

Futterhygiene bei der Gülleausbringung im Grünland

Hinweise zum optimalen Einsatz von Schleppschuh und Injektion



DLG-Mitgliedschaft. Wir geben Wissen eine Stimme.



Jetzt Mitglied werden!

Die DLG ist seit mehr als 130 Jahren offenes Netzwerk, Wissensquelle und Impulsgeber für den Fortschritt.

Mit dem Ziel, gemeinsam mit Ihnen die Zukunft der Land-, Agrar- und Lebensmittelwirtschaft zu gestalten.

www.DLG.org/Mitgliedschaft



DLG-Merkblatt 471

Futterhygiene bei der Gülleausbringung im Grünland

Hinweise zum optimalen Einsatz von Schleppschuh und Injektion

Eine Information des DLG-Ausschusses Grünland und Futterbau und
des DLG-Ausschusses Futter- und Substratkonservierung

Autoren:

- Dr. Michael Diepolder, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Freising-Weihenstephan
- Hubert Kivelitz, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Köln-Auweiler
- Jörg Messner, Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft,
Milchwirtschaft, Wild und Fischerei, Baden-Württemberg, Aulendorf

Redaktion:

- Dr. Detlef Kampf, DLG e.V., Frankfurt am Main

Titelbild: LfL

Alle Informationen und Hinweise ohne jede Gewähr und Haftung

Herausgeber:

DLG e.V.
Fachzentrum Landwirtschaft
Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main

1. Auflage, Stand: 09/2022

© 2022

Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder
(auch für den Zweck der Unterrichtsgestaltung) sowie Bereitstellung des Merkblattes im Ganzen
oder in Teilen zur Ansicht oder zum Download durch Dritte nur nach vorheriger Genehmigung
durch DLG e.V., Servicebereich Marketing, Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main,
Tel. +49 69 24788-209, M.Biallowons@DLG.org

Inhalt

1. Ziele und Inhalte des Merkblatts	5
2. Fachrechtlicher Hintergrund	5
3. Bodennahe streifenförmige Ausbringtechnik	6
3.1 Schleppschlauchverteiler	6
3.2 Schleppschuhverteiler	7
3.3 Injektionsverfahren (Schlitzverfahren)	8
4. Futterhygiene beim Einsatz von Gülle und Gärresten im Grünland und mehrschnittigem Feldfutterbau	9
4.1 Herausforderungen bei der Ausbringung im Grünland	9
4.2 Gülleeigenschaften	9
4.3 Einflüsse der Wirtschaftsdünger auf die Futterhygiene	9
4.4 Fließfähigkeit erhöhen – welche Möglichkeiten gibt es?	10
4.5 Einflüsse der Ausbringtechnik auf die Futterhygiene	12
4.5.1 Schleppschlauch – was ist zu beachten?	14
4.5.2 Schleppschuh – was ist zu beachten?	14
4.5.3 Injektionstechnik – was ist zu beachten?	16
4.5.4 Einfluss der Bodenbelastung bei der Gülleausbringung	18
4.6 Einfluss der Witterung	19
5. Zusammenfassende Empfehlungen zur Minimierung der Futterverschmutzung bei der Wirtschaftsdüngerausbringung	19
6. Welche Technik passt zu meinem Betrieb?	21
7. Quellen	23

1. Ziele und Inhalte des Merkblatts

Ab 1. Februar 2025 gilt die Pflicht zur streifenförmigen Ausbringung von flüssigen Wirtschaftsdüngern auf Flächen mit Grünland und mehrschnittigen Feldfutterbau. Im vorliegenden Merkblatt werden schwerpunktmäßig die emissionsarmen bodennahen und streifenförmigen Techniken (Schleppschlauch, Schleppschuh und Injektion) im Hinblick auf futterhygienische Aspekte betrachtet. Zentraler Anspruch beim Einsatz bodennaher Ausbringungstechnik ist sauber geerntetes und hygienisch einwandfreies Futter von Flächen, die hinsichtlich geschlossener Nährstoffkreisläufe sowie einer hohen Verwertung des Stickstoffs aus der Gülle mehrmals im Jahr – insbesondere während der Vegetation – mit flüssigen Wirtschaftsdüngern gedüngt werden.

In das Merkblatt gehen Ergebnisse aus wissenschaftlichen Untersuchungen und Erfahrungen von Praktikern ein, welche die Technik bereits in dem geforderten Sinne einsetzen.

Das Merkblatt soll dazu beitragen, Grünlandlandwirten, Futterbaubetrieben und allen Interessierten den optimierten Einsatz emissionsarmer Gülleapplikationstechnik nahe zu bringen und bestehende Unsicherheiten bzw. Vorbehalte gegenüber den neuen Verfahren abzubauen.

Weitere wichtige Maßnahmen zur Sicherung der Hygiene in der gesamten Futterkette werden im DLG-Merkblatt 472 „Futterhygiene im Futterbaubetrieb“ (DLG, 2022) beschrieben.

2. Fachrechtlicher Hintergrund

Um bei allen Wirtschaftsdüngerereigenschaften und Ausbringungsbedingungen eine sichere Minderung der Ammoniakemission zu erreichen, ist der Kontakt der Gülle mit der Atmosphäre zu reduzieren. Konkret bedeutet das: Die Ausgasung durch oberflächliche Ausbringung mindern und für eine schnellere Infiltration der Gülle in den Boden sorgen.

Die aktuelle Düngeverordnung (DüV, 2021) gibt daher in § 6 Absatz 3 vor:

„Flüssige organische und flüssige organisch-mineralische Düngemittel, einschließlich flüssiger Wirtschaftsdünger mit wesentlichem Gehalt an verfügbarem Stickstoff oder Ammoniumstickstoff dürfen im Falle von bestelltem Ackerland ab dem 1. Februar 2020 nur noch streifenförmig auf den Boden aufgebracht oder direkt in den Boden eingebracht werden.

Im Falle von Grünland, Dauergrünland oder mehrschnittigem Feldfutterbau gelten die Vorgaben nach Satz 1 ab dem 1. Februar 2025.“

Gleichzeitig kann nach Satz 3 in § 6 Absatz 3 die nach Landesrecht zuständige Stelle

- davon abweichend genehmigen, dass die o. g. Stoffe mittels anderer Verfahren aufgebracht werden dürfen, soweit diese zu vergleichbar geringeren Ammoniakemissionen wie die genannten Verfahren führen und
- Ausnahmen von den Vorgaben genehmigen, soweit deren Einhaltung und eine Aufbringung mittels streifenförmiger bodennaher Technik auf Grund von naturräumlichen oder agrarstrukturellen Besonderheiten unmöglich oder unzumutbar sind.

Einzelne Bundesländer haben hierzu schon Ausnahmeregelungen getroffen. Informationen geben die zuständigen Länderdienststellen.

3. Bodennahe streifenförmige Ausbringtechnik

Als emissionsmindernde Ausbringverfahren nach DüV § 6 (3) gelten Techniken mit Schleppschräuchen, Schleppschuhen sowie die flache oder tiefe Gülleinjektion. Bei den bodennahen Verfahrenstechniken wird der Güllestrom aus dem Fass durch Loch- oder Schneckenverteiler zu den einzelnen Schläuchen geführt und damit exakt in der Breite verteilt.

Mit emissionsmindernden Ausbringverfahren wird im Vergleich zu Breitverteilern (z. B. Schwanenhalsverteiler, Schwenkverteiler) die mit Gülle bedeckte Fläche verkleinert (**Abbildung 1**). Dadurch wird weniger Ammoniak (NH_3) in die Luft emittiert und im flüssigen Wirtschaftsdünger (Gülle, Jauche, Biogasgärrest) bleibt mehr pflanzenverfügbare Ammonium-Stickstoff ($\text{NH}_4^+\text{-N}$). Die gegenüber der Breitverteilung erreichbare Emissionsminderung nimmt dabei in der Reihenfolge Schleppschräuch, Schleppschuh, Injektion zu.

Nachfolgend werden die Verfahrenstechniken Schlepplach-, Schleppschuh- und Injektionsverteiler kurz beschrieben.



