

Wirkung von Rapspressschrot auf Ertrag und Futterqualität

Versuchsergebnisse bei Grünland

von DR. MICHAEL DIEPOLDER und SVEN RASCHBACHER: **Am Spitalhof in Kempten wurde mittels eines vierjährigen Exaktversuchs auf einer viermal pro Jahr geschnittenen weidelgrasreichen Wiese die Düngewirkung von Rapspressschrot (RPS) geprüft. Aus den Ergebnissen lässt sich schließen, dass RPS im Grünland eine signifikante Düngewirkung besitzt, die jedoch deutlich unter der von Mineraldünger liegt. Vermutlich ist dies auch auf den geringen Anteil an schnell verfügbarem Stickstoff bei RPS zurückzuführen. Unter der Prämisse gleicher erzielbarer Rohprotein- bzw. N-Erträge konnte für RPS ein Mineraldüngeräquivalent (MDÄ_{RP-Ertrag}) von rund 75 Prozent abgeleitet werden. Der Anteil an Deutschem Weidelgras bzw. der Gräser insgesamt im Bestand und damit die mittlere Futterwertzahl erreichte bei den mit RPS gedüngten Varianten nicht das Niveau wie bei mineralischer Düngung.**

In der Wasserschutzgebietszone II ist der Einsatz von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft und Biogasgärresten untersagt. Eine weitere, teilweise erhebliche Einschränkung der Düngung dieser Flächen ist gegeben, wenn aufgrund von Agrarumweltmaßnahmen keine Ausbringung von mineralischen Stickstoffdüngern möglich ist. Gleiches gilt für Flächen, die nach den Richtlinien des Ökologischen Landbaues bewirtschaftet werden. Landwirte mit einem hohen Flächenanteil in der Wasserschutzgebietszone II, für welche die oben genannten Verhältnisse zutreffen, können Probleme mit einer bedarfsgerechten Düngung ihrer Flächen haben. Dies gerade dann, wenn es sich um Grünlandstandorte mit potenziell hoher Nutzungsintensität und entsprechendem Düngebedarf handelt und die Betriebe z. B. aufgrund fehlender Pachtmöglichkeiten auf diese Grünlandflächen zwingend angewiesen sind. Nachdem sich im Ackerbau bereits seit einiger Zeit erste positive Ergebnisse zur Düngewirkung von Rapspressschrot andeuteten (HEIGL, mündliche Mitteilung), welche mittlerweile auch bestätigt werden konnten (WENDLAND et al., 2012), wurde auf Anregung von Kollegen aus der Wasserwirtschaft die Eignung von Rapspressschrot (RPS) im Grünland in einem vierjährigen Exaktversuch auf einem Standort im Allgäuer Voralpenland geprüft.

Material und Methoden

Der Versuch mit fünf Düngungsvarianten (siehe Tabelle 1) in vierfacher Wiederholung wurde in den Jahren 2007 – 2010 im Alläuer Alpenvorland am Spitalhof/Kempten (730 m ü. NN, 1 290 mm mittlerer Jahresniederschlag, 7,0 °C Jahresdurchschnittstemperatur; Parabraunerde aus schluffigem Lehm, native weidelgrasreiche Wiese; durch-

schnittlich 7,9 Prozent Humus, C/N 9,0:1, pH_{CaCl2} 5,1, P₂O₅ CAL und K₂O CAL bei 7,4 bzw. 10,0 mg/100g Boden in 0 – 10 cm Tiefe) durchgeführt.

Zu bemerken ist, dass die Höhe der N-Gaben bei den Varianten 3 und 5 in etwa der veranschlagten N-Düngungsempfehlung für weidelgrasreiche Vielschnittwiesen in Gunstlagen entsprechen sollte. Weiterhin wurde versucht, die PK-Zufuhr der Mineraldüngervarianten (4, 5) an die der RPS-Varianten anzupassen, wobei die mineralische Düngung mit Superphosphat und Kornkali allerdings ausschließlich im Frühjahr erfolgte.

