

Berichte und Mitteilungen

(Aus der Abteilung Grünlandwirtschaft der Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Direktor: HR Dipl.-Ing. Dr. K. Chytil)

Zur Verwertung von Rohglycerin als Güllezusatz

Von E. M. PÖTSCH und K. BUCHGRABER

(Mit 4 Abbildungen)

Zusammenfassung

Über einen Zeitraum von mehr als drei Monaten wurden mittels eines Lagerungsversuches die Auswirkungen der Rohglycerinbeimengung zu Rindergülle auf deren chemische, physikalische und biologische Kennwerte untersucht. Der Einfluß der Rohglycerinbeimengung zu Gülle auf die Ertragssituation in der Kulturart Dauergrünland wurde an Hand eines nachgeschalteten Gefäßlysimetersversuches eruiert. Ein zentrales Problem bei der Verwertung von Rohglycerin, welches als Koppelprodukt bei der Rapsölmethylveresterung anfällt, stellt dabei der mit etwa 15 Gew.-% sehr hohe Methylalkoholanteil dar.

Selbst nach einer Lagerungszeit von rund 100 Tagen konnte bei den 10%igen Rohglyceringüllen noch bis zu 70 % des zum Einlagerungszeitpunkt vorhandenen Methylalkohols gefunden werden, es wurde also nur ein Teil um- bzw. abgebaut. Bei den 2%igen Varianten dürfte in erster Linie die für die gaschromatographische Methylalkoholanalyse notwendige Verdünnung dafür verantwortlich sein, daß hier bei der Auslagerung Methanol nicht mehr nachgewiesen werden konnte.

Durch die Rohglycerinbeimengung kam es zu einem deutlichen Anstieg im Kaliumgehalt der Güllen, dies führte zu einer aus pflanzenbaulicher Sicht ungünstigen Erweiterung des N : K₂O-Verhältnisses.

Im Vergleich zur unbehandelten Gülle kam es bei den Rohglyceringüllen zu einer deutlichen pH-Wertabsenkung. Diese dürfte vermutlich mit einer erhöhten biologischen Aktivität, welche sich in einem zum Teil sehr starken Schimmelpilzbesatz an der Oberfläche der Rohglyceringüllen zeigte, in Zusammenhang stehen.

Die im Rohglycerin enthaltenen Verseifungsrückstände führten bei den Rohglycerinvarianten zu einer starken Volumszunahme, von der auch aus Praxisbetrieben berichtet wird. Auch bei regelmäßiger Homogenisierung kam es innerhalb weniger Stunden zur neuerlichen Entwicklung einer schaumig breiigen Masse, verbunden mit einer Volumserhöhung.

Die 2%ige Beimengung von Rohglycerin bewirkte am Dauergrünland einen Ertragsrückgang von bis zu 30 % im Vergleich zur unbehandelten Gülle. Bei

einem Zusatz von 10 % Rohglycerin betrug der Minderertrag im Vergleich zur unbehandelten Gülle bis zu 40 %.

Eine Analyse des im Gefäßlysimeterversuch anfallenden Sickerwassers im Hinblick auf den Methylalkoholgehalt zeigte, daß bei einer Rohglycerinbeimengung zu Gülle in der Größenordnung von 10 % mit einer Auswaschung von Methanol gerechnet werden muß, die in weiterer Folge zu einer Verunreinigung des Grundwassers führen kann.

Schlüsselworte: Rapsölmethylester, Rohglycerin, Methylalkohol, Güllezusatz, Auswaschung.

About the utilization of raw glycerin as slurry additive

Summary

For more than three months the effects of a raw glycerin admixture to cattle slurry were tested for their chemical, physical and biological characteristics by means of a storage experiment. The influence of the raw glycerin admixture to slurry on the yield in permanent grassland was determined in a pot lysimeter test. A main problem of the utilization of raw glycerin, which is a couple product of the rape oil-methylester production, is the relatively high percentage of methyl alcohol (about 15 weight %).

Even after 100 days of storage, up to 70 % of the originally existing methyl alcohol in the 10 %-varieties could still be measured, which means that only a part of it was transformed or decomposed. As far as the 2 %-varieties are concerned, the thinning, which is necessary for the gaschromatographic analysis of methyl alcohol, may above all be responsible for the fact that no methanol could be detected when stored out.

The admixture of raw glycerin caused a distinct rise of the potassium content of the slurries which, from a plant researcher's point of view, led to an unfavourable expansion of the nitrogen: potassium oxygen relation.

Compared to the untreated slurry, the pH value of raw glycerin slurries declined distinctly. This fall may probably be connected with a higher biological activity resulting in partly very strong mould sediments on the surface of the glycerin slurries.

The rest soap in the raw glycerin led to an increase in the volume of raw glycerin varieties. This has also been recently reported by farmers. Also the regular homogenization led to a renewed development of a foamy, pulpy substance, connected with a rise of the volume.

The 2 % admixtures of raw glycerin caused a decrease of up to 30 % of the yield on permanent grassland compared to untreated slurry. With an additive of 10 % of raw glycerin, the yield reduction was up to 40 % compared to untreated slurry.

With regard to the methyl alcohol, an analysis of the infiltration water with the pot lysimeter test showed that an admixture of 10 % of raw glycerin to slurry has to be expected a leaching of methanol, which may result in the pollution of the ground water.

Key-words: rape oil-methylester, raw glycerin, methanol, slurry additive, leaching.