Abbildung 1: Wesentlich verantwortlich für die Höhe der Ammoniakemissionen nach der Ausbringung ist die Kontaktfläche zwischen Wirtschaftsdünger und Luft. Sie ist bei Breitverteilung (Bild links) um ein Mehrfaches höher als bei bodennaher streifenförmiger Ausbringtechnik (Bild Mitte) oder bei Injektion (Bild rechts). Daher sind bei sonst gleichen Bedingungen (z. B. Witterung, TM-Gehalt, Boden, Pflanzenbestand) die NH_3 -Verluste bei Breitverteilung deutlich höher. (Quelle: LfL)

3.1 Schleppschräuchverteiler

Mit dem Schleppschräuchsystem wird Gülle mittels einzelner, frei hängender Schleppschräuche über die gesamte Arbeitsbreite in Bändern mit 20–40 cm Reihenabstand bodennah streifenförmig abgelegt (**Abbildung 2**). So wird die Verteilgenauigkeit, im Gegensatz zur Breitverteilung, nicht durch Wind beeinflusst. Das Potenzial der Schleppschräuchtechnik zur Ammoniakreduktion gegenüber Breitverteilungstechnik liegt bei mindestens 30 %.

Die vergleichsweise leichte emissionsarme Technik erlaubt große Arbeitsbreiten (6–36 m) bzw. Flächenleistungen und wird daher vor allem in stehenden Getreidebeständen eingesetzt. Der Einsatz im Grünland bzw. im mehrschnittigen Feldfutterbau ist aufgrund der möglichen Abdeckung der Grasnarbe, insbesondere bei dicker Gülle, nur in geringerem Maße verbreitet.



Abbildung 2: Unterschied zwischen Schleppschlauchtechnik (links) und Schleppschuhtechnik (rechts), hier dargestellt für die Gülleausbringung im Versuchswesen. Schleppschuhe wurden insbesondere für die Ausbringung auf Grünland entwickelt. (Quelle: BaySG)

3.2 Schleppschuhverteiler

Schleppschuhverteiler wurden schwerpunktmäßig für die Ausbringung auf wachsenden Grünlandbeständen entwickelt und bautechnisch laufend weiter verbessert, um die Nachteile des Schleppschlauchverteilers zu vermeiden.

Das Schleppschuh- oder auch Schleppfußsystem ähnelt dem des Schleppschlauches. Im Gegensatz zu diesem sind jedoch an jedem Schlauchauslauf federbelastete, schuh- bzw. kufenähnliche Werkzeuge angebracht (**Abbildung 2**).

Die am Schlauchauslauf angebrachten Werkzeuge bewirken ein Scheiteln bzw. Öffnen der Grasnarbe, so dass die Gülle direkt auf den Boden bzw. in den leicht angeritzten obersten Bodenbereich abgelegt wird. Anschließend schließt sich der Bestand wieder, wodurch der Luftkontakt und die Einstrahlung – und damit auch die Ammoniakemissionen – verringert werden (**Abbildung 3**).

Besonders groß ist dieser Effekt nach dem Schnitt bei etwa 10–15 cm hohen Beständen. Dadurch können gegenüber der Schleppschlauchtechnik, vor allem aber gegenüber der Breitverteilung, die Ammoniakverluste in die Atmosphäre noch einmal deutlich reduziert werden.

Insgesamt kann beim Einsatz der Schleppschuhtechnik von einem Minderungspotenzial der Ammoniakemissionen von mindestens 50% gegenüber der Breitverteilung ausgegangen werden. Unter günstigen Bedingungen sind Emissionsminderungen von 55–65% auch möglich.

Die Reihenabstände bei der Schleppschuhtechnik sind mit 20–30 cm variabel und meist etwas enger als beim Schleppschlauchsystem, die Arbeitsbreiten liegen zwischen 3 m und 30 m. Schleppschuhverteiler zeichnen sich durch eine Unempfindlichkeit gegenüber Seitenwind sowie durch eine hohe Verteilgenauigkeit aus.



Abbildung 3: Ziel beim Schleppschuh: Scheiteln des Pflanzenbestands und Ablage des flüssigen Wirtschaftsdüngers auf den Boden bzw. in den durch die Kufen leicht angeritzten Boden. (Quelle: LfL)

3.3 Injektionsverfahren (Schlitzverfahren)

Mittels Schlitzverteilern wird flüssiger Wirtschaftsdünger direkt in den Boden injiziert. Dazu wird mit einer Schneidscheibe die Grasnarbe bzw. der Boden ca. 1–4 cm (je nach Modell, ausgeübtem Druck, Bodenzustand und Güllemenge) aufgeschnitten und die Gülle nachfolgend in diese Schlitze abgelegt (**Abbildung 4**).

Durch die Ablage direkt in die oberste Bodenschicht und nicht auf die Bodenoberfläche infiltriert die flüssige Phase der Gülle schnell in die Bodenmatrix ein, sofern vor der Ausbringung der Boden gut abgetrocknet, idealerweise leicht feucht, jedoch nicht völlig ausgetrocknet ist. Die Arbeitsbreite der Technik liegt derzeit meist zwischen 6 m und 13,5 m, der Reihenabstand ist zwischen 20 und 30 cm frei wählbar.

Von allen drei streifenförmigen Techniken hat die Injektion mit Abstand die größte emis-

sions- und geruchsreduzierende Wirkung. Gegenüber der Breitverteilung liegt das Minderungspotenzial von Ammoniakemissionen bei rund 70–80 % (**Tabelle 1**).

Die Ausbringung nach einer Schnittnutzung ist in einem relativ großen Zeitfenster (bis ca. 15 cm Wuchshöhe) möglich. Auch bei sonniger warmer Witterung halten sich die Ammoniakemissionen bei der Gülleinjektion in Grenzen. Dies schafft eine relativ große Flexibilität für eine saubere und emissionsarme Gülleausbringung.

Ausführliche Informationen zu den beschriebenen Ausbringtechniken sind dem Leitfaden zur emissionsarmen Gülleausbringung im Grünland zu entnehmen (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2021).



Abbildung 4: Bei der Gülleinjektion werden mit einer Schneidscheibe Grasnarbe und Boden aufgeschnitten und nachfolgend die Gülle in den entstandenen Schlitz abgelegt. Das linke Bild zeigt das Prinzip der Technik, das rechte Bild das Ergebnis im Bestand. (Quelle: LfL)

Tabelle 1: Reduktion der Ammoniakemission durch emissionsmindernde Ausbringtechniken (relativ zur Referenzmethode Breitverteiler) im Grasland – Messresultate einer internationalen Literaturliteraturauswertung (Webb et al., 2010)

Ausbringtechnik	Anzahl (n) der Einzelexperimente	Reduktion	
		Mittelwert	Streubereich der Mittelwerte einzelner Publikationen
Schleppschauch	45	35%	0–74%
Schleppschuh	37	64%	57–70%
Schlitzinjektion	56	80%	60–99%

4. Futterhygiene beim Einsatz von Gülle und Gärresten im Grünland und mehrschnittigem Feldfutterbau

Ziel ist es, bei hoher Stickstoff-Effizienz (N-Effizienz) im Grünland und mehrschnittigen Feldfutterbau unter Einhaltung rechtlicher Vorgaben wie der Düngeverordnung mit hoher Sicherheit eine ausreichende Menge an hygienisch unbedenklichem Futter mit hohem Futterwert zu erzeugen.

4.1 Herausforderungen bei der Ausbringung im Grünland

Im Gegensatz zu Getreidebeständen ist im Grünland, Acker- und Klee gras der Anteil unbewachsener Bodenoberfläche wesentlich geringer. Nachteilig ist eine Gülleablage, die vorwiegend auf den Bestand (Stoppeln) erfolgt, da zum einen Gülle an den Pflanzen haften bleiben kann und angetrocknete Güllestreifen mit dem Bewuchs nach oben wachsen und beim nächsten Schnitt ins Futter gelangen können.

Um ein Hochwachsen des Güllestreifens weitgehend ausschließen zu können, sollte die Gülle direkt am oder im Boden abgelegt werden, insbesondere dann, wenn nach der Ausbringung die Gülle nicht durch nachfolgende Niederschläge abgewaschen wird.

4.2 Gülleeigenschaften

Rindergülle dringt bei Gehalten von über 6% Trockenmasse (TM) nur sehr langsam in den Boden ein. Verantwortlich dafür ist die Zähigkeit dickerer Rindergülle, verursacht durch hohe Schleimgehalte. Im Gegensatz dazu lässt sich Schweinegülle mit einem niedrigen TM-Gehalt besser ausbringen.

Auch faserreiche Gärreste oder strohreiche Gülle dringen schlecht in den Boden ein. Dadurch erfolgt bei der oberflächlichen Gülleablage eine „Separierung“ auf dem Feld. Die Flüssigkeit infiltriert in den Boden, während Faserreste an der Oberfläche zurückbleiben. Eingetrocknete Güllestränge können zusätzlich durch Abdeckung zu einem Ersticken der darunterliegenden Grasnarbe führen. Die Gefahr der Futtermittelverschmutzung nimmt, wie beim Breitverteiler, mit höherem Anwachsen der Bestände zu.