Bei den Aufwüchsen wurden die TM-Erträge von allen 20 Einzelparzellen festgestellt. Für die Bestimmung der Rohfaser-, Rohprotein-, und Rohaschegehalte wurden Mischproben je Versuchsvariante gebildet. Die Energiekonzentration wurde aus den Rohnährstoffen berechnet. Zur Berechnung der durchschnittlichen Nähr- bzw. Mineralstoffkonzentrationen in Tabelle 3 und 4 wurde der Ertragsanteil der einzelnen

Variante	Beschreibung ¹⁾	Gedüngte Nährstoffe [kg/ha ⁻¹ a ⁻¹]				
		N _{gesamt}	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
1	Ohne Düngung (Kontrolle)	0	0	0	0	0
2	Rapspressschrot (RPS) ²⁾	120 (4 x 30)	82	45	25	18
3	Rapspressschrot (RPS) ²⁾	240 (4 x 60)	164	90	50	36
4	KAS, Superphosphat, Kornkali	120 (4 x 30)	75	48	7	46
5	KAS, Superphosphat, Kornkali	240 (4 x 60)	157	96	14	93

¹⁾ Varianten 1 – 5: 4 Schnitte pro Jahr; mittlere Schnitttermine: 14. Mai, 23. Juni, 7. August, 30. September

²⁾ RPS: Ø 90,4 % TS, 84,5 % OS, pH 6,0; Ø pro t FM: 41,1 kg Gesamt-N, 1,5 kg NH₄-N, 28,8 kg P₂O₅, 15,3 kg K₂O, 8,5 kg MgO, 6,2 kg S

Tabelle 1: Versuchsvarianten und gedüngte Nährstoffe

Aufwüchse am Jahresertrag berücksichtigt. Die botanischen Aufnahmen erfolgten in den Jahren 2008 und 2010 bei jeweils der ersten Wiederholung. Die statistische Verrechnung erfolgte mit dem Statistikpaket SAS unter Anwendung des SNK-Tests bei $\alpha = 0,05$. Unterschiedliche Kleinbuchstaben hinter den Mittelwerten bei den Tabellen 3 und 5 bedeuten signifikant verschiedene Mittelwerte bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent.

Ergebnisse und Diskussion

Aus Tabelle 2 geht hervor, dass der Anteil an Deutschem Weidelgras bzw. der Gräser insgesamt und damit die mittlere Futterwertzahl mit zunehmendem Düngungsniveau anstieg, wobei im Falle gleicher NPK-Düngung die Werte der Mineraldüngervarianten stets über denen der Varianten mit Rapspressschrot lagen (vergleiche Var. 2 und 4 bzw. 3 und 5). Bei mineralischer N-Düngung blieb der Bestand ohne nennenswerten Kleeanteil.

Auffallend war zudem generell ein sehr hoher Kräuteranteil der vormals eher extensiv bewirtschafteten Fläche. Dies traf nicht nur, wie auch erwartet, für die ungedüngte Kontrollvariante 1, sondern auch für die gedüngten Varianten 2 – 4 zu und begrenzte deren Futterwert, zudem vermutlich – neben den nachstehend beschriebenen düngungsspezifischen Effekten – auch den Ertrag. Nur Variante 5, welche auch die signifikant höchsten Erträge (siehe Tabelle 3) des Versuchs erreichte, wies bei deutlich weniger Kräutern eine vergleichsweise hohe Futterwertzahl (6,5) auf, die allerdings immer noch weit unterhalb erzielbarer Werte ($> 7,0$) anderer Versuchspartellen (zit. bei DIEPOLDER, 2012) am Spitalhof lag.

Wie Tabelle 3 zeigt, führte der Einsatz von Rapspressschrot (RPS) auf Dauergrünland gerade bei höherer Aufwandmenge (Var. 3) zu signifikant höheren Trockenmasse-, Rohprotein- und Energieerträgen gegenüber der ungedüngten Kontrollvariante. Dieser Düngungseffekt war bereits im ersten Versuchsjahr gegeben (hier nicht explizit dargestellt).