1. Einleitung

Im Zusammenhang mit der Förderung von Produktionsalternativen wurde in den vergangenen Jahren verstärkt nach möglichen Wegen gesucht, nachwachsende pflanzliche Rohstoffe unter anderem in technischen Bereichen einzusetzen (SCHROTTMAIER et al. 1988).

Mit der Produktion von Rapsölmethylester (RME) und dessen Eignung als Kraftstoff für den Betrieb von Dieselmotoren (SCHROTTMAIER und WÖRGETTER 1990, SCHROTTMAIER 1993, TRAULSEN 1993), konnte eine interessante Verwertung von Raps im Zuge des forcierten Ölsaatenanbaues gefunden werden. In den derzeit in Österreich im Betrieb befindlichen Biodieselproduktionsanlagen wurden im Jahre 1993 knapp 30.000 t RME erzeugt.

Als Nebenprodukt fällt neben Rapskuchen, der als Eiweißträger vor allem in der Schweine- und Rinderfütterung gut einsetzbar ist, auch Rohglycerin in einer Größenordnung von etwa 10 % der erzeugten RME-Menge an; in Österreich also derzeit ca. 3000 t/Jahr. Für die Verwertung dieses Rohglycerins stehen eine Reihe von bereits untersuchten bzw. geplanten Möglichkeiten offen:

- Heizölzusatz
- Hilfsbrennstoff für Hackgut
- Pelletierhilfsmittel
- Futterzusatz (KIJORA und BERGNER 1993, LEBZIEN und AULRICH 1993, PICHLER und FRICKH 1993)
- Weichmacher für „Kunststoff“ aus pflanzlichen Abfällen
- Chemischer Rohstoff (BIEBL et al. 1992)
- Zusatz zu Gülle für die Biogaserzeugung
- „Düngerzusatz“ zu Gülle

Die Beimengung zu Gülle als „Düngerzusatz“ ist derzeit der gängigste Weg, dieses Nebenprodukt der RME-Erzeugung abzusetzen. Nach bisherigen Erfahrungen werden der Gülle bis zu 10 % Rohglycerin zugesetzt, dabei jedoch in Abhängigkeit der Düngermenge nicht mehr als 40 bis 50 dt Rohglycerin/ha und Jahr ausgebracht. Dieses Rohglycerin weist eine sehr heterogene Zusammensetzung mit relativ großen Variationsbreiten in den Gehaltswerten der einzelnen Komponenten auf.

Bei der Verwertung des Rohglycerins als Güllezusatz sind neben dessen Einfluß auf chemische, physikalische und biologische Eigenschaften der Gülle auch etwaige Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum sowie auf die Sickerwasserzusammensetzung und der damit in Zusammenhang stehenden möglichen Auswaschung von Problemstoffen von Interesse.

2. Material und Methoden

Zur Abklärung von wichtigen Fragen in Verbindung mit der Verwendung von Rohglycerin als „Düngerzusatz“ zu Gülle wurden im Zeitraum von Juli bis November 1993 von der Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Abteilung Grünlandwirtschaft, eingehende Versuche angelegt und entsprechende Analysen durchgeführt.

2.1 Güllelageversuch

Dieser wurde mit Rindergülle aus einem nahegelegenen Praxisbetrieb in Polyäthylenbehältern mit einem Fassungsvermögen von 500 bzw. 300 l durchgeführt. Zu Beginn des Lagerungsversuchs wurde die Gülle in den einzelnen Be-

hältern je 10 Minuten lang homogenisiert und dabei die in Tabelle 1 angeführten Zusätze beigemischt, die somit gut verteilt in der Gülle vorlagen.

Tabelle 1

Versuchsvarianten im Lagerungsversuch

Nr.	Variante	Zusatz, Behandlung	Gruppe
1	Rindergülle unbehandelt	-	
2	Rindergülle belüftet	alle 2 Stunden 5 Min. belüftet	
3	Rindergülle + Terrasan	20 ml Terrasan auf 400 l Gülle	
4	Rindergülle + Rohglycerin	2 % Rohglycerin „M“**	A*
5	Rindergülle + Rohglycerin	2 % Rohglycerin „G“**	
6	Rindergülle + Rohglycerin	10 % Rohglycerin „G“	
7	Rindergülle unbehandelt		
8	Rindergülle + Rohglycerin	2 % Rohglycerin „M“	B*
9	Rindergülle + Rohglycerin	2 % Rohglycerin „G“	
10	Rindergülle + Rohglycerin	10 % Rohglycerin „G“	

* Während die Varianten 1 bis 6 (= Gruppe A) bei den einzelnen Beprobungsterminen durch Aufrühren homogenisiert wurden, blieben die Varianten 7 bis 10 (= Gruppe B) bis zum Ende des Lagerungsversuches ohne mechanische Einwirkung unberührt.

** Das in den Versuchen eingesetzte Rohglycerin stammte aus Mureck = „M“ (SEEG – Südsteirische Energie- und Eiweißerzeugung reg. Gen. m. b. H.) und aus Güssing = „G“ (BAG – Burgenländische Alternativ-Treib- und Heizstoffherzeugung reg. Gen. m. b. H.)

Die Beimengung von Rohglycerin zu Gülle soll nach bisherigen Erfahrungen und Aussagen von Landwirten eine Geruchsverbesserung bewirken und zu einer sämigeren Konsistenz der Gülle führen.

2.2 Gefäßlysimeterversuch

Durch den hohen Gehalt an giftigem Methylalkohol ist beim Zusatz von Rohglycerin zu Gülle die Frage nach einer möglichen Auswaschung von Methanol über das Sickerwasser von großem Interesse. Zu diesem Zweck wurde nach Beendigung des Güllelagerungsversuches mit einigen Varianten ein Düngungsversuch in Gefäßlysimetern angelegt. Die mit Gumpensteiner Braunerde befüllten Mitscherlichtöpfe waren bereits im Verlauf des Lagerungsversuches mit einer Dauerwiesenmischung bepflanzt und bewässert worden.

