

Optische Gasleckageortung an Biogasanlagen

Frank Zahorszki, Merseburg



Biogasanlagen sind mittlerweile ein bedeutender wirtschaftlicher Faktor in der regenerativen Energieerzeugung geworden. Neben milliardenschweren Investitionen in Anlagen sind tausende Personen mit der Wartung, Pflege und dem Betrieb der Anlagen beschäftigt. Dabei wurden viele Betreiber plötzlich mit Anforderungen hinsichtlich Anlagensicherheit, Explosionsschutz und Vermeidung umweltgefährdender Emissionen konfrontiert.

Ein wesentlicher Faktor beim sicheren und nicht umweltgefährdenden Betrieb von Biogasanlagen stellt die Leckagefreiheit dar. In Anbetracht eines ca. 23-fachen klimaschädigenden Potenzials – verglichen mit CO_2 – kann bei einer entsprechenden Leckrate die Anlage schnell zu einer Netto-Klimaschädigung werden. Daher geraten Biogasemissionen immer stärker in den Fokus von Genehmigungs- und Überwachungsbehörden. Der Trend geht hin zu vorgeschriebenen Abnahmemessungen und wiederkehrenden Prüfungen. Dabei wird häufig schon eine Messung mit einer optischen Gaskamera vorgeschrieben, da sich Techniken wie Sniffer und Methanlaser nicht im prognostizierten Umfang bewährt haben.

In der Chemie- und Raffinerieindustrie – die durchaus viele Parallelen mit Biogasanlagen hat – empfiehlt die EU schon den Einsatz dieser optischen Gaskameras als „best available technology“.

Nicht zuletzt schauen sich Versicherungen mittlerweile Biogasanlagen genauer an, da diese ein Risiko in nicht zu unterschätzender Höhe darstellen, wenn es infolge Gasaustritt zu Bränden, Explosionen oder Schäden bei Personen oder der Umwelt kommt. Ein technisch sicherer Betrieb der Anlagen wird immer häufiger

von den Versicherungen honoriert bzw. gefordert.

Messprinzip

Aus der Spektroskopie ist für Gase die Existenz von Absorptionsbanden – z. B. im infraroten Spektrum – bekannt. Diese lassen sich z. B. mit einem IR-Spektrometer ermitteln.

Typischerweise sind Infrarotkameras als relativ breitbandige Kameras ausgelegt, d. h. sie haben z. B. einen Messbereich zwischen Wellenlängen von 8 bis 14 μm . Setzt man einen spektralen Filter im Bereich einer Absorptionsbande des Gases ein, beschränkt man die in die Kamera einfallende Infrarotstrahlung auf diesen Bereich. Wie aus der Analogfotografie bekannt, führt dies zu einer Reduzierung der Strahlungsintensität, die entsprechend ausgeglichen werden muss. Da man mit der Kamera mobil arbeiten möchte, kann man hier nicht die Belichtungszeit verlängern, da man dann ein Stativ bräuchte und die sich bewegende Gaswolke dann auch entsprechend „verschmiert“ wäre. Die Lösung ist die Nutzung eines thermisch sehr hochempfindlichen IR-Detektors. Die NETD (Noise Equivalent Temperature Difference) guter Detektoren liegt bei 15 mK oder besser. Bei schlechteren Werten ist keine sichere Erkennung kleinerer Leckagen

möglich. Damit durch das Spektralfilter keine Störstrahlung emittiert wird, muss dieses auch gekühlt werden.

Durch die spektrale Filterung wird die Gaswolke vor dem Hintergrund sichtbar – vergleichbar mit einer „Schlierenfotografie“. Diese Erkennung lebt von der Bewegung der Gaswolke, d. h. die Dokumentation erfolgt mit einem Video. In einem statischen Foto sind nur die wenigsten Gasleckagen klar erkennbar. Da Farben bei dieser Applikation im Sinne eines perfekten Kontrasts und klaren Bildes eher hinderlich sind, hat sich ein Graustufenvideo als die Standarddokumentation von Gasleckagen durchgesetzt. Versuche, Leckstellen einzufärben, stellen kein sicheres Verfahren dar, da hier der Bediener mit subjektiver Willkür die Einstellung vornimmt. Eine klare farbliche Markierung der Gaswolke innerhalb typischer Konzentrationsgrenzen ist nicht möglich.

