

# Standortabhängige Auswirkungen differenzierter Grünlandbewirtschaftung auf Trockenmasse- und Qualitätsertrag

## *Site effects of different grassland management on dry matter and quality yield*

Reinhard Resch<sup>1\*</sup>, Elisabeth Schwab<sup>1</sup> und Edeltrude Schwaiger<sup>1</sup>

### Zusammenfassung

Die Erhebungen aus dem österreichischen Grünland-Versuchsnetzwerk mit 27 Versuchsstandorten in sehr unterschiedlichen klimatischen Regionen wurden zur statistischen Auswertung von Grünland-Bruttoerträgen herangezogen. Die 27 Feldversuche hatten ein vergleichbares Design mit drei unterschiedlichen Bewirtschaftungsintensitäten (Zwei-, Drei- und Vierschnittsystem mit angepasster Düngung) und Ertragsdaten über insgesamt sieben Versuchsjahre (2002 bis 2008). Der Standort beeinflusste laut Varianzkomponentenanalyse den TM-Bruttoertrag mit 38 % am stärksten, gefolgt vom Jahreseffekt mit 30 % und der Bewirtschaftungsintensität mit 21 % (Reststreuung 11 %), wobei alle drei Faktoren aufgrund der GLM-Analyse einen hoch signifikanten Einfluss auf den TM-Ertrag ausübten. Die durchschnittlichen TM-Bruttoerträge lagen in Abhängigkeit vom Standort zwischen 37 und 118 dt TM pro Hektar und Jahr. Die Jahresmittelwerte (über die Standorte in den Jahren 2002 bis 2008) schwankten zwischen 59 und 94 dt TM und die durchschnittlichen TM-Bruttoerträge der Bewirtschaftungsintensitäten spannten sich über einen Bereich von 68 dt beim Zweischnitt-, bis 81 dt TM pro Hektar und Jahr beim Vierschnittsystem. Die Ergebnisse aus dem Grünland-Versuchsnetzwerk zeigten, dass es vor allem durch Sommertrockenheit zu Ertragsseinbußen von bis zu 70 % des Jahresertrages kommen konnte. Wetterbedingte Ertragsdepressionen wirkten sich in Abhängigkeit des Standortes stärker auf den TM-Bruttoertrag als auf die Futterqualität aus. Rohprotein- und NEL-Bruttoertrag (Qualitätsertrag) wurden am stärksten von der Bewirtschaftungsintensität beeinflusst. Hier wies das Vierschnittsystem signifikant höhere Erträge (bis zu 116 %) als das Drei- bzw. Zweischnittregime auf. Eine Ableitung von optimalen Bewirtschaftungsintensitäten konnte auf Basis der statistischen Auswertungen von TM-, Rohprotein- und NEL-Bruttoertrag, angepasst an den jeweiligen Grünlandstandort und unter Berücksichtigung der klimatischen Jahresbedingungen, durchgeführt werden.

**Schlagwörter:** Standortangepasste Grünlandbewirtschaftung, Grünland-Ertragspotential, Futterqualität, optimale Bewirtschaftungsintensität

### Summary

Optimal grassland utilization was statistically analysed by including Dry Matter- (DM), Crude Protein- (CP) and Nettoenergy-brutto-yield (NEL) from grassland field trials on 27 sites throughout Austria. All experiments were implemented with comparable design and variation in utilization intensity (two, three and four cuts). The effects on quantity of grassland brutto yield was evaluated by variance-component-analysis. The main factors are location (38 %), year (30 %) and utilization intensity (21 %) All of them show high significance levels (P-values < 0.01) tested by multifactorial variance analysis (GLM). The average amount of DM-brutto-yield varies from 3.7 to 11.8 t ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> due to the influence of location, from 5.9 to 9.4 t ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> to the factor of year and from 6.8 (two-cut-system) to 8.1 t ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> (four-cut-system) to utilization intensity. The DM brutto yield decrease up to 70 % in years with summer drought-periods. In general, site specific weather conditions have strong influence on decrease of grassland yield but marginal effect on forage quality. The most important effect on CP- and NEL-brutto-yield showed the intensity of utilization. The CP-yield of four-cut meadows were significantly higher (up to 116 %) than that of three- or two-cut-systems. Results of the applied statistical analysis on DM-, CP- and NEL-yield of our experiments support the evaluation of optimal utilization intensity regarding to site and climate specific conditions in Austria.

**Keywords:** site-accommodated grassland-management, grassland-yield, forage quality, optimum of utilization-intensity

<sup>1</sup> LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, A-8952 Irdning

\* Ansprechpartner: Ing. Reinhard Resch, email: reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at

## 1. Einleitung

In Österreich stellt das wirtschaftseigene Dauergrünland nach BUCHGRABER (1999) die wichtigste Grundfutterbasis für die Vieh haltenden Betriebe dar. Die flächenmäßige Bedeutung der zwei- und mehrmähdigen Dauergrünlandflächen geht aus dem Grünen Bericht 2008 (BMLFUW 2008) hervor, wo unter Einbeziehung der Almen und Bergmähderflächen rund 55 % der Dauergrünlandflächen auf diese Grünlandnutzungsform entfallen.

Das Projekt „Stoffflüsse, Futtererträge und Biodiversität bei differenzierter Grünlandbewirtschaftung in Österreich“ beschäftigt sich mit unterschiedlichen Bewirtschaftungsintensitäten des Wirtschaftsgrünlandes. In *Tabelle 1* wird die Entwicklung der Flächenanteile der zwei- und mehrschnittigen Dauerwiesenflächen in den einzelnen Bundesländern seit dem Jahr 1995 gezeigt, um die Bedeutung dieser Kulturart für die österreichische Landwirtschaft zu dokumentieren. Seit 1995 sind knapp 46.000 ha an wirtschaftlich wertvollen Grünlandflächen verloren gegangen, das entspricht einer Abnahme um rund fünf Prozent. EL-SÄSSER (2009) spricht von einer Abnahme der gesamten Grünlandfläche in Deutschland von sieben Prozent in den letzten 10 Jahren und führt diese auf abnehmende Milchkuhzahlen und der Forderung nach höchsten Energiedichten im Futter zurück.

Nach KALCHER et al. (2009) hat die durchschnittliche Milchleistung der österreichischen Kontrollkühe aufgrund der Leistungszucht von 4.883 kg im Jahr 1990 auf 6.830 kg im Jahr 2008 zugenommen, das entspricht einer jährlichen Leistungserhöhung von 102 kg Milch pro Kuh bzw. die Einzeltierleistungen sind seit 1990 im Durchschnitt um 40 % angestiegen. Für JILG und BRIEMLE (1993) bedeutet jeder Fortschritt in der Rinderzucht höhere Anforderungen an den Futterwert der Wiesenbestände. Der daraus resultierende ökonomische Zwang, Futterbestände mit hoher Energiedichte, hohem Ertrag und Stabilität des Pflanzenbestandes zu gewährleisten, erfordert ein hohes Maß an Fingerspitzengefühl und Fachkenntnis in der Bestandesführung.

In der nachhaltigen Grünlandwirtschaft ist nach BUCHGRABER und GINDL (2004) die Erhaltung des „natürlichen Ertragspotenzials“ durch kreislaufbezogene Düngung und Nutzung des Pflanzenbestandes von entscheidender

**Tabelle 1: Flächenentwicklung von zwei- und mehrmähdigen Dauergrünlandflächen in Österreich und den einzelnen Bundesländern von 1995 bis 2008** (Flächenangaben laut Agrarstrukturhebungsdaten der Bundesanstalt Statistik Österreich)

Bundesland	1995 ha	2000 ha	2005 ha	2008 ha	Änderung
					1995/2008 %
Burgenland	10.657	10.763	8.973	8.369	-21,5
Steiermark	167.199	160.183	153.664	152.136	-9,0
Niederösterreich	167.900	164.845	164.454	157.710	-6,1
Oberösterreich	238.103	233.431	224.782	224.295	-5,8
Kärnten	78.693	73.367	68.147	76.684	-2,6
Tirol	82.524	79.930	83.356	80.439	-2,5
Vorarlberg	31.229	29.641	29.076	30.584	-2,1
Salzburg	84.292	83.349	82.666	84.234	-0,1
Wien	562	398	828	782	39,1
<b>Österreich</b>	<b>861.159</b>	<b>835.907</b>	<b>815.946</b>	<b>815.233</b>	<b>-5,3</b>

Bedeutung. Das Grasland wird in seiner komplexen botanischen Zusammensetzung von vielen Faktoren beeinflusst, welche den Ertrag und die Qualität des Futters limitieren. Für DIERSCHKE und BRIEMLE (2002) richtet sich die futterbauliche Nutzung des Graslandes nach landschaftsökologischen Faktoren wie Höhenlage, Exposition, Inklination, Bodengründigkeit, Bodentyp, Bodenart und Wasserversorgung. Diese Faktoren sind entscheidend für die Ausbildung einer bestimmten Grünland-Pflanzengesellschaft und auch für die Biomasseentwicklung.

Die dem Standort angepasste Bewirtschaftungsintensität wird nach BUCHGRABER und GINDL (2004) in der Praxis durch die Ernte im Vegetationsstadium Ähren-/Rispschieben bestimmt, die auf ein Optimum zwischen Ertragsbildung und Futterqualität ausgerichtet ist. Unter-, aber auch Übernutzung von Wiesenbeständen, die oftmals durch eine Disharmonie zwischen Nutzung und Düngung ausgelöst werden, können zu ertrags- bzw. qualitätsrelevanten Konsequenzen führen, die sich möglicherweise negativ auf Pflanzenbestand und Ökologie auswirken. DIERSCHKE und BRIEMLE (2002) bzw. DIETL (1994) fordern Richtlinien ökologisch optimaler Grünlandnutzung in Abhängigkeit der Pflanzengesellschaft bzw. eine abgestufte Bewirtschaftungsintensität im Wiesenbau, die den Wiesentypen angepasst ist.

Eine angepasste oder rechtzeitige Nutzung der Wiesen sollte nach BUCHGRABER und GINDL (2004) auf das jeweilige standörtliche Ertragspotenzial eingehen und dafür sorgen, dass die Futterqualitäten entsprechen und die Pflanzenbestände in ihrer Artenvielfalt erhalten bleiben. VOIGTLÄNDER und JACOB (1987) sehen die Grenzen der Nutzungshäufigkeit in der Leistungs- und Regenerationsfähigkeit des Graslandes sowie in Abhängigkeit der Wirtschaftlichkeit des Dünger- und Maschineneinsatzes.

Hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels auf das Grünland ließ SCHAUMBERGER (2005) für zwei- und mehrmähdige Grünlandbestände neben landschaftsökologischen Standortfaktoren erstmals Wetterdaten (Temperatur, Niederschlag, Globalstrahlung etc.) in eine GIS-basierte Modellierung einfließen, um für das gesamte österreichische Bundesgebiet das Ertragspotential von Wirtschaftswiesen in einer Auflösung von 250 m zu bestimmen und gleichzeitig auf Trockenperioden und Wetterextreme Rücksicht zu nehmen.

## 2. Material und Methodik

In Österreich wurde im Jahr 2002 im Zuge des Forschungsprojektes „Entwicklung eines Modells für die konkrete Ermittlung von Trockenschäden in den einzelnen Grünlandregionen Österreichs“ (LFZ-Projekt 10143, Laufzeit 2002-2005; Informationen unter: [www.raumberg-gumpenstein.at](http://www.raumberg-gumpenstein.at), [www.dafne.at](http://www.dafne.at)) ein Grünland-Versuchsnetzwerk, das insgesamt 27 Versuchsstandorte umfasst (*Abbildung 1*), aufgebaut. Seit dem Jahr 2006 läuft dieses in Österreich einzigartige Netzwerk unter dem Projekt „Stoffflüsse, Futtererträge und Biodiversität bei differenzierter Grünlandbewirtschaftung in Österreich“ (LFZ-Projekt 100080, Laufzeit 2006-2010; Informationen unter: [www.raumberg-gumpenstein.at](http://www.raumberg-gumpenstein.at), [www.dafne.at](http://www.dafne.at)).



Abbildung 1: Versuchsstandorte des österreichischen Grünland-Versuchsnetzwerkes (LFZ-Projekt 100080, 2002-2008)

Für die nachstehende Arbeit stehen die Ergebnisse dieses Netzwerkes in Bezug auf den Trockenmasse- und Rohprotein- und Qualitätsertrag (= Energieertrag) von drei unterschiedlichen Grünland-Bewirtschaftungsintensitäten (Zweischnitt-, Dreischnitt- und Vierschnittsystem) von insgesamt 27 Versuchsstandorten der Vegetationsperioden 2002 bis 2008 zur Verfügung.

## 2.1 Versuchsdesign und Standortbeschreibung

Das Versuchsdesign ist ein lateinisches Quadrat mit 3 Varianten mal 3 Wiederholungen (Parzellengröße 4 x 4 = 16 m<sup>2</sup>). Die Versuchsvarianten unterscheiden sich in der Schnitthäufigkeit (Variante 1 – zwei Schnitte, Variante 2 – drei Schnitte und Variante 3 – vier Schnitte jährlich) und

der Düngungsintensität (siehe unter Punkt 2.2), sodass für jeden Standort unterschiedliche Nutzungsintensitäten auf Grünland untersucht werden können.

Die Auswahl der Versuchsstandorte nahm auf die heterogenen Verhältnisse der österreichischen Grünlandregionen Rücksicht. In *Tabelle 2* ist ersichtlich, dass sowohl die Streubreite der mittleren Temperatur, der Niederschlags-summe sowie der Seehöhenlage einen starken Gradienten in ausgewählten Standortparametern aufweisen. Mit der hohen klimatischen Streuung der Standorte sind grundsätzlich gute Voraussetzungen für die Erstellung von statistischen Rechenmodellen gewährleistet.