4.3 Einflüsse der Wirtschaftsdünger auf die Futterhygiene

Unter ungünstigen Bedingungen bei der Gülleausbringung (z. B. zu späte Düngung, zu hohe TM-Gehalte der Gülle, fehlender Niederschlag) können aber auch Güllerrückstände zu einem Eintrag von Bakterien in das Futter führen. Wirtschaftsdünger enthalten eine sehr variable Menge an Bakterien wie Clostridien oder coliforme Keime.

Die Bakterienkonzentration ist unter anderem abhängig von der Tierart, der Fütterung oder etwaigem Krankheitsgeschehen. Sie kann aber auch durch verschiedene technologische Verfahren wie Lagerung, Vergärung, Kompostierung und Separierung beeinflusst werden.

Nicht nur der Boden, sondern auch Gülle bzw. Biogasgärreste enthalten Keime, welche unter ungünstigen Bedingungen, wie zum Beispiel bei zu dicker Gülle, zu hohen Ausbringungsmengen und nur wenig oder gar gänzlich fehlendem Niederschlag bis zur Ernte, zu Problemen führen können. Insbesondere wenn bei der Ausbringung der Pflanzenbewuchs mit Gülle benetzt wird oder wenn bei der bandförmigen Ablage von Güllen/Gärresten die Bänder verkrusten und vom Pflanzenbewuchs angeho ben werden, können Güllerreste bei der Ernte in das Futter gelangen.



Abbildung 5: Bei Breitverteilung wird die gesamte Oberfläche benetzt. Wenn nicht kurz nach der Ernte begüllt wird, kann Gülle ab einer gewissen Aufwuchshöhe direkt auf die Blätter gelangen. Bleibt nach der Begüllung Regen aus, geht nicht nur viel Stickstoff über Ammoniak in die Luft, sondern es besteht auch die Möglichkeit, dass Güllereste in das Futter gelangen. (Quelle: LfL)

In jedem Fall ist auf die korrekte Einstellung der Erntetechnik zu achten, damit die ggf. noch am Boden liegenden Güllereste nicht in das Futter gelangen. Die Schnitthöhe ist so anzupassen, dass Verschmutzungen vermieden werden (bei Grünland mind. 7 cm).

Fehler im Güllemanagement (z.B. zu dicke Gülle, zu große Menge, falscher Ausbringzeitpunkt) vor allem in Kombination mit ungünstigen Witterungsverhältnissen (wenig Niederschlag, Trocken- und Hitzeperiode) können sowohl bei der Breitverteilung (**Abbildung 5**) als auch bei der Schleppschauch- bzw. Schleppschuhtechnik



Abbildung 6: Wird dicke Gülle bei Trockenheit ausgebracht, kann dies zu stark verkrusteten Güllebändern führen. (Quelle: LWK NRW)

(**Abbildung 6**) schnell sichtbar werden. Insbesondere bei höheren Faseranteilen (Stroh, Reste aus nachwachsenden Rohstoffen – NaWaRo) können die Streifen teilweise bis zur Ernte bestehen bleiben.

4.4 Fließfähigkeit erhöhen – welche Möglichkeiten gibt es?

Für die Ausbringung auf dem Grünland hat eine faserarme, fließfähige Gülle Vorteile im Hinblick auf die N-Effizienz und die Futterhygiene. Welche Verfahren hier zum Einsatz kommen können, um die Fließfähigkeit von Gülle und Gärresten zu erhöhen, wird nachfolgend beschrieben.

Gülle sollte erst unmittelbar vor dem Ausbringen, aber dann komplett im Güllelager **homogenisiert** werden. Ein wiederholtes Rühren während der Lagerdauer verursacht Kosten und führt durch Zerstörung der Schwimmdecke zu unnötigen Ammoniakverlusten und Geruchsemissionen. Das Homogenisieren durch intensives Rühren verbessert zwar die Fließfähigkeit der Gülle, es hat jedoch keinen Einfluss auf TM- oder Fasergehalt.

Die Fließfähigkeit der Gülle kann insbesondere durch Verdünnung mit Wasser, durch Separierung oder durch anaerobe Fermentation (Vergärung) verbessert werden. Ob und welches Verfahren geeignet ist, hängt von den betrieblichen Verhältnissen sowie von den Kosten ab.

Viele Betriebe verdünnen ihre **Gülle durch Zugabe von Wasser**. Dies aus mehreren Gründen: Verdünnte Gülle ist gut homogenisierbar, besser verteilbar, fließfähig und weist daher ein günstiges Ablaufverhalten von den Pflanzen bzw. ein verbessertes Infiltrationsvermögen in den Boden auf. Zudem löst sich Ammoniak in Wasser zu Ammonium, wodurch die Stickstoff- und Geruchsemissionen vermindert werden. Daher ist Wasser seit jeher als idealer, in der Praxis bewährter Güllezusatz bekannt, der oft als Oberflächenabfluss und/oder mit dem Prozesswasser der Milchviehhaltung in das Güllelager eingetragen wird.

Bei sehr faserreichen Güllen (z. B. bei Ställen mit hohem Stroheinsatz in Tiefboxen) sowie bei Gärresten mit hohen Anteilen an faserreichen NaWaRo im Substratmix, ist die ausschließliche Verdünnung mit Wasser jedoch nicht zielführend, da sich die absolute Fasermenge nicht reduziert. Unter diesen Bedingungen können die Faserreste trotz Verdünnung mit Wasser an der Bodenoberfläche zurückbleiben und bei streifenförmiger Ausbringung zu den angesprochenen Güllebändern führen, aber möglicherweise auch Verstopfungen im Verteiler hervorrufen. Daher sollten solche Wirtschaftsdünger vorzugsweise auf dem Acker ausgebracht werden, sofern eine mechanische Zerkleinerung durch technische Optimierungen beim Ansaugen in das Fass oder bei der Verteilung als notwendige Vorbereitung nicht möglich sind. Wenn faserreiche Gülle- oder Gärreste dennoch auf Grünland oder Ackerfutterbestände ausgebracht werden müssen, kann hier meist nur die **Separierung** diese Problematik deutlich mindern.

Die Separierung führt jedoch zu einem zusätzlichen Aufwand. Zudem muss auch eine entsprechende spezielle Separierungstechnik verfügbar sein. Je nach technischem Verfahren und Separierungsgrad (Anteil abgeschiedener Feststoffe), entstehen Kosten von ca. 1,50 bis über 3 Euro pro Kubikmeter. Vorteil des Separierens ist, dass im Gegensatz zur Gülleverdünnung Faserstoffe abgeschieden werden und eine sehr fließfähige Dünngülle mit verbesserten Konsistenzeigenschaften entsteht. Neben dem dünnflüssigen Fugat fallen rund 10–20% der Ausgangsmenge als Feststoff an, der gut im Ackerbau verwendet werden und dort zur Förderung der Bodenfruchtbarkeit beitragen kann. Vorteilhaft ist zudem, dass sich im Gegensatz zur Verdünnung mit Wasser, die insgesamt an Wirtschaftsdüngern auszubringende Frachtmenge nicht erhöht. Damit kann gerade bei Betrieben mit größeren Hof-Feld-Entfernungen die Separierung kostengünstiger sein als eine Verdünnung mit Wasser.

Aufwendig ist neben den Kosten für die Separierung selbst, für die entstandene Festphase eine verlustarme Lagerung bzw. eine gesicherte effiziente Verwertungsmöglichkeit abzusichern (Substrat für die Biogasanlage, Abgabe an Ackerbaubetriebe, zeitnaher Einsatz auf eigenen Ackerflächen). Beim Einsatz im eigenen Betrieb wird zudem eine zusätzliche Ausbringtechnik (Festmisttechnik) benötigt. Ebenfalls ist zu beachten, dass die feste Phase hinsichtlich der Düngeverordnung weiterhin wie flüssiger Wirtschaftsdünger anzusehen ist und nicht dem Festmist von Huf- und Klauentieren gleichgestellt wird. Dementsprechend gelten die Anforderungen für die Lagerkapazität und die Sperrzeiten wie bei Gülle.

Die Verwendung der Festphase als Einstreu ist in Deutschland nach der tierischen Nebenprodukteverordnung nicht zugelassen, emissionstechnische, hygienische und damit auch rechtlich-verbindliche Aspekte müssen berücksichtigt werden.

