

Zwischenbericht

DaFNE-Projekt 101309 DW-NET4

Langzeitauswirkungen differenzierter Bewirtschaftungsintensität von
Dauerwiesen unter besonderer Berücksichtigung ökonomischer und
ökologischer Effekte



Zwischenbericht

DaFNE-Projekt 101309 DW-NET4

Langzeitauswirkungen differenzierter Bewirtschaftungsintensität von
Dauerwiesen unter besonderer Berücksichtigung ökonomischer und
ökologischer Effekte

Irdning-Donnersbachtal, 2021

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:
HBLFA Raumberg-Gumpenstein
Landwirtschaft
Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal
raumberg-gumpenstein.at

Autorinnen und Autoren: Ing. Reinhard Resch
Gesamtumsetzung: Ing. Reinhard Resch
Fotonachweis: Ing. Reinhard Resch



Irdning-Donnersbachtal, Stand: 14. Jänner 2021

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundeskanzleramtes und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtssprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at.

Inhalt

Einleitung.....	5
Material und Methoden	7
Versuchsdesign und Standortbeschreibung	8
Versuchsdüngung.....	9
Datenbasis	10
Statistische Auswertung	10
Ergebnisse und Diskussion	11
TM-Bruttoertrag von Dauerwiesen	11
Zweischnitt-Nutzungssystem	12
Dreischnitt-Nutzungssystem	14
Vierschnitt-Nutzungssystem.....	16
Fünfschnitt-Nutzungssystem.....	18
Effekt des Klimas auf den TM-Bruttoertrag.....	20
Qualitätsertrag auf Dauerwiesen	21
Proteinерtrag	21
Ertrag an verdaulicher organischer Masse und Energie	23
Entwicklung des Pflanzenbestandes von Dauerwiesen	25
Gräseranteil	26
Leguminosenanteil	28
Kräuteranteil	30
Schlussfolgerungen und Ausblick.....	31
Danksagung	32
Zusammenfassung.....	33
Summary.....	34
Tabellenverzeichnis.....	35
Abbildungsverzeichnis	36
Literatur.....	38

Abkürzungen	40
Anhang	41

Einleitung

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. In der nachhaltigen Grünlandwirtschaft ist nach Buchgraber und Gindl (2004) die Erhaltung des „natürlichen Ertragspotenzials“ durch kreislaufbezogene Düngung und Nutzung des Pflanzenbestandes von Bedeutung. Die dem Standort angepasste Bewirtschaftungsintensität wird 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. Dietl (1994) forderte 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 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.

Die durchschnittliche Milchleistung der österreichischen Kontrollkühe hat nach Kalcher und Stegfellner (2019) aufgrund der Leistungszucht von 4.883 kg im Jahr 1990 auf 7.792 kg im Jahr 2019 zugenommen, das entspricht einer jährlichen Leistungserhöhung von 97 kg Milch pro Kuh bzw. die Einzeltierleistungen sind seit 1990 im Durchschnitt um 60 % 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 Österreich stellt das wirtschaftseigene Dauergrünland die wichtigste Grundfutterbasis für die viehhaltenden Betriebe dar. Die flächenmäßige Bedeutung der zwei- und mehrmähdigen Dauergrünlandflächen geht aus dem Grünen Bericht (BMLRT 2020)

hervor, wo unter Einbeziehung der Almen und Bergmäherflächen rund 50 % der Dauergrünlandflächen auf diese Grünlandnutzungsform entfallen.

Hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels und dessen Folgen 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. Die Auswirkungen des Klimas sind Gegenstand umfangreicher Untersuchungen in R-G (Schaumberger et al. 2019) oder in Deutschland (Taube 2009) und werden auch in den nachfolgenden Ausführungen des Zwischenberichtes zum Forschungsprojekt DW-NET4 beleuchtet, da sich nach Gobiet (2019) die Häufigkeit von Dürreereignissen im Sommer zunehmen wird.

Die Entwicklung der Flächenanteile des wirtschaftlich genutzten Dauergrünlandes in den einzelnen Bundesländern seit dem Jahr 2010 zeigt laut Grüner Bericht (BMLRT 2020), dass knapp 80.000 ha an wirtschaftlich genutzten Grünlandflächen verloren gingen, das entspricht einer Abnahme um fast neun Prozent. Elsässer (2009) spricht von einer Abnahme der gesamten Grünlandfläche in Deutschland von sieben Prozent in 10 Jahren und führt diese auf abnehmende Milchkuhzahlen und der Forderung nach höchsten Energiedichten im Futter zurück.

Im Forschungsprojekt „Langzeitauswirkungen differenzierter Bewirtschaftungsintensität von Dauerwiesen unter besonderer Berücksichtigung ökonomischer und ökologischer Effekte“ der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (R-G) werden die Folgen unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensitäten im Wirtschaftsgrünland auf verschiedenen in Österreich verteilten Standorten untersucht und im nachstehenden Zwischenbericht werden Teilergebnisse vorgestellt.

Material und Methoden

In Österreich wurde im Jahr 2002 im Zuge des Forschungsprojektes „Entwicklung eines Modells für die konkrete Ermittlung von Trockenschäden in den einzelnen Grünlandregionen Österreichs“ (DaFNE-Projekt 10143, Laufzeit 2002-2005) ein Grünland-Versuchsnetzwerk, das insgesamt 27 Versuchsstandorte umfasste (Abbildung 1), aufgebaut. Dieses in Österreich einzigartige Versuchsnetzwerk für Dauergrünland wurde unter folgenden Projekten fortgeführt: „Stoffflüsse, Futtererträge und Biodiversität bei differenzierter Grünlandbewirtschaftung in Österreich“ (DaFNE-Projekt 100080, Laufzeit 2006-2011), „Bewertungskriterien für eine standortangepasste und produktionsorientierte Bewirtschaftungsintensität von Dauerwiesenbeständen in Österreich“ (DaFNE-Projekt 100844, Laufzeit 2012-2017) und dem aktuellen DaFNE-Projekt 101309 „Langzeitauswirkungen differenzierter Bewirtschaftungsintensität von Dauerwiesen unter besonderer Berücksichtigung ökonomischer und ökologischer Effekte“.



Abbildung 1: Versuchsstandorte im DaFNE-Projekt 101309 (2002-2019)

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 bis zu 27 Versuchsstandorten der Vegetationsperioden 2002 bis 2019 zur Verfügung.

Versuchsdesign und Standortbeschreibung

Das Versuchsdesign ist ein lateinisches Quadrat mit 3 Varianten mal 3 Wiederholungen (Parzellengröße $4 \times 4 = 16 \text{ m}^2$). Die Versuchsvarianten unterscheiden sich in der Schnitthäufigkeit (1 – zwei Schnitte, 2 – drei Schnitte, 3 – vier Schnitte jährlich) und der Düngungsintensität, sodass für jeden Standort unterschiedliche Bewirtschaftungsintensitäten auf Grünland untersucht werden können. In Pyhra gab es zusätzlich eine Fünfschnittvariante.

Die Auswahl der Versuchsstandorte nahm auf die heterogenen Verhältnisse der österreichischen Grünlandregionen Rücksicht. In Tabelle 1 ist ersichtlich, dass sowohl die Streubreite der mittleren Temperatur, der Niederschlagssumme sowie der Seehöhenlage einen starken Gradienten in ausgewählten Standortparametern aufweisen. Die hohe klimatische Streuung der Standorte war Grundlage für die Erstellung von 4 Klimagruppen (Cluster) für Auswertungen des Klimaeinflusses auf Parameter der Dauerwiesen.

Tabelle 1: Langjährige Jahresmittelwerte von Temperatur und Niederschlag sowie Seehöhe und Boden-Grunduntersuchung der 27 Versuchsstandorte aus dem Grünland-Versuchsnetzwerk

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

Versuchsdüngung

Das Düngungsregime des jeweiligen Versuchsbetriebes entschied darüber, ob das Gülle- oder Stallmist/Jauche-System angewendet wurde (Tabelle 2). Vier Standorte von R-G (Gumpenstein, Kobenz, Piber und Winklhof) wendeten beide Düngungssysteme in einer erweiterten Versuchsanlage mit insgesamt sechs Varianten an. Die Düngungsintensität ausgedrückt in RGVE (Raufutterverzehende Großvieheinheit mit einem Lebendgewicht von 500 kg) je Hektar betrug für die Zweischmittflächen 0,9 RGVE/ha (13,5 m³ Gülle/ha und Jahr bzw. 10 t Stallmist + 4 m³ Jauche), für die Dreischmittflächen 1,4 RGVE/ha (21 m³ Gülle/ha und Jahr bzw. 15,3 t Stallmist + 5,7 m³ Jauche) und für die Vierschnittflächen 2,0 RGVE/ha (30 m³ Gülle/ha und Jahr + 50 kg min. N bzw. 22 t Stallmist + 8,2 m³ 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.

Tabelle 2: Wirtschaftsweise und verwendete Wirtschaftsdünger der 27 Versuchsstandorte aus dem Grünland-Versuchsnetzwerk (LFZ-Projekt 100080, 2002-2011)

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

Datenbasis

Von insgesamt 27 Standorten des Grünland-Versuchsnetzwerkes stehen Trockenmasse-Ertragsdaten der Jahre 2002 bis 2019 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 (2000) als Ernteertrag bezeichnet, in dieser Arbeit wird vom TM-Bruttoertrag gesprochen werden.

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 2018 vor. Die Weender Nährstoffanalyse wurde im R-G Labor mittels einer VDLUFA-Standardanalysenmethoden (VDLUFA 2007) durchgeführt. Die Gehalte der Mengen- und Spurenelemente wurden mittels ICP gemessen. 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.

Statistische Auswertung

Die mehrfaktorielle Auswertung und die Varianzkomponentenanalyse der Daten erfolgte mit der Software Statgraphics Centurion XVII (Version 17.1.08), die deskriptiven Analysen wurden mit IBM SPSS Statistics 25.0 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.

Ergebnisse und Diskussion

TM-Bruttoertrag von Dauerwiesen

In Österreich ist die Ertragslage von Grünlandstandorten für den wirtschaftlichen Erfolg eines viehhaltenden Betriebes sehr wichtig, weil die Wiederkäuerrationen zum Großteil auf Grünlandfutter basieren. Die Frage, welchen Einfluss Standort, das Wirtschaftsjahr mit seinen wettermäßigen Eigenheiten und die Bewirtschaftungsintensität auf den Ertrag ausüben, ist für den Landwirt bedeutsam. Das wirtschaftseigene Grundfutter soll eine weitreichende quantitative und qualitative Unabhängigkeit sicherstellen.

Die Erträge des österreichischen Grünlandes schätzte 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. In Abhängigkeit der Seehöhe und Nutzungsform ergaben sich für Grünlanderträge im österreichischen Berggebiet nach Pötsch et al. (1999) zwischen 38 bis 110 dt TM/ha und Jahr. Im laufenden Forschungsprojekt konnten nach insgesamt 18 ausgewerteten Versuchsjahren Bruttoerträge an Trockenmasse zwischen 11,8 und 209,0 dt/ha und Jahr festgestellt werden. Abgesehen von den extremen Beobachtungen zeigte die mittlere Standardabweichung aller Standorte TM-Erträge zwischen 48,2 und 108,7 dt/ha und Jahr. Die Größenordnungen liegen somit im Rahmen.

Tabelle 3: Varianzkomponentenanalyse für TM-Bruttoertrag von Dauerwiesen (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Bezugsquelle	Summen- quadrate	Freiheits- grade	Mittelwert- quadrate	Varianz- komponente	Prozent
Standort	720557	26	27713,7	162,233	25,3
Jahr	1158530	357	3245,19	244,903	38,1
Bewirtschaftungsintensität	463580	774	598,941	141,586	22,0
Reststreuung	278903	2979	93,6231	93,6231	14,6
Total (korrigiert)	2621570	4136			

Die unterschiedlichen Klimabedingungen in den 18 Versuchsjahren führten in der Varianzkomponentenanalyse zu einem starken Effekt des wettermäßigen Jahresverlaufes auf den TM-Ertrag (Tabelle 3). Dafür waren wahrscheinlich die Trockenjahre 2003, 2007, 2017 bis 2019 hauptverantwortlich. Deutlich geringer, aber dennoch maßgeblich war der Einfluss des Standortes. Mit 22 % Anteil an der Varianz der TM-Erträge war schließlich die Bewirtschaftungsintensität beteiligt. Die Reststreuung von ~15 % konnte mit den 3 verwendeten Faktoren nicht erklärt werden.

Tabelle 4: GLM-Modell für TM-Bruttoertrag von Dauerwiesen in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsintensität (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Bezugsquelle	Summen- quadrate	Freiheits- grade	Mittelwert- quadrate	F-Wert	P-Wert
Standort	740224	26	28470,2	72,86	0,0000
Jahr	172537	17	10149,2	25,97	0,0000
Bewirtschaftungsintensität	75610,3	2	37805,1	96,75	0,0000
Jahr x Bewirtschaftungsintensität	34675,4	34	1019,86	2,61	0,0000
Residuen	1568900	4015	390,759		
Total (korrigiert)	2582720	4094			

$R^2 = 39,3 \%$

R^2 (adjustiert für Freiheitsgrade) = 38,1 %

Residual-Standardabweichung = 19,8 dt

Mittlerer Schätzfehler = 14,9 dt

In Tabelle 4 ist als Ergebnis des Linearen Modells (GLM) für den TM-Bruttoertrag so zu interpretieren, dass ein hoch signifikanter Einfluss ($P\text{-Wert} < 0,01$) durch die Faktoren Standort, Versuchsjahr und Bewirtschaftungsintensität nachgewiesen werden konnte. Ebenso hoch signifikant war die Wechselwirkung zwischen Jahr und Bewirtschaftungsintensität zu bewerten, d.h. dass sich die Ertragsdifferenzen in den Jahren abhängig von der Bewirtschaftungsintensität unterscheiden konnten. Die Erklärung der Varianz war aufgrund der extremen Jahre von 2016 bis 2019 im Vergleich zu früheren Untersuchungen geringer.

Zweischnitt-Nutzungssystem

Dieses Schnittsystem wurde etwa bis in die 1970er Jahre als „Landesübliche Nutzung“ charakterisiert. Heute zählt die Zweischchnittnutzung, mit Ausnahme von Höhenlagen über 1.000 m Seehöhe, zur extensiven Grünlandnutzung. Der Flächenanteil dieser Nutzungsart wird in Österreich laut Grüner Bericht (BMLRT, 2020) mit 212.347 ha für das Jahr 2019 beziffert. Innerhalb von 10 Jahren verzeichnete dieses System einen empfindlichen Rückgang von ca. 50.000 ha LN in Österreich.

Der mittlere TM-Bruttoertrag von zweischnittigem Dauergrünland mit 0,9 GVE/ha betrug nach 18 Versuchsjahren **71,4 dt/ha** und Jahr und entspricht einem „Normalertrag“. Gegenüber diesem Normalertrag traten bis zu 35 % geringere oder rund 30 % höhere Standortmittelwerte an TM-Bruttoerträgen auf (Tabelle 5). Der Einfluss des Standortes war somit auch in absoluten und relativen Zahlen sehr ausgeprägt. Die Ertragsvariabilität, gemessen an der Standardabweichung auf den jeweiligen Standorten lag zwischen +/- 8 und über +/- 30 dt/ha im Vergleich zum Mittelwert, d.h. es gab Standorte, die weniger (z.B. St. Johann/Tirol) oder sehr stark auf Wettereinflüsse reagierten (Hohenems).

