

Abschlussbericht

Projektnummer:

BAL 2311

Titel des Projektes:

Vergleich von Dauergrünland-, Wechselwiesen- und Feldfutteranlagen hinsichtlich Ertrag, Futterqualität und Energieertrag mit besonderer Berücksichtigung unterschiedlicher Düngung

Comparison of permanent grassland, alternating grassland and ley-farming grassland concerning yield amount, forage quality and quality yield with special consideration of different fertilizing systems



Projektleiter:
Univ.-Doz. Dr. Erich M. Pötsch

Projektmitarbeiter in der Dienststelle:
Ing. Reinhard Resch, Elisabeth Schwab, Edeltrude Schwaiger

Berichtleger:
Univ.-Doz. Dr. Erich M. Pötsch

Laufzeit des Projektes: **2001-2005**

Schlagworte: **Dauergrünland, Feldfutterbau, Düngung, Wirtschaftsdünger, N-Wirksamkeit**

key words: **permanent grassland, ley farming, fertilization, farm manure, N-efficiency**

Impressum:

Herausgeber: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein als nachgeordnete Dienststelle des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien

Direktor: HR Prof. Mag. Dr. Albert Sonnleitner

Für den Inhalt verantwortlich: Univ.-Doz. Dr. Erich M. Pötsch

Gestaltung und Lektorat: Dorothea Schmiedhofer, Erich M. Pötsch

© Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning, 2008

Das Forschungsprojekt BAL 2311 wurde aus Mitteln des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft finanziert

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung und Problemstellung	4
1.1 Dauergrünland versus Ackerland	5
1.1.1 Dauergrünlanderhaltung – Umbruchverbot	5
1.1.2 Umbruchlose Grünlanderneuerung	6
1.2 Einsatz von Wirtschaftsdüngern im Grünland	7
1.2.1 Anfallsmengen und Nährstoffgehalte von Wirtschaftsdüngern	7
1.2.2 Wirksamkeit von Wirtschaftsdüngern im Grünland	8
2. Material und Methodik	11
2.1 Versuchsdesign	11
2.1.1 Anlageform und Versuchsvarianten im Mischungsversuch	11
2.1.2 Anlageform und Versuchsvarianten im Wirtschaftsdüngerversuch	13
2.2 Durchgeführte Erhebungen und Analysen	14
3. Ergebnisse und Diskussion	15
3.1 Mischungsversuch	15
3.1.1 Futterertrag	15
3.1.2 Futterqualität und Qualitätsertrag	17
3.1.3 Botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände	17
3.2 Wirtschaftsdüngerversuch	17
3.2.1 Futterertrag	17
3.2.2 Futterqualität	20
3.2.3 Qualitätsertrag	24
3.2.4 Relative Wirksamkeit der Wirtschaftsdünger	25
3.2.5 Pflanzenbestand	29
3.2.5.1 Artengruppenanteile im Wirtschaftsdüngerversuch	29
3.2.5.2 Zusammensetzung der Pflanzenbestände im Wirtschaftsdüngerversuch	34
4. Zusammenfassung und Fazit	35
5. Summary and Conclusions	37
6. Literatur	38
7. Anhang	44
7.1 Statistische Auswertungen zu den Mischungsversuchen	44
7.2 Tabellen zu den Wirtschaftsdüngerversuchen	47
7.3 Statistische Auswertungen zu den Wirtschaftsdüngerversuchen	55
8. Umsetzungsaktivitäten im Rahmen des Forschungsprojektes BAL 2311	59

1. Einleitung und Problemstellung

Die optimale Nutzung der betriebseigenen Ressourcen stellt ein zentrales Element einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in landwirtschaftlichen Betrieben dar. Im viehhaltenden Grünlandbetrieb sind es in erster Linie das wirtschaftseigene Futter und die hofeigenen Dünger, deren effizienter Einsatz nicht nur aus betriebswirtschaftlicher sondern auch aus ökologischer Sicht von großer Bedeutung ist. Ökonomisch betrachtet kann der Landwirt dadurch den Zukauf von betriebsexternen und meist teuren Produktionsmitteln wie Kraftfutter und Düngemittel reduzieren oder bei entsprechend extensiver Wirtschaftsweise sogar ganz darauf verzichten. Aus ökologischer Sicht lassen sich damit aber auch Energie- und Transportkosten einsparen und auf diese Weise zusätzliche Umweltbelastungen vermeiden. Wirtschaftseigenes Grundfutter und dessen Qualität gewinnt durch die derzeitige Entwicklung der Getreide- und Kraftfutterpreise wieder stark an Bedeutung. Ertrag und Qualität des Grundfutters von Wiesen, Weiden und Feldfutterflächen hängen von zahlreichen Hauptfaktoren wie Standort, Nutzung und Düngung ab. Die Basis dafür bilden jedoch in jedem Fall der Pflanzenbestand und dessen botanische Zusammensetzung.

Der Einfluss von Trockenheit, Frost und Pflanzenkrankheiten sowie die Wühl- und Grabtätigkeit von Wühlmäusen, Maulwürfen und Feldmäusen können immer wieder zur starken Schädigung der Grasnarbe und zum Ausfall wertvoller Bestandesbildner führen. Aber auch zahlreiche Bewirtschaftungsfehler wie mangelnde Grünlandpflege, zu tief eingestellte Mäh-, Werbe- und Erntegeräte, Überdüngung, Befahren mit zu schweren Geräten oder Beweidung von Flächen bei ungünstigen Bodenbedingungen verursachen Narben- und Bestandeslücken. Diese Fehlstellen bilden häufig den Ausgangspunkt für massive Verunkrautungen mit einer entsprechenden Minderung von Ertragsleistung und Futterqualität. Mit Hilfe der Grünlanderneuerung erfolgt eine gezielte Zufuhr von Saatgut futterbaulich hochwertiger Gräser- und Kleearten auf Wiesen und Weiden, wodurch die bestehenden Lücken nachhaltig geschlossen werden. Je nach verwendeter Technik sowie der eingesetzten Saatgutmenge wird dabei zwischen Übersaat und Nachsaat unterschieden. Nicht immer reichen die Maßnahmen der Grünlandpflege sowie der umbruchlosen Grünlanderneuerung aus, um geschädigte oder verunkrautete Pflanzenbestände wieder zu sanieren. In solchen Fällen bietet sich die Neuanlage von Grünland mittels Umbruchverfahren an.

Bei der Verbesserung, Erneuerung und Anlage von Grünland sind neben fachspezifischen und technischen Aspekten auch etwaige rechtliche und förderungsrelevante Rahmenbedingungen zu beachten. Diesbezüglich stellt sich zunächst die Frage nach der Definition und Bedeutung der genannten Begriffe, insbesondere auch des Grünlandes bzw. Dauergrünlandes.

1.1 Dauergrünland versus Ackerland

Gemäß EU-VO 796/2004 sind unter Dauergrünland jene Flächen zu verstehen, die durch Einsaat oder auf natürliche Weise (Selbstaussaat) zum Anbau von Gras oder anderen Grünfütterpflanzen genutzt werden und mindestens 5 Jahre lang nicht Bestandteil der Fruchtfolge eines landwirtschaftlichen Betriebes sind. Ackerflächen, welche mindestens 5 Jahre mit Gras oder Grünfütterpflanzen bestanden und nicht Teil der Fruchtfolge sind, werden zu Dauergrünlandflächen. Ausgenommen von dieser Dauergrünlandwerdung sind Flächen mit Stilllegungen (EU-VO 1251/1999; EU-VO 1257/1999; EU-VO 1782/2003) der 1. Säule (=Prämienstatus A) sowie der 2. Säule (Blühflächen, Stilllegungsflächen mit Projektbestätigung – ÖPUL 2000: WF 5, WF 10 und K 20; ÖPUL 2007: WFRot, WFBlau, WFGelb, AG, K 20).

Eine immer wieder gestellte Frage betrifft die Definition der Fruchtfolge gem. EU-VO 796/2004. Zunächst geht es um eine Änderung des Pflanzenbestandes durch eine aktive Tätigkeit wie z.B. mittels Schlitz(drill)saat oder Umbruch mit Neuansaat. Es existiert keine explizite Beschreibung der „aktiven Tätigkeit“ und damit keine Vorgaben hinsichtlich der anzuwendenden Technik (AMA, 2008a). Damit zählen neben den klassischen Umbruchmethoden wohl auch sämtliche umbruchlosen Übersaat- und Nachsaatmethoden als aktive Tätigkeit. In jedem Fall ist die Maßnahme zu dokumentieren (Maschinenringabrechnung, Angabe der angewandten Sätechnik bei Eigeneinsaat, Saatgutmenge, Saatgutrechnung, Zeitpunkt der Anwendung, Angabe des bearbeiteten Feldstückes etc.) und die Aufzeichnungen bei einer Vor-Ort-Kontrolle vorzulegen. Die zweite Bedingung, um die Voraussetzung einer Fruchtfolge zu erfüllen ist die Änderung der Schlagnutzungsart im Mehrfachtantrag. So kann beispielsweise 5 Jahre hindurch eine Wechselwiese (WW) bestehen und anschließend im 6. Jahr eine Ackerfrucht folgen. Entscheidend ist allerdings, dass noch im 5. Nutzungsjahr die aktive Tätigkeit gesetzt wird, etwa durch einen Umbruch der Fläche im Herbst. Bei Ackerfütterflächen mit einer Projektbestätigung kann der 5-Jahreszeitraum durch die darin vorgeschriebene ÖPUL-Stilllegung unterbrochen werden. Diese vorgeschriebene Stilllegung mit der daraus resultierenden Bestandesentwicklung entspricht einer aktiven Bestandesänderung und wird einer Fruchtfolgemäßnahme gleichgesetzt (PÖTSCH, 2008).

1.1.1 Dauergrünlanderhaltung - Umbruchverbot

Gemäß EU-VO 1782/2003 sind die Mitgliedsstaaten verpflichtet, Mindeststandards für den **Guten Landwirtschaftlichen und Ökologischen Zustand (GLÖZ)** festzulegen. Die entsprechenden Bestimmungen dazu sind in der nationalen INVEKOS-Umsetzungsverordnung (2005) enthalten. Ziel dieser Regelung ist die Sicherstellung, dass

Flächen, die 2003 als Dauergrünland genutzt wurden auch als Dauergrünland erhalten bleiben. Gegenüber dem Referenzjahr 2003 darf der Grünlandanteil (Dauergrünland in % zur gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche) bezogen auf das gesamte Bundesgebiet nicht mehr als 10% abnehmen. Wenn dieser Wert überschritten wird, so ist bei umgebrochenen Flächen die Wiederanlage von Dauergrünland zwingend vorzuschreiben.

Es ist daher für den Umbruch von Dauergrünland grundsätzlich eine Meldepflicht im Rahmen der Mehrfachantragstellung vorgeschrieben. Für manche Dauergrünlandflächen besteht sogar ein generelles Umbruchsverbot. Dies betrifft Dauergrünland in Hanglagen mit einer \emptyset Hangneigung von $> 15\%$, wobei hiervon Flächen zur Anlage von Dauerkulturen (Obst, Wein) oder mehrjährigen Kulturen ausgenommen sind. Möglich ist diesbezüglich auch eine Ausnahme für 0,5 ha Dauergrünland/Betrieb, wenn der Dauergrünlandanteil ohne Almen, Bergmäher, Hutweiden und Streuwiesen $> 80\%$ beträgt. Ein Umbruchsverbot besteht auch für Dauergrünlandflächen auf Gewässerrandstreifen in einer Mindestbreite von 20 m zu stehenden Gewässern (≥ 1 ha) und von 10 m zu Fließgewässern ab einer Sohlbreite von 5 m. Eine Reihe von konkreten ÖPUL 2007-Maßnahmen enthalten ebenfalls Regelungen bzw. Einschränkungen hinsichtlich des Umbruchs von Grünland (Biologische Wirtschaftsweise, UBAG, ...) und teilweise auch inklusive der Grünlanderneuerung mittels Umbruch („Mahd von Steiflächen“ und „Regionalprojekt für Grundwasserschutz und Grünlanderhaltung“). Eine umbruchlose Grünlanderneuerung mittels Kreiselegge, Saatstriegel, Bandfräse oder Schlitzdrillsäugerät ist jedoch auch in diesen Fällen zulässig.

Im Falle eines Grünlandumbruchs mit nachfolgender Neueinsaat einer Gründecke (also einer Grünlanderneuerung auf derselben Fläche) oder eines Grünlandumbruchs mit Neueinsaat auf einem anderen Feldstück bzw. eines betriebsübergreifenden Grünland-Acker Flächentauschs, ist dies der Agrarmarkt Austria mittels eines Formblattes bekanntzugeben (AMA, 2008b). Bei Übermittlung der Meldung per Fax oder E-Mail kann mit der beabsichtigten Tätigkeit sofort begonnen werden. Werden die Meldungen mittels Postweg an die AMA geschickt, sind jedenfalls 5 Werktage abzuwarten. Diese ÖPUL-Meldung ist am Betrieb aufzubewahren und bei einer Vor-Ort-Kontrolle dem Prüforgang vorzulegen.

1.1.2 Umbruchlose Grünlanderneuerung

Diese in Österreich weit verbreitete Form der Grünlanderneuerung unterliegt bisher keinerlei Einschränkungen und bietet somit eine ökonomisch und ökologisch interessante Alternative zur Verbesserung von lückigen und pflanzenbaulich geschwächten Grünlandbeständen. In der Praxis gibt es dazu allerdings zahlreiche offene Fragestellungen hinsichtlich des Zeitpunktes, der Technik sowie der optimalen Zusammensetzung der Übersaat- resp. Nachsaatmischungen.

Fragstellungen zur Neuanlage von Grünland

Bei der Neuanlage von Grünland (zur Erneuerung von verunkrauteten/unbefriedigenden Beständen oder auch zur Begrünung von Ackerflächen) stellt sich, abgesehen vom Durchführungszeitpunkt und den technischen Anforderungen, für den Praktiker eine Reihe von wichtigen Fragen. Neben der Qualität des Saatgutes (BUCHGRABER und GERL, 2000, BUCHGRABER und GINDL, 2004) betrifft dies vor allem auch die grundsätzliche Überlegung, eine Dauerwiesenmischung oder eine Wechselwiesenmischung als Ausgangsbasis einzusetzen. Letztere kann auf Grund des Arten- und Sortenspektrums je nach Anlage- und Entwicklungsbedingungen einige Jahre hinsichtlich der Nutzungsfrequenz ähnlich den Feldfuttermischungen genutzt und anschließend in den Nutzungsrhythmus von Dauergrünland übergeführt werden. Als mögliche Alternative zu Dauergrünland, aber auch zu Silomais stehen im Alpenländischen Raum auch unterschiedlich zusammengesetzte Feldfuttermischungen zur Verfügung. Für die Praxis ist daher ein direkter Vergleich der Leistungsfähigkeit der genannten Nutzungsmöglichkeiten hinsichtlich Ertrag, Futterqualität und Energieertrag von großer Bedeutung.

1.2 Einsatz von Wirtschaftsdüngern im Grünland

Für zahlreiche landwirtschaftliche Betriebe in Österreich stellen die hofeigenen Dünger die Hauptquelle für die Nährstoffversorgung von Kulturpflanzen auf Ackerflächen sowie insbesondere für Wiesen und Weiden des Dauergrünlandes dar. Wirtschaftsdünger sind kein lästiges Abfallprodukt der Nutztierhaltung sondern ein wertvolles, natürliches Betriebsmittel und zugleich unverzichtbares Element der landwirtschaftlichen Kreislaufwirtschaft. Gülle, Stallmist, Jauche und Festmistkompost sorgen als organische Mehrnährstoffdünger bei richtiger und sachgerechter Anwendung für optimales Wachstum und gute Futterqualitäten. Die Durchführung einer den gesetzlichen Bestimmungen sowie den pflanzenbaulichen Anforderungen entsprechenden sach- und umweltgerechten Düngung erfordert vom Landwirt solides Fachwissen und Kenntnis der Mengen und Nährstoffgehalte der am Betrieb anfallenden Wirtschaftsdünger.

1.2.1 Anfallsmengen und Nährstoffgehalte von Wirtschaftsdüngern

Die Grundlage für die Ermittlung der Anfallsmengen als auch der Nährstoffgehalte von hofeigenen Düngern stellen in Österreich die vom Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz erarbeiteten Richtlinien für die sachgerechte Düngung (BMLFUW, 6. Auflage, 2006) dar. Im Rahmen der Erstellung der Neuauflage dieses wichtigen Regelwerkes wurden neben den Anfallsmengen an unterschiedlichen Wirtschaftsdüngern vor allem auch die Nährstoffausscheidungsmengen für Stickstoff, Phosphor und Kalium für die unterschiedlichsten Nutztierarten aktualisiert. Damit wurde auch der massiven Kritik der Europäischen Kommission an den im internationalen Vergleich teilweise deutlich niedrigeren österreichischen Exkretionsmengen Rechnung getragen.

1.2.2 Wirksamkeit von Wirtschaftsdüngern im Grünland

Gemäß den Vorgaben der EU-Nitratrichtlinie erfolgt für die Ermittlung der darin festgelegten Obergrenze von 170 kg N aus Dung (Wirtschaftsdünger) eine Reduktion der Brutto-N Ausscheidung (=schwanzfallend), um die sogenannten unvermeidbaren N-Verluste im Stall und am Lager (EUROPEAN COMMISSION, 2002; FUNAKI and PARRIS, 2005) zu berücksichtigen. Diese in Form von Ammoniak auftretenden gasförmigen N-Verluste werden je nach Wirtschaftsdüngerart mit 15% (Rindergülle), 30% (Rinderjauche, Rindermist, Schweinegülle, Geflügelgülle, Pferdemit), 35% (Schweinemist), 40% (Geflügelmist) bzw. 45% (Putenmist, Schaf- und Ziegenmist) kalkuliert. Zur Berechnung der im Wasserrechtsgesetz (WRG 1959) bestehenden Obergrenzen von 210 kg feldfallendem N/ha und Jahr für landwirtschaftliche Nutzflächen mit Gründeckung einschließlich Dauergrünland bzw. 175 kg feldfallendem N/ha und Jahr für landwirtschaftliche Nutzflächen ohne Gründeckung werden zusätzlich noch unvermeidbare N-Verluste, die bei der Ausbringung auftreten, abgezogen. Für Gülle und Jauche betragen diese Abzüge 13%, für Stallmist und Kompost werden 9% Verluste berücksichtigt und zwar ausgehend vom N-Anfall ex Lager. In Tabelle 1 wird die Vorgangsweise zur Berechnung bzw. Überprüfung der jeweils relevanten N-Obergrenzen am Beispiel einer Milchkuh mit einer Jahresmilchleistung von 6.000 kg auf Basis Gülle dargestellt. Bezogen auf die Brutto-N-Exkretion von 96,5 kg/Tier und Jahr ergeben sich von der Ausscheidung bis hin zum Feld (= feldfallender Stickstoff) kalkulatorische N-Verluste von 25,2 kg = 26,1%.

Tabelle 1: Beispiel für die Berechnung des jahreswirksamen Stickstoffanfalls für eine Milchkuh mit einer Milchleistung von 6.000 kg pro Jahr auf Basis Gülle (Quelle: Richtlinien für die sachgerechte Düngung, 6. Auflage, 2006)

Bezeichnung	Berechnung	kg N/Jahr	relevant für:
N-Anfall brutto (schwanzfallend)		96,5	
N-Anfall nach Abzug der Stall- und Lagerverluste (=15%)	$96,5 \times 0,85 =$	82,0	Obergrenze gemäß Aktionsprogramm (EU-Nitratrichtlinie)
N-Anfall nach Abzug der Ausbringungsverluste (=13%)	$82,0 \times 0,87 =$	71,3	Bewilligungsgrenze gemäß WRG
Pflanzenwirksamer N-Anfall im Jahr der Anwendung (=70%)	$71,3 \times 0,70 =$	49,9	Umsetzung der Düngeempfehlung (Richtlinie f. SGD)

Dieses Berechnungsschema berücksichtigt den Umstand, dass Wirtschaftsdünger im landwirtschaftlichen Kreislauf Verlusten unterliegen – vom Zeitpunkt der Ausscheidung bis hin zur Ausbringung auf die jeweiligen Nutzflächen. Grundsätzlich muss dabei festgestellt werden, dass die tatsächlichen Verluste je nach Umweltbedingungen und Management von den kalkulatorischen Ansätzen deutlich (in beide Richtungen) abweichen können. Sowohl im Stall als auch bei der Lagerung und insbesondere im Bereich der Ausbringung, bei der das Risiko für N-Verluste am stärksten ist, hat der Landwirt zahlreiche Möglichkeiten, diese Verluste zu reduzieren und damit die Wirksamkeit und zugleich den Wert seiner Wirtschaftsdünger zu erhöhen (KATZ, 1996; MENZI, 1996; PÖTSCH, 2007).

Spannungsfeld Aktionsprogramm – Wasserrecht – Düngungsrichtlinie

Neben den bestehenden N-Obergrenzen gemäß Aktionsprogramm und Wasserrechtsgesetz sind von den österreichischen Landwirten auch die in den Richtlinien für die sachgerechte Düngung enthaltenen Empfehlungsgrundlagen für die Stickstoffdüngung einzuhalten. Diese Empfehlungen berücksichtigen unterschiedliche Nutzungsformen, botanische Aspekte sowie drei unterschiedliche Ertragslagen. Es handelt sich bei den empfohlenen Werten allerdings um keine Entzugszahlen sondern es werden dabei sowohl die Leistungen der biologischen N-Fixierung als auch die Bodennachlieferung durch die N-Mineralisierung berücksichtigt.

Das Prinzip einer kreislaforientierten Grünlandwirtschaft nimmt in hohem Maß Bezug auf die Ertragsleistung des Standortes. Die Menge und Qualität des am Betrieb erzeugten Grünlandfutters bestimmt in diesem Fall weitestgehend den Viehbesatz je Flächeneinheit. Eine Milchleistung von bis zu 5.000 kg/Kuh und Jahr kann bei entsprechender Quantität und Qualität ausschließlich über das wirtschaftseigene Grundfutter erzielt werden. Höhere Milchleistungen erfordern jedoch einen steigenden Einsatz an höherwertigen und für viele Grünlandbetriebe meist externen (Kraft)Futtermitteln (GRUBER und PÖTSCH, 2007). Mit zunehmendem Input an externen Nährstoffen entwickelt sich aber eine von der Fläche immer unabhängiger werdende Produktionsleistung und Viehbesatzdichte (PÖTSCH, 2006). Sofern die von außen in den Betrieb eingebrachten Nährstoffmengen nicht über die Produkte selbst oder über die Abgabe von Wirtschaftsdüngern ausgeschleust werden, ergibt sich letztlich ein Nährstoff-/Stickstoffanfall je Flächeneinheit, der unter bestimmten Bedingungen deutlich über den Empfehlungen der Richtlinien für die sachgerechte Düngung liegt. Verschärfende Bedingungen ergeben sich vor allem dann, wenn ein hohes Leistungsniveau in Gebieten angestrebt und umgesetzt wird, in dem eine natürlich bedingte, niedrige Ertragslage vorherrscht. Die relativ unspezifischen N-Obergrenzen im Aktionsprogramm und im Wasserrechtsgesetz führ(t)en unter solchen Voraussetzungen bei der Einhaltung der Richtlinienempfehlungen für die N-Düngung zu Problemen.

Zur Umgehung dieses Spannungsfeldes wurde die sogenannte Jahreswirksamkeit des Wirtschaftsdüngerstickstoffs eingeführt, die sich auf dessen feldfallenden N-Gehalt bezieht. Diese Jahreswirksamkeit wird in diesem Sinne als Summe aus der Direktwirkung zum Zeitpunkt der Ausbringung und der darin anschließenden, geschätzten Stickstoffmineralisation definiert. Je nach Wirtschaftsdüngerart werden somit nur mehr 50% (Stallmist), 30% (Rottemist), 10% (Kompost) bzw. 70-85 % (bei Gülle) des feldfallenden Stickstoffs als wirksam angerechnet, nur der Jauchestickstoff wird mit einer Jahreswirksamkeit von 100% kalkuliert.

