

Gärreste im Ackerbau effizient nutzen



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 397

Gärreste im Ackerbau effizient nutzen

Autoren

- DLG-Ausschuss für Ackerbau
- DLG-Ausschuss für Pflanzenernährung
- Dr. Frank Lorenz, LUFA NordWest, Vorsitz DLG Ausschuss für Pflanzenernährung
- Dr. Gerhard Baumgärtel, Landwirtschaftskammer Niedersachsen
- Karin Luyten-Naujoks, Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.
- Prof. Dr. Hans-Werner Olf, Hochschule Osnabrück
- Prof. Dr. Bernhard Schäfer, Fachhochschule Südwestfalen
- Dr. Reinhard Roßberg, DLG e.V., Frankfurt am Main
- Dr. Klaus Erdle, DLG e.V., Frankfurt am Main

Alle Informationen und Hinweise ohne jede Gewähr und Haftung

Herausgeber:

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

2. Auflage, Stand: 10/2017

© 2017

Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder – auch für den Zweck der Unterrichtsgestaltung – 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. Vorwort	5
2. Ausgangsmaterialien und Eigenschaften von Gärresten	6
2.1 Ausgangsmaterialien und Entstehung	6
2.2 Bestimmung und Bewertung von Inhaltsstoffen	6
2.2.1 Repräsentative Probenahme	7
2.2.2 Probenanalyse	7
2.2.3 Nährstoffgehalte unterschiedlicher Gärreste	7
2.3 Gütesicherung von Gärresten	9
2.4 Ökonomische Bewertung von Gärresten nach Inhaltsstoffen	9
3. Wirkung wertgebender Inhaltstoffe	10
3.1 Stickstoff	10
3.2 Phosphor, Kalium und Magnesium	11
3.3 Organische Substanz	12
4. Optimaler Einsatz von Gärresten in der Düngung	12
4.1 Düngebedarfsermittlung	12
4.2 Ausbringzeitpunkte bestimmen	12
4.3 Ausbringtechnik	13
4.4 Ammoniakverluste minimieren	14
4.4.1 Einarbeitung und Witterung	14
4.4.2 Absenkung des pH-Werts	14
4.5 Nährstoffausnutzung steigern	15
4.5.1 Nitrifikationsinhibitoren (NI)	15
4.5.2 Depotdüngung	15
5. Risiken bei der Düngung mit Gärresten	15
5.1 Geruchsentwicklung	15
5.2 Klimarelevante Emissionen	15
5.3 Nitrateinträge in Grund- und Oberflächenwasser	16
5.4 Schädliche Inhaltstoffe	16
5.4.1 Human- und Veterinärpathogene	16
5.4.2 Phythopathogene	17
5.4.3 Organische Schadstoffe und Schwermetalle	17
5.4.4 Unkraut- und Ungrassamen	17
6. Rechtliche Bestimmungen im Umgang mit Gärresten	18
7. Hier finden Sie noch mehr – Literatur und Links	18
8. Anhang	20

1. Vorwort

Durch das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) und den sich daraus ergebenden wirtschaftlichen Vorteilen entwickelte sich in den vergangenen 10 Jahren ein neuer bedeutender Betriebszweig in der Landwirtschaft. Die Produktion von Biogas aus Energiepflanzen und betriebseigenem Wirtschaftsdünger erfuhr dabei eine enorme Entwicklung. Mit derzeit über 7.500 Biogasanlagen werden jedoch neben Strom und Wärme auch ca. 60 Mio. Tonnen an Gärresten, die nährstoffhaltigen Endprodukte des Gärprozesses, produziert.

Ähnlich zu den traditionellen Wirtschaftsdüngern wie Gülle oder Stallmist, werden Gärreste nahezu ausschließlich im Ackerbau und im Grünland als organische Dünger eingesetzt. Neben den teils großen logistischen Herausforderungen im Gärrestmanagement muss auch der Umgang mit Gärresten und dessen Wirkungen als Düngemittel berücksichtigt werden.

Das vorliegende Merkblatt soll Landwirte dabei unterstützen, Gärreste effizient, wirtschaftlich und umweltschonend einzusetzen und ihre Eigenschaften als wertvollen Dünger optimal zu nutzen. Ausgehend von den wertgebenden Inhaltstoffen und deren Analyse über die spezielle Düngewirkung des Gärrestes bis hin zu dessen verlustarmer Ausbringung in verschiedenen Kulturen, werden Aspekte zur effizienten Anwendung im Ackerbau angesprochen.

Die Autoren

2. Ausgangsmaterialien und Eigenschaften von Gärresten

2.1 Ausgangsmaterialien und Entstehung

Mit dem Ziel Biogas (Methan, CH₄) zur energetischen Nutzung zu gewinnen, werden organische Stoffe tierischen oder pflanzlichen Ursprungs unter Ausschluss von Sauerstoff vergoren. Mit der Entstehung von Biogas wird dem Substrat Kohlenstoff entzogen, während die Pflanzennährstoffe (im Weiteren „Nährstoffe“ genannt) nahezu vollständig im Gärrest verbleiben.

Ausgangsmaterialien dieser Vergärung werden zunächst nach Ihrer Herkunft unterschieden:

- Stoffe aus der landwirtschaftlichen Produktion wie Energiepflanzen und Wirtschaftsdünger
- Stoffe aus Haushalten und Gewerbe, die dem Abfallrecht unterliegen (i. d. R. Bioabfälle im Sinne der Bioabfallverordnung).

Die Unterscheidung dieser beiden Stoffgruppen ist wichtig, da jeweils unterschiedliche Rechtsbestimmungen gelten (Kapitel 6).

Durch die weitergehende Aufbereitung von Gärresten verändern sich deren Eigenschaften, wie die Gehalte an organischer Substanz und die Nährstoffgehalte (Tabelle 1). Für die Praxis bedeutend sind v. a. flüssige Gärreste aus der Vergärung nachwachsender Rohstoffe und Wirtschaftsdünger (NawaRo-Gärreste), die nicht weiter aufbereitet werden. Gegenwärtig wird die Aufbereitung von Gärresten vorangetrieben, um diesen organischen Dünger transportwürdiger zu machen und damit Absatzbereiche außerhalb der Landwirtschaft zu eröffnen.

Tabelle 1: Gärrestformen mit ihrer Aufbereitung und ihre Eigenschaften

	Verfahren/Aufbereitung	Kurzcharakterisierung
Gärrest flüssig	direkt aus der Flüssigvergärung	<ul style="list-style-type: none"> • ähnliche Nährstoffgehalte wie im Ausgangssubstrat • deutlich geringere Gehalte an organischer Substanz
	aus der Separation	<ul style="list-style-type: none"> • hoher Anteil löslicher Nährstoffe (v. a. Stickstoff) • sehr geringe Gehalte an organischer Substanz
Gärrest fest	aus der Separation	<ul style="list-style-type: none"> • hoher Anteil organisch gebundener Nährstoffe (N, P) • höhere Gehalte an organischer Substanz
	aus der Trockenfermentation	<ul style="list-style-type: none"> • in der Regel nachkompostiert • höherer Anteil organisch gebundener Nährstoffe • höhere Gehalte an organischer Substanz

2.2 Bestimmung und Bewertung von Inhaltsstoffen

Gärreste haben zahlreiche wertgebende Inhaltsstoffe, die in Abhängigkeit der eingesetzten Ausgangsmaterialien große Spannweiten im Nährstoffgehalt und anderen Parametern aufweisen (Tabelle 3). Deshalb müssen Gärreste auf jeden Fall untersucht werden, damit verlässliche Aussagen über eine zutreffende Düngebedarfsermittlung erstellt werden können. Mittelwerte reichen hier in der Regel nicht aus, da trotz vermeintlich einheitlicher „Fütterung“ der Biogasanlage die Gärreste häufig sehr unterschiedliche Nährstoffgehalte aufweisen. Deshalb sollte in der Regel vor einer Düngungsmaßnahme eine Untersuchung durchgeführt werden.