Die detaillierte Ergebnisdarstellung sämtlicher Versuchsstationen war in dieser Arbeit nicht überall möglich, deswegen wurden exemplarisch vier Standorte mit stark unterschiedlichen Klimavoraussetzungen ausgewertet. Die Kriterien der Standortauswahl bezogen sich auf die langjährigen Klimadaten (Jahrestemperatur und Jahresniederschlagssumme).

### Auswahlkriterien für vier spezielle Standorte zur varianzanalytischen Auswertung:

- Optimale Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse – Standort Oberalm
- Optimale Temperatur- und suboptimale Niederschlagsverhältnisse – Standort Tullnerbach
- Suboptimale Temperatur- und optimale Niederschlagsverhältnisse – Standort Hohenlehen
- Suboptimale Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse – Standort Zwettl

Tabelle 2: Langjährige Jahresmittelwerte von Temperatur und Niederschlag sowie Seehöhe und Boden-Grunduntersuchung der 27 Versuchsstandorte aus dem Grünland-Versuchsnetzwerk (LFZ-Projekt 100080, 2002-2008)

Standort	Bundesland	Temperatur [°C]	Niederschlag [mm]	Seehöhe [m]	pH	Bodenuntersuchung zur Versuchsanlage		
						Humus [%]	Phosphor (P) [mg/1000g FB]	Kalium (K) [mg/1000g FB]
Tamsweg	Salzburg	6,4	913	1110	6,2	6,8	78	250
Bad Hofgastein	Salzburg	6,5	1200	887	6,9	7,5	32	47
Freistadt	Oberösterreich	6,8	694	574	4,8	4,1	50	214
Zwettl	Niederösterreich	6,8	610	571	6,3	8,3	77	143
Gumpenstein	Steiermark	7,0	1017	710	5,7	6,6	70	190
Hohenlehen	Niederösterreich	7,2	1370	421	7,0	13,0	133	275
Warth	Niederösterreich	7,5	700	390	6,9	8,5	240	118
Imst	Tirol	7,7	921	715	6,9	13,6	152	292
St. Johann/Tirol	Tirol	7,7	1440	671	6,9	5,7	57	75
Piber	Steiermark	7,8	950	600	6,1	11,1	120	414
Lienz	Osttirol	7,8	938	675	6,9	3,4	30	59
Gödersdorf	Kärnten	7,8	1000	575	5,9	6,0	84	145
Lendorf	Kärnten	7,9	1055	561	6,1	5,6	35	114
Burgkirchen	Oberösterreich	8,2	870	390	5,6	5,3	53	121
Kobenz	Steiermark	8,2	856	614	5,5	8,4	56	263
Pyhra	Niederösterreich	8,4	770	296	6,2	4,6	54	172
Amstetten	Niederösterreich	8,5	950	321	5,8	4,3	68	173
Altmünster	Oberösterreich	9,0	1200	441	7,0	11,3	23	61
St. Andrä/Lavanttal	Kärnten	9,3	881	445	5,9	5,1	42	65
Hatzendorf	Steiermark	9,3	787	288	5,3	6,9	43	140
Rotholz	Tirol	9,7	1371	548	6,9	7,0	133	71
Hohenems	Vorarlberg	10,1	1631	401	7,1	6,4	14	88
Oberalm	Salzburg	10,2	1165	450	6,7	13,1	228	362
Schlierbach	Oberösterreich	10,4	1066	431	6,0	6,6	25	58
Kirchberg am Walde	Steiermark	10,5	703	459	5,6	4,9	48	226
Tullnerbach	Niederösterreich	10,5	548	352	6,7	5,0	46	73
Güssing	Burgenland	11,1	727	209	5,2	12,8	47	160

## 2.2 Versuchsdüngung

Das Düngungsregime des jeweiligen Versuchsbetriebes entschied darüber, ob das Gülle- oder Stallmist/Jauche-System angewendet wurde (Tabelle 3). Vier Standorte des LFZ Raumberg-Gumpenstein (Gumpenstein, Kobenz, Piber und Winklhof) wendeten beide Düngungssysteme in einer erweiterten Versuchsanlage mit insgesamt sechs Varianten an. Die Düngungsintensität ausgedrückt in RGVE (Raufut-terverzehrende Großvieheinheit mit einem Lebendgewicht von 500 kg) je Hektar betrug für die Zweischnittflächen 0,9 RGVE/ha (13,5 m<sup>3</sup> Gülle/ha und Jahr bzw. 10 t Stallmist + 4 m<sup>3</sup> Jauche), für die Dreischnittflächen 1,4 RGVE/ha (21 m<sup>3</sup> Gülle/ha und Jahr bzw. 15,3 t Stallmist + 5,7 m<sup>3</sup> Jauche) und für die Vierschnittflächen 2,0 RGVE/ha (30 m<sup>3</sup> Gülle/ha und Jahr + 50 kg min. N bzw. 22 t Stallmist + 8,2 m<sup>3</sup> Jauche + 50 kg min. N). Die mineralische N-Düngung wurde bei der Vierschnittvariante mit Nitramoncal (27 % N) durchgeführt. Die gewählten Düngungsniveaus entsprechen nach BUCHGRABER (1995) den durchschnittlichen Viehbesatzdichten auf den österreichischen Dauerwiesenflächen in Abhängigkeit des Ertragspotentials.

## 2.3 Datenbasis

Von den 27 Standorten des Grünland-Versuchsnetzwerkes stehen Trockenmasse-Ertragsdaten der Jahre 2002 bis 2008 zur Verfügung. Diese Daten beziehen sich auf den Ertrag der gesamten geernteten Futtertrockenmasse einer Vegetationsperiode (dt TM/ha und Jahr) exklusive Verluste durch Konservierungsverfahren. Der TM-Ertrag wird nach BUCHGRABER und GINDL (2004) als Ernteertrag

bezeichnet, in dieser Arbeit wird vom TM-Bruttoertrag gesprochen werden.

Der sogenannte Qualitätsertrag (PÖTSCH 1997) ergibt sich aus dem TM-Bruttoertrag des jeweiligen Aufwuchses multipliziert mit der Energiekonzentration (NEL). Der kumulierte Ertrag an Nettoenergie-Laktation (NEL-Bruttoertrag in GJ/ha und Jahr in Gigajoule NEL/ha und Jahr wird in diesem Beitrag herangezogen. Der Ertrag an Rohprotein (XP-Bruttoertrag in kg/ha und Jahr) wird in kg/ha und Jahr dargestellt. Bei Rohprotein liegen Daten für die Versuchsjahre 2002 bis 2004 bzw. 2006 bis 2007 vor. Die XP-Analyse wurde im Labor des LFZ Raumberg-Gumpenstein mittels einer XP-Standardanalysemethode (Variomax CMS, Fa. ELEMENTAR) durchgeführt. Die NEL-Konzentrationen der Futtermittel basieren auf in vitro-Verdaulichkeitsanalysen nach TILLEY und TERRY (1963). Die NEL wurde durch Schätzgleichungen auf Basis der DLG-Futterwerttabellen (1997) nach RESCH (1999) abgeleitet.

## 2.4 Statistische Auswertung

Die mehrfaktorielle Auswertung und die Varianzkomponentenanalyse und die Varianzkomponentenanalyse der Daten erfolgte mit der Software Statgrafics Plus 5.1, die deskriptiven Analysen wurden mit SPSS 12.0 durchgeführt. Die multiple Varianzkomponentenanalyse wurde als Methode zur Bestimmung der Einflussgröße von Faktoren herangezogen. Bei der mehrfaktoriellen Analyse wurde eine univariate Statistik in Form eines GLM-Modells (GLM = General Linear Model) angewendet.

Tabelle 3: Wirtschaftsweise und verwendete Wirtschaftsdünger der 27 Versuchsstandorte aus dem Grünland-Versuchsnetzwerk (LFZ-Projekt 100080, 2002-2008)

Standort	Bundesland	Wirtschaftsweise	Wirtschaftsdüngersystem
Güssing	Burgenland	Biobetrieb	Stallmist/Jauche
Lendorf	Kärnten	Biobetrieb	Rindergülle
Gödersdorf	Kärnten	Konventionell	Rindergülle
St. Andrä/Lavanttal	Kärnten	Konventionell	Rindergülle
Zwettl	Niederösterreich	Biobetrieb	Biogasgülle
Hohenlehen	Niederösterreich	Biobetrieb	Rindergülle
Tullnerbach	Niederösterreich	Biobetrieb	Stallmist/Jauche
Warth	Niederösterreich	Konventionell	Stallmist/Jauche
Pyhra	Niederösterreich	Konventionell	Rindergülle
Amstetten	Niederösterreich	Konventionell	Rindergülle
Schlierbach	Oberösterreich	Biobetrieb	Rindergülle
Freistadt	Oberösterreich	Konventionell	Rindergülle
Burgkirchen	Oberösterreich	Konventionell	Stallmist/Jauche
Altmünster	Oberösterreich	Konventionell	Rindergülle
Lienz	Osttirol	Konventionell	Stallmist/Jauche, Rindergülle ab 2007
Oberalm	Salzburg	Biobetrieb	Stallmist/Jauche und Rindergülle
Tamsweg	Salzburg	Konventionell	Stallmist/Jauche
Bad Hofgastein	Salzburg	Konventionell	Rindergülle
Gumpenstein	Steiermark	Konventionell	Stallmist/Jauche und Rindergülle
Piber	Steiermark	Konventionell	Stallmist/Jauche und Rindergülle
Kobenz	Steiermark	Konventionell	Stallmist/Jauche und Rindergülle
Hatzendorf	Steiermark	Konventionell	Schweinegülle
Kirchberg am Walde	Steiermark	Konventionell	Rindergülle
Imst	Tirol	Biobetrieb	Rindergülle
St. Johann/Tirol	Tirol	Biobetrieb	Rindergülle
Rotholz	Tirol	Konventionell	Rindergülle
Hohenems	Vorarlberg	Biobetrieb	Rindergülle

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Analyse der Einflussfaktoren auf den TM-Bruttoertrag von Wirtschaftswiesen

Die Ertragslage von Grünlandstandorten ist für den Die Ertragslage von Grünlandstandorten ist für den wirtschaftlichen Erfolg eines Vieh haltenden Betriebes sehr wichtig, weil die Wiederkäuerrationen in Österreich großteils auf Grünlandfutter basieren. Die Frage, welchen Einfluss Standort, das Wirtschaftsjahr mit seinen klimatischen Eigenheiten und die Bewirtschaftungsintensität auf den Ertrag ausüben, ist für den Landwirt essentiell.

Aufgrund der sehr unterschiedlichen Klimabedingungen in den sieben Versuchsjahren kann die statistische Auswertung auf extreme Vegetationsperioden Rücksicht nehmen und die ertragsrelevanten Auswirkungen quantifizieren. Mit Hilfe der Varianzkomponentenanalyse ist es möglich, den prozentuellen Anteil des faktorbedingten Einflusses auf ein bestimmtes Merkmal, wie z.B. den TM-Bruttoertrag zu untersuchen.

In *Tabelle 4* ist als Ergebnis der Varianzkomponentenanalyse der Faktor Standort mit 37,7 % als wichtigster Einflussfaktor auf den TM-Bruttoertrag festgestellt worden. Unter der Voraussetzung eines gleichbleibenden Düngungs-niveaus war der Jahreseinfluss mit 29,7 % etwas geringer. Anders ausgedrückt kann gesagt werden, dass für die untersuchten sieben Versuchsjahre rund 30 % der Varianz des Grünlandertrages von den klimatischen Verhältnissen der Vegetationsperiode abhing. Der Anteil der Bewirtschaftungsintensität als ertragswirksamer Einflussfaktor betrug 21,1 %, d.h. die Entscheidung, wie oft ein Pflanzenbestand jährlich genutzt wird, hatte einen wesentlichen Einfluss auf den Ertrag. Insgesamt 11,5 % an Einfluss konnten mit der Varianzkomponentenanalyse bei Auswahl der Faktoren Standort, Jahr und Bewirtschaftungsintensität nicht zugeordnet werden und verblieben als Reststreuung.

Anhand eines Linearen Modells (GLM) ergab sich für den TM-Bruttoertrag ein hoch signifikanter Einfluss (P-Wert < 0,01) durch die Faktoren Standort, Versuchsjahr und Bewirtschaftungsintensität (*Tabelle 5*).

##### 3.1.1 Standortabhängige TM-Grünlanderträge bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität

Die Ertragsmöglichkeiten am österreichischen Grünland schätzt BUCHGRABER (1995) in Abhängigkeit einer Viehbesatzdichte von 0,9 bis 2,0 RGVE/ha auf einen TM-Bruttoertrag zwischen 40 bis 90 dt TM/ha und Jahr ein.

**Tabelle 4: Varianzkomponentenanalyse für TM-Bruttoertrag des österreichischen Grünland-Versuchsnetzwerkes** (Datenquelle: LFZ-Projekt 100080, 2002-2008)

Bezugsquelle	Summenquadrate	Freiheitsgrade	Mittelwertquadrate	Varianzkomponente	Prozent
Standort	531493	26	20442,1	268,6	37,7
Jahr	407464	144	2829,6	211,9	29,7
Bewirtschaftungsintensität	207163	341	607,5	150,5	21,1
Reststreuung	104654	1276	82	82	11,5
Total (korrigiert)	1250770	1787			

**Tabelle 5: GLM-Modell für TM-Bruttoertrag des österreichischen Grünland-Versuchsnetzwerkes** (Datenquelle: LFZ-Projekt 100080, 2002-2008)

Faktor	Summenquadrate	Freiheitsgrade	Mittelwertquadrate	F-Wert	P-Wert
Standort	535132	26	20582	61,2	0,0000
Jahr	79381	6	13230	39,4	0,0000
Bewirtschaftungsintensität	50887	2	25443	75,7	0,0000
Residuen	589330	1753	336		
Total (korrigiert)	1250770	1787			

$R^2 = 52,9\%$   $R^2$  (adjustiert für Freiheitsgrade) = 52,0 %  
Residual-Standardabweichung = 18,3 dt  
Mittlerer Schätzfehler = 13,8 dt

In Abhängigkeit der Seehöhe und Nutzungsform ergeben sich im österreichischen Berggebiet nach BUCHGRABER (2000) bzw. PÖTSCH et al. (1999) zwischen 38 bis 110 dt TM/ha und Jahr. Für PÖTSCH (1997) ergibt sich aus der Abhängigkeit von Nutzungsform, RGVE-Besatzdichte und angestrebtem Futterenergiegehalt ein Leistungspotential für das österreichische Grünland, ausgedrückt in Form des Qualitätsertrages in Megajoule (MJ) NEL pro Hektar. Demzufolge können in Österreich Qualitätserträge zwischen 22.000 bis 50.000 MJ/ha bzw. 22 bis 50 GJ/ha und Jahr auf Dauerwiesen mit zwei- bis vier Schnittnutzungen erzielt werden.