Tabelle 5: Deskriptive Statistik der TM-Bruttoerträge bei zweischnittiger Grünlandnutzung in Abhängigkeit von Standort und Extremjahr (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Standort	2003*	2016**	$\bar{x}$	sd	Min.	Max.	Spannweite	Abweichung zum Gesamtmittel
	TM-Bruttoertrag [dt/ha u. Jahr]							[%]
Hofgastein			46,1	9,0	36,6	56,6	19,9	-35,5
Kirchberg/Walde	24,2	65,6	46,9	11,0	22,4	70,3	47,9	-34,4
Freistadt	24,4		48,1	11,1	20,2	65,8	45,6	-32,6
Güssing	36,4	68,9	51,7	20,8	15,8	94,6	78,8	-27,6
Hohenlehen	58,2	74,4	51,8	14,0	11,8	78,2	66,3	-27,4
Piber	18,5	60,3	52,0	16,5	14,2	87,6	73,4	-27,1
Edelhof	53,4	74,5	56,7	25,0	14,2	105,0	90,8	-20,6
Stiegerhof	74,9		65,5	16,1	47,0	123,3	76,2	-8,2
Lienz	62,8		65,7	10,4	47,3	85,0	37,6	-8,0
Pyhra	39,0	94,2	65,8	20,0	30,8	104,1	73,3	-7,8
Altmünster	60,2	98,9	67,7	18,6	19,9	101,9	82,0	-5,1
Warth	38,5	98,0	68,5	20,1	14,3	121,2	106,9	-4,1
Hohenems	38,0	46,2	69,4	28,9	32,0	163,1	131,1	-2,8
Imst	51,3	80,6	71,1	22,1	31,9	126,3	94,4	-0,4
St. Johann/Tirol		81,3	73,2	8,1	54,2	88,7	34,5	2,5
Tullnerbach	61,3		75,2	16,5	51,8	106,5	54,7	5,3
Gießhübl	68,2	110,3	75,2	19,5	34,2	117,0	82,8	5,4
Burghausen	62,6		78,3	18,2	52,6	116,2	63,6	9,7
St. Andrä	71,5	77,2	78,5	20,0	38,1	130,1	92,0	9,9
Kobenz	65,7	92,1	79,6	15,0	43,8	127,2	83,4	11,5
Gumpenstein	91,7	89,4	79,9	13,3	47,4	116,9	69,5	11,9
Rotholz			84,9	19,4	53,5	111,5	58,0	18,9
Litzlhof	81,7	104,9	85,8	19,0	58,1	152,5	94,4	20,2
Schlierbach	46,3		86,9	33,1	42,5	122,5	80,0	21,8
Tamsweg	70,3	110,4	88,1	20,9	46,9	137,7	90,8	23,4
Winklhof	107,7	119,4	91,3	20,8	38,6	137,3	98,6	27,9
Hatzendorf	71,1	88,9	92,5	19,1	57,0	137,5	80,5	29,5
Gesamtergebnis	59,3	86,8	71,4	23,1	11,8	163,1	151,2	
Abweichung zum Gesamtmittel [%]	-16,9	21,6	100,0					

Der negativste Effekt eines Jahreswetterverlaufes auf den TM-Bruttoertrag von Zweischnittwiesen war im Trockenjahr 2003 festzustellen. Der Verlust eines ganzen Ernteaufwuchses trat aufgrund von klimabedingten Einflüssen im Zweischnittsystem allerdings nicht auf. Das mittlere Defizit gegenüber dem Normaljahr-Mittelwert betrug 16,9 %. In diesem Jahr wiesen 7 Standorte den schlechtesten TM-Ertrag in der Messgeschichte auf. Standort Piber verzeichnete 2003 beinahe 65 % weniger Ertrag als im Normaljahr. Das bisher größte Ertragsdefizit trat am Standort Hohenlehen im Jahr 2004 mit -70 % auf (Anhang Tabelle 8). Auf der anderen Seite konnten im Versuchsjahr 2016 mit 86,8 dt TM/ha im Durchschnitt um 21,6 % mehr TM-Ertrag als im Normaljahr eingefahren werden. Gleich 6 Standorte zeigten in diesem Jahr den Maximalertrag in deren Messhistorie (Tabelle 5). In Hohenems wurde der Normalertrag im Jahr 2008 mit 139,0 dt TM/ha sogar verdoppelt.

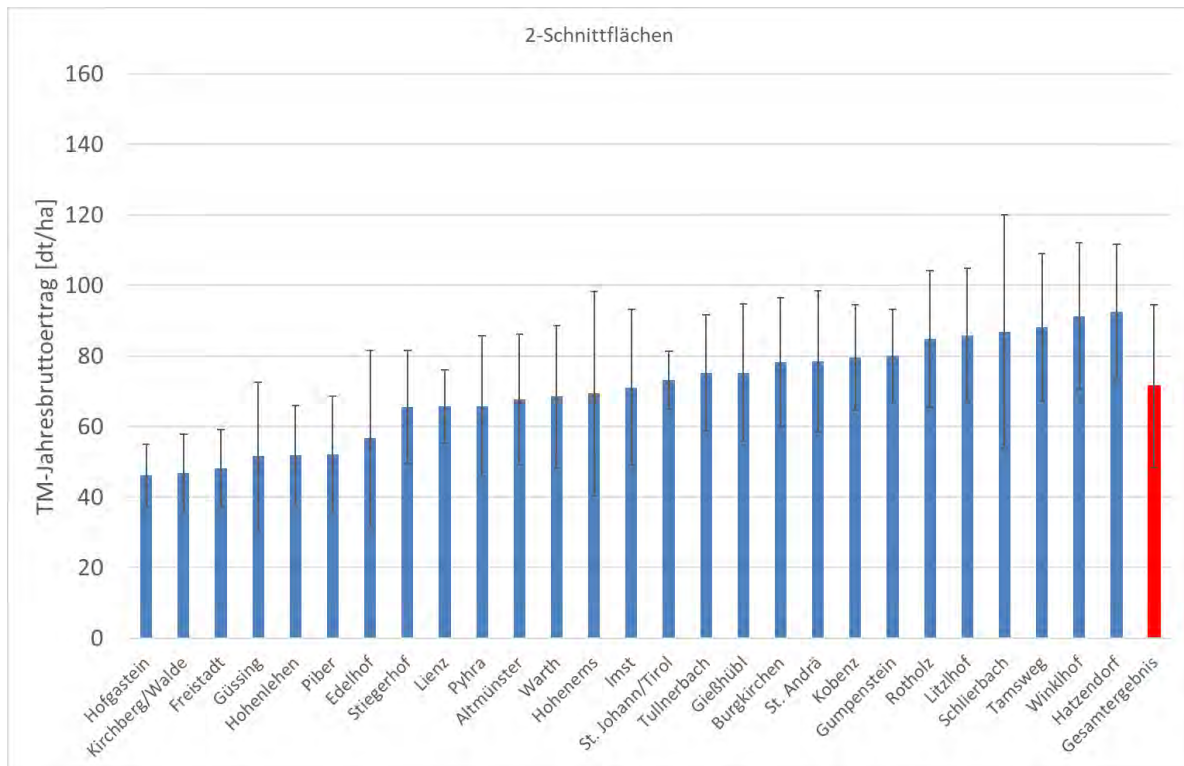


Abbildung 2: Mittlere TM-Bruttoerträge und Ertragsvariabilität bei zweischnittiger Grünlandnutzung in Abhängigkeit von Standort und Versuchsjahr (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Dreischnitt-Nutzungssystem

Dreischnittflächen werden in der österreichischen Agrarstatistik flächenmäßig nicht separat aufgeführt, sie sind ein Teil der mehrmähdigen Grünlandflächen. Deren Gesamtfläche betrug 2019 insgesamt 495.126 ha LN (BMLRT 2020). In den Grünlandgunstlagen bis 600 m Seehöhe wird dieses System, begünstigt durch den Klimawandel, mehr und mehr vom Vier- bis Fünfschnittsystem abgelöst. In den Regionen mit mäßigen Ertragslagen und Seehöhen zwischen 800 bis 1.200 m nahm die Bedeutung in den letzten 20 Jahren aufgrund der Silowirtschaft, Klimawandel und der Verbesserung der Grundfutterqualität durch vorgezogene Schnitttermine zu. Die Düngungsintensität entsprach mit einer Besatzdichte von 1,4 RGVE/ha den Vorgaben der Richtlinien für die Sachgerechte Düngung (BMLFUW 2017).

Die TM-Bruttoerträge von dreischnittigen Dauerwiesen betrugen im Forschungsprojekt im Durchschnitt **75,7 dt TM/ha** und Jahr (Tabelle 6). Der TM-Normalertrag lag somit um 4,3 dt bzw. um 6 % höher als jener der Zweischnittflächen. Der multiple Mittelwertvergleich ergab einen hoch signifikanten Unterschied (P-Wert < 0,01) für diese Differenz. Die Standardabweichung des Normalertrages betrug +/- 24,5 dt TM/ha und war damit beinahe so hoch als die niedrigsten/höchsten mittleren Standorterträge. Der Normalertrag vom Standort

Schlierbach (115,6 dt/ha) muss hier in Frage gestellt werden, weil nur 3 Versuchsjahre vorliegen. Zwischen dem niedrigsten Normertrag des Standortes Kirchberg/Walde (Stmk) und Burgkirchen (OÖ) liegen beinahe 100 % Differenz, d.h. auch im Dreischnittsystem war ein ausgeprägter Einfluss des Standortes auf den TM-Ertrag feststellbar. Der mittlere Wettereinfluss der Versuchsjahre lag bei diesem Regime zwischen 10,8 und 40,8 dt TM/ha (Standardabweichung) und damit etwas größer als bei Zweischnittnutzung (Tabelle 6). Das Extremjahr mit den höchsten mittleren Defiziten wurde 2003 mit -13,3 % gegenüber dem Normalertrag verzeichnet. Auf insgesamt fünf Feldversuchen trat 2003 der stärkste Ertragsrückgang auf, darunter Piber mit 63 % Minderertrag. Im Trockenjahr 2003 fiel an stark hitzegeschädigten Standorten die Ernte vom 2. Aufwuchs fast zur Gänze aus.

Tabelle 6: Deskriptive Statistik der TM-Bruttoerträge bei dreischnittiger Grünlandnutzung in Abhängigkeit von Standort und Extremjahr (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Standort	2003*	2016**	$\bar{x}$	sd	Min.	Max.	Spannweite	Abweichung zum Mittelwert
TM-Bruttoertrag [dt/ha u. Jahr]								[%]
Kirchberg/Walde	30,5	43,4	52,2	13,1	25,9	80,9	55,0	-31,1
Freistadt	34,8		52,6	13,2	29,0	84,3	55,3	-30,6
Güssing	30,9	70,9	54,2	21,0	21,1	94,0	72,9	-28,4
Piber	21,0	60,9	56,9	19,6	16,4	111,2	94,8	-24,9
Hohenlehen	67,1	74,1	59,0	12,6	36,8	91,9	55,1	-22,0
Edelhof	37,3	86,8	63,1	29,8	17,4	151,5	134,1	-16,7
Hofgastein			63,8	7,3	54,3	73,2	18,9	-15,7
Pyhra	46,1	90,6	66,7	21,3	23,5	106,5	83,0	-11,9
Imst	50,9	85,5	68,9	19,0	33,6	116,0	82,3	-8,9
St. Johann/Tirol		78,9	69,4	10,8	49,4	97,5	48,1	-8,3
Altmünster	65,2	82,1	72,7	16,2	41,7	121,0	79,3	-3,9
Tullnerbach	56,9		75,7	15,8	51,4	99,9	48,5	0,0
Gumpenstein	84,9	72,5	76,3	13,9	42,3	121,5	79,2	0,8
Stiegerhof	82,7		78,2	14,9	51,7	121,3	69,6	3,3
Winklhof	104,8	115,2	81,4	20,8	34,6	131,0	96,4	7,5
St. Andrä	86,6	76,3	82,5	23,3	40,1	129,5	89,4	8,9
Gießhübl	73,8	108,1	83,0	20,5	39,8	121,3	81,4	9,7
Litzlhof	97,4	110,4	83,9	20,9	42,3	124,7	82,4	10,8
Kobenz	78,2	88,1	85,5	17,6	52,7	130,4	77,7	12,9
Tamsweg	82,0	105,3	85,7	17,0	55,4	133,1	77,7	13,2
Warth	49,4	148,6	87,5	23,3	41,0	158,4	117,3	15,6
Hatzendorf	52,5	87,1	91,1	20,3	46,9	131,2	84,3	20,3
Lienz	74,6		94,9	30,3	52,9	164,5	111,6	25,3
Hohenems	54,5	79,2	97,5	40,8	41,2	193,9	152,8	28,9
Rotholz			99,0	15,0	68,7	118,5	49,8	30,7
Burgkirchen	81,0		100,3	21,4	62,1	135,6	73,5	32,5
Schlierbach	105,3		115,6	9,6	103,0	133,2	30,2	52,7
Gesamtergebnis	65,6	87,0	75,7	24,5	16,4	193,9	177,5	
Abweichung zum Gesamtmittel [%]	-13,3	14,9	100,0					

Im positiven Extremjahr 2016 konnte der Ertrag im Durchschnitt der Standorte um 14,9 % gesteigert werden, wobei auf zwei Standorten der höchste Ertrag seit Versuchsstart gemessen wurde. In Lienz konnte im Jahr 2008 eine Ertragssteigerung von 61 % gegenüber dem Normalertrag beobachtet werden (Anhang Tabelle 9).

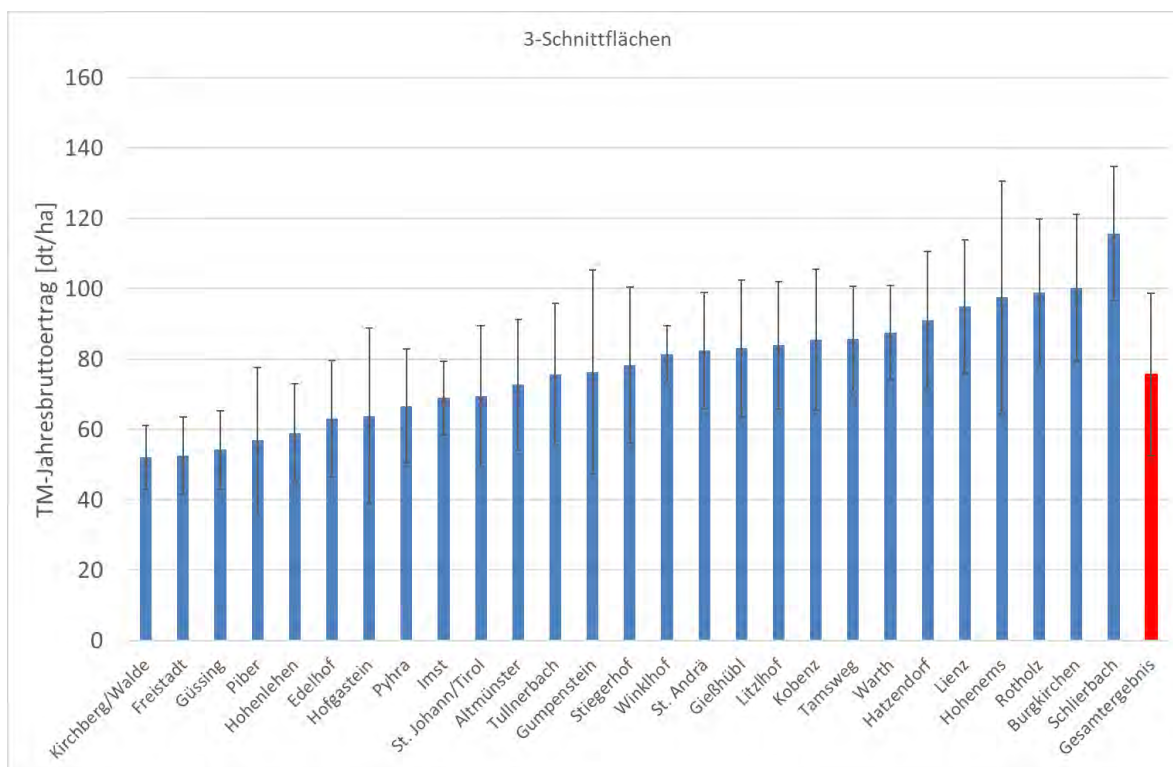


Abbildung 3: Mittlere TM-Bruttoerträge und Ertragsvariabilität bei zweischnittiger Grünlandnutzung in Abhängigkeit von Standort und Versuchsjahr (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Vierschnitt-Nutzungssystem

Die Etablierung von vierschnittigen Dauerwiesen ist eine Folgeerscheinung der klimabedingten Temperaturerhöhung in Kombination mit der Erhöhung der erntetechnischen Schlagkraft über die moderne Landtechnik und dem Streben nach besseren Futterqualitäten für Kühe mit hohen Milchleistungen. Zur Deckung des Nährstoffbedarfes werden 2,0 RGVE/ha an Besatzdichte benötigt, also mehr als doppelt so viel wie beim Zweischnittsystem.

