

## **Nährstoffgehalt und Wirksamkeit von Wirtschaftsdüngern im Grünland**

Univ.-Doz. Dr. Erich M. Pötsch, Abteilung Grünlandmanagement und Kulturlandschaft des LFZ Raumberg-Gumpenstein

### **1. Einleitung**

Wirtschaftsdünger sind kein lästiges Abfallprodukt der Nutztierhaltung sondern ein wertvolles, natürliches Betriebsmittel und zugleich unverzichtbares Element der landwirtschaftlichen Kreislaufwirtschaft. 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. In der Neuauflage der österreichischen Richtlinien für die sachgerechte Düngung (BMLFUW, 6. Auflage, 2006) wurden neben den Anfallsmengen an unterschiedlichen Wirtschaftsdüngern vor allem auch die Nährstoffausscheidungsmengen für Stickstoff, Phosphor und Kalium für die unterschiedlichsten Nutztierarten aktualisiert und damit auch der Kritik der Europäischen Kommission an den im internationalen Vergleich teilweise deutlich niedrigeren österreichischen Exkretionsmengen Rechnung getragen.

### **2. Problemstellung**

Gemäß den Vorgaben der EU-Nitratrichtlinie (1991) erfolgt für die Ermittlung der darin festgelegten Obergrenze von 170 kg N aus Dung 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). Diese primär 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 Grünlandflächen 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. Die Höhe der tatsächlich auftretenden Verluste kann je nach Umweltbedingungen und Management von den kalkulatorischen Ansätzen deutlich abweichen (KATZ, 1996; MENZI, 1996; PÖTSCH and Resch, 2008).

#### *Spannungsfeld Aktionsprogramm – Wasserrecht – Düngungsrichtlinie*

Neben den bestehenden N-Obergrenzen gemäß Aktionsprogramm (2008) 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.

Mit zunehmendem Input an externen Nährstoffen entwickelt sich bei intensiver Grünlandwirtschaft eine von der Fläche immer unabhängiger werdende Produktionsleistung und Viehbesatzdichte. 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 teilweise deutlich über den Empfehlungen der Richtlinien für die sachgerechte Düngung liegt. Zur Umgehung dieses „Problems“ wurde die sogenannte Jahreswirksamkeit des Wirtschaftsdüngerstickstoffs eingeführt, die sich auf dessen feldfallenden N-Gehalt bezieht. Diese Jahreswirksamkeit wird 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. Diese Vorgangsweise ergibt am Beispiel einer Milchkuh mit einer Jahresmilchleistung von 6.000 kg eine kalkulatorische N-Reduktion von beinahe 50% (von 96,5 kg Brutto-N verbleiben nur mehr 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.

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

Wo bleibt der in Abzug gebrachte Stickstoff? 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? Diese abschließende Frage wird nachfolgend an Hand von aktuellen Versuchsergebnissen behandelt und diskutiert.

**3. Material und Methodik**

Im Jahr 2000 wurden vom LFZ Raumberg-Gumpenstein an den drei sehr unterschiedlichen Standorten Piber, Winklhof und Gumpenstein umfangreiche Feldversuche auf Dauergrünland angelegt. Das Versuchsdesign beinhaltet zwei Schnittfrequenzen, wobei sämtliche Varianten in jeweils vierfacher Wiederholung in randomisierter Form angelegt wurden.

Tabelle 1: Ausgewählte Versuchsvarianten in den Wirtschaftsdüngerversuchen sowie zugeführte Nährstoffmengen (Ø 2001 – 2006)

Intensitätsstufen/Varianten	Anzahl Schnitte/ Jahr	Ø Nährstoffzufuhr (kg ha <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> )		
		N <sub>ex Lager</sub>	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 N-Zufuhren sind „ex Lager“ zu verstehen, 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.

#### 4. Ergebnisse und Diskussion

##### Ernteerträge

Bei den 3-Schnittvarianten wies auf allen drei Standorten die mineralisch gedüngten Versuchsvarianten das höchste Ertragsniveau auf, allerdings unterschieden sich diese nur in Kobenz und in Winklhof 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.

Tabelle 2: Ø Jahresbruttoerträge in dt TM/ha über den gesamten Versuchszeitraum von 2001 bis 2006

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

##### Relative Wirksamkeit der Wirtschaftsdünger

Zur Berechnung der N-Effizienz der eingesetzten Wirtschaftsdünger wurde deren Ertragsleistung je zugeführter N-Einheit (Basis:  $N_{\text{ex Lager}}$ ) errechnet und diese 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 3 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.

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

Intensitätsstufen/Varianten	Anzahl Schnitte/Jahr	Kobenz %	Winklhof %	Gumpenstein %	unterstellte Wirksamkeit %
NPK mineralisch	3	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
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	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
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

Bei allen geprüften Wirtschaftsdüngervarianten ist festzuhalten, dass die unterstellte Wirksamkeit deutlich übertroffen wurde. Deren tatsächliche Wirksamkeit scheint vor allem durch die Einbeziehung der Jahreswirksamkeit völlig unterschätzt. Die für Gülle unterstellten Werte liegen deutlich unter den tatsächlich 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.

In der Literatur werden Mineraldüngergleichwerte bei Gülledüngung von 75 - 90% (SCHECHTNER, 1981; SCHECHTNER, 1992; ELSÄSSER u.a. 1998) 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 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). 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  $\emptyset$  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) sowie PÖTSCH (1997) beeinflusst die Gülledüngung den Gesamtstickstoff-Haushalt bis in tiefere Schichten und führt insgesamt zu höherer Nachlieferung von Stickstoff.

## **5. Schlussfolgerungen und Konsequenzen**

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die tatsächliche Wirksamkeit der unterschiedlichen Wirtschaftsdüngersysteme hinsichtlich ihrer Ertragsleistung höher ist als die gemäß den österreichischen 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.

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.

## 6. Literatur

- 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
- BMLFUW, 2006. Richtlinien für die sachgerechte Düngung. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz. 6. Auflage, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 80 S.
- 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.
- ELSÄSSER M., PÖTSCH, E.M. 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., KUNZ, H.G. 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., KUNZ, H.G. 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 COMMISSION, 2002. Nitrogen Equivalents in Livestock Manure. Luxembourg, 25 pp.
- 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", Brüssel
- 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., ZELLER, A., KUNZ, H.G. und M. ELSÄSSER, 2004. Auswirkungen der Gülleausbringtechnik auf den Grünlandertrag. Mitteilungen der AG Grünland und Futterbau, Band 6, 31-34.
- MENZI, H., 1996. Ammoniakverluste reduzieren – warum? „Die Grüne“ 36/96
- NEFF, R., 2005. Versuch zur Optimierung des Gülleinsatzes. Versuchsführer HDLGN - Eichhof
- 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. and R. RESCH, 2008. Nitrogen efficiency of farm manure on permanent grassland in mountainous regions. Grassland Science in Europe, Vol 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 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.

publiziert in: Gülle 11 – Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland. Herausgeber: Elsässer M., Dieploder M., Huguenin-Elie O., Pötsch E.M., Nußbaum H.-J. und J. Messner, LAZBW Aulendorf, 2011, 178-184

- 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 Vol. 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-Fraktionen und N-Nachlieferung des Bodens. Zeitschrift Acker- und Pflanzenbau, 155, 137-144.