

SCHIPISTEN REKULTIVIERUNG UND DÜNGUNG MIT KOMPOST GARNITZEN ALM

ENDBERICHT

Projektträger	ARGE KOMPOST KÄRNTEN Armin Herzog; Obmann
Projektpartner & Autoren	KOMPOST - ENTWICKLUNG & BERATUNG Dipl.Ing. Florian Amlinger, Dipl.Ing. Stefan Peyr, Dipl.Ing. Jutta Geszti; <i>Versuchsanlage, Dokumentation, Gesamtauswertung</i> PLANUNGSGRUPPE GEOS Dipl.Ing. Norbert Kerschbaumer, Dipl.Ing. Andreas Berchtold <i>Pflanzensoziologische Aufnahmen</i>
Gefördert durch	BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT LAND KÄRNTEN

D a n k s a g u n g

Für die vielfältige Unterstützung bei den organisatorischen und praktischen Arbeiten sei Klaus Herzog, Betreiber der Liftgesellschaft und seinen Mitarbeitern gedankt.

Ein herzliches Dankeschön gilt dem Hüter Josef Gucher für sein wachsames Auge auf den fast täglichen Kontrollgängen sowie seinen helfenden Händen bei Versuchsanlage und Ernte.

Besonderer Dank gilt Dr. Karl Buchgraber, Herrn Ing. Reinhard Resch und der BA für alpenländische Landwirtschaft, welche die Verdaulichkeits-Untersuchungen an den Grasproben und wertvollen Rat sowie Literatur zur Frage der Futterqualität zur Verfügung stellten.

Dank und Anerkennung gebührt insbesondere Armin Herzog, Obmann der Almgemeinschaft Garnitzenalm und Mitbetreiber der landwirtschaftlichen Kompostanlage Hermagor für sein unermüdliches Engagement und die Initiative zu diesem Projekt für eine nachhaltige regionale Kreislaufwirtschaft der organischen Abfälle aus Hermagor.

Nicht zuletzt sei dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft sowie dem Land Kärnten für die finanzielle Förderung des Projektes gedankt.

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

INHALTSVERZEICHNIS	I
KURZFASSUNG	IV
1 FRAGESTELLUNG UND AUSGANGSLAGE	1
2 DATEN ZUM STANDORT	3
2.1 Klima	3
2.2 Geologie und Boden.....	4
3 MATERIAL UND METHODEN.....	6
3.1 Versuchsanlage	6
3.2 Düngung	8
3.2.1 Düngerqualität.....	8
3.2.2 Düngermengen	9
3.2.3 Nachdüngung im Jahr 2002 (AP, BL, TS und SH) und 2003 (NP)	10
3.3 Einsaat und Strohabdeckung	12
3.4 Durchgeführte Untersuchungen.....	13
3.4.1 Ertragserhebung	13
3.4.2 Futterwertparameter	13
3.4.3 Bodenprobenahme	15
3.4.4 Methode der pflanzensoziologischen Bonitur des Aufwuchses	15
4 ERGEBNISSE	17
4.1 Bodendaten	17
4.1.1 Organische Substanz und Nährstoffgehalte	17
4.1.2 Nährstofffrachten der Düngungsvarianten	18
4.1.3 pH Wert.....	20
4.1.4 Schwermetallgehalte.....	20
4.1.5 Substratinduzierte Respiration.....	20
4.1.6 Aggregatstabilität	21

4.2	Versuch einer Nährstoffbilanzierung	22
4.2.1	Nährstoffentzüge mit der Ernte	22
4.3	Ertrag	24
4.3.1	Die Erträge der einzelnen Standorte und Jahre.....	24
4.3.2	Zum Ertragseinbruch 2001	27
4.3.3	Zusammenfassung der Ertragsentwicklung.....	28
4.4	Futterqualität.....	29
4.5	Pflanzensoziologische Bonitur des Aufwuchses	33
4.5.1	Grundsätzliche Anforderung an eine alpine Begrünung	33
4.5.2	Ergebnisdarstellung der pflanzensoziologischen Feldarbeiten.....	33
4.5.3	Beschreibung der pflanzensoziologischen Entwicklung	33
4.5.4	Pflanzensoziologische Parameter.....	34
4.5.5	Vergleichsflächen des „natürlichen“ Standortes	40
4.5.6	Zusammenfassung der pflanzensoziologischen Untersuchungen.....	41
5	GESAMTBEURTEILUNG UND AUSBLICK	42
6	LITERATUR.....	44
7	ANHANG – TABELLEN UND GRAFIKEN	47
	TABELLENVERZEICHNIS	113
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	116

KURZFASSUNG

Fragestellung

1997/98 erfolgte der Neuaufschluss der ostseitig der Sonnenalpe Nassfeld zwischen Gartnerkofel im Norden (2195 m) und Garnitzenberg im Süden (1951 m) gelegenen GARNITZEN Alm. Neue Aufstiegshilfen wurden errichtet und insgesamt eine Pistenfläche von rund 10 ha planiert.

Im Zuge der Flächenplanung wird die natürliche Bodenoberschicht und deren Bewuchs zerstört. Hierdurch ist - insbesondere durch die hohen Niederschlagssummen und punktuellen Niederschlagsereignisse mit hohen Wasserspenden - eine akute Abschwemmungs- und Erosionsgefahr gegeben. Eine der wichtigsten naturschutzrechtlichen Auflagen im Schipistenbau ist daher die sofortige und nachhaltige Begrünung (Rekultivierung) und damit Stabilisierung der gestörten Oberflächen.

Zur Düngung von Begrünungen sollen nur langsam und nachhaltig wirkende, den Humusaufbau fördernde und ökologisch unbedenkliche Dünger verwendet werden. Diese Anforderung erfüllen vor allem organische Dünger (wirtschaftseigene und Handelsdünger), welche auch für den biologischen Landbau zugelassen sind. Wo möglich, sollen organische Dünger wie gut verrotteter Stallmist, kompostierter Mist oder zertifizierter Biokompost (im Einklang mit den bestehenden gesetzlichen Vorschriften) zum Einsatz kommen (Krautzer et al., 2000).

Zwei Mitglieder der Almgemeinschaft betreiben eine landwirtschaftliche Kompostierungsanlage für getrennt gesammelte biogene Abfälle der Stadt Hermagor und der umliegenden Gemeinden. Es bot sich also an, die Komposte als Rekultivierungs- und organisches Bodenverbesserungsmittel im Schipistenbau einzusetzen. Damit konnte zugleich die Möglichkeit geschaffen werden, ein regionales Stoffkreislaufmodell zu verwirklichen.

Da es zu dieser Frage in Österreich noch keine dokumentierten Erfahrungen gab, sollten mit Hilfe von Praxis- und Tastversuchen grundsätzliche Fragen zur Eignung der Komposte in der Schipistenrekultivierung in Höhenlagen bearbeitet werden.

Insbesondere sollten

- die Wirkung von Kompost auf die Stabilisierung planierter Flächen,
- die optimalen Aufbringungsmengen unter verschiedenen Standortvoraussetzungen,
- die Wirkung von Kompost als Pflegedüngung auf bestehenden Almbegrünungen,
- Quantität, Qualität und Artenzusammensetzung des Aufwuchses bei Neuansaat

untersucht werden.

Versuchsanlage

Auf vier Flächen wurden 1998 drei Teilversuche mit insgesamt 29 Parzellen als Tast- und Anschauungsversuch (kein statistischer Exaktversuch) angelegt. Die Parzellenanordnung und deren Größe richtete sich nach der Geländeform (möglichst einheitliche Hangneigung) und den Bodenverhältnissen. Die Versuche wurden auf vier Teilflächen angelegt. 1998 waren dies eine bestehende Almweide [Alte Planie (AP)], sowie Neuanlagen [Standorte Braunlehm (BL) und Tonschiefer (TS)] sowie eine Schutthalde (SH) auf ca. 1900 m und 1999 eine Neubegrünung [Neue Planie (NP)] auf ca. 1550 m Seehöhe. Als Düngungsvarianten wurden 1998 zwei Kompostchargen in verschiedenen Aufwandsmengen und der organische Handelsdünger Biosol[®] eingesetzt und Kontrollparzellen ohne Düngung („0“) gegenübergestellt. Im Tastversuch 1999 wurden 4 Kompoststufen und Biosol[®] auf Kleinparzellen a 20 m² angelegt. Die Kompostaufwandsmengen betragen zwischen 15 und 120 t Frischmasse im Jahr der Begrünung mit einer Nachdüngung auf einem Teil der Parzellen von 20 bis 80 t FM im 5. Jahr.

Düngungsvarianten – Kompostaufwandsmengen

Standorte	F r i s c h m a s s e t FM/ha			Ø pro Jahr
	1. Jahr	5. Jahr	total	
AP	0/15/30/60	0/20/40/60	0/15-120	0 - 24
BL + TS	0/20/40/80	0/20/40/60	0/20-140	0 - 28
SH98	100	0/60	100/160	17 / 27
SH99	100	60	160	27
NP	0/20/40/80/120	0/20/40/60/80	0/40/80/140/200	0/8/16/28/40
Biosol®	1,5	0 / 0,75	1,5 / 2,25	0,25 / 0,38

Als **Saatgut** wurde eine Qualitätsmischung mit alpinen Ökotypen der Firma „Kärntner Saatbau“ verwendet, die Saatstärke betrug 120 kg/ha.

Versuchsergebnisse

Erhoben wurden Bodendaten (Nähstoffe, Organische Substanz, Schwermetalle, Aggregatstabilität, Bodenatmung), Ertrag, Futterqualität, Pflanzensoziologie und Bodendeckung

B o d e n d a t e n

Humus: Der Ausgangsgehalt an organischer Substanz betrug auf den vier Standorten zwischen 2,9 und 3,8 %, mit den höchsten Werten auf der bestehenden Weidefläche *Alte Planie (AP)*. Trotz den inhomogenen Bodenverhältnissen spiegeln sich die abgestuften Kompostgaben in 16 der 22 mit Kompost gedüngten Parzellen zum Ende der Versuche in den Analysewerten wieder. Theoretisch errechnet sich bei den höchsten Kompostgaben mit Nachdüngung eine Humuszuwachs von ca. 30 t FM pro ha das entspricht etwa 2 % bei der auf zwei Gaben aufgeteilten Kompostmenge von 140 t FM oder ca. 0,3 % pro Jahr. Die gefundenen Werte bestätigen, dass der Humusgehalt effektiv auf ein wünschenswertes Niveau für Grünlandböden von über 4 bis 5 % angehoben und eine Bodenverbesserung erreicht werden kann.

Stickstoff: Unterschiede im Stickstoffgehalt zwischen den Kompoststufen waren nur auf dem Standort *Neue Planie (NP)* bei Kompostgaben von 80 resp. 120 t FM/ha zu erkennen. Erst die Nachdüngung bewirkte auch auf den Standorten *BL* (2002; BHM 20, 40 und 80), *AP* (2003; AP 30 und 60) und *TS* (2003; BHM 20, 40 und 80) etwas höhere N_{ges} Gehalte. Der N_{min} Gehalt wurde auf den Standorten *BL* und *TS* nur auf den mit 60 t FM/ha nachgedüngten Parzellen erhöht.

Phosphor/Kalium: Für P_{ges} war bei Gehalten zwischen 0,2 und 1,21 g/kg im zweiten Jahr nach der Nachdüngung eine leichte Abstufung in Abhängigkeit der Düngermengen erkennbar. Deutlicher sind die Unterschiede bei pflanzenverfügbarem Phosphor.. Die Gesamtgehalte an **Kalium** bewegten sich im letzten Jahr der Untersuchungen in einem Bereich von 0,7 bis 1,6 g/kg. Eine systematische Erhöhung der Kaliumwerte durch die Kompostgaben konnte nur auf der *Alten Planie (AP)* festgestellt werden

Spurenelemente: Vor allem für die nachlieferbaren Eisen- und Zinkgehalte war ein Einfluss der Kompostdüngung auf den im 5. Jahr nachgedüngten Parzellen festzustellen.

pH-Wert: Eine pH-erhöhende Wirkung der Kompostgaben ist auf den einzelnen Standorten nur angedeutet. Interessant ist jedoch, dass der pH-Wert in den Biosol®-Parzellen entweder deutlich niedriger als jener der Kompostparzellen oder im unterem Wertespektrum liegt.

Schwermetallgehalte: Auf Basis der Untersuchungen konnte kein Einfluss der Düngung auf die Schwermetallgehalte im Boden festgestellt werden. Die theoretische Anreicherung der Schwermetalle in der obersten 10 cm Bodenschicht würde analytisch nicht feststellbar sein. Nur bei Zink errechnet sich im Falle der höchsten Kompostgaben eine Anreicherung um bis zu 7 mg/kg Boden entsprechend ca. 8 %. Eine Bodenverschlechterung mit möglichen Folgen für die Futterqualität kann demnach ausgeschlossen

werden. Dem Prinzip der Vorsorge hinsichtlich eines möglichen Schadstoffeintrags wird mit der Kompostdüngung im besten Sinne entsprochen.

Mikrobielle Biomasse (Substratinduzierte Respiration/SIR): Zusammenfassend zeigt sich auf den Parzellen mit Kompostgaben über 40 t FM und noch ausgeprägter bei nachfolgender Pflegedüngung eine erhöhte Umsatzleistung und Bodenaktivität. Dies ist ein Indikator einer verbesserten Bodenfruchtbarkeit bzw. einer energieeffizienteren Stoffumsatzleistung in den Parzellen mit Kompostdüngung.

Aggregatstabilität: Es zeigte sich mit 41,1 % (BL0) und 38,9 % (BHM80) einerseits ein für Grünland niedriger Wert andererseits auch kein Trend für eine Auswirkung der Kompostgabe. Die Aggregatstabilität nahm im Lauf der Versuchsjahre ab und zeigte auch keine Reaktion auf die Nachdüngung. Eine messbare Veränderung der Bodenphysikalischen Eigenschaften setzen jedoch eine längere Beobachtungszeit sowie homogene Standortbedingungen voraus. Die folgende Tabelle fasst die gefundenen Effekte der Kompostaufbringung auf einige Bodeneigenschaften zusammen.

Übersichtstabelle – Einfluss der Kompostdüngung die Bodenqualität

N_{gesamt} ≥ 80 t / ND: +	N_{min} 60 t: +	P_{gesamt} ND: +	P_{verfügbar} +; ND: ++	K_{gesamt} AP _{ND} /NP: +
K_{verfügbar} ND: +	pH Bios: –	Schwermetalle 0	Zn_{verfügbar} ND: +	Fe_{verfügbar} ND: +
Sonstige Spuren 0	SIR 40/80 t: +; ND:++	Aggregate 0		

Legende:: Bios: – ... auf Biosol-Parzellen verringert; 0 ... keine Veränderung; + ... tendenzielle Erhöhung; ++ ... deutlich erhöht und z.T. auch nach Kompostgaben abgestuft; ND ... auf nachgedüngten Parzellen; ≥ xx t ... auf Parzellen mit angegebener Kompostmenge; Standorte: AP ... Alte Planie; NP ... Neue Planie

Stoffeintrag und -bilanz

Die Nährstofffrachten durch die Kompostaufbringung liegen um ein Vielfaches über den mit Biosol® eingebrachten Mengen.

Auf den neu angelegten Flächen wurden ohne Nachdüngung zwischen 5,8 und 23,1 t und auf den nachgedüngten Parzellen zwischen 8,2 und 29,2 t/ha organische Frischmasse aufgebracht. Das gibt im 5 Jahresmittel 1,2 bis 5,8 t/ha. Da eine weitere Nachdüngung nicht vorgesehen ist, stellen auch die hohen Kompostgaben in der langjährigen Betrachtung hinsichtlich der Humusbilanz keinen erheblichen Überschuss dar. Die Bandbreite der Nährstofffrachten für die geringste (20 t) und höchste (80 + 60 t) Kompostaufwandsmenge und die Gesamtbilanz über 6 Versuchsjahre mit insgesamt 5 Ernten für die 1998 neu angelegten Standorte Braunlehm (BL) und Tonschiefer zeigt folgende Tabelle:

Bandbreite von N-P-K –Eintrag und Bilanz der Düngungsvarianten Kompost und Biosol®

		N_{ges}	$N_{anrechenbar}^*$	P	K
		<i>kg/ha</i>			
Eintrag	Kompost	189 – 1089	48 – 246	29 – 254	115 – 667
	Biosol®	146	146	23	30
Eintrag	Kompost	32 – 182	6 – 41	8 – 42	19,1 – 111
	Biosol®	24	24	7	18,5
Bilanz:	Kompost	154 – 986	28 – 124	27 - 242	100 – 552
	Biosol®	37 – 59	37 – 59	-1 – 2	-42 – -16

*... Anrechenbarer, das heißt mineralisierbarer N aus Kompost: Ausbringungsjahr = 15%, 2. Jahr = 5% und Folgejahre = 2% von zugeführter bzw. verbleibender Gesamt-N-Menge

Es zeigen sich erwartungsgemäß auf allen Kompostparzellen Bilanzüberschüsse. Diese werden jedoch hinsichtlich der Umweltrelevanz durch die sehr niedrigen verfügbaren Nährstoffgehalte bei Phosphor und Kalium zum Ende des Versuches relativiert. Der durchschnittliche jährliche Bilanzüberschuss für die theoretisch mobilisierbaren Stickstoffmengen aus Kompost lag zwischen 5 und 20 kg. Rechnerisch bewirkte die Kompostaufbringung eine Erhöhung von 0,1 auf maximal 0,2 % N_{ges} . Diese Werte werden auch durch die Bodenuntersuchungen bestätigt. Damit wurde ein Nährstoffniveau hergestellt, wie es auf den Vergleichsparzellen der bestehenden Almweide (*Alte Planie*) zu Versuchsbeginn bereits bestand und wie es bei guter Bestandesdeckung anzustreben wäre.

Ertrag

Zur Überprüfung der Ertragswirkung der unterschiedlichen Kompostgaben im Vergleich mit ungedüngten Parzellen und der traditionellen Biosol-Düngung wurden – mit Ausnahme des Standorts *Schutthalde (SH)* – die Parzellen jeweils einmal pro Vegetationsperiode Mitte bis Ende Juli mit der Motorsense abgemäht. Es zeigten sich deutliche Jahresschwankungen aufgrund der jeweiligen Niederschlagsverhältnisse. Die Biomasseentwicklung lag in den ersten beiden Jahren in den meisten Parzellen markant über den Erträgen der späteren Jahre. Auf dem Standort mit der besten Bodenhomogenität (*Braunlehm/BL*) spiegeln sich die steigenden Kompostgaben eindeutig sowohl vor als auch nach der Nachdüngung im Ertrag wider. In den weniger homogenen oder durch Erosionen geschädigten Standorten ist der Düngungseffekt nur in einzelnen Jahren bzw. auf einem Teil der Parzellen gegeben.

Die Nachdüngung bewirkt eindeutig eine Ertragsstabilisierung bzw. -steigerung und wirkt sich bereits im Jahr der Kompostaufbringung abgestuft nach den verabreichten Kompostmengen aus.

Die Erträge der Biosol-Parzellen pendeln zwischen jenen der ungedüngten (*Standort NP*) und in manchen Jahren und Standorten der Kompostvarianten mit 20 bzw. 40 t FM im ersten Jahr. Im Vergleich der nachgedüngten Parzellen (Standorte *BL* und *TS*) entspricht die durchschnittliche Ertragsleistung nach Biosol-Düngung jener der Kompostvariante mit 20 t Kompost FM/ha zur Einsaat und im 5. Jahr.

Hieraus kann abgeleitet werden, dass für die Ertragsstabilisierung eine Kompostgabe zur Begrünung von ca. 60 bis maximal 80 t FM bei Bodenverhältnissen mit geringer Nährstoff und Humusausstattung sowie eine Nachdüngung im 3. Folgejahr (=4. Vegetationsjahr) mit Kompostmengen von ca. 40 bis 60 t FM zu empfehlen ist.

Zusammenfassende Gegenüberstellung der durchschnittlichen TM-Erträge der Düngungsvarianten auf den vier Standorten

Standort:	AP		BL		TS		NP
	-	+	-	+	-	+	+
Nachdüngung ¹ :							
Düngerabgabe ²	dt TM/ha						
[0]	6,5		1,6		---		2,5
[15/20] / ND: [20]	9,1	7,6	1,8	3,7	2,9	6,2	1,6
[30/40] / ND: [40]	7,8	7,5	3,1	6,0	5,9	7,5	2,3
[60/80] / ND: [60]	7,5	9,7	9,0	11,0	3,5	9,9	14,6
[120] / ND: [80]	---	---	---	---	---	---	4,6
[BIOS 1,5] / ND: [0,75]	---	---	---	3,8	---	5,8	0,6

¹... Grau hinterlegte Felder: diese Parzellen wurden im 5. Versuchsjahr nachgedüngt

²... Gedüngte Mengen an Kompost bzw. Biosol (t FM/ha); [Standort AP/Standorte BL,TS,NP]; 2003 nachgedüngte Parzellen **ND: [20; 40; 60; 80; 0,75]** (grau hinterlegt)... Aufbringungsmengen (t FM/ha) auf den nachgedüngten Parzellen

Futterqualität

Die Kompostaufbringung wirkte sich vor allem nach erfolgter *Nachdüngung* im 5. Vegetationsjahr auf die Qualitätsparameter des Grünfutters aus. Die nachgedüngten Parzellen fallen durch einen deutlich erhöhten Trockensubstanzertrag und Rohproteingehalt, durch eine positivere ruminale N-Bilanz und durch einen geringeren Gehalt an N-freien Extraktstoffen auf. Die N-freien Extraktstoffe sind vor allem auf den nachgedüngten Parzellen der alten Planie deutlich niedriger als auf den Parzellen ohne neuerliche Kompostgabe. Ansonsten sind im vorliegenden Tastversuch keine Unterschiede in den Futterwertparametern zwischen den Varianten nachvollziehbar. Bei den Nähr- und Mineralstoffen wirkte sich die Kompostdüngung am deutlichsten auf den Gehalt an Phosphor, Eisen, Natrium und Mangan, abgeschwächt und zum Teil nur auf einzelnen Standorten bei Kalium und Kalzium aus. Der Karotingehalt im Futter war nur an zwei Standorten auf den Kompostparzellen erhöht, jedoch ohne Differenzierung zwischen den unterschiedlichen Kompostgaben.

Übersichtstabelle – Einfluss der Kompostdüngung auf Inhaltsstoffe im Erntegut

TS	RP	RA	RF	RFa
-	+	+	0	0
rN-Bil.	N-freie Extraktst.	Metab. Energie	NEL	NEL/ha
++	--	0	0	0
P	Ca	K	Na	Fe
++	+	+	++	+
Mg	Mn	Zn	Cu	Karotin
0	+	0	0	+

Legende: Durch Kompostgaben: - ... verringert; 0 ... keine Veränderung; + ... leichte Erhöhung oder nur auf einem Versuchstandort; ++ ... auf mehreren Standorten deutlich erhöht und z.T. auch nach Kompostgaben abgestuft

Pflanzensoziologische Untersuchungen

Im Rahmen der pflanzensoziologischen Bonituren wurde über einen Zeitraum von fünf Jahren jährlich von allen Untersuchungsflächen die Vegetation mittels einer Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet dokumentiert. Damit wurden Aussagen zu Gesamtdeckung, Leguminosen-Gräser-Verhältnis und Artenzahl bzw. zur Entwicklung der genannten pflanzensoziologischen Parameter möglich.

Die Bonituren der Untersuchungsparzellen zeigen, dass mit Kompost gedüngte Rekultivierungen von Pistenplanien im Vergleich zu den mit Biosol gedüngten bzw. ungedüngten Teilflächen die höchsten Gesamtdeckungen der angesäten Vegetationsbestände aufweisen und damit die erfolgreichsten

Wiederbegrünungen darstellen. Auffällig sind zudem die vergleichsweise hohen Deckungen unmittelbar nach Bestandsbegründung, die einen raschen Erosionsschutz zu gewährleisten in der Lage sind.

Die ausgebrachten Kompostmengen zeigen eindeutige Auswirkung auf die Vegetationsbedeckung der Versuchsflächen: Durchgängig liegen die Deckungen von Beständen mit Kompostgaben zwischen 80 und 120 t FM je Hektar über den Deckungen der Flächen, auf welchen 20 t FM Kompost je Hektar ausgebracht wurden. Mit zunehmendem Alter nähern sich die Deckungen der anderen Düngungsvarianten jenen der Kompostflächen an.

Auf allen Kompost-Parzellen sind Luftstickstoff bindende und damit standortverbessernde Leguminosen deutlich stärker am Bestandsaufbau beteiligt als auf ungedüngten bzw. mit Biosol gedüngten Parzellen. Biosol-Parzellen sind hingegen von Gräsern dominiert.

Hohe Leguminosen-Deckungen sind insbesondere auf Standorten mit gestörtem bzw. fehlendem Oberboden, wie sie Pistenplanien darstellen, eine wichtige Grundlage für die kontinuierliche Bereitstellung von „autochthonen“ Nährstoffen und damit für eine stabile Vegetationsdecke.

Der Leguminosen-Anteil auf Kompost-Parzellen gleicht sich mit zunehmendem Alter der Bestände jenem der ungedüngten Teilflächen an, liegt aber auch im 5. Bestandsjahr noch über dem der „Null-Parzellen“.

Die mittleren Artenzahlen sind auf Biosol-Parzellen und auf Null-Parzellen durchschnittlich höher als auf Kompost-Parzellen, weil hier infolge des schnellen Anwachsens der Ansaaten das Einwandern von autochthonen Arten verzögert wird. Vor allem auf Parzellen mit hohen Kompostgaben und dementsprechend hoher Deckung der Ansaaten, bewegen sich die Artenzahlen anfangs auf relativ geringem Niveau. Mit zunehmendem Alter erreichen alle Düngungsvarianten ähnliche Artenzahlen.

Von allen untersuchten Standorten unterscheidet sich in den Ergebnissen der pflanzensoziologischen Untersuchungen die *Schutthalde* deutlich von den übrigen Standorten (Braunlehm, Tonschiefer, Neue Planie). Sowohl Gesamtdeckung als auch Leguminosenanteil und Artenzahl sind durchgehend geringer. Nahezu fehlende Bodenentwicklung und das damit verbundene geringe Wasserhaltevermögen sowie schlechte Nährstoffverfügbarkeit machen die Schutthalde zu einem für Pflanzen schwer zu besiedelnden Standort. Kompost ist von allen untersuchten Bodenverbesserungsmaßnahmen am besten in der Lage, die negativen Eigenschaften des Rohbodens auszugleichen. Die Deckungen der Kompostparzellen erreichen durchschnittlich das 2- bis 3-fache der Werte von Biosol- bzw. Nullparzelle. Damit wird deutlich, dass Kompost im Rahmen von Rekultivierungen gestörter Oberböden nicht nur die Funktion der Nährstoffquelle übernimmt, sondern auch darüber hinausgehende Funktionen des A-Horizontes und einen wesentlichen Anteil an erneuter Bodenbildung hat.

Schlussfolgerungen

Dank einem Versuchszeitraum über sechs Jahre können einige grundlegenden Aussagen über den erfolgreichen Einsatz von Kompost zur Schipistenrekultivierung getroffen werden.

- Die Tastversuche zeigen über eine Beobachtungszeit von 5 bzw. 6 Jahren, dass für eine erfolgreiche Rekultivierung von Schipisten-Neuanlagen in Abhängigkeit der vorhandenen Bodenaufgabe (Mächtigkeit, Skelettgehalt, Nähstoffausstattung) zur Einsaat Kompostmengen von 60 bis maximal 80 t FM/ha (ca. 60 – 120 m³) ausgebracht werden sollten.
- Unter extremen Bedingungen einer Schutthalde sind zur Initiierung der Bodenbildung Aufbringungsmengen von ca. 200 m³/ja erforderlich. Eine Aufbringung von Erden oder Kompost-Erdmischungen erwies sich als untauglich
- Kompostdüngung erwies sich sowohl zur Begrünung als auch in der Nachwirkung gegenüber Biosol® als deutlich überlegen. Im Jahr der Begrünung und im ersten Folgejahr bewirkte Kompost eine deutlich bessere Deckung als die ungedüngte und die Biosol-Variante. Die Rekultivierung mit Kompost ist daher eine erfolgreiche Maßnahme zur raschen Begrünung (Bestandesschluss) und Erosionsbekämpfung in Alpinen Höhenlagen.
- Nach ca. 4 Vegetationsperioden beginnt die Nachwirkung der Kompostdüngung nachzulassen und das Ertragsniveau wird von den Standort- und Klimaeinflüssen bestimmt. Es wird daher eine Nachdüngung im 4. Jahr (3. Folgejahr nach der Einsaat) mit Kompostgaben zwischen 40 und 60 t

FM empfohlen. Die Nachdüngung bewirkte eine deutliche Ertragserhöhung in Abhängigkeit der Kompostgaben.

- Diese Kompostmengen führen zwar zu Nährstoffbilanz-Überschüssen. Die Zufuhr organischer und mineralischer Bodensubstanz, die untersuchten verfügbaren Nährstoffanteile und die geringe Stickstoffmobilisierung aus Kompost geben in der langjährigen Betrachtung jedoch keinen Anlass zu der Annahme, dass dies zu einem effektiven Auswaschungsrisiko führen würde.
- Eine Verbesserung der Bodenqualität durch Kompostgaben wurde durch eine Erhöhung der Nährstoffausstattung der Böden v.a. aber durch die Erhöhung der Bodenaktivität gemessen an der mikrobiellen Biomasse (Indikator für die Biodiversität und Transformationsfunktion des Bodens) bestätigt.
- Keim- und Aufwuchsschäden wurden stellenweise durch die routinemäßig aufgebraute Strohabdeckung bewirkt. Dies legt nahe, zumindest bei Hangneigungen < 30% auf die Strohabdeckung entweder zu verzichten, oder die Aufbringungsmenge von Stroh bei gleichmäßiger Verteilung zu reduzieren. Insbesondere kann dies bei Kompost gelten (Absiebung bei 20 – 30 mm), da dieser ausreichend Strukturmaterial beinhaltet, welches einen zusätzlichen Stabilisierungseffekt bewirkt.
- Tendenziell konnte in den ersten 4 Versuchsjahren durch die Kompostdüngung eine Förderung der eingesäten Kleearten sowie eine etwas geringere Artenzahl festgestellt werden. Das Einwandern autochtoner Arten wird auf kompostgedüngten Flächen durch den höheren Deckungsgrad, den hohen Kleeanteil und den höheren Konkurrenzdruck durch die eingesäten Arten verzögert.
- Die Kompostaufbringung bewirkt (vor allem nach erfolgter Nachdüngung) einen höheren Trockensubstanzertrag, Rohproteingehalt, eine positivere ruminale N-Bilanz und einen geringeren Gehalt an N-freien Extraktstoffen und damit eine Qualitätsverbesserung des Grünfutters. Weiters werden höhere Gehalte an Phosphor, Eisen, Natrium und Mangan, abgeschwächt an Kalium und Kalzium, Karotin im Futter erzielt.

Damit kann die Rekultivierung und Pflegedüngung von hochalpinen Schipisten, die im Sommer als Schaf- und Rinderweiden nach den Erfordernissen den biologischen Landbaus bewirtschaftet werden, mit gut ausgereiften qualitätsgesicherten Biokompost als eine in jeder Hinsicht erfolgreiche Strategie bestätigt werden.

SCHIPISTEN REKULTIVIERUNG UND DÜNGUNG MIT KOMPOST – GARNITZEN ALM

1 Fragestellung und Ausgangslage

1997/98 erfolgte der Neuaufschluss der ostseitig der Sonnenalpe Nassfeld zwischen Gartnerkofel im Norden (2195 m) und Garnitzenberg im Süden (1951 m) gelegenen GARNITZEN Alm. Neue Aufstiegshilfen wurden errichtet und insgesamt eine Pistenfläche von rund 10 ha planiert.

Die gesamte Almfläche beträgt 1010 ha. In den Sommermonaten wird das Almgebiet durch die „Nachbarschaft Siebendorfschaftsalpe“ zwischen Mitte Juni und Ende September beweidet.



Abbildung 1-1: Schiegebiet Nassfeld (Kärnten)

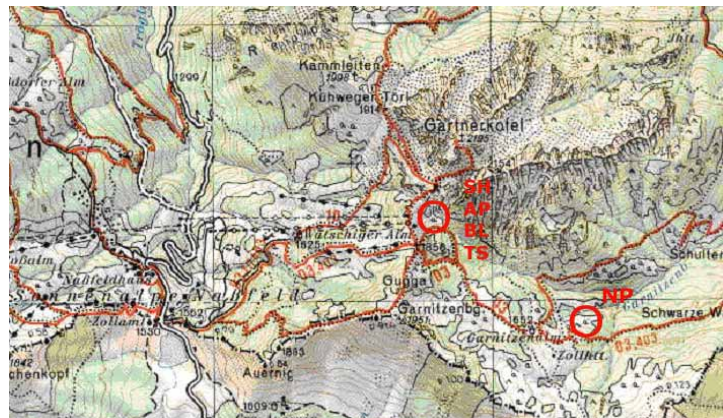


Abbildung 1-2: Lage der Versuchsflächen am Nassfeld

Acht von 26 Auftreibern der Almgemeinschaft halten die Tiere nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus (100 von insgesamt 210 Rindern). Nicht nur für die Mitglieder des Verbandes organisch-biologisch wirtschaftender Bauern Österreichs, dem ERNTE-Verband, sondern auch bei Teilnahme an dem Umweltförderungsprogramm in der Landwirtschaft (ÖPUL 2000) besteht die Verpflichtung, die Almflächen nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus zu bewirtschaften. Daher kommen als Dünge- und Bodenverbesserungsmittel nur jene in Betracht, die nach sämtlichen anzuwendenden Richtlinien zulässig sind.

Im Zuge der Flächenplanung wird die natürliche Bodenoberschicht und deren Bewuchs zerstört. Hierdurch ist - insbesondere durch die hohen Niederschlagssummen und punktuellen Niederschlagsereignisse mit hohen Wasserspenden - eine akute Abschwemmungs- und Erosionsgefahr gegeben. Eine der wichtigsten naturschutzrechtlichen Auflagen im Schipistenbau ist daher die sofortige und nachhaltige Begrünung (Rekultivierung) und damit Stabilisierung der gestörten Oberflächen.

Zu den Aufgaben einer Schipistenbegrünung gehören nach Schauer (1988)

- die Wiederherstellung einer weitgehend geschlossenen Vegetationsdecke zum Schutz des Bodens gegen Erosion,
- die Wiederherstellung einer dem Standort angepassten, artenreichen Pflanzengesellschaft,

- die Stabilisierung der Bodenverhältnisse und des Wasserhaushaltes und nicht zu Letzt
- die Wiederherstellung eines ästhetischen Landschaftsbildes.

In Hochlagen muss nach Krautzer (2001) davon ausgegangen werden, dass zur Erreichung eines funktionsfähigen Zustandes ein Zeitraum von 3 bis 6 Vegetationsperioden notwendig ist.

Köck (1975) betont die Wichtigkeit einer entsprechenden Düngung vor allem auf Schipisten, um eine bessere Vegetationsentwicklung und eine Verbesserung der Narbendichte zu erreichen. Auf Almflächen muss zusätzlich der landwirtschaftliche Nutzungsaspekt miteinbezogen werden.

Im Sinne der Richtlinie für standortgerechte Begrünung (Krautzer et al., 2000) sollten Düngemaßnahmen aber nur bis zum Erreichen eines ausreichenden Deckungsgrades durchgeführt werden und sind zum Teil bis zum 5. Vegetationsjahr notwendig.

Bei Verwendung standortgerechter Saatgutmischungen ist im Regelfall eine einmalige Düngung zur Aussaat zum Erreichen einer stabilen Vegetationsdecke ausreichend. Nur in Ausnahmefällen sind weitere Düngemaßnahmen notwendig. Im Gegensatz zu Beständen, welche sich vorwiegend aus Tieflagensaatgut entwickelt haben, benötigen nach Krautzer (1996) bodenständige Arten aus Alpinmischungen keine zusätzliche Erhaltungsdüngung.

Zur Düngung von Begrünungen sollen nur langsam und nachhaltig wirkende, den Humusaufbau fördernde und ökologisch unbedenkliche Dünger verwendet werden. Diese Anforderung erfüllen vor allem organische Dünger (wirtschaftseigene und Handelsdünger), welche auch für den biologischen Landbau zugelassen sind. Wo möglich, sollen organische Dünger wie gut verrotteter Stallmist, kompostierter Mist oder zertifizierter Biokompost (im Einklang mit den bestehenden gesetzlichen Vorschriften) zum Einsatz kommen (Krautzer et al., 2000).

Zwei Mitglieder der Almgemeinschaft betreiben eine landwirtschaftliche Kompostierungsanlage für getrennt gesammelte biogene Abfälle der Stadt Hermagor und der umliegenden Gemeinden. Es bot sich also an, die Komposte als Rekultivierungs- und organisches Bodenverbesserungsmittel im Schipistenbau einzusetzen. Damit konnte zugleich die Möglichkeit geschaffen werden, ein regionales Stoffkreislaufmodell zu verwirklichen.

Da es zu dieser Frage in Österreich noch keine dokumentierten Erfahrungen gab, sollten mit Hilfe von Praxis- und Tastversuchen grundsätzliche Fragen zur Eignung der Komposte in der Schipistenrekultivierung in Höhenlagen bearbeitet werden. Insbesondere sollten

- die Wirkung von Kompost auf die Stabilisierung planierter Flächen,
- die optimalen Aufbringungsmengen unter verschiedenen Standortvoraussetzungen,
- die Wirkung von Kompost als Pflegedüngung auf bestehenden Almbegrünungen,
- Quantität, Qualität und Artenzusammensetzung des Aufwuchses bei Neuansaat

untersucht werden.

2 Daten zum Standort

Flächen, die im Winter als Schipiste genutzt werden, unterliegen nach Krautzer et al. (2000) folgenden speziellen Standortfaktoren, die für die Vegetationsdecke zusätzliche Stressfaktoren darstellen:

- Lange Schneebedeckung, im Regelfall länger als in der gegebenen Höhenlage natürlich ist.
- Schneebedeckung mit relativ dichtem Schnee unter Umständen mit eingelagerten Eisschichten, die im Winterhalbjahr einen Sauerstoffaustausch zwischen Pflanzendecke, Boden und Atmosphäre behindern.
- Einwirken von mechanischen Störungen wie der Wirkung von Stahlkanten und der Ketten von Pistenraupen. Vor allen an Kuppen und steilen Hanglagen können diese Auswirkungen einen vegetationszerstörenden Einfluss ausüben.
- Erhöhtes Abflussverhalten von Oberflächenwässern. Da der Niederschlag mit der Höhenlage zunimmt, ist auch in den Schipistenbereichen mit relativ hohen Abflussraten zu rechnen, die im Vergleich zu wald- und gebüschbestockten Flächen auf den nur mit krautiger Vegetation bestandenen Pisten nur durch entsprechende Maßnahmen (diagonal verlaufende offene Entwässerungsgräben) gefahrlos entsorgt werden können.

2.1 Klima¹

Die zwei Versuchsstandorte sind auf einer Seehöhe von 1860 bis 1900 m (Standorte AP, TS, BL und SH; siehe Kap. 2.2) bzw. auf etwa 1550 m (Standort NP) gelegen. Der oberer Versuchsstandort ist im Sinne der Richtlinie für standortgerechte Begrünung (Krautzer et al., 2000) als Hochlage zu bezeichnen („Bereiche in der subalpinen, alpinen und nivalen Stufe, d.h. Flächen, die im Ostalpenraum über einer Seehöhe von 1600 msm liegen, im Zentralalpenraum über 1800 msm.“)

In dieser Höhenlage muss mit extremen klimatischen Verhältnissen wie niedrigen Temperaturmittelwerten, Auftreten von Temperaturextremen, länger andauernder Schneebedeckung gerechnet werden.

Im Durchschnitt der Jahre 1992 bis 2003 wurden auf der Station Nassfeld (Hydrographischer Dienst Kärnten) 161 Tage Schneebedeckung und davon 146 Tage Winterschneedecke beobachtet (siehe Tabelle 7-2 sowie Abbildung 7-1 und Abbildung 7-2). Die klimatische Vegetationszeit mit Tagesmitteltemperaturen über 10 °C betrug bei der tiefer gelegenen Wetterstation Nassfeld im Durchschnitt der Jahre 1998 bis 2003 lediglich 98 Tage (siehe Tabelle 7-1). Das bedeutet, dass die Vegetationsperiode in dieser Höhenlage nicht länger als drei bis vier Monate dauert.

Die Monatsmittel der Temperatur in den Versuchsjahren sowie deren langjährige Mittel sind in Abbildung 7-5 dargestellt, die Jahresmittel der Temperatur in den Versuchsjahren bewegten sich zwischen 3,6 °C und 5 °C (siehe Tabelle 2-1).

¹ Hinsichtlich der Verwendung und Interpretation der klimatischen Angaben ist zu berücksichtigen, dass die Daten von der Wetterstation Nassfeld stammen, die tiefer auf einer Seehöhe von 1530 m in der Umgebung der Versuchsflächen liegt. Die Lufttemperatur nimmt durchschnittlich rund 0,55 °C pro 100 m Seehöhe ab, die Länge der Vegetationsperiode etwa 6 bis 7 Tage pro 100 m Seehöhe. Weiters ist zu beachten, dass gerade im Bereich von Hochlagen aufgrund der unterschiedlichen Exposition starke lokale Abweichungen im Temperatur- und Niederschlagsgeschehen (z.B. Schneeverwehungen) möglich sind und dass im Hinblick auf die Dauer der Schneedecke Pisten generell später ausapern als die unpräparierte Umgebung.

Tabelle 2-1: Jahresmittel der Temperatur in den Jahren 1998 bis 2003

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Mittel
Temperatur Jahresmittel	3,6	4,5	5,0	4,0	4,8	4,5	4,4

Das Niederschlagsgeschehen ist in Tabelle 2-2, Abbildung 7-3 und Abbildung 7-4 charakterisiert.

Tabelle 2-2: Jahresniederschlagssummen und Niederschlagssummen der Monate April bis Juli in den Jahren 1998 bis 2003

	Jahresniederschlagssummen	Niederschlagssummen April bis Juli
1998	2007	899
1999	2322	855
2000	2317	611
2001	1927	835
2002	2243	663
2003	1879	672
Mittel	2116	756

2.2 Geologie und Boden

Die Begrünungs- und Almpflegeversuche wurden in einem ersten Teilversuch 1998 auf vier Flächen auf einem vorwiegend nach Osten bis Südosten geneigten Oberhang („FIS“) direkt unterhalb des Sattels zwischen der westseitigen Watschiger Alm und der ostseitigen Garnitzenalm in ca. 1860 - 1900 m Seehöhe angelegt (siehe Abbildung 1-2).

Das Versuchsgebiet liegt im Bereich der oberkarbonen Auernig Formation, die von Tonsteinen, Sandsteinen, Quarzkonglomeraten und Kalksteinen aufgebaut wird. Unmittelbar nördlich davon grenzen an einer Störungszone jüngere, permo-triadische Formationen an. Diese bestehen zum Großteil aus Dolomitgestein. Sie überragen morphologisch das Versuchsgebiet (Gartnerkofel, 2195 m). Schuttfächer überdecken an der steilen Südflanke die Störungszone und teilweise auch das Areal der Auernig Formation. Durch Sprengarbeiten wurde die bestehende Schutthalde vergrößert und in die Schipiste einbezogen.

Die Rekultivierungs- bzw. Begrünungsversuche wurden bei möglichst einheitlichen Bodenverhältnissen je einmal auf den zwei Teilflächen **Braunlehm (BL)** und **Tonschiefer (TS)** jeweils mit den identischen Düngungsvarianten angelegt. Die Hangneigung beträgt zwischen 30% und 45%.

Zwei Versuchspartellen wurden 1998 mit Kompost direkt auf der nach Süden exponierten (Hangneigung ca. 25%) Dolomit-**Schutthalde (SH)** ohne Bodenaufgabe eingerichtet.

Ein dritter Tastversuch diente der Erprobung der Düngewirkung von Kompost im Vergleich mit BIOSOL® auf einer bestehenden, bereits begrüneten Almweide unmittelbar südlich der Rekultivierungsfläche (**Alte Planie; AP**).

Von den Standorten **BL**, **TS** und **AP** wurden im Rahmen eines 5B Vorläuferprojektes im Jahr 1998 Mischproben des Bodens (0 – 10 cm) entnommen und durch das Amt der Kärntner Landesregierung (Abteilung 15 - Umweltschutz und Technik) auf **Nährstoffe** und **Schwermetallgehalte** analysiert. Von der 1999 angelegten Versuchsfläche **Neue Planie (NP)**

wurde im Juni 1999 eine Mischprobe gezogen und am Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft in Wien analysiert. Die Ergebnisse der Bodenanalysen sind in Tabelle 7-9 zusammengefasst.

Die Rohböden der Standorte **BL** und **TS** sind sehr nährstoffarm. Der N_{ges} Gehalt lag auf BL (0,12 %) etwas höher als auf TS (0,09 %). Die Versorgung der Böden mit Phosphor und Kalium auf den Versuchsflächen ist durchwegs als sehr niedrig einzustufen, auch wenn das Ertragspotential in dieser Höhenstufe einen niedrigeren Versorgungsgrad zulässt. Einzig der K_2O -Gehalt der *Alten Planie* fällt im Jahr 1998 in die Gehaltsstufe C („ausreichend“).

Mit pH-Werten von 5,2 - 5,3 handelt es sich um kalkarme, saure Böden, unter Bewuchs sinkt der pH-Wert auf 4,5. Auffallend ist ein erhöhter Cd-Wert auf BL (0,63 mg/kg TM, siehe Tabelle 7-9). Der Boden der bestehenden Almwiese AP weist deutlich höhere Nährstoffgehalte auf.

In Tabelle 2-3 sind die Gehaltsstufen für die Nährstoffversorgung (P und K) auf Grünland der *Richtlinien für die sachgerechte Düngung* (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 1999) in den Bodengehalten gegenübergestellt.

Pötsch et al. (1998) beschreiben für saure Alpinstandorte verschiedener Höhenlagen meist eine gute Phosphor- und Kaliversorgung, weisen jedoch auf die mögliche Festlegung des Phosphors in schwerlöslichen Fe- und Al-Phosphaten hin. Auf Kalkstandorten werden niedrige Phosphorgehalte (< 6 mg/100g Feinboden) und hohe Kaliwerte beschrieben, welche damit in einem ungünstigen Verhältnis für die Pflanzenernährung vorliegen.

Tabelle 2-3: Einstufung der Phosphat- und Kaligehalte nach CAL- oder DL-Methode auf Grünland (Quelle: BMLF, 1999) im Vergleich zu den Versuchsstandorten

Gehaltsstufe	P₂O₅ [mg/100g Feinboden]	K₂O [mg/100 g Feinboden]
G e h a l t e a m V e r s u c h s s t a n d o r t (1 9 9 8 / 9 9)		
Braunlehm BL	0,3	5
Tonschiefer TS	0,4	6
Alte Planie AP	3,0	16
Neue Planie NP	< 3	4
G e h a l t s s t u f e n f ü r d a s G r ü n l a n d		
A → sehr niedrig	unter 6	unter 6
B → niedrig	6 - 10	6 - 10
C → ausreichend	11 - 15	11 - 20
D → hoch	16 - 40	21 - 40
E → sehr hoch	über 40	über 40

* Analyseergebnisse BFL

Hieraus ergibt sich, dass ein wesentliches Motiv der Kompostdüngung die Herstellung einer nachhaltig ausgewogenen Nährstoffausstattung der Standorte ist.

3 Material und Methoden

3.1 Versuchsanlage

Auf vier Flächen wurden 1998 drei Teilversuche mit insgesamt 29 Parzellen als Tast- und Anschauungsversuch (kein statistischer Exaktversuch) angelegt. Die Parzellenanordnung und deren Größe richtete sich nach der Geländeform (möglichst einheitliche Hangneigung) und den Bodenverhältnissen auf den Teilflächen Braunlehm (BL) und Tonschiefer (TS) sowie nach der Anlage der erforderlichen Entwässerungsrinnen (siehe Abbildung 3-1). Als Düngungsvarianten wurden 1998 zwei Kompostchargen in verschiedenen Aufwandsmengen und der organische Handelsdünger Biosol® eingesetzt und Kontrollparzellen ohne Düngung („0“) gegenübergestellt. 1999 wurde auf 1550 m Seehöhe ein weiterer Tastversuch mit 4 Kompostabstufungen und Biosol® auf Kleinparzellen angelegt. Eine Übersicht der Versuchsvarianten geben Tabelle 3-3 und Tabelle 3-4.

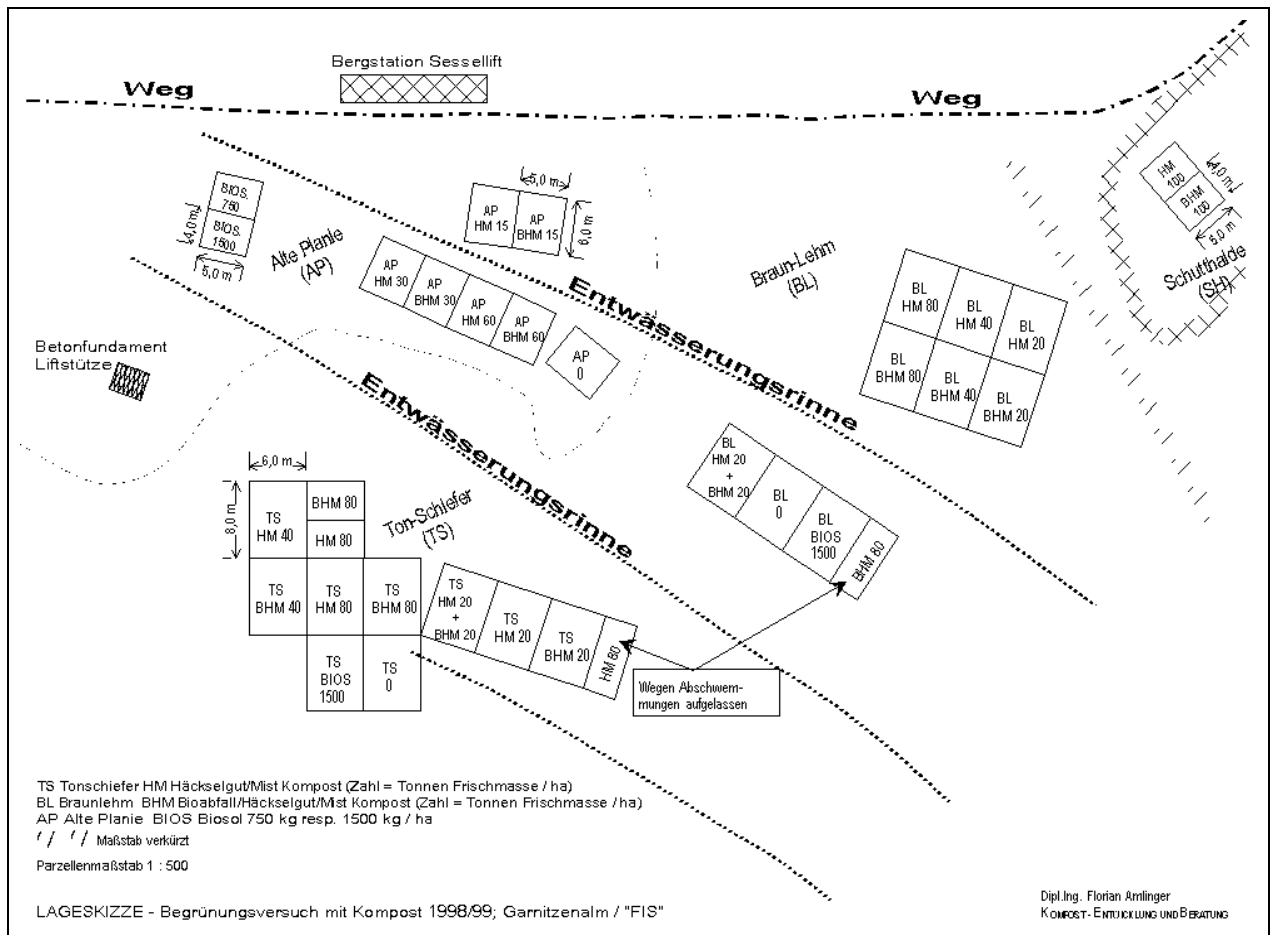


Abbildung 3-1: Lageskizze der auf 1900 m 1998 angelegten Versuchspartellen der Standorte Alte Planie (AP), Braunlehm (BL), Tonschiefer (TS) und Schutthalde (SH)

Den Teilversuchen liegen folgende Fragestellungen zu Grunde:

(1) Standort ALTE PLANIE (**AP**)

Wirkung von zwei unterschiedlichen Kompostarten und BIOSOL® in abgestuften Aufbringungsmengen mit und ohne Nachdüngung auf Grünmasseertrag und Futterqualität einer bestehenden Almweidefläche.

