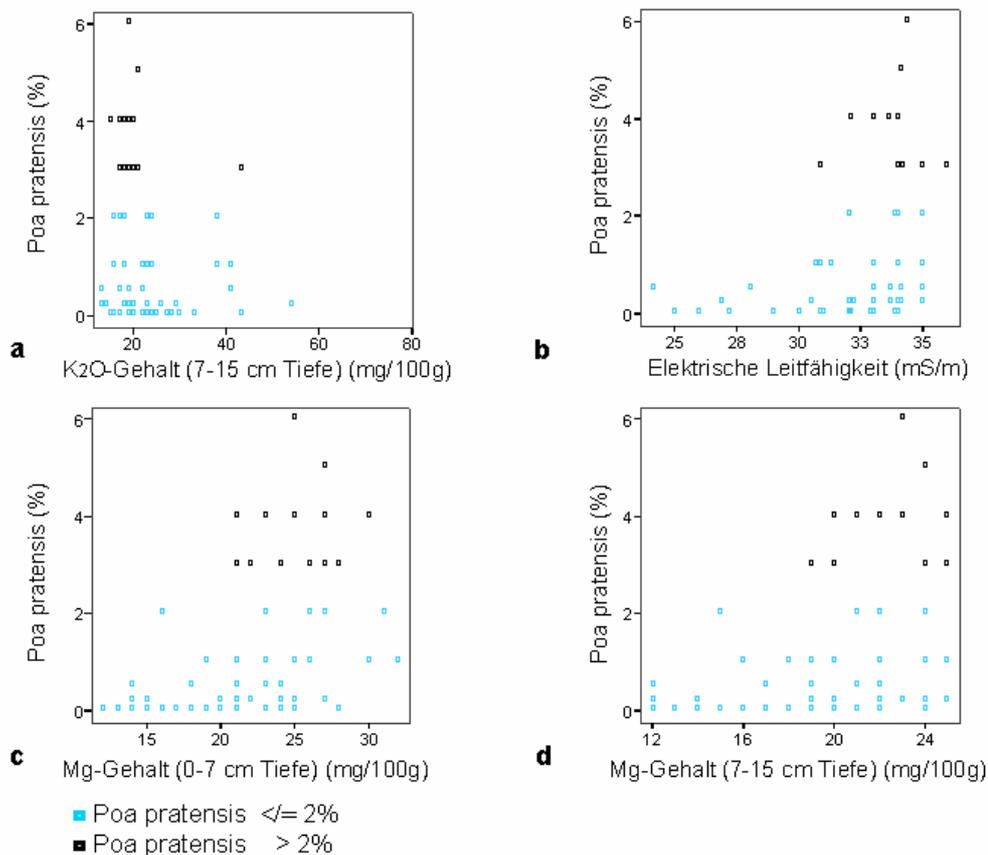


Abb. 38: Ertragsanteile von *Poa pratensis* (%) in Abhängigkeit vom Kaliumgehalt (mg/100g) in 7-15 cm Tiefe (**a**), elektrischer Bodenleitfähigkeit (mS/m) (**b**) und Mg-Gehalten (mg/100g) in zwei Bodentiefen (**c**) (**d**)

Die Regressionsanalyse zur Klärung des Einflusses der Standortfaktoren auf die Anteile an *Poa pratensis* zeigte, dass unter Einbezug aller erfassten Standortfaktoren 37%* der gesamten Streuung erklärt werden konnten. Hier lieferten Mg-Gehalt (7-15 cm Tiefe), C_{org}-Gehalt (0-7 cm Tiefe), pH-Wert (7-15 cm Tiefe) und Hangrichtung einen signifikanten Beitrag zur Erklärung der Regressionsgleichung.

Auch bei *Festuca rubra* bestätigt sich der zuvor gefundene Trend der elektrischen Bodenleitfähigkeit (Abb. 28). Ab Prozentanteilen über 3% liegen die elektrischen Leitfähigkeitsmesswerte hoch - d.h. über 30,9 mS/m (Abb. 39).

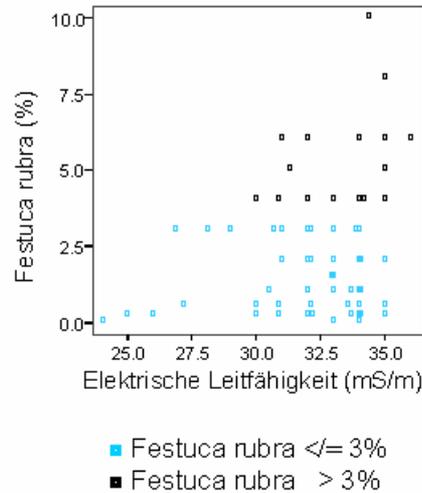


Abb. 39: Ertragsanteile von *Festuca rubra* (%) in Abhängigkeit von elektrischer Bodenleitfähigkeit (mS/m)

Dactylis glomerata zeigt bei Gegenüberstellung seiner Anteile mit K₂O-Gehalten bis 15 cm Tiefe und elektrischer Leitfähigkeit eine interessante Konstellation (Abb. 40).

Bei *D. glomerata*-Ertragsanteilen unter 50% liegen die K₂O-Gehalte niedrig (< 26 mg/100g) - außer bei einer Untersuchungsparzelle, die elektrische Leitfähigkeit dagegen hoch (> 30,5 mS/m) - außer bei zwei Untersuchungsparzellen.

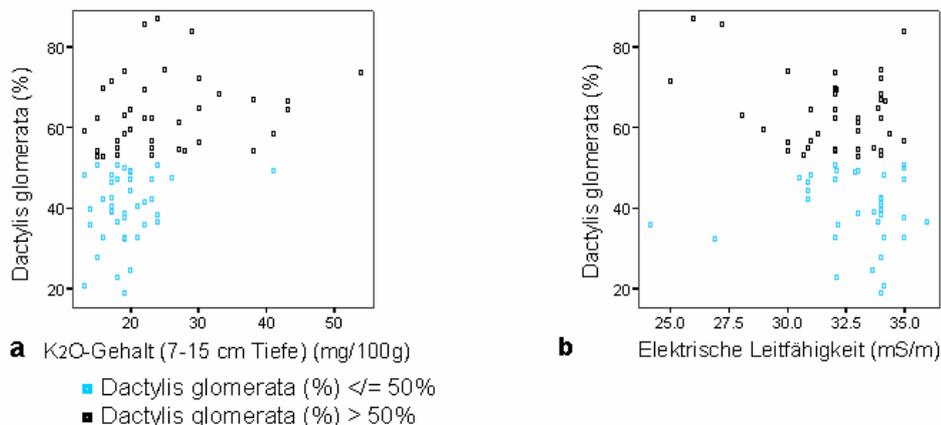


Abb. 40: Ertragsanteile von *Dactylis glomerata* (%) in Abhängigkeit vom Kaliumgehalt (mg/100g) in 7-15 cm Tiefe (a) und elektrischer Bodenleitfähigkeit (mS/m) (b)

Die Regressionsanalyse zur Klärung des Einflusses der Standortfaktoren auf die Anteile an *Dactylis glomerata* zeigte, dass unter Einbezug aller erfassten Standortfaktoren 40,7%* der gesamten Streuung erklärt werden konnten. Mg-Gehalt (0-7 cm Tiefe), P₂O₅-Gehalt (0-7 cm Tiefe) und K₂O-Gehalt (0-7 cm Tiefe) lieferten einen signifikanten Beitrag zur Erklärung der Regressionsgleichung.

Auf dieser Fläche wurden auch Trends zu anderen Arten beobachtet, die vorher bei der Gesamtfläche nicht zu erkennen waren (siehe nachfolgende Ausführungen).

Ertragsanteile an *Phleum pratense* höher als 2% treten auf der Intensivuntersuchung bei hohen Lagerungsdichten (> 1,49 g/cm³), elektrischen Leitfähigkeiten (> 30,9 mS/m) und Mg-Gehalten in 7-15 cm Tiefe (> 20 mg/100g) auf (Abb. 41). Bei elektrischer Leitfähigkeit und Mg-Gehalt gab es jeweils einen Fall, bei dem sich die Untersuchungsparzelle diesem Trend nicht anpasste. Die 2 % Grenze an *Phleum pratense* wird dagegen bei niedrigen K₂O-Gehalten (< 24 mg/100g) in 7-15 cm Tiefe überschritten (außer bei einer Untersuchungsparzelle).

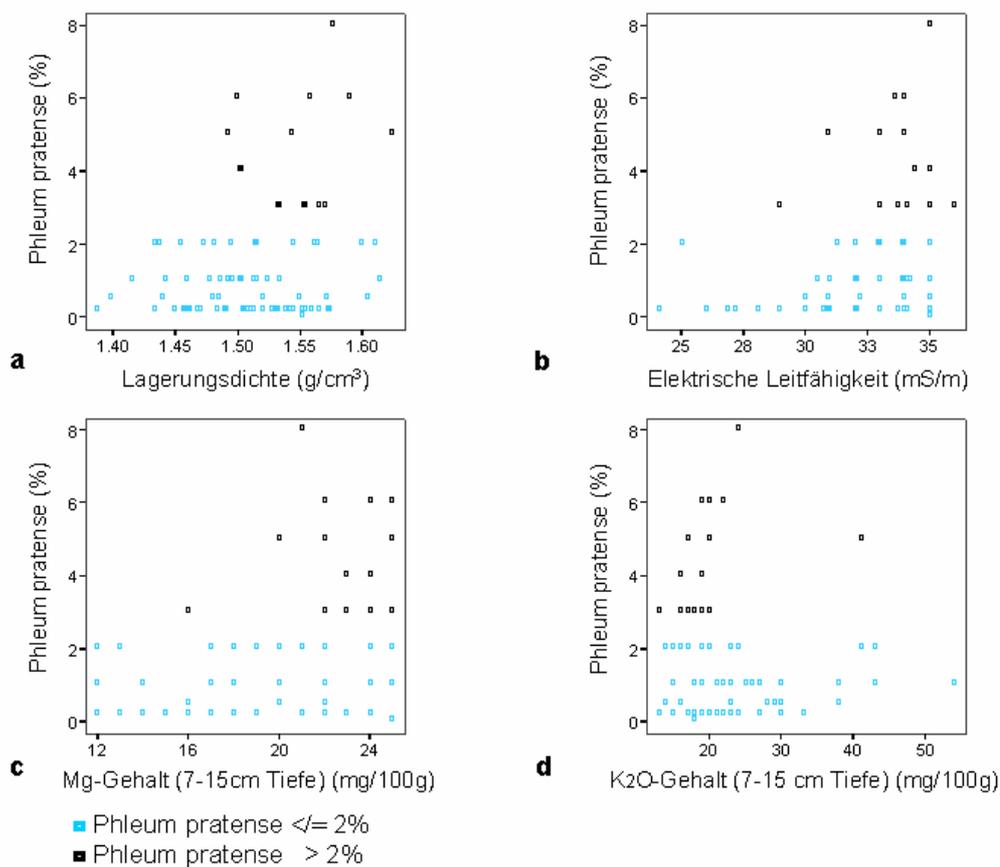


Abb. 41: Ertragsanteile von *Phleum pratense* (%) in Abhängigkeit von Lagerungsdichte (g/cm³) (a), elektrischer Bodenleitfähigkeit (mS/m) (b), Mg-Gehalt (mg/100g) in 7-15 cm Tiefe (c) und K₂O-Gehalt (mg/100g) in 7-15 cm Tiefe (d)

Die Gegenüberstellung der Prozentanteile von *Trifolium repens* in Abhängigkeit von Mg-Gehalt und elektrischer Leitfähigkeit weist auf das Vorkommen der Art (> 1%) bei hohen Bodenleitfähigkeiten (> 32 mS/m) und Mg-Gehalten (> 21 mg/100g) in Tiefe 0-7 cm sowie (> 19 mg/100g) in Bodentiefe 7-15 cm hin (Abb. 42). Mit der gleichen Anteilsgrenze tritt der Klee dagegen bei niedrigen K₂O-Gehalten (< 24 mg/100g) in 7-15 cm Tiefe auf.

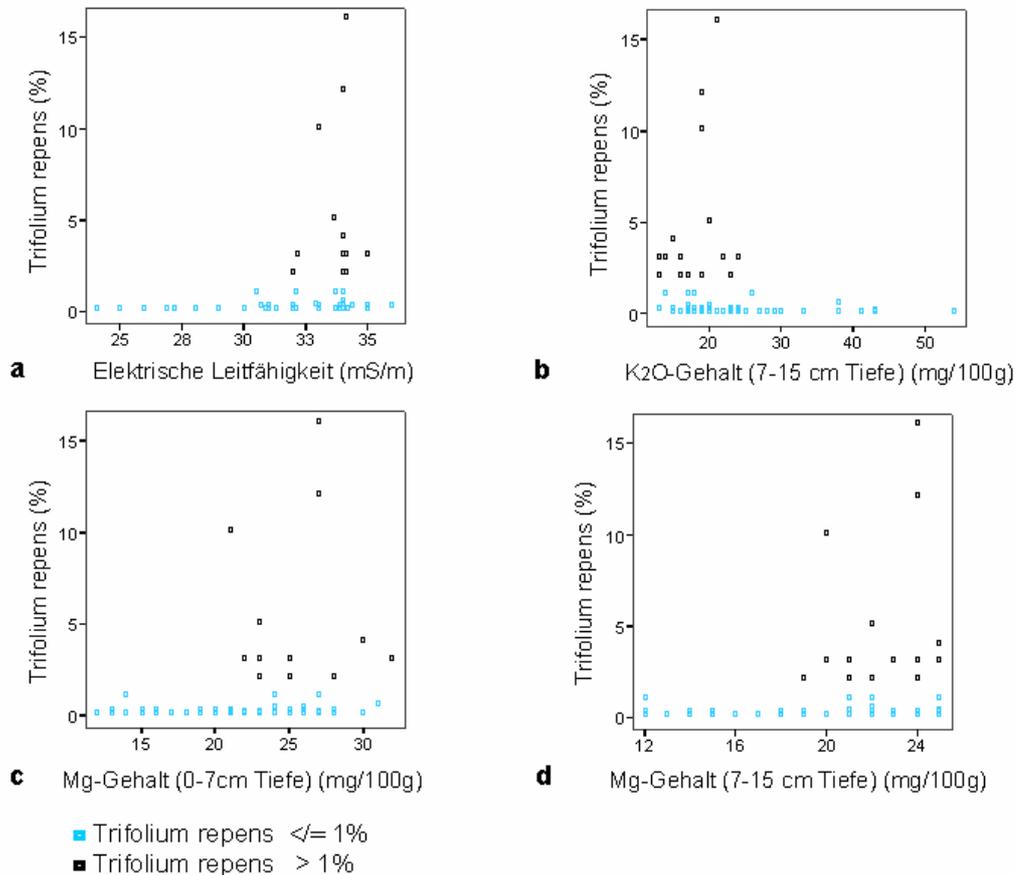


Abb. 42: Ertragsanteile von *Trifolium repens* (%) in Abhängigkeit von elektrischer Bodenleitfähigkeit (mS/m) (a), K₂O-Gehalt (mg/100g) in 7-15 cm Tiefe (b) und Mg-Gehalt (mg/100g) in zwei Tiefen (c) (d)

Lolium perenne tritt mit Anteilen größer als 19% bei niedrigen K₂O-Gehalten (< 26 mg/100g) in 7-15 cm Tiefe und hohen elektrischen Bodenleitfähigkeiten (> 30,5 mS/m) auf (außer bei zwei Untersuchungsparzellen) (Abb. 43).