##### 3.1.1.1 Zweischnittnutzungssystem

Die deskriptive Darstellung der TM-Bruttoerträge von 27 Versuchsstandorten aus insgesamt sieben Versuchsjahren (2002-2008) soll in *Tabelle 6* veranschaulichen, wie groß die Variabilität in Österreich bei zweischnittigem Dauergrünland sein kann. Dieses Schnittsystem wurde in früheren Zeiten als „Landesübliche Nutzung“ charakterisiert. Der Flächenanteil dieser Bewirtschaftungsintensität wird in Österreich laut INVEKOS-Daten (BMLFUW, 2009) mit 270.310 ha für das Jahr 2008 beziffert.

Das durchschnittliche Ertragsniveau dieses Nutzungssystems erreichte im österreichischen Grünland-Versuchsnetzwerk einen Bruttoertrag von rund 68 dt TM/ha und Jahr. Die Standardabweichung des TM-Bruttoertrages betrug rund 30 dt TM/ha und Jahr, d.h. dass zwei Drittel der Zweischnittwiesen zwischen 38 und 98 dt TM/ha und Jahr liegen. Bei extremen Grünlandstandorten traten Durchschnittserträge auf, die entweder mehr als 40 % geringere oder rund 35 % höhere TM-Bruttoerträge erbrachten als der Gesamtmittelwert von 68 dt TM/ha und Jahr. Die Spannweite zwischen dem Minimum-Ertrag von 11,8 dt TM/ha und dem Maximum-Ertrag von 152,5 dt TM/ha betrug 140,7 dt TM/ha und Jahr.

Der Effekt des Versuchsjahres auf den TM-Bruttoertrag von Zweischnittwiesen betrug im Trockenjahr 2003 ein Minus von 13,1 % (59,3 dt TM/ha und Jahr) bzw. ein Plus von 11,5 % (76,2 dt TM/ha) im Jahr 2006. Offensichtlich waren die Wetterverhältnisse im Allgemeinen auf den Grünlandstandorten im Jahr 2006 für die Biomasseentwicklung sehr günstig. Innerhalb der einzelnen Standorte konnten teilweise wesentlich größere Jahreseffekte beobachtet werden (*Tabelle 6*). Speziell in Vegetationsphasen mit langen Trockenperioden kam es zu Ertragseinbußen bis zu 50 %

**Tabelle 6: TM-Bruttoerträge bei zweischnittiger Grünlandnutzung in Abhängigkeit von Standort und Versuchsjahr** (Datenquelle: LFZ-Projekt 100080, 2002-2008)

Standort	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Ø	s	Min.	Max.	Spannweite	Abweichung zum Gesamtmittel
TM-Bruttoertrag [dt/ha und Jahr]													
Piber	31,5	18,5	39,1	33,5	31,8	50,4	51,2	36,6	11,3	14,2	58,1	43,9	-46,5
Kirchberg/Walde	33,7	24,2	48,2	45,2	46,2	36,7	52,7	41,0	9,7	22,4	55,1	32,7	-40,0
Freistadt	46,9	24,4	48,0	48,5	52,8	33,3	47,4	43,0	10,0	20,2	53,8	33,6	-37,0
Hofgastein			54,1	38,0				46,1	9,0	36,6	56,6	19,9	-32,6
Güssing	19,1	36,4	68,2	49,6	80,9	31,5	38,3	46,3	21,4	15,8	94,2	78,4	-32,2
Hohenlehen	52,8	58,2	15,6	44,8	45,4	53,3	63,1	47,6	15,7	11,8	76,9	65,1	-30,3
Warth	46,1	38,5	63,3	65,0	61,7	53,6	38,3	52,4	13,3	14,3	68,4	54,1	-23,3
Pyhra	41,6	39,0	81,1	63,8	60,7	38,1	48,7	53,3	16,1	30,8	85,3	54,5	-22,0
Hohenems	47,5	38,0	35,8	44,5	84,8	41,3	110,6	57,5	29,4	32,0	139,5	107,6	-15,8
Altmünster	59,5	60,2	69,5	70,1	49,7	57,8	53,1	60,0	9,4	46,2	78,4	32,3	-12,2
Rotholz				58,7		55,9	70,3	61,6	10,4	53,5	88,0	34,5	-9,8
Zwettl	63,0	53,4	84,2	68,0	76,0	25,8	85,7	65,1	21,1	21,5	105,0	83,5	-4,6
Lienz	80,2	62,8	73,0	54,3	51,8	66,9	70,9	65,7	10,4	47,3	85,0	37,6	-3,8
Gödersdorf	60,0	74,9	61,8	51,0	59,7	98,2	70,9	68,1	17,1	47,2	123,3	76,1	-0,3
Imst	68,5	51,3	42,9	64,8	112,5	86,9	89,4	73,8	25,0	34,7	126,3	91,6	8,0
Tullnerbach		61,3	105,0	80,2	64,5	54,1	85,1	75,0	17,9	51,8	106,5	54,7	9,8
St.Johann/Tirol			74,6	78,4	81,4	70,1	74,8	75,8	6,9	65,5	88,7	23,2	11,1
Gießhübl	67,9	68,2	79,9	94,2	77,8	56,0	91,1	76,4	13,9	52,7	101,1	48,4	11,9
Burgkirchen	71,0	62,6	69,6	101,9	86,6			78,3	18,2	52,6	116,2	63,6	14,7
St.Andrä	57,5	71,5	89,8	77,5	86,7	73,6	101,4	79,7	15,6	52,2	117,8	65,6	16,7
Kobenz	113,9	65,7	83,3	80,2	100,6	72,0	76,0	84,5	16,7	61,7	127,2	65,5	23,7
Gumpenstein	109,8	91,7	80,9	78,6	82,3	72,0	79,0	84,9	12,9	64,7	116,9	52,2	24,3
Schlierbach	100,3	46,3	114,2					86,9	33,1	42,5	122,5	80,0	27,3
Hatzendorf	62,0	71,1	102,8	98,7	103,2	80,2	95,9	87,7	20,5	57,0	127,1	70,1	28,4
Lendorf	79,4	81,7	94,0	75,2	95,8	68,0	131,6	89,4	22,4	58,4	152,5	94,1	30,9
Tamsweg	85,9	70,3	71,9	95,9	122,4	96,8		90,5	19,4	59,7	124,7	65,0	32,5
Oberalm	81,4	107,7	99,4	*44,3	101,3	103,7	105,7	91,9	23,7	38,6	134,7	96,0	34,6
<b>Mittelwert</b>	<b>67,3<sup>bc</sup></b>	<b>59,3<sup>a</sup></b>	<b>71,8<sup>cd</sup></b>	<b>64,7<sup>abc</sup></b>	<b>76,2<sup>d</sup></b>	<b>63,4<sup>ab</sup></b>	<b>75,7<sup>d</sup></b>	<b>68,3</b>	<b>24,9</b>	<b>11,8</b>	<b>152,5</b>	<b>140,7</b>	
Abweichung zum Gesamtmittel [%]	-1,5	-13,2	5,1	-5,3	11,6	-7,2	10,8	100,0					

<sup>abcd</sup> - Signifikante Differenz zwischen den Jahren aufgrund P-Wert < 0,05 (Mehrfachvergleich nach Bonferroni)

\* Neuanfaat aufgrund starker Verunkrautung

gegenüber dem Durchschnittsertrag auf dem jeweiligen Standort. Der Verlust eines ganzen Ernteaufwuchses trat aufgrund von klimabedingten Einflüssen im Zweischnittsystem nicht auf. Der TM-Bruttoertrag der Jahre 2003 und 2007 lag signifikant niedriger als die Erträge in den Jahren 2004 bzw. 2006 und 2008 (Tabelle 6).

### 3.1.1.2 Dreischnittnutzungssystem

Die TM-Bruttoerträge der dreischnittigen Dauerwiesen sind in Tabelle 7 dargestellt. Diese Bewirtschaftungsintensität wird in der österreichischen Agrarstatistik nicht flächenmäßig aufgeführt, sie ist ein Teil der mehrmähdigen Grünlandflächen. In den Grünlandgunstlagen ist dieses System traditionell verankert, in den Regionen mit mäßigen Ertragslagen und Seehöhen zwischen 700 bis 1.000 m nahm die Bedeutung in den letzten 20 Jahren aufgrund der Silowirtschaft und der Verbesserung der Grundfutterqualität durch vorgezogene Schnitttermine zu.

Das durchschnittliche Brutto-Ertragsniveau der Dreischnittvariante im Grünland-Versuchsnetzwerk betrug 76,1 dt TM/ha und Jahr, das war um 7,8 dt bzw. um 11,4 % mehr Ertrag als bei der Zweischnittnutzung. Der multiple Mittelwertvergleich nach Bonferroni ergab einen hoch signifikanten Unterschied (P-Wert < 0,01) für diese Differenz. Insgesamt 9 Standorte brachten im Durchschnitt der Versuchsjahre geringere Erträge (Defizit größer -10%) als der Gesamt-

mittelwert der Dreischnittvariante, 10 Standorte übertrafen mehr als 10 % plus an TM-Bruttoertrag das Gesamtmittel (Tabelle 7).

Die Standortabhängigkeit drückte sich in den Ergebnissen derartig aus, dass durchschnittliche TM-Bruttoerträge in einer Streubreite von 44,2 bis 115,9 dt TM/ha und Jahr auf den 27 Standorten erfasst wurden. Der Standort Schlierbach hatte den höchsten TM-Bruttoertrag, jedoch sollten diese Ergebnisse nicht überinterpretiert werden, weil die Versuchsjahre 2005 bis 2008 nicht erfasst wurden. Die Spannweite zwischen Minimum (16,4 dt TM/ha) und Maximum (159,3 dt TM/ha und Jahr) betrug beim Dreischnittsystem über alle Standorte hinweg 142,9 dt TM/ha und Jahr.

Die durchschnittlichen TM-Bruttoerträge, bezogen auf das Versuchsjahr, umfassten einen Bereich von 65,6 dt TM/ha (-13,8 % gegenüber Gesamtmittelwert) im Jahr 2003 bis auf 82,4 dt/ha (+8,2 % gegenüber Gesamtmittelwert) im Jahre 2002, was eine Spannweite von insgesamt 16,8 dt TM/ha und Jahr für die dreischnittigen Dauerwiesen ergab. Im Vergleich zur Zweischnittnutzung reagierten die Dreischnittwiesen auf klimatisch bedingten Stress (Jahre 2003 und 2007) mit stärkeren Ertragsdepressionen (Tabelle 7). Im Trockenjahr 2003 fiel an stark hitzegeschädigten Standorten die Ernte vom 2. Aufwuchs fast zur Gänze aus, der Ertragsausfall konnte im Extremfall über 50 % des Jahresertrages liegen.

Tabelle 7: TM-Bruttoerträge bei dreischrittiger Grünlandnutzung in Abhängigkeit von Standort und Versuchsjahr (Datenquelle: LFZ-Projekt 100080, 2002-2008)

Standort	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Ø	s	Min.	Max.	Spannweite	Abweichung zum Mittelwert [%]
	TM-Bruttoertrag [dt/ha und Jahr]												
Piber	31,8	21,0	45,7	39,9	34,7	72,7	63,4	44,2	17,7	16,4	78,5	62,1	-42,0
Freistadt	61,9	34,8	50,2	52,8	66,3	33,3	41,0	48,6	13,2	29,0	77,2	48,2	-36,1
Güssing	26,2	30,9	61,1	47,4	74,1	47,5	60,6	49,7	17,4	21,1	78,2	57,1	-34,7
Kirchberg/Walde	49,9	30,5	39,0	56,9	68,8	56,5	57,8	51,4	13,2	25,9	72,5	46,6	-32,5
Pyhra	62,8	46,1	76,7	78,6	67,9	35,8	59,7	61,1	18,8	25,8	90,4	64,7	-19,7
Hohenlehen	74,2	67,1	48,3	69,1	58,1	53,1	64,8	62,1	11,5	40,7	80,9	40,2	-18,4
Hofgastein			69,7	57,9				63,8	7,3	54,3	73,2	18,9	-16,2
Altmünster	83,6	65,2	65,9	79,4	51,8	52,2	49,9	64,0	14,2	41,7	89,4	47,7	-15,9
Imst	63,4	50,9	41,9	66,4	86,1	77,7	87,1	67,6	19,1	37,3	100,3	63,0	-11,1
Zwettl	130,5	37,3	77,5	60,3	69,0	29,2	103,5	72,5	35,4	17,4	151,5	134,1	-4,8
Hohenems	75,2	54,5	43,4	65,5	69,3	57,0	147,4	73,2	33,4	41,2	159,3	118,2	-3,8
Warth	64,6	49,4	90,1	82,3	82,1	67,7	82,9	74,2	17,1	41,0	108,7	67,7	-2,6
Tullnerbach		56,9	86,2	85,1	76,2	52,9	96,2	75,6	17,1	51,4	99,9	48,5	-0,7
St.Johann/Tirol			79,4	81,7	89,2	78,8	69,2	79,6	8,0	66,2	97,5	31,3	4,7
Gödersdorf	89,2	82,7	89,1	57,6	72,9	101,8	72,8	80,9	15,9	51,7	121,3	69,6	6,3
Rotholz				79,9		69,8	96,0	81,9	13,6	68,7	109,1	40,4	7,6
Gumpenstein	107,7	84,9	86,4	71,9	76,4	77,7	77,6	83,2	13,1	61,2	121,5	60,3	9,4
Lienz	80,2	74,6	116,2	93,6	61,6	85,1	84,1	85,1	17,9	52,9	128,7	75,9	11,8
St.Andrä	40,6	86,6	125,4	89,2	100,1	73,1	106,4	88,8	26,0	40,1	129,5	89,4	16,6
Tamsweg	92,7	82,0	67,2	89,3	110,5	91,2		88,8	17,6	61,6	133,1	71,5	16,7
Hatzendorf	83,6	52,5	127,7	108,1	100,6	66,3	94,6	90,5	24,9	46,9	131,2	84,3	18,9
Kobenz	123,5	78,2	92,8	81,6	100,0	79,0	81,7	91,0	16,5	69,4	130,4	61,0	19,6
Gießhübl	88,7	73,8	115,1	103,6	93,5	69,5	103,3	92,5	16,7	62,5	121,3	58,8	21,5
Oberalm	104,8	104,8	97,2	88,7	85,0	82,0	91,8	93,5	15,6	66,7	131,0	64,3	22,8
Lendorf	116,1	97,4	95,7	82,2	83,5	75,4	110,6	94,4	15,9	62,2	124,7	62,5	24,1
Burgkirchen	84,0	81,0	96,0	119,6	121,1	79,6		96,9	21,4	62,1	135,6	73,5	27,3
Schlierbach	121,2	105,3	120,2					115,6	9,6	103,0	133,2	30,2	51,9
<b>Mittelwert</b>	<b>82,4<sup>c</sup></b>	<b>65,6<sup>a</sup></b>	<b>80,9<sup>c</sup></b>	<b>75,7<sup>bc</sup></b>	<b>78,4<sup>c</sup></b>	<b>68,1<sup>ab</sup></b>	<b>82,1<sup>c</sup></b>	<b>76,1</b>	<b>24,9</b>	<b>16,4</b>	<b>159,3</b>	<b>142,9</b>	
Abweichung zum Gesamtmittel [%]	8,3	-13,8	6,3	-0,5	3,0	-10,5	7,9	100,0					