(2) Standort BRAUNLEHM (**BL**) und TONSCHIEFER (**TS**)

Eignung von 2 unterschiedlichen Kompostarten in abgestuften Aufbringungsmengen und BIOSOL® für die Rekultivierung von im Zuge des Pistenbaus zerstörten Bodenoberflächen mit geringen Bodenauflagen. Auswirkung auf Grünmasseertrag, Bestandesdichte, Pflanzensoziologie, Futterqualität und Bodeneigenschaften.

(3) Standort SCHUTTHALDE (**SH**)

Eignung von 2 unterschiedlichen Kompostarten sowie von Kompost-Erdabmischungen für die Rekultivierung von im Zuge des Pistenbaus entstandenen Schutthalden. Auswirkung auf Bestandesdichte und Pflanzensoziologie.

(4) Standort NEUE PLANIE 1999 (**NP**)

Wirkung von Kompost in abgestuften Aufbringungsmengen und BIOSOL® für die Rekultivierung in einer geringeren Höhenstufe) von im Zuge des Pistenbaus zerstörten Bodenoberflächen mit geringen Bodenauflagen. Auswirkung auf Grünmasseertrag, Bestandesdichte, Pflanzensoziologie, Futterqualität und Bodeneigenschaften.

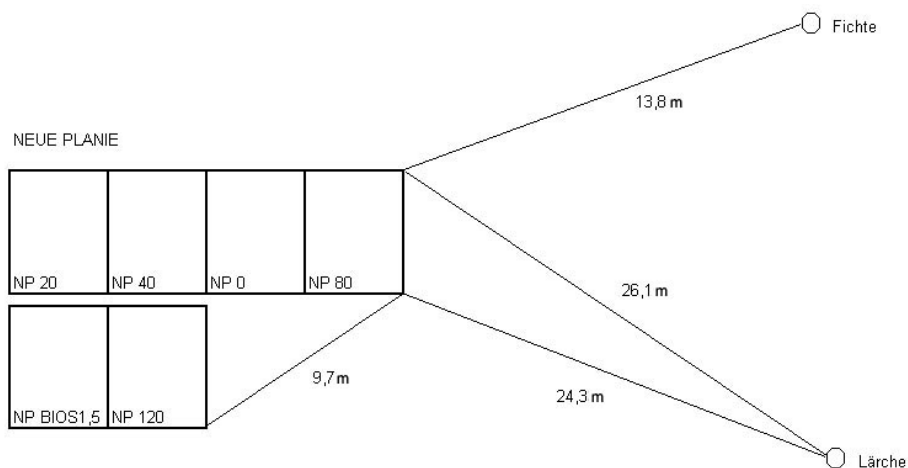


Abbildung 3-2: Lageskizze der Versuchspartellen des Standorts Neue Planie (NP) auf ca. 1550 m Seehöhe.

3.2 Düngung

Die Rekultivierungs- und Wiederbegrünungsversuche auf den zwischen 1997 und 2000 neu geplanten Pistenflächen der Garnitzenalm wurden mit zwei Komposttypen und 3 verschiedenen Ausbringungsmengen auf 4 Teilflächen (Alte Planie AP, Tonschiefer TS, Braunlehm BL, Schutthalde SH) angelegt und im Jahr 1999 erweitert (Neue Planie NP, siehe Tabelle 3-4). Als Komposte kamen ein Biotonnen-Häckselgut-Mistkompost (BHM) und ein etwas nährstoffärmerer Häckselgut-Mistkompost (HM) zum Einsatz. Zum Vergleich wurden Parzellen mit dem organischen Handelsdünger Biosol[®] angelegt.

Biosol[®] ist die getrocknete, granuliert Biomasse des Mycelpilzes *Penicillium chrysogenum*. Durch den hohen Gehalt an organischer Substanz stellt nach Naschberger & Köck, (1983) das Produkt eine langsamfließende Nährstoffquelle dar und wäre damit für Pflanzen mit geringen Nährstoffansprüchen auf humusarmen Böden gut geeignet. Bedingt durch das enge C/N-Verhältnis von 6,3 (siehe: Tabelle 7-4), verläuft die Mineralisation verhältnismäßig schnell, so dass unter günstigen Temperatur- und Wasserverhältnissen fallweise schon nach 8 bis 10 Tagen eine Nährstoffwirkung zu erwarten wäre.

3.2.1 Düngerqualität

Die auf den Standorten AP, BL, TS und SH 1998 aufgebrachten zwei Kompostvarianten BHM und HM wurden durch das Labor des Umweltbundesamtes Wien und die HBLVA für Gartenbau, Schönbrunn auf ihren Gehalt Nähr- und Schadstoffe analysiert. Tabelle 7-4 gibt die Nähr- und Schadstoffgehalte der Komposte sowie des Handelsdüngers Biosol[®] wider.

Die Qualitätsparameter der Komposte entsprechen durchwegs der für Bio- und Grünkomposte typischen Bandbreite. Tabelle 3-1 zeigt Vergleichswerte für den Gehalt an verfügbaren Nährstoffen in Bio- und Grünabfallkomposten.

Tabelle 3-1: Pflanzenverfügbare Hauptnährstoffe im Vergleich zu typischen Bereichen in Bioabfall- und Grüngutkompost (mg/l FM) (

Nährstoff [Stöppler-Zimmer et al., 1993]	Biokompost	Grüngutkompost	Kompost				
			BHM 1998 AP, BL, TS	HM 1998 AP, BL, TS	Kompost 1999 NP	Nachdüngung 2002 AP, BL, TS		2003 NP
N (CaCl ₂)	100 - 400	50 - 200	55,8	61,1	206,6	77,5	<i>n.b.</i>
P ₂ O ₅ (CAL)	1000 - 2000	500 - 1400	1067	549	1299	25,1	<i>n.b.</i>
K ₂ O (CAL)	3000 - 7000	1000 - 3000	5445	2895	4044	1910	<i>n.b.</i>
Mg (CaCl ₂)	150 - 300	150 - 300	277	219	<i>n.b.</i>	365	<i>n.b.</i>

BHM fällt nur durch einen hohen verfügbaren Kaliumanteil, der Kompost der Nachdüngung von AP, BL und TS durch einen geringen verfügbaren Phosphoranteil auf.

Die Stickstoff-, Kali, und Phosphorgehalte weisen auf vergleichsweise nährstoffreiche Komposte hin. BHM, der mit Biotonnenmaterial erzeugt wurde, weist auch einen höheren Gehalt an Gesamt- und löslichem Phosphor auf als der Häckselgut/Mistkompost (HM).

Tabelle 3-2 zeigt die Schwermetallgehalte der Komposte gegenüber dem Grenzwert für Bioabfallkompost nach der österreichischen Kompostverordnung (BMLFUW, 2001) und dem Anhang IIA der EU Verordnung über den ökologischen Landbau 2092/91 EWG (EU, 1991) sowie durchschnittliche Gehalte in Biokomposten aus landwirtschaftlichen Kompostierungsanlagen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Komposte eine hohe Qualität aufweisen und den Anforderungen des Biologischen Landbaus (bis auf wenige Überschreitungen zwischen 2 und 20 % - siehe fett gedruckte Zahlen) entsprechen.

Tabelle 3-2: Vergleich der Schwermetallgehalte (mg/kg TM) mit Grenzwerten und Erhebungen an landwirtschaftlich produzierten Bioabfall- und Grüngutkomposten

	Grenzwerte		Vergleichswerte ¹⁾				verwendete Komposte				
	Komp. Vo, Q-Kl. A ²⁾	Komp. Vo, Q-Kl. A+ = EU-VO-2092/91 ²⁾	Bioabfallkompost n = 228		Grünschnitt kompost n = 34		1998		1999	2002	2003
			Median	25%il - 75%il	Median	25%il - 75%il	BHM AP/BL/TS/SH	HM AP/BL/TS/SH	Erstdüngung NP	Nachdüngung. AP, BL, TS, SH	Nachdüngung. NP
Cd	1,0	0,7	0,47	0,32 - 0,65	0,47	0,35 - 0,60	0,64	0,70	0,29	0,83	0,51
Cr	70	70	25	19 - 31	26	21 - 31	16	15	71,5	26	31,9
Cu	150	70	48	39 - 63	28	28 - 35	34	25	36,6	38	30,9
Hg	0,7	0,4	0,16	0,12 - 0,33	0,12	0,07 - 0,15	0,11	0,12	0,05	---	0,35
Ni	60	25	20	16 - 27	22	16 - 28	17	15	30	23,46	22,2
Pb	150	45	37	27 - 49	34	24 - 44	22	24	16,8	42,5	31,9
Zn	500	200	181	150 - 220	164	136 - 190	238	183	180	194,4	179

¹⁾ ... aus 228 (BA) bzw. 34 (GS) Analysen, zum Großteil aus den Jahren 1998 – 1999 Amlinger et al. (2000)

²⁾ ... Kompostverordnung 2001 (BGBl. I 292/2001); Anwendungsbereich Landwirtschaft bzw. ökologischer Landbau

3.2.2 Düngermengen

Einen Überblick über die auf die einzelnen Parzellen tatsächlich ausgebrachten Düngermengen geben Tabelle 3-3 und Tabelle 3-4.

Das erforderliche Volumen an Kompost (Anzahl der Kübel pro Parzelle) wurde nach mehrmaliger Bestimmung des Volumengewichts entsprechend der berechneten Ausbringungsmenge von Hand ausgebracht. Das vor Ort und im Labor bestimmte Volumengewicht zeigen eine gute Übereinstimmung (siehe

Tabelle 7-3).

Tabelle 3-3: Kompost- und Düngungsvarianten der Versuchsanlage 1998; Seehöhe ca. 1900 m

Düngung	Beschreibung	Düngermengen in t und m ³ FM /ha auf den 4 Standorten						
		TS und BL			SH	AP		
	Parzellengröße:	6 x 8 m = 48 m ²		4 x 5 = 20 m ²	5 x 6 = 30 m ²			
0	kein Dünger zugesetzt	0			0	0	0	
BHM	Bioabfall/Häckselgut/Mist- t FM	20	40	80	100	15	30	60
	Mist-Kompost t TM	9,1	18,2	36,5	45,6	6,8	13,7	27,4
	m ³	33	67	133	167	25	50	100
HM	Häckselgut/Mist-Kompost t FM	20	40	80	100	15	30	60
	t TM	10,6	21,2	42,5	53,1	8,0	15,9	31,9
	m ³	40	80	160	200	30	60	120
BHM/ HM	BHM+HM 1:1/je 20 t FM t FM	40			---	---	---	
	t TM	19,7						
	m ³	73						
BIOS*	Biosol®	kg	1500			---	750	1500

* ... Die Biosol®-Parzellen waren durch die Geländeform bedingt 4m x 5m = 20 m²

Tabelle 3-4: Düngungsvarianten des 1999 auf einer Seehöhe von 1550 m angelegten Tastversuches „Neue Planie (NP)“ in t FM/ha:

Standort	Kompostgabe [t FM / ha]					Biosol® [kg / ha]
Neue Planie (NP)	0	20	40	80	120	1500

3.2.3 Nachdüngung im Jahr 2002 (AP, BL, TS und SH) und 2003 (NP)

Nach 4 Jahren, im Juni 2002 wurde auf einer Auswahl der Parzellen der Standorte **AP**, **BL**, **TS** und **SH** eine Nachdüngung vorgenommen. Analog erfolgte 2002 eine Nachdüngung auf dem Standort *Neuen Planie (NP)*. Eine Gesamtübersicht der Düngermengen in t FM bzw. TM und m³ pro ha zeigt Tabelle 3-5. Die Durchschnittliche Jahresgabe wurde unter der Annahme jeweils nur einer Pflegedüngung auf einen Gesamtzeitraum von 5 Jahren bezogen. Die höchst zulässigen Aufbringungsmengen für landwirtschaftliche Rekultivierungs- und Erosionsschutzmaßnahmen in der Landwirtschaft gemäß Kompostverordnung (160 t TM innerhalb von 20 Jahren) wurden auch in den höchstgedüngten Varianten nur zu maximal 50 % ausgeschöpft. Die Beschränkung der regelmäßigen Düngungsmaßnahme mit 40 t TM/ha in einem Zeitraum von 5 Jahren würden nur von den höchstgedüngten Varianten überschritten. Da es sich jedoch um eine Rekultivierungsmaßnahme handelt ist dies hinsichtlich der Aufwandsbeschränkungen der Kompostverordnung nicht relevant.

Zur Frage der Stickstofffrachten siehe Kap. 4.1.2.

Tabelle 3-5: Düngermengen der Versuchsanlage 1998 - 2003

Parzelle		Frischmasse						Trockenmasse			
		1998		2002		total	Ø pro Jahr	1998	2002	total	Ø pro Jahr
		t FM/ha	m ³ /ha	t FM/ha	m ³ /ha	t FM/ha		t FM/ha	t TM/ha	t TM/ha	
AP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AP	HM15	15	30	0	0	15	3	8,0	0	8,0	1,6
AP	HM30	30	60	0	0	30	6	15,9	0	15,9	3,2
AP	HM60	60	120	0	0	60	12	31,9	0	31,9	6,4
AP	BHM15	15	25	20	23,8	35	7	6,8	10,8	17,6	3,5
AP	BHM30	30	50	40	47,7	70	14	13,7	21,6	35,3	7,1
AP	BHM60	60	100	60	71,5	120	24	27,4	32,4	59,8	12,0
BL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BL	HM20	20	40	0	0	20	4	10,6	0	10,6	2,1
BL	HM40	40	80	0	0	40	8	21,2	0	21,2	4,2
BL	HM80	80	160	0	0	80	16	42,5	0	42,5	8,5
BL	BHM20	20	33	20	23,8	40	8	9,1	10,8	19,9	4,0
BL	BHM40	40	67	40	47,7	80	16	18,2	21,6	39,8	8,0
BL	BHM80	80	133	60	71,5	140	28	36,5	32,4	68,9	13,8
BL	HMBHM40	40	73	0	0	40	8	20,0	0	20,0	4,0
BL	Bios1500	1,5		0,75		2,25	0,45	1,4	0,6945	2,1	0,4
TS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TS	HM20	20	40	0	0	20	4	10,6	0	10,6	2,1
TS	HM40	40	80	0	0	40	8	21,2	0	21,2	4,2
TS	HM80	80	160	0	0	80	16	42,5	0	42,5	8,5
TS	BHM20	20	33	20	23,8	40	8	9,1	10,8	19,9	4,0
TS	BHM40	40	67	40	47,7	80	16	18,2	21,6	39,8	8,0
TS	BHM80	80	133	60	71,5	140	28	36,5	32,4	68,9	13,8
TS	HMBHM40	40	73	0	0	40	8	20,0	0	20,0	4,0
TS	BHM80/H	80	146	0	0	80	16	40,0	0	40,0	8,0
TS	Bios1500	1,5		0,75		2,25	0,45	1,4	0,6945	2,1	0,4
SH98	HM100.	100	200	0	0	100	16,7	53,1	0	53,1	10,6
SH98	BHM 100	100	165	60	71,5	160	26,7	45,6	32,4	78,0	15,6
SH99	K100	100	165	60	71,5	160	26,7	45,6	32,4	78,0	15,6
SH99	E70+Bios	1,5		0,75		2,25	0,45	1,4	0,6945	2,1	0,4
SH99	Bios1500	1,5		0,75		2,25	0,45	1,4	0,6945	2,1	0,4
		1999		2003		total	Ø pro Jahr	1998	2003	total	Ø pro Jahr
		t FM/ha	m ³ FM/ha	t FM/ha	m ³ FM/ha	t FM/ha		t FM/ha	t TM/ha	t TM/ha	
NP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NP	20	20	27,8	20	29,9	40	8	8,2	8,7	16,9	3,4
NP	40	40	55,6	40	60,0	80	16	16,4	17,4	33,8	6,8
NP	80	80	111,1	60	90,0	140	28	32,8	26,0	58,8	11,8
NP	120	120	166,7	80	120	200	40	49,2	34,7	83,9	16,8
NP	Bios1500	1,5	---	0,75	---	2,25	0,38	1,5	0,75	2,25	0,38

3.3 Einsatz und Strohabdeckung

Standortgerechte Begrünungsmischungen erreichen eine signifikant bessere Bodendeckung als Handelsmischungen von Niederungsarten. Nur angepasste Alpinmischungen können die für einen ausreichenden Erosionsschutz notwendige Bodendeckung von mehr als 70 % erreichen und halten.

Die aus Alpinmischungen hervorgehende Vegetation ist ausdauernd und stabil, Zusatzbelastungen wie Schipistenbetrieb und landwirtschaftliche Nutzung werden mühelos ertragen.

Die meisten über normale Handelsmischungen ausgebrachten Tieflagenarten können in der kurzen Vegetationszeit der Hochlagen keine reifen Samen ausbilden. Bodenständige Arten dagegen bilden bis in Seehöhen von 2400 m reifes Saatgut, welches nach dem Entstehen von Bestandeslücken keimen und diese wieder schließen kann (Krautzer, 2000).

Als **Saatgut** wurde daher eine Qualitätsmischung mit alpinen Ökotypen der Firma „Kärntner Saatbau“ verwendet, die Saatstärke betrug 120 kg/ha.

Tabelle 3-6: Saatgutmischung für extremste Höhenlagen (Rezeptur: Univ.Prof. Dr. Erwin Lichtenegger, Dr. Bernhard Krautzer)

Alpenrotschwingel (<i>Festuca nigrescens</i>)
Alpenrispengras (<i>Poa alpina</i>)
Violettbrauner Alpenschwingel (<i>Festuca violacea</i>)
Mattenlieschgras (<i>Phleum hirsutum</i>)
Rotstraußgras (<i>Agrostis capillaris</i>)
Jährige Rispe (<i>Poa annua</i>)
Weißklee (<i>Trifolium repens</i>)
Hornklee (<i>Lotus corniculatus</i>)
Wundklee (<i>Anthyllis vulneraria</i>)
Schafgarbe (<i>Achillea millefolium</i>)

Die Einsaat erfolgte von Hand.

Entsprechend der generellen Vorgangsweise der Liftgesellschaft erfolgte zum Schutz der Saat gegen Erosionen eine Abdeckung der eingesäten Flächen mit einer dünnen Strohschicht (siehe Bildanhang).

Es zeigte sich jedoch, dass diese Maßnahme zumindest für eine Versuchsanlage auch zu erheblichen Nachteilen für den Aufgang und die Entwicklung der Begrünung führen kann:

- Durch den Strohabbau kommt es in den obersten Bodenschichten während der Keimung zu Sauerstoffkonkurrenz.
- Das Stroh reflektiert die Sonneneinstrahlung. Dies führt zu einer verringerten Erwärmung des Bodens an Sonnentagen.
- Das Stroh bildet eine Isolierschicht, wodurch die Nachttemperatur der Bodenoberschicht länger gehalten wird. Auch dadurch kommt es tagsüber zu einer langsameren Erwärmung der obersten Bodenschichten und zu ungünstigeren Keimbedingungen.
- An Stellen, wo das Stroh zu dick aufgetragen wurde, bilden sich schließlich sauerstoffarme Fäulniszonen, die einen gänzlichen Keimausfall bedingen (siehe Bildanhang).

3.4 Durchgeführte Untersuchungen

Als Grundlage für eine weitere Optimierung in der Rekultivierung mit Kompost und eine längerfristige Beurteilung wurden die Versuchspartellen hinsichtlich Bodenentwicklung, Pflanzengesellschaft, Ertrag und Futterqualität untersucht.

3.4.1 Ertragserhebung

Eine Beweidung bzw. Mahd ist zwar nach Krautzer (2001) bei der Etablierung einer standortgerechten Vegetation kein unbedingtes Erfordernis, eine einmalige Mahd wäre aber bei sämtlichen gräserreichen Begrünungen empfehlenswert. Zwingend wird eine Mahd oder Beweidung bei Verwendung kommerzieller Saatgutmischungen und stärkeren Düngergaben wegen der hohen Biomasseproduktion dieser Mischungen und der damit einhergehenden Abstickungsgefahr (Krautzer, 2001).

Der Aufwuchs wurde 1 mal pro Saison Ende Juli bis Anfang August mittels Motorsense gemäht und das Schnittgut mit Feinrechen gesammelt (siehe Bildanhang). Für eine verbesserte Vergleichbarkeit der Erntemengen wurden für alle Parzellen etwaige Fehlstellen durch große Steine oder ähnliches berücksichtigt und der Ertrag auf Masse pro Hektar umgerechnet.

Nach der Verwiegung wurden mit einem Futterprobenstecher die Proben für die Futtermittelanalysen gezogen, die an der BAL Gumpenstein bzw. im Futtermittellabor der NÖLLWK in Rosenau auf Rohprotein, Rohfaser, Rohasche, Verdaulichkeit, Energiegehalt, Spurenelemente und Karotin analysiert wurden.

3.4.2 Futterwertparameter

Die Trockensubstanz umfasst alle nichtflüchtigen Bestandteile des Futters und enthält daher organische und anorganische Komponenten. Die Bestimmung erfolgt über Trocknung des Futters während 4 Stunden bei 103°C bzw. bis Gewichtskonstanz.

Die Rohasche besteht aus Mineralstoffen und erdigen Verunreinigungen, also aus anorganischen Bestandteilen, die nach der Veraschung verbleiben. Bestimmt wird die Rohasche durch ein 4-stündiges Veraschen des Futters im Muffelofen bei 550°C.

Die Organische Substanz stellt ein gutes Maß für die energieliefernden Nährstoffe dar und wird rechnerisch als Differenz von Trockensubstanz und Rohasche definiert.

Rohfett setzt sich aus einer heterogenen Gruppe von Stoffen (Fett und Fettbegleitstoffe) zusammen, die sich in Petroläther lösen [Neutralfette, Fettsäuren, Lipide, Harze, Steroide, Karotinoide (Zeaxanthin), Wachse und fettlösliche Vitamine]. Die Bestimmung erfolgt über Extraktion mit Petroläther nach Säureaufschluss im Soxhletapparat.

Rohprotein umfasst Proteine und andere stickstoffhaltige Substanzen (freie Aminosäuren, Amine, Harnstoff, Alkaloide, etc.) und wird durch Erfassen des Stickstoffs im Kjeldahlverfahren bestimmt. Da Proteine ungefähr 16% Stickstoff enthalten, wird die gefundene Menge Stickstoff mit 6,25 multipliziert, um auf die Menge des Rohproteins zu kommen. Mit dem Rohprotein werden auch Nicht-Stickstoff-Verbindungen (NPN) erfasst, wie z.B. Harnstoff.

Das nutzbare Rohprotein (nXP) ist jene Menge Rohprotein (Futter- und Mikrobeneiweiß), die der Kuh für ihre Versorgung am Dünndarm zur Verfügung steht bzw. am Darm anflutet. Sie ist für die Milchleistung entscheidend. Quellen sind das Bakterieneiweiß und das unabgebaute Futterprotein.

In den Vormägen wird Stickstoff (N) aus dem Futterprotein freigesetzt und von den Mikroben zur Bildung von Mikrobenprotein eingebaut. Die Ruminale N- Bilanz (RNB) gibt an, ob im Vormagen bei der Umsetzung der einzelnen Futtermittel Stickstoff im Mangel oder im

Überschuss vorkommt. Die RNB errechnet sich aus der Differenz zwischen dem Gehalt an Rohprotein im Futter und an nutzbarem Rohprotein im Dünndarm, dividiert durch den Faktor 6,25 ($RNB = [XP - nXP] / 6,25$). Wird mehr Stickstoff aus dem Futtermittel freigesetzt als aufgrund seines Gehaltes an verdaulicher organischer Substanz für die mikrobielle Proteinsynthese verwertet werden kann, so ist der RNB-Wert positiv.

Rohfaser enthält die in verdünnter Säure und Lauge unlöslichen Anteile von Cellulosen, Pektin, Hemicellulosen, Lignin und andere Zellwandbestandteile. Es entspricht der Summe der pflanzlichen Polysaccharide und Lignin, die durch körpereigene Verdauungsenzyme nicht hydrolysiert werden können. Rohfaser kann in größeren Anteilen nur der Wiederkäuer nutzen. Durch den mikrobiellen Abbau im Pansen des Wiederkäuers entsteht daraus überwiegend Essigsäure, welche die Milchkuh für den Aufbau des Milchfettes benötigt.

N-freie Extraktstoffe enthalten leichtlösliche Kohlenhydrate (Zucker aller Art, Inulin, Stärke, lösliche Anteile von Cellulose, Lignin und Pektin). Durch die rechnerische Erfassung [$N\text{-freie Extraktstoffe} = TS - (RA + R_{fe} + R_{fa} + R_p)$] sollen die mehr verdaulichen Kohlenhydrate von den weniger verdaulichen unterschieden werden.

Unter umsetzbarer Energie ME (=Metabolische Energie) versteht man die tatsächlich im Tierkörper umsetzbare Energie eines Futtermittels. Die umsetzbare Energie ist daher die Energie des Futters, die dem Tier nach Abzug der Energie im Kot, Harn und Methan für Erhaltung und Leistung zur Verfügung steht. Gemessen wird diese in Megajoule (MJ). Die ME wird für alle Wiederkäuer, außer für Milchkuhe, angewendet.

Die Nettoenergie Laktation (NEL) ist ein Energiebewertungssystem bzw. eine Kenngröße zur Beurteilung der produktiven Wirkung bei Milchkuhen, Aufzuchtkälbern, Aufzuchtrindern, Ziegen, Schafe (exkl. intensive Lämmermast). Die Netto-Energie wird in Megajoule (MJ) angegeben. Die Anzahl MJ NEL in einer bestimmten Menge Futter entsprechen dem Energiebedarf der Milch (normiert = 3.14 MJ/kg) FCM (= fat-corrected milk; fettkorrigierte Milch) oder ECM (= energy-corrected milk; energiekorrigierte Milch). Bedingungen dafür sind: die Futterenergie muss über den Erhaltungsbedarf hinaus verabreicht werden, es dürfen keine zusätzlichen Leistungen (Trächtigkeit, Wachstum, Laufarbeit) erbracht und keine Körperreserven (Depotfett) für die Milchbildung mobilisiert werden.

Beispiel:

Der Erhaltungsbedarf einer 650 kg schweren Kuh beträgt 37,7 Megajoule Netto-Energie-Laktation, abgekürzt 37,7 MJ NEL.

Die Bestimmung in vitro - Verdaulichkeit nach Tilley & Terry, 1963 wurde an der BAL Gumpenstein in der modifizierten Methodenvorschrift nach R. Resch, 1991 nach folgender Vorgangsweise durchgeführt:

Nach dem Methodenprinzip einer zweistufigen Bestimmung wird die Verdaulichkeit der Organischen Masse von Grundfuttermitteln mit Hilfe von Rinderpensensaft, Salzsäure und Pepsin in vitro (im Labor) festgestellt. Der Pensensaft soll von zwei oder mehreren Rindern stammen. Aus dem Pensensaft und der Pufferlösung wird eine Mischung im Verhältnis von 1 : 4 (1 Teil Pensensaft + 4 Teile Pufferlösung) hergestellt. Wichtig ist die Begasung des Gemisches mit CO₂, da unbedingt anaerobe Verhältnisse herrschen müssen, um die Aktivität der Pansenbakterien nicht zu vermindern.

Den eingewogenen Proben (500 mg) mit einer Korngröße von 0,75 mm werden 50 ml des Pensensaft - Pufferlösungsgemisches zugesetzt. Die Restluft im enghalsigen Erlenmeyerkolben wird mit CO₂ ausgetrieben, sodann wird die Kolbenöffnung mit einem elastischen Parafilm abgeschlossen.

In der 1. Stufe (Pansengärung) werden die Proben 48 Stunden bei 38,5 °C bebrütet und 3 mal täglich geschüttelt. Beim Schütteln ist darauf zu achten, dass nicht zu viele Futterbestandteile

auf die Kolbenwand gelangen, da dieses Futter nur unzureichend bis gar nicht mehr verdaut werden kann.

In der 2. Stufe (Säure-Enzym-Phase) werden die Proben mit einer 2,2 normalen Salzsäure auf einen pH-Wert von 1,5 eingestellt. In diesem pH - Bereich kann das Pepsin als eiweißspaltendes Enzym seine Wirkung am besten erreichen. Das Pepsin wird als 2 % ige Lösung mit destilliertem Wasser angerichtet und in einer Menge von 5 ml in die Probe gegeben. Die Proben werden in dieser 48 stündigen Phase wiederum 3 mal täglich geschüttelt.

Vor dem Filtrieren müssen die aschefreien Filter, bevor filtriert wird, bei 104° C 4 Stunden getrocknet und anschließend gewogen werden. Die Probe wird vorsichtig aus dem Kolben geleert und in weiterer Folge wird im Filter so lange mit destilliertem Wasser gespült, bis das Filtrat keine Trübung mehr aufweist.

Abschließend werden die luftgetrockneten Filter mit der Restprobe in einem Trockenschrank 4 Stunden bei 104° C getrocknet, rückgewogen und schließlich verascht, um die OM zu bestimmen.

Aus der Differenz der eingewogenen zur rückgewogenen organischen Masse lässt sich die in vitro Verdaulichkeit in % berechnen.

Eine lineare Regressionsanalyse mit den in vitro und den in vivo-Werten der Referenzproben ergibt nach dem Modell: $y = ax + b$ zwei Korrekturfaktoren, welche eine Schätzgleichung für die Laborfehlerkorrektur ermöglicht.

Das Endergebnis ist somit ein geschätzter in vivo Wert der Verdaulichkeit der organischen Masse in %.

In einem letzten Schritt lässt sich die Nettoenergie NEL in MJ/kg TM von der DLG-Futterwertabelle für Wiederkäuer ableiten.

3.4.3 Bodenprobenahme

Auf den abgeernteten Parzellen wurden mit Bohrstöcken die Bodenproben aus dem Horizont 0 – 10 cm genommen (siehe Bildanhang). Zusätzlich zu den bodenchemischen Routineparametern, die im Institut für Bodenkultur an der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit durchgeführt wurden, konnten für ausgewählte Parzellen zusätzlich die Aggregatstabilität und die Bodenatmung (Substratinduzierte Respiration) am Institut für Bodenforschung an der Universität für Bodenkultur bestimmt werden.

3.4.4 Methode der pflanzensoziologischen Bonitur des Aufwuchses

Die Pflanzenbestände der Untersuchungsflächen wurden jährlich an Hand der Methode von J. Braun-Blanquet dokumentiert.

Dabei werden homogene Vegetationsbestände (hier die Bestände einer Versuchsparzelle) erfasst, die als Aufnahme- und Auswertefläche dienen. Es werden alle in dieser Aufnahme- und Auswertefläche vorkommenden Arten aufgelistet und mit zwei Zahlen versehen, wobei die erste Zahl die Deckung und /oder Individuenzahl und die zweite die Soziabilität zum Ausdruck bringt (Braun-Blanquet, 1964).

Schätzung der Artmächtigkeit		Schätzung der Soziabilität	
r	... selten, rar		
+	... wenige Exemplare		
1	... viele Exemplare oder bis 5 % der Fläche deckend	1	... einzeln stehende Pflanzen
2	... 5-25 % der Fläche deckend	2	... gruppen- oder horstweise Wuchsform
3	... 25-50 % der Fläche deckend	3	... truppenweise Wuchsform (Flecken, Polster)
4	... 50-75 % der Fläche deckend	4	... in Kolonien, größeren Flächen, Teppich wachsend
5	... 75-100 % der Fläche deckend	5	... geschlossene Bestände, große Herden bildend (Haag, 1994[SP23]): 23f)

Zusätzlich wurden Gesamtdeckung, Deckung der Leguminosen, Deckung Gräser, Deckung Sonstige und Vegetationshöhe und –schichtung dokumentiert.

4 Ergebnisse

4.1 Bodendaten

4.1.1 Organische Substanz und Nährstoffgehalte

Der Ausgangsgehalt an **organischer Substanz (Humus)** betrug auf den vier Standorten zwischen 2,9 und 3,8 %, mit den höchsten Werten auf der bestehenden Weidefläche, *Alte Planie* (AP). Tabelle 4-1 stellt die theoretische und tatsächliche Veränderung der Humusgehalte auf sämtlichen Kompostparzellen gegenüber. Trotz den inhomogenen Bodenverhältnissen und den Versuchsbedingungen eines Tastversuches spiegeln sich die abgestuften Kompostgaben in den Analysewerten zum Ende der Versuche wieder (vor allem bei AP, TS ohne Nachdüngung und NP). Am deutlichsten bestätigen die Analyseergebnisse auf der *Neuem Planie* die Kompostzufuhr. Theoretisch errechnet sich bei den höchsten Kompostgaben mit Nachdüngung ein Humuszuwachs von ca. 30 t FM pro ha, das entspricht etwa 2 % bei der auf zwei Gaben aufgeteilten Kompostgabe von 140 t FM oder ca. 0,3 % pro Jahr.

Die gefundenen Werte bestätigen somit in 16 der 22 mit Kompost gedüngten Parzellen dass der Humusgehalt effektiv auf eine wünschenswertes Niveau für alpine Grünlandböden von über 4 bis 5 % (bezogen den obersten Bodenhorizont von 0 – 10 cm) angehoben und eine Bodenverbesserung erreicht werden kann.

Tabelle 4-1: Tatsächliche (real) und berechnete (theor) Humusgehalte durch die Kompostdüngung

Düngungsstufe [t FM /ha]		AP		TS				BL				NP			
		A u s g a n g s g e h a l t B o d e n [%]													
		3,8		2,9				3,3				3,0			
ohne ND	mit ND	ohne ND		mit ND		ohne ND		mit ND		mit ND					
real	theor	real	theor	real	theor	real	theor	real	theor	real	theor	real	theor		
0 / Biosol		3,8 / ---		--- / 4,0				4,0 / 3,7				3,7 / 3,7			
20 (15*)	+ 20	4,0	4,09	4,0	4,27	2,9	3,28	4,2	3,45	3,8	3,6	4,2	3,8	3,9	3,6
40 (30*)	+ 40	3,5	4,38	4,7	4,74	4,1	3,67	5,1	3,99	4,2	4,0	4,1	4,3	4,6	4,0
80 (60*)	+ 60	4,2	4,95	4,8	5,44	3,4	4,44	4,8	4,84	3,4	4,8	4,2	5,2	5,4	4,6
120	+ 80													5,9	5,2

* Werte in Klammern: Erstdüngungsmengen auf dem Standort *Alte Planie*.

Die Versorgung der Böden mit **Hauptnährstoffen** auf den Versuchsflächen ist durchwegs als sehr niedrig einzustufen, auch wenn das Ertragspotential bei extensiver Weidenutzung in dieser Höhenstufe einen niedrigeren Versorgungsgrad zulässt.

Die **N_{ges}**- und **N_{min}-Gehalte** in den Jahren 1999 bis 2003 sind in Tabelle 7-15 dargestellt. Die N_{ges}-Gehalte lagen in den untersuchten Jahren in einem Bereich von 0,09 bis 0,29 %, die N_{min}-Werte zwischen 0,1 und 1,6 mg/100g. In den Jahren nach der Erstdüngung waren Unterschiede im Stickstoffgehalt zwischen den Kompoststufen nur auf NP bei Kompostgaben von 80 resp. 120 t FM/ha zu erkennen. Erst die Nachdüngung bewirkte auch auf den Standorten BL (2002; BHM20, 40 und 80), AP (2003; AP30 und 60) und TS (2003; BHM 20, 40 und 80) etwas höhere N_{ges} Gehalte. Der N_{min} Gehalt wurde auf den Standorten BL und TS nur auf den mit 60 t FM/ha nachgedüngten Parzellen erhöht. Im Jahr der zweiten Düngung lag dieser hier mit knapp 0,7 mg/100g deutlich über den Werten den anderen Parzellen.

Bei **Phosphor** wurden zur Ausgangssituation nur die Versorgung mit pflanzenverfügbarem Phosphor bestimmt. Die Gehalte waren am Standort AP erwartungsgemäß mit 3 mg/100g P₂O₅ (CAL/DL) höher als auf den neu planierten Standorten BL und TS mit 0,3 bzw. 0,4 mg/100g P₂O₅ (CAL/DL). Auch auf der Neuen Planie war die Versorgung mit Phosphor auf einem

niedrigerem Niveau als auf der Alten Planie. Der Versorgungsgrad war trotz der Düngung von bis zu 131 kg P₂O_{5 ges} pro ha (siehe Tabelle 4-4) am Ende des Versuches für alle Parzellen auf „sehr niedrig“ (Stufe A). Für P_{ges} ist bei Gehalten zwischen 0,2 und 1,21 g/kg war im zweiten Jahr nach der Nachdüngung eine leichte Abstufung in Abhängigkeit der Düngermengen erkennbar. Deutlicher sind die Unterschiede bei pflanzenverfügbarem Phosphor (siehe Tabelle 7-16).

Die Ausgangsgehalte an pflanzenverfügbarem **Kalium** (als K₂O) auf den unterschiedlichen Standorten betrug: 16 mg/100g (AP), 5 mg/100g (BL), 6 mg/100g K₂O (TS) und 4 mg/100g (NP). Im letzten Jahr der Untersuchungen war die Versorgung mit Kalium nach wie vor als sehr niedrig bis niedrig einzustufen. Die Abhängigkeiten von der Düngung traten weniger deutlich hervor als bei Phosphor. Die Gesamtgehalte an Kalium bewegten sich im letzten Jahr der Untersuchungen in einem Bereich von 0,7 bis 1,6 g/kg. Eine systematische Erhöhung der Kaliumwerte durch die Kompostgaben konnte nur auf der *Alten Planie (AP)* festgestellt werden.

Tabelle 7-17 fasst die Ergebnisse der Bestimmung der **pflanzenverfügbaren Spurenelemente** in den Jahren 1999 bzw. 2000, 2002 und 2003 zusammen. Insgesamt ist ein Einfluss der Nachdüngung vor allem bei Eisen und Zink festzustellen, der bei den Parzellen der Neuen Planie am deutlichsten ausgeprägt ist.

4.1.2 Nährstofffrachten der Düngungsvarianten

Die Nährstofffrachten durch die Kompostaufbringung liegen um ein Vielfaches über den mit Biosol[®] eingebrachten Mengen (siehe Tabelle 4-2 bzw. Tabelle 7-6, Tabelle 7-7 und Tabelle 7-8). Dies muss jedoch in Relation zu der mitgelieferten Menge an organischer und mineralischer Substanz gesehen werden. So betrug die Fracht an organischer Trockensubstanz zB bei 40 t Kompost (FM) 9,1 (Kompost HM) resp. 11,5 t/ha (Kompost BHM), also fast das 10-fache als bei Biosol[®].

Die Gesamt-Stickstoffzufuhr übersteigt je nach Kompost mit 292 bzw. 378 kg (bei einer Ausbringungsmenge von zB 40 t FM/ha) die bewilligungsfreie Ausbringungsmenge nach Wasserrechtsgesetznovelle 1990. Wie nunmehr in einer Vielzahl von Feldstudien nachgewiesen wurde (Amlinger & Götz, 1999; Amlinger et al., 2003a; Amlinger et al., 2003b), kann maximal 5 - 15 % des gesamten mit Kompost zugeführten Stickstoffs als mobilisierbar (pflanzenverfügbar) angerechnet werden, so dass in unserem Fall im Jahr der ersten Kompostanwendung bei 40 t FM Kompost von etwa 15 - 57 kg, bei 80 t FM maximal von 113 kg N-Freisetzung aus dem Kompost auszugehen war.

Tabelle 4-2: Gesamtnährstofffrachten für BHM-Parzellen mit und HM-Parzellen ohne Nachdüngung im 5. Jahr (2002) und Biosol bei 750 und 1500 kg/ha

Nährstoff	t FM	BHM-Kompost					HM-Kompost					Biosol	
		15	20	40	80	100	15	20	40	80	100	0,75	1,5
Düngermenge													
Nachdüngung		+20	+20	+40	+60	+60	keine Nachdüngung im 5. Jahr					---	+0,75
Org. Substanz	t/ha	7,1	8,2	16,4	29,2	33,7	4,3	5,8	11,5	23,1	29	0,63	1,88
N _{ges}	kg/ha	278	314	629	1089	1235	142	189	378	756	945	48,8	146,3
N _{min}	kg/ha	3,2	3,7	7,4	13,0	14,8	2,0	2,6	5,2	10,4	13	---	---
P ₂ O _{5 ges}	kg/ha	165	188	376	656	747	50	67	134	268	335	7,5	22,5
K ₂ O _{ges}	kg/ha	183	219	439	804	950	104	138	276	552	690	11,9	35,6

Tabelle 4-3 zeigt nun die gesamte und die durchschnittliche Stickstoffmenge an, die nach bestehendem Kenntnisstand über die Jahre mobilisiert werden können. Dabei wurde folgendes Schema verwendet:

	Jahr der Aufbringung	1. Folgejahr	Folgejahr 2 – 10
% Mineralisierung:	15%	5%	2%

Tabelle 4-3: Mobilisierbarer Anteil aus den N-Frachten der Kompostdüngung auf Basis durchschnittlicher Literaturwerte
[grau hinterlegt: Parzellen mit Nachdüngung im 5. Jahr]

	Summe 6 Jahre	Mittel 6 Jahre	Mittel 10 Jahre
HM15	36	6	4
BHM15+20	60	10	8
HM20	48	8	6
BHM20+20	70	12	9
HM30	73	12	9
BHM30+40	121	20	15
HM40	97	16	12
BHM40+40	139	23	18
HM60	145	24	18
BHM60+60	209	35	27
HM80	194	32	24
BHM80+60	246	41	31

Im folgenden wurden die jährlichen Durchschnittsfrachten zu besseren Vergleichbarkeit aller Standorte über 5 Jahre gerechnet. Hier zeigt sich dass auch in den Maximalvarianten mit Nachdüngung die mittlere Nges-Fracht mit 218 bzw. 298 kg/ha durchaus im Rahmen der Höchstmengen liegen, die bisher im Zusammenhang mit den ÖPUL-Programmen für die Kompostaufbringung akzeptiert werden (60 % Anrechnung der N-Gesamtfracht ergibt bei 210 kg/ha bewilligungsfreier N-Fracht eine Toleranz bis 350 kg/ha). Im Falle von 170 kg/ha bewilligungsfreier N-Fracht entsprechend dem Aktionsprogramm zur Nitratrichtlinie entspräche das einer maximalen N-Aufbringung aus Kompost von 283 kg/ha. Da mit Ausnahme des Kaliumgehaltes in der Alten Planie (AP) die Standorte eine extrem niedrige Phosphor und Kalium Versorgung aufweisen (siehe Tabelle 2-3), ist eine durchschnittliche Zufuhr von P₂O₅ sogar in den hochgedüngten Parzellen von 131 bzw. bei K₂O von 207 kg/ha noch immer zu rechtfertigen. Dies zeigt sich an der nur geringfügigen Änderung der verfügbaren Nährstoffgehalte, die durchwegs eine sehr niedrige (Phosphor) bis niedrige (Kalium) Versorgungsstufe ergaben (siehe Kap. 4.1.1)

Die Bandbreiten der Jahresfrachten im 5-jährigen Schnitt sind in Tabelle 4-4 zusammengefasst.

Tabelle 4-4: Durchschnittliche Nährstofffrachten pro ha und Jahr (Ø über 5 Jahre)

Standort:		BL und TS		NP
		D ü n g e r m e n g e [t F M]:		
		20 bis 80 t ohne Nachdüngung	20 bis 80 t + Nachdüngung [20 bis 60 t]	20 bis 120 t + Nachdüngung [20 bis 80 t]
Org. Substanz	t/ha	1,2 - 4,6	1,6 - 5,8	2,8 - 15,1
N _{ges}	kg/ha	38 - 151	63 - 218	58 - 298
N _{anrechenbar/15%}	kg/ha	6 - 23	10 - 33	9 - 45
N _{min}	kg/ha	0,5 - 2,1	0,7 - 2,6	1,1 - 6,9
P ₂ O ₅ ges	kg/ha	13 - 54	38 - 131	16 - 97
K ₂ O ges	kg/ha	28 - 110	44 - 161	39 - 207

4.1.3 pH Wert

Die Entwicklung der **pH-Werte** in den Jahren 1999 bis 2003 ist in Tabelle 7-14 zusammengefasst. Sie streuen in einem weiten Bereich zwischen pH 4,5 und pH 7,1. Eine pH-erhöhende Wirkung der Kompostgaben ist auf den einzelnen Standorten angedeutet. Der pH-Wert der Biosol[®]-Parzellen liegt entweder deutlich niedriger als jener der Kompostparzellen oder in deren unterem Wertespektrum.

4.1.4 Schwermetallgehalte

Die **Schwermetallgehalte** wurden auf den Teilflächen AP, TS und BL im Jahr **1998** (Mischprobe) im Jahr **1999** (nach Kompostausbringung) auf einer Auswahl an Varianten und im Abschlussjahr 2003 auf allen Varianten analysiert. Am Standort NP wurden die Ausgangssituation in einer Mischprobe im Jahr 1999 erfasst und 2003 ebenso alle Varianten analysiert (Tabelle 7-19). Die Ausgangswerte lagen für die einzelnen Metalle in folgenden Bereichen: Kupfer 19 – 27 mg/kg TM, Zink: 81 – 89 mg/kg TM, Blei: 20 – 30 mg/kg TM. Chrom: 13 – 19 mg/kg TM. Nickel: 22 – 32 mg/kg TM, Cadmium: 0,1 – 0,6 mg/kg TM und Quecksilber <0,1 – 0,21 mg/kg TM. Auffallend war ein erhöhter Hintergrundgehalt an Cd auf dem Standort BL. Auf Basis der Untersuchungen konnte kein Einfluss der Düngung auf die Schwermetallgehalte im Boden festgestellt werden.

4.1.5 Substratinduzierte Respiration

Als Parameter für die mikrobiologische Bodenaktivität wurde 1999 bei ausgewählten Varianten der Standorte AP, TS und BL die **Substratinduzierte Respiration** (SIR) gemessen (Tabelle 7-20 und Abbildung 7-6). Die substratinduzierte Respiration gibt indirekt Aufschluss über die stoffwechselaktive mikrobielle Biomasse und ist somit ein Maß für die Abbau- und Umsatzleistung des Bodens. Sie war im Mittel auf den neu geplanten Versuchsflächen TS und BL mit 297 bzw. 322 C_{MIC} µg / g TS am niedrigsten und wies auf dem Altbestand der *Alten Planie (AP)* ca. das doppelte Niveau (668 C_{MIC} µg / g TS) auf. In den folgenden Jahren war kein genereller Unterschied zwischen dem Standort AP und den Standorten BL und TS mehr erkennbar.

2001 und 2002 lagen die C_{MIC} Werte auf den Standorten **BL** und **TS** um das 1,5 bis 3-fache über jenen von 1999. Auf beiden Standorten wurde eine höhere Aktivität in den Kompostparzellen (40 bzw. 80 t FM Kompost/ha) gegenüber der Kontrolle bzw. im Jahr 2001

auch gegenüber Biosol® gemessen. Auf Tonschiefer wirkte sich die Nachdüngung (BHM-Parzellen) noch im selben Jahr (2002) deutlich aus, auf Braunlehm nur auf der mit 60 t nachgedüngten Parzelle (BHM80). Im Folgejahr nach der Nachdüngung (2003) war der Unterschied zwischen den mit Kompost nachgedüngten und den nicht nachgedüngten Flächen noch ausgeprägter.

Auf **NP** sind die Ergebnisse für das Jahr 2000 und 2001 nicht einheitlich. Während 2000 die höchste Aktivität auf den Varianten NP-20 und NP-120 festgestellt wurde und jene in NP-80 deutlich niedriger ausfiel, zeigte sich 2001 und 2002 ein konsistenteres Bild mit den höchsten Werten auf NP-80 und NP-120. Im Jahr der Nachdüngung (2003) korrespondieren die SIR-Werte mit den steigenden Kompostgaben.

Die Untersuchung der 1999 auf **SH** (Schutthalde) aufgebrauchten Erden und Erd-Kompostmischungen zeigen deutlich den Effekt der Kompostbeigaben auf das mikrobielle Aktivitätspotenzial. Während die reine Erdprobe dem SIR von BL und TS entspricht steigert 50 % Kompost das Ergebnis auf 1267 C_{MIC} $\mu\text{g/g TS}$ und 75% Kompost auf 2460 C_{MIC} $\mu\text{g/g TS}$ (siehe auch Abbildung 7-6).

Zusammenfassend zeigt sich auf den Parzellen mit Kompostgaben über 40 t FM und noch ausgeprägter bei nachfolgender Pflegedüngung eine erhöhte Umsatzleistung und Bodenaktivität. Dies ist ein Indikator einer verbesserten Bodenfruchtbarkeit bzw. einer energieeffizienteren Umsatzleistung in den Parzellen mit Kompostdüngung.

4.1.6 Aggregatstabilität

Die **Aggregatstabilität** (Tabelle 7-21) wurde im ersten Folgejahr (1999) auf dem Standort BL bei den Düngungsstufen 0, BHM40 und BHM80 erhoben. Es zeigte sich mit 41,1 % (BL0) und 38,9 % (BHM80) einerseits ein für Grünland niedriger Wert andererseits auch kein Trend für eine Auswirkung der Kompostgabe (die höchste Aggregatstabilität hatte die mit 40 Tonnen Kompost gedüngte Parzelle, BHM40). Auch 2001 zeichnen sich bei den Untersuchungen auf allen 3 Standorten (BL, TS und NP) keine Unterschiede ab. Die Aggregatstabilität nahm im Lauf der Versuchsjahre ab und zeigte auch keine Reaktion auf unterschiedliche Nachdüngung. Das Ergebnis ist jedoch aufgrund der in diesem Tastversuch nicht durchgeführten Wiederholungen und der hohen Variabilität des Standortes zu relativieren. Andere Felduntersuchungen zeigen auf, dass es mehrere Jahre (>6 bis 10 Jahre) regelmäßiger Kompostanwendung bedarf, um Änderung bodenphysikalischer Eigenschaften feststellen zu können. Dann zeigt sich jedoch, dass einhergehend mit einer Anhebung des Humusgehaltes, eine regelmäßige Kompostanwendung einen positiven Einfluss auf die Aggregatbildung hat (Timmermann et al., 2003; Ebertseder & Gutser, 2003).

4.2 Versuch einer Nährstoffbilanzierung

Eine genaue Nährstoffbilanzierung für die einzelnen Düngungsvarianten erweist sich als schwierig. Saldiert man die Nährstoffgehalte der Parzellen des Jahres 2003 mit den Ausgangsgehalten und stellt das Ergebnis den berechneten Zufuhren über die Düngung und den Entzügen über das Erntegut gegenüber, ergibt sich ein inkonsistentes Bild. Gründe hierfür sind vor allem die mangelnde Homogenität der Parzellen, die damit verbundenen Probleme der Probenahme und die Tatsache, dass unter den gegebenen Bedingungen kein statistischer Exaktversuch mit Wiederholungen angelegt werden konnte.

Die absoluten Nährstoffmengen (Ausgangsgehalt im Boden, Düngung, Entzug, und Endgehalt) für N, P und K sind in Tabelle 7-11, Tabelle 7-12 und Tabelle 7-13 zusammengefasst.

4.2.1 Nährstoffentzüge mit der Ernte

Die über die Versuchsjahre 1999 bis 2003 kumulierten Entzüge durch das Erntegut (N, P, K, Ca, Mg, Na) sind in Abbildung 7-10 und Abbildung 7-11) dargestellt. Vor allem auf den Braunlehm-parzellen ist eine deutliche Abstufung der Nährstoffentzüge entsprechend der gedüngten Kompostmengen erkennbar. Dies gilt auch für den Standort Tonschiefer, wenn für die erosionsgeschädigte Parzelle TS HM80 das erste Jahr ein durchschnittlicher Wert (aus TS HM40 und TS BHM80) angenommen wird. Auf der Alten Planie ist der Düngungseffekt nicht eindeutig festzustellen, einzig die am stärksten gedüngte Parzelle AP BHM80 hebt sich im N-, P-, Ca-, Mg- und Na- Entzug von den anderen Parzellen ab.

Die Beobachtungen zu den Standorten BL und TS sind auch in Tabelle 4-5 zusammengefasst, in der die Nährstofffrachten aus Kompostdüngung und –nachdüngung den kumulierten Nährstoffentzügen gegenübergestellt sind.

Tabelle 4-5: Gegenüberstellung der Nährstofffrachten für BHM und HM bei Ausbringung von 20-40-80 t FM /ha und Biosol bei 750 und 1500 kg/ha incl. selektiver Nachdüngung mit den kumulierten Entzügen durch das Erntegut

Ausbringungsmenge in Nachdüngung	t FM	0	BHM-Kompost			HM-Kompost			Biosol	
			20	40	80	20	40	80	0,75	1,5
	t FM		20	40	60	0	0	0	0	0,75
N Summe Zufuhr		0	314	629	1089	189	378	756	49	146
N Entzug auf BL	kg/ha	20	46	63	122	20	27	101	---	39
N Entzug auf TS		---	76	88	125	35	63	30*	---	61
P Summe Zufuhr		0	71	143	254	29	58	117	2,4	23
P Entzug auf BL	kg/ha	1,4	3,8	6,1	12,8	1,5	2,3	8,4	---	2,9
P Entzug auf TS		---	5,8	7,4	12,3	2,2	4,8	2,7*	---	5,4
K Summe Zufuhr		0	182	364	667	115	229	458	9,9	30
K Entzug auf BL	kg/ha	16,7	34	59	115	15,4	27	85	---	36
K Entzug auf TS		---	63	79	115	29	60	31*	---	61

* Ertragsausfall im ersten Jahr

Tabelle 4-6 gibt eine Gegenüberstellung der Entzüge von N, P und K durch das Erntegut mit dem Saldo aus Kompostdüngung und Entzug. Es zeigen sich erwartungsgemäß auf allen Kompostparzellen Bilanzüberschüsse. Diese werden jedoch hinsichtlich ihrer Umweltrelevanz über die sehr niedrigen löslichen/verfügbaren Nährstoffgehalte auch zum Ende des Versuches relativiert (siehe 4.1.1 und Tabelle 7-16).

