

Wieviel Gülle ertragen Grünlandpflanzen?

Prof. Dr. Martin Elsäßer

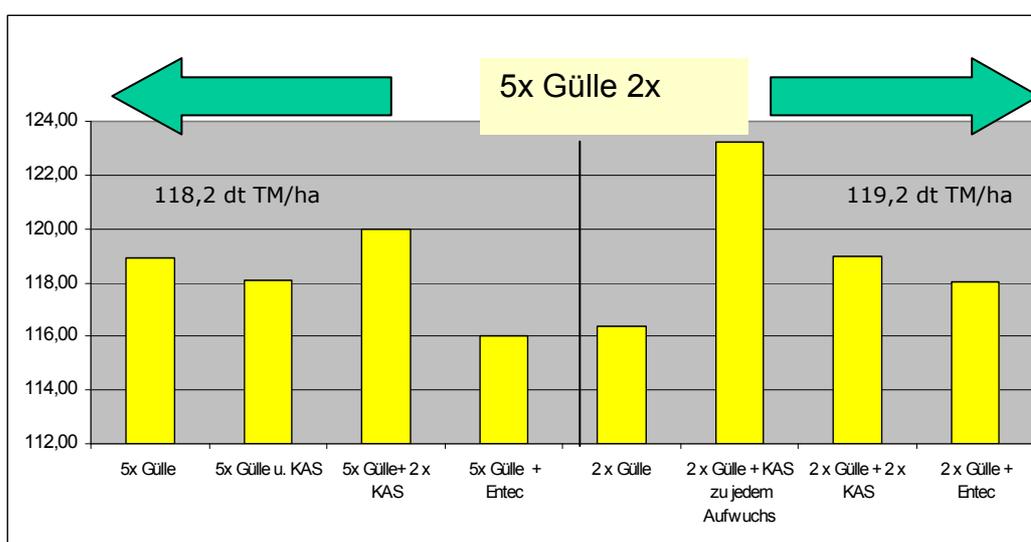
Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei (LAZBW Aulendorf)

Der Gülle werden oftmals negative Wirkungen zugeschrieben, die eigentlich nur sekundär von ihrer teilweise unsachgemäßen Anwendung verursacht werden. Gleichwohl ist zu fordern, dass Düngemittel mit möglichst hoher Effizienz auszubringen sind. Eine hohe Nährstoffausnutzung wirkt möglichen Umweltbelastungen entgegen. Die Anwendung von Gülle unter der Berücksichtigung bestmöglicher Einsatzbedingungen dient deshalb in erster Linie der Erhöhung der Stickstoffeffizienz. Um dieses Ziel zu erreichen, muss Gülle mit geeigneter Applikationstechnik und gutem Management umweltschonend ausgebracht werden. Es besteht die Forderung, wonach umweltfreundliches Ausbringen von Gülle so erfolgen muss, dass möglichst wenig Geruchs- und Ammoniakemissionen entstehen. Zudem sollte nur so viel Gülle ausgebracht werden, wie die zu düngenden Grünlandpflanzen an N und P aufnehmen können. Das ist alles nicht neu, die Frage ist aber, gibt es Pflanzen, die mehr Gülle vertragen als andere und warum ist das so?

