



Langfristige Auswirkungen auf die Umwelt bei der Erzeugung und Einspeisung von Biogas

Im Rahmen einer vom DVGW geförderten Studie wurden die Auswirkungen der Biogaseinspeisung in das Erdgasnetz auf Boden, Pflanzen, Luft und Wasser untersucht. Dabei wurde die gesamte Prozesskette, angefangen bei der Biomasseerzeugung über die Biogaserzeugung, -aufbereitung, -einspeisung bis hin zur Reststoffverwertung bewertet. Die Literaturstudie [1] baute auf den Ergebnissen eines im Jahr 2008 abgeschlossenen DVGW-Vorhabens zur Beurteilung der Erzeugung von Biomasse zur energetischen Nutzung aus Sicht des Gewässerschutzes [2] und auf einer Studie zur verfahrenstechnischen Betrachtung der Reinigung von Biogas auf [3].

Auf EU-Ebene wird eine Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien auf 20 Prozent am Endenergieverbrauch im Jahr 2020 angestrebt, primär um die Treibhausgasemissionen zu reduzieren und sekundär, um die Abhängigkeit der Gemeinschaft von fossilen Brennstoffen zu verringern. In Deutschland wurde mit dem Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) eine Weichenstellung über Förderungsmaßnahmen zur Erreichung der politischen Ziele vollzogen. Der Anteil der biogenen Energiebereitstellung befindet sich

daher immer noch sehr stark im Wachstum. 2008 wurden 7,1 Prozent (2007: 6,9 Prozent und 2006: 5,7 Prozent) des Primärenergiebedarfs in Deutschland durch biogene Energieträger gedeckt [4]. Rund 70 Prozent der Endenergie aus erneuerbaren Energiequellen werden durch Biomasse bereitgestellt (biogene Festbrennstoffe, biogene flüssige und gasförmige Brennstoffe, biogener Anteil des Abfalls, Biogas, Biokraftstoffe sowie Klär- und Deponiegas). Die Stromerzeugung aus Biomasse wies 2008 mit 27,1 Mrd. kWh (inkl. biogene Abfälle, Deponie- und Klärgas) nach der

Stromerzeugung aus Windkraft den zweithöchsten Anteil bei den erneuerbaren Energien auf. Hierbei war die Stromerzeugung aus Biogas (8,1 Mrd. kWh = 8,7 Prozent der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien) nach den biogenen Festbrennstoffen (10,9 Mrd. kWh = 11,8 Prozent) am bedeutendsten (Abb. 1).

Energiepflanzenanbau und Gewässerschutz

Um Biomasse in ausreichenden Mengen zur Erreichung der energiepolitischen Vorgaben bereitstellen zu können, wird die Anbauflä-

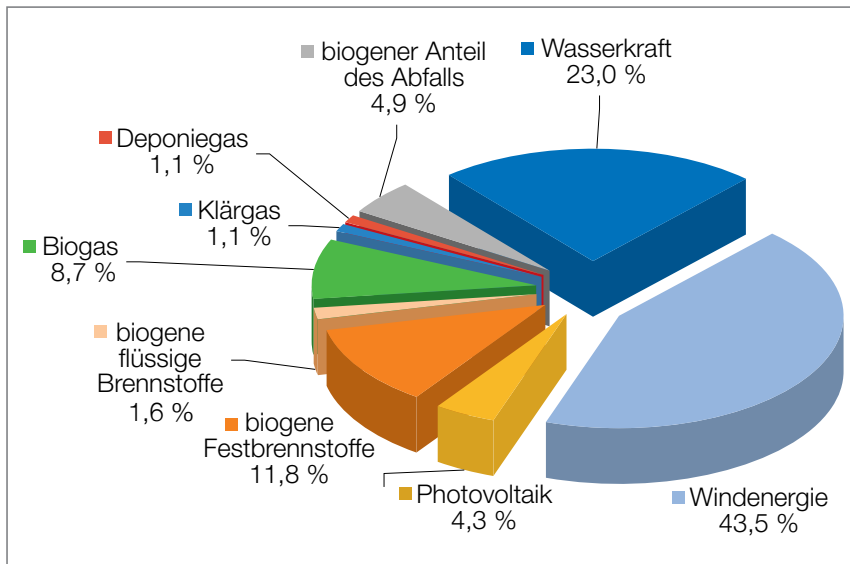


Abb. 1: Struktur der Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2008 [5]; Stromerzeugung 2008 gesamt rd. 92,8 TWh [1]

che für nachwachsende Rohstoffe auch weiterhin zunehmen. Im Jahr 2008 wurden bereits auf 0,5 Mio. Hektar Mais und weitere Pflanzen als Substrat für Biogasanlagen angebaut, insbesondere bei Energiemais mit steigender Tendenz (Abb. 2). Durch die parallel dazu laufende Intensivierung der Landnutzung ist aus wasserwirtschaftlicher Sicht eine zunehmende Belastung der Grund- und Oberflächenwässer durch Pflanzenschutzmittel und Nitrat zu befürchten.

Die in Biogasanlagen eingesetzten Energiepflanzen und die über die Gärreste in den Boden und in das Grundwasser eingetragenen Schadstofffrachten wurden bereits im Rahmen einer DVGW-Studie näher betrachtet [2]. Aus Sicht des Gewässerschutzes sind die einschlägigen gesetzlichen Regelungen nicht ausreichend, um einen umwelt- und gewässerschützenden Energiepflanzenanbau zu erreichen, und sollten deshalb modifiziert

werden. Insbesondere fehlen geeignete Vorgaben für die Anrechnung der Nährstoffgehalte und definierte N-Obergrenzen für die Ausbringung von Gärresten. Weiterhin ist eine Erhöhung der Lagerkapazitäten für Gärreste sowie eine sachgerechte Lagerung derselben zwingend erforderlich, um eine pflanzenbedarfsgerechte Ausbringung und eine möglichst geringe Freisetzung von Klimagasen in die Umwelt zu gewährleisten sowie die Belastung der Gewässer zu minimieren. Zudem ist die Entwicklung nachhaltiger Anbaukonzepte, die für unterschiedliche Klimaregionen und Standorte mit speziellen/unterschiedlichen Bodenverhältnissen angepasst werden, notwendig.

