
**Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung
zur Ermittlung des angemessenen Abstands
auf Grundlage von § 50 BImSchG i.V.m.
KAS-18/KAS-32 für den geplanten
externen Foliengasspeicher der
Bioenergie Bünthe GmbH & Co. KG**

Auftraggeber:

**Bioenergie Bünthe GmbH & Co. KG
Oberstraße 8
31162 Bad Salzdetfurth**

Dipl.-Umweltwiss. T. Ebenthal
Dipl.-Chem. J. Mund
TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG
Große Bahnstr. 31, 22525 Hamburg

☎ 040 / 8557 - 2756

Az.: 8112880886

Stand: 16.12.2015

Inhalt

1	Einführung.....	4
1.1	Ausgangssituation und Zielsetzung.....	4
1.2	Unterlagen.....	4
2	Abstandsbetrachtungen für Betriebsbereiche gemäß 12. BImSchV.....	7
2.1	Allgemeine Schutzziele gemäß § 50 BImSchG.....	7
2.2	Achtungsabstand gem. KAS-18.....	8
2.3	Ermittlung des angemessenen Abstands gem. KAS-18.....	10
3	Abstandsempfehlungen für BGA gemäß KAS-32.....	11
3.1	Vorbemerkungen.....	11
3.2	Rahmenbedingungen der Abstandsbetrachtungen.....	14
3.3	Ergebnis der Abstandsempfehlung ohne Detailkenntnisse / Achtungsabstand.....	15
3.4	Annahmen für die Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen / angemessener Abstand.....	16
4	Beschreibung des Anlagenstandortes und der Verfahrenstechnik der BGA Bioenergie Bünthe.....	18
4.1	Vorbemerkungen.....	18
4.2	Allgemeine Angaben zum Anlagenstandort.....	18
4.3	Anlagentechnik der BGA der Bioenergie Bünthe.....	22
4.3.1	Gärstrecke/Gaserzeugung inkl. Gaskonditionierung	22
4.3.2	Externer Foliengasspeicher	24
4.4	Betriebsdaten der BGA Bioenergie Bünthe.....	30
5	Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung.....	32
5.1	Vorbemerkungen.....	32
5.2	Rahmenbedingungen.....	32
5.2.1	Stoffinventar/frei gesetzte Stoffmenge	32
5.2.2	Gefährdungsereignisse im Rahmen der Auswirkungsanalyse/ Einzelfallbetrachtung	33
5.2.3	Störfallbeurteilungswerte	34
5.2.4	Leckagefläche und Leckagehöhe	36
5.2.5	Gaszusammensetzung	36
5.2.6	Stofffreisetzungsverhalten	37
5.2.7	Gasausbreitungsbedingungen	37

5.3	Störfallsimulationsmodelle.....	38
5.4	Berechnungsergebnisse.....	39
5.4.1	Szenario 1: Gasfreisetzung infolge einer Leckage in dem Foliengasspeicher	39
5.4.2	Szenario 2: Ursachenunabhängige Zündung der frei gesetzten Biogaswolke	41
5.4.3	Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse	45
6	Zusammenfassung der Ergebnisse	47

1 Einführung

1.1 Ausgangssituation und Zielsetzung

Die Bioenergie Bünthe GmbH & Co. KG [Bioenergie Bünthe] plant die Erweiterung der bestehenden Biogasanlage [BGA] um die Errichtung eines externen Foliengasspeichers in einer Entfernung von ca. 1,7 km von der eigentlichen Gaserzeugung/Gärstrecke am Standort der alten Kläranlage in Bad Salzdetfurth (Standort: Am Triftweg, 31162 Bad Salzdetfurth). Infolge des maximalen Speichervolumens des externen Foliengasspeichers von 11.000 m³, was bei einer unterstellten Dichte des Biogases von etwa 1,2 kg /m³ einer insgesamt gelagerten Menge von etwa 13.200 kg entspricht, fällt die Anlage bzw. der Betriebsbereich in den Regelungsbereich der zwölften Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [BImSchG]/, namentlich in die Störfallverordnung [12. BImSchV], und zwar mit den Grundpflichten.