Wirkungen der Gülle auf das Wachstum von Pflanzen

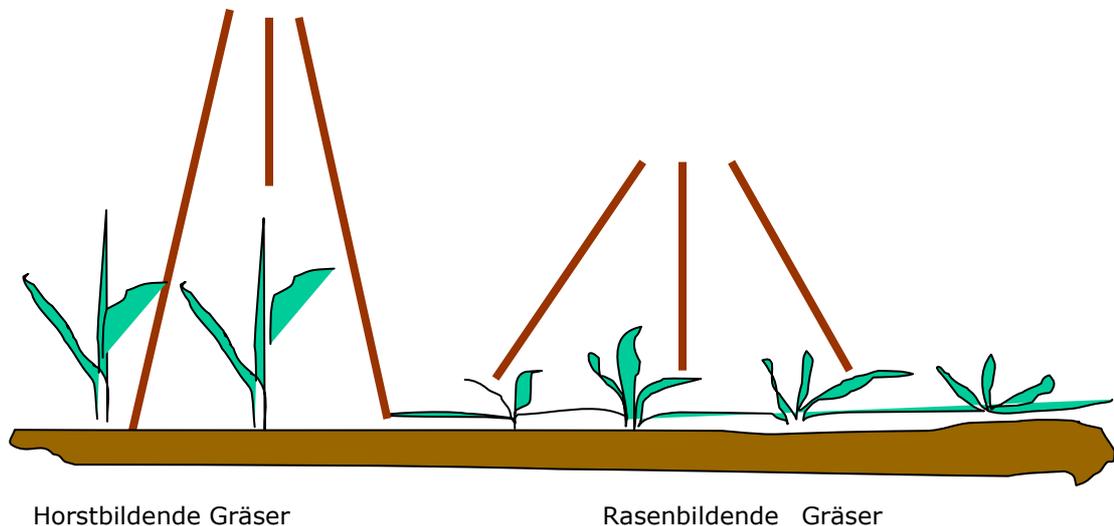
Die mit Gülle erzielbaren Trockenmasseerträge betragen im Vergleich zur Düngung mit Mineraldüngern je nach Art, Zeitpunkt und Häufigkeit der Ausbringung 30 bis 90%, wobei die Düngewirksamkeit der Gülle in der Regel mit der Dauer ihrer Anwendung ansteigt. Höchste Ertragsleistung brachte Gülle in unseren Versuchen bei gleichzeitiger Düngung von Gülle und Mineraldünger - Stickstoff, wobei die Frequenz der Güllendüngung (verglichen wurden zwei - und fünfmalige Anwendung) keinen gesicherten Ertragseffekt auswies.

Abb. 1: Trockenmasseerträge bei unterschiedlich häufiger Düngung mit Gülle (2 mal und 5mal) und Mineraldünger-Stickstoff (2004-2009; Mühlhausen; Gesamt-N: 170 kg über Gülle und 75 kg als Kalkammonsalpeter)



Höhere Nährstoffmengen (über 170 kg N/ha hinaus) aus Gülle wurden noch problemlos verwertet, aber es gibt auch Untersuchungen, wonach höhere Mengen an Gülle teilweise sogar zu Ertragsdepressionen führten. Ursache dafür können einerseits Schäden infolge von Bedeckung oberirdischer Pflanzenteile und Verätzungen von Assimilationsfläche sein, die die Photosynthese und damit das Wachstum hemmen. Die Höhe des Bedeckungsschadens ist abhängig von den Eigenschaften der Blattoberfläche, den Eigenschaften der Gülle z.B. dem Schleimstoffgehalt, der vom Ausbringungsverfahren abhängigen Tropfengröße, der Stellung der Blätter und dem Aufprallwinkel der Gälletropfen. Um die Benetzung möglichst gering zu halten, ist eine grosstropfige Gülleausbringung mit möglichst dünner Gülle und die Gölledüngung unmittelbar nach einer Nutzung erforderlich. Dadurch reduzieren sich sowohl die direkte Schädigung als auch die Ammoniakabgasung an die Luft. Ausläufertreibende oder rasenbildende Gräser z.B. werden stärker als horstbildende und nach oben wachsende Gräser benetzt. Damit wird die Verträglichkeit der Pflanzen auch durch die Wuchsform und Blattstellung stark beeinflusst (Abb. 2).

Abb. 2: Wuchsformbedingte Unterschiede bei der Bedeckung von Grünlandgräsern durch Gülle