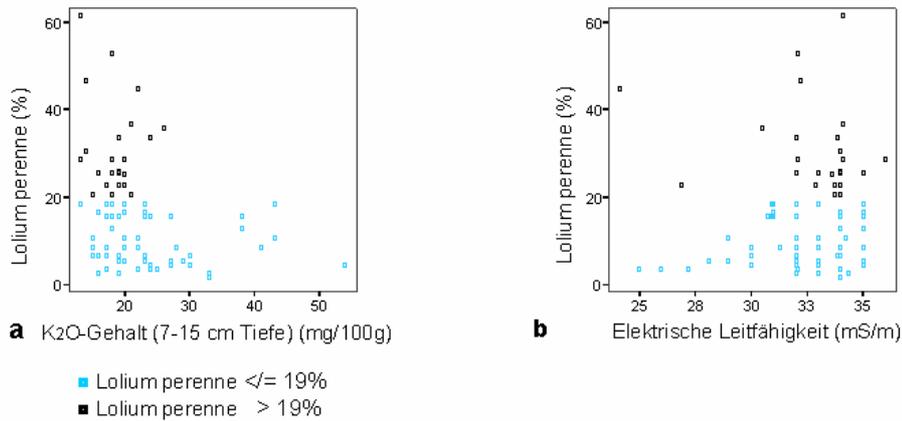


Abb. 43: Ertragsanteile von *Lolium perenne* (%) in Abhängigkeit von K₂O-Gehalt (mg/100g) in 7-15 cm Tiefe (a) und elektrischer Bodenleitfähigkeit (mS/m) (b)

In der folgenden Tabelle sind die Kennwerte der Korrelation zwischen Ertragsanteilen der Arten und Standortvariablen für die Intensivfläche dargestellt.

Tab. 11: Kennwerte der Korrelation zwischen Vegetation und Standortfaktoren für die Intensivfläche (Spearman-Korrelationskoeffizient (r); **- Signifikanz p<0,01; *- Signifikanz p<0,05)

Standortfaktoren	<i>Lolium perenne</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Poa trivialis</i>	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Poa pratensis</i>	<i>Festuca rubra</i>	<i>Phleum pratense</i>	<i>Poa annua</i>	<i>Trifolium repens</i>	<i>Ranunculus repens</i>	<i>Taraxacum officinalis</i>	<i>Cirsium arvense</i>	Trockenmasse dt/ha
pH_7	0.022	-0.126	-0.147	0.098	0.333**	0.119	0.156	-0.05	0.165	-0.11	0.320**	-0.05	-0.265*
P2O5_7	-0.175	0.159	-0.196	0.021	0.074	0.076	0.019	0.031	0.043	-0.039	0.349**	-0.039	0.174
K2O_7	-0.276*	0.412**	-0.282*	-0.057	-0.143	-0.11	-0.093	-0.031	-0.162	-0.085	0.191	-0.038	0.330**
Mg_7	0.208	-0.397**	0.098	0.061	0.464**	0.132	0.330**	0.129	0.291**	-0.107	0.263*	-0.013	-0.437**
Corg_7	0.021	0	-0.046	0.004	-0.111	0.013	0.073	-0.075	-0.053	-0.018	0.178	-0.018	0.062
Ct_7	0.148	-0.03	-0.042	-0.158	-0.054	0.081	0.014	-0.096	-0.094	-0.011	0.223*	-0.02	0.116
Nt_7	0.157	-0.021	-0.018	-0.197	-0.077	0.121	0.053	-0.121	-0.161	0.01	0.181	-0.027	0.08
pH_15	0.126	-0.257*	-0.094	0.089	0.439**	0.156	0.145	0.005	0.264*	-0.072	0.338**	-0.072	-0.352**
P2O5_15	-0.151	0.079	-0.187	0.032	0.288**	0.138	0.107	0.063	0.141	-0.018	0.171	-0.018	-0.007
K2O_15	-0.325**	0.419**	-0.262*	-0.021	-0.121	-0.091	-0.039	-0.048	-0.167	-0.034	0.167	0.009	0.369**
Mg_15	0.168	-0.364**	0.06	0.066	0.489**	0.168	0.372**	0.129	0.301**	-0.097	0.135	0.016	-0.453**
Ct_15	-0.184	0.177	-0.06	-0.032	-0.049	0.089	0.172	-0.109	-0.089	0.041	-0.056	-0.005	0.148
Corg_15	-0.005	0.093	-0.02	-0.195	0.052	0.043	0.123	-0.165	-0.058	0.019	-0.049	0.019	0.121
Nt_15	-0.203	0.129	-0.051	0.018	0.063	0.067	0.260*	-0.017	0.01	-0.019	-0.027	0.043	0.101
LD	0.138	-0.294**	0.213	0.059	0.171	0.092	0.291**	0.169	0.072	0.042	0.099	0.2	-0.266*
STEINE	0.035	-0.226*	-0.19	0.249*	0.334**	0.245*	0.077	0.054	0.303**	-0.167	0.2	-0.064	-0.337**
WASS	-0.085	0.202	-0.101	-0.003	-0.226*	-0.073	-0.098	-0.039	-0.269*	0.049	-0.147	-0.188	0.192
TON	0.058	-0.267*	0.122	0.129	0.262*	0.027	0.246*	0.154	0.331**	-0.042	-0.033	-0.042	-0.456**
SCHLUFF	-0.096	0.251*	-0.161	-0.046	-0.186	-0.053	-0.211	-0.123	-0.272*	0.042	0.041	0.042	0.455**
SAND	-0.002	0.238*	-0.065	-0.2	-0.300**	0.006	-0.239*	-0.17	-0.351**	0.042	0.029	0.042	0.378**
SLP	0.119	-0.032	0.113	-0.208	0.162	-0.169	-0.011	0.051	0.07	0.039	-0.102	0.051	-0.05
ASP	0.230*	-0.222*	0.033	-0.014	0.037	-0.1	0.132	-0.019	0.126	-0.053	0.052	-0.067	-0.306**
EM38	0.066	-0.266*	-0.063	0.185	0.340**	0.224*	0.284*	0.076	0.218	-0.163	0.123	-0.072	-0.445**
BODEN_ZA	-0.155	0.291**	0.087	-0.116	-0.374**	-0.235*	-0.206	-0.064	-0.203	0.195	-0.122	-0.064	0.414**
ACKER_ZA	-0.155	0.291**	0.087	-0.116	-0.374**	-0.235*	-0.206	-0.064	-0.203	0.195	-0.122	-0.064	0.414**

3.1.4 Etablierungserfolg der angesäten Arten

Tab. 12: Dominanzstrukturen angesäter Arten auf der Gesamtfläche. Darstellung der jeweiligen Flächengröße in Ertragsanteil-Intervallen. Angaben in ha.
(kein EA = Flächengröße ohne Vorkommen der jeweiligen Art; 1 - 2 = Flächengröße mit einem Ertragsanteil zwischen 1 und 2 % der jeweiligen Art)

	kein EA	0.1 - 0.25	0.25 - 1	1 - 2	2 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 25	25 - 50	50 - 75	- 75 - 100
<i>Dactylis glomerata</i>	0.08	0.07	0.21	0.23	0.93	2.10	2.59	5.23	6.29	1.86	0.05
<i>Festuca pratensis</i>	0.01	0.12	0.32	1.50	8.01	6.62	2.35	0.72	0.01		
<i>Festuca rubra</i>	3.61	2.78	5.50	3.78	3.43	0.43	0.1	0.01			
<i>Lolium perenne</i>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.41	0.71	2.23	14.37	1.85	
<i>Phleum pratense</i>	0.32	2.11	5.85	5.92	5.19	0.24	0.01				
<i>Poa pratensis</i>	2.26	1.92	3.26	2.82	4.96	4.00	0.42				
<i>Trifolium repens</i>	0.15	0.71	0.84	0.74	2.30	3.03	2.60	5.16	4.10	0.01	

Zur Klärung der Frage, in welcher Intensität sich angesäte Arten nach 5 Jahren auf dem Versuchsstandort etabliert haben, wurden Karten der Ertragsanteile für jede angesäte Art erstellt (Abb. 44) und deren Flächenanteile in Klassen mit einer stärkeren Differenzierung in den unteren Wertstufen zusammengestellt.

Von den 7 angesäten Arten zeigen nur *Festuca rubra* und *Poa pratensis* größere Areale, auf denen sie sich **nicht** oder mit nur sehr geringen Vorkommen (<0.25 %) etablieren konnten. Es handelt sich hierbei um die feuchten Randbereiche entlang des benachbarten Baches mit besonderer Ausdehnung in der nördlichen Spitze der Fläche, die im Frühjahr stellenweise aber regelmäßig überflutet war. Auch herrschen in diesen Lagen, vor allem am nördlichen Waldrand, tonige Verhältnisse vor. Die Teilflächen, auf denen demnach eine Ansaat wenig Erfolg verspricht, umfasst für *Festuca rubra* in der Summe 6,4 ha und damit ein Drittel der Gesamtfläche. Für *Poa pratensis* ergeben sich 4,2 ha auf denen keine oder nur sehr geringe Vorkommen auftraten.

Alle anderen Arten sind ganzflächig verteilt. Bei *Phleum pratense* liegen zwar größere Bereiche mit geringer Dominanz vor, diese sind aber sehr zerstreut, so dass Flächen, auf denen eine Aussaat dieser Art vermieden werden könnte, kaum auszuweisen sind.

Die fehlende Etablierung von *P. pratensis* und *F. rubra* hatte nicht allgemein eine Reduktion der Produktivität zur Folge. Die Erträge sind in diesen Bereichen dennoch vergleichsweise hoch (Abb. 44). Dies wurde zum einen durch eine stärkere Dominanz von *Lolium perenne*, zum anderen durch eingewanderte Arten wie *Agrostis gigantea* und *Poa trivialis* erreicht, die sich vor allem in den sehr feuchten Bereichen etablierten.

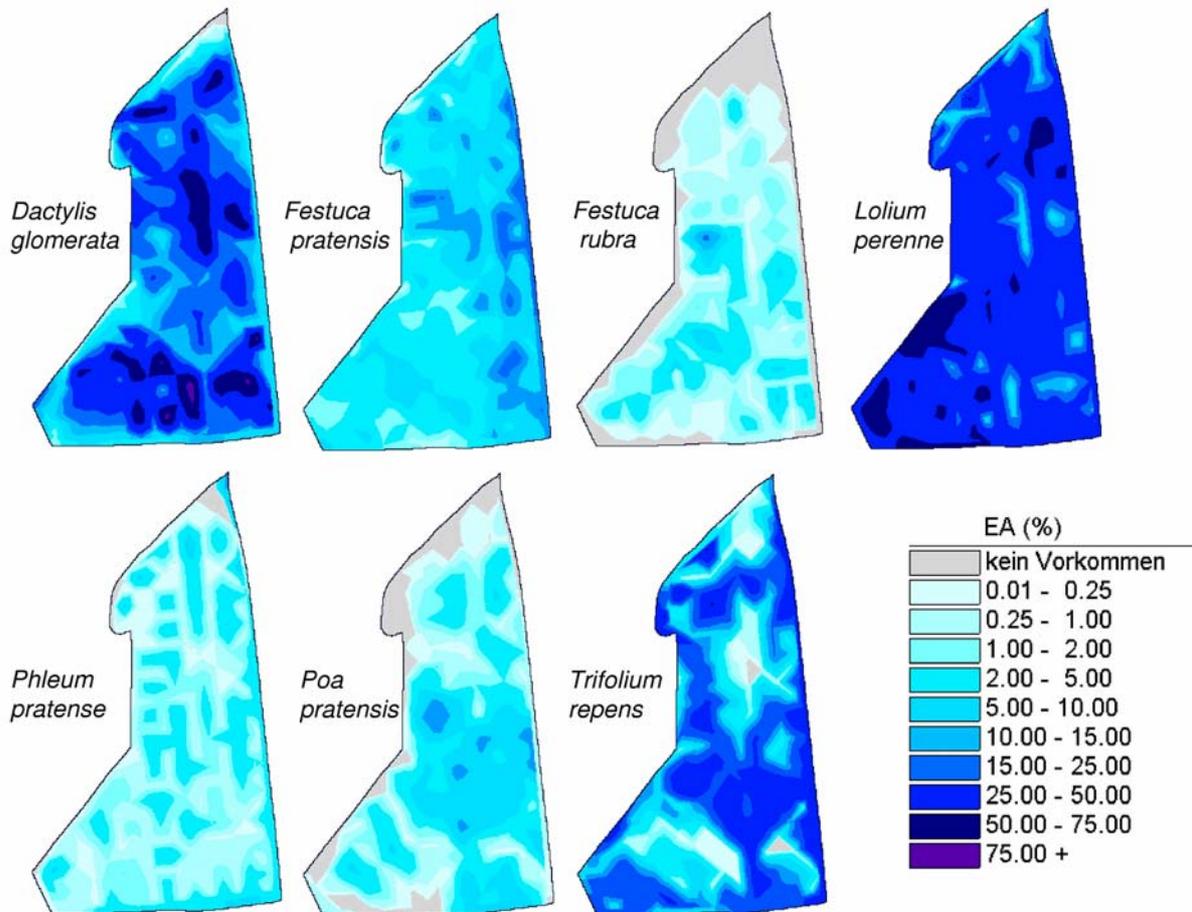


Abb. 44: Kartographische Darstellung der Flächenanteile und Dominanzen angesäeter Arten. Angabe des geschätzten Ertragsanteils (EA) in EA-Klassen.