Das Vierschnittregime ermöglichte durchschnittlich TM-Bruttoerträge von **82,1 dt/ha** (Normalertrag), das sind um 6,4 dt TM/ha und Jahr bzw. + 8,5 % mehr als beim Dreischnitt- und um 10,7 dt TM/ha und Jahr bzw. + 15 % mehr als beim Zweischnittsystem (Tabelle 7). Die Differenz des Vierschnittsystems zu den geringeren Nutzungsintensitäten war hoch signifikant

(P-Wert < 0,01). Die Mittelwerte der TM-Standortbruttoerträge lagen zwischen 55,6 und 111,0 dt/ha. Der Standort Schlierbach mit 118,4 dt TM/ha basiert nur auf 3 Versuchsjahren und ist daher als Normalertrag unsicher. Die Variabilität der TM-Erträge des Vierschnittsystems lag bezogen auf die Standorte zwischen +/- 10,9 und +/- 43,6 dt/ha, d.h. vergleichbar mit dem Dreischnittregime. Die große Streubreite der Variabilität der TM-Erträge zeugt von der Verschiedenheit der Standorte in Bezug auf Ertragssicherheit.

Tabelle 7: Deskriptive Statistik der TM-Bruttoerträge bei vierschnittiger Grünlandnutzung in Abhängigkeit von Standort und Extremjahr (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Standort	2003*	2016**	$\bar{x}$	sd	Min.	Max.	Spannweite	Abweichung zum Mittelwert
	TM-Bruttoertrag [dt/ha u. Jahr]							[%]
Kirchberg/Walde	26,6	51,5	55,6	13,7	24,9	78,1	53,2	-32,3
Freistadt	34,1		57,5	15,9	23,0	93,0	70,0	-30,0
Güssing	30,0	74,6	62,8	23,4	20,5	110,2	89,7	-23,5
Piber	25,6	82,0	62,8	20,3	18,5	112,4	93,9	-23,5
Imst	49,1	62,8	65,0	16,3	32,4	98,9	66,6	-20,8
Edelhof	36,5	86,7	65,5	30,4	20,5	162,1	141,6	-20,2
Hohenlehen	81,5	86,8	66,4	18,7	31,1	127,7	96,7	-19,1
Pyhra	48,4	106,0	75,2	28,4	30,6	134,3	103,7	-8,4
St. Johann/Tirol		87,4	76,3	10,9	58,2	110,0	51,8	-7,1
Hofgastein			76,7	5,2	70,1	83,2	13,1	-6,6
Lienz	66,0		78,9	13,0	57,7	108,0	50,3	-3,9
Altmünster	58,5	107,1	81,7	21,3	39,4	127,2	87,7	-0,5
Tamsweg	57,2	93,6	82,1	16,2	43,9	106,5	62,6	0,0
Tullnerbach	61,9		83,0	19,7	52,5	127,2	74,7	1,1
St. Andrä	79,2	75,8	84,6	20,1	52,2	127,5	75,3	3,1
Gumpenstein	90,6	102,6	85,7	14,6	52,4	125,1	72,7	4,3
Stiegerhof	114,8		89,3	27,6	55,0	137,6	82,5	8,8
Kobenz	77,7	92,8	89,4	19,5	54,7	141,7	87,0	8,9
Warth	59,2	157,0	90,3	23,8	43,2	174,6	131,4	9,9
Litzlhof	93,3	108,2	90,5	23,0	50,4	145,0	94,6	10,3
Winklhof	115,0	132,8	92,8	19,6	49,4	146,2	96,8	13,0
Hatzendorf	70,5	97,4	97,4	23,1	46,5	154,0	107,5	18,6
Rotholz			102,9	20,3	44,3	130,6	86,3	25,4
Gießhübl	109,4	122,1	103,4	26,3	44,8	181,3	136,4	25,9
Burgkirchen	84,8		108,5	29,5	58,4	156,8	98,5	32,2
Hohenems	70,9	90,0	111,0	43,6	50,7	209,0	158,3	35,2
Schlierbach	84,0		118,4	28,8	77,0	162,5	85,5	44,2
Gesamtergebnis	69,1	96,8	82,1	26,6	18,5	209,0	190,5	
Abweichung zum Gesamtmittel [%]	-15,9	18,0	100,0					

Extremjahre gegenüber Normaljahr (Mittelwert): * Defizit; ** Steigerung

Der Einfluss des Wetters als Ausdruck des Versuchsjahres auf den TM-Bruttoertrag war im Vierschnittsystem hoch signifikant (P-Wert < 0,01). Im Extremjahr 2003 kam es Ertragsdepressionen von -15,9 %. Auf 6 Standorten wurde in diesem Jahr der niedrigste TM-Ertrag der Messaufzeichnungen festgestellt (Tabelle 7). Die Standorte Güssing und Zwettl

wiesen hier mit 64 % die höchsten Ertragsverluste auf. In absoluten Zahlen war das Vierschnittsystem am stärksten von Defiziten durch extreme Wetterereignisse betroffen, weil in 18 Versuchsjahren 10 Jahre mit Einbußen gegenüber dem Normalertrag auftraten. Sommertrockenheit gefährdete im Vierschnittsystem im schlimmsten Fall die Ernte von zwei Aufwüchsen. Das positive Extremjahr 2016 brachte im Durchschnitt TM-Mehrerträge von 18 % im Vierschnittsystem. In Hohenems wurde im Jahr 2014 der höchste Ertrag mit 195,9 dt TM/ha gemessen.

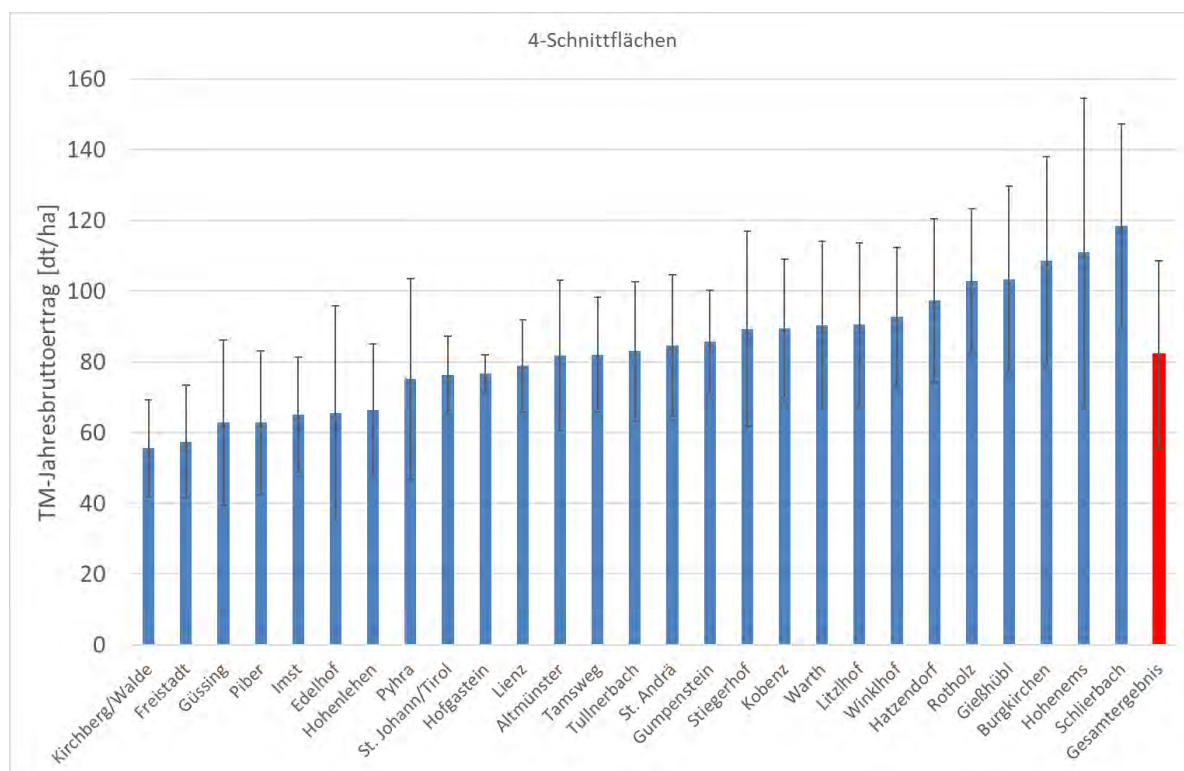


Abbildung 4: Mittlere TM-Bruttoerträge und Ertragsvariabilität bei vierschnittiger Grünlandnutzung in Abhängigkeit von Standort und Versuchsjahr (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Fünfschnitt-Nutzungssystem

Am Standort Pyhra (NÖ) wurde 2012 ein Fünfschnittsystem im Feldversuch installiert, um einen Vergleich zu sehr intensiver Grünlandbewirtschaftung zur Verfügung zu haben. In diesem Feldversuch traten keine signifikanten Differenzen zwischen Zwei- und Dreischnittnutzung auf. Bei intensiverer Nutzung/Düngung kam es zu einer deutlichen Ertragsverbesserung bei Vier- und bei Fünfschnittnutzung (Abbildung 5). Der Normalertrag bei

Fünfschnittnutzung beträgt für diesen Standort **99,2 dt TM/ha** und Jahr. Die Jahre 2017 bis 2019 waren auch hier von Sommertrockenheit und Defizit geprägt.

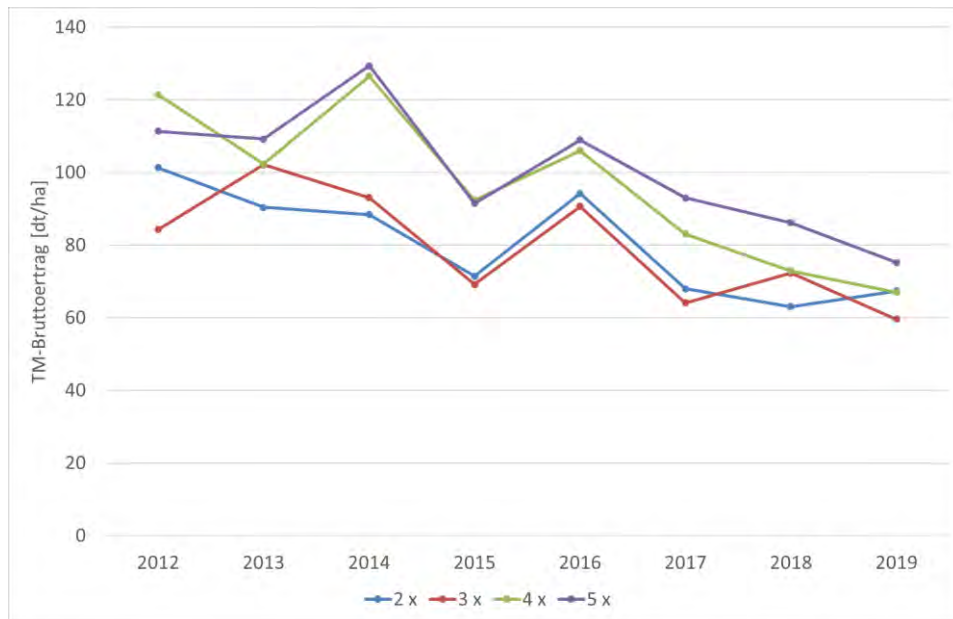


Abbildung 5: TM-Bruttoerträge bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität von Dauergrünland am Standort Pyhra (DaFNE-Projekt 101309, 2012-2019)



Abbildung 6: TM-Bruttoerträge bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität von Dauergrünland in Abhängigkeit der Versuchsjahre (DaFNE-Projekt 101309, 2012-2019)

Im Durchschnitt sämtlicher Feldversuche zeigte sich im linearen Trendverlauf eine leichte Zunahme im TM-Ertrag von Zweischnittflächen, eine Abnahme im Dreischnittsystem und gleichbleibende Erträge bei Vierschnittnutzung (Abbildung 6).

Effekt des Klimas auf den TM-Bruttoertrag

Die 27 Versuchsstandorte wurden in Abhängigkeit der langjährigen Mittelwerte von Lufttemperatur und Niederschlag in 4 klimatische Gruppen eingeteilt (Tabelle 1). Die Clusterbildung sollte klären inwieweit klimatische Verhältnisse das Ertragsgeschehen am Dauergrünland von Österreich allgemein beeinflussen. Anhand der ZAMG-Wetterdaten lässt sich zeigen (www.zamg.ac.at), dass sich im Verlauf von 2002 bis 2020 ein starker Trend zur Temperaturerhöhung bei gleichbleibenden jährlichen Niederschlagsmengen abzeichnete (Abbildung 7).

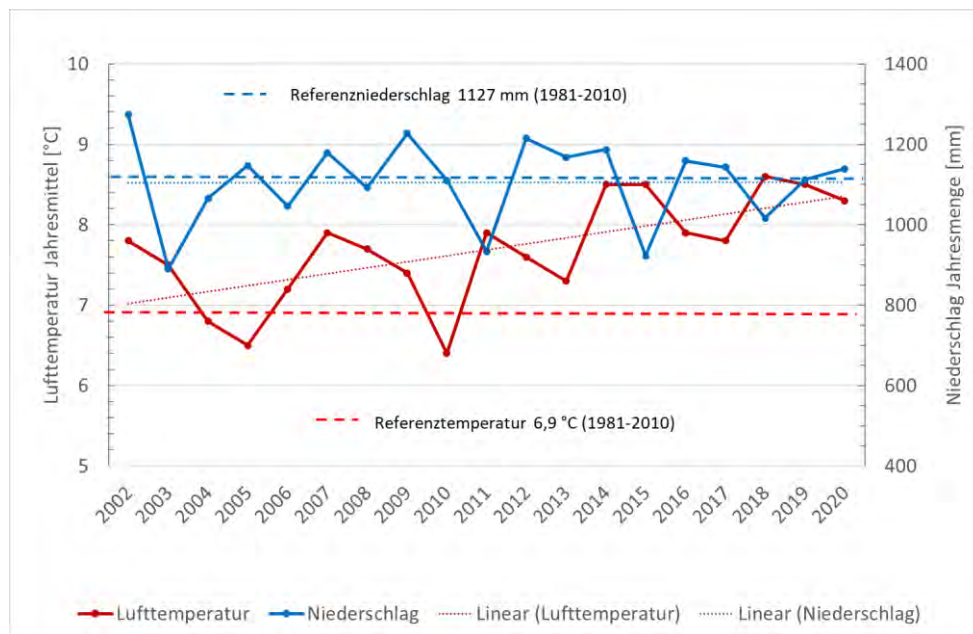


Abbildung 7: Entwicklung der Lufttemperaturen und Niederschläge in Österreich im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981-2010 (ZAMG 2002-2020)

Am Beispiel der Vierschnittnutzung zeigte sich, dass ein deutlicher Klimaeinfluss auf die Ertragsbildung vorhanden war (Abbildung 8). Im Vergleich zum Normalertrag von 82,1 dt TM/ha schnitt ein kühl/trockenes Klima ($< 8^{\circ}\text{C}$; < 1.000 mm Niederschlag) in 16 von 18 Jahren schlechter ab und brachte es im Durchschnitt nur auf 70 dt TM/ha. Der Ertragstrend wies hier ähnlich wie beim Temperaturtrend von Abbildung 8 nach oben. Dagegen stellte sich ein warm/feuchtes Klima ($> 8^{\circ}\text{C}$; > 1.000 mm Niederschlag) in 15 von 18 Versuchsjahren für Grünlanderträge prinzipiell als deutlich besser heraus. Mit einem Durchschnittsertrag von 97,9 dt TM/ha wies diese Gruppe um 19 % höhere TM-Erträge auf als der Normalertrag. Traten auf diesen Standorten Sommertrockenheit wie in den Jahren 2007, 2017 und 2018 auf, dann kam es allerdings auch hier zu deutlichen Ertragseinbußen. Die Erträge waren stagnierend, d.h. die Temperaturerhöhung wirkte sich nur dann positiv aus, wenn ausreichend Niederschlag vorhanden war. Die Klimagruppen kühl/feucht bzw. warm/trocken lagen im Durchschnittsertrag auf dem Niveau des Normalertrages. Bei kühl/feuchten Verhältnissen

waren in 13 von 18 Jahren leichte Defizite im Ertrag zu beobachten und der Ertragstrend zeigte nach unten. Unter warm/trockenen Bedingungen traten Ertragseinbußen in 8 von 18 Jahren im Vergleich zum Normalertrag auf und auch hier war ein fallender Ertragstrend auffällig.

