

Stickstoffeffizienz im Langzeitdauergrünlandversuches in Erpeldingen (Luxemburg)

Wengler, F., Boonen, J., Felten, C., Kohnen, H. & Santer, M.

Lycée Technique Agricole LTA, Ettelbruck (L), fabienne.wengler@lta.lu

Einleitung und Problemstellung

Die luxemburgische Nutzfläche besteht zur Hälfte aus Grünland. Die Weiden und Wiesen stellen demnach eine äußerst wichtige Futterquelle für die Nutztiere dar. Eine effiziente Nutzung dieser Ressource ist für die luxemburgische Landwirtschaft von Bedeutung. Seit 1982 werden angewandte Versuche im Bereich Dauergrünland von der Grünlandsektion der Ackerbauschule Ettelbrück betrieben. Die Auswertung der Daten des Grünlanddauerversuchs in Erpeldingen (2003-2014) werden in der folgenden Studie vorgestellt. Für den Versuch werden unterschiedliche Stickstoffdünger miteinander verglichen. Die exklusiven Schnittnutzungen wurden dem Aufwuchs angepasst. Im Folgenden, werden besonders die Einflüsse auf die Erträge für die Trockenmasse, die Futterenergie und das Rohprotein in den verschiedenen Düngungsstufen und deren Abhängigkeit von klimatischen Bedingungen hervorgehoben. GROOT *et al.* (2006) beobachteten im Grünland, dass das Zusammenspiel von Temperatur und Niederschlag sich deutlich auf die Stickstofffreisetzung, -aufnahme und die Trockenmassezunahme auswirkt.

Bei einer weltweit wachsenden Bevölkerung wächst auch die Nachfrage nach Lebensmittel und folglich ist eine Zunahme von Stickstoffdünger zu erwarten (ERISMAN *et al.*, 2007). Die Stickstoff-Effizienz als wirtschaftliche und ökologische Kenngröße ist ein wichtiger Indikator für einen nachhaltigen Einsatz von Düngemitteln in der Grünlandproduktion (ROBERTS, 2008). Sie ist sehr stark Standort abhängig, sowie auch von der Art der eingesetzten Düngemittel (organischer und mineralischer Dünger) und kann zwischen 16% und 77% betragen (POWELL *et al.*, 2010). VELLINGA und ANDRÉ (1999) fanden in einem Langzeitversuch dass kleinere N-Applikationen eine bessere Stickstoffeffizienz aufzeigen.

Die Stickstoffdüngung hat nur einen geringen Effekt auf die Nährstoffzusammensetzung des Grasses, außerdem fanden PEYRAUD und DELABY (2006), dass eine geringere N-Düngung durch die niedrigere Harnstoffbelastung sich positiv für die Tiere auswirkt.

Material und Methoden

Bei dem Versuch handelt es sich um eine Blockanlage mit 30 verschiedenen Varianten in jeweils 4 Wiederholungen (Abb.1). Es werden unterschiedliche mineralische Dünger und Wirtschaftsdünger in fünf unterschiedlichen Düngestufen ausgebracht. Bei den verwendeten Düngern handelt es sich um Ammoniumnitrat-Harnstoff, Kalkammonsalpeter, Frisch- und Kompostmist (Rinder) sowie Gülle (Rinder) mit jeweils 0 N, 80 N, 120 N, 170 N, 240 N und 360 N [kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹].

Die Schnittnutzungen wurden dem jeweiligen Aufwuchs angepasst und die Parzellen wurden drei- bis viermal pro Jahr gemäht und beprobt. Die Proben wurden anschließend bei 80 [°C] getrocknet und gewogen um das Trockengewicht zu bestimmen. Sie wurde nach dem Trocknen im Labor auf die verschiedenen Inhaltsstoffe untersucht. Im Jahr 2005 wurde eine Wetterstation im nahegelegenen Ettelbruck errichtet. Die Temperatur- und Niederschlagswerte können demnach ebenfalls erfasst werden.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte in R. Um die Durchführbarkeit einer Varianzanalyse mit dem bestehenden Datensatz zu überprüfen, wurde ein robuster Levene-type Test (Brown-Forsythe) benutzt, um die Gleichheit der Varianzen der einzelnen Düngerklassen zu überprüfen. Um die Gültigkeit der einzelnen linearen Modelle für die Varianzanalyse zu testen wurde die Normalverteilung der Residuen der einzelnen Modelle an Hand der Shapiro-Wilks-Methode getestet.



Abb. 1: Luftaufnahme der Parzellen in der Blockanlage im Versuchsfeld in Erpeldingen

Ergebnisse und Diskussion

Die mittleren Erträge der 0 N Variante [$\text{kg N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$] betragen $7.730 \text{ [kg TM ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}]$. Die durchschnittlichen Erträge stehen in einem linearen Zusammenhang zu den unterschiedlichen Düngungsintensitäten.