Tabelle 2

Versuchsvarianten im Gefäßlysimeterversuch

Nr.	Variante	Düngermenge in m ³ /ha
1	Rindergülle unbehandelt	15
2	Rindergülle unbehandelt	30
3	Rindergülle + 2 % Rohglycerin „M“	30
4	Rindergülle + 2 % Rohglycerin „G“	30
5	Rindergülle + 10 % Rohglycerin „G“	15
6	Rindergülle + 10 % Rohglycerin „G“	30
7	Rindergülle + 2 % Rohglycerin „M“	30
8	Rindergülle + 2 % Rohglycerin „G“	30
9	Rindergülle + 10 % Rohglycerin „G“	15
10	Rindergülle + 10 % Rohglycerin „G“	30
11	Rohglycerin + Wasser (1 : 5)	140 kg Rohglycerin/ha
12	Rohglycerin + Wasser (1 : 5)	280 kg Rohglycerin/ha

Die Varianten 1 bis 6 entstammten der Gruppe A, die Varianten 7 bis 10 der Gruppe B des Lagerungsversuches.

Die Düngung der Mitscherlichgefäße erfolgte mit den in Tabelle 2 angeführten Düngermengen gleichzeitig mit einer Berechnungsmenge von umgerechnet etwa 6 mm Niederschlag. Um zu einem rasch auftretenden Sickerwasserereignis zu gelangen, wurde an den folgenden Tagen jeweils eine Berechnungsgabe in der Höhe von ca. 20 mm Niederschlag verabreicht.

2.3 Durchgeführte Untersuchungen

In Tabelle 3 sind die chemischen, physikalischen und biologischen Analysen, die im Verlauf dieser beiden Versuche vorgenommen wurden, dargestellt.

Für die chemischen Analysen wurden die Güllen der Gruppe A des Güllelagerungsversuches vor der Probenahme mit einem Rührwerk gut homogenisiert und am 1., 12., 20., 33., 48., 75. sowie am Auslagerungstag jeweils 500 ml Probenvolumen entnommen. Die Methylalkoholanalyse der Varianten erfolgte nach 35 Tagen sowie zum Zeitpunkt der Auslagerung.

Die Güllen der Gruppe B des Lagerungsversuches wurden nur zum Zeitpunkt der Einlagerung und der Auslagerung untersucht. Der pH-Wert, die Temperatur, die Schwimmdeckenstärke und der Schimmelpilzbesatz der Güllen wurden in den ersten 14 Tagen täglich bestimmt, danach im 2-Tages-Intervall bis zum 42. Versuchstag und bis zur Auslagerung im Abstand von ein bzw. zwei Wochen. Die Feststellung der Fließfähigkeit und der Geruchsintensität erfolgte bei der Ein- und Auslagerung sowie am 7., 15., 29., 43. und 70. Tag.

Tabelle 3

Übersicht der Analysen und Methoden

Parameter	Methode	Untersuchtes Medium		
		Rohglycerin	Gülle	Sickerwasser
CaO	Komplexometrische Titration	+	+	-
MgO	Komplexometrische Titration	+	+	-
K ₂ O	Flammenphotometrie	+	+	-
P ₂ O ₅	Spektralphotometrie	+	+	-
Nges	Kjeldahl	+	+	-
Na	Flammenphotometrie	+	-	-
CH ₃ OH	Gaschromatographie	+	+	+
NO ₃ -N	Spektralphotometrie	-	-	+
NH ₄ -N	Spektralphotometrie	-	+	+
pH-Wert	pH-Meter	+	+	-
Asche	Veraschung	+	+	-
Trockenmasse	Trocknung im Trockenschrank	+	+	-
Temperatur	Widerstandsthermometer	-	+	-
Fließverhalten	Durchflußmessung	+	+	-
Viskosität	Rotationsviskosimeter	+	-	-
Schwimmdeckenstärke	Höhenmessung	-	+	-
Schimmelbesatz	Flächenschätzung	-	+	-
Geruch	Geruchsbonitierung	-	+	-

+ durchgeführt - nicht durchgeführt

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Methylalkoholgehalt der Rohglyceringüllen

Düngerzusätze gehören zum Geltungsbereich des Düngemittelgesetzes und sind als solche registrierungspflichtig. Nach der Schadstoffverordnung darf der Methylalkoholgehalt von Düngerzusätzen nicht über 200 mg/kg = 0,02 % liegen. Aus der Tatsache, daß Rohglycerin nicht als Düngerzusatz registriert ist (jedoch

als solcher verwendet wird) und damit nicht unter die Regelungen des Düngemittelgesetzes fällt, darf man nicht von vornherein auf eine rechtliche Unbedenklichkeit bei der Verwertung dieses Koppelproduktes schließen. Die rechtliche Situation im Hinblick auf die Ausbringung eines Rohglycerin-Güllegemisches ist also demnach nicht eindeutig geklärt. Die Notwendigkeit einer entsprechenden Regelung ergibt sich vor allem aufgrund des hohen Methylalkoholgehaltes im Rohglycerin. Tabelle 4 zeigt die Höhe und den Verlauf des Methylalkoholgehaltes im Lagerungszeitraum.