2.2.1 Repräsentative Probenahme

Um aussagekräftige Untersuchungsergebnisse zu erhalten, muss der Gärrest im Lagerbehälter möglichst kurz vor der Anwendung beprobt und untersucht werden. Dabei ist sicherzustellen, dass der Behälterinhalt vollständig durchmischt ist. Bei offenen Behältern sind die Einzelproben möglichst an verschiedenen Stellen zu entnehmen und in einem Gefäß zu sammeln. Probenschöpfer mit Teleskopstange, Verschlussstechheber zur Entnahme in verschiedenen Schichttiefen und Entnahmepumpen sind dafür geeignet. Ist am Lagerbehälter oder an einer Nebenstromleitung ein Entnahmestutzen vorhanden, muss das Material in der Zuleitung zwischen Behälter und Absperrventil (Totraum) verworfen werden (mind. das Dreifache des Totraumvolumens). Bei Behältern mit permanenter Schwimmschicht erfolgt die Entnahme unterhalb dieser Schwimmschicht.

Die Anzahl der Einzelproben hängt vom Volumen des Behälters bzw. dessen Füllstandshöhe ab (Tabelle 2). Die Einzelproben müssen mind. 1 l umfassen die zu einer Sammelprobe vereint werden. Die Endprobe soll mind. 2 l umfassen und innerhalb von 24 h dem Prüflabor übergeben werden. Bei Proben, die ausschließlich auf den Nährstoffgehalt untersucht werden, reicht 1 l aus. Es ist darauf zu achten, dass der Probenbehälter druckbeständig ist.

Tabelle 2: Probenanzahl in Abhängigkeit des Behältervolumens

Größe der Partie	Anzahl Einzelproben
< 1.000 m ³	12
1.000 – 3.000 m ³	20
3.0 – 5.000 m ³	30

2.2.2 Probenanalyse

Die Laboruntersuchung umfasst in der Regel die Parameter TS, Gesamt-N und mineralisches N (NH₄-N, P₂O₅, K₂O, MgO, CaO, S, Cu, Zn und org. Substanz).

Liegen zum Zeitpunkt der Düngung die Analysewerte, wie durch der Düngeverordnung gefordert, noch nicht vor, bietet sich eine Schnellbestimmung des Gehaltes an Ammoniumstickstoff (NH₄-N) an. Beispielsweise mit dem *Quantofix N-Volumeter* (zu beziehen über www.terraflor.de), kann innerhalb weniger Minuten der Gehalt an NH₄-N mit hoher Genauigkeit bestimmt werden.

Die Messung von Nährstoffgehalten mittels eines Sensors direkt auf dem Ausbringfahrzeug wird heute bereits angeboten (z. B. *Manure Sensing System*, John Deere, VAN-Control, Zunhammer). Dabei ist jedoch eine Eichung des Sensors mit den im Labor untersuchten Proben erforderlich.

2.2.3 Nährstoffgehalte unterschiedlicher Gärreste

Die Gehalte an verschiedenen Nährstoffen sind auch abhängig vom Ausgangsstoff der Vergärung. Bei NawaRo-Gärresten spielt der Anteil an Gülle, der höhere Gehalte an Stickstoff bedingt, eine Rolle. Bei hohem Silomaisanteil dagegen ist der Stickstoffgehalt geringer, dafür liefern diese Gärreste teils höhere Anteile organischer Substanz.

Bei Anlagen, die Bioabfälle verarbeiten, werden hohe Stickstoffgehalte durch entsprechende Anteile an Speiseresten verursacht. Beim Einsatz von holzigen Ausgangsmaterialien sind die Stickstoff-

gehalte im Gärrest unterdurchschnittlich, die Gehalte an organischer Substanz hingegen vergleichsweise hoch.

*Tabelle 3: Durchschnittliche Nährstoffgehalte unterschiedlicher Gärreste
(Erhebung der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V., 2014)*

Merkmale	NawaRo-Gärrest	NawaRo-Gärreste	Gärrest (Bioabfälle)	Gärrest (Bioabfälle)
	– flüssig –	– fest –	– flüssig –	– fest –
Trockenmasse (%)	6,9 4,6 – 10,1	27,5 21,1 – 30,1	6,5 2,5 – 13,6	35,6 24,5 – 48,1
Gesamtstickstoff (N) (kg/t bzw. kg/m ³)	4,9 3,3 – 7,1	6,8 4,3 – 9,6	4,8 2,7 – 6,7	9,2 4,6 – 21,2
Stickstoff, mineral. (kg/t bzw. kg/m ³)	2,4 1,0 – 4,5	1,4 0,7 – 3,1	3,0 1,3 – 4,8	1,3 0,2 – 3,3
Phosphat (P ₂ O ₅) (kg/t bzw. kg/m ³)	2,0 0,9 – 3,6	6,9 2,8 – 21,2	1,8 0,7 – 2,8	6,6 3,0 – 11,8
Kalium (K ₂ O) (kg/t bzw. kg/m ³)	5,2 3,7 – 6,6	7,5 3,5 – 7,8	2,5 1,2 – 4,3	4,3 2,8 – 6,3
Kalkgehalt (CaO) (kg/t bzw. kg/m ³)	3,4 2,0 – 5,8	7,2 1,7 – 18,5	5,5 2,4 – 9,1	23,6 5,5 – 50,8
Magnesium (MgO) (kg/t bzw. kg/m ³)	0,8 0,3 – 1,4	3,1 1,7 – 7,9	0,6 0,01 – 1,6	3,8 1,9 – 6,4
pH-Wert	7,9 7,5 – 8,3	8,6 8,1 – 8,9	8,1 7,7 – 8,6	8,1 7,5 – 8,7
C/N-Verhältnis	6,2 4,4 – 8,8	21,7 13,1 – 29,2	4,6 1,7 – 8,8	15,4 5,0 – 23,4
Organ. Substanz (kg/t bzw. kg/m ³)	29,2 18,5 – 43,4	134 96,8 – 143,7	20,0 8,0 – 39,1	113,2 77,4 – 148,2
Humuswirksames-C (kg/t bzw. kg/m ³)	8,8 5,5 – 13,0	47,2 33,9 – 50,3	6,0 2,4 – 11,7	39,6 27,1 – 51,9
Probenzahl	107	34	879	62

* Hier wurden feste Gärrest mit einem Trockenmasseanteil von < 70% ausgewertet, um getrocknete Gärreste auszuschließen. Die Spannen unter den Mittelwerten weisen die Ergebnisse des 10% bis 90% Percentils aus.

2.3 Gütesicherung von Gärresten

Speziell der überbetriebliche Handel mit Gärresten ist mit einer Fremdüberwachung und ordnungsgemäßen Kennzeichnung von Gärresten verbunden. Je nach Anbieter ergeben sich folgende Vorteile:

- Durch anerkannte, geschulte Probenehmer repräsentativ gezogene Proben und damit höherer Aussagewert der Untersuchungsergebnisse
- Informationen zur Düngebedarfsberechnung in den Prüfzeugnissen ausführlich und in praxisrelevanten Einheiten aufgeführt
- Anwendungsvorgaben verschiedener rechtlicher Regelungen
- Behördenmeldungen zum Lieferscheinverfahren der BioAbfV für den Landwirt von befreiten Vergärungsanlagen entfallen.

Ein Beispiel für die Gütesicherung von Gärresten ist das Qualitätssiegel der Qualitätssicherung Landbauliche Abfallverwertung (QLA) für anaerob behandelte flüssige und feste Rest- und Abfallstoffe (Gärprodukte), getragen vom Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) sowie der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) (VDLUFA-QLA, 2013). Die QLA erfolgt durch die Zertifizierung der Biogasanlage, unter Einhaltung der Anforderungen bei Ausgangsstoffen, Endprodukten und optional der Kategorie Anwendungskonzeption.