Der DVGW hat in einem Positionspapier die Anforderungen an die Produktion von Energiepflanzen und den Einsatz von Gärückständen aus Biogasanlagen in der Pflanzenproduktion aus Sicht des Gewässerschutzes zusammenfassend dargestellt [7]. Insbesondere in Wasserschutz- und -einzugsgebieten sollten danach aus Vorsorgegründen strengere Richtlinien gelten, v. a. hinsichtlich der Genehmigung von Biogasanlagen sowie für die Ausbringung von Gärresten. Generell sollte die Qualität aller für die Ausbringung vorgesehenen Gärreste durch ein verbindliches Gütesystem gesichert werden,

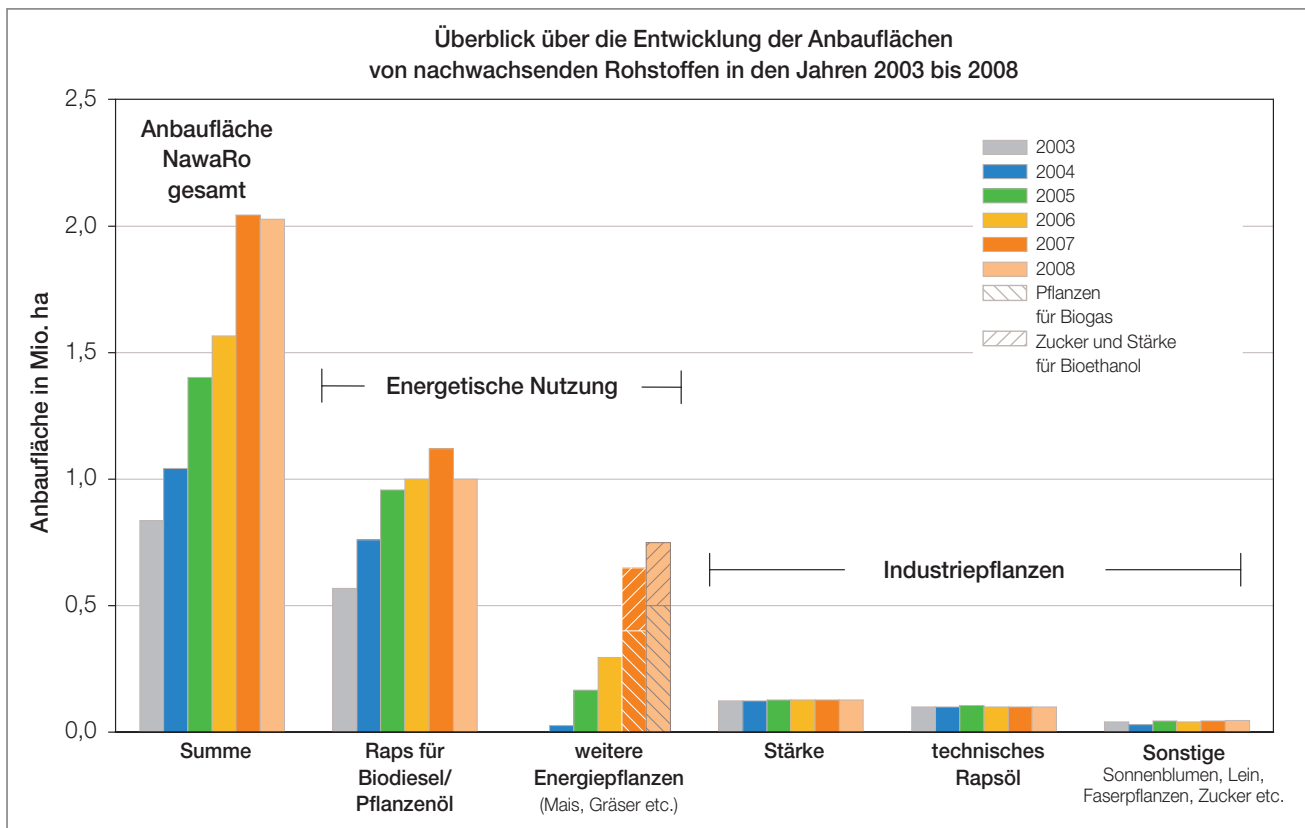


Abb. 2: Entwicklung der Anbauflächen für nachwachsende Rohstoffe in Deutschland (Datenquelle: [6])

das auch die mikrobiologische Beschaffenheit mit einschließt.

Biogaseinspeisung

Während Biogas bislang überwiegend vor Ort zur Erzeugung von Strom eingesetzt wurde, speisen in Deutschland mit Stand Oktober 2009 23 Anlagen ca. 17.500 m³/h Biogas H/L ins Erdgasverteilnetz ein [8]. Inzwischen planen etliche Versorgungsunternehmen Biogasanlagen mit Produktionsströmen zwischen 500 und 5.000 m³/h Biogas H/L zur Einspeisung ins Netz. Als Substrate werden bei Neuanlagen hauptsächlich nachwachsende Rohstoffe (NawaRo) und Gülle verwendet. Je nach verwendeten Substraten und Fermentationsbedingungen setzt sich Biogas neben Methan aus unterschiedlichen Anteilen von Kohlenstoffdioxid, Wasserdampf, Stickstoff, Sauerstoff, Ammoniak, Schwefelwasserstoff und von weiteren Spurengasen zusammen.

Um die Gasqualität in der öffentlichen Gasversorgung einhalten zu können, ist entsprechend den DVGW-Arbeitsblättern G 260 (Gasbeschaffenheit) und G 262 (Gase aus regenerativen Quellen) vor der Einspeisung in das Erdgasnetz eine Aufbereitung erforderlich. Mindestens Schwefelwasserstoff (H₂S), Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Wasser (H₂O) müssen entsprechend der Spezifikation aus dem Rohbiogas entfernt werden.