Tabelle 4
Methylalkoholgehalt der Rohglyceringüllen

Nr.	Variante	Gruppe	Methylalkohol in Gew.-% Lagerungstage		
			1	35	101
4	Gülle + 2 % Rohglycerin „M“	A	0,264	<0,01	<0,01
5	Gülle + 2 % Rohglycerin „G“		0,290	0,029	<0,01
6	Gülle + 10 % Rohglycerin „G“		1,451	0,994	0,744
8	Gülle + 2 % Rohglycerin „M“	B	0,264	keine	<0,01
9	Gülle + 2 % Rohglycerin „G“		0,290	Beprobung	<0,01
10	Gülle + 10 % Rohglycerin „G“		1,451		1,057

Die Ausgangsgehalte (= Lagerungstag 1) wurden über die zugesetzten Rohglycerinmengen und deren Methanolgehalt rechnerisch ermittelt. Die gaschromatographisch durchgeführten Methanolanalysen zeigten über den Lagerungszeitraum betrachtet abnehmende CH₃OH-Werte. Bei 2%iger Rohglycerinbeimischung konnte nach 35 Tagen nur noch bei der Variante 5 Methylalkohol nachgewiesen werden, nach 101 Tagen, also am Ende der Lagerungszeit, war dies bei keiner dieser Varianten der Fall. Allerdings war hier bereits der Bereich der Nachweisgrenze erreicht bzw. durch die notwendige Probenverdünnung möglicherweise schon überschritten.

Die Methylalkoholkonzentration der Varianten 6 und 10 mit 10 % Rohglycerinzusatz nahm bis zur Auslagerung hin ebenfalls ab, wobei dieser Rückgang bei der Variante 6 (häufiges Aufrühren bei den Beprobungen) mit ca. 50 % wesentlich stärker ausfiel, als bei der Variante 10 mit ca. 30 %. Der Methylalkoholgehalt von 0,744 bzw. 1,057 Gew.-% stellt bei der Ausbringung dieser Güllen für die Umwelt, und hier im besonderen für die Grundwasserqualität, eine Gefahr dar.

Eine parallel zu den beschriebenen Versuchen durchgeführte Analyse von Schweinegülle mit Rohglycerinzusatz aus Praxisbetrieben in der Steiermark ergab zum Teil höhere Methylalkoholwerte, als laut beigemengter Rohglycerinphase enthalten sein durften. Neben einer mangelnden Homogenisierung bei der Probenahme könnten sowohl die fehlerhafte Abschätzung von Güllevolumen und/oder Rohglycerinmenge als auch die unterschiedliche Zusammensetzung der Rohglycerinphasen die Ursache dafür sein. Damit zeigt sich jedoch umso mehr, daß bei der Verwertung dieses Koppelproduktes sehr genau gearbeitet werden muß, um mögliche Probleme zu vermeiden.

3.2 Kaliumgehalt

Bei den Mineralstoffen zeigte sich vor allem beim K₂O-Gehalt ein sehr starker Einfluß der Rohglycerinzugabe zu Gülle. Bedingt durch den hohen Gehalt an K₂O im Rohglycerin (ca. 40 g K₂O/kg Frischmasse) stieg der K₂O-Wert der Glyceringüllen um 34 bis 43 % bei den Varianten 4 (8) sowie 5 (9) und um mehr als das Zweifache bei der Variante 6 (10) an.

Tabelle 5
K₂O-Gehalt in g/kg Frischmasse

Nr.	Variante	Gruppe	Lagerungstage						
			1	12	20	33	48	75	101
1	Gülle unbehandelt		3,83	4,64	4,62	4,00	4,83	4,26	4,50
2	Gülle belüftet		3,83	4,62	4,68	4,02	4,53	4,66	4,46
3	Gülle + Terrasan	A	3,83	4,66	4,59	3,82	4,36	4,80	4,22
4	Gülle + 2 % Rohglycerin „M“		5,50	4,80	4,98	4,96	5,00	5,92	5,60
5	Gülle + 2 % Rohglycerin „G“		5,16	5,37	5,06	4,88	5,22	5,70	5,70
6	Gülle + 10 % Rohglycerin „G“		9,30	9,42	9,24	9,36	9,48	9,54	9,54
7	Gülle unbehandelt		3,83						4,00
8	Gülle + 2 % Rohglycerin „M“	B	5,50		Keine Beprobung				5,00
9	Gülle + 2 % Rohglycerin „G“		5,16						5,70
10	Gülle + 10 % Rohglycerin „G“		9,30						9,66

Dieser Anstieg stellt für Rindergüllen, mit einem ohnehin meist hohen Kaliumgehalt im Vergleich zu den anderen Hauptnährstoffen, eine äußerst ungünstige Entwicklung dar.

In Schweinegüllen, in denen der Kaliumanteil gegenüber dem Phosphor- und Stickstoffgehalt verhältnismäßig niedrig ist, spielt eine derartige Erhöhung des Kaliumgehaltes eine positive Rolle. Allerdings müßte dies auch hier in der Düngplanung berücksichtigt werden.

3.3 N : P₂O₅ : K₂O-Verhältnis

Berechnet an Hand der Analysendaten zeigt die Tabelle 6 das bei der Düngung unter anderem sehr wichtige Verhältnis der Hauptnährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium zueinander, bezogen auf den Zeitpunkt der Auslagerung.