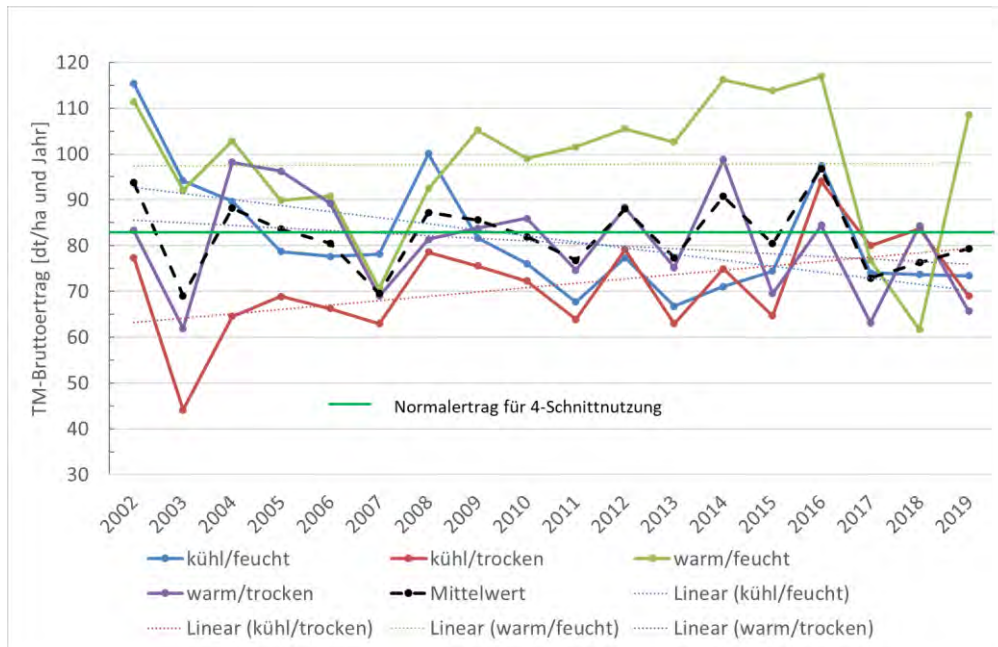


Abbildung 8: Einfluss des Klimas auf TM-Bruttoerträge von Dauergrünland bei 4-Schnittnutzung (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Qualitätsertrag auf Dauerwiesen

Für Pötsch (1997) könnte angesichts 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, zwischen 22.000 bis 50.000 MJ/ha bzw. 22 bis 50 GJ/ha und Jahr auf Dauerwiesen mit zwei- bis vier Schnittnutzungen erwartet werden. Energie resultiert hauptsächlich aus der Verdaulichkeit der organischen Masse (dOM), deswegen wird in den folgenden Auswertungen auch der dOM-Ertrag dargestellt. In punkto Qualitätsertrag muss neben der Energie aber auch das Rohprotein als Maßstab herangezogen werden, um die Abhängigkeit von externen Proteinquellen zu reduzieren.

Proteinерtrag

Am Beispiel des Proteinерtrages tritt der Qualitätseffekt der intensiveren Grünlandnutzung deutlich hervor (Abbildung 9). Im Durchschnitt konnten bei Vierschnittnutzung 1.054 kg XP/ha

vom Dauergrünland geerntet werden. Das entspricht 2.196 kg HP-Sojaextraktionsschrot mit 48 % XP.

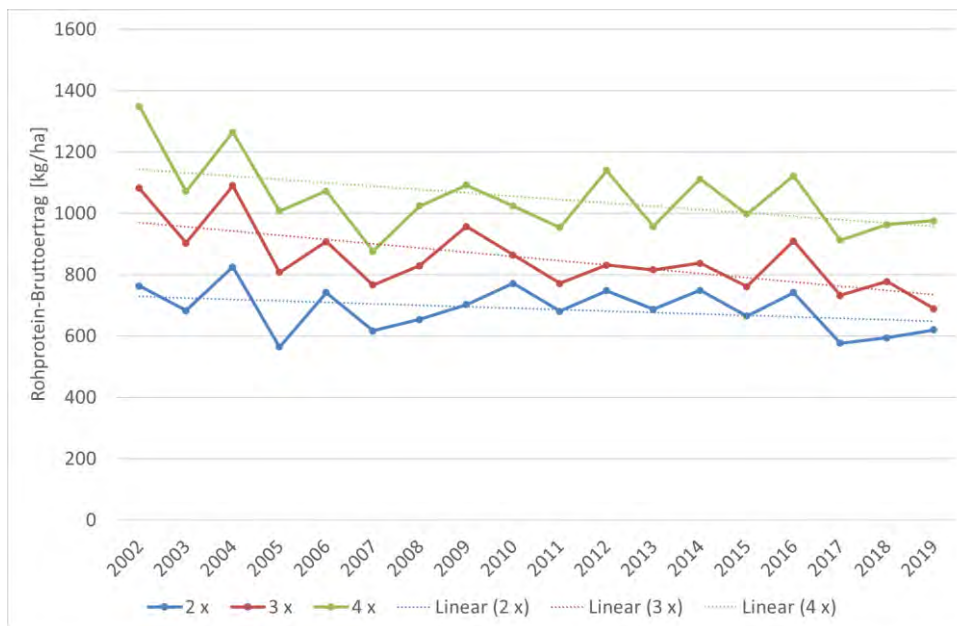


Abbildung 9: Einfluss der Bewirtschaftungsintensität auf Protein-Bruttoerträge von Dauergrünland in Abhängigkeit der Versuchsjahre (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

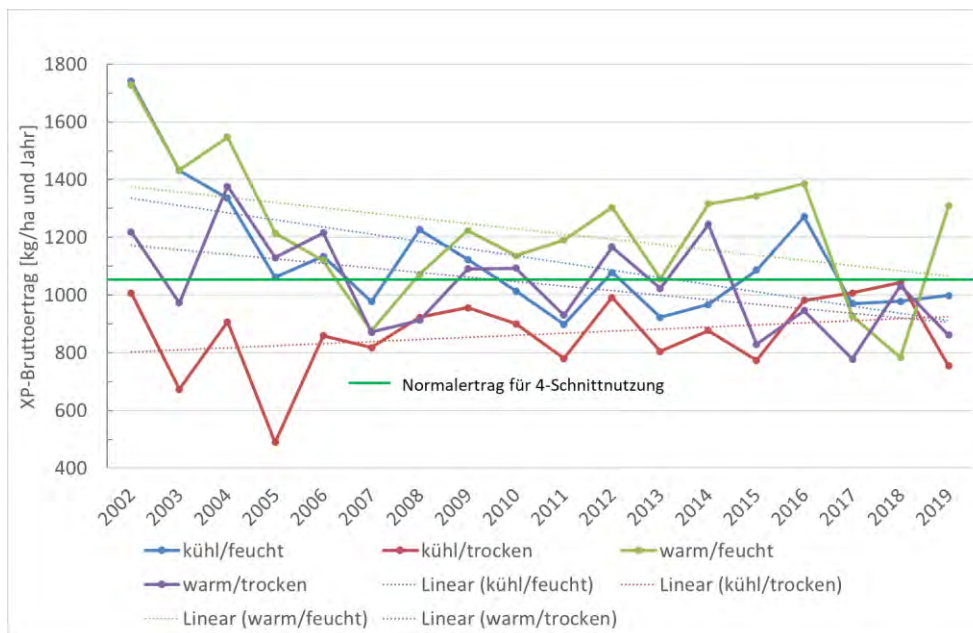


Abbildung 10: Einfluss des Klimas auf Rohprotein-Bruttoerträge von Dauergrünland bei 4-Schnittnutzung (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Bei Dreischnittnutzung fällt die jährliche XP-Ernte mit 859 kg um 19 % geringer aus. Die extensive Zweischnittnutzung erzielte im Durchschnitt nur 694 kg XP/ha und Jahr, d.h. um ~35

% weniger Proteinерtrag. Am Standort Pyhra brachte das Fünfschnittregime im Mittel 1.423 kg XP/ha. Beachtenswert war der Umstand, dass sich unabhängig von der Bewirtschaftungsintensität fallende Trends im Proteinерtrag abzeichneten (Abbildung 9). Dieser Umstand weist auf leicht sinkende Rohproteingehalte hin, welche durch Auswertungen von Praxisproben im Futtermittellabor Rosenau bestätigt werden konnten. Der Einfluss des Klimas auf Rohprotein zeigte in der Clusteranalyse, dass sich die fallenden Trends auch im Rohproteinерtrag mit Ausnahme von kühl/trockenen Verhältnissen ergaben. Die Frage, inwieweit ein wärmer werdendes Klima einen tendenziell negativen Einfluss auf den Rohproteingehalt von Dauerwiesenbeständen ausübt oder ob sich die Pflanzenbestände zu rohproteinärmeren Arten entwickeln, wird anhand der vorliegenden Daten noch zu klären sein. Wie immer, die Rohprotein-Trends leisten dem Klimaeinfluss einen gewissen Vorschub.

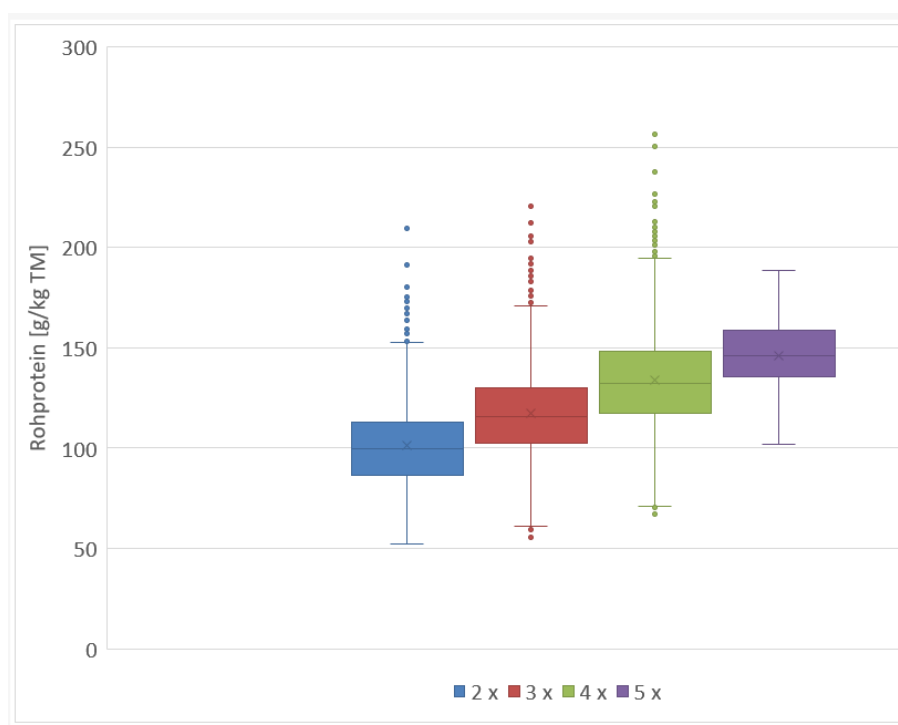


Abbildung 11: Boxplot zu Rohproteingehalten von Dauergrünland in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsintensität (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Ertrag an verdaulicher organischer Masse und Energie

Die Verdaulichkeit der OM wurde an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein mit Hilfe der in vitro-Zweistufenmethode nach Tilley & Terry (1963) ermittelt. Mit den Verdaulichkeiten und TM-Erträgen lässt sich berechnen wie viel Biomasse von Wiederkäuern je Hektar Dauergrünland theoretisch verwertet werden könnte. Natürlich müssten noch unvermeidbare Feld-, Konservierungs-, Lager- und Vorlageverluste abgezogen werden.

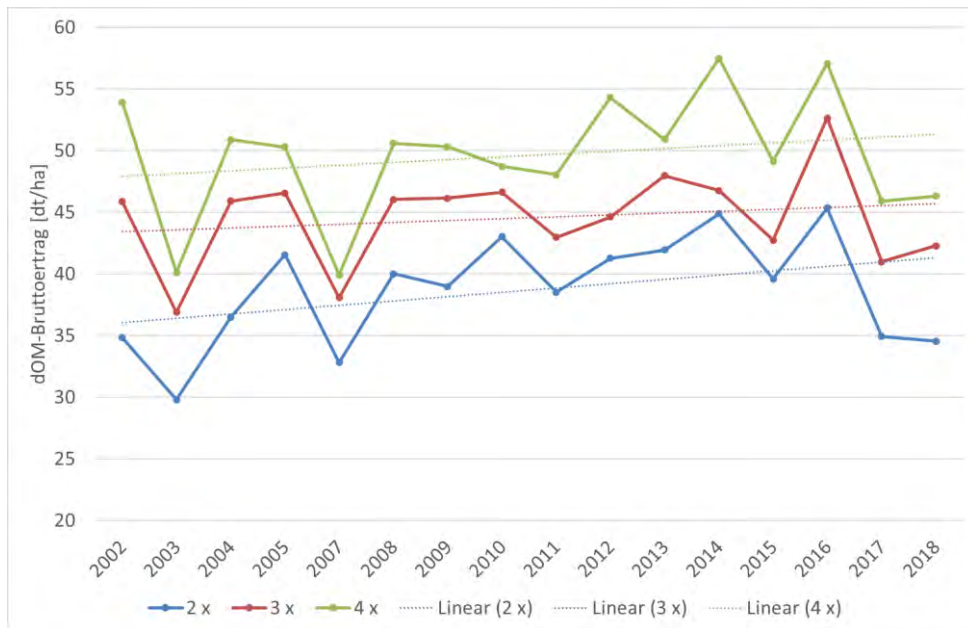


Abbildung 12: Einfluss der Bewirtschaftungsintensität auf dOM-Bruttoerträge von Dauergrünland in Abhängigkeit der Versuchsjahre (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