Je nach eingesetzten Substraten sind darüber hinaus evtl. auch weitere Stoffe, z. B. Ammoniak und Siloxane, zu entfernen. Entsprechend den beiden DVGW-Arbeitsblättern G 260 und G 262 sind folgende Grenzwerte im Biogas vor der Einspeisung einzuhalten:

- H₂S ≤ 5 mg/m³ entspricht einem H₂S-Anteil ≤ 3,3 ppmv (G 260)
- CO₂ ≤ 6 Vol.-Prozent (G 262)
- H₂ ≤ 5 Vol.-Prozent (G 262)

Rohbiogas aus NawaRo und Gülle enthält üblicherweise H₂S-Konzentrationen zwischen 500 und 2.000 ppmv. Erhöhte H₂S-Konzentrationen sind im Biogas bei Substraten mit hohen Proteingehalten zu finden oder bei Substraten aus stark schwefelhaltigen Pflanzenteilen (z. B. Raps). Im Biogas mit Abfall als Substrat können H₂S-Konzentrationen von mehr als 20.000 ppmv erreicht werden.

Reststoffe aus der Aufbereitung zur Entfernung von CO₂ und Spurenstoffen werden meist aufgefangen und können getrennt entsorgt bzw. weiterverarbeitet werden. Bei einigen Aufbereitungsverfahren – beispielsweise bei Zugabe von Sorptionsmitteln im Fermenter – verbleiben die Reststoffe aus der Gasaufbereitung in den Gärrückständen. Eine nachträgliche Ab-

trennung der Reststoffe von den Gärresten kann nur im Zuge einer Gärrestaubei- bereitung mit entsprechend hohem Aufwand erfolgen, ansonsten werden die zugegebenen und nicht umgesetzten bzw. die bei der Aufbereitung entstandenen Stoffe zusammen mit den Gärrückständen ausgebracht.

Kosubstrate

Auf Grund der politischen Vorgaben auf Bundes- und auf EU-Ebene ist davon auszugehen, dass zukünftig eine verstärkte Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen, industriellen Lebensmittelresten und biogenen Abfallanteilen in Biogasanlagen erfolgt. Die dabei anfallenden Gärreste sollen überwiegend auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht werden. Hierbei muss zwingend zwischen speziell für die Biogasproduktion produzierten Substraten (NawaRo) sowie unbehandelten biogenen Reststoffen und eventuell mit Schadstoffen belasteten sowie den mit hoher Wahrscheinlichkeit belasteten Kosubstraten unterschieden werden. Auf Basis der Abfallschlüssel (BioAbfV) sowie der Positiv- und Negativlisten des EEG erfolgte im Rahmen der Studie eine Bewertung bzw. Zuordnung der möglichen Substrate zu unterschiedlichen Klassen im Hinblick auf die Ausbringung der Gärreste (Tab. 1). Eine Auswahl der bewerteten Substrate zeigt Tabelle 2.

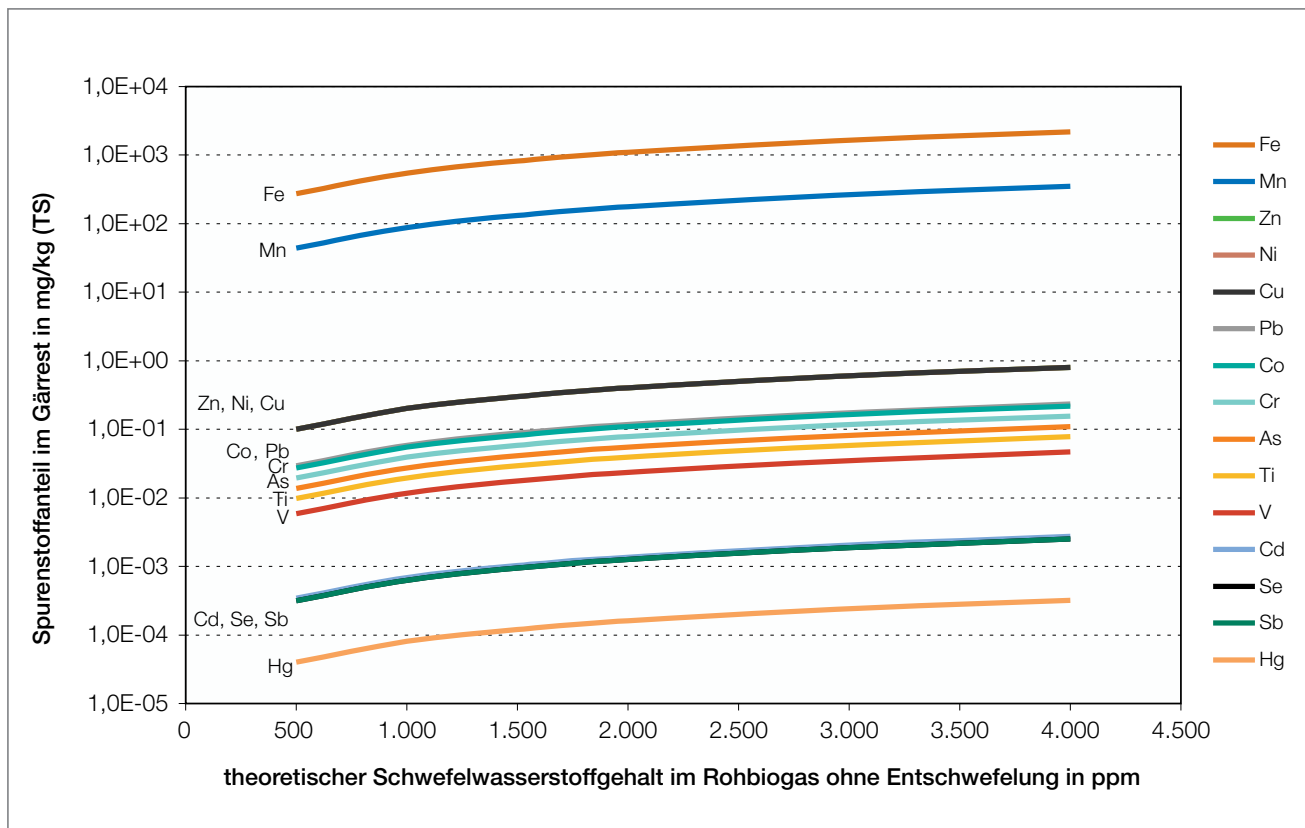


Abb. 3: Berechnung des maximalen Spurenstoffanteils im Trockenanteil des Gärrests [1]