Allerdings erreichte bei identischem Nährstoffaufwand RPS bei weitem nicht die Wirkung der mineralischen Düngung (vgl. Var. 2 vs. 4 bzw. Var. 3 vs. 5), was auch aus Abbildung 1 gut zu ersehen ist. Dies ist vermutlich in erster Linie auf den geringen Anteil an schnell verfügbarem Stickstoff am Gesamt-N zurückzuführen, welcher unter 4 Prozent lag (Tabelle 1, Fußnote). Bei einer N-Zufuhr in Höhe von 240 kg N/ha bewegte sich bei der Vierschnittwiese der einfache N-Saldo (N-Düngung mi-

Variante	Artenzahl	Deutsches Weidelgras	Σ Gräser	Σ Klee	Σ Kräuter ¹⁾	FWZ ²⁾
in % FM 1. Aufwuchs						
1	17	21	32	9	59	4,8
2	16	33	46	6	48	5,5
3	19	37	55	3	42	5,7
4	16	42	58	1	41	5,9
5	18	56	68	1	31	6,5

¹⁾ Vorwiegend Scharfer Hahnenfuß und Gew. Löwenzahn
²⁾ \emptyset Futterwertzahl (nach KLAPP et. al., 1953) im ersten Aufwuchs

□ Tabelle 2: Botanische Zusammensetzung und mittlere Futterwertzahl (Mittel 2008/10)

nus N-Abfuhr) beim Einsatz von RPS im Gegensatz zur Mineraldüngung bereits im deutlich positiven Bereich. Ein ausgeglichener N-Saldo wäre bei einer Aufwandmenge an RPS von etwa 210 kg Gesamt-N/ha gegeben gewesen (siehe Abbildung 1). Die gleiche N-Abfuhr bei Mineraldüngung (KAS incl. PK-Grunddüngung) wäre mit 155 kg N/ha erreicht worden. Daraus läßt sich für das verwendete RPS unter Prämisse gleicher Rohprotein- bzw. N-Erträge ein „Mineraldüngeräquivalent“ (MDÄ RP-Ertrag) von 0,74 (155/210) für die praktische Düngerplanung ableiten. Unter Prämisse gleicher TM-Erträge (hier nicht explizit dargestellt) liegt das MDÄ TM-Ertrag jedoch niedriger, nämlich bei 0,58.

Betrachtet man zudem bei den Düngungsvarianten 2 – 5 die „scheinbare N-Effizienz“ des eingesetzten Gesamt-N, welche sich aus dem Quotienten zwischen der jeweiligen N-Abfuhr der gedüngten Variante minus der N-Abfuhr der Kontrolle und der jeweils applizierten N-Menge berechnet, so weist auch dieser Parameter (RPS: 0,36 bei Var. 2 bzw. 0,45 bei Var. 3; KAS: 0,53 bei Var. 4 bzw. 0,68 bei Var. 5) auf eine wesentlich schlechtere Wirkung des RPS-N im Vergleich zu KAS hin. Setzt man die oben berechnete „scheinbare N-Effizienz“ der organischen mit den entsprechend mineralisch gedüngten Varianten ins Verhältnis (Var. 2/4 bzw. 5/3), so ergibt sich

Variante	Erträge und N-Saldo pro ha				Konzentrationen pro kg TM ¹⁾		
	TM [dt]	Rohprotein [kg]	Energie [GJ NEL]	N-Saldo [kg]	Rohfaser [g]	Rohprotein [g]	Energie [MJ NEL]
1	51,8 c	764 d	34,41 c	-86	183 c	148 b	6,65 a
2	65,9 cb	1029 c	44,11 cb	-21	187 cb	157 ab	6,70 a
3	85,5 b	1437 b	56,90 b	+22	197 b	167 a	6,65 a
4	79,1 b	1157 c	52,10 b	-61	194 cb	146 b	6,59 a
5	108,8 a	1787 a	70,38 a	-42	209 a	165 a	6,48 a