Ergänzend wird zugestanden, dass beim regelmäßigen Einsatz von Wirtschaftsdüngern im Sinne einer Kreislaufwirtschaft je Anwendungsjahr neben der Jahreswirksamkeit auch mit einer Nachwirkung von 3 bis 5% gerechnet werden kann. Weiters wird zwar angemerkt, dass daher im Grünland die Gesamtwirksamkeit bei langjährigem regelmäßigem Einsatz von Wirtschaftsdüngern und günstigen Mineralisierungsverhältnissen bis zu 100% erreichen kann – in der praktischen Bewertung der Wirksamkeit des Stickstoffs in Wirtschaftsdüngern bleibt dies jedoch unberücksichtigt.

Der angeführten Vorgangsweise folgend, ergibt das in Tabelle 1 dargestellte Berechnungsbeispiel eine kalkulatorische N-Reduktion von beinahe 50% (96,5 kg Brutto-N versus 49,9 kg pflanzenwirksamer N). Damit kann bei Ausschöpfung der bei diesem Leistungsniveau nach dem Aktionsprogramm maximal möglichen Zahl von etwa 2,1 Kühen/ha selbst die N-Empfehlung von 80-100 kg N/ha für eine dreischnittige, kleereiche Dauerwiese in mittlerer Ertragslage (zumindest rechnerisch) noch eingehalten werden. Ende gut – alles gut? Nicht ganz, denn ein paar nicht ganz unwesentliche Aspekte bleiben noch offen.

Offene Fragen zum Verbleib der kalkulatorischen N-Verluste und zur tatsächlichen Wirksamkeit des Wirtschaftsdüngerstickstoffs:

Wo bleibt nun der in Abzug gebrachte Stickstoff, sofern er nicht zum Pflanzenwachstum und zur Produktion pflanzlicher Biomasse beiträgt? Neben potenziellen N-Verlusten über Ammoniakabgasung und Denitrifikation sowie über Oberflächenabfluss und Auswaschung bietet sich hier noch die Möglichkeit der Immobilisierung und der Akkumulation im Boden an. Was ist mit den mittel- und langfristigen Nachwirkungen bei regelmäßiger und langjähriger Anwendung von Wirtschaftsdüngern im Dauergrünland? Wie hoch ist die tatsächliche Wirksamkeit von Wirtschaftsdüngern im Vergleich zu Mineraldüngern?

2. Material und Methodik

Zur Bearbeitung der unter Punkt 1 genannten Frage- und Problemstellungen wurden im Jahr 2000 vom LFZ Raumberg-Gumpenstein an den drei Standorten Kobenz, Winklhof und Gumpenstein umfangreiche Feldversuche auf Dauergrünland angelegt. Die drei Versuchsstandorte weisen unterschiedliche Verhältnisse hinsichtlich Höhenlage, Temperatur und Jahresniederschlag auf und repräsentieren damit sehr viele österreichische Grünlandregionen mit mittlerer bis intensiver Bewirtschaftungsintensität.

Tabelle 2: Beschreibung der Versuchsstandorte

Standort	Höhenlage in m	Ø Jahrestemperatur	Ø Jahresniederschlag
Kobenz	627	8,2 °C	856 mm
Winklhof	490	8,2 °C	1400 mm
Gumpenstein	710	6,8 °C	1010 mm

2.1 Versuchsdesign

2.1.1 Anlageform und Versuchsvarianten im Mischungsversuch

Der Mischungsversuch (Abbildung 1) beinhaltete insgesamt 11 Versuchsvarianten (4 Feldfuttermischungen „ÖAG-Qualitätssaatgut“ korrespondierend mit 4 Feldfuttermischungen „Standardsaatgut“, 2 Wechselwiesenmischungen und 1 Dauerwiesenmischung). Die Varianten des Blockes „Feldfuttermischungen“ sind vierfach wiederholt, der Block „Wechselwiesenmischungen“ bietet aufgrund seiner Größe (16 Parzellen je Variante) die Möglichkeit einer späteren Nachnutzung. Der Block „Dauerwiesenmischung“ wurde bereits als 16 x 4 – Anlage gestaltet, um in weiterer Folge einen umfassenden Düngungsversuch (siehe 2.1.2) anschließen zu können, dabei aber gleichzeitig den oben genannten Vergleich (Dauergrünland - Wechselwiesen - Feldfutter) zu gewährleisten.

Die Parzellen mit der Dauerwiesenmischung B wurden über den gesamten Versuchszeitraum einer 3-Schnittnutzung unterzogen, die Feldfutterflächen hingegen vier Mal/Jahr geerntet. Dieser Unterschied in der Nutzungshäufigkeit entspricht auch der meist üblichen Vorgangsweise in der landwirtschaftlichen Praxis. Die Wechselwiesenvarianten wurden bis 2004 wie die Feldfuttermischungen jährlich viermal und ab 2005 jährlich dreimal geerntet, um sie hinsichtlich der botanischen Zusammensetzung nach dem Ablöseprinzip (Feldfutterarten gehen zurück – Dauerwiesenarten treten in den Vordergrund) allmählich in eine Dauerwiese überzuführen. Die Düngung der Versuchsflächen im Mischungsversuch erfolgte bei allen drei Mischungstypen einheitlich mittels einer Gabe von 15 t Stallmistkompost im Herbst. Durch das niedrige N-Düngungsniveau soll die legume N-Bindung des in den einzelnen Mischungen enthaltenen Kleeanteiles forciert werden. Bei optimaler Etablierung von kleereichen Mischungen können derartige Bestände über einige

Jahre auch Stickstoff-selbsttragend, also ohne jegliche Zufuhr von organischem oder mineralischem N-Dünger geführt werden. Die Nutzung dieser natürlichen N-Quelle schafft einen gewissen Nährstoffspielraum und ermöglicht auch extensiv wirtschaftenden Betrieben ein gutes Ertragsniveau.

Abbildung 1: Versuchsplan und -anlage der Mischungsversuche (Gumpenstein, Winklhof, Kobenz)

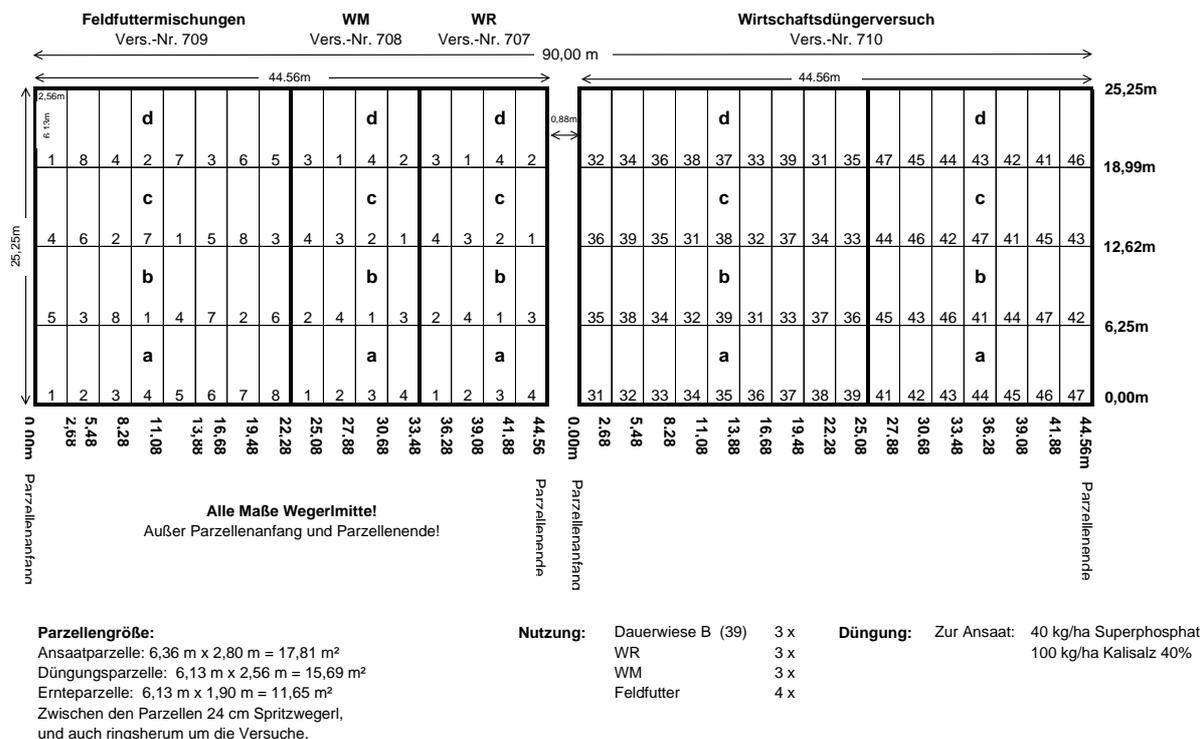


Tabelle 3: Eingesetzte Grünlandmischungen sowie deren Qualitätsstatus und die verwendeten Ansaatmengen

Mischungstyp/Mischungsbezeichnung	Qualitätsstatus	Ansaatstärke in kg/ha
Feldfutterintensivmischung IM (für mittlere Lagen)	ÖAG	23,0
Feldfutterintensivmischung IR (für raue Lagen)	ÖAG	22,8
Kleegrasmischung KM (für mittlere Lagen)	ÖAG	22,0
Kleegrasmischung KR (für raue Lagen)	ÖAG	22,0
Luzerne-Rotkleegrasmischung LR	ÖAG	26,3
Feldfutterintensivmischung IR (für raue Lagen)	Saatgut Österreich*	22,0
Kleegrasmischung KR (für raue Lagen)	Saatgut Österreich*	22,0
Luzerne-Rotkleegrasmischung LR	Saatgut Österreich*	26,3
Wechselwiesenmischung WM (für mittlere Lagen)	ÖAG	25,8
Wechselwiesenmischung WR (für raue Lagen)	ÖAG	23,8
Dauerriese B (für mittlere Lagen)	ÖAG	26,5

* zum Zeitpunkt des Versuchsbeginns noch als Standardqualität bezeichnet

Bei den Saatgutmischungen für den Feldfutterbau wurden zwei unterschiedliche Qualitätsstufen (ÖAG-Premiumqualität sowie Saatgut Österreich-mittlere Qualität) mit den in Tabelle 3 angeführten Ansaatstärken eingesetzt und verglichen. Während bei der ÖAG-Qualität Top-Sorten aus der ÖAG-Sortenliste ausgewählt werden und eine zweifache Kontrolle auf Ampferfreiheit erfolgt, sind bei Saatgut Österreich bis zu 5 Ampfersamen/60 g Probe noch zulässig (PÖTSCH und KRAUTZER, 2008). Zur Unterstützung der heimischen Landwirtschaft sind bei den ÖAG-Qualitätssaatgutmischungen zusätzlich ein Mindestanteil an österreichischen Züchtungen sowie österreichischer Saatgutvermehrung vorgeschrieben.

2.1.2 Anlageform und Versuchsvarianten im Wirtschaftsdüngerversuch

Das Versuchsdesign beinhaltet einen Dreischnittblock mit 9 Düngungsvarianten sowie einen Vierschnittblock mit 7 Düngungsvarianten, wobei sämtliche Varianten in jeweils vierfacher Wiederholung in randomisierter Form angelegt wurden. Für die gegenständlichen Fragestellungen wurden die in Tabelle 4 angeführten Versuchsvarianten herausgegriffen und analysiert.

Tabelle 4: Ausgewählte Versuchsvarianten in den Wirtschaftsdüngerversuchen sowie zugeführte Nährstoffmengen (\emptyset 2001 – 2006)

Intensitätsstufen/Varianten	Anzahl Schnitte/ Jahr	\emptyset Nährstoffzufuhr (kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹)		
		N _{ex Lager}	P	K
NPK mineralisch	3	92,2	20,2	91,4
Gülle 1:0,25	3	92,8	13,4	84,0
Gülle 1:1	3	92,8	13,4	84,0
Rottemist + Jauche	3	103,8	28,5	176,3
Mistkompost + Jauche	3	118,8	31,6	185,8
NPK mineralisch	4	234,3	40,3	182,9
Gülle 1:0,25 + 50 kg N	4	236,7	26,1	162,4
Gülle 1:1 + 50 kg N	4	236,5	26,1	162,4
Rottemist + Jauche + 50 kg N	4	239,0	49,4	317,9
Mistkompost + Jauche + 50 kg N	4	256,5	54,1	310,9

Die beiden Teilversuchsblöcke unterscheiden sich nicht nur in der Nutzungsfrequenz sondern vor allem auch in den jeweils zugeführten Nährstoffmengen. Die N-Zufuhr im Dreischnittblock variierte zwischen 92,2 und 118,8 kg/ha und Jahr, wobei diese Werte ex Lager zu verstehen sind, nachdem die jeweiligen Wirtschaftsdünger vor der Ausbringung analysiert wurden. Diese Vorgangsweise entspricht exakt der Regelung in den Richtlinien für die sachgerechte Düngung, wonach bei Vorliegen eines Untersuchungsergebnisses für den Stickstoffgehalt nur mehr (unvermeidbare) Verluste bei der Ausbringung in Abzug gebracht werden dürfen. Das N-Düngungsniveau der Varianten im Vierschnittblock liegt mit 234,3 bis

256,5 kg/ha und Jahr deutlich höher. In der Projektplanung wurde ein N-Niveau im Ausmaß von 2 ÖPUL-GVE (das entspricht etwa 2,6 tatsächlichen GVE) angestrebt mit einer zusätzlichen Gabe von 50 kg mineralischem Stickstoff/ha und Jahr in Anlehnung an die Maßnahme „Reduktion ertragssteigernder Betriebsmittel“ auf Grünlandflächen im Programm ÖPUL 2000. Bis zum 18.12.2002 galt im österreichischen Nitrat-Aktionsprogramm als Übergangsregelung eine Obergrenze von 210 kg N/ha und Jahr aus Dung, die im vorliegenden Versuchsdesign auch eingehalten wurde. Durch die Reduktion dieser Obergrenze auf 170 kg N/ha und Jahr könnten die intensiven Düngungsvarianten nur mehr im Rahmen einer entsprechenden Ausnahmegenehmigung für 230 kg N aus Dung in der Praxis umgesetzt werden. Die im intensiven Versuchsblock enthaltene, mineralisch gedüngte NPK-Variante dient hier ausschließlich zum Vergleich mit den Wirtschaftsdüngervarianten und würde in der Praxis bereits einer wasserrechtlichen Bewilligung bedürfen.

Auffallend ist bei beiden Versuchsblöcken, dass die Zufuhr an Phosphor und Kalium sehr stark variierte, insbesondere bei den Versuchsvarianten mit Rottemist und Mistkompost. Es wurde gemäß der Versuchsplanung mit der Hauptzielsetzung einer vergleichbaren N-Zufuhr keine Ausgleichsdüngung für diese beiden Nährstoffe vorgenommen. Dies wäre hinsichtlich des starken PK-Überhanges bei den Mistvarianten auch nicht möglich gewesen. Hinsichtlich des P- und K-Gehaltes der Versuchsböden ist anzumerken, dass die P-Versorgung zu Versuchsbeginn auf allen drei Standorten als ausreichend (Gehaltsklasse C) und die K-Versorgung in Kobenz und Gumpenstein als niedrig (Gehaltsstufe B) und in Winklhof als ausreichend zu beurteilen war. Neben den in Tabelle 4 aufgelisteten Versuchsvarianten wurde bei insgesamt vier Varianten (NPK mineralisch, Gülle 1: 0,25 jeweils im Dreischnitt- und Vierschnittblock) noch das Produkt Biosalin eingesetzt. Es handelt sich dabei um ein Rückstandsprodukt aus der Salzgewinnung mit einem mehr als 20%-igen Anteil an wirksamen Kalk, 8% Magnesium und 7% Schwefel. Beworben wird das in mehlfeiner, feuchter Form lieferbare Produkt als mineralischer Kalzium-Magnesium-Schwefel-Dünger zur preiswerten Schwefeldüngung auf Grünland und allen schwefelbedürftigen Ackerkulturen wie z.B. Raps. Die von der Firma Bodenkalk (www.bodenkalk.at) empfohlenen Aufwandmengen werden für Grünland- und Ackerland mit 1.000 kg/ha und Jahr, für Raps mit 1.500 kg/ha und Jahr angegeben.

2.2 Durchgeführte Erhebungen und Analysen

Neben der obligatorischen Bestimmung der geernteten Frisch- und Trockenmasseerträge erfolgten in dieser umfassenden Versuchsserie detaillierte Untersuchungen zur Futterqualität (VOM und Energiegehalt nach Tilley & Terry, 1963; Roh Nährstoffe nach Weender, Mineralstoffe und Spurenelemente) sowie entsprechende botanische Erhebungen (Projektive Deckung, Artengruppenanteile, Einzelartenanteile) und Bodenuntersuchungen auf allen drei Versuchsstandorten. Die statistische Bearbeitung der vorliegenden Versuchsdaten erfolgte

mittels des Statistikpaketes SPSS, wobei neben varianzanalytischen Auswertungen multiple Mittelwertvergleiche zur Darstellung signifikanter Unterschiede zwischen einzelnen Versuchsvarianten durchgeführt wurden.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Mischungsversuch

Für die Bearbeitung der unter Punkt 1 angeführten Problem- und Fragestellungen werden zunächst die Ertragsleistungen und nachfolgend Qualitätskennwerte der einzelnen Versuchsvarianten näher betrachtet.

3.1.1 Futterertrag

In den Abbildungen 2 bis 4 ist jeweils der Ertragsverlauf der drei Mischungstypen Dauergrünland, Wechselwiese und Feldfutter über den gesamten Versuchszeitraum von 2001 bis 2007 dargestellt. Es handelt sich jeweils um Bruttoerträge, das heißt in Abhängigkeit der Konservierungs- bzw. Nutzungsform (Grünfutter, Silage oder Heu) muss in der Praxis mit entsprechenden Konservierungsverlusten gerechnet werden (BUCHGRABER, 1998). Bei den in Klammer angeführten Werten handelt es sich um die Durchschnittserträge im Gesamtzeitraum, wobei unterschiedliche Indices einen signifikanten Unterschied ausdrücken ($\alpha = 0,05$).

Ausgehend von einem sehr hohen Ertragsniveau zwischen 125 und 150 dt TM/ha und Jahr kam es bedingt durch die extremen Trockenjahre 2002 und 2003 am Standort Kobenz zu einem besonders stark ausgeprägten Ertragsrückgang auf rund 65 bis 80 dt. Von dieser Entwicklung, die auf dem mit \varnothing 850 mm Niederschlag relativ trockenen Standort in den restlichen Versuchsjahren noch nachwirkte, waren alle drei Mischungstypen gleichermaßen betroffen (Abbildung 2). Die Ertragsunterschiede bezogen auf den Durchschnitt der gesamten Versuchsperiode lagen zwischen den einzelnen Mischungstypen am Standort Kobenz im Zufallsbereich. Der Durchschnittsertrag der Dauerwiese ist einer hohen, jener der Wechselwiese und des Feldfutters einer mittleren Ertragslage zuzuordnen (BMLFUW, 2006).

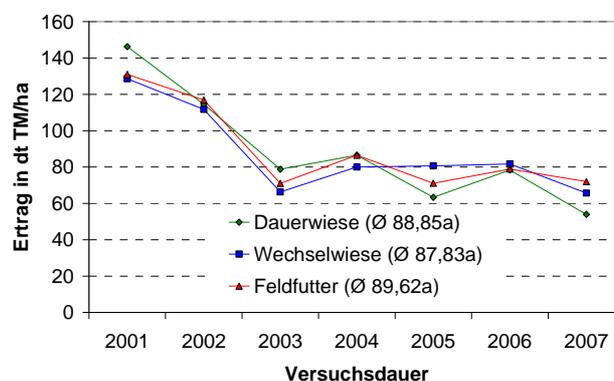


Abbildung 2: Ertragsverlauf (Bruttoerträge) der Grünlandmischungstypen im Projektzeitraum 2001-2007 am Standort Kobenz (Mischungsversuch)

Am gut mit Wasser versorgten Standort Winklhof wirkten sich die beiden Trockenjahre zunächst nur relativ geringfügig auf die Ertragsentwicklung aus (Abbildung 3). Vielmehr scheint hier die Vierschnittnutzung bei den Wechselwiesen- und Feldfutterflächen zu hoch angesetzt und im weiteren Verlauf der Versuchsdauer das Leistungspotential der Mischungen zu überfordern. Während die dreischnittgenutzte Dauerwiese auch am Ende des Beobachtungszeitraumes mit ca. 90 dt TM/ha und Jahr ein hohes Ertragsniveau aufwies, fiel die Ertragsleistung der beiden anderen Mischungstypen auf enttäuschende 60 dt TM/ha und Jahr ab. Insgesamt betrachtet unterschied sich die Dauerwiese mit $\bar{\text{Ø}}$ 106 dt TM/ha am Standort Winklhof ertragsmäßig hoch signifikant von den beiden Vergleichsvarianten.

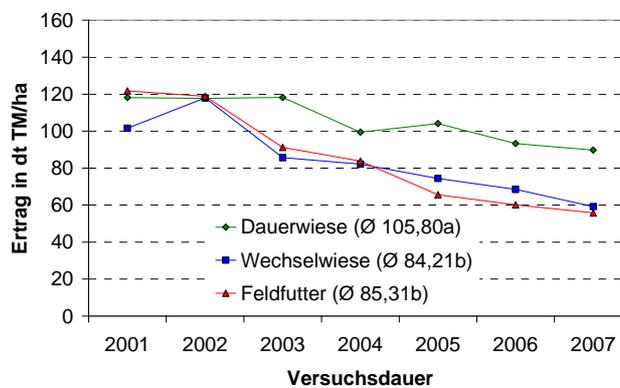


Abbildung 3: Ertragsverlauf (Bruttoerträge) der Grünlandmischungstypen im Projektzeitraum 2001-2007 am Standort Winklhof (Mischungsversuch)

Auch am Standort Gumpenstein kam es im Verlauf der Versuchsperiode zu einem Ertragsrückgang, von dem alle drei Mischungstypen relativ gleichmäßig betroffen waren (Abbildung 4). Im Durchschnitt lag hier die Ertragsleistung der Dauerwiese auf einem mit 91 dt/ha und Jahr hohen Niveau, jene der Wechselwiese bei 95 dt/ha und Jahr und das der Feldfuttermischungen bei 97 dt/ha und Jahr.

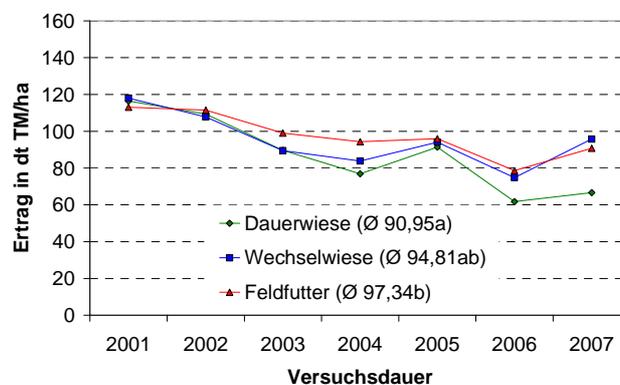


Abbildung 4: Ertragsverlauf (Bruttoerträge) der Grünlandmischungstypen im Projektzeitraum 2001-2007 am Standort Gumpenstein (Mischungsversuch)

Eine univariate Varianzanalyse mit den Faktoren Mischungstyp, Standort und Jahr erklärt 86% der Streuung der TM-Erträge, wobei der Faktor Jahr den stärksten Einfluss zeigt. Sowohl die eingesetzten Faktoren als auch die dazu geprüften Wechselwirkungen waren hoch signifikant ($p \leq 0,01$). Die drei im Mischungsversuch etablierten Feldfuttermischungen wurden in zwei Qualitätsabstufungen angelegt und geprüft (siehe 2.1.1). Hinsichtlich des Futterertrages zeigten sich dabei auf keinem der drei untersuchten Standorte signifikante Unterschiede zwischen den beiden Mischungsqualitäten. Die detaillierten Daten und Kennwerte zu den statistischen Auswertungen sind in den Anhangtabellen (Punkt 7.1, Tabellen 16 – 21) enthalten.