Die Effekte der Gölledüngung wirken sich nicht nur auf oberirdische sondern auch auf unterirdische Pflanzenteile aus. Die beobachtete Wachstumsdepression und fortschreitende Narbenverschlechterung unmittelbar nach einer Gölleanwendung kann aber auch die Wirkung von spezifischen Inhaltsstoffen der Gülle, wie Säuren, Salze und Phenole bzw. Gärprodukte des Harns wie Hippur- und Benzoesäure sein. Für Schäden an den Pflanzen sind insbesondere Eigenschaften und Bestandteile des Harns verantwortlich. Im Gegensatz zum schnellen Abbau des Harnstickstoffes verläuft der des Kotstickstoffes sehr viel langsamer. Jedoch auch der hohe Schleimgehalt des Kotes kann schädigend wirken. Ebenso beeinflussen die Fließeigenschaften, die von der Konsistenz der Gülle und ihrem Anteil an freiem Wasser abhängen, die Wirkung auf die Pflanze. Gründliches Homogenisieren vor der Ausbringung, die Wahl der richtigen Ausbringungszeitpunkte und -mengen, und günstige Witterung (optimal sind bedeckter Himmel mit anschließendem leichtem Niederschlag) während und nach der Ausbringung sind mit entscheidend für die Minimierung des möglichen Schadensrisikos.

Eine Düngung mit viel Stickstoff reduziert die Artenzahl. Dieser Rückgang beruht in erster Linie auf der Nährstoffwirkung und erfolgt sowohl bei organischen als auch bei mineralischen Düngern gleichermaßen. Werden Grünlandbestände reichlich mit Stickstoff gedüngt, überwiegen im Bestand Kräuter mit hoher Stickstoffbedürftigkeit, wie z. B. Löwenzahn, Eiweißreiche Leguminosen und damit die angestrebte hohe Luftstickstoffbindung gehen stark zurück. Exzessive Gülledüngung, insbesondere auf hofnahen Grünlandflächen führt zur einseitigen Zunahme von Doldenblütlern wie Bärenklau und Wiesenkerbel. Solche als "Gülleflora" bezeichneten Bestände entstehen maßgeblich durch das ungleichgewichtige Angebot von in der Gülle enthaltenen Nährstoffen (viel Kali in Rindergülle) und Verätzungen der Wurzeln, die zur Hemmung des Wachstums und damit zum Absterben vor allem der wertvollen Futtergräser und Leguminosen führen. Das liegt u.a. im unterschiedlichen Bau der Wurzeln von Gräsern und Kräutern der Gülleflora. So besitzen z.B. Wiesenkerbel, Bärenklau und Stumpfblättriger Ampfer kräftige Pfahlwurzeln oder Wurzelstöcke, die sie in die Lage versetzen, die im Minimum befindlichen Nährstoffe (vor allem Phosphate) aus größeren Bodentiefen aufzunehmen. Bei den Doldenblütlern wächst also der Wurzelpol direkt zu einer Hauptwurzel aus. Bei Gräsern stellt die Hauptwurzel ihre Tätigkeit dagegen verhältnismäßig früh ein. Durch die Ausbildung zahlreicher sprossbürtiger Wurzeln bildet sich bei den Gräsern zudem ein feinverzweigtes Wurzelnetz mit großer Oberfläche, dessen Hauptmasse in 10 - 20 cm Bodentiefe liegt. Bei Nährstoffmangel oder einseitiger Versorgung, wie etwa bei hoher Gülledüngung, sind Kräuter wegen ihres besseren Aufschlussvermögens im Vorteil. Daneben wird aufgrund des hohen Kaligehaltes der Gülle und der stark quellenden Wirkung des Kaliums verstärkt wasserreiches Wurzelgewebe gebildet, was die Fäulnisanfälligkeit erhöht. Lang ausdauernde Wurzeln sind durch einen erhöhten Gerbsäuregehalt und früh einsetzendes Dickenwachstum (z. B. *Stumpfblättriger Ampfer*) oder durch verdickte Rindenschichten (z. B. *Kriechender Hahnenfuss*) vor schädlichen äußeren Einflüssen geschützt. Pflanzen ohne sekundäres Dickenwachstum der Wurzeln, wie die Gräser, treten daher auf Güllestandorten zurück. Ausnahmen bilden nur die *Quecke* und die *Gemeine Risppe*, die sich durch Sprossausläufer vermehren und infolge starker Reservestoffeinlagerungen in den Ausläufern nach einer Schädigung oder Nutzung schnell wieder austreiben können.