<sup>abc</sup> - Signifikante Differenz zwischen den Jahren aufgrund P-Wert < 0,05 (Mehrfachvergleich nach Bonferroni)

Die Versuchsjahre 2003 und 2007 hatten aufgrund der Klimabedingungen signifikant niedrigere TM-Bruttoerträge als die Jahre 2002, 2004, 2006 und 2008.

### 3.1.1.3 Vierschnittnutzungssystem

Die Etablierung von vierschnittigen Dauerwiesen ist eine Folgeerscheinung der Silowirtschaft, der Erhöhung der erntetechnischen Schlagkraft über die moderne Landtechnik und dem Streben nach besten Futterqualitäten für Kühe mit hohen Milchleistungen. Tabelle 8 enthält die Ergebnisse des Vierschnittsystems von insgesamt 27 Versuchsstandorten des österreichischen Grünland-Versuchsnetzwerkes.

Das Vierschnittregime ermöglichte durchschnittliche TM-Bruttoerträge von 81,3 dt/ha, das sind um 5,2 dt TM/ha und Jahr bzw. + 6,8 % mehr als beim Dreischnitt- und um 13,0 dt TM/ha und Jahr bzw. + 19,0 % mehr als beim Zweischnittsystem. Die Differenz des Vierschnittsystems zu den geringeren Nutzungsintensitäten ist hoch signifikant (P-Wert < 0,01).

Die Mittelwerte der TM-Standortbruttoerträge lagen zwischen 46 und 118,4 dt TM/ha und Jahr, das Minimum betrug 18,5 dt TM/ha und das Maximum 162,5 dt/ha und Jahr. Die Variabilität des Vierschnittsystems ist mit 144 dt TM/ha minimal höher als jene des Dreischnittregimes. Der durchschnittliche Ertrag vom Standort Schlierbach (118,4 dt TM/ha und Jahr) muss vorsichtig interpretiert

werden, weil die Versuchsjahre 2005 bis 2008 fehlen. Im Vergleich zum Gesamtmittelwert von 81,3 dt TM/ha und Jahr wiesen 9 Standorte einen Minderertrag (über - 10 %) und 10 Standorte einen Mehrertrag (über + 10 %) an Trockenmasse auf.

Der Einfluss des Versuchsjahres auf den TM-Bruttoertrag war hoch signifikant (P-Wert < 0,01), wobei die Jahre 2003 und 2007 aufgrund der Witterungsverhältnisse während der Vegetationsperiode Ertragsdepressionen von -15 bzw. -16,3 % aufwiesen (Tabelle 8). Die durchschnittlichen Jahreserträge spannten sich von 68,1 dt TM/ha bis auf 93,7 dt TM/ha und Jahr. Gegenüber dem mittleren Jahresertrag eines Standortes konnten extreme Wetterbedingungen (Sommertrockenheit) die TM-Bruttoerträge im Vierschnittsystem im schlimmsten Fall um mehr als 70 % reduzieren.

### 3.1.2 TM-Ertragsverlauf in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsintensität

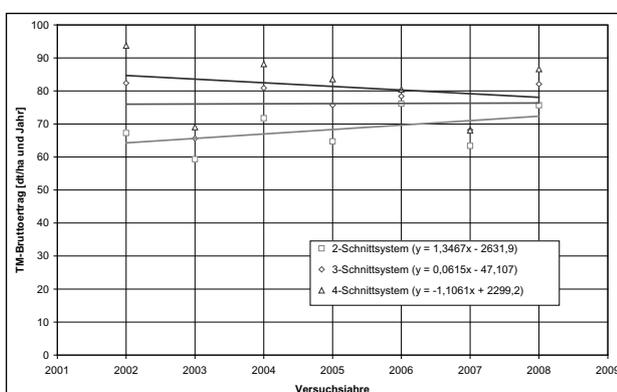
Unter der Voraussetzung einer gleichbleibenden Düngung, die auf die jeweilige Bewirtschaftungsintensität angepasst wurde, konnten aufgrund der Ertragsbeobachtungen (Mittelwerte von bis zu 27 österreichischen Standorten) in den Versuchsjahren 2002 bis 2008 lineare Trendkurven abgeleitet werden. Diese Verläufe zeigten in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsintensität unterschiedliche Auswirkungen auf den TM-Bruttoertrag (Abbildung 2).

**Tabelle 8: TM-Bruttoerträge bei vierschnittiger Grünlandnutzung in Abhängigkeit von Standort und Versuchsjahr** (Datenquelle: LFZ-Projekt 100080, 2002-2008)

Standort	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Ø	s	Min.	Max.	Spannweite	Abweichung zum Mittelwert [%]
TM-Bruttoertrag [dt/ha und Jahr]													
Piber	37,8	25,6	51,2	41,6	36,7	54,4	74,7	<b>46,0</b>	17,1	41,0	108,7	67,7	-43,4
Freistadt	54,7	34,1	52,4	64,6	64,6	34,4	60,7	<b>52,2</b>	15,9	51,7	121,3	69,6	-35,8
Kirchberg/Walde	49,1	26,6	44,8	71,8	68,2	61,7	61,9	<b>54,9</b>	17,1	51,4	99,9	48,5	-32,5
Güssing	35,9	30,0	60,5	58,2	82,4	99,9	58,0	<b>60,7</b>	15,9	62,2	124,7	62,5	-25,3
Pyhra	63,6	48,4	88,4	79,7	64,9	36,8	56,7	<b>62,6</b>	16,5	69,4	130,4	61,0	-22,9
Altmünster	96,1	58,5	75,8	80,9	44,2	53,1	55,6	<b>66,3</b>	13,1	61,2	121,5	60,3	-18,4
Imst	62,8	49,1	40,1	71,8	80,0	80,7	84,7	<b>67,0</b>	13,2	29,0	77,2	48,2	-17,6
Edelhof	154,8	36,5	74,1	55,8	53,2	23,4	82,3	<b>68,6</b>	26,0	40,1	129,5	89,4	-15,6
Hohenlehen	117,1	81,5	58,2	70,4	52,1	56,1	73,0	<b>72,6</b>	24,9	46,9	131,2	84,3	-10,7
Lienz	94,2	66,0	79,7	88,3	73,2	80,1	53,9	<b>76,5</b>	13,2	25,9	72,5	46,6	-5,9
Hofgastein			80,4	73,0				<b>76,7</b>	9,6	103,0	133,2	30,2	-5,7
St.Johann/Tirol			98,9	68,6	84,3	75,0	77,1	<b>80,8</b>	17,4	21,1	78,2	57,1	-0,6
Tullnerbach		61,9	113,8	92,7	75,3	56,1	87,9	<b>81,3</b>	16,7	62,5	121,3	58,8	0,0
Hohenems	72,0	70,9	73,6	78,2	115,5	58,7	112,0	<b>83,0</b>	17,7	16,4	78,5	62,1	2,0
Tamsweg	95,8	57,2	69,8	88,6	98,9	89,3		<b>83,3</b>	14,2	41,7	89,4	47,7	2,4
Rotholz				75,9		71,9	103,8	<b>83,9</b>	21,4	62,1	135,6	73,5	3,2
Warth	81,0	59,2	98,1	99,0	86,7	86,6	102,2	<b>87,5</b>	15,6	66,7	131,0	64,3	7,7
Gumpenstein	113,7	90,6	91,0	83,8	84,0	86,0	91,9	<b>91,6</b>	35,4	17,4	151,5	134,1	12,6
St.Andrä	80,7	79,2	122,6	109,2	89,8	68,2	107,0	<b>93,8</b>	7,3	54,3	73,2	18,9	15,4
Burgkirchen	85,9	84,8	113,0	154,8	104,2	25,2		<b>94,6</b>	13,6	68,7	109,1	40,4	16,4
Stiegerhof	120,9	114,8	100,1	65,2	63,2	71,3	132,1	<b>95,4</b>	11,5	40,7	80,9	40,2	17,3
Kobenz	127,8	77,7	98,4	84,1	108,6	88,0	88,1	<b>96,1</b>	33,4	41,2	159,3	118,2	18,2
Hatzendorf	95,4	70,5	144,0	131,4	101,0	52,8	103,1	<b>99,8</b>	8,0	66,2	97,5	31,3	22,7
Winklhof	115,9	115,0	108,1	95,5	93,0	85,9	87,9	<b>100,2</b>	19,1	37,3	100,3	63,0	23,2
Litzlhof	111,2	93,3	108,1	106,3	98,3	94,5	134,3	<b>106,6</b>	18,8	25,8	90,4	64,7	31,1
Gießhübl	122,7	109,4	126,2	113,2	108,6	68,8	107,7	<b>108,1</b>	17,6	61,6	133,1	71,5	33,0
Schlierbach	146,2	84,0	125,0					<b>118,4</b>	17,9	52,9	128,7	75,9	45,6
<b>Mittelwert</b>	<b>93,7<sup>c</sup></b>	<b>69,1<sup>a</sup></b>	<b>88,2<sup>bc</sup></b>	<b>83,6<sup>bc</sup></b>	<b>80,5<sup>b</sup></b>	<b>68,1<sup>a</sup></b>	<b>86,6<sup>bc</sup></b>	<b>81,3</b>	<b>27,8</b>	<b>18,5</b>	<b>162,5</b>	<b>144,0</b>	
Abweichung zum Gesamtmittel [%]	15,2	-15,0	8,5	2,8	-1,0	-16,3	6,5	100,0					

<sup>abc</sup> - Signifikante Differenz zwischen den Jahren aufgrund P-Wert < 0,05 (Mehrfachvergleich nach Bonferroni)

Die Verlaufskurve ergab für das Zweischnittsystem eine langfristige Ertragsteigerung von 64,2 dt auf 72,3 dt TM/ha und Jahr, das entspricht einer Zunahme um 8,1 dt bzw. +12,6 %. Das Dreischnittregime wies einen gleichbleibenden Trend auf dem Level 76,0 dt TM/ha und Jahr auf, während bei vier Schnitten der TM-Bruttoertrag von 84,8 dt auf 78,2 dt TM/ha sinkt, das entspricht einer Abnahme von -6,6 dt TM/ha und Jahr bzw. 7,8 % in sieben Jahren.



**Abbildung 2: Entwicklung des mittleren TM-Bruttoertrages von Dauerwiesen mit unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität** (Datenquelle: LFZ-Projekt 100080, 2002-2008)

Aus den Trendkurven über alle Standorte hinweg kann für die drei untersuchten Bewirtschaftungsintensitäten eine pauschale Interpretation hinsichtlich Nachhaltigkeit überlegt werden. Demzufolge stellte sich das Zweischnittsystem im Hinblick auf den TM-Bruttoertrag als positiv dar, weil es bei angepasster Düngung langfristig in der Lage war, mehr Biomasse zu produzieren. Ebenfalls positiv konnte das Dreischnittsystem für die Dauerwiesennutzung beurteilt werden, weil hier die ausbalancierte Nutzung und Düngung (1,4 RGVE/ha) im Stande war, das Ertragsniveau langfristig zu halten. Das stark auf Futterqualität ausgerichtete Vierschnittsystem wies trotz guter Nährstoffversorgung (2,0 RGVE + 50 kg min. N) im allgemeinen Trend der ausgewählten Grünlandstandorte sinkende TM-Bruttoerträge auf. Eine nachhaltige Futterproduktion mit vier Schnitten ist den Ergebnissen aus dem Grünland-Versuchnetzwerk zufolge für Gunstlagen mit geeigneten Klimaverhältnissen gewährleistet. BUCHGRABER (1999) bestätigt die langfristige Ertragsabnahme bei Dauerwiesen unter nutzungsintensiven Verhältnissen durch Ergebnisse aus mehreren Langzeitversuchen (Laufzeit über 25 Jahre) auf drei klimatisch unterschiedlichen Standorten (Gumpenstein, Admont, Piber). Das Vierschnittregime zeigte darüber hinaus eine größere Empfindlichkeit gegenüber erhöhter Lufttemperatur bzw. Wasserstress in den trockenen Sommermonaten, welche sich in verstärkten Ertragsdepressionen auswirkten.

