

Organische Düngung intensiv genutzten Dauergrünlandes im Vergleich mit Mineraldüngung - Ergebnisse eines 22 jährigen Versuches auf Wiese und Mähweide.

Elsaesser, M.¹ und Kunz, H.G.¹

Keywords: Slurry, stable manure, compost, organic farming, mowing-pasture

Abstract

In a 22-year-old experiment in Southwest Germany, the effects of different fertilization systems (organic and mineral fertilizers) on permanent grassland were investigated. The effects were investigated under cutting and mown pasture with two grazing periods per year. The experiment had 8 fertilizer treatments and 3 replications, the size of field plots were 25 m² in area. Dry matter (DM) yields and mineral contents in soil and forage (P, K) were measured. The botanical composition was investigated each second year. Maximum DM yields were obtained by mineral NPK fertilization and a treatment called 'alternating fertilizer', with yearly alternating use of farmyard manure, liquid manure and mineral NPK. The application of composted farmyard manure reduced DM yields. The additional application of stone-meal and metallurgical lime to slurry did not increase the effects of untreated slurry on yield. Fertilization with slurry increased the proportions of grasses, whereas farmyard manure increased forbs. The proportion of legumes was increased by PK and by fertilization with slurry with lime.

Einleitung und Zielsetzung

Der umweltfreundliche Gebrauch wirtschaftseigener Düngemittel erfordert deren Einsatz mit hoher Effizienz. Besonders bei der Anwendung von Gülle wird eine möglichst verlustarme Applikation gefordert. Das ist an sich nicht neu, jedoch wird die Umsetzung in der landwirtschaftlichen Praxis offensichtlich nicht stets realisiert. Es bestehen sogar Widerstände gegenüber einer langandauernden Anwendung aufgrund negativer Effekte auf die Bodenmikroflora oder Beschädigungen des Blattwerkes von Grünlandpflanzen unmittelbar nach der Ausbringung (Normann-Schmidt, 1993; Elsässer, 2001), die letztlich die botanische Zusammensetzung der Grünlandbestände beeinflussen könnten. Vielfach wird behauptet, dass Zusätze z.B. von Gesteinsmehl oder Hüttenkalk die Gülle verträglicher machen könnten. Auch die Düngung mit Stallmist oder Mistkompost scheint vor allem im biologisch-dynamischen Landbau leichter handhabbar zu sein. Das Ziel des vorliegenden Experiments war es daher, die Langzeiteffekte unterschiedlicher organischer und mineralischer Düngesysteme auf Bodennährstoffgehalte, Trockenmasseerträge und Futterinhaltsstoffe sowie auf die botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände zu erfassen und das sowohl unter ausschließlich gemähtem Grünland als auch auf Grünland in Mähweidenutzung.

Methoden

Das Experiment wurde auf einem Dauergrünlandbestand eines nach den Richtlinien des biologisch-dynamisch Anbaus wirtschaftenden Betriebes in Südwestdeutschland auf einem Alluvialboden (mittlere Jahrestemperatur 7.0 °C; mittlerer Niederschlag

¹ Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf, Atzenberger Weg 99, 88326, Aulendorf, Deutschland, martin.elsaesser@lvvg.bwl.de

1000 mm) angelegt. Der Versuch war als Blockanlage mit 8 Düngervarianten (Tab. 1) in 3 Wiederholungen sowohl unter Mäh- als auch unter Mähweidenutzung angelegt. Die Größe der Teilflächen betrug 25 m². Die botanischen Veränderungen wurden zu jeder Nutzung als Klee-Gras-Kraut-Schätzung und zusätzlich alle zwei Jahre mittels der Ertragsanteilschätzung nach Klapp ermittelt. Sämtliche Ertragsanteile der Einzelarten wurden zum zweiten Aufwuchs erfasst. Ertragsdaten wurden mit ANOVA über die Prozedur 'mixed' der Software SAS/Stat 9.1 verrechnet und die Mittelwerte mit dem LSD - Test verglichen. Bodennährstoffgehalte (in 0-10cm Bodentiefe) wurden jeden Herbst mit der CAL-Methode (VDLUF, 2000) ermittelt. Die Bestimmung der Stickstoffmineralisation im Oberboden (nur in 2004) folgt der Methode der anaeroben Inkubation nach Kandeler (1993). Diese Ergebnisse geben daher nur einen Überblick über die aktuelle Aktivität der Bodenmikroflora hinsichtlich der Stickstoffmineralisation (für die Durchführung dieser Untersuchung sei besonders Herrn Dr. H. Flaig vom LTZ Augustenberg gedankt).