Mit der RAL-Gütesicherung der Bundesgütegemeinschaft Kompost werden Gärprodukte zertifiziert, die als Bodenverbesserungs- und Düngemittel erfolgreich eingesetzt werden. Die Hersteller unterstellen ihre Erzeugnisse freiwillig der neutralen Güteüberwachung und regelmäßigen Kontrolle der Gütegemeinschaft.

Die Güte- und Prüfbestimmungen gewährleisten, dass nur geeignete und unbedenkliche Ausgangsstoffe verwendet werden, Anforderungen an die Behandlung erfüllt und bei der Deklaration detaillierte Empfehlungen zur sachgerechten Anwendung geben werden.



Abbildung 1: Qualitätssiegel der Qualitätssicherung Landbauliche Abfallverwertung (QLA)



Abbildung 2: RAL Gütezeichen für Gärprodukte und für NawaRo Gärprodukte

2.4 Ökonomische Bewertung von Gärresten nach Inhaltstoffen

Die Nährstoffgehalte der festen und flüssigen Gärreste können durch Berechnung der Preise für Mineraldünger monetarisiert werden. Soweit auf einer Fläche Humusbedarf besteht, kann der Humuswert als Äquivalent über den Preis des verkauften Stroh kalkuiert werden. Die Humuswirkung der einzelnen Kulturen und deren Anbauverfahren müssen dabei berücksichtigt werden.

Tabelle 4: Beispielberechnung des Düngewertes von NawaRo-Gärresten fest und flüssig (FM: Frischmasse, GR: Gärrest)

Nährstoff	Gärrest flüssig	Gärrest fest	Anrechnung der Nährstoffe	Nettopreise Nährstoffe	Düngewert Gärrest flüssig	Düngewert Gärrest fest
	kg/m ³ FM	kg/t FM	%	€/kg	€/m ³ FM	€/t FM
Stickstoff (N)	4,9	6,8	50 GR flüssig 20 GR fest	0,85	2,0	1,1
Phosphat (P ₂ O ₅)	2,0	6,9	100	0,66	1,3	4,5
Kalium (K ₂ O)	5,2	7,5	100	0,66	3,4	4,9
Kalk (CaO)	3,4	7,2	100	0,09	0,3	0,6
Düngewert					7,0	11,1

Stand: April 2014 nach Erhebungen der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.

3. Wirkung wertgebender Inhaltstoffe

Bei der Planung zum Einsatz von Gärresten als organisches Düngemittel sind aus pflanzenbaulicher Sicht mindestens die in Tabelle 5 zusammengefassten Daten zu berücksichtigen.

Grundsätzlich empfiehlt es sich, bei der Düngedarfsermittlung mit zeitnahen und eigenen Untersuchungsergebnissen und nicht mit Faustzahlen oder Richtwerten zu rechnen (Kapitel 2).

Tabelle 5: Relevante Angaben für die Verwertung von Gärresten als Düngemittel

Merkmale	Angaben
Ausgangsmaterialien	• Auflistung in %
Trockensubstanz	• in % Frischmasse
Organische Substanz	• in % Trockenmasse
Stickstoff (N)	• Gesamtgehalt in kg/t Frischmasse • verfügbarer Stickstoff (NH ₄) in kg/t Frischmasse • Anteil tierischen Stickstoffs (N aus Wirtschaftsdünger)
Phosphat (P ₂ O ₅)	• Gesamtgehalt kg/t Frischmasse
Kalium (K ₂ O)	• Gesamtgehalt kg/t Frischmasse
pH-Wert	

3.1 Stickstoff

Viele flüssige Gärreste haben annähernd die gleichen Anteile an pflanzenverfügbarem Stickstoff wie Schweinegülle und können daher analog zur Schweinegülle im Rahmen der Düngung eingesetzt werden. Auch in der N-Mineralisation konnte kein deutlicher Unterschied zwischen Gülle und Gärresten festgestellt werden.

Die Stickstoffwirkung eines Gärrestes setzt sich zusammen aus

- Gehalt an Trockenmasse
- Gehalt an verfügbarem Stickstoff
- zu düngende Kultur
- Standorteigenschaften und
- Art und der Ausbringungszeitpunkt.

Die Wirkung kann daher großen Schwankungen unterliegen. Dabei ist von Bedeutung, ob eine rein mineralische oder eine kombinierte organische/mineralische Düngung erfolgt.

Das Mineraldüngeräquivalent (MDÄ) zeigt die Wirkung eines organischen Düngers auf den Ertrag im Vergleich zu einer mineralisch gedüngten Variante. Ein MDÄ von z.B. 60% bedeutet, dass mit 100 kg organischem der gleiche Ertrag wie mit Stickstoff 60 kg Stickstoff aus mineralischem Dünger erzielt werden kann.

In Versuchen in Niedersachsen konnte Mais organisch gebundenen Stickstoff besser ausnutzen als Wintergerste. Die Wirkung bei Gerste war zudem abhängig vom Ammonium- und Trockenmassegehalt der Gärreste. Hoher Trockenmasseanteil bei gleichzeitig geringem Ammoniumgehalt führte zu einer schlechteren Stickstoffwirkung (LWK Niedersachsen, 2010).

Im Mittel der eingesetzten Gärrückstände wurde ein MDÄ des Gesamtstickstoffs von ca. 60% für Wintergerste und 70% für Mais ermittelt. Dabei wurde bei einem Düngungsniveau von 120 kg Gesamt-N/ha mit Gärresten kein erhöhtes Risiko einer Nitratauswaschung beobachtet.

Auf langjährig mineralisch gedüngten Lehmböden wurden die MDÄ von Gärresten für eine Getreide/Raps Fruchtfolge auf 50% bis 60% reduziert (MATUSCHEK et al., 2012). Zu Zuckerrüben werden MDÄ von 70% erreicht, ähnlich dem von Silomais, Winterweizen und Wintergerste (ZORN et al., 2013). In bayrischen Versuchen liegen die MDÄ mit 30% bis etwa 50% niedriger (LICHTI und WENDELAND, 2012). In der neuen Düngeverordnung ist die Mindestanrechnung im Jahr des Aufbringens für flüssige Gärreste auf 50%, für feste Gärreste auf 30% des Gesamtstickstoffgehaltes festgelegt.

Feste Gärreste aus der Separation weisen einen niedrigeren Stickstoffgehalt auf. Damit erweitert sich das Kohlenstoff/Stickstoffverhältnis und die Mineralisationsrate verringert sich. Beim Abbau der organischen Dünger in leichten Böden kann die Mineralisationsleistung des Gärrestes sogar unter der des Bodens liegen und damit N immobilisiert werden. Dies heißt, dass es auf sehr leichten Böden zumindest vorübergehend zu einer N-Immobilisierung kommen kann und eine zusätzliche N-Zufuhr erforderlich ist. Für kompostierte Gärreste kann eine Stickstoffverfügbarkeit von 5–10% des Gesamtstickstoffs zuzüglich des analysierten mineralischen Stickstoffs als verfügbar angesetzt werden.

3.2 Phosphor, Kalium und Magnesium

Beim Einsatz von Gärresten ist zu berücksichtigen, dass **Phosphor** zum Teil organisch gebunden ist. Dieser P-Anteil wird erst mit einsetzender Mineralisation pflanzenverfügbar. Mittel- bis langfristig ist Phosphor aus den organischen Düngern zu 100% in die Düngeplanung einzubeziehen. Auf zu niedrig mit P versorgten Böden (Gehaltssklassen A und B) sollte nicht die gesamte vorgesehene P-Düngung mit Gärresten abgedeckt werden. Der Anteil zu den Früchten mit einem geringeren P-Aneignungsvermögen (Mais, Kartoffel, Zuckerrübe) in der Fruchtfolge sollte zumindest teilweise mit wasserlöslichen Mineraldüngern erfolgen. Bei kalter Witterung entspricht die Löslichkeit des Phosphors aufgrund komple-

xer Bindungsformen nicht immer der von wasserlöslichen P-Düngern. Bei deutlichem P-Bedarf im zeitigen Frühjahr (bsp. bei geschwächten Pflanzenbeständen) sollte P daher in wasserlöslicher, also mineralischer Form ergänzt werden.

