

Umweltaspekte von Biogasanlagen

Biogas Plants and the Environment

Christoph Eipper

Das komplexe System einer BGA

Nachdem der Naturforscher Alessandro Volta um 1770 erstmals mit der Brennbarkeit von Sumpfgas experimentierte und der englische Physiker Michael Faraday dabei den Kohlenwasserstoff identifizierte, war es 1821 Avogadro, der die chemische Formel von Methan ermittelte. Schließlich schlug Louis Pasteur 1884 vor, mit Biogas, gewonnen aus Pferdemist, die Pariser Gaslaternen zu beleuchten. In Indien wurde dann 1897 die erste Biogasanlage zur Gewinnung von Gas für Beleuchtungszwecke und schließlich in Verbund mit einem Motor zur Stromerzeugung errichtet. Bis zum Zweiten Weltkrieg wurde insbesondere die intensive Nutzung von Klärgas vorangetrieben, die bereits in der ersten Anwendung der Kofermentation mündete, also der Zugabe energiereicher Substanzen zur besseren Gasproduktion. Danach folgte der vermehrte Einsatz in der Landwirtschaft. Die Biogasanlagen entwickelten sich in Sprüngen über die Ölkrise 1972/73, das Stromeinspeisegesetz 1990, das EEG 2000 und seine Novellierung 2004 bis hin zu einer bundesweiten elektrischen Gesamtleistung aller Anlagen von ca. 650 MW elektrische Leistung 2005 (Eder & Schulz 2006; Fachverband Biogas e.V. 2006). Gleichzeitig erfolgte der Wandel der eingesetzten Stoffe von Stallmist und Gülle zu nachwachsenden Rohstoffen (Nawaro-Anlagen) und zukünftig auch vermehrt zu Speiserest-Anlagen (durch EU-Verfütterungsverbot ab dem 1.11.2006).

Insbesondere die letzten 30 Jahre waren von einem massiven Anteil an von den Betreibern selbst entwickelten und gebauten landwirtschaftlichen Anlagen geprägt. Dabei näherte man sich der Komplexität der Anlagen oft empirisch, was in entsprechenden Ertragsproblemen und Unfällen mündete. Mit dem Bau industrieller Anlagen mit Anlagenleistungen von über 1 MW und mehr elektrische Leistung stellen zwischenzeitlich die Ressourcenversorgung, die Standortwahl und die umweltrechtlichen Anforderungen, neben den technisch-organisatorischen Themen, die entscheidenden Erfolgskriterien dar.

Wirft man einen systematischen Blick auf eine Biogasanlage, so zeigen sich zwei wichtige Steuerkreise (siehe Abbildung 1). Diese Steuerkreise identifizieren eine BGA als komplexes Standort-Anlagen-Objekt. Dabei kann ein erfolgreicher Anlagenbetrieb, der

Zusammenfassung

Mit der Novelle des EEG wurden die Einspeisevergütungen für Biogasanlagen (BGA) deutlich angehoben. In der Folge setzte ein Boom bei Planung und Bau von BGA ein. Zwischenzeitlich zeigen sich die für Boomphasen typischen Schattenseiten mit der Abwehrhaltung betroffener Nachbarn, den regelmäßigen, öffentlichkeitswirksamen Unfällen, der Ernüchterung bei Betreibern, weil die Anlagen nicht den erwarteten Ertrag abwerfen, und somit schlussendlich auch der Zurückhaltung von Banken, die vermeintlich risikoträchtige Investition kritisch bewerten. Der Beitrag beleuchtet die wichtigen umweltbezogenen und erfolgskritischen Aspekte von BGA.