Tabelle 1: Schema zur Einteilung der Gärrückstände auf Basis der Ausgangsmaterialien und daraus abgeleitete Anforderungen im Hinblick auf die landwirtschaftliche Verwertung [1]				
	Gärrückstände			
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Ausgangsmaterialien	Aus land- und forstwirtschaftlicher Grundproduktion	Wirtschaftsdünger	Aus Rückständen der Be- und Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte	Andere biogene Reststoffe (Bioabfall, tierische Nebenprodukte)
Ausbringung in Wasserschutz- und -einzugsgebieten	Nicht zulässig in Zone II bzw. innerhalb 50-Tage-Linie		Nicht zulässig in Wasserschutz- und -einzugsgebieten sowie sensiblen Gebieten ¹⁾ . Ausnahmegenehmigung in Schutzzone III durch zuständige Behörde bei Durchführung zusätzlicher Untersuchungen und Einhaltung von Obergrenzen möglich Regionale Sonderregelungen möglich	Nicht zulässig in Wasserschutz- und -einzugsgebieten sowie sensiblen Gebieten Keine Ausnahme
¹⁾ „sensible“ bzw. wasserwirtschaftlich empfindliche Gebiete: z. B. Gebiete mit flachgründigen Böden, Karstgebiete, abschwemmungsgefährdete Flächen				

Gärrückstände, die aus der Fermentation von Substraten der Gruppen 1 und 2 (unbehandelte Biomasse) hervorgegangen sind, sollten aus Vorsorgegründen nur außerhalb der Schutzzone II und außerhalb der 50-Tage-Linie eines Wassergewinnungsgebietes ausgebracht werden. Gärrückstände der Gruppe 3 sollten nicht innerhalb von Wasserschutz- und Wassereinzugsgebieten sowie nicht in wasserwirtschaftlich empfindlichen Gebieten, wie z. B. Gebieten mit flachgründigen Böden, Karstgebieten oder abschwemmungsgefährdeten Flächen, ausgebracht werden. Bei Durchführung von zusätzlichen Untersuchungen an Gärresten der Gruppe 3 hinsichtlich der Schadstoffgehalte und Einhaltung von Obergrenzen sind im Einzelfall Ausnahmegenehmigungen in der Schutzzone III durch die zuständige Behörde nach Prüfung der Sachlage möglich (Tab. 3). Für die Ausbringungszulassung müssen also weiterführende Gärrestuntersuchungen durchgeführt werden, die von den derzeit geltenden gesetzlichen Regelungen bisher nicht gefordert werden.

Bei der Beschaffung von Substraten und bei der Verwertung von Reststoffen müssen regionale Stoffkreisläufe Vorrang vor überregionalen Stoffkreisläufen haben. Damit ist gewährleistet, dass die Stoffströme nachzuvollziehen und leicht kontrollierbar sind.

Grundsätzlich gilt, dass für Gärreste, die als Dünger eingesetzt werden sollen, die allgemeingültigen Grenzwerte, z. B. aus der Düngemittelverordnung oder aus der Bodenschutzverordnung, eingehalten werden müssen. Für Substrate sind die genannten Verordnungen nicht gültig. Die auch diesbe-

züglich grundsätzlich notwendigen Handlungsvorgaben sind im 2. Bodenschutzbericht der Bundesregierung aufgeführt. Laut diesem Bericht soll sich der Bodenschutz an einer langfristigen Perspektive orientieren, sodass die Anforderungen zur Nachhaltigkeit für die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche gelten müssen.

Verfahrenstechnik

Aus der Analyse der verwendeten Betriebs- und Verbrauchsmittel der Aufbereitungsschritte Entschwefelung, Trocknung und CO₂-Entfernung wurde nur bei der Entschwefelung mit Eisensalzen im Fermenter ein nicht zu vermeidender Eintrag von geringen Mengen an Schwermetallen und Eisensulfid identifiziert. Bei allen weiteren Prozessschritten bzw. Alternativentschwefelungen werden Reststoffe wie verbrauchte Waschmittel, Kondensate und Schwefel gesondert aufgefangen. Die nach gültigen Vorschriften und Gesetzen sowie unter biologisch-biochemischen Aspekten für den Fermentationsprozess und den Gärrest ohne Vorbehandlung unbedenklichen Reststoffe können dem Fermentationsprozess direkt zugeführt werden. Hierunter fallen u. a. die Kondensate, die vor einer Kompression anfallen, und die Entschwefelungsprodukte. Falls die zugeführten Stoffe nicht verstoffwechselt werden, sind sie im Gärrest wiederzufinden. Reststoffe mit Verunreinigungen in relevanten Konzentrationsbereichen müssen dagegen behandelt werden, bevor sie dem Fermentationsprozess zugeführt werden, oder sind gegebenenfalls separat zu entsorgen. Hierunter fallen z. B. mit Schmierölen aus Kompressoren und Waschmitteln aus Waschverfahren zur CO₂-Entfernung verun-

reinigte Kondensate. Üblicherweise werden die mit Schmierölen verunreinigten Kondensate bei bestehenden Anlagen nach einer Ölabscheidung dem Fermenter zugegeben. Die Waschlösungen sind vom Grundstoff her zwar als unbedenklich einzustufen, über die Additive kann jedoch momentan noch keine Aussage getroffen werden.