### 3.1.3 Standortangepasstes Optimum der Bewirtschaftungsintensität von Dauerwiesen

Für die Beurteilung der optimalen Bewirtschaftungsintensität von mehrmähdigen Dauerwiesen kann der TM-Bruttoertrag aus dem Grünland-Versuchsnetzwerk als ein Indikator von mehreren relevanten herangezogen werden. In der nachfolgenden Ertragsuntersuchung werden die Auswirkungen unterschiedlicher Grünlandnutzung auf den TM-Bruttoertrag auf 27 Standorten dargestellt, um Empfehlungen für eine standortangepasste Bewirtschaftungsintensität geben zu können.

Das Ergebnis aus einer mehrfaktoriellen Varianzanalyse für jeden Standort unter Einbindung der Faktoren Jahr und Bewirtschaftungsintensität ist in *Tabelle 9* dargestellt. Die TM-Bruttoerträge wurden jeweils als Durchschnittswerte der verfügbaren Versuchsjahre berechnet, gleichzeitig wurden die signifikanten Ertragsdifferenzen aus der Varianzanalyse als Kopfnote (a,b,c) integriert. Die Optima für die Bewirtschaftungsintensitäten ergaben sich aus der statistischen Bewertung der Ertragsdifferenzen zwischen den drei Bewirtschaftungsintensitätsvarianten.

Wenn eine gesteigerte Bewirtschaftungsintensität keine signifikanten Ertragszuwächse zuließ (Signifikanzhomogenität: a – a – a), so ergab sich ein Nutzungsoptimum für das Zweischnittsystem. Standorte mit Nutzungsoptimum Zweischnittsystem werden bei drei bzw. vier Schnitten übernutzt, es wird durch höhere Bewirtschaftungsintensität kein signifikanter Mehrertrag oder sogar ein reduzierter TM-Bruttoertrag erzielt. Im Grünland-Versuchsnetzwerk

ergab sich für sechs Standorte mit mittlerem bis gutem Ertragsniveau das Zweischnittsystem als optimale Bewirtschaftungsintensität (*Tabelle 9*).

War die Ertragsdifferenz zwischen Zwei- und Dreischnittsystem signifikant und brachte das Vierschnittsystem gleichzeitig keine signifikante Verbesserung im TM-Bruttoertrag (Signifikanzhomogenität a – b – b oder a – ab – b), so wurde das Nutzungsoptimum für diese Standorte auf das Dreischnittsystem festgelegt. Für elf Dauerwiesenstandorte war das Dreischnittsystem das günstigste (*Tabelle 9*), weil der TM-Bruttoertrag entweder signifikant besser war als beim Zweischnittregime (a – b – b) bzw. das Vierschnittsystem sich nicht signifikant von der dreimähdigen Variante unterschied (a – ab – b).

Das Vierschnittsystem war nur dann optimal, wenn der TM-Bruttoertrag signifikant höher lag als das Zwei- bzw. Dreischnittsystem (Signifikanzhomogenität a – b – c oder a – a – b). Insgesamt war das System der Vierschnittnutzung für zehn Standorte optimal, wobei die Höhe der TM-Bruttoerträge standortsspezifisch zwischen 60,7 und 108,1 dt/ha und Jahr schwankte.

Die Frage der optimalen Bewirtschaftungsintensität lässt sich durch den TM-Bruttoertrag allein nicht beurteilen, das zeigen die Erträge in *Tabelle 9* recht deutlich (z.B. Standort Oberalm). Hier sollten unbedingt qualitative (XP- und NEL-Bruttoertrag) und ökologische Aspekte (botanische Zusammensetzung, Wiesentyp) eingebunden werden. Die Gewichtung der Bewertungsfaktoren für die optimale Bewirtschaftungsintensität muss einem Diskussionsprozess unterzogen werden, wo auch die Prinzipien Nachhaltigkeit, Biodiversität, Ökonomie und Ökologie nicht vernachlässigt werden dürfen.

**Tabelle 9: Standortabhängiges Optimum für die Grünland-Bewirtschaftungsintensität anhand des durchschnittlichen TM-Bruttojahresertrages aus bis zu sieben Versuchsjahren** (Datenquelle: LFZ-Projekt 100080, 2002-2008)

Standort	2-Schnitte [dt TM/ha]	3-Schnitte [dt TM/ha]	4-Schnitte [dt TM/ha]	
Altmünster	60,0 <sup>a</sup>	64,0 <sup>a</sup>	66,3 <sup>a</sup>	} Nutzungsoptimum = 2 Schnitte
Imst	73,8 <sup>a</sup>	67,6 <sup>a</sup>	67,0 <sup>a</sup>	
Zwettl	65,1 <sup>a</sup>	72,5 <sup>a</sup>	68,6 <sup>a</sup>	
St. Johann/Tirol	75,8 <sup>a</sup>	79,6 <sup>a</sup>	80,8 <sup>a</sup>	
Tamsweg	90,5 <sup>a</sup>	88,8 <sup>a</sup>	83,3 <sup>a</sup>	
Oberalm	91,9 <sup>a</sup>	93,5 <sup>a</sup>	100,1 <sup>a</sup>	
Piber	36,6 <sup>a</sup>	44,2 <sup>b</sup>	46,0 <sup>b</sup>	} Nutzungsoptimum = 3 Schnitte
Freistadt	43,0 <sup>a</sup>	48,6 <sup>ab</sup>	52,2 <sup>b</sup>	
Kirchberg am Walde	41,0 <sup>a</sup>	51,4 <sup>b</sup>	54,9 <sup>b</sup>	
Pyhra	53,3 <sup>a</sup>	61,1 <sup>ab</sup>	62,6 <sup>b</sup>	
Lienz	65,7 <sup>a</sup>	85,1 <sup>b</sup>	76,5 <sup>b</sup>	
Hohenems	57,5 <sup>a</sup>	73,2 <sup>b</sup>	83,0 <sup>b</sup>	
Rotholz	61,6 <sup>a</sup>	81,9 <sup>b</sup>	83,9 <sup>b</sup>	
St. Andrä/Lavanttal	79,7 <sup>a</sup>	88,8 <sup>b</sup>	93,8 <sup>b</sup>	
Burgkirchen	72,1 <sup>a</sup>	96,9 <sup>b</sup>	94,6 <sup>b</sup>	
Hatzendorf	87,7 <sup>a</sup>	90,5 <sup>ab</sup>	99,8 <sup>b</sup>	
Schlierbach	89,9 <sup>a</sup>	115,6 <sup>b</sup>	118,4 <sup>b</sup>	
Güssing	46,3 <sup>a</sup>	49,7 <sup>a</sup>	60,7 <sup>b</sup>	} Nutzungsoptimum = 4 Schnitte
Hohenlehen	47,6 <sup>a</sup>	62,1 <sup>b</sup>	72,6 <sup>c</sup>	
Bad Hofgastein	46,1 <sup>a</sup>	63,8 <sup>b</sup>	76,7 <sup>c</sup>	
Tullnerbach	75,0 <sup>a</sup>	75,6 <sup>a</sup>	81,3 <sup>b</sup>	
Warth	52,4 <sup>a</sup>	74,2 <sup>b</sup>	87,5 <sup>c</sup>	
Gumpenstein	87,9 <sup>a</sup>	83,2 <sup>a</sup>	91,6 <sup>b</sup>	
Gödersdorf	68,1 <sup>a</sup>	80,9 <sup>a</sup>	95,4 <sup>b</sup>	
Kobenz	84,5 <sup>a</sup>	91,0 <sup>b</sup>	96,1 <sup>c</sup>	
Lendorf	89,4 <sup>a</sup>	94,4 <sup>a</sup>	106,6 <sup>b</sup>	
Amstetten	76,4 <sup>a</sup>	92,5 <sup>b</sup>	108,1 <sup>c</sup>	

<sup>abc</sup> - Signifikante Differenz zwischen den Nutzungsintensitäten aufgrund P-Wert < 0,05 (Mehrfachvergleich nach Bonferroni)

### 3.2 Analyse der Einflussfaktoren auf den Qualitäts-Bruttoertrag von Wirtschaftswiesen

Der Einfluss von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Nährstoffzusammensetzung von Grünlandfutter (MEISTER und LEHMANN 1988, PÖTSCH und RESCH 2005) hängt eng mit der botanischen Ausstattung des Pflanzenbestandes und seiner Anpassung an Standort, Witterung und Klima sowie Nutzungsform und Düngung zusammen. Die Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum (RESCH et al. 2006a) dokumentieren für österreichische Verhältnisse, dass das Vegetationsstadium des Futterbestandes zum Zeitpunkt der Ernte den größten Einfluss auf den Gehalt an Inhaltsstoffen und die Höhe der Energiekonzentration ausübt. WIEDNER et al. (2001) aggregierten die österreichischen Daten der Grünlandfutteranalyse

nach Bundesland bzw. Haupt- und Kleinproduktionsgebieten, um auf regionale Unterschiede in der Futterqualität Rücksicht nehmen zu können. BUCHGRABER (2004) fordert für die Praxis eine Grünlandbewirtschaftung mit Ausrichtung auf das Optimum zwischen Ertragsbildung und Futterqualität durch die Ernte im Vegetationsstadium Ähren-/Rispschieben und eine dem Standort angepasste Nutzungs- und Düngungsintensität.

Mit Hilfe der Daten aus dem Grünland-Versuchsnetzwerk und der Varianzkomponentenanalyse wurde der Einfluss der Faktoren Standort, Versuchsjahr und Bewirtschaftungsintensität auf den XP- bzw. NEL-Bruttoertrag untersucht. Der Gehalt an Rohprotein und die Energiekonzentration (NEL) des Wiesenfutters sind für die Milchkuh nach BUCHGRABER et al. (2008) von zentraler Bedeutung, deswegen ist die Kenntnis der Einflussfaktoren auf die Wertbestandteile des Futters essentiell für die Milchproduktion.

Die Varianz des XP-Bruttoertrages wurde im Grünland-Versuchsnetzwerk mit einem Anteil von 41,4 % am stärksten von der Bewirtschaftungsintensität beeinflusst (Tabelle 10). Der Proteingehalt von Wiesenfutter ist eng an den Nutzungszeitpunkt gekoppelt, deswegen ist dieser Effekt systembedingt. Der Einfluss des Standortes mit knapp 33 % war deutlich ausgeprägt, das bedeutet, es gab innerhalb der Standorte große Unterschiede in der botanischen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes, der sich wiederum signifikant auf die Inhaltsstoffe auswirkte. Der Jahreseinfluss auf den XP-Bruttoertrag war mit 17,5 % nicht übermäßig hoch. 8,5 % (Fehler) der Varianz konnten mit den drei Faktoren nicht erklärt werden.

Die Analyse der Einflussfaktoren mit dem GLM-Modell (Tabelle 11) ergab für jeden Faktor einen hoch signifikanten Einfluss auf den XP-Bruttoertrag, der P-Wert lag in jedem Fall unter 0,01.

Im Grünland-Versuchsnetzwerk hatte die Bewirtschaftungsintensität mit 46,5 % den größten Anteil als Varianzkomponente des NEL-Bruttoertrages (Tabelle 12). Ähnlich wie

beim Rohprotein, war auch die Energiedichte im Wiesenfutter stark vom Vegetationsstadium zum Zeitpunkt der Ernte abhängig. Der Einfluss des Standortes war mit rund 40 % deutlich höher als beim XP-Bruttoertrag. Bewirtschaftungsintensität und Standort üben offensichtlich auf den Pflanzenbestand einen wesentlichen Einfluss aus, der sich in unterschiedlichen Energiedichten auswirkte. Für den Faktor Jahr mit seinen klimatischen Eigenheiten, blieb mit nur 5,6 % ein bescheidener, aber dennoch signifikanter, Einfluss übrig. Die vorliegenden Ergebnisse des Jahreseffektes lassen den Schluss zu, dass die Futtergehaltswerte von Rohprotein und NEL bei gleicher Bewirtschaftungsintensität im Allgemeinen keinen großen Schwankungen unterliegen. Unter extremen Wetterbedingungen (Trockenheit, Überschwemmung) kann es jedoch zu massiven qualitativen Veränderungen (Nährstoffe, Mineralstoffe, Energie, mikrobiologischer Hygienestatus) im Wiesenfutter kommen.

Die varianzanalytische Auswertung der NEL-Bruttoerträge mit einem GLM-Modell brachte zum Vorschein, dass die Faktoren Standort, Jahr und Bewirtschaftungsintensität jeweils einen hoch signifikanten Einfluss auf den NEL-Ertrag aufwiesen.