Durch die **Vergärung in Biogasanlagen** wird Gülle insgesamt dünner und flüssiger, da durch die Methangärung ein Teil der organischen TM (Kohlenstoffverbindungen) abgebaut und als Biogas (CH₄) genutzt wird. Ebenfalls werden auch die für die Zähigkeit, insbesondere bei Rindergülle, verantwortlichen Schleimstoffe abgebaut, welche ein Anhaften der Gülle an den Pflanzen oder im Boden begünstigen.

tigen. Probleme können bei Anlagen mit hohem NaWaRo-Anteil oder hohem Festmistanteil auftreten (siehe oben). Im Gegensatz zu unvergorener Gülle können die Stickstoffverluste bei der Ausbringung von Gärsubstraten auf Grünland insbesondere bei Breitverteilung wesentlich höher sein, da der mikrobielle Aufschluss zu höheren Ammoniumgehalten und pH-Werten führt. Daher sollten insbesondere bei der Düngung mit vergorener Gülle, im Sinne der N-Effizienz und Emissionsminderung, bodennahe, streifenförmige Gülletechnik zum Einsatz kommen.

Zum Einsatz von **Güllezusatzmitteln**, wie z. B. Gesteinsmehle, Pflanzenkohlen, Algenkalk, Mikrobenkulturen (EM) oder Substanzen mit „feinstofflichen“ Eigenschaften werden teilweise positive Erfahrungen von Betrieben hinsichtlich Fließfähigkeit, Geruch und Verminderung der Ammoniakemission geäußert. Jedoch können nach derzeitigem Wissensstand für die Praxis keine Güllezusatzmittel empfohlen werden, da signifikante Einflüsse auf gülleverbessernde Eigenschaften durch Exaktversuche nicht verlässlich nachgewiesen sind. Substrateigenschaften von Gülle und Gärresten sind sehr komplex und können sich von Betrieb zu Betrieb sowie innerhalb eines Jahres im Einzelfall stark unterscheiden. Die teils erheblichen Zusatzkosten lassen sich aufgrund der unzureichenden Effekte daher kaum rechtfertigen.

4.5 Einflüsse der Ausbringtechnik auf die Futterhygiene

Grundsätzlich kann es bei jeder Ausbringtechnik zu Problemen mit der Futterhygiene kommen. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn Gülle bzw. Gärreste unter ungünstigen Witterungsbedingungen ausgebracht wurden (**Abbildung 5, 6, 7**).

Aufgrund der derzeit vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse und praktischen Erfahrungen liegen keine Anhaltspunkte vor, dass die Futterschmutzung bzw. Clostridienbelastung bei Breitverteilung (auch mit dem Schwenk/Pendelverteiler) niedriger ist als bei emissionsmindernden Gülleausbringtechniken. Tendenziell zeigen manche Versuchsergebnisse sogar eine eher höhere Gefahr bei der Breitverteilung.

Schon Müller (1993) kam zu dem Ergebnis, dass die Clostridienbelastung im Futter bei der Breitverteilung am höchsten war, gefolgt vom Schleppschlauch und Schleppschuh. Die geringsten Werte waren bei der Injektion zu finden. Die gleiche Reihung ergab sich auch bei den Buttersäuregehalten der jeweiligen Silagen.



Abbildung 7: Auch bei streifenförmiger Ausbringung mit dem Schleppschuh gilt, das Risiko von Verschmutzungen zu minimieren. Zu breite und eng beieinander liegende Streifen (Bild links) oder zu viel Gülle, noch dazu auf einen zu hohen Bestand ausgebracht (Bild rechts), lassen die Vorteile bodennaher streifenförmiger Technik schwinden. Dies muss unbedingt vermieden werden. Die beiden Bilder zeigen keine gute fachliche Praxis. (Quelle: LfL)

In der Untersuchung von Beck (2011) am Spitalhof konnte kein gesicherter Unterschied in den beiden Gülleausbringungsverfahren „Breitverteiler“ und „Schleppschauch“ bezüglich der Clostridienkeimzahlen im Schnittgut festgestellt werden. Die Ausbringung erfolgte in dem Versuch direkt auf die kurze Stoppel mit Rindergülle von rund 5 % TM-Gehalt. Dagegen wirkte sich die Schnitthöhe des Futters stark auf den Clostridienbesatz aus. Der Autor vermutete aufgrund der Tatsache, dass in der mineralgedüngten Kontrollvariante gegenüber den beiden Güllevarianten zumeist höhere Clostridienwerte im Schnittgut beobachtet wurden, dass ausschließlich bodenbürtige Clostridien für den Befall am Schnittgut verantwortlich sind. Er folgerte, dass ein Zeitraum von mehr als vier Wochen zwischen Gülleausbringung und Schnitt ausreichend zu sein scheint, dass die Konzentration der Clostridien aus der Gülle stark zurückgeht.

Auch Adler und Lew (1995) bestätigen diesen Zusammenhang. Deren Untersuchungen zufolge steigen nach der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern die Keimgehalte an Clostridien sporen, Coliformen und Colibakterien auf dem Grünfutter zunächst an. Im Laufe der einer Düngung folgenden Wochen reduzierten sich die Keimzahlen dieser Bakteriengruppen jedoch wieder beträchtlich, sodass die Grünlandpflanzen zum Schnitttermin nur einen geringen Besatz mit Clostridien sporen, coliformen Keimen und *Escherichia coli* aufwiesen.

Nach Wyss et al. (2017) zeigten sich im Vergleich unterschiedlicher Techniken mit relativ dünner Gülle keine Hinweise auf eine Beeinträchtigung der Futterqualität durch den Einsatz von emissionsmindernden Gülleausbringetechniken. Im Gegenteil, eine Güllegabe in etwas nachgewachsene Pflanzenbestände führte insbesondere beim Breitverteiler zu einer Erhöhung des Clostridienbesatzes und Buttersäuregehaltes. Die Wahl eines geeigneten Schnittzeitpunktes und ein optimaler Anwelkgrad sind für eine gute Futterqualität wichtiger als die Gülleausbringetechnik.

Bei Pöllinger et al. (2018) war die Futterschmutzung von großtropfig applizierter Gülle (Breitverteiler und Schleppschauch) am höchsten. Allerdings war in allen Varianten die Gesamtkeimzahl gering. Die Autoren folgerten, dass bei der Wahl der richtigen Schnitthöhe (> 7 cm) bei der bodennahen Technik keine höhere Futterschmutzung durch Güllereste zu befürchten ist. Im Rahmen der Untersuchung wurde bewusst etwas dickere Gülle (7,5–9,5 % TM-Gehalt) eingesetzt.

Auch in einer breit angelegten Untersuchung von Silagen auf österreichischen Praxisbetrieben zeigten sich in der Tendenz bei der Gülleausbringung mit dem Schleppschuh die geringsten Buttersäuregehalte und Clostridienkonzentrationen (Resch, 2021). Die Mittelwerte stiegen vom Schleppschuh über den Schleppschauch und den Möscheverteiler bis zum Prallkopf an, wenngleich die Werte sich nicht signifikant unterschieden.

Entscheidend für die Futterhygiene ist, dass selbst in Fällen, wo Streifen am Boden bei der Ernte sichtbar sind, diese nicht mit der Futterernte aufgenommen werden. Dies lässt sich durch eine sorgsam eingestellte Erntetechnik auf ein Mindestmaß reduzieren. Das bedeutet z. B., dass bloße Faserreste auf dem Boden oder an den Stoppeln nicht zwingend eine Qualitätsminderung des Futters bewirken.

Bei der Breitverteilung kann die Verschmutzungsgefahr und damit das Risiko der Sporenbelastung sehr hoch sein. Allerdings sind Verschmutzungen häufig erst bei genauem Hinsehen zu erkennen (**Abbildung 5**), da die Verteilung auf der gesamten Fläche und nicht im Band erfolgt. Da bei der Breitverteilung sowie beim Schleppschauchverfahren (siehe Abschnitt 3.1) das Ausbringfenster unter Berücksichtigung möglichst geringer Futterschmutzung sehr eng ist (möglichst auf kurze Stoppeln), lässt sich in der Praxis Gülle häufig nicht bei optimalen Bedingungen ausbringen. Die Wahrscheinlichkeit,

optimales „Gülewetter“ anzutreffen, ist in Anbetracht häufiger auftretenden Trockenphasen bei gleichzeitig hohen Nutzungsintensitäten (4–6 Schnitte pro Jahr) und entsprechend häufiger Ausbringung organischer Dünger nicht sehr hoch.