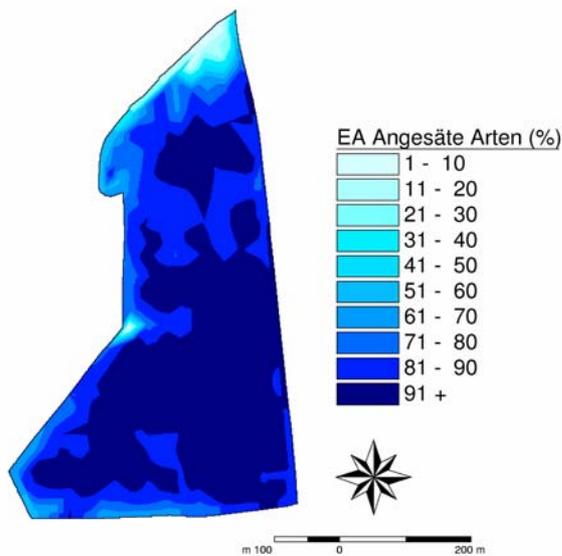


Abb. 45: Ertragsanteile als Summe der angesäeten Arten im Frühjahr 2003

Tab. 13: Etablierungserfolg angesäeter Arten unter Angabe der Ertragsanteile und deren Flächenumfang

Ertragsanteile (%)	Flächenanteil in ha
1 - 10 %	0.106 ha
11 - 20 %	0.175 ha
21 - 30 %	0.180 ha
31 - 40 %	0.151 ha
41 - 50 %	0.159 ha
51 - 60 %	0.304 ha
61 - 70 %	0.700 ha
71 - 80 %	1.529 ha
81 - 90 %	5.294 ha
91 - 100 %	11.05 ha

Die angesäten Arten dominieren den Gesamtbestand mit durchschnittlich 86,4% Ertragsanteil (EA). Der Umfang nicht angesäeter Arten beläuft sich demnach auf durchschnittlich 13% EA. Der Ansaaterfolg gestaltet sich auf der Fläche wie erwartet nicht einheitlich, sondern es kommen deutliche Variationen vor. Insbesondere auf den feuchten und/oder tonigen Randbereichen der Fläche sind vor allem im nördlichen Bereich nur geringe Dominanzen der angesäten Arten vorhanden (Abb. 45). Insgesamt verfügen aber 16.3 ha von 20 ha über Ertragsanteile von > 80%. Nur ca. 1 ha weist Ertragsanteile bis 60% auf (Tab. 13).

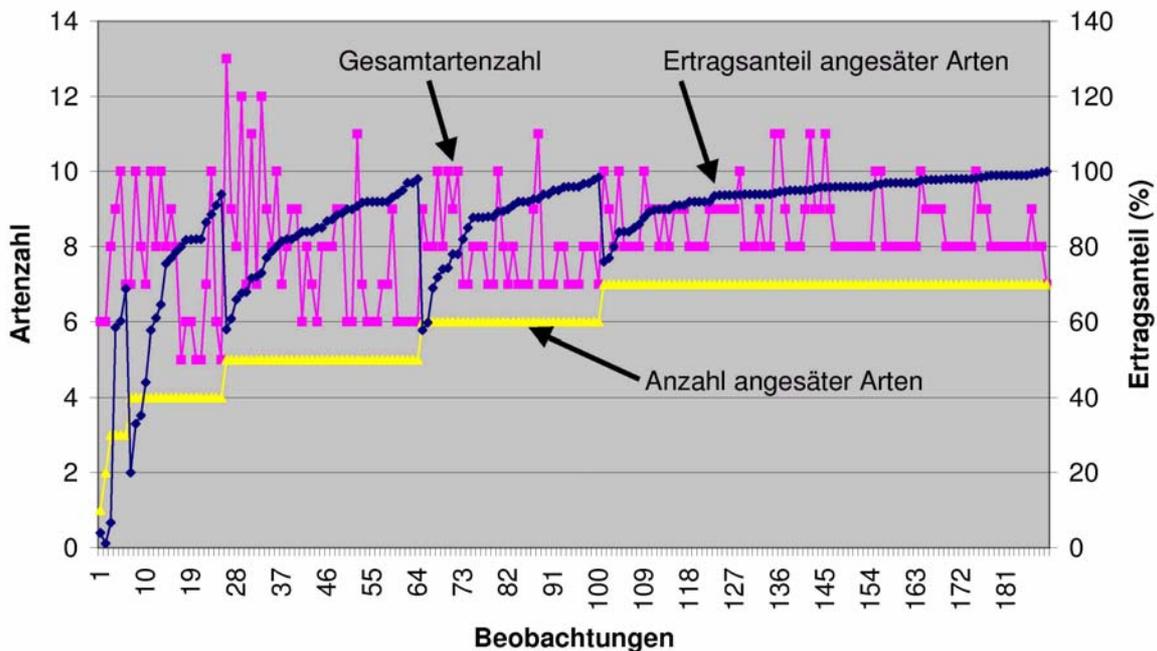


Abb. 46: Artenzahlen und Ertragsanteile angesäeter Arten im Vergleich zur Gesamtartenzahl. Darstellung aller Aufnahmen der Gesamtfläche (20 ha) geordnet nach der Häufigkeit der Anzahl angesäeter Arten im Bestand.

Der Bestand ist 5 Jahre nach Ansaat mit maximal 13 Arten nicht besonders artenreich. Die relativ intensive Nutzung hat zu dieser Entwicklung beigetragen und ist für häufig genutzte Futterflächen nicht unüblich. Dennoch lassen sich einige Aussagen zur Artenvielfalt in Abhängigkeit des Etablierungserfolges angesäeter Arten machen (Abb. 46 und Tab. 14). So hat eine geringe Anzahl angesäeter Arten im Bestand - mit einer Ausnahme - auch eine geringe Gesamtartenzahl zur Folge. Damit zusammenhängend nimmt die Anzahl nicht angesäeter Arten bei besserer Etablierung (höherer Anzahl) angesäeter Arten ab.

Bei einer schlechteren Etablierung, also einer geringen Anzahl angesäeter Arten, in Verbindung mit einer geringen Gesamtartenzahl, aber relativ höheren Anteilen an nicht angesäten Arten bezogen auf die angesäten, verfügen die wenigen vorkommenden Arten über starke Dominanzen. Es handelt sich dabei um durch *Poa trivialis*, *Ranunculus repens* oder *Agrostis gigantea* charakterisierte Bestände an den nassen Standorten. Der Stichprobenumfang der

Beobachtungsflächen mit 1 - 3 angesäten Arten ist nicht besonders hoch und eine Interpretation daher nur eingeschränkt gültig.

Bei mittlerem Etablierungserfolg, bezogen auf die Anzahl der angesäten Arten, kommt es zu einer großen Spanne derer Ertragsanteile. So kommen bei 4 angesäten Arten im Bestand Ertragsanteile von 20 - 94 % vor. Ein spezieller Artenzusammenhang ist nicht erkennbar. Die dominanten Arten wechseln entlang der Spanne zwischen *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata* und *Trifolium repens*.

Die größte Artenvielfalt konnte auf diesem relativ artenarmen Standort dort erreicht werden, wo auch der Etablierungserfolg der angesäten Arten optimal war.

Tab. 14: Spanne und Mittelwerte von Anzahl und Ertragsanteilen angesäter Arten im Vergleich zur Gesamtartenzahl und den nicht angesäten Arten, sortiert nach der Anzahl der angesäten Arten im Bestand						
Anzahl angesäter Arten	EA Min - Max angesäter Arten	EA Mittelwert angesäter Arten	Gesamtartenzahl Min - Max	Gesamtartenzahl Mittelwert	Mittelwert nicht angesäter Arten	Stichprobenumfang
1 - 2	1 - 4	2.6	6	6	4.5	2
3	7 - 69	48.6	7 - 10	8.5	5.5	4
4	20 - 94	69.2	5 - 10	7.4	3.4	19
5	58 - 98	83.9	6 - 13	7.9	2.9	39
6	58 - 99	87.3	7 - 11	8.0	2.0	36
7	76 - 100	94.4	7 - 11	8.6	1.6	88

3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus; ggf. Angaben zu Erfindung / Schutzrechten; bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

- Wirtschaftliche Erfolgsaussichten

Die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten der bearbeiteten Fragestellung liegen in einer möglichen Verbesserung des Grünlandertrages, der Futterqualität und des N-Importes. Sie können die Konkurrenzkraft und Marktchancen des landwirtschaftlichen Betriebes stärken.

Aufgabe des Projektes war nicht die Berechnung wirtschaftlicher Größen, vielmehr wurden die Ursachen und Wirkungsbeziehungen für die Etablierung von Grünlandarten untersucht. Es haben sich eindeutige Standortunterschiede ergeben, so dass eine Verbesserung der Artenzusammensetzung bei Ansaat oder Nachsaat sich hinsichtlich einleitend genannter Ziele auf den wirtschaftlichen Erfolg auswirken würde.

- Umsetzbarkeit

Die regional und auch in der Nutzung begrenzten Ergebnisse sowie der Mangel an Literaturquellen mit Hinweisen zu Standortvergleichen in der Ansaatetablierung lassen eine Umsetzung der Erkenntnisse nur sehr eingeschränkt zu. Kurzfristig ist dennoch eine Anpassung der Ansaat einzelner Arten auf heterogenen Flächen über Schneckenkornstreuer möglich. Eine regelmäßige Kontrolle des Bestandes ist aber notwendig, um Nachsaaten entsprechend der Bedürfnisse anzupassen. Für allgemeingültige Aussagen zur Standortanpassung sind sehr umfangreiche Untersuchungen notwendig und damit liegt deren Umsetzung in einem langfristigen Bereiche von 10 - 20 Jahren.

- Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten

Bisher hat standortspezifische Bewirtschaftung in der Praxis des Ökologischen Landbaus so gut wie keine Bedeutung. Auch in der Forschung finden sich noch wenige Publikationen, welche die Anwendung des Precision Farming auf den Ökologischen Landbaus beinhalten oder grundlegende Beziehungen zwischen Standortheterogenität und pflanzenbaulichen Aspekten berücksichtigen. Insbesondere Grünlandansaatsmischungen wurden hinsichtlich der standörtlichen Fragestellung bei gleicher Nutzung bisher nicht untersucht. Vorliegende Untersuchungen beinhalten immer eine komplexe Einflussgröße aus Standort und Bewirtschaftung.

Die im Projekt ermittelten Standortunterschiede zeigen die Notwendigkeit auf, weitere umfassendere Untersuchungen auf mehreren Standorten mit verschiedenen Nutzungssystemen und Ansaatmischungen durchzuführen, um eine ausreichende Bewertung der Zusammenhänge und damit modellhafte Aussagen zu ermöglichen.

Die Komplexität der Ansaatmischungen und deren individuelle Anpassung auf Teilstandorte erfordert eine Sätechnik mit stufenloser Regulierung einzelner Mischungspartner, die zu einer Grundmischung automatisch nach vorgegebenen Kriterien hinzugefügt werden können.

Der Bedarf an weiteren Untersuchungen zu standörtlichen Grundlagen und technischer Weiterentwicklung von Maschinen ist demnach groß. Eine sukzessive Vorgehensweise für Arten unterschiedlicher Bedeutung (wie z.B. für den Weißklee) wäre sinnvoll.

- Anschlussfähigkeit

Die erzielten Ergebnisse des Projekts und der zuvor genannte Bedarf an weiteren Untersuchungen auf mehreren Standorten/Bewirtschaftungssystemen sowie der technischen Weiterentwicklung macht den Rahmen für die Anschlussfähigkeit deutlich.

Anschlussprojekte sollten sich auf der einen Seite vorrangig auf spezielle Mischungspartner konzentrieren, die im abgeschlossenen Projekt deutliche Standortreaktionen gezeigt haben oder die in den Standardmischungen entlang des Wassergradienten angepasst werden. Hier steht die Prüfung quantitativer Anteile im Bestand bei unterschiedlichen Standortgegebenheiten im Vordergrund. Auf der anderen Seite ist die Prüfung erster teilflächenspezifischer Ansaaten notwendig, um den Etablierungserfolg und nachgelagerte Produktivitäten dieser Maßnahmen zu bewerten.

4. Zusammenfassung

Um Hinweise für eine verbesserte Standortanpassung und damit effizientere Gestaltung von Grünlandansaaten zu erreichen, wurde eine 20 ha große Grünlandfläche mit sehr heterogenen Standorteigenschaften 5 Jahre nach Ansaat untersucht. Im Jahr 2003 erfolgte die Erhebung des Arteninventars und zahlreicher Standortfaktoren an 300 Messpunkten. Zusammen mit bereits vorliegenden Daten erfolgte eine statistische und räumliche Analyse, inwieweit das Vorkommen der angesäten Arten mit der Ausprägung bestimmter Lebensbedingungen in Beziehung steht.

Kontinuierliche Beziehungen zwischen einzelnen oder mehreren Standortfaktoren und der Zusammensetzung der Grünlandvegetation bzw. des Auftretens einzelner Arten konnten nicht oder in nur sehr schwacher Form ermittelt werden. Vielmehr wurden eher strikte Grenzen von Standorteigenschaften wie z.B. Nährstoffgehalten ermittelt, jenseits derer sich eine Art in ihrem Vorkommen deutlich unterscheiden ließ. So traten der Rotschwingel (*Festuca rubra*) und die Wiesenrispe (*Poa pratensis*) in feuchten bis sehr feuchten und in tonigen beschatteten Bereichen sowie auf einem ausgedehnten Nordhang nicht oder nur in sehr geringen Anteilen auf. Die betroffenen Flächen umfassten beim Rotschwingel ca. 6 ha und bei der Wiesenrispe ca. 4 ha. Dieses Ergebnis führt zu der Frage, ob auf diesen Teilflächen in einer Ansaatmischung auf die genannten Arten hätte verzichtet werden können?