Seitens des Staatlichen Gewerbeaufsichtsamts Hildesheim [GAA Hildesheim] ist vor dem Hintergrund, dass sich innerhalb eines Radius von 200 m (ermittelter Achtungsabstand für BGA) um den Standort des geplanten externen Foliengasspeichers schutzbedürftige Gebiete/Objekte im Sinne von § 50 BImSchG befinden, festgelegt worden, im Rahmen einer Auswirkungsanalyse bzw. Einzelfallbetrachtung den sog. angemessenen Abstand zu ermitteln. Die Bioenergie Bünthe wiederum beauftragte die TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG [TÜV NORD] mit der Erstellung dieser Auswirkungsanalyse/ Einzelfallbetrachtung zur Ermittlung des angemessenen Abstands für den geplanten externen Foliengasspeicher.

1.2 Unterlagen

Folgende Unterlagen wurden den Sachverständigen u. a. zur Beurteilung vorgelegt:

- Betriebstagebuch BGA Bioenergie Bünthe, undatiert
- Geplanter Lage-/Aufstellplan des externen Foliengasspeichers der BGA Bioenergie Bünthe, undatiert
- R+I-Schema BGA Bioenergie Bünthe nach geplanter Anlagenflexibilisierung, Verfasser: Energethik Ingenieurgesellschaft mbH, Stand: 26.11.2015
- R+I-Schema BGA Bioenergie Bünthe aktueller Stand, Verfasser: BIOGAS NORD Anlagenbau GmbH, Stand: 03.02.2011
- Stadt Bad Salzdetfurth: Bebauungsplan Nr. 17 „Schul-, Sport- und Freizeitzentrum“, 6. Änderung im Entwurf
- Verschiedene Dokumentationsunterlagen zu den geplanten technischen Komponenten für die geplante Anlagenflexibilisierung der BGA Bioenergie Bünthe (Folien-

gasspeicher, Tragluftgebläse, Gasdruckerhöhungsgebläse, Überdrucksicherung, Sensorik, etc.)

- Union Instruments GmbH: Betriebsanleitung INCA Analysator Serie zur Messung von Biogas, Rohbiogas, Deponiegas und Biomethan; Stand: 15.03.2010

Darüber hinaus wurden seitens der Sachverständigen folgende Dokumente für die Erstellung dieser gutachterlichen Stellungnahme herangezogen:

- Kommission für Anlagensicherheit beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit [KAS]: Leitfaden: Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung § 50 BImSchG [KAS-18]; 2. überarbeitete Fassung, Stand: November 2010
- Kommission für Anlagensicherheit beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit [KAS]: Arbeitshilfe: Szenarienspezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18 [KAS-32]; Stand: November 2014
- Störfallkommission beim Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit [SFK]: Abschlussbericht: Schadensbegrenzung bei Dennoch-Störfällen; Empfehlungen für Kriterien zur Abgrenzung von Dennoch-Störfällen und für Vorkehrungen zur Begrenzung ihrer Auswirkungen [SFK-GS-26]; Stand: Oktober 1999
- Störfallkommission beim Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit [SFK]: Bericht Konzept zur Begründung der Konzentrationsleitwerte im Störfall des Arbeitskreises Schadstoffe (Luft) der SFK [SFK-GS-28]; Stand: Oktober 1999
- Sachverständigenbüro für Anlagensicherheit Dr.-Ing. Bernd Schalau: Programm zur Numerischen Störfallsimulation [ProNuSs]; Bedienhandbuch in der Programmversion 8
- Schröder, V., Schalau, B., Molnarne, M.: Explosion protection in biogas and hybrid power plants; Procedia Engineering 84 (2014) 259 – 272
- Schalau, B.: Auswirkungsbetrachtungen im Rahmen der Flächennutzungsplanung; Vortrag im Rahmen der Internationalen Bio- und Deponiegas-Fachtagung "Synergien nutzen und voneinander lernen VIII"; 20./21.05.2014
- Molnarne, M., Schröder, V.: Wie werden die Explosionsgrenzen von Biogas berechnet? Vortrag auf der ProcessNet-Jahrestagung in Aachen; 16.10.2007