Kalium wird nicht in organischen Verbindungen der Pflanze eingebaut und ist daher sofort pflanzenverfügbar, also zu 100% anzurechnen. **Magnesium** kann ebenfalls bei der Düngeplanung zu 100% berücksichtigt werden. Lediglich bei Kulturen mit hohen Biomassezuwächsen in kurzer Zeit (z. B. Mais) kann es eventuell zu kurzzeitigem Mg-Engpass kommen.

3.3 Organische Substanz

Mit Gärresten und anderen organischen Düngern wird dem Boden auch organische Substanz zugeführt. Gärreste weisen im Vergleich zu Stroh und kompostierten organischen Düngern die niedrigste Humuswirkung je ausgebrachter Einheit im Boden auf. Die in der Praxis üblichen Aufwandmengen bei Gärresten resultieren meist in einer ähnlich guten Humuswirkung je Hektar wie andere Stoffe.

4. Optimaler Einsatz von Gärresten in der Düngung

4.1 Düngebedarfsermittlung

Um eine ordnungsgemäße Anwendung von Gärresten zu erreichen sind folgende Punkte zu beachten:

- Ermittlung der Nährstoffgehalte im Gärresten (Kapitel 2.2)
- Ermittlung der verfügbaren Nährstoffmengen (insbesondere N und P) im Boden
- Durchführung der Düngebedarfsermittlung nach Vorgaben der DüV.

Die Düngebedarfsberechnung nach der Düngeverordnung berücksichtigt mehrere Punkte, die jeweils limitierend auf die Menge des ausgebrachten Stickstoffs wirken. So wird ein durchschnittliches Ertragsniveau mit Zu- oder Abschlägen etwaiger Ertragsdifferenzen berücksichtigt. Daneben entstehen Abschläge in Abhängigkeit von den N_{min}-Werten im Frühjahr, dem Humusgehalt am Standort, der langjährigen organischen Düngung oder der Vor- bzw. Zwischenfrucht.

Ab 2018 werden auch Gärreste bei der max. Ausbringungsmenge von 170 kg N/ha berücksichtigt. Oftmals sind auch bereits die P-Frachten limitierend. Wird die Ausbringung organischer Dünger durch einzelne Nährstoffe limitiert, müssen K, Mg oder S entsprechend mineralisch ausgeglichen werden.

Zur Feinsteuerung der mineralischen N-Düngung kann dann beispielsweise der Nitrat-Stängeltest eingesetzt werden. Im Getreidebau hat sich darüber hinaus das Düngefenster nach Rimpau sowie der Einsatz des so genannten N-Testers zur Erfassung des N-Versorgungsstatus der Pflanzen bewährt. Mit diesen relativ einfach im Feld einsetzbaren Methoden kann das jährliche N-Nachlieferungsverhalten aus Gärresten schlagindividuell berücksichtigt werden, sofern kein Mangel anderer Nährstoffe oder Krankheiten vorliegen. Dadurch sind eine Minimierung negativer Umweltwirkungen und die Erreichung des Ertrags- und Qualitätsoptimums auch bei Einsatz von Gärresten mit variabler N-Anlieferung möglich.

4.2 Ausbringzeitpunkte bestimmen

Mit dem Abbau der organischen Substanz in der Biogasanlage geht eine deutliche Verflüssigung des Gärrests einher. Dies hat Vorteile in der Verwendung:

- Gute Fließ- und Pumpfähigkeit,

- Schnelles Abtropfen von der Pflanze (weniger Ammoniakverluste und Pflanzenschädigung),
- Schnellere Aufnahme in den Boden und
- Reduktion von Geruchsemissionen.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass der erhöhte Ammoniumanteil in Kombination mit einem hohem pH-Wert zu einer verstärkten Verflüchtigung von Ammoniak führt (Kapitel 4.4). Bei der Anwendung von flüssigen Gärresten (TS bis zu 15%) auf unbestelltem Acker muss die Einarbeitung vier Stunden nach Beginn der Ausbringung abgeschlossen sein. Zudem sollte die Ausbringung der Gärreste im Frühjahr bei feucht-kühler Witterung durchgeführt werden.

Werden Gärreste zu Winterraps und -getreide eingesetzt, sollten sie bereits zur ersten Gabe verabreicht werden. Nur wenn es die Befahrbarkeit der Fläche nicht zulassen sollte, ist eine mineralische Andüngung zu empfehlen. Die Anwendung geteilter Gärrestgaben kann das Zeitfenster für organische Düngung erweitern und eine bedarfsgerechtere Düngung ermöglichen. Dabei muss jedoch auch auf optimale Witterungsverhältnisse geachtet werden. Eine Ausbringung im Herbst ist nach der DüV nur in geringen Mengen (30 kg $\text{NH}_4\text{-N/ha}$ bzw. 60 kg Gesamt-N/ha) und nur bei nachgewiesenem Bedarf in den Kulturen Wintergerste, Winterraps, Feldfutter und/oder Zwischenfruchtanbau nach Getreidevorfrucht möglich.

Zu Mais erfolgt die Düngung mit Gärresten meist vor der Aussaat. Aus Kapazitätsgründen wird häufig schon im März mit der Düngung begonnen, was auf sehr leichten Böden ohne den Einsatz von Nitrifikationsinhibitoren (Kapitel 4.5.1) zu Nitrat-Auswaschung führen kann. Bei Gaben in den wachsenden Bestand bei relativ niedrigen Temperaturen und bewölktem Himmel und aufnahmefähigem Boden, kann ab dem 8-Blatt-Stadium eine ausreichende Stickstoffwirkung erreicht werden. Auf Grünland entsprechen die sinnvollen Ausbringzeitpunkte denen mit Rindergülle.

4.3 Ausbringtechnik

Flüssige Gärreste aus Schweinegülle oder Hühnertrockenkot neigen dazu Sinkschichten zu bilden. Der Gärrest muss daher von der Entnahme aus dem gut aufgerührten Behälter bis zur Applikation auf der Fläche stets in Bewegung gehalten werden. Für die Ausbringung kommen Pumptankwagen oder Vakuumtankwagen mit Röhreinrichtung in Frage. Letztere sollten mit einem Fremdkörperabscheider und einer Zerkleinerungseinrichtung ausgestattet sein, um grobe organische Bestandteile zu zerteilen, die zu Verstopfungen führen könnten.

Eine gleichmäßige Längsverteilung (d.h. in Fahrtrichtung) wird mit modernen Güllewagen in der Regel durch die elektronische Regulierung der Ausbringmenge sichergestellt. Eine optimale Querverteilung gelingt ausschließlich mit Gestängeverteiler und bodennaher Ausbringung (Variationskoeffizient bis zu < 10%). Der Gärrest wird dabei über einen Verteiler in regelmäßig angeordneten Schläuchen zur Bodenoberfläche geführt und gelangt entweder direkt auf den Boden oder wird mit spezieller Technik auf oder in den Boden eingebracht. Der Abstand der Schläuche sollte auf Ackerland 25 cm, auf Grünland 20 cm nicht überschreiten.

Für die Ausbringung auf unbewachsenem Ackerland sowie in Reihenkulturen ist die Gülleinjektion das Verfahren der Wahl. Auch das Schleppschlauchverfahren mit unmittelbar anschließender Einarbeitung ermöglicht hohe Flächenleistungen. Die Einarbeitungstiefe sollte je nach Menge 8–15 cm betragen. Für die Einarbeitung eignen sich alle Stoppelbearbeitungsgeräte.