### 3.3. Einfluss von jahresspezifischen Klimaverhältnissen auf den Grünlandertrag von ausgewählten Standorten

In den letzten Jahren taucht verstärkt die Frage nach den Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft auf und mit welcher Strategie sich die Landwirte an die Änderung des Klimas anpassen können. Der Alpenraum ist nach KROMPKOLB (2006) hinsichtlich Temperaturerhöhung und Auftreten von Wetterextremen in den nächsten Jahrzehnten stärker betroffen als das übrige europäische Festland. Versuchsanlagen mit konstanten Bewirtschaftungsverhältnissen, wie z.B. das österreichische Grünland-Versuchsnetzwerk, können nach RESCH et al. (2006b) klimabedingte Auswirkungen auf ein Graslandökosystem exakt erfassen und Schlussfolge-

Tabelle 10: Varianzkomponentenanalyse für Rohprotein-Bruttoertrag des österreichischen Grünland-Ertragsnetzwerkes (Datenquelle: LFZ-Projekt 100080, 2002-2008)

Bezugsquelle	Summenquadrate	Freiheitsgrade	Mittelwertquadrate	Varianzkomponente	Prozent
Standort	77192900	26	2968960	49311	32,6
Jahr	52899800	101	523760	26544	17,5
Bewirtschaftungsintensität	60280800	255	236395	62726	41,4
Reststreuung	12564100	982	12794	12794	8,5
Total (korrigiert)	202938000	1364			

Tabelle 11: GLM-Modell für Rohprotein-Bruttoertrag des österreichischen Grünland-Ertragsnetzwerkes (Datenquelle: LFZ-Projekt 100080, 2002-2008)

Faktor	Summenquadrate	Freiheitsgrade	Mittelwertquadrate	F-Wert	P-Wert
Standort	77053200	26	2963580	54,2	0,0000
Jahr	16365500	5	3273090	59,8	0,0000
Bewirtschaftungsintensität	36787200	2	18393600	336,2	0,0000
Residuen	72816800	1331	54708		
Total (korrigiert)	202938000	1364			

$R^2 = 64,1 \%$      $R^2$  (adjustiert für Freiheitsgrade) = 63,2 %  
Residual-Standardabweichung = 234 kg  
Mittlerer Schätzfehler = 175 kg

**Tabelle 12: Varianzkomponentenanalyse für NEL-Bruttoertrag des österreichischen Grünland-Ertragsnetzwerkes** (Datenquelle: LFZ-Projekt 100080, 2002-2008)

Bezugsquelle	Summenquadrate	Freiheitsgrade	Mittelwertquadrate	Varianzkomponente	Prozent
Standort	76397	25	3056	85,9	39,6
Jahr	24317	48	507	12,1	5,6
Bewirtschaftungsintensität	55233	148	373	100,7	46,5
Reststreuung	10023	561	18	17,9	8,3
Total (korrigiert)	165970	782			

**Tabelle 13: GLM-Modell für NEL-Bruttoertrag des österreichischen Grünland-Ertragsnetzwerkes** (Datenquelle: LFZ-Projekt 100080, 2002-2008)

Bezugsquelle	Summenquadrate	Freiheitsgrade	Mittelwertquadrate	F-Wert	P-Wert
Standort	75866	25	3035	46,9	0,0000
Jahr	6544	3	2181	33,7	0,0000
Bewirtschaftungsintensität	34364	2	17182	265,5	0,0000
Residuen	48666	752	65		
Total (korrigiert)	165970	782			

R<sup>2</sup> = 70,7 %      R<sup>2</sup> (adjustiert für Freiheitsgrade) = 69,5 %  
 Residual-Standardabweichung = 8,0 GJ (Giga-Joule)  
 Mittlerer Schätzfehler = 6,1 GJ (Giga-Joule)

rungen hinsichtlich Futtererträge, -qualitäten und Änderung der botanischen Zusammensetzung ableiten.

Nachstehend wurden insgesamt vier Standorte mit sehr unterschiedlichen Klimabedingungen in sieben Vegetationsperioden (2002 bis 2008) in Bezug auf den Bruttoertrag an Trockenmasse (TM), Rohprotein (XP) und Energie (NEL) unter die Lupe genommen.

### 3.3.1 Grünlanderträge unter optimalen Klimaverhältnissen

Der Standort Oberalm (an der Fachschule Winklhof) wurde unter dem Gesichtspunkt eines optimalen Grünlandstandortes ausgewählt, wo aufgrund sehr guter Temperatur- und Niederschlagsbedingungen in der Vegetationsperiode die Wahrscheinlichkeit von hohen Erträgen gewährleistet sein sollte.

**Tabelle 14: Jahres- und Düngungseinfluss auf den Jahres-Bruttoertrag an Trockenmasse, Rohprotein und NEL am Standort Oberalm (Bezirk Hallein, Salzburg) bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität** (Datenquelle: LFZ-Projekt 100080, 2002-2008)

Parameter	Düngung	Einheit	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Mittelwert
<i>Trockenmasse-Bruttoertrag</i>										
2 Schnitte	Stm./Jauche	dt/ha	78,2 <sup>b</sup>	102,6 <sup>b</sup>	99,1 <sup>b</sup>	*40,8 <sup>a</sup>	90,6 <sup>b</sup>	96,6 <sup>b</sup>	104,0 <sup>b</sup>	<b>87,4</b>
3 Schnitte	Stm./Jauche	dt/ha	102,0 <sup>c</sup>	107,0 <sup>c</sup>	93,8 <sup>bc</sup>	83,7 <sup>ab</sup>	78,9 <sup>ab</sup>	69,8 <sup>a</sup>	83,8 <sup>ab</sup>	<b>88,4</b>
4 Schnitte	Stm./Jauche	dt/ha	114,3 <sup>c</sup>	111,4 <sup>bc</sup>	100,6 <sup>abc</sup>	98,4 <sup>abc</sup>	93,0 <sup>ab</sup>	84,1 <sup>a</sup>	87,4 <sup>a</sup>	<b>98,5</b>
2 Schnitte	Gülle	dt/ha	84,6 <sup>b</sup>	112,8 <sup>b</sup>	99,8 <sup>b</sup>	*47,8 <sup>a</sup>	112,0 <sup>b</sup>	110,8 <sup>b</sup>	107,4 <sup>b</sup>	<b>96,5</b>
3 Schnitte	Gülle	dt/ha	107,5 <sup>a</sup>	102,6 <sup>a</sup>	93,8 <sup>a</sup>	93,7 <sup>a</sup>	91,2 <sup>a</sup>	94,2 <sup>a</sup>	99,8 <sup>a</sup>	<b>98,5</b>
4 Schnitte	Gülle	dt/ha	117,5 <sup>bc</sup>	118,5 <sup>c</sup>	115,6 <sup>bc</sup>	92,6 <sup>ab</sup>	92,9 <sup>ab</sup>	87,6 <sup>a</sup>	88,4 <sup>a</sup>	<b>101,9</b>
<i>Rohprotein-Bruttoertrag</i>										
2 Schnitte	Stm./Jauche	kg/ha	1053 <sup>bc</sup>	1099 <sup>c</sup>	1108 <sup>c</sup>	*485 <sup>a</sup>	774 <sup>ab</sup>	924 <sup>bc</sup>	-	<b>907</b>
3 Schnitte	Stm./Jauche	kg/ha	1447 <sup>cd</sup>	1517 <sup>d</sup>	1288 <sup>c</sup>	1007 <sup>b</sup>	900 <sup>ab</sup>	781 <sup>a</sup>	-	<b>1157</b>
4 Schnitte	Stm./Jauche	kg/ha	1808 <sup>c</sup>	1783 <sup>c</sup>	1545 <sup>bc</sup>	1363 <sup>ab</sup>	1272 <sup>ab</sup>	1036 <sup>a</sup>	-	<b>1468</b>
2 Schnitte	Gülle	kg/ha	1070 <sup>b</sup>	1131 <sup>b</sup>	1031 <sup>b</sup>	*562 <sup>a</sup>	954 <sup>b</sup>	922 <sup>b</sup>	-	<b>945</b>
3 Schnitte	Gülle	kg/ha	1639 <sup>a</sup>	1663 <sup>a</sup>	1421 <sup>a</sup>	1120 <sup>a</sup>	1047 <sup>a</sup>	1045 <sup>a</sup>	-	<b>1323</b>
4 Schnitte	Gülle	kg/ha	1917 <sup>b</sup>	2127 <sup>b</sup>	1790 <sup>b</sup>	1306 <sup>a</sup>	1276 <sup>a</sup>	1132 <sup>a</sup>	-	<b>1591</b>
<i>Energie-Bruttoertrag (NEL)</i>										
2 Schnitte	Stm./Jauche	GJ/ha	30,1 <sup>a</sup>	38,5 <sup>a</sup>	29,7 <sup>a</sup>	-	-	-	-	<b>33,3</b>
3 Schnitte	Stm./Jauche	GJ/ha	46,1 <sup>ab</sup>	48,5 <sup>b</sup>	41,7 <sup>a</sup>	-	-	-	-	<b>45,4</b>
4 Schnitte	Stm./Jauche	GJ/ha	59,3 <sup>b</sup>	54,1 <sup>ab</sup>	43,1 <sup>a</sup>	-	-	-	-	<b>52,2</b>
2 Schnitte	Gülle	GJ/ha	31,6 <sup>a</sup>	36,6 <sup>b</sup>	28,2 <sup>a</sup>	-	-	-	-	<b>31,7</b>
3 Schnitte	Gülle	GJ/ha	52,9 <sup>a</sup>	47,4 <sup>a</sup>	40,4 <sup>a</sup>	-	-	-	-	<b>46,9</b>
4 Schnitte	Gülle	GJ/ha	62,2 <sup>a</sup>	59,2 <sup>a</sup>	56,3 <sup>a</sup>	-	-	-	-	<b>59,2</b>
<i>Klima in der Vegetationsperiode</i>										
Temperatur-Mittel (März bis Oktober)		° C	14,1	15,0	13,9	14,3	14,4	14,7	14,3	<b>14,4</b>
Niederschlag-Summe (März bis Oktober)		mm	1449	1005	1249	1161	1091	1049	951	<b>1136</b>

Signifikante Differenz zwischen den Jahren bei P-Wert < 0,05 nach Testverfahren Bonferroni

\*Im Jahr 2005 erfolgte auf den 2-Schnittflächen eine Neuansaat aufgrund starker Verkrautung!

In *Tabelle 14* sind die mittleren Erträge der Einzeljahre in den unterschiedlichen Nutzungsintensitäten in zwei verschiedenen Düngungssystemen dargestellt, weil auf diesem Standort Stallmist/Jauche und Gülle parallel getestet wurden. Der multiple Mittelwertvergleich (Testmethode Bonferroni) wurde durchgeführt, um den Jahreseffekt zwischen den Versuchsjahren zu analysieren.

Aus klimatischer Sicht traten zwei Jahre mit erhöhten Temperaturen auf, nämlich 15,0 °C im Jahr 2003 und 14,7 °C im Jahr 2007. In beiden Jahren war auch der Niederschlag in der Vegetationsperiode geringer als im siebenjährigen Durchschnitt (*Tabelle 14*), obwohl die Niederschlagssummen mit mehr als 1.000 mm optimal für die Grünlandwirtschaft sind. Hinsichtlich TM-Bruttoertrag zeigten sich im Zweischnittsystem keine signifikanten Jahresunterschiede, beim Dreischnittsystem und Güllendüngung detto. Beim Düngungssystem Stallmist/Jauche nahm der TM-Bruttoertrag bei drei Schnitten im Trend ab, der niedrigste Ertrag war im Jahr 2007 zu verzeichnen (*Tabelle 14*). Im Jahr 2003 war in diesem System der höchste Ertrag erzielt worden, das dokumentiert, dass bei optimaler Niederschlagsverteilung eine Temperaturerhöhung zu einem Mehrertrag an Trockenmasse führt. Das Vierschnittsystem verzeichnete eine tendenzielle Abnahme im TM-Bruttoertrag mit den höchsten Erträgen im Jahr 2002 bzw. 2003 und den niedrigsten Werten im Jahr 2007, d.h. der Dauerwiesenbestand ist auf dem Standort Oberalm mittel- bis langfristig nicht in der Lage, nachhaltige TM-Bruttoerträge zu produzieren.

Für die Varianz des XP-Bruttoertrages waren auf dem Standort Oberalm insgesamt 65 % von der Bewirtschaftungsintensität und 22 % vom Versuchsjahr abhängig, der Rest von 13 % war nicht erklärbar. Im Vierschnittsystem (Ø 1591 kg XP/ha und Jahr) wurde unter optimalen Klimabedingungen, unabhängig von der Art der Düngung, um 65 % mehr Rohprotein erzeugt als im Zweischnittsystem (Ø 926 kg XP/ha und Jahr). Der XP-Bruttoertrag nahm beim Drei- und Vierschnittsystem im Trend signifikant ab, jedoch konnte kein unmittelbarer Zusammenhang mit den Klimadaten hergestellt werden.

**Tabelle 15: Jahreseinfluss auf den Jahres-Bruttoertrag an Trockenmasse, Rohprotein und NEL am Standort LFS Hohenlehen (Gemeinde Hollenstein an der Ybbs, Bezirk Amstetten, Niederösterreich) bei unterschiedlicher Schnitthäufigkeit** (Datenquelle: LFZ-Projekt 100080, 2002-2008)

Parameter	Düngung	Einheit	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Mittelwert
<i>Trockenmasse-Bruttoertrag</i>										
2 Schnitte	Gülle	dt/ha	52,8 <sup>b</sup>	58,2 <sup>b</sup>	15,6 <sup>a</sup>	44,8 <sup>b</sup>	45,4 <sup>b</sup>	53,3 <sup>b</sup>	63,1 <sup>b</sup>	<b>47,6</b>
3 Schnitte	Gülle	dt/ha	74,2 <sup>a</sup>	67,1 <sup>a</sup>	48,3 <sup>a</sup>	69,1 <sup>a</sup>	58,1 <sup>a</sup>	53,1 <sup>a</sup>	64,8 <sup>a</sup>	<b>62,1</b>
4 Schnitte	Gülle	dt/ha	117,1 <sup>b</sup>	81,5 <sup>a</sup>	58,2 <sup>a</sup>	70,4 <sup>a</sup>	52,1 <sup>a</sup>	56,1 <sup>a</sup>	73,0 <sup>a</sup>	<b>72,6</b>
<i>Rohprotein-Bruttoertrag</i>										
2 Schnitte	Gülle	kg/ha	666 <sup>b</sup>	701 <sup>b</sup>	238 <sup>a</sup>	-	541 <sup>b</sup>	558 <sup>b</sup>	-	<b>541</b>
3 Schnitte	Gülle	kg/ha	1020 <sup>b</sup>	991 <sup>b</sup>	814 <sup>ab</sup>	-	766 <sup>ab</sup>	663 <sup>a</sup>	-	<b>851</b>
4 Schnitte	Gülle	kg/ha	1750 <sup>c</sup>	1460 <sup>bc</sup>	1063 <sup>ab</sup>	-	847 <sup>a</sup>	725 <sup>a</sup>	-	<b>1169</b>
<i>Energie-Bruttoertrag (NEL)</i>										
2 Schnitte	Gülle	GJ/ha	25,3 <sup>b</sup>	24,9 <sup>b</sup>	8,5 <sup>a</sup>	-	-	-	-	<b>19,6</b>
3 Schnitte	Gülle	GJ/ha	38,1 <sup>a</sup>	33,4 <sup>a</sup>	29,1 <sup>a</sup>	-	-	-	-	<b>33,5</b>
4 Schnitte	Gülle	GJ/ha	68,8 <sup>b</sup>	43,9 <sup>a</sup>	36,3 <sup>a</sup>	-	-	-	-	<b>49,7</b>
<i>Klima in der Vegetationsperiode</i>										
Temperatur-Mittel (März bis Oktober)		° C	13,6	14,1	13,3	13,5	13,8	14,5	13,7	<b>13,8</b>
Niederschlag-Summe (März bis Oktober)		mm	1167	850	978	1075	1085	970	896	<b>1003</b>

Signifikante Differenz zwischen den Jahren bei P-Wert < 0,05 nach Testverfahren Bonferroni

In punkto NEL-Bruttoertrag erwies sich die Bewirtschaftungsintensität ebenfalls als hoch signifikanter Einflussfaktor (*Tabelle 14*). Im Durchschnitt konnte der NEL-Ertrag im Vierschnittsystem unter Stallmist/Jauche-Düngung um 57 % und unter Gülle-Düngung sogar um 87 % gegenüber dem Zweischnittsystem gesteigert werden. Der Jahreseinfluss auf den NEL-Bruttoertrag war in den drei Untersuchungsjahren nicht mit klimatischen Auffälligkeiten in Beziehung zu bringen. Die Analysen der restlichen Versuchsjahre sind abzuwarten, um die Aussagen in Bezug auf den Jahreseinfluss verifizieren zu können.