Darüber hinaus wird ebenso auf die wesentlichen Rechtsgrundlagen der gutachterlichen Stellungnahme hingewiesen:

- Bundes-Immissionsschutzgesetz [BImSchG] in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 76 des Gesetzes

vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist

- Störfall-Verordnung [12. BImSchV] in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. Juni 2005 (BGBl. I S. 1598), die durch Artikel 79 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist

Darüber hinaus fand am 17.11.15 ein Vor-Ort-Termin an dem geplanten Aufstellungsstandort des externen Foliengasspeichers statt, an dem Vertreter der Bioenergie Bünthe, der Energethik Ingenieurgesellschaft mbH als dem planenden Ingenieurbüro für den geplanten Umbau bzw. die Flexibilisierung der BGA Bioenergie Bünthe, des GAA Hildesheim sowie des TÜV NORD teilgenommen haben.

2 Abstandsbetrachtungen für Betriebsbereiche gemäß 12. BImSchV

2.1 Allgemeine Schutzziele gemäß § 50 BImSchG

§ 50 Satz1 BImSchG lautet wie folgt:

„Bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen sind die für eine bestimmte Nutzung vorgesehenen Flächen einander so zuzuordnen, dass schädliche Umwelteinwirkungen und von schweren Unfällen im Sinne des Artikels 3 Nummer 5 der Richtlinie 96/82/EG in Betriebsbereichen hervorgerufene Auswirkungen auf die ausschließlich oder überwiegend dem Wohnen dienenden Gebiete sowie auf sonstige schutzbedürftige Gebiete, insbesondere öffentlich genutzte Gebiete, wichtige Verkehrswege, Freizeitgebiete und unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvolle oder besonders empfindliche Gebiete und öffentlich genutzte Gebäude, so weit wie möglich vermieden werden.“

§ 50 Satz 1 BImSchG bezieht sich demnach sowohl auf den bestimmungsgemäßen Betrieb von Anlagen wie auch auf den nicht-bestimmungsgemäßen Betrieb mit grundsätzlich möglichen schweren Unfällen in entsprechenden Betriebsbereichen. Unter schweren Unfällen oder auch Störfällen sind wiederum größere Ereignisse wie etwa Explosionen, Brände oder auch Stofffreisetzungen zu verstehen, die sich aus einer Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs ergeben und zu einer ernsten Gefahr für die menschliche Gesundheit und/oder die Umwelt führen können.

Als schutzbedürftige Objekt i.S. § 50 Satz 1 BImSchG werden wiederum gem. KAS-18 die folgenden Nutzungen angesehen:

- Baugebiete i.S.d. Baunutzungsverordnung [BauNVO] mit dauerhaftem Aufenthalt von Menschen
- Gebäude oder Anlagen zum nicht nur dauerhaften Aufenthalt von Menschen oder sensible Einrichtungen (z. B. Schulen, Kindergärten, Krankenhäuser, Altenheime, aber auch öffentlich genutzte Gebäude mit Publikumsverkehr wie Einkaufszentren, Parkanlagen, Hotels, etc.)
- Wichtige Verkehrswege wie z. B. Autobahnen, Hauptverkehrsstraßen, ICE-Trassen, etc.