Die Messung stellt ein rein visuelles – d. h. qualitatives – Verfahren dar, das keine Konzentrationswerte des Gases liefern kann. Auch kann momentan keine Unterscheidung oder Erkennung eines einzelnen Gases mit den Kameras vorgenommen werden, d. h. man kann im Livebild nicht zwischen Methanol und Toluol unterscheiden. Typischerweise ist jedoch in technischen Anlagen klar, was

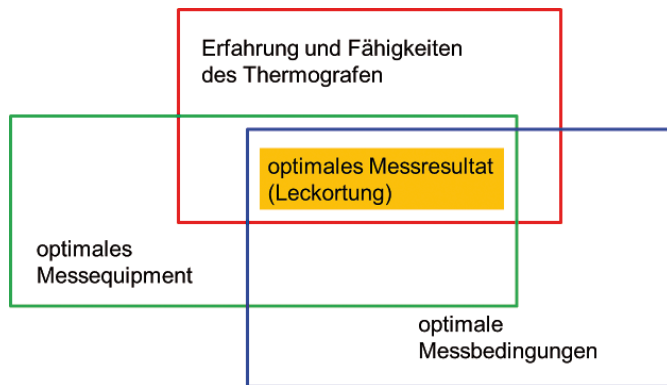


Bild 1 Faktoren für ein optimales Messergebnis.

sich in den Rohrleitungen oder Behältern befindet.

Wesentliche Einschränkungen der Messbarkeit sind nur durch Wind und starken Niederschlag gegeben. Generell hängt das Messergebnis u. a. von folgenden Faktoren (in unterschiedlicher Wichtung) ab:

- dem speziellen Gas und der Intensität seiner Absorptionsbande im Wellenlängenbereich der Kamera,
- der Windstärke und damit der Verwirbelung des Leckgasstroms an der Leckstelle,
- der Temperaturdifferenz zwischen Gas und Hintergrund,
- der „Gleichmäßigkeit“ des Hintergrunds,
- den individuellen Fähigkeiten des Bedieners der Kamera,
- dem Vorhandensein einer Leckage – „ohne Leck keine Leckortung“.

Vereinfacht lässt sich dies wie in Bild 1 darstellen.

Anwendung optischer Gaskameras

Da die Kameras entsprechend ihrer ausgelegten Wellenlängenbereiche eine Vielzahl von Gasen visualisieren können, haben sich bereits eine Vielzahl von Anwendungen ergeben. Allen gemeinsam ist die effiziente und sichere Erkennung von gefährlichen Gasen mit Potenzial für:

- Umweltschäden durch klimarelevante Emissionen,
- Personenschäden durch Vergiftung, Erstickung oder Verätzung,
- Brand- und Explosionsgefahren,
- erheblicher wirtschaftliche Schädigung durch Verlust von Rohstoffen, Zwischen- oder Endprodukten,
- Konflikten mit Behörden oder Anwohnern,
- schlechtes Firmenimage.

Typische Applikationen und Substanzen für einige Wellenlängenbereiche: 3,2 bis 3,4 μm

- flüchtige Kohlenwasserstoffe wie Alkohole, Lösungsmittel und Brenngase,
- Biogas mit seiner Hauptkomponente Methan.

4,1 bis 4,3 μm

- Kohlenstoffdioxid (CO_2): klimarelevante Emissionen aus Verbrennungs- und Hitzebehandlungsanlagen,
- Nutzung von CO_2 als ungefährliches und preiswertes Testgas für Dichtheitsprüfungen großer und komplexer Anlagen.

4,52 bis 4,67 μm

- Kohlenstoffmonoxid in Stahlwerken, Gießereien und chemischen Produktionsstandorten.
- Silane in der Halbleiterindustrie,
- Cyan- und Arsenverbindungen.