Mit der Ausbringtechnik sollte es gelingen, dass flüssige Wirtschaftsdünger möglichst wenig Kontakt zu dem Pflanzenbestand haben und so rasch wie möglich in den Boden eindringen können. Aus diesem Blickwinkel sind bodennahe Ausbringverfahren eindeutig im Vorteil. Dadurch werden nicht nur die Ammoniakemissionen reduziert, sondern auch das Risiko der Futtermittelverschmutzung auf ein Mindestmaß herabgesetzt. Wie gut dies gelingt, hängt auch von der Witterung, der Höhe und Dichte des Pflanzenbestandes und der Fließfähigkeit des flüssigen Wirtschaftsdüngers ab.

4.5.1 Schleppschlauch – was ist zu beachten?

Da die Schleppschläuche ohne nennenswerten Auflagedruck über die Stoppeln hinweggleiten, wird die Gülle auf dem Pflanzenbewuchs abgelegt. Um Futtermittelverschmutzungen zu vermeiden, sollte deshalb die Ausbringung auf die kurze Stoppel erfolgen. Damit ist die Flexibilität eines optimalen Einsatzzeitpunktes im Gegensatz zum Schleppschuh oder der Injektion eher gering. Trockenheit nach der Ausbringung mit dem Schleppschlauch kann zu einem Hochwachsen des Güllestreifens führen.

Die bisherigen Erfahrungen aus Versuchen und der Praxis haben gezeigt, dass die Schleppschlauchtechnik nur beim Einsatz von stark mit Wasser verdünnter Gülle, separierter Gülle und/oder bei niederschlagsreicher Witterung zu empfehlen ist, um ein Hochwachsen des Güllestreifens weitgehend ausschließen zu können.

4.5.2 Schleppschuh – was ist zu beachten?

Beim Schleppschuhverfahren erscheint die Ausbringung in einen Pflanzenbestand von ca. 8–10 (max. 15) cm Höhe optimal, der durch die Kufen des Geräts geteilt wird, so dass die Gülle am Boden abgelegt werden kann (**Abbildung 8**). Je nach vorheriger Mahdhöhe und Witterung ergibt sich damit ein Zeitfenster von bis zu etwa 14 Tagen nach der Ernte.

Damit besteht Flexibilität, um hinsichtlich der Witterung einen möglichst optimalen Ausbringzeitpunkt zu realisieren. Dies ist ein entscheidender Vorteil gegenüber der Breitverteilungs- und der Schleppschlauchtechnik. Die Beschattung des Güllebandes durch den Pflanzenbestand reduziert die Ammoniakverluste zusätzlich.



Abbildung 8: So sollte Schleppschuheinsatz aussehen – schmale Streifen (Bild links) und Ablage unter den wiederangewachsenen Pflanzenbestand (Detailbild rechts) – mit der entsprechenden Technik und Erfahrung ist dies auch in Hanglagen möglich. (Quelle: LfL)

Die genaue Führung der Kufen bzw. Schuhe am Boden ist für den Effekt der Schleppschuhtechnik ausschlaggebend. Bei großen Arbeitsbreiten und welligem Gelände sowie bei hohen Fahrgeschwindigkeiten und/oder geringen Scharldrücken, kann die Schleppschuhtechnik an ihre Grenzen kommen, so dass dann der Vorteil einer optimierten Gülleablage gegenüber dem Schleppschlauch schwinden kann.

Empfehlenswert sind daher spezielle schmale Grünlandkufen in Kombination mit einem optimalen Schardruck, um den Pflanzenbestand zu teilen und die Güllebänder sauber am Boden abzulegen und diesen evtl. sogar etwas anzuschlitzen.

Breitere Schleppschuhkufen hingegen erhöhen das Risiko, dass die Pflanzen anteilig mehr niedergedrückt werden und sich daraus ein höheres Potenzial für Verschmutzungen durch Güllereste ergibt. Diese Einflussfaktoren sollten bei einer Anschaffung der Technik berücksichtigt werden.

Nach Erfahrung von Praktikern kann durch diese Maßnahmen (optimale Schnitt- und Bestandshöhe bei der Ausbringung, optimale Kufen und deren Belastung, Fahrgeschwindigkeit und Volumenstrom) auch Gülle mit ca. 7–7,5% TM-Gehalt („Standardgülle“) in den Bestand sauber am Boden abgelegt und die Gefahr einer Verschmutzung des folgenden Schnittes deutlich reduziert werden.

Das Risiko einer erhöhten Futtermittelverschmutzung besteht bei Beständen mit Aufwuchshöhen oberhalb von 15 cm in den durch Schlepper und Fass verursachten Fahrspuren (**Abbildung 9**), sofern keine Abschaltung der entsprechenden Schläuche in diesen Bereichen erfolgt.

Im Allgemeinen ist für viele Betriebe die Schleppschuhtechnik unter Abwägung von NH_3 -Minderungspotenzial, Anschaffungs- und Verfahrenskosten, Gewicht, Zugkraftbedarf und Flächenleistung, die am besten geeignete Applikationstechnik für das Grünland. Zugkraftbedarf, Gewicht und Anschaffungskosten sind jedoch etwas höher als bei vergleichbaren Schleppschlauchverteilern. Im Vergleich zur Injektion scheint die Gefahr von Narbenverletzung jedoch geringer.

Auch bei der Schleppschuhtechnik sind Narbenschäden oder Futtermittelverschmutzungen nicht gänzlich zu vermeiden. Die Optimierung des Einsatzes dieser Technik ist daher wichtig. Bei flüssigem Wirtschaftsdünger mit über 8% TM-Gehalt kommt die Schleppschuhtechnik technisch häufig an ihre Grenzen, insbesondere wenn es sich um faserreiche Wirtschaftsdünger handelt. Hier ist eine vorgeschaltete Separierung oder die Schlitztechnik zu empfehlen.



Abbildung 9: Ist der Grasbestand schon höher gewachsen und der Boden nass, ist auch bei Schleppschuhtechnik Vorsicht geboten. Nicht zwangsläufig treten Probleme in Fahrspuren auf (Bild links). Kommt es jedoch zu einem Niederwalzen des Bestands in der Fahrspur, durchdringt der Schuh nicht die Grasnarbe (Bild rechts). Ist zudem die Güllemenge noch zu hoch, sind Verschmutzungsprobleme vorprogrammiert. (Quelle: LfL)

4.5.3 Injektionstechnik – was ist zu beachten?

Das Risiko einer Verschmutzung des Pflanzenbestands durch Güllereste bei normaler Aufwandmenge ist beim Injektionsverfahren äußerst gering (**Abbildung 10**). Der Einsatz dieser Technik kann jedoch bei extremer Trockenheit, nassen Böden und gleichzeitig sehr hohen Ausbringmengen oder bei sehr dickflüssiger Gülle ebenfalls an seine Grenzen stoßen.



Abbildung 10: Bei der Injektionstechnik ist die Gefahr von Futtermittelschmutzungen am geringsten, da der flüssige Wirtschaftsdünger direkt in den Boden eingebracht wird. (Quelle: LfL)

Eine Ausbringung mit der Injektions- bzw. Schlitztechnik in der Hauptvegetationszeit (spätes Frühjahr, Sommer) halten Praktiker in niederschlagsarmen Regionen in Bezug auf die Futtermittelschmutzung für deutlich weniger risikoreich als bei der Schleppschuhtechnik. Zudem werden Faserstoffe direkt in den Boden eingebracht und verbleiben nicht als potenzielle Verschmutzungsquelle auf der Bodenoberfläche.

Allerdings sind auch bei der Schlitztechnik einige Grundsätze zu beachten, um vor allem Bodenschäden und in deren Folge, das Risiko der Futtermittelschmutzung mit Gülle und Erdanhaftung zu vermeiden.

Prinzipiell entsprechen die optimalen Ausbringbedingungen beim Einsatz der Injektion (Schlitztechnik) denen der Schleppschuhtechnik. Der Tragfähigkeit der Bodenoberfläche und der Bodenfeuchte kommt bei dem Einsatz der schweren Schlitztechnik jedoch eine größere Bedeutung zu. Idealerweise sollte der Boden eine stabile Tragfähigkeit aufweisen sowie eine gewisse Grundfeuchte, damit die Schlitzscheiben gut in den Boden eindringen können, um dort die Gülle abzulegen.

Eine exakte Tiefenführung der Scheiben ist für den optimalen Einsatz der Technik entscheidend. Generell sollte daher vor allem beim Einsatz von älteren Geräten auf eine gleichmäßige Abnutzung der Schlitzscheiben geachtet werden, damit die Schlitztiefe über die gesamte Arbeitsbreite gleichmäßig eingehalten werden kann. Auch ein technisch einwandfreier Zustand der Ausläufe, welche meist aus Gummi bestehen (siehe **Abbildung 4**) trägt dazu bei, dass Gülle oder Gärreste sauber in den Boden injiziert werden und nicht seitlich herausquellen.