Zur Umsetzung der sich aus § 50 Satz 1 BImSchG ergebenden Anforderungen, dass bei raumbedeutsamen Planungen auch die von Betriebsbereichen nach 12. BImSchV hervorgerufenen Auswirkungen schwerer Unfälle zu berücksichtigen sind, wurde im November 2010 von der KAS der Leitfaden KAS-18 als Nachfolgedokument des Leitfadens „*Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung § 50 BImSchG*“,

der zusammen von der SFK sowie dem Technischen Ausschuss für Anlagensicherheit [TAA] im Jahre 2005 erstellt worden ist, verabschiedet. Dieser Leitfaden enthält Empfehlungen für die Abstände zwischen Betriebsbereichen gemäß 12. BImSchV und schutzbedürftigen Gebieten i.S.d. § 50 Satz 1 BImSchG, und zwar in erster Herangehensweise ohne Detailkenntnisse zu dem entsprechenden Betriebsbereich (Abschnitt 3.1, sog. Achtungsabstand). Diese Achtungsabstände sind, infolge einer ersten Betrachtung ohne das Vorliegen von Detailinformationen, gültig ab der Grundstücksgrenze des Betriebsbereichs gemäß 12. BImSchV.

Sofern die ermittelten Achtungsabstände unterschritten werden bzw. es sich um Planungen im Umfeld bestehender Betriebsbereiche gemäß 12. BImSchV handelt, ist auf der Basis konkreter Angaben sowohl zum Betriebsbereich selbst (gehandhabte Stoffe hinsichtlich Menge und Qualität, Details zur Anlagen-/Verfahrenstechnik sowie zur Anlagenaufstellung, Quellterm, etc.) wie auch zur örtlichen Lage und unter weiterer Berücksichtigung sowohl der Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen wie auch der Maßnahmen zur Begrenzung der Auswirkungen von Störfällen der angemessene Abstand zu ermitteln. Dabei können sich durchaus andere Szenarien ergeben als die, die für die Ermittlung des Achtungsabstands herangezogen worden sind. Die konkreten Rahmenbedingungen bzw. die für die Szenarienbildung relevanten Punkte sind in Abschnitt 3.2 KAS-18 aufgeführt.

Bei der Ermittlung der Szenarien sowohl für die Ermittlung des sog. Achtungsabstands wie auch für den angemessenen Abstand ist darauf hinzuweisen, dass hierfür gem. § 50 BImSchG i.V.m. KAS-18 für die planerischen Aspekte der Flächennutzung solche Betriebsstörungen von Betriebsbereichen gem. 12. BImSchV unterstellt werden, die im Normalbetrieb auszuschließen sind, weil die entsprechenden Anlagen sich auf dem Stand der Sicherheitstechnik befinden. Die zu betrachtenden Störungen basieren folglich entweder auf dem Versagen störfallverhindernder Maßnahmen, dem Wirksamwerden von vernünftigerweise auszuschließenden Gefahrenquellen oder dem gleichzeitigen Wirksamwerden zweier voneinander unabhängiger Störungen und sind folglich als Dennoch-Störfälle einzuordnen.

2.2 Achtungsabstand gem. KAS-18

Bei der Ermittlung des Achtungsabstands gem. Abschnitt 3.1 wird unterstellt, dass noch keine Detailkenntnisse zu dem zu betrachtenden Betriebsbereich nach 12. BImSchV vorliegen (Planung ohne Detailkenntnisse) und folglich noch keine konkreten Maßnahmen bekannt sind, die seitens des Betriebsbereichs vorbeugend zu treffen sind bzw. getroffen werden, um die Auswirkungen von Störfällen so gering wie möglich zu halten (§ 3 Abs. 3 12. BImSchV). Bei der Ermittlung dieses sog. Achtungsabstands als Abstandsempfehlung, wobei dies explizit auf Neuplanungen zutrifft, werden standardisierte Bedingungen angenommen, wobei dies sowohl auf die Geländetopografie, die anzusetzenden klimati-