Die erzielten Ergebnisse bestätigen die Hypothese, dass eine standortangepasste teilflächenspezifisch durchgeführte Ansaat sinnvoll ist und auch zu einer Ersparnis von Saatgut und damit Kosten führen kann. Für die Entwicklung von teilflächenspezifischen Ansaatempfehlungen sind aber noch zahlreiche Untersuchungen auf anderen Standorten unter verschiedensten Bewirtschaftungssystemen notwendig. Vorerst bleibt daher die Strategie, den Mischungsempfehlungen der Landesinstitutionen zu folgen und vor allem eine angepasste Pflege, Nutzung und Düngung durchzuführen, um eine produktive und stabile Grünlandnarbe zu erhalten. Individuelle Anpassungen der Saatstärke einzelner Arten sind in einem begrenzten Rahmen möglich. Hierzu wurden eine Zusammenstellung der Standardmischungen in Deutschland sowie Hinweise zur Ansaatgestaltung mit der Möglichkeit einer einfachen teilflächenspezifischen Anpassung erstellt.

Summary

In order to achieve an improved adaptation of grassland seed mixtures to site conditions, a grassland site of 20 ha with very heterogeneous site conditions has been investigated 5 years after sowing. In 2003 botanical composition and site factors have been surveyed sampled at 300 sampling points. Together with already available data sets, a statistical and spatial analysis was performed, in order to look for possible relationships between the occurrence of seeded species and site conditions.

Significant correlations between site factors and the composition of grassland vegetation or the occurrence of seeded species could not be observed or were very weak. Rather exact limit values for site factors like soil nutrients were found, beyond which the dominance of species showed clear changes. For example red fescue (*Festuca rubra*) and Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*) did not appear or were scarce in wet areas, on heavy clays in shaded areas and on a large north-exposed slope. These sub-areas had an overall size of about 6 ha for *Festuca rubra* and about 4 ha for *Poa pratensis*. On the basis of these results it seems opportune to pose the question, if under such site conditions the share of these species could have been reduced in the seed mixture.

The results of our study provide further evidence that a site-specific seeding, differentiated for partial areas within a site, would be reasonable and it would also lead to a reduction of costs. However, further extensive investigations at more sites and testing several systems of grassland management would be necessary for the formulation of recommendations for the set up of small scale-adapted seed mixtures. In the first instance it is therefore important as a strategy to follow regionally-based recommendations of the competent institutions and, above all, adapt maintenance, use and fertilisation to the local site conditions, in order to achieve and maintain a productive and stable grassland sward. Individual adjustments of the seed rate of single species are possible up to a small extent. According to all these issues, the present work comprises an overview of standard seed mixtures for Germany and suggestions for arranging the seeding operations introducing the possibility of a simple small-scale adaptation.

5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

Das Projekt wurde gemäß der zeitlichen und inhaltlichen Planungen, mit Ausnahme eines nicht messbaren Parameters, durchgeführt. Für die Beziehungen zwischen Standort und Vegetation wurden kontinuierliche, durch Regressionsfunktion beschreibbare Beziehungen erwartet, um daraus entsprechende Modelle in ersten Ansätzen ableiten zu können. Entgegen der Erwartungen konnten über uni- und multivariate Analysen zwar signifikante, aber keine deutlichen Korrelationen bzw. Funktionen ermittelt werden. Die Streuung der Daten entlang der jeweiligen Gradienten war entsprechend hoch. Deutliche Aussagen zum Etablierungserfolg ausgesäter Arten auf Substandorten konnten daher nur eingeschränkt gemacht werden.

Trotz intensiver Literaturrecherche konnten keine Arbeiten gefunden werden, die Ansaaterfolg, Ausdauer, Produktivität oder Qualität der Grünlandnarbe in einem Standortvergleich bei ansonsten gleichen Ansaatvoraussetzungen und gleicher Bewirtschaftung verglichen. In der Regel lagen Wirkungskomplexe als Einflussgrößen vor.

Dies zeigt die Notwendigkeit aber auch die Problematik zukünftiger Untersuchungen von Standorteinflüssen auf die Eigenschaften etablierter Grünlandansaatsmischungen. Entweder sind die Untersuchungen auf wenige Standorte und Bewirtschaftungssysteme bei eingeschränktem Ansaat- und Sortenspektrum begrenzt und eine Übertragbarkeit entsprechend eingeschränkt, oder der Untersuchungsrahmen muss in sehr großem Umfang durchgeführt werden, um allgemeingültige Aussagen zu ermöglichen. Als Vorgehensweise für weitere Untersuchungen wäre z.B. denkbar, Prüfungen über das Verhalten einzelner wichtiger Arten - wie dem Weißklee - im Mischbestand, auf heterogenen Standorten und bei gleicher Bewirtschaftung durchzuführen.

6. Literaturverzeichnis

- ADOLF, G., BISCHOFF, H.-M. und M. MÜLLER, 1989. Untersuchungen zur Ertragsleistung von Gräserbeständen in Abhängigkeit von der Saadmischung und dem Saatverfahren auf einem Flußauenstandort an der mittleren Elbe. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde. 33: 9, 555-560.
- ADOLF, G., und H.-M. BISCHOFF, 1992. Der Einfluss von Schnitthäufigkeit, N-Düngung und Beregnung auf Pflanzenbestand, Futterqualität und Ertrag einer mittelfrühen Gräsermischung im Überflutungsbereich an der mittleren Elbe. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde. 36, 75-83.
- ADOLF, G., 1992. Der Einfluss unterschiedlicher Nutzungsintensität bei Weide auf die Bestandsentwicklung und den Ertrag von Einsaaten im Deichvorland der Elbe, Tagungsband der 36. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau, Stuttgart-Hohenheim. 109-117.
- ADOLF, G. und M. WAGNER, 1994. Einfluss von Saatverfahren und Beregnung auf die floristische Entwicklung von Gräserbeständen auf einem Flussauenstandort im 5. bis 8. Nutzungsjahr. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde. 38, 249-261.
- ADOLF, G. und M. WAGNER, 1994a. Ertragsentwicklung standortangepasster Gräsermischungen in Abhängigkeit von der Beregnung und dem Saatverfahren im 5. bis 8. Nutzungsjahr. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde. 38, 263-275.
- AG BODENKUNDE DER GEOLOGISCHEN LANDESÄMTER UND DER BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE IN DER BRD, 1994. Bodenkundliche Kartierungsanleitung (KA4, 4. Auflage), Hannover.
- ARENS, R., 1973. Grundsätze der Mischungsberechnung für Daueransaaten. Das wirtschaftseigene Futter. 19: 1, 90-102.
- ARENS, R., 1986. Untersuchungen über den Einfluss von Stickstoffdüngung, Nutzung und Saatstärke auf das Konkurrenzverhalten von Sortentypen des Deutschen Weidelgrases (*Lolium perenne* L.) und des Knaulgrases (*Dactylis glomerata* L.), Inst. für Grünlandwirtschaft d. Hess. Lehr- u. Forschungsanstalt. Futterbau Eichhof. Eichhof-Berichte. Reihe A, H. 8.
- BAAN HOFMAN, T. and G. C. ENNIK, 1980. Investigation into plant characters affecting the competitive ability of perennial reye grass (*Lolium perenne* L.). Netherlands Journal of Agricultural Science. 28: 97-109.
- BAUER, U., PETERSEN, W. und E. TITZE, 1994. Der Einfluss der Nutzungshäufigkeit auf Ertrag, Ausdauer und Futterqualität von Bastardfuttergräsern im Vergleich mit langjährig angebauten Grasarten. 38, 107-114.
- BISCHOFF, H.-M, ADOLF, G. und M. MÜLLER, 1989. Einfluss von Saadmischung und Saatverfahren auf die Bestandsentwicklung eines Flussauenstandortes im Deichvorland der Elbe. Archiv für Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde. 33: 9.

- BISCHOFF, H.-M. und G. ADOLF, 1992a. Einfluss von variiertem Schnittzeitpunkt des ersten Aufwuchses und der Beregnung auf Bestandsentwicklung, Futterqualität und Ertragsleistung einer *Phalaris arundinacea*-Mischung im Deichvorland der Elbe. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde. 36, 93-102.
- BISCHOFF, H.-M. und G. ADOLF, 1992b. Einfluss verschiedener Deckfrüchte auf die Bestandsentwicklung, Futterqualität und Ertragsleistung einer mittelfrühen Gräsermischung im Deichvorland der Elbe. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde. 36, 103-113.
- BISCHOFF, H.-M. und G. ADOLF, 1992c. Der Einfluss der Schnitzzahl, Stickstoffdüngung und Beregnung auf Pflanzenbestand, Futterqualität und Ertrag einer frühen Gräsermischung (*Alopecurus pratensis* L. und *Poa pratensis* L.) im Deichvorland der Elbe. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde: 36, 85-92.
- BLATTMANN, W., 1968. Frühes und spätes Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*) in Reinsaat, im Gemisch mit Weißklee, bei unterschiedlicher Schnitthäufigkeit und Beweidung. Das wirtschaftseigene Futter. 14: 264-277.
- BOLLER, B.C. and J. NÖSBERGER, 1987. Symbiotically fixed nitrogen from field grown white and red clover mixed with ryegrasses at low levels of ¹⁵N-fertilization. Plant and Soil. 104: 219-226.
- BOLLER, B.C. and J. NÖSBERGER, 1988. Symbiotically fixed nitrogen from field grown white and red clover mixed with ryegrasses at low levels of ¹⁵N-fertilization. Plant and Soil, 104: 219-226.
- CALMIN, M. S., 1981. Competitive effects between 10 cultivars of perennial ryegrass and tree cultivars of white clover grown in association. Grass and Forage Science. 36, 169-178.
- COLLINS, R.P. and I. RHODES, 1989. Yield of white clover populations in mixture with contrasting perennial ryegrasses. Grass and forage science. 44, 111-115.
- DYCKMANS, A., 1987. Die Rolle des Weißklee (*Trifolium repens* L.) als Stickstoff-Lieferant auf Dauergrünland. Das wirtschaftseigene Futter. 33,2:147-161.
- DYCKMANS, A., 1989. Die Leistungsfähigkeit von Weißklee - Sein Beitrag zur Ertragsleistung von Dauergrünland-Neuansaat - 1. Mitteilung: Gesamtauswertung über alle Versuchsstandorte. Das wirtschaftseigene Futter. 35,1: 29-48.
- ELGERSMA, A. and M. NASSIRI, 1998. Competition in perennial ryegrass-white clover mixtures under cutting. 2. Leaf characteristics, light interception and dry-matter production during regrowth. Plant and Soil, 53: 367-379.
- ELGERSMA, A., NASSIRI, M. and H. SCHLEPERS, 1998. Competition in perennial ryegrass-white clover mixtures under cutting. 1. Dry-matter yield, species composition and nitrogen fixation. Plant and Soil, 53: 353-366.
- GERL, S. M., 2000. Entwicklung des Pflanzenbestandes, Ertrag und Futterwert von Qualitätsaatgutmischungen für Feldfutterbau und Dauergrünland, Diplomarbeit Universität für Bodenkultur Wien.

- GEYGER, E., 1964. Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Stiftung Rübel. – Zürich. 41-112.
- GRIEU, P., LUCERO, D. W., ARDIANI, R. and J. R. EHLERINGER, 2001. The mean depth of soil water uptake by two temperate grassland species over time subjected to mild soil water deficit and competitive association. *Plant and soil*. 230: 197-209.
- HØGH-JENSEN, H. and J.K. SCHJOERRING, 1994. Measurement of biological dinitrogen fixation in grassland: Comparison of the enriched ^{15}N dilution and the natural ^{15}N abundance methods at different nitrogen application rates and defoliation frequencies. *Plant and Soil*. 166: 153-163.
- HÜBNER, H., 1973. Reinsaat und Mischsaat als Problem der Gräserartenprüfung. *Das Wirtschaftseigene Futter*. 19, 103-119.
- ISSELSTEIN, J., 1991. Zur Problematik der Ansaat von Grünlandkräutern. Tagungsband der 35. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau. Bad Hersfeld. 55-65.
- JACOB, H., 1980. Fünfjährige Sortenbeobachtungen an *Lolium perenne* bei intensiver Mähweidenutzung. *Das Wirtschaftseigene Futter*. 26:1-15.
- JÄNICKE, H., 2002. Ansaatmischungen unter praxiüblicher Grünlandbewirtschaftung auf Niedermoor in Mecklenburg - Vorpommern - Was können sie leisten?. Tagungsband der 46. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau. Rostock. 17-22.
- JONGMAN, R.H., BRAAK, C.J.F. and , O.F.R. TONGEREN, 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc, Wageningen: S.299.
- KÄDING, H., u. G. PETRICH, 1997. Ergebnisse von Kräutereinsaaten in Grünlandbestände, Tagungsband der 41. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau. Aulendorf: 37-42.
- KLÖCKER, W., 1974. Ertrag und Bestandsentwicklung einer einfach und vielseitig zusammengesetzten Dauerweideansaat. *Das wirtschaftseigene Futter*. 20, 2: 245-249.
- KLÖCKER, W., 1989. Die Leistungsfähigkeit von Weißklee - Sein Beitrag zur Ertragsleistung von Dauergrünland-Neuansaaten - 3. Mitteilung: Standort Borler in der Eifel. *Das wirtschaftseigene Futter*. 35,1: 67-78.
- LEX, J., 1989. Einfluss verschiedener Ansaatverfahren auf die Entwicklung von Weißklee in Gemenge mit Gräsern. Tagungsband der 33. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau. Zürich. 95-103.
- LEX, J. und U. SIMON, 1993. Zum Einfluss der Mischungspartner und der Nutzungsintensität auf Ertragsbildung und Futterwert von Weißklee-Gras-Gemengen 1. Mitteilung: Weißklee-Ertragsanteil und Trockenmasseertrag. *Das wirtschaftseigene Futter*. 39, 1:69-86.
- LÜCK, E. und M. EISENREICH, 1999. Geophysikalische Messverfahren zur Ermittlung von Bodenkennwerten für die teilflächenspezifische Bewirtschaftung. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft*: 91: 1, 215-218.
- MALLARINO, A.P., WEDIN, W. F., GOYENOLA, R.S., PERDOMO, C.H. and C.P. WEST, 1990. Legume species and proportion effects on symbiotic dinitrogen fixation in legume-grass mixtures. *Agronomy Journal*. 82: 785-789.