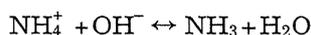
Tabelle 6
N : P₂O₅ : K₂O-Verhältnis zum Zeitpunkt der Auslagerung

Nr.	Variante	N	:	P ₂ O ₅	:	K ₂ O
1	Gülle unbehandelt	1,0		0,2		1,6
4	Gülle + 2 % Rohglycerin „M“	1,0		0,2		1,9
5	Gülle + 2 % Rohglycerin „G“	1,0		0,2		2,0
6	Gülle + 10 % Rohglycerin „G“	1,0		0,2		3,3

Die Güllevarianten 4, 5 und 6 zeigten eine recht deutliche Erweiterung des N : K₂O-Verhältnisses. Schon der Zusatz von 2 % Rohglycerin zur Gülle führte zu einem deutlichen Anstieg des Kaliumgehaltes, der bereits in unbehandelten Güllen in einem meist unerwünscht hohen Anteil im Verhältnis zu den anderen Hauptnährstoffen vorhanden ist. Vom Gesichtspunkt der in Tabelle 6 gezeigten Nährstoffverhältnisse aus betrachtet, liegt mit 2 % Rohglycerinzusatz zu Rindergülle bereits eine Obergrenze in der Beimengung vor.

3.4 pH-Wert

Der pH-Wert der Gülle beeinflusst in einem hohen Maß die Reaktionsrichtung in der chemischen Gleichung



Mit steigender OH⁻-Konzentration wird das Gleichgewicht nach rechts, also der Bildung von NH₃ verschoben. Mit steigendem pH-Wert in der Gülle erhöht

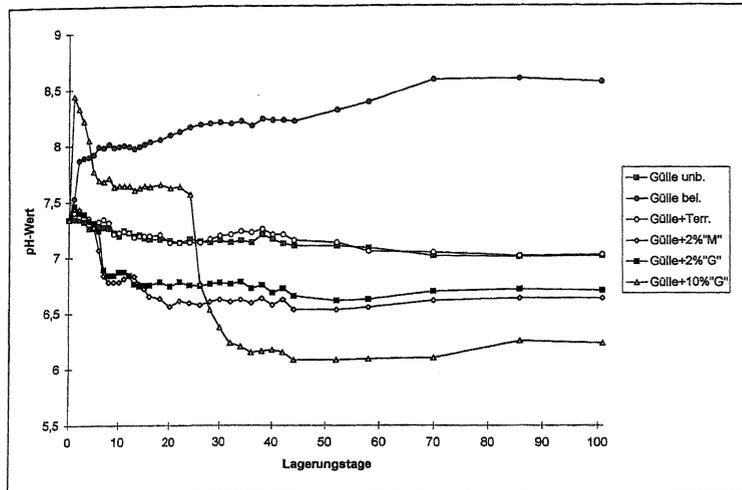


Abb. 1: Verlauf des pH-Wertes der Varianten 1 bis 6 des Lagerungsversuches bei Rindergülle

sich sowohl bei der Lagerung als vor allem auch bei der Ausbringung das Potential für NH_3 -Verluste (SCHACHTSCHABEL et al. 1990).

Für die Messung des pH-Wertes wurden von den Varianten der Gruppe „A“ nach dem Aufrühren jeweils 100 ml Probe entnommen und anschließend der pH-Wert mittels eines Labor-pH-Meters gemessen. Die Abbildung 1 zeigt den Verlauf des pH-Wertes der Varianten 1 bis 6 über den gesamten Zeitraum der Güllelagerung.

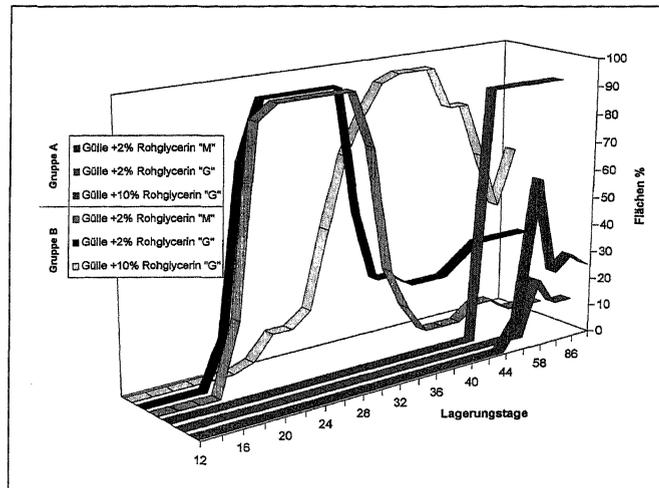
Der pH-Wert der im Versuch verwendeten Rindergülle lag bei 7,3, jener der Rohglycerinphasen aus Mureck und Güssing bei 10,5. Der pH-Wert der Variante 6 stieg durch die 10%ige Rohglycerinbeigabe auf 8,4 an, sank bis zum 24. Lagerungstag auf einen Wert von 7,6 und anschließend innerhalb der nächsten zwei Tage schlagartig auf 6,7 ab und wies dann bis zur Auslagerung stets die niedrigsten pH-Werte aller Varianten auf. In einem Vorversuch mit Rindergülle und 10%igem Reinglycerinzusatz kam es sogar zu einer Absenkung auf einen pH-Wert von 4,7, verbunden mit einer starken Schimmelpilzentwicklung.

Die beiden anderen Glyceringüllen (4, 5) zeigten in den ersten Lagerungstagen keinen Unterschied zur unbehandelten Gülle, ab etwa einer Woche lag der pH-Wert dieser beiden Varianten jedoch stets 0,4 bis 0,5 Einheiten unter jenem der Variante 1. Die unbehandelte Gülle und die Gülle mit Terrasanzusatz unterschieden sich in bezug auf den pH-Wert nicht und zeigten mit der leichten Absenkung von 0,3 Einheiten im Verlauf der Lagerung nur eine geringfügige Veränderung. Eine typische Anhebung des pH-Wertes in den basischen Bereich brachte die Belüftung der Gülle mit sich, gegenüber der unbehandelten Gülle lagen hier die Werte um bis zu 1,5 Einheiten höher, dadurch bedingt kam es bei dieser Variante auch zu einer starken Abnahme im N_{ges} - und vor allem im $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalt.