¹⁾ Gemittelt unter Berücksichtigung der Ertragsanteile einzelner Schnitte

□ Tabelle 3: Erträge und mittlere Rohfaser-, Rohprotein- und Energiekonzentration (Mittel 2007 – 2010)

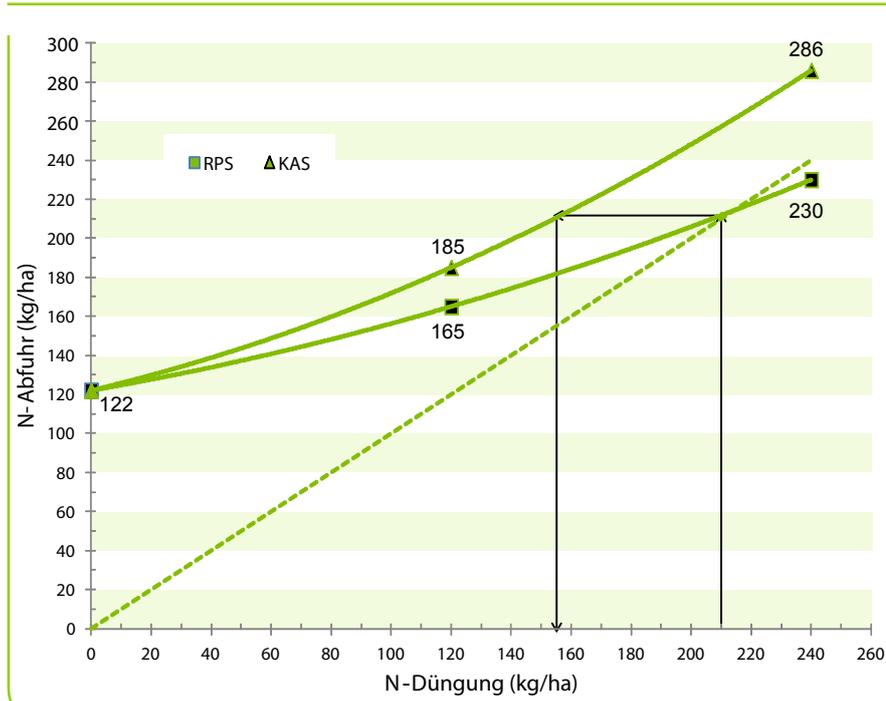


Abbildung 1: Beziehung zwischen N-Düngung mit RPS bzw. KAS und mittlerer N-Aufnahme

ein „relativer N-Düngungswert“ von RPS in Höhe von ca. 0,66 – 0,68. Interessant ist ferner, dass innerhalb des gewählten Düngespektrums (0 – 240 kg N/ha) die scheinbare N-Effizienz mit zunehmender Düngung noch anstieg. Der Grund dürfte in den unterschiedlichen Pflanzenbeständen der Varianten zu suchen sein.

Im Gegensatz zur botanischen Zusammensetzung der Pflanzenbestände, der mittleren Futterwertzahl und den Hektarerträgen unterschieden sich die mit RPS gedüngten Varianten im mittleren Rohprotein- und Energie- und Phosphorgehalt des Futters kaum bzw. nicht signifikant von den entsprechenden Mineraldüngervarianten (siehe Tabelle 3 und 4). Hingegen war bei letzteren der Rohfasergehalt sowie bei den Mineralstoffen die Kali- und Schwefelkonzentration im Futter (etwas) höher, dagegen der Magnesiumgehalt