Schwefel und Schwermetalle im Gärrest

Abschätzungen zum S-Gehalt in Gärresten aus der Entschwefelung mit Eisensalzen haben gezeigt, dass Gärreste aus Nawaro-Anlagen nur relativ geringe S-Gehalte aufweisen (H₂S-Gehalte im Rohbiogas bis etwa 2.000 ppmv ohne Entschwefelung). Die S-Gehalte können einen Beitrag zur S-Versorgung leisten, wobei selbst für Kulturen mit geringem S-Bedarf (z. B. Mais, Kartoffeln) diese noch unter dem S-Bedarf der Pflanzen liegen. Anzumerken ist, dass infolge eines Rückgangs der S-Deposition in den letzten Jahren eine S-Zufuhr über die Gärreste oft sogar erwünscht ist. Eine Überversorgung ist allein auf Grund der S-Gehalte der Gärreste auch bei hohen bis sehr hohen H₂S-Gehalten im Rohbiogas von 15.000 bzw. 20.000 ppmv, die z. B. bei Abfällen als Substrate auftreten können, nicht zu erwarten.

Vor jeder Düngungsmaßnahme ist jedoch zu prüfen, wie viel Schwefel bereits durch die fest eingeplante Düngung, z. B. durch Mineraldünger, verabreicht wird. Hieraus könnten dann im Einzelfall Beschränkungen bezüglich der auszubringenden Gärrestmenge resultieren. Dies betrifft auch die anderen Nährstoffe und Mikronährstoffe. Auf

Tabelle 2: Zuordnungsliste möglicher Substrate zu den Gruppen nach Tabelle 1 (Auswahl [1])

AVV-Nr.	Erläuterung	Einteilung	Bemerkungen
020702	Abfälle aus der Alkoholdestillation: Obst-, Getreide- und Kartoffelschlempen, Schlamm aus Brennerei (Alkoholbrennerei)	Gruppe 1	
020107	Abfälle aus der Forstwirtschaft: Rinden, Holz, Holzreste	Gruppe 1	
040221	Abfälle aus unbehandelten Textilfasern: Zellulosefaserabfälle, Pflanzenfaserabfälle	Gruppe 3	
020203	Fettabfälle (Fleisch-, Fischverarbeitung) ¹⁾	Gruppe 4	Schwermetalle, AOX etc.
020204	Fettabscheider, Flotate (Fleisch-, Fischverarbeitung) ¹⁾	Gruppe 4	Schwermetalle, AOX etc.
020106	Tierische Ausscheidungen: Geflügelkot, Schweine- und Rindergülle; Mist, Altstroh ¹⁾	Gruppe 1 + 2	

1) Verwertung nur möglich, soweit Bestimmungen des Tierkörperbeseitigungs- oder Tierseuchengesetzes (sowie die hierzu erlassenen Rechtsverordnungen) dem nicht entgegenstehen

Grund der Wechselwirkungen zwischen den Nährstoffen untereinander und zwischen Nährstoffen und dem Boden dürfte es häufig zweckmäßig sein, alle zwölf Nähr-elemente (N, P, K, Mg, S, Ca, Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo) im Boden und in den Gärresten als Basis für eine sachgerechte Bemessung der Düngung zu bestimmen [9]. Bei der Abgabe von Gärresten ist generell die Düngemittelverordnung zu berücksichtigen.

Ein vorsorgender Bodenschutz (Eintrag = Austrag) ist im Hinblick auf Schwermetalle von Bedeutung, da sich ansonsten überhöhte Gehalte aus Gärresten und anderen Einträgen im Boden durch Anreicherung bilden können. Zu hohe Schwermetallgehalte können zu Ertragsdepressionen, unter Umständen sogar zu Pflanzenschäden führen. Dies betrifft auch die Überdosierung von Nährstoffen bzw. Spurenelemen-

ten (z. B. Mn, Cu, Zn). Im Allgemeinen liegen Schwermetalle jedoch immobil im Boden vor. Durch Änderungen des pH-Wertes, z. B. durch eine sauer wirkende Düngung oder durch variable Redoxbedingungen, kann es lokal zu Schwermetallausträgen ins Grundwasser kommen.

Auf Grund der Verunreinigungen von Eisensalzen zur Entschwefelung (Abb. 3) eines Rohbiogases mit 2.000 ppmv H₂S aus NawaRo-Anlagen mit Eisensalzen bei 3-facher Überdosierung sind bei einer Gärrest-Ausbringung von 10 t (TS)/ha * a neben Eisen mit Ausnahme von Mangan für alle anderen Schwermetalle als unbedenklich geltende Gehalte im Gärrest festzustellen. Eisen selbst wird zumeist an der Bodenmatrix festgelegt. Die ausgebrachten Mengen für Mangan, das zu den Mikronährstoffen gerechnet wird, liegen bei etwa 10 bis 20 Prozent der üblichen Bodendüngeempfehlungen. Für Gärreste aus nachwachsenden Rohstoffen ist keine wesentliche Belastung zu erwarten.

Bei Ausbringung der gleichen Gärrestmenge aus der Entschwefelung eines Rohbiogases mit einem sehr hohen H₂S-Gehalt in Höhe von 20.000 ppmv (Abfall-Anlagen) können die mit dem Gärrest ausgebrachten Man-

Tabelle 3: Untersuchungsumfang für Gärreste in Abhängigkeit der eingesetzten Substrate [1]