Die Ausbringung auf bewachsenem Ackerland und auf Grünland setzt zunächst günstige Witterungsbedingungen voraus (Kapitel 4.4). Neben der Ausbringung mit Schleppschläuchen eignet sich dafür auch die Ausbringung mit Schleppschuhen, die in einer leichten Bauart sowohl für Acker- als auch für Grünland nutzbar sind und den Gärrest direkt auf dem Boden ablegen. Dabei ist die Verschmutzung der Pflanzen geringer als beim Schleppschlauch. Die Injektion in den Boden ist hier eher selten, da sie auf Grünland das Risiko der Austrocknung der Grasnarbe birgt. Die platzierte Düngung mit flüssigen Gärresten unterhalb des Saatkorns findet derzeit beim Maisanbau Eingang in die Praxis (Kapitel 4.5.2).

Der Prallteller eignet sich aufgrund der sehr ungleichmäßigen Verteilung und hoher Ammoniakverluste generell nicht für die Ausbringung von Gärresten.

Feste oder separierte Gärreste lassen sich mit Universaldüngerstreuern ausbringen. Es ist zu beachten, dass unterschiedliche Beschaffenheiten die Wurf- und Verteileigenschaften des Düngers beeinflussen. Die Einstellung der Wurfschaufeln auf den Streuscheiben und die Arbeitsbreite müssen daher dem Material angepasst werden. Eine gute Verteilgenauigkeit wird in der Regel bei Arbeitsbreiten unterhalb von 10 m erreicht. Aufgrund der hohen Gewichte sollten große Ausbringfahrzeuge mit Reifen-druckregelanlagen ausgestattet sein, um auf dem Feld mit Luftdrücken unter 1 bar arbeiten zu können.

4.4 Ammoniakverluste minimieren

Mineralischer Stickstoff liegt in Gärresten in Form von Ammonium und Ammoniak vor. Diese N-Formen bilden in Abhängigkeit vom pH-Wert im Gärrest ein Gleichgewicht. Je höher der pH-Wert, desto höher ist der Anteil an Ammoniak. Das Potential für Ammoniakverluste ist bei Gärresten höher als bei Gülle, da der pH-Wert in der Regel um 0,5–1,0 Einheiten höher liegt (ca. 7,5–8,0; bei separierten Gärresten bis 9). Dies wird zum Teil von den besseren Fließeigenschaften der flüssigen Gärreste ausgeglichen, da diese schneller in den Boden eindringen. Jedoch sind insbesondere die Anfangsverluste direkt nach der Ausbringung deutlich höher.

4.4.1 Einarbeitung und Witterung

Eine unmittelbare Einarbeitung auf unbewachsenem Boden ist aus den obengenannten Gründen dringend notwendig. Auf bewachsenem Boden ist die Einhaltung günstiger Witterungsbedingungen eine Grundvoraussetzung, um Ammoniakemissionen zu reduzieren. Dies sind in der Regel kühle und feuchte Witterung, bewölkter Himmel und im zeitigen Frühjahr die Ausbringung auf morgens gefrorenen und damit befahrbaren Boden, der tagsüber oberflächlich auftaut. Nachfolgender Niederschlag wirkt ebenfalls reduzierend auf gasförmige Ammoniakverluste.

Die Ausbringung von warmen Gärresten kann insbesondere bei größerer Differenz zur Außentemperatur zu erheblichen Ammoniakverlusten führen. Auf das Einpflügen von Gärresten sollte verzichtet werden, da die Nährstoffe mit dem Pflug ungleichmäßig im Profil verteilt werden. Dabei entstehen Bereiche mit reduzierenden Bedingungen und folglich schlechter Mineralisierung und erhöhtem Risiko von Lachgas (N_2O)-Emissionen.

4.4.2 Absenkung des pH-Werts

Eine Möglichkeit, das Potential für Ammoniakemissionen weiter zu senken, ist die Ansäuerung von Gärresten. Eine Möglichkeit ist die Einmischung von Ammoniumsulfatlösung (ASL, pH ca. 5) in den Gärrest. Jedoch gibt es je nach eingesetzter Menge ASL und Art des Gärrestes teils unterschiedliche

Wirkungen. Bei Lagerung und Einsatz von ASL mit Gärresten sind länderspezifische Vorschriften zu beachten.

Eine weitere Möglichkeit ist die Ansäuerung von Gärresten mit Schwefelsäure während der Verteilung. Ein Verfahren aus Dänemark (<http://de.biocover.dk/>) befindet sich zurzeit in Deutschland in der Praxiseinführung.

4.5 Nährstoffausnutzung steigern

4.5.1 Nitrifikationsinhibitoren (NI)

Durch die Verwendung von Nitrifikationsinhibitoren wird die Umsetzung von Ammonium zu Nitrat verlangsamt. Im Frühjahr kann die Düngung mit Gärresten eventuell vorgezogen werden. Laut Düngemittelverordnung sind verschiedene Wirkstoffe als Zusatz zu Gärresten in Deutschland zugelassen. Insgesamt ist mit einer verbesserten N-Effizienz durch geringeres Nitratauswaschungsrisiko, deutlich verringerte Lachgas (N_2O)-Verluste sowie tendenziell verringerte Ammoniakverluste zu rechnen.

4.5.2 Depotdüngung

Die „Depotdüngung“ mit Gülle dürfte ohne wesentliche Einschränkungen auch für flüssige Gärreste einsetzbar sein. Dabei wird der flüssige Gärrest über einen Verteilerkopf auf mehrere Zufuhrleitungen verteilt und direkt hinter speziell geformte Schare in den Boden abgelegt. Die Ablagetiefe beträgt zwischen 15 und 30 cm unter der Bodenoberfläche. Über entsprechende Häufler oder Hohl-scheiben wird das Düngerband dann mit Boden bedeckt. Erste positive Erfahrungen wurden auch im Strip till-Verfahren gesammelt.

Der Zusatz von Nitrifikationsinhibitoren führt zu einer deutlich längeren Verfügbarkeit der Ammoniumform im Boden (Kapitel 4.5.1) und hat sich in der Praxis als sinnvoll erwiesen. Diese Ammonium betonte N-Versorgung der Pflanzen kann zu positiven Auswirkungen auf die Verfügbarkeit von Phosphor und Mikronährstoffen wie Kupfer, Mangan und Zink führen.

5. Risiken bei der Düngung mit Gärresten

5.1 Geruchsentwicklung

Aufgrund des Abbaus von Fettsäuren und anderen geruchsintensiven Stoffen während der Vergärung ist der Gärrest im Vergleich zur eingesetzten Gülle deutlich weniger geruchsintensiv. Eine erhöhte Geruchsbelastung ist immer ein Hinweis auf einen nicht optimalen Betrieb der Biogasanlage oder einen nicht fachgerechten Umgang mit Gärsubstraten oder -resten. Deshalb ist die erste Maßnahme zur Verminderung einer erhöhten Geruchsbelastung die fachkundige Überprüfung der Betriebsabläufe vor Ort.

5.2 Klimarelevante Emissionen

Während und nach einer Gärrestausrückführung werden mehrere Gase (Kohlendioxid, CO_2 ; Lachgas, N_2O ; Methan, CH_4 und Luftstickstoff, N_2) freigesetzt. Trotz sehr geringer Mengen freigesetzten N_2O , aber dessen 300 mal größeren Wirkung im Vergleich zu CO_2 , nimmt die Klimarelevanz der Gase in folgender Reihenfolge ab: $N_2O > CH_4 > CO_2$. Nach einer Gärrestdüngung lässt sich die CH_4 - und CO_2 -Freisetzung nicht vermeiden oder verringern.

Die N_2O -Freisetzung lässt sich durch den Zusatz eines Nitrifikationshemmers (Kapitel 4.5.1) und die Ausbringung bei trockenen Bodenbedingungen sowie niedrigen Temperaturen mindern. Ein Zielkonflikt tritt bei Ammoniak und Lachgas auf: Die Einarbeitung in den Boden senkt die freigesetzte NH_3 -Menge, kann aber die klimarelevante N_2O -Menge erhöhen.