niedriger (siehe Tabelle 4). Bemerkenswert ist, dass beim Rohaschegehalt ($\bar{\sigma}$ 7,6 g/kg TM; nicht explizit für Einzelvarianten dargestellt) kein Unterschied zwischen organischer und mineralischer Düngung zu verzeichnen war, woraus abgeleitet werden kann, dass der Einsatz von RPS zu keiner offensichtlichen Futtermittelschmutzung führte; allerdings wurden mikrobiologische Untersuchungen nicht durchgeführt. RPS hat ein völlig anderes Nährstoffverhältnis als Gülle. Bei einer im Milchviehbetrieb (Grünlandbetrieb) anfallenden Gülle stehen die Nährstoffe Stickstoff, Phosphat (P_2O_5), Kali (K_2O) in einem Verhältnis von etwa 1 : 0,4 : 1,5 (LFL, 2011). Das verwendete RPS wies dagegen ein Verhältnis von ca. 1 : 0,7 : 0,4 auf. RPS ist damit im Gegensatz zur Gülle ein organischer Dünger mit hohem P-Gehalt (Samen!) jedoch sehr

niedrigem K-Gehalt, was in der Praxis bei der Düngungsplanung beachtet werden muss. Daher führte im Versuch eine N-Düngung in Höhe von 240 kg N/ha in Form von RPS (Var. 3) zwar mit 164 kg P_2O_5 /ha zu einer weit über den Pflanzenentzug (80 kg P_2O_5) liegenden P-Zufuhr, jedoch wurden nur 90 kg K_2O /ha gedüngt – dies ist ein Bruchteil der offiziellen Empfehlung (LFL, 2011), die bei rund 270 – 310 kg K_2O /ha liegt. Dadurch erklären sich auch die generell sehr niedrigen mittleren Kaliumgehalte im Futter (siehe Tabelle 4), welche auf eine suboptimale und ertragsbegrenzende Kaliversorgung (< 20 g/kg TM) hindeuten. Jedenfalls erreichten andere, gleichfalls vierschnittige Versuchspartellen am Spitalhof bereits bei einer Düngung von 120 – 135 kg Gesamt-N, verbunden mit 65 – 120 kg P_2O_5 /ha und 155 – 200 kg K_2O über Gülle oder Mineraldüngung im mehrjährigen Mittel ein

Ertragniveau von rund 105 dt TM/ha, welches bei Erhöhung der Düngung (155 – 200 kg N/ha, 85 – 145 kg P_2O_5 /ha, 155 – 300 kg K_2O) auf ca. 115 – 130 dt TM/ha anstieg (zit. bei DIEPOLDER, 2012; DIEPOLDER und SCHRÖPEL, 2003).

Aus Tabelle 5 geht in Ergänzung zu Tabelle 4 hervor, dass sich selbst große Unterschiede in der P-Düngung (Düngerart- und P-Menge) meist nur geringfügig auf den P-Gehalt des Futters der einzelnen Aufwüchse auswirkten. Anders verhielt sich dies beim Kalium. Hier

Variante	Abfuhr				Ø Konzentration ¹⁾			
	P_2O_5	K_2O	MgO	S	P	K	Mg	S
	in kg/ha				in g/kg TM			
1	47	83	37	17	4,0	13,3	4,3	3,2
2	60	96	47	23	4,0	12,1	4,3	3,5
3	80	124	59	32	4,1	12,1	4,2	3,7
4	74	131	49	37	4,1	13,7	3,7	4,6
5	102	176	60	49	4,1	13,4	3,3	4,5

¹⁾ Gemittelte unter Berücksichtigung der Ertragsanteile einzelner Schnitte

Tabelle 4: Nährstoffabfuhr und mittlere Mineralstoffgehalte der Varianten (2007 – 2010)

Variante	P [g/kg TM]								K [g/kg TM]							
	Aufwuchs								Aufwuchs							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	3,4	b	4,1	a	4,3	a	4,4	a	12,8	c	14,1	a	13,0	a	12,7	a
2	3,3	b	4,1	a	4,5	a	4,4	a	11,7	c	13,2	a	12,1	a	11,8	ab
3	3,3	b	4,3	a	4,6	a	4,2	a	11,5	c	12,9	a	11,9	a	11,9	ab
4	3,7	ab	4,3	a	4,3	a	4,6	a	15,4	b	14,9	a	12,4	a	11,3	b
5	3,9	a	4,5	a	4,6	a	4,2	a	17,7	a	14,5	a	10,5	b	9,3	c