Abstract

The Renewable Energies Act (EEG) as amended led to increased payments for energy produced in biogas plants. In consequence, the planning and erection of such plants boomed. In the meantime, some drawbacks became apparent, i.e. reservations hold by neighbours, accidents which received a wide media attention, disenchantment of the operators because the returns fell short of expectations and, last but not least, reservation of banks, which took a critical view on presumably risky investments. The article highlights environmental issues in respect of biogas plants and other aspects which are critical for the success of such developments.

zudem keine relevanten Umwelteinwirkungen auslösen soll, nur bei einer konsequenten und disziplinierten Abarbeitung der verbundenen Fragestellungen gelingen. Der erste Steuerkreis umfasst alle standortbezogenen Fragestellungen. Diese Fragen beleuchten die grundsätzliche, genehmigungsfähige Standortauswahl sowie die wirt-

schaftliche Tragfähigkeit sowohl unter dem Aspekt der Substratversorgung (ausreichende Menge und Qualität bei passender Kostenstruktur und Logistik) als auch der Distribution der gewonnenen Energie (Stromeinspeisepunkt, Wärmeabnahme etc.) und der Gärreste. Hier spielen auch Umweltaspekte eine wesentliche Rolle, wie z. B. die Trag-

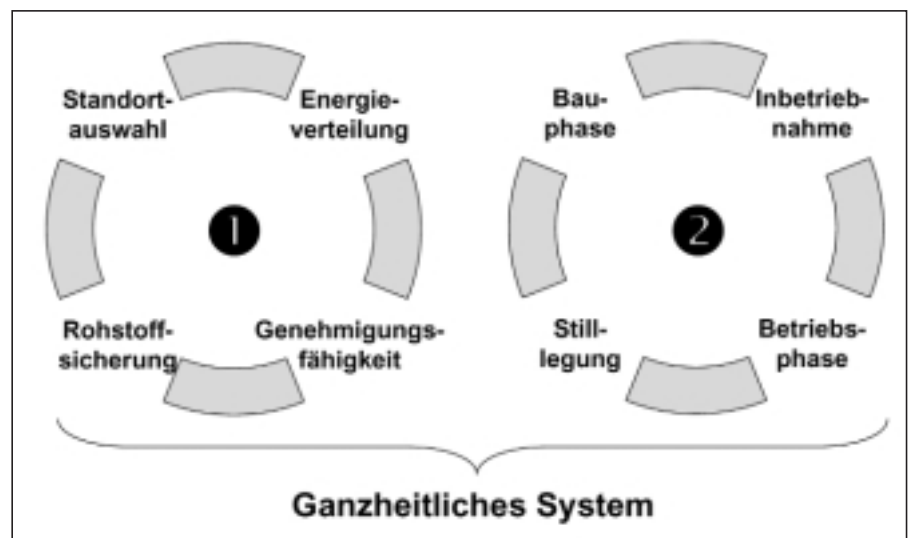


Abb. 1: Die Steuerkreise einer Biogasanlage (eigene Darstellung)