Tabelle 1. Düngervarianten und mittlerer Nährstoffaufwand in kg ha⁻¹ a⁻¹ (die Nährstofflieferung aus den Exkrementen der Weidetiere wurde nicht in die Berechnung einbezogen)

(¹die Ammoniumgehalte bzw. bei Mineraldünger Nitrat- u. Ammoniumgehalte als Anteil an rasch verfügbarem N sind gemäß den Angaben in den Beratungsgrundlagen für die Düngung in Baden-Württemberg geschätzt, 1998)

Variante	Mittlerer Nährstoffaufwand (kg ha ⁻¹ a ⁻¹)			
	N	NH ₄ -N ¹	P	K
1 Mineraldünger	160	160	52	166
2 Mineraldünger	0	-	52	166
3 Stallmist (2 x 16 t ha ⁻¹ a ⁻¹) im jährlichen Wechsel mit Jauche (2 x 40 m ³ a ⁻¹)	109	10 bzw. 98	23	137
4 Stallmistkompost (2 x 16 t ha ⁻¹ a ⁻¹)	159	10	43	168
5 Jährlicher Düngungswechsel - Stallmist - Jauche - Mineraldünger	126	10 / 98/ 160	33	139
6 Gülle (3 x 30 m ³ zum 2. und 4. und nach dem 4. Aufwuchs (A))	172	93	27	216
7 Gülle (3x analog zu Variante 6) mit zusätzlicher Düngung von Gesteinsmehl (60 kg ha ⁻¹) zum 1. u. 3. A.	172	93	27	216
8 Gülle (3x analog zu Variante 6) und zusätzlich Hüttenkalk (60 kg ha ⁻¹) zum 1. und 3. A.	172	93	27	216

Ergebnisse

Die Veränderungen der Phosphat - und Kaligehalte im Oberboden im Verlauf der Versuchsphase variierten in Abhängigkeit von den Düngervarianten, wobei die Unterschiede zwischen den P-Gehalten sowohl auf Weide als auch auf Wiese nur gering ausfielen (Tabelle 2). Selbst in Folge der höchsten angelegten P-Inputs bei den Mineraldüngervarianten erhöhten sich die P-Gehalte im Boden nach 20 Jahren nicht. Die Kali-Gehalte dagegen nahmen in den Mineraldüngervarianten ab, wohingegen sie in Variante 3 sowohl unter Wiese- als auch unter Mähweide deutlich anstiegen.

Tabelle 2. Entwicklung der P - und K-Gehalte im Boden (CAL Methode) als Mischproben über 3 Wiederholungen während der Versuchsdauer (von 1985 bis 2004) in mg kg⁻¹.

Variante	P (mg kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)
Nutzung	Wiese	Wiese	Weide	Weide	Wiese	Wiese	Weide	Weide
Jahr	1985	2004	1985	2004	1985	2004	1985	2004
1	1.7	3.0	2.6	4.2	10.0	7.9	19.1	12.7
2	2.2	4.1	2.2	4.5	13.3	12.2	16.6	13.5
3	4.4	1.5	5.2	1.9	10.0	23.5	15.8	27.4
4	3.9	4.8	3.9	5.4	12.5	9.0	16.6	12.5
5	4.8	2.1	3.1	2.7	11.6	14.1	14.1	16.0
6	3.5	2.1	3.1	2.8	12.5	10.5	14.9	14.9
7	3.5	2.3	3.5	2.8	12.5	13.3	19.1	15.8
8	2.6	3.4	2.2	3.5	14.9	19.7	18.3	18.0

In Tabelle 3 ist die potentielle Stickstoffmineralisation dargestellt. Offensichtlich liegen hier die Varianten mit mineralischer Düngung (Nr. 1 und 5) deutlich unter den anderen Varianten. Variante 3 (Düngewechsel Stallmist und Jauche) hatte ein höheres N-Mineralisationspotential sowohl unter Mäh- als auch unter Mähweidenutzung, während bei Variante 2 (PK Düngung) die N Mineralisation bei Mähnutzung, bei Variante 4 (Mistkompost) nur bei Mähweidenutzung höher lag. Ganz generell war die Mineralisationskapazität höher für beweidete Flächen, die Unterschiede zwischen den Varianten waren dagegen vergleichsweise gering.

Tabelle 3. Potential für die Stickstoffmineralisation in einer Bodentiefe von 0-10 cm [$\mu\text{g N g DM}^{-1} \text{d}^{-1}$]

Variante	1	2	3	4	5	6	7	8
Wiese	5.46	8.93	8.79	8.08	6.29	6.88	8.22	7.35
Mähweide	7.96	11.03	11.95	11.74	9.80	11.01	10.94	11.01

Die Veränderung der botanischen Zusammensetzung wird hier aus Platzgründen als Mittel zwischen den beiden Versuchsteilen Wiese und Mähweide dargestellt. Es ergaben sich große Unterschiede in den Pflanzenbeständen zwischen dem ersten und letzten Versuchsjahr (Tab. 4). Am auffälligsten war die Zunahme der Grasanteile erwartungsgemäß bei der mineralischen Düngung. Leguminosen wurden durch PK-Düngung (Var. 2) und Gülledüngung mit Zusatzkalkung (Var. 8) gefördert.