Mehrere Versuche zeigen einen deutlichen Nährstoffeffekt der Gülle. Frau Dr. Sobotik in Österreich erarbeitete Ergebnisse mit steigenden Gaben von Rindergülle im Feldversuch. Besonders auffällig war der geringe Mycorrhizabesatz der ungedüngten Variante, das reichliche Vorkommen von Mycorrhiza bei der schwächsten Güllemenge und das Fehlen von Mycorrhiza bei der höchsten Gülledosis. Mycorrhizapilze sind insbesondere wichtig bei der Nährstoffaufnahme von Pflanzen. In der höchsten Güllestufe (480 kg N ha^{-1}) war, wohl infolge der Nährstoffverlagerung in tiefere Schichten, ein Anstieg der Wurzellängen in einer Tiefe von 18 - 40 cm und ein abruptes Einkürzen in noch tieferen Bodenschichten zu beobachten. Es ist an dieser Stelle jedoch festzustellen, daß solche Güllemengen nicht Bestandteil einer ordnungsgemäßen Landwirtschaft sind, die die Nährstoffausbringung über wirtschaftseigene Dünger auf Grünland auf $170 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ bzw. 230 kg N/ha in Ausnahmefällen begrenzt.

Tab.2: Trockenmasseerträge von Grünlandaufwüchsen, Wurzellängen und Verteilung der Wurzelmasse in unterschiedlichen Bodentiefen bei steigenden Gaben von Rindergülle (n. Sobotik, Gumpenstein)

Düngung (kg N ha ⁻¹)	0	96	240	480
Ertrag (dt TM ha ⁻¹)	60,7	84,1	98,3	119,9
Wurzellänge September 1988 (km ha ⁻¹)	6164	nicht gemes- sen	10 933	12 230
Verteilung der Wurzellängen in %				
2 - 7 cm	46,5		46,7	45,7
7 - 12 cm	14,5		20,9	14,8
12 - 18 cm	10,0		9,8	26,3
Wurzellänge November 1990 (km ha ⁻¹)	362 095	348 850	297 194	142 875
Verteilung der Wurzellängen in %				
2 - 10 cm	48,7	75,4	76,6	62,4
10 - 20 cm	10,2	12,2	14,2	19,1
20 - 30 cm	24,7	5,0	4,1	3,1

Wirkung von Gülle auf das Bodenleben

Die organische Masse des Bodens besteht etwa zu 85 % aus Humus, 10 % aus abgestorbenen Pflanzenwurzeln und dem Edaphon, das seinerseits aus ca. 40 % Bakterien und Actinomyceten, 40 % Pilzen und Algen sowie ca. 20 % Bodentieren besteht. Die Zufuhr von mineralischen und organischen Düngern ändert das Milieu im Boden und in der Folge das Verhältnis zwischen den Organismen, wodurch einige Arten favorisiert und andere unterdrückt werden. Jede Milieuänderung bedingt eine Veränderung im Artenbestand und im Mengenverhältnis der Arten innerhalb der Biozönose. Vor allem leicht abbaubare organische Substanzen begünstigen die Vermehrung der Mikroorganismen und führen sowohl zur Veränderung der Besatzdichte als auch des Formenspektrums. Organische Düngung steigert die Mikrobentätigkeit, häufige Zufuhr kleinerer Mengen organischer Düngemittel kann zu verstärktem Humusabbau führen. Rascher Milieuwechsel, wie sie für die Gülledüngung typisch sind, bedingt eine fortschreitende Artenverarmung. Allerdings bewirkt auch schon frischer Stallmist eine Milieuänderung, die umso geringer sein wird, je besser verrottet der Mist in oder auf den Boden gelangt. Hohe Güllegaben sind zudem für die Bodenfauna anfangs toxisch. Mit Ausnahme von Regenwürmern und Milben reagieren jedoch die meisten Bodentiere langfristig positiv auf die zusätzliche Nahrungsquelle. Sowohl organische als auch mineralische Dünger haben einen indirekten Effekt auf die Tierwelt, indem sie die Beutemöglichkeiten für Fleischfresser verbessern. Die Individuenzahl variiert in Abhängigkeit von Bodentyp, Bearbeitung, Pflanzenbedeckung und der Düngeraufwandmenge.