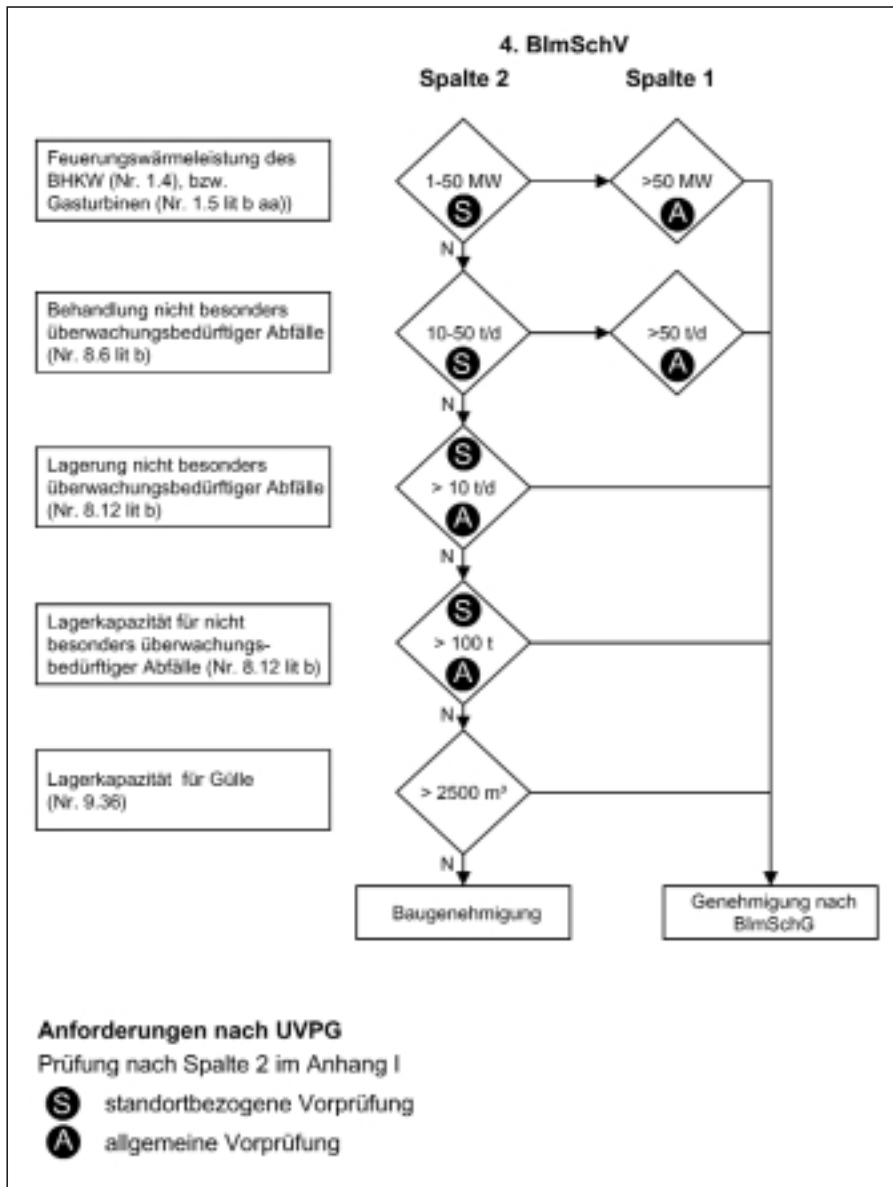


Abb. 2: Prüfungsroutine für genehmigungsbedürftige Anlagen. Da die Schwellenwerte für Anforderungen nach dem UVPG z. T. von den Schwellenwerten der 4. BImSchV abweichen, wird auf Tabelle 1 verwiesen. Ist ein Symbol über der Mengenschwelle eingetragen, so wird jene für UVPG-Anforderungen unterschritten (eigene Darstellung).

fähigkeit von Böden für Anbau der Energiepflanzen und Verbringung der Gärreste, die Beeinflussung von Ökosystemen oder die standortspezifische Ausbreitung von Lärm und Gerüchen.

Der zweite Steuerkreis beleuchtet die Anlage selbst. Dabei wird mit der Bauphase bereits der Grundstein für die spätere Wirtschaftlichkeit der Anlage gelegt. Hier werden die höchsten Anforderungen an Bauherren und

Nr. des Anhangs I	Kriterium	Prüfung Spalte 2
1.1.4	> 10 MW Feuerungswärmeleistung	S
1.2.2, 1.4.2	50-200 MW Feuerungswärmeleistung	A
8.4.1	> 50 t nicht überwachungsbedürftiger Abfall / d	A
8.4.1	10-50 t nicht überwachungsbedürftiger Abfall / d	S
8.9.2.1	Lagerkapazität für nicht überwachungsbedürftige Abfälle von 10 t je Tag oder mehr oder Gesamtlagerkapazität von 150 t oder mehr	A
8.9.2.2	Geringere Kapazitäten als 8.9.2.1	S