- MCNEILL, J.D., 1980. Electromagnetic terrain conductivity measurement at low induction numbers Tech. Note TN-6. Geonics Limited, Mississauga, Ont.
- MOTT, N. u. H. LENNARTZ, 1977. Konkurrenzverhalten von Sorten des Deutschen Weidelgrases, Wiesenschwiegels, Wiesenlieschgrases und der Wiesenrispe. Das wirtschaftseigene Futter. 23:3/4, 230-242.
- MOTT, N., 1973. Ertrag und Bestandsentwicklung einer einfach und vielseitig zusammengesetzten Dauerweideansaat. Das wirtschaftseigene Futter. 19: 3, 155-173.
- NAUMANN, C. und R. BASSLER, 1983. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. – 1. Ergänzungslieferung, Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (Methodenbuch) 3. Loseblatt-Ausgabe. VDLUFA-Verlag (Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten e.V.), Darmstadt.
- NEUENDORFF, J., 1996. Beitrag des Weißklee (*Trifolium repens* L.) zur Ertragsbildung von Grünlandnarben unter besonderer Berücksichtigung von Methoden zur Quantifizierung seiner Stickstoff-Fixierungsleistung. Diss., Gesamthochschule Kassel.
- OPITZ VON BOBERFELD, W., 1977. Einfluss verschiedener Sortentypen von *Lolium perenne* L., *Festuca pratensis* Huds. und *Phleum pratense* L. auf Bestandeszusammensetzung und Ertrag einer Weide. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, 144:196-204,.
- OPITZ VON BOBERFELD, W. and S. ELLES., 1990. Einfluss von Hauptbestandbildner (*Lolium multiflorum* Lam., *Lolium x boucheanum* Kunth, *Lolium perenne* L. und *Dactylis glomerata* L.), Narbendichte, N-Düngung und Zeit auf Ertrag, Energiedichte, P/E-Quotient und Nitratgehalt. Journal Agronomy & Crop Science. 164:289-296.
- ORLOCI, L., 1967. An agglomerative method for the classification of plant communities. Journal of Ecology. 55: 193-206.
- RAO, C.R., 1964. The use and interpretation of principal component analysis in applied research. Sankhya A 26: 329-358.
- RIEDER, J. B., 1989. Die Leistungsfähigkeit von Weißklee - Sein Beitrag zu Ertragsleistung von Dauergrünland-Neuansaat – 4.Mitteilung: Standorte Kempton im Allgäuer Voralpenland und Steinach im Vorwald des Bayerischen Waldes. Das wirtschaftseigene Futter. 1, 79-93.
- ROTHMALER, W., 1994. Bd. 4. Gefäßpflanzen: kritischer Band. Exkursionsflora von Deutschland. Fischer Jena.
- SCHÄFER, S., 1993. Untersuchungen zu Bestandesentwicklung und Ertrag von Einsaat in Überschwemmungsgrünland bei unterschiedlicher Nutzungsform. Tagungsband der 37. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau. Husum. 116-123.
- SCHALITZ, G. und R. PÖTZSCH, 1990. Zur Bewertung des Weißklee bei Neuansaat von Mittelgebirgsgrünland. Das wirtschaftseigene Futter. 36:3, 222-235.
- SCHMIDHALTER, U. und A. ZINZEL, 1999. Schätzung der räumlichen Variation des Ton- und Wassergehaltes mit elektromagnetischer Induktion. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft: 91:21, 871-874.

- SCHULZ, H., 1987. Ausdauer früher und später Sorten von Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L.) und Knautgras (*Dactylis glomerata* L.) in Mähweiden. Das wirtschaftseigene Futter. 33:3, 212-220.
- SPATZ, G., BAUER, J. u. L. PLETL, 1981. Ein Leistungsvergleich von Ansaaten und Dauergrünland in Oberbayern, Das wirtschaftseigene Futter. 27:1, 5-11.
- SPATZ, G., u. A. BAUMGARTNER, 1990. Zur Bewertung der Grünlandkräuter als Futterpflanzen. Das wirtschaftseigene Futter. 36:1, 79-91.
- STÄHLIN, A., BOGDAN, G., DANIEL, P., and H. RATH, 1971. Untersuchungen an Gras-Klee-Gemischen als Beitrag zur Frage der Sortenwahl. Das wirtschaftseigene Futter. 17: 281-294.
- 'T MANNETJE, L. and R.M. JONES, 2000. Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research. CABI Publishing. 447 pp.
- TER BRAAK, C.J.F., 1987b. CANOCO – A FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1) ITI-TNO, Wageningen. 95 pp.
- THEIß, H. and W. OPITZ VON BOBERFELD, 1992. Zur N-Ausnutzung verschiedener Futtergräser. Das wirtschaftseigene Futter. 38,1: 75-86.
- VOIGTLÄNDER, G., F. MÄNDEL and F.J. BLAHA, 1971. Entwicklung und Leistung von Grünlandansaaten im Vergleich zu Dauerbeständen in 6 Nutzungsjahren. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau. 134:93-112.
- VOIGTLÄNDER, G. und N. VOß, 1979. Methoden der Grünlanduntersuchung und -bewertung. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- VON BORSTEL, U., 1989. Die Leistungsfähigkeit von Weißklee – Sein Beitrag zur Ertragsleistung von Dauergrünland-Neuansaaten – 2. Mitteilung: Standort Dasselsbruch innerhalb des Celler Moor- und Bruchlandes. Das wirtschaftseigene Futter. 35:1, 49-66.
- WACHENDORF M., COLLINS R. P, CONNOLLY J., ELGERSMA A., FOTHERGILL M., FRANKOW-LINDBERG B. E., GHESQUIERE A. , GUCKERT A., GUINCHARD M. P., HELGADOTTIR A., LÜSCHER A., NOLAN T., NYKÄNEN-KURKI P., NÖSBERGER J., PARENTE G., PUZIO S., RHODES I., ROBIN C., RYAN A., STÄHELI B., STOFFEL S. and F. TAUBE, 2001. Overwintering of *Trifolium repens* L. and succeeding growth: Results from a common protocol carried out at twelve european sites. Annual of botany. 88 (special issue): 669-682.
- WESTHOFF V. and E. VAN DER MAAREL, 1978. The Branun-Blanquet approach. In: Whittaker R.H. (Hrsg.), Classification of plant communities, Junk, The Hague. 287-399 pp.
- WILDI, O. and L. ORLÓCI, 1996. Numerical Exploration of Community Patterns. A guide to the use of MULVA-5. 2nd edition. SPB Academic Publishing b.v., Amsterdam. 170 pp.

Anhang

- **Vegetationsdaten**
- **Standortdaten**
- **Trockenmasse und futterbauliche Daten**
- **Rohdaten-Übersicht**

Vegetationsdaten

Tab. A1: Ertragsanteile (%) der Pflanzenarten der **Gesamtfläche** und **Intensivfläche** (Mittelwert, Minimum, Maximum)

Untersuchungsfläche		Gesamtfläche	Intensivfläche
Pflanzenart			
Lolium perenne	Mittel.	35.4	15.6
	Min.	0	1.0
	Max.	74.9	61.1
Dactylis glomerata	Mittel.	24.2	51.1
	Min.	0	18
	Max.	89	86.6
Poa trivialis	Mittel.	9.6	9.3
	Min.	0	0
	Max.	73.5	20
Festuca pratensis	Mittel.	5.8	17.9
	Min.	0	4.0
	Max.	25	35.5
Poa pratensis	Mittel.	2.6	1.1
	Min.	0	0
	Max.	14	6.0
Festuca rubra	Mittel.	1.1	2.5
	Min.	0	0
	Max.	18	10
Phleum pratense	Mittel.	1.4	1.4
	Min.	0	0.0
	Max.	10	8.0
Trifolium repens	Mittel.	15.9	1.0
	Min.	0	0
	Max.	55.5	16
Agrostis gigantea	Mittel.	0.4	0
	Min.	0	0
	Max.	25	0
Ranunculus repens	Mittel.	1.3	0
	Min.	0	0
	Max.	39	0.2
Glyceria fluitans	Mittel.	0.1	0
	Min.	0	0
	Max.	20	0
Taraxacum officinalis	Mittel.	1.3	0.1
	Min.	0	0
	Max.	32.7	4.0
Poa annua	Mittel.	0.1	0
	Min.	0	0
	Max.	4	0.1
Holcus lanatus	Mittel.	0	0
	Min.	0	0
	Max.	2	0
Lolium multiflorum	Mittel.	0	0
	Min.	0	0
	Max.	2	0
Cirsium arvense	Mittel.	0.2	0
	Min.	0	0
	Max.	8	0
Rumex obtusifolius	Mittel.	0.2	0
	Min.	0	0
	Max.	16	0
Veronica arvensis	Mittel.	0	0
	Min.	0	0
	Max.	2	0
Chamomilla recutita	Mittel.	0	0
	Min.	0	0
	Max.	0.2	0
Capsella bursa-pastoris	Mittel.	0	0
	Min.	0	0
	Max.	0.2	0
Plantago major	Mittel.	0	0
	Min.	0	0
	Max.	2	0
Agropyron repens	Mittel.	0	0
	Min.	0	0
	Max.	1	0

Pflanzenart	Pflanzengruppe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Taraxacum officinalis	Mittel.	1.5	3.7	0.7	0.5	0.5	0.2	0.7	1.4	1.6	25.9	0.3	0.0
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	15.0	0.0	0.0
	Max.	7.0	12.0	14.0	4.0	4.0	2.0	8.0	10.0	4.0	32.7	2.0	0.0
Poa annua	Mittel.	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.1	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max.	0.2	1.0	2.0	0.2	1.0	2.0	2.0	3.0	0.0	0.0	4.0	0.0
Holcus lanatus	Mittel.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max.	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cirsium arvense	Mittel.	0.7	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max.	8.0	0.2	3.0	1.0	3.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	2.0	0.0
Rumex obtusifolius	Mittel.	0.3	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.8	0.3	1.0	0.0	0.1	0.1
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max.	5.0	0.0	4.0	3.0	0.0	0.0	16.0	4.0	3.0	0.0	3.0	0.2
Veronica arvensis	Mittel.	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max.	0.2	2.0	0.2	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Chamomilla recutita	Mittel.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max.	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Capsella bursa-pastoris	Mittel.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max.	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0
Plantago major	Mittel.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max.	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.2	0.0	0.0	0.0
Agropyron repens	Mittel.	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max.	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
Trifolium pratense	Mittel.	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	1.1	0.0	0.2	0.0	1.7	0.0	0.0
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max.	2.0	0.0	0.2	4.0	0.5	8.0	0.5	2.0	0.0	5.0	0.0	0.0
Ranunculus ficaria	Mittel.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max.	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Heracleum sphondylium	Mittel.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
Agrostis capillaris	Mittel.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
Bromus hordeaceus	Mittel.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	0.0	0.0	0.2	0.0
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max.	0.0	0.2	1.0	0.2	0.2	0.0	2.0	15.0	0.2	0.0	5.0	0.0
Bromus sterilis	Mittel.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.2	4.0	0.0	0.0
Cerastium holosteoides	Mittel.	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max.	0.2	4.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lolium multiflorum	Mittel.	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max.	0.0	2.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0

Tab. A3: Ertragsanteile (%) der Pflanzenarten innerhalb der Pflanzengruppen für die **In-tensivfläche** (Mittelwerte, Minima, Maxima) (nicht in der Tabelle genannte Arten verfügten über Mittelwerte der Ertragsanteile $\leq 0,3\%$)

Pflanzengruppe		1	2	3	4	5	6
Lolium perenne	Mittel.	51	29.3	20.4	17.3	6.9	6.3
	Min.	44.3	24.5	15	8	2	1
	Max.	61.1	36	35	22	12	18
Dactylis glomerata	Mittel.	28	31.8	49.8	36.1	49.7	66.9
	Min.	20	18	38.7	27	41	50
	Max.	35	38.8	58.4	41.6	55.6	86.6
Poa trivialis	Mittel.	12.3	12	7.6	14.4	11.3	6.7
	Min.	8	3	0	8	6	1
	Max.	16	19	15	20	18	15
Festuca pratensis	Mittel.	5.5	12.6	17.2	24.7	25.7	15.8
	Min.	4	5	10	18	21.7	5
	Max.	8	20	25	35.5	35	28
Poa pratensis	Mittel.	1.3	2.7	0.9	2	0.7	0.5
	Min.	0.2	0	0	0.2	0	0
	Max.	4	5	4	4	3	6
Festuca rubra	Mittel.	0.2	2.8	2.5	2.6	3.1	2.4
	Min.	0	0	0	0.5	0	0.2
	Max.	0.5	6	8	6	6	10
Phleum pratense	Mittel.	0.3	2.9	0.9	1.7	2.2	1.2
	Min.	0.2	1	0	0.2	0.2	0.2
	Max.	0.5	6	5	4	6	8
Trifolium repens	Mittel.	1.5	5.8	0.5	1.1	0.3	0.1
	Min.	0	0.2	0	0	0	0
	Max.	3	16	3	4	3	3

Standortdaten

Tab. A4: Standortparameter für die **Gesamtfläche** (Darstellung der Mittelwerte, Minima, Maxima)

Parameter	Einheit	Abkürzung	Mittelwert	Min.	Max.
pH-Wert 0-7 cm Tiefe	-	pH_7	6.76	5.94	7.51
Phosphor 0-7 cm Tiefe	mg/100g	P2O5_7	15.82	2.86	42
Kalium 0-7 cm Tiefe	mg/100g	K2O_7	24.47	8	51.2
Magnesium 0-7 cm Tiefe	mg/100g	Mg_7	20.97	8.8	38
Gesamtkohlenstoff 0-7 cm Tiefe	%	Ct_7	1.95	1.27	3.22
Organischer Kohlenstoff 0-7 cm Tiefe	%	Corg_7	1.82	1.05	3.15
Gesamtstickstoff 0-7 cm Tiefe	%	Nt_7	0.21	0.13	0.35
pH-Wert 7-15 cm Tiefe	-	pH_15	6.80	6.20	7.50
Phosphor 7-15 cm Tiefe	mg/100g	P2O5_15	15.81	4	54
Kalium 7-15 cm Tiefe	mg/100g	K2O_15	22.67	8	42
Magnesium 7-15 cm Tiefe	mg/100g	Mg_15	23.23	11	38
Gesamtkohlenstoff 7-15 cm Tiefe	%	Ct_15	1.86	1.17	3.05
Organischer Kohlenstoff 7-15 cm Tiefe	%	Corg	1.75	0.93	3.05
Gesamtstickstoff 7-15 cm Tiefe	%	Nt_15	0.20	0.13	0.35