Tabelle 4-6: N_{ges} - P_{ges} – K_{ges} - Gegenüberstellung der Entzüge durch das Erntegut mit dem Saldo aus Kompostdüngung und Entzug [= netto Zufuhr]

N _{ges}	N _{ges}		P _{ges}		K _{ges}	
	Entzug (Ernte)	Saldo Düngung - Entzug = netto Zufuhr	Entzug (Ernte)	Saldo Düngung - Entzug = netto Zufuhr	Entzug (Ernte)	Saldo Düngung - Entzug = netto Zufuhr
Parzelle	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
AP-0	83	-83	7,5	-7,5	74	-74
AP-HM-15	130	12	12,1	10	124	-38
AP-HM-30	115	169	11,4	33	86	86
AP-HM-60	106	461	11,9	76	83	261
AP-BHM-15 +20	117	161	12,4	50	92	60
AP-BHM-30 +40	113	443	11,3	112	80	224
AP-BHM-60 +60	142	802	15,1	199	108	438
BL-0	20	-20	1,4	-1,4	17	-17
BL-HM-20	20	169	1,5	28	15	100
BL-HM-40	27	351	2,3	56	27	202
BL-HM-80	101	655	8,4	109	85	373
BL-BHM-20 +20	46	269	3,8	68	34	148
BL-BHM-40 +40	63	566	6,1	137	59	305
BL-BHM-80 +60	122	968	12,8	241	115	552
BL-HM20+BHM20	96	239	7,5	61	85	151
BL-BIOS 1,5+0,75	39	59	2,9	2	36	-16
TS-HM-20	35	154	2,2	27	28	87
TS -HM-40	63	315	4,8	53	60	169
TS -HM-80	29	727	2,7	114	31	427
TS -BHM-20 +20	76	239	5,8	66	63	119
TS -BHM-40 +40	88	541	7,4	136	79	285
TS -BHM-80 +60	125	965	12,3	242	115	552
TS -BIOS 1,5+0,75	61	37	5,4	-1	61	-42
NP-0	21	-21	1,3	-1,3	19	-19
NP-20 +20	15	277	1,0	64	13	149
NP-40 +40	24	559	1,7	130	19	306
NP-80 +60	190	848	14,9	218	155	436
NP-120 +80	61	1429	4,5	329	41	817
NP-BIOS 1,5+0,75	4	93	0,3	5	4	16

4.3 Ertrag

Zu den Erträgen ist generell zu sagen, dass aufgrund der in diesen Höhenlagen herrschenden klimatischen Verhältnisse Jahresschwankungen sehr hoch ausfallen können. Diese extremen Bedingungen sowie die auf diesen Standorten vorherrschenden kleinräumigen Bodenunterschiede überdecken daher z.T. den Düngungseffekt. Die entscheidenden Klimaparameter wie Niederschlag, Temperatur, Dauer der Schnee- bzw. Winterdecke sind im Anhang in Abbildung 7-1 bis Abbildung 7-5 sowie in Tabelle 7-1 und Tabelle 7-2 dargestellt.

Durch die mit der Präparierung verbundene Verdichtung der Schneedecke wird einerseits die Periode der Schneebedeckung verlängert, andererseits kann es kleinräumig durch unterschiedliche Schneeeauflagen zu unterschiedlichen Vegetationsverzögerungen (von wenigen Tagen bis Wochen) kommen. Die schwersten Beeinträchtigungen entstehen durch das Befahren der Pisten bei zu geringer Schneelage. Abscherungen durch Schikanten und Pistenraupen führen zu Verletzungen der Grasnarbe, die Ausgangspunkt von Erosionen sein können (so geschehen in den Parzellen des Standorts Neue Planie - Bildanhang).

Die Erträge der einzelnen Parzellen streuten über die Untersuchungsjahre in einem sehr weiten Bereich zwischen 0,2 und 24 dt TM/ha (siehe Tabelle 7-22, Tabelle 7-23 und Tabelle 7-24). In der Literatur findet man für Almen und Bergmähder durchschnittliche Erträge von 12 dt TM/ha (Buchgraber & Pflüger, 2002), für abgestockte Flächen 15 bis 20 dt TM/ha (Pötsch et al., 1998).

Aufsummiert und gemittelt über die Jahre verdeutlicht die Gegenüberstellung der Trockenmasseerträge der einzelnen Parzellen den Einfluss der einzelnen Düngungsstufen vor allem auf dem Standort Braunlehm. Neben der klaren Abstufung nach den Kompostmengen, die zu Beginn der Untersuchung ausgebracht wurden, ist auch die Wirksamkeit der Nachdüngung im Jahr 2002 deutlich ausgeprägt (siehe Abbildung 7-7 b). Das Ertragsniveau der Parzellen der Alten Planie liegt auf einem höheren Niveau, sodass der Einfluss der Düngung schwächer ausfällt oder tw. durch andere Einflüsse überlagert wird (siehe Abbildung 7-7 a). Auf dem Standort Tonschiefer (TS) ist auf den 2002 nachgedüngten Flächen ein eindeutiger Einfluss der Düngermenge zu erkennen (siehe Abbildung 7-7 c). Die Parzellen der Neuen Planie sind durch Abschwemmungen und nach mechanischer Beschädigung durch das Überfahren mit einer Pistenraupe nicht mehr einwandfrei vergleichbar (siehe Abbildung 7-7 d).

4.3.1 Die Erträge der einzelnen Standorte und Jahre

4.3.1.1 Alte Planie

Auf der bestehenden Weide erbrachte das **zweite Versuchsjahr (1999)** mehr als das 3-fache Ertragsniveau gegenüber dem Jahr der Kompostausbringung, 1988. Als Haupteinflussfaktor hierfür sind die Klimafaktoren anzunehmen. Die Trockenmasseerträge lagen 1999 zwischen 12,8 (BIOSOL/1500 kg) und 24,2 dt/ha (Kompost/30 t) (im Mittel 18,4 dt TM/ha) und sind mit Werten anderer Almen dieser Höhenstufe gut vergleichbar. Beide Biosol-Stufen blieben unter dem Ertragsniveau der Kontrolle (15,4 dt TM/ha). Aufgrund von Pistenbaumaßnahmen mussten die Biosolparzellen des Standortes Alte Planie aufgelassen werden. Im **dritten Versuchsjahr (2000)** betragen die Erträge im Durchschnitt nur mehr 60 % des Vorjahres, lagen aber immer noch ca. 20 % über jenen von 1998. Eine Ertragssteigerung mit steigenden Kompostgaben waren 1998 und 1999, jedoch nicht mehr im dritten Aufwuchs 2000 gegeben. Die extrem geringe Biomasseentwicklung **2001** zeigte nur auf den BHM-Kompostparzellen einen höheren Ertrag mit steigenden Kompostgaben (siehe Tabelle 7-22).

Im Nachdüngungsjahr **2002** lagen die Trockenmasseerträge zwischen 1,4 (HM-60) und 8,5 (BHM-60) dt/ha (im Mittel 4,8 dt TM/ha). Die Erträge waren im Vergleich zum Vorjahr wieder

höher und entsprachen in ihrer Größenordnung in etwa der Ausgangslage im Jahr 1998. Eine Ertragssteigerung mit steigenden Kompostgaben war nur auf den nachgedüngten Parzellen mit BHM angedeutet. Das darauffolgende Jahr (**2003**) bestätigte mit Ausnahme des Ertragsausfalles auf Parzelle AP-BHM-30 diese Tendenz. So wurde auf Parzelle AP-BHM-60 ein Ertrag von 11,3 dt TM/ha erreicht (siehe Abbildung 4-1).

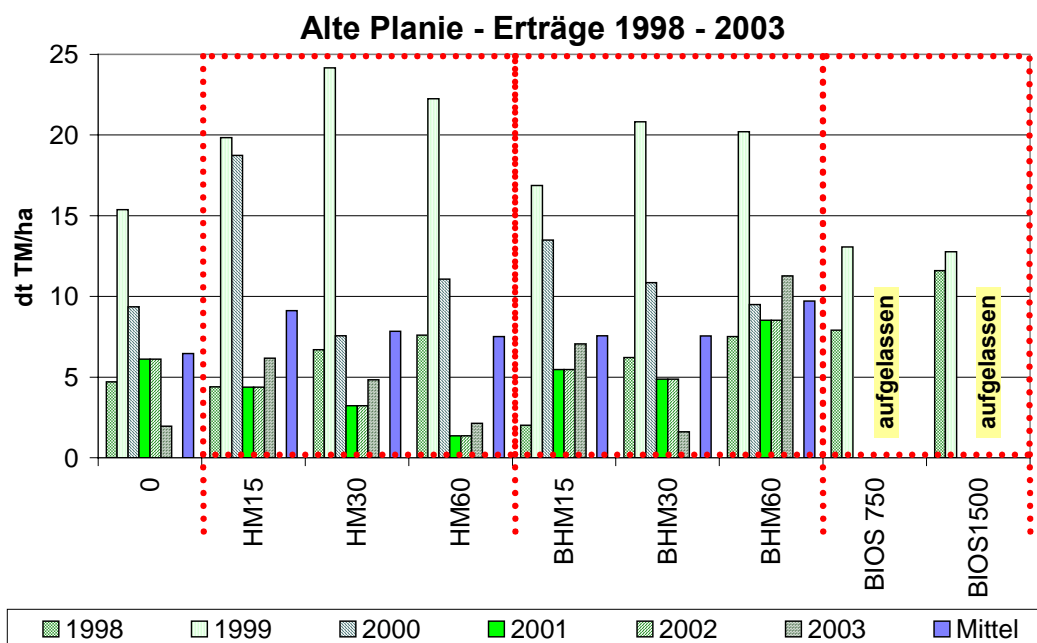


Abbildung 4-1: Trockenmasseerträge der Alten Planie über die Untersuchungsjahre 1998 – 2003 und im Mittel

Zusammenfassend muss gesagt werden, dass im Pflegedüngungsversuch auf AP die Kompostdüngung nur im jeweiligen Jahr der Kompostaufbringung und teilweise im ersten Folgejahr eine Ertragssteigerung bewirkte. In den weiteren Jahren überdeckten die Bodenunterschiede die nachlassende Düngewirkung

4.3.1.2 Neuanlagen 1998 – Braunlehm (BL) und Tonschiefer (TS)

Auf den 1998 neu angelegten Pisten wurden die erste Versuchsernte im ersten Folgejahr (**1999**) durchgeführt. Der Standort **Braunlehm** erbrachte die höchsten Erträge mit 15,7 bzw. 16,8 dt TM/ha auf den Parzellen mit 80 t Kompost/ha (siehe Abbildung 4-2). Damit zeigt sich eine deutliche Ertragswirkung der Kompostgaben. Die Biosol-Düngung erzielte lediglich 67 % (2,9 dt TM/ha) der niedrigsten Kompostvariante (20 t Kompost/ha; 4,3 dt TM/ha) (Tabelle 7-23). Aufgrund der uneinheitlichen Bodenverhältnisse und eines Erosionsschadens auf TS-HM80 waren die Erträge auf dem zweiten Standort (**Tonschiefer**) weniger konsistent. Aber auch hier erbrachte BHM80 den höchsten Ertrag (17,7 dt TM/ha; Abbildung 4-3).

Im zweiten Folgejahr (**2000**) zeigen sich die Kompoststeigerungsstufen sowohl auf **Braunlehm** als auch auf **Tonschiefer** in den Erträgen. Die höchsten Erträge erreichten Varianten mit 40 bzw. 80 t FM Kompost (12,1 – 16,7 dt TM/ha). Die 0- bzw. Biosol®-Parzellen lagen zwischen 3,6 und 8,6 dt TM/ha.

Die Erträge von **2001** waren auf Braunlehm in der Ertragswirkung wieder abgestuft unterscheidbar, dokumentierten in ihrer absoluten Höhe jedoch den unter Punkt 4.3.2 angesprochenen trockenheitsbedingten Ertragsseinbruch.

Nach der Nachdüngung der BHM-Parzellen und der Biosol-Variante im Jahr **2002** zeigten die BHM-Varianten wieder eine deutliche Abstufung nach der Aufbringungsmenge (siehe Abbildung 7-8 a). Die absoluten Erträge waren auch auf den nicht nachgedüngten Parzellen höher als im Vorjahr. Im Jahr **2003** war diese Abstufung vor allem auf den nachgedüngten (BHM), etwas abgeschwächt und auf niedrigerem Niveau auch auf den Parzellen ohne Nachdüngung (HM) weiterhin deutlich erkennbar.

Auffallend in den beiden Jahren nach der Nachdüngung war ein sehr dichter Bestand auf den nachgedüngten Parzellen (siehe Bildanhang; Weißkleebestand)

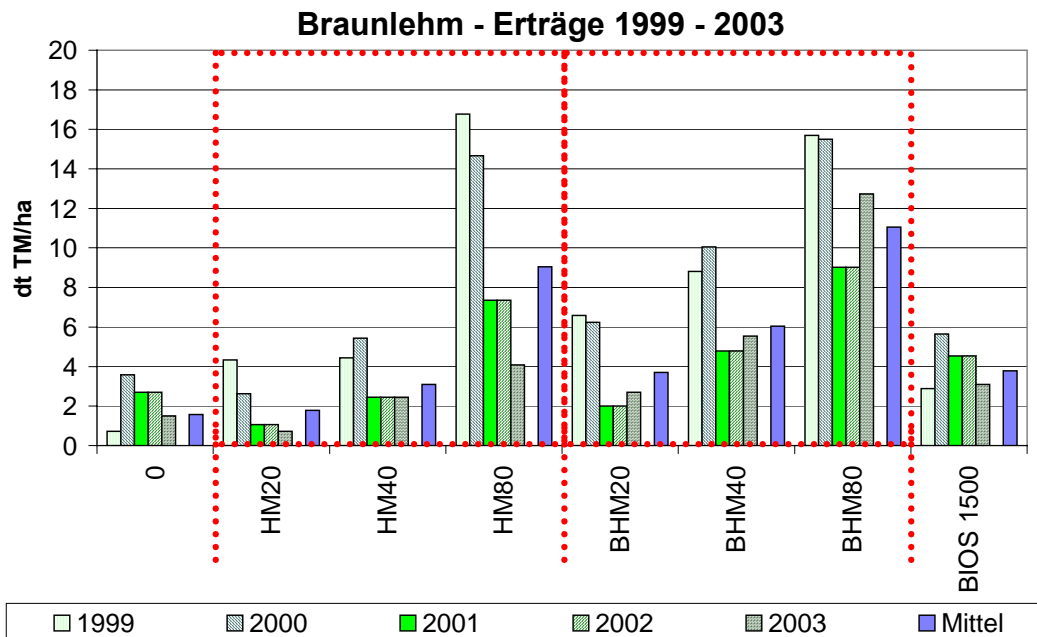


Abbildung 4-2: Trockenmasseerträge auf Braunlehm über die Untersuchungsjahre 1998/99 – 2003 und im Mittel

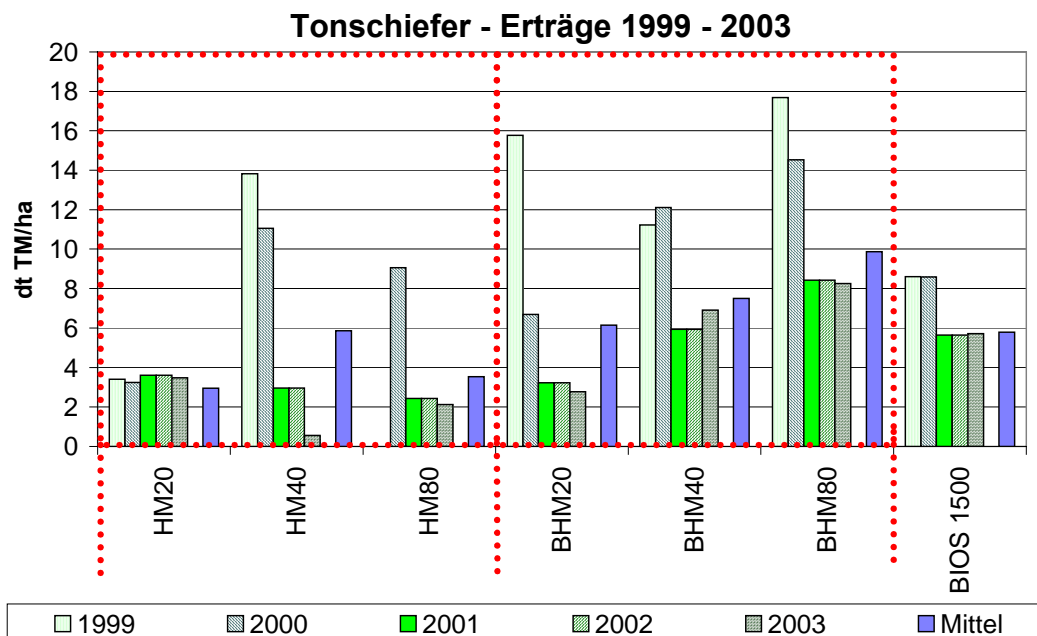


Abbildung 4-3: Trockenmasseerträge auf Tonschiefer über die Untersuchungsjahre 1998/99 – 2003 und im Mittel

4.3.1.3 Neue Planie (NP)

Auf dem 1999 oberhalb der Talstation auf 1550 Meter angelegten Versuch (**Neuen Planie**) überstieg der Ertrag der 80 t-Variante (NP80) mit 22,6 (2000), 12,8 (2001) und 10,5 (2002) dt TM/ha alle anderen ca. um das 5 bis 10-fache und liegt damit als einzige Variante in einer mit den anderen Standorten vergleichbaren Größenordnung (siehe Abbildung 4-4, Abbildung 7-7 d und Tabelle 7-24). Den niedrigsten Ertrag brachte die Biosol-Variante mit 0,2 (!) bis 0,9 dt TM/ha. Dies entspricht praktisch einem Ertragsausfall. Auch die höchste Düngungsstufe (NP 120 t/ha) wies 2000 bis 2002 TM-Erträge von nur 1,0 bis 3,4 dt/ha auf, zeigte jedoch eine deutlich höhere Bodendeckung. Erst die Nachdüngung 2003 brachte auf NP 120 einen deutlichen Anstieg der Biomasseproduktion auf 11,3 dt/ha. Somit zeigte sich erst in diesem letzten Jahr durch die Nachdüngung eine den Düngungsstufen entsprechende Differenzierung in den Erträgen. (siehe Abbildung 7-9 a)

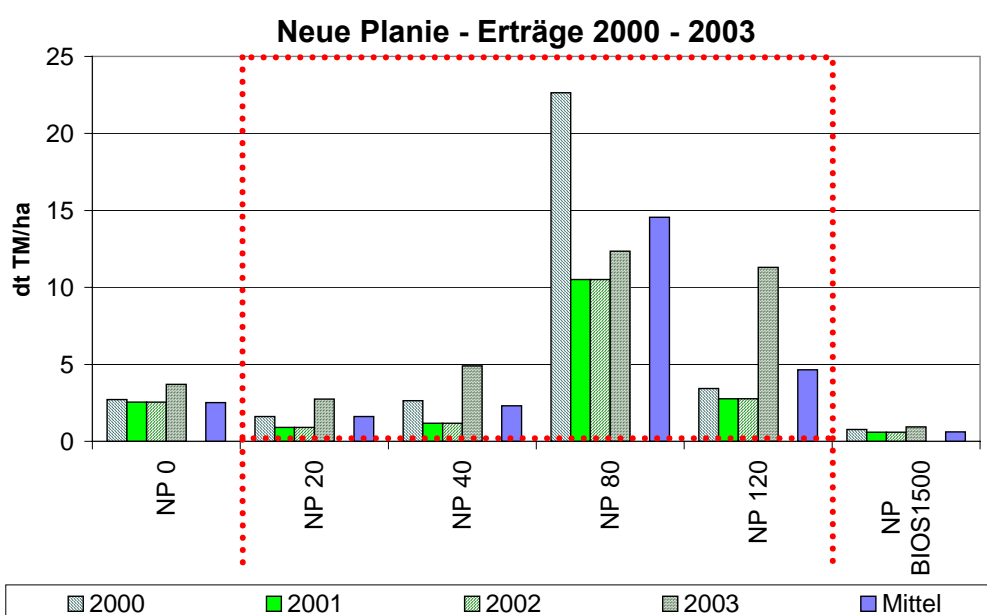


Abbildung 4-4: Trockenmasseerträge der Neuen Planie über die Untersuchungsjahre 2000 – 2003 und im Mittel

Die in den ersten 3 Jahren ca. um das 10-fache höheren Erträge von NP-80 konnten durch die Bodenanalysen nicht erklärt werden. Auffallend waren nur der höhere Gehalt an N_{min} im Ausgangsjahr und die höchste mikrobielle Aktivität auf dieser Parzelle in den Jahren 2001, 2002 und 2003 (siehe Tabelle 7-20) sowie ein nahezu geschlossener Bestand an Weißklee (siehe Bildanhang).

4.3.2 Zum Ertragseinbruch 2001

Im Jahr **2001** waren die **Erträge** auf sämtlichen Versuchspartzen so niedrig, was vom Standpunkt der Biomasseproduktion einem Ertragsausfall gleichkommt. Aufgrund der Tatsache, dass im Vergleich zwischen den einzelnen Versuchspartzen der Jahreseinfluss mit zunehmendem Abstand von der einmaligen Kompostgabe deutlich zunahm, ist davon auszugehen, dass das Klima der wesentlichste Einflussfaktor für die Ertragsbildung ist. Ein später Vegetationsbeginn (siehe Abbildung 7-2), gepaart mit Trockenperioden im Mai (siehe Abbildung 7-3 und Abbildung 7-5) überlagern bei der kurzen Vegetationsperiode zwischen Juni und August in diesen Höhenlagen den aktuellen Versorgungsgrad der Böden. Das Nachlassen der Nachwirkung der einmaligen Kompostdüngung im vierten Jahr wurde hierdurch noch

verstärkt. Aus diesem Grund wurde im Jahr 2002 auf den Standorten SH, AP, BL und TS sowie im Jahr 2003 auf dem Standort NP entgegen der ursprünglichen Versuchsplanung eine Nachdüngung (Erhaltungsdüngung) vorgenommen (siehe Punkt 3.2.3).

4.3.3 Zusammenfassung der Ertragsentwicklung

Zur Überprüfung der Ertragswirkung der unterschiedlichen Kompostgaben im Vergleich mit ungedüngten Parzellen und der traditionellen Biosol-Düngung wurden – mit Ausnahme des Standort *Schutthalde (SH)* die Parzellen jeweils einmal pro Vegetationsperiode Mitte bis Ende Juli mit der Motorsense abgemäht. Es zeigten sich deutliche Jahresschwankungen aufgrund der jeweiligen Niederschlagsverhältnisse. Die Biomasseentwicklung lag in den ersten beiden Jahren in den meisten Parzellen markant über den Erträgen der späteren Jahre. Auf dem Standort mit der besten Bodenhomogenität (*Braunlehm/BL*) spiegeln sich die steigenden Kompostgaben eindeutig sowohl vor als auch nach der Nachdüngung im 5. Jahr im Ertrag wider. In den weniger homogenen oder durch Erosionen geschädigten Standorten ist der Düngungseffekt nur in einzelnen Jahren bzw. auf einem Teil der Parzellen.

Die Nachdüngung bewirkt eindeutig eine Ertragsstabilisierung bzw. -steigerung und wirkt sich bereits im Jahr der Kompostaufbringung abgestuft nach den verabreichten Kompostmengen aus.

Die Erträge der Biosol-Parzellen pendeln zwischen jenen der ungedüngten (NP) und in manchen Jahren und Standorten der Kompostvarianten mit 20 bzw. 40 t FM im ersten Jahr. Im Vergleich der nachgedüngten Parzellen (Standorte *BL* und *TS*) entspricht die durchschnittliche Ertragsleistung nach Biosol-Düngung jener der Kompostvariante mit 20 t Kompost FM/ha zur Einsaat und im 5. Jahr.

Hieraus kann abgeleitet werden, dass für die Ertragsstabilisierung eine Kompostgabe zur Begrünung von ca. 60 bis maximal 80 t FM bei Bodenverhältnissen mit geringer Nährstoff und Humusausstattung sowie eine Nachdüngung im 3. bis 4. Folgejahr mit Kompostmengen von ca. 40 bis 60 t FM zu empfehlen ist.

Tabelle 4-7: Zusammenfassende Gegenüberstellung der durchschnittlichen TM-Erträge der Düngungsvarianten auf den vier Standorten

Standort:	AP		BL		TS		NP
Nachdüngung: ¹	-	+	-	+	-	+	+
Düngegabe ²	dt TM/ha						
[0]	6,5		1,6		---		2,5
[15/20] / ND: [20]	9,1	7,6	1,8	3,7	2,9	6,2	1,6
[30/40] / ND: [40]	7,8	7,5	3,1	6,0	5,9	7,5	2,3
[60/80] / ND: [60]	7,5	9,7	9,0	11,0	3,5	9,9	14,6
[120] / ND: [80]	---	---	---	---	---	---	4,6
[BIOS 1,5] / ND: [0,75]	---	---	---	3,8	---	5,8	0,6

¹ ... grau hinterlegte Felder: Diese Parzellen wurden im 5. Versuchsjahr nachgedüngt

² ... gedüngte Mengen an Kompost bzw. Biosol (t FM/ha); [Standort AP/Standorte BL,TS,NP]; 2003 nachgedüngte Parzellen ND: [20; 40; 60; 80; 0,75] (grau hinterlegt)... Aufbringungsmengen (t FM/ha) auf den nachgedüngten Parzellen

4.4 Futterqualität

Erhoben wurden die **Futterwertstoffe** Rohprotein, Rohfett, Rohfaser und Rohasche (Tabelle 7-25), die **Nähr- bzw. Mineralstoffgehalte** (Tabelle 7-27), die **Spurenelementkonzentration** (Tabelle 7-29) und der **Karotingehalt** (Tabelle 7-30) sowie **Verdaulichkeit** bzw. der **Energiegehalt der organischen Masse** (Tabelle 7-26) des Aufwuchses.

Die Trockensubstanz des analysierten Materials bewegt sich in einem Bereich zwischen 167 und 395 g/kg FM. Auf der Parzelle NP 80 waren im Mittel die niedrigsten Trockenmassegehalte aller Parzellen und Standorte feststellbar, einhergehend mit einem hohen Bruttoertrag. In der Gesamtheit aller Standorte und Düngungsvarianten betrachtet scheint bewirken steigende Kompostgaben und eine Nachdüngung tendenziell geringere Trockenmassegehalte.

Die Rohaschegehalte der Futterproben lagen zwischen 55 und 111 g/kg TM und sind im Mittel vergleichbar mit den Größenordnungen aus der Literatur (siehe Pötsch et al., 1998). Die Nachdüngung wirkte sich erhöhend auf die Rohaschegehalte aus (siehe Tabelle 7-25).

Der Rohfettgehalt des analysierten Futters bewegte sich in einem Bereich zwischen 12 und 31 g/kg und liegt im Mittel über alle Standorte im Bereich bekannter Werte aus der Literatur. Bezüglich der Düngungsintensitäten und des unmittelbaren Einflusses der Nachdüngung ergeben sich keine erkennbaren Auswirkungen auf den Rohfettgehalt. Das Futter des Standortes AP wies tendenziell höhere Werte auf als etwa der Aufwuchs der Standorte TS oder NP.

Rohprotein war in den analysierten Proben in Gehalten von 72 bis 237 g/kg enthalten (siehe Tabelle 7-28). Am Standort NP war im Jahr der Nachdüngung sehr deutlich eine der gedüngten Kompostmenge entsprechende Abstufung der Rohproteingehalte im Futter zu erkennen (siehe Abbildung 7-9 b). Im Ansatz könnte man ähnliches nur auf der Alten Planie erkennen, nicht aber auf den Standorten Tonschiefer und Braunlehm (siehe Abbildung 7-8 b). Gemittelt über die Untersuchungsjahre hatte das Futter der Parzelle NP-80 den auffallend höchsten Rohproteingehalt. Dies erklärt sich v.a. aus der dominanten Weißkleedeckung von bis zu 90 % der Fläche (siehe Bildanhang, Foto Parzellenernte!).

Nutzbares Rohprotein war in Gehalten von 93 bis 147 g/kg TM enthalten. Gemittelt über die Jahre fiel die Parzelle NP80 mit einem botanisch bedingten nutzbaren Gehalt an Rohprotein von 137 g/kg TM auf (Erklärung siehe *Rohprotein*). Buchgraber & Pflüger (2002) berichten von Gehalten um 110 g/kg TM im Futter von Almen und Bergmähdern.

Im Laufe der Untersuchungsjahre ergaben sich für die Ruminale N-Bilanz Werte von -6,4 bis +17,7. Die eindeutige Wirkung der Nachdüngung ist in Abbildung 7-8 c und Abbildung 7-9 c ersichtlich. Negative Werte traten lediglich bei den nicht nachgedüngten Parzellen auf.

Der Wertebereich der Rohfasergehalte der analysierten Proben bewegte sich zwischen 201 und 355 g/kg TM. Es lassen sich keine Tendenzen bezüglich Standorten und Düngungsstufen erkennen.

Die analysierten Futterproben wiesen Gehalte an N-freien Extraktstoffen zwischen 384 und 540 g/kg TM auf. Sie sind im Mittel etwas niedriger als die Gehalte, die Pötsch et al. (1998) fanden. Die Nachdüngung bewirkte auf den Standorten AP, BL, und NP eine eindeutige Verringerung der N-freien Extraktstoffe im Futter (siehe Abbildung 7-8 d und Abbildung 7-9 d).

Im Erntegut wies Energiegehalte zwischen 6,7 und 10,9 MJ/kg TM auf. Buchgraber & Pflüger (2002) fanden auf Almen und Bergmähdern Gehalte um 9 MJ ME/kg TM. Von den Unterschieden zwischen den einzelnen Varianten lassen sich keine Gesetzmäßigkeiten ableiten.

Der NEL-Gehalt der untersuchten Futterproben bewegte sich in den Untersuchungsjahren in einem Bereich zwischen 3,6 und 6,6 MJ NEL/kg. Der erzielte Energieertrag in GJ NEL/ha lag

zwischen 0,1 und 15,7 GJ NEL/ha (siehe Tabelle 7-26). Bezüglich der unterschiedlichen Standorte und Düngungsstufen sind auch beider NEL keine Trends bzw. Gesetzmäßigkeiten erkennbar.

In Tabelle 7-28 sind die über die Jahre gemittelten Werte der Energiedichte (Metabolische Energie bzw. Netto Energielaktation) und des Rohproteingehaltes der einzelnen Standorte den Daten aus der Literatur gegenübergestellt. Während der Trockenmasseertrag pro Hektar auf den Parzellen weit unter den zu erwartenden Werten für Almen, Bergmäher und abgestockten Flächen lag, bewegten sich die Energiedichte und der Gehalt an Rohprotein und nutzbarem Rohprotein eher über den Werten der Literatur. Durch die niedrigen Erträge ergibt sich allerdings ein vergleichsweise geringer Energieertrag pro Flächeneinheit von 2,4 – 4,2 GJ NEL/ha (Standortmittel) bzw. 0,3 – 8,3 GJ NEL/ha (Parzellenmittel). Vor allem der Rohproteingehalt spiegelt in einigen Varianten die Artenzusammensetzung (höhere Kleeanteil) und die Biomasseentwicklung wieder.

Die Kalziumgehalte der einzelnen Aufwüchse bewegten sich in einem Bereich zwischen 2,6 und 16 g/kg TM und liegen damit in einem üblichen. Auf Kalkstandorten bringen abgestockte Flächen und Weiden Kalziumgehalte zwischen 5 und 15 g/kg Futter-TM hervor, auf kristallinen Standorten Gehalte zwischen 3,1 und 7 g/kg Futter-TM (Pötsch et al., 1998). Ein direkter Einfluss der Düngung auf die Kalziumgehalte ist lediglich bei den Parzellen des Standortes Neue Planie im Jahr der Nachdüngung angedeutet, ansonsten ist der Düngungseffekt überlagert durch die unterschiedlichen Bodengehalte.

Phosphor war im Aufwuchs mit 0,9 bis 3,5 g/kg TM enthalten. In der Literatur wird von Phosphorgehalten zwischen 1,6 und 3,4 g/kg TM berichtet (Buchgraber & Pflüger, 2002; Pötsch et al., 1998). Das Futter von der Alten Planie weist tendenziell höhere P-Gehalte auf als jenes der übrigen Standorte. Auf den Standorten AP, TS und NP steigen die P-Gehalte im Futter mit steigenden Kompostgaben und in Verbindung mit der Nachdüngung (Tabelle 7-27).

Die Magnesiumgehalte der Futterproben lagen zwischen 1,1 bis 4,8 g/kg TM. Pötsch et al. (1998) fanden im Aufwuchs abgestockter Flächen und Weiden auf Kalkstandorten Magnesiumgehalte zwischen 2 und 6 g/kg TM, auf kristallinen Standorten Gehalte zwischen 1,5 und 3,2 g/kg TM. Es war keine Differenzierung nach Standorte und Düngungsstufen erkennbar.

Kalium fand sich im Aufwuchs der Parzellen mit 14,5 bis 29,5 g/kg TM Pötsch et al. (1998) fanden im Aufwuchs abgestockter Flächen und Weiden ähnlicher Höhenlage Kaliumgehalte zwischen 10 und 13 g/kg TM. Die über die Untersuchungsjahre gemittelten Kaliumgehalte zeigen bei allen Standorten den Einfluss der Düngung und Nachdüngung in der Tendenz an.

Die Natriumkonzentrationen im Futter bewegten sich zwischen 0,01 und 1,02 g/kg TM (Mittel 0,28 g/kg TM). Pötsch et al. (1998) fanden im Aufwuchs abgestockter Flächen und Weiden weit geringe Konzentrationen zwischen 0,07 und 0,18 g/kg TM. Das Futter der Neuen Planie weist tendenziell etwas höhere Na-Gehalte auf als jenes der übrigen Standorte. Auf den Standorten AP, BL und NP verhalten sich die über die Jahre gemittelten Na-Gehalte entsprechend der Intensität der Nachdüngung.

Die Gehalte an Eisen pendelten in einem sehr weiten Bereich von 83 bis 2000 mg/kg TM. Pötsch et al. (1998) fanden im Aufwuchs abgestockter Flächen und Weiden auf Kalkstandorten Eisengehalte zwischen 305 und 1160 mg/kg TM, auf kristallinen Standorten Gehalte zwischen 219 und 420 mg/kg TM. Im vorliegenden Versuch liegen die Eisengehalte im Futter der Neuen Planie mit durchschnittlich 831 mg/kg weit über denjenigen der Tonschieferparzellen (\varnothing 459 mg/kg) und der übrigen Standorte (\varnothing 256 bis 259 mg/kg). Auf Tonschiefer ist der Einfluss der Düngung und Nachdüngung am ausgeprägtesten.

Kupfer war in Konzentrationen zwischen 2,2 und 47 mg/kg TM enthalten. Pötsch et al. (1998) fanden im Aufwuchs abgestockter Flächen und Weiden auf Kalkstandorten Kupfergehalte

zwischen 6,9 und 11,8 mg/kg TM, auf kristallinen Standorten Gehalte zwischen 3,5 und 7,7 mg/kg TM. Aus Auswirkung der Kompostgaben war nicht erkennbar.

Zink fand sich in Gehalten von 18 bis 56 mg/kg TM, Pötsch et al. (1998) berichten von höheren Gehalten (81 bis 225 mg/kg). Auch bei den Zinkgehalten des Erntegutes sind bezüglich der unterschiedlichen Standorte und Düngungsstufen keine Trends bzw. Gesetzmäßigkeiten erkennbar.

Die Mangangehalte bewegten sich im Bereich von 45 bis 407 mg/kg TM. Im Aufwuchs abgestockter Flächen und Weiden auf Kalkstandorten fanden Pötsch et al. (1998) Mangangehalte zwischen 128 und 467 mg/kg TM, auf kristallinen Standorten Gehalte zwischen 273 und 770 mg/kg TM. Auffallend bezüglich der Mangangehalte sind deutlich höhere Mn-Gehalte auf dem Standort Neue Planie (zwischen 147 mg/kg NP-0 und 278 mg/kg (NP-Biosol)) und hier wiederum die deutliche Ausnahme der Parzelle NP-80 (mit 79 mg/kg). Aus den Bodengehalten lässt sich dies nicht erklären wohl aber aus der gänzlich anderen botanischen Zusammensetzung des Aufwuchses. Eine Abstufung entsprechend der Düngeintensität ist nur auf den Tonschieferparzellen erkennbar.

Bei der Untersuchung des Futters auf Karotin waren Einzelwerte von 17 bis 191mg/kg TM zu finden. Pötsch et al. (1998) berichten Karotingehalte zwischen 9 und 12 mg/kg TM, auf Weiden 13 und 21 mg/kg TM im Aufwuchs abgestockter Flächen ähnlicher Höhenlage. In der Ernte des Jahres 2000 waren generell niedrigere Karotingehalte feststellbar, 2001 erfolgte keine Bestimmung. Die deutliche Erhöhung der Karotinwerte des Aufwuchses 2002 waren auch auf den nicht nachgedüngten Parzellen beobachtbar, sodass der Effekt nicht eindeutig der Nachdüngung zugeschrieben werden kann. Eine Erhöhung der Karotinwerte auf den nachgedüngten gegenüber den nicht nachgedüngten Parzellen scheint auf den Standorten AP und BL angedeutet, dies aber auf Braunlehm unabhängig von der absoluten Düngermenge (siehe Abbildung 7-8 e)

Zusammenfassend wirkte sich die Kompostaufbringung über die Untersuchungsjahre vor allem nach erfolgter Nachdüngung im 5. Vegetationsjahr auf die Qualitätsparameter des Grünfutters aus. Die nachgedüngten Parzellen fallen durch einen deutlich erhöhten Trockensubstanzertrag und Rohproteingehalt, durch eine positivere ruminale N-Bilanz und durch einen geringeren Gehalt an N-freien Extraktstoffen auf. Die N-freien Extraktstoffe sind vor allem auf den nachgedüngten Parzellen der alten Planie deutlich niedriger als auf den Parzellen ohne neuerliche Kompostgabe. Ansonsten sind im vorliegenden Tastversuch keine Unterschiede in den Futterwertparametern zwischen den Varianten nachvollziehbar. Bei den Nähr- und Mineralstoffen wirkte sich die Kompostdüngung am deutlichsten auf den Gehalt an Phosphor, Eisen, Natrium und Mangan, abgeschwächt und zum Teil nur auf einzelnen Standorten bei Kalium und Kalzium aus. Der Karotingehalt im Futter war nur an zwei Standorten auf den Kompostparzellen erhöht, jedoch ohne Differenzierung zwischen den unterschiedlichen Kompostgaben.

Tabelle 4-8 fasst den Effekt der Kompostdüngung auf die Futterinhaltsstoffe zusammen.

Tabelle 4-8: Übersichtstabelle – Einfluss der Kompostdüngung auf Inhaltsstoffe im Erntegut

TS	RP	RA	RF	RFa
-	+	+	0	0
rN-Bil.	N-freie Extraktst.	Metab. Energie	NEL	NEL/ha
++	--	0	0	0
P	Ca	K	Na	Fe
++	+	+	++	+
Mg	Mn	Zn	Cu	Karotin
0	+	0	0	+

Legende: Durch Kompostgaben: - ... verringert; 0 ... keine Veränderung; + ... leichte Erhöhung oder nur auf einem Versuchstandort; ++ ... auf mehreren Standorten deutlich erhöht und z.T. auch nach Kompostgaben abgestuft

4.5 Pflanzensoziologische Bonitur des Aufwuchses

4.5.1 Grundsätzliche Anforderung an eine alpine Begrünung

Nach Krautzer (1996) ist die alpine Grasnarbe nach Neuansaat erst als stabil zu betrachten, wenn

- Boden- und Pflanzendecke den Standortverhältnissen entsprechend während mindestens fünf Jahren stabil sind,
- dieser stabile Zustand nicht (mehr) künstlich erhalten zu werden braucht,
- keine über das ursprüngliche Maß hinausgehende Erosion stattfindet und
- die Wiederansiedlung standortgerechter Pflanzen gewährleistet ist.

Weiters ist zu bedenken, dass eine dichte Grasnarbe, wie sie teilweise bei Begrünungen mittels Ansaat von Niedermischungen und begleitender Düngung rasch aufkommt, kein ausreichendes Stabilitätsmerkmal ist. Solche Begrünungen sind artenarm, weisen eine flaches Wurzelwerk auf, bieten nur kurzfristigen Erosionsschutz, bedürfen aber ständiger Pflege und behindern die Ansiedlung autochthoner Pflanzen.

4.5.2 Ergebnisdarstellung der pflanzensoziologischen Feldarbeiten

Sämtliche Vegetationsaufnahmen der Untersuchungsjahre wurden in einer pflanzensoziologischen Gesamttabelle zusammengefasst, welche vor allem einen Überblick über die standortbedingten Unterschiede der Vegetation gibt. Diese Gesamttabelle wurde zur leichteren Handhabung und Lesbarkeit in Jahrestabellen geteilt (Tabelle 7-38, Tabelle 7-39, Tabelle 7-40, Tabelle 7-41 und Tabelle 7-42), welche die Bonituren jeweils eines Jahres wiedergeben. So lassen sich die Alterung der Bestände und die Dynamik nach erfolgter Bestandsbegründung im Detail nachvollziehen. Bedeutende pflanzensoziologische Parameter wie Deckung des Vegetationsbestandes, Leguminosen-Gräser-Verhältnis und Artenzahlen sind der pflanzensoziologischen Gesamttabelle entnommen und in Tabelle 7-44, Tabelle 7-45 und Tabelle 7-46) aufgenommen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 4-5, Abbildung 4-6 und Abbildung 7-15 veranschaulicht.

Tabelle 7-43 dokumentiert die die Untersuchungsflächen umgebenden Vegetationsbestände auf der Garnitzenalm.

4.5.3 Beschreibung der pflanzensoziologischen Entwicklung

Die Auswertung der pflanzensoziologischen Gesamttabelle, die die floristische Zusammensetzung aller innerhalb des Kompostprojektes 1999 – 2003 untersuchten Versuchsflächen zusammenfasst, lässt folgende Zusammenhänge erkennen:

Die Unterschiede der Artenzusammensetzung sind primär von Bestandesalter und Standort abhängig.

In allen Beständen sind die Saatarten *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, *Lolium perenne* und *Festuca rubra* vorhanden. *Plheum pratense*, das sonst durchgehend auftritt, fehlt in den Versuchsflächen der „Neuen Planie“. Auch *Achillea millefolium* und *Agrostis tenuis* sind mit Ausnahmen stet in den Beständen vertreten, nur auf den Flächen der Schutthalde sind sie im Saatjahr nicht bis kaum vertreten.

Das genau entgegengesetzte Verhalten legen die Saatart *Anthyllis vulneraria* sowie *Chenopodium album* als Art der Hackunkrautfluren an den Tag: Sie sind nur auf der Schutthalde und dort nur im Saatjahr vertreten und fallen schon im zweiten Jahr aus.

Chenopodium album bleibt dabei ausschließlich auf Versuchsf lächen, auf denen mit Erde oder Erd-Kompostmischungen aufgebracht wurde, beschränkt. Dies deutet ebenso auf die „Einschleppung“ von Arten über herangeschafften Talboden („Talerde“) hin wie das ausschließliche Vorkommen von Acker(unkraut)- und Grünlandarten in diesen Flächen (Parzelle „E“: *Bromus mollis*, *Tanacetum sp.*, *Viola tricolor*, *Veronica arvensis*; „K:E 3:1“: *Veronica arvensis*, *Holcus lanatus*; „K:E 1:1“: *Plantago major*, *Bromus mollis*). Ähnliches gilt für die nur mit geringer Stetigkeit bzw. nur vereinzelt auftretenden Arten *Atriplex sp.* und *Silene vulgaris*. Auf Schutthalde treten im 2. Bestandsjahr die genannten Arten mit deutlich höheren Artenzahlen auf den Erdanteilen versehenen Teilflächen auf.

Poa annua, *Lolium multiflorum*, *Alchemilla vulgaris*, *Rumex alpinus* und *Deschampsia cespitosa* bleiben in ihrem Vorkommen auf die Versuchsf lächen der „Neuen Planie“ beschränkt. *Deschampsia cespitosa* war im Saatjahr noch nicht zu finden, auf Braunlehm und Tonschiefer beginnt sie erst im dritten Jahr einzuwandern. Während sich das Auftreten von *Lolium multiflorum* durch Aussaat, die zusätzlich zum Alpinsaatsgut erfolgt ist, erklären lässt, dürften *Rumex alpinus* und *Alchemilla vulgaris* im Ausgangssubstrat vorhanden gewesen sein und dementsprechend bald in den Beständen auftreten. *Poa annua* wird als Saatart des Alpinsaatsgutes angegeben.

Die am erfolgreichsten einwandernden Arten sind *Cerastium fontanum* und *Trifolium pratense*. Dabei ist das Hornkraut im Gegensatz zum Rot-Klee in der Lage, die Versuchsf lächen zumindest teilweise (Schutthalde) schon im ersten Jahr zu besiedeln.

Poa pratensis et alpina, *Festuca pratensis* und *Alopecurus pratensis* bilden jene Artengruppe, in der sowohl spät auflaufende Saatarten als auch langsam einwandernde Arten zusammengefasst sind. Die genannten Arten sind ausschließlich und stet auf Braunlehm- und Tonschieferstandorten ab dem dritten Bestandsjahr zu finden.

Potentilla erecta und *Carex pallescens* sind als Magerkeitszeiger (Arten der Nardo-Callunetea) Arten, die in Abhängigkeit zur Düngung bzw. zum Bestandsalter auftreten. *Potentilla erecta* ist im Vorkommen an Untersuchungsflächen mit geringem Nährstoffangebot gebunden: Vorkommen in Flächen mit Düngung HM40, BHM 20, Biosol (2. Jahr), Biosol (3. Jahr) bzw. in älteren Beständen, deren Nährstoffangebot rückläufig ist. Ab dem vierten Bestandsjahr wandern in die Versuchsf lächen auf Braunlehm mit *Geum montanum*, *Campanula barbata*, *Potentilla erecta et aurea* u. w. weitere Nardetalia-Arten ein und erreichen z.T. mittlere Stetigkeit. Weitere neu hinzu gekommene Arten, z.B. *Crepis aurea*, weisen den Standort Braunlehm als den für Besiedelung mit spontanen Arten günstigsten aus. Deutlich weniger Einwanderung ist auf Flächen des Tonschiefers und der Neuen Planie zu beobachten. Die Schutthalde wird mit Abstand am schlechtesten von lokalen Arten besiedelt.

4.5.4 Pflanzensoziologische Parameter

Unabhängig von der direkten floristischen Zusammensetzung stellen die Gesamtdeckung, das Leguminosen-Gräser-Verhältnis sowie die Artenzahl wichtige pflanzensoziologische Parameter dar, mittels derer die Rekultivierung charakterisiert werden kann. (Anmerkung zur Schutthalde: In die Mittelwertberechnungen wurden nur Parzellen miteinbezogen, auf denen 1999 Kompost ausgebracht wurde.)

4.5.4.1 Pflanzensoziologische Parameter und Düngung

Gesamtdeckung:

Die Bodendeckung bzw. Gesamtdeckung ist ein wesentliches Merkmal für die Beurteilung einer Grünfläche hinsichtlich Weidefähigkeit und Erosionsschutz. Flächen mit einer Bodendeckung unter 25 % können nach Köck et al. (1982) kaum noch ausreichend durch

Düngungsmaßnahmen regeneriert werden, sodass eine Neukultivierung unumgänglich wird. Krautzer (2001) empfiehlt bei Deckungsgraden unter 50 % im Jahr nach der Ansaat Nachbesserungsarbeiten bis hin zu einer zweiten Begrünung. Meist wird ein kleinflächiges Aufrauen des Bodens mit anschließender händischer Einsaat ausreichen. Die Zeit knapp nach der Schneeschmelze, in Hochlagen zwischen Mai und Juni, ist dafür ideal.

Köck et al. (1982) wiesen eindeutig nach, dass bei Unterlassung von Pflegemaßnahmen auf rekultivierten Flächen im Lauf der Jahre eine abnehmende Bodendeckung eintritt.

In Tabelle 7-44 sind die Gesamtdeckung, das mittlere Gräser / Leguminosen - Verhältnis und die mittlere Artenzahl in ihrer Entwicklung dargestellt.

Abbildung 4-5a zeigt die mittleren Gesamtdeckungen der Vegetationsbestände in Abhängigkeit zur Düngung. Dabei wurden die Gesamtdeckungen aller Untersuchungsjahre für jene Parzellen gemittelt, für die durchgehend Werte ermittelt werden konnten (Bei der mittleren Deckung wurden die Werte der Schutthalde nicht berücksichtigt, weil nicht für alle Düngungsvarianten Schutthalden Werte vorlagen und so die Vergleichbarkeit der Werte nicht gegeben gewesen wäre). Die mittleren Deckungen der Kompostparzellen (20 t FM, 40 t FM und 80 t FM) liegen mit 77,3 %, 79,3% bzw. 93,5% jeweils über den Werten von mit Biosol gedüngten (74,7%) und von ungedüngten (68%) Parzellen. Die Gesamtdeckungen im 5. bzw. 6. Untersuchungsjahr liegen auf den Parzellen mit den jeweils höchsten Kompostgaben (K100, HM 120, HM/BHM 80) bei rund 80, auf den Biosol-Parzellen durchschnittlich bei 70% und auf den Null-Parzellen durchschnittlich bei 60% (siehe Abbildung 4-6a).

Abbildung 4-6a zeigt auch die Entwicklung der Gesamtdeckung seit Begründung der Vegetationsbestände. Mit einer Ausnahme liegen im gesamten Untersuchungszeitraum die Deckungen der Kompostparzellen über denen der Biosol- und Null-Parzelle. Lediglich im Jahr 2003 erreicht die Biosol-Parzelle höhere Deckungen als die mit 20 t FM Kompost gedüngte. Damit kommt zum Ausdruck, dass die Kurven sowohl der Biosol- als auch der Null-Parzelle eine größere Steigung aufweisen als die Kurven der Kompost-Düngungen, die jedoch ihren Ausgang auf deutlich höherem Niveau nehmen - ein Ausweis guten Erosionsschutzes unmittelbar nach Bestandsbegründung.

Es ist hier auch deutlich der reduzierte Aufwuchs im Jahr 2001 nachzuvollziehen, eine Folge großer Trockenheit während der ersten Hälfte der Vegetationsperiode.

Auf der reinen „Schutthalde“, also ohne jegliche Bodenaufgabe hat sich die Begrünung innerhalb von 3 Monaten nach der Aussaat sehr zufriedenstellend entwickelt und wies vergleichsweise hohe Kleeanteile auf. Es traten aufgrund der nur sehr geringen Substrataufgabe im Laufe der Jahre zwar Trockenschäden auf, die Auflage war aber dennoch ausreichend, um die Vegetationsdecke zu erhalten. Im Mittel über die Jahre wurde eine Deckung von über 50 % bei einer Aufbringung von zumindest 100 t Kompost (= ca. 200 m³/ha) erreicht. Auf der Biosol-parzelle wurde hier nach anfänglich 15% bis 20 % erst nach der Nachdüngung 50 % Deckung erreicht.

Auf allen Standorten liegt die mittlere Deckung der Nullparzelle und die der Biosol-Parzelle unter der mittleren Deckung der mit 20 t FM Kompost gedüngten Parzellen. Eine Ausnahme bildet der Standort „Neue Planie“. Hier waren jedoch äußere Einflüsse (mechanische Störung durch die Befahrung mit Pistenraupen im zeitigen Frühjahr 2000 sowie Erosionserscheinungen durch Wasser, das von oben über die Versuchsfläche floss) ausschlaggebend (siehe Bildanhang).

Leguminosen-Gräser-Verhältnis

Tabelle 7-45 zeigt die Entwicklung vom Verhältnis *Leguminosen* : *Gräser* auf den einzelnen Standorten und Düngungsvarianten im Detail. Zusätzlich wurde versucht eine Tendenz dieses Verhältnisses für die einzelnen Varianten festzustellen.