3.1.2 Futterqualität und Qualitätsertrag

Bezüglich der Futterqualität liegen zum Zeitpunkt der Berichtslegung nur die Ergebnisse aus drei Versuchsjahren vor. Die signifikant wirksamen Faktoren Standort, Jahr und Mischungstyp erklären 96% der Streuung in der Futterqualität (MJ NEL/kg TM), wobei die Dauerwiese mit 4,74 MJ NEL/kg TM signifikant unter den Werten der Wechselwiesen (5,95 MJ NEL/kg TM) und der Feldfutterflächen (5,73 MJ NEL/kg TM) lag. Bei allen drei Feldfuttermischungen lag die Futterqualität der ÖAG-Mischungen über jener der Marke „Saatgut Österreich“ (IR^{sign.}, KR^{n.s.}, LR^{n.s.}).

Als weiterer wichtiger Kennwert wurde zusätzlich der Qualitätsertrag (GJ NEL/ha) als Produkt von Ertrag und Futterqualität ermittelt. Der Qualitätsertrag dient als Maßstab dafür, wie viele Nutztiere (mit einem jeweils zu definierenden Energie- und Nährstoffbedarf) vom Futter einer bestimmten Flächeneinheit versorgt und ernährt werden können. Bei den Mischungstypen wies die Dauerwiese einen Ø Energieertrag von 53,22 GJ NEL/ha auf und lag damit signifikant unter den Werten der Wechselwiesen mit Ø 70,34 GJ NEL/ha und den Feldfuttermischungen mit Ø 69,94 GJ NEL/ha. Der Einfluss der Faktoren Mischungstyp, Standort und Jahr sowie deren Wechselwirkung war hinsichtlich der Streuung des Energieertrages signifikant. Die Unterschiede zwischen den beiden geprüften Qualitäten bei den Feldfuttermischungen zeigten hingegen keinen signifikanten Unterschied.

3.1.3 Botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände

Zum Zeitpunkt der Berichtlegung liegen noch keine abschließenden Pflanzenbestandsaufnahmen von den einzelnen Mischungstypen resp. Mischungsvarianten vor. Diese werden beim ersten Aufwuchs im Frühjahr 2009 durchgeführt und die Ergebnisse dann in der download-Version des Abschlussberichtes (www.raumberg-gumpenstein.at) ergänzt.

3.2 Wirtschaftsdüngerversuch

3.2.1 Futterertrag

Eine Varianzanalyse für die Ertragsdaten der beiden Versuchsblöcke (3-Schnitt und 4-Schnitt) ergab jeweils einen signifikanten Einfluss der Hauptfaktoren Standort, Variante und

Jahr sowie eine signifikante Wechselwirkung zwischen Jahr und Standort. Der Standort spielt also eine ganz entscheidende Rolle bei der Betrachtung der Ergebnisse.

In den Abbildungen 5 bis 7 ist daher der Ertragsverlauf über den Versuchszeitraum von 2001 bis 2006 für die einzelnen Standorte, jeweils getrennt für die beiden Nutzungsfrequenzen dargestellt. Es handelt sich dabei um die Bruttoerträge, von denen je nach Nutzungs- und Konservierungsform noch entsprechende Verluste in Abzug zu bringen sind. Ausgehend von einem sehr hohen Ertragsniveau im ersten Hauptnutzungsjahr (die Daten des Anlagejahres 2000 wurden nicht in die Auswertung einbezogen), kam es bedingt durch die Trockenheit in den beiden Folgejahren zu teilweise massiven Ertragseinbußen, von dem die Standorte Kobenz und Gumpenstein sehr stark betroffen waren, während am niederschlagreichsten Standort in Winklhof diesbezüglich nur geringfügige Schwankungen zu verzeichnen waren.

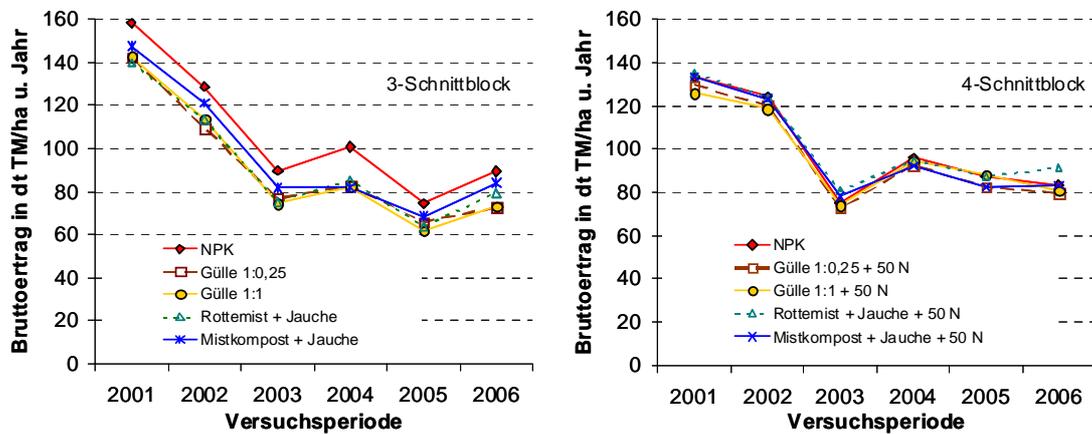


Abbildung 5: Ertragsverlauf (Bruttoerträge) ausgewählter Versuchsvarianten im Projektzeitraum 2001-2006 am Standort Kobenz (Wirtschaftsdüngerversuch)

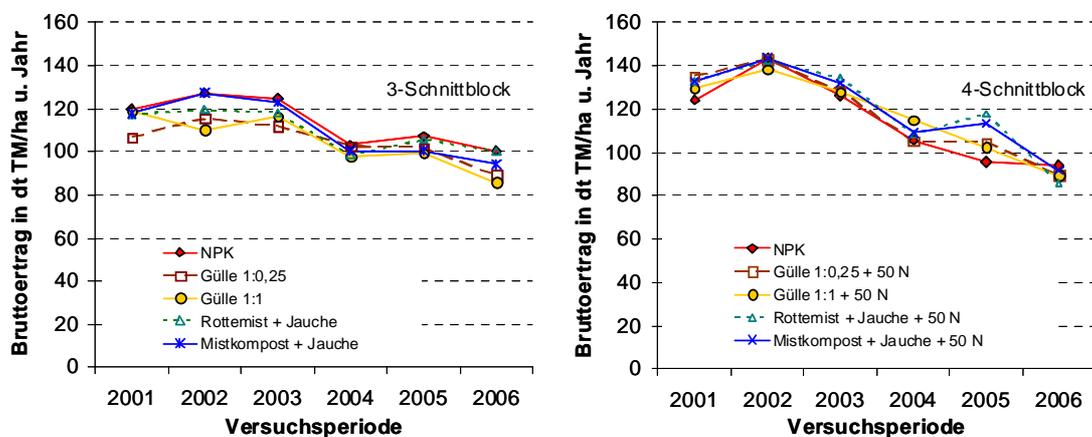


Abbildung 6: Ertragsverlauf (Bruttoerträge) ausgewählter Versuchsvarianten im Projektzeitraum 2001-2006 am Standort Winklhof (Wirtschaftsdüngerversuch)

Hinsichtlich der Beurteilung von Düngungssystemen stellt ein längerer Betrachtungszeitraum eine wichtige Grundlage dar. Im konkreten Versuchsschema sind dies insgesamt 6 Jahre, deren durchschnittliche Ertragsleistung in Tabelle 5 zusammengefasst und hinsichtlich signifikanter Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsvarianten mittels multipler Mittelwertvergleiche analysiert wurden.

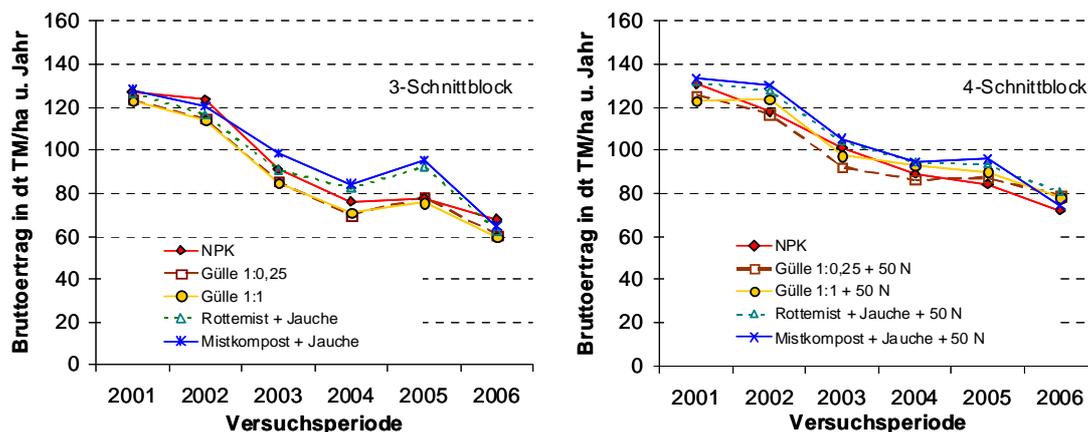


Abbildung 7: Ertragsverlauf (Bruttoerträge) ausgewählter Versuchsvarianten im Projektzeitraum 2001-2006 am Standort Gumpenstein (Wirtschaftsdüngerversuch)

Tabelle 5: Ø Jahresbruttoerträge in dt TM/ha über den gesamten Versuchszeitraum von 2001 bis 2006 – die mit unterschiedlichen Indices versehenen Werte unterscheiden sich innerhalb des Standortes signifikant voneinander

Intensitätsstufen/Varianten	Anzahl Schnitte/Jahr	Kobenz dt TM/ha	Winklhof dt TM/ha	Gumpenstein dt TM/ha
NPK mineralisch	3	106,8 ^a	113,9 ^a	94,0 ^a
Gülle 1:0,25	3	91,6 ^b	104,7 ^b	88,7 ^a
Gülle 1:1	3	91,3 ^b	104,8 ^b	88,0 ^a
Rottemist + Jauche	3	92,8 ^{ab}	109,9 ^{ab}	95,2 ^a
Mistkompost + Jauche	3	97,4 ^{ab}	110,6 ^{ab}	98,7 ^a
NPK mineralisch	4	99,9 ^a	114,9 ^a	99,2 ^a
Gülle 1:0,25 + 50 kg N	4	96,1 ^a	117,7 ^a	97,8 ^a
Gülle 1:1 + 50 kg N	4	97,0 ^a	117,1 ^a	100,8 ^a
Rottemist + Jauche + 50 kg N	4	102,1 ^a	120,3 ^a	105,2 ^a
Mistkompost + Jauche + 50 kg N	4	98,7 ^a	117,6 ^a	105,5 ^a

Bei den 3-Schnittvarianten wiesen auf allen drei Standorten die mineralisch gedüngten Versuchsvarianten das höchste Ertragsniveau auf, allerdings unterschieden sich diese nur in Kobenz und in Winkelhof jeweils signifikant von den beiden Güllevarianten. Die weiteren

Ertragsunterschiede lagen im Zufallsbereich bei einem Signifikanzniveau von 0,05. Bei den 4-Schnittvarianten fällt insgesamt auf, dass das Ertragsniveau im Durchschnitt des Versuchszeitraumes trotz der beachtlich höheren Nährstoffzufuhren nur relativ geringfügig variierte und damit der Effekt der zusätzlich ausgebrachten mineralischen N-Menge von je 50 kg/ha und Jahr als gering zu bezeichnen ist. Es ist allerdings dabei zu berücksichtigen, dass die höhere Nährstoffversorgung entsprechend den Grundsätzen einer guten Abstimmung zwischen Düngungs- und Nutzungsintensität mit einer Anhebung der Schnitffrequenz verknüpft wurde.

Als insgesamt sehr gering ist der Effekt der zusätzlichen Gülleverdünnung zu bezeichnen, die im Durchschnitt des gesamten Versuchszeitraumes nur im 4-Schnittsystem am Standort Gumpenstein einen nennenswerten, jedoch nicht signifikanten Mehrertrag erbracht hat. Der durchschnittliche TM-Gehalt der 1:0,25 verdünnten Gülle betrug 8,2%, jener der 1:1 verdünnten Gülle 5,1%. Allerdings bleibt anzumerken, dass die Gülleverdünnung im empfohlenen Verhältnis von 1: 0,5 bis 1:1 vor allem bei sehr heißen, niederschlagsarmen Verhältnissen zur Verringerung von hohen NH_3 -Verlusten und vor allem auch hinsichtlich einer Vermeidung der Futterverschmutzung nach wie vor Bedeutung hat.

Der Einsatz von Biosalin zeigte bei den Varianten des Dreischnittsystems unabhängig vom Standort keinen signifikanten Einfluss auf den Trockenmasseertrag. Tendenziell lagen die Erträge bei den mit Biosalin behandelten NPK-Varianten unter jenen der ansonsten gleich gedüngten Flächen. Bei der Variante „Gülle 1:0,25“ bewirkte der Einsatz von Biosalin einen tendenziell höheren, jedoch nicht signifikanten Trockenmasseertrag im Vergleich zu den unbehandelten Vergleichsflächen (siehe Tabelle 38 im Anhang). Im Vierschnittsystem lag die mit Biosalin behandelte NPK-Variante ertragsmäßig über der unbehandelten Vergleichsvariante, während bei der Variante „Gülle 1:0,25“ die unbehandelte Form etwas höhere Trockenmasseerträge aufwies. Die Ertragsunterschiede waren jedoch in beiden Vergleichspaaren nicht signifikant (siehe Tabelle 39 im Anhang).

3.2.2 Futterqualität

Die Qualität von Grundfutter wird vorwiegend über die Verdaulichkeit der organischen Masse, die Energiekonzentration (MJ NEL/kg TM), den Gehalt an Rohnährstoffen sowie den Gehalt an wichtigen Mineralstoffen und Spurenelementen definiert. Zu beachten sind aber auch die hygienische Qualität und die sensorischen Eigenschaften, die vor allem in der Futterkonservierung und in der Fütterungspraxis eine entscheidende Rolle spielen.

In den nachfolgenden Tabellen 6-12 zur Charakterisierung der Futterqualität (jeweils bezogen auf Grünfutter, also frisch geerntetes und nicht konserviertes Futter) sind auch jene Versuchsvarianten angeführt, bei denen zusätzlich noch das Produkt Biosalin eingesetzt wurde.

Tabelle 6: Verdaulichkeit der Organischen Masse – VOM (Ø der Einzelaufwüchse im Versuchszeitraum 2001-2003)

	Versuchsvariante	Kobenz	Winklhof	Gumpenstein	Gesamt
3-Schnitt	PK	65,3	61,0	64,0	63,4
	NPK	65,0	58,3	61,5	61,6
	NPK + Biosalin	60,5	57,2	60,5	59,4
	Gülle 1:0,25	65,1	58,5	61,4	61,7
	Gülle 1:0,25 + Biosalin	64,0	59,5	62,9	62,1
	Gülle 1:1	63,8	59,7	63,7	62,4
	Rottemist + Jauche 1:1	64,5	59,2	61,8	61,8
	Anbindekompost + Jauche 1:1	63,6	58,2	62,1	61,3
	Rottemist im Herbst	65,7	57,6	62,0	61,8
4-Schnitt	NPK + 50N	65,7	62,9	67,6	65,4
	NPK + 50N + Biosalin	66,2	60,2	67,5	64,6
	Gülle 1:0,25 + 50N	69,3	62,1	68,9	66,8
	Gülle 1:0,25 + 50N + Biosalin	68,5	61,3	68,7	66,2
	Gülle 1:1 + 50N	67,8	64,0	68,3	66,7
	Rottemist + Jauche + 50N	67,4	62,2	68,4	66,0
	Anbindekompost + Jauche 1:1 + 50N	69,4	63,2	68,9	67,2

Tabelle 7: Energiekonzentration – MJ NEL/kg TM (Ø der Einzelaufwüchse im Versuchszeitraum 2001-2003)

	Versuchsvariante	Kobenz	Winklhof	Gumpenstein	Gesamt
3-Schnitt	PK	5,12	4,51	4,88	4,84
	NPK	5,15	4,25	4,71	4,70
	NPK + Biosalin	4,62	4,15	4,68	4,48
	Gülle 1:0,25	5,19	4,30	4,67	4,72
	Gülle 1:0,25 + Biosalin	5,02	4,42	4,83	4,75
	Gülle 1:1	5,03	4,52	4,93	4,83
	Rottemist + Jauche 1:1	5,10	4,38	4,73	4,74
	Anbindekompost + Jauche 1:1	4,96	4,23	4,77	4,65
	Rottemist im Herbst	5,23	4,19	4,79	4,74
4-Schnitt	NPK + 50N	5,31	4,93	5,51	5,25
	NPK + 50N + Biosalin	5,36	4,66	5,53	5,18
	Gülle 1:0,25 + 50N	5,72	4,86	5,61	5,39
	Gülle 1:0,25 + 50N + Biosalin	5,59	4,76	5,58	5,31
	Gülle 1:1 + 50N	5,55	5,09	5,51	5,38
	Rottemist + Jauche + 50N	5,43	4,85	5,53	5,27
	Anbindekompost + Jauche 1:1 + 50N	5,67	4,96	5,55	5,39

Es fällt auf, dass das Futter der Dreischnittvarianten insgesamt eine deutlich geringere Verdaulichkeit und daraus folgend eine niedrigere Energiekonzentration aufweist als jenes der Vierschnittvarianten, die jeweils in einem physiologisch jüngeren Entwicklungszustand geerntet wurden. Zwischen den drei untersuchten Standorten zeigen sich diesbezüglich ebenfalls starke Unterschiede. Das Futter vom Standort Winkelhof wies bei allen einzelnen Varianten die niedrigsten Verdaulichkeits- und auch Energiewerte auf, was vorwiegend auf die im Vergleich zu den beiden anderen Standorten deutlich höheren Rohfaserwerte zurückzuführen ist (Tabelle 8). Innerhalb der beiden Schnittregime zeigten sich hinsichtlich der Verdaulichkeit und der Energiekonzentration des Futters nur relativ geringfügige

Unterschiede zwischen den geprüften Varianten. Im Vergleich zu den in der Futterwerttabelle für das Grundfutter im Alpenraum enthaltenen Daten liegen die Versuchswerte auf einem relativ niedrigen Niveau, wobei darin allerdings eine Unterscheidung zwischen erstem Aufwuchs und Folgeaufwüchsen vorgenommen wird und beim Grünfutter aus Wiesen mit hoher Nutzungsfrequenz Durchschnittswerte aus Vier- bis Sechsschnittnutzung angegeben werden.

Tabelle 8: Rohfasergehalt in g/kg TM ($\bar{\emptyset}$ der Einzelaufwüchse im Versuchszeitraum 2001-2003)

	Versuchsvariante	Kobenz	Winklhof	Gumpenstein	Gesamt
3-Schnitt	PK	268,7	345,1	298,8	304,2
	NPK	284,1	356,1	314,9	318,4
	NPK + Biosalin	301,6	359,7	328,8	330,0
	Gülle 1:0,25	293,3	369,7	320,6	327,9
	Gülle 1:0,25 + Biosalin	281,3	362,5	327,1	323,7
	Gülle 1:1	284,4	355,3	322,7	320,8
	Rottemist + Jauche 1:1	287,8	357,8	316,8	320,8
	Anbindekompost + Jauche 1:1	287,0	365,9	319,0	323,9
	Rottemist im Herbst	288,4	358,4	296,2	314,3
4-Schnitt	NPK + 50N	255,0	315,4	291,4	287,3
	NPK + 50N + Biosalin	258,3	318,0	309,9	295,4
	Gülle 1:0,25 + 50N	263,1	312,9	317,0	297,6
	Gülle 1:0,25 + 50N + Biosalin	259,2	323,2	322,5	301,6
	Gülle 1:1 + 50N	259,6	313,7	313,9	295,7
	Rottemist + Jauche + 50N	269,5	322,8	318,9	303,7
	Anbindekompost + Jauche 1:1 + 50N	264,3	324,8	313,8	301,0

Tabelle 9: Rohproteingehalt in g/kg TM ($\bar{\emptyset}$ der Einzelaufwüchse im Versuchszeitraum 2001-2003)

	Versuchsvariante	Kobenz	Winklhof	Gumpenstein	Gesamt
3-Schnitt	PK	130,2	123,3	136,4	130,0
	NPK	115,4	120,1	140,0	125,2
	NPK + Biosalin	110,7	122,5	121,0	118,1
	Gülle 1:0,25	106,8	118,5	134,0	119,8
	Gülle 1:0,25 + Biosalin	116,7	113,4	133,3	121,1
	Gülle 1:1	113,5	122,5	130,1	122,0
	Rottemist + Jauche 1:1	111,6	114,4	139,6	121,9
	Anbindekompost + Jauche 1:1	115,5	112,9	125,2	117,9
	Rottemist im Herbst	119,0	118,7	148,8	128,8
4-Schnitt	NPK + 50N	168,5	168,2	152,7	163,1
	NPK + 50N + Biosalin	171,4	173,3	145,5	163,4
	Gülle 1:0,25 + 50N	151,0	163,8	138,4	151,1
	Gülle 1:0,25 + 50N + Biosalin	152,8	160,2	140,0	151,0
	Gülle 1:1 + 50N	153,2	163,5	146,2	154,3
	Rottemist + Jauche + 50N	144,7	159,9	134,1	146,2
	Anbindekompost + Jauche 1:1 + 50N	153,1	157,5	141,0	150,5

Deutliche Unterschiede zwischen den beiden Schnittblöcken und zwischen den drei Standorten zeigen sich auch bei der Betrachtung des Rohproteingehaltes. Hinsichtlich des Rohproteinbedarfs von Milchkühen ist anzumerken, dass dieser für Milchleistungen von 3000 resp. 10.000 kg/Kuh und Laktation gemäß den Werten von GfE (2001) zwischen 119 und

139 g/kg TM (Gesamtration) beträgt. Eine zu hohe Rohproteinversorgung führt zu erhöhten N-Ausscheidungsraten mit entsprechenden Konsequenzen für die Umwelt (GRUBER and PÖTSCH, 2006).

Tabelle 10: Rohaschegehalt in g/kg TM ($\bar{\sigma}$ der Einzelaufwüchse im Versuchszeitraum 2001-2003)

	Versuchsvariante	Kobenz	Winklhof	Gumpenstein	Gesamt
3-Schnitt	PK	99,4	103,4	113,4	105,4
	NPK	90,7	97,0	87,9	91,8
	NPK + Biosalin	85,7	93,8	78,1	85,9
	Gülle 1:0,25	89,4	96,0	90,7	92,0
	Gülle 1:0,25 + Biosalin	90,0	97,0	96,3	94,4
	Gülle 1:1	86,9	94,0	93,9	91,6
	Rottemist + Jauche 1:1	91,7	95,2	92,3	93,1
	Anbindekompost + Jauche 1:1	95,3	96,5	93,1	95,0
	Rottemist im Herbst	93,8	98,3	93,9	95,4
4-Schnitt	NPK + 50N	97,5	104,2	96,8	99,5
	NPK + 50N + Biosalin	96,7	100,5	93,7	97,0
	Gülle 1:0,25 + 50N	95,0	102,3	104,0	100,4
	Gülle 1:0,25 + 50N + Biosalin	97,5	102,6	104,8	101,6
	Gülle 1:1 + 50N	93,7	99,6	107,5	100,3
	Rottemist + Jauche + 50N	101,6	104,2	106,9	104,2
	Anbindekompost + Jauche 1:1 + 50N	101,7	104,3	110,8	105,6

Bei der Betrachtung der Rohaschewerte ist anzumerken, dass sich diese insgesamt im Normbereich bewegen und auf eine weitestgehend saubere, verschmutzungsfreie Ernte schließen lassen. Beim Vierschnittsystem fällt auf, dass die Festmistvarianten tendenziell höhere Rohaschewerte aufweisen, was allerdings bei den dabei hohen eingesetzten Düngermengen nicht außergewöhnlich erscheint.