schen Randbedingungen der Auswirkungsbetrachtung (Temperatur, Windgeschwindigkeit, Temperaturschichtung, etc.), den Quellterm des Stoffaustritts (Leckgröße, Austrittsgeschwindigkeit, Ausflussziffer, etc.) sowie weitere Parameter (spezifische Stoffcharakteristika, Freisetzungsdauer, Bodenrauigkeit, Aufschlagpunkt/Expositionsaufpunkt, Art der Gasausbreitung, etc.) zutrifft. Eine genaue Übersicht der angenommenen Randbedingungen bei der Ermittlung der Achtungsabstände findet sich in Tabelle 1 im Anhang I KAS-18.

Wesentlich bei der Einordnung des Achtungsabstands ist zudem, dass bei den ermittelten Abstandsempfehlungen davon ausgegangen bzw. vorausgesetzt wird, dass die entsprechenden Anlagen bzw. Betriebsbereiche nach den Bestimmungen des BImSchG sowie der 12. BImSchV und weiteren zu berücksichtigenden Regelwerken (z. B. BetrSichV, GefStoffV inkl. der sie konkretisierenden Technischen Regeln, namentlich die entsprechenden TRBS und TRGS) und somit nach dem Stand der Sicherheitstechnik errichtet und betrieben werden. Aufgrund des entsprechend zu erwartenden bzw. vor auszusetzen hohen Sicherheitsniveaus dieser Art von Anlagen (was auch eine entsprechend planmäßige und präventive Wartung und Instandhaltung umfasst) wird das Versagen eines Behälters oder auch der Komplettabriss einer Rohrleitung als zu unwahrscheinlich eingestuft und ist in den Abstandsempfehlungen nicht enthalten.

Je nach Gefährdungspotenzial sind für die Ermittlung der Achtungsabstände verschiedene Szenarien zu berechnen bzw. es sind, in Abhängigkeit des oder der gehandhabten Stoffe, unterschiedliche Störfallbeurteilungswerte abstandsrelevant. Dies können zum einen die Toxizität sein, die i.d.R. durch den ERPG-2-Wert als einzuhaltendem Grenzwert berücksichtigt wird, die Druckentwicklung einer möglichen Explosion mit einem tolerierbaren Grenzwert von 0,1 bar Überdruck sowie der Grenzwert tolerierbarer Wärmestrahlung infolge eines Brandes oder auch einer Gaswolkenexplosion mit einem Wert von 1,6 kW/m² (vgl. Anhang 4 KAS-18). Die ermittelten Achtungsabstände für die im Rahmen des KAS-18 betrachteten Stoffe sind in Bild 1 in Anhang 1 KAS-18 enthalten, in Anhang 2 ist zudem angegeben, welche Gefährdungsart jeweils abstandsbestimmend ist und es sind die konkreten Ergebnisse der Berechnungen für die einzelnen Stoffe inkl. der wesentlichen Rahmenbedingungen (Leckgröße, Ausströmgeschwindigkeit, betrachtete Wetterlage) dargestellt.

Weil bei der Festlegung der Abstandsempfehlungen in KAS-18 überwiegend Prozessanlagen bzw. die in diesen Anlagen gehandhabten Stoffe betrachtet worden sind, wurde festgestellt, dass die Festlegungen des Leitfadens insbesondere zu Fragen des Quellterms nicht ohne weiteres auf andere Anlagentypen, die ebenfalls infolge der gelagerten und/oder erzeugten Stoffe bzw. Stoffmengen in den Regelungsbereich der 12. BImSchV fallen, zu übertragen sind. Daher wurde durch die KAS eine Arbeitsgruppe eingerichtet, die sich mit „Szenarienspezifischen Fragestellungen des Leitfadens KAS-18“ beschäftigt. Das Ergebnis dieser Arbeitsgruppe wiederum ist mittlerweile in der Arbeitshilfe KAS-32 mit dem Titel „Szenarienspezifischen Fragestellungen des Leitfadens KAS-18“ veröffent-

licht worden. In dieser Arbeitshilfe werden u. a. eben auch BGA betrachtet bzw. es sind für BGA Abstandsempfehlungen erarbeitet worden.