Das mittlere Leguminosen-Gräser-Verhältnis (Abbildung 4-5b) der Kompostparzellen zeigt gegenüber Biosol und Null-Parzelle deutlich abweichende Werte. Auf allen Kompostparzellen liegt der Anteil der Leguminosen über dem der Gräser (Leguminosen-Gräser-Verhältnis von 1 : 0,7 (HM80) bis 1 : 0,9 (HM40)). Sowohl auf der Biosol- als auch auf der Null-Parzelle überwiegen hingegen die Gräser (Leguminosen-Gräser-Verhältnis 1 : 1,5 auf Biosol, 1 : 1,3 auf ungedüngter Parzelle). Damit ist die Leguminosen-fördernde Wirkung des Komposts belegt. Nach Skirde (1983) ist auf günstiger mit Nährstoffen versorgten extremen Neigungsflächen (in Tieflagen) eine Konzentration von Leguminosen zu beobachten, was sich bestandesstabilisierend hinsichtlich Deckungsgrad und Bodenverbesserung auswirkt.

Abbildung 4-6b lässt deutlich die Tendenz der Entwicklung aller Leguminosen-Gräser-Verhältnisse hin zu dem der Null-Parzelle (1 : 1,6) erkennen. Einerseits geht der Gräseranteil der anfangs stark von Gräsern bestimmten Vegetationsbestände (1 : 6,8) auf den Biosol-Parzellen zurück bis er im Untersuchungsjahr 2003 das Niveau der Nullparzelle erreicht, andererseits geht der überdurchschnittliche Leguminosenanteil der „jungen“ Kompostparzellen (1 : 0,6) allmählich zurück (1 : 1,1).

Artenzahlen

Die Entwicklung der Artenzahl ist für die einzelnen Varianten aus Tabelle 7-46 zu entnehmen. Die Artenzahl steigt tendenziell mit zunehmendem Alter der Bestände, was darauf hindeutet, dass der Ausfall annueller Arten durch das Einwandern lokaler Arten mehr als kompensiert wird. Das gilt insbesondere für den Standort Braunlehm (11 Arten im 1. Jahr, 18 Arten im 4. Jahr). Lediglich auf der Schutthalde ist verzögertes Einwandern zu beobachten.

Auch die mittlere Artenzahl trennt die Kompost-Parzellen von den übrigen Parzellen (siehe Abbildung 4-5c). Während die Artenzahlen der Kompostflächen bei rund 15 Arten je Parzelle liegen, sind die Werte der Biosol- und der Nullparzelle höher. Sie liegen bei 17 (Biosol) bzw. 18 (Null-Parzelle). Die höheren Artenzahlen der Parzellen mit geringerer Gesamtdeckung (Biosol, Nullparzelle) lassen sich auf den geringeren Konkurrenzdruck und höheren Anteil offenen und damit für einwandernde Arten besser keimfähigen Bodens zurückführen.

Auf allen Düngungsvarianten nimmt die Artenzahl seit der Rekultivierung der Untersuchungsflächen beständig zu (siehe Abbildung 4-6c). Die vergleichsweise geringen Werte der Parzellen mit höchsten Kompostgaben in den ersten Bestandsjahren nähern sich mit zunehmendem Alter den Werten der geringer deckenden Parzellen (20 t FM, Biosol, Null-Parzelle) an und zeigen damit gleiche Einwanderungseigenschaften aller Düngungsvarianten nach rd. 5 Jahren.

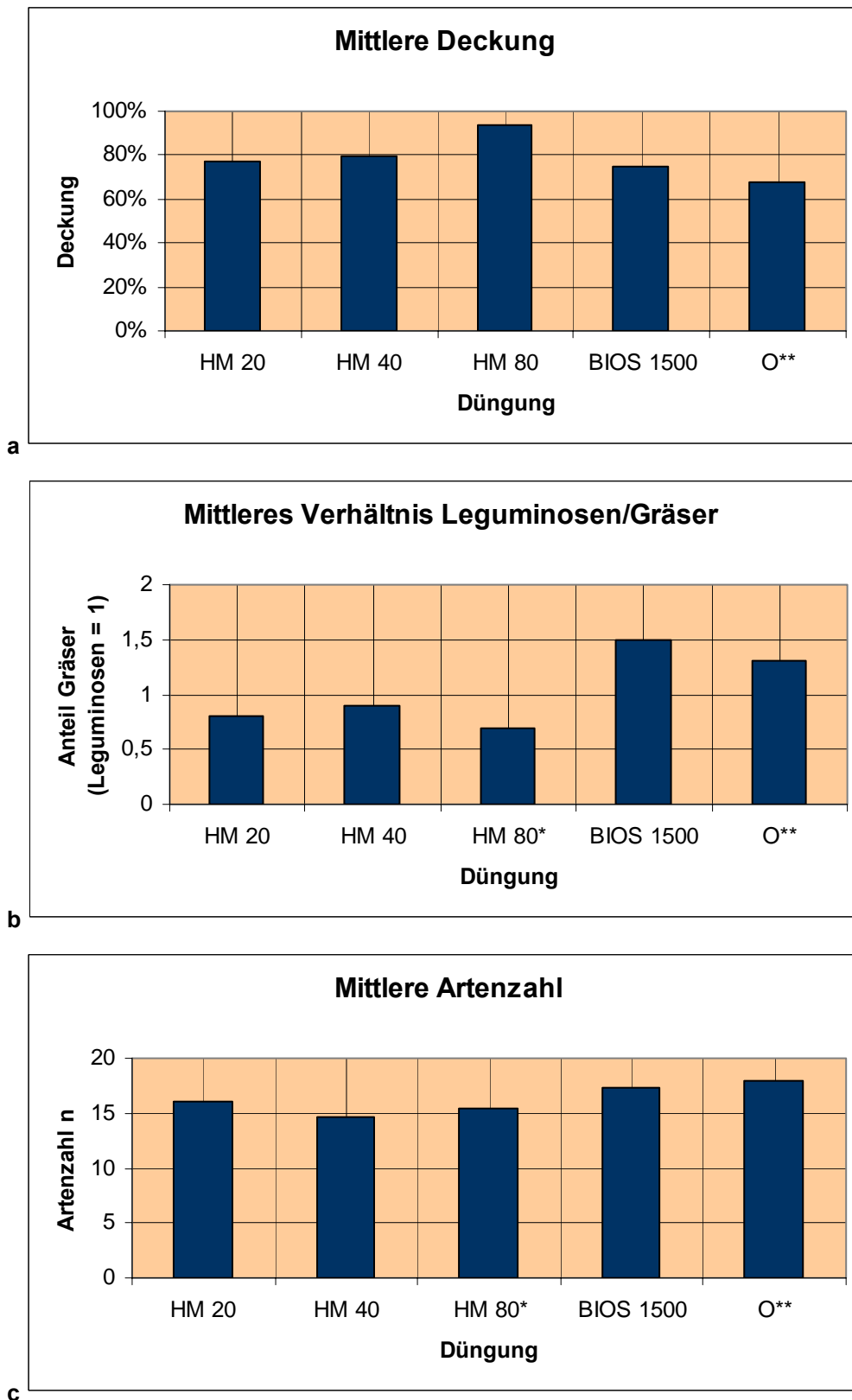


Abbildung 4-5: Pflanzensociologische Parameter in Abhängigkeit der Düngung: a) mittlerer Deckungsgrad; b) mittleres Leguminosen/Gräser-Verhältnis; c) mittlere Artenzahl

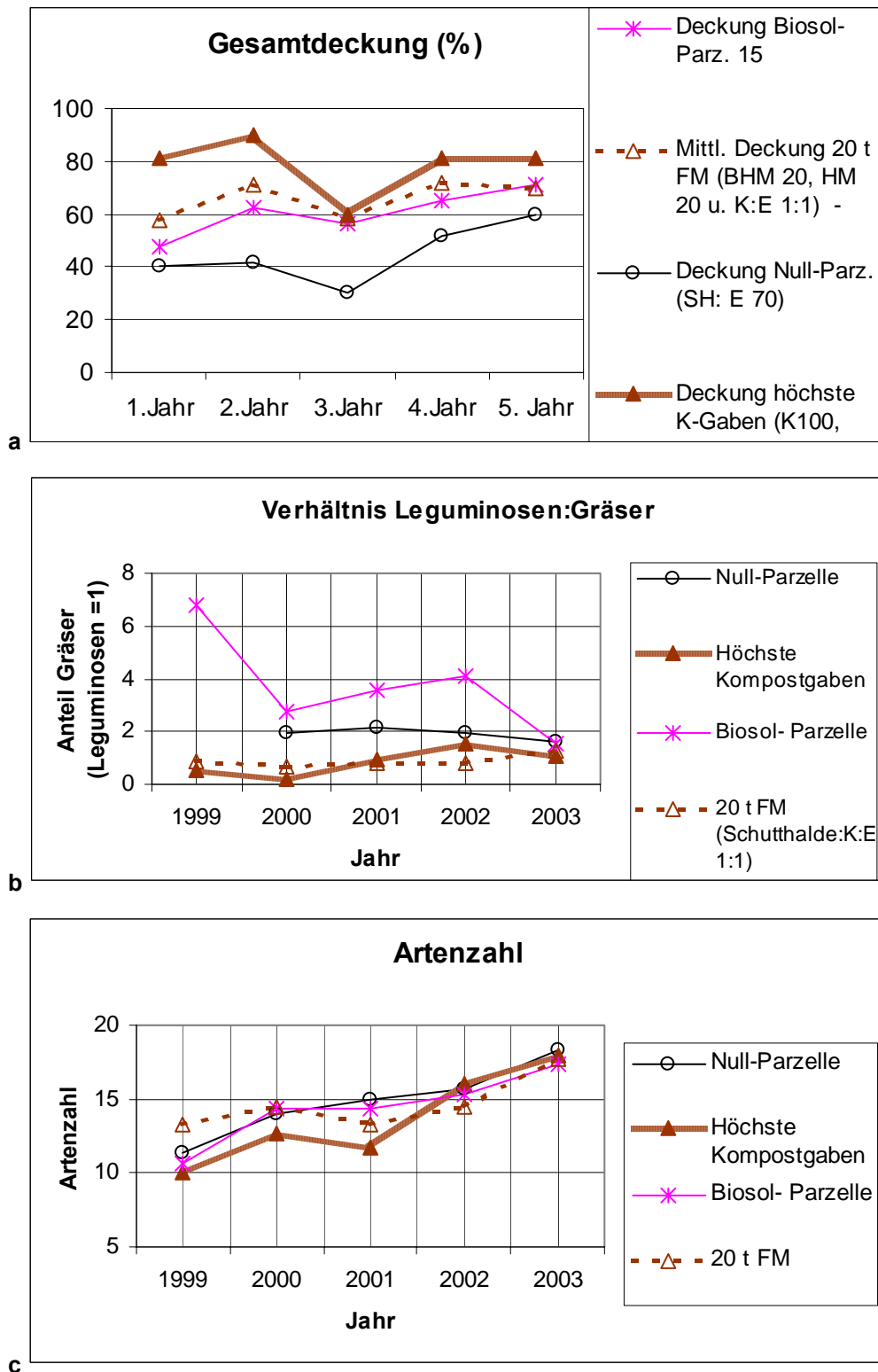


Abbildung 4-6: Zeitliche Entwicklung pflanzensoziologischer Parameter in Abhängigkeit der Düngung: a) Deckungsgrad; b) Leguminosen/Gräser-Verhältnis; c) Artenzahl

4.5.4.2 Pflanzensoziologische Parameter und Standorte

Abbildung 7-12 zeigt pflanzensoziologische Parameter in Abhängigkeit von verschiedenen Standorten. Für die Berechnung der mittleren Deckung (Abbildung 7-12a) wurden alle im Projektzeitraum erstellten Vegetationsaufnahmen eines Standortes herangezogen. Die mittleren Deckungen der Standorte Braunlehm, Tonschiefer und Neue Planie liegen bei rund 80 % (Braunlehm 86%, Tonschiefer 85%, Neue Planie 74%), die mittlere Deckung der Schutthalde liegt hingegen bei vergleichsweise geringen 39 % und bringt damit standortbedingt schlechte Wachstumsbedingungen – unausgeglichene Wasserhaushalt und schlechte Nährstoffverfügbarkeit - zum Ausdruck.

Auch das mittlere Leguminosen-Gräser-Verhältnis (siehe Abbildung 7-12b) spiegelt die extremen Standortbedingungen der Schutthalde wider: liegt auf den Standorten Braunlehm, Tonschiefer und Neue Planie ein nahezu ausgeglichener Anteil von Leguminosen und Gräsern vor, so bleiben die Leguminosen auf der Schutthalde deutlich hinter den Gräsern zurück (Verhältnis 1 : 3). Damit sind neben den oben genannten dominanten Standortfaktoren die schlechten Puffereigenschaften der Schutthalde angedeutet, die deren Leguminosen-Tauglichkeit deutlich einschränken.

Bei den mittleren Artenzahlen bleibt die Schutthalde deutlich hinter den anderen Standorten zurück: Auf Braunlehm sind durchschnittlich 17 Arten zu finden, auf Tonschiefer und der Neuen Planie jeweils 15 (siehe Abbildung 7-12c), auf der Schutthalde hingegen lediglich 10. Diese geringe Artenzahl ist neben den beschriebenen Standortbedingungen auf die geringe Einwanderung aus nahezu vegetationsfreien Flächen in unmittelbarer Umgebung der Untersuchungsstandorte auf Schutthalde zurückzuführen. Entsprechend zeigt Abbildung 7-13f für die Schutthalde stagnierende Artenzahlen, aber stetig steigende Artenzahlen über den gesamten Untersuchungszeitraum auf den Standorten Braunlehm, Tonschiefer und Neue Planie. Die steigenden Artenzahlen rühren vom Einwandern autochthoner Arten her und damit von der „Alterung“ der Bestände.

Den extremen Standortvoraussetzungen auf der Schutthalde entsprechend sind die Deckungen der Null-Parzelle (E 70) vergleichsweise niedrig (vgl. Abbildung 7-13b). Diese bleibt über den gesamten Untersuchungszeitraum unter 20% und zeigt kaum ansteigende Tendenz (mittlerer Deckung 12%, Deckung im Jahr 2003 15%), die Nullparzellen auf Braunlehm und Neuer Planie weisen nach nahezu ständigem Anstieg der Deckungen in den 6 Untersuchungsjahren wesentlich höhere Deckungen auf (Braunlehm: mittlere Deckung 74%, Deckung 2003: 80%, Neue Planie: mittlere Deckung 58%, Deckung 2003: 75%) Damit ist der Verlauf der natürlichen „Rekultivierung“ der Standorte ohne kulturtechnische Maßnahmen durch den Menschen nachgezeichnet.

Die Deckungen der Biosol-Parzellen (Abbildung 7-13c) zeigen über den gesamten Untersuchungszeitraum hohe Werte auf den Standorten Braunlehm und Tonschiefer (durchschnittlich werden in beiden Fällen rund 80% erreicht), etwas geringere, aber steigende Werte auf der Neuen Planie und geringe Deckungen auf der Schutthalde, die im letzten Jahr – bedingt durch Nachdüngung – sprunghaft ansteigen.

Die mittleren Deckungen der mit 20 t FM gedüngten Parzellen nehmen auf allen Standorten bei insgesamt leicht geringerem Niveau ähnlichen Verlauf wie die der Biosol-Parzellen. Lediglich die Deckungen auf der Schutthalde sind insgesamt deutlich höher als die der Biosol-Parzelle.

Die höchsten Kompostgaben bewirken auf den Standorten Tonschiefer, Braunlehm und Neue Planie über alle 6 Untersuchungsjahre hinweg Deckungen zwischen 90 und 100% (Abbildung 7-13e). Auf der Schutthalde werden anfangs über 60% Deckung erreicht, ab dem 2. Jahr nach Kompostausbringung nimmt die Deckung jedoch ab und pendelt sich im Jahr 2003 bei 50% ein.

4.5.4.3 Vergleich der Düngevarianten je Standort (vgl. Abbildung 7-14)

Schutthalde: Die höchsten Deckungen wiesen zunächst die Kompostparzellen auf (Deckung höchste Kompostgaben: 70% im zweiten Jahr, Deckung 20 t FM 60 % im dritten Jahr), die Deckungen gingen in den Folgejahren zurück (40%) sodass im letzten Untersuchungsjahr die nachgedüngte Biosol-Parzelle mit 50% Deckung den gleichen Wert wie die Parzellen mit höchsten Kompostgaben aufwies. Die Deckung der Null-Parzelle auf der Schutthalde blieb stets unter 20 Prozent.

Tonschiefer und Braunlehm: Sowohl auf Tonschiefer als auch auf Braunlehm liegt die mittlere Deckung der Biosol-Parzelle und der mit 20 t FM gedüngten Parzelle in vergleichbarer und für eine gelungene Rekultivierung ausreichender Höhe. Die Parzellen mit den höchsten Kompostgaben liegen noch über den Werten der vorgenannten Düngevarianten. Auf Braunlehm liegt die Deckung der Null-Parzelle im letzten Untersuchungsjahr mit 80% im Bereich der mittleren Deckungen der Parzellen mit den geringsten Kompostgaben.

Auf der Neuen Planie steigen die Deckungskurven beinahe aller Düngungsvarianten mit zunehmendem Alter an, nur die Parzelle mit den höchsten Kompostgaben zeigt schon von Beginn an das (hohe) Niveau der Folgejahre.

4.5.4.4 Einfluss der Nachdüngung

In Abbildung 7-15 werden Deckung, Leguminosen-Gräser-Verhältnis und Artenzahl der nachgedüngten Parzellen mit den Werten entsprechender Parzellen ohne Nachdüngung verglichen (Braunlehm nachgedüngt: BHM 20, BHM 40, BHM 80; nicht nachgedüngt: HM 20, HM 40, HM 80; Tonschiefer nachgedüngt: BHM 20, BHM 40, nicht nachgedüngt: HM 20 und HM 40; Schutthalde nachgedüngt: BHM 100, K 100b; nicht nachgedüngt HM 100, K 100a). Auf den Parzellen AP HM 30, BHM 30 sowie HM 60 und BHM 60 ist auf den Bildern im Anhang bei den nachgedüngten BHM-Parzellen eine deutlich höhere Weißkleedichte zu sehen, das selbe gilt auch für die Parzellen BL HM 20 und BHM 20. Beim Leguminosen-Gräser-Verhältnis und bei der Artenzahl ist bedingt durch Nachdüngung aber keine einheitliche Entwicklung festzustellen. Die Deckung der nachgedüngten Bestände erhöht sich jedoch auf allen Standorten signifikant. So steigt die Deckung auf Braunlehm auf den genannten Kompost-Parzellen infolge Nachdüngung von 80% auf 92%, auf Tonschiefer von 70% auf 83% und auf der Schutthalde von 59% auf 71%.

4.5.5 Vergleichsflächen des „natürlichen“ Standortes

In Tabelle 7-43 ist die Vegetation dokumentiert, die unmittelbar an die Untersuchungsflächen angrenzen bzw. auch in größerer Entfernung zu diesen liegen. Damit soll ein Überblick über die Vegetation gegeben werden, die die Grundlage für die natürliche Wiederbesiedelung der Untersuchungsflächen bilden.

Spalte A zeigt Bestände der alpinen Kalkmagerrasen (*Seslerion albicantis* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 26) mit einer mittleren Artenzahl von 25, in Spalte B sind silikatische Magerrasen (Borstgrasrasen) (*Nardion* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 26) an denen im Mittel 27 Arten beteiligt sind, abgebildet, in Spalte C und D sind Hochstaudenfluren und von Grünerlen bestimmte Fluren der *Adenostyletalia* Br.-Bl. 31 zusammengefasst (mittlere Artenzahlen von 31 bzw. 27).

Eine Zusammenschau mit den Vegetationstabellen der Untersuchungsflächen zeigt, dass der Großteil der auf den Standorten Braunlehm, Tonschiefer und Neue Planie eingewanderten Arten aus den Borstgrasrasen stammt, also derjenigen Gesellschaft, die vor der Anlage der Pisten auf den Flächen zu finden waren. Auf der Schutthalde geht bei den eingewanderten Arten der Anteil der Borstgrasrasenarten zurück, vereinzelt sind Arten der Kalkmagerrasen zu finden.

4.5.6 Zusammenfassung der pflanzensoziologischen Untersuchungen

Im Rahmen der pflanzensoziologischen Bonituren wurde über einen Zeitraum von fünf Jahren jährlich von allen Untersuchungsflächen die Vegetation mittels einer Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet dokumentiert. Damit wurden Aussagen zu Gesamtdeckung, Leguminosen-Gräser-Verhältnis und Artenzahl bzw. zur Entwicklung der genannten pflanzensoziologischen Parameter möglich.

Die Bonituren der Untersuchungsparzellen zeigen, dass mit Kompost gedüngte Rekultivierungen von Pistenplanien im Vergleich zu den mit Biosol gedüngten bzw. ungedüngten Teilflächen die höchsten Gesamtdeckungen der angesäten Vegetationsbestände aufweisen und damit die erfolgreichsten Wiederbegrünungen darstellen. Auffällig sind zudem die vergleichsweise hohen Deckungen unmittelbar nach Bestandsbegründung, die einen raschen Erosionsschutz zu gewährleisten in der Lage sind.

Die ausgebrachten Kompostmengen zeigen eindeutige Auswirkung auf die Vegetationsbedeckung der Versuchsflächen: Durchgängig liegen die Deckungen von Beständen mit Kompostgaben zwischen 80 und 120 t FM je Hektar über den Deckungen der Flächen, auf welchen 20 t FM Kompost je Hektar ausgebracht wurden. Mit zunehmendem Alter nähern sich die Deckungen der anderen Düngungsvarianten jenen der Kompostflächen an.

Auf allen Kompost-Parzellen sind Luftstickstoff bindende und damit standortverbessernde Leguminosen deutlich stärker am Bestandsaufbau beteiligt als auf ungedüngten bzw. mit Biosol gedüngten Parzellen. Biosol-Parzellen sind hingegen von Gräsern dominiert.

Hohe Leguminosen-Deckungen sind insbesondere auf Standorten mit gestörtem bzw. fehlendem Oberboden, wie sie Pistenplanien darstellen, eine wichtige Grundlage für die kontinuierliche Bereitstellung von „autochthonen“ Nährstoffen und damit für eine stabile Vegetationsdecke.

Der Leguminosen-Anteil auf Kompost-Parzellen gleicht sich mit zunehmendem Alter der Bestände jenem der ungedüngten Teilflächen an, liegt aber auch im 5. Bestandsjahr noch über dem der „Null-Parzellen“.

Die mittleren Artenzahlen sind auf Biosol-Parzellen und auf Null-Parzellen durchschnittlich höher als auf Kompost-Parzellen, weil hier infolge des schnellen Anwachsens der Ansaaten das Einwandern von autochthonen Arten verzögert wird. Vor allem auf Parzellen mit hohen Kompostgaben und dementsprechend hoher Deckung der Ansaaten, bewegen sich die Artenzahlen anfangs auf relativ geringem Niveau. Mit zunehmendem Alter erreichen alle Düngungsvarianten ähnliche Artenzahlen.

Von allen untersuchten Standorten unterscheidet sich in den Ergebnissen der pflanzensoziologischen Untersuchungen die Schutthalde deutlich von den übrigen Standorten (Braunlehm, Tonschiefer, Neue Planie). Sowohl Gesamtdeckung als auch Leguminosenanteil und Artenzahl sind durchgehend geringer. Nahezu fehlende Bodenentwicklung und das damit verbundene geringe Wasserhaltevermögen sowie schlechte Nährstoffverfügbarkeit machen die Schutthalde zu einem für Pflanzen schwer zu besiedelnden Standort. Kompost ist von allen untersuchten Bodenverbesserungsmaßnahmen am besten in der Lage, die negativen Eigenschaften des Rohbodens auszugleichen. Die Deckungen der Kompostparzellen erreichen durchschnittlich das 2- bis 3-fache der Werte von Biosol- bzw. Nullparzelle. Damit wird deutlich, dass Kompost im Rahmen von Rekultivierungen gestörter Oberböden nicht nur die Funktion der Nährstoffquelle übernimmt, sondern auch darüber hinausgehende Funktionen des A-Horizontes und einen wesentlichen Anteil an erneuter Bodenbildung hat.

5 Gesamtbeurteilung und Ausblick

Dank einem Versuchszeitraum über sechs Jahre können einige grundlegenden Aussagen über den erfolgreichen Einsatz von Kompost zur Schipistenrekultivierung getroffen werden.

- Die Tastversuche zeigen über eine Beobachtungszeit von 5 bzw. 6 Jahren, dass für eine erfolgreiche Rekultivierung von Schipisten-Neuanlagen in Abhängigkeit der vorhandenen Bodenauflage (Mächtigkeit, Skelettgehalt, Nähstoffausstattung) zur Einsaat Kompostmengen von 60 bis maximal 80 t FM/ha (ca. 60 – 120 m³) ausgebracht werden sollten.
- Unter extremen Bedingungen einer Schutthalde sind zur Initiierung der Bodenbildung Aufbringungsmengen von ca. 200 m³/ja erforderlich. Eine Aufbringung von Erden oder Kompost-Erdmischungen erwies sich als untauglich
- Kompostdüngung erwies sich sowohl zur Begrünung als auch in der Nachwirkung gegenüber Biosol® als deutlich überlegen. Im Jahr der Begrünung und im ersten Folgejahr bewirkte Kompost eine deutlich bessere Deckung als die ungedüngte und die Biosol-Variante. Die Rekultivierung mit Kompost ist daher eine erfolgreiche Maßnahme zur raschen Begrünung (Bestandesschluss) und Erosionsbekämpfung in Alpinen Höhenlagen.
- Nach ca. 4 Vegetationsperioden beginnt die Nachwirkung der Kompostdüngung nachzulassen und das Ertragsniveau wird von den Standort- und Klimaeinflüssen bestimmt. Es wird daher eine Nachdüngung im 4. Jahr (3. Folgejahr nach der Einsaat) mit Kompostgaben zwischen 40 und 60 t FM empfohlen. Die Nachdüngung bewirkte einen deutliche Ertragserhöhung in Abhängigkeit der Kompostgaben.
- Diese Kompostmengen führen zwar zu Nährstoffbilanz-Überschüssen. Die Zufuhr organischer und mineralischer Bodensubstanz, die untersuchten verfügbaren Nährstoffanteile und die geringe Stickstoffmobilisierung aus Kompost geben in der langjährigen Betrachtung jedoch keinen Anlass zu der Annahme, das dies zu einem effektiven Auswaschungsrisiko führen würde.
- Eine Verbesserung der Bodenqualität durch Kompostgaben wurde durch eine Erhöhung der Nährstoffausstattung der Böden v.a. aber durch die Erhöhung der Bodenaktivität gemessen an der mikrobiellen Biomasse (Indikator für die Biodiversität und Transformationsfunktion des Bodens) bestätigt.
- Keim- und Aufwuchsschäden wurden stellenweise durch die routinemäßig aufgebraachte Strohabdeckung bewirkt. Dies legt nahe, zumindest bei Hangneigungen < 30% auf die Strohabdeckung entweder zur Gänze zu verzichten, oder die Aufbringungsmenge von Stroh bei gleichmäßiger Verteilung zu reduzieren. Insbesondere kann dies bei Kompost gelten (Absiebung bei 20 – 30 mm), da dieser ausreichend Strukturmaterial beinhaltet, welches einen zusätzlichen Stabilisierungseffekt bewirkt.
- Tendenziell konnte in den ersten 4 Versuchsjahren durch die Kompostdüngung eine Förderung der eingesäten Kleearten sowie eine etwas geringere Artenzahl festgestellt werden. Das Einwandern autochtoner Arten wird auf kompostgedüngten Flächen durch den höheren Deckungsgrad, den hohen Kleeanteil und den höheren Konkurrenzdruck durch die eingesäten Arten verzögert.
- Die Kompostaufbringung bewirkt (vor allem nach erfolgter Nachdüngung) einen höheren Trockensubstanzertrag, Rohproteingehalt, eine positivere ruminale N-Bilanz und einen geringeren Gehalt an N-freien Extraktstoffen und damit eine Qualitätsverbesserung des

Grünfutters. Weiters werden höhere Gehalte an Phosphor, Eisen, Natrium und Mangan, abgeschwächt an Kalium und Kalzium, Karotin im Futter erzielt.

Damit kann die Rekultivierung und Pflegedüngung von hochalpinen Schipisten, die im Sommer als Schaf- und Rinderweiden nach den Erfordernissen den biologischen Landbaus bewirtschaftet werden, mit gut ausgereiften qualitätsgesicherten Biokompost als eine in jeder Hinsicht erfolgreiche Strategie bestätigt werden.

6 Literatur

- Amberger, A., 1983. Pflanzenernährung. Ökologische und physiologische Grundlagen. Dynamik und Stoffwechsel der Nährelemente. Stuttgart. Zit. nach Bauer, I. 1995b.
- Amlinger, F., Dreher, P., Peyr, S., 2003b. Kenntnisstand zur Frage des Stickstoffaustrags in Kompostdüngungssystemen, Hrsg.: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien
- Amlinger, F., Götz, B., Dreher, P., Geszti, J., Weissteiner, C., 2003a. Nitrogen in biowaste and yard waste compost: dynamics of mobilisation and availability – a review; In: A collection of application-related papers from the conference “Microbiology of Composting” Innsbruck, Austria, 18th October 2000, European Journal of Soil biology July-September 2003 Volume 39 – No 3, Elsevier.
- Amlinger, F., Götz, B. (Eds.), 1999. Stickstoff in Bioabfall- und Grünschnittkompost – Bewertung von Bindungsdynamik und Düngewert. Runder Tisch Kompost – RTK, UBA-BE-147, Wien.
- Amlinger, F., Stark, W., Weissteiner, C., 2000. Abschätzung der Verteilung von Schadstoffen in der Umwelt in Österreich bei verschiedenen Verwertungsmengen an organischen Materialien; Schriftenreihe des BMLFUW Band 18/2000; Hrsg.: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien
- Blechl, H., Hohensasser, U., Novak, S. u. Posch, H., 1993. Halten & Nachschau Halten. Zur Landschaftsökologie der alpinen Kulturlandschaft am Beispiel der Hohen Pressing. Forschungsstudie im Auftrag des BMfUF. Klagenfurt.
- BMLF, 1999. Richtlinien für die sachgerechte Düngung. Hrsg.: Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.
- BMLFUW, 2001. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft -BGBl. II Nr. 292/2001) Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt Wasserwirtschaft über Qualitätsanforderungen an Komposte aus Abfällen (Kompostverordnung) v. 14.08.2001
- Bohner, A., 1998a. Almwirtschaft und Gebirgsökosysteme. Dissertation an der Universität für Bodenkultur. Wien.
- Bohner, A., 1998b. Bodenversauerung im Gebirge – Ursachen und Konsequenzen für die Almbewirtschaftung. In: Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein (Hrsg.) 1998: Bericht über das 4. Alpenländische Expertenforum zum Thema Zeitgemäße Almbewirtschaftung sowie Bewertung von Almflächen und Waldweiden. Irdning.
- Braun-Blanquet, J., 1964. Pflanzensoziologie. Wien, New York.

- Buchgraber, K., Pflüger, G., 2002. Berechnung von Futtermittelbilanzen im Rahmen der Erstellung der Landwirtschaftlichen Gesamtrechnung. Abschlussbericht TAPAS-AKTION, 83 S. Cit. in: Buchgraber, K., 2002. Bewertung der Grundfutterqualitäten in Österreich, 8. Alpenländisches Expertenforum, 9. -10. April 2002, BAL Gumpenstein
- Eberherr, J., 1993. Das Pferchen. Beschreibung einer Kultivierungs- und Verbesserungsmethode von Alpweiden am Beispiel der Alp Egg im Calfeisental/Schweiz. In: Schriften der Landschaft. Hrsg: Cooperative Landschaft. Wien.
- Ebertseder, T., Gutser, R., 2003. Effect of long-term compost application on physical properties of loamy soils. In: Amlinger, F., Nortcliff, S., Weinfurter, K., Dreher, P. Applying Compost – Benefits and Needs, Proc. of a seminar 22 – 23 November 2001, Brussels, Vienna
- EU, 1991. EU Verordnung 2092/91 EWG über den ökologischen Landbau
- Haag, M., 1994. Grünlandvegetation als Indiz unterschiedlicher Wirtschaftsweisen. Untersucht an Wiesen und Weiden von Grünlandbetrieben in der Gemeinde Landl im Zusammenhang mit der Gründung eines Biovereins im Ennstal. In: Cooperative Landschaft Nr. 3 (S. 1-106). Wien.
- Klapp, E., v. Boberfeld, W.O., 1990. Taschenbuch der Gräser. Berlin, Hamburg.
- Köck, L., 1975. Pflanzenbestände von Skipisten in Beziehung zu Einsaat und Kontaktvegetation, Rasen-Turf-Gazon 3/75. pp 102 - 106
- Köck, L., Holaus, K., Walch, A., 1982. Einfluss von Agrosil auf Pflanzenbestand und Bodeneigenschaften von Schipisten. Zeitschrift für Vegetationstechnik 5 (1982) Juli – September
- Krautzer, B., 1996. Strategien zur Schaffung und Erhaltung einer stabilen Grasnarbe in alpinen Lagen; in: Alpenländisches Expertenforum „Erhaltung und Förderung der Grasnarbe“ BAL Gumpenstein, 5. - 6. September 1996
- Krautzer, B., Wittmann, H., Florineth, F., 2000. Richtlinie für eine standortgerechte Begrünung – ein Regelwerk im Interesse der Natur, Hrsg.: Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau (ÖAG), Arbeitskreis standortgerechte Begrünungen. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 Irdning
- Krautzer, B., 2001. Rekultivierung und Begrünung in Hochlagen. Tagung für die Jägerschaft, 13. und 14. Februar 2001. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 Irdning
- Lichtenegger, E., 1963. Die natürlichen Voraussetzungen und deren Berücksichtigung für eine erfolgreiche Weidewirtschaft im Kärntner Becken. Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien. Wien.
- Lichtenegger, E., 1994. Hochlagenbegrünung unter besonderer Berücksichtigung der Berasung und Pflege von Schipisten. Klagenfurt.

- Naschberger, S., Köck, L., 1983. Erfahrungen über die Wirkung von Biosol bei der Begrünung von Schipisten; in: Zeitschrift für Vegetationstechnik 6 (1983) Januar - März
- Oberdorfer, E., 1990. Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Stuttgart.
- Oberdorfer, E., 1993. Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I-III. Jena.
- Ortner, G., 1988. Zur Ökologie subalpiner Standorte. Auswirkungen von Almdüngungen auf den Nährstoffhaushalt und den Pflanzenbestand subalpiner Nardeten. Dissertation an der Universität für Bodenkultur. Wien.
- Pötsch, E.M., Bergler, F., Buchgraber, K. 1998. Ertrag und Futterqualität von Alm- und Waldweiden als Grundlage für die Durchführung von Wald-Weide-Trennverfahren - Bewertungsmodelle. In: Bericht über das 4. Alpenländische Expertenforum zum Thema Zeitgemäße Almbewirtschaftung sowie Bewertung von Almflächen und Waldweiden. Hrsg.: Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft, Gumpenstein
- Rothmaler, W., 1991. Exkursionsflora: Atlas der Gefäßpflanzen. Berlin.
- Schauer, T., 1988. Zur Problematik der Schipistenbegrünung; in: Rasen-Turf-Gazon 1/1988
- Skirde, W., 1983. Wirkung und Nachwirkung von Regenerationsdüngung auf einer extremen Neigungsfläche; in : Zeitschrift für Vegetationstechnik 6 (1983) April-Juni
- Stöppler-Zimmer, H., Gottschall, R., Gallenkemper, B., (HRSG) 1993. Anforderungen an Qualität und Anwendung von Bio- und Grünkomposten: Studie im BMFT-Verbundvorhaben "Neue Techniken der Kompostierung". Schriftenreihe des Arbeitskreises für die Nutzbarmachung von Siedlungsabfällen (ANS) e.V.:25
- Tilley, J.M.A, Terry, R.A.,1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18, 104 – 111.
- Timmermann, F., Kluge, R., Bolduan, R., Mokry, M., Janning, S., Grosskopf, W., Schreiber, A., Ziegler, W., Koscielniak, N., 2003. Nachhaltige Kompostverwertung in der Landwirtschaft, DBU-Abschlussbericht zum Verbundforschungsprojekt Praxisbezogene Anwendungsrichtlinien sowie Vermarktungskonzepte für den nachhaltigen Einsatz von gütegesicherten Komposten im landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Hrsg: Gütegemeinschaft Kompost Region Süd e.V., Leonberg
- Wilmanns, O., 1989. Ökologische Pflanzensoziologie. UTB Wissenschaft. Quelle & Meyer. Wiesbaden.

7 Anhang – Tabellen und Grafiken

Klimadaten

Tabelle 7-1: Anzahl der Tage mit einer Tagesmitteltemperatur über 10°C Nassfeld (1530 m) 1998 bis 2003

	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Jahressumme
1998	0	0	2	20	27	26	8	0	83
1999	0	0	12	21	29	29	21	1	113
2000	0	3	13	23	19	28	12	2	100
2001	0	0	9	13	28	29	0	8	87
2002	0	0	5	22	28	29	10	0	94
2003	0	0	16	30	28	30	8	1	113
Mittel 98-03	0	1	10	22	27	29	10	2	98

Tabelle 7-2: Schneebedeckung und Winterdecke Nassfeld (1530 m) 1991 bis 2003

	Schneebedeckung			Winterdecke		
	Anfang	Ende	Tage	Anfang	Ende	Tage
1991/92	19.10.	15.05.	209	19.10.	15.05.	209
1992/93	19.10.	16.04.	153	04.12.	19.03.	106
1993/94	22.10.	29.04.	190	22.10.	29.04.	190
1994/95	05.10.	21.05.	168	07.12.	20.04.	135
1995/96	18.11.	22.04.	156	18.11.	22.04.	156
1996/97	03.10.	11.05.	152	15.11.	04.04.	141
1997/98	31.10.	05.04.	146	14.11.	05.04.	95
1998/99	21.12.	03.05.	134	21.12.	03.05.	123
1999/00	05.10.	12.04.	157	11.11.	12.04.	103
2000/01	07.10.	03.05.	153	16.12.	03.05.	123
2001/02	10.11.	29.04.	157	10.11.	22.03.	81
2002/03	23.11.	26.04.	155	03.12.	29.03.	88
Mittel			161			146

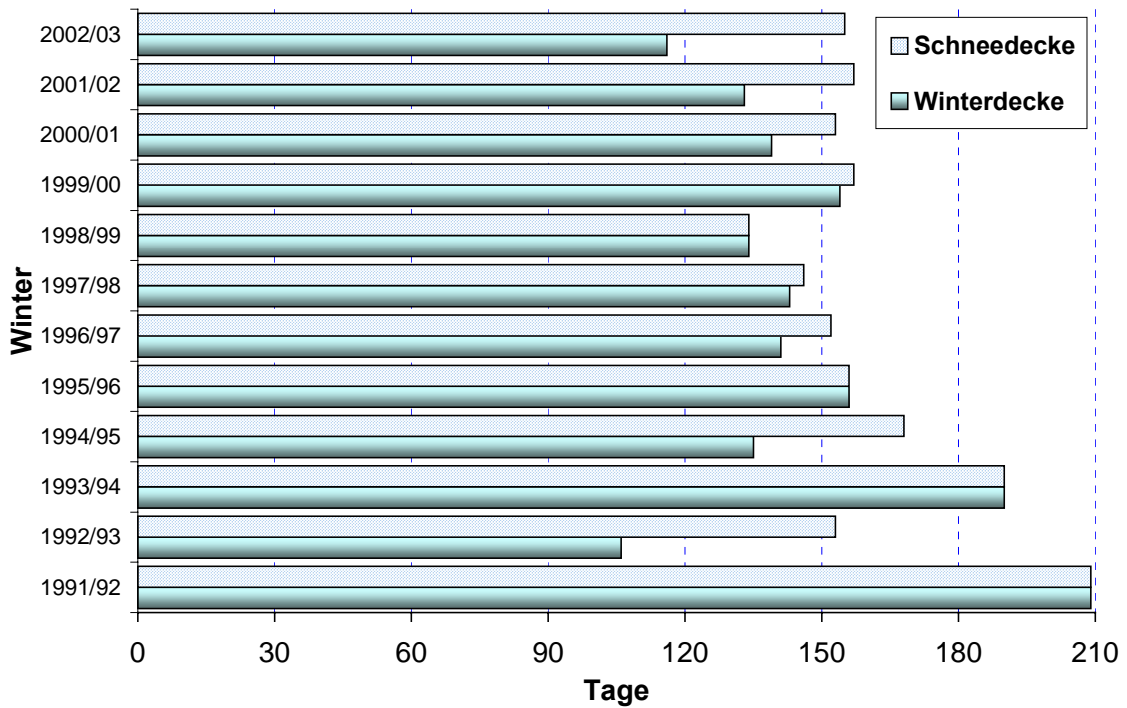


Abbildung 7-1: Dauer der Schnee- bzw. Winterdecke (Wetterstation Nassfeld, 1530 m ü. A.)

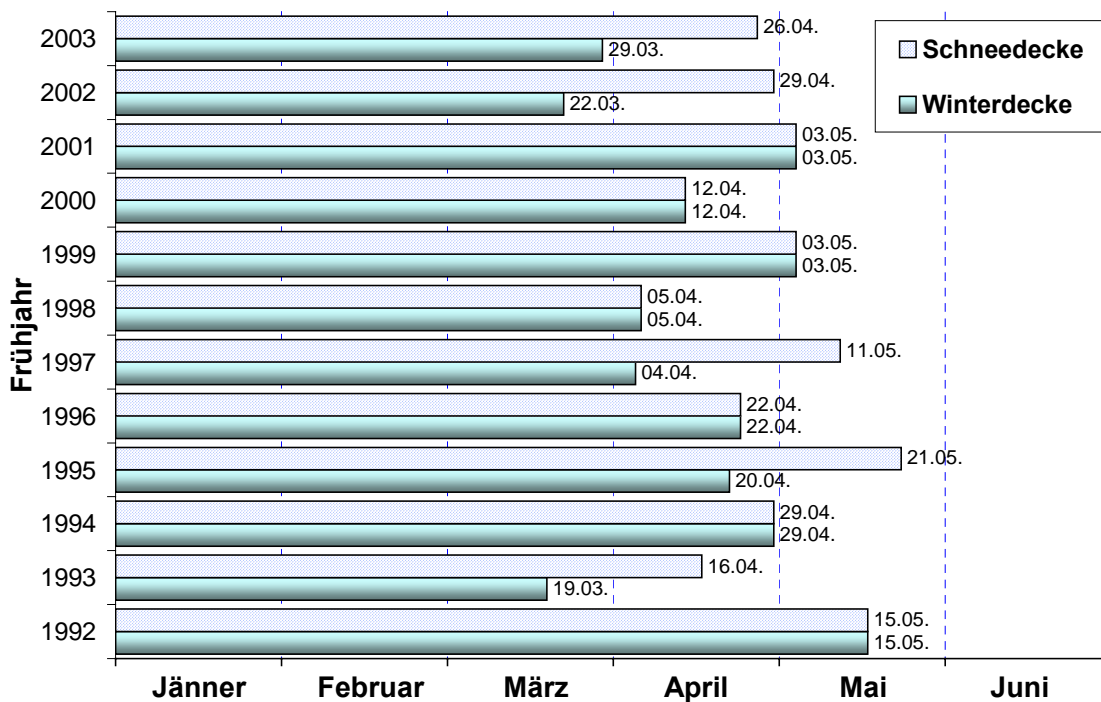


Abbildung 7-2: Ende der Schnee- bzw. Winterdecke (Wetterstation Nassfeld, 1530 m ü. A.)

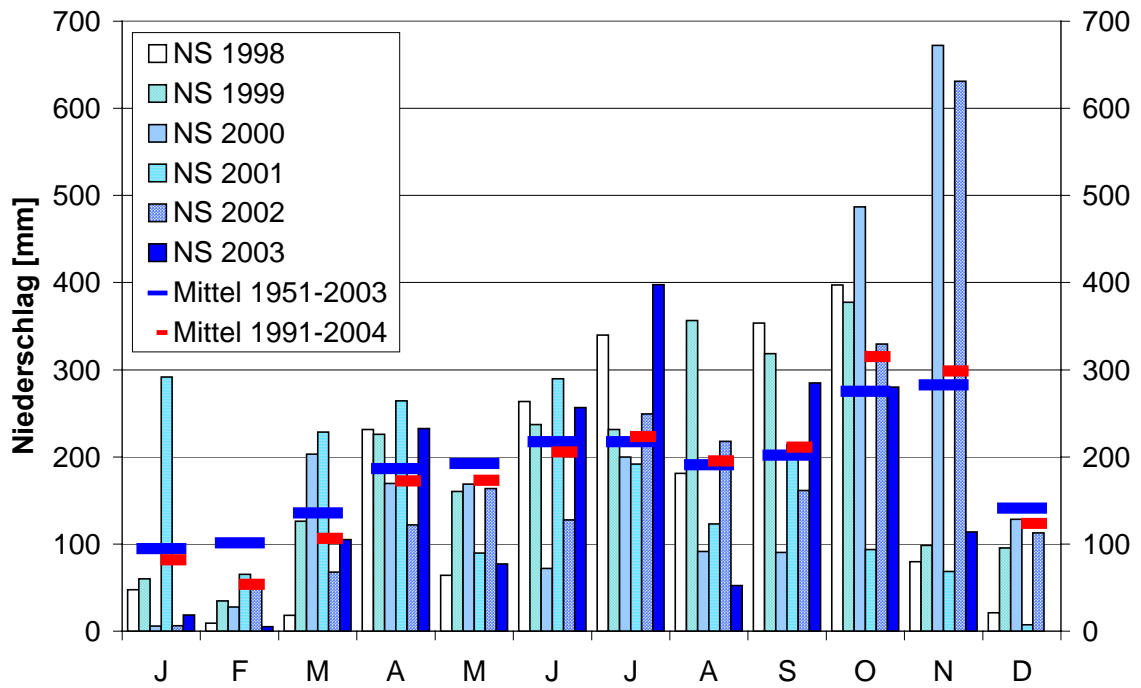


Abbildung 7-3: Niederschlag - Monatssummen der Jahre 1998 bis 2003 sowie langjährige Mittelwerte (Wetterstation Nassfeld, 1530 m ü. A.)

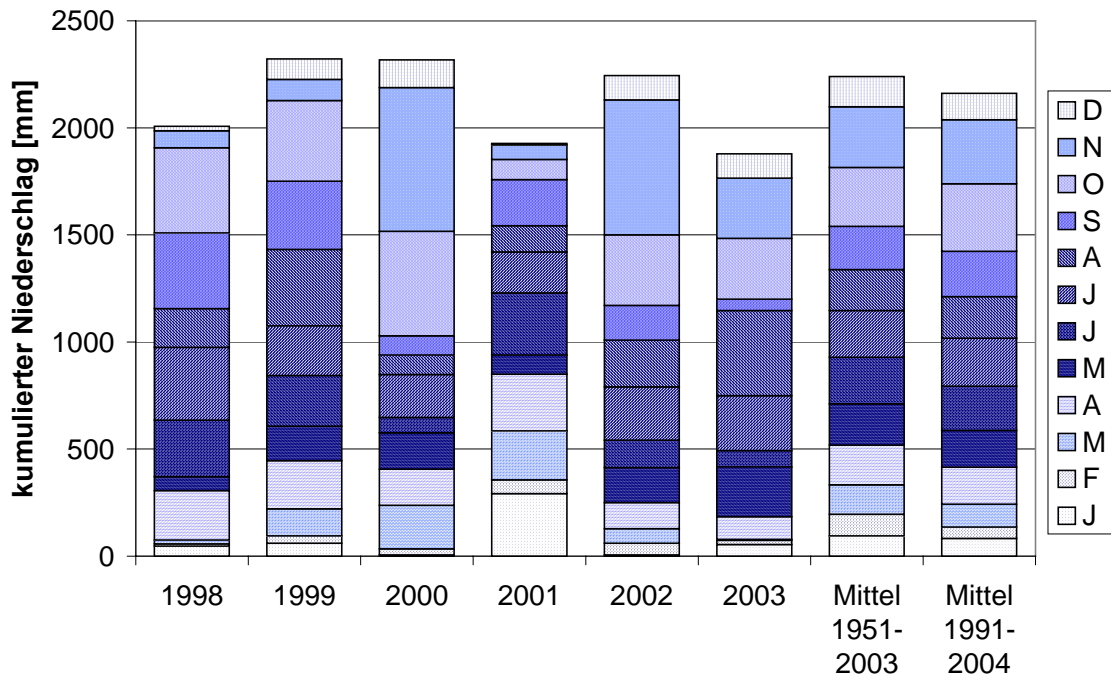


Abbildung 7-4: Niederschlag - kumulierte Monatssummen der Jahre 1998 bis 2003 sowie langjährige Mittelwerte (Wetterstation Nassfeld, 1530 m ü. A.)

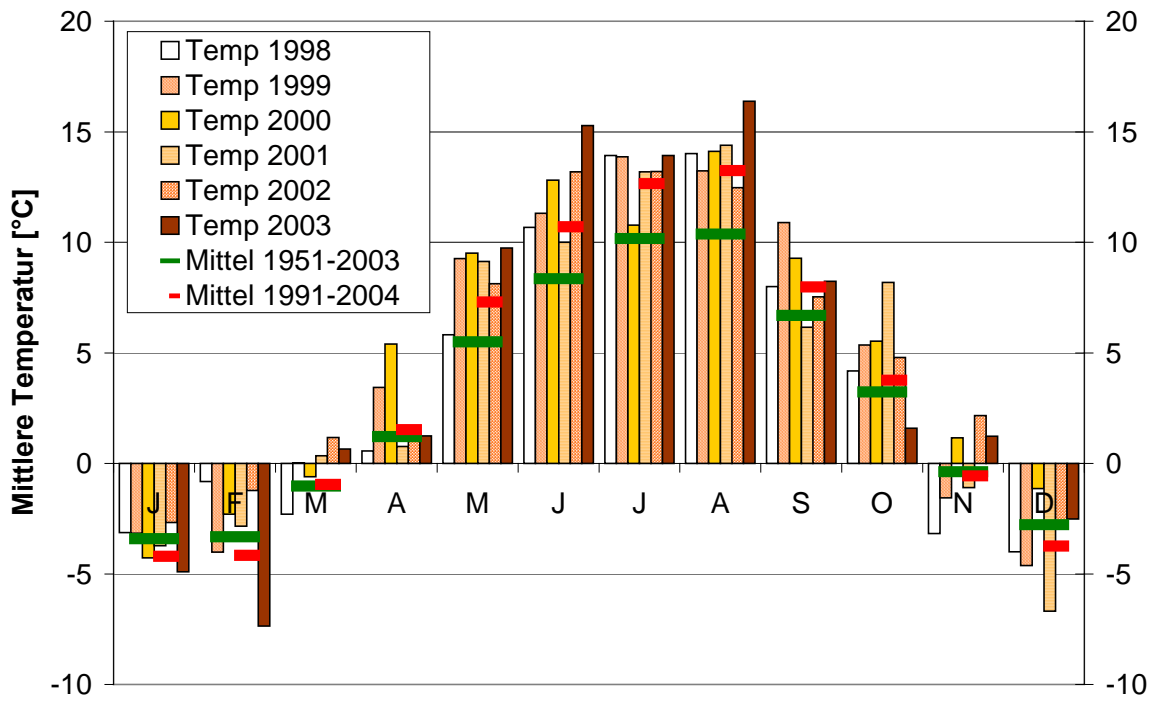


Abbildung 7-5: Temperatur - Monatsmittel der Jahre 1998 bis 2003 sowie langjährige Mittelwerte (Wetterstation Nassfeld, 1530 m ü. A.)