Probleme können durch die hohen Achslasten der Technik entstehen, welche sowohl durch den erhöhten Zugkraftbedarf des Schleppers als auch durch das hohe Eigengewicht der Injektionstechnik selbst bedingt sind. Dies erfordert gerade bei nicht ganz optimalen Bodenbedingungen ein angepasstes Fahrverhalten auf der Fläche, um Boden- und Narbenschäden zu vermeiden. Zudem wird mit der Formung des Schlitzes zur Ablage des Güllebandes die Grasnarbe geöffnet und damit zunächst ver-

letzt. Bleiben hier Niederschläge aus, können sich die Schlitze nicht zeitnah schließen. Dadurch können u. U. unerwünschte Pflanzen (Gemeine Risppe, Unkräuter) stärker Fuß fassen. Nach Berichten von Praktikern sind allerdings negative Bestandveränderungen, die primär durch die Schlitztechnik verursacht werden, eher selten. Durch regelmäßige Nachsaaten kann dem Problem einer zunehmenden Verunkrautung und Verungrasung sehr wirkungsvoll entgegengewirkt werden.

Wenngleich es Rückmeldungen aus der Praxis gibt, wonach Grünland auch häufiges Schlitzen bei optimalem Einsatz und geschulten Fahrern durchaus ohne Schäden gut verträgt, sollte nach bisheriger Empfehlung insbesondere bei mittleren und schweren Böden oder Moorböden, die Gülleausbringung nur zwei- bis maximal dreimal jährlich mit dem Schlitzgerät erfolgen.

Narbenschäden in Form von Rissen treten erfahrungsgemäß vor allem auf schweren (tonigen) Böden auf, wenn die Gülle bei feuchtem Bodenzustand injiziert wurde und dann eine Trockenphase folgt. Dann können sich von den Schlitzen ausgehend, weitere Risse bilden, die den Boden zusätzlich austrocknen. Dies kann nach Erfahrungen von Praktikern vermindert werden, wenn die Schlitztiefe nicht zu tief gewählt wird (< 3 cm).

Die zu applizierende Güllemenge und die Schlitztiefe sollten aufeinander abgestimmt sein, um das Gülleband vollständig in den Schlitz abzulegen. Bei sehr trockenen und oberflächlich verhärteten Böden kann die optimale Ablagetiefe aber nicht immer erreicht werden. Dann wird der Boden nur angeritzt und im Endeffekt gelingt nur eine Gülleablage, ähnlich der Schleppschuhtechnik. Bei hohen Ausbringungsmengen dicker Gülle sowie bei nicht optimaler Erntetechnik und fehlenden Niederschlägen, kann dadurch auch beim Injektionsverfahren das Risiko der Futtermittelverschmutzung nicht ausgeschlossen werden. Das heißt, dass bei einer trockenen, verkrusteten und verhärteten Bodenoberfläche auch mit der Injektionstechnik keine Gülle ausgebracht werden sollte.

Ist der Boden zum Zeitpunkt der Ausbringung dagegen zu nass, kann das Schlitzgerät einsinken, was tiefreichende Narbenschäden zur Folge hat. Bei Moorböden besteht in besonderer Weise die Gefahr, dass anhaftende Erdklumpen und Grassoden mit nach oben gerissen werden. Damit entsteht ein großes Potenzial für Futtermittelverschmutzungen bei der Ernte durch Eintrag von bodenbürtigen Schadkeimen (z. B. Clostridien) in das Futter. Zudem schmieren bei schweren Böden die Poren im Schlitz zu, d. h. die Gülle kann nicht seitlich in den Boden infiltrieren. Der Einsatz der Injektionstechnik im zeitigen Frühjahr oder Herbst auf vernässten Standorten (z. B. Auenlagen, Flusstäler) bedeutet daher ein erhöhtes Risiko für Grasnarbenschäden, Bodenschadverdichtungen und Futtermittelverschmutzung.

Bei Trockenheit des Bodens ist eine zielgerichtete Ausbringung mit Schlitzgeräten ebenso möglich, wenn der Druck auf die Scheiben erhöht wird. Vorteilhaft erscheint die technische Möglichkeit (firmen-, bzw. modellabhängig) eines hydraulischen Druckausgleichsystems. Dieses hilft zu vermeiden, dass einzelne Scheiben stark belastet werden, bzw. dass zu hohe Drücke an einem Schar Beschädigungen am Gerät hervorrufen. Letzteres kann z. B. der Fall sein, wenn ein Schar auf ein starres Hindernis, wie einen Stein, trifft.

Bei extremer Trockenheit ist jedoch ein Eindringen der Scheiben, unabhängig vom Hersteller bzw. vom Modell, vor allem auf schweren Böden erfahrungsgemäß meist nicht mehr möglich. Unter diesen Umständen ist aber jegliche Güllendüngung auf Grünland im Sinne der guten fachlichen Praxis zu unterlassen. In oberflächlich verhärteten und verkrusteten Böden können Gülle oder Gärreste kaum in die Bodenmatrix eindringen. Mit der Verdunstung des Wasseranteils entstehen gleichzeitig erhebliche Ammoniakverluste.

Gegenüber anderen Ausbringungstechniken bedarf die Gülleinjektion einer deutlich größeren Zugkraft. Wegen der geringeren Arbeitsbreite vermindert sich zusätzlich die Schlagkraft.

Aufgrund der hohen Investitionskosten und der notwendigen hohen Auslastung kommt die hier beschriebene Verfahrenstechnik vorwiegend überbetrieblich (Lohnunternehmer, Maschinenring) in Betracht. Zudem wird meist ein absätziges Verfahren praktiziert. Dabei bleibt die Ausbringetechnik (Selbstfahrer oder gezogene Technik) auf der Fläche und wird von Zubringerfahrzeugen befüllt. Durch die damit nicht erforderlichen ständigen Wechsel von Straßen- und Feldfahrten kann auf dem Feld zudem mit niedrigem Reifeninnendruck gefahren werden.

4.5.4 Einfluss der Bodenbelastung bei der Gülleausbringung

Gülle kann in verdichtete Böden nicht oder nur unzureichend eindringen. Da Verdichtungen zudem die Bodenfunktionen sowie Grünlandbestände und -erträge negativ beeinflussen und sich im Grünland



Abbildung 11: Bei der Injektionstechnik ist die Gefahr von Futtermittelschmutzungen im Vergleich zu anderen Ausbringetechniken am geringsten. Bodenverdichtungen in den Spurbereichen, die durch die Gülleausbringung im Frühjahr auf zu feuchten Bodenverhältnissen entstehen, können jedoch auch hier zu deutlichen Ertragsdepressionen in diesen Bereichen führen. Die verdichteten Spuren sind vor allem auf schweren Böden oft das ganze Jahr noch zu sehen. (Quelle: LWK NRW)

kaum oder nur sehr langwierig wieder zurückbildet, müssen Bodenverdichtungen bei der Gülleausbringung unbedingt vermieden bzw. weitgehend minimiert werden (**Abbildung 11**).

Dies wird neben der Vermeidung des Befahrens zu feuchter Böden über die Reduzierung der Radlast und die Vergrößerung der Aufstandsfläche erreicht. Hohe Gesamtgewichte erfordern eine entsprechend großvolumige Bereifung. Zusätzlich kann durch die Absenkung des Reifeninnendrucks (max. 0,8 bar) während der Fahrten auf dem Feld die Druckbelastung auf den Boden vermindert werden (**Abbildung 12**).

Von Vorteil sind auch Verteiler mit großer Arbeitsbreite, die weniger Überfahrten erforderlich



Abbildung 12: Um Schadverdichtungen des Bodens und mögliche Verschmutzungen des Futters zu reduzieren bzw. zu vermeiden, sollte der Reifeninnendruck bei Fahrten auf dem Feld maximal 0,8 bar betragen. Reifendruckregelanlagen ermöglichen die schnelle und komfortable Anpassung des Reifeninnendrucks. (Quelle: LAZBW Aulendorf)

machen. Bodenschonende technische Maßnahmen sind außerdem Reifendruckregelanlagen und/oder Fahrten im „Hundegang“ bei Selbstfahrern. Diese sind genauso wichtig wie die „Feinfühligkeit“ und die Erfahrung des Fahrers in Hinblick auf Standort und Einsatzbedingungen.