2.3 Ermittlung des angemessenen Abstands gem. KAS-18

Sofern die ermittelten Achtungsabstände gem. Abschnitt 3.1 KAS-18 im Einzelfall unterschritten werden bzw. es sich um konkrete Planungen im Umfeld bereits bestehender Betriebsbereiche nach 12. BImSchV handelt, ist im Rahmen einer individuellen bzw. standortbezogenen Betrachtung der sog. angemessene Abstand zu ermitteln (vgl. Abschnitt 3.2 KAS-18). Dabei werden auch die getroffenen Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen bzw. solche zur Begrenzung der Auswirkungen von Störfällen, die trotz der vorbeugenden bzw. präventiven Maßnahmen eintreten können (sog. Dennoch-Störfälle), berücksichtigt.

Wie auch bereits bei der Ermittlung des Achtungsabstands wird auch bei der Ermittlung des angemessenen Abstands das Szenario eines Spontanversagens eines Behälters und/oder der komplette Abriss einer Rohrleitung infolge des seitens des zu betrachtenden Betriebsbereichs einzuhaltenden Standes der Sicherheitstechnik als zu unwahrscheinlich eingestuft. Die grundlegenden Rahmenbedingungen der durchzuführenden Berechnungen (klimatische Bedingungen, Quellterm, Freisetzungsdauer, Aufschlagpunkt/Expositionsauflagepunkt, ggf. vorhandene Verdämmung, etc.) sind dem Abschnitt 3.2 KAS-18 zu entnehmen. Darüber hinaus werden bei der Ermittlung des angemessenen Abstands konkrete Angaben zu dem Betriebsbereich (Verfahrens-/Anlagentechnik, gehandhabte Stoffe und Stoffmengen, Aufstellungspläne, etc.) ebenso mit in die Bewertung einbezogen wie auch die konkrete Nutzung der umliegenden Flächen.

3 Abstandsempfehlungen für BGA gemäß KAS-32

3.1 Vorbemerkungen

BGA werden in KAS-32 betrachtet, weil sich diese aufgrund der Anlagen-/Verfahrenstechnik und der Verfahrensweisen durchaus gravierend von den in KAS-18 betrachteten Prozessanlagen unterscheiden. Als wesentliche Unterschiede sind demnach die Verwendung von Membranen/Folien als Speichermaterial für das erzeugte Biogas sowie der geringere Betriebsüberdruck in den gasdichten Behältern bzw. den Gasspeichern anzusehen. Dies resultiert bzgl. der Foliengasspeicher in, verglichen mit Prozessanlagen z. B. aus dem Chemiebereich, einer grundsätzlich anderen Auslegung und Konzeption sowie anderen Materialeigenschaften inkl. Festigkeiten. Daraus folgt wiederum, dass für die zu betrachtenden Szenarien grundsätzlich mit anderen Leckage-/Austrittsflächen mit entsprechend anderen Stoffausbreitungen bei BGA im Rahmen der Ermittlung von Abstandsempfehlungen zu schutzbedürftigen Objekten zu rechnen ist.

BGA unterliegen ab einer vorhandenen Gesamtmasse von mehr als 10.000 kg Biogas als hochentzündlicher Stoff dem Regelungsbereich der 12. BImSchV. Da es sich bei dem produzierten Biogas um ein Stoffgemisch handelt, sind auch weitere Komponenten enthalten, von denen u.a. der sehr giftige Schwefelwasserstoff [H₂S] erwähnenswert ist. Die typische Zusammensetzung von Biogas bzw. Rohbiogas und dessen Wertebereiche sind in der nachfolgenden Tab. 1 dargestellt.