Kompost**Tabelle 7-3: Methodenvergleich der Bestimmung des Volumengewichtes der Kompostproben**

Kompostart	Bestimmungsmethode	Ergebnis VG kg/l
BHM	Labor	0,6
BHM	Feld (Kübel 10,8 kg / 18 l)	0,6
HM	Labor	0,47
HM	Feld (Kübel 9,2 kg / 18 l)	0,51

Tabelle 7-4: Inhaltsstoffe der verwendeten Komposte und von Agrobiosol® (wenn nicht anders angegeben, sind die Werte auf die Trockenmasse bezogen)

Kompostart		BHM (Bioabfall- Häckselgut- Mist-Kompost)	HM (Häckselgut- Mist-Kompost)	Kompost Nachdüngung AP, BL, TS 2002		Kompost Nachdüngung NP 2003	Agro Biosol®
Parameter	Dimension						
pH-Wert		7,9	7,8	7,58	7,6	7,24	3,4
Feuchtdichte	mg/l FM	0,6	0,47	0,84	0,72	0,67	
Trockenmasse	% FM	45,6	53,1	54,0	41,00	43,4	92,6
C/N		17,9	17,7	12,6	14,4	14	6,3
Org. Substanz	%	49,9	54,3	33,79 (AOS)	48,8	48,2 (GV)	90,3
C _{org}	%	28,65	31,5	19,7	28,3	21,6 (TOC)	
N _{ges}	%	1,6	1,78	1,56	1,97	1,5	7,02
N _{min}	mg/kg	204	245	171	900	---	
P ₂ O ₅ (CAL)	%	0,39	0,22	---	0,44	---	
P ₂ O ₅ (ges.)	%	1,00	0,63	0,898	0,99	0,35 (Pges)	1,08
K ₂ O (CAL)	%	1,99	1,16	---	1,37	---	
K ₂ O (ges.)	%	1,60	1,30	0,68	1,54	0,66 (Pges)	1,71
Salzgehalt	g/kg	16,8	7,21	---	mS/cm: 0,11	---	
CaO (ges.)	%	6,3	5,9	3,5	4,73	7,08 (CaCO ₃)	0,47
Mg (lösl.)	%	0,10	0,088	---		---	
MgO (ges.)	%	2,4	2,1	2,0	1,89	---	0,16
Fe (ÄDTA)	mg/kg	1005	1154	---		---	233*
Mn (ÄDTA)	mg/kg	115	220	493*		---	9,8*
Zn (ÄDTA)	mg/kg	69,5	80	---		---	
Cu (ÄDTA)	mg/kg	10,9	8	---		---	
B (verfüg.)	mg/kg	16	13,2	18,1*	1,87**	---	6,8*
Cd	mg/kg	0,64	0,70	0,83	0,29	0,51	0,034
Cr	mg/kg	16	15	26	71,5	31,9	5,2
Cu	mg/kg	34	25	38	36,6	30,9	4,8
Hg	mg/kg	0,11	0,12	---	0,05	0,35	0,007
Ni	mg/kg	17	15	24	30	22,2	3,2
Pb	mg/kg	22	24	43	16,8	31,9	1,3
Zn	mg/kg	238	183	194	180	179	13,8

* Gesamtgehalte ** heißwasserlöslich

Tabelle 7-5: Schwermetallgehalte durch Ausgangsdüngung mit Kompost auf den drei Standorten BL, TS und AP (Bodenhorizont: 0 - 5 cm; Raumdichte: 1,5 t/m³ entspr. 750 t/ha), errechnete Werte

	Standort BL		Standort TS		Standort AP	
	Boden	Boden +Kompost 20 - 80t	Boden	Boden +Kompost 20 - 80t	Boden	Boden +Kompost 15 - 60t
N ges %	0,12	0,14 - 0,21	0,09	0,11 - 0,18	0,20	0,21 – 0,26
Cd mg/kg	0,63	0,63	0,16	0,17 - 0,19	0,22	0,22 - 0,23
Cr mg/kg	18,2	18,0 - 18,2	18,1	17,9 - 18,1	12,8	12,8 - 12,9
Cu mg/kg	19,0	19,1 - 19,7	26,8	26,7 - 27,1	24,8	24,9 - 25,1
Hg mg/kg	0,11	0,11	0,21	0,21	<0,1	0,1
Ni mg/kg	30,7	29,9 - 30,5	32,2	31,3 - 32,0	26,5	26,0 - 26,4
Pb mg/kg	29,5	29,2 - 29,4	22,6	22,6 - 22,7	23,5	23,5
Zn mg/kg	80,7	82,1 - 88,0	87,5	88,8 - 94,5	89,4	90,7 - 94,6

Tabelle 7-6: Nährstoff- und Schadstofffrachten für HM pro ha in den verschiedenen Düngungsstufen

HM		15	20	30	40	60	80	100
Ausbringungsmenge	t FM							
Trockenmasse	t TM	7,97	10,62	15,93	21,24	31,86	42,48	53,1
Org. Substanz	t/ha	4,3	5,8	8,6	11,5	17,3	23,1	29
Corg.	t/ha	2,5	3,3	5,0	6,7	10,0	13,4	17
Nges	kg/ha	142	189	284	378	567	756	945
Nmin	kg/ha	2,0	2,6	3,9	5,2	7,8	10,4	13
P2O5 (CAL)	kg/ha	18	23	35	47	70	93	117
P2O5 (gesamt)	kg/ha	50	67	100	134	201	268	335
K2O (CAL)	kg/ha	92	123	185	246	370	493	616
K2O (gesamt)	kg/ha	104	138	207	276	414	552	690
Salz	kg/ha	57	77	115	153	230	306	383
CaO (gesamt)	kg/ha	470	627	940	1253	1880	2506	3133
MgO (gesamt)	kg/ha	167	223	335	446	669	892	1115
Mg (löslich)	kg/ha	7,0	9,3	14,0	18,7	28,0	37,4	46,7
Fe (verfüg.)	kg/ha	9,19	12,26	18,38	24,51	36,77	49,02	61,3
Mn (verfüg.)	kg/ha	1,75	2,34	3,50	4,67	7,01	9,35	11,7
Zn (verfüg.)	kg/ha	0,64	0,85	1,27	1,70	2,55	3,40	4,2
Cu (verfüg.)	kg/ha	0,06	0,08	0,13	0,17	0,25	0,34	0,42
B (verfüg.)	kg/ha	0,11	0,14	0,21	0,28	0,42	0,56	0,70
Schwermetalle								
Cd	g/ha	5,6	7,4	11,2	14,9	22,3	29,7	37,2
Cr	g/ha	119	159	239	319	478	637	797
Cu	g/ha	199	266	398	531	797	1062	1328
Hg	g/ha	1,0	1,3	1,9	2,5	3,8	5,1	6,4
Ni	g/ha	119	159	239	319	478	637	797
Pb	g/ha	191	255	382	510	765	1020	1274
Zn	g/ha	1458	1943	2915	3887	5830	7774	9717

Tabelle 7-7: Nährstoff- und Schadstofffrachten für BHM pro ha in den verschiedenen Düngungsstufen

BHM								
Ausbringungsmenge	t FM	15	20	30	40	60	80	100
Trockenmasse	<i>t TM</i>	6,84	9,12	13,68	18,24	27,36	36,48	45,6
Org. Substanz	t/ha	3,4	4,5	6,8	9,0	13,5	18,0	22,5
C_{org}	t/ha	2,0	2,6	3,9	5,2	7,8	10,4	13,1
N_{ges}	kg/ha	110	146	219	292	438	584	730
N_{min}	kg/ha	1,4	1,9	2,8	3,7	5,6	7,4	9,3
P₂O₅ (CAL)	kg/ha	27	36	53	71	107	142	178
P₂O₅ (gesamt)	kg/ha	68	91	137	182	274	365	456
K₂O (CAL)	kg/ha	136	181	272	363	544	726	907
K₂O (gesamt)	kg/ha	109	146	219	292	438	584	730
Salz	kg/ha	115	153	230	306	460	613	766
CaO (gesamt)	kg/ha	431	575	862	1149	1724	2298	2873
MgO (gesamt)	kg/ha	164	219	328	438	657	876	1094
Mg (löslich)	kg/ha	6,8	9,1	13,7	18,2	27,4	36,5	45,6
Fe (verfüg.)	kg/ha	6,87	9,17	13,75	18,33	27,50	36,66	45,8
Mn (verfüg.)	kg/ha	0,79	1,05	1,57	2,10	3,15	4,20	5,2
Zn (verfüg.)	kg/ha	0,48	0,63	0,95	1,27	1,90	2,54	3,2
Cu (verfüg.)	kg/ha	0,07	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50
B (verfüg.)	kg/ha	0,11	0,15	0,22	0,29	0,44	0,58	0,73
Schwermetalle								
Cd	g/ha	4,4	5,8	8,8	11,7	17,5	23,3	29,2
Cr	g/ha	109	146	219	292	438	584	730
Cu	g/ha	233	310	465	620	930	1240	1550
Hg	g/ha	0,8	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
Ni	g/ha	116	155	233	310	465	620	775
Pb	g/ha	150	201	301	401	602	803	1003
Zn	g/ha	1628	2171	3256	4341	6512	8682	10853

Tabelle 7-8: Nährstoff- und Schadstofffrachten von Biosol® in den Düngungsstufen 750 und 1500 kg/ha

Biosol®		Ausbringungsmenge in kg FM/ha	
		750 kg/ha	1.500 kg/ha
Org. Substanz	kg/ha	627	1.254
N (ges.)	kg/ha	48,75	97,5
P2O5 (ges.)	kg/ha	7,5	15,0
K2O (ges.)	kg/ha	11,85	23,7
CaO	kg/ha	3,3	6,6
MgO	kg/ha	1,12	2,25
Fe	g/ha	162	324
Mn	g/ha	6,8	13,7
B	g/ha	4,7	9,5
Schwermetalle			
Cd	g/ha	0,24	0,47
Cr	g/ha	3,6	7,2
Cu	g/ha	3,3	6,7
Hg	g/ha	0,005	0,01
Ni	g/ha	2,2	4,4
Pb	g/ha	0,9	1,8
Zn	g/ha	9,6	19,2

Boden

Tabelle 7-9: Ausgangsgehalte an Nährstoffen und Schwermetallen im Oberboden der Standorte AP, BL, TS sowie des Standortes NP

	Methode	AP	BL	TS	NP
pH-Wert	CaCl ₂ (ÖNORM L 1083)	4,5	5,2	5,3	5,6
P₂O₅	mg/100g*DL-Methode (ÖNORM L 1088 mod.)	3,0	0,3	0,4	< 3 (CAL/DL)
K₂O	mg/100g*DL-Methode (ÖNORM L 1088)	16,0	5,1	6,0	4 (CAL)
N_{ges}	% *Kjeldahl (ÖNORM L 1082)	0,20	0,12	0,09	0,14
Cd	mg/kg TM Königswasser	0,22	0,63	0,16	0,1
Cr	mg/kg TM Königswasser	12,8	18,2	18,1	19
Cu	mg/kg TM Königswasser	24,8	19,0	26,8	27
Hg	mg/kg TM Königswasser	<0,1	0,11	0,21	0,1
Ni	mg/kg TM Königswasser	26,5	30,7	32,2	22
Pb	mg/kg TM Königswasser	23,5	29,5	22,6	20
Zn	mg/kg TM Königswasser	89,4	80,7	87,5	83

* Die Werte beziehen sich auf lufttrockenen Boden

Tabelle 7-10: Rechnerisch ermittelte minimale und maximale Veränderung der Stickstoff- und Schwermetallgehalte durch Kompostdüngung auf den drei Standorten AP, BL und TS (Bodenhorizont: 0 – 5 cm, Raumdichte: 1,5 t/m³ entspr. 750 t/ha)

	Standort AP		Standort BL		Standort TS	
	Boden	Boden +Kompost 15 – 60 t	Boden	Boden +Kompost 20 – 80 t	Boden	Boden +Kompost 20 – 80 t
N_{ges} %	0,20	0,21 - 26	0,12	0,14 - 0,21	0,09	0,11 - 0,18
Cd mg/kg	0,22	0,22 - 0,23	0,63	0,63	0,16	0,17 - 0,19
Cr mg/kg	12,8	12,8 - 12,9	18,2	18,0 - 18,2	18,1	17,9 - 18,1
Cu mg/kg	24,8	24,9 - 25,1	19,0	19,1 - 19,7	26,8	26,7 - 27,1
Hg mg/kg	<0,1	0,1	0,11	0,11	0,21	0,21
Ni mg/kg	26,5	26,0 - 26,4	30,7	29,9 - 30,5	32,2	31,3 - 32,0
Pb mg/kg	23,5	23,5	29,5	29,2 - 29,4	22,6	22,6 - 22,7
Zn mg/kg	89,4	90,7 - 94,6	80,7	82,1 - 88,0	87,5	88,8 - 94,5

Tabelle 7-11: N_{ges} - Gegenüberstellung der rechnerisch ermittelten Veränderung der Bodengehalte durch Kompostdüngung und Entzug mit den tatsächlich gemessenen (Bodenhorizont: 0 – 10 cm, Raumdichte: 1,5 t/m³ entspr. 1500 t/ha)

N_{ges}	Anfangs- gehalt	Düngung	Nach- düngung	Entzug (Ernte)	Endgehalt (berechnet)	Endgehalt (bestimmt)
Parzelle	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
AP-0	3000	---	---	83	2917	2250
AP-HM-15	3000	142	---	130	3012	2550
AP-HM-30	3000	284	---	115	3169	2100
AP-HM-60	3000	567	---	106	3461	2850
AP-BHM-15	3000	109	169	117	3161	2400
AP-BHM-30	3000	219	337	113	3443	3150
AP-BHM-60	3000	438	506	142	3802	3300
AP-BIOS-750	3000	49	---	---	---	---
BL-0	1800	---	---	20	1780	3000
BL-HM-20	1800	189	---	20	1969	3000
BL-HM-40	1800	378	---	27	2151	3300
BL-HM-80	1800	756	---	101	2455	2850
BL-BHM-20	1800	146	169	46	2069	3300
BL-BHM-40	1800	292	337	63	2366	3450
BL-BHM-80	1800	584	506	122	2768	3450
BL-HM20+BHM20	1800	335	---	96	2039	2850
BL-BIOS	1800	49	49	39	1859	3000
TS-HM-20	1350	189	---	35	1504	2100
TS -HM-40	1350	378	---	63	1665	2700
TS -HM-80	1350	756	---	29	2077	2400
TS -BHM-20	1350	146	169	76	1589	3150
TS -BHM-40	1350	292	337	88	1891	3600
TS -BHM-80	1350	584	506	125	2315	3150
TS -BIOS	1350	49	49	61	1387	2700
NP-0	2100	---	---	21	2079	2100
NP-20	2100	162	130	15	2377	2400
NP-40	2100	323	260	24	2659	2850
NP-80	2100	646	391	190	2948	3600
NP-120	2100	969	521	61	3529	3900
NP-BIOS	2100	49	49	4	2193	2100

Tabelle 7-12: P_{ges} - Gegenüberstellung der rechnerisch ermittelten Veränderung der Bodengehalte durch Kompostdüngung und Entzug mit den tatsächlich gemessenen (Bodenhorizont: 0 – 10 cm, Raumdichte: 1,5 t/m³ entspr. 1500 t/ha)

P_{ges}	Anfangs- gehalt	Düngung	Nach- düngung	Entzug (Ernte)	Endgehalt (berechnet)	Endgehalt (bestimmt)
Parzelle	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
AP-0	900	---	---	7,5	893	420
AP-HM-15	900	22	---	12,1	910	405
AP-HM-30	900	44	---	11,4	933	345
AP-HM-60	900	88	---	11,9	976	570
AP-BHM-15	900	30	32	12,4	950	390
AP-BHM-30	900	60	63	11,3	1012	555
AP-BHM-60	900	119	95	15,1	1099	660
AP-BIOS-750	900	2,43	---	3,8	---	---
BL-0	555	---	---	1,4	554	450
BL-HM-20	555	29	---	1,5	583	405
BL-HM-40	555	58	---	2,3	611	450
BL-HM-80	555	117	---	8,4	664	390
BL-BHM-20	555	40	32	3,8	623	510
BL-BHM-40	555	80	63	6,1	692	525
BL-BHM-80	555	159	95	12,8	796	465
BL-HM20+BHM20	555	69	---	7,5	616	375
BL-BIOS	555	2,43	2,43	2,9	557	435
TS-HM-20	555	29	---	2,2	582	420
TS -HM-40	555	58	---	4,8	608	570
TS -HM-80	555	117	---	2,7	669	450
TS -BHM-20	555	40	32	5,8	621	450
TS -BHM-40	555	80	63	7,4	691	660
TS -BHM-80	555	159	95	12,3	797	690
TS -BIOS	555	2,43	2,43	5,4	554	480
NP-0	975	---	---	1,3	974	375
NP-20	975	35	30	1,0	1039	315
NP-40	975	71	61	1,7	1105	375
NP-80	975	142	91	14,9	1193	570
NP-120	975	212	122	4,5	1304	555
NP-BIOS	975	2,43	2,43	0,3	980	300

Tabelle 7-13: K_{ges} - Gegenüberstellung der rechnerisch ermittelten Veränderung der Bodengehalte durch Kompostdüngung und Entzug mit den tatsächlich gemessenen (Bodenhorizont: 0 – 10 cm, Raumdichte: 1,5 t/m³ entspr. 1500 t/ha)

K_{ges}	Anfangs- gehalt	Düngung	Nach- düngung	Entzug (Ernte)	Endgehalt (berechnet)	Endgehalt (bestimmt)
Parzelle	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
AP-0	2100	---	---	74	2026	1950
AP-HM-15	2100	86	---	124	2062	1950
AP-HM-30	2100	172	---	86	2186	1950
AP-HM-60	2100	344	---	83	2361	2100
AP-BHM-15	2100	91	61	92	2160	1800
AP-BHM-30	2100	182	122	80	2324	1950
AP-BHM-60	2100	363	183	108	2538	2100
AP-BIOS-750	2100	9,86	---	30	---	---
BL-0	2100	---	---	17	2083	1650
BL-HM-20	2100	115	---	15	2200	1800
BL-HM-40	2100	229	---	27	2302	1350
BL-HM-80	2100	458	---	85	2473	1650
BL-BHM-20	2100	121	61	34	2248	1650
BL-BHM-40	2100	242	122	59	2405	1650
BL-BHM-80	2100	484	183	115	2652	1500
BL-HM20+BHM20	2100	236	---	85	2251	1500
BL-BIOS	2100	9,86	9,86	36	2084	1050
TS-HM-20	2100	115	---	28	2187	2250
TS-HM-40	2100	229	---	60	2269	1800
TS-HM-80	2100	458	---	31	2527	1800
TS-BHM-20	2100	121	61	63	2219	1650
TS-BHM-40	2100	242	122	79	2385	2400
TS-BHM-80	2100	484	183	115	2652	1950
TS-BIOS	2100	9,86	9,86	61	2058	1950
NP-0	4650	---	---	19	4631	---
NP-20	4650	105	57	13	4799	---
NP-40	4650	210	115	19	4956	---
NP-80	4650	419	172	155	5086	---
NP-120	4650	629	229	41	5467	---
NP-BIOS	4650	9,86	9,86	4	4666	---

Tabelle 7-14: pH-Werte der Versuchspartellen 1998 – 2003

Parzelle	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Mittel
AP-0		5,7	---	5,6	5,6	5,8	5,4
AP-HM-15		5,2	---	6,1	6,0	6,2	5,6
AP-HM-30		5,1	---	5,4	5,4	5,5	5,2
AP-HM-60		5,3	---	5,8	5,5	5,3	5,3
AP-BHM-15	4,5	4,9	---	5,7	5,6	6,1	5,4
AP-BHM-30		4,9	---	5,5	5,2	6,1	5,2
AP-BHM-60		5,5	---	5,6	5,7	5,7	5,4
AP-BIOS-750		5,6	---	---	---	---	---
AP-BIOS-1500		5,3	---	---	---	---	---
BL-0		5,6	---	6,1	6,2	6,8	6,0
BL-HM-20		6,9	---	6,9	6,9	6,5	6,5
BL-HM-40		6,2	---	6,4	6,6	6,1	6,1
BL-HM-80		6,1	---	6,3	6,2	6,0	6,0
BL-BHM-20	5,2	6,9	---	6,9	7,0	6,1	6,4
BL-BHM-40		6,6	---	6,7	6,8	6,9	6,4
BL-BHM-80		7,0	---	6,3	6,5	6,8	6,4
BL-HM/BHM-40		6,3	---	6,4	6,4	6,1	6,1
BL-BIOS 1500		5,8	---	6,0	5,4	5,4	5,6
TS-HM-20		6,8	---	6,7	7,1	6,7	6,5
TS-HM-40		6,2	---	6,3	6,2	5,0	5,8
TS-HM-80		6,1	---	5,9	5,7	5,1	5,5
TS-BHM-20	5,3	6,8	---	6,5	6,8	6,4	6,4
TS-BHM-40		6,2	---	6,4	6,4	5,5	6,0
TS-BHM-80		6,2	---	6,2	6,2	5,4	5,9
TS-BIOS-1500		5,6	---	5,7	5,9	5,0	5,5
TS-HM/BHM-80		---	---	6,3	---	---	---
NP 0			6,3	6,1	6,0	5,7	5,9
NP 20			5,7	5,4	5,0	5,2	5,4
NP 40			6,0	5,3	5,4	5,7	5,6
NP 80		5,6	6,7	6,5	6,4	6,3	6,3
NP 120			6,3	5,3	5,5	5,8	5,7
NP Bios			4,8	5,0	4,6	4,8	5,0
ERDE		7,4	---	---	---	---	---
E 50		7,5	---	---	---	---	---
E 25		7,6	---	---	---	---	---

Tabelle 7-15: N_{ges} und N_{min} -Gehalte der Versuchspartellen 1999 – 2003

Parzelle	1999		2000		2001		2002		2003	
	N_{ges}	N_{min}	N_{ges}	N_{min}	N_{ges}	N_{min}	N_{ges}	N_{min}	N_{ges}	N_{min}
	%	mg/100g	%	mg/100g	%	mg/100g	%	mg/100g	%	mg/100g
AP-0	0,21	0,3	---	---	0,15	0,3	0,17	0,25	0,15	0,20
AP-HM-15	0,20	0,5	---	---	0,15	0,3	0,15	0,21	0,17	0,20
AP-HM-30	0,20	0,4	---	---	0,12	0,2	0,12	0,20	0,14	0,10
AP-HM-60	0,19	0,3	---	---	0,21	0,2	0,17	0,22	0,19	0,10
AP-BHM-15	0,17	0,3	---	---	0,17	0,3	0,15 ²	0,23 ¹	0,16	0,20
AP-BHM-30	0,20	0,2	---	---	0,16	0,3	0,15 ¹	0,16 ¹	0,21	0,10
AP-BHM-60	0,24	0,2	---	---	0,16	0,2	0,18 ¹	0,20 ¹	0,22	0,10
AP-BIOS-750	0,21	0,5	---	---	---	---	---	---	---	---
AP-BIOS-1500	0,20	0,5	---	---	---	---	---	---	---	---
BL-0	0,20	0,2	---	---	0,17	0,2	0,16	0,27	0,20	0,20
BL-HM-20	0,20	0,1	---	---	0,16	0,2	0,17	0,26	0,20	0,20
BL-HM-40	0,22	0,1	---	---	0,18	0,3	0,17	0,26	0,22	0,10
BL-HM-80	0,22	1,2	---	---	0,21	0,3	0,18	0,32	0,19	0,10
BL-BHM-20	0,21	0,1	---	---	0,19	0,2	0,22 ¹	0,21 ¹	0,22	0,30
BL-BHM-40	0,21	0,2	---	---	0,19	0,3	0,19 ¹	0,27 ¹	0,23	0,10
BL-BHM-80	0,21	0,2	---	---	0,19	0,3	0,21 ¹	0,67 ¹	0,23	0,10
BL-HM/BHM-40	0,18	0,2	---	---	0,15	0,2	0,17	0,39	0,19	0,20
BL-BIOS 1500	0,19	0,1	---	---	0,16	0,2	0,17 ¹	0,31 ¹	0,20	0,10
TS-HM-20	0,16	0,1	---	---	0,13	0,2	0,13	0,13	0,14	0,20
TS-HM-40	0,17	0,1	---	---	0,16	0,1	0,16	0,20	0,18	0,10
TS-HM-80	---	---	---	---	0,11	0,2	0,13	0,17	0,16	0,10
TS-BHM-20	0,20	0,2	---	---	0,22	0,2	0,18 ¹	0,32 ¹	0,21	0,20
TS-BHM-40	0,18	0,1	---	---	0,13	0,2	0,16 ¹	0,17 ¹	0,24	0,10
TS-BHM-80	0,18	0,1	---	---	0,16	0,2	0,16 ¹	0,68 ¹	0,21	0,20
TS-BIOS-1500	0,15	0,1	---	---	0,12	0,2	0,13 ¹	0,18 ¹	0,18	0,10
TS-HM/BHM-80	---	---	---	---	0,16	0,2	---	---	---	---
NP 0	0,14	0,2	0,13	0,1	0,14	0,3	0,13	0,26	0,14	0,20
NP 20	---	---	0,27	0,2	0,12	0,3	0,13	0,31	0,16 ²	0,10 ²
NP 40	---	---	0,29	0,3	0,13	0,2	0,15	0,28	0,19 ²	0,10 ²
NP 80	---	---	0,27	0,7	0,18	0,4	0,17	0,28	0,24 ²	0,10 ²
NP 120	---	---	0,29	0,4	0,18	0,3	0,18	0,27	0,26 ²	0,10 ²
NP Bios	---	---	0,13	0,1	0,11	0,2	0,12	0,22	0,14 ²	0,10 ²
ERDE	0,13	0,5	---	---	---	---	---	---	---	---
E50	0,52	23,6	---	---	---	---	---	---	---	---
E25	1,14	31,8	---	---	---	---	---	---	---	---

¹ Nachgedüngte Parzellen (2002) ² Nachgedüngte Parzellen (2003)² Nachgedüngte Parzellen (2002)

Tabelle 7-16: Pflanzenverfügbares P, K und Mg 1999 – 2003

Parzelle	P ₂ O ₅ (CAL/DL)					K ₂ O (CAL)					Mg in CaCl ₂		
	mg/100g										mg/1000g		
	99	00	01	02	03	99	00	01	02	03	99	00	03
AP-0	<3	---	1,5	3,85	2,52	8	---	6,0	6,00	4,85	120	---	147
AP-HM-15	<3	---	<1,0	1,052	0,290	9	---	6,8	9,01	6,47	110	---	163
AP-HM-30	<3	---	1,3	3,50	3,43	5	---	6,0	5,16	5,62	130	---	154
AP-HM-60	<3	---	1,4	3,56	2,67	7	---	6,2	3,39	6,84	130	---	145
AP-BHM-15	<3	---	2,0	3,31	---	7	---	7,7	5,60	7,33	100	---	173
AP-BHM-30	<3	---	1,7	3,51	---	5	---	7,1	5,51	5,36	120	---	198
AP-BHM-60	<3	---	1,6	3,83	2,84	6	---	6,7	3,05	6,47	150	---	196
AP-BIOS-750	<3	---	---	---	---	6	---	---	---	---	190	---	---
AP-BIOS-1500	<3	---	---	---	---	6	---	---	---	---	190	---	---
BL-0	<3	---	<1,0	0,170	0,000	5	---	6,7	4,44	2,38	100	---	338
BL-HM-20	<3	---	<1,0	0,079	0,451	4	---	4,5	4,86	5,06	280	---	177
BL-HM-40	<3	---	<1,0	0,167	0,028	5	---	6,9	4,18	2,66	170	---	144
BL-HM-80	7	---	<1,0	0,193	3,4	29	---	5,6	3,68	5,91	140	---	116
BL-BHM-20	<3	---	<1,0	0,338	0,404	3	---	5,4	4,29	5,04	330	---	347
BL-BHM-40	<3	---	<1,0	0,799	0,737	6	---	6,1	6,22	6,47	220	---	154
BL-BHM-80	<3	---	<1,0	1,342	0,379	7	---	6,2	7,81	6,09	120	---	271
BL-HM/BHM-40	<3	---	<1,0	0,078	0,000	5	---	6,2	3,14	3,57	150	---	159
BL-BIOS 1500	<3	---	1,6	3,83	2,82	4	---	6,1	3,24	4,88	140	---	116
TS-0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
TS-HM-20	<3	---	<1,0	0,006	0,000	3	---	6,9	4,26	5,68	70	---	139
TS-HM-40	<3	---	<1,0	0,233	2,85	7	---	8,5	6,32	5,97	120	---	140
TS-HM-80	---	---	1,5	3,3	2,75	---	---	7,2	3,86	2,92	---	---	149
TS-BHM-20	<3	---	<1,0	0,221	0,503	7	---	7,1	6,12	4,88	150	---	197
TS-BHM-40	<3	---	<1,0	2,068	3,19	7	---	8,5	6,23	5,57	110	---	162
TS-BHM-80	<3	---	<1,0	2,707	2,93	8	---	7,6	7,37	5,84	140	---	159
TS-BIOS-1500	<3	---	1,7	3,6	2,74	6	---	7,1	6,78	3,69	110	---	123
TS-HM/BHM-80	---	---	<1,0	---	---	---	---	6,3	---	---	---	---	---
NP 0	<3	<3	<1,0	3,22	2,61	4	10	6,9	4,37	4,12	200	308	231
NP 20	<3	6	1,9	3,60	2,70	4	17	8,4	6,56	6,31	200	224	151
NP 40	<3	<3	1,8	3,51	3,12	4	16	6,8	4,53	6,53	200	292	215
NP 80	<3	4	<1,0	0,525	3,225	4	13	5,4	4,03	6,86	200	---	299
NP 120	<3	<3	1,4	3,62	3,29	4	11	7,1	4,78	8,14	200	---	257
NP Bios	<3	6	1,8	3,623	2,69	4	11	7,2	4,99	6,73	200	---	116
ERDE	<3	---	---	---	---	4	---	---	---	---	130	---	---
E50	71	---	---	---	---	198	---	---	---	---	400	---	---
E25	177	---	---	---	---	534	---	---	---	---	570	---	---

¹ Nachgedüngte Parzellen (2002)

DL-Werte fett, kursiv

² Nachgedüngte Parzellen (2003)

Tabelle 7-17: Pflanzenverfügbare Spurenelemente der Versuchspartellen 1999 – 2003

Parzelle	Eisen				Mangan				Kupfer				Zink			
	mg/kg															
	99	00	02	03	99	00	02	03	99	00	02	03	99	00	02	03
AP-0	474	---	306	284	214	---	251	284	5	---	5,1	4,8	5	---	4,5	2,1
AP-HM-15	498	---	282	310	256	---	201	301	5	---	5,5	4,6	6	---	4,5	3,2
AP-HM-30	477	---	265	250	296	---	266	292	4	---	3,4	4,3	5	---	3,2	1,8
AP-HM-60	511	---	328	359	218	---	221	213	6	---	5,8	5,0	5	---	4,5	2,3
AP-BHM-15	457	---	286 ¹	310	252	---	295 ¹	336	5	---	4,7 ¹	5,2	5	---	4,3 ¹	3,32
AP-BHM-30	549	---	347 ¹	361	241	---	223 ¹	302	5	---	4,8 ¹	4,9	6	---	4,8 ¹	4,3
AP-BHM-60	531	---	329 ¹	451	243	---	167 ¹	294	6	---	5,5 ¹	6,2	7	---	4,5 ¹	3,7
AP-BIOS-750	515	---	---	---	236	---	---	---	4	---	---	---	6	---	---	---
AP-BIOS-1500	508	---	---	---	214	---	---	---	4	---	---	---	5	---	---	---
BL-0	282	---	210	299	197	---	264	368	2	---	2,6	2,7	3	---	2,7	1,3
BL-HM-20	254	---	199	279	193	---	302	326	2	---	2,8	3,5	4	---	2,7	2,0
BL-HM-40	263	---	212	343	195	---	293	345	1	---	2,6	2,2	4	---	2,8	1,6
BL-HM-80	247	---	204	297	159	---	244	319	1	---	2,3	2,5	5	---	2,7	0,9
BL-BHM-20	283	---	266 ¹	397	237	---	327 ¹	342	2	---	3,5 ¹	2,3	4	---	4,0 ¹	2,7
BL-BHM-40	267	---	226 ¹	363	217	---	290 ¹	403	2	---	2,8 ¹	3,2	3	---	3,8 ¹	2,4
BL-BHM-80	280	---	249 ¹	370	167	---	233 ¹	369	1	---	2,4 ¹	3,5	4	---	4,1 ¹	3,1
BL-HM/BHM-40	265	---	231	338	275	---	320	373	2	---	3,2	2,9	4	---	3,5	1,3
BL-BIOS 1500	250	---	230	385	154	---	260 ¹	358	1	---	2,4 ¹	2,1	4	---	2,8 ¹	1,0
TS-0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
TS-HM-20	294	---	221	264	323	---	313	353	2	---	3,7	3,3	4	---	3,1	2,1
TS-HM-40	255	---	227	435	264	---	300	268	4	---	5,0	5,4	5	---	3,9	3,3
TS-HM-80	---	---	203	351	---	---	255	293	---	---	4,3	3,5	---	---	3,3	1,7
TS-BHM-20	252	---	250 ¹	366	275	---	344 ¹	366	2	---	3,5 ¹	3,0	5	---	3,4 ¹	2,0
TS-BHM-40	291	---	221 ¹	435	271	---	280 ¹	240	4	---	4,8 ¹	5,9	5	---	4,9 ¹	3,9
TS-BHM-80	258	---	250 ¹	444	216	---	236 ¹	246	4	---	5,0 ¹	6,2	6	---	5,4 ¹	3,9
TS-BIOS-1500	207	---	214 ¹	408	234	---	279 ¹	280	4	---	4,6 ¹	5,3	4	---	3,4 ¹	2,6
TS-HM/BHM-80	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
NP 0	---	---	267	387	---	---	172	190	---	---	3,4	2,8	---	---	2,7	1,0
NP 20	---	312	301	428 ²	---	155	118	140²	---	4	3,1	3,0	---	<2	3,1	2,6²
NP 40	392	408	297	445 ²	118	108	137	150²	3	4	3,2	3,3	4	6	3,1	3,0²
NP 80	---	409	326	525 ²	---	115	204	247²	---	4	4,0	3,9	---	6	4,1	4,9²
NP 120	---	471	493	691 ²	---	178	290	365²	---	4	4,2	4,0	---	6	5,4	6,1²
NP Bios	---	565	340	427 ²	---	254	161	206²	---	7	3,3	2,9	---	7	3,5	1,5²
ERDE	212	---	---	---	239	---	---	---	8	---	---	---	3	---	---	---
E50	260	---	---	---	148	---	---	---	9	---	---	---	21	---	---	---
E25	240	---	---	---	99	---	---	---	7	---	---	---	35	---	---	---

¹ Nachgedüngte Parzellen (2002)

² Nachgedüngte Parzellen (2003)

Tabelle 7-18: Nährstoffanalysen Bodenproben 2000

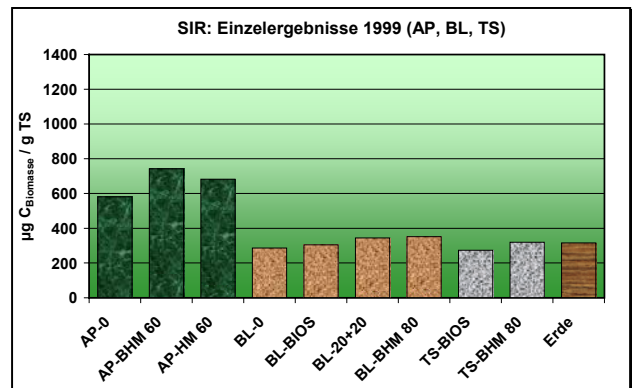
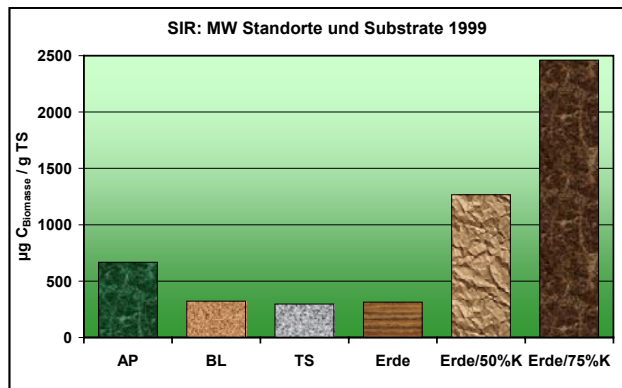
Nährstoffanalysen Neue Planie (Entnahmetiefe 0-10 cm)						
Parzelle	pH	Humus (TOC) %	N _{ges} %	NO ₃ -N mg/100g	NH ₄ -N mg/100g	N _{min} kg/ha
NP 0	6,3	3,7	0,13	<0,1	0,1	5
NP 20	5,7	6,6	0,27	<0,1	0,2	9
NP 40	6,0	7,2	0,29	<0,1	0	14
NP 80	6,7	6,9	0,27	1	0	32
NP 120	6,3	6,9	0,29	<0,1	0	18
NP BIOS	4,8	3,6	0,13	<0,1	0	5
	Eisen mg/1000g	Mangan mg/1000g	Kupfer mg/1000g	Zink mg/1000g	P in CAL mg/1000g	K in CAL mg/1000g
NP 0	312	155	4	<2	<10	83
NP 20	408	108	4	6	26	137
NP 40	409	115	4	6	<10	130
NP 80	471	178	4	6	16	104
NP 120	565	254	7	7	<10	88
NP BIOS	414	140	3	<2	25	88
	P ₂ O ₅ (DL) mg/100g	K ₂ O (DL) mg/100g	Mg (CaCl ₂) mg/100g			
NP 0	<3	10	31			
NP 20	6	17	22			
NP 40	<3	16	29			
NP 80	4	13	34			
NP 120	<3	11	37			
NP BIOS	6	11	15			

Tabelle 7-19: Schwermetallgehalte [mg/kg TM] in den Böden; Ausgangssituation 1998, ein Jahr nach Kompostausbringung (1999) und nach Nachdüngung (2003)

Variante	Cu			Zn			Pb			Cr			Ni			Cd			Hg		
	1998	1999	2003	1998	1999	2003	1998	1999	2003	1998	1999	2003	1998	1999	2003	1998	1999	2003	1998	1999	2003
AP-0		35	29		179	84		22	21		21			29	32		0,30	0,18		0,10	0,08
AP-HM15			28			85			22			16			32			0,19			0,08
AP-HM30			30			84			21			16			32			0,16			0,08
AP-HM60	25	36	30	89	98	91	24	22	22	13	21	17	27	29	29	0,22	0,10	0,20	<0,1	0,10	0,08
AP-BHM15 ¹			30			87			21			15			34			0,21			0,09
AP-BHM30 ¹			30			109			21			16			32			0,22			0,08
AP-BHM60 ¹		34	31		97	96		22	22		20	16		30	30		0,10	0,23		0,10	0,09
AP-BIOS750																					
BL-0			21			88			26			19			31		0,51			0,10	0,10
BL-HM20			22			88			26			20			33		0,58				0,12
BL-HM40			22			87			26			18			32		0,56				0,11
BL-HM80		26	22		119	90		26	27		26	20		33	33	0,63	0,80	0,52	0,11	0,10	0,10
BL-BHM20 ¹	19		22	81		93	30		26	18		20	31		33		0,59				0,11
BL-BHM40 ¹			21			90			26			19			29		0,50				0,10
BL-BHM80 ¹		25	21		95	85		26	27		26	18		33	29		0,60	0,56		0,10	0,12
BL-HMBHM40			24			91			24			18			34		0,50				0,10
BL-BIOS1500		26	23		101	90		28	27		28	18		34	34		0,60	0,58		0,10	0,11
TS-0																					
TS-HM20			26			87			23			20			36		0,35				0,09
TS-HM40			31			88			21			16			33		0,12				0,09
TS-HM80			29		88	86	23		22	18		16	32		32	0,16	0,14		0,21		0,08
TS-BHM20 ¹	27		24			93			23			19	32		35		0,51				0,10
TS-BHM40 ¹			30			87			21			17			31		0,20				0,08
TS-BHM80 ¹		34	32		99	89		22	21		21	16		31	30		0,10	0,19		0,10	0,08
TS-BIOS1500		33	30		96	84		22	22		20	16		32	29		0,10	0,17		0,10	0,08
NP-0			23			76			19			11			22		0,19				0,11
NP 20			25			78			19			13			23		0,16				0,11
NP 40		27	24		83	76		20	18		19	12		22	22	0,1	0,19		0,1		0,11
NP 80			24			83			20			13		22	23		0,20				0,10
NP 120			25			84			20			15		25	25		0,21				0,10
NP BIOS			25			77			19			15		25	25		0,14				0,11

Tabelle 7-20: Substratinduzierte Respiration in ausgewählten Versuchspartzen der Standorte: AP, BL, TS und NP 1999 bis 2003

	SIR - C _{Biomasse} µg / g TS				
	1999	2000	2001	2002	2003
AP-0	581	---	680	769	640
AP-HM60	682	---	1257	752	817
AP-BHM60	742	---	597	810	779
BL-0	286	---	742	682	505
BL-HM40	---	---	---	804	563
BL-BHM40	---	---	---	680	846
BL-HM20+BHM20	344	---	968	837	587
BL-HM80	---	---	948	819	595
BL-BHM80	352	---	927	962	786
BL-BIOS 1500	305	---	721	821	669
TS-HM40	---	---	---	551	508
TS-BHM40	---	---	---	705	598
TS-HM80	---	---	---	624	304
TS-BHM80	319	---	824	901	862
TS-BIOS 1500	274	---	556	640	486
NP-0	---	323	659	842	538
NP-20	---	847	577	675	535
NP-40	---	801	556	742	824
NP-80	---	595	1051	1146	982
NP-120	---	892	762	965	926
NP-BIOS 1500	---	688	391	493	382
Erde	315	---	---	---	
Erde/50 % Kompost	1267	---	---	---	
Erde/75 % Kompost	2460	---	---	---	



Erde = Ackererde; %K = Volumen-% an Kompostzumischung

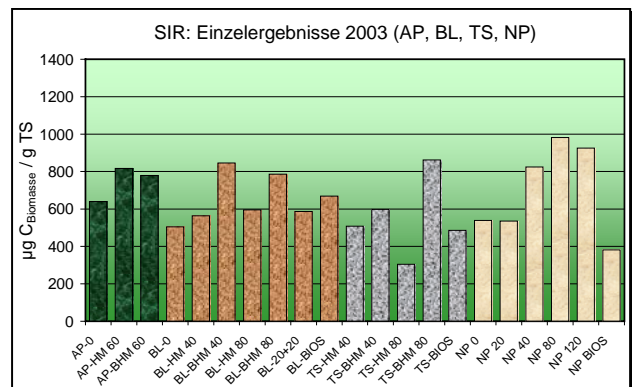
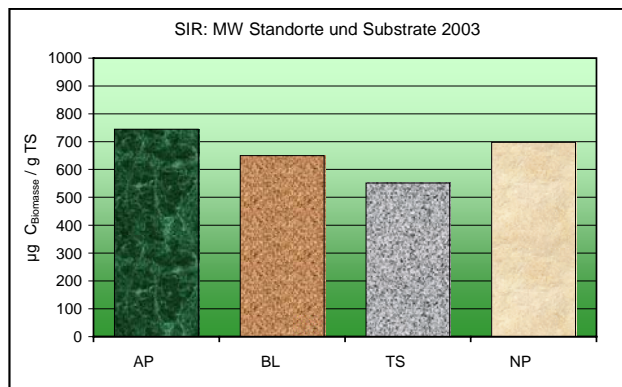
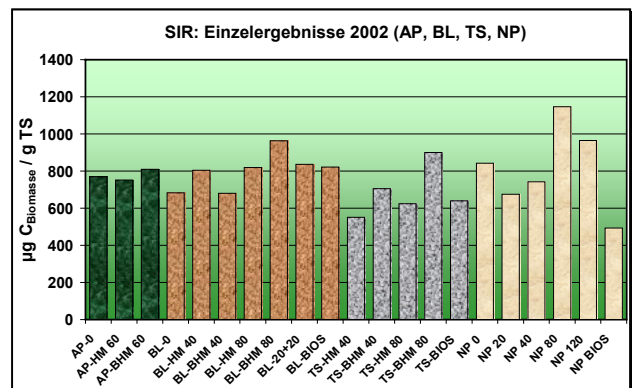
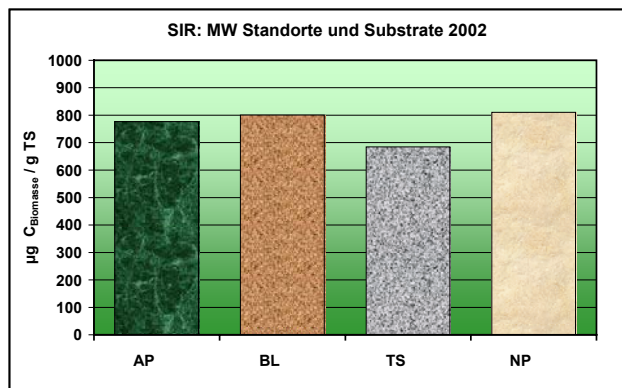
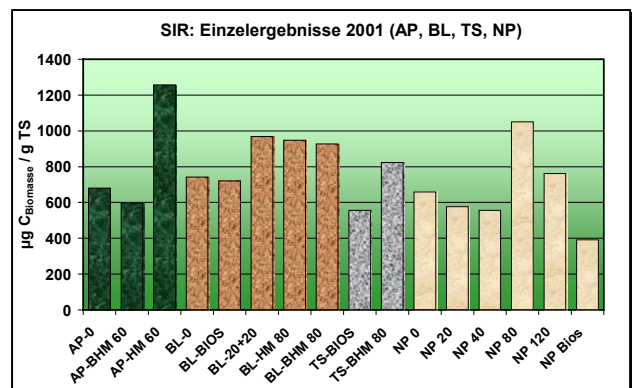
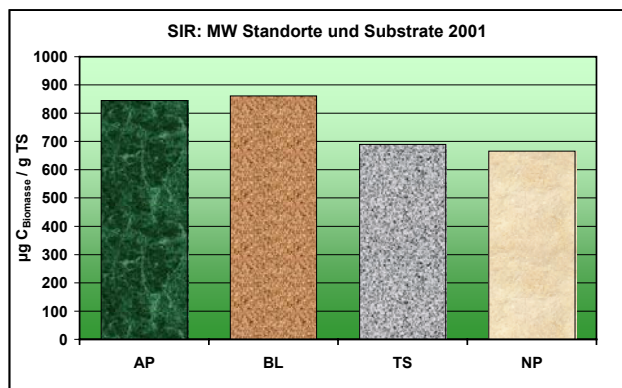


Abbildung 7-6: Substratinduzierte Respiration ausgewählter Versuchspartellen und verschiedener Substrate 1999 - 2003

Tabelle 7-21: Aggregatstabilität in ausgewählten Versuchspartzen der Standorte AP, BL, TS und NP 1999 bis 2003 (grau hinterlegt: Parzellen mit Nachdüngung)

	Aggregatstabilität [%]				
	1999	2000	2001	2002	2003
AP-0	---	---	---	---	33
AP-HM60	---	---	---	---	25
AP-BHM60	---	---	---	---	22
BL-0	41	---	47	33	25
BL-HM40	---	---	---	---	19
BL-BHM40	57	---	---	---	23
BL-BHM80 (HM80)	39	---	48	30 (14)	6,7
BL-HM20+BHM20	---	---	47	32	12
BL-BIOS 1500	---	---	50	34	18
TS-HM40	---	---	---	---	17
TS-BHM40	---	---	---	---	17
TS-HM80	---	---	---	24	19
TS-BHM80	---	---	55	22	19
TS-BIOS 1500	---	---	55	31	20
NP-0	---	16	46	26	8
NP-20	---	41	53	27	8
NP-40	---	39	54	53	18
NP-80	---	29	37	23	7
NP-120	---	43	49	29	12
NP-BIOS 1500	---	33	46	22	14

Ertrag

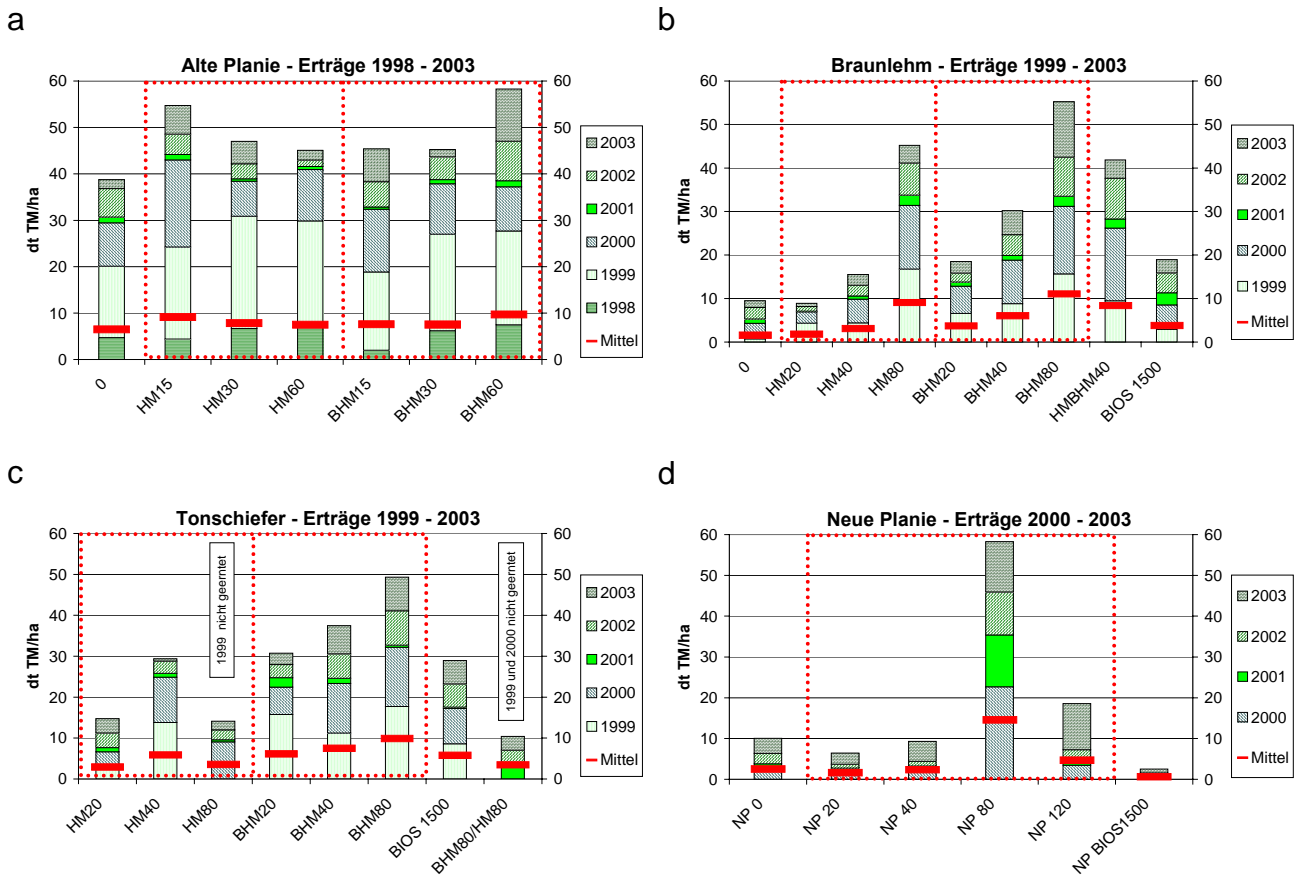


Abbildung 7-7: Trockenmasseerträge Mittel und Summen über die Untersuchungsjahre 1998/99 – 2003

Tabelle 7-22: Trockenmasseerträge der Versuchspartellen mit abgestufter Kompost- und Biosol®-düngung auf der Teilfläche „Alte Planie“ (AP)

Parzelle	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Ø	Σ 1998-2003
	dt TM/ha	dt TM/ha	dt TM/ha	dt TM/ha	dt TM/ha	dt TM/ha	dt TM/ha	dt TM/ha
AP-0	4,7	15,4	9,3	1,3	6,1	2,0	6,5	38,8
AP-HM-15	4,4	19,8	18,7	1,2	4,4	6,2	9,1	54,7
AP-HM-30	6,7	24,2	7,6	0,5	3,2	4,8	7,8	47,0
AP-HM-60	7,6	22,3	11,1	0,7	1,4	2,1	7,5	45,1
AP-BHM-15	2,0	16,9	13,5	0,5	5,5 ¹	7,1	7,6	45,4
AP-BHM-30	6,2	20,8	10,9	0,9	4,9 ¹	1,6	7,5	45,3
AP-BHM-60	7,5	20,2	9,5	1,3	8,5 ¹	11,3	9,7	58,3
AP-BIOS-750	7,9	13,1	---	---	---	---	---	---
AP-BIOS-1500	11,6	12,8	---	---	---	---	---	---

¹ 2002 nachgedüngte Partellen

Tabelle 7-23: Trockenmasseerträge der Versuchspartellen auf den Teilflächen Braunlehm (BL) und Tonschiefer (TS) 1999 – 2002

Parzelle	1999	2000	2001	2002	2003	Ø	Σ 1999-2003
	dt TM/ha	dt TM/ha	dt TM/ha	dt TM/ha	dt TM/ha	dt TM/ha	dt TM/ha
BL-0	0,7	3,6	1,0	2,7	1,5	1,6	9,5
BL-HM-20	4,3	2,6	0,2	1,1	0,7	1,8	8,9
BL-HM-40	4,4	5,4	0,7	2,5	2,5	3,1	15,5
BL-HM-80	16,8	14,7	2,3	7,4	4,1	9,0	45,2
BL-BHM-20	6,6	6,2	1,0	2,0 ¹	2,7	3,7	18,5
BL-BHM-40	8,8	10,0	1,0	4,8 ¹	5,5	6,0	30,2
BL-BHM-80	15,7	15,5	2,3	9,0 ¹	12,7	11,0	55,2
BL-HM/BHM-40	9,5	16,7	2,1	9,4	4,2	8,4	41,8
BL-BIOS 1500	2,9	5,6	2,8	4,5 ¹	3,1	3,8	19,0
TS-HM-20	3,4	3,2	1,0	3,6	3,5	2,9	14,7
TS-HM-40	13,8	11,1	0,9	3,0	0,6	5,9	29,3
TS-HM-80	Erosion	9,1	0,5	2,4	2,1	3,5	14,1
TS-BHM-20	15,8	6,7	2,3	3,2 ¹	2,8	6,2	30,8
TS-BHM-40	11,2	12,1	1,3	5,9 ¹	6,9	7,5	37,5
TS-BHM-80	17,7	14,5	0,4	8,4 ¹	8,2	9,9	49,3
TS-BIOS-1500	8,6	8,6	0,4	5,6 ¹	5,7	5,8	28,9
TS-HM/BHM-80	Erosion	Erosion	3,0	4,1	3,4	3,5	10,4