Tabelle 11: Phosphorgehalt in g/kg TM ($\bar{\sigma}$ der Einzelaufwüchse im Versuchszeitraum 2001-2003)

	Versuchsvariante	Kobenz	Winklhof	Gumpenstein	Gesamt
3-Schnitt	PK	3,3	3,7	3,7	3,6
	NPK	2,8	3,6	3,4	3,3
	NPK + Biosalin	2,6	3,5	3,2	3,1
	Gülle 1:0,25	2,8	3,5	3,3	3,2
	Gülle 1:0,25 + Biosalin	2,7	3,7	3,5	3,3
	Gülle 1:1	2,8	3,6	3,6	3,3
	Rottemist + Jauche 1:1	2,8	3,6	3,4	3,3
	Anbindekompost + Jauche 1:1	2,9	3,5	3,3	3,2
	Rottemist im Herbst	2,8	3,5	3,4	3,3
4-Schnitt	NPK + 50N	3,2	4,1	4,3	3,9
	NPK + 50N + Biosalin	3,0	3,6	4,2	3,6
	Gülle 1:0,25 + 50N	3,2	4,2	4,5	3,9
	Gülle 1:0,25 + 50N + Biosalin	3,3	4,2	4,7	4,1
	Gülle 1:1 + 50N	3,2	4,2	4,4	3,9
	Rottemist + Jauche + 50N	3,5	4,2	4,4	4,0
Anbindekompost + Jauche 1:1 + 50N	3,3	4,2	4,7	4,1	

Die Werte für Phosphor und Kalium (Tabellen 11 und 12) liegen größtenteils im Normbereich für vergleichbares Grundfutter, wobei auch hier generell höhere Gehaltswerte in den Vierschnittblöcken festzustellen sind. Trotz ausreichend (Gehaltsstufe „C“) vorhandenem Phosphor im Boden lagen jedoch die P-Werte im Futter am Standort Kobenz deutlich unter jenen der beiden anderen Standorte. Dies dürfte insbesondere im geringeren Niederschlag und den damit verbundenen ungünstigeren Lösungsbedingungen begründet sein.

Bei Kalium wies das Futter von den Versuchsfeldern in Winkelhof die höchsten Gehaltswerte auf, wobei bei zwei Varianten der Vierschnittflächen bereits der als Obergrenze angeführte Wert von 30 g K/kg TM überschritten wurde. Diese beiden Varianten erhielten jedoch auch die mit Abstand höchsten Kaliummengen über die Düngung zugeführt (siehe Tabelle 4). Trotz Vorliegen der Gehaltsstufe „B“ (= niedrige Versorgung) lagen auch die Kaliumwerte im Futter der Standorte Kobenz und Gumpenstein auf einem ausreichend hohen Niveau.

Tabelle 12: Kaliumgehalt in g/kg TM (\bar{x} der Einzelaufwüchse im Versuchszeitraum 2001-2003)

	Versuchsvariante	Kobenz	Winkelhof	Gumpenstein	Gesamt
3-Schnitt	PK	23,5	27,5	17,1	22,7
	NPK	22,7	27,7	15,8	22,1
	NPK + Biosalin	22,1	26,9	15,0	21,3
	Gülle 1:0,25	22,6	26,4	13,9	20,9
	Gülle 1:0,25 + Biosalin	21,1	26,1	15,2	20,8
	Gülle 1:1	21,6	25,4	15,1	20,7
	Rottemist + Jauche 1:1	23,8	25,8	16,4	22,0
	Anbindekompost + Jauche 1:1	23,6	27,0	18,7	23,1
	Rottemist im Herbst	24,3	25,5	18,2	22,7
4-Schnitt	NPK + 50N	26,3	28,2	21,1	25,2
	NPK + 50N + Biosalin	26,0	25,0	21,1	24,0
	Gülle 1:0,25 + 50N	25,6	28,6	20,6	24,9
	Gülle 1:0,25 + 50N + Biosalin	26,5	28,0	20,7	25,1
	Gülle 1:1 + 50N	26,4	28,4	20,0	24,9
	Rottemist + Jauche + 50N	30,4	30,9	26,5	29,3
	Anbindekompost + Jauche 1:1 + 50N	29,5	32,3	29,1	30,3

3.2.3 Qualitätsertrag

Dieser Kennwert ergibt sich als Produkt von Ertrag (kg TM/ha) und Energiekonzentration des Futters (MJ NEL/kg TM) und wird in MJ NEL bzw. GJ NEL/ha angegeben. Damit wird die Ertragsleistung um einen für die Verwertung des Grundfutters wichtigen, qualitativen Aspekt ergänzt. In Tabelle 13 sind die durchschnittlichen Qualitätsbruttoerträge über den Analysenzeitraum von 2001 bis 2003 für die einzelnen Standorte, jeweils getrennt für die beiden Nutzungsfrequenzen dargestellt.

Innerhalb des 3-Schnittblockes ergaben sich signifikante Unterschiede im Qualitätsertrag hinsichtlich der Faktoren Standort, Jahr und Versuchsvariante, innerhalb des 4-Schnittblockes hinsichtlich der Faktoren Standort und Jahr. Die mineralische

Vergleichsvariante erzielte auf allen 3 Standorten bei Dreischnittnutzung den höchsten Ø Qualitätsertrag, wobei der Unterschied in Winklhof und Gumpenstein gegenüber den Wirtschaftsdüngervarianten nur marginal ausfiel. Bei der Vierschnittnutzung wiesen hingegen mit nur zwei Ausnahmen die Wirtschaftsdüngervarianten die höchsten Qualitätserträge auf.

Tabelle 13: Ø Qualitätserträge in GJ NEL/ha über den Versuchszeitraum von 2001 bis 2003 – die mit unterschiedlichen Indices versehenen Werte unterscheiden sich innerhalb des Standortes signifikant voneinander

Intensitätsstufen/Varianten	Anzahl Schnitte/Jahr	Kobenz GJ NEL/ha	Winklhof GJ NEL/ha	Gumpenstein GJ NEL/ha
NPK mineralisch	3	64,02 ^a	52,76 ^a	53,47 ^a
Gülle 1:0,25	3	56,82 ^a	47,94 ^b	49,96 ^a
Gülle 1:1	3	55,59 ^a	52,28 ^a	52,72 ^a
Rottemist + Jauche	3	55,64 ^a	51,83 ^a	52,83 ^a
Mistkompost + Jauche	3	58,23 ^a	52,06 ^a	52,06 ^a
NPK mineralisch	4	58,47 ^a	64,70 ^a	64,37 ^a
Gülle 1:0,25 + 50 kg N	4	62,02 ^a	65,78 ^a	62,50 ^a
Gülle 1:1 + 50 kg N	4	58,59 ^a	67,11 ^a	63,25 ^a
Rottemist + Jauche + 50 kg N	4	61,52 ^a	66,20 ^a	66,89 ^a
Mistkompost + Jauche + 50 kg N	4	63,48 ^a	67,54 ^a	68,30 ^a

Die statistische Analyse der Wirksamkeit von Biosalin auf den Qualitätsertrag zeigte bei den mineralisch gedüngten NPK-Varianten sowohl beim Dreischnitt- als auch Vierschnittsystem signifikante Mehrerträge der unbehandelten Varianten (+3,6 bzw. +2,4 GJ NEL/ha). Bei den Varianten „Gülle 1:0,25“ wiesen hingegen die mit Biosalin ergänzten Varianten nicht signifikant höhere Qualitätserträge (+1,7 bzw. 0,8 GJ NEL/ha) auf (siehe auch Tabellen 40 und 41 im Anhang).

3.2.4 Relative Wirksamkeit der Wirtschaftsdünger

Die bisher angeführten Ergebnisse zum Futterertrag und Qualitätsertrag beruhen auf einer Darstellung der Absolutwerte, untergliedert nach den im Versuchsdesign enthaltenen Faktoren. Im Folgenden wurde zur Berechnung der N-Effizienz der eingesetzten Wirtschaftsdünger deren Ertragsleistung je zugeführter N-Einheit (Basis: $N_{\text{ex Lager}}$) errechnet. Diese wurde anschließend in relativer Beziehung zur N-Effizienz der mineralisch gedüngten Variante (= 100%) dargestellt. Mit dieser Vorgangsweise wird zwar der Einfluss der unterschiedlichen N-Zufuhren nivelliert, nicht jedoch die Menge an zugeführtem Phosphor, Kalium und anderer in den Wirtschaftsdüngern enthaltenen Mineralstoffen, Spurenelementen sowie der organischen Substanz. Es handelt sich daher beim Ergebnis streng genommen nicht ausschließlich um die Effizienz des Wirtschaftsdüngerstickstoffs sondern eigentlich um eine Systemeffizienz im relativen Vergleich zu einer mineralischen NPK-Düngung. In der

Literatur werden diesbezüglich sehr unterschiedliche Begriffe wie etwa Mineraldüngergleichwert, Mineraldüngeräquivalent, N-Ausnutzung, N-Wirkungsgrad oder allgemeiner Wirkungsgrad von Wirtschaftsdüngern verwendet, die allerdings alle versuchen, die Leistungsfähigkeit der wirtschaftseigenen Dünger abzubilden (ELSÄSSER u.a., 2005).

In Tabelle 14 sind die erzielten N-Wirksamkeiten der im Versuch eingesetzten Düngersysteme dargestellt. Die als unterstellte Wirksamkeit angegebenen Werte beziehen sich auf die ex Lager anzurechnenden Werte – für Rindergülle ergeben sich dadurch $0,87$ (für 13% Ausbringungsverluste) $\times 0,70$ (für 70% Jahreswirksamkeit) $= 0,61 = 61\%$. Bei den beiden kombinierten Festmist/Kompost/Jauche-Systemen wurde eine dem vorliegenden Verhältnis des N-ex Lager entsprechende Gewichtung zur Ermittlung der unterstellten Wirksamkeit vorgenommen. Bei jenen Wirtschaftsdüngervarianten, die eine zusätzliche mineralische N-Düngung erhielten wurde deren Anteil ebenfalls in die Gewichtung des Wirksamkeitswertes miteinbezogen.

Bei allen geprüften Wirtschaftsdüngervarianten ist festzuhalten, dass die unterstellte Wirksamkeit unabhängig vom jeweiligen Standort und dessen spezifischen Bedingungen deutlich übertroffen wurde. Dies betrifft insbesondere die Festmist/Kompost/Jauche-Systeme deren tatsächliche Wirksamkeit durch die Einbeziehung der Jahreswirksamkeit und der damit verbundenen zusätzlichen Reduktion um 70% bei Rottemist bzw. 90% bei Kompost für Dauergrünland völlig unterschätzt wird (PÖTSCH and RESCH, 2008).

Tabelle 14: Relative N-Wirksamkeit (%) von unterschiedlichen Wirtschaftsdüngersystemen im Vergleich zu mineralischer NPK-Düngung bei 3- und 4-Schnittnutzung auf drei Versuchsstandorten im Dauergrünland

Intensitätsstufen/Varianten	Anzahl Schnitte/ Jahr	Kobenz %	Winklhof %	Gumpen stein %	unterstellte Wirksamkeit %
NPK mineralisch	3	100	100	100	100
Gülle 1:0,25	3	85	91	94	61
Gülle 1:1	3	83	89	90	61
Rottemist + Jauche	3	75	87	89	38
Mistkompost + Jauche	3	73	79	86	21
NPK mineralisch	4	100	100	100	100
Gülle 1:0,25 + 50 kg N	4	96	102	98	69
Gülle 1:1 + 50 kg N	4	97	101	100	69
Rottemist + Jauche + 50 kg N	4	100	102	103	51
Mistkompost + Jauche + 50 kg N	4	91	96	97	36

Auch die für Gülle eingesetzten Werte liegen deutlich unter den erzielten Wirksamkeiten, die bei Dreischnittnutzung im schlechtesten Fall bei 74% (im Jahr 2002 am Standort Winkelhof) und bei der Vierschnittnutzung bei 88% (im Jahr 2004 am Standort Gumpenstein) lagen.

Anzumerken ist auch, dass die im Vierschnittblock erreichten und gegenüber dem Dreischnittsystem deutlich höheren Wirksamkeiten primär auf die vergleichsweise geringe Leistung der mineralischen NPK-Variante zurückzuführen ist.

In der Literatur werden Mineraldüngergleichwerte bei Gülledüngung von 75 - 90% (SCHECHTNER, 1981; SCHECHTNER, 1992; ELSÄSSER u.a. 1998; ELSÄSSER, 2002) bzw. bis zu 100% (PÖTSCH, 1998; ELSÄSSER, 1999; NEFF, 2005; PÖTSCH and RESCH, 2008) beschrieben. Nach DIEPOLDER und SCHRÖPEL (2002) konnte bei einem mehrjährigen N-Steigerungsversuch im Allgäuer Alpenvorland ein Mineraldüngeräquivalent für N aus Gülle von ca. 80% abgeleitet werden. KIEFER et al. (2004) ermittelten in Baden-Württemberg einen Mineraldüngergleichwert von 89%, NEFF (2005) konnte für breit ausgebrachte Gülle einen Mineraldüngergleichwert von 100 % sowie eine bessere Ertragswirkung im Vergleich zu Mineraldüngung bei über Schleppschlauch gedüngter Gülle in einem mehrjährigen Versuch in Hessen nachweisen. Grünlandflächen werden meist über Wirtschaftsdünger kontinuierlich mit Nährstoffen und organischer Substanz versorgt - je länger und regelmäßiger diese eingesetzt werden desto höher liegt der N-Wirkungsgrad. Zahlreiche Arbeiten bestätigen, dass sich etwa die Effizienz der Gülledüngung mit zunehmender Anwendungsdauer verbessert (u.a. SCHECHTNER, 1978 und 1981; VAN DIJK et al., 1990; ELSÄSSER u.a. 1998; ELSÄSSER et al., 1995). Hinsichtlich der Wirksamkeit von Wirtschaftsdüngern spielt insgesamt natürlich das gesamte Düngungsmanagement im landwirtschaftlichen Betrieb eine unverzichtbare Rolle (PÖTSCH und BUCHGRABER, 1995; JARVIS and MENZI, 2004; PÖTSCH, 2005; PÖTSCH und RESCH, 2005).

Die biologische N-Bindung durch die Leguminosen besitzt allgemein eine starke Bedeutung im landwirtschaftlichen N-Kreislauf und damit auch für die Frage der Wirksamkeit von Düngungssystemen (TAUBE and PÖTSCH, 2001). Die durchschnittlichen Leguminosenanteile lagen bei den Dreischnittflächen zwischen 7 und 12% und bei den Vierschnittflächen zwischen 3 und 7%, wobei die Wirtschaftsdüngervarianten in beiden Systemen jeweils die höchsten Werte aufwiesen. Die Unterschiede im Leguminosenanteil zwischen den Standorten waren signifikant (Dreischnittflächen: Gumpenstein > Kobenz > Winklhof; Vierschnittflächen: Gumpenstein > Kobenz = Winklhof). Verglichen mit sehr kleereichen Grünland- und Feldfutterbeständen ist der Beitrag der legumen N-Bindung in der vorliegenden Versuchsreihe allerdings insgesamt als eher gering zu bezeichnen.

Eine wesentlich größere Rolle hat in diesem Fall die N-Nachlieferung des Bodens gespielt, nachdem der durchschnittliche N-Entzug (brutto) bei den Dreischnittflächen zwischen 240 (NPK mineralisch) und 216 kg/ha und Jahr (für die Wirtschaftsdüngervarianten) lag. Dies

wird auch durch die Ertragsleistung einer zusätzlich angelegten Versuchsvariante bestätigt, die ausschließlich mit Phosphor und Kalium in mineralischer Form gedüngt wurde und mit bis zu Ø 20% Leguminosenanteil einen N-Entzug von knapp 200 kg/ha und Jahr aufwies. Dies ist letztlich ein deutlicher Hinweis auf die Bedeutung der Bodennachlieferung und damit auch eine Bestätigung dafür, dass eine Empfehlung für die N-Düngung auf Basis von Entzugszahlen, die immer wieder diskutiert wird, nicht gerechtfertigt ist. Nach Beobachtungen von WERNER et al. (1985), STEFFENS und VETTER (1985), SCHERER et al. (1988), DÖHLER und SCHULTHEISS (1994) sowie PÖTSCH (1997) beeinflusst die Gülledüngung den Gesamtstickstoff-Haushalt bis in tiefere Schichten und führt insgesamt zu höherer Nachlieferung von Stickstoff.

Die durchschnittlichen N-Entzugszahlen (brutto) variierten im vorliegenden Versuch bei den Vierschnittflächen zwischen 310 kg (NPK mineralisch) und 290 kg/ha und Jahr (für die Wirtschaftsdüngervarianten). Die Ø Differenz von rund 70 kg N-Entzug zwischen den beiden Schnittsystemen/Düngungsniveaus zeigt ganz deutlich, dass damit nur etwa die Hälfte des zusätzlich zugeführten Stickstoffs von Ø 140 kg über den Ernteertrag wieder abgeführt wurde. Der höhere N-Entzug ist dabei nur zu einem geringen Anteil auf den Mehrertrag als vielmehr auf den bei den Vierschnittflächen um Ø 3% höheren Rohproteingehalt des Futters zurückzuführen (Dreischmittflächen: Ø 12,1% XP; Vierschnittflächen: Ø 15,3% XP).

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die tatsächliche Wirksamkeit der unterschiedlichen Wirtschaftsdüngersysteme hinsichtlich ihrer Ertragsleistung höher ist als die gemäß den Richtlinien für die sachgerechte Düngung unterstellte, geringe Effizienz. Die Berücksichtigung der sogenannten Jahreswirksamkeit, die insbesondere bei Festmistern und Komposten zu einer extrem hohen Reduktion der Gesamtwirksamkeit führt, muss für die Kulturart Dauergrünland kritisch hinterfragt werden. Die Ergebnisse bestätigen, dass die Einrechnung von unvermeidbaren Verlusten im Stall, am Lager und bei der Ausbringung plausibel ist und die dadurch bedingte, geringere N-Wirksamkeit der Wirtschaftsdünger im Vergleich zu Mineraldünger gut abbildet. Hinsichtlich der Wirksamkeitsunterschiede auf den drei untersuchten Standorten wäre es aber durchaus überlegenswert, bestimmte Standorts- und Wachstumsparameter zur Erstellung von spezifischen Korrekturfaktoren einzubinden. Zur Einhaltung der Grundlagen und der Richtlinien einer sachgerechten Düngung erscheint es für die Düngung von Grünland unabdingbar, eine entsprechende Anpassung zwischen der am jeweiligen Standort vorliegenden Ertragslage und dem daraus möglichen Viehbesatz bzw. Leistungsniveau vorzunehmen. Mit einer derartigen Abstimmung könnten einerseits Nährstoffüberhänge deutlich reduziert und andererseits auch die Problematik im Spannungsfeld Aktionsprogramm-Wasserrecht-Sachgerechte Düngung weitestgehend

gelöst werden. Bei einer weiter bestehenden Diskrepanz zwischen niedriger Ertragsleistung und zu hohem Viehbesatz müssten konsequenterweise die dadurch entstehenden Nährstoffüberschüsse wieder aus dem Betrieb ausgeschleust werden.

Die ebenfalls immer wieder diskutierte Möglichkeit einer generellen Anhebung der N-Empfehlungswerte für Grünland erscheint angesichts der vorliegenden Erkenntnisse nicht zielführend. Im Einzelfall besteht dafür aber ohnehin die Möglichkeit des Ansuchens um eine wasserrechtliche Bewilligung. Wirtschaftseigene Dünger sind für Grünland- und Milchviehbetriebe ein wertvolles Betriebsmittel, dessen sachgerechter Einsatz sowohl aus ökonomischer als auch aus ökologischer Sicht von großer Bedeutung ist. Eine kalkulatorische Minderung der Wirksamkeit von Wirtschaftsdüngern stellt nur eine oberflächliche Problemlösung dar und vermittelt dem Landwirt zugleich auch den Eindruck der Geringwertigkeit des Wirtschaftsdüngers verbunden mit der Notwendigkeit einer ergänzenden N-Düngung (Wirtschaftsdünger kann wenig, also muss ich nachhelfen). Ein hoher unterstellter N-Wirkungsgrad erhöht hingegen die Bestrebung, möglichst alles zu tun, um diese Effizienz auch tatsächlich zu erreichen.

3.2.5 Pflanzenbestand

Die botanische Zusammensetzung von Grünlandbeständen beeinflusst maßgeblich das Ertragspotential und vor allem die Qualität des Futters (PÖTSCH und RESCH, 2005). Die drei im Grünland unterschiedenen Artengruppen Gräser, Kräuter und Leguminosen erfüllen spezifische Funktionen und stehen untereinander in einer Konkurrenz um die zentralen Wachstumsfaktoren. Innerhalb der Artengruppen finden sich im Dauergrünland und Feldfutter eine große Anzahl an ansaatwürdigen und futterbaulich wertvollen Einzelarten, die wiederum große Unterschiede im Wachstums- und Konkurrenzverhalten sowie in der Futterqualität aufweisen (HUBER-SANNWALD, 2001; KRAUTZER und GRAISS, 2008). Neben den vorliegenden Standortfaktoren wird die botanische Zusammensetzung von Grünlandbeständen sehr stark von der Art und Intensität der Bewirtschaftung gesteuert. Nutzung und Düngung beeinflussen die Entwicklung der Artengruppen sowie einzelner Arten in unterschiedlicher Weise und stehen daher bei den folgenden Auswertungen im Mittelpunkt der Betrachtungen.

3.2.5.1 Artengruppenanteile im Wirtschaftsdüngerversuch

Die Angabe der Artengruppenanteile von Gräsern, Leguminosen und Kräutern erfolgt in Gewichtsprozenten. Für Dauergrünland sollte das Artengruppenverhältnis etwa 50-70% Gräser : 10-30% Leguminosen : max. 30% Kräuter betragen, wobei es sich bei den Kräutern nach Möglichkeit nicht um Unkräuter (minderwertige und/oder giftige Pflanzen)

handeln sollte. Als Ausgangsmischung für die Wirtschaftsdüngerversuche wurde die ÖAG-Dauerwiesenmischung „B“ für mittelintensive Bewirtschaftung und mittlere Lagen eingesetzt (Tabelle 15). Diese in der Praxis sehr häufig verwendete Mischung weist einen Anteil von insgesamt 15 Flächen-% Leguminosen und 85 Flächen-% Futtergräsern auf, mit der Zielsetzung einen nachhaltigen, ausdauernden und leistungsfähigen Dauergrünlandbestand zu bilden.