3.5 Schimmelpilzbesatz

Bei allen Rohglycerinvarianten, sowohl in der Gruppe „A“ als auch in der Gruppe „B“, bildete sich an der Gülleoberfläche ein Schimmelpilzrasen. Bei den Varianten der Gruppe „B“ trat diese Entwicklung ab dem 20. Lagerungstag auf, wobei es bei den 2%igen Rohglycerinvarianten innerhalb von zwei Tagen

Abb. 2: Schimmelpilzentwicklung in Flächenprozent im Verlauf des Lagerungsversuches



zu einem beinahe flächendeckenden Besatz mit Schimmelpilzen kam, der in dieser Intensität etwa zwei Wochen anhielt. Bei der 10%igen Variante dieser Gruppe trat diese Entwicklung mit einer Zeitverschiebung von ca. 20 Tagen auf.

Bei den Rohglycerinvarianten der Gruppe „A“ kam es, bedingt durch die in den ersten Wochen der Lagerungszeit hohe Beprobungsfrequenz und dem damit verbundenen regelmäßigen Aufrühren, erst am Ende des Lagerungsversuches zu einem Schimmelpilzbesatz, der allerdings wesentlich schwächer als bei den Varianten in der Vergleichsgruppe ausfiel.

Da weder bei der unbehandelten Gülle noch bei der Gülle mit Terrasanzusatz eine Schimmelpilzentwicklung auftrat, liegt der Schluß nahe, daß der Güllezusatz Rohglycerin einen dafür günstigen Nährboden bietet.

Eine Identifikation der Schimmelpilze wurde nach Rücksprache mit der BA für Agrarbiologie in Linz nicht durchgeführt, da dies aufgrund des komplexen und vielseitigen Nährmediums nur mit einem erheblichen Arbeits- und Kostenaufwand möglich gewesen wäre.

3.6 Schwimmdeckenbildung

Die unbehandelte Gülle der Gruppe „A“ blieb über die gesamte Versuchsdauer ohne Schwimmdecke, es bildete sich nur zeitweise eine dünne Haut, während sich bei der Vergleichsvariante der Gruppe „B“ in den ersten 14 Tagen eine maximal 2 cm starke Schwimmdecke entwickelte, die sich anschließend ohne mechanische Einwirkung auflöste und nicht mehr wieder ausbildete.

Bei der belüfteten Variante zeigte sich über den gesamten Versuchszeitraum eine 1 bis 2 cm starke Schaumschichte, bei der Güllevariante mit Terrasanzusatz zeitweise eine dünne Haut wie bei der unbehandelten Gülle. In den ersten Tagen des Lagerungsversuches wurde die Messung der Schwimmdeckenstärke mittels eines Zentimeterstabes durchgeführt. Nach etwa einer Woche Lagerungszeit kam es bei den Varianten 4, 5, 8 und 9, also den Güllen mit 2%igem Rohglycerinzusatz, zu einer starken Volumserhöhung. Diese durch den Gehalt an Kalium- und Natriumseifen im Rohglycerin bedingte Aktivität, die auch in Praxisbetrieben beobachtet wurde, führte zu einer „schaumig-breigen“ Konsi-

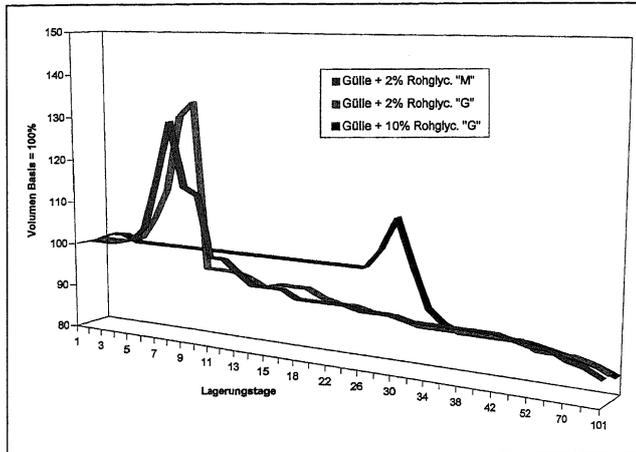


Abb. 3: Volumsentwicklung der Varianten 4, 5 und 6 (Rohglycerinvarianten mit intervallmäßiger Homogenisierung) im Lagerungsversuch

stanz der genannten Güllen, so daß nicht mehr von einer Schwimmdecke mit einer definierbaren Abgrenzung gesprochen werden konnte.

Daher erfolgte die Darstellung dieser Entwicklung an Hand der Volumsveränderung, bezogen auf den Einlagerungszeitpunkt mit der Basis 100 %. In der Abbildung 3 sind die Rohglyceringüllen der Gruppe „A“ dargestellt.

Innerhalb der ersten zehn Tage kam es bei den Varianten 4 und 5 zu einer 20- bis 30%igen Volumsvergrößerung. Obwohl diese Varianten zur pH-Messung anfangs täglich aufgerührt wurden und diese Güllen anschließend eine „normale“ Konsistenz aufwiesen, bildete sich innerhalb weniger Stunden wieder eine „schaumig-breiige“ Masse aus. Die Variante 6 mit dem 10%igen Rohglycerinzusatz zeigte eine ähnliche Entwicklung, allerdings trat diese Volumserhöhung erst nach etwa vier Wochen Lagerungsdauer und nur in abgeschwächter Form auf.