8,0 bis 8,6 μm

- FCKW-Kühlmittel wie R134A, R22 u. a.,
- weitere chlorierte oder fluorierte Verbindungen.

10,3 bis 10,7 μm

- Schwefelhexafluorid (SF_6) in elektrischen Schaltanlagen, als Gießhilfsmittel (Inertgas) oder Ätzgas in der Halbleiterindustrie.
- Ammoniak als Kühlmittel oder in chemischen Anlagen,
- Olefine,
- Fluoride, Bromide und Chloride.

Anforderungen an die Kamerabediener

Es gibt noch keine allgemein gültigen Anforderungen an die Bediener solcher Kameras. Bedingt durch die hohen Gerätepreise werden diese Kameras momentan noch weitgehend durch Fachleute eingesetzt. Wenn man ein Anforderungsprofil für Bediener erstellen müsste, wären u. a. die folgenden Punkte sinnvoll:

- Kenntnis der technischen Besonderheiten der zu inspizierenden Anlagen,
- ruhiges und systematisches Arbeiten, um keine potenziellen Leckstellen auszulassen,

- Höhentauglichkeit und sicherer Tritt,
- Sensibilität für die sicherheitstechnischen Anforderungen (Nutzung eines Personenschutzgeräts zur Erkennung von Ex-Atmosphären und giftigen Atemluftzusammensetzungen, wie H_2S -Gas)

Im Rahmen der Schulungen zu solchen Gaskameras werden in den Kursen des Autors u. a. folgende Punkte vermittelt:

- Einführung in das Messverfahren und die Gerätetechnik,
- Bedienung der Kamera,
- Vermeidung von Fehlinterpretationen,
- Übungen an Kundenanlagen,
- Dokumentation der Messungen und Erstellung von Prüfberichten,
- Bewertung der Messungen – z. B. durch Nutzung von Bewertungsmatrizen.

Anwendung der Kamera bei Biogasanlagen

Für den Einsatz der Kamera an Biogasanlagen muss eine Kamera folgende Anforderungen erfüllen:

- Mobile Kamera, damit alle wichtigen Stellen auch direkt erreicht werden können. Für den Betrieb der Kamera notwendige Stativ und Notebooks sind auf Mannleitern und Gitterrostböden sehr hinderlich. Nur so kann eine ausreichende Detailauflösung der potenziellen Leckstellen erreicht werden.
- Höchste thermische Auflösung von besser als 15 mK. Dies gewährleistet eine sichere Erkennung der feinen Wärmestrahlungsunterschiede zwischen der Gaswolke und dem Hintergrund.
- Leistungsstarke integrierte Bildverarbeitung zur weiteren Schärfung der Sensitivität. Ein gutes Beispiel hierfür ist der High-Sensitivity-Mode (HSM).

Der Quasi-Standard bei den am Markt verfügbaren optischen Gaskameras ist das Modell GF320 von FLIR mit einer Marktabdeckung von über 80 %. Diese mobile und robuste Kamera wurde auch für noch widrigere Anforderungen wie z. B. Offshore-Plattformen in der Nordsee konzipiert und kann daher auch problemlos im Winter eingesetzt werden.

Typische Leckagen an Biogasanlagen

Die zwei bis drei typischen Leckstellen gibt es an Biogasanlagen nicht. Man kann eher feststellen, dass bestimmte Bereiche eher nicht zu Leckagen tendieren, wie z. B. die Biogasleitungen zwischen Anlage und BHKW oder die Gaswäsche. Generell lassen sich bei den Messungen Leckstellen an folgenden Punkten finden:

- Biogasmembran: innere Fehler (oft nur über die Abluftklappe der Tragluft erkennbar),
- unzureichende oder gelöste Befestigung der Biogasmembran auf dem Behälterrand,
- gelegentlich Schäden an der Biogasmembran durch versehentlichen oder absichtlichen Beschuss mit Jagdmunition,
- Einbindung von Schauluken und Messstutzen,
- Einbindung von Rohrleitungen,
- Dichtungen an Flanschen und Schiebern (mangelhafte Montage oder Verschleiß),
- Kabeleinführungen für innenliegende Rührer,
- nicht ausreichend gefettete Seildurchführungen für die Verstellung der Rührer,
- falsch eingestellte oder schlecht gewartete (Kondensat nicht kontinuierlich abgelassen) Überdrucksicherungen,
- Korrosion an Edelstahltanks und -rohrleitungen,
- Einwirkung von Umgebungseinflüssen (Witterung, Sturm, Anfahren durch Fahrzeuge),
- Methanschlupf an BHKW.