5.3 Nitrateinträge in Grund- und Oberflächenwasser

Um einen Stickstoffeintrag in Oberflächengewässer zu vermeiden, ist eine Ausbringung nur auf aufnahmefähigen Böden zulässig. Gefrorene Böden dürfen nur und bis maximal 60 kg/ha Ges.-N beaufschlagt werden, wenn sie tagsüber auftauen. Darüber hinaus vermindert die Einarbeitung die Abschwemmungsgefahr. Zur Böschungsoberkante eines Gewässers ist bei streifenförmiger Ausbringung ein Mindestabstand von einem Meter einzuhalten, bei anderen Ausbringverfahren und bei stärkerer Hangneigung mehr; näheres regelt die Düngeverordnung (2017). Kulturen wie Mais oder Zuckerrüben sind durch ihr anhaltendes Wachstum in den mineralisationsstarken Monaten (Mai bis August) besser in der Lage, organischen Stickstoff zu nutzen. Nach früh räumenden Früchten wie Wintergerste kann der Anbau einer Zwischenfrucht Bilanzüberschüsse von Stickstoff für eine nachfolgende Sommerkultur binden (Kapitel 4).

5.4 Schädliche Inhaltstoffe

Grundsätzlich trägt die Biogasfermentation zu einer Hygienisierung der Ausgangsmaterialien hinsichtlich vieler Human-, Veterinär- und Phytopathogene bei. Die Überlebensraten von Schaderregern gehen mit steigender Temperatur z. B. im thermophilen Betrieb mit 50–57 °C und längeren Verweilzeiten im Fermenter sowie längerer Gärrestlagerung schnell zurück. Bei zwei- und mehrstufigen Anlagen müssen zum Erreichen einer ausreichenden Reduktion der Pathogene Kurzschlussströme vermieden werden. Auch bei mesophilem Betrieb mit mind. 35–38 °C ist die Gefahr einer Krankheitsübertragung gering. Dennoch müssen einige Besonderheiten beachtet werden.

5.4.1 Human- und Veterinärpathogene

In Gärresten von mesophilen Praxisanlagen konnte für die wichtigsten Human- und Veterinärpathogene (Salmonellen, pathogene *E. coli*, u. a.) je nach Art bereits nach wenigen Stunden bis Tagen eine deutliche Abnahme um das 100- bis 10.000-fache nachgewiesen werden. Eine Vermehrung konnte nicht beobachtet werden. Das überall in der Umwelt vorkommende *Clostridium botulinum* – Erzeuger des stärksten natürlich vorkommenden Toxins – wird vor allem in Anlagen nachgewiesen, in denen Geflügelmist und Hühnertrockenkot zum Einsatz kommt. Die Bayerische Tierärztekammer empfiehlt deshalb, Gärrest mit Geflügelexkrementen als Ausgangsmaterial nicht auf Grünland auszubringen.

Es kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass bei stark kontaminierten Einsatzstoffen wie Ausscheidungen erkrankter Tiere zwar eine deutliche Reduktion, nicht aber eine vollständige Elimination der Pathogene erreicht wird. Deshalb dürfen Tierkadaver grundsätzlich nicht über eine Biogasanlage entsorgt werden. Auch das Mitsilieren von Kleintieren (Kitze, Hasen, Vögel) ist unbedingt zu vermeiden.

5.4.2 Phytopathogene

Bei den meisten der bisher untersuchten Phytopathogenen liegt die Überlebensdauer deutlich unter den theoretischen Verweilzeiten im Fermenter. Meist sterben sie auch bei mesophilem Betrieb je nach Art und Vorbehandlung innerhalb weniger Stunden oder Tage ab. *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum* und *Alternaria alternata* werden z. B. nach 6 h im Fermenter abgetötet.

Einige Phytopathogene überleben allerdings in intaktem Pflanzenmaterial (z. B. in ganzen Kartoffeln) als isolierte Erreger. Durch eine Zerkleinerung und vor allem eine optimale Silierung vor der Biogasfermentation wird die Hygienisierung deutlich verbessert.

Die bisher untersuchten Erreger der Gräserwelke (*Xanthomonas translucens* pv. *graminis*) sowie thermoresistente Viren wie das Tabakmosaikvirus können in mesophilen Anlagen mehrere Wochen bis Monate überdauern. Hier sind bei entsprechend belastetem Substrat zusätzliche Hygienisierungsmaßnahmen, z. B. eine zusätzliche Kompostierung, notwendig. Der Erreger der Hopfenwelke (*Verticillium albo-atrum*) kann bereits während des Silierprozesses größtenteils eliminiert werden. Ergebnisse zu weiteren Pathogenen stehen noch aus.

Quarantäneschadorganismen sind sehr kritisch zu bewerten. Bei diesen gilt auch im Gärrest grundsätzlich eine „Nulltoleranz“. Die Erreger des Kartoffelkrebses (*Synchytrium endobioticum*), der Bakteriellen Ringfäule (*Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*) und der Schleimkrankheit der Kartoffel (*Ralstonia solanacearum*) erweisen sich vor allem in intaktem Pflanzengewebe bei mesophilem Biogasanlagenbetrieb als sehr überlebensfähig. Partien, die mit diesen Krankheitserregern kontaminiert sind müssen thermisch hygienisiert oder auf anderen Wegen unter Aufsicht des amtlichen Pflanzenschutzdienstes entsorgt werden.

5.4.3 Organische Schadstoffe und Schwermetalle

Bisher gibt es keine Hinweise auf Anreicherung von organischen Schadstoffen im Biogasprozess. Das Monitoring von Gärresten bzgl. Schwermetalle zeigt stark schwankende Gehalte, diese sind bei Pb, Cd und Hg normalerweise sehr niedrig. Bei Cu und Zn werden vor allem bei Mit-Vergärung von Schweinegülle auch Überschreitungen der Grenzwerte der BioAbfV (Kapitel 6) gefunden.

Vor dem Einsatz von Spurenelementmischungen als Gärhilfsstoffe ist der tatsächliche Bedarf zu ermitteln, keinesfalls darf überdosiert werden! Anhaltswerte fasst Tabelle 6 zusammen.

Tabelle 6: Erforderliche Spurenelementkonzentrationen (mg/l) im Fermenter
(Empfehlung nach LUFA Nordwest, 2011)

Substanz	Cobalt (Co)	Molybdän (Mo)	Nickel (Ni)	Selen (Se)	Mangan (Mn)	Eisen (Fe)
Konzentration (mg/l) im Fermenter	0,06–0,12	0,05–0,10	0,006–0,012	0,008–0,016	0,005–0,07	1–12

5.4.4 Unkraut- und Ungrassamen

Für Unkraut- und Ungrassamen gilt ähnliches wie in Kapitel 5.4, 5.4.1 und 5.4.2: Bei ausreichend langer Verweilzeit (> 7 Tage bei ca. 35–38 °C) wird auch bei widerstandsfähigen Pflanzensamen eine vollständige Abtötung erreicht.

6. Rechtliche Bestimmungen im Umgang mit Gärresten

Bei der überbetrieblichen Verwendung organischer Dünger sind rechtliche Melde- und Nachweispflichten zu beachten. In welchen Geltungsbereich ein organischer Dünger fällt, hängt im Wesentlichen davon ab, welche Ausgangsmaterialien (Wirtschaftsdünger oder Bioabfälle pflanzlicher und tierischer Abfälle) für die Vergärung eingesetzt wurden (Tabelle 7).