☐ Tabelle 5: Phosphor- und Kaligehalte (in mg/kg TM) der einzelnen Varianten im Jahresverlauf (Mittel 2007 – 2010)

bewirkte die mineralische Frühjahrsdüngung (Variante 4 und 5) einen signifikanten Anstieg der K-Gehalte beim ersten Aufwuchs, wobei sich die Gehalte allerdings immer noch auf einem sehr niedrigen Niveau bewegten. Auffällig war zudem bei den letzten beiden Schnitten, dass die K-Gehalte der ertragsstärksten Variante 5 signifikant am niedrigsten waren.

In *Tabelle 6* sind die TM- bzw. RP-Hektarerträge sowie die Nähr- und Mineralstoffkonzentrationen des Futters für die einzelnen vier Aufwüchse für den Gesamtversuch dargestellt. Daraus lässt sich u. a. erkennen, dass im Mittel mit dem ersten Schnitt 30 Prozent des gesamten Jahresertrags geerntet wurden. Während die aus den Rohnährstoffen errechnete Energiekonzentration weit über dem der Folgeaufwüchse lag, traf das Gegenteil für den Rohproteingehalt des Futters zu. Ferner erreichten die P-, Mg-, S-, und Ca-Konzentrationen beim zweiten, dritten und vierten Schnitt deutlich höhere Werte als beim ersten Aufwuchs.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Rapspressschrot besitzt im Grünland eine signifikante Düngewirkung, die jedoch deutlich unter der von Mineraldünger liegt. Für eine bedarfsgerechte Düngung ist zudem die im Vergleich zu Gülle hohe P- und sehr niedrige K-Zufuhr zu beachten. Darüberhinaus dürften hohe logistische Anforderungen (Verfügbarkeit, Lager- und Ausbringlogistik, Streutechnik) einen größeren Einsatz in der Praxis stark einschränken. Zu bemerken ist noch, dass RPS in der Regel der Bioabfallverordnung (BIOABFV, 1998, 2012) unterliegt und bei der Ausbringung deren Vorschriften zu beachten sind.

Danksagung

Den Autoren ist es ein Anliegen, für die Versuchsdurchführung, Laboranalysen und Datenaufbereitung den Kollegin-

nen/Kollegen des LVFZ Spitalhof/Kempton, der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU) sowie dem Sachgebiet Versuchswesen und Biometrie herzlich zu danken. Dank auch an die Kolleginnen/Kollegen des Wasserwirtschaftsamtes Kempton für die gute Zusammenarbeit.

		Aufwuchs			
		1	2	3	4
TM-Ertrag	(dt TM/ha)	23,2	20,2	19,1	15,2
	(% Jahresertrag)	30	26	24	20
RP-Ertrag	(kg RP/ha)	323	318	305	289
	(% Jahresertrag)	26	26	25	23
Energie	(MJ NEL/kg TM)	7,06	6,47	6,36	6,54
Rf	(g/kg TM)	190	192	205	180
Ra	(g/kg TM)	62	79	78	87
Rp	(g/kg TM)	138	165	159	184
P	(g/kg TM)	3,5	4,3	4,5	4,4
K	(g/kg TM)	13,8	13,9	12,0	11,4
Mg	(g/kg TM)	2,9	4,1	4,5	5,0
S	(g/kg TM)	2,9	4,1	4,6	4,4
Ca	(g/kg TM)	8,1	11,5	11,9	13,4

☐ Tabelle 6: TM- und RP-Ertrag sowie Inhaltsstoffe der vier Jahresaufwüchse im Gesamtversuch (Mittel 2007 – 2010)

Literaturangaben bei den Autoren.

DR. MICHAEL DIEPOLDER

SVEN RASCHBACHER

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT
INSTITUT FÜR AGRARÖKOLOGIE, ÖKOLOGISCHEN
LANDBAU UND BODENSCHUTZ
michael.diepolder@lfl.bayern.de
sven.raschbacher@lfl.bayern.de