4.6 Einfluss der Witterung

Unabhängig von der Technik sollte insbesondere bei der oberflächlichen Ablage von Gülle und Gärresten auf eine Ausbringung bei starker Hitze und Sonneneinstrahlung verzichtet werden. Im Sinne einer möglichst hohen N-Effizienz sollte die Ausbringung nach Möglichkeit an bewölkten, nebligen oder regnerischen Tagen vorgenommen werden. Im Nebeneffekt lässt sich unter solchen Witterungsverhältnissen auch das Risiko für eine Futtermittelverschmutzung durch Güllebänder erheblich reduzieren. Trocknen die abgelegten Güllebänder dagegen zu schnell ab, können diese im Bestand mit nach oben wachsen und auch von nachfolgenden Niederschlägen schlecht abgewaschen und von Bodenlebewesen nur schwer zersetzt werden.

Nach Erfahrungen von Betrieben in trockeneren Regionen (z. B. Franken, Ostdeutschland), ist eine ganzjährige Ausbringung mit dem Schleppschuhverfahren ohne Risiko der Futtermittelverschmutzung prinzipiell möglich, lässt sich jedoch im Sommer häufig nur bei stark verdünnter oder separierter Gülle realisieren. Daher halten Betriebe in trockeneren Regionen hinsichtlich der Jahreszeit eine Ausbringung mit dem Schleppschuh vor dem ersten Schnitt im Frühjahr und im Herbst nach dem letzten Schnitt für weniger problematisch, weil hier die Witterung in der Regel feuchter ist und eine größere Zeitspanne bis zur nächsten Schnittnutzung besteht. So können entstandene Güllestreifen auf dem Boden und ggf. auf dem Pflanzenbestand bis zur nächsten Ernte besser abgebaut werden.

Problematisch ist dagegen nach Ansicht vieler Betriebe eine Ausbringung von „normaler“ Rindergülle (6–8% TM-Gehalt) in Sommermonaten mit wenig Niederschlägen. Unter dieser Voraussetzung kann die Injektion, für den Fall, dass eine Gülledüngung erforderlich ist, ihre Vorteile ausspielen und die bessere Technik sein. Eine Ausbringung bei ausgetrockneten Böden hat jedoch auf jeden Fall zu unterbleiben, da ansonsten hohe N-Verluste auftreten.

5. Zusammenfassende Empfehlungen zur Minimierung der Futtermittelverschmutzung bei der Wirtschaftsdüngerausbringung

In der **Tabelle 2** sind die wichtigsten Empfehlungen zur Minimierung der Futtermittelverschmutzung durch die flüssige Wirtschaftsdüngerausbringung übersichtlich zusammengefasst.

Tabelle 2: Empfehlungen zur Minimierung des Eintrags von Gülleresten ins Futter bei der streifenförmigen Ausbringung

Aspekte	Darauf ist zu achten
Fließfähige Gülle bzw. Gärreste	<ul style="list-style-type: none"> • Vor dem Ausbringen homogenisieren. • Verdünnung mit Wasser (Regen- oder Prozesswasser) v. a. im Sommer. Je dünner, desto besser. Ziel sind TM-Gehalte unter 5%. • Bei hohem und groben Faseranteil (z. B. Einstreu mit langfaserigem Stroh aus Tiefboxen; Biogasanlagen mit hohem NaWaRo-Anteil): Auswahl der Einstreu überdenken, Faserverdauung bei den Kühen in der Fütterung optimieren, Gülleseparierung. • Vergärung der Gülle in Biogasanlagen verringert den TM-Gehalt und den Schleimstoffgehalt. • Separierte Gülle ist für Grünland sehr gut geeignet.
Witterung und Bodenverhältnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Ausbringung bei trockenem und warmem Wetter, da harte und vertrocknete Streifen sich schlecht auflösen. Getrocknete Güllereste im Bestand können nach oben wachsen. • Bei stark ausgetrockneter Bodenoberfläche oder zu nassen Böden zieht die Gülle schlechter in den Boden ein, insbesondere wenn sie nicht sehr dünnflüssig ist. • Je dicker die Gülle, desto wichtiger ist ausreichend Niederschlag (80–100 mm) zwischen Ausbringung und Schnitt. • Kühle Lufttemperatur, bedeckter Himmel und möglichst trockener Boden, leichter Regen bei und nach Ausbringung. • Vorsicht bei feuchten bzw. nassen Böden und hohen Achslasten: Pflanzen, die in den feuchten Boden eingedrückt werden, lassen kaum Gülleablage zwischen den Pflanzen zu. Zudem steht das Gras in der Fahrspur auch lange nicht mehr auf.
Zeitpunkt	<ul style="list-style-type: none"> • Die Gülle sollte zwischen die Pflanzen direkt auf den Boden abgelegt werden; genügend Schardruck ist hierbei wichtig. • Schleppschlauch: auf den kurzen Bestand ausbringen, um die Pflanzen möglichst wenig zu verschmutzen. • Schleppschuh: eine Ablage auf der kurzen Stoppel (< 7 cm) sowie eine Ablage in einen zu hohen Bestand (> 15 cm) sollten vermieden werden, um die Gefahr von Verunreinigungen zu reduzieren. • Injektion: Ablage in einen zu hohen Bestand vermeiden, da hoher Anteil an Fahrspuren. • Gülle und Gärreste nicht zu spät ausbringen, damit noch ausreichend Zeit (mindestens 3 bis 4 Wochen) zwischen Ausbringung und Schnitt verbleibt.
Güllemenge	<ul style="list-style-type: none"> • Güllemenge begrenzen, d. h. maximal 15 (–20) m³/ha pro Gabe; nur bei sehr dünner Gülle auch mehr. • Gerade bei höherem und gröberem Faseranteil die Ausbringmenge im Jahr auf kleinere Gaben verteilen (besser 4 x 10 als 2 x 20 m³/ha).
Ernte	<ul style="list-style-type: none"> • richtige Schnitthöhe: 6–7 cm, in Trockenlagen ggf. höher. Sollte es nach dem Güllefahren die nächsten Tage nicht regnen, unbedingt bei der nächsten Mahd auf noch vorhandene Güllereste achten. Sollten noch Güllereste (Güllestreifen) am Boden vorhanden sein, das Mähwerk auf mindestens 7 cm einstellen. Kreiselheuer und Schwader so einstellen, dass die Zinken keinesfalls den Boden berühren.

6. Welche Technik passt zu meinem Betrieb?

Die Frage, welche Technik für Ihren Betrieb am besten geeignet ist, unabhängig davon, ob der Technischeinsatz über die Eigenmechanisierung oder Lohnunternehmen erfolgt, kann nicht pauschal beantwortet sondern muss betriebsindividuell entschieden werden. Jede Technik (Schleppschlauch, Schleppschuh und Injektion) hat ihre speziellen Vor- und Nachteile bzw. ihre eigenen Anforderungen, nicht nur im Hinblick auf eine futterhygienisch optimale Ausbringung von Gülle und Gärresten, sondern auch bezogen auf die N-Effizienz.

Die spezifischen Anforderungen an die Technik werden in dem vorliegenden Leitfaden beschrieben. Für den überwiegenden Anteil der Betriebe mit Grünland wird dabei die engere Wahl aus Gründen der N-Effizienz und Futterhygiene auf die Schleppschuhtechnik und/oder die Injektionstechnik (Schlitztechnik) hinauslaufen. Die Schleppschlauchtechnik ist für rinderhaltende Betriebe seit vielen Jahren dagegen nur in wenigen Fällen eine geeignete Option.

Grundsätzlich lässt sich nach bisheriger Erfahrung sowohl mit der Schleppschuh- als auch mit der Injektionstechnik bei optimalem Management flüssiger Wirtschaftsdünger (TM-Gehalt, Fließfähigkeit, schnelle Verfügbarkeit der Technik, etc.) sowie bei sorgsamer Erntetechnik, qualitativ hochwertiges und hygienisch einwandfreies Futter bei gleichzeitig deutlicher Minderung der Ammoniakemissionen gegenüber der Breitverteilung erzielen. Dadurch verbleibt mehr Stickstoff im Produktionssystem, wodurch einerseits der Zukauf mineralischer Stickstoffdünger eingespart und andererseits die Nährstoffbilanzen weniger belastet werden.