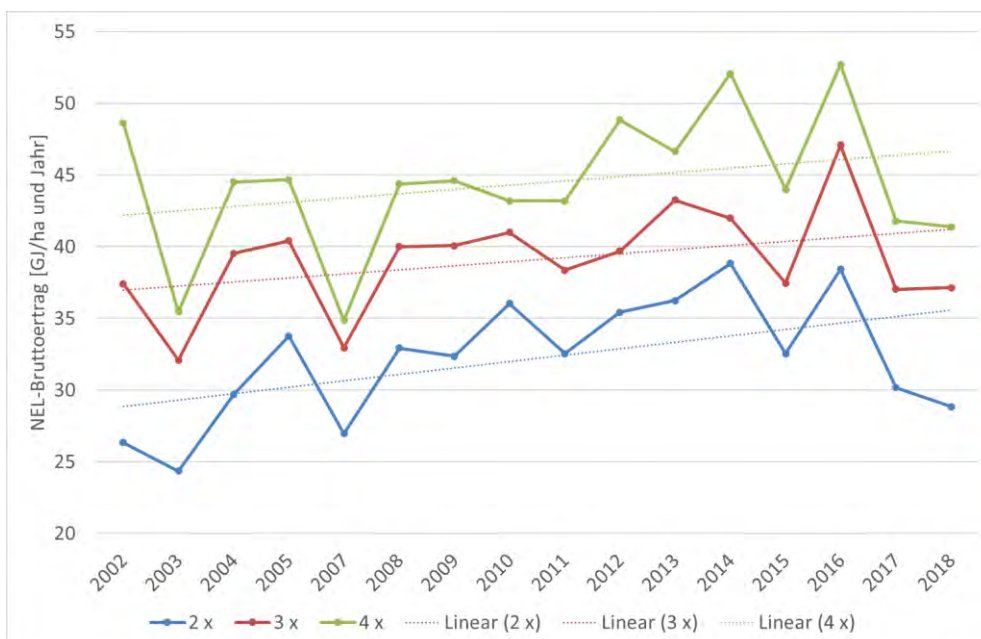


Abbildung 13: Einfluss der Bewirtschaftungsintensität auf NEL-Bruttoerträge von Dauergrünland in Abhängigkeit der Versuchsjahre (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Die Trendverläufe unabhängig von der Bewirtschaftungsintensität zeigen, dass sich die OM-Verdaulichkeit tendenziell positiv entwickelt haben. Im Durchschnitt betrug der Gehalt an verdaulicher OM in der TM (dOMD) bei Zweischrittnutzung 533 g/kg, bei Dreischrittnutzung 586 g/kg und im Vierschnittregime 602 g/kg TM. Dieser positive Trend gilt auch für die Erträge

an Nettoenergie-Laktation (NEL). Die NEL-Bruttoerträge lagen im Durchschnitt zwischen 32 GJ/ha bei zwei Schnitten und 44 GJ/ha beim Vierschnittsystem, d.h. mit dem intensiven System können 28 % mehr Energie je Hektar LN produziert werden. Die Standardabweichung reichte von 11 bis 14 GJ/ha. Abhängig von der Bewirtschaftungsintensität lagen zwei Drittel der NEL-Erträge zwischen 21 und 56 GJ/ha und Jahr. Der Energieertrag war nicht nur stark von der Bewirtschaftungsintensität abhängig, sondern auch vom Klima (Abbildung 13). In den Gunstlagen könnten im Vierschnittsystem unter warm/feuchten Verhältnissen im Durchschnitt 58,7 GJ/ha geerntet werden, während unter kühl/trockenen Bedingungen nur 43,1 GJ/ha, also um 27 % weniger NEL anfielen. In den abschließenden Auswertungen wird zu klären sein welchen Einfluss die Wetterbedingungen unabhängig von anderen Faktoren auf die Gehaltswerte ausübte.

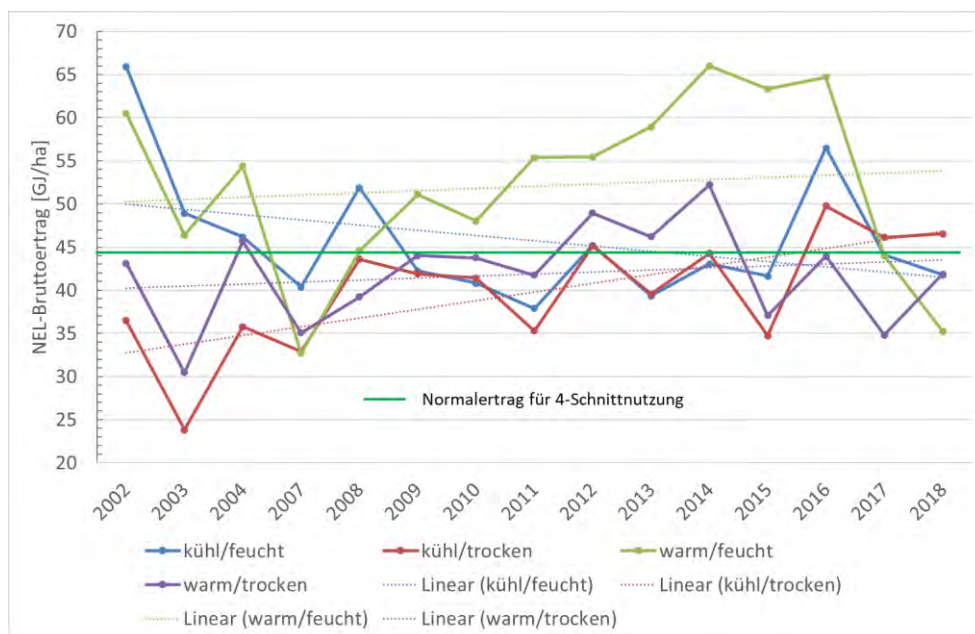


Abbildung 14: Einfluss des Klimas auf Rohprotein-Bruttoerträge von Dauergrünland bei 4-Schnittnutzung (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Entwicklung des Pflanzenbestandes von Dauerwiesen

Grünlandpflanzenbestände von Grünland-Ökosystemen werden in ihrer Zusammensetzung maßgeblich von Standorts- und Managementfaktoren beeinflusst (Dierschke & Briemle 2002). Eine vereinfachte Klassifizierung von Bestandestypen, welche auch mit der Futterqualität korrespondiert kann über die zusammengefassten Artengruppen der Gräser, Leguminosen und Kräuter durchgeführt werden (Resch et al. 2016). Wiesen mit über 70 % Gräsern sind gräserreich, 50 bis 70 % ein Mischbestand und kleiner 50 % entweder klee- oder kräuterreich.

Gräseranteil

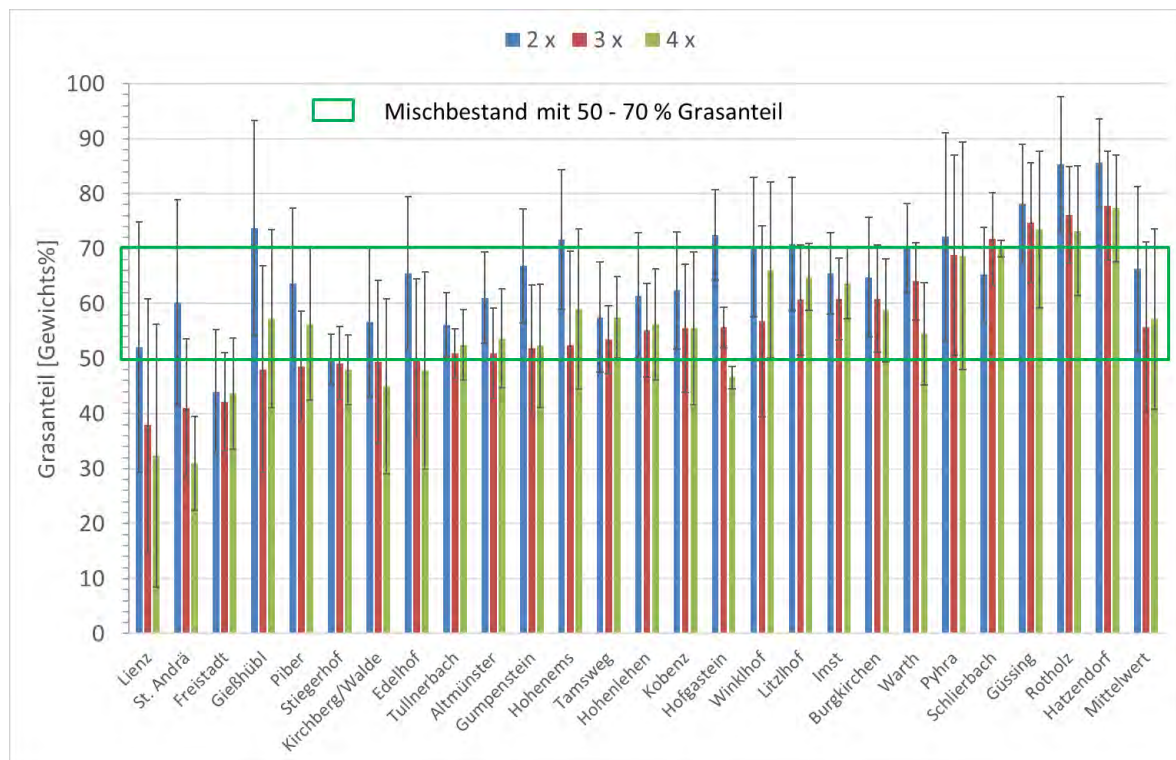


Abbildung 15: Gräseranteil von Dauerwiesen in Abhängigkeit von Standort und Bewirtschaftungsintensität (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

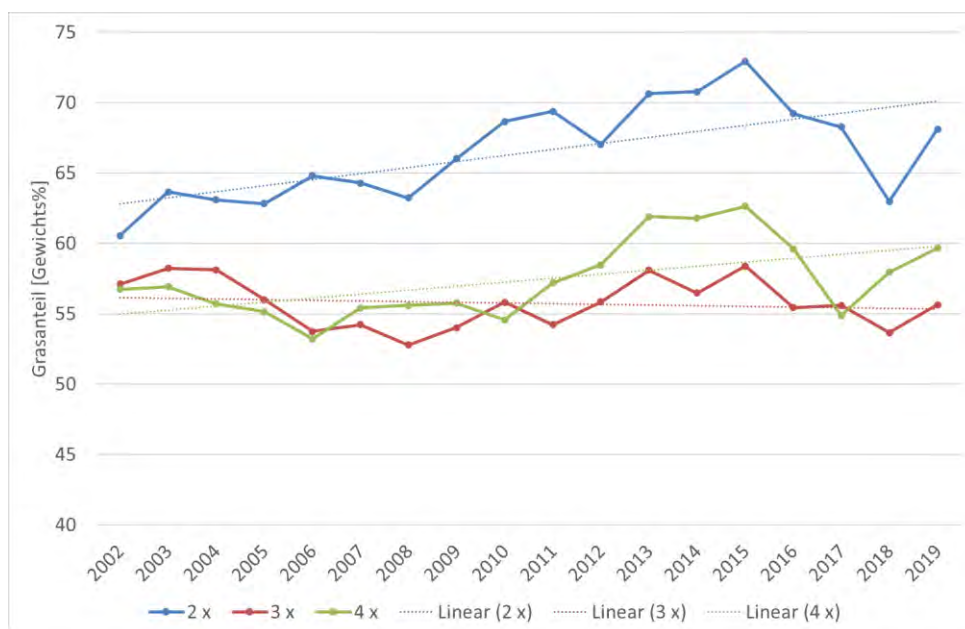


Abbildung 16: Einfluss der Bewirtschaftungsintensität auf den Gräseranteil von Dauergrünland in Abhängigkeit der Versuchsjahre (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Auf den 27 Standorten waren überwiegend Mischbestände zu finden, gräserreiche bzw. gräserarme Bestände waren dagegen nicht häufig (Abbildung 15). Die Bewirtschaftungsintensität wirkte sich im Durchschnitt der Feldversuche sehr stark auf den Gräseranteil aus. Im Zweischnittsystem konnten signifikant höhere Grasanteile beobachtet werden und darüber hinaus war in den Jahren ein deutlich zunehmender Trend von 62 auf 70 % festzustellen (Abbildung 16). Bei Dreischnittnutzung stagnierte der Grasanteil im Verlauf der Jahre bei ~55 % und im Vierschnittsystem erhöhte sich der Grasanteil allgemein leicht von 55 auf 60 Gewichtsprozent. Es wird Gegenstand genauerer Untersuchungen sein, welche Grasarten sich bei den zunehmenden Temperaturen positiv entwickelt haben. Die abschließenden exakten Pflanzenbestandesaufnahmen wurden 2020 begonnen und werden im Frühjahr 2022 fertig gestellt, um in der Folge diese ökologischen Auswertungen durchführen zu können.

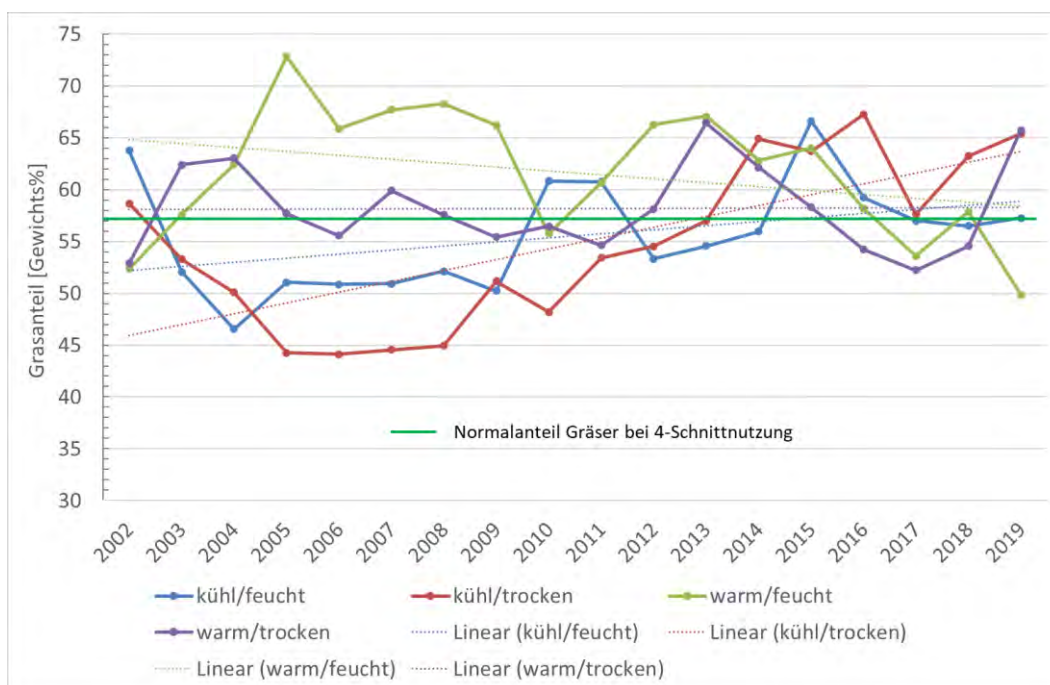


Abbildung 17: Einfluss des Klimas auf den Gräseranteil von Dauergrünland bei 4-Schnittnutzung (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Hinsichtlich des Klimaeinflusses auf den Gräseranteil zeigte sich am Beispiel des Vierschnittsystems eine Tendenz, dass Standorte mit höheren Temperaturen mit 58 bis 62 %, um etwa 5 % höhere Gräseranteile aufwiesen als kühlere Lagen mit 54 bis 55 %. Die Niederschlagsmenge wirkte sich kaum auf den Grasanteil im Bestand aus. Auf kühl/trockenen Lagen war ein deutlich steigender Trend von 45 auf 65 % feststellbar, während unter warm/feuchten Bedingungen der Gräseranteil tendenziell von 65 auf 60 % zurückging.