Unter dem Gesichtspunkt der gesicherten Mehrerträge an Rohprotein bzw. Energie bei gesteigerter Bewirtschaftungsintensität muss die Aussage von *Tabelle 9* für den Standort Oberalm überdacht werden, dass hier aufgrund des TM-Bruttoertrages das Zweischnittsystem die optimale Bewirtschaftungsintensität darstellt. Nachdem das Vierschnittsystem einen hoch signifikant besseren Bruttoertrag bei Rohprotein und Energie erzielen konnte, verschiebt sich das Nutzungsoptimum zumindestens in Richtung Dreischnittsystem.

Abschließend kann gesagt werden, dass auch unter optimalen Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen wie am Standort Oberalm in den Jahren 2002 bis 2008 hohe und relativ konstante Grünlanderträge erzielt werden konnten, welche nur in geringem Maße einem Jahreseinfluss unterworfen waren.

### 3.3.2 Grünlanderträge unter suboptimalen Temperaturverhältnissen

Suboptimale Temperaturen sind am Standort Hohenlehen aufgrund der mittleren Jahrestemperatur von 7,2 °C (50-jähriger Mittelwert) gegeben, obwohl die mittlere Temperatur in der Vegetationsperiode nur um 0,6 °C niedriger war als auf dem Standort Oberalm. Obwohl die Standortbedingungen zwischen Hohenlehen und Oberalm von Seiten der Seehöhe, der Niederschlagssumme und den Bodenwerten (*Tabelle 1*) vergleichbar waren, konnte der Pflanzenbestand in Hohenlehen mit den TM-Bruttoerträgen von Oberalm (*Tabelle 14*) nicht mithalten.

Im TM-Bruttoertrag zeigte sich im Zweischnittsystem ein hoch signifikanter Jahreseffekt im Jahr 2004. Die TM-Bruttoerträge des Drei- bzw. Vierschnittsystems lagen zwar in der Tendenz niedriger als 2003 und 2005, jedoch war der Unterschied nicht signifikant. Die Depression im Jahr 2004 könnte als Auswirkung des Hitze- und Trockenjahres 2003 interpretiert werden. Aus statistischer Sicht ergaben sich bei der Auswertung der TM-Bruttoerträge mit dem Faktor Versuchsjahr keine großen Auffälligkeiten (Tabelle 15), somit ist der klimatische Einfluss streng genommen bis auf zwei Fälle als zufällig zu werten. Der Unterschied zwischen den jeweiligen Grünland-Bewirtschaftungsintensitäten war in Hohenlehen hoch signifikant (P-Wert < 0,01).

Hinsichtlich XP-Bruttoertrag konnte im Drei- und Vierschnittsystem ein statistisch gesicherter Abwärtstrend im zeitlichen Verlauf festgestellt werden. Das Zweischnittsystem wies im Jahr 2004 einen signifikant geringeren XP-Bruttoertrag auf, der sich in den Folgejahren jedoch wieder erholte. Im Vergleich zum Zweischnittsystem konnten über vier Schnitte durchschnittlich 628 kg mehr an Rohprotein geerntet werden, das entspricht einem Mehrertrag von 116 %.

Im NEL-Bruttoertrag zeigte sich im Zwei- und Vierschnittsystem ein signifikanter Jahreseffekt, wobei das Jahr 2004 geringere NEL-Bruttoerträge aufwies als das Jahr 2002. Im Trend sanken die NEL-Bruttoerträge ab (Tabelle 15). Es wird sich nach Analyse der verbleibenden Jahre zeigen, inwieweit der Jahreseffekt auf dem Standort Hohenlehen zu interpretieren ist. Die optimale Bewirtschaftungsintensität für den Standort Hohenlehen stellt das Vierschnittsystem dar, weil sowohl TM- als auch Qualitäts-Bruttoertrag die besten Ergebnisse in diesem Nutzungsregime lieferten.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die um 3,0 °C geringere mittlere Jahrestemperatur in Hohenlehen gegenüber dem Standort Oberalm zu signifikant geringeren TM-, XP- und NEL-Bruttoerträgen führte, wobei vor allem das Zwei- bzw. Dreischnittsystem deutlich zurückblieben. Anhand der Mittelwerte der Vegetationsperioden-Klimadaten ist eine Aussage hinsichtlich Ertragswirksamkeit von Wetterbedingungen nicht möglich.

### 3.3.3 Grünlanderträge unter suboptimalen Niederschlagsverhältnissen

Bei der Standortwahl für optimale Temperatur (10,5 °C mittlere Jahrestemperatur) und suboptimale Niederschläge (Ø 548 mm langjähriger Mittelwert) wurde Tullnerbach ausgewählt (Standortsdaten in Tabelle 1). Auf diesem Standort sollte die Wahrscheinlichkeit von längeren Phasen mit Trockenstress hoch sein und entsprechende Auswirkungen auf den TM- bzw. Qualitäts-Bruttoertrag zeigen.

In Tabelle 16 konnte mit Hilfe einer Varianzanalyse nachgewiesen werden, dass die Jahre 2003 und 2007, welche sich durch hohe Temperaturen in der Vegetationsperiode auszeichneten (2003 hatte mit 373 mm die geringsten Niederschläge in 7 Beobachtungsjahren), signifikant geringere TM-Bruttoerträge als die Vergleichsjahre aufwiesen. In den Jahren 2004, 2005 und 2008 herrschten für die Grünlandbewirtschaftung günstige Wetterverhältnisse auf dem Standort Tullnerbach und es konnten sehr gute Erträge erzielt werden, die mit dem Standort Oberalm (Tabelle 14) vergleichbar waren. In den Jahren mit wetterbedingter Ertragsdepression durch Sommertrockenheit kam es zu keinen nachhaltigen Grünlandschädigungen, weil jeweils im Folgejahr gute bis sehr gute Erträge gemessen wurden. Der Standort Tullnerbach wies ein gutes TM-Ertragspotential für Grünland auf, es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Bewirtschaftungsintensitäten.

Im XP-Bruttoertrag waren die Differenzen zwischen den Bewirtschaftungsintensitäten nicht so stark ausgeprägt wie auf den Standorten Oberalm oder Zwettl (Tabelle 17). Es ergab sich nur eine signifikante Differenz zwischen der Zwei- und der Vierschnittnutzung. Aufgrund des signifikanten Jahreseffektes beim TM-Bruttoertrag konnte dieser Einfluss der Jahre 2003 und 2007 auch beim XP-Bruttoertrag beobachtet werden (Tabelle 16), weil der TM-Ertrag einen gewichtigen Teil des Qualitätsertrages einnahm.

Hinsichtlich NEL-Bruttoertrag standen für den Standort Tullnerbach leider nur zwei Versuchsjahre für die Auswertung zur Verfügung. Es zeigte sich ein hoch signifikanter Jahreseffekt zwischen den Jahren 2003 und 2004, der eng

Tabelle 16: Jahreseinfluss auf den Jahres-Bruttoertrag an Trockenmasse, Rohprotein und NEL am Standort Tullnerbach (Bezirk Wien Umgebung, Niederösterreich) bei unterschiedlicher Schnitthäufigkeit (Datenquelle: LFZ-Projekt 100080, 2002-2008)

Parameter	Düngung	Einheit	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Mittelwert
<i>Trockenmasse-Bruttoertrag</i>										
2 Schnitte	Stm./Jauche	dt/ha	-	61,3 <sup>ab</sup>	105,0 <sup>d</sup>	80,2 <sup>c</sup>	64,5 <sup>b</sup>	54,1 <sup>a</sup>	85,1 <sup>c</sup>	<b>75,0</b>
3 Schnitte	Stm./Jauche	dt/ha	-	56,9 <sup>a</sup>	86,2 <sup>bc</sup>	85,1 <sup>bc</sup>	76,2 <sup>b</sup>	52,9 <sup>a</sup>	96,2 <sup>c</sup>	<b>75,6</b>
4 Schnitte	Stm./Jauche	dt/ha	-	61,9 <sup>ab</sup>	113,8 <sup>d</sup>	92,7 <sup>c</sup>	75,3 <sup>bc</sup>	56,1 <sup>a</sup>	87,9 <sup>c</sup>	<b>81,3</b>
<i>Rohprotein-Bruttoertrag</i>										
2 Schnitte	Stm./Jauche	kg/ha	-	612 <sup>b</sup>	974 <sup>c</sup>	-	675 <sup>b</sup>	515 <sup>a</sup>	-	<b>694</b>
3 Schnitte	Stm./Jauche	kg/ha	-	756 <sup>a</sup>	1054 <sup>b</sup>	-	864 <sup>ab</sup>	653 <sup>a</sup>	-	<b>832</b>
4 Schnitte	Stm./Jauche	kg/ha	-	967 <sup>a</sup>	1345 <sup>b</sup>	-	872 <sup>a</sup>	836 <sup>a</sup>	-	<b>1005</b>
<i>Energie-Bruttoertrag (NEL)</i>										
2 Schnitte	Stm./Jauche	GJ/ha	-	26,5 <sup>a</sup>	44,7 <sup>b</sup>	-	-	-	-	<b>35,6</b>
3 Schnitte	Stm./Jauche	GJ/ha	-	26,5 <sup>a</sup>	39,6 <sup>b</sup>	-	-	-	-	<b>33,1</b>
4 Schnitte	Stm./Jauche	GJ/ha	-	29,1 <sup>a</sup>	50,1 <sup>b</sup>	-	-	-	-	<b>39,6</b>
<i>Klima in der Vegetationsperiode</i>										
Temperatur-Mittel (März bis Oktober)		° C	14,3	14,9	14,3	14,4	14,9	15,3	14,5	<b>14,7</b>
Niederschlag-Summe (März bis Oktober)		mm	815	373	581	579	638	674	502	<b>595</b>

Signifikante Differenz zwischen den Jahren bei P-Wert < 0,05 nach Testverfahren Bonferroni

mit den Wetterverhältnissen zusammenhängt. Weitere Aussagen können erst getroffen werden, wenn die NEL-Gehalte von mehreren Versuchsjahren vorliegen. Das Nutzungsoptimum für den Standort Tullnerbach ist aufgrund der TM- und Qualitäts-Bruttoerträge ein Vierschnittsystem.

Das Wasser war auf dem Standort Tullnerbach der limitierende Faktor in punkto Ertragsbildung. Sollte es in Zukunft zur Häufung von Jahren mit Sommertrockenheit und hohen Temperaturen kommen, so wird die Grünlandnutzung auf derartigen Standorten immer schwieriger werden.

### 3.3.4 Grünlanderträge unter suboptimalen Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen

In dieser Arbeit sollte auch ein Grünlandstandort mit sehr ungünstigen Klimabedingungen untersucht werden. Die Wahl fiel auf den Standort Zwettl, welcher mit 6,8 °C und 610 mm Jahresniederschlag (langjährige Mittelwerte siehe *Tabelle 1*) ein raues, kontinentales Klima mit geringen Niederschlagsmengen aufweist. Im Vergleich zum Standort Tullnerbach ist die durchschnittliche Temperatur in der Vegetationsperiode in Zwettl um 2,3 °C niedriger.

In Zwettl hatte die Bewirtschaftungsintensität keinen signifikanten Einfluss auf den TM-Bruttoertrag, es konnte jedoch ein hoch signifikanter Jahreseffekt beobachtet werden (*Tabelle 17*). Der Pflanzenbestand dieses Standortes ließ extrem variable Erträge in den unterschiedlichen Bewirtschaftungsintensitäten zu. Die Spannweite zwischen Minimum- und Maximumertrag lag je nach Nutzungssystem zwischen ~ 60 bis 100 dt TM/ha und Jahr. Die Wetterverhältnisse der Jahre 2003 und 2007 riefen hoch signifikante Ertragseinbußen beim TM-Bruttoertrag hervor. Die günstigen Folgejahre wiesen wieder gute bis sehr gute Erträge auf, sodass keine relevanten Nachwirkungen durch Grünlandschädigung in den Jahren mit starken Ertragsdepressionen auftraten.