Tabelle 7: Übersicht zu Geltungsbereichen relevanter Rechtsbestimmungen

Verwendete Rohstoffe für das Gärsubstrat	betriebseigene Dünger	betriebsfremde Dünger
Gülle Stallmist, Jauche oder andere Wirtschaftdünger Energiepflanzen (z. B. Silomais)	Düngegesetz Düngeverordnung EU-Hygieneverordnung 1069 Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsverordnung	zusätzlich: Düngemittelverordnung Wirtschaftsdüngerverbringungsverordnung Kreislaufwirtschaftsgesetz
Getreidespelzen, Lebensmittelabfälle, Biotonne, Garten- und Parkabfälle oder andere pflanzliche Bioabfälle	Düngegesetz Düngeverordnung Düngemittelverordnung Bioabfallverordnung	
Speisereste Lebensmittelabfälle Magen- und Darminhalte oder andere Abfälle tierischer Herkunft	Düngegesetz Düngeverordnung Düngemittelverordnung EU-Hygieneverordnung 1069/2009 Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsverordnung	

Im Anhang sind Aspekte zur Beachtung bei der Vergärung von Speiseresten sowie 3 Fallbeispiele aufgeführt, welche ausgehend von Ausgangsmaterial, aufnehmender und abgebender Hand rechtliche Vorgaben berücksichtigen.

7. Hier finden Sie noch mehr – Literatur und Links

Allgemeines:

LEBUHN, M., WILKEN, D., KNABEL, M. und OSTERTAG, J. (2013): Empfehlungen für eine gute fachliche Praxis in landwirtschaftlichen BGA aus hygienischer Sicht, Bayern Biogas Forum, Nr. III – 8/2012 (überarbeitet Oktober 2013), http://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Empf_fur_eine_gute_fachlich_Praxis_aus_hyg_Sicht_ueberarbeitet2013.pdf (Zugriff am 05.03.2014).

VDLUFA-QLA GmbH (2013): Qualitätssicherung Landbauliche Abfallverwertung. Spezielle Qualitäts- und Prüfbestimmungen für anaerob behandelte flüssige und feste Rest- und Abfallstoffe (Gärprodukte).

Aussagen zur Stickstoffverfügbarkeit:

EILER, T. und MATUSCHEK, D. (2001): Mit Gärresten Geld sparen. DLG Mitteilungen 12/2011, 52–55

KIRSCH, A. (2002): Einsatz kompostierter Gärreste in der Landwirtschaft., Nümbrecht: Kirsch.

- LICHTI, F. und WENDLAND, M. (2013): Einsatz von Gärresten aus der Biogasproduktion als Düngemittel. In: Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.), 4. Aufl.
- LWK Niedersachsen (2010): Sachgerechte Verwertung von Gärresten aus Biogasanlagen. Merkblatt Wasserschutz Nr. 5/Januar 2010, <http://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/197,ff438c43-237d-eebf-5efb0cbfa7a71ae2~pdf.html> (Zugriff am 12.03.2014).
- MATUSCHEK, D., KNIEKE, J. und HOFFMANN, A. (2012): Düngung mit Gärresten zu Wintergetreide, Winterraps und Zuckerrüben. Webcode: 01019712, <http://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/341,d31ab195-ee24-e542-d6375c07bf8777bd~pdf.html> (Zugriff am 12.03.2014).
- MATUSCHEK, D., KNIEKE, J. und HOFFMANN, A. (2012): Interessante Alternative jetzt prüfen. Land und Forst 9/2012, 23–27.
- WARNECKE, S., BRAUCKMANN, H.-G. und BROLL, G. (2009): Stickstoffmineralisierung verschiedener Gärreste aus Biogasanlagen. Jahrestagung der DBG. Kom. VI, http://eprints.dbges.de/271/1/Warnecke_et_al_2009_DBG-Beitrag.pdf (Zugriff am 6.03.2014).
- ZORN, W., SCHRÖTER, H. und REINHOLD, G.: Gärreste sind kein Abfall! DLG Mitteilungen 3/2013, 20–23.

Aussagen zur Hygienisierung in Mesophilanlagen:

- FRISCHER-COLBRIE, P. (2010): Die Pflanzen und ihre Wirkung auf das Wohlbefinden und die Gesundheit des Menschen. In: 57. Deutsche Pflanzenschutztagung – Kurzfassung der Beiträge –, Julius Kühn-Institut (Hrsg.), 63–64.

Aussagen zur Humusproduktion:

- NIELSEN, K., BERMEJO, G., SENSEL, K., WRAGGE, V., KRÜCK, S. und ELLMER, F. (2011): Wirkung von Gärprodukten aus Biogasanlagen auf Humusproduktion und Bodenökologie. In: Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin (IASP), Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, FG Acker- und Pflanzenbau (Hrsg.).
- VDLUFA (2004): Standpunkt zur Humusbilanzierung – Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland, Bonn: VDLUFA, Selbstverlag.

Aussagen zu rechtlichen Vorgaben:

- BioAbfV (1998): Bioabfallverordnung, Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden. Bioabfallverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. April 2013 (BGBl. I S. 658), die zuletzt durch Artikel 5 der Verordnung vom 5. Dezember 2013 (BGBl. I S. 4043) geändert worden ist.
- DüMV (2012): Düngemittelverordnung, Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln. Düngemittelverordnung vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2482).
- DüV (2017): Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen. Düngeverordnung vom 26. Mai 2017 (BGBl. I S. 1305).
- TierNebV (2006): Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsverordnung, Verordnung zur Durchführung des Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsgesetzes vom 27. Juli 2006 (BGBl. I S. 1735), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 23. April 2012 (BGBl. I S. 611) geändert worden ist.
- WDüngV (2010): Wirtschaftsdüngerverbringungsverordnung, Verordnung über das Inverkehrbringen und Befördern von Wirtschaftsdünger vom 21. Juli 2010 (BGBl. I S. 1062).

8. Anhang

Der Zusammenhang verschiedener rechtlicher Bestimmungen zur Abgabe, Annahme und Handel von Gärresten wird an drei Fallbeispielen erklärt:

Fallbeispiel 1: Ein landwirtschaftlicher Betrieb nimmt NawaRo-Gärprodukte auf

Besteht der aufgenommene Gärrest aus tierischen Wirtschaftsdüngern und Energiepflanzen, und nimmt der Betrieb insgesamt mehr als 200 t/Jahr auf, sind folgende Verordnungen zu beachten:

Die „**Verordnung über das Inverkehrbringen und Befördern von Wirtschaftsdünger**“ (**WDüngV**) regelt das Inverkehrbringen, Befördern und die Übernahme von Wirtschaftsdüngern und Stoffen, die als Ausgangsstoff Wirtschaftsdünger enthalten. Sie gilt sowohl für das Befördern der Stoffe im Inland als auch in andere Staaten. Die Verordnung beinhaltet u. a.:

- Aufzeichnungspflichten für Abgeber, Beförderer und Empfänger dieser Stoffe
- Regelmäßige Meldepflicht bei Einfuhr aus anderen Bundesländern oder dem Ausland durch den Empfänger, sowie einmalige Mitteilungspflicht für alle gewerbsmäßigen Abgeber vor dem erstmaligen Inverkehrbringen

Ausgenommen sind u. a.

- Mengen ≤ 200 t Frischmasse (bezogen auf die in einem Jahr an den einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb gelieferte Gesamtmenge)
- Betriebe, die keinen Nährstoffvergleich nach Düngeverordnung erstellen müssen
- Innerbetrieblicher Transport innerhalb von 50 km um den Betrieb, in dem die Stoffe angefallen sind (auch zwischen 2 Betrieben desselben Verfügungsberechtigten).

Folgende Angaben müssen dem abnehmenden Landwirt gemacht werden:

- Name und Anschrift des Abgebers, Beförderers und Empfängers
- Datum der Abgabe, des Beförderns, der Übernahme
- Wirtschaftsdüngerart und Menge (in t Frischmasse)
- Gehalt an Stickstoff und Phosphor (in kg/t Frischmasse)
- Menge Stickstoff aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft (in kg).