Eine Varianzanalyse konnte nicht angewendet werden da der Datensatz nicht normal verteilt ist. Nach Analyse des obengenannten Tests konnten zwei Modelle für eine Varianzanalyse zurück behalten werden: die linearen Modelle für organisch $80 \text{ [kg N.ha}^{-1}]$ und organisch $360 \text{ [kg N.ha}^{-1}]$. Die Ausgaben der Varianzanalyse können in den Tabelle 2 und 3 nachgelesen werden.

Die Stickstoffeffizienz ist bei $80 \text{ [kg N.ha}^{-1}]$ am höchsten und nimmt mit einer Zunahme der N-Gabe ab. Die reine Gölledüngung schneidet hier ebenfalls am besten ab (Tab. 1). Bei den Wirtschaftsdüngern ist der Verlauf vergleichbar. Die generell niedrigere N-Effizienz ist am höchsten in der $80 \text{ [kg N.ha}^{-1}]$. Das ist auf die langsamere Mineralisierung zurück zu führen.

Tab. 1: Stickstoffeffizienz der einzelnen Düngeklassen und –mengen

	KAS	AHL	Gülle	Gülle/ KAS	Festmist	Kompost- mist
$[\text{kg N.ha}^{-1}]$	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
80	72,24	79,48	95,06	73,19	67,84	66,78
120	49,60	44,93	53,63	50,90	49,31	45,50
170	39,19	33,36	38,18	37,24	37,14	40,04
240	31,90	27,48	40,15	32,97	31,48	28,91
360	26,35	23,47	23,91	25,62	23,34	22,48

Tab. 2: Ausgabe Varianzanalyse Variante 80 (org.) [kg N.ha^{-1}]

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Variante 80 (org.) [kg N.ha^{-1}]	1	20	20,4	0,017	0,897
Residuals	70	84359	18205,1		

Tab. 3: Ausgabe Varianzanalyse Variante 360 (org.) [kg N.ha^{-1}]

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Variante 360 (org.) [kg N.ha^{-1}]	1	13	13,31	0,157	0,693	as.factor (temp[, 2])
Residuals	70	5938	84,83			

Schlussfolgerungen

Die Studie belegt die Wichtigkeit von Langzeitversuchen im Dauergrünland, liefern sie doch verlässliche Daten und ermöglichen so praxisrelevante Empfehlungen für die Stickstoffdüngung. Die benutzten Methoden ermöglichen keine Aussagen für statistisch signifikante Unterschiede bei den meisten Varianten, außer für organisch 80 [kg N.ha⁻¹] und organisch 360 [kg N.ha⁻¹]. Diese unterscheiden sich jedoch nicht signifikant (Tab. 2; Tab. 3). Weitere nicht parametrische Tests sollten definiertere Aussagen ermöglichen. Geringere Stufen in den Stickstoffapplikationen wären sinnvoll. Des Weiteren könnten die Erträge in Kombination mit der Stickstoffeffizienz statistisch ausgewertet werden.

Literatur

- ERISMAN, J.W., BLEEKER, A., GALLOWAY, J. & SUTTON, M.S. (2007): Reduced nitrogen in ecology and the environment, *Environmental Pollution*, Volume 150, Issue 1, 2007, Pages 140–149
- GROOT, J.C.J., VAN DER PLOEG, J.D., VERHOEVEN, F.P.M. & LANTINGA, E.A. (2006): Interpretation of results from on-farm experiments: manure-nitrogen recovery on grassland as affected by manure quality and application technique. 1. An agronomic analysis, *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, Volume 54, Issue 3, 2007, Pages 255–268
- PEYRAUD, J.L. and DELABY, L. (2006): Grassland Management with Emphasis on Nitrogen Flows, Volume 18 *Fresh Forage for Dairy Cattle: the Key to a Sustainable Food Chain*, 2006, Pages 103-123, Wageningen
- POWELL, J.M., GOURLEY, C.J.P., ROTZ, C.A. & WEAVER, D.M. (2010): Nitrogen use efficiency: A potential performance indicator and policy tool for dairy farms, *Environmental Sciences & Policy* 13, 2010, 217-228
- ROBERTS, T.L. (2008): Improving Nutrient Use Efficiency, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 32, 2008, 177-182
- VELLINGA, TH.V. and ANDRÉ, G. (1999): Sixty years of Dutch fertiliser experiments, an overview of the effects of soil type, fertiliser input, management and the developments in time, *Netherlands Journal of Agricultural Science* 47, 1999, 215-241