¹ 2002 nachgedüngte Parzellen

Tabelle 7-24: Trockenmasseerträge Neue Planie 2000 - 2003

Parzelle	2000	2001	2002	2003	Ø	Σ 2000-2003
	dt TM/ha	dt TM/ha	dt TM/ha	dt TM/ha	dt TM/ha	dt TM/ha
NP-0	2,7	1,1	2,6	3,7	2,5	10,1
NP-20	1,6	1,2	0,9	2,7 ¹	1,6	6,4
NP-40	2,6	0,6	1,2	4,9 ¹	2,3	9,3
NP-80	22,6	12,8	10,5	12,4 ¹	14,6	58,3
NP-120	3,4	1,0	2,8	11,3 ¹	4,6	18,6
NP-BIOS 1500	0,8	0,2	0,6	0,9 ¹	0,6	2,5

¹ 2003 nachgedüngte Parzellen

Futterqualität

Tabelle 7-25: Futterwertstoffe im Erntegut in g/kg TM im Vergleich 1999 bis 2003

Parzelle	Futterwertstoffe g/kg TM																
	Rohprotein					Rohfett				Rohfaser				Rohasche			
	RP					RFE				RFA				RA			
	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2002	2003	1999	2000	2002	2003	1999	2000	2002	2003
AP-0	168	145	141	126	164	31	24	24	20	277	287	296	252	74	68	68	72
AP-HM-15	---	160	157	117	177	---	23	20	21	---	274	318	246	---	81	68	83
AP-HM-30	193	161	127	134	171	28	25	24	22	247	266	278	248	75	74	71	74
AP-HM-60	196	155	128	109	159	26	26	24	19	313	270	295	267	77	72	72	78
AP-BHM-15 ¹	---	160	162	156 ¹	198	---	25	25 ¹	20	---	262	286 ¹	239	---	74	85 ¹	77
AP-BHM-30 ¹	188	182	172	150 ¹	190	27	26	23 ¹	20	319	256	293 ¹	239	72	75	79 ¹	74
AP-BHM-60 ¹	191	135	147	161 ¹	193	29	25	24 ¹	18	255	277	271 ¹	262	76	71	84 ¹	87
AP-BIOS-750	190	---	---	---	---	29	---	---	---	242	---	---	---	74	---	---	---
Mittel	188	157	146	136	179	28	25	23	20	276	270	291	250	75	74	75	78
Stabw.	10	15	17	20	15	2	1	2	1	34	10	15	11	2	4	7	5
TS-HM-20	153	103	159	148	183	24	17	22	21	243	291	284	226	86	63	77	85
TS-HM-40	151	116	116	112	173	21	20	22	20	257	282	295	201	95	69	66	104
TS-HM-80	---	136	131	126	111	---	18	24	17	---	277	278	288	---	99	74	70
TS-BHM-20 ¹	169	133	144	123 ¹	161	24	25	21 ¹	16	235	267	288 ¹	282	100	74	71 ¹	66
TS-BHM-40 ¹	160	113	132	128 ¹	202	22	20	23 ¹	19	281	276	294 ¹	248	90	71	80 ¹	92
TS-BHM-80 ¹	183	149	160	124 ¹	158	25	20	22 ¹	19	246	261	312 ¹	259	90	104	85 ¹	94
TS-BIOS 1500 ¹	144	135	150	111 ¹	127	25	18	22 ¹	18	259	270	312 ¹	262	88	88	68 ¹	73
Mittel	160	126	142	125	159	24	20	22	19	254	275	295	252	92	81	74	83
Stabw.	14	16	16	12	31	2	3	1	2	16	10	13	31	5	16	7	14
BL-0	139	117	148	118	162	24	19	22	19	247	279	299	251	111	74	71	68
BL-HM-20	150	118	136	120	183	25	21	23	16	241	258	276	220	71	68	69	83
BL-HM-40	106	97	114	108	132	19	18	22	18	268	300	305	236	75	61	64	75
BL-HM-80	170	119	140	109	142	27	19	23	19	257	283	304	256	92	64	62	69
BL-BHM-20 ¹	164	124	140	175 ¹	191	26	20	27 ¹	20	249	268	237 ¹	252	74	66	90 ¹	78
BL-BHM-40 ¹	139	96	---	136 ¹	173	24	17	23 ¹	20	268	304	271 ¹	263	71	60	80 ¹	77
BL-BHM-80 ¹	161	123	140	128 ¹	135	25	19	25 ¹	19	268	293	295 ¹	285	88	69	84 ¹	69
BL-HM+BHM-40	170	129	174	133	155	30	21	27	20	235	273	272	237	87	74	73	74
BL-BIOS 1500 ¹	143	106	137	125 ¹	147	23	19	25 ¹	23	245	283	282 ¹	267	75	63	80 ¹	72
Mittel	149	114	141	128	158	25	19	24	19	253	282	282	252	83	67	75	74
Stabw.	20	12	16	20	21	3	1	2	2	13	15	22	19	13	5	9	5
Mittel ges.	166	133	144	130	165	26	21	23	19	261	276	289	252	83	74		78
NP 0	---	107	156	132	137	---	17	22	20	---	277	279	292	---	79	101	75
NP 20 ²	---	103	133	145	173 ²	---	17	27	22 ²	---	299	252	286 ²	---	62	96	82 ²
NP 40 ²	---	139	119	115	193 ²	---	19	20	23 ²	---	274	288	272 ²	---	70	95	83 ²
NP 80 ²	---	202	224	152	228 ²	---	20	24	22 ²	---	286	275	229 ²	---	93	82	96 ²
NP 120 ²	---	185	181	112	237 ²	---	20	19	16 ²	---	277	320	263 ²	---	88	66	100 ²
NP BIOS 1500 ²	---	72	128	111	130 ²	---	12	22	15 ²	---	355	281	301 ²	---	55	91	105 ²
Mittel	---	135	157	128	183	---	18	22	20	---	295	283	274	---	75	89	90
Stabw.	---	51	40	18	45	---	3	3	3	---	31	22	26	---	15	13	12

¹ 2002 nachgedüngte Parzellen

² 2003 nachgedüngte Parzellen

Tabelle 7-26: Energiedichte im Erntegut und Energieertrag pro ha im Vergleich 1999 bis 2003

Parzelle	Ø Energiedichte										Ø Energieertrag				
	metabolische Energie MJ ME/kg TM					Netto Energielaktation MJ NEL/kg TM					GJ NEL/ha				
	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003
AP-0	10,3	7,7	8,9	9,3	9,3	6,2	4,3	5,1	5,5	5,5	9,5	4,0	0,6	3,3	1,1
AP-HM-15	---	7,7	7,7	9,7	9,6	---	4,3	4,3	5,7	5,7	---	8,0	0,5	2,5	3,5
AP-HM-30	10,8	9,2	7,9	9,0	9,2	6,5	5,3	4,4	5,2	5,4	15,7	4,0	0,2	1,7	2,6
AP-HM-60	9,8	8,5	6,7	10,5	9,0	5,7	4,9	3,6	6,3	5,2	12,8	5,4	0,2	0,8	1,1
AP-BHM-15 ¹	---	8,5	7,2	7,9 ¹	9,4	---	4,8	3,9	4,4 ¹	5,5	---	6,5	0,2	2,4 ¹	3,9
AP-BHM-30 ¹	9,7	8,6	8,0	8,8 ¹	9,2	5,7	4,9	4,4	5,1 ¹	5,4	11,9	5,3	0,4	2,5 ¹	0,9
AP-BHM-60 ¹	10,7	8,1	7,9	9,3 ¹	9,2	6,4	4,5	4,4	5,4 ¹	5,3	12,9	4,3	0,6	4,6 ¹	6,0
AP-BIOS-750	10,9	---	---	---	---	6,6	---	---	---	---	8,6	---	---	---	---
Mittel	10,4	8,3	7,8	9,2	9,3	6,2	4,7	4,3	5,4	5,4	11,9	5,4	0,4	2,6	2,7
Stabw.	0,5	0,5	0,7	0,8	0,2	0,4	0,4	0,5	0,6	0,1	2,6	1,5	0,2	1,2	1,9
TS-HM-20	10,6	9,3	9,3	10,1	9,4	6,4	5,4	5,5	6,0	5,5	2,2	1,8	0,5	2,2	1,9
TS-HM-40	10,2	9,7	9,5	9,9	9,5	6,1	5,7	5,5	5,9	5,6	8,4	6,3	0,5	1,7	0,3
TS-HM-80	---	9,7	9,1	9,2	10,1	---	5,7	5,3	5,3	6,0	---	5,2	0,3	1,3	1,3
TS-BHM-20 ¹	10,5	8,6	9,8	9,5 ¹	9,4	6,3	4,9	5,8	5,6 ¹	5,5	10,0	3,3	1,3	1,8 ¹	1,5
TS-BHM-40 ¹	9,9	9,6	9,1	9,2 ¹	9,6	5,9	5,6	5,3	5,3 ¹	5,6	6,6	6,8	0,7	3,2 ¹	3,9
TS-BHM-80 ¹	10,5	9,2	9,7	8,8 ¹	9,4	6,3	5,4	5,7	5,1 ¹	5,5	11,2	7,8	0,3	4,3 ¹	4,5
TS-BIOS 1500 ¹	10,3	8,3	9,5	9,7 ¹	9,9	6,2	4,7	5,6	5,7 ¹	5,9	5,3	4,0	0,2	3,2 ¹	3,3
Mittel	10,3	9,2	9,4	9,5	9,6	6,2	5,4	5,5	5,6	5,7	7,3	5,0	0,5	2,5	2,4
Stabw.	0,2	0,5	0,2	0,4	0,3	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	3,3	2,1	0,4	1,1	1,5
BL-0	10,1	7,9	8,8	9,6	9,8	6,1	4,4	5,0	5,6	5,8	0,4	1,6	0,5	1,5	0,9
BL-HM-20	10,8	10,2	9,4	9,6	9,7	6,5	6,1	5,5	5,7	5,7	2,8	1,6	0,1	0,6	0,4
BL-HM-40	10,2	10,0	9,3	10,1	9,8	6,1	6,0	5,4	6,0	5,8	2,7	3,2	0,4	1,5	1,4
BL-HM-80	10,3	9,2	8,4	8,8	9,6	6,2	5,4	4,8	5,1	5,6	10,4	7,9	1,1	3,7	2,3
BL-BHM-20 ¹	10,7	9,3	9,2	9,7 ¹	9,1	6,4	5,4	5,3	5,7 ¹	5,3	4,2	3,4	0,5	1,1 ¹	1,4
BL-BHM-40 ¹	10,4	9,5	---	9,7 ¹	9,3	6,2	5,6	---	5,7 ¹	5,4	5,5	5,6	---	2,7 ¹	3,0
BL-BHM-80 ¹	10,2	9,2	8,6	8,3 ¹	9,1	6,1	5,4	4,9	4,7 ¹	5,3	9,5	8,3	1,1	4,2 ¹	6,8
BL-HM+BHM-40	10,8	8,5	8,5	9,4	9,6	6,5	4,9	4,9	5,5	5,7	6,2	8,1	1,0	5,1	2,4
BL-BIOS 1500 ¹	10,7	8,7	8,4	9,5 ¹	9,7	6,4	5,0	4,8	5,6 ¹	5,7	1,9	2,8	1,3	2,5 ¹	1,8
Mittel	10,5	9,2	8,8	9,4	9,5	6,3	5,3	5,1	5,5	5,6	4,8	4,7	0,8	2,6	2,3
Stabw.	0,3	0,7	0,4	0,5	0,3	0,2	0,5	0,3	0,4	0,2	3,4	2,8	0,4	1,5	1,9
Mittel ges.	10,4	8,9	8,7	9,4	9,5	6,2	5,1	5,0	5,5	5,6	8,0	5,0	0,6	2,5	2,5
NP 0	---	10,3	9,7	9,4	9,5	---	6,2	5,7	5,5	5,6	---	1,7	0,6	1,4	2,1
NP 20 ²	---	9,8	10,1	9,2	9,7 ²	---	5,8	6,0	5,3	5,7 ²	---	0,9	0,7	0,5	1,6 ²
NP 40 ²	---	10,1	10,2	9,6	9,4 ²	---	6,0	6,1	5,6	5,5 ²	---	1,6	0,3	0,7	2,7 ²
NP 80 ²	---	9,6	9,9	10,3	9,0 ²	---	5,6	5,9	6,2	5,2 ²	---	12,7	7,5	6,5	6,4 ²
NP 120 ²	---	10,0	9,7	9,8	8,3 ²	---	5,9	5,7	5,8	4,7 ²	---	2,0	0,6	1,6	5,3 ²
NP BIOS 1500 ²	---	9,3	9,9	8,5	8,6 ²	---	5,4	5,9	4,8	4,9 ²	---	0,4	0,1	0,3	0,5 ²
Mittel	---	9,8	9,9	9,4	9,1	---	5,8	5,9	5,5	5,3	---	3,2	1,6	1,8	3,1
Stabw.	---	0,4	0,2	0,6	0,5	---	0,3	0,1	0,5	0,4	---	4,7	2,9	2,3	2,3

¹ 2002 nachgedüngte Parzellen; ² 2003 nachgedüngte Parzellen

Tabelle 7-27: Nähr-/Mineralstoffgehalte im Erntegut im Vergleich 1999 bis 2003

Parzelle	Nähr-/Mineralstoffe g/kg TM																			
	Ca g/kg				P g/kg				Mg g/kg				K g/kg				Na g/kg			
	1999	2000	2002	2003	1999	2000	2002	2003	1999	2000	2002	2003	1999	2000	2002	2003	1999	2000	2002	2003
AP-0	8,4	8,4	10,0	10,6	2,3	2,2	2,0	2,0	2	1,9	2,3	2,9	25,1	20,4	17,0	18,6	0,25	0,08	0,31	0,26
AP-HM-15	---	9,0	7,3	11,2		2,5	2,2	2,6	---	2,1	1,9	3,1	---	26,0	19,0	23,1	---	0,09	0,26	0,37
AP-HM-30	8,5	10,7	9,4	11,9	3,2	2,4	2,1	2,2	2,4	2,7	2,6	3,3	24	18,1	17,8	16,5	0,24	0,17	0,39	0,41
AP-HM-60	9,4	9,5	8,7	11,9	3,5	2,7	2,7	2,5	2,5	2,4	2,3	3,2	23,8	20,3	17,8	16,5	0,19	0,08	0,28	0,27
AP-BHM-15 ¹	---	9,0	10,2	13,1		2,4	2,3	2,6	---	2,1	2,3	3,2	---	21,4	17,9	17,6	---	0,07	0,35	0,28
AP-BHM-30 ¹	8,8	10,8	9,8	12,8	3	2,8	2,7	3,0	2,3	2,6	2,5	3,3	21,7	19,2	19,0	16,5	0,2	0,10	0,54	0,33
AP-BHM-60 ¹	8,8	8,6	12,3	15,9	3,3	2,5	2,9	2,9	2,3	2,1	2,8	3,3	23,6	19,2	21,3	18,7	0,41	0,12	0,43	0,31
AP-BIOS-750	8,1	---	---	---	2,9	---	---		2,6	---	---	---	22,6	---	---	---	0,38	---	---	---
Mittel	8,7	9,4	9,7	12,5	3,0	2,5	2,4	2,5	2,4	2,3	2,4	3,2	23,5	20,7	18,5	18,2	0,28	0,10	0,37	0,32
Stabw.	0,4	1,0	1,5	1,7	0,4	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,3	0,1	1,2	2,6	1,4	2,4	0,09	0,03	0,1	0,06
TS-HM-20	11,4	7,8	12,7	14,0	1,6	1,3	1,4	1,8	1,8	1,5	2,1	2,7	22,6	16,9	17,8	20,8	0,13	0,06	0,26	0,21
TS-HM-40	11,6	9,3	8,8	13,6	1,8	1,5	1,3	1,6	2	1,8	1,8	2,8	22,4	19,0	16,8	20,8	0,2	0,03	0,32	0,25
TS-HM-80	---	8,9	7,9	7,2	---	1,8	2,2	1,9	---	2,0	1,9	1,9	---	22,5	20,0	19,7	---	0,14	0,22	0,23
TS-BHM-20 ¹	11,6	9,4	8,8	9,1	2	1,7	2,0	1,7	2,4	2,1	2,4	2,4	21,4	20,2	20,2	16,4	0,25	0,07	0,31	0,25
TS-BHM-40 ¹	11,5	9,0	10,4	13,3	2,2	1,6	2,3	2,1	2,1	1,9	2,3	2,8	22,4	20,2	21,2	20,8	0,18	0,03	0,32	0,25
TS-BHM-80 ¹	12,1	10,2	9,2	10,8	2,6	2,1	2,9	2,5	2,3	2,1	2,1	2,8	24,8	22,5	23,5	20,9	0,16	0,11	0,34	0,31
TS-BIOS 1500 ¹	10,4	9,7	7,0	8,1	1,9	1,9	1,9	1,8	1,9	1,9	1,8	2,1	21,5	21,3	22,2	19,7	0,17	0,11	0,30	0,23
Mittel	11,4	9,2	9,3	10,9	2,0	1,7	2,0	1,9	2,1	1,9	2,1	2,5	22,5	20,4	20,2	19,9	0,18	0,08	0,30	0,25
Stabw.	0,6	0,8	1,8	2,8	0,3	0,3	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4	1,2	2,0	2,4	1,6	0,04	0,04	0,04	0,03
BL-0	9,9	9,2	11,0	10,2	1,6	1,4	1,6	1,5	1,7	1,6	1,9	1,9	19,4	17,0	17,7	18,6	0,28	0,03	0,23	0,24
BL-HM-20	10,6	9,0	10,4	16,0	1,7	1,5	1,6	2,0	2,7	2,7	2,9	4,8	18,1	16,9	15,6	16,4	0,16	0,05	0,24	0,22
BL-HM-40	8,6	6,9	8,9	10,9	1,5	1,4	1,6	1,6	1,7	1,7	2,0	2,9	19,4	16,9	16,7	16,5	0,17	0,07	0,26	0,20
BL-HM-80	12,1	8,9	9,5	11,1	2,3	1,6	1,6	1,6	2,4	1,9	2,1	2,4	22,5	16,9	16,6	16,5	0,22	0,06	0,25	0,18
BL-BHM-20 ¹	10,7	8,7	14,3	13,0	2,1	1,7	2,5	2,4	3	2,8	4,0	4,0	18,4	18,1	21,3	17,7	0,16	0,07	0,35	0,25
BL-BHM-40 ¹	9,1	6,4	10,2	12,0	2,1	1,6	2,3	2,4	2,4	1,9	2,7	3,2	20,7	16,9	23,4	18,8	0,15	0,08	0,40	0,29
BL-BHM-80 ¹	10,9	8,6	9,7	9,4	2,4	2,0	2,7	2,4	2,2	1,9	2,5	2,3	23,9	18,1	23,5	18,7	0,21	0,08	0,40	0,35
BL-HM+BHM-40	11,7	10,3	11,1	11,2	2,1	1,7	1,7	1,8	2,3	2,1	2,2	2,4	23,8	19,2	20,0	18,7	0,16	0,05	0,29	0,30
BL-BIOS 1500 ¹	10	8,0	10,0	11,0	1,6	1,4	1,6	1,6	1,9	1,7	2,1	2,4	19,6	16,9	21,3	19,8	0,14	0,01	0,28	0,18
Mittel	10,4	8,4	10,6	11,6	1,9	1,6	1,9	1,9	2,3	2,0	2,5	2,9	20,6	17,4	19,6	18,0	0,18	0,06	0,3	0,25
Stabw.	1,1	1,2	1,6	1,9	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4	0,4	0,7	0,9	2,2	0,8	3,0	1,2	0,05	0,02	0,07	0,06
Mittel ges.	10,2	9,0	9,8	11,7	2,3	1,9	2,1	2,1	2,2	2,1	2,3	2,9	22,2	19,5	19,5	18,7	0,21	0,08	0,32	0,27
NP 0	---	6,1	10,3	8,0	---	1,2	1,3	1,4	---	1,9	2,9	2,5	---	19,1	20,2	18,6	---	0,12	0,35	0,23
NP 20 ²	---	5,3	11,5	10,3	---	1,1	1,7	2,0	---	1,6	2,7	2,7	---	19,1	20,1	20,8	---	0,13	0,35	0,33
NP 40 ²	---	6,7	9,5	10,8	---	1,5	1,4	2,2	---	2,2	2,7	3,0	---	21,5	17,8	20,8	---	0,20	0,30	0,47
NP 80 ²	---	9,8	11,6	12,1	---	2,6	1,9	3,0	---	2,7	3,0	3,3	---	29,5	18,0	25,3	---	0,35	0,37	0,83
NP 120 ²	---	7,8	7,1	12,5	---	1,7	1,3	3,0	---	2,5	2,3	3,5	---	24,8	14,5	23,1	---	0,23	0,31	1,02
NP BIOS 1500 ²	---	2,6	7,5	7,8	---	0,9	1,3	1,4	---	1,1	2,1	2,5	---	15,6	14,5	15,3	---	0,09	0,28	0,33
Mittel	---	6,4	9,6	10,3	---	1,5	1,5	2,2	---	2,0	2,6	2,9	---	21,6	17,5	20,7	---	0,19	0,33	0,54
Stabw.	---	2,4	1,9	2,0	---	0,6	0,3	0,7	---	0,6	0,3	0,4	---	4,9	2,5	3,5	---	0,10	0,04	0,32

¹ 2002 nachgedüngte Parzellen² 2003 nachgedüngte Parzellen

Tabelle 7-28: Mittelwerte und Spannen von TM-Ertrag und ausgesuchten Parametern des Futterwertes nach Standorten im Literaturvergleich

	Ø TM-Ertrag/ha	Ø Energiedichte		Ø Energieertrag	Rohprotein	Nutzbares Rohprotein
	Brutto in t /ha	Metabolische Energie MJ ME/kg TM	Netto Energie MJ NEL/kg TM	GJ NEL/ha	g/kg TM	g/kg TM
AP	0,8 (0,05 - 2,4)	8,9 (7,2 - 10,9)	5,1 (3,6 - 6,3)	4,2 (0,2 - 15,7)	160 (117 - 198)	121 (93 - 147)
BL	0,5 (0,07 - 1,7)	9,5 (7,9 - 10,8)	5,6 (4,4 - 6,1)	3,1 (0,1 - 10,4)	138 (96 - 191)	125 (105 - 141)
TS	0,6 (0,04 - 1,8)	9,6 (8,3 - 10,6)	5,6 (4,7 - 6,0)	3,4 (0,2 - 11,2)	141 (111 - 202)	126 (118 - 142)
NP	0,4 (0,06 - 2,3)	9,6 (8,3 - 10,3)	5,6 (4,7 - 6,2)	2,4 (0,1 - 12,7)	151 (72 - 237)	128 (112 - 143)
Buchgraber & Pflüger (2002)						
Mehrmähdige Wiesen	8,3	9,3	5,4	44,8	124	117
Kulturweiden	7,1	10,0	5,9	41,9	142	121
Wirtschaftsgrünland	8,2	9,4	5,5	45,1	125	117
Einmähdige Wiesen	2,5	8,5	4,8	12	90	107
Hutweiden	2,5	8,9	5,1	12,8	105	111
Almen u. Bergmäher	1,2	9,0	5,2	6,2	100	110
Pötsch et al. (1998)						
Abgestockte Flächen	1,6 (1,5 - 2,0)		4,4 (4,0 - 4,8)	7,2 (5,5 - 8,7)	111 (102 - 119)	

Tabelle 7-29: Spurenelementgehalte im Erntegut 2000, 2002 und 2003 (mg/kg TM)

Parzelle	Spurenelemente mg/kg TM											
	Eisen			Kupfer			Zink			Mangan		
	2000	2002	2003	2000	2002	2003	2000	2002	2003	2000	2002	2003
AP-0	133	205	317	5,7	7,9	7,7	30,6	30,5	29,6	120	97	76
AP-HM-15	122	196	127	6,8	7,8	8,8	30,5	29,1	31,8	113	111	71
AP-HM-30	106	459	201	6,8	13,4	11,0	38,5	41,2	52,9	147	158	107
AP-HM-60	95	291	578	6,8	8,9	6,6	35,0	36,7	36,3	103	111	84
AP-BHM-15	145	487 ¹	118	6,8	10,0 ¹	8,8	32,7	35,7 ¹	38,5	175	155 ¹	117
AP-BHM-30	138	585 ¹	175	7,9	15,7 ¹	8,8	38,4	36,9 ¹	38,4	139	140 ¹	83
AP-BHM-60	145	589 ¹	222	6,8	11,2 ¹	8,8	37,2	35,8 ¹	30,7	113	108 ¹	66
AP-BIOS-750	---	---		---	---		---	---		---	---	
Mittel	126	402	248	6,8	10,7	8,6	34,7	35,1	36,9	130	126	86
Stabw.	19,3	170	160	0,6	3	1,3	3,5	4,1	7,9	25	25	19
TS-HM-20	83	443	294	3,4	10,0	7,7	21,3	26,7	27,4	56	75	58
TS-HM-40	122	199	1141	3,4	6,7	7,7	25,8	28,0	32,8	119	111	98
TS-HM-80	1489	283	289	5,6	8,9	7,6	27,1	27,7	29,5	124	151	88
TS-BHM-20	145	195 ¹	216	4,5	7,9 ¹	6,6	24,7	28,1 ¹	24,0	72	83 ¹	55
TS-BHM-40	155	602 ¹	590	3,4	8,9 ¹	6,6	23,6	30,1 ¹	25,1	98	107 ¹	80
TS-BHM-80	992	591 ¹	645	5,6	10,1 ¹	7,7	31,5	34,6 ¹	32,0	140	134 ¹	95
TS-BIOS 1500	570	240 ¹	363	5,6	8,9 ¹	8,8	26,9	32,2 ¹	32,9	121	165 ¹	108
Mittel	508	365	506	4,5	8,8	7,5	25,8	29,6	29,1	104	118	83
Stabw.	546	179	323	1,1	1,18	0,8	3,21	2,85	3,7	30,5	33,8	20,2
BL-0	289	268	174	4,5	6,7	6,6	26,1	29,9	39,4	110	110	61
BL-HM-20	185	305	261	3,4	7,8	7,7	27,0	34,5	28,5	68	94	57
BL-HM-40	96	338	487	3,4	6,7	6,6	23,6	29,0	27,5	83	96	75
BL-HM-80	125	184	199	4,5	6,7	6,6	28,1	25,5	25,2	79	87	64
BL-BHM-20	123	558 ¹	233	3,4	10,1 ¹	7,7	26,0	34,8 ¹	36,5	57	77 ¹	45
BL-BHM-40	158	434 ¹	255	3,4	8,9 ¹	6,6	23,6	34,5 ¹	25,4	64	91 ¹	55
BL-BHM-80	114	677 ¹	248	4,5	8,9 ¹	6,6	26,0	30,2 ¹	24,2	83	107 ¹	54
BL-HM+BHM-40	111	185	256	4,5	8,9	8,8	27,1	25,6	35,2	72	88	73
BL-BIOS 1500	101	442 ¹	114	7,9	7,8 ¹	7,7	52,9	26,9 ¹	31,8	182	198 ¹	105
Mittel	145	377	247	4,39	8,06	7,2	28,9	30,1	30,4	89	105	66
Stabw.	61	167	102	1,43	1,22	0,8	9,11	3,77	5,5	38	36	18
Mittel ges.	257	381	334	5,23	9,18	7,8	29,83	31,62	32,1	108	116	78
NP 0	749	1924	710	3,4	9,0	7,7	22,5	183,7	53,6	38	79	147
NP 20	289	1104	654 ²	3,4	8,9	8,8 ²	22,5	245,5	42,7 ²	34	118	170 ²
NP 40	280	1331	479 ²	4,5	46,8	8,8 ²	26,0	275,1	36,1 ²	37	72	147 ²
NP 80	288	447	522 ²	6,8	11,2	11,0 ²	28,4	85,3	56,2 ²	58	78	73 ²
NP 120	221	829	1019 ²	5,6	8,9	9,9 ²	30,5	234,4	39,6 ²	43	45	200 ²
NP BIOS 1500	344	1765	2001 ²	2,2	12,3	6,5 ²	21,2	229,7	35,9 ²	17	58	407 ²
Mittel	362	1233	898	4,32	16,18	8,8	25,2	29,2	44,0	147	209	191
Stabw.	194	560	573	1,67	15,07	1,6	3,73	8,08	8,8	51	67	114

¹ 2002 nachgedüngte Parzellen² 2003 nachgedüngte Parzellen

Tabelle 7-30: Durchschnittliche Karotin-Gehalte im Erntegut im Vergleich der Standorte (1999 – 2003)

Parzelle	Karotin mg/kg TM			
	1999	2000	2002	2003
AP-0	127,3	26,3	59,4	80,2
AP-HM-15		36,4	66,6	82,2
AP-HM-30	154,4	36,1	84,6	81,0
AP-HM-60	147,3	51,9	63,4	72,5
AP-BHM-15		30,8	92,9 ¹	94,4
AP-BHM-30	127,7	45,4	95,3 ¹	88,0
AP-BHM-60	155,2	41,6	113,5 ¹	98,3
AP-BIOS-750	191,2			
Mittel	150,5	38,4	82,2	85,2
Stabw.	23,5	8,7	20,0	8,9
TS-HM-20	121,6	40,6	139,0	146,5
TS-HM-40	105,9	39,7	80,9	130,8
TS-HM-80		22,3	91,2	60,9
TS-BHM-20	124,5	44,8	93,7 ¹	91,5
TS-BHM-40	115,7	27,3	89,1 ¹	103,3
TS-BHM-80	98,8	24,5	83,1 ¹	81,7
TS-BIOS 1500	88,3	26,1	63,3 ¹	72,1
Mittel	109,13	32,19	91,47	98,1
Stabw.	14,04	9,17	23,26	31,1
BL-0	84,4	34,4	87,9	116,3
BL-HM-20	107,9	46,5	84,6	125,8
BL-HM-40	80,2	19,0	64,6	91,7
BL-HM-80	85,5	38,6	75,0	77,0
BL-BHM-20	115,1	24,3	148,2 ¹	95,0
BL-BHM-40	115,1	29,0	100,3 ¹	94,3
BL-BHM-80	101,7	32,2	88,1 ¹	60,1
BL-HM+BHM-40	106,5	35,3	101,8	88,5
BL-BIOS 1500	99,4	23,1	90,4 ¹	89,6
Mittel	99,53	31,38	93,43	93,1
Stabw.	13,26	8,54	23,54	19,4
Mittel ges.	119,73	33,97	89,05	92,2
NP 0		37,7	78,7	82,1
NP 20		34,0	117,8	127,3 ²
NP 40		36,5	72,2	138,3 ²
NP 80		58,0	77,9	137,3 ²
NP 120		42,8	45,0	145,5 ²
NP BIOS 1500		16,6	57,9	93,1 ²
Mittel		37,6	74,9	120,6
Stabw.		13,4	24,7	26,4

¹ 2002 nachgedüngte Parzellen² 2003 nachgedüngte Parzellen

Tabelle 7-31: Durchschnittliche Mineralstoffgehalte im Erntegut im Vergleich der Standorte (1999, 2000, 2002 und 2003)

	P g/kg				K g/kg			
	1999	2000	2002	2003	1999	2000	2002	2003
AP	3,0	2,5	2,4	2,5	23,5	20,7	18,5	18,2
TS	2,0	1,7	2,0	1,9	22,5	20,4	20,2	19,9
BL	1,9	1,6	1,9	1,9	20,7	17,4	19,6	18,0
NP	---	1,5	1,5	2,2	---	21,6	17,5	20,7
AP %	100	82	80	84	100	88	79	78
TS %	100	84	99	95	100	91	90	88
BL %	100	82	99	99	100	84	95	87
NP %	---	100	99	144	---	100	81	96
	Ca g/kg				Mg g/kg			
	1999	2000	2002	2003	1999	2000	2002	2003
AP	8,7	9,4	9,7	12,5	2,4	2,3	2,4	3,2
TS	11,4	9,2	9,3	10,9	2,1	1,9	2,1	2,5
BL	10,4	8,4	10,6	11,6	2,1	2,0	2,5	2,9
NP	---	6,4	9,6	10,3	---	2,0	2,6	2,9
AP %	100	109	112	144	100	97	102	136
TS %	100	80	81	95	100	91	99	120
BL %	100	81	102	112	100	90	110	130
NP %	---	100	150	161	---	100	131	146
	Na g/kg							
	1999	2000	2002	2003				
AP	0,28	0,10	0,37	0,32				
TS	0,18	0,08	0,30	0,25				
BL	0,18	0,06	0,3	0,25				
NP	---	0,19	0,33	0,54				
AP %	100	36	131	114				
TS %	100	43	163	136				
BL %	100	30	164	134				
NP %	---	100	175	287				

Tabelle 7-32: Durchschnittliche Karotin-Gehalte im Erntegut im Vergleich der Standorte (1999 – 2003)

	Karotin							
	[mg/kg TM]				%			
	1999	2000	2002	2003	1999	2000	2002	2003
AP	151	38	82	85	100	26	55	57
TS	109	32	91	98	100	30	84	90
BL	100	31	93	93	100	32	94	94
NP	---	38	75	121	---	100	199	321

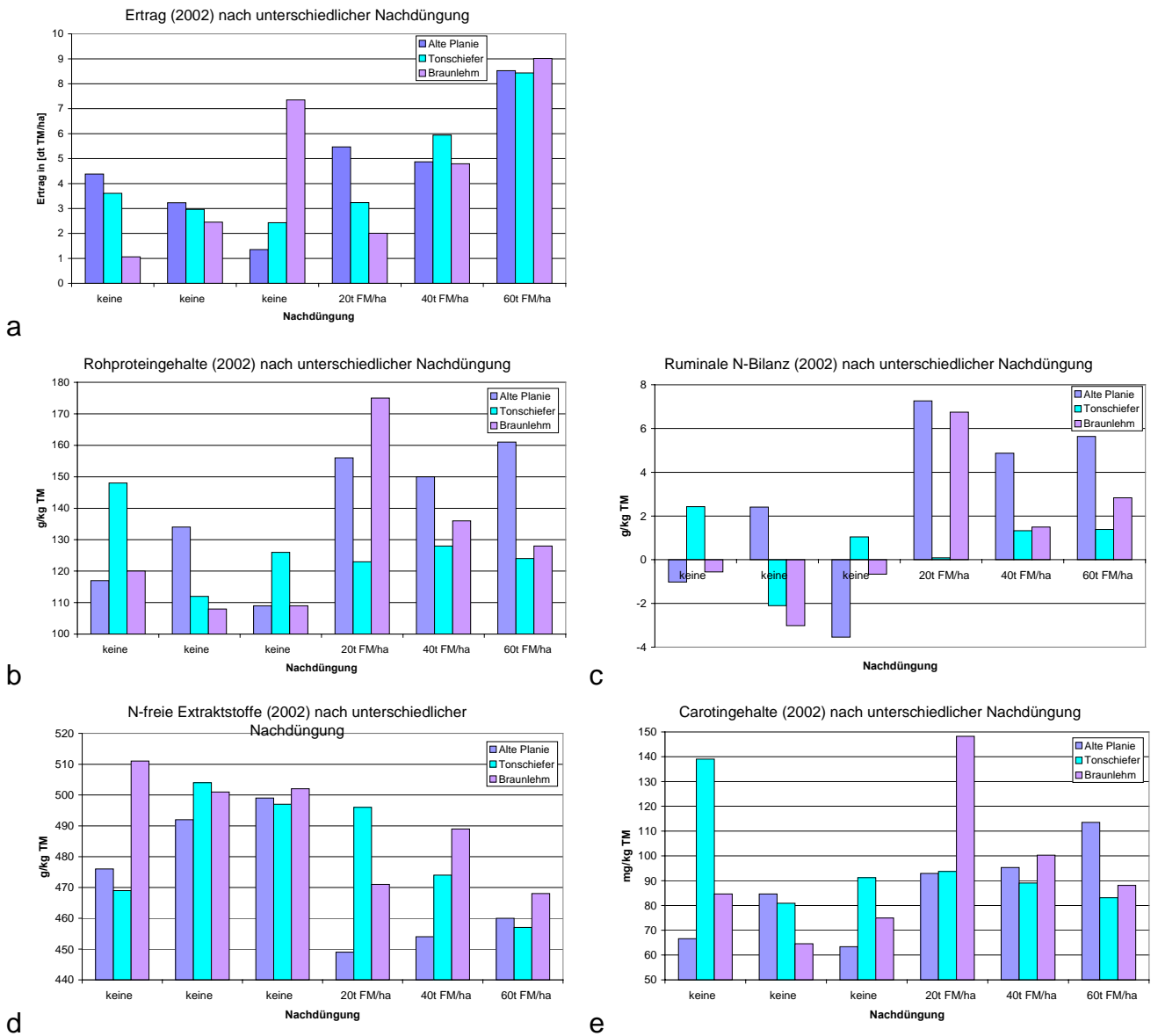


Abbildung 7-8: Auswirkung der selektiven Nachdüngung im Jahr 2002 auf den Ertrag und auf einige Parameter der Futterqualität

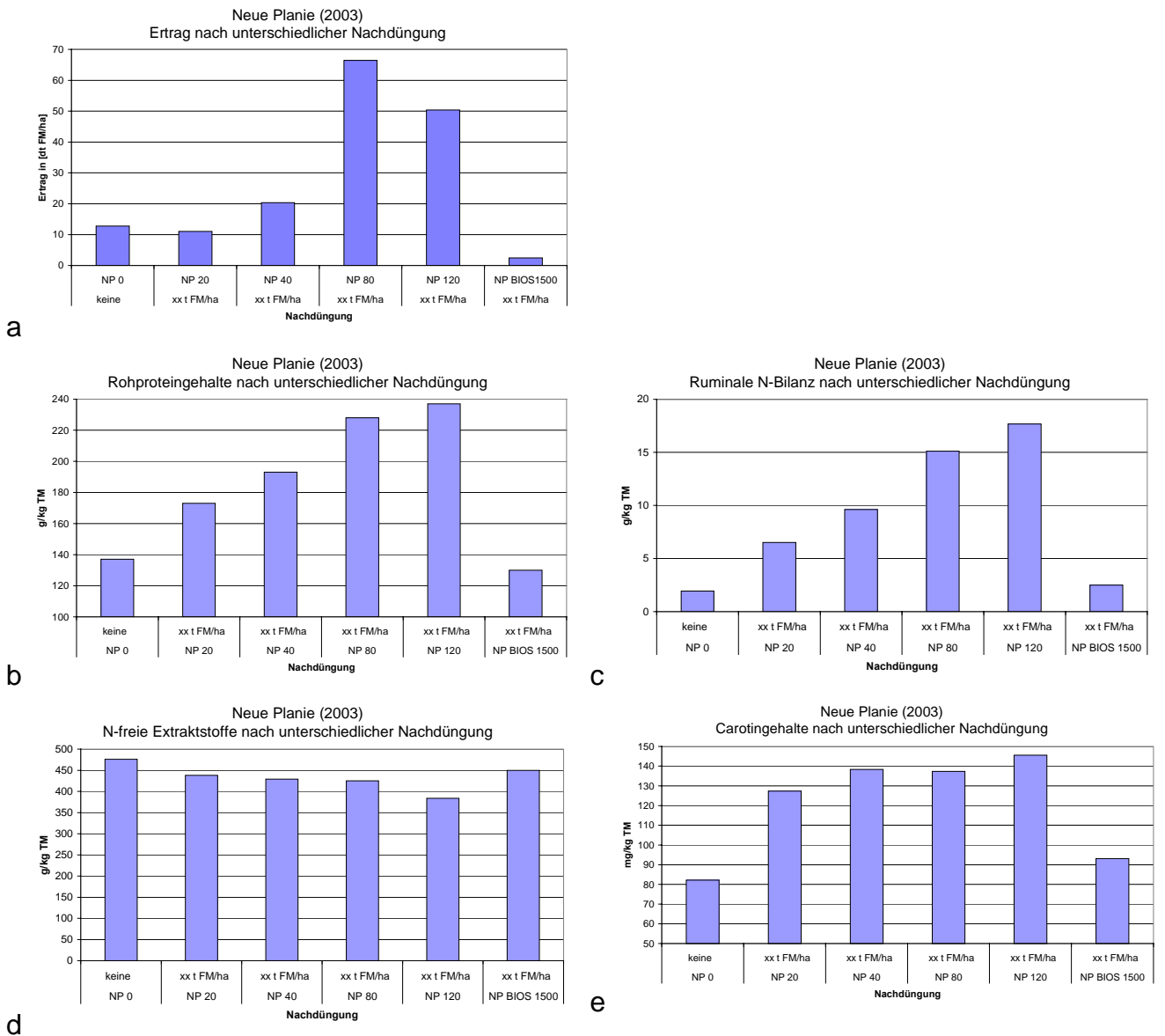
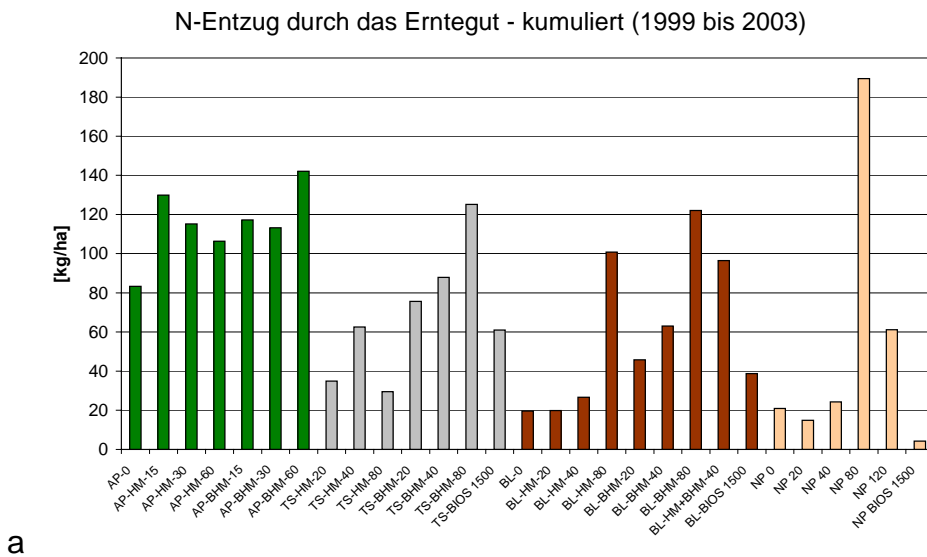
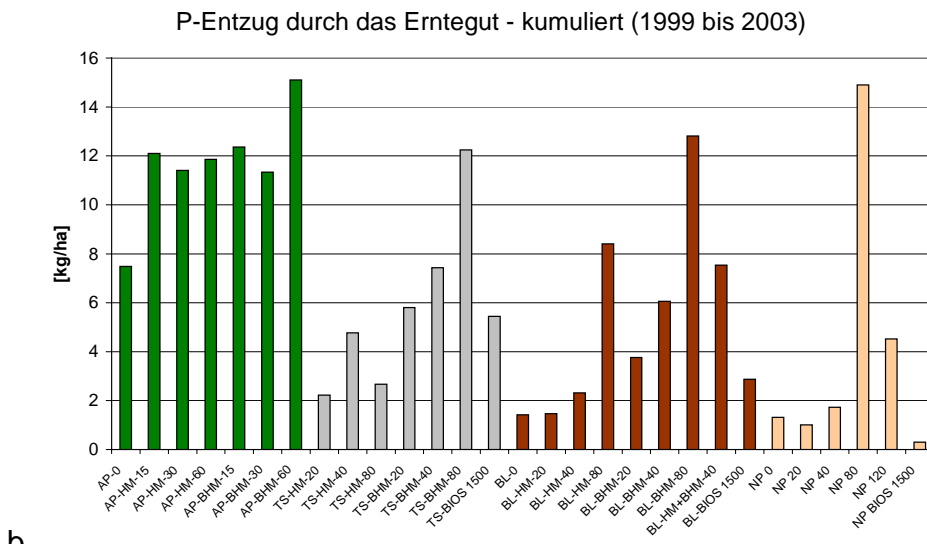


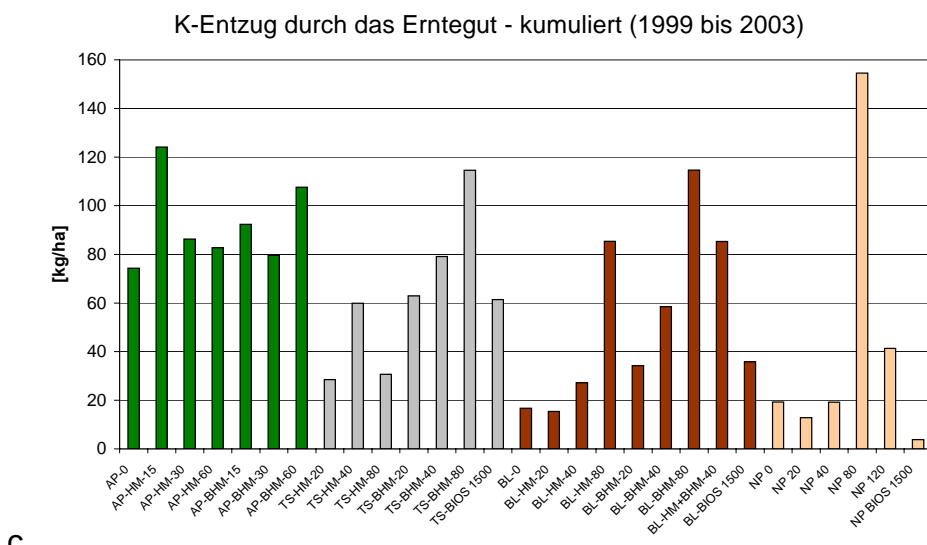
Abbildung 7-9: Auswirkung der selektiven Nachdüngung des Standorts *Neue Planie* im Jahr 2003 auf den Ertrag und auf einige Parameter der Futterqualität



a



b



c

Abbildung 7-10: kumulierter Entzug an Nährstoffen im Erntegut der Jahre 1999 bis 2003 (N, P, K)

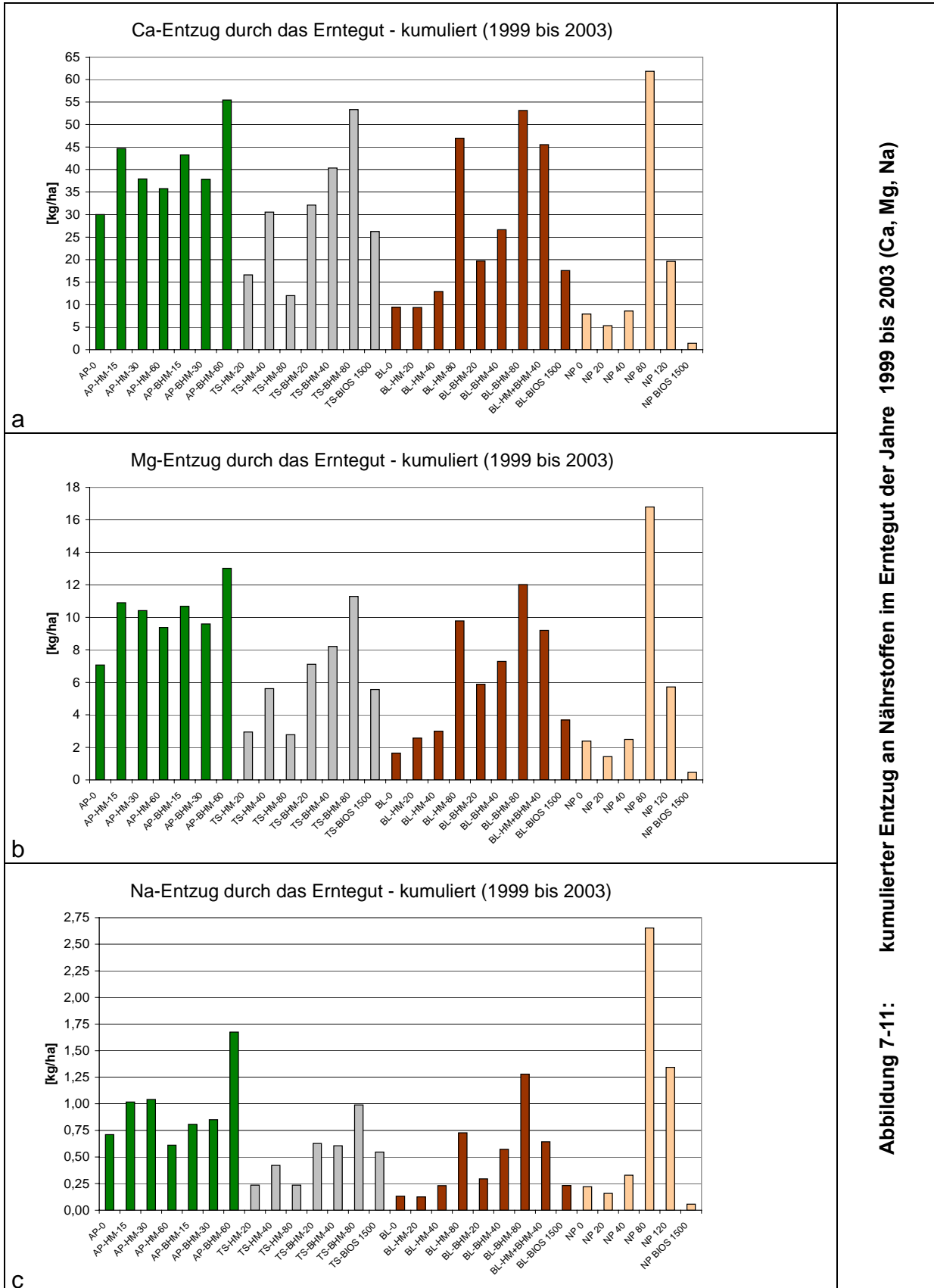


Abbildung 7-11: kumulierter Entzug an Nährstoffen im Erntegut der Jahre 1999 bis 2003 (Ca, Mg, Na)

Tabelle 7-33: Futterwertanalysen 1999

Variante	TM	XP	XF	XL	XA	XX	OM	UDP	nXP	RNB	dOM	DOMD	ME	NEL
	g/kg FM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	%	g/kg TM	g/kg TM	% der OM	g/kg TM	MJ/kg TM	MJ/kg TM
AP-0	271,8	168,3	276,5	30,6	74,3	450	915	25,0	138,0	4,8	72,6	---	10,32	6,15
AP-HM15	233,6	---	---	---	---	---	927	---	---	---	---	---	---	---
AP-HM30	259,8	192,8	247,3	28,3	75,2	456	918	27,0	146,0	7,4	75,7	---	10,79	6,49
AP-HM60	274,7	195,7	312,4	25,9	76,8	389	925	31,0	138,0	9,3	68,8	---	9,77	5,74
AP-BHM15	257,0	---	---	---	---	---	925	---	---	---	---	---	---	---
AP-BHM30	259,1	187,6	318,9	27,1	71,6	395	922	30,0	136,0	8,2	68,3	---	9,74	5,72
AP-BHM60	254,7	190,8	255,1	28,9	76,1	449	933	27,0	145,0	7,3	74,8	---	10,66	6,39
AP-BIOS750	240,9	190,3	241,9	29,0	74,2	464	930	27,0	147,0	6,9	76,2	---	10,88	6,56
AP-BIOS1500	242,2	---	---	---	---	---	928	---	---	---	---	---	---	---
BI -0	309,7	138,7	247,3	23,7	110,8	479	930	20,0	131,0	1,2	74,6	---	10,09	6,05
BL-HM20	322,7	150,3	240,9	24,5	71,4	513	938	21,0	140,0	1,6	76,4	---	10,80	6,53
BL-HM40	288,9	114,5	267,8	19,4	74,5	524	926	17,0	129,0	-2,3	73,5	---	10,22	6,12
BL-HM80	223,9	169,7	257,3	27,0	91,9	454	925	25,0	138,0	5,0	74,1	---	10,32	6,18
BL-BHM20	292,3	164,3	248,6	25,9	73,5	487	925	23,0	141,0	3,7	75,6	---	10,70	6,44
BL-BHM40	265,0	138,5	268,3	24,0	70,9	498	917	20,0	134,0	0,7	73,6	---	10,37	6,20
BL-BHM80	245,3	160,5	267,9	24,9	87,9	459	922	24,0	136,0	4,0	73,1	---	10,18	6,08
BL-HMBHM40	236,3	170,1	235,1	30,3	86,7	478	923	24,0	143,0	4,4	76,6	---	10,76	6,50
BL-BIOS1500	302,6	142,9	245,4	22,9	75,2	513	917	20,0	138,0	0,9	75,9	---	10,65	6,42
TS-HM20	273,7	152,5	242,7	23,6	85,9	495	931	22,0	138,0	2,3	75,8	---	10,56	6,36
TS-HM40	363,0	151,4	256,9	21,3	94,9	475	938	22,0	134,0	2,8	74,1	---	10,19	6,10
TS-HM80	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
TS-BHM20	271,2	169,0	235,3	23,5	99,5	473	935	24,0	140,0	4,7	76,2	---	10,50	6,34
TS-BHM40	268,6	160,3	281,0	22,4	89,7	446	936	24,0	133,0	4,3	71,7	---	9,93	5,90
TS-BHM80	249,4	183,4	246,0	24,8	89,5	456	927	26,0	142,0	6,6	75,4	---	10,54	6,34
TS-BIOS1500	291,4	143,9	258,9	24,7	88,1	484	931	21,0	134,0	1,6	74,1	---	10,27	6,15