Tab. 1: Biogasanlagengrößen gemäß UVPG

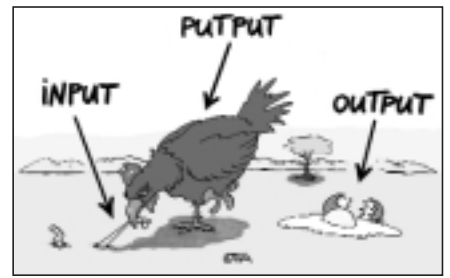


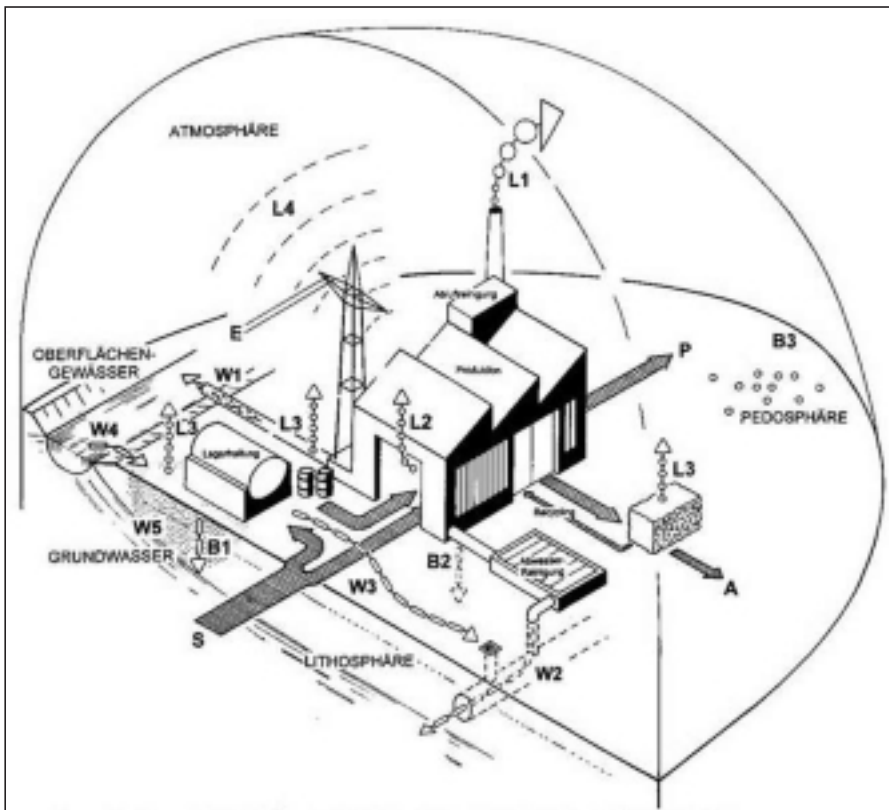
Abb. 3: Input-Output-Betrachtung als zentrale Aufgabe (aus: mit freundlicher Genehmigung von ©Tom).

Generalunternehmer gestellt. Eine wirtschaftlich erfolgreiche Betriebsphase kann nur mit einer gut geplanten Inbetriebnahme gelingen. Werden beim Anfahren des Reaktors Fehler gemacht, so sind die wirtschaftlichen Folgen einer eventuellen erneuten Anfahroutine (Leeren, Befüllen, Anfahren) über Jahre hinweg spürbar und ruinieren oft die Gesamtwirtschaftlichkeit der Anlagenplanung. Besondere Umweltaspekte ergeben sich aus den Folgen des gestörten Betriebs. Hierbei sind insbesondere auslaufende Fermenterinhalt (wassergefährdend!) durch z. B. Rohrrisse oder defekte Absperrschieber oder das Abblasen von Biogas (z. B. bei Ausfall des BHKW und Fehlen einer Fackel) zu nennen. Das Ende der Anlagenutzung ist insbesondere bei nach dem BImSchG genehmigungsbedürftigen Anlagen von der ordnungsgemäßen Stilllegung geprägt. Die aufwändige Abwicklung (insbesondere bei Betonanlagen) muss im Wirtschaftsplan beachtet werden.

Rechtliche Anforderungen

Biogasanlagen sehen sich als komplexe Anlagen auch einer bemerkenswert umfangreichen umweltrechtlichen Anforderungslage gegenübergestellt. Hier sollen die vielen einzelnen Regelungen aus nationalen und EU-rechtlichen Anforderungen nicht aufgezeigt werden, sondern lediglich die Ansätze, die zur Prüfung der Umweltaspekte führen. Auch die diversen länderrechtlichen Spezialitäten bleiben weiter unbeachtet. Vielmehr sollen hier summarisch die für eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung geltenden Anforderungen betrachtet werden. Dabei ist generell festzuhalten, dass Biogasanlagen nicht als eigenständige genehmigungsbedürftige Anlagen in der 4. BImSchV aufgeführt sind. Stattdessen werden einzelne betriebsnotwendige Einrichtungen in der 4. BImSchV genannt.