Die Bilder 2 bis 5 zeigen einige Leckagefälle.

Bei der Bewertung der aufgefundenen Fehler gibt es noch kein einheitliches Schema, auf das sich die Anwender oder Behörden verständigt haben. Die Frage der sicheren Quantifizierung der aufgefunden Leckmenge ist noch gänzlich unklar. Für die Einschätzung zur Dringlichkeit und Wirtschaftlichkeit der mög-

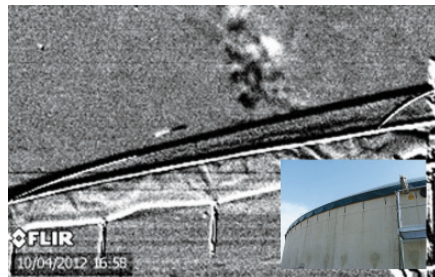


Bild 2 Leckage am Behälterdach.

lichen Reparatur einer erkannten Leckstelle kann man u. a. folgende Punkte in die Bewertung einbeziehen:

- Möglichkeit zur Akkumulation von austretendem Gas – Erzeugung einer explosionsfähigen Atmosphäre,
- Nähe zu potenziellen Zündquellen,
- Risiko einer Leckagenerweiterung,
- visuell festgestellte „Intensität“ der Leckage,
- Verhältnismäßigkeit zwischen Gasverlust und Reparaturaufwand – z. B. bei kleinen Löchern in der Biogasmembran.

Zusammenfassung

In der Biogasbranche hat sich die Technik der Infrarotkameras bereits durchgesetzt. Neue Regularien wie z. B. die TRBS „Biogasanlagen“ werden dies nur noch gesetzgeberisch untersetzen. Auch Gewerbeaufsichtsämter und Be-



Bild 3 Gasverlust aus Überdrucksicherung infolge Falscheinstellung oder nicht optimierter Betriebsweise der Anlage.

rufsgenossenschaften drängen immer stärker auf die kameraunterstützte Dichtheitsprüfung. Etablieren wird sich wahrscheinlich eine Inspektion in zweijährigem Turnus.

Das bekannte Graustufenvideo ist mittlerweile der Quasi-Standard für die optische Gasleckortung.

Je nach den individuellen Verfügbarkeitsanforderungen wird es Betreiber geben, die eine solche Messtechnik im eigenen Unternehmen vorhalten wollen oder lieber auf die Erfahrungen eines spezialisierten Dienstleisters zugreifen. Eine moderne und hochauflösende optische Gaskamera, eine entsprechende Ausbildung an der Technik und Kenntnisse der zu inspizierenden Anlagen sollten dabei die Grundlage für eine sicheres und reproduzierbares Messergebnis bilden.

TS 404

	Autor
	Dipl.-Ing. Frank Zahorszki ITEMA GmbH, Merseburg. info@itema.de



Bild 4 Gasverlust an einem Rührermotor.

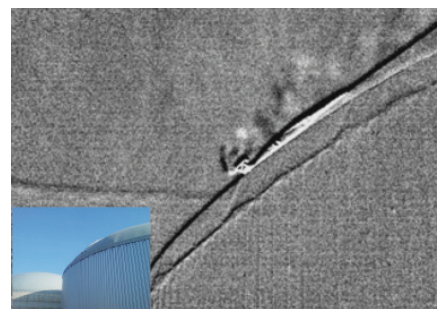


Bild 5 Leck an der inneren Biogasmembran – sichtbar an den Abluftklappen der Tragluft.