Der signifikante Jahreseffekt trat auch beim XP- bzw. beim NEL-Bruttoertrag auf (*Tabelle 17*), wobei der

Hauptauslöser für diesen Effekt der TM-Bruttoertrag war. Interessanterweise stellte sich auf dem Standort Zwettl kein signifikanter Unterschied zwischen den durchschnittlichen Qualitäts-Bruttoerträgen der drei Bewirtschaftungsintensitäten ein. Die empfehlenswerte Bewirtschaftungsintensität für den Grünlandstandort Zwettl ist ein Zweischnittsystem, weil der Mehraufwand eines Drei- bzw. Vierschnittsystems sich weder in höheren TM-Erträgen noch in gesteigerten Qualitäts-Erträgen auswirkt.

Zusammenfassend konnte für den Standort Zwettl festgestellt werden, dass sich die rauen, kontinentalen Wetterbedingungen sehr stark auf die Ertragssituation auswirkten und den Ertrag gegenüber einem mittleren Ertragsjahr um bis zu 70 % reduzierten bzw. in einem günstigen Jahr Ertragssteigerungen bis über 40 % zuließen. Der Standort Zwettl reagierte sehr sensibel auf klimatische Veränderungen, somit könnte der prognostizierte Klimawandel gerade für derartige Grünlandstandorte problematisch werden.

## 4. Fazit für die Praxis

Die Ergebnisse aus dem Grünland-Versuchsnetzwerk zeigten, dass es bei Wirtschaftswiesen aufgrund des Klimawandels und hier vor allem durch Sommertrockenheit zu Ertragseinbußen im Ausmaß von bis zu 70 % des Jahresertrages gegenüber einem durchschnittlichen Jahr kommen konnte. Grünlandstandorte in trockenheitsgefährdeten Regionen waren in den Jahren mit erhöhtem Trockenstress gegenüber kühlen Standorten mit ausreichender Niederschlagsverteilung hinsichtlich Biomasseentwicklung deutlich benachteiligt. Es gab im Trockenjahr 2003 einige wenige Standorte, welche von der Temperaturerhöhung ertragsmäßig sogar profitieren konnten. Die quantitative Depression durch spezifische Wetterverhältnisse wirkte sich auf die geerntete Menge an Trockenmasse im Allgemeinen wesentlich stärker aus als der qualitative Verlust an Rohprotein oder Futterenergie.

Ein Zweischnittregime war auf den untersuchten Grünlandstandorten hinsichtlich Ertragssicherheit in Zeiten der

*Tabelle 17: Jahreseinfluss auf den Jahres-Bruttoertrag an Trockenmasse, Rohprotein und NEL am Standort LFS Edelfhof (Gemeinde Zwettl, Bezirk Zwettl, Niederösterreich) bei unterschiedlicher Schnitthäufigkeit (Datenquelle: LFZ-Projekt 100080, 2002-2008)*

Parameter	Düngung	Einheit	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Mittelwert
<i>Trockenmasse-Bruttoertrag</i>										
2 Schnitte	Biogasgülle	dt/ha	63,0 <sup>bc</sup>	53,4 <sup>b</sup>	84,2 <sup>c</sup>	68,0 <sup>bc</sup>	76,0 <sup>bc</sup>	25,8 <sup>a</sup>	85,7 <sup>c</sup>	<b>65,1</b>
3 Schnitte	Biogasgülle	dt/ha	130,5 <sup>e</sup>	37,3 <sup>ab</sup>	77,5 <sup>cd</sup>	60,3 <sup>abc</sup>	69,0 <sup>bcd</sup>	29,2 <sup>a</sup>	103,5 <sup>de</sup>	<b>72,5</b>
4 Schnitte	Biogasgülle	dt/ha	154,8 <sup>e</sup>	36,5 <sup>ab</sup>	74,1 <sup>cd</sup>	55,8 <sup>bc</sup>	53,2 <sup>bc</sup>	23,4 <sup>a</sup>	82,3 <sup>d</sup>	<b>68,6</b>
<i>Rohprotein-Bruttoertrag</i>										
2 Schnitte	Biogasgülle	kg/ha	747 <sup>b</sup>	591 <sup>b</sup>	962 <sup>c</sup>	-	682 <sup>b</sup>	240 <sup>a</sup>	-	<b>644</b>
3 Schnitte	Biogasgülle	kg/ha	1643 <sup>c</sup>	534 <sup>ab</sup>	926 <sup>b</sup>	-	781 <sup>b</sup>	351 <sup>a</sup>	-	<b>847</b>
4 Schnitte	Biogasgülle	kg/ha	1283 <sup>d</sup>	515 <sup>ab</sup>	927 <sup>c</sup>	-	729 <sup>bc</sup>	319 <sup>a</sup>	-	<b>755</b>
<i>Energie-Bruttoertrag (NEL)</i>										
2 Schnitte	Biogasgülle	GJ/ha	26 <sup>a</sup>	23,1 <sup>a</sup>	35,3 <sup>a</sup>	-	-	-	-	<b>28,1</b>
3 Schnitte	Biogasgülle	GJ/ha	54,2 <sup>c</sup>	19,4 <sup>a</sup>	37,3 <sup>b</sup>	-	-	-	-	<b>36,9</b>
4 Schnitte	Biogasgülle	GJ/ha	57,5 <sup>c</sup>	19,8 <sup>a</sup>	40,9 <sup>b</sup>	-	-	-	-	<b>39,4</b>
<i>Klima in der Vegetationsperiode</i>										
Temperatur-Mittel (März bis Oktober)		° C	12,3	12,7	12,1	12,2	12,6	13,2	11,9	<b>12,4</b>
Niederschlag-Summe (März bis Oktober)		mm	845	425	532	675	611	641	406	<b>591</b>

Signifikante Differenz zwischen den Jahren bei P-Wert < 0,05 nach Testverfahren Bonferroni

klimatischen Veränderungen stabiler als vergleichsweise ein Drei- oder Vierschnittsystem. Viermähdige Wiesen sind durch intensivere Nutzung und Düngung erhöhtem Stress ausgesetzt, sie reagierten im Versuchsnetzwerk auf Wetterphasen mit erhöhter Temperatur und geringem Niederschlag mit deutlicheren Ertragsrückgängen.

Die beobachteten Wiesenbestände konnten nach aufgetretenen Ertragseinbußen und Schädigungen des Pflanzenbestandes durch Trockenheit im Folgejahr wieder ansprechende Erträge bilden, wenn die Wettersituation günstig war.

Die Frage nach standortangepassten, optimalen Bewirtschaftungsintensitäten ist im Hinblick auf den Klimawandel und eine nachhaltige Grünlandwirtschaft in den heterogenen, teilweise sehr sensiblen österreichischen Grünlandräumen essentiell. Die Ableitung von optimalen Bewirtschaftungsintensitäten lässt sich allein durch den TM-Bruttoertrag nicht ganz zufriedenstellend herbeiführen. Die Einbindung von qualitativen (Rohprotein- und Energiegehalt) und ökologischen Faktoren (botanische Zusammensetzung, Wiesentyp) ist notwendig, um den Prinzipien der Nachhaltigkeit, Biodiversität, Ökonomie und Ökologie gerecht zu werden. Für die Forschung, die Beratung und natürlich auch für die Landwirte bleiben noch viele offene Fragen im Zusammenhang mit den Auswirkungen des Klimawandels auf das Grünland.

## 5. Danksagung

Das Grünland-Versuchsnetzwerk ist ein Projekt des BMLFUW, das ohne die engagierte Arbeit der beteiligten Landwirtschaftlichen Fachschulen nicht möglich gewesen wäre. An dieser Stelle sei ein herzlicher Dank an alle Projektmitarbeiter aus den Fachschulen und auch an die anstaltseigenen Mitarbeiter gerichtet, die seit dem Jahr 2002 viele Stunden mit hoher Motivation für die umfangreiche Datenerhebung investierten. Ein besonderer Dank geht auch an die Fachschuldirektoren, die dieses Projekt vorbildlich unterstützen.

## 6. Literatur

- BMLFUW, 2008: GRÜNER BERICHT 2008. Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft, Wien, 320 S
- BMLFUW, 2009: INVEKOS-Daten (Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem) des BMLFUW, LFRZ-Auswertung L010 bzw. L037, Jänner 2009
- BUCHGRABER, K., 1995: Standortgemäße und bestandesorientierte Düngung des österreichischen Dauergrünlandes. Alpenländisches Expertenforum „Düngung im Alpenländischen Grünland“, BAL Gumpenstein, 23-26
- BUCHGRABER, K., 1999: Nutzung und Konservierung des Grünlandfutters im Österreichischen Alpenraum. Veröffentlichung der BAL Gumpenstein, Heft 31, 117 S
- BUCHGRABER, K., 2000: Ertragspotentiale und Artenvielfalt auf Grünlandstandorten im Berggebiet. MaB-Forschungsbericht zum Thema „Das Grünland im Berggebiet Österreichs. Nutzung und Bewirtschaftung im Spannungsfeld von Vegetationsökologie und Sozioökonomik“. BAL Gumpenstein, Irnding, 22.-23.09.2000, S.181-189
- BUCHGRABER, K., L. GRUBER, A. PÖLLINGER, E.M. PÖTSCH, R. RESCH, W. STARZ und A. STEINWIDDER, 2008: Futterqualität aus dem Grünland ist wieder mehr wert. Der Fortschrittliche Landwirt, Sonderbeilage Info 5/2008, 16 S
- BUCHGRABER, K. und G. GINDL, 2004: Zeitgemäße Grünland-Bewirtschaftung. 2., völlig neu bearbeitete Auflage, Leopold Stocker Verlag, Graz, 192 S
- DIERSCHKE, H. und G. BRIEMLE, 2002: Kulturgrasland – Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, ISBN 3-8001-3816-6
- DIETL, W., 1994: Unsere Wiesen kennen. Landfreund Nr. 8
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer 7. erweiterte und überarbeitete Auflage. Herausgeber: Universität Hohenheim-Dokumentationsstelle, DLG-Verlag, Frankfurt/Main
- ELSÄSSER, M., 2009: Zur Zukunft des Grünlandes - Perspektiven für Praxis und Grünlandforschung. DLG-Grünlandtagung „Intensive Grünlandnutzung – Grundlage erfolgreicher Milchproduktion“, 1. Juli 2009 in Iden
- JILG, T. und G. BRIEMLE, 1993: Futterwert und Futterakzeptanz von Magerwiesen-Heu im Vergleich zu Fettwiesen-Heu. Natursch. Landschaftspfl. 25 (2), 64-68
- KALCHER, L., F. STURMLECHNER, C. FÜRST und M. MAYERHOFER, 2009: Die Österreichische Rinderzucht 2008. Rinderzucht Austria, Ausgabe 2009, Wien 30. April 2009, 171 S
- KROMP-KOLB, H., 2006: Neuere Erkenntnisse zum Globalen und Regionalen Klimawandel. Bericht über das 2. Klimaseminar zum Generalthema „Klimaforschung für die Grünlandwirtschaft“, Irnding /HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 19.01.2006, S. 1-7
- MEISTER, E. und J. LEHMANN, 1988: Nähr- und Mineralstoffgehalt von Wiesenkräutern aus verschiedenen Höhenlagen in Abhängigkeit vom Nutzungszeitpunkt. Schweiz. Landw. Forschung, Recherche agronom. en Suisse 26 (2)
- PÖTSCH, E.M., 1997: Auswirkungen langjähriger Wirtschafts- und Mineraldüngeranwendung auf Pflanzensoziologie, Ertrag, Futterinhaltsstoffe und Bodenkennwerte von Dauergrünland. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Universität für Bodenkultur, Wien, 116 S
- PÖTSCH, E.M., K. BUCHGRABER, A. BOHNER, M. GREIMEL und M. SOBOTIK, 1999: Utilization and cultivation of grassland in the upper Enns valley: Vegetation and ecological classification, aspects of plant production, internal resource flows, socioeconomics and case-studies of utilisation. Proceedings EUROMAB-Symposium for General Theme „Changing Agriculture and Landscape: Ecology, Management and Biodiversity Decline in Anthropogenous Mountain Grassland“. Vienna, 15.-19.09.1999, S.11-14
- PÖTSCH, E.M. und R. RESCH, 2005: Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Nährstoffgehalt von Grünlandfutter. Bericht über die 32. Viehwirtschaftliche Fachtagung zum Thema „Milchviehfütterung, Melkroboter, Züchtung, Ökonomie, Haltung. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 13.-14.04.2005, S. 1-14
- RESCH, R., 1999: Die Qualitätssicherung bei Verdaulichkeitsuntersuchungen am Beispiel der in vitro-Methode nach Tilley und Terry. Bericht über die Tagung der ALVA Fachgruppe Versuchswesen, Linz 25.-26. Mai 1999
- RESCH, R., T. GUGGENBERGER, G. WIEDNER, A. KASAL, K. WURM, L. GRUBER, F. RINGDORFER und K. BUCHGRABER,

- 2006a: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Der Fortschrittliche Landwirt, (24), Sonderbeilage, 20 S
- RESCH, R., E. SCHWAB und E. SCHWAIGER, 2006b: Erträge, Futterqualitäten, Bodenzustand und botanische Zusammensetzung bei unterschiedlicher Düngung und Nutzung auf 27 Versuchsstandorten in Österreich. Bericht über das 2. Klimaseminar zum Generalthema „Klimaforschung für die Grünlandwirtschaft“, Irdning / HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 19.01.2006, S. 15-28 und 85-255
- SCHAUMBERGER, A., 2005: Ertragsanalyse im österreichischen Grünland mittels GIS unter besonderer Berücksichtigung klimatischer Veränderungen. Veröffentlichungen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Heft 42, 66 S
- TILLEY, J.M.A and R.A. TERRY, 1963: A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18, 104 - 111
- WIEDNER, G., T. GUGGENBERGER und H. FACHBERGER, 2001: Futterwerttabelle der Österreichischen Grundfuttermittel. Niederösterreichische Landeslandwirtschaftskammer
- VOIGTLÄNDER, G. und H. JACOB, 1987: Grünlandwirtschaft und Futterbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, ISBN 3-8001-3071-8