Abbildung 2 zeigt für Anlagen, die nicht in Zusammenhang mit anderen genehmigungsbedürftigen Anlagen errichtet werden, einen Prüfungsablauf, welcher klärt, ob eine Baugenehmigung oder eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung notwendig ist. Hinsichtlich einer Umweltverträglichkeitsprüfungspflicht gelten für Biogasanlagen die in Tabelle 1 benannten Schwellenwerte.



Input: S: Stoffe (Betriebs-, Hilfs-, Rohstoffe) Output: P: Produkte
 E: Energie A: Abfälle
 E: Emissionen (siehe unten)

Emissionen über den Luftpfad

- L1: direkte Abluft aus hierfür vorgesehenen Einrichtungen
- L2: diffuse Abluft aus Produktionsanlagen und -gebäuden
- L3: Freisetzung aus Lagerhaltung, Reststoffen, Abfällen und kontaminierten Böden
- L4: Lärm, Geruch, Strahlung

Emissionen über den Bodenpfad

- B1: Auslaufen und Versickern während Lagerung, Transport, Ab- und Umfüllen von wasser- und umweltgefährdenden Stoffen
- B2: Auslaufen aus nicht gesicherten Leistungssystemen
- B3: Eindringen von abgelagerten Luftschadstoffen über den Bodenpfad

Emissionen über den Wasserpfad

- W1: direkte Einleitung in den Vorfluter
- W2: indirekte Einleitung über die kommunale Kanalisation mit nachfolgender Abgabe in den Vorfluter
- W3: Kontamination von abfließenden Niederschlägen
- W4: Kontamination von Hochwasser bei Überspülung des Firmengeländes
- W5: Untergrundkontaminationen, die im Grundwassertidenbereich liegen

Abb. 4: Stoffstrombetrachtung über alle Umweltpfade (aus: Eipper 2003).

Ganzheitliche Analyse einer BGA

Alle Teilbereiche der oben dargestellten Regelkreise (vgl. Abbildung 1) sind mit Umwelteinwirkungen verbunden, die in einer Umweltprüfung zu unterziehen sind. Die einzelnen Umweltaspekte lassen sich durch eine konsequente Input-Output-Betrachtung (siehe Abbildung 3 und Abbildung 4) erfassen und entsprechend bearbeiten.

Die Betrachtung aus Abbildung 4 zeigt neben den anlagenbezogenen Faktoren auch

deutlich die Außenbeziehungen zum Standort. Hier finden sich alle klassischen Fragen einer Umweltprüfung, wie z. B. Nachbarschaft, Schutzgüter oder risikorelevante Standortsempfindlichkeit. Eine dezidierte Input-Output-Betrachtung verfolgt nicht nur die Standorteinwirkungen im Normalbetrieb einer Anlage, sondern auch jene im Havariefall bzw. im gestörten Betrieb.

Bei der Stoffstrombetrachtung ist zudem nicht nur die BGA als solche zu untersuchen, sondern im Rahmen einer „Cradle-to-grave-Betrachtung“ auch die vorgelagerte

Substraterzeugung sowie die Verbringung der Gärreste.

Dabei zeigt die Erfahrung mit den komplexen Bioreaktoren, dass – wie so oft bei systemischen Objekten – das Gesamte mehr ist als die Summe der Einzelbestandteile.

Analyse wichtiger Umweltaspekte

Die Analyse und Bewertung einer BGA ist ein vielschichtiger naturwissenschaftlicher, technischer, organisatorischer und umweltrechtlicher Arbeitsprozess. Generell stellt die Wirtschaftlichkeit einer solchen Anlage die absolute Leitgröße dar, weil sie ansonsten überhaupt nicht zu errichten wäre. Da hierbei jedoch zahlreiche Umweltaspekte einen direkten Einfluss auf den wirtschaftlichen Erfolg des Investors haben, werden nachfolgend ausschließlich jene betrachtet.

Ebenfalls nicht betrachtet werden bei diesem „Anlagenblickwinkel“ die generellen positiven Umwelteffekte von BGA wie z. B. (Eder & Schulz 2006)

- Verminderung von Geruchsbelastungen durch Behandlung der Gülle,
- Verminderung des Düngerbedarfs durch hochwertige Gärreste,
- Verminderung der Treibhausgase Methan und CO₂ und
- Verminderung der Keim- und Wildkrautbelastung in den Substraten.