TM - Trockenmasse in g/kg Frischmasse

XA - Rohasche in g/kg TM

nXP - Nutzbares Rohprotein am Duodenum

ME - Umsetzbare Energie in MJ/kg TM

XP - Rohprotein in g/kg TM

XX - N-freie Extraktstoffe in g/kg TM

RNB - Ruminale N-Bilanz in g/kg TM

NEL - Nettoenergie-Laktation in MJ/kg TM

XF - Rohfaser in g/kg TM

OM - Organische Masse in g/kg TM

dOM - Verdaulichkeit der OM in %

XL - Rohfett in g/kg TM

UDP - Unabgebautes Rohprotein in %

DOMD - Gehalt an verdaulicher OM in g/kg TM

Tabelle 7-34: Futterwertanalysen 2000

Variante	TM	XP	XF	XL	XA	XX	OM	UDP	nXP	RNB	dOM	DOMD	ME	NEL
	g/kg FM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	%	g/kg TM	g/kg TM	% der OM	g/kg TM	MJ/kg TM	MJ/kg TM
AP-0	258,4	145	287	24	68	476	932	21,8	106,6	6,2	56,5	526,9	7,72	4,27
AP-HM15	205,8	160	274	23	81	462	919	24,0	109,2	8,1	57,5	528,7	7,75	4,29
AP-HM30	249,6	161	266	25	74	474	926	24,2	125,1	5,7	65,7	608,4	9,19	5,34
AP-HM60	251,9	155	270	26	72	477	928	23,3	117,0	6,1	61,6	571,9	8,53	4,86
AP-BHM15	237,3	160	262	25	74	479	926	24,0	117,1	6,9	61,4	568,8	8,47	4,82
AP-BHM30	240,2	182	256	26	75	461	925	27,3	121,4	9,7	62,0	573,1	8,55	4,88
AP-BHM60	286,9	135	277	25	71	492	929	20,3	109,2	4,1	59,0	548,0	8,10	4,55
BI -0	299,5	117	279	19	74	511	926	17,6	104,5	2,0	58,2	538,7	7,93	4,42
BL-HM20	300,9	118	258	21	68	535	932	17,7	129,0	-1,8	71,0	662,2	10,16	6,05
BL-HM40	316,7	97	300	18	61	524	939	14,6	124,3	-4,4	69,7	654,5	10,02	5,95
BL-HM80	286,3	119	283	19	64	515	936	17,9	119,0	0,0	65,2	610,7	9,23	5,37
BL-BHM20	273,1	124	268	20	66	522	934	18,6	120,2	0,6	65,6	612,7	9,27	5,40
BL-BHM40	287,5	96	304	17	60	523	940	14,4	118,2	-3,5	66,4	624,3	9,48	5,55
BL-BHM80	302,7	123	293	19	69	496	931	18,5	119,8	0,5	65,7	611,6	9,24	5,39
BL-HMBHM40	268,6	129	273	21	74	503	926	19,4	113,1	2,5	61,8	572,6	8,54	4,87
BL-BIOS1500	301,6	106	283	19	63	529	937	15,9	111,5	-0,9	62,2	582,4	8,72	5,00
TS-HM20	283,4	103	291	17	63	526	937	15,5	117,7	-2,3	65,8	616,3	9,33	5,45
TS-HM40	271,7	116	282	20	69	513	931	17,4	123,8	-1,2	68,4	636,9	9,70	5,72
TS-HM80	246,4	136	277	18	99	470	901	20,4	126,4	1,5	70,4	634,6	9,66	5,69
TS-BHM20	280,0	133	267	25	74	501	926	20,0	114,1	3,0	62,0	574,5	8,57	4,90
TS-BHM40	279,4	113	276	20	71	520	929	17,0	122,1	-1,5	67,9	631,0	9,60	5,64
TS-BHM80	226,4	149	261	20	104	466	896	22,4	123,6	4,1	68,1	610,4	9,22	5,37
TS-BIOS1500	230,6	135	270	18	88	489	912	20,3	111,6	3,7	61,4	560,3	8,32	4,71
NP-0	232,1	107	277	17	79	520	921	16,1	129,3	-3,6	73,0	672,2	10,34	6,19
NP-20	248,5	103	299	17	62	519	938	15,5	123,3	-3,2	68,7	644,9	9,85	5,82
NP-40	219,3	139	274	19	70	498	930	20,9	131,4	1,2	70,7	657,8	10,08	6,00
NP-80	208,3	202	286	20	93	399	907	30,3	135,5	10,6	69,3	629,0	9,56	5,61
NP-120	191,6	185	277	20	88	430	912	27,8	137,1	7,7	71,3	650,7	9,95	5,90
NP-BIOS1500	286,4	72	355	12	55	506	945	10,8	112,0	-6,4	64,8	611,9	9,25	5,39

TM - Trockenmasse in g/kg Frischmasse

XA - Rohasche in g/kg TM

nXP - Nutzbares Rohprotein am Duodenum

ME - Umsetzbare Energie in MJ/kg TM

XP - Rohprotein in g/kg TM

XX - N-freie Extraktstoffe in g/kg TM

RNB - Ruminale N-Bilanz in g/kg TM

NEL - Nettoenergie-Laktation in MJ/kg TM

XF - Rohfaser in g/kg TM

OM - Organische Masse in g/kg TM

dOM - Verdaulichkeit der OM in %

XL - Rohfett in g/kg TM

UDP - Unabgebautes Rohprotein in %

DOMD - Gehalt an verdaulicher OM in g/kg TM

Tabelle 7-35: Futterwertanalysen 2001

Variante	TM	XP	XF	XL	XA	XX	OM	UDP	nXP	RNB	dOM	DOMD	ME	NEL
	g/kg FM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	%	g/kg TM	g/kg TM	% der OM	g/kg TM	MJ/kg TM	MJ/kg TM
AP-0	275,2	140,5	---	---	72,9	---	927,1	21,1	118,5	3,5	63,7	590,9	8,87	5,11
AP-HM15	244,9	156,8	---	---	89,6	---	910,4	23,5	108,6	7,7	58,0	528,1	7,74	4,28
AP-HM30	294,4	126,8	---	---	67,7	---	932,3	19,0	105,8	3,4	57,6	537,2	7,90	4,40
AP-HM60	277,0	128,0	---	---	71,5	---	928,5	19,2	93,3	5,5	51,0	473,2	6,74	3,56
AP-BHM15	305,6	162,1	---	---	73,7	---	926,3	24,3	103,8	9,3	53,9	499,4	7,22	3,90
AP-BHM30	272,2	172,0	---	---	76,5	---	923,5	25,8	113,4	9,4	58,5	540,5	7,96	4,45
AP-BHM60	274,8	147,2	---	---	77,2	---	922,8	22,1	108,5	6,2	58,0	535,0	7,86	4,37
BI -0	254,1	148,0	---	---	81,2	---	918,8	22,2	118,6	4,7	63,8	585,8	8,78	5,04
BL-HM20	308,6	136,0	---	---	74,5	---	925,5	20,4	123,5	2,0	67,0	619,8	9,39	5,49
BL-HM40	286,2	114,5	---	---	75,7	---	924,3	17,2	119,5	-0,8	66,7	616,5	9,33	5,45
BL-HM80	288,2	139,5	---	---	73,7	---	926,3	20,9	113,2	4,2	61,0	565,2	8,41	4,77
BL-BHM20	272,7	140,3	---	---	76,0	---	924,0	21,0	121,7	3,0	65,8	607,7	9,17	5,33
BL-BHM80	280,2	140,4	---	---	76,8	---	923,2	21,1	115,3	4,0	62,3	575,0	8,58	4,90
BL-HMBHM40	235,5	174,1	---	---	87,1	---	912,9	26,1	120,2	8,6	62,8	573,1	8,55	4,88
BL-BIOS1500	276,5	137,4	---	---	71,7	---	928,3	20,6	112,9	3,9	60,9	565,0	8,40	4,77
TS-HM20	285,8	159,1	---	---	93,0	---	907,0	23,9	126,5	5,2	68,0	616,9	9,34	5,46
TS-HM40	297,0	116,1	---	---	69,7	---	930,3	17,4	121,1	-0,8	67,0	623,2	9,46	5,54
TS-HM80	258,5	130,8	---	---	76,9	---	923,1	19,6	120,0	1,7	65,7	606,3	9,15	5,32
TS-BHM20	279,6	144,2	---	---	78,3	---	921,7	21,6	129,0	2,4	69,6	641,7	9,79	5,78
TS-BHM40	273,5	131,5	---	---	67,1	---	932,9	19,7	120,1	1,8	65,0	606,0	9,14	5,31
TS-BHM80	254,7	160,0	---	---	79,4	---	920,6	24,0	130,5	4,7	69,2	636,6	9,70	5,72
TS-HM80 BHM80	274,8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
TS-BIOS1500	258,3	149,6	---	---	73,4	---	926,6	22,4	126,7	3,7	67,5	625,3	9,49	5,57
NP-0	194,2	156,1	---	---	74,8	---	925,2	23,4	129,7	4,2	68,7	635,9	9,68	5,71
NP-20	243,4	132,5	---	---	63,7	---	936,3	19,9	130,7	0,3	70,4	659,5	10,11	6,02
NP-40	240,0	119,4	---	---	64,6	---	935,4	17,9	129,2	-1,6	70,8	662,0	10,16	6,05
NP-80	167,3	224,0	---	---	77,8	---	922,2	33,6	143,0	13,0	70,5	649,9	9,94	5,89
NP-120	215,3	181,0	---	---	74,8	---	925,2	27,1	133,4	7,6	68,6	635,1	9,67	5,70
NP-BIOS1500	214,0	128,4	---	---	70,8	---	929,2	19,3	128,2	0,0	69,9	649,5	9,93	5,89

TM - Trockenmasse in g/kg Frischmasse

XP - Rohprotein in g/kg TM

XF - Rohfaser in g/kg TM

XL - Rohfett in g/kg TM

XA - Rohasche in g/kg TM

XX - N-freie Extraktstoffe in g/kg TM

OM - Organische Masse in g/kg TM

UDP - Unabgebautes Rohprotein in %

nXP - Nutzbares Rohprotein am Duodenum

RNB - Ruminale N-Bilanz in g/kg TM

dOM - Verdaulichkeit der OM in %

DOMD - Gehalt an verdaulicher OM in g/kg TM

ME - Umsetzbare Energie in MJ/kg TM

NEL - Nettoenergie-Laktation in MJ/kg TM

Tabelle 7-36: Futterwertanalysen 2002

Variante	TM	XP	XF	XL	XA	XX	OM	UDP	nXP	RNB	dOM	DOMD	ME	NEL
	g/kg FM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	%	g/kg TM	g/kg TM	% der OM	g/kg TM	MJ/kg TM	MJ/kg TM
AP 0	244,4	126	296	24	68	486	932	18,9	121,4	0,7	66,2	617,3	9,35	5,46
AP HM-15	218,8	117	318	20	68	476	932	17,6	123,4	-1,0	68,1	634,2	9,65	5,68
AP HM-30	205,6	134	278	24	71	492	929	20,1	119,0	2,4	64,4	598,6	9,01	5,21
AP HM-60	244,0	109	295	24	72	499	928	16,4	131,1	-3,5	73,3	679,8	10,48	6,29
AP BHM-15 ¹	213,0	156	286	25	85	449	915	23,4	110,6	7,3	58,9	539,1	7,93	4,43
AP BHM-30 ¹	217,6	150	293	23	79	454	921	22,5	119,6	4,9	64,0	589,1	8,84	5,09
AP BHM-60 ¹	196,5	161	271	24	84	460	916	24,2	125,8	5,6	66,8	612,1	9,26	5,39
BI 0	280,3	118	299	22	71	490	929	17,7	122,5	-0,7	67,7	628,9	9,56	5,61
BL HM-20	291,0	120	276	23	69	511	931	18,0	123,5	-0,6	67,9	632,4	9,62	5,66
BL HM-40	313,5	108	305	22	64	501	936	16,2	126,9	-3,0	70,4	659,0	10,10	6,01
BL HM-80	328,7	109	304	23	62	502	938	16,4	113,2	-0,7	62,8	588,7	8,83	5,08
BL BHM-20 ¹	250,0	175	237	27	90	471	910	26,3	132,8	6,7	70,0	636,8	9,70	5,72
BL BHM-40 ¹	256,2	136	271	23	80	489	920	20,4	126,7	1,5	69,1	636,1	9,69	5,71
BL BHM-80 ¹	247,1	128	295	25	84	468	916	19,2	110,3	2,8	61,1	559,4	8,30	4,70
BL HMBHM40	251,5	133	272	27	73	496	927	20,0	122,6	1,7	66,6	617,6	9,35	5,46
BL B-1500 ¹	266,1	125	282	25	80	488	920	18,8	123,1	0,3	68,1	626,3	9,51	5,58
TS HM-20	251,2	148	284	22	77	469	923	22,2	132,8	2,4	71,3	657,9	10,08	6,00
TS HM-40	265,0	112	295	22	66	504	934	16,8	125,1	-2,1	69,3	647,1	9,89	5,85
TS HM-80	275,1	126	278	24	74	497	926	18,9	119,5	1,0	65,6	607,5	9,17	5,33
TS BHM-20 ¹	259,0	123	288	21	71	496	929	18,5	122,5	0,1	67,3	624,8	9,48	5,56
TS BHM-40 ¹	249,6	128	294	23	80	474	920	19,2	119,7	1,3	66,0	607,1	9,16	5,33
TS BHM-80 ¹	239,4	124	312	22	85	457	915	18,6	115,4	1,4	64,3	588,2	8,82	5,08
TS HM80 BHM80	269,3													
TS B-1500 ¹	267,1	111	312	22	68	487	932	16,7	123,1	-1,9	68,4	637,5	9,71	5,73
NP 0	247,5	132	279	22	101	466	899	19,8	122,8	1,5	68,9	619,6	9,39	5,49
NP 20	274,5	145	252	27	96	480	904	21,8	122,2	3,6	67,1	606,4	9,15	5,32
NP 40	280,4	115	288	20	95	482	905	17,3	122,2	-1,2	69,6	630,0	9,58	5,63
NP 80	222,5	152	275	24	82	468	918	22,8	136,2	2,5	73,2	672,0	10,34	6,18
NP 120	273,0	112	320	19	66	483	934	16,8	124,0	-1,9	68,7	641,2	9,78	5,78
NP B-1500	395,2	111	281	22	91	494	909	16,7	109,4	0,3	62,5	567,9	8,46	4,81

TM, XP, X, XL, XA, XX, OM, UDP, nXP, RNB, dOM, DOMD, ME, NEL → siehe vorne

¹ 2002 nachgedüngte Parzellen

Tabelle 7-37: Futterwertanalysen 2003

Variante	TM	XP	XF	XL	XA	XX	OM	UDP	nXP	RNB	dOM	DOMD	ME	NEL
	g/kg FM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	%	g/kg TM	g/kg TM	% der OM	g/kg TM	MJ/kg TM	MJ/kg TM
AP 0	239	164	252	20	72	491	928	24,7	127,4	5,9	66,5	617,2	9,35	5,46
AP HM-15	213	177	246	21	83	473	917	26,5	132,3	7,1	69,0	632,5	9,62	5,66
AP HM-30	238	171	248	22	74	485	926	25,6	127,0	7,0	65,9	610,6	9,23	5,37
AP HM-60	226	159	267	19	78	477	922	23,9	122,9	5,8	64,9	598,5	9,01	5,21
AP BHM-15 ¹	227	198	239	20	77	466	923	29,7	133,3	10,4	67,3	621,2	9,42	5,51
AP BHM-30 ¹	201	190	239	20	74	477	926	28,5	130,1	9,6	65,9	611,0	9,23	5,38
AP BHM-60 ¹	195	193	262	18	87	440	---	29,0	129,7	10,2	66,4	606,6	9,16	5,32
RI 0	258	162	251	19	68	501	932	24,3	131,8	4,8	68,9	641,9	9,79	5,79
BL HM-20	262	183	220	16	83	497	917	27,5	133,6	7,9	69,2	634,4	9,66	5,69
BL HM-40	288	132	236	18	75	540	925	19,8	127,4	0,7	69,5	642,8	9,81	5,80
BL HM-80	264	142	256	19	69	515	931	21,2	126,5	2,4	67,8	630,7	9,59	5,64
BL BHM-20 ¹	221	191	252	20	78	459	922	28,7	128,5	10,0	65,3	602,0	9,07	5,26
BL BHM-40 ¹	234	173	263	20	77	466	923	26,0	128,3	7,2	66,7	615,2	9,31	5,43
BL BHM-80 ¹	236	135	285	19	69	492	931	20,3	120,6	2,4	65,1	605,9	9,14	5,31
BL HMBHM40	278	155	237	20	74	514	926	23,3	128,9	4,2	68,3	632,2	9,62	5,66
BL B-1500 ¹	268	147	267	23	72	491	928	22,1	128,1	3,0	68,4	634,5	9,66	5,69
TS HM-20	234	183	226	21	85	485	915	27,4	130,8	8,3	67,8	620,3	9,40	5,50
TS HM-40	258	173	201	20	104	503	896	25,9	130,6	6,7	70,0	627,2	9,53	5,59
TS HM-80	291	111	288	17	70	513	930	16,7	127,0	-2,5	70,6	657,1	10,07	5,99
TS BHM-20 ¹	246	161	282	16	66	475	934	24,1	127,7	5,3	66,6	622,1	9,43	5,52
TS BHM-40 ¹	215	202	248	19	92	439	908	30,3	135,7	10,6	69,4	630,1	9,58	5,63
TS BHM-80 ¹	248	158	259	19	94	471	906	23,6	126,8	4,9	68,4	619,6	9,39	5,49
TS HM80 BHM80	281	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
TS B-1500 ¹	300	127	262	18	73	520	927	19,1	127,4	0,0	69,8	620,3	9,88	5,85
NP 0	291	137	292	20	75	476	925	20,5	124,7	1,9	67,7	646,8	9,50	5,57
NP 20 ²	249	173	286	22	82	438	918	25,9	132,1	6,5	69,2	625,7	9,66	5,69
NP 40 ²	240	193	272	23	83	429	917	28,9	132,7	9,6	67,8	634,8	9,43	5,52
NP 80 ²	186	228	229	22	96	425	904	34,2	133,5	15,1	66,2	621,9	9,01	5,21
NP 120 ²	224	237	263	16	100	384	900	35,6	126,9	17,7	62,0	598,7	8,27	4,67
NP B-1500 ²	378	130	301	15	105	450	895	19,4	114,1	2,5	64,4	557,8	8,62	4,93

TM, XP, X, XL, XA, XX, OM, UDP, nXP, RNB, dOM, DOMD, ME, NEL → siehe vorne

¹ 2002 nachgedüngte Parzellen, ² 2003 nachgedüngte Parzellen

Pflanzensoziologie

Tabelle 7-38: Pflanzensoziologische Erhebungen 1999: Neuanlagen auf den Standorten Schutthalde (SH) und Neue Planie (NP)

Standort	Schutthalde										Neue Planie					
	1999										1999					
Untersuchungsjahr	1999										1999					
Aufwuchs	1.										1.					
Düngung	K:E 1:1	K100	E70	E	BIOS 1500	K:E 3:1	SBM	SBM	SBM	SBM	0	HM20	HM40	HM80	HM 120	BIOS 1500
Deckung gesamt	30	40	10	20	15	40	70	50	50		20	40	60	80	90	30
Mittlere Deckung	36										50					
Mittlere Deckung Kompostparz.	53										68					
Deckung Leguminosen	15	25	1	1	1	20	40	30	30		5	25	40	60	70	5
Deckung übrige Kräuter	1	1	1	1	1	1	3	3	3		1	1	1	3	3	1
Deckung Gräser	15	15	8	20	15	20	30	20	20		15	15	20	20	20	20
Verhält. Legum./ Gräser	1:1	1:0,6	1:8	1:20	1:15	1:1	1:0,8	1:0,6	1:0,6		1:3	1:0,6	1:0,5	1:0,3	1:0,3	1:4
Mittleres Verh. Leg./Gräser	1:5,3										1:1,5					
Mittleres Verh. Leg./Gräser Kompostparz.	1:0,7										1:0,4					
Bestandshöhe	2-15	2-10	2-15	5-15	2-12	2-12	5-12	2-15	2-15		5-10	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10
Artenzahl	13	9	9	10	6	11	9	8	9		10	11	9	10	10	13
Mittlere Artenzahl	9										11					
Trifolium repens	22	22	+	+	+	22	33	33	33		22	22	33	44	44	22
Lotus corniculatus	22	22	+	+	+	22	22	22	22		+	22	22	22	22	+
Lolium perenne	11	22	11	22	11	22	22	22	11		11	+	+	22	11	+
Festuca rubra agg.	11	22	11	+	11	22	22	22	22		22	11	22	22	11	22
Achillea millefolium	+	.	.	.	.	.	.	11	11		+	+	+	11	11	.
Agrostis tenuis	+	+	.	.	.	.	.	.	.		+	11	22	.	+	+
Phleum pratense	11	22	+	22	11	22	22	22	11		.	.	.	.	.	.
Anthyllis vulneraria	+	22	11	+	+	+	+	+	+		.	.	.	.	.	.
Chenopodium album	r	.	r	+	.	+	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Cerastium fontanum	r	.	+	+	.	r	+	.	+		.	.	.	.	.	.
Poa annua	11	.	.	.	.	.	.	.	.		.	+	+	+	11	.
Lolium multiflorum	.	.	.	.	.	.	.	.	.		22	22	22	22	22	22
Alchemilla vulgaris agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		+	+	+	2+	2+	+
Rumex alpinus	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	+	.	+
Deschampsia cespitosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	2+	+
Trifolium pratense	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Poa pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	2+	.	+
Poa alpina	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Festuca pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Alopecurus pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Campanula scheuchzeri	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Dactylis glomerata	+	.	.	.	.	+	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Potentilla erecta	.	.	.	.	.	.	.	.	.		+	.	r	.	.	.
Trisetum flavescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Taraxacum officinale	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Ranunculus acris	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Plantago major	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Prunella vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Sagina saginoides	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Leontodon helveticus	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Festuca ovina agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Hypochoeris radicata	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Geum montanum	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Crepis aurea	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Chrysanthemum leucanthemum	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Campanula barbata	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Potentilla aurea	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
Veronica chamaedrys	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.

Fortsetzung	Schutthalde												Neue Planie			
Standort	1999												1999			
Untersuchungsjahr	1.												1.			
Aufwuchs	1.												1.			
Düngung	K:E 1:1	K100	E70	E	BIOS 1500	K:E 3:1	SBM	SBM	SBM	0	HM20	HM40	HM80	HM 120	BIOS 1500	
Arrhenatherum elatius	
Anthoxanthum odoratum	
Carex pallescens	
Trifolium dubium	.	+	
Stellaria media	.	+	
Silene vulgaris	2+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Plantago lanceolata	.	.	.	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Saxifraga sp.	2+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leontodon autumnalis	r	.	.	.	.
Myosotis arvensis	r	.	.	.	.
Ranunculus repens	r	.	.	.	.
Atriplex sp.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Petasites sp.	r	.	.	.	.
Carex sp.	+	
Trifolium montanum	
Rumex acetosella	
Bromus mollis	
Tanacetum sp.	
Viola tricolor	
Veronica arvensis	
Holcus lanatus	
Carex nigra	
Alchemilla alpina	
Carex leporina	
Poa trivialis	
Galeopsis speciosa	
Tripleurospermum inodorum	
Tussilago farfara	
Euphrasia sp.	
Prunella grandiflora	
Luzula campestris	
Rumex obtusifolius	
Bellis perennis	
Senecio alpinus	
Silene alpestris	
Festuca violacea	
Polygonum viviparum	
Stellaria graminea	
Petasites albus	
Galium mollugo	
Aposeris foetida	
Alnus viridis juv.	
Nardus stricta	
Carex sempervirens	
Salix sp. juv.	
Veronica serpyllifolia	

K:E 1:1: Kompost : Erde	E 70: Erde 70t
K:E 3:1: Kompost : Erde	E: Erde 70t und Biosol 1.500kg
K 100: Kompost 100t FM	B: Biosol 1.500kg
0: Keine Düngung	

Fortsetzung

Standort	Schutthalde							Neue Planie						Braunlehm						Tonschiefer													
	2000							2000						2000						2000													
Untersuchungsjahr	2000							2000						2000						2000													
Aufwuchs	3.			2.				2.						3.						3.													
	HM 100	BHM 100	K:E 1:1	K 100	E 70	E	BIOS 1500	K:E 3:1	SP	0	HM 20	HM 40	HM 80	HM 120	BIOS 1500	HM 120	0	HM 20	HM 40	HM 80	BHM 20	BHM 40	BHM 80	HM/BHM je 20	BIOS 1500	HM 20	HM 40	BHM 20	BHM 40	BHM 80	BIOS 1500		
Düngung																																	
Arrhenatherum elatius	.	+
Anthoxanthum odoratum
Carex pallescens
Trifolium dubium	.	2+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Stellaria media
Silene vulgaris
Plantago lanceolata
Saxifraga sp.
Leontodon autumnalis
Myosotis arvensis
Ranunculus repens
Atriplex sp.
Petasites sp.
Carex sp.
Trifolium montanum	.	+
Rumex acetosella	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bromus mollis	.	.	.	+
Tanacetum sp.
Viola tricolor
Veronica arvensis
Holcus lanatus
Carex nigra
Alchemilla alpina
Carex leporina
Poa trivialis
Galeopsis speciosa
Tripleurospermum inodorum
Tussilago farfara
Euphrasia sp.
Prunella grandiflora
Luzula campestris
Rumex obtusifolius
Bellis perennis
Senecio alpinus
Silene alpestris
Festuca violacea
Polygonum viviparum
Stellaria graminea
Petasites albus
Galium mollugo
Aposperis foetida
Alnus viridis juv.
Nardus stricta
Carex sempervirens
Salix sp. juv.
Veronica serpyllifolia

K:E 1:1: Kompost : Erde E 70: Erde 70t
 K:E 3:1: Kompost : Erde E: Erde 70t und Biosol 1.500kg
 K 100: Kompost 100t FM B: Biosol 1.500kg
 0: Keine Düngung

Tabelle 7-40: Pflanzensoziologische Erhebungen 2001: Standorte Schutthalde (SH), Neue Planie (NP), Braunlehm (BL) und Tonschiefer (TS)

Standort	Schutthalde										Neue Planie					Braunlehm							Tonschiefer							
	2001										2001					2001							2001							
Untersuchungsjahr	2001										2001					2001							2001							
Aufwuchs	4.		3.								3.					4.							4.							
Düngung	HM 100	BHM 100	K:E 1:1	K 100	E 70	E	BIOS 1500	K:E 3:1	SP	0	HM 20	HM 40	HM 80	HM 120	BIOS 1500	0	HM 20	HM 40	HM 80	BHM 20	BHM 40	BHM 80	HM20 + BHM 20	BIOS 1500	BHM 80	BHM 40	HM 40	BIOS 1500	HM 20	BHM 20
Deckung gesamt	80	80	60	50	10	30	15	70	55	60	80	85	100	100	50	80	80	85	95	95	95	95	95	90	90	80	80	80	70	90
Mittlere Deckung	41										79					90							82							
Mittlere Deckung Kompostparz.	53										91					91							82							
Deckung Leguminosen	20	30	40	20	2	15	2	35	25	40	60	60	90	90	15	25	30	30	35	35	40	35	40	25	45	40	40	30	35	35
Deckung übrige Kräuter	20	10	3	2	1	1	1	5	1	1	2	2	1	1	2	5	10	7	15	15	10	15	10	20	2	2	2	2	2	2
Deckung Gräser	40	40	20	30	8	15	13	35	30	20	20	20	10	10	35	50	40	40	45	30	45	45	45	45	45	40	40	50	35	35
Verhält. Legum./Gräser	1:1,2	1:1,3	1:0,5	1:1,5	1:1,4	1:1	1:6,5	1:1	1:1,2	1:0,5	1:0,3	1:0,3	1:0,1	1:0,1	1:2,3	1:2	1:1,3	1:1,3	1:1,3	1:0,9	1:1,1	1:1,3	1:1,1	1:1,8	1:1	1:1	1:1	1:1,7	1:1	1:1
Mittleres Verh. Leg./Gräser	1:1,3										1:0,6					1:1,3							1:1,1							
Mittleres Verh. Leg./Gräser Kompostparz.	1:1,3										1:0,2					1:1,2							1:1							
Bestandshöhe	5-30	5-30	5-20	5-20	5-20	5-15	5-15	5-20	5-20	10-20	10-20	15-25	20-35	15-35	5-15	5-10	5-15	5-25	5-15	10-25	5-25	10-30	5-25	5-30	5-15	5-20	5-20	5-20	5-15	5-25
Artenzahl	9	9	11	11	11	10	12	13	8	14	15	10	11	13	14	20	16	16	13	23	17	14	23	17	15	14	14	17	11	13
Mittlere Artenzahl	9										13					18							14							
Trifolium repens	11	11	22	11	+	22	+	22	11	22	33	33	55	44	11	11	22	22	22	22	22	12	22	11	33	22	22	22	22	22
Lotus corniculatus	12	22	11	11	+	11	+	22	11	22	22	22	11	22	11	22	11	11	12	22	11	12	22	22	22	22	23	11	11	11
Lolium perenne	2+	22	22	11	11	11	22	22	22	22	22	22	22	22	22	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Festuca rubra agg.	22	22	11	11	11	11	11	22	+	11	+	+	+	2+	22	22	22	11	22	11	11	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Achillea millefolium	22	22	+	+	.	.	+	11	11	11	11	.	11	11	11	11	22	22	11	22	22	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Agrostis tenuis	.	.	+	+	+	.	.	+	.	11	11	11	+	11	11	11	.	.	.	.	.	.	.	2+	.	.	.	.	.	.
Phleum pratense	22	22	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	22	22	.	.	22	22	22	.	22	11	22	22	22	22	12
Anthyllis vulneraria	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chenopodium album	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cerastium fontanum	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	+	+	.	.	.	.	+	+	+
Poa annua	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	11	.	.	+	.	.
Lolium multiflorum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Alchemilla vulgaris agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	+	.	.	11	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
Rumex alpinus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Deschampsia cespitosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	.	.	.	.	+	+	.	.	2+	.	.	.	.	.	.	.
Trifolium pratense	2+	2+	+	+	+	.	.	+	.	11	11	11	11	11	+	+	2+	.	+	2+	.	+	+	.	2+	2+	2+	+	.	.
Poa pratensis	22	22	+	22	+	+	+	11	22	.	.	11	11	.	.	11	11	11	.	22	11	22	11	11	22	11	11	11	11	11
Poa alpina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	11	.	+	11	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Festuca pratensis	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	22	.	11	22	22	11	.	11	11	11	11	11	11
Alopecurus pratensis	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	+	+	11	12	.	.	12	11	11	11	+	+
Campanula scheuchzeri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dactylis glomerata	.	.	.	+	+	+	+	11	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potentilla erecta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	+	11	+	2+	2+	2+	11	2+	+	+	.	.	.	.	.	.
Trisetum flavescens	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Taraxacum officinale	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus acris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Plantago major	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Prunella vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sagina saginoides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leontodon helveticus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Festuca ovina agg.	2+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypochoeris radicata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Geum montanum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Crepis aurea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chrysanthemum leucanthemum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Campanula barbata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potentilla aurea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Veronica chamaedrys	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

K:E 1:1: Kompost : Erde
 K:E 3:1: Kompost : Erde
 K 100: Kompost 100t FM
 0: Keine Düngung
 E 70: Erde 70t
 E: Erde 70t und Biosol 1.500kg
 B: Biosol 1.500kg

Fortsetzung

Standort	Schutthalde										Neue Planie					Braunlehm					Tonschiefer										
	2001										2001					2001					2001										
	4.		3.								3.					4.					4.										
Aufwuchs	HM 100	BHM 100	K:E 1:1	K 100	E 70	E	BIOS 1500	K:E 3:1	SP	0	HM 20	HM 40	HM 80	HM 120	BIOS 1500	0	HM 20	HM 40	HM 80	BHM 20	BHM 40	BHM 80	HIM20 + BHM 20	BIOS 1500	BHM 80	BHM 40	HM 40	BIOS 1500	HM 20	BHM 20	
Düngung																															
<i>Arrhenatherum elatius</i>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>
<i>Carex pallescens</i>
<i>Trifolium dubium</i>
<i>Stellaria media</i>
<i>Silene vulgaris</i>
<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Saxifraga sp.</i>
<i>Leontodon autumnalis</i>
<i>Myosotis arvensis</i>
<i>Ranunculus repens</i>
<i>Atriplex sp.</i>
<i>Petasites sp.</i>
<i>Carex sp.</i>
<i>Trifolium montanum</i>
<i>Rumex acetosella</i>
<i>Bromus mollis</i>
<i>Tanacetum sp.</i>
<i>Viola tricolor</i>
<i>Veronica arvensis</i>
<i>Holcus lanatus</i>
<i>Carex nigra</i>
<i>Alchemilla alpina</i>
<i>Carex leporina</i>
<i>Poa trivialis</i>
<i>Galeopsis speciosa</i>
<i>Tripleurospermum inodorum</i>
<i>Tussilago farfara</i>
<i>Euphrasia sp.</i>
<i>Prunella grandiflora</i>
<i>Luzula campestris</i>
<i>Rumex obtusifolius</i>
<i>Bellis perennis</i>
<i>Senecio alpinus</i>
<i>Silene alpestris</i>
<i>Festuca violacea</i>
<i>Polygonum viviparum</i>
<i>Stellaria graminea</i>
<i>Petasites albus</i>
<i>Galium mollugo</i>
<i>Aposeris foetida</i>
<i>Alnus viridis juv.</i>
<i>Nardus stricta</i>
<i>Carex sempervirens</i>
<i>Salix sp. juv.</i>

K:E 1:1: Kompost : Erde
 K:E 3:1: Kompost : Erde
 K 100: Kompost 100t FM
 0: Keine Düngung
 E 70: Erde 70t
 E: Erde 70t und Biosol 1.500kg
 B: Biosol 1.500kg

Tabelle 7-41: Pflanzensoziologische Erhebungen 2002: Standorte Schutthalde (SH), Neue Planie (NP), Braunlehm (BL) und Tonschiefer (TS)

Standort	Schutthalde										Braunlehm										Tonschiefer										Neue Planie									
	2002										2002										2002										2002									
Untersuchungsjahr	2002										2002										2002										2002									
Aufwuchs	5.					4.					5.					5.					4.																			
Nachdüngung 2002 (t FM /ha)		60				60	0,75	0,75								20	40	60		0,75						20	40	60	0,75											
Düngung		HM 100																																						
Deckung gesamt		80	80	40	40																																			
Mittlere Deckung		80																																						
Mittlere Deckung Kompostparz.		80																																						
Deckung Leguminosen	20	25	20	10	15	3	15	2	20	5	40	30	20	30	30	35	35	45	25	40	40	35	40	50	25	30	35	35	70	50	25									
Deckung übrige Kräuter	30	35	2	2	2	1	2	2	2	15	15	30	20	20	30	20	20	25	15	15	10	15	20	10	25	20	10	20	10	15	10									
Deckung Gräser	30	20	20	30	37	12	20	18	30	20	30	30	40	40	30	35	30	45	25	30	30	30	40	40	30	25	20	20	25	35										
Verhält. Legum./Gräser	1:1,5		1:1	1:3	1:2,4	1:4	1:1,3	1:9	1:1,5	1:4	1:0,8	1:1	1:2	1:1,3	1:1	1:1	1:1	1:0,7	1:1,8	1:0,6	1:0,8	1:0,9	1:0,8	1:0,8	1:1,6	1:1	1:0,7	1:0,6	1:0,3	1:0,5	1:1,4									
Mittleres Verh. Leg./Gräser	1:1,2										1:3,3										1:1,2										1:0,9									
Mittleres Verh. Leg./Gräser K-parz.	1:1,2										1:3,1										1:0,9										1:0,8									
Bestandshöhe	5-12	10-20	5-12	10-15	10-17	6-15	10-15	11-17	12-17	5-10	10-20	7-17	10-20	15-25	7-17	10-20	15-25	15-25	8-20	8-20	15-25	8-20	25-35	20-30	10-20	8-20	7-15	10-20	15-30	18-25	5-15									
Artenzahl	9	11	9	10	6	8	11	9	11	6	22	17			22	20	23	18	27	19	14	14	20	17	19	22	17	18	17	16	18	18								
Mittlere Artenzahl	10										9										21										18									
Trifolium repens	12	12	11	2+	2+	9	11	+	11	+	11	12	12	22	22	22	12	22	12	22	22	12	33	23	22	22	22	22	44	33	22									
Lotus corniculatus	23	33	11	12	12	2+	11	+	22	+	33	23	12	22	22	22	23	23	33	22	23	12	12	11	22	33	22	11	11	11										
Lolium perenne										
Festuca rubra agg.	33	23	22	33	33	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	33	22	33	22	22	22	22	11	22	22	22	22	22	22	22									
Achillea millefolium	33	33	+	+	+	+	+	11	22	22	22	22	.	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22										
Agrostis tenuis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Phleum pratense	11	11	22	22	11	22	11	11	11	22	11	22	22	22	11	11	22										
Anthyllis vulneraria	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chenopodium album	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cerastium fontanum	.	.	.	r	.	2+	2+	+	.	+	+	+	11	11	2+	.	+	+	+	+	+	+	2+	11										
Poa annua	+	+	2+	.	+	.	+	.	11	11	.	.	+	.	2+	.										
Lolium multiflorum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Alchemilla vulgaris agg.	2+	2+	2+	11	+	.	.	+	+	11	11	+	.	11										
Rumex alpinus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Deschampsia cespitosa	2+	.	2+	.	.	.	2+	2+	.	.	+	+	+	+	2+									
Trifolium pratense	2+	2+	+	+	.	2+	.	.	.	2+	12	2+	2+	11	11	2+	2+	2+	+	11	+	2+	+	2+	2+	+	11	11	2+	2+										
Poa pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	.	+	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Poa alpina	22	22	.	2+	11	2+	11	2+	.	22	11	22	22	22	11	22	22	11	22	22	23	11	11	22	11	+	11	22	11	+										
Festuca pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	11	11	.	+	+	+	+	.	+	11	11	2+	.	.	r	+	.	.	
Alopecurus pratensis	+	+	11	+	.	.	+	+	11	11										
Campanula scheuchzeri	2+	+	+										
Dactylis glomerata	.	.	+	+	+	+	11	+	11	+										
Potentilla erecta	2+	.	11	+	+	11	11	.	.	.	+	11										
Trisetum flavescens	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Taraxacum officinale	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus acris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Plantago major	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Prunella vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2+	.	.	.	.	2+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sagina saginoides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leontodon helveticus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Festuca ovina agg.	11	11	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypochoeris radicata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Geum montanum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Crepis aurea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chrysanthemum leucanthemum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Campanula barbata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potentilla aurea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Veronica chamaedrys	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

K:E 1:1: Kompost : Erde
 E 70: Erde 70t
 K:E 3:1: Kompost : Erde
 E: Erde 70t und Biosol 1.500kg
 K 100: Kompost 100t FM
 B: Biosol 1.500kg
 0: Keine Düngung

Fortsetzung		Schutthalde										Braunlehm						Tonschiefer					Neue Planie												
Standort		2002										2002						2002					2002												
Untersuchungsjahr		4.										5.						5.					4.												
Aufwuchs		60										0,75						0,75					0,75												
Nachdüngung 2002 (t FM /ha)		K 100 nachgedüngt										E 70						E					BIOS 1500												
		HM 100	BHM 100	K:E 1:1	K 100	K 100 nachgedüngt	E 70	E	BIOS 1500	K:E 3:1	SP	0	HM 20	HM 40	HM 80	BHM 20	BHM 40	BHM 80	HM/BHM je 20	BIOS 1500	HM 20	HM 40	BHM 20	BHM 40	BHM 80	BIOS 1500	0	HM 20	HM 40	HM 80	HM 120	BIOS 1500			
Düngung																																			
Arrhenatherum elatius	
Anthoxanthum odoratum	
Carex pallescens	
Trifolium dubium	
Stellaria media	
Silene vulgaris	
Plantago lanceolata	
Saxifraga sp.	
Leontodon autumnalis	
Myosotis arvensis	
Ranunculus repens	
Atriplex sp.	
Petasites sp.	
Carex sp.	
Trifolium montanum	
Rumex acetosella	
Bromus mollis	
Tanacetum sp.	
Viola tricolor	
Veronica arvensis	
Holcus lanatus	
Carex nigra	
Alchemilla alpina	
Carex leporina	
Poa trivialis	
Galeopsis speciosa	
Tripleurospermum inodorum	
Tussilago farfara	
Euphrasia sp.	
Prunella grandiflora	
Luzula campestris	
Rumex obtusifolius	
Bellis perennis	
Senecio alpinus	
Silene alpestris	
Festuca violacea	
Polygonum viviparum	
Stellaria graminea	
Petasites albus	
Galium mollugo	
Aposperis foetida	
Alnus viridis juv.	
Nardus stricta	
Carex sempervirens	
Salix sp. juv.	
Veronica serpyllifolia	

K:E 1:1: Kompost : Erde
 K:E 3:1: Kompost : Erde
 K 100: Kompost 100t FM
 0: Keine Düngung
 E 70: Erde 70t
 E: Erde 70t und Biosol 1.500kg
 B: Biosol 1.500kg

Tabelle 7-42: Pflanzensoziologische Erhebungen 2003: Standorte Schutthalde (SH), Neue Planie (NP), Braunlehm (BL) und Tonschiefer (TS)

Standort	Schutthalde										Braunlehm										Tonschiefer										Neue Planie					
	2003										2003										2003										2003					
Untersuchungsjahr	2003										2003										2003										2003					
Aufwuchs	6.										6.										6.										5.					
Nachdüngung 2002 (t FM/ha)	60			60	0,75		0,75				20	40	60		0,75						40		20		60	0,75					20	40	60	80	0,75	
Nachdüngung 2003 (t FM/ha)																																				
Düngung	HM 100	BHM 100	KE 1:1	K 100 A	K 100 B	E 70	E	BIOS 1500	KE 3:1	SP	HM 20	HM 40	HM 80	BHM 20	BHM 40	BHM 80	HM 20 + BHM 20	BIOS 1500			HM 20	HM 40	BHM 20	BHM 40	BHM 80	BIOS 1500					HM 20	HM 40	HM 80	HM 120	BIOS 1,5	
Deckung gesamt	75	90	40	40	60	15	40	50	50	40	80	75	70	70	95	90	90	90	90		80	75	80	80	90	90	70				75	80	85	100	90	70
Mittlere Deckung	82,5										83										79										83					
Mittlere Deckung Kompostparz.	80										83										79										89					
Deckung Leguminosen	25	50	15	15	25	4	13	25	25	8	30	25	25	30	40	40	40	35	25		30	35	40	35	40	20					30	35	35	55	40	20
Deckung übrige Kräuter	25	15	5	3	0	1	2	2	2	7	10	15	10	5	25	15	10	15	10		10	10	10	10	10	10					10	10	10	10	10	10
Deckung Gräser	25	25	20	22	35	10	25	23	23	25	40	35	35	35	30	35	40	40	45		40	30	30	35	40	40					30	35	40	35	40	40
Verhät. Legum./ Gräser	1:1										1:1										1:1										1:1					
Mittleres Verh. Leg./Gräser	1:0,5										1:1,4										1:1,1										1:1,4					
Mittleres Verh. Leg./Gräser parz.	1:1,2										1:1,2										1:0,9										1:0,8					
Bestandshöhe	1:1,2										1:0,9										1:0,8										1:0,5					
Artenzahl	3-15	3-10	3-20	3-20	5-25	5-25	3-15	3-15	5-20	3-10	3-10	5-15	3-15	5-25	5-10	5-15	10-20	5-25	5-15	5-15	3-15	3-10	5-20	5-25	5-15					3-15	3-10	5-15	15-30	5-15	3-15	
Mittlere Artenzahl	11	15	11	10	9	8	12	11	12	5	24	23	22	24	23	23	20	26	20	16	16	23	19	18	23					23	21	20	20	22	21	
Trifolium repens	11	22	22	11	12	+	22	11	22	11	22	22	22	23	33	33	34	23	12	22	23	34	34	34	22					22	22	23	44	44	22	
Lotium corniculatus	22	33	22	22	22	11	11	+	22	11	23	22	22	23	23	23	12	23	22	23	23	23	12	11	12					22	11	22	12	11	11	
Lolium perenne	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					11	11	22	22	22	+
Festuca rubra agg.	22	22	22	22	22	22	22	22	22	11	33	22	22	22	22	22	22	22	33	22	22	22	22	22	22					22	22	22	11	22	+	
Achillea millefolium	33	22	22	11	+	r	+	+	11	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22					22	22	22	22	22	11	
Agrostis tenuis	11	11	.	.	.	.	.	.	.	.	11	.	.	.	.	.	.	.	11	.	.	.	.	.	.					22	11	22	11	22	22
Phleum pratense	2+	11	.	.	.	.	.	.	.	.	11	11	22	22	11	22	22	22	11	11	22	11	11	11	11					.	.	.	+	+	.
Anthyllus vulneraria	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					.	.	.	.	.	.
Chenopodium album	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					.	.	.	.	.	.
Cerastium fontanum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					.	.	.	.	.	.
Poa annua	+	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					.	.	.	.	.	.
Lolium multiflorum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					.	.	.	.	.	.
Alchemilla vulgaris agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					11	11	+	11	+	11
Rumex alpinus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					.	.	.	.	.	.
Deschampsia cespitosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					.	.	.	.	.	.
Trifolium pratense	2+	12	2+	.	.	.	.	.	.	.	12	11	12	2+	2+	12	.	12	2+	2+	2+	2+	.	2+	2+					2+	+	2+	.	.	.
Poa pratensis	.	.	.	.	2+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					.	.	.	.	.	.
Poa alpina	11	22	11	11	22	11	11	11	22	22	11	22	22	22	22	22	22	11	22	22	22	22	22	22	22					12	+	+	12	11	+	
Festuca pratensis	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					.	.	.	.	.	.
Alopecurus pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					.	.	.	.	.	.
Campanula scheuchzeri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					.	.	.	.	.	.
Dactylis glomerata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					.	.	.	.	.	.
Potentilla erecta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	+	+	+	+	11	+	11	.	.	.	.	.	.	.					11	+	+	r	11	11
Trisetum flavescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					.	.	.	.	.	.
Taraxacum officinale	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					.	.	.	.	.	.
Ranunculus acris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					.	.	.	.	.	.
Plantago major	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					.	.	.	.	.	.
Prunella vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					.	.	.	.	.	.
Sagina saginoides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					.	.	.	.	.	.
Leontodon helveticus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					.	.	.	.	.	.

K:E 1:1: Kompost : Erde
 E 70: Erde 70t
 K:E 3:1: Kompost : Erde
 E: Erde 70t und Biosol 1.500kg
 K 100: Kompost 100t FM
 B: Biosol 1.500kg
 0: Keine Düngung

Fortsetzung (1)

Standort Untersuchungsjahr Aufwuchs Nachdüngung 2002 (t FM/ha) Nachdüngung 2003 (t FM/ha)	Schutthalde 2003										Braunlehm 2003					Tonschiefer 2003					Neue Planie 2003										
	6.					5.					6.					6.					5.										
	60					60	0,75		0,75		20	40	60		0,75	40		20		60	0,75						20	40	60	80	0,75
	HM 100	BHM 100	K:E 1:1	K 100 A	K 100 B	E 70	E	BIOS 1500	K:E 3:1	SP	0	HM 20	HM 40	HM 80	BHM 20	BHM 40	BHM 80	HM 20 + BHM 20	BIOS 1500	HM 20	HM 40	BHM 20	BHM 40	BHM 80	BIOS 1500	0	HM 20	HM 40	HM 80	HM 120	BIOS 1,5
Düngung																															
Festuca ovina agg.																															
Hypochoeris radicata																															
Geum montanum																															
Crepis aurea																															
Chrysanthemum leucanthemum		r																													
Campanula barbata																															
Potentilla aurea																															
Veronica chamaedrys																															
Arrhenatherum elatius																															
Anthoxanthum odoratum																															
Carex pallescens																															
Trifolium dubium	r																														
Stellaria media																															
Silene vulgaris																															
Plantago lanceolata																															
Saxifraga sp.																															
Leontodon autumnalis																															
Myosotis arvensis																															
Ranunculus repens																															
Atriplex sp.																															
Petasites sp.																															
Carex sp.																															
Trifolium montanum																															
Rumex acetosella																															
Bromus mollis																															
Tanacetum sp.																															
Viola tricolor																															
Veronica arvensis																															
Holcus lanatus																															
Carex nigra																															
Alchemilla alpina																															
Carex leporina																															
Poa trivialis																															
Galeopsis speciosa																															
Tripleurospermum inodorum																															
Tussilago farfara																															
Euphrasia sp.																															
Prunella grandiflora																															
Luzula campestris																															
Rumex obtusifolius																															
Bellis perennis																															
Senecio alpinus																															
Silene alpestris																															
Festuca violacea	2+	11	+																												
Polygonum viviparum																															
Stellaria graminea																															
Petasites albus																															
Galium mollugo																															
Aposeris foetida																															
Alnus viridis juv.																															
Nardus stricta																															

K:E 1:1: Kompost : Erde E 70: Erde 70t
 K:E 3:1: Kompost : Erde E: Erde 70t und Biosol 1.500kg
 K 100: Kompost 100t FM B: Biosol 1.500kg
 0: Keine Düngung

Tabelle 7-43: Pflanzensoziologische Erhebungen auf Vergleichsflächen

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Norbert Kerschbaumer

Spalte	A		B							C						D				
	25		27							31						27				
Mittlere Artenzahl																				
Lfd. Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Aufnahmenummer	V 3	V 4	V 2	V 5	V 1	V 6	V 7	V 20	V 19	V 14	V 15	V 16	V 12	V 13	V 17	V 18	V 8	V 9	V 10	V 11
Exposition	S	S	SO	SO	O	O	W	NO	O	NO	NO	NO	O-NO	NO-O	O-NO	O	W	SW	NW	W
Deckung (%)	80	85	95	90	85	85	95	90	95	90	85	.	85	85	75	70	90	100	75	95
Deckung Strauchschicht (%)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	80	80	.	.	.	.
Höhe (cm)	5-8/(50)	10-20/30(60)	5-15/30(60)	10-20/35(60)	5-8/(40)	5-15/30(60)	5-15/40(70)	5-15/40/70	20-40(80)	5-20/30-40(90)	30-50(80)	5-15/40/70	20-30(60)	8-15(25)	10-20/40-60	5-20/40-60	25-50	10-20/50-60(90)	5-20/40/(60)	15-25(30)
Artenzahl (excl. Moose)	24	25	26	34	18	23	35	49	51	30	22	24	20	21	33	34	18	16	36	26
<i>Sesleria varia</i>	22	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Achillea atrata</i>	+	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphrasia salisburgensis</i>	22	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carlina acaulis</i>	+	+	.	2+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Erica herbacea</i>	12	2+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Betonica alopecurus</i>	11	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex ferruginea</i>	22	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthyllis vulneraria</i>	11	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium eristhales</i>	+	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thymus pulegioides</i>	11	11	.	+	.	2+	2+	2+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2+	+
<i>Campanula scheuchzerii</i>	.	.	11	11	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nardus stricta</i>	.	.	11	22	.	44	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geum montanum</i>	.	.	2+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leontodon hispidus</i>	.	.	11	11	.	.	11	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex pallescens</i>	.	.	11	11	.	11	11	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Poa alpina</i>	11	.	11	.	11	.	11	11	+	+	+	+	+	+	+	11	.	.	+	.
<i>Aconitum vulparia</i>	.	.	.	.	.	.	.	11	12	12	+	.	22	11	23	+	.	.	.	.
<i>Knautia dipsacifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	11	11	11	2+	+	+	2+	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium sylvaticum</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	11	11	11	11	.	.	+	11	22	22	+	11
<i>Viola biflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	11	.	.	.	+	11	22	.	.	.	11
<i>Adenosyles alliariae</i>	.	.	.	.	.	.	.	22	12	33	23	12	23	2+	.	.	11	34	2+	.
<i>Valeriana tripteris</i>	.	.	.	.	.	.	.	11	11	11	22	11	+	+	.	.	.	+	.	.
<i>Carex brachystachys</i>	.	.	.	.	.	.	2+	.	12	22	.	22	2+	2+	.	.	2+	+	+	11
<i>Clematis alpina</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dentaria enneaphyllos</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Myrrhis odorata</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	22	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asplenium viride</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium acaule</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lilium martagon</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	22	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Rubus fruticosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melica nutans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	11	+	11	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	2+	+	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Larix decidua (Baumschicht)</i>	.	.	.	+	.	.	.	2+	+	12	.	2+	2+	.	.	.	.	.	.	.