Substratgruppe	Ausbringung	zu untersuchende Parameter
Gruppe 1 aus land- und forstwirtschaftlicher Grundproduktion	außerhalb SZ II und außerhalb 50-Tage-Linie	- Nährstoffe gem. Düngerverordnung (Gesamt-N, Ammonium-N, Phosphat) - bei Inverkehrbringen zusätzlich Parameter der DüMV (§ 6, bzw. Anl. 2)
Gruppe 2 Wirtschaftsdünger	wie Gruppe 1	- Parameter der Gruppe 1 - bei Vorsorge/Verdacht ¹⁾ : Sporenbildner, Parasiten, Antibiotika, weitere Tierarzneimittel
Gruppe 3 aus Rückständen der Be- und Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte	nicht innerhalb WSG/WEG und nicht in sensiblen Gebieten ²⁾ Ausnahmegenehmigung in Schutzzone III durch zuständige Behörde bei Durchführung zusätzlicher Untersuchungen und Einhaltung von Obergrenzen möglich	- Parameter der Gruppe 1 Bei Ausnahmegenehmigungen: - Parameter der BioAbfV (Schwermetalle, Salmonellen etc.) - Schadstoffmonitoring, das im Einzelfall durch die zuständigen Behörden festzulegen ist: PAK, AOX, Tenside, zudem z. B. Untersuchungen auf Parameter der Gruppe 2 (Sporenbildner, Antibiotika, weitere Tierarzneimittel, PFC) - ggf. nachgeschaltete Aufbereitung der Gärrückstände
Gruppe 4 andere biogene Reststoffe - Bioabfall - tierische Nebenprodukte - Klärschlamm	nicht innerhalb WSG/WEG und nicht in sensiblen Gebieten keine Ausnahmen	- Parameter der Gruppe 1 - gesetzliche Vorgaben (BioAbfV, ggf. EU-HygieneV, ggf. AbfklärV) - ggf. Parameter der Gruppe 3 - ggf. nachgeschaltete Aufbereitung der Gärrückstände oder Entsorgung
Untersuchungshäufigkeit:	- Kontinuierlich über ein Jahr verteilt, mindestens jedoch halbjährlich bei Anlagen-Durchsatzleistung ≤ 3.000 t/a, vierteljährlich bei Anlagen-Durchsatzleistung > 3.000 t/a - zusätzliche Untersuchungen bei wesentlicher Änderung der Nährstoffgehalte sowie insbesondere bei Änderungen der Art und Zusammensetzung der Kosubstrate oder Änderung des Gärverfahrens	

¹⁾ z. B. bei Massentierhaltung, Zuchtbetrieben oder aus Vorsorgegründen

²⁾ „sensible“ bzw. wasserwirtschaftlich empfindliche Gebiete: z. B. Gebiete mit flachgründigen Böden, Karstgebiete, abschwemmungsgefährdete Flächen

ganmengen allein auf Grund der Beimengungen im Eisensalz bei 3-facher Überdosierung etwa in Höhe der üblichen Düngeempfehlungen liegen. Die Kupfergehalte entsprechen auf Grund der Verunreinigungen der Eisensalze aus der Entschwefelung eines Rohbiogases ca. 6 Prozent und die Nickelgehalte ca. 12 Prozent der Grenzwerte aus der BioabfV. Die ausgebrachten Mengen für Nickel liegen auf Grund der Beimengungen im Eisensalz bei ca. 40 g/ha, womit bereits 40 Prozent der zulässigen Zusatzbelastung nach BBodSchV von 100 g/ha * a erreicht werden. Für Kupfer und Zink liegen die Gehalte jedoch nur bei etwa 2 Prozent der Düngeempfehlungen und sind somit aus dieser Sicht als unbedeutender Einzelwert einzustufen. Die Schwermetallgehalte in den Gärresten können zusätzlich durch Art und Herkunft der Kosubstrate sehr stark beeinflusst werden. Beispielsweise können durch Schweinegülle und Putenmist erhebliche Mengen an Kupfer und Zink in den Gärresten eingetragen werden. Bei erhöhten Schwermetallgehalten diverser Quellen in den Gärresten können die aus dem Eisensalz stammenden Gehalte beispielsweise durch die Wahl eines anderen Eisensalzes reduziert werden.

Organische Schadstoffe

Die Gehalte an organischen Schadstoffen in Gärrückständen sind stark von den eingesetzten Substraten abhängig und kommen in Gärresten aus nachwachsenden Rohstoffen (z. B. Energiepflanzen) vermutlich nur in geringen Konzentrationen vor. Es zeigte sich, dass Schadstoffe insbesondere bei Verwendung von Kosubstraten (z. B. Gülle, Fette, Speisereste, Reste der Lebensmittelverarbeitung, Biotonne) in den Vergärungsprozess eingetragen werden können. In Gärresten aus Abfällen können bestimmte organische Schadstoffe, wie z. B. Tenside, Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) oder Adsorbierbare Organische Halogenverbindungen (AOX), in ähnlichen Konzentrationen wie in Klärschlämmen vorkommen [10, 11]. Vor dem Einsatz von Gärresten als Dünger, die organische Schadstoffe enthalten, muss momentan eine Einzelfallprüfung erfolgen, da zum jetzigen Zeitpunkt nur wenige Informationen über diese Schadstoffklasse vorliegen und somit keine allgemeingültigen Aussagen getroffen werden können.

Eine Anreicherung von nicht abbaubaren Schadstoffen, wie Schwermetallen und persistenten organischen Stoffen in den Gärresten, ist auf den weitgehenden Abbau organischer Substanz bei der Fermentation zurückzuführen. Dies bedeutet, dass in ungünstigen Fällen die Schadstoffgehalte der

eingesetzten Substrate den gesetzlichen Grenzwerten zwar entsprechen, durch den Abbau der organischen Substanz jedoch Grenzwerte bei den Gärresten nicht eingehalten werden können. Daher ist die landwirtschaftliche Verwertung der bei der Biogasproduktion anfallenden Gärreste im Hinblick auf eine mögliche Belastung der Böden und letztendlich der Gewässer kritisch zu sehen und zu reglementieren. Ein Gütesystem, durch das eine laufende Überwachung der eingesetzten Substrate und insbesondere der Gärrückstände sowie eine Kontrolle der vorgesehenen landwirtschaftlichen Fläche vor der Ausbringung auf Nähr- und Schadstoffe erfolgt, ist unbedingt zu empfehlen und sollte seitens der Genehmigungsbehörde verbindlich gefordert werden.