Höchste Trockenmasseerträge wurden generell bei der Mähweidenutzung gemessen, ein Effekt der durchaus in der höheren N-Zufuhr aus den Exkrementen begründet sein kann. Im Vergleich zwischen den Düngevarianten waren die Erträge bei der mineralischen Voldüngung und der Gülledüngung am höchsten; wohingegen der Verzicht auf N bei der Variante PK (Var. 2) die niedrigsten Erträge aufwies. Die Zugabe von Gesteinsmehl oder Hüttenkalk blieb ohne Effekt hinsichtlich der Trockenmasseerträge.

Tabelle 4. Ertragsanteile an Gräsern, Leguminosen und Kräutern im ersten Aufwuchs im Vergleich zwischen 1985 und 2004. Unterschiedliche Buchstaben bezeichnen statistisch gesicherte Unterschiede zwischen den Varianten. Die Sternchen bezeichnen die Veränderungen während der Versuchsdauer (P=0.05)

Variante	Gräser		Leguminosen		Kräuter		
	1985	2004	1985	2004	1985	2004	
1	37.8 a	73.7 a	*** 8.7 a	2.1 d	53.5 a	24.3 a	***
2	31.7 a	41.3 c	15.5 a	28.0 a	** 52.8 a	30.7 a	***
3	39.2 a	54.2 b	** 12.5 a	11.7 cd	48.3 a	34.2 a	*
4	33.8 a	50.3 bc	*** 14.5 a	13.7 c	51.7 a	36.0 a	**
5	33.8 a	59.7 b	*** 14.8 a	9.7 cd	51.2 a	30.7 a	***
6	33.0 a	53.0 bc	*** 14.3 a	15.0 bc	52.7 a	32.0 a	***
7	32.7 a	55.3 b	*** 13.0 a	12.5 cd	54.3 a	32.2 a	***
8	33.5 a	51.3 bc	*** 12.3 a	25.3 ab	** 54.2 a	23.3 a	***

Tabelle 5. Trockenmasseerträge (t DM ha⁻¹a⁻¹) (1984-2004). Die Buchstaben kennzeichnen die Unterschiede zwischen den Varianten innerhalb des jeweiligen Nutzungssystems (P=0.05)

Variante	1	2	3	4	5	6	7	8
Wiese	10.20a	8.77 c	9.54 b	9.28 b	10.11 a	10.13 a	9.49 b	9.42 b
Mähweide	12.03a	10.72 d	11.34bc	11.52 b	11.92 a	11.08cd	11.18bc	11.18bc

Schlussfolgerungen

Die Unterschiede zwischen Düngesystemen sind teilweise beträchtlich, besonders wenn Versuche über eine lange Zeitdauer hinweg durchgeführt wurden. Im hier dargestellten Versuch mit einer Untersuchungszeit von 22 Jahren zeigte sich, dass ausschließliche organische Düngung (Varianten 3, 4, 6-8) oder der Verzicht auf mineralischen Stickstoff (Var. 2) sich sowohl auf Wiese als auch auf Mähweide in niedrigeren Trockenmasseerträgen im Vergleich zu mineralischer Volldüngung oder Wechseldüngung bemerkbar machten. Aber nicht allein die Erträge, sondern auch die botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände wurde maßgeblich durch die Art der Düngung beeinflusst. Grasanteile lassen sich durch mineralischen N steigern, Leguminosen erhöhen sich durch PK- Düngung und Gülledüngung in Verbindung mit Kalkgaben.

Literatur

- Beratungsgrundlagen für die Düngung im Ackerbau und Grünland, 1998: Hrsgg. LAP Forchheim im Auftrag des Ministeriums Ländlicher Raum, Baden-Württemberg, Stuttgart.
- Elsäßer, M. (2001) Gülledüngung und Artenschutz - ein unlösbarer Widerspruch? Berichte über Landwirtschaft, 79, 1, 20-44.
- Kandeler E. (1993) (In: Springer F., Oehlinger R. and Kandeler E.) Bodenbiologische Arbeitsmethoden. Springer Verlag, Berlin, 389 p.
- Normann-Schmidt S. (1993) Auf der Suche nach der umweltgerechten Landwirtschaft. 1. Teil: Bodenökologische Beurteilung der konventionellen Landwirtschaft. GWF Wasser - Abwasser, 134, 4, 213- 225.
- VDLUFA (2000) Methodenbuch, Vol 1, VDLUFA, Bonn, Germany.