Vegetation Vergleichsflächen Fortsetzung (1)

Spalte	A				B				C				D							
	25		27		27		31		27											
Mittlere Artenzahl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Lfd. Nummer	V 3	V 4	V 2	V 5	V 1	V 6	V 7	V 20	V 19	V 14	V 15	V 16	V 12	V 13	V 17	V 18	V 8	V 9	V 10	V 11
Aufnahmenummer																				
Exposition	S	S	SO	SO	O	O	W	NO	O	NO	NO	NO	O-NO	NO-O	O-NO	O	W	SW	NW	W
Deckung (%)	80	85	95	90	85	85	95	90	95	90	85	.	85	85	75	70	90	100	75	95
Deckung Strauchschicht (%)	80	80	.	.	.	.
Höhe (cm)	5-8/(50)	10-20/30(60)	5-15/30(60)	10-20/35(60)	5-8/(40)	5-15/30(60)	5-15/40(70)	5-15/40/70	20-40(80)	5-20/30-40(90)	30-50(80)	5-15/40/70	20-30(60)	8-15(25)	10-20/40-60	5-20/40-60	25-50	10-20/50-60(90)	5-20/40/(60)	15-25(30)
Artenzahl (excl. Moose)	24	25	26	34	18	23	35	49	51	30	22	24	20	21	33	34	18	16	36	26
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	.	.	+	12	.	.	.	.	12	.	.	.	.	.	12	23	.	.	.	.
<i>Veratrum album</i>	+	+	11	.	.	.	.
<i>Calamagrostis villosa</i>	+	33	.	.	2+	2+	.	.	.	.
<i>Alnus viridis</i>	.	.	.	12	.	2+	.	.	.	.	.	.	.	.	55	55	12	12	.	.
<i>Senecio nemorensis</i>	22	.	.	.	22	11	12	11	+	.
<i>Solidago virgaurea</i>	+	+	2+	11	+	33	12	+	.
<i>Geum rivale</i>	+	+	25	12	+	.
<i>Saxifraga rotundifolia</i>	+	12	11	+	.
<i>Hypericum maculatum</i>	.	.	+	.	.	+	12	11	+	+	.	.	11	+	11	11	+	11	11	11
<i>Aposeris foetida</i>	+	+	.	+	.	.	11	+	+	+	+	11	22	33	11	11	+	.	+	12
<i>Festuca rubra</i> agg.	.	.	22	11	22	+	22	22	12	11	.	+	+	+	.	+	.	.	22	2+
<i>Vaccinium myrtillus</i>	.	.	11	12	.	2+	r	.	2+	.	.	.	12	+	.	2+	12	.	.	.
<i>Alchemilla vulgaris</i> agg.	.	.	.	+	2+	.	11	+	.	.	11	.	+	11	2+	+	22	11	22	12
<i>Ranunculus nemorosus</i>	+	11	+	11	.	+	11	+	11	+	.	.	.	+
<i>Agrostis capillaris</i>	.	.	11	11	11	11	11	11	11	+	.	.	.	+	.	11	+	.	+	11
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	11	11	.	11	11	11	11	+	.	+	.	.	.	.	.	.	11	11
<i>Potentilla erecta</i>	.	.	11	11	+	22	22	+	.	.	.	+	.	.	.	11	+	.	.	11
<i>Lotus corniculatus</i>	.	+	.	+	+	2+	22	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+
<i>Rhododendron hirsutum</i>	2+	2+	.	.	.	.	.	.	.	12	.	.	12	.	.	2+	.	2+	.	44
<i>Homogyne alpina</i>	11	.	11	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.
<i>Prunella grandiflora</i>	11	11	.	.	.	.	.	11	2+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	11
<i>Symphytum tuberosum</i>	+	.	+	+	+	+	+	+
<i>Luzula pilosa</i>	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+
<i>Daphne mezereum</i>	.	.	+	+	2+	2+	.	.	.	.	2+	.	.	.	.	.
<i>Rubus idaeus</i>	+	.	.	12	+	11	12	.	.	.	.
<i>Ranunculus acris</i>	.	.	.	+	.	+	+	+	+	.	+	.	11	11	.	.	+	.	+	+
<i>Potentilla aurea</i>	.	.	+	.	.	.	11	+	.	.	.	.	11	.	.	+	.	.	.	+
<i>Silene alpestris</i>	.	22	.	.	.	.	11	12	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Trifolium pratense</i>	.	.	+	+	.	.	22	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Poa nemoralis</i>	2+	.	.	.	.	2+	11	.	.	.	.
<i>Trifolium repens</i>	.	.	+	+	11	2+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	2+	+
<i>Galium anisophyllum</i>	+	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Poa annua</i>	2+	.	.	.	2+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.
<i>Prunella vulgaris</i>	+	11	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	11	.
<i>Phleum alpinum</i>	+	+	2+	.	.	.	.	.	.	2+	.	.	.
<i>Aster bellidiastrum</i>	+	+	.	.	+
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	.	.	+	+	+
<i>Juniperus communis</i>	.	.	+	12	.	.	.	.	2+	.	.	.	12	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salix glabra</i>	+	12	.	2+
<i>Leontodon helveticus</i>	+	11	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	12
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	.	+	12	.	2+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	.
<i>Polygonum viviparum</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Crocus albiflorus</i>	+	+	.	+

Vegetation Vergleichsflächen Fortsetzung (2)

Spalte	A			B					C					D						
Mittlere Artenzahl	25			27					31					27						
Lfd. Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Aufnahmenummer	V 3	V 4	V 2	V 5	V 1	V 6	V 7	V 20	V 19	V 14	V 15	V 16	V 12	V 13	V 17	V 18	V 8	V 9	V 10	V 11
Exposition	S	S	SO	SO	O	O	W	NO	O	NO	NO	NO	O-NO	NO-O	O-NO	O	W	SW	NW	W
Deckung (%)	80	85	95	90	85	85	95	90	95	90	85	.	85	85	75	70	90	100	75	95
Deckung Strauchschicht (%)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	80	80	.	.	.	.
Höhe (cm)	5-8/(50)	10-20/30(60)	5-15/30(60)	10-20/35(60)	5-8/(40)	5-15/30(60)	5-15/40(70)	5-15/40/70	20-40(80)	5-20/30-40(90)	30-50(80)	5-15/40/70	20-30(60)	8-15(25)	10-20/40-60	5-20/40-60	25-50	10-20/50-60(90)	5-20/40/(60)	15-25(30)
Artenzahl (excl. Moose)	24	25	26	34	18	23	35	49	51	30	22	24	20	21	33	34	18	16	36	26
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	.	11	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Potentilla chranzii</i>	+	.	.	.	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus hybridus</i>	.	11	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Daucus carota</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	11	.	.	.	.
<i>Lamiastrum galeobdolon</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	2+	.	.	.	.
<i>Luzula campestris</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Carex flava</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2+	.	.	+
<i>Polygonum alpinum</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Paris quadrifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calluna vulgaris</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Thelypteris limbosperma</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Carex pilulifera</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Selaginella selaginoides</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Adenostyles glabra</i>	.	2+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium pumilum</i>	+	.	.	+	.	.	.	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phleum pratense</i>	.	.	.	.	11	.	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	.
<i>Valeriana montana</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2+	.
<i>Dryopteris filix mas</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Crepis aurea</i>	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.
<i>Tofieldia calyculata</i>	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Cerastium fontanum</i>	.	.	11	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygala alpestris</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Peucedanum ostruthium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	.	11	.	.	.
<i>Cerastium holosteioides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.
<i>Oxalis acetosella</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Scabiosa lucida</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salix waldsteiniana</i>	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene excapa</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Helianthemum grandiflorum</i>	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gentiana germanica</i>	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pinguicula sp.</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gentiana ciliata</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex sempervirens</i>	.	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dryas octopetala</i>	.	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acinos alpinus</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Achillea clavene</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypocrepis comosa</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Athamantha cretensis</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphrasia minima</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gentiana sp.</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vaccinium uliginosum</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica officinalis</i>	.	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Vegetation Vergleichsflächen Fortsetzung (3)

Spalte	A			B					C					D						
Mittlere Artenzahl	25			27					31					27						
Lfd. Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Aufnahmenummer	V 3	V 4	V 2	V 5	V 1	V 6	V 7	V 20	V 19	V 14	V 15	V 16	V 12	V 13	V 17	V 18	V 8	V 9	V 10	V 11
Exposition	S	S	SO	SO	O	O	W	NO	O	NO	NO	NO	O-NO	NO-O	O-NO	O	W	SW	NW	W
Deckung (%)	80	85	95	90	85	85	95	90	95	90	85	.	85	85	75	70	90	100	75	95
Deckung Strauchschicht (%)	80	80	.	.	.	.
Höhe (cm)	5-8/(50)	10-20/30(60)	5-15/30(60)	10-20/35(60)	5-8/(40)	5-15/30(60)	5-15/40(70)	5-15/40/70	20-40(80)	5-20/30-40(90)	30-50(80)	5-15/40/70	20-30(60)	8-15(25)	10-20/40-60	5-20/40-60	25-50	10-20/50-60(90)	5-20/40/(60)	15-25(30)
Artenzahl (excl. Moose)	24	25	26	34	18	23	35	49	51	30	22	24	20	21	33	34	18	16	36	26
<i>Deschampsia flexuosa</i>	.	.	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Picea abies</i> (Strauchschicht)	.	.	.	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Luzula alpinopilosa</i>	.	.	.	+
<i>Luzula alpinopilosa</i>	.	.	.	+
<i>Carex panicea</i>	.	.	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Danthonia decumbens</i>	.	.	.	+
<i>Antennaria dioica</i>	.	.	.	+
<i>Alchemilla alpina</i>	.	.	.	+
<i>Plantago lanceolata</i>	+
<i>Leontodon autumnalis</i>	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alopecurus pratensis</i>	+
<i>Festuca pratensis</i>	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lolium perenne</i>	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex nigra</i>	2+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Briza media</i>	+
<i>Euphrasia rostkoviana</i>	+
<i>Cardamnopsis petraea</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex ornitopoda</i>	+
<i>Myosotis sylvatica</i>	+
<i>Hieracium murorum</i>	+
<i>Trifolium badium</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium album</i>	+
<i>Satureija montana</i>	2+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gymnadenia conopsea</i>	+
<i>Biscutella laevigata</i>	+
<i>Sorbus chamaemespilus</i>	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa trivialis</i>	2+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Heracleum sphondylium</i>	2+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viola sp.</i>	+
<i>Myosotis palustris</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myosotis alpestris</i>	+
<i>Luzula luzulina</i>	+
<i>Rumex alpestris</i>	+
<i>Stellaria nemorum</i>	11	.	.	.	.
<i>Ranunculus platanifolius</i>	+
<i>Dryopteris filix-mas</i>	+	.	.	.
<i>Silene nemoralis</i>	+	.	.	.
<i>Atropa belladonna</i>	+	.	.
<i>Athyrium filix femina</i>	2+	.	.
<i>Petasites albus</i>	12	.
<i>Dactylis glomerata</i>	11	.
<i>Trifolium dubium</i>	+	.
<i>Galium mollugo</i>	12	.
Moose	11	.	.	22	11	11	11	.	22	.	.

Tabelle 7-44: Entwicklung von Gesamtdeckung, Gräser / Leguminosen - Verhältnis und Artenzahl

	S t a n d o r t																									
	Schutthalde						Braunlehm						Tonschiefer						Neue Planie							
	1999	2000	2001	2002	2003	Mittel	1.Jahr	1999	2000	2001	2002	2003	Mittel	1.Jahr	1999	2000	2001	2002	2003	Mittel	1999	2000	2001	2002	2003	Mittel
Mittlere Deckung	36	38	41	37	42	39	81	88	84	90	90	83	86	79	90	93	82	85	79	85	53	75	79	81	83	74
Deckung Null-Parz. (SH: E 70)	10	10	10	15	15	12	60	60	80	80	85	80	74	70	-	-	-	-	-	-	20	55	60	80	75	58
Deckung Biosol-Parz.	15	15	15	20	50	23	75	85	70	90	85	90	83	70	90	90	80	80	70	80	30	60	50	70	70	56
Mittl. Deckung 20 t FM (BHM 20, HM 20 u. K:E 1:1)	30	50	60	40	40	44	75	85	80	88	90	85	84	85	85	93	80	80	80	84	40	65	80	70	80	67
Deckung höchste K-Gaben (K100, NP120, HM/BHM 80)	62	70	50	40	50	54	93	100	95	95	95	80	93	80	-	95	90	100	90	91	90	100	100	90	90	94
Mittleres Verhältnis Gräser / Leguminosen	5,1	2,1	2,1	2,9	3,3	3,1	1,6	1	0,8	1,3	1,2	1,2	1,2	2,3	0,9	0,6	1,1	0,9	0,9	1,1	1,5	0,8	0,6	0,8	0,8	0,9
Mittlere Artenzahl	9	12	11	9	10	10	11	14	16	18	21	23	17	11	12	14	14	18	19	15	11	14	13	17	21	15

Tabelle 7-45: Entwicklung vom Verhältnis Leguminosen : Gräser

Standort	Jahr	Düngungsvarianten								
		E	E70	K:E 1:1	K:E 3:1	K100	HM100	BHM 100	SP	Bios
Schutthalde	1998	---	---	---	---	---	1:0,8	1:0,8	---	---
	1999	1:20	1:8	1:1	1:1	1:0,6	1:0,7	1:0,8	1:0,7	1:15
	2000	1:5	1:4	1:0,3	1:0,5	1:0,3	1:0,7	1:0,8	1:0,3	1:4,0
	2001	1:1	1:4	1:0,5	1:1	1:1,5	1:2	1:1,3	1:1,2	1:6,5
	2002	1:1,3	1:4	1:1	1:1,5	1:3,0	1:1,5	1:0,8	1:1,4	1:9,0
	2003	1:1,9	1:2,5	1:1,3	1:0,9	1:1,5	1:1	1:0,5	1:3,1	1:0,9
	Mittel	1:5,8	1:4,5	1:0,8	1:1	1:1,4	1:1,1	1:0,8	1:1,3	1:7,1
	Tendenz	L←G	L←G	L→G	L↔G	L→G	L↔G	L→G	L→G	L←G
Neue Planie		0	NP20	NP40	NP80	NP120				Bios
	1999	1:3	1:0,6	1:0,5	1:0,3	1:0,3				1:4,0
	2000	1:0,7	1:0,5	1:0,4	1:0,1	1:0,2				1:2,7
	2001	1:0,5	1:0,3	1:0,3	1:0,1	1:0,1				1:2,3
	2002	1:1,0	1:0,7	1:0,6	1:0,3	1:0,5				1:1,4
	2003	1:1,0	1:1,0	1:1,1	1:0,6	1:1,0				1:2,0
	Mittel	1:0,7	1:0,6	1:0,6	1:0,3	1:0,4				1:2,5
	Tendenz	?	L→G	L→G	L→G	L→G				L←G
Braunlehm		0	HM20	HM40	HM80	BHM20	BHM40	BHM80	HMBHM40	Bios
	1998	1:1,4	1:1,4	1:1,4	1:1,8	1:1,7	1:1,8	1:1,9	1:0,9	1:1,9
	1999	1:1,8	1:0,7	1:1,0	1:0,8	1:0,7	1:1,1	1:1,0	1:0,8	1:1,4
	2000	1:1,1	1:1,0	1:1,2	1:0,2	1:0,7	1:0,9	1:0,8	1:0,5	1:1,6
	2001	1:2,0	1:1,3	1:1,3	1:1,3	1:0,9	1:1,1	1:1,3	1:1,1	1:1,8
	2002	1:0,8	1:1,0	1:2,0	1:1,3	1:1,0	1:1,0	1:1,0	1:0,7	1:1,8
	2003	1:1,3	1:1,4	1:1,4	1:1,2	1:0,8	1:0,9	1:1,0	1:1,1	1:1,8
	Mittel	1:1,4	1:1,1	1:1,4	1:1,1	1:1,1	1:1,2	1:1,2	1:0,9	1:1,7
Tendenz	L↔G	L↔G	L↔G	L↔G	L→G	L↔G	L↔G	L→G	L↔G	
Tonschiefer		0	HM20	HM40	HM80	BHM20	BHM40	BHM80	HMBHM80	Bios
	1998	1:3,1	1:2,6	1:1,4	1:1,8	1:2,5	1:2,2	1:2,2	1:2,1	1:3,3
	1999	---	1:1,2	1:1,1	---	1:0,8	1:1,0	---	1:0,9	1:0,8
	2000	---	1:1,0	1:0,6	---	1:0,5	1:0,4	1:0,6	---	1:0,6
	2001	---	1:1,0	1:1,0	---	1:1,0	1:1,0	1:1,0	---	1:1,7
	2002	---	1:0,6	1:0,8	---	1:0,9	1:0,8	1:0,8	---	1:1,6
	2003	---	1:1,3	1:0,9	---	1:0,8	1:1,0	1:1,0	---	1:2,0
	Mittel	---	1:1,3	1:1	---	1:1,1	1:1,1	1:1,1	---	1:1,7
Tendenz	---	L↔G	?	---	?	?	?	---	?	

Tabelle 7-46: Entwicklung der Artenzahl

Standort	Jahr	Düngungsvarianten								
		E	E70	K:E 1:1	K:E 3:1	K100	HM100	BHM 100	SP	Bios
Schutthalde	1998	---	---	---	---	---	9	9	---	---
	1999	10	9	13	11	9	9	9	9	6
	2000	15	10	13	14	12	9	11	8	12
	2001	10	11	11	13	11	9	9	8	12
	2002	11	8	9	11	10	10	11	6	9
	2003	12	8	11	12	10	11	15	5	11
	Mittel	11,6	9,2	11,4	12,2	10,4	9,5	10,7	7,2	10
	Tendenz	?	?	↓	?	?	↑	↑	↓	?
Neue Planie		0	NP20	NP40	NP80	NP120				Bios
	1999	10	11	9	10	10				13
	2000	15	18	12	12	10				15
	2001	14	15	10	11	13				14
	2002	17	18	17	16	18				18
	2003	23	21	20	20	22				21
	Mittel	15,8	16,6	13,6	16,83	14,6				16,2
	Tendenz	↑	↑	↑	↑	↑				↑
Braunlehm		0	HM20	HM40	HM80	BHM20	BHM40	BHM80	HMBHM40	Bios
	1998	10	10	12	13	10	10	10	10	10
	1999	15	17	13	11	14	14	14	15	13
	2000	17	16	10	14	22	13	16	18	16
	2001	20	16	16	13	23	17	14	23	17
	2002	22	17	-	22	20	23	18	27	19
	2003	24	23	22	24	23	23	20	26	20
	Mittel	18	16,5	15,2	16,2	18,7	16,7	15,3	19,8	15,8
Tendenz	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
Tonschiefer		0	HM20	HM40	HM80	BHM20	BHM40	BHM80	HMBHM80	Bios
	1998	10	11	13	12	10	11	11	10	12
	1999	-	12	12	-	13	12	-	12	13
	2000	-	11	12	-	16	13	13	-	18
	2001	-	11	14	-	13	14	15	-	17
	2002	-	14	14	-	20	17	19	-	22
	2003	-	16	16	-	23	17	18	-	23
	Mittel	-	12,5	13,5	-	15,8	14	15,2	-	17,5
Tendenz	-	↑	↑	-	↑	↑	↑	-	↑	

Abbildung 7-12: Standortabhängigkeit pflanzensoziologischer Parameter

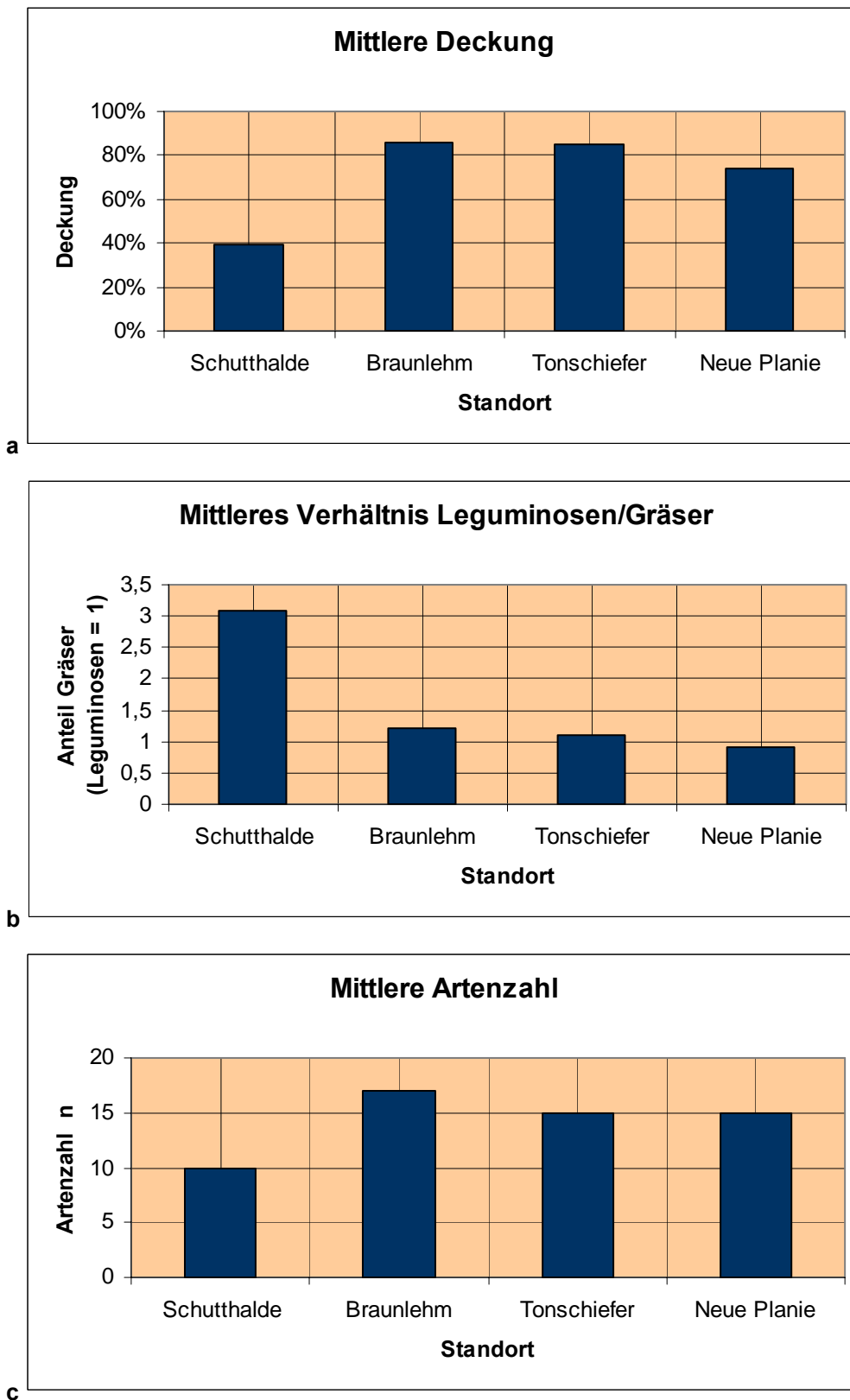


Abbildung 7-13: Standortabhängige Entwicklung pflanzensoziologischer Parameter

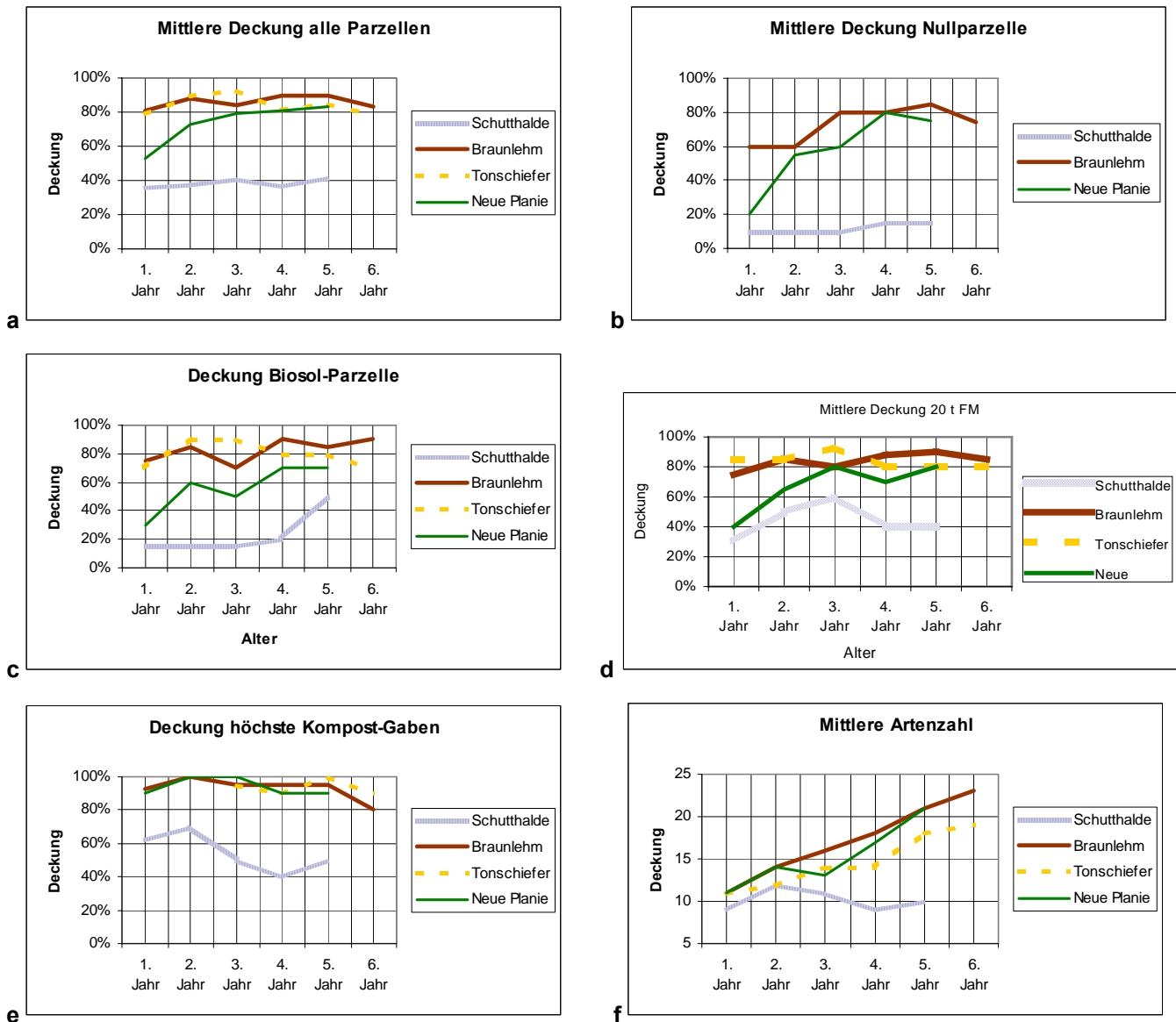


Abbildung 7-14: Düngungsabhängige Entwicklung des Deckungsgrades (standortspezifisch)

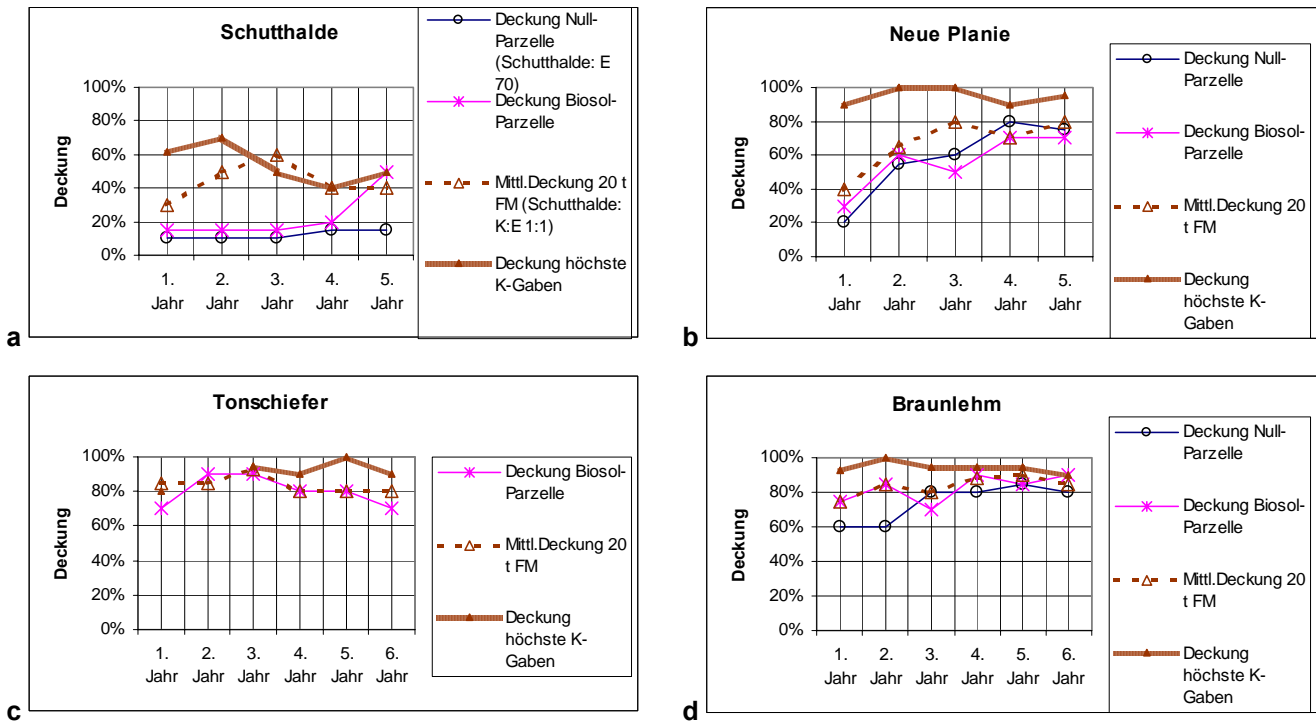


Tabelle 7-47: Auswirkung der Nachdüngung auf Deckung, Verhältnis Leguminosen/Gräser und Artenzahl

Braunlehm	Deckung			Verh. Legum./Gräser			Artenzahl		
Varianten gedüngt	2002	2003	Mittel	2002	2003	Mittel	2002	2003	Mittel
BHM 20	90	95	92,5	1:1	1:1,3	1:1,15	20	23	21,5
BHM 40	90	90	90	1:1	1:1,14	1:1,07	23	23	23
BHM 80	95	90	92,5	1:1	1:1	1:1	18	20	19
Bios 1500	85	90	87	1:1,8	1:0,5	1:1,15	19	20	39
Mittel Kompost 20-80	91,667	91,67	91,67	1:1	1:1,45	1:1,07	20,3	22	21,2
Varianten ungedüngt	2002	2003	Mittel	2002	2003	Mittel	2002	2003	Mittel
HM 20	90	75	82,5	1:1	1:0,71	1:0,86	17	23	20
HM 40	80	70	75	1:2	1:0,71	1:1,36		22	
HM 80	95	70	82,5	1:1,3	1:0,85	1:1,08	22	24	23
HMBHM 40	100	90	95	1:0,7	1:0,87	1:0,79	27	26	26,5
0	85	80	82,5	1:0,8	1:0,75	1:1,55	22	24	23
Mittel Kompost 20-80	88,33	71,67	80	1:1,43	1:0,76	1:1,1	22	23	22,5
Tonschiefer	Deckung			Verh. Legum./Gräser			Artenzahl		
Varianten gedüngt	2002	2003	Mittel	2002	2003	Mittel	2002	2003	Mittel
BHM 20	80	80	80	1:0,9	1:1,3	1:1,1	20	23	22
BHM 40	90	80	85	1:0,8	1:1	1:0,9	17	17	17
BHM 80	100	90	95	1:0,8	1:1	1:0,9	19	18	19
Bios 1500	80	70	75	1:1,6	1:0,5	1:1,05	22	23	23
Mittel Kompost 20-40	85	80	83	1:0,83	1:1,1	1:0,97	19	20	19
Varianten ungedüngt	2002	2003	Mittel	2002	2003	Mittel	2002	2003	Mittel
HM 20	80	80	80	1:0,6	1:0,75	1:0,68	14	16	15
HM 40	80	40	60	1:0,8	1:1,16	1:0,98	14	16	15
Mittel Kompost 20-40	80	60	70	1:0,7	1:0,96	1:0,83	14	16	15
Schutthalde	Deckung			Verh. Legum./Gräser			Artenzahl		
Varianten gedüngt	2002	2003	Mittel	2002	2003	Mittel	2002	2003	Mittel
BHM 100	80	90	85	1:0,8	1:2	1:1,4	11	15	13
K100b	55	60	57,5	1:2,4	1:0,71	1:1,5	6	9	8
Mittel	67,5	75	71,25	1:1,6	1:1,4	1:1,5	8,5	12	10,5
Varianten ungedüngt	2002	2003	Mittel	2002	2003	Mittel	2002	2003	Mittel
HM 100	80	75	77,5	1:1,5	1:1	1:1,3	9	11	10
K100a	40	40	40	1:1,3	1:0,7	1:1	10	10	10
Mittel	60	57,5	58,75	1:1,4	1:0,9	1:1,12	9,5	10,5	10

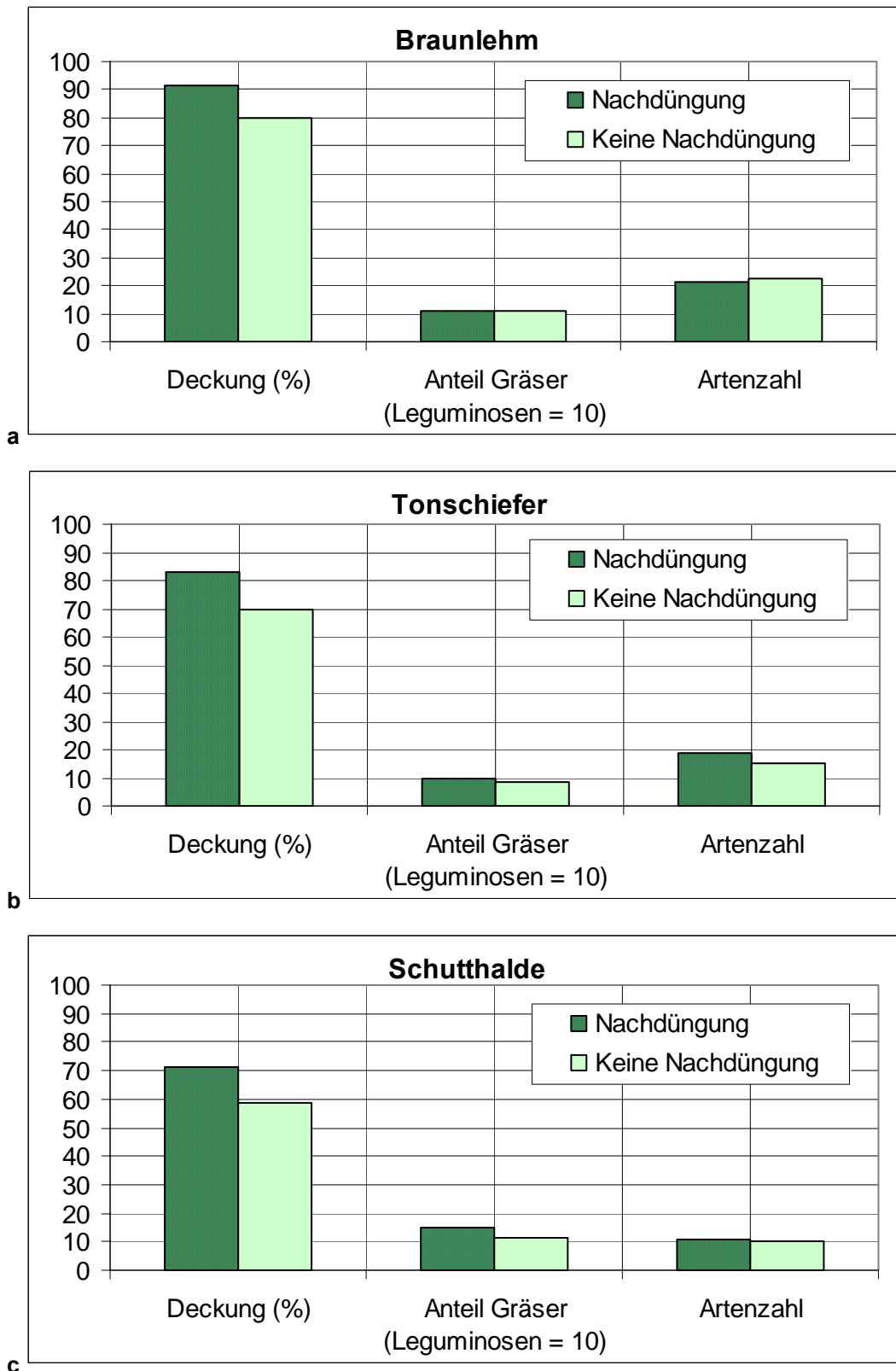


Abbildung 7-15: Nachdüngung und pflanzensoziologische Parameter (standortspezifisch)

T A B E L L E N V E R Z E I C H N I S

<i>Tabelle 2-1:</i>	<i>Jahresmittel der Temperatur in den Jahren 1998 bis 2003.....</i>	<i>4</i>
<i>Tabelle 2-2:</i>	<i>Jahresniederschlagssummen und Niederschlagssummen der Monate April bis Juli in den Jahren 1998 bis 2003.....</i>	<i>4</i>
<i>Tabelle 2-3:</i>	<i>Einstufung der Phosphat- und Kaligehalte nach CAL- oder DL-Methode auf Grünland (Quelle: BMLF, 1999) im Vergleich zu den Versuchsstandorten.....</i>	<i>5</i>
<i>Tabelle 3-1:</i>	<i>Pflanzenverfügbare Hauptnährstoffe im Vergleich zu typischen Bereichen in Bioabfall- und Grüngutkompost (mg/l FM) (.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabelle 3-2:</i>	<i>Vergleich der Schwermetallgehalte (mg/kg TM) mit Grenzwerten und Erhebungen an landwirtschaftlich produzierten Bioabfall- und Grüngutkomposten.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabelle 3-3:</i>	<i>Kompost- und Düngungsvarianten der Versuchsanlage 1998; Seehöhe ca. 1900 m.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabelle 3-4:</i>	<i>Düngungsvarianten des 1999 auf einer Seehöhe von 1550 m angelegten Tastversuches „Neue Planie (NP)“ in t FM/ha:.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabelle 3-5:</i>	<i>Düngermengen der Versuchsanlage 1998 - 2003.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabelle 3-6:</i>	<i>Saatgutmischung für extremste Höhenlagen (Rezeptur: Univ.Prof. Dr. Erwin Lichtenegger, Dr. Bernhard Krautzer).....</i>	<i>12</i>
<i>Tabelle 4-1:</i>	<i>Tatsächliche (real) und berechnete (theor) Humusgehalte durch die Kompostdüngung.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabelle 4-2:</i>	<i>Gesamtnährstofffrachten für BHM-Parzellen mit und HM-Parzellen ohne Nachdüngung im 5. Jahr (2002) und Biosol bei 750 und 1500 kg/ha.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabelle 4-3:</i>	<i>Mobilisierbarer Anteil aus den N-Frachten der Kompostdüngung auf Basis durchschnittlicher Literaturwerte [grau hinterlegt: Parzellen mit Nachdüngung im 5. Jahr].....</i>	<i>19</i>
<i>Tabelle 4-4:</i>	<i>Durchschnittliche Nährstofffrachten pro ha und Jahr (Ø über 5 Jahre).....</i>	<i>20</i>
<i>Tabelle 4-5:</i>	<i>Gegenüberstellung der Nährstofffrachten für BHM und HM bei Ausbringung von 20-40-80 t FM /ha und Biosol bei 750 und 1500 kg/ha incl. selektiver Nachdüngung mit den kumulierten Entzügen durch das Erntegut.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabelle 4-6:</i>	<i>Nges - Pges – Kges - Gegenüberstellung der Entzüge durch das Erntegut mit dem Saldo aus Kompostdüngung und Entzug [= netto Zufuhr].....</i>	<i>23</i>
<i>Tabelle 4-7:</i>	<i>Zusammenfassende Gegenüberstellung der durchschnittlichen TM-Erträge der Düngungsvarianten auf den vier Standorten.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabelle 4-8:</i>	<i>Übersichtstabelle – Einfluss der Kompostdüngung auf Inhaltsstoffe im Erntegut</i>	<i>32</i>
<i>Tabelle 7-1:</i>	<i>Anzahl der Tage mit einer Tagesmitteltemperatur über 10°C Nassfeld (1530 m) 1998 bis 2003.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabelle 7-2:</i>	<i>Schneebedeckung und Winterdecke Nassfeld (1530 m) 1991 bis 2003.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabelle 7-3:</i>	<i>Methodenvergleich der Bestimmung des Volumengewichtes der Kompostproben.....</i>	<i>51</i>

<i>Tabelle 7-4: Inhaltsstoffe der verwendeten Komposte und von Agrobiosol® (wenn nicht anders angegeben, sind die Werte auf die Trockenmasse bezogen)</i>	<i>52</i>
<i>Tabelle 7-5: Schwermetallgehalte durch Ausgangsdüngung mit Kompost auf den drei Standorten BL, TS und AP (Bodenhorizont: 0 - 5 cm; Raumdichte: 1,5 t/m³ entspr. 750 t/ha), errechnete Werte.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabelle 7-6: Nährstoff- und Schadstofffrachten für HM pro ha in den verschiedenen Düngungsstufen</i>	<i>54</i>
<i>Tabelle 7-7: Nährstoff- und Schadstofffrachten für BHM pro ha in den verschiedenen Düngungsstufen</i>	<i>55</i>
<i>Tabelle 7-8: Nährstoff- und Schadstofffrachten von Biosol® in den Düngungsstufen 750 und 1500 kg/ha.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabelle 7-9: Ausgangsgehalte an Nährstoffen und Schwermetallen im Oberboden der Standorte AP, BL, TS sowie des Standortes NP.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabelle 7-10: Rechnerisch ermittelte minimale und maximale Veränderung der Stickstoff- und Schwermetallgehalte durch Kompostdüngung auf den drei Standorten AP, BL und TS (Bodenhorizont: 0 – 5 cm, Raumdichte: 1,5 t/m³ entspr. 750 t/ha)</i>	<i>57</i>
<i>Tabelle 7-11: N_{ges} - Gegenüberstellung der rechnerisch ermittelten Veränderung der Bodengehalte durch Kompostdüngung und Entzug mit den tatsächlich gemessenen (Bodenhorizont: 0 – 10 cm, Raumdichte: 1,5 t/m³ entspr. 1500 t/ha)</i>	<i>58</i>
<i>Tabelle 7-12: P_{ges} - Gegenüberstellung der rechnerisch ermittelten Veränderung der Bodengehalte durch Kompostdüngung und Entzug mit den tatsächlich gemessenen (Bodenhorizont: 0 – 10 cm, Raumdichte: 1,5 t/m³ entspr. 1500 t/ha)</i>	<i>59</i>
<i>Tabelle 7-13: K_{ges} - Gegenüberstellung der rechnerisch ermittelten Veränderung der Bodengehalte durch Kompostdüngung und Entzug mit den tatsächlich gemessenen (Bodenhorizont: 0 – 10 cm, Raumdichte: 1,5 t/m³ entspr. 1500 t/ha)</i>	<i>60</i>
<i>Tabelle 7-14: pH-Werte der Versuchspartzellen 1998 – 2003.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabelle 7-15: N_{ges} und N_{min}-Gehalte der Versuchspartzellen 1999 – 2003.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabelle 7-16: Pflanzenverfügbares P, K und Mg 1999 – 2003.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabelle 7-17: Pflanzenverfügbare Spurenelemente der Versuchspartzellen 1999 – 2003</i>	<i>64</i>
<i>Tabelle 7-18: Nährstoffanalysen Bodenproben 2000.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabelle 7-19: Schwermetallgehalte [mg/kg TM] in den Böden; Ausgangssituation 1998, ein Jahr nach Kompostausbringung (1999) und nach Nachdüngung (2003).....</i>	<i>66</i>
<i>Tabelle 7-20: Substratinduzierte Respiration in ausgewählten Versuchspartzellen der Standorte: AP, BL, TS und NP 1999 bis 2003.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabelle 7-21: Aggregatstabilität in ausgewählten Versuchspartzellen der Standorte AP, BL, TS und NP 1999 bis 2003 (grau hinterlegt: Partzellen mit Nachdüngung).....</i>	<i>69</i>
<i>Tabelle 7-22: Trockenmasseerträge der Versuchspartzellen mit abgestufter Kompost- und Biosol®-düngung auf der Teilfläche „Alte Planie“ (AP).....</i>	<i>70</i>
<i>Tabelle 7-23: Trockenmasseerträge der Versuchspartzellen auf den Teilflächen Braunlehm (BL) und Tonschiefer (TS) 1999 – 2002</i>	<i>70</i>
<i>Tabelle 7-24: Trockenmasseerträge Neue Planie 2000 - 2003.....</i>	<i>71</i>

<i>Tabelle 7-25: Futterwertstoffe im Erntegut in g/kg TM im Vergleich 1999 bis 2003</i>	72
<i>Tabelle 7-26: Energiedichte im Erntegut und Energieertrag pro ha im Vergleich 1999 bis 2003</i>	73
<i>Tabelle 7-27: Nähr-/Mineralstoffgehalte im Erntegut im Vergleich 1999 bis 2003</i>	74
<i>Tabelle 7-28: Mittelwerte und Spannen von TM-Ertrag und ausgesuchten Parametern des Futterwertes nach Standorten im Literaturvergleich</i>	75
<i>Tabelle 7-29: Spurenelementgehalte im Erntegut 2000, 2002 und 2003 (mg/kg TM)</i>	76
<i>Tabelle 7-30: Durchschnittliche Karotin-Gehalte im Erntegut im Vergleich der Standorte (1999 – 2003)</i>	77
<i>Tabelle 7-31: Durchschnittliche Mineralstoffgehalte im Erntegut im Vergleich der Standorte (1999, 2000, 2002 und 2003)</i>	78
<i>Tabelle 7-32: Durchschnittliche Karotin-Gehalte im Erntegut im Vergleich der Standorte (1999 – 2003)</i>	79
<i>Tabelle 7-33: Futterwertanalysen 1999</i>	84
<i>Tabelle 7-34: Futterwertanalysen 2000</i>	85
<i>Tabelle 7-35: Futterwertanalysen 2001</i>	86
<i>Tabelle 7-36: Futterwertanalysen 2002</i>	87
<i>Tabelle 7-37: Futterwertanalysen 2003</i>	88
<i>Tabelle 7-38: Pflanzensoziologische Erhebungen 1999: Neuanlagen auf den Standorten Schutthalde (SH) und Neue Planie (NP)</i>	89
<i>Tabelle 7-39: Pflanzensoziologische Erhebungen 2000: Standorte Schutthalde (SH), Neue Planie (NP), Braunlehm (BL) und Tonschiefer (TS)</i>	91
<i>Tabelle 7-40: Pflanzensoziologische Erhebungen 2001: Standorte Schutthalde (SH), Neue Planie (NP), Braunlehm (BL) und Tonschiefer (TS)</i>	93
<i>Tabelle 7-41: Pflanzensoziologische Erhebungen 2002: Standorte Schutthalde (SH), Neue Planie (NP), Braunlehm (BL) und Tonschiefer (TS)</i>	95
<i>Tabelle 7-42: Pflanzensoziologische Erhebungen 2003: Standorte Schutthalde (SH), Neue Planie (NP), Braunlehm (BL) und Tonschiefer (TS)</i>	97
<i>Tabelle 7-43: Pflanzensoziologische Erhebungen auf Vergleichsflächen</i>	100
<i>Tabelle 7-44: Entwicklung von Gesamtdeckung, Gräser / Leguminosen - Verhältnis und Artenzahl</i>	104
<i>Tabelle 7-45: Entwicklung vom Verhältnis Leguminosen : Gräser</i>	105
<i>Tabelle 7-46: Entwicklung der Artenzahl</i>	106
<i>Tabelle 7-47: Auswirkung der Nachdüngung auf Deckung, Verhältnis Leguminosen/Gräser und Artenzahl</i>	111

A B B I L D U N G S V E R Z E I C H N I S

<i>Abbildung 1-1: Schigebiet Nassfeld (Kärnten).....</i>	<i>1</i>
<i>Abbildung 1-2: Lage der Versuchsflächen am Nassfeld.....</i>	<i>1</i>
<i>Abbildung 3-1: Lageskizze der auf 1900 m 1998 angelegten Versuchspartellen der Standorte Alte Planie (AP), Braunlehm (BL), Tonschiefer (TS) und Schutthalde (SH).....</i>	<i>6</i>
<i>Abbildung 3-2: Lageskizze der Versuchspartellen des Standorts Neue Planie (NP) auf ca. 1550 m Seehöhe.</i>	<i>7</i>
<i>Abbildung 4-1: Trockenmasseerträge der Alten Planie über die Untersuchungsjahre 1998 – 2003 und im Mittel</i>	<i>25</i>
<i>Abbildung 4-2: Trockenmasseerträge auf Braunlehm über die Untersuchungsjahre 1998/99 – 2003 und im Mittel</i>	<i>26</i>
<i>Abbildung 4-3: Trockenmasseerträge auf Tonschiefer über die Untersuchungsjahre 1998/99 – 2003 und im Mittel</i>	<i>26</i>
<i>Abbildung 4-4: Trockenmasseerträge der Neuen Planie über die Untersuchungsjahre 2000 – 2003 und im Mittel</i>	<i>27</i>
<i>Abbildung 4-5: Pflanzensoziologische Parameter in Abhängigkeit der Düngung: a) mittlerer Deckungsgrad; b) mittleres Leguminosen/Gräser-Verhältnis; c) mittlere Artenzahl</i>	<i>37</i>
<i>Abbildung 4-6: Zeitliche Entwicklung pflanzensoziologischer Parameter in Abhängigkeit der Düngung: a) Deckungsgrad; b) Leguminosen/Gräser-Verhältnis; c) Artenzahl.</i>	<i>38</i>
<i>Abbildung 7-1: Dauer der Schnee- bzw. Winterdecke (Wetterstation Nassfeld, 1530 m ü. A.)</i>	<i>48</i>
<i>Abbildung 7-2: Ende der Schnee- bzw. Winterdecke (Wetterstation Nassfeld, 1530 m ü. A.)</i>	<i>48</i>
<i>Abbildung 7-3: Niederschlag - Monatssummen der Jahre 1998 bis 2003 sowie langjährige Mittelwerte (Wetterstation Nassfeld, 1530 m ü. A.)</i>	<i>49</i>
<i>Abbildung 7-4: Niederschlag - kumulierte Monatssummen der Jahre 1998 bis 2003 sowie langjährige Mittelwerte (Wetterstation Nassfeld, 1530 m ü. A.).....</i>	<i>49</i>
<i>Abbildung 7-5: Temperatur - Monatsmittel der Jahre 1998 bis 2003 sowie langjährige Mittelwerte (Wetterstation Nassfeld, 1530 m ü. A.)</i>	<i>50</i>
<i>Abbildung 7-6: Substratinduzierte Respiration ausgewählter Versuchspartellen und verschiedener Substrate 1999 - 2003</i>	<i>68</i>
<i>Abbildung 7-7: Trockenmasseerträge Mittel und Summen über die Untersuchungsjahre 1998/99 – 2003.....</i>	<i>70</i>
<i>Abbildung 7-8: Auswirkung der selektiven Nachdüngung im Jahr 2002 auf den Ertrag und auf einige Parameter der Futterqualität</i>	<i>80</i>
<i>Abbildung 7-9: Auswirkung der selektiven Nachdüngung des Standorts Neue Planie im Jahr 2003 auf den Ertrag und auf einige Parameter der Futterqualität</i>	<i>81</i>
<i>Abbildung 7-10: kumulierter Entzug an Nährstoffen im Erntegut der Jahre 1999 bis 2003 (N, P, K).....</i>	<i>82</i>
<i>Abbildung 7-11: kumulierter Entzug an Nährstoffen im Erntegut der Jahre 1999 bis 2003 (Ca, Mg, Na)</i>	<i>83</i>

<i>Abbildung 7-12:</i>	<i>Standortabhängigkeit pflanzensoziologischer Parameter</i>	<i>108</i>
<i>Abbildung 7-13:</i>	<i>Standortabhängige Entwicklung pflanzensoziologischer Parameter.....</i>	<i>109</i>
<i>Abbildung 7-14:</i>	<i>Düngungsabhängige Entwicklung des Deckungsgrades (standortspezifisch)</i> <i>110</i>	
<i>Abbildung 7-15:</i>	<i>Nachdüngung und pflanzensoziologische Parameter (standortspezifisch)</i> <i>112</i>	