Tabelle 15: Artenzusammensetzung und Sortenauswahl für die ÖAG-Dauerwiesenmischung „B“ (KRAUTZER u.a., 2007)

Mischung B Dauerwiesenmischung für mittelintensive Bewirtschaftung (bis zu drei Nutzungen je Jahr)		Mischungsrahmen in Flächenprozent (Fl.%) und Gewichtsprozent (Gew.%) in den einzelnen Bundesländern			
		Burgenland, Niederösterreich, Steiermark, Kärnten, Tirol		Oberösterreich, Salzburg	
<i>für mittlere Lagen</i>		Fl.%	Gew.%	Fl.%	Gew.%
Arten	ausgewählte ÖAG-Sorten				
Weißklee	SW Hebe ^{*)} , Klondike ^{*)} , Riesling, Sonja, Tasman	10	7,6	8	5,8
Hornklee	Oberhaunstädter, Rocco	5	5,7	7	7,5
Engl. Raygras	Guru, Barnauta ^{*)} , Ivana, Litempo ^{*)} , Tivoli ^{*)} , Trani	10	9,4	5	4,5
Glatthafer	Arone, Median	10	15,1	13	18,5
Knautgras	Tandem, Lidaglo, Baraula, (Lidacta)	15	11,3	7	5,0
Timothe	Tiller, Lischka, (Liglory), Kampe II, Comer, Licora	10	7,5	10	7,1
Wiesenschwingel	Cosmolit, Darimo, Laura, Leopard, Pradel, (Lifara)	10	11,3	15	16,0
Goldhafer	Gunther, Gusto, (Triset 51)	5	3,8	5	3,6
Rotschwingel	Condor, Echo, Gondolin	5	5,7	5	5,3
Wiesenrispe	50 % von den Sorten: Balin, Compact, Lato, 50 % von den Sorten: Limagie, Oxford, (Monopoly)	20	11,3 11,3	20	10,7 10,7
Wiesenfuchsschwanz	Gufi, Alko, Vulpera, (Gulda)	-	-	5	5,3
Saatmenge in kg/ha		26,5		28,1	

In den Abbildungen 8-13 sind die Artengruppenverhältnisse von ausgewählten Varianten der Wirtschaftsdüngerversuche im Vergleich zur verwendeten Ansaatmischung Dauerwiese „B“ dargestellt. Bei den dargestellten Bonitierungsdaten handelt es sich um Durchschnittswerte über den gesamten Versuchszeitraum von 2001 bis 2006. Die statistische Analyse ergab insgesamt einen signifikanten Einfluss der Faktoren Standort, Variante (Ausnahme: Kräuteranteil) und Jahr auf die Anteile der einzelnen Artengruppen im extensiver bewirtschafteten Dreischnittsystem. Ausgehend von der mit 85 Gew.-% Anteilen gräserbetonten Ansaatmischung kam es auf dem trockeneren Standort Kobenz allgemein zu einer Reduktion des Gräseranteiles auf 55-65 % und zu einem relativ starken Anstieg des Kräuteranteiles auf bis zu 30 %. Der in der Mischung vorhandene Leguminosenanteil von 15 % konnte nur in der mineralisch gedüngten PK-Variante erhalten werden, die sich darin signifikant von den restlichen Varianten unterschied.

Am Standort Winklhof kam es zu einem Anstieg im Gräseranteil auf bis zu 93 %, der über die gesamte Versuchsdauer auf einem hohen Niveau erhalten blieb. Der Leguminosenanteil war mit $\bar{\varnothing}$ 5-8 % relativ niedrig und sank mit zunehmender Versuchsdauer bei allen untersuchten Varianten auf nur mehr 1-2 % ab. Der Kräuteranteil hielt sich mit $\bar{\varnothing}$ 2 bis 4 % auf einem für Dauergrünland sehr niedrigen und guten Niveau.

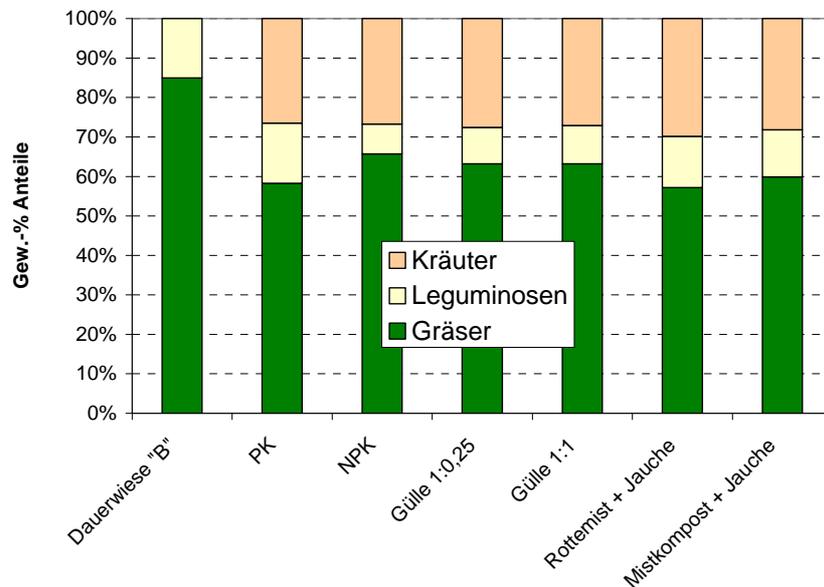


Abbildung 8: Artengruppenanteile im Wirtschaftsdüngerversuch Kobenz (Dreisschnittflächen)

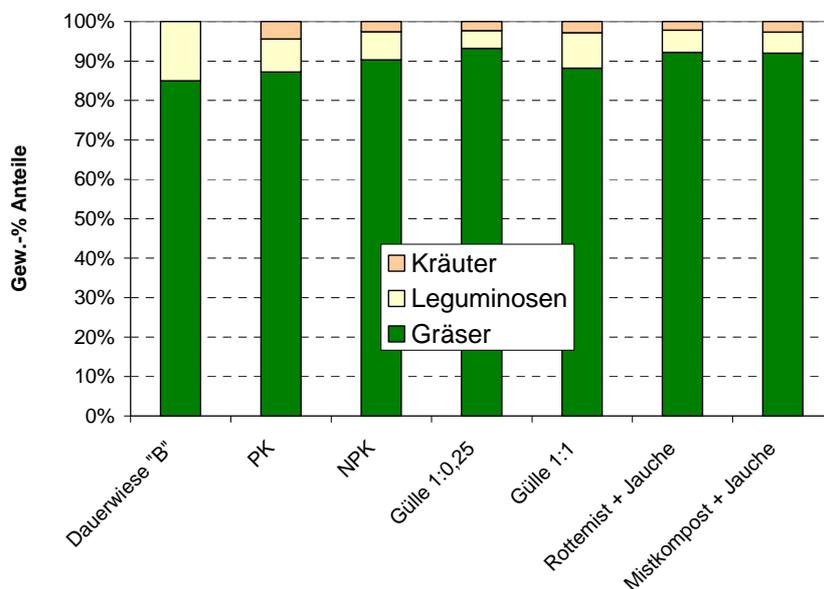


Abbildung 9: Artengruppenanteile im Wirtschaftsdüngerversuch Winklhof (Dreisschnittflächen)

Am Standort Gumpenstein konnte mit Ausnahme der mineralisch versorgten NPK-Variante ein mit 15-22 % guter Leguminosenanteil bei einem gleichzeitig starken Gräsergerüst gehalten werden. Auch hier lag der Kräuteranteil mit 13 bis 17 % auf einem tolerierbar niedrigen Niveau.

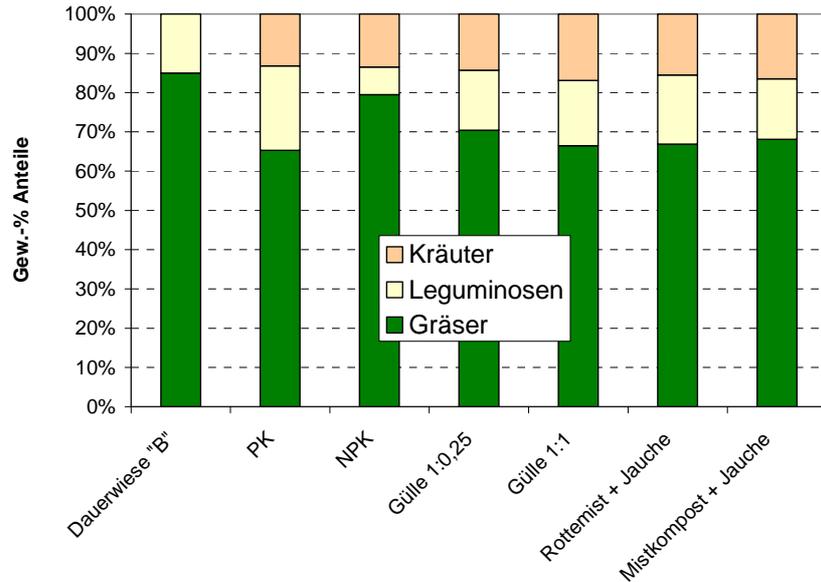


Abbildung 10: Artengruppenanteile im Wirtschaftsdüngerversuch Gumpenstein (Dreischnittflächen)

Bei den Versuchsvarianten mit Vierschnittnutzung und zugleich deutlich höherem Düngungs niveau zeigt sich auf allen drei Standorten meist nur mehr ein sehr geringer Besatz an Leguminosen (Abbildungen 11-13). Die natürliche N-Bindung wurde durch das vorherrschende hohe N-Düngungs niveau sehr stark konkurrenziert und leistete damit nur mehr einen marginalen Beitrag zur N-Versorgung des Gesamtbestandes (PÖTSCH, 1997.

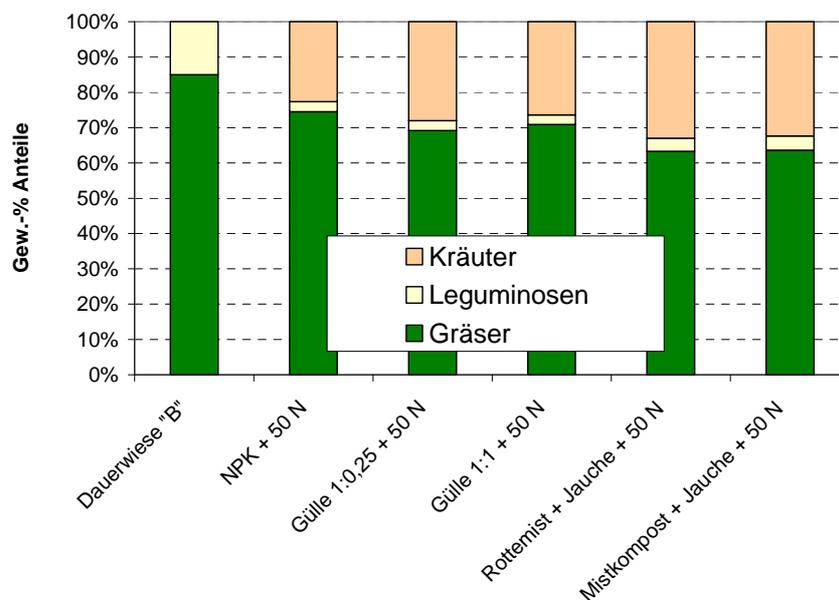


Abbildung 11: Artengruppenanteile im Wirtschaftsdüngerversuch Kobenz (Vierschnittflächen)

Die statistische Analyse ergab insgesamt einen signifikanten Einfluss der Faktoren Standort, Variante und Jahr auf die Anteile der einzelnen Artengruppen im intensiv bewirtschafteten

Vierschnittsystem. Verglichen mit der Dreischnittnutzung zeigte sich an den Standorten Kobenz und Winklhof bei der intensiveren Nutzung ein tendenziell höherer Gräser- und etwas geringerer Kräuterbesatz. Am Standort Gumpenstein hingegen kam es bei gleichbleibendem Gräserbesatz zu einem leichten Anstieg der Kräuter.

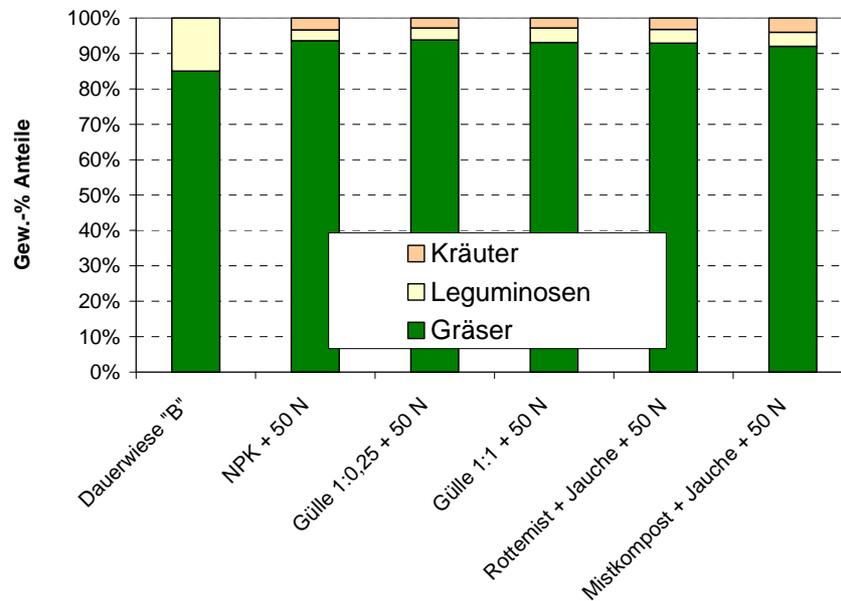


Abbildung 12: Artengruppenanteile im Wirtschaftsdüngerversuch Winklhof (Vierschnittflächen)

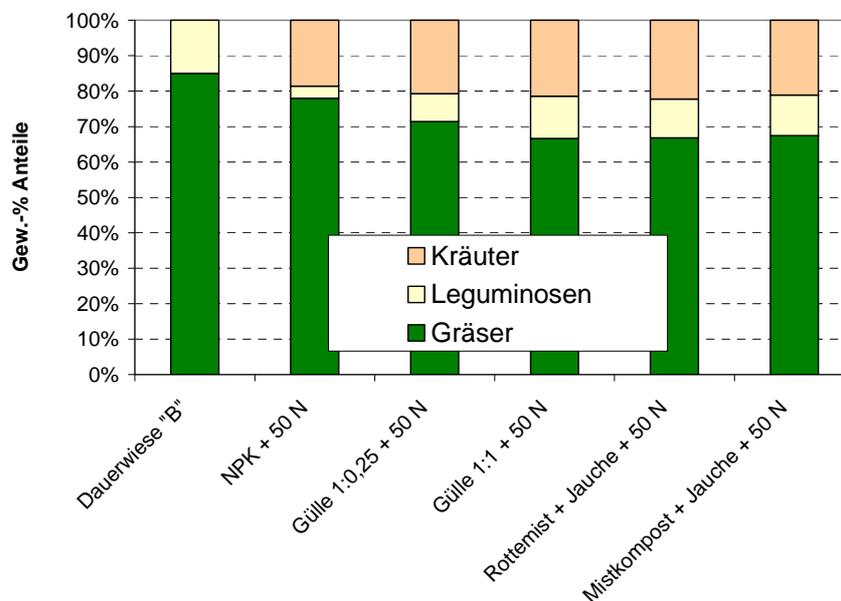


Abbildung 13: Artengruppenanteile im Wirtschaftsdüngerversuch Gumpenstein (Vierschnittflächen)

Der Einsatz von Biosalin führte bei den mineralisch gedüngten Versuchsvarianten weder im Drei- noch im Vierschnittsystem zu signifikanten Unterschieden im Artengruppenverhältnis. Bei der Ergänzung der mit Wasser verdünnten Gülle (1:0,25) zeigte jedoch der Einsatz von

Biosalin in beiden Schnittregimes signifikant höhere Kleeanteile jeweils in Verbindung mit signifikant geringeren Gräseranteilen, während die Unterschiede in den Kräuteranteilen zufallsbedingt waren (siehe auch Tabellen 23-25 im Anhang).

3.2.5.2 Zusammensetzung der Pflanzenbestände im Wirtschaftsdüngerversuch

Innerhalb der drei Artengruppen entwickeln sich in Abhängigkeit von Standorts- und Bewirtschaftungsfaktoren unterschiedliche Pflanzenarten, die je nach ihrem Anteil im Pflanzenbestand zur Ertrags- und Qualitätsbildung beitragen (BUCHGRABER und SOBOTIK, 1995; HUBER-SANNWALD und SCHNYDER, 2000; PÖTSCH und BLASCHKA, 2003). Die Basis für die Pflanzenbestandsentwicklung von Neuanlagen liefert die ursprünglich verwendete Ansaatmischung (im konkreten Fall die ÖAG-Mischung „Dauerwiese B“ mit insgesamt 2 Leguminosen- und 8 Gräserarten), dazu kommen zahlreiche Arten aus dem Samenpool des Bodens sowie zusätzliche Arten, die mittels unterschiedlicher Vektoren und Strategien in das Grünland einwandern (ZECHMEISTER u.a., 2002). Ausgehend von homogenen Grünlandansaaten entwickelten sich im Verlauf des Versuchszeitraums die in den Tabellen 28-33 (siehe Punkt 7.2 Anhang) detailliert aufgelisteten Pflanzenbestände mit den einzelnen Gräser-, Leguminosen- und Kräuterarten. Die angeführten %-Werte beziehen sich auf den Flächenanteil der einzelnen Art, wobei die Gesamtsumme bei sehr dichten und üppigen Beständen deutlich mehr als 100%, bei sehr lückigen und schütterten Beständen hingegen auch weniger als 100% betragen kann (BRAUN-BLANQUET, 1951; SCHECHTNER, 1958). Die α -Diversität ergibt sich aus der Summe aller vorkommenden Einzelarten und gilt als Maßstab für die Artenvielfalt, wobei hier die unterschiedlichen Anteile nicht gesondert in die Bewertung eingehen.

Pflanzenbestände am Standort Kobenz

Von den angesäten Gräsern setzten sich Glatthafer, Wiesenrispe und Goldhafer als Hauptbestandbildner in den Dreischnittflächen durch, bei den Vierschnittflächen traten dazu auch noch Knaulgras und Wiesenschwingel stärker in Erscheinung. Die restlichen in der Mischung vorhandenen Gräser spielten hingegen nur eine untergeordnete Rolle, ebenso einige zusätzliche Gräser (Quecke, Gemeine Rispe, Einjährige Rispe und Wolliges Honiggras), die im Verlauf der Zeit in den Bestand eingewandert sind. Bei den Kleearten dominierte in den Dreischnittflächen der nicht in der Mischung enthaltene Rotklee, während Weißklee und Hornklee nur in relativ geringen Anteilen vorhanden waren. In den Vierschnittvarianten spielten die Leguminosen insgesamt nur eine untergeordnete Rolle. Der Kräuteranteil war in beiden Schnittvarianten vor allem von Schafgarbe und Wiesenlöwenzahn geprägt, die allerdings durchaus als Futterkräuter bezeichnet werden

können. Die floristische Diversität auf den Versuchsflächen muss mit einer Anzahl von 17 bis maximal 24 Arten als niedrig eingestuft werden.

Pflanzenbestände am Standort Winklhof

Auf den Dreischnittflächen am Standort Winklhof dominierten bei den Gräsern Glatthafer, Knautgras, Wiesenschwingel, Wiesenrispe und Goldhafer sowie auch die Gemeine Rispe, die bei einigen der Varianten stärker in Erscheinung trat. Leguminosen (Hornklee) und Kräuter kamen nur in sehr geringen Anteilen vor. In den Vierschnittflächen nahm neben den bereits genannten Gräsern vor allem die Ackerquecke einen höheren Flächenanteil ein. Hinsichtlich der Artenvielfalt lagen die Versuchsflächen in Winklhof wie in Kobenz auf einem vergleichbar niedrigen Niveau.

Pflanzenbestände am Standort Gumpenstein

Der Glatthafer (grannenlose Sorte „Arone“) dominierte auf den Dreischnittflächen die Artengruppe der Gräser, gefolgt von Goldhafer, Knautgras, Wiesenrispe und Gemeiner Rispe. Auffallend ist der im Vergleich zu den beiden anderen Standorten insgesamt hohe Leguminosenanteil, der vor allem vom Weißklee und dazu vom Hornklee getragen wird. Bei den Vierschnittflächen trat bei den Gräsern zusätzlich noch der Wiesenschwingel stärker in Erscheinung, auffallend ist hier auch der im Vergleich zu den Dreischnittflächen deutlich höhere Kräuteranteil. Die floristische Diversität am Standort Gumpenstein entspricht den in Österreich für Drei- bzw. Vierschnittflächen bekannten Werten (PÖTSCH und BLASCHKA, 2003).

4. Zusammenfassung und Fazit

Die optimale Nutzung der betriebseigenen Ressourcen stellt ein zentrales Element einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in landwirtschaftlichen Betrieben dar. Im viehhaltenden Grünlandbetrieb sind es in erster Linie das wirtschaftseigene Futter und die hofeigenen Dünger, deren effizienter Einsatz nicht nur aus betriebswirtschaftlicher sondern auch aus ökologischer Sicht von großer Bedeutung ist. Ertrag und Qualität des Grundfutters von Wiesen, Weiden und Feldfutterflächen hängen von zahlreichen Hauptfaktoren wie Standort, Nutzung und Düngung ab. Die Basis dafür bilden jedoch in jedem Fall der Pflanzenbestand und dessen botanische Zusammensetzung, die durch unterschiedlichste Ursachen aus dem erwünschten Gleichgewicht geraten können. Grünlandpflege und Grünlanderneuerung sind wirksame Maßnahmen zur Führung und Verbesserung von Pflanzenbeständen auf Wiesen und Weiden. In manchen Fällen bietet sich auch die Neuanlage von Grünlandbeständen an, wobei hier in der Praxis Saatgutmischungen unterschiedlichster Qualität für Dauergrünland, Wechselwiesen und Feldfutterflächen zur Verfügung stehen.

Auf den drei Standorten Kobenz, Winklhof und Gumpenstein wurden im Jahr 2000 mehrjährige exakte Feldversuche angelegt, um die Produktivität von neuengesäten Dauerwiesen-, Wechselwiesen- und Feldfutterflächen zu untersuchen. Ausgehend von einem hohen Ausgangsertragsniveau kam es bedingt durch die Trockenjahre 2002 und 2003 im Verlauf des Versuchszeitraumes zu stark unterschiedlichen Entwicklungen auf den drei Standorten. Hinsichtlich des Futterertrages zeigten sich auf keinem der Standorte signifikante Unterschiede zwischen den bei je drei Feldfuttermischungen (IR, KR, LR) eingesetzten zwei Saatgutqualitäten (ÖAG-Qualität und Saatgut Österreich). Bei der Futterqualität (MJ NEL/kg TM) lagen die ÖAG-Mischungen hingegen über den Werten der Marke „Saatgut Österreich“ (IR ^{sign.}, KR ^{n.s.}, LR ^{n.s.}).

Der Schwerpunkt bei den ebenfalls auf den drei Standorten angelegten Düngungsversuchen lag in der Ermittlung der Wirksamkeit der Wirtschaftsdünger. Neben mineralisch gedüngten Varianten wurden daher Gülle (in zwei Verdünnungsstufen) sowie unterschiedliche Festmiste resp. Rottemiste in Kombination mit Jauche eingesetzt. Zusätzlich wurde das aus der Salzgewinnung stammende Nebenprodukt Biosalin in Ergänzung zu ausgewählten Varianten geprüft. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die tatsächliche Wirksamkeit der unterschiedlichen Wirtschaftsdüngersysteme hinsichtlich ihrer Ertragsleistung höher ist als die gemäß den Richtlinien für die sachgerechte Düngung unterstellte, geringe Effizienz. Die Berücksichtigung der sogenannten Jahreswirksamkeit, die insbesondere bei Festmisten und Komposten zu einer extrem hohen Reduktion der Gesamtwirksamkeit führt, muss daher für die Kulturart Dauergrünland kritisch hinterfragt werden. Die Ergebnisse bestätigen auch, dass die Einrechnung von unvermeidbaren Verlusten im Stall, am Lager und bei der Ausbringung plausibel ist und die dadurch bedingte, geringere N-Wirksamkeit der Wirtschaftsdünger im Vergleich zu Mineraldünger gut abbildet.

Zur Einhaltung der Grundlagen und der Richtlinien einer sachgerechten Düngung erscheint es für die Düngung von Grünland unabdingbar, eine entsprechende Anpassung zwischen der am jeweiligen Standort vorliegenden Ertragslage und dem daraus möglichen Viehbesatz bzw. Leistungsniveau vorzunehmen. Mit einer derartigen Abstimmung könnten einerseits Nährstoffüberhänge deutlich reduziert und andererseits auch die Problematik im Spannungsfeld Aktionsprogramm-Wasserrecht-Sachgerechte Düngung weitestgehend gelöst werden. Bei einer weiter bestehenden Diskrepanz zwischen niedriger Ertragsleistung und zu hohem Viehbesatz müssten konsequenterweise die dadurch entstehenden Nährstoffüberschüsse wieder aus dem Betrieb ausgeschleust werden.