In Tabelle 2 sind die wichtigen Prüfungsbe- reiche dargestellt.

Wichtige Schwachstellen

Trotz des maßgeblichen Einflusses der Umweltaspekte stellen jene nur einen Teil der insgesamt notwendigen Arbeitspunkte für den umweltgerechten und wirtschaftlich erfolgreichen Betrieb von Biogasanlagen dar. Generell müssen im Zuge der Planungs- und Bewertungsarbeiten folgende Risiken erkannt und beseitigt werden:

- Risiken, die die Realisierung oder die Gesamtzeitplanung gefährden (insbesondere nachbarschaftsrechtliche, umweltverwaltungsrechtliche und baurechtliche Probleme),
- Risiken, die die Auslastung und somit die Ertragsfähigkeit der Anlagen gefährden (insbesondere Probleme mit der Ressourcenversorgung oder Reststoffentsorgung),
- Risiken, die die Gesamtverfügbarkeit der Anlage und somit die Ertragskraft schmälern (insbesondere technisch-organisatorische Probleme) und
- Risiken, die durch unerwartete Ereignisse den Anlagenbestand bzw. die Einzelanlage oder die Nachbarschaft bedrohen (z. B. umweltgefährdende Stoffe, explosive Gase, Elementarissen).

Schlussendlich sind es dann aber doch gerade die Umwelteffekte, die als Geruchs- und Lärmprobleme oder durch Havarien öffentlichkeitswirksam werden und den Ruf der Branche in Mitleidenschaft ziehen können. Zusammenfassend kann festgehalten wer-