Parameter	Einheit	Abkürzung	Mittelwert	Min.	Max.
Tonfraktion	Masse-%	Ton_frakt	25.23	14.50	55
Schlufffraktion	Masse-%	Schluff_frakt	70.79	42.5	76.5
Sandfraktion	Masse-%	Sand_Frakt	8.38	5	12.5
Lagerungsdichte	g/cm ³	Ld	1.52	1.21	1.77
Wassergehalt 1. Messung	Vol.-%	Wass	39.9	31.9	53.1
Wassergehalt 2. Messung	Vol.-%	Wass	28.3	19.8	48
Steingewicht	Gew.-%	Steine	8.04	0.33	32.11
Hangneigung	%	Slp	7.17	0	16
Hangrichtung	°	Asp	291.8	6	359.7
Elektrische Leitfähigkeit	mS/m	EM38_mean	32.37	17.9	44
Bodenzahl	-	BOD_ZA	43.51	0	70
Ackerzahl	-	ACK_ZA	39.71	0	69
Grünlandzahl	-	GRU_ZA	8,8	0	60

Tab. A5: Standortparameter für die **Intensivfläche** (Darstellung der Mittelwerte, Minima, Maxima)

Parameter	Einheit	Abkürzung	Mittelwert	Min.	Max.
pH-Wert 0-7 cm Tiefe	-	pH_7	6,28	5,9	6,8
Phosphor 0-7 cm Tiefe	mg/100g	P2O5_7	11,01	5	39
Kalium 0-7 cm Tiefe	mg/100g	K2O_7	33,76	17	96
Magnesium 0-7 cm Tiefe	mg/100g	Mg_7	21,55	12	32
Gesamtkohlenstoff 0-7 cm Tiefe	%	Ct_7	2,02	1,45	3,23
Organischer Kohlenstoff 0-7 cm Tiefe	%	Corg_7	1,94	1,6	3
Gesamtstickstoff 0-7 cm Tiefe	%	Nt_7	0,21	0,16	0,28
pH-Wert 7-15 cm Tiefe	-	pH_15	6,39	6,10	6,8
Phosphor 7-15 cm Tiefe	mg/100g	P2O5_15	9,44	5	17
Kalium 7-15 cm Tiefe	mg/100g	K2O_15	22,36	13	54
Magnesium 7-15 cm Tiefe	mg/100g	Mg_15	19,44	12	25
Gesamtkohlenstoff 7-15 cm Tiefe	%	Ct_15	1,67	1,28	2,43
Organischer Kohlenstoff 7-15 cm Tiefe	%	Corg	1,58	1,4	2
Gesamtstickstoff 7-15 cm Tiefe	%	Nt_15	0,19	0,15	0,26
Tonfraktion	Masse-%	Ton_frakt	23,04	14,5	37,5
Schlufffraktion	Masse-%	Schluff_frakt	73,05	76,5	57,5
Sandfraktion	Masse-%	Sand_Frakt	8,27	5	11,5
Lagerungsdichte	g/cm ³	Ld	1,51	1,38	1,62
Steingewicht	Gew.-%	Steine	10,47	1,20	26,01
Wassergehalt	Vol.-%	Wass	35,6	32,2	40,24
Hangneigung	%	Slp	4,69	2	7,02
Hangrichtung	°	Asp	300,88	281,01	325,59
Elektrische Leitfähigkeit	mS/m	EM38_mean	32,44	24,1	36
Bodenzahl	-	BOD_ZA	46,5	45	51
Ackerzahl	-	ACK_ZA	43,83	49	42
Grünlandzahl	-	GRU_ZA	0	0	0

Tab. A6: Standortparameter innerhalb der Pflanzengruppen für die **Gesamtfläche** (Darstellung der Mittelwerte, Minima, Maxima)

Pflanzengruppe		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Standortparameter													
pH Wert (0-7 cm Tiefe)	Mittel.	6.84	6.84	6.75	6.79	6.78	6.78	6.56	6.84	7.10	6.85	6.58	7.14
	Min.	6.30	6.50	6.10	6.00	6.10	6.30	6.00	6.20	6.60	6.20	5.90	6.70
	Max.	7.40	7.00	7.10	7.40	7.30	7.10	7.10	7.50	7.50	7.30	7.20	7.30
Phosphor (0-7 cm Tiefe)	Mittel.	18.2	16.3	14.7	14.9	15.7	12.3	14.1	15.4	28.0	28.6	13.0	29.3
	Min.	6.0	6.0	6.0	5.0	5.0	6.0	3.0	6.0	13.0	19.0	4.0	15.0
	Max.	40.0	27.0	24.0	28.0	30.0	22.0	22.0	26.0	40.0	42.0	36.0	35.0
Kalium (0-7 cm Tiefe)	Mittel.	24.2	17.6	26.3	25.6	22.8	26.4	24.2	25.1	18.9	26.2	25.8	17.3
	Min.	17.0	12.0	13.0	17.0	13.0	12.0	15.0	8.0	9.0	20.0	11.0	11.0
	Max.	42.0	29.0	51.0	40.0	32.0	41.0	34.0	42.0	26.0	32.0	40.0	22.0
Magnesium (0-7 cm Tiefe)	Mittel.	21.1	22.0	22.8	24.1	24.5	21.5	17.7	21.3	20.0	18.0	15.9	21.7
	Min.	13.0	13.0	12.0	13.0	12.0	17.0	11.0	11.0	11.0	12.0	9.0	19.0
	Max.	36.0	38.0	34.0	35.0	35.0	30.0	33.0	32.0	29.0	22.0	23.0	26.0
Gesamtkohlenstoff (0-7 cm Tiefe)	Mittel.	2.02	2.03	1.86	1.89	1.91	1.98	1.89	1.99	2.36	1.83	1.91	2.12
	Min.	1.49	1.58	1.53	1.27	1.51	1.55	1.37	1.46	1.87	1.36	1.47	1.65
	Max.	2.68	2.67	2.38	2.99	3.05	2.47	3.12	3.22	2.97	2.55	3.08	2.57
Org. Kohlenstoff (0-7cm Tiefe)	Mittel.	1.92	1.98	1.77	1.63	1.87	1.69	1.82	1.82	2.25	1.76	1.84	2.09
	Min.	1.49	1.39	1.36	1.05	1.51	1.49	1.37	1.29	1.82	1.36	1.47	1.65
	Max.	2.40	2.67	2.17	2.00	3.05	1.92	3.12	3.15	2.67	2.55	3.00	2.47
Gesamtstickstoff (0-7cm Tiefe)	Mittel.	0.21	0.23	0.20	0.19	0.21	0.19	0.21	0.20	0.24	0.20	0.22	0.22
	Min.	0.13	0.16	0.16	0.14	0.17	0.17	0.15	0.15	0.20	0.16	0.17	0.18
	Max.	0.27	0.30	0.25	0.24	0.33	0.21	0.35	0.34	0.28	0.24	0.35	0.27
pH-Wert (7-15 cm Tiefe)	Mittel.	6.93	6.79	6.74	6.91	6.83	6.90	6.64	6.83	7.10	7.13	6.57	7.25
	Min.	6.60	6.50	6.30	6.40	6.50	6.60	6.20	6.30	6.60	7.00	6.30	7.20
	Max.	7.40	7.00	7.10	7.40	7.30	7.10	7.00	7.50	7.50	7.30	6.90	7.30
Phosphor (7-15 cm Tiefe)	Mittel.	18.2	16.9	14.7	14.8	16.0	12.0	14.2	14.9	31.4	29.3	12.6	29.5
	Min.	7.0	6.0	6.0	5.0	5.0	7.0	5.0	6.0	13.0	19.0	4.0	16.0
	Max.	40.0	27.0	24.0	26.0	30.0	22.0	22.0	26.0	54.0	42.0	36.0	35.0
Kalium (7-15 cm Tiefe)	Mittel.	23.5	17.5	24.8	24.2	22.6	21.8	22.7	21.5	18.8	26.7	23.0	17.3
	Min.	16.0	11.0	12.0	13.0	13.0	10.0	12.0	8.0	9.0	20.0	11.0	11.0
	Max.	42.0	28.0	35.0	40.0	32.0	29.0	31.0	33.0	26.0	32.0	38.0	22.0
Magnesium (7-15 cm Tiefe)	Mittel.	23.2	23.9	23.9	26.0	25.2	25.7	20.7	24.3	21.8	19.3	19.0	24.3
	Min.	16.0	16.0	13.0	14.0	12.0	19.0	12.0	11.0	11.0	12.0	11.0	20.0
	Max.	36.0	38.0	34.0	35.0	35.0	30.0	33.0	32.0	29.0	24.0	28.0	29.0
Gesamtkohlenstoff (7-15cm Tiefe)	Mittel.	1.94	1.97	1.78	1.82	1.87	1.86	1.84	1.86	2.25	1.72	1.82	2.05
	Min.	1.48	1.47	1.40	1.27	1.33	1.44	1.37	1.17	1.87	1.24	1.41	1.65
	Max.	2.68	2.67	2.17	2.99	3.05	2.31	3.03	2.77	2.75	2.55	2.77	2.30
Org. Kohlenstoff (7-15 cm Tiefe)	Mittel.	1.85	1.92	1.73	1.57	1.83	1.58	1.77	1.70	2.17	1.65	1.75	2.01
	Min.	1.48	1.27	1.22	1.01	1.33	1.29	1.37	0.93	1.82	1.04	1.39	1.65
	Max.	2.37	2.67	2.17	2.05	3.05	1.82	3.03	2.77	2.67	2.55	2.76	2.18
Gesamtstickstoff (7-15 cm Tiefe)	Mittel.	0.20	0.22	0.20	0.18	0.20	0.18	0.20	0.20	0.23	0.18	0.21	0.22
	Min.	0.13	0.16	0.15	0.14	0.16	0.14	0.15	0.13	0.20	0.15	0.17	0.18
	Max.	0.26	0.30	0.24	0.21	0.33	0.22	0.35	0.32	0.27	0.24	0.33	0.26
Tonfraktion	Mittel.	26.5	21.3	23.4	32.1	27.9	28.7	22.3	26.4	19.7	32.0	20.4	16.1
	Min.	21.0	15.0	15.0	21.0	15.0	21.0	15.0	15.0	15.0	21.0	15.0	15.0
	Max.	55.0	30.0	30.0	55.0	55.0	38.0	38.0	55.0	21.0	38.0	30.0	21.0
Schlufffraktion	Mittel.	70.2	73.8	72.9	65.5	69.1	68.6	72.9	69.7	74.5	63.0	74.2	75.9
	Min.	43.0	70.0	70.0	43.0	43.0	58.0	58.0	43.0	74.0	58.0	70.0	74.0
	Max.	74.0	77.0	77.0	74.0	77.0	74.0	77.0	77.0	77.0	74.0	77.0	77.0
Sandfraktion	Mittel.	8.0	8.8	7.9	7.8	8.0	7.4	8.8	8.5	9.5	9.7	9.2	10.9
	Min.	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	9.0	9.0	5.0	9.0
	Max.	13.0	12.0	12.0	13.0	13.0	10.0	12.0	13.0	12.0	10.0	12.0	12.0

Pflanzengruppe		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Standortparameter													
Lagerungsdichte	Mittel.	1.6	1.5	1.5	1.6	1.5	1.6	1.5	1.5	1.4	1.6	1.5	1.3
	Min.	1.4	1.3	1.4	1.4	1.3	1.6	1.3	1.3	1.4	1.4	1.3	1.2
	Max.	1.8	1.7	1.6	1.7	1.6	1.7	1.6	1.7	1.6	1.7	1.6	1.4
Steingewicht	Mittel.	8.9	5.3	6.5	11.1	10.1	13.7	6.3	10.9	2.0	8.3	3.7	1.9
	Min.	2.1	0.6	0.7	2.7	0.5	8.7	0.3	0.4	0.6	0.6	0.5	0.6
	Max.	29.3	13.0	12.6	27.8	24.2	19.4	16.7	32.1	3.2	14.8	9.9	4.1
Hangneigung	Mittel.	8.4	5.3	6.7	8.8	9.0	8.5	6.2	6.4	3.2	9.3	6.7	2.4
	Min.	2.4	0.0	1.0	4.0	3.3	4.3	0.7	1.2	0.1	5.0	3.0	1.1
	Max.	13.0	12.4	11.3	16.0	14.0	13.9	12.0	13.0	4.3	12.0	13.0	4.0
Hangrichtung	Mittel.	307.5	287.6	300.2	299.2	306.4	273.9	298.9	272.6	240.5	232.6	296.6	290.0
	Min.	276.9	17.0	244.6	238.8	250.5	6.0	232.9	22.9	120.8	13.0	251.2	214.0
	Max.	345.8	359.7	343.6	350.7	358.2	352.2	347.5	345.6	281.7	345.3	356.3	338.0
Elektrische Leitfähigkeit	Mittel.	34.16	35.39	29.70	34.84	31.56	33.36	31.69	35.26	28.50	37.63	27.82	-
	Min.	28	26.1	18.6	18.1	17.9	20.3	18.9	25.8	26	30.9	18	-
	Max.	43	44	39.10	44	42.1	40	37	42.1	32.5	42	36.1	-
Bodenzahl	Mittel.	53	36	40	51	40	47	52	39	23	31	47	0
	Min.	0	0	0	39	0	39	0	0	0	0	0	0
	Max.	70	70	70	63	63	61	67	67	58	47	67	0
Ackerzahl	Mittel.	48	29	37	46	36	43	48	35	23	22	44	0
	Min.	0	0	0	37	0	37	0	0	0	0	0	0
	Max.	69	69	69	59	59	57	64	66	57	34	66	0
Grünlandzahl	Mittel.	3	19	10	0	11	0	3	11	33	17	8	52
	Min.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
	Max.	51	52	60	0	60	0	60	60	60	52	60	52

Tab. A7: Standortparameter innerhalb der Pflanzengruppen für die **Intensivfläche** (Darstellung der Mittelwerte, Minima, Maxima)