Wirtschaftseigene Dünger sind für Grünland- und Milchviehbetriebe nach wie vor ein wertvolles Betriebsmittel, dessen sachgerechter Einsatz sowohl aus ökonomischer als auch

aus ökologischer Sicht von großer Bedeutung ist. Eine kalkulatorische Minderung der Wirksamkeit von Wirtschaftsdüngern stellt nur eine oberflächliche Problemlösung dar und vermittelt dem Landwirt zugleich auch den falschen Eindruck der Geringwertigkeit des Wirtschaftsdüngers.

5. Summary and Conclusions

The efficient use of farm-internal resources is a key strategy of sustainable farm management. On livestock keeping grassland farms these resources are mainly home grown forage and farm manure whose efficient use is both of economic and ecological importance. Yield and quality of forage from meadows, pastures and ley farming areas are influenced by several factors like location, utilization and fertilization but the basis is provided by the plant community and the botanical composition. Through different reasons the plant communities on grassland can get unbalanced. Care and renewing of grassland provide efficient measures to handle and to improve plant communities of meadows and pastures. In some cases grassland has to be ploughed and sown again with seed mixtures which are available for permanent grassland, alternating grassland and ley-farming areas at different levels of quality.

On three sites (Kobenz, Winklhof and Gumpenstein) long termed exact field trials have been installed in the year 2000 to test the productivity of new sown permanent grassland, alternating grassland and ley farming areas. Starting from a very high productivity at the beginning of the testing period, different development occurred on the three sites due to strong drought in 2002 and 2003. Regarding yield there were no significant differences between the different quality levels (ÖAG-quality versus Seed Austria) of the tested seed mixtures for ley farming areas (IR, KR, LR), whereas concerning forage quality (MJ NEL/kg DM) ÖAG-mixtures performed better than those from Seed Austria (IR^{sign.}, KR^{n.s.}, LR^{n.s.}).

Due to the regulations of the European nitrate directive, the yearly application rate of manure on grassland is limited by the load of nitrogen to avoid negative impact on the environment. The amount of 170 kg N ha⁻¹ ex storage represents the general limit, which in Austria can be extended to 230 kg in compliance with some special obligations (Aktionsprogramm, 2008). Most of the Austrian grassland and dairy farmers take part in the Austrian agri-environmental programme ÖPUL. Therefore the sustainable and efficient use of farm manure is of great importance and is beside an optimal use of home-grown forage an important strategy of low input farming. Due to unavoidable N-losses mostly occurring via NH₃-volatilization, the nitrogen efficiency of farm manure is lower than that of mineral nitrogen fertilizer. Following the official Austrian guidelines for an appropriate fertilization, the assumed nitrogen efficiency of farm manure considers unavoidable N-losses for stable, storage and application and is additionally reduced due to a low yearly efficiency.

By means of exact field trials comprehensive studies on the nutrient efficiency of different farm manure systems have been carried out on permanent grassland at three different sites in Austria. Slurry, solid manure and liquid slurry from cattle were applied on three cut and four cut meadows in different doses for a period of six years. Analyses on yield, forage quality and floristic diversity have been done as well as investigations on nutrient fluxes and on nutrient efficiency. Compared with mineral fertiliser systems, farm manure showed a high efficiency, which is not only based on the content of main nutrients but also on some additional effects (e.g. organic matter input). The results clearly indicate the high efficiency of farm manure on permanent grassland and show that sufficient yields and forage quality can be reached without the use of any additional mineral nitrogen.

The current procedure for the valuation of farm manure which is regularly used on permanent grassland should therefore be reconsidered. It is evident, that the efficiency of farm manure which is not only based on the content of nitrogen but also on other nutrients and on additional effects (e.g. organic matter input) is significantly higher than assumed. This is especially applied to stable manure and composted manure, whose efficiency seems to be strongly underestimated. This approach reduces both the real and the ideological value of farm manure, which should be the main nutrient source in sustainably managed grassland farms.

6. Literatur

AGRARMARKT AUSTRIA, 2008: Dauergrünland-Wording (Stand 21.2.2008), 7 S

AGRARMARKT AUSTRIA, 2008: Meldeformular zur Grünlanderneuerung bzw. zum Grünlandumbruch mit Neueinsaat auf einem anderen Feldstück bzw. betriebsübergreifender Grünland-Acker Flächentausch. <http://www.ama.at>

AKTIONSPROGRAMM (2008): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Aktionsprogramm 2008 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen, CELEX-Nr.: 391L0676

BAL GUMPENSTEIN, 1991: Grassland renovation and weed control in Europe. Proceedings of the EGF-conference held at Graz from 18th to 21st of September 1991, 260 pp

BGBI. II Nr. 457/2005: 474. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Einhaltung der anderweitigen Verpflichtungen und über das integrierte Verwaltungs- und Kontrollsystem im Bereich der Direktzahlungen. Zuletzt geändert im Dezember 2006 (2. Änderung der INVEKOS-Umsetzungs-Verordnung 2005)

- BMLFUW (2006): Richtlinien für die sachgerechte Düngung. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz. 6. Auflage, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 80 S.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1951): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 2. Auflage, Springer Verlag, Wien
- BUCHGRABER, K. und M. SOBOTIK (1995): Einfluss der Grünlandwirtschaft auf die Artenvielfalt in verschiedenen Pflanzengesellschaften. Expertentagung „Landwirtschaft und Naturschutz“, BAL Gumpenstein, 9-23
- BUCHGRABER, K. und S. GERL (2000): Grünlandmischungen mit den richtigen Sorten. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau, INFO 6/2000, HBLFA Raumberg-Gumpenstein
- BUCHGRABER, K. und G. GINDL (2004): Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung, 2. Auflage, Leopold Stocker Verlag, 192 S.
- CONIJN, J. G., G.L. VELTHOF and F. TAUBE (2002): Grassland resowing and grass-arable crop rotations. International Workshop on Agricultural and Environmental Issues at Wageningen. Plant Research International, Wageningen UR, Report 47, 132pp
- CONIJN, J.G. and F. TAUBE (2004): Grassland resowing and grass-arable crop rotations. Consequences for performance and environment. Second workshop of the EGF-Working Group “Grassland Resowing and Grass-arable Rotations” at Kiel. Plant Research International, Wageningen UR, Report 80, 82pp
- CONIJN, J.G. (2007): Grassland resowing and grass-arable crop rotations. Third and fourth workshop of the EGF-Working Group “Grassland Resowing and Grass-arable Rotations” at Luzern and Maastricht. Plant Research International, Wageningen UR, Report 148, 141pp
- DIEPOLDER, M. und R. SCHRÖPEL (2002): Ergebnisse eines N-Steigerungsversuches auf einer weidelgrasreichen Wiese im Allgäuer Alpenvorland (Spitalhof). Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, Schule und Beratung, Heft 4/02, Seite IV-3 bis IV-7.
- DÖHLER, H. und U. SCHULTHEISS (1994): Grundwasserschonender Einsatz von Wirtschaftsdüngern. In: KTBL (ed.): Strategien zur Verminderung der Nitratauswaschung in Wasserschutzgebieten; Arbeitspapier 206; pp. 20-31, Münster, Landwirtschaftsverlag.
- ELSÄSSER M., E.M. PÖTSCH und F. TAUBE (2005): Zur Stickstoffeffizienz von wirtschaftseigenen Düngestoffen bei Schnitt- und Weidenutzung von Grünland und der notwendigen Lagerkapazität für flüssige Wirtschaftsdünger. Stellungnahme für den DLG-Ausschuss für Grünland und Futterbau unter Mitwirkung von M. Diepolder, C. Kalzendorf, R. Neff und G. Riehl

- ELSÄSSER, M. (1999): Auswirkungen reduzierter Stickstoffdüngung auf Erträge, Futterwert und botanische Zusammensetzung von Dauergrünland sowie Nährstoffverhältnisse im Boden. Habilitationsschrift, Universität Hohenheim, Wissenschaftsverlag Dr. Fleck, Gießen.
- ELSÄSSER, M., H.G. KUNZ und G. BRIEMLE (1995): Unterschiedliche technische Behandlung von Gülle und deren Auswirkungen auf intensiv genutztes Dauergrünland. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, 174, 253-264.
- ELSÄSSER, M., H.G. KUNZ und G. BRIEMLE (1998): Wirkungen organischer und mineralischer Düngung auf Dauergrünland - Ergebnisse eines 12jährigen Düngungsversuches auf Wiese und Mähweide. Pflanzenbauwissenschaften, 2, 2, 49-57.
- EU-NITRATRICHTLINIE (1991): Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen, Amtsblatt Nr. L 375 vom 31/12/1991
- EUROPEAN COMMUNITIES (2002): Nitrogen Equivalents in Livestock Manure. Luxembourg, 25 pp.
- EU-VO 1251/1999: Verordnung des Rates vom 17. Mai 1999 zur Einführung einer Stützungsregelung für Erzeuger bestimmter landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Celex Nr.: 31999R1251
- EU-VO 1257/1999: Verordnung des Rates vom 17. Mai 1999 über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäischen Ausrichtungs- und Garantiefonds für die Landwirtschaft (EAGFL) und zur Änderung bzw. Aufhebung bestimmter Verordnungen. Celex Nr.: 31999R1257
- EU-VO 1782/2003: Verordnung des Rates vom 29. September 2003 mit gemeinsamen Regeln für Direktzahlungen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik und mit bestimmten Stützungsregelungen für Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe und zur Änderung der Verordnungen (EWG) Nr. 2019/93, (EG) Nr. 1452/2001, (EG) Nr. 1453/2001, (EG) Nr. 1454/2001, (EG) Nr. 1868/94, (EG) Nr. 1251/1999, (EG) Nr. 1254/1999, (EG) Nr. 1673/2000, (EWG) Nr. 2358/71 und (EG) Nr. 2529/2001; Celex Nr.: 32003R1782
- EU-VO 796/2004: Verordnung der Kommission vom 21. April 2004 mit Durchführungsbestimmungen zur Einhaltung anderweitiger Verpflichtungen, zur Modulation und zum Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystem nach der Verordnung (EG) Nr. 1782/2003 des Rates mit gemeinsamen Regeln für Direktzahlungen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik und mit bestimmten Stützungsregelungen für Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe. Celex Nr.: 02004R0796

- FUNAKI, Y. and K. PARRIS (2005): The OECD agricultural nutrient balance indicators: establishing a consistent OECD set of nitrogen and phosphorus coefficients. European Commission Workshop "Nitrogen and phosphorus in livestock manure", Brussel
- GRUBER, L. and E.M. POETSCH (2007): Calculation of nitrogen excretion of dairy cows in Austria. Die Bodenkultur, Austrian Journal of Agricultural Research, 57. Band/Heft 1-4, 65-72
- HUBER-SANNWALD, E. (2001): Konkurrenzverhältnisse und Konkurrenzverhalten von Pflanzen im Dauergrünland. 7. Alpenländisches Expertenforum „Bestandesführung und Unkrautregulierung im Grünland – Schwerpunkt Ampfer“. BAL Gumpenstein, 9-19
- HUBER-SANNWALD, E. und H. SCHNYDER (2000): Auswirkungen heterogener N- und P-Verfügbarkeit auf Wurzeldynamik, Artengruppenverteilung, Diversität und Produktivität von Grünlandgemeinschaften. FAM-BERICHT 39, 35-39
- JARVIS, S. and H. MENZI (2004): Optimising best practice for N management in livestock systems: meeting production and environmental targets. Grassland Science in Europe, Vol. 9, 361- 372.
- KATZ, P. (1996): Ammoniakemissionen nach der Gülleanwendung auf Grünland. Dissertation an der ETH Zürich, Nr.: 11382
- KIEFER, J., A. ZELLER, H.G. KUNZ und M. ELSÄSSER (2004): Auswirkungen der Gülleausbringtechnik auf den Grünlandertrag. Mitteilungen der AG Grünland und Futterbau, Band 6, 31-34.
- KRAUTZER, B., C. LEONHARD, K. BUCHGRABER und H. LUFTENSTEINER (2007): Handbuch für ÖAG-Empfehlungen von ÖAG-kontrollierten Qualitätssaatgutmischungen für das Dauergrünland und den Feldfutterbau. LFZ Raumberg-Gumpenstein, 26 S
- KRAUTZER, B. und W. GRAISS (2008): Sämereien für Grünland und Feldfutterbau – Status quo und zukünftige Entwicklung. In: Bericht zum 14. Alpenländischen Expertenforum „Anlage, Erneuerung und Verbesserung von Grünland“, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 11-15.
- MENZI, H. (1996): Ammoniakverluste reduzieren – warum? „Die Grüne“ 36/96
- NEFF, R. (2005): Versuch zur Optimierung des Gülleinsatzes. Versuchsführer HDLGN - Eichhof
- POETSCH, E.M., R. RESCH, A. SCHAUMBERGER, B. KRAUTZER and W. GRAISS, 2007: Grassland renovation in Austria – specific aspects of grassland improvement in mountainous regions. In: Grassland resowing and grass-arable crop rotations. Third and fourth workshop of the EGF-Working Group "Grassland Resowing and Grass-arable Rotations" at Luzern and Maastricht. Plant Research International, Wageningen UR, Report 148, p 9-17

- POETSCH, E.M. and R. RESCH (2008): Nitrogen efficiency of farm manure on permanent grassland in mountainous regions. EGF-Meeting 2008 „Biodiversity and Animal Feed“, Uppsala, Grassland Science in Europe, Volume 13, 299-301
- PÖTSCH, E.M. (1997): Auswirkungen langjähriger Wirtschafts- und Mineraldüngeranwendung auf Pflanzensoziologie, Ertrag, Futterinhaltsstoffe und Bodenkennwerte von Dauergrünland. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien
- PÖTSCH, E.M. (1998): Über den Einfluss der Düngungsintensität auf den N-Kreislauf im alpenländischen Grünland. Die Bodenkultur 49 (1), 19-27
- PÖTSCH, E.M. (2005): Auswirkungen der neuen Anfallsmengen- und Nährstoffberechnungen für Wirtschaftsdünger auf österreichische Grünlandbetriebe. In: Kurzfassungen der Vorträge zur Wintertagung 2005 für Grünland und Viehwirtschaft. Aigen/Ennstal., 10 -11.
- PÖTSCH, E.M. und A. BLASCHKA (2003): Abschlussbericht über die Auswertung von MAB-Daten zur Evaluierung des ÖPUL hinsichtlich Kapitel VI.2.A „Artenvielfalt“. Gumpenstein, Dezember 2003, 37 S.
- PÖTSCH, E.M. und R. RESCH (2005): Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Nährstoffgehalt von Grünlandfutter. Bericht 32. Viehwirtschaftliche Fachtagung zum Thema Milchviehfütterung, Melkroboter, Züchtung, Ökonomik, Haltung. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 13.-14.04.2005, 1-14.
- PÖTSCH, E.M. (2006): Österreichisches Aktionsprogramm zur Umsetzung der EU-Nitratrictlinie: Aktualisierung der N-Ausscheidungsrate für landwirtschaftliche Nutztiere - Konsequenzen für die Praxis. Bericht zum Seminar "Umweltprogramme für die Landwirtschaft und deren Auswirkungen auf die Grundwasserqualität“, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 7-12.
- PÖTSCH, E.M. (2007): Sach- und umweltgerechter Einsatz von Wirtschaftsdüngern im Grünland. Tagungsunterlage zum Gülletag Gießhübl, NÖ
- PÖTSCH, E.M. (2008): Grünlandumbruch und Grünlanderneuerung im nationalen und internationalen Kontext. In: Bericht zum 14. Alpenländischen Expertenforum „Anlage, Erneuerung und Verbesserung von Grünland“, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 1-3.
- PÖTSCH, E.M. and R. RESCH (2008): Nitrogen efficiency of farm manure on permanent grassland in mountainous regions. Report of the 22nd EGF-Meeting 2008 “Biodiversity and Animal Feed”, Uppsala, Grassland Science in Europe, Volume 13, 299-301
- PÖTSCH, E.M. und K. BUCHGRABER (1995): Bericht über das Alpenländische Expertenforum zum Thema "Düngung im Alpenländischen Grünland" am 23./24. Mai 1995; Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein; Seite 65 ff

- PÖTSCH, E.M. und L. GRUBER (2006): Neukalkulation der Wirtschaftsdüngeranfallsmengen und Nährstoffausscheidungen. In: Bericht zum 12. Alpenländischen Expertenforum "Neuerungen und Herausforderungen in der Düngung von Grünland und Feldfutter", HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 30.03.2006, 7-14.
- PÖTSCH, E.M. und R. RESCH (2005): Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Nährstoffgehalt von Grünlandfutter. Bericht 32. Viehwirtschaftliche Fachtagung zum Thema Milchviehfütterung, Melkroboter, Züchtung, Ökonomik, Haltung. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 1-14.
- SCHECHTNER, G. (1958): Grünlandsoziologische Bestandsaufnahme mittels „Flächenprozentschätzung“. Z. Acker- und Pflanzenbau 105, 33-43
- SCHECHTNER, G. (1978): Zur Wirksamkeit des Güllestickstoffs auf dem Grünland in Abhängigkeit vom Düngungsregime. Die Bodenkultur, 29, 4, 351-376.
- SCHECHTNER, G. (1981): Nährstoffwirkungen und Sonderwirkungen der Gülle. 7.Arbeits-tagung "Fragen der Güllerei", Gumpenstein, 135-196.
- SCHECHTNER, G. (1992): Pflanzenbauliche Bewertung des Wirtschaftsdüngerstickstoffs. Der Förderungsdienst, 3, 13-21.
- SCHERER, H.W., W. WERNER und A. KOHL (1988): Einfluss langjähriger Gülledüngung auf den Nährstoffhaushalt des Bodens. 1. Mitteilung: N-Akkumulation und N-Nachlieferungsvermögen. Zeitschrift Pflanzenernährung und Bodenkunde, 151, 57-61.
- STEFFENS, G. und H. VETTER (1985): Mittelfristige Nährstoffbilanz und Nährstoffausnutzung bei Gülledüngung. Kali-Briefe, 17, 441-460.
- TAUBE, F. and E. M. PÖTSCH (2001): On-farm nutrient balance assessment to improve nutrient management on organic dairy farms. Grassland Science in Europe, 6, 225-235.
- VAN DIJK, T.A., J. POSTMUS and W.H. PRINS (1990): Long term application of farmyard manure on grassland: effect on herbage yield and distribution of N and P in the soil profile. Proceedings 13th EGF - General Meeting, Banska-Bystrica, 159-164.
- WASSERRECHTSGESETZ – WRG (1959): idF BGBl. I Nr. 87/2005
- WERNER, W., H.W. SCHERER und D. DRESCHER (1985): Untersuchungen über den Einfluss langjähriger Gülledüngung auf N-Fractionen und N-Nachlieferung des Bodens. Zeitschrift Acker- und Pflanzenbau, 155, 137-144.
- ZECHMEISTER, H.G., N. SAUBERER, D. MOSER und G. GRABHER (2002): Welche Faktoren bestimmen das Vorkommen von Pflanzen in der österreichischen Kulturlandschaft? Bericht zum 10. Österreichischen Botanikertreffen, BAL Gumpenstein, 35-37

7. Anhang

7.1 Statistische Auswertungen zu den Mischungsversuchen

Tabelle 16: Varianzanalyse für den Mischungsversuch (abhängige Variable: TM-Ertrag) – Faktoren: Mischungstypen (Dauerwiese, Wechselwiese, Feldfutter), Standort (Kobenz, Winkelhof, Gumpenstein), Jahr (2001-2007)

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: TM_SUM

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	581219,795 ^a	62	9374,513	137,621	,000
Konstanter Term	5358812,280	1	5358812,3	78669,035	,000
Mischungstyp	3499,976	2	1749,988	25,690	,000
Standort	3432,587	2	1716,294	25,196	,000
jahr	196240,695	6	32706,782	480,146	,000
Mischungstyp * Standort	10825,330	4	2706,332	39,730	,000
Mischungstyp * jahr	8130,408	12	677,534	9,946	,000
Standort * jahr	35668,496	12	2972,375	43,635	,000
Mischungstyp * Standort * jahr	17321,732	24	721,739	10,595	,000
Fehler	92981,677	1365	68,118		
Gesamt	12276857,038	1428			
Korrigierte Gesamtvariation	674201,472	1427			

a. R-Quadrat = ,862 (korrigiertes R-Quadrat = ,856)

Tabelle 17: Varianzanalyse für den Mischungsversuch (abhängige Variable: Energiekonzentration) – Faktoren: Mischungstypen (Dauerwiese, Wechselwiese, Feldfutter), Standort (Kobenz, Winkelhof, Gumpenstein), Jahr (2001-2003)

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: NEL_AVG

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	57,683 ^a	14	4,120	318,742	,000
Konstanter Term	2337,823	1	2337,823	180855,0	,000
Standort	7,471	2	3,735	288,976	,000
jahr	,407	2	,204	15,762	,000
Mischungstyp	14,576	2	7,288	563,813	,000
Standort * jahr	1,041	4	,260	20,133	,000
Standort * Mischungstyp	2,757	4	,689	53,318	,000
jahr * Mischungstyp	,000	0	.	.	.
Standort * jahr * Mischungstyp	,000	0	.	.	.
Fehler	2,547	197	,013		
Gesamt	6859,391	212			
Korrigierte Gesamtvariation	60,230	211			

a. R-Quadrat = ,958 (korrigiertes R-Quadrat = ,955)

Tabelle 18: Varianzanalyse für die Produktivität der Mischungsqualitäten (abhängige Variable: TM-Ertrag) – Faktoren: Qualitätsstandard (ÖAG-Qualität, Saatgut Österreich), Standort (Kobenz, Winklhof, Gumpenstein), Jahr (2001-2007)

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: TM_SUM

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	224785,817 ^a	41	5482,581	81,600	,000
Konstanter Term	4144138,425	1	4144138,4	61679,102	,000
Qualstand	11,881	1	11,881	,177	,674
Standort	11956,197	2	5978,099	88,975	,000
jahr	177565,593	6	29594,266	440,465	,000
Qualstand * Standort	122,408	2	61,204	,911	,403
Qualstand * jahr	432,111	6	72,018	1,072	,378
Standort * jahr	34508,395	12	2875,700	42,800	,000
Qualstand * Standort * jahr	189,232	12	15,769	,235	,997
Fehler	31041,177	462	67,189		
Gesamt	4399965,419	504			
Korrigierte Gesamtvariation	255826,995	503			

a. R-Quadrat = ,879 (korrigiertes R-Quadrat = ,868)

Tabelle 19: Varianzanalyse für die Produktivität der Mischungsqualität bei IR (abhängige Variable: TM-Ertrag) – Faktoren: Qualitätsstandard (ÖAG-Qualität, Saatgut Österreich), Standort (Kobenz, Winklhof, Gumpenstein), Jahr (2001-2007)

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: TM_SUM

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	71682,172 ^a	41	1748,346	25,651	,000
Konstanter Term	1426504,962	1	1426505,0	20929,017	,000
Qualstand	18,284	1	18,284	,268	,605
Standort	4141,003	2	2070,502	30,377	,000
jahr	53166,370	6	8861,062	130,005	,000
Qualstand * Standort	72,070	2	36,035	,529	,591
Qualstand * jahr	90,385	6	15,064	,221	,969
Standort * jahr	13890,409	12	1157,534	16,983	,000
Qualstand * Standort * jahr	303,651	12	25,304	,371	,971
Fehler	8588,059	126	68,159		
Gesamt	1506775,192	168			
Korrigierte Gesamtvariation	80270,231	167			

a. R-Quadrat = ,893 (korrigiertes R-Quadrat = ,858)