Bei den Varianten der Gruppe „B“ kam es ebenfalls zu einer Zunahme des Volumens, die bei der Variante 8 stärker, bei den Varianten 9 und 10 jedoch schwächer als bei den jeweiligen Vergleichsvarianten der Gruppe „A“ ausfiel.

In Abhängigkeit der Grubenraumkubatur und der Füllhöhe mit Gülle könnte diese Volumsentwicklung durch die Rohglycerinbeimengung zum Überlaufen

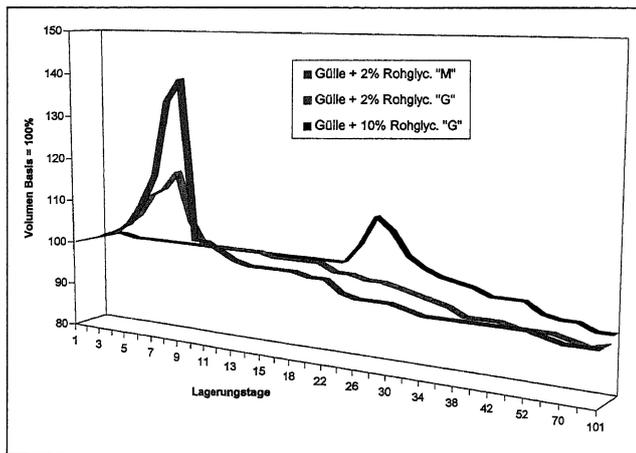


Abb. 4: Volumsentwicklung der Varianten 8, 9 und 10 (Rohglycerinvarianten ohne Schwimmdeckenerstörung) im Lagerungsversuch

von Güllegruben und dabei in weiterer Folge zu einer Kontamination von Grund- oder Oberflächenwässern führen.

3.7 Ertragsituation

Der Einfluß auf die Ertragshöhe am Dauergrünland nach der Ausbringung von Rohglyceringüllen wurde durch die Ertragsbestimmung im Gefäßlysimeterversuch eruiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 angeführt, wobei neben einigen Varianten aus dem Lagerungsversuch auch die Auswirkung der Düngung mit Rohglycerin-Wasser-Phase in zwei Abstufungen untersucht wurde.

Bezogen auf die in der Düngermenge korrespondierende unbehandelte Gülle bewirkte die 2%ige Rohglycerinbeimengung eine Ertragseinbuße von bis zu 30 % in der Gruppe „A“ bzw. ca. 10 % in der Gruppe „B“. Bei einer Düngermenge von 15 m³/ha ergab sich durch die Beimengung von 10 % Rohglycerin ein Ertragsrückgang von bis zu 40 %, bei einer Düngermenge von 30 m³ ein Rückgang von bis zu 42 %, jeweils bezogen auf den Ertrag der vergleichbaren Variante mit unbehandelter Gülle.

Tabelle 7

Erträge im Gefäßlysimeterversuch relativ zur Basis des höchsten Ertrages (Rindergülle unbehandelt mit 30 m³/ha)

Nr.	Variante	Düngermenge in m ³ /ha	Ertrag relativ
1	Rindergülle unbehandelt	15	52*
2	Rindergülle unbehandelt	30	100
3	Rindergülle + 2 % Rohglycerin „M“	30	79
4	Rindergülle + 2 % Rohglycerin „G“	30	70
5	Rindergülle + 10 % Rohglycerin „G“	15	46*
6	Rindergülle + 10 % Rohglycerin „G“	30	65
7	Rindergülle + 2 % Rohglycerin „M“	30	90
8	Rindergülle + 2 % Rohglycerin „G“	30	91
9	Rindergülle + 10 % Rohglycerin „G“	15	31*
10	Rindergülle + 10 % Rohglycerin „G“	30	58
11	Rohglycerin + Wasser (1 : 5)	140 kg Rohglycerin/ha	22*
12	Rohglycerin + Wasser (1 : 5)	280 kg Rohglycerin/ha	25*

* Diese Varianten zeigten keine optimale Nährstoffversorgung, bei den Prüfnummern 5, 9, 11 und 12 kam es durch das Rohglycerin zu einem zusätzlichen Depressionseffekt.

Die stärkste Ertragseinbuße bewirkte die Düngung mit reiner Rohglycerinphase im Ausmaß von 140 bzw. 280 kg/ha in einer Verdünnung mit Wasser im Verhältnis von 1 : 5. Hier konnten nur mehr 22 bzw. 25 % des Ertrages der Variante 2 (= unbehandelte Gülle) geerntet werden. Dieser Ertragsrückgang ist durch das schlechte Nährstoffangebot und die depressive Wirkung des Rohglycerins bedingt.

3.8 Methylalkohol im Sickerwasser

Im Zusammenhang mit einer möglichen Gefährdung des Grundwassers wurde das erste Sickerwasserereignis des Gefäßlysimeterversuches auf den Methylalkoholgehalt hin untersucht. Obwohl durch die Beregnung eine starke Verdünnung erfolgte, konnte bei insgesamt vier Varianten Methylalkohol noch nachgewiesen werden. In Abhängigkeit der Niederschlagsverhältnisse, der bodenphysikalischen, -chemischen und -biologischen Kennwerte bzw. Bedingungen ist eine Gefährdung der Grundwasserqualität durch Methylalkohol nicht auszuschließen.