Leguminosenanteil

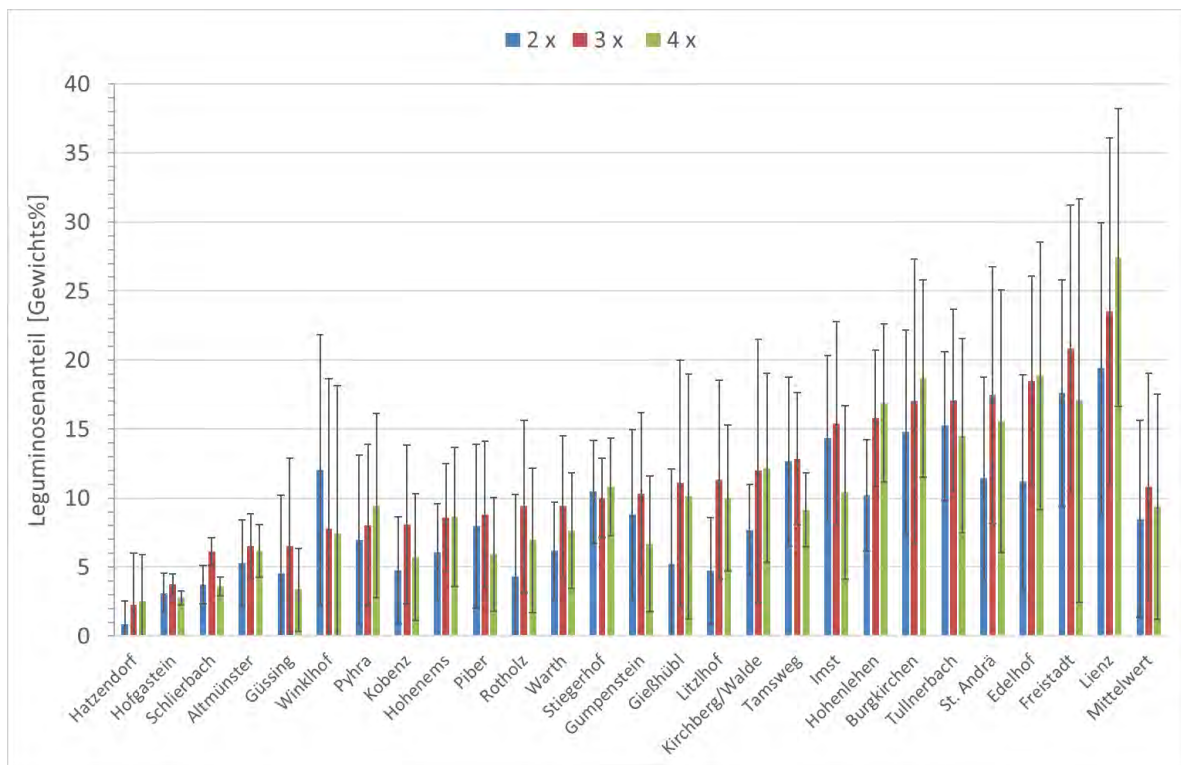


Abbildung 18: Grasanteil von Dauerwiesen in Abhängigkeit von Standort und Bewirtschaftungsintensität (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

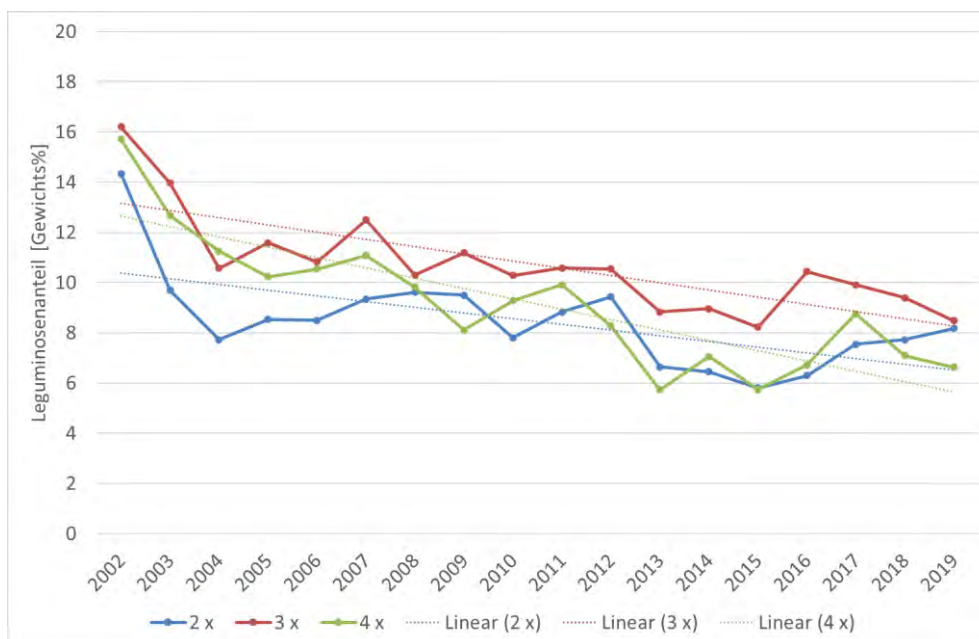


Abbildung 19: Einfluss der Bewirtschaftungsintensität auf den Leguminosenanteil von Dauergrünland in Abhängigkeit der Versuchsjahre (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Im durchschnittlichen Leguminosenanteil lagen etwa 50 % der Dauerwiesen auf den Versuchsstandorte unter 10 Gewichtsprozent und nur sehr wenige über 20 %, d.h. dass die Praxisempfehlung für Grünlandbestände von 20 bis 25 % Leguminosen bei den untersuchten Standorten kaum erreicht wurde (Abbildung 18). Zwischen den Bewirtschaftungsintensitäten waren die Differenzen im Leguminosenanteil allgemein gering mit leichten Vorteilen im Dreischnittsystem (Abbildung 19). Im Verlauf der Untersuchungsjahre stellte sich ein fallender Trend unabhängig von der Bewirtschaftungsintensität ein. Interessant erschien, dass sich die Differenz zwischen Zwei- und Dreischnittsystem ziemlich konstant auf ca. 2,3 % hielt, während der Leguminosenanteil im Vierschnittsystem deutlich stärker von 13 auf 6 % abnahm (Abbildung 19). Die Abnahme der Leguminosen im Verlauf passt gut mit der tendenziellen Reduktion der Rohproteingehalte der untersuchten Futterproben zusammen.

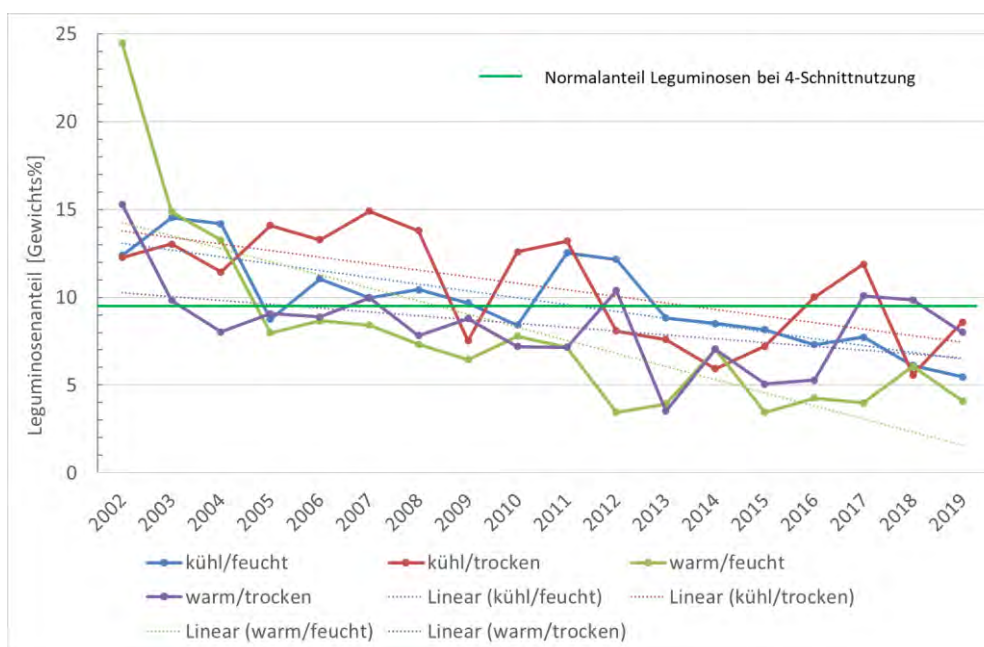


Abbildung 20: Einfluss des Klimas auf den Leguminosenanteil von Dauergrünland bei 4-Schnittnutzung (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Das Klima dürfte einen tendenziellen Einfluss auf den Leguminosenanteil ausüben, das zeigt die Clusteranalyse in Abbildung 20. Wärmere Lagen wiesen im Durchschnitt um ~2 % weniger Leguminosen auf als kühlere Standorte. Sollte sich der abnehmende Trend fortsetzen, dann würde die Klimaerwärmung speziell am intensiveren Grünland die Leguminosen schwächen. Welche Arten hiervon in welchem Umfang betroffen sind wird Gegenstand der pflanzensoziologischen Auswertungen sein. Für die Praxis könnte sich aus den Trends ableiten lassen, dass der Erhalt der Leguminosen in Zukunft über die künstliche Nach-/Übersaat unterstützt werden muss.

Kräuteranteil

Die Gruppe der zweikeimblättrigen Kräuter ist am Dauergrünland die umfangreichste und daher entsprechend wichtig für die Artenvielfalt der Wiesen. Im vorliegenden Forschungsprojekt hatte die Bewirtschaftungsintensität einen starken Einfluss auf die Entwicklung der Pflanzenbestände in der Art, dass sich der Kräuteranteil auf Zweischmittflächen tendenziell verringerte, während sich deren Anteil auf den intensiveren Drei- und Vierschnittflächen erhöhte (Abbildung 21). In weiteren Auswertungen wird sich zeigen, ob der sinkende Kräuteranteil auch in der Biodiversität zu einer Reduktion führt. Dieser Umstand würde bedeuten, dass eine Extensivierung auf Dauerwiesenflächen nicht unweigerlich zu einer Verbesserung der Artenvielfalt führen muss.

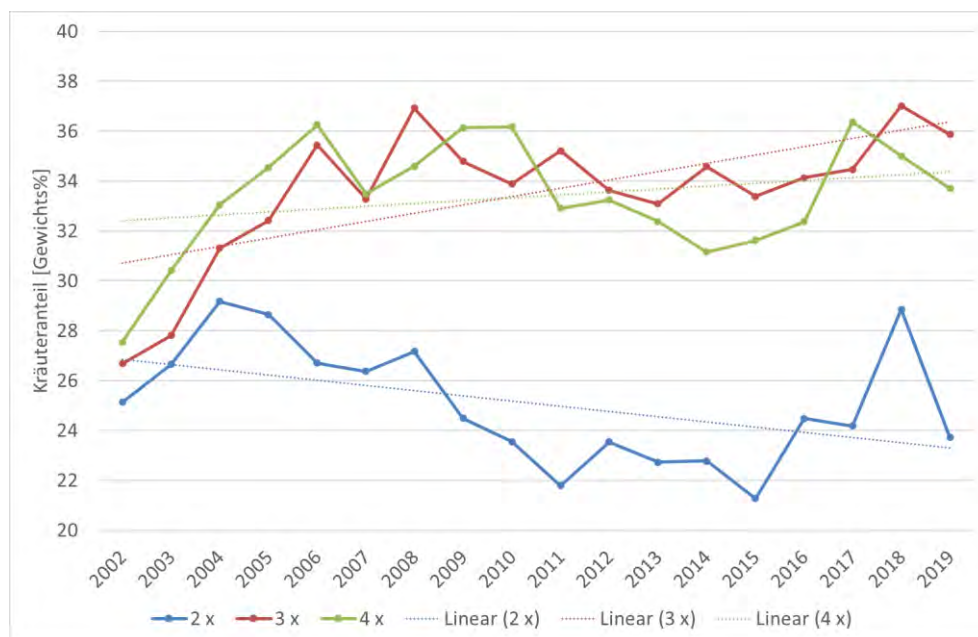


Abbildung 21: Einfluss der Bewirtschaftungsintensität auf den Leguminosenanteil von Dauergrünland in Abhängigkeit der Versuchsjahre (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Angesichts des mehrfach nachgewiesenen Klimaeinflusses zeigte sich dieser auch am Beispiel der Vierschnittnutzung in der Gruppe der Grünlandkräuter, insbesondere in stark gegensätzlichen Lagen. So konnten wir feststellen, dass es im Gunstlagenklima (warm/feucht), bei anfänglichen Kräuteranteilen von ca. 22 %, im Trendverlauf bis 2019 zu einer starken Erhöhung auf 40 % Kräuter kam. Dem gegenüber nahm der Kräuteranteil auf kühl/trockenen Lagen in der Tendenz von 40 % auf 28 % ab (Abbildung 22). Verhältnismäßig indifferent zum Kräutermittel von 33 % verhielten sich kühl/feuchte bzw. warm/trockene Lagen.

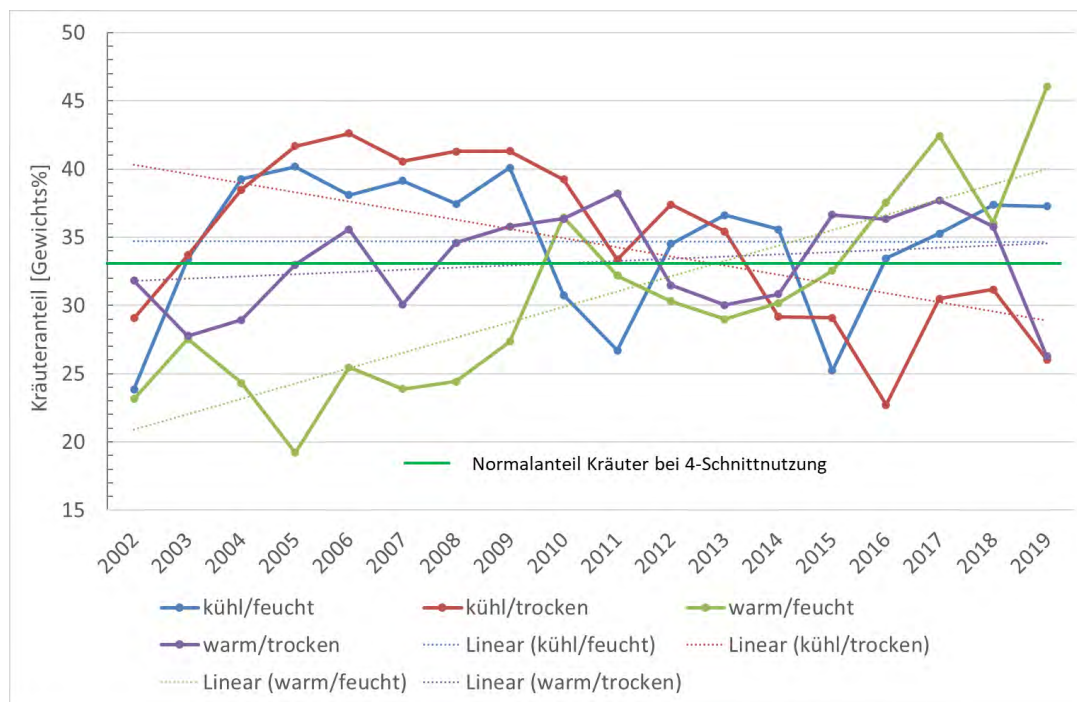


Abbildung 22: Einfluss des Klimas auf den Leguminosenanteil von Dauergrünland bei 4-Schnittnutzung (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Die allgemeinen Trends der einzelnen Artengruppen in Bezug auf Bewirtschaftungsintensität und Klimaeinfluss sind schlüssig, müssen aber dennoch vorsichtig interpretiert werden, da diese Ergebnisse ein Produkt der unterschiedlichen Standorte in den jeweiligen Clustern darstellen. Die Bedeutung der Einzelstandorte und deren spezielle Ausprägung sind eine wichtige Quelle für weitere Erkenntnisse im Bereich der Pflanzenbestände und der Grünlandökosysteme.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Die langjährigen Ergebnisse aus dem Grünland-Versuchsnetzwerk „DW-NET4“ dokumentieren, dass die stete Temperaturerhöhung in Österreich, als Folge des Klimawandels, auf Dauerwiesen deutliche Spuren der Veränderung hinterließ. Die Häufung von trockenen Sommern wie 2017 bis 2019 brachte vielfach massive Ertragsdefizite, die ähnlich wie im Extremjahr 2003 teilweise über 50 % Verlust mit sich brachten. Trockenheit betraf in den vorliegenden Vegetationsperioden nicht ausschließlich jene Grünlandregionen mit langjährigen Niederschlagsmengen unter 800 mm. Wetterextreme trafen in den letzten Jahren vermehrt auch Regionen, die normalerweise deutlich über 1.000 mm Niederschlag verzeichneten und bisher keine Trockenschäden kannten. Möglicherweise ein Trend in Richtung kleinräumige Wetterextreme. Das Zweischnittregime war auf den untersuchten

Grünlandstandorten hinsichtlich Ertragssicherheit in Zeiten der klimatischen Veränderungen etwas stabiler als vergleichsweise ein Drei- oder Vierschnittsystem. Hier nahm der Gräseranteil zu und der Kräuteranteil allgemein deutlich ab. Viermähdige Wiesen waren durch intensivere Nutzung und Düngung erhöhtem Stress ausgesetzt, sie reagierten im Versuchsnetzwerk auf Wetterphasen mit erhöhter Temperatur und geringem Niederschlag größtenteils mit deutlicheren Ertragsrückgängen. In punkto Futterqualität zeichnete sich beim Proteingehalt unabhängig von der Bewirtschaftungsintensität ein sinkender Trend ab, der teils auf den Rückgang des Leguminosenanteiles zurückgeführt werden kann. Andererseits war in punkto OM-Verdaulichkeit und NEL ein leicht positiver Trend zu verzeichnen.