Das Wichtigste zu Schleppschlauch, Schleppschuh und Injektion in Kürze

- Die gegenüber der Breitverteilung erreichbare Minderung der Ammoniakemissionen bei streifenförmiger bodennaher Technik nimmt vom Schleppschlauch über den Schleppschuh bis zu Injektion zu.
- Der Schleppschuh ist eine Weiterentwicklung der Schleppschlauchtechnik mit Vorzügen in der Grünlandwirtschaft.
- Schleppschuh und Injektion ermöglichen gegenüber Breitverteilung und dem Schleppschlauch einen flexibleren Ausbringzeitpunkt von Gülle und Gärresten.
- Beim Einsatz des Schleppschuhs sind sowohl die Abstimmung von Fahrgeschwindigkeit und Bodenführung als auch die Witterung, die Fließfähigkeit des Wirtschaftsdüngers und die richtige Schnitthöhe wichtige Stellschrauben für die Futterhygiene. Güllebänder in Fahrspuren sind zu vermeiden.
- Von allen drei emissionsarmen streifenförmigen Techniken hat die Injektion mit Abstand die größte emissionsmindernde bzw. geruchsreduzierende Wirkung. Das Risiko einer Verschmutzung des Pflanzenbestands durch Güllereste bei normaler Aufwandmenge ist sehr gering. Praktiker schätzen die Injektion in trockeneren Lagen bzw. bei trockener Witterung teilweise mehr als den Schleppschuh.
- Ideal wäre eine flexible Kombination von Schleppschuh und Injektion.

Vorteilhaft ist darüber hinaus, dass durch die Nutzung von Schleppschuh- und Injektionstechnik die Applikationszeitpunkte von Gülle und flüssigen Gärresten nach der Grasernte gegenüber Breitverteilung und Schleppschlauch deutlich flexibler gestaltet werden können. Dadurch vergrößert sich das Zeitfenster zur Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger bei günstigen Witterungs- und Bodenverhältnissen. Die verminderten Geruchsemissionen durch bodennahe Ausbringungstechniken sind ein weiterer, nicht zu unterschätzender Aspekt, was die Akzeptanz der Ausbringung von Gülle und Gärresten in der Bevölkerung erhöht.

Die meisten der eher klein- bis mittelstrukturierten Betriebe Mittel- und Süddeutschlands oder der Mittelgebirgsregionen, entscheiden sich in Anbetracht von Investitionskosten, Schlagkraft und Auslastungsgrad im Falle einer Eigenmechanisierung für die Schleppschuhtechnik. Schon seit geraumer Zeit hat die Landtechnik die speziellen Anforderungen für agrarstrukturell ungünstige Lagen oder kleinere Betriebe erkannt. So werden in kuppelten Lagen bzw. in Hanglagen spezielle Anforderungen an die Technik gestellt, um den flüssigen Wirtschaftsdünger effizient und futterhygienisch sauber an bzw. in den Boden zu bekommen (**Abbildung 13**).



Abbildung 13: Gerade in Hanglagen werden erhöhte Anforderungen an die Technik gestellt, um die Gülle sauber an den Boden zu bekommen. (Quelle: LfL)

Technische Ergänzungen wie automatischer Hanglagenausgleich oder kleine Fässer und niedriger Schwerpunkt sind daher sinnvolle Optionen, die bei der Anschaffung von Gülletechnik bedacht werden sollten. Die Erfahrung aus zahlreichen Maschinenvorfürungen sowie von Landwirten und Lohnunternehmen zeigt, dass auch in hängigem Gelände bis max. 20% Neigung bei entsprechender technischer Ausstattung und optimalem Einsatz durch Schleppschuhtechnik eine technisch und futterhygienisch einwandfreie Ausbringung möglich ist.

Auch bei der Injektionstechnik gibt es unterschiedlichste Lösungen für die jeweiligen betrieblichen Situationen. So sind neben großen und sehr teuren Selbstfahrern auch kleinere Geräte erfolgreich im Einsatz.

Bei gleicher Größe des Fasses ist die bodennahe Ausbringungstechnik gegenüber der Breitverteilung jedoch etwas schwerer und erfordert damit einen höheren Zugkraftbedarf. Allerdings macht ein Schleppschuhverteiler nur rund 5% des Gesamtgewichtes eines Gespannes aus, so dass der Verteiler an sich nur unwesentlich zu Buche schlägt. Durch die zusätzlichen Investitionskosten der bodennahen Technik erhöhen sich in der Regel insgesamt die Ausbringkosten. Investitionen in schlagkräftige bodennahe Ausbringungstechnik mit großen Fässern und Arbeitsbreiten sind meist nur für größere Betriebe in Eigenmechanisierung tragfähig. Für kleinere Betriebe sind hier Kooperationen und überbetriebliche Nutzung erforderlich. In Bezug auf die Stickstoffeffizienz ist die Injektion jedoch unschlagbar. Ihr Einsatz wird gerade in den Sommermonaten in niederschlagsarmen Regionen von Landwirten sehr geschätzt, zumal auch das Risiko von GÜllerückständen am Boden und damit später im Futter sehr gering ist.

Derzeit ist noch nicht abschließend geklärt, ob und inwieweit bei ausschließlicher Anwendung der Injektionstechnik, insbesondere auf Dauergrünlandbeständen mit sehr hoher Schnitt- und Düngungs-

intensität, sich ggf. negative Auswirkungen auf die Grasnarben ergeben. Nach Erfahrungen aus der Praxis kann eine befürchtete Zunahme von unerwünschten Pflanzen im Grünland (z. B. Gemeine Rispe, Gemeine Quecke, Ampferarten, sonstige futterbaulich minderwertige Pflanzen) zumindest bei moderatem Einsatz (2–3 Injektionen pro Jahr) nicht bestätigt werden. Zudem kann bei regelmäßigen Nachsaaten unerwünschten Pflanzenbestandsentwicklungen wirkungsvoll entgegengewirkt werden.

Eine ideale Lösung für die Zukunft wäre, dass einem Betrieb je nach Boden- und Witterungsbedingungen abrufbereit beide Techniken – Schleppschuh bzw. Injektion – zur Verfügung stünden. Dafür wiederum wäre meist eine Kombination von Eigenmechanisierung unter flexibler Einbeziehung von Maschinengemeinschaften oder Lohnunternehmern erforderlich. Dies würde aber andererseits die Kosten für die Ausbringung weiter erhöhen, da die Festkosten der Eigenmechanisierung kalkulatorisch berücksichtigt werden müssen.

Die Entwicklung betrieboptimierter Konzepte im Wirtschaftsdüngermanagement schließt neben agrarstrukturellen und topographischen Gegebenheiten sowie finanziellen Spielräumen auch die lokalen Witterungsverhältnisse ein, welche nochmals spezielle Anforderungen an den optimalen Technikeinsatz stellen. Nicht zuletzt gilt es, die betriebsindividuellen Substrateigenschaften des Wirtschaftsdüngers (TM-Gehalt, Fließfähigkeit, Faseranteile) zu berücksichtigen.

7. Quellen

Bildquellen:

- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
- Bayerische Staatsbetriebe (BaySG)
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (LWK NRW)
- LAZBW Aulendorf

Die verwendete Literatur ist unter www.DLG.org/Landwirtschaft/Themen/Tierhaltung/Futter und Fütterung abrufbar.

DLG-Merkblätter. Wissen für die Praxis.

- DLG-Merkblatt 466
Digitale Anwendungen für das Herdenmanagement in der Milchviehhaltung
- DLG-Merkblatt 460
Arbeitsorganisation in Milchviehställen
- DLG-Merkblatt 459
Umgang mit kranken und verletzten Rindern
- DLG-Merkblatt 443
Berücksichtigung der Grobfutterleistung von Milchkühen
- DLG-Merkblatt 433
Düngung von Wiesen, Weiden und Feldfutter
- DLG-Merkblatt 417
Reduktion der Ammoniakemissionen in der Milchviehhaltung
- DLG-Merkblatt 416
Mengenmäßige Erfassung des wirtschaftseigenen Futters
- DLG-Merkblatt 415
Beleuchtung und Beleuchtungstechnik im Rinderstall
- DLG-Merkblatt 404
Geburt des Kalbes – Empfehlungen zur Haltung und Fütterung in den ersten Lebenswochen
- DLG-Merkblatt 400
Trockenstellen von Milchvieh
- DLG-Merkblatt 399
Wasserversorgung für Rinder
- DLG-Merkblatt 398
Automatische Fütterungssysteme für Rinder
- DLG-Merkblatt 381
Das Tier im Blick – Milchkühe
- DLG-Merkblatt 379
Planungshinweise zur Liegeboxengestaltung für Milchkühe
- DLG-Merkblatt 375
Geburt des Kalbes – Empfehlungen zur Erstversorgung
- DLG-Merkblatt 374
Geburt des Kalbes – Empfehlungen zur Geburtsüberwachung und Geburtshilfe

Download unter www.DLG.org/Merkblaetter



DLG e.V.
Mitgliederservice
Eschborner Landstraße 122 • 60489 Frankfurt am Main
Deutschland
Tel. +49 69 24788-205 • Fax +49 69 24788-124
Info@DLG.org • www.DLG.org