Themenkomplex	Einzelthema	Prüfaspekte
Substrat- versorgung und Gärrest- entsorgung	Anbauflächen	Flächengröße, Bodenqualität und klimatische Bedingungen müssen ausreichende Erntemengen gewährleisten; bei Bedarf müssen anbautechnische Maßnahmen zur Risikominderung getroffen werden (z. B. Bewässerung); zusätzlich ist auch die Marktlage und eventuelle Lieferkonkurrenz zu beachten. Im Zweifel wäre auch der Einsatz von Risikotransfermaßnahmen wie z. B. eine Ernteausfallversicherung zu prüfen. Unter dem Aspekt des standortgerechten Anbaus und der ökologischen Tragfähigkeit müssen ausreichende Flächen für entsprechende Fruchtfolgen verfügbar sein.
	Anbaupflanzen	Art und Qualität des Anbauguts steuern Gasmenge und Gasqualität (Methananteil im Biogas); bei Bedarf sind Gärversuche durchzuführen. Die Beachtung der Fruchtfolge ist dabei wichtig für die langfristige ökologische Tragfähigkeit und damit Ertragssicherheit.
	Nährstoffversorgung	Die Gesamtnährstoffbilanz muss über einen qualifizierten Flächennachweis (QFN) geleistet werden; jener ist oft Voraussetzung für eine zu erteilende Baugenehmigung.
	Substratrisiken	Werden in der Anlage Bioabfälle verarbeitet, kommt dem konsequenten Herkunftsnachweis und der Qualitätsüberwachung eine zentrale Bedeutung zu. Alle stofflichen Risiken können zur gesundheitlichen Gefährdung der Mitarbeiter, zum Zusammenbruch der Biologie im Reaktor und zu Verwertungsproblemen beim Gärrest führen.
	Transport	Ein wichtiger Umwelteffekt stellt die Fahrtfrequenz von Transportfahrzeugen und deren Schallemissionen dar. Jene sind grundsätzlicher Bestandteil eines immissionsschutzrechtlichen Antrags und führen häufig bereits im Vorfeld zu Auseinandersetzungen mit der Nachbarschaft. Die Transportkosten sind zudem eine entscheidende Größe bei der Gesamtkostenplanung für das Substrat, sodass sich die Lieferflächen in einem engen Radius um die BGA befinden müssen.
Anlagen	Lagereinheiten	Es werden große Substratlager (Siloplatte, Gärrestlager) benötigt, die einen entsprechenden Flächenbedarf auslösen und zu Versieglung führen. Mit dem Betrieb ist der Austritt von Gärgasen, Gerüchen und Silagesäften verbunden. Ebenso können Sammelgruben, Vorlagebehälter und Puffertanks vorhanden sein. Jene sind unter Aspekten der VAWs (Anlagenverordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen) sowie unter Havarieaspekten zu beachten. Insbesondere Letzteres hat in den vergangenen Jahren immer wieder zu spektakulären Güllefluten geführt, die Freiflächen, Wohnflächen und Gewässer kontaminierten.
	Fermenter und Gasspeicher	Es werden je nach BGA-Typ Haupt- und Nebenfermenter oder mehrere Batch-, Wechsel- oder Speicherbehälter betrieben. Es sind die typischen Geruchsemissionen sowie die Havarierisiken zu prüfen. Überall dort, wo das Biogas gesammelt wird (Gashaube über Fermenter, separater Foliengasspeicher), ist der Brand- und Explosionsschutz zu prüfen.
	BHKW und Wärmenutzung	Je nach Motortyp (Zündstrahler, Gasmotoren) sind die Schall- und Abgasemissionen zu prüfen. Zusätzlich können Nebeneinrichtungen (z. B. Zündöllager, Thermoöle, Kühlstoffe) als typische Boden- und Grundwasserrisiken sowie Arbeits- und Brandschutzrisiken relevant sein.
	Nebeneinrichtungen	Diverse Nebeneinrichtungen wie Substrataufbereitung, Hygienisierung, Aufschlussreaktoren (z. B. ThermDes-Stufe) werden betrieben und sind Quellen von insbesondere Schall und Geruch.
Standort- belastbarkeit	Nachbarschaft	Die mit einer BGA verbundenen Emissionen sind vorwiegend Geruch und Schall (Anlagen, Transportvorgänge). Eine entsprechende gutachterliche Bewertung der Einwirkungsbereiche und der betroffenen Nachbarschaft gehört zum Stand der Technik.
	Standort	Der Anlagenstandort und seine Umgebung sind insbesondere betroffen durch Versiegelung (abhängig von Art der BGA-Technik, Substrat- und Gärrestlagerung), Havarierisiken (abhängig von der Schutztechnik der Behälter und der Topographie des Standortes), Veränderung der Substrat liefernden Anbauflächen (vor dem Hintergrund der aktuellen Energiemais-Monokultur-Diskussion sei darauf hingewiesen, dass derzeit lediglich 10 % der gesamten Anbaufläche Deutschlands mit Grün- und Silomais bestanden sind, Beeinträchtigung des Landschaftsbilds durch die baulichen Maßnahmen. Bei der Standortbetrachtung liefern ausgewiesene Schutz- und Schongebiete zusätzliche Risikoinformationen und führen zu Maßnahmen. Zusätzlich sind Standortrisiken relevant, die die Biogasanlage treffen und Umweltfolgen haben könnten (z. B. Hochwasser, Bergsetzungen).

Tab. 2: Wichtige Prüfungsbereiche von BGA (Quelle: eigene Darstellung)

den, dass Biogasanlagen in ihrer Anlagenkomplexität sowie in ihrer engen Einbindung in ihren Produktions- und Entsorgungsstandort nur wirtschaftlich erfolgreich betrieben werden können, wenn die dargestellten Umweltaspekte gleichberechtigt mit den technisch-organisatorischen Erfordernissen beachtet werden.

Literatur

- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (2006) (Hrsg.): Biogashandbuch Bayern mit Materialienband, München.
- Fachverband Biogas e.V. (2006) (Hrsg.): Biogas in Deutschland 2005, Freising.
- Eder, B. & Schulz, H. (2006): Biogas Praxis, Staufen bei Freiburg.
- Eipper, C. (2003): Unternehmensbewertung unter Umweltaspekten, Teil 1: Für Unternehmensaufkäufer.

In: Lutz, U. (Hrsg.): BUM 01-06-01, Neidlingen (Betriebliches Umweltmanagement).
Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2004): Landwirtschaft in Zahlen 2003, Wiesbaden.

Dr. Christoph Eipper, Envi Experts,
Praunstr. 22, 90489 Nürnberg,
Telefon (09 11) 36 06 19 80,
E-Mail: christoph.eipper@envi-experts.de