Inwieweit sich die vorliegenden Daten zur Ertrags- und Qualitätssituation auf ökonomische Betrachtungen auswirken, soll in der nächsten Projektphase ebenso geklärt werden wie ökologische Fragen zu langfristigen Veränderungen der Pflanzenbestände und des Bodenzustandes der unterschiedlich intensiv bewirtschafteten Dauerwiesenflächen.

Danksagung

Das in Österreich einzigartige Grünland-Versuchsnetzwerk ist ein langjähriges Forschungsprojekt des BMLRT, das ohne die engagierte Arbeit der beteiligten Landwirtschaftlichen Fachschulen nicht möglich gewesen wäre. An dieser Stelle sei ein herzlicher Dank an das Ministerium, alle betreuenden Projektmitstreiter 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.

Zusammenfassung

Die Auswertung des mehrphasigen Forschungsprojektes von verschiedenen intensiv bewirtschafteten Dauerwiesen in insgesamt 18 Versuchsjahren und auf bis zu 27 Feldversuchen zeigte, dass Erträge, Futterqualitäten und Pflanzenbestände in Österreich stark variieren können. Die Faktoren Standort, Wetterverhältnisse und Bewirtschaftungsintensität beeinflussten die Grünlandökosysteme hoch signifikant. Bedarfsgerecht gedüngte Vierschnittwiesen lieferten im Durchschnitt mit 82 dt/ha um 15 % höhere TM-Bruttoerträge und mit 1.054 kg/ha um 35 % höhere Proteinerträge als Zweischnittwiesen. Die TM-Erträge schwankten bei unterschiedlichen Wetterbedingungen im extensiven Zweischnittsystem weniger stark (sd 23,1 dt/ha) als bei vier Schnitten (sd 26,6 dt/ha) und sie nahmen beim TM-Ertrag im Trend um 5 dt/ha leicht zu, während sie im Vierschnittregime allgemein stagnierten. Die Ertragsabweichungen zum langjährigen TM-Normertrag betrugen unabhängig von der Bewirtschaftungsintensität etwa +/- 30 %. Die TM-Erträge auf Einzelstandorten reagierten auf das Wetter stabil (sd ~10 dt/ha) bis stark schwankend (sd ~40 dt/ha). Insofern konnten in einer klimabezogenen Clusteranalyse deutliche Differenzen in Ertrag, Futterqualität und Pflanzenbestand herausgefunden werden. Die größten Unterschiede betrafen kühl/trockene im Vergleich zu warm/feuchten Bedingungen. Beachtenswert war der allgemein abnehmende Trend der Proteinerträge unabhängig von der Bewirtschaftungsintensität. In den Versuchsjahren zeichneten sich im Verlauf fallende Rohproteingehalte ab, die offensichtlich mit dem Rückgang des Leguminosenanteiles zusammenhängen. Welchen Einfluss die stark steigende Lufttemperatur in Österreich im Beobachtungszeitraum 2002 bis 2019 von +1,5 °C auf verschiedene Parameter der Dauerwiesen ausübte wird noch ausgewertet werden wie auch pflanzensoziologische und ökonomische Aspekte.

Summary

The evaluation of the multi-phase research project of different intensively managed permanent grasslands in a total of 18 experimental years and on up to 27 field trials showed that yields, forage qualities and plant populations can vary considerably in Austria. The factors of location, weather conditions and management intensity had a highly significant influence on grassland ecosystems. Demand-fertilized four-cut meadows produced on average 15% higher DM yields of 8.2 t/ha and 35% higher protein yields of 1054 kg/ha than two-cut meadows. DM yields varied less under different weather conditions in the extensive two-cut system (sd 2.31 t/ha) than in the four-cut system (sd 2.66 t/ha), and they increased slightly in DM yield by 0.5 t/ha on trend, while generally stagnating in the four-cut regime. Yield deviations from the long-term standard DM yield were about +/- 30% regardless of management intensity. DM yields at individual sites responded to weather in a stable (sd ~1.0 t/ha) to highly variable (sd ~4.0 t/ha) manner. In this respect, a climate-related cluster analysis revealed significant differences in yield, forage quality, and plant population. The largest differences were related to cool/dry versus warm/humid conditions. Of note was the general decreasing trend in protein yields regardless of management intensity. Falling crude protein contents emerged over the course of the trial years, apparently related to the decline in legume content. The influence of the strongly increasing air temperature in Austria during the observation period 2002 to 2019 of +1.5 °C on different parameters of the permanent pastures will be evaluated as well as phytosociological and economic aspects.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Langjährige Jahresmittelwerte von Temperatur und Niederschlag sowie Seehöhe und Boden-Grunduntersuchung der 27 Versuchsstandorte aus dem Grünland-Versuchsnetzwerk	8
Tabelle 2: Wirtschaftsweise und verwendete Wirtschaftsdünger der 27 Versuchsstandorte aus dem Grünland-Versuchsnetzwerk (LFZ-Projekt 100080, 2002-2011)	9
Tabelle 3: Varianzkomponentenanalyse für TM-Bruttoertrag von Dauerwiesen (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	11
Tabelle 4: GLM-Modell für TM-Bruttoertrag von Dauerwiesen in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsintensität (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	12
Tabelle 5: Deskriptive Statistik der TM-Bruttoerträge bei zweischnittiger Grünlandnutzung in Abhängigkeit von Standort und Extremjahr (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	13
Tabelle 6: Deskriptive Statistik der TM-Bruttoerträge bei dreischnittiger Grünlandnutzung in Abhängigkeit von Standort und Extremjahr (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	15
Tabelle 7: Deskriptive Statistik der TM-Bruttoerträge bei vierschnittiger Grünlandnutzung in Abhängigkeit von Standort und Extremjahr (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	17
Tabelle 8: TM-Bruttoertrag zweischnittiger Dauerwiesen	41
Tabelle 9: TM-Bruttoertrag dreischnittiger Dauerwiesen	41
Tabelle 10: TM-Bruttoertrag vierschnittiger Dauerwiesen	42
Tabelle 11: Nährstoffe, Energie und Mineralstoffe von Dauerwiesen in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsintensität (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	42

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Versuchsstandorte im DaFNE-Projekt 101309 (2002-2019)	7
Abbildung 2: Mittlere TM-Bruttoerträge und Ertragsvariabilität bei zweischnittiger Grünlandnutzung in Abhängigkeit von Standort und Versuchsjahr (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	14
Abbildung 3: Mittlere TM-Bruttoerträge und Ertragsvariabilität bei zweischnittiger Grünlandnutzung in Abhängigkeit von Standort und Versuchsjahr (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	16
Abbildung 4: Mittlere TM-Bruttoerträge und Ertragsvariabilität bei vierschnittiger Grünlandnutzung in Abhängigkeit von Standort und Versuchsjahr (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	18
Abbildung 5: TM-Bruttoerträge bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität von Dauergrünland am Standort Pyhra (DaFNE-Projekt 101309, 2012-2019)	19
Abbildung 6: TM-Bruttoerträge bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität von Dauergrünland in Abhängigkeit der Versuchsjahre (DaFNE-Projekt 101309, 2012-2019)	19
Abbildung 7: Entwicklung der Lufttemperaturen und Niederschläge in Österreich im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981-2010 (ZAMG 2002-2020)	20
Abbildung 8: Einfluss des Klimas auf TM-Bruttoerträge von Dauergrünland bei 4-Schnittnutzung (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	21
Abbildung 9: Einfluss der Bewirtschaftungsintensität auf Protein-Bruttoerträge von Dauergrünland in Abhängigkeit der Versuchsjahre (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	22
Abbildung 10: Einfluss des Klimas auf Rohprotein-Bruttoerträge von Dauergrünland bei 4-Schnittnutzung (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	22
Abbildung 11: Boxplot zu Rohproteingehalten von Dauergrünland in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsintensität (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	23
Abbildung 12: Einfluss der Bewirtschaftungsintensität auf dOM-Bruttoerträge von Dauergrünland in Abhängigkeit der Versuchsjahre (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	24
Abbildung 13: Einfluss der Bewirtschaftungsintensität auf NEL-Bruttoerträge von Dauergrünland in Abhängigkeit der Versuchsjahre (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	24
Abbildung 14: Einfluss des Klimas auf Rohprotein-Bruttoerträge von Dauergrünland bei 4-Schnittnutzung (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	25
Abbildung 15: Grasanteil von Dauerwiesen in Abhängigkeit von Standort und Bewirtschaftungsintensität (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	26
Abbildung 16: Einfluss der Bewirtschaftungsintensität auf den Gräseranteil von Dauergrünland in Abhängigkeit der Versuchsjahre (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	26

Abbildung 17: Einfluss des Klimas auf den Gräseranteil von Dauergrünland bei 4-Schnittnutzung (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	27
Abbildung 18: Grasanteil von Dauerwiesen in Abhängigkeit von Standort und Bewirtschaftungsintensität (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	28
Abbildung 19: Einfluss der Bewirtschaftungsintensität auf den Leguminosenanteil von Dauergrünland in Abhängigkeit der Versuchsjahre (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	28
Abbildung 20: Einfluss des Klimas auf den Leguminosenanteil von Dauergrünland bei 4-Schnittnutzung (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	29
Abbildung 21: Einfluss der Bewirtschaftungsintensität auf den Leguminosenanteil von Dauergrünland in Abhängigkeit der Versuchsjahre (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	30
Abbildung 22: Einfluss des Klimas auf den Leguminosenanteil von Dauergrünland bei 4-Schnittnutzung (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)	31

Literatur

BMLFUW, 2017: Richtlinien für die Sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland. Wien, 117 S.

BMLRT, 2020: Grüner Bericht 2020. Die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft, Wien, 297 S.

Buchgraber, K., 1995: Standortgemäße und bestandesorientierte Düngung des österreichischen Dauergrünlandes. Alpenländisches Expertenforum „Düngung im Alpenländischen Grünland“, BAL Gumpenstein, 23-26.

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, Irdning, 22.-23.09.2000, S.181-189

Buchgraber, K. Gindl, G., 2004: Zeitgemäße Grünland-Bewirtschaftung. 2., völlig neu bearbeitete Auflage, Leopold Stocker Verlag, Graz, 192 S.

Dierschke, H., Briemle, G., 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

Gobiet, A., 2019: Szenarien zum Klimawandel im Alpenraum. 21. Alpenländisches Expertenforum zum Thema Klimawandel im Alpenraum – Auswirkungen auf das Ökosystem Grünland und dessen Bewirtschaftung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 26. und 27. März 2019, 1-2.

Jilg, T., Briemle, G., 1993: Futterwert und Futterakzeptanz von Magerwiesen-Heu im Vergleich zu Fettwiesen-Heu. Natursch. Landschaftspfl. 25 (2), 64-68

Kalcher, L., Stegellner, M., 2019: Die Österreichische Rinderzucht 2019. Rinderzucht Austria, Jahresbericht 2019, Wien 2019, 140 S.

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., Buchgraber, K., Bohner, A., Greimel, M., Sobotik, M., 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

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., Guggenberger, T., Wiedner, G., Kasal, A., Wurm, K., Gruber, L., Ringdorfer, F., Buchgraber, K., 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Der Fortschrittliche Landwirt, (24), Sonderbeilage, 20 S.

Resch, R., Peratoner, G., Romano, G., Piepho, H.-P., Schaumberger, A., Bodner, A., Buchgraber, K., Pötsch, E.M., 2015: Der Pflanzenbestand als Basis hoher Futterqualität im Grünland. 20. Alpenländisches Expertenforum zum Thema „Bedeutung und Funktionen des Pflanzenbestandes im Grünland“, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 1.-2. Okt. 2015, 61-76.

Schaumberger, A., 2005: Ertragsanalyse im österreichischen Grünland mittels GIS unter besonderer Berücksichtigung klimatischer Veränderungen. Veröffentlichungen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Heft 42, 66 S

Schaumberger, A. 2011: Räumliche Modelle zur Vegetations- und Ertragsdynamik im Wirtschaftsgrünland. Technische Universität Graz, 292 S.

Schaumberger, A., Pötsch, E.M., Schweiger, M., 2019: Veränderungen der Vegetationsdynamik unter zukünftigen Klimabedingungen. 21. Alpenländisches Expertenforum zum Thema Klimawandel im Alpenraum – Auswirkungen auf das Ökosystem Grünland und dessen Bewirtschaftung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 26. und 27. März 2019, 35-44.

Taube, F., 2009: Klimawandel und Futterbau. 53. Jahrestagung der AGGF zum Thema „Futterbau und Klimawandel. Grünlandwirtschaft als Quelle und Senke vom Klimagasen“, Band 10, 7-24.

VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 1976 inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997, 2007: Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Voigtländer, G. Jacob, H., 1987: Grünlandwirtschaft und Futterbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, ISBN 3-8001-3071-8

Abkürzungen

R-G	HBLFA Raumberg-Gumpenstein
sd	Standardabweichung
TM	Trockenmasse
VA	Varianzanalyse
$\bar{x}$	Mittelwert
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein

Anhang

Tabelle 8: TM-Bruttoertrag zweischnittiger Dauerwiesen

Standort	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	̄	
	TM-Bruttoertrag [dt/ha und Jahr]																			
Hofgastein			54,1	38,0															46,1	
Kirchberg/Walde	33,7	24,2	48,2	45,2	46,2	36,7	52,7	47,0	60,9	50,0	43,4	61,5	46,4	34,9	65,6	53,0			46,9	
Freistadt	46,9	24,4	48,0	48,5	52,8	33,3	47,4	50,2	59,1	59,6									48,1	
Güssing	19,1	36,4	68,2	49,6	80,9	31,5	38,3	19,1	67,0		51,3	59,5	89,4	62,9	68,9	31,9	56,4	48,0	51,7	
Hohenlehen	52,8	58,2	15,6	44,8	45,4	53,3	63,1	54,3	54,5	37,6	37,9	49,0	70,0	50,5	74,4	53,6	60,9	56,6	51,8	
Piber	31,5	18,5	39,1	33,5	31,8	50,4	51,2	65,5	68,7	59,0	60,1	53,1	62,9	59,6	60,3	45,9	74,8	70,8	52,0	
Edelhof	63,0	53,4	84,2	68,0	76,0	25,8	85,7	86,9	87,9	51,9	45,5	20,0	48,4	16,1	74,5	20,8		55,5	56,7	
Stiegerhof	60,0	74,9	61,8	51,0	59,7	98,2	70,9	51,8	61,4										65,5	
Lienz	80,2	62,8	73,0	54,3	51,8	66,9	70,9												65,7	
Pyhra	41,6	39,0	81,1	63,8	60,7	38,1	48,7	47,8	69,6	51,2	101,3	90,4	88,3	71,3	94,2	67,9	63,0	67,3	65,8	
Altmünster	59,5	60,2	69,5	70,1	49,7	57,8	53,1			81,8	75,8	88,4	83,8	74,4	98,9	60,7	22,1	77,9	67,7	
Warth	46,1	38,5	63,3	65,0	61,7	53,6	38,3	82,1	81,6	58,6	90,9	71,6	70,4	63,8	98,0	66,3	113,6	69,4	68,5	
Hohenems	47,5	38,0	35,8	44,5	84,8	41,3	139,0	59,6	103,9	85,3	84,1	70,5	98,6	82,0	46,2	67,5	41,1	79,5	69,4	
Imst	68,5	51,3	42,9	64,8	112,5	86,9	89,4	61,6	95,8	44,1	48,2	66,8	88,4	85,2	80,6	81,2	54,7	57,0	71,1	
St. Johann/Tirol			74,6	78,4	81,4	70,1	74,8	69,1	76,3	76,4	63,1	63,5	76,3	76,6	81,3	63,8	73,2	72,5	73,2	
Tullnerbach		61,3	105,0	80,2	64,5	54,1	85,1	76,2											75,2	
Gießhübl	67,9	68,2	79,9	94,2	77,8	56,0	91,1	83,9	84,2	64,8	63,3	100,7	59,2	87,7	110,3	82,6	36,9	45,5	75,2	
Burgkirchen	71,0	62,6	69,6	101,9	86,6														78,3	
St. Andrä	57,5	71,5	89,8	77,5	86,7	73,6	101,4	111,7	95,2	72,3	89,0	98,5	94,4	62,3	77,2	66,3	47,4	40,4	78,5	
Kobenz	113,9	65,7	83,3	80,2	100,6	72,0	76,0	91,2	76,9	74,5	78,8	71,6	60,4	78,7	92,1	63,7	73,4		79,6	
Gumpenstein	109,8	91,7	80,9	78,6	82,3	72,0	79,0	82,1	70,8	76,7	77,9	80,4	74,4	83,9	89,4	76,8	64,1	68,0	79,9	
Rotholz				58,7		55,9	70,3	78,1	103,7	105,0	100,3	98,0	90,2	88,5					84,9	
Litzlhof	79,4	81,7	94,0	75,2	95,8	68,0	131,6	94,2	86,3	67,9	78,7	73,4	76,7	93,7	104,9	76,8	88,2	78,3	85,8	
Schlierbach	100,3	46,3	114,2																86,9	
Tamsweg	85,9	70,3	71,9	95,9	122,4	96,8			73,1	54,9	69,5	84,6	104,4	123,6	110,4	95,5	80,5	70,0	88,1	
Winklhof	81,4	107,7	99,4	44,3	101,3	103,7	105,7	103,3	96,3	95,9	90,8	85,4	98,1	99,6	119,4	86,5	56,2	68,0	91,3	
Hatzendorf	62,0	71,1	102,8	98,7	103,2	80,2	95,9	102,3	124,5	102,4	99,3	75,1	95,0	95,8	88,9	78,5	87,4	101,1	92,5	
Gesamtergebnis	67,3	59,3	71,8	64,7	76,2	63,4	76,7	74,4	79,6	69,8	73,2	73,0	78,0	75,5	86,8	65,7	64,9	66,6	71,4	
Abweichung zum Gesamtmittel [%]	-5,8	-16,9	0,5	-9,4	6,7	-11,2	7,4	4,2	11,5	-2,2	2,5	2,3	9,2	5,8	21,6	-7,9	-9,1	-6,7	100,0	

Tabelle 9: TM-Bruttoertrag dreischnittiger Dauerwiesen

Standort	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	̄	
	TM-Bruttoertrag [dt/ha und Jahr]																			
Kirchberg/Walde	49,9	30,5	39,0	56,9	68,8	56,5	57,8	51,3	55,8	49,1	47,5	79,7	57,1	30,2	43,4	61,2				52,2
Freistadt	61,9	34,8	50,2	52,8	66,3	33,3	41,0	52,1	62,3	61,1										52,6
Güssing	26,2	30,9	61,1	47,4	74,1	47,5	60,6	22,9	81,5		50,3	55,5	92,9	61,1	70,9	31,3	74,6	33,1		54,2
Piber	31,8	21,0	45,7	39,9	34,7	72,7	63,4	75,9	67,9	56,3	68,3	52,1	51,0	57,7	60,9	50,1	88,7	85,9		56,9
Hohenlehen	74,2	67,1	48,3	69,1	58,1	53,1	64,8	65,4	66,4	47,3	45,7	50,2	60,4	52,1	74,1	57,4	57,1	51,7		59,0
Edelhof	130,5	37,3	77,5	60,3	69,0	29,2	103,5	87,1	93,5	43,9	45,3	36,1	54,9	33,8	86,8	44,8		38,4		63,1
Hofgastein			69,7	57,9																63,8
Pyhra	62,8	46,1	76,7	78,6	67,9	35,8	59,7	43,2	57,6	36,6	84,2	102,1	93,0	69,1	90,6	64,1	72,3	59,6		66,7
Imst	63,4	50,9	41,9	66,4	86,1	77,7	87,1	63,7	81,6	56,7	65,3	74,0	73,1	91,9	85,5	79,3	41,5	54,7		68,9
St. Johann/Tirol			79,4	81,7	89,2	78,8	69,2	71,4	63,3	62,7	54,2	63,4	69,9	65,9	78,9	59,8	60,4	63,0		69,4
Altmünster	83,6	65,2	65,9	79,4	51,8	52,2	49,9			85,8	79,6	104,9	88,7	78,6	82,1	67,5	56,1	72,4		72,7
Tullnerbach		56,9	86,2	85,1	76,2	52,9	96,2	76,4												75,7
Gumpenstein	107,7	84,9	86,4	71,9	76,4	77,7	77,6	83,1	65,4	75,7	71,0	71,7	76,9	85,6	72,5	72,0	59,5	58,1		76,3
Stiegerhof	89,2	82,7	89,1	57,6	72,9	101,8	72,8	68,7	69,2											78,2
Winklhof	104,8	104,8	97,2	88,7	85,0	82,0	91,8	81,5	75,4	72,7	67,3	78,6	69,5	85,5	115,2	65,1	51,4	49,0		81,4
St. Andrä	40,6	86,6	125,4	89,2	100,1	73,1	106,4	120,5	89,7	73,6	99,4	77,9	91,5	64,9	76,3	64,1	58,0	47,0		82,5
Gießhübl	88,7	73,8	115,1	103,6	93,5	69,5	103,3	95,1	85,2	63,9	72,3	100,5	67,3	89,7	108,1	71,6	46,4	47,0		83,0
Litzlhof	116,1	97,4	95,7	82,2	83,5	75,4	110,6	91,9	77,9	53,8	75,1	66,3	48,5	69,1	110,4	71,1	113,8	71,5		83,9
Kobenz	123,5	78,2	92,8	81,6	100,0	79,0	81,7	103,0	75,7	85,4	97,5	75,7	62,6	63,1	88,1	69,7	95,6			85,5
Tamsweg	92,7	82,0	67,2	89,3	110,5	91,2			70,4	58,2	78,8	85,4	89,9	103,1	105,3	102,1	81,8	63,2		85,7
Warth	64,6	49,4	90,1	82,3	82,1	67,7	82,9	107,2	100,8	81,1	77,2	88,3	82,3	83,3	148,6	96,6	111,6	79,0		87,5
Hatzendorf	83,6	52,5	127,7	108,1	100,6	66,3	94,6	111,3	117,0	87,9	88,3	69,8	97,6	81,8	87,1	67,7	104,7	92,9		91,1
Lienz	80,2	74,6	116,2	93,6	61,6	152,8														94,9
Hohenems	75,2	54,5	43,4	65,5	69,3	57,0	147,4	113,5	172,6	141,6	104,3	101,3	137,9	98,2	79,2	93,8	47,6	153,6		97,5
Rotholz				79,9		69,8	96,0	104,8	96,5	110,6	114,1	113,3	99,8	104,7						99,0
Burgkirchen	84,0	81,0	96,0	119,6	121,1															100,3
Schlierbach	121,2	105,3	120,2																	115,6
Gesamtergebnis	82,4	65,6	80,9	75,7	78,4	67,7	84,7	81,3	79,7	70,6	74,6	76,0	76,0	73,4	87,0	67,2	72,2	65,7		75,7
Abweichung zum Gesamtmittel [%]	8,8	-13,3	6,8	0,0	3,5	-10,5	11,8	7,5	5,3	-6,8	-1,5	0,4	0,4	-3,0	14,9	-11,2	-4,6	-13,3		100,0

Tabelle 10: TM-Bruttoertrag vierschnittiger Dauerwiesen

Standort	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	$\bar{x}$
TM-Bruttoertrag [dt/ha und Jahr]																			
Kirchberg/Walde	49,1	26,6	44,8	71,8	68,2	61,7	61,9	67,9	65,6	68,5	55,6			34,6	51,5	49,9			55,6
Freistadt	54,7	34,1	52,4	64,6	64,6	34,4	60,7	61,1	67,1	71,5									57,5
Güssing	35,9	30,0	60,5	58,2	82,4	99,9	58,0	22,6	80,3		52,8	57,5	98,4	61,5	74,6	47,4	97,0	50,4	62,8
Piber	37,8	25,6	51,2	41,6	36,7	54,4	74,7	78,6	75,1	60,8	76,2	56,3	63,7	68,4	82,0	62,8	99,2	85,7	62,8
Imst	62,8	49,1	40,1	71,8	80,0	80,7	84,7	58,9	76,7	60,3	60,5	64,5	68,4	71,0	62,8	78,0	40,0	60,6	65,0
Edelhof	154,8	36,5	74,1	55,8	53,2	23,4	82,3	82,4	75,0	56,9	57,5	57,8	71,2	27,9	86,7	78,7		39,7	65,5
Hohenlehen	117,1	81,5	58,2	70,4	52,1	56,1	73,0	63,9	62,5	45,1	58,9	54,4	57,3	61,4	86,8	67,8	64,5	65,0	66,4
Pyhra	63,6	48,4	88,4	79,7	64,9	36,8	56,7	42,0	67,0	34,7	121,4	102,3	126,5	92,4	106,0	83,0	72,8	67,0	75,2
St. Johann/Tirol			98,9	68,6	84,3	75,0	77,1	78,6	76,8	68,8	64,6	72,3	77,2	76,9	87,4	70,0	76,4	67,8	76,3
Hofgastein			80,4	73,0															76,7
Lienz	94,2	66,0	79,7	88,3	73,2	80,1	70,9												78,9
Altmünster	96,1	58,5	75,8	80,9	44,2	53,1	55,6			86,6	92,4	115,1	106,3	89,3	107,1	88,1	75,1	83,0	81,7
Tamsweg	95,8	57,2	69,8	88,6	98,9	89,3			65,9	54,2	93,8	73,3	84,2	100,3	93,6	88,1	93,8	66,2	82,1
Tullnerbach	61,9	113,8	92,7	75,3	56,1	87,9	93,2												83,0
St. Andrä	80,7	79,2	122,6	109,2	89,8	68,2	107,0	108,0	89,5	72,7	110,3	68,4	88,2	70,8	75,8	57,2	70,2	55,9	84,6
Gumpenstein	113,7	90,6	91,0	83,8	84,0	86,0	91,9	90,0	76,7	82,4	81,3	77,5	80,6	84,3	102,6	81,7	68,5	75,2	85,7
Stiegerhof	120,9	114,8	100,1	65,2	63,2	71,3	132,1	61,1	75,0										89,3
Kobenz	127,8	77,7	98,4	84,1	108,6	88,0	88,1	113,1	89,2	89,6	89,6	73,8	78,1	72,9	92,8	64,6	78,5		89,4
Warth	81,0	59,2	98,1	99,0	86,7	86,6	102,2	93,7	76,2	82,5	110,6	69,5	98,1	52,4	157,0	109,5	86,5	76,0	90,3
Litzlhof	111,2	93,3	108,1	106,3	98,3	94,5	134,3	106,0	88,5	59,9	100,6	52,1	59,4	65,4	108,2	69,1	90,5	84,0	90,5
Winklhof	115,9	115,0	108,1	95,5	93,0	85,9	87,9	102,8	82,6	89,4	81,0	82,4	92,4	99,0	132,8	75,4	61,5	69,2	92,8
Hatzendorf	95,4	70,5	144,0	131,4	101,0	52,8	103,1	110,1	120,9	92,5	99,0	75,5	102,6	81,7	97,4	75,7	109,5	89,5	97,4
Rotholz				75,9		71,9	103,8	87,6	106,8	113,7	117,4	107,7	122,2	122,5					102,9
Gießhübl	122,7	109,4	126,2	113,2	108,6	68,8	107,7	112,7	88,4	92,9	103,2	118,7	88,3	86,8	122,1	79,6	45,1	166,5	103,4
Burgkirchen	85,9	84,8	113,0	154,8	104,2														108,5
Hohenems	72,0	70,9	73,6	78,2	115,5	58,7	112,0	120,3	134,5	137,3	158,1	109,4	195,9	186,1	90,0	65,4	65,2	154,7	111,0
Schlierbach	146,2	84,0	125,0																118,4
Gesamtergebnis	93,7	69,1	88,2	83,6	80,5	69,6	87,3	85,6	82,0	76,8	88,0	77,3	90,7	80,4	96,8	72,9	76,3	79,3	82,1
Abweichung zum Gesamtmittel [%]	14,2	-15,9	7,4	1,8	-2,0	-15,2	6,3	4,2	-0,2	-6,5	7,2	-5,8	10,5	-2,0	18,0	-11,2	-7,1	-3,4	100,0

Tabelle 11: Nährstoffe, Energie und Mineralstoffe von Dauerwiesen in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsintensität (DaFNE-Projekt 101309, 2002-2019)

Parameter	Kürzel	Einheit	Zweischchnittsystem		Dreischchnittsystem		Vierschnittsystem		Fünfschnittsystem*	
			$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd
Rohprotein	XP	g/kg TM	97,7	16,9	114,3	16,8	129,9	17,8	143,4	10,9
Rohfaser	XF	g/kg TM	287,3	31,0	261,6	24,2	249,4	23,3	236,2	10,3
NDFom	NDF	g/kg TM	542,4	64,0	491,7	43,7	477,9	45,4	481,1	35,2
ADFom	ADF	g/kg TM	355,1	39,2	331,7	25,0	314,3	25,7	290,1	22,3
Lignin	ADL	g/kg TM	58,8	10,5	56,6	10,0	49,3	10,8	37,5	6,3
Rohfett	XL	g/kg TM	19,0	3,1	19,8	2,8	20,9	3,2	25,2	1,4
Rohasche	XA	g/kg TM	107,5	24,7	114,5	23,9	118,0	24,1	123,0	18,5
OM-Verdaulichkeit	dOM	%	59,9	6,5	66,2	4,4	68,3	4,5	73,6	2,3
Metabolische Energie	ME	MJ/kg TM	7,92	1,04	8,92	0,80	9,25	0,78	9,91	0,35
Nettoenergie-Laktation	NEL	MJ/kg TM	4,46	0,71	5,15	0,57	5,40	0,55	5,88	0,24
Calcium	Ca	g/kg TM	8,6	2,3	9,7	2,1	9,1	2,1	6,6	1,1
Phosphor	Ph	g/kg TM	3,0	1,2	3,5	1,6	3,8	1,3	3,3	0,3
Magnesium	Mg	g/kg TM	2,8	0,9	3,1	0,9	3,2	0,9	2,4	0,4
Kalium	K	g/kg TM	17,7	3,9	20,6	4,3	22,9	4,5	21,7	2,3
Natrium	Na	mg/kg TM	160	108	191	130	242	183	805	202
Eisen	Fe	mg/kg TM	1225	821	1286	936	1246	840	1152	379
Mangan	Mn	mg/kg TM	124	79	114	66	103	59	89	13
Zink	Zn	mg/kg TM	35,8	13,2	39,7	11,1	40,5	11,4	35,5	2,9
Kupfer	Cu	mg/kg TM	6,8	1,7	7,8	1,4	8,6	1,5	8,1	0,8

*Fünfschnittsystem nur am Standort LFS Pyhra (NÖ)



HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Landwirtschaft

Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

raumberg-gumpenstein.at