Mineraldünger dagegen erhöhen oftmals (nur) die Salzkonzentration im Boden mit negativem Effekt auf die Bodenfauna. NORMANN-SCHMIDT (1995) stellte fest, daß die einseitige Ausbringung von Gülle zu sehr negativen Folgen für das Edaphon führen kann, im schlimmsten Fall zu einer gleichzeitigen Verminderung des Artenbestandes und der Besatzdichte. Im Vergleich zu Gülle werden dem Stallmist bei der Düngung von Grünlandbeständen und -böden meist positive Nährstoffeffekte zugeschrieben. Neben den Auswirkungen auf die Bodenfauna wurden weitere Effekte beobachtet. Gülle reduzierte demnach bei langfristigem Einsatz die qualitative Zusammensetzung der Insektenfauna. Zudem meiden Wildtiere, wie Hasen und insbesondere auch Rehe nach Beobachtungen von PEGEL (1997) ganz generell begüllte Flächen zur Futeraufnahme.

Auch technische Verfahren der Güllebehandlung wurden zur Verbesserung der Einsatzfähigkeit von Gülle in Aulendorf überprüft. Zu nennen wären hier neben der Oligolyse, die Separierung, die Vergärung mit dem Nebenprodukt Biogas und die Belüftung. Bezüglich der Auswirkungen der Belüftung bestanden allerdings weder hinsichtlich der Trockenmasseerträge noch hinsichtlich der Pflanzeninhaltsstoffe gesicherte Unterschiede zwischen der Düngung mit belüfteter und gelagerter Gülle bei kombinierter Düngeanwendung mit Kalkammonsalpeter. Inwieweit Bodendruck und in der Folge verdichtete Böden, verursacht durch Befahren mit schweren, in manchen Fällen sicher zu schweren Güllefässern, die Flora und Fauna verändern, darüber liegen derzeit nur wenige Erkenntnisse vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass eingeschränkter Lebensraum im Boden nicht nur die Fruchtbarkeit der Böden hinsichtlich der pflanzlichen Aufwüchse, sondern auch hinsichtlich der Tierwelt beeinflussen wird.

Fazit

Die Anwendung von Gülle beeinflusst den Grünlandpflanzenbestand. Neben der bekannten Nährstoffwirkung sind direkte Einwirkungen auf Pflanzen gegeben. Gülle richtig angewandt, auf kurze Stoppel und in verdünnter Form ausgebracht, hat unbestritten ihren Nutzen. Sie kann aber nicht als "Flüssiges Gold der Landwirtschaft" bezeichnet werden, wie das früher einmal der Fall war. Hinsichtlich der Erhaltung einer hohen Artenvielfalt im Grünland ist die Senkung der Nutzungsfrequenz ein mindestens ebenso gravierender Bestimmungsfaktor wie das Maß der Nährstoffzufuhr.

Tab. 3: Verträglichkeiten unterschiedlicher Grünlandpflanzenbestände für Gülle

	Weidelgras-Weißklee Bestand	Häufig und intensiv nutzbar. Sehr gut gülleverträglich
	Knautgras - Bestand	Nährstoffintensiv. Sehr gute Gülleverträglichkeit
	Wiesenfuchsschwanzwiese	Sehr gute Gülleverträglichkeit, muss aber immer zeitig genutzt werden
	Doldenblütlerbestand	Solche Bestände wurden sehr lange, sehr intensiv gedüngt. Die weitere Verträglichkeit ist eingeschränkt
	Mäßig intensiv genutzte Wiese mit Rotklee	Mittlere Güllegaben erträgt der Bestand und in Ertrag umgesetzt. Hohe Güllegaben sind nicht förderlich.
	Artenreiche Extensivwiese	Gülleverträglichkeit ist sehr eingeschränkt, Nur sehr wenig Gülle und sehr verhaltene Düngung insgesamt sind gerade noch vertretbar
	FFH-Grünland, Biotope	Gülleverträglichkeit nicht oder nur in kleinsten Mengen vorhanden