Praktisch, aber nicht verpflichtend, ist die Ausstellung eines Lieferscheins.

Werden die Gärreste aus einem anderen Bundesland oder dem Ausland bezogen, so müssen der zuständigen Behörde bis zum 31. März für das vorangegangene Jahr folgende Angaben gemeldet werden:

- Name und Anschrift des Abgebers
- Datum bzw. Zeitraum der Abnahme
- Wirtschaftsdüngerart- und -menge (t Frischmasse).

Zu beachten ist, dass je nach Landesrecht die Verordnung noch mit weiteren Anforderungen unter-
setzt sein kann.

Die „**Düngemittelverordnung**“ (**DüMV**) ist zu beachten, wenn Gärreste nicht auf betriebseigenen Flächen eingesetzt (Definition Eigenverwertung unter WDüngV) werden. Die abgebende Biogasanlage muss dem aufnehmenden landwirtschaftlichen Betrieb eine nach DüMV ordnungsgemäße Kennzeichnung des Gärrestes aushändigen. Sie umfasst im Wesentlichen Angaben zu Haupt- und Spurennährstoffen, Inverkehrbringer, Ausgangsstoffen sowie Hinweise zur sachgerechten Lagerung und Anwendung. Form und Angaben sind in der Verordnung festgelegt.

Fallbeispiel 2: Ein landwirtschaftlicher Betrieb nimmt NawaRo-Gärrest mit Landschaftspflegematerial auf (ohne Gütesicherung)

Für diesen Gärrest gelten die Vorgaben der „**Verordnung über das Inverkehrbringen und Befördern von Wirtschaftsdünger**“ (**WDüngV**) sowie der „**Düngemittelverordnung**“ (**DüMV**) und der „**Bioabfallverordnung**“ (**BioAbfV**).

Da es sich bei Landschaftspflegematerial um einen Bioabfall handelt, ist die Bioabfallverordnung, welche u. a. detaillierte Vorgaben zur Hygienisierung (Seuchen- und Phytohygiene) macht, zu beachten. Der Betreiber der Biogasanlage muss dem abnehmenden Landwirt folgende Angaben in einem nach BioAbfV vorgegebenen Lieferschein machen:

- Name, Anschrift des abgebenden Bioabfallbehändlers bzw. Zwischenhändler
- Chargennummer und abgegebene Menge
- Angaben zum Bioabfall z. B. hygienisierend oder biologisch stabilisierend behandelter Gärrest
- Angaben zur Einhaltung der Phyto-/Seuchenhygiene und Schwermetallgrenzwerte
- Untersuchungsergebnisse des Bioabfalls
- Untersuchungsstelle und Zeitpunkt der Untersuchung
- Höchstzulässige Aufbringungsmenge (20 oder 30 t TM/ha)
- Zulässigkeit der Aufbringung auf Grünland und mehrschnittige Feldfutterflächen.

Wenn der Landwirt den Lieferschein erhält, muss er ihn um eigene Angaben ergänzen:

- Ergebnisse von Bodenuntersuchungen
- Eindeutige Bezeichnung der Aufbringungsfläche
- Größe der Ausbringfläche.

Die Kopien des vollständig ausgefüllten Lieferscheines müssen dann vom Landwirt unmittelbar nach der Ausbringung an die für die Ausbringungsfläche zuständige Behörde und an die zuständige landwirtschaftliche Fachbehörde gesendet werden.

Fallbeispiel 3: Ein landwirtschaftlicher Betrieb nimmt Gärrest aus Bioabfällen mit Gütezeichen auf

Wenn die Biogasanlage Stoffe tierischen Ursprungs verarbeitet, so unterliegt sie der „**Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsverordnung**“ **TierNebV** (EU-Hygieneverordnung 1069/2009).

Beispiele sind Küchen- und Kantinenabfälle oder überlagerte Lebensmittel mit tierischen Anteilen. In diesem Fall erhält der Landwirt ein Handelspapier, welches noch um Name, Unterschrift, Menge und Datum der Anlieferung zu ergänzen ist, ggf. wird eine Zusendung des Handelspapiers an den Abfallerzeuger erforderlich.

Wenn Biogasanlagen pflanzliche Stoffe verarbeiten, fallen sie unter die „**Bioabfallverordnung**“ (**BioAbfV**).

Für gütegesicherte Anlagen (Kapitel 2.3) vereinfacht sich das o. g. Lieferscheinverfahren nach Bio-AbfV. Es werden zwar die gleichen Informationen festgehalten, der Landwirt ist jedoch von der Pflicht entbunden die Ausbringung den zuständigen Behörden zu melden. Ein unverzüglicher Eintrag in die eigenen Unterlagen ist ausreichend, wobei diese auf Nachfrage von den Behörden eingesehen werden können.

DLG-ANERKANNT. Qualität für die Praxis geprüft



GESAMT-PRÜFUNG
HERSTELLER
PRODUKT
DLG-Prüfbericht 0000



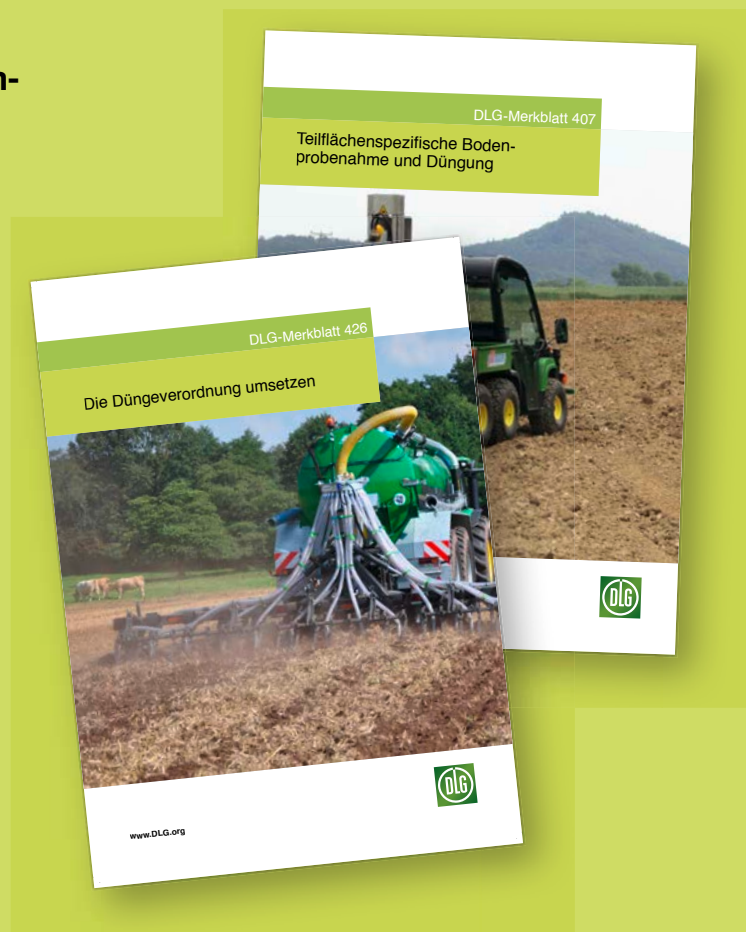
Erst informieren, dann investieren!

4.000 Prüfberichte online unter www.DLG-Test.de



Weitere DLG-Merkblätter zum Thema Düngung

- DLG-Merkblatt 426
Die Düngeverordnung umsetzen
- DLG-Merkblatt 424
Ackerbau zukunftsfähig gestalten
- DLG-Merkblatt 407
Teilflächenspezifische Bodenprobenahme und Düngung
- DLG-Merkblatt 373
Schwefel-Düngung effizient gestalten
- DLG-Merkblatt 353
Hinweise zur Kalkdüngung
- DLG-Merkblatt 349
Grunddüngung effizient gestalten
- DLG-Merkblatt 348
Dokumentation in der Pflanzenproduktion



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