Hygienische Qualität der Gärreste

Die hygienische Qualität der Gärreste wird derzeit noch unterschiedlich bewertet. Unsicherheiten bestehen hinsichtlich der mikrobiologischen Unbedenklichkeit der Gärreste. Zu beachten ist auch die grundsätzliche Möglichkeit der Wiederverkeimung eines hygienisch unbedenklichen Gärrestes durch unsachgemäße Anlagen und Bedienung, wie z. B. Kurzschlussströmungen bei der Lagerung. Im Hinblick auf die mögliche Belastung der Gärreste mit Bakterien, Viren und Parasiten sollten aus Gewässerschutzgründen Gärreste grundsätzlich nicht in Trinkwasserschutzgebieten Zone II bzw. innerhalb der Linie, von der aus das genutzte Grundwasser eine Fließzeit von 50 Tagen zum Brunnen benötigt („50-Tage-Linie“), ausgebracht werden [12].

Gütesiegel für Gärrückstände

Die Anforderungen an ein freiwilliges Gütesiegel insbesondere für organische Risikostoffe/-träger aus Gülleanteilen sind zu hinterfragen (Arzneimittel-, Reinigungsrückstände, Viren/Bakterien etc.). Zunächst ist es jedoch erforderlich, dass eine kontinuierliche Gütesicherung bei der überwiegenden Mehrheit der Biogasanlagenbetreiber etabliert wird. Falls zu diesem Problemkreis keine wesentlichen Fortschritte zu erzielen sind, ist zumindest für die Gärreste, die auf Flächen innerhalb von Wasserschutz- und -einzugsgebieten ausgebracht werden sollen, ein verbindliches Gütesiegel für alle Gärreste einzuführen, welches erweiterte Qualitätsanforderungen mit vorgegebenen Grenzwerten regelt. Falls hygienische Vorgabewerte nicht eingehalten werden können, ist eine nachträgliche Behandlung der Gärreste anzustreben. Als Alternative zum Düngemiteleinsatz sollte unter definierten Randbedingungen (Einzel-/Ausnahmefälle) die ener-

getische (thermische) Verwertung der Gärreste in Erwägung gezogen werden.

Gefährdungspotenziale bei Biogasanlagen

Die Gefahr eines Unfalls bzw. einer unsachgemäßen Bedienung mit Folgen für Boden und Wasser ist bei Kleinanlagen in der Regel größer als bei Großanlagen. Um schon bei der Planung einer Anlage entsprechende Eingriffsmöglichkeiten seitens der genehmigenden Behörde zu haben, wird eine grundsätzliche Genehmigung nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz gefordert. Ebenfalls müssen alle Biogasanlagen unabhängig von der Anlagengröße während des Betriebs durch die Behörde oder durch unabhängige Sachverständige auf Einhaltung üblicher Standards und auf deren Sicherheit geprüft werden. Hierzu zählt auch, dass die Betreiber entsprechende Schulungen vorweisen müssen. Derzeit wird vom DVGW-Pk „TSM“ in Zusammenarbeit dem Pk „Biogas“ ein TSM-System für Biogaseinspeiseanlagen entwickelt, das die gesamte Prozesskette abdecken soll.

Fazit

Eine unregelmäßige und unkontrollierte Biogasnutzung kann erhebliche Risiken für die Umwelt mit sich bringen. In erster Linie sind es die Schutzgüter Boden, Grundwasser und Luft, die langfristig wirkenden Beeinflussungen ausgesetzt sind. Bei fahrlässigem und unsachgemäßem Umgang könnten in Zukunft nachhaltige Schädigungen der primär tangierten Schutzgüter erwartet werden, die wiederum über die Nahrungskette bzw. über Stoffwechselprozesse die nachgeordneten, höherwertigen Schutzgüter Mensch, Tier und Pflanze negativ beeinträchtigen würden.

Demgegenüber kann eine deutliche Erhöhung des Biogasanteils am Gesamtgasverbrauch nicht nur als ein positiver Beitrag zur Bewältigung der Klimakrise interpretiert werden (CO₂-Reduktion durch Einsparung fossiler Energieträger), auch weitere umweltrelevante Vorteile können mit dieser energiepolitisch-technischen Weichenstellung verbunden sein. Durch einheitlich geregelte und koordinierte Vorgehensweisen bietet sich insbesondere hinsichtlich industriell betriebener Großanlagen die Chance, organisatorische und technische Fehlentwicklungen zu korrigieren und für zukünftige Neuanlagen – unabhängig von deren Kapazität – auszuschließen. Ferner können Schadstoffanreicherungen in Böden durch den Einsatz problematischer Düngemittel wie schadstoffbelasteter Gärreste/Güllen/Klärschlämme vermieden werden. Wenn die Qualitätssicherung die mi-

robiologische Beschaffenheit der Gärreste mit einschließt, können auch mikrobiologische Einträge minimiert werden. Eine kontrollierte und nachhaltige Biogasproduktion kann dabei als Steuerungsinstrument in folgenden Bereichen fungieren:

- Verbesserungen der technischen Standards zur Erhöhung der Betriebssicherheit durch bundeseinheitliche Genehmigungsverfahren auf BImSchG-Basis für alle Biogasanlagen
- Energiepflanzenanbau unter Berücksichtigung von Gewässerschutzaspekten und pflanzenbedarfsgerechte Ausbringung qualitätsgesicherter, schadstoffarmer und hinsichtlich ihrer mikrobiologischen Beschaffenheit überprüfter Gärreste
- Kanalisierung von Abfallströmen und deren energetische Verwertung durch kontrollierte Zuweisung definierter Abfallstoffe an bestimmte Anlagentypen mit Ausschluss der landwirtschaftlichen Verwertung der Gärreste oder gegebenenfalls strengen Regelungen hinsichtlich einer möglichen Verwertung unter Gewässerschutzaspekten
- Verbesserung hinsichtlich der Praxis bei der Düngung mit Gärresten durch die Erzeugung kontrollierter hochwertiger organischer Düngemittel (ggf. mit nachgeschalteter Aufbereitung der Gärreste)

Unter der Voraussetzung, dass die gesetzlichen Regelungen den beschriebenen Erfordernissen angepasst werden, ist der ökologische Nutzen einer industriell betriebenen Biogasgewinnung unter Nachhaltigkeitsaspekten höher einzuschätzen als die potenziellen Risiken für die Umwelt. Wegen einer insgesamt immer noch ungenügenden Datenlage bezüglich der Schadstoffgehalte und der mikrobiologischen Belastung von Gärresten sowie zur kontinuierlichen Fortschreibung des Stands der Technik besteht aus Sicht des Gewässerschutzes aber weiterhin Forschungsbedarf.