Pflanzengruppe		1	2	3	4	5	6
Standortparameter							
pH Wert (0-7 cm Tiefe)	Mittel.	6.30	6.30	6.27	6.34	6.28	6.27
	Min.	6.10	6.10	5.90	6.10	6.00	5.90
	Max.	6.50	6.60	6.80	6.60	6.60	6.80
Phosphor (0-7 cm Tiefe)	Mittel.	8.8	10.0	10.8	8.6	10.5	11.8
	Min.	5.0	6.0	5.0	7.0	6.0	6.0
	Max.	14.0	15.0	26.0	11.0	20.0	39.0
Kalium (0-7 cm Tiefe)	Mittel.	26.5	27.8	29.4	25.7	30.2	41.8
	Min.	23.0	22.0	17.0	19.0	18.0	22.0
	Max.	28.0	35.0	64.0	38.0	46.0	96.0
Magnesium (0-7 cm Tiefe)	Mittel.	21.5	25.6	21.5	23.1	22.0	19.6
	Min.	14.0	21.0	13.0	15.0	15.0	12.0
	Max.	27.0	28.0	31.0	30.0	32.0	28.0
Gesamtkohlenstoff (0-7 cm Tiefe)	Mittel.	2.09	2.14	2.05	1.84	1.98	2.02
	Min.	1.92	1.82	1.79	1.47	1.45	1.75
	Max.	2.26	3.23	2.49	1.98	2.44	2.53
Org. Kohlenstoff (0-7cm Tiefe)	Mittel.	1.88	2.03	1.97	1.81	1.91	1.94
	Min.	1.80	1.70	1.70	1.60	1.60	1.70
	Max.	1.90	3.00	2.30	1.90	2.40	2.30
Gesamtstickstoff (0-7 cm Tiefe)	Mittel.	0.23	0.22	0.22	0.20	0.22	0.22
	Min.	0.22	0.20	0.19	0.17	0.17	0.19
	Max.	0.25	0.29	0.25	0.22	0.26	0.26

Pflanzengruppe		1	2	3	4	5	6
Standortparameter							
pH-Wert (7-15 cm Tiefe)	Mittel.	6.38	6.48	6.46	6.36	6.38	6.40
	Min.	6.20	6.30	6.30	6.10	6.20	6.10
	Max.	6.60	6.70	6.70	6.70	6.70	6.80
Phosphor (7-15 cm Tiefe)	Mittel.	8.0	9.0	8.6	10.0	9.2	9.8
	Min.	5.0	6.0	7.0	6.0	7.0	5.0
	Max.	13.0	14.0	11.0	17.0	13.0	16.0
Kalium (7-15 cm Tiefe)	Mittel.	16.8	19.3	19.0	27.0	22.1	20.2
	Min.	13.0	14.0	15.0	15.0	15.0	13.0
	Max.	22.0	24.0	24.0	54.0	41.0	38.0
Magnesium (7-15 cm Tiefe)	Mittel.	18.0	23.1	21.0	18.1	19.7	19.3
	Min.	12.0	20.0	14.0	12.0	14.0	12.0
	Max.	21.0	25.0	25.0	24.0	25.0	25.0
Gesamtkohlenstoff (7-15 cm Tiefe)	Mittel.	1.58	1.65	1.62	1.71	1.71	1.63
	Min.	1.31	1.28	1.36	1.46	1.39	1.40
	Max.	1.73	1.96	1.94	1.93	2.43	1.79
Org. Kohlenstoff (7-15 cm Tiefe)	Mittel.	1.60	1.56	1.53	1.61	1.56	1.58
	Min.	1.50	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
	Max.	1.80	1.80	1.60	2.00	2.00	1.80
Gesamtstickstoff (7-15 cm Tiefe)	Mittel.	0.17	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18
	Min.	0.15	0.15	0.15	0.17	0.16	0.17
	Max.	0.19	0.21	0.21	0.21	0.26	0.20
Tonfraktion	Mittel.	19.4	29.8	21.3	25.3	23.3	21.7
	Min.	15	21	15	15	15	15
	Max.	21	38	30	30	30	30
Schlufffraktion	Mittel.	74.6	68.9	73.9	72.1	73.0	73.6
	Min.	74	58	70	70	70	70
	Max.	77	74	77	77	77	77
Sandfraktion	Mittel.	9.6	6.1	8.9	7.1	8.0	8.6
	Min.	9	5	5	5	5	5
	Max.	12	10	12	12	12	12
Lagerungsdichte	Mittel.	1.50	1.54	1.52	1.53	1.53	1.49
	Min.	1.40	1.45	1.44	1.43	1.49	1.39
	Max.	1.57	1.61	1.61	1.60	1.62	1.60
Steingewicht	Mittel.	9.28	12.35	9.98	10.92	11.43	9.23
	Min.	2.91	7.95	3.24	3.60	4.09	1.21
	Max.	15.17	19.45	17.74	17.37	20.96	26.01
Hangneigung	Mittel.	5.3	4.6	4.6	5.0	4.4	4.7
	Min.	3.0	3.0	3.0	4.2	3.0	2.0
	Max.	7.0	5.5	6.0	6.0	6.0	7.0
Hangrichtung	Mittel.	305.3	304.8	300.2	300.8	303.9	297.4
	Min.	297.8	289.1	281.0	281.6	295.9	281.4
	Max.	315.6	312.0	322.0	325.6	314.0	316.4
Elektrische Leitfähigkeit	Mittel.	30.63	33.82	32.59	33.06	32.77	31.75
	Min.	24.10	32.00	30.50	26.90	30.00	25.00
	Max.	34.10	36.00	35.0	35.00	35.00	35.00
Bodenzahl	Mittel.	47	45	46	47	46	47
	Min.	45	45	45	45	45	45
	Max.	51	45	51	51	51	51
Ackerzahl	Mittel.	44	42	43	44	44	44
	Min.	42	42	42	42	42	42
	Max.	49	42	49	49	49	49
Grünlandzahl	Mittel.	0	0	0	0	0	0
	Min.	0	0	0	0	0	0
	Max.	0	0	0	0	0	0

Trockenmasse und futterbauliche Daten

Tab. A8: Trockenmasse (dt TM / ha), Rohprotein-, Rohfaser- und Rohaschegehalte (g/kg TS) innerhalb der Pflanzengruppen für die **Gesamtfläche** (Darstellung von Mittelwerte, Minima, Maxima)

Pflanzengruppe		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trockenmasse	Mittel.	6.8	6.1	7.2	6.1	6.9	6.9	8.1	7.5	6.6	6.1	9.3	13.4
	Min.	2.7	1.2	2.5	3.3	3.8	2.6	3.6	4	3.5	2.6	4.3	9.2
	Max.	13.5	17.7	16.7	10.7	13.3	9.6	12.3	13.8	8.1	12.9	15.4	19.1
Rohproteingehalt	Mittel.	163.2	163.8	162.1	170.8	167.2	167.1	162.1	175.8	169.6	174.5	162.1	152.6
	Min.	146.6	149	148	151.5	155.7	162.6	144.9	164.7	154.4	163.9	146.1	140.6
	Max.	176.6	180.7	174.7	189.1	181.2	175.4	174.9	199.3	181.6	182.7	177.4	157.3
Rohfasergehalt	Mittel.	242.8	242.8	249.6	242.5	243.9	245.4	251.7	235.5	225.3	231.1	254.8	247.7
	Min.	224.4	218.6	222.8	217.3	231	242.3	231.5	216.3	218.3	224.2	242.2	228.1
	Max.	263.5	259.3	258.5	256.5	254.5	250.3	263.1	249.2	238.3	243.2	266	265.3
Rohaschegehalt	Mittel.	108.8	101.1	108.8	104.9	106.8	103.5	112.2	107.2	113.7	93.4	113.3	104.6
	Min.	96.5	87.5	97.8	93.2	98.1	88.2	101.2	91.8	95.5	91.2	99.4	98
	Max.	125.3	122.3	122	117.9	123.5	113.7	125.7	127	144.3	95.5	125.8	110.8

Tab. A9: Trockenmasse (dt TM / ha) innerhalb der Pflanzengruppen für die **Intensivfläche** (Darstellung von Mittelwert, Minimum, Maximum)

Pflanzengruppe		1	2	3	4	5	6
Trockenmasse	Mittel.	8.8	8.0	12.8	10.5	10.1	10.0
	Min.	6.1	5.2	8.6	8.4	7.0	5.3
	Max.	11.5	11.4	18.0	12.8	15.1	16.8

Tab. A11: Ergebnisse der Futterwertanalysen (g/kg TS) der Proben der **Gesamtfläche** (Nr. 2001-2194)

Probefläche Nr.	Rohproteingehalt	Rohfasergehalt	Rohaschegehalt	Probefläche Nr.	Rohproteingehalt	Rohfasergehalt	Rohaschegehalt	Probefläche Nr.	Rohproteingehalt	Rohfasergehalt	Rohaschegehalt
2001	159.6	257.4	112.0	2064	174.2	231.0	102.6	2131	163.6	244.5	103.5
2002	144.9	263.1	110.8	2065	164.5	249.1	114.9	2132	176.2	234.5	107.6
2003	158.4	251.7	117.1	2066	160.8	248.1	99.4	2133	165.3	252.0	121.0
2004	146.1	260.9	110.6	2067	177.1	239.0	113.5	2134	182.3	236.3	101.5
2005	157.6	251.1	107.8	2068	175.7	218.3	117.0	2135	173.7	238.2	107.1
2006	185.0	237.3	103.3	2069	160.7	238.8	123.5	2136	166.8	245.6	113.3
2007	180.6	237.5	99.9	2070	167.0	235.7	116.9	2137	179.1	239.8	112.9
2008	166.7	254.1	117.1	2071	159.7	249.4	111.9	2138	168.2	258.9	114.8
2009	160.0	249.4	117.5	2072	174.7	246.5	110.3	2139	163.5	262.5	115.3
2010	162.8	248.4	111.0	2073	177.3	248.7	119.3	2140	154.4	266.0	105.3
2011	168.7	228.4	127.0	2074	154.5	247.3	104.4	2141	156.1	257.9	103.0
2012	174.7	241.7	102.9	2075	189.1	217.3	117.9	2142	167.1	259.3	104.0
2013	167.0	244.7	97.5	2076	165.4	250.6	112.0	2143	151.5	256.5	98.7
2014	168.3	245.0	98.9	2077	165.3	250.0	108.1	2144	148.0	258.4	97.8
2015	154.4	219.9	144.3	2078	169.7	245.0	104.9	2145	182.7	224.2	93.5
2016	155.7	254.5	103.8	2079	154.9	245.2	122.3	2146	155.0	256.1	117.6
2017	151.3	262.2	125.7	2080	155.2	254.4	108.5	2147	157.1	261.6	113.2
2018	169.7	254.7	121.0	2081	160.1	236.8	125.3	2148	168.0	244.7	97.5
2019	179.2	240.0	111.7	2082	163.9	243.2	95.5	2149	176.2	239.5	100.3
2020	164.7	249.2	100.1	2083	176.6	226.8	106.5	2150	168.0	243.6	105.9
2021	168.4	248.6	122.0	2084	181.6	223.6	104.8	2151	181.2	239.2	98.1
2022	176.9	230.7	114.9	2085	166.6	232.8	100.6	2152	158.6	251.3	112.9
2023	165.9	245.4	106.2	2086	170.1	243.4	108.7	2153	157.8	256.0	101.1
2024	157.3	249.5	111.0	2087	146.6	251.1	103.0	2154	153.7	249.9	100.9
2025	157.2	252.4	103.0	2088	177.1	225.9	91.1	2155	163.0	252.3	99.1
2026	160.1	254.0	104.9	2090	156.7	241.5	110.8	2156	173.9	234.8	111.9
2027	166.7	238.5	107.0	2091	167.7	238.3	106.7	2157	161.8	249.7	113.9
2028	154.5	257.0	101.8	2092	164.4	249.8	125.8	2158	180.7	228.4	87.4
2029	148.9	253.8	94.8	2093	174.7	231.9	96.5	2159	150.9	261.9	113.8
2030	155.6	228.1	106.9	2095	172.6	229.1	113.7	2160	152.8	263.5	111.3
2031	171.9	242.7	96.5	2096	184.0	234.4	117.8	2161	157.2	262.4	119.5
2032	180.0	243.1	101.8	2097	182.0	216.3	109.6	2162	167.6	245.9	100.3
2033	171.5	241.3	105.2	2098	157.3	255.8	103.0	2163	176.2	240.6	91.8
2034	163.6	251.7	103.8	2099	173.8	222.8	119.1	2164	159.6	247.4	104.0
2035	171.1	248.1	105.8	2101	178.7	227.4	106.9	2165	176.3	244.2	112.2
2036	165.4	250.8	105.8	2102	155.4	259.3	103.5	2166	165.5	246.6	113.7
2037	165.3	251.1	116.7	2103	175.3	237.3	111.6	2167	175.4	242.3	110.7
2038	156.2	257.3	108.1	2104	175.1	240.1	108.1	2168	163.5	250.3	117.7
2039	158.2	250.1	115.8	2105	180.1	232.0	104.8	2169	181.4	231.8	109.3
2040	162.6	257.5	113.7	2106	162.1	249.8	102.6	2170	167.0	237.8	107.9
2041	170.2	236.3	116.8	2107	162.7	253.2	99.6	2171	172.9	244.9	119.3
2042	177.9	236.3	112.5	2108	162.6	246.3	103.4	2172	174.9	244.7	112.7
2043	161.9	245.5	108.7	2109	167.1	244.7	100.6	2173	167.0	252.8	119.7
2044	154.2	259.3	112.3	2110	157.5	255.2	106.3	2174	166.8	253.9	106.7
2045	165.1	248.5	103.3	2111	158.5	253.8	96.0	2175	179.2	218.6	107.8
2046	160.6	255.0	105.0	2112	182.1	234.4	102.6	2176	181.0	237.2	105.9
2047	148.6	261.3	117.1	2113	166.7	243.4	88.2	2177	169.7	249.7	118.0
2048	170.2	245.3	93.2	2114	179.1	234.7	103.7	2178	174.8	239.4	115.2
2049	168.3	247.6	108.0	2116	174.8	242.7	95.3	2179	169.4	236.3	104.2
2050	166.4	241.9	104.9	2117	169.7	245.4	108.9	2180	169.7	237.3	105.7
2051	165.0	246.7	94.3	2118	175.6	244.8	117.8	2181	155.7	254.3	103.9
2052	168.5	240.8	95.6	2119	168.0	247.5	119.5	2182	166.5	252.3	109.6
2053	162.3	243.1	106.3	2120	171.6	234.9	121.1	2183	154.8	248.6	102.1
2054	164.0	242.5	108.4	2121	156.2	254.4	106.7	2184	176.3	232.6	101.1
2055	167.3	238.3	113.8	2122	159.2	257.3	104.2	2185	174.2	239.2	90.8
2056	172.3	238.5	117.2	2123	169.5	250.3	103.0	2186	170.4	237.6	99.5
2057	160.1	244.4	97.2	2124	156.8	258.5	109.4	2187	156.9	246.6	122.5
2058	172.5	224.4	116.7	2125	162.2	252.1	100.3	2189	180.0	232.4	108.0
2059	171.5	245.8	111.9	2126	166.7	245.1	97.7	2190	173.2	231.5	106.2
2060	160.0	254.4	115.7	2127	151.3	249.5	110.4	2191	162.6	252.7	117.2
2061	156.2	255.4	110.0	2128	165.5	244.6	107.4	2192	199.3	221.7	110.0
2062	174.7	239.6	101.6	2129	158.1	254.9	105.9	2193	168.3	226.3	95.5
2063	155.2	248.2	115.9	2130	140.6	265.3	98.0	2194	164.8	242.2	112.4