Tabelle 20: Varianzanalyse für die Produktivität der Mischungsqualität bei KR (abhängige Variable: TM-Ertrag) – Faktoren: Qualitätsstandard (ÖAG-Qualität, Saatgut Österreich), Standort (Kobenz, Winklhof, Gumpenstein), Jahr (2001-2007)

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: TM_SUM

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	73742,306 ^a	41	1798,593	35,244	,000
Konstanter Term	1280586,991	1	1280587,0	25093,651	,000
Qualstand	166,380	1	166,380	3,260	,073
Standort	3557,932	2	1778,966	34,860	,000
jahr	55580,882	6	9263,480	181,522	,000
Qualstand * Standort	54,560	2	27,280	,535	,587
Qualstand * jahr	126,983	6	21,164	,415	,868
Standort * jahr	13868,350	12	1155,696	22,646	,000
Qualstand * Standort * jahr	387,219	12	32,268	,632	,811
Fehler	6430,071	126	51,032		
Gesamt	1360759,368	168			
Korrigierte Gesamtvariation	80172,377	167			

a. R-Quadrat = ,920 (korrigiertes R-Quadrat = ,894)

Tabelle 21: Varianzanalyse für die Produktivität der Mischungsqualität bei LR (abhängige Variable: TM-Ertrag) – Faktoren: Qualitätsstandard (ÖAG-Qualität, Saatgut Österreich), Standort (Kobenz, Winklhof, Gumpenstein), Jahr (2001-2007)

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: TM_SUM

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	85845,891 ^a	41	2093,802	39,616	,000
Konstanter Term	1439925,506	1	1439925,5	27244,036	,000
Qualstand	7,037	1	7,037	,133	,716
Standort	5433,732	2	2716,866	51,404	,000
jahr	70584,291	6	11764,048	222,581	,000
Qualstand * Standort	65,994	2	32,997	,624	,537
Qualstand * jahr	632,009	6	105,335	1,993	,071
Standort * jahr	8942,041	12	745,170	14,099	,000
Qualstand * Standort * jahr	180,787	12	15,066	,285	,991
Fehler	6659,462	126	52,853		
Gesamt	1532430,858	168			
Korrigierte Gesamtvariation	92505,353	167			

a. R-Quadrat = ,928 (korrigiertes R-Quadrat = ,905)

7.2 Tabellen zu den Wirtschaftsdüngerversuchen

Tabelle 22: Projektive Deckung des Pflanzenbestandes in den Versuchsvarianten (\bar{x} über alle Aufwüchse im Versuchszeitraum 2001-2006) der Wirtschaftsdüngerversuche

	Versuchsvariante	Kobenz	Winklhof	Gumpenstein	Gesamt
3-Schnitt	PK	92,4	95,9	90,9	93,1
	NPK	94,9	97,8	90,9	94,5
	NPK + Biosalin	94,6	97,5	90,7	94,3
	Gülle 1:0,25	93,5	97,1	91,2	93,9
	Gülle 1:0,25 + Biosalin	93,9	97,3	91,1	94,1
	Gülle 1:1	94,0	97,1	91,4	94,2
	Rottemist + Jauche 1:1	93,9	96,6	91,4	94,0
	Anbindekompost + Jauche 1:1	93,8	96,9	91,5	94,1
	Rottemist im Herbst	93,9	96,5	91,1	93,8
4-Schnitt	NPK + 50N	93,1	97,8	93,8	94,9
	NPK + 50N + Biosalin	92,8	97,8	93,8	94,8
	Gülle 1:0,25 + 50N	93,3	98,1	95,0	95,4
	Gülle 1:0,25 + 50N + Biosalin	93,9	97,8	95,5	95,8
	Gülle 1:1 + 50N	93,7	97,4	95,7	95,6
	Rottemist + Jauche + 50N	93,7	97,4	95,7	95,6
	Anbindekompost + Jauche 1:1 + 50N	94,3	98,1	95,8	96,1

Tabelle 23: Gräseranteile in den Pflanzenbeständen der Wirtschaftsdüngerversuche (\bar{x} 2001-2006)

	Versuchsvariante	Kobenz	Winklhof	Gumpenstein	Gesamt
3-Schnitt	PK	58,3	87,2	59,5	68,4
	NPK	65,7	90,3	71,9	76,0
	NPK + Biosalin	66,6	92,5	73,4	77,5
	Gülle 1:0,25	63,2	93,2	64,0	73,5
	Gülle 1:0,25 + Biosalin	62,4	87,0	63,5	71,0
	Gülle 1:1	63,2	88,2	60,8	70,7
	Rottemist + Jauche 1:1	57,2	92,2	61,1	70,2
	Anbindekompost + Jauche 1:1	60,0	92,0	61,8	71,3
	Rottemist im Herbst	60,3	92,5	58,3	70,4
4-Schnitt	NPK + 50N	74,5	93,6	78,1	82,0
	NPK + 50N + Biosalin	74,1	93,7	78,2	82,0
	Gülle 1:0,25 + 50N	69,2	93,8	71,4	78,1
	Gülle 1:0,25 + 50N + Biosalin	64,9	94,2	67,8	75,6
	Gülle 1:1 + 50N	70,9	93,1	66,6	76,9
	Rottemist + Jauche + 50N	63,3	92,9	66,8	74,3
	Anbindekompost + Jauche 1:1 + 50N	63,6	92,3	67,4	74,4

Tabelle 24: Leguminosenanteile in den Pflanzenbeständen der Wirtschaftsdüngerversuche (\bar{x} 2001-2006)

	Versuchsvariante	Kobenz	Winklhof	Gumpenstein	Gesamt
3-Schnitt	PK	15,2	8,4	19,5	14,4
	NPK	7,6	7,1	6,2	6,9
	NPK + Biosalin	6,9	5,9	5,0	5,9
	Gülle 1:0,25	9,2	4,5	13,6	9,1
	Gülle 1:0,25 + Biosalin	11,9	9,2	12,8	11,3
	Gülle 1:1	9,6	9,0	14,7	11,1
	Rottemist + Jauche 1:1	13,0	5,7	15,9	11,5
	Anbindekompost + Jauche 1:1	11,9	5,3	13,8	10,3
	Rottemist im Herbst	12,1	5,0	16,9	11,3
4-Schnitt	NPK + 50N	2,9	3,2	3,4	3,1
	NPK + 50N + Biosalin	2,5	3,7	3,1	3,1
	Gülle 1:0,25 + 50N	2,8	3,4	7,9	4,7
	Gülle 1:0,25 + 50N + Biosalin	3,4	3,4	11,0	5,9
	Gülle 1:1 + 50N	2,7	4,1	12,0	6,2
	Rottemist + Jauche + 50N	3,7	3,9	11,0	6,2
	Anbindekompost + Jauche 1:1 + 50N	4,0	4,1	11,5	6,5

Tabelle 25: Kräuteranteile in den Pflanzenbeständen der Wirtschaftsdüngerversuche (Ø 2001-2006)

	Versuchsvariante	Kobenz	Winklhof	Gumpenstein	Gesamt
3-Schnitt	PK	26,4	4,4	12,8	14,5
	NPK	26,8	2,6	12,6	14,0
	NPK + Biosalin	26,5	1,6	12,6	13,6
	Gülle 1:0,25	27,6	2,3	13,7	14,5
	Gülle 1:0,25 + Biosalin	25,7	3,8	15,0	14,8
	Gülle 1:1	27,2	2,8	15,6	15,2
	Rottemist + Jauche 1:1	29,7	2,2	14,2	15,4
	Anbindekompost + Jauche 1:1	28,1	2,7	15,7	15,5
	Rottemist im Herbst	27,6	2,5	15,9	15,3
4-Schnitt	NPK + 50N	22,6	3,3	18,6	14,8
	NPK + 50N + Biosalin	23,5	2,6	18,7	14,9
	Gülle 1:0,25 + 50N	28,0	2,8	20,7	17,2
	Gülle 1:0,25 + 50N + Biosalin	31,7	2,4	21,2	18,4
	Gülle 1:1 + 50N	26,4	2,8	21,4	16,9
	Rottemist + Jauche + 50N	33,0	3,2	22,2	19,5
	Anbindekompost + Jauche 1:1 + 50N	32,4	4,2	21,2	19,2

Tabelle 26: Trockenmasseerträge in dt/ha und Jahr (Ø Versuchszeitraum 2001-2006) in den Wirtschaftsdüngerversuchen

	Versuchsvariante	Kobenz	Winklhof	Gumpenstein	Gesamt
3-Schnitt	PK	89,4	92,4	78,6	86,8
	NPK	106,8	113,9	94,0	104,9
	NPK + Biosalin	101,9	113,6	92,6	102,7
	Gülle 1:0,25	91,6	104,7	88,7	95,0
	Gülle 1:0,25 + Biosalin	95,4	105,1	85,8	95,5
	Gülle 1:1	91,3	104,8	88,0	94,7
	Rottemist + Jauche 1:1	92,8	109,9	95,2	99,3
	Anbindekompost + Jauche 1:1	97,4	110,6	98,7	102,2
	Rottemist im Herbst	94,7	108,5	90,9	98,0
4-Schnitt	NPK + 50N	99,9	114,9	99,2	104,7
	NPK + 50N + Biosalin	101,7	118,3	100,7	106,9
	Gülle 1:0,25 + 50N	96,1	117,7	97,8	103,9
	Gülle 1:0,25 + 50N + Biosalin	96,1	114,7	96,2	102,3
	Gülle 1:1 + 50N	97,0	117,1	100,8	105,0
	Rottemist + Jauche + 50N	102,1	120,3	105,2	109,2
	Anbindekompost + Jauche 1:1 + 50N	98,7	120,5	105,5	108,2

Tabelle 27: Energieertrag in GJ NEL/ha und Jahr (Ø der Jahre 2001 – 2003) in den Wirtschaftsdüngerversuchen

	Versuchsvariante	Kobenz	Winklhof	Gumpenstein	Gesamt
3-Schnitt	PK	56,1	46,2	44,7	49,0
	NPK	64,0	52,8	53,5	56,8
	NPK + Biosalin	54,8	52,4	52,4	53,2
	Gülle 1:0,25	56,8	47,9	50,0	51,6
	Gülle 1:0,25 + Biosalin	56,8	52,3	50,6	53,3
	Gülle 1:1	55,6	52,3	52,7	53,5
	Rottemist + Jauche 1:1	55,6	51,8	52,8	53,4
	Anbindekompost + Jauche 1:1	58,2	52,1	55,1	55,1
	Rottemist im Herbst	59,6	49,5	50,6	53,2
4-Schnitt	NPK + 50N	58,5	64,7	64,4	62,5
	NPK + 50N + Biosalin	61,2	62,5	66,1	63,3
	Gülle 1:0,25 + 50N	62,0	65,8	62,5	63,4
	Gülle 1:0,25 + 50N + Biosalin	58,2	62,1	62,8	61,0
	Gülle 1:1 + 50N	58,6	67,1	63,2	63,0
	Rottemist + Jauche + 50N	61,5	66,2	66,9	64,9
	Anbindekompost + Jauche 1:1 + 50N	63,5	67,5	68,3	66,4

Tabelle 28: Pflanzenbestandsaufnahmen – Dreischnittflächen in Kobenz

Wirtschaftsdüngerversuch Kobenz

Pflanzenbestandsaufnahme in Fl. %

Vers.-Nr: GL-699

bonitiert am: 03.06.2005

3 - Schnittflächen

1,28 GVE/ha (1 ÖPUL GVE)

Prüf.-Nr.	PK	NPK	NPK + Biosalin	Gülle 1:0,25	Gülle 1:0,25 + Biosalin	Gülle 1:1	Rotemist + Jauche 1:1	Anbindekompost + Jauche 1:1	15 t Rotemist i. Herbst	
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
Proj. Deckung	94	95	95	95	96	96	96	96	96	
offener Boden in %	11	7	8	10	9	8	9	10	10	
WHV in cm	60	65	67	67	69	65	59	64	71	
Gräser in Gewichtsprozent	49	55	65	62	64	64	58	62	55	
Leguminosen in Gewichtsprozent	17	9	4	7	12	8	11	10	11	
Kräuter in Gewichtsprozent	34	36	31	31	24	28	31	28	34	
<i>Alopecurus pratensis</i>	5	2	3	3	2	3	3	3	3	Wiesen-Fuchsschwanzgras
<i>Arrhenatherum elatius</i>	11	14	18	10	10	8	8	8	10	Glathofer
<i>Dactylis glomerata</i>	4	4	4	6	10	5	5	6	7	Knautgras
<i>Festuca pratensis</i>	3	1	1	2	2	1	2	2	2	Wiesen-Schwengel
<i>Festuca rubra</i>	3	2	2	3	1	2	3	2	1	Rot-Schwengel
<i>Holcus lanatus</i>								1		Wolliges Honiggras
<i>Phleum pratense</i>	2	2	2	2	1	1	2	1	2	Wiesen-Lieschgras
<i>Poa annua</i>	1	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,7	0,3	0,3	Einjahrs-Rispe
<i>Poa pratensis</i>	16	12	15	20	23	26	21	28	21	Wiesen-Rispe
<i>Poa trivialis</i>	1	3	4	3	2	3	3	2	3	Gemeine-Rispe
<i>Trisetum flavescens</i>	12	23	27	17	17	17	16	12	14	Goldhafer
Summe Gräser	57	62	75	65	69	66	62	65	62	
<i>Lotus corniculatus</i>	3	1	1	1	4	3	1	2	2	Gew. Hornklee
<i>Trifolium pratense</i>	11	6	3	6	8	5	10	8	9	Rot-Klee
<i>Trifolium repens</i>	4	4	1	0,5	1	0,5	0,3	0,6	0,4	Weißklee
<i>Vicia cracca</i>		0,3		1				1		Vogel-Wicke
Summe Leguminosen	18	11	5	9	12	8	12	11	11	
<i>Achillea millefolium</i>	21	22	20	17	9	10	17	15	14	Echte Schafgarbe
<i>Carum carvi</i>				1						Echter Kümmel
<i>Cerastium holosteoides</i>	3	3	4	4	4	5	4	5	4	Gew. Hornkraut
<i>Conyza canadensis</i>	1	1	0,7	0,5	0,7	1	0,3	0,5	0,5	Gew. Kanadaberufkraut
<i>Crepis biennis</i>	2	2	0,7	1	1	1	1	1	2	Wiesen-Pippau
<i>Erigeron annuus</i>										Weißes Berufskraut
<i>Leontodon hispidus</i>	0,4	0,7	1,0	0,5	0,3	0,3	0,7	0,3	1	Wiesen-Löwenzahn
<i>Ranunculus acris</i>						1				Scharfer Hahnenfuß
<i>Rumex acetosa</i>				1						Wiesen-Sauerampfer
<i>Silene latifolia ssp. alba</i>				0,3						Weißer Lichtnelke
<i>Taraxacum officinale agg.</i>	7	10	6	8	11	12	11	9	14	Gew. Löwenzahn
<i>Veronica arvensis</i>				0,4	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	Feld-Ehrenpreis
Summe Kräuter	33	38	32	33	26	30	35	31	35	
Gesamtdeckung	108	110	112	107	107	105	109	107	109	
Artenanzahl	19	20	19	24	20	21	20	22	20	

Tabelle 29: Pflanzenbestandsaufnahmen – Vierschnittflächen in Kobenz

Wirtschaftsdüngerversuch Kobenz

Vers.-Nr: GL-699

Pflanzenbestandsaufnahme in Fl. %

bonitiert am: 17.05.2005

4 - Schnittflächen
2,56 GVE/ha (2 ÖPUL GVE)

Prüf.-Nr.	Düngerversuch							
	41	42	43	44	45	46	47	
	NPK + 50 N NPK + 50 N + Biosalin Gülle 1:0,25 + 50 N Gülle 1:0,25 + 50 N + Biosalin Gülle 1:1 + 50 N Rottemist + Jauche+50 N Arb.komp. + Jauche + 50 N							
Proj. Deckung	96	97	95	95	96	97	97	
offener Boden in %	8	6	14	12	7	6	6	
WHV in cm	42	43	40	35	39	41	41	
Gräser in Gewichtsprozent	77	74	65	63	69	61	59	
Leguminosen in Gewichtsprozent	2	1	2	3	1	3	3	
Kräuter in Gewichtsprozent	21	25	33	35	30	36	38	
<i>Alopecurus pratensis</i>	3	3	4	5	3	3	2	Wiesen-Fuchsschwanzgras
<i>Arrhenatherum elatius</i>	21	29	12	7	9	6	4	Glatthafer
<i>Dactylis glomerata</i>	16	7	10	12	13	17	12	Knaulgras
<i>Elymus repens</i>		0,7			0,7			Acker-Quecke
<i>Festuca pratensis</i>	6	7	7	7	9	5	5	Wiesen-Schwingel
<i>Festuca rubra</i>	2	1	2	2	2	2	2	Rot-Schwingel
<i>Lolium perenne</i>		1	0,3	0,7	0,3			Englisches Raygras
<i>Phleum pratense</i>	1	1	2	2	2	2	1	Wiesen-Lieschgras
<i>Poa pratensis</i>	23	14	17	19	22	18	21	Wiesen-Rispe
<i>Poa trivialis</i>	1	0,3	2	1	1		0,3	Gemeine-Rispe
<i>Trisetum flavescens</i>	14	18	13	11	13	16	12	Goldhafer
Summe Gräser	86	82	67	67	74	67	60	
<i>Lotus corniculatus</i>						1		Gew. Hornklee
<i>Trifolium pratense</i>	0,5	1	1	1	1	1	2	Rot-Klee
<i>Trifolium repens</i>	2	1	2	2	1	3	2	Weißklee
Summe Leguminosen	2	2	3	3	2	4	3	
<i>Achillea millefolium</i>	6	7	6	6	5	5	4	Echte Schafgarbe
<i>Arabis thaliana</i>				1		0,3		Schmalwand
<i>Cerastium holosteoides</i>	1	1	1	2	1	1	2	Gew. Hornkraut
<i>Crepis biennis</i>	0,7	0,3	1	1		1		Wiesen-Pippau
<i>Erigeron annuus</i>	0,3	0,4	0,4	0,5			1	Weißes Berufskraut
<i>Leucanthemum vulgare</i>	0,3							Magerwiesen-Margerite
<i>Myosotis arvensis</i>				1			0,3	Acker-Vergißmeinnicht
<i>Plantago lanceolata</i>		1						Spitz-Wegerich
<i>Taraxacum officinale agg.</i>	15	19	26	24	23	29	34	Gew. Löwenzahn
<i>Veronica arvensis</i>	0,3	0,3	0,3	0,6	0,5	1	0,4	Feld-Ehrenpreis
Summe Kräuter	24	29	34	35	29	38	42	
Gesamtdeckung	112	113	104	105	105	109	106	
Artenanzahl	18	20	18	20	17	17	17	

Tabelle 31: Pflanzenbestandsaufnahmen – Vierschnittflächen in Winklhof

Wirtschaftsdüngerversuch Winklhof

Pflanzenbestandsaufnahme in Fl. %

Vers.-Nr: GL-703

bonitiert am: 19.05.2005

4 - Schnittflächen

2,56 GVE/ha (2 ÖPUL GVE)

Prüf.-Nr.	PK	NPK	NPK + Biosalin	Gülle 1:0,25	Gülle 1:0,25 + Biosalin	Gülle 1:1	Rotemist + Jauche 1:1	
	41	42	43	44	45	46	47	
Proj. Deckung	97	97	98	98	97	97	97	
offener Boden in %	5	5	3	6	6	8	7	
WHV in cm	70	73	75	67	65	69	74	
Gräser in Gewichtsprozent	95	97	97	96	95	98	97	
Leguminosen in Gewichtsprozent								
Kräuter in Gewichtsprozent	5	3	3	4	5	2	3	
<i>Alopecurus pratensis</i>					0,7		3	Wiesen-Fuchsschwanzgras
<i>Arrhenatherum elatius</i>	2	4	4	12	10	16	4	Glatthafer
<i>Cynosurus cristatus</i>				1				Wiesen-Kammgras
<i>Dactylis glomerata</i>	38	28	35	36	35	37	30	Knautgras
<i>Elymus repens</i>	15	26	20	13	14	17	21	Acker-Quecke
<i>Festuca pratensis</i>	7	7	11	3	2	3	13	Wiesen-Schwingel
<i>Festuca rubra</i>	0,7	1	1	0,7	0,7	0,7	0,5	Rot-Schwingel
<i>Lolium perenne</i>	6	3	5	3	3	4	6	Englisches Raygras
<i>Lolium x boucheanum</i>	3	1		2	2	0,3	4	Bastardraygras
<i>Phleum pratense</i>		1		0,3	1	0,3	1	Wiesen-Lieschgras
<i>Poa pratensis</i>	26	26	21	31	24	14	10	Wiesen-Rispe
<i>Poa trivialis</i>	8	9	8	5	19	21	13	Gemeine-Rispe
<i>Trisetum flavescens</i>	8	5	6	8	4	3	8	Goldhafer
Summe Gräser	114	111	110	114	115	115	112	
<i>Crepis biennis</i>	1	1	1	1	0,7	1	1	Wiesen-Pippau
<i>Geum rivale</i>		1	0,7					Bach-Nelkenwurz
<i>Glechoma hederacea</i>	4	2	1	3	2	1	1	Echte Gundelrebe
<i>Lysimachia nummularia</i>						0,7	0,5	Pfennigkraut
<i>Ranunculus acris</i>					0,7		0,7	Scharfer Hahnenfuß
<i>Stellaria media</i>	1	0,7	0,5	2	1	1	0,3	Vogelmiere
<i>Taraxacum officinale agg.</i>	1	1	2	1	2	1	1	Gew. Löwenzahn
<i>Urtica dioica</i>	1							Große Brennnessel
<i>Veronica arvensis</i>	0,3	0,3		1	1	1		Feld-Ehrenpreis
<i>Veronica persica</i>		0,7	0,7				0,5	Persischer Ehrenpreis
Summe Kräuter	8	7	6	7	8	6	6	
Gesamtdeckung	122	117	116	121	123	121	118	
Artenanzahl	16	18	15	17	18	17	19	

Tabelle 32: Pflanzenbestandsaufnahmen – Dreischnittflächen in Gumpenstein

Wirtschaftsdüngerversuch Gumpenstein

Pflanzenbestandsaufnahme in Fl. %

Vers.-Nr: GL-710

bonitiert am: 03.06.2005

3 - Schnittflächen
1,28 GVE/ha (1 ÖPUL GVE)