Literatur:

- [1] Kiefer J., Ball T., Karch U., Köppel W. (2009): Bewertung der langfristigen Auswirkungen auf Boden, Pflanze, Luft und Wasser bei der Erzeugung von Biogas und der Einspeisung in das Erdgasverteilnetz. Abschlussbericht des DVGW-Projektes GW 1/01/07-A/B. Bearbeitet durch das Technologiezentrum Wasser Karlsruhe und die DVGW-Forschungsstelle Karlsruhe
- [2] Ball T., Kiefer J., Geiges M. (2008): Beurteilung der Erzeugung von Biomasse zur energetischen Erzeugung aus Sicht des Gewässerschutzes. Abschlussbericht zum DVGW-Forschungsvorhaben W1/03/05 (Literaturstudie). Bearbeitet durch das Technologiezentrum Wasser Karlsruhe.
- [3] Köppel, W., Karch, U. 2008: Verfahrenstechnische Betrachtung der Reinigung von Biogas. Abschlussbericht des DVGW-Projektes G1/04/07. Bearbeitet durch die DVGW-Forschungsstelle Karlsruhe.
- [4] BMWI 12.05.2009; Erneuerbare Energien; www.bmwi.de/BMWI/Navigation/Energie/energiestatistiken,did=180888.html

- [5] BMU (Bundesministerium für Umwelt N. u. R. n. 06.2009: Erneuerbare Energien in Zahlen Nationale und internationale Entwicklung. BMU (Bundesministerium für Umwelt N. u. R. (Hrsg.), Berlin
- [6] FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) 2008: Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland (ha). <http://www.nachwachsende-rohstoffe.de/cms35/Daten-und-Fakten.64.0.html?&spalte=3> letzter Zugriff 13.3.2009.
- [7] DVGW (Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.). 26.11.2008: Energiepflanzenproduktion und Einsatz von Gärückständen aus Biogasanlagen aus Sicht des Gewässerschutzes – Positionspapier. DVGW (Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.) (Hrsg.), Bonn
- [8] DENA (Deutsche Energie-Agentur GmbH), DVGW (Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.), ISET (Institut für Solare Energieversorgungstechnik e.V.). 2009: Biogaseinspeisung in Deutschland – Übersicht. <http://www.biogaspartner.de/index.php?id=10074> letzter Zugriff 28.10.2009
- [9] Albert E., Baumgärtel G., Gransee A., Kowalewsky H.-H., Lorenz F., Pasda G., Rex M., von Wulffen U. 11.2008: Grunddüngung effizient gestalten. DLG e.V. Fachzentrum Land- und Ernährungswirtschaft (Hrsg.): DLG-Merkblatt 349. ID3000.
- [10] Kördel W., Herrchen M., Müller J., Kratz S., Fleckenstein J., Schnug E., Saring, Thomas J., Reinhold J. 07.2007: Begrenzung von Schadstoffeinträgen bei Bewirtschaftungsmaßnahmen in der Landwirtschaft bei Düngung und Abfallverwertung. UBA (Umweltbundesamt) (Hrsg.): Forschungsbericht 202 33 305 und 202 74 271; UBA-FB 001017, Texte 30/07. Dessau ID1308.
- [11] Kupper T., Brändli R.C., Fuchs J., Bucheli T. 2007: Organische Schadstoffe in Kompost und Gärgut. BAFU (Bundesamt für Umwelt – CH), BFE (Bundesamt für Energie – CH), BLW (Bundesamt für Landwirtschaft – CH), AWEL (Amt für Abfall W. E. u. L. B. Z. (Hrsg.): Kompost und Gärgut in der Schweiz. Umwelt-Wissen 43/07 [Studie 1], 11-46. Bern ID1896.
- [12] DVGW (Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.). 06.2006: Technische Regel Arbeitsblatt W 101: Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser. DVGW (Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.) (Hrsg.): ISSN 0176-3504. Bonn

Autoren:

Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Frank Graf
 Dipl.-Ing. Wolfgang Köppel
 Dipl.-Geol. Udo Karch
 DVGW-Forschungsstelle am
 Engler-Bunte-Institut der Universität
 Karlsruhe (TH)
 Gasttechnologie
 Engler-Bunte-Ring 1
 76131 Karlsruhe
 Tel.: 0721 96402-21
 Fax: 0721 96402-13
 E-Mail: graf@dvwg-ebi.de
 Internet: www.dvlgw-ebi.de

Dipl.-Geol. Joachim Kiefer
 Dipl.-Ing. Thomas Ball
 DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW)
 Abteilung Grundwasser und Boden
 Karlsruher Str. 84
 76139 Karlsruhe
 Tel.: 0721 9678-200
 Fax: 0721 9678 102
 E-Mail: joachim.kiefer@tzw.de
 Internet: www.tzw.de



- Zugelassenes Unternehmen nach DVGW G 468-1
- Überprüfung von freiverlegten Gasleitungen auf Werksgeländen gemäß DVGW G 614
- Erstellung und Aktualisierung von Bestandsplänen
- Erfassung aller Mängel und Schäden

Hermann Sewerin GmbH

Robert-Bosch-Straße 3 | D-33334 Gütersloh
 Telefon +49 5241 934-0 | Telefax +49 5241 934-444
 www.sewerin.com | info@sewerin.com