Tab. A12: Ergebnisse der Analyse der Standortfaktoren auf der **Intensivfläche** (Nr. 2501-2581)

Probefläche Nr.	Bodentyp	Horizont	Tiefe Bodart	Stratigraphie	Humus	pH-Wert (0-7 cm)	P205 (0-7 cm)	K2O (0-7 cm)	Mg (0-7 cm)	Ct (0-7 cm)	Corg (0-7 cm)	Nt (0-7 cm)	pH (7-15)	P205 (7-15)	K2O (7-15)	Mg (7-15)	Ct (7-15)	Corg (7-15)	Nt (7-15)	Ld	Wass	Steingewicht	Slp_mean	Asp_mean	EM38_mean
2501 BB	Ap	30 U14	so	h2		6.50	14	28	27	2.26	1.90	0.23	6.6	13	18	21	1.31	1.80	0.15	1.54	35.0	9.9	6.0	303.1	32.1
2502 YK	Ap	30 Tu4	so	h2		6.20	8	35	26	2.15	2.00	0.24	6.3	8	24	22	1.28	1.60	0.15	1.51	32.7	9.8	5.0	302.8	33.9
2503 BB	Ap	30 Tu4	so	h2		6.30	6	22	26	2.09	1.90	0.23	6.5	7	18	24	1.96	1.50	0.21	1.55	37.2	9.3	3.0	308.7	36.0
2504 YK	Ap	30 U14	so	h2		6.50	10	36	30	2.10	1.90	0.22	6.6	8	18	25	1.73	1.50	0.20	1.49	32.6	13.1	4.7	302.1	35.0
2505 BB	Ap	30 U14	so	h2		6.20	5	23	25	2.05	2.00	0.21	6.4	6	13	23	1.66	1.60	0.19	1.55	36.2	11.3	4.5	310.7	34.1
2506 BB-DD	Ap	30 Tu3	qp	h2		6.50	7	26	27	2.04	1.80	0.23	6.6	6	14	25	1.66	1.50	0.18	1.61	34.2	12.4	4.3	310.9	34.0
2507 BB	Ap	26 Tu4	so	h2		6.40	8	30	27	2.21	2.20	0.23	6.4	7	18	24	1.65	1.60	0.18	1.55	35.0	11.0	4.0	309.5	33.7
2508 BB	Ap	30 U14	so	h2		6.30	5	27	22	1.98	1.90	0.22	6.3	5	14	20	1.62	1.60	0.19	1.40	34.1	15.2	5.0	304.9	32.2
2509 BB-DD	Ap	30 U14	so	h2		6.30	7	23	23	2.19	1.90	0.22	6.4	6	13	19	1.66	1.50	0.18	1.57	35.7	9.1	3.0	315.6	34.1
2510 BB	Ap	30 U14	qh	h2		6.50	14	29	24	2.34	2.00	0.24	6.6	12	20	20	1.60	1.70	0.18	1.54	35.9	11.9	5.0	282.5	30.9
2511 BB	Ap	30 U14	so	h2		6.40	10	25	24	2.13	2.00	0.23	6.5	11	20	21	1.63	1.60	0.18	1.48	36.7	9.3	3.0	314.0	32.9
2512 BB-DD	Ap	30 U14	so	h2		6.30	8	28	28	1.95	1.90	0.22	6.5	8	19	25	1.94	1.60	0.21	1.57	35.7	10.3	6.0	307.4	35.0
2513 BB-DD	Ap	30 U14	qh	h2		6.40	9	34	26	2.09	2.00	0.22	6.5	8	17	25	1.59	1.40	0.19	1.62	33.1	13.5	5.0	308.0	34.0
2514 YK	Ap	28 U14	so	h2		6.40	20	29	32	2.44	2.40	0.26	6.4	12	22	25	1.93	1.70	0.21	1.50	35.3	10.8	5.0	306.0	34.0
2515 DD-BB	Ap	30 Tu4	so	h2		6.50	7	19	25	1.76	1.90	0.20	6.5	7	16	24	1.50	1.50	0.18	1.50	35.2	11.4	4.2	305.0	35.0
2516 BB	Ap	30 Tu4	so	h2		6.20	8	31	23	2.06	2.10	0.22	6.4	7	20	22	1.67	1.50	0.19	1.56	35.5	8.0	5.0	306.0	33.6
2517 DD-BB	Ap	30 U14	qh	h2		6.10	15	31	28	3.23	3.00	0.29	6.4	9	19	24	1.86	1.80	0.20	1.50	37.1	9.5	5.0	310.0	32.0
2518 BB	Ap	30 U14	qh	h2		6.30	8	20	24	1.94	1.80	0.20	6.4	8	17	22	1.68	1.50	0.19	1.53	35.6	10.3	5.0	325.6	33.7
2519 BB	Ap	30 U14	qh	h2		6.40	15	34	21	2.12	1.90	0.23	6.5	14	20	18	1.63	1.50	0.19	1.47	36.4	9.1	6.0	297.9	31.0
2520 BB	Ap	28 U14	so	h2		6.40	11	26	25	1.96	1.80	0.22	6.6	12	20	23	1.79	1.60	0.20	1.53	36.6	9.6	5.0	305.9	32.1
2521 BB-DD	Ap	30 U14	qh	h2		6.30	10	23	26	1.86	1.90	0.22	6.4	10	18	25	1.79	1.60	0.20	1.55	34.7	10.9	4.0	302.0	35.0
2522 BB	Ap	30 U14	qh	h2		6.30	10	27	21	1.90	1.90	0.21	6.4	11	19	21	1.47	1.50	0.17	1.54	33.7	16.7	4.2	302.3	35.0
2523 BB	Ap	28 U14	so	h2		6.80	26	64	31	2.49	2.30	0.25	6.8	12	38	22	1.63	1.50	0.18	1.53	34.5	15.0	4.0	313.0	34.0
2524 DD-BB	Ap	30 Tu4	so	h2		6.30	11	58	25	1.80	1.90	0.20	6.4	10	29	22	1.59	1.60	0.18	1.55	35.5	11.2	4.0	302.0	35.0
2525 BB	Ap	30 Tu4	so	h2		6.60	13	75	23	2.10	2.00	0.23	6.6	9	38	22	1.68	1.60	0.19	1.48	36.5	9.2	5.0	301.0	34.0
2526 DD-BB	Ap	30 U14	qp	h2		6.20	7	24	21	1.75	1.80	0.19	6.4	7	15	19	1.53	1.50	0.17	1.51	34.6	8.6	5.0	308.0	32.0
2527 BB	Ap	32 U14	qp	h2		6.10	9	17	20	2.20	2.10	0.22	6.4	8	13	19	1.59	1.40	0.18	1.56	34.3	10.7	4.0	308.4	33.0
2528 BB	Ap	30 U14	qh	h2		6.30	15	22	21	2.13	2.20	0.22	6.6	16	18	17	1.73	1.60	0.19	1.54	35.7	7.8	6.0	289.7	30.7
2529 BB	Ap	30 U14	qh	h2		6.60	15	40	27	2.18	1.90	0.25	6.7	13	23	24	1.73	1.70	0.20	1.49	34.3	14.4	4.0	300.2	32.0
2530 DD-BB	Ap	28 U14	so	h2		6.30	12	36	25	2.07	2.00	0.22	6.4	12	19	23	1.69	1.60	0.19	1.50	36.6	10.7	4.0	300.0	34.4
2531 BB	Ap	30 U14	qh	h2		6.30	14	35	23	2.12	2.00	0.23	6.4	14	24	21	1.71	1.80	0.20	1.58	32.9	13.5	4.1	292.3	35.0
2532 DD-BB	Ap	28 Tu4	so	h2		6.60	11	22	30	1.47	1.90	0.17	6.7	11	15	25	1.61	1.50	0.18	1.43	36.5	11.9	5.0	307.7	34.0
2533 DD-BB	Ap	30 Tu4	qh	h2		6.20	12	29	27	1.82	1.80	0.20	6.4	11	19	24	1.51	1.40	0.18	1.59	35.1	12.5	5.1	299.0	34.0
2534 DD-BB	Ap	30 U14	qh	h2		6.50	10	27	21	1.69	1.60	0.20	6.3	11	41	22	2.43	2.00	0.26	1.49	37.4	7.8	6.0	314.0	33.0
2535 DD-BB	Ap	32 U14	qp	h2		6.00	9	20	19	1.99	1.90	0.20	6.3	9	15	18	1.57	1.60	0.18	1.56	36.7	8.2	3.3	295.9	33.0
2536 BB	Ap	32 U14	qp	h2		6.10	12	23	19	1.91	1.90	0.20	6.3	11	16	16	1.56	1.50	0.18	1.56	36.5	7.1	4.4	305.0	33.0
2537 BB	Ap	32 U13	qh	h2		6.20	16	27	18	1.99	1.80	0.21	6.3	16	19	17	1.72	1.70	0.20	1.56	36.2	26.0	6.6	288.5	28.1
2538 BB	Ap	30 U14	qh	h2		6.40	13	59	26	2.13	2.20	0.22	6.4	13	41	24	1.77	1.60	0.20	1.60	34.5	8.1	3.0	296.0	31.3
2539 BB	Ap	30 U14	qh	h2		6.40	13	30	22	1.83	1.70	0.20	6.3	14	43	24	1.90	2.00	0.21	1.41	38.2	15.7	7.0	288.0	34.2
2540 DD-BB	Ap	30 U14	qh	h2		6.10	12	24	23	2.15	1.90	0.22	6.2	13	16	22	1.59	1.60	0.19	1.57	32.8	17.7	5.7	292.6	34.0
2541 DD-BB	Ap	30 Tu4	so	h2		6.60	14	26	27	1.86	1.70	0.20	6.7	14	21	24	1.70	1.60	0.19	1.51	33.6	17.9	5.5	312.0	34.1
2542 DD-BB	Ap	30 Tu4	qp	h2		6.40	12	42	25	1.79	1.70	0.19	6.5	11	23	24	1.40	1.50	0.17	1.61	35.5	11.2	5.0	322.0	34.0
2543 BB	Ap	30 U14	qp	h2		6.20	13	34	24	2.02	1.80	0.22	6.4	7	23	22	1.63	1.50	0.19	1.53	34.9	14.7	3.0	294.0	34.0
2544 LL	Apl	30 U14	qp	h2		6.10	7	30	16	1.89	1.90	0.20	6.3	5	18	15	1.64	1.40	0.19	1.46	37.2	5.3	5.9	314.7	32.0
2545 BB	Ap	26 U14	qh	h2		6.10	6	84	16	2.04	1.90	0.23	6.1	6	43	17	1.80	1.70	0.21	1.52	38.1	4.3	5.0	306.0	32.0
2546 LL-YK	Ap	30 U13	qh	h2		6.20	9	25	15	1.89	1.80	0.20	6.4	9	19	14	1.65	1.60	0.19	1.46	37.1	3.6	5.0	281.6	26.9
2547 DD-BB	Ap	30 U14	qh	h2		6.20	9	28	21	1.98	1.90	0.21	6.3	9	23	20	1.66	1.60	0.19	1.60	33.0	7.6	5.1	294.8	30.9
2548 BB	Ap	30 U14	qh	h2		6.10	9	25	21	1.91	1.60	0.20	6.3	9	21	19	1.58	1.60	0.19	1.57	34.1	10.7	4.7	302.3	34.0
2549 BB	Ap	30 U14	qp	h2		6.30	8	22	23	2.03	1.90	0.21	6.4	10	17	22	1.62	1.50	0.19	1.48	36.3	16.7	4.2	289.2	34.0
2550 BB	Ap	30 Tu4	qh	h2		6.50	8	26	23	1.88	1.70	0.20	6.5	9	17	21	1.59	1.50	0.18	1.54	35.1	17.4	5.0	294.8	34.0
2551 DD-BB	Ap	30 Tu4	qh	h2		6.50	8	69	25	2.01	2.20	0.21	6.5	6	33	22	1.46	1.50	0.17	1.39	36.9	11.4	4.0	308.0	34.0
2552 BB	Ap	30 Tu4	qp	h2		6.40	9	38	23	2.23	2.10	0.23	6.5	8	25	20	1.68	1.60	0.19	1.48	35.4	7.7	5.0	301.0	34.0
2553 BB	Ap	30 U14	qp	h2		6.20	6	23	14	1.86	1.80	0.20	6.3	6	16	13	1.58	1.50	0.18	1.47	36.7	5.7	4.2	308.6	32.0
2554 BB	Ap	30 U14	qh	h2		6.30	9	35	14	1.97	1.80	0.21	6.3	8	22	14	1.70	1.50	0.18	1.49	36.0	10.8	5.0	308.3	32.1
2555 YK	Ap	30 U13	qh	h2		6.10	11	36	13	2.01	1.90	0.21	6.3	9	24	13	1.75	1.60	0.19	1.46	37.2	3.0	5.9	291.6	26.0
2556 BB	Ap	30 U14	qh	h2		6.30	9	46	20	2.17	2.10	0.23	6.4	8	30	17	1.72	1.60	0.19	1.49					

Danksagung

Wir danken Frau Margit Rode und Herrn Wolfgang Funke für die tatkräftige Unterstützung bei der Durchführung der Datenerhebungen und Versuchsarbeiten. Frau Rode wirkte zudem bei der Fertigstellung des Endberichtes engagiert mit.

Herrn Giovanni Peratoner danken wir für die Mitarbeit und kritische Durchsicht der englischen Zusammenfassung

Ebenso gilt unser Dank Herrn Dr. Christian Franke (Plauen) für die Kooperation bei der RDA-Analyse.