Prüf.-Nr.	PK	NPK	NPK + Biosalin	Gülle 1:0,25	Gülle 1:0,25 + Biosalin	Gülle 1:1	Rottemist + Jauche 1:1	Anbindekompost + Jauche 1:1	15 t Rottemist i. Herbst	
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
Proj. Deckung	93	92	93	94	95	94	93	93	92	
offener Boden in %	11	11	9	8	8	10	10	9	11	
WHV in cm	73	74	74	76	76	71	79	85	87	
Gräser in Gewichtsprozent	79	80	81	75	76	74	80	83	81	
Leguminosen in Gewichtsprozent	16	6	6	18	14	16	14	10	14	
Kräuter in Gewichtsprozent	5	14	13	7	10	10	6	7	5	
Agrostis capillaris									0,3	Rot-Straußgras
Alopecurus pratensis	2	3	4	2	4	3	4	3		Wiesen-Fuchsschwanzgras
Arrhenatherum elatius	40	37	38	31	35	32	41	47	44	Glatthafer
Dactylis glomerata	6	5	6	8	9	6	7	5	7	Knautgras
Elymus repens	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3		0,3	0,7	1	Acker-Quecke
Festuca pratensis	2	4	4	5	4	4	4	3	3	Wiesen-Schwingel
Festuca rubra	3	2	3	2	1	3	0,7	2	2	Rot-Schwingel
Holcus lanatus							1			Wolliges Honiggras
Lolium perenne	3	1	1	2	2	1	0,7	1	1	Englisches Raygras
Lolium x boucheanum					0,3	0,7				Bastardraygras
Phleum pratense	3	3	4	5	4	4	4	2	2	Wiesen-Lieschgras
Poa annua	1	1	0,5	1	0,6	0,6	1	1	1	Einjahrs-Rispe
Poa pratensis	6	4	5	7	7	6	6	6	5	Wiesen-Rispe
Poa trivialis	4	7	5	7	8	9	11	10	11	Gemeine-Rispe
Trisetum flavescens	11	17	13	13	10	11	10	11	12	Goldhafer
Summe Gräser	80	82	84	80	84	79	88	90	89	
Lotus corniculatus	3	2	2	4	3	3	3	2	2	Gew. Hornklee
Trifolium pratense	0,3	1		2	2		1	0,3	2	Rot-Klee
Trifolium repens	15	4	4	15	11	15	12	8	13	Weißklee
Summe Leguminosen	17	7	6	21	15	17	15	10	16	
Achillea millefolium	2					0,7	0,5			Echte Schafgarbe
Aegopodium podagraria	2	2	2	2	0,3	0,7	0,7	5	0,3	Geißfuß
Bellis perennis	1	1	2	0,7	2	0,7	1	0,7	1	Gänseblümchen
Campanula patula	1		1		0,3	0,7	0,4	0,7	0,3	Wiesen-Glockenblume
Capsella bursa-pastoris						0,3		0,3		Gew. Hirtentäschel
Centaurea jacea			2							Wiesen-Flockenblume
Cerastium holosteoides	0,7	1	0,7	1	1	1	1	0,7	0,5	Gew. Hornkraut
Crepis biennis	2					1		0,3		Wiesen-Pippau
Galium album				1				0,3		Großes Wiesen-Labkraut
Glechoma hederacea			0,7		0,3		0,5	0,3	0,3	Echte Gundelrebe
Heracleum sphondylium					1					Gew. Bärenklau
Lamium album							0,7			Weiß-Taubnessel
Leontodon hispidus				0,5	0,4	0,7	0,3	0,5		Wiesen-Löwenzahn
Plantago lanceolata	0,3					1				Spitz-Wegerich
Ranunculus acris		2	0,3			0,7		1	0,3	Scharfer Hahnenfuß
Ranunculus repens								0,3	1	Kriech-Hahnenfuß
Rumex acetosa	1	1	2	1	2	3	2	2	1	Wiesen-Sauerampfer
Silene dioica				0,5	0,4	0,3		0,3	0,4	Rote Lichtnelke
Silene latifolia ssp.alba	0,6	1	0,7	1	1	2	1	1	0,7	Weiß Lichtnelke
Taraxacum officinale agg.	3	8	8	4	4	4	4	3	4	Gew. Löwenzahn
Veronica arvensis	0,5	0,3	0,5	0,4	0,3	1	0,6	1	0,3	Feld-Ehrenpreis
Veronica chamaedrys	0,4	0,5	0,5		1	1	0,3	0,7	2	Gamander-Ehrenpreis
Veronica serpyllifolia	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3		0,3	0,3	0,3	Quendel-Ehrenpreis
Summe Kräuter	15	16	20	13	14	17	12	18	12	
Gesamtdeckung	112	105	109	114	113	113	116	118	117	
Artenanzahl	28	25	27	26	30	30	30	33	29	

Tabelle 33: Pflanzenbestandsaufnahmen – Vierschnittflächen in Gumpenstein

Wirtschaftsdüngerversuch Gumpenstein**Vers.-Nr: GL-710**

Pflanzenbestandsaufnahme in Fl. %

bonitiert am: 03.06.2005

4 - Schnittflächen

2,56 GVE/ha (2 ÖPUL GVE)

Prüf.-Nr.	Düngerversuch							
	41	42	43	44	45	46	47	
	NPK + 50 N							
	NPK + 50 N + Biosalin							
	Gülle 1:0,25 + 50 N							
	Gülle 1:0,25 + 50 N + Biosalin							
	Gülle 1:1 + 50 N							
	Rottemist + Jauche + 50 N							
	Anb.komp. + Jauche + 50 N							
Proj. Deckung	92	94	93	94	94	95	96	
offener Boden in %	15	11	10	10	11	12	11	
WHV in cm	51	48	42	43	44	54	56	
Gräser in Gewichtsprozent	66	65	58	56	55	57	67	
Leguminosen in Gewichtsprozent	4	4	9	15	17	9	10	
Kräuter in Gewichtsprozent	30	31	33	29	28	34	23	
<i>Agrostis capillaris</i>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3			Rot-Straußgras
<i>Alopecurus pratensis</i>	1	2	3	2	3	3	2	Wiesen-Fuchsschwanzgras
<i>Arrhenatherum elatius</i>	18	16	10	9	16	6	8	Glatthafer
<i>Dactylis glomerata</i>	7	7	11	6	10	12	10	Knaulgras
<i>Elymus repens</i>	0,5	1	0,3	1	0,3	0,3	0,5	Acker-Quecke
<i>Festuca pratensis</i>	8	9	8	8	9	14	19	Wiesen-Schwingel
<i>Festuca rubra</i>	4	3	3	2	2	2	2	Rot-Schwingel
<i>Holcus lanatus</i>				1				Wolliges Honiggras
<i>Lolium multiflorum</i>	0,3							Italienisches Raygras
<i>Lolium perenne</i>	5	4	3	5	3	1	2	Englisches Raygras
<i>Pheum pratense</i>	3	3	4	4	5	1	2	Wiesen-Lieschgras
<i>Poa annua</i>	1	1	2	1	1	0,6	1	Einjahrs-Rispe
<i>Poa pratensis</i>	10	7	11	9	6	9	10	Wiesen-Rispe
<i>Poa trivialis</i>	3	3	7	7	4	6	3	Gemeine-Rispe
<i>Trisetum flavescens</i>	14	17	6	7	6	17	18	Goldhafer
Summe Gräser	73	73	67	61	62	70	77	
<i>Lotus corniculatus</i>	0,7	0,3	1	0,5	0,7	1	1	Gew. Hornklee
<i>Trifolium pratense</i>	0,3	0,3	1	1	0,7	3	1	Rot-Klee
<i>Trifolium repens</i>	4	4	8	15	17	8	9	Weißklee
Summe Leguminosen	5	4	10	17	18	11	11	
<i>Achillea millefolium</i>	1	2	2	0,3	0,5	2	1	Echte Schafgarbe
<i>Aegopodium podagraria</i>		0,7	1	1	2	4		Geißfuß
<i>Arabidopsis thaliana</i>	0,6	0,5	0,3	0,7	0,3			Schmalwand
<i>Bellis perennis</i>	3	3	2	2	2	2	2	Gänseblümchen
<i>Campanula patula</i>	1	0,7	1	0,3	0,3	1	0,7	Wiesen-Glockenblume
<i>Capsella bursa-pastoris</i>		0,3	1	1	1	0,3		Gew. Hirtentäschel
<i>Cerastium holosteoides</i>	2	1	1	1	1	1	1	Gew. Hornkraut
<i>Galium album</i>							0,7	Großes Wiesen-Labkraut
<i>Glechoma hederacea</i>	0,7		0,3	0,3	0,3	0,7	1	Echte Gundelrebe
<i>Lamium album</i>						2		Weiß-Taubnessel
<i>Leucanthemum vulgare</i>	1							Magerwiesen-Margerite
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	0,7	0,3						Kuckuckslichtnelke
<i>Ranunculus acris</i>			0,7	0,3	0,3	0,3		Scharfer Hahnenfuß
<i>Ranunculus repens</i>				0,3				Kriech-Hahnenfuß
<i>Rumex acetosa</i>	1	0,7	1	0,5	0,7	1	0,3	Wiesen-Sauerampfer
<i>Sagina procumbens</i>						0,3	0,3	Liegendes Mastkraut
<i>Silene latifolia ssp. alba</i>	3	3	1	1	2	0,5	0,7	Weißer Lichtnelke
<i>Taraxacum officinale agg.</i>	24	23	26	26	21	25	20	Gew. Löwenzahn
<i>Veronica arvensis</i>	0,5	1	0,6	0,7	0,3	0,7		Feld-Ehrenpreis
<i>Veronica chamaedrys</i>	1	0,5	0,3	0,3	0,3			Gamander-Ehrenpreis
<i>Veronica serpyllifolia</i>	1	1	1	1	0,6	1	0,6	Quendel-Ehrenpreis
<i>Viola arvensis ssp. arvensis</i>					0,3			Gew. Acker-Stiefmütterchen
Summe Kräuter	40	37	37	36	33	42	29	
Gesamtdeckung	118	114	114	113	113	122	117	
Artenanzahl	31	30	31	33	32	30	26	

7.3 Statistische Auswertungen zu den Wirtschaftsdüngerversuchen

Tabelle 34: Varianzanalyse für die Produktivität im Dreischnittsystem der Wirtschaftsdüngerversuche (abhängige Variable: TM-Ertrag) – Faktoren: Jahr (2001-2006), Variante (9 Düngungsvarianten), Standort (Kobenz, Winklhof, Gumpenstein)

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: TM-Jahresertrag [dt/ha]

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	349777,939 ^a	161	2172,534	35,105	,000
Konstanter Term	6181469,838	1	6181469,8	99883,935	,000
JAHR	227539,112	5	45507,822	735,343	,000
VARIANTE	17336,648	8	2167,081	35,017	,000
Standort	31657,732	2	15828,866	255,772	,000
JAHR * VARIANTE	2263,306	40	56,583	,914	,623
JAHR * Standort	63640,810	10	6364,081	102,835	,000
VARIANTE * Standort	3618,410	16	226,151	3,654	,000
JAHR * VARIANTE * Standort	3721,920	80	46,524	,752	,942
Fehler	30076,852	486	61,887		
Gesamt	6561324,629	648			
Korrigierte Gesamtvariation	379854,791	647			

a. R-Quadrat = ,921 (korrigiertes R-Quadrat = ,895)

Tabelle 35: Varianzanalyse für die Produktivität im Vierschnittsystem der Wirtschaftsdüngerversuche (abhängige Variable: TM-Ertrag) – Faktoren: Jahr (2001-2006), Variante (7 Düngungsvarianten), Standort (Kobenz, Winklhof, Gumpenstein)

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: TM-Jahresertrag [dt/ha]

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	225970,737 ^a	125	1807,766	38,237	,000
Konstanter Term	5635459,829	1	5635459,8	119198,0	,000
JAHR	156618,771	5	31323,754	662,542	,000
VARIANTE	2627,661	6	437,944	9,263	,000
Standort	36021,411	2	18010,706	380,952	,000
JAHR * VARIANTE	1323,540	30	44,118	,933	,571
JAHR * Standort	25414,408	10	2541,441	53,755	,000
VARIANTE * Standort	844,674	12	70,389	1,489	,126
JAHR * VARIANTE * Standort	3120,272	60	52,005	1,100	,296
Fehler	17871,141	378	47,278		
Gesamt	5879301,707	504			
Korrigierte Gesamtvariation	243841,878	503			

a. R-Quadrat = ,927 (korrigiertes R-Quadrat = ,902)

Tabelle 36: Varianzanalyse für die N-Effizienz im Dreischnittsystem der Wirtschaftsdüngerversuche (abhängige Variable: kg TM/kg N-Input) – Faktoren: Standort (Kobenz, Winklhof, Gumpenstein), Variante (9 Düngungsvarianten), Jahr (2001-2006)

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: N-Effizienz in kg TM/kg NSGD-Input

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	272356,231 ^a	143	1904,589	2,703	,000
Konstanter Term	407404,018	1	407404,02	578,147	,000
Standort	51686,199	2	25843,099	36,674	,000
VARIANTE	136325,141	7	19475,020	27,637	,000
JAHR	3295,261	5	659,052	,935	,458
Standort * VARIANTE	30722,693	14	2194,478	3,114	,000
Standort * JAHR	14232,182	10	1423,218	2,020	,030
VARIANTE * JAHR	15840,882	35	452,597	,642	,945
Standort * VARIANTE * JAHR	20253,873	70	289,341	,411	1,000
Fehler	304418,157	432	704,672		
Gesamt	984178,407	576			
Korrigierte Gesamtvariation	576774,389	575			

a. R-Quadrat = ,472 (korrigiertes R-Quadrat = ,297)

Tabelle 37: Varianzanalyse für die N-Effizienz im Vierschnittsystem der Wirtschaftsdüngerversuche (abhängige Variable: kg TM/kg N-Input) – Faktoren: Standort (Kobenz, Winklhof, Gumpenstein), Variante (7 Düngungsvarianten), Jahr (2001-2006)

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: N-Effizienz in kg TM/kg NSGD-Input

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	42376,781 ^a	125	339,014	5,351	,000
Konstanter Term	78066,739	1	78066,739	1232,203	,000
Standort	11190,542	2	5595,271	88,316	,000
VARIANTE	12914,011	6	2152,335	33,972	,000
JAHR	1333,704	5	266,741	4,210	,001
Standort * VARIANTE	2112,033	12	176,003	2,778	,001
Standort * JAHR	12095,106	10	1209,511	19,091	,000
VARIANTE * JAHR	983,679	30	32,789	,518	,985
Standort * VARIANTE * JAHR	1747,707	60	29,128	,460	1,000
Fehler	23948,350	378	63,355		
Gesamt	144391,869	504			
Korrigierte Gesamtvariation	66325,131	503			

a. R-Quadrat = ,639 (korrigiertes R-Quadrat = ,520)

Tabelle 38: Varianzanalyse für die Produktivität von Biosalin im Dreischnittsystem der Wirtschaftsdüngerversuche (abhängige Variable: TM-Ertrag) – Faktoren: Jahr (2001-2006), Behandlung (mit Biosalin, ohne Biosalin), Standort (Kobenz, Winklhof, Gumpenstein)

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: TM_SUM

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	158679,008 ^a	35	4533,686	56,466	,000
Konstanter Term	2851642,133	1	2851642,1	35516,484	,000
jahr	111420,081	5	22284,016	277,542	,000
Behandlung	53,814	1	53,814	,670	,414
Standort	17485,889	2	8742,945	108,891	,000
jahr * Behandlung	490,592	5	98,118	1,222	,299
jahr * Standort	28555,595	10	2855,560	35,565	,000
Behandlung * Standort	61,242	2	30,621	,381	,683
jahr * Behandlung * Standort	611,795	10	61,179	,762	,665
Fehler	20233,248	252	80,291		
Gesamt	3030554,388	288			
Korrigierte Gesamtvariation	178912,255	287			

a. R-Quadrat = ,887 (korrigiertes R-Quadrat = ,871)

Tabelle 39: Varianzanalyse für die Produktivität von Biosalin im Vierschnittsystem der Wirtschaftsdüngerversuche (abhängige Variable: TM-Ertrag) – Faktoren: Jahr (2001-2006), Behandlung (mit Biosalin, ohne Biosalin), Standort (Kobenz, Winklhof, Gumpenstein)

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: TM_SUM

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	127683,207 ^a	35	3648,092	77,612	,000
Konstanter Term	3141874,905	1	3141874,9	66842,587	,000
jahr	92059,652	5	18411,930	391,709	,000
Behandlung	9,150	1	9,150	,195	,659
Standort	20565,914	2	10282,957	218,767	,000
jahr * Behandlung	35,348	5	7,070	,150	,980
jahr * Standort	14562,544	10	1456,254	30,981	,000
Behandlung * Standort	12,461	2	6,231	,133	,876
jahr * Behandlung * Standort	438,138	10	43,814	,932	,504
Fehler	11845,030	252	47,004		
Gesamt	3281403,143	288			
Korrigierte Gesamtvariation	139528,238	287			

a. R-Quadrat = ,915 (korrigiertes R-Quadrat = ,903)

Tabelle 40: Varianzanalyse für die Produktivität von Biosalin im Vierschnittsystem der Wirtschaftsdüngerversuche (abhängige Variable: Qualitätsertrag) – Faktoren: Jahr (2001-2006), Behandlung (mit Biosalin, ohne Biosalin), Standort (Kobenz, Winklhof, Gumpenstein)

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: NEL_SUM

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	12691,627 ^a	17	746,566	45,727	,000
Konstanter Term	415215,348	1	415215,35	25431,641	,000
jahr	3423,725	2	1711,863	104,850	,000
Behandlung	31,148	1	31,148	1,908	,170
Standort	1398,770	2	699,385	42,837	,000
jahr * Behandlung	73,498	2	36,749	2,251	,110
jahr * Standort	7265,516	4	1816,379	111,252	,000
Behandlung * Standort	276,252	2	138,126	8,460	,000
jahr * Behandlung * Standort	222,718	4	55,679	3,410	,011
Fehler	2057,167	126	16,327		
Gesamt	429964,142	144			
Korrigierte Gesamtvariation	14748,794	143			

a. R-Quadrat = ,861 (korrigiertes R-Quadrat = ,842)

Tabelle 41: Varianzanalyse für die Produktivität von Biosalin im Vierschnittsystem der Wirtschaftsdüngerversuche (abhängige Variable: Qualitätsertrag) – Faktoren: Jahr (2001-2006), Behandlung (mit Biosalin, ohne Biosalin), Standort (Kobenz, Winklhof, Gumpenstein)

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: NEL_SUM

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	13775,978 ^a	17	810,352	54,659	,000
Konstanter Term	563589,549	1	563589,55	38014,625	,000
jahr	9848,034	2	4924,017	332,129	,000
Behandlung	24,255	1	24,255	1,636	,203
Standort	484,543	2	242,272	16,341	,000
jahr * Behandlung	24,604	2	12,302	,830	,439
jahr * Standort	3175,674	4	793,918	53,551	,000
Behandlung * Standort	96,536	2	48,268	3,256	,042
jahr * Behandlung * Standort	122,332	4	30,583	2,063	,090
Fehler	1868,025	126	14,826		
Gesamt	579233,553	144			
Korrigierte Gesamtvariation	15644,004	143			

a. R-Quadrat = ,881 (korrigiertes R-Quadrat = ,864)

8. Umsetzungsaktivitäten im Rahmen des Forschungsprojektes BAL 2311

Publikationen:

- PÖTSCH, E.M. und R. RESCH (2005): Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Nährstoffgehalt von Grünlandfutter. Bericht 32. Viehwirtschaftliche Fachtagung zum Thema Milchviehfütterung, Melkroboter, Züchtung, Ökonomik, Haltung. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 13.-14.04.2005, 1-14.
- GRAISS, W., B. KRAUTZER and E.M. PÖTSCH (2005): Evaluation of seed mixtures for subalpine pastures. In: Proceedings of the 13th International Occasional Symposium of the European Grassland Federation (EGF), Volume 10: "Integrating Efficient Grassland Farming and Biodiversity". Tartu, Estonia 29-31 August 2005, 182-185 (reviewed)
- PÖTSCH, E.M., R. RESCH, A. SCHAUMBERGER and K. BUCHGRABER (2006): Effect of different management systems on quality parameters of forage from mountainous grassland. Proceedings 21st EGF Meeting "Sustainable Grassland productivity", Badajoz (Spain), Grassland Science in Europe, Volume 11, 484-486 (reviewed)
- KRAUTZER, B., K. BUCHGRABER and E.M. PÖTSCH (2007): Quality seed mixtures for permanent grassland and field forage growing in Austria. Grassland Science in Europe Vol. 12, A. De Vlieghe, L. Carlier (editors): Permanent and Temporary Grassland. Plant, Environment and Economy. Proceedings of the 14th Symposium of the European Grassland Federation Gent, Belgium, 2-5 September 2007, 532-535 (reviewed)
- PÖTSCH, E., RESCH, R., SCHAUMBERGER, A., KRAUTZER, B. and W. GRAISS (2007): Grassland renovation in Austria - specific aspects of grassland improvement in mountainous regions. EGF working group "Grassland resowing and grass-arable rotations", Report 3, edited by J.G. Conijn, 9-17 (reviewed)
- PÖTSCH, E.M. (2008): Grünlandumbruch und Grünlanderneuerung im nationalen und internationalen Kontext. In Bericht zum 14. Alpenländischen Expertenforum „Anlage, Erneuerung und Verbesserung von Grünland“, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 1-3.
- PÖTSCH, E.M., K. BUCHGRABER und B. KRAUTZER (2008): Grünlanderneuerung und Grundfutterqualität. Der Fortschrittliche Landwirt, Heft 7/2008, 14-16.
- PÖTSCH, E.M. (2008): Zur Wirksamkeit von Wirtschaftsdüngern im Grünland. Umweltökologisches Symposium, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 73-80
- PÖTSCH, E.M. (2008): Aktuelle Forschungsergebnisse zur Wirksamkeit von Wirtschaftsdüngern im Grünland. 17. Internationale Wissenschaftliche Tagung über die Ernährung von landwirtschaftlichen Nutztieren „Zadravec-Erjavec Tage 2008“, Radenci (reviewed)
- PÖTSCH, E.M. and R. RESCH (2008): Nitrogen efficiency of farm manure on permanent grassland in mountainous regions. EGF-Meeting 2008 „Biodiversity and Animal Feed“, Uppsala, Grassland Science in Europe, Volume 13, 299-301 (reviewed)

Vorträge (von E.M. PÖTSCH):

13.4.2005

Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Nährstoffgehalt von Grünlandfutter. (32. Viehwirtschaftliche Fachtagung „Milchviehfütterung, Melkroboter, Züchtung, Ökonomik und Haltung“, HBLFA Raumberg-Gumpenstein)

7.3.2006

Österreichisches Aktionsprogramm zur Umsetzung der EU-Nitratrichtlinie: Aktualisierung der N-Ausscheidungswerte für landwirtschaftliche Nutztiere – Konsequenzen für die Praxis. (Seminar „Umweltprogramme für die Landwirtschaft und deren Auswirkungen auf die Grundwasserqualität“, HBLFA Raumberg-Gumpenstein)

16.11.2006

Einflussfaktoren auf den Ertrag und Nährstoffgehalt von Grünlandfutter – Versuchs- und Praxisdaten aus Österreich. (BDU-Herbsttagung der Agridea, Olten/Schweiz)

21.2.2007

Maßnahmen zur Verbesserung von Grünlandbeständen und Hebung der Grundfutterqualität. (Grünlandseminar der BBK Waidhofen an der Thaya, Dobersberg)

21.2.2007

Grünlanderneuerung und Verbesserung der Grundfutterqualität. (Grünlandseminar der BBK Krems, Rastendorf)

24.3.2007

Verbesserung der Grundfutterqualität mittels Grünlanderneuerung. (Grünlandfachtag, Piber)

11.5.2007

Nutrient fluxes on Austrian grassland and dairy farms. (Cross compliance in Austria, Maltese Delegation, HBLFA Raumberg-Gumpenstein)

03.07.2007

Low input farming systems & livestock production – grassland and dairy farming in Austria. (Summer University, Ranco, Italy)

04.03.2008

Wirksamkeit von Wirtschaftsdüngern im Grünland. (Umweltökologisches Symposium, LFZ Raumberg-Gumpenstein)

13.03.2008

Wirksamkeit von Wirtschaftsdüngern sowie Bedeutung der Bodenuntersuchung im Grünland LFI-Zertifikatslehrgang "Bodenpraktiker im Grünland". (LFZ Raumberg-Gumpenstein)

02.04.2008

Grünlandumbruch und Grünlanderneuerung im nationalen und internationalen Kontext. (14. Alpenländisches Expertenforum „Anlage, Erneuerung und Verbesserung von Grünland“, LFZ Raumberg-Gumpenstein)

Die aktuellen Ergebnisse und Erkenntnisse des Forschungsprojektes BAL 2311 fließen in die Arbeitsgruppe „Wirtschaftsdünger“ des Fachbeirates für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz des BMLFUW, sowie in die Fachgruppe „Bestandesführung und Düngungsfragen“ der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau ein. Darüber hinaus werden die Forschungsergebnisse auch im Rahmen der Vorlesung „Düngung und Stoffflüsse im Alpenländischen Grünland“ an der Universität für Bodenkultur, Wien präsentiert.