Tabelle 8

Methylalkohol im Sickerwasser unter Dauergrünland

Nr.	Variante	Düngermenge in m ³ /ha	CH ₃ OH in Gew.-%
1	Rindergülle unbehandelt	15	–
2	Rindergülle unbehandelt	30	–
3	Rindergülle + 2 % Rohglycerin „M“	30	<0,001
4	Rindergülle + 2 % Rohglycerin „G“	30	<0,001
5	Rindergülle + 10 % Rohglycerin „G“	15	0,004
6	Rindergülle + 10 % Rohglycerin „G“	30	0,005
7	Rindergülle + 2 % Rohglycerin „M“	30	0,001
8	Rindergülle + 2 % Rohglycerin „G“	30	<0,001
9	Rindergülle + 10 % Rohglycerin „G“	15	<0,001
10	Rindergülle + 10 % Rohglycerin „G“	30	0,005
11	Rohglycerin + Wasser (1 : 5)	140 kg Rohglycerin/ha	<0,001
12	Rohglycerin + Wasser (1 : 5)	280 kg Rohglycerin/ha	<0,001

Bei den Varianten 11 und 12 konnte Methanol im Sickerwasser nicht nachgewiesen werden. Allerdings war hier die ausgebrachte Menge an Rohglycerin bzw. Methylalkohol im Vergleich zu den Güllevarianten mit 2%iger und vor allem mit 10%iger Rohglycerinbeimengung doch geringer, durch die Vermischung der Rohglycerinphase mit Wasser im angegebenen Verhältnis kam es zu einer weiteren Verdünnung, so daß die Nachweisgrenze bereits unterschritten scheint.

4. Schlußfolgerung

Aufgrund der vorliegenden Versuchsergebnisse scheint die Verwertung des bei der Rapsölmethylveresterung anfallenden Rohglycerins als „Gülleverbesserer“ aus mehreren bereits diskutierten Gründen problematisch, wobei der hohe Methylalkoholgehalt im Mittelpunkt der Betrachtungen steht.

Aus der Sicht dieses Problemstoffes ergibt sich eine Beimengungsgrenze von maximal 2 Gew.-% Rohglycerin zu Gülle. Die Gefahr einer Verunreinigung des Sicker- bzw. Grundwassers mit Methylalkohol besteht aber auch hier und hängt neben der Zusammensetzung des Rohglycerins unter anderem sehr stark vom Düngungsniveau sowie von den Boden- und Witterungsverhältnissen ab. Im Zusammenhang mit dem Wasserrechtsgesetz erscheint hier besondere Sorgfalt geboten, will man nicht der bereits bestehenden Nitratdiskussion ein weiteres Problem hinzufügen.

Im Hinblick auf die rechtlich nicht eindeutig geklärte Situation bei der Verwertung, Verwendung oder Entsorgung von Rohglycerin wäre eine aus rechtlicher Sicht klare und bindende Richtlinie wünschenswert. Für eine umfassende Abklärung von Fragen über die Auswirkungen des Rohglycerinzusatzes zu Gülle auf die Pflanze (unterschiedliche Kulturarten), den Boden (Bodenfauna und -flora) sowie auf das Grund- und Sickerwasser wären entsprechende Langzeitversuche notwendig. Bis zum Vorliegen derartiger Ergebnisse ist die derzeit praktizierte Vorgangsweise der Rohglycerinverwertung primär als Entsorgung zu sehen.

Literatur

BIEBL, H., S. MARTEN, H. HIPPE and W.-D. DECKER, 1992: Glycerol conversion to 1,3-propanediol by newly isolated Clostridia. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 33, 121–126.

- KIJORA, C. und H. BERGNER, 1993: Glycerin als Rationsbestandteil in der Fütterung bei Mastschweinen. Votr. Jahrestagung 1993 der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie.
- LEBZIEN, P. und K. AULRICH, 1993: Zum Einfluß von Glycerin auf die Rohrnährstoffverdaulichkeit und einige Pansenparameter bei Milchkühen. VDLUFA-Kongreßband 1993, 361-364.
- PICHLER, W. A. und J. J. FRICKH, 1993: Der Einsatz von Glycerin aus der Rapsölmethylestererzeugung in der Jungtiermast. Förderungsdienst 41, 25-28.
- SCHACHTSCHABEL, P., H.-P. BLUME, G. BRÜMMER, K.-H. HARTGE und U. SCHWERTMANN, 1990: Lehrbuch der Bodenkunde. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1989, 12. Auflage, 259-274.
- SCHROTTMAIER, J., 1993: Biodiesel aus Raps. Votr. Fachtagung „Nachwachsende Rohstoffe“, ETH-Zürich/Schweiz.
- SCHROTTMAIER, J., J. PERNKOPF und M. WÖRGETTER, 1988: Pflanzenöl als Treibstoff (Eine Zwischenbilanz). Landtechnisches Kolloquium 1988, 1. Teil, 35-63.
- SCHROTTMAIER, J. und M. WÖRGETTER, 1990: Stand der Bio-Diesel-Forschung in Wieselburg. Praktische Landtechnik 3, 16-17.
- TRAULSEN, H., 1993: Nutzung von Rapsöl und Rapsmethylester (RME) als Dieselerersatz. Votr. zur Hochschultagung 1993, Kiel, 51-58.

(Manuskript eingelangt am 17. Oktober 1994, angenommen am 20. Oktober 1994)

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Ing. Erich M. PÖTSCH und Dipl.-Ing. Dr. Karl BUCHGRABER, Abteilung Grünlandwirtschaft der Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 Irdning