Tab. 1: Typische Rohbiogaszusammensetzung; Quelle: Eigene Erstellung

Parameter	Wertebereich	Einheit
Methan (CH ₄)	45,0-65,0	Vol.-%
Kohlendioxid (CO ₂)	35,0-55,0	Vol.-%
Stickstoff (N ₂)	Bis zu 10,0	Vol.-%
Sauerstoff (O ₂)	Bis zu 2,0	Vol.-%
Schwefelwasserstoff (H ₂ S)	Bis zu 1,0	Vol.-% (1 Vol.-% entspricht 10.000 ppm)
Wasserdampfgehalt (H ₂ O)	Bis zu 10,0	Vol.-% (entspricht 100 % relativer Feuchte)
Weitere Spurengase (Wasserstoff (H ₂), u. a.)	Bis zu 0,5	Vol.-%

Bei der Gaszusammensetzung ist anzufügen, dass die angegebenen Wertebereiche typisch sind für BGA, die klassisch einstufig/einphasig mit einem Verzicht auf eine separate Hydrolysestufe betrieben werden, was wiederum bei über 90 % der in Deutschland installierten BGA der Fall sein dürfte. Eine abweichende Gaszusammensetzung speziell bzgl. (noch) höherer CH₄-Gehalte als die in der Tab. 1 angegebene Obergrenze von etwa 65 Vol.-% ist möglich, sofern es sich um zweistufige/zweiphasige BGA mit separater Hydrolysestufe handelt, bei denen das in der Hydrolyse produzierte Gas nicht gespeichert und somit nicht energetisch genutzt wird.

Als störfallrelevant sind bei BGA einerseits die Möglichkeit der Bildung explosionsfähiger Biogas-Luft-Gemische durch das enthaltene und als hoch entzündlich zu charakterisierende CH₄ sowie zum anderen die mögliche Ausbreitung einer toxischen Atmosphäre des ebenso enthaltenen und als sehr giftig einzustufenden H₂S einzuordnen. Bzgl. H₂S ist zudem anzumerken, dass dieser Stoff ebenso hoch entzündliche Eigenschaften aufweist, allerdings sind auch die im noch nicht entschwefelten Rohbiogas enthaltenen H₂S-Konzentrationen so gering, dass die untere Explosionsgrenze [UEG] von 4,3 Vol.-% nicht erreicht wird.

Die Explosionsgrenzen von reinem CH₄ lassen sich wie folgt darstellen:

- Untere Explosionsgrenze [UEG]: 4,4 Vol.-%
- Obere Explosionsgrenze [OEG]: 17,0 Vol.-%

Die Explosionsgrenzen wiederum von Biogas hängen v. a. vom mengenmäßigen Verhältnis der beiden Hauptkomponenten CH₄ und CO₂ zueinander ab, was wiederum vornehmlich durch die Verfahrenstechnik (einstufig/einphasig vs. zweistufig/ zweiphasig, hydraulische Verweilzeit, organische Faulraumbelastung) sowie die Inputstoffzusammensetzung bestimmt wird. Um die Explosionsgrenzen von Biogas zu bestimmen, sind die UEG sowie die OEG von CH₄ in Biogas anhand des Dreiecksdiagramms (vgl. Abb. 1) der Komponenten CH₄, CO₂ und Luft zu ermitteln. Im Anschluss lässt sich dann anhand der in der Abb. 2 dargestellten Formeln die UEG sowie die OEG von Biogas errechnen. In der Abb. 3 wiederum ist für verschiedene CH₄-Gehalte im Biogas die UEG und OEG des entsprechenden Biogases dargestellt.

Hinsichtlich der toxischen Gefährdungen ist bei Biogas in erster Linie der H₂S-Gehalt von Relevanz. Die Konzentration an NH₃ im Biogas wird infolge der verfahrenstechnischen Parameter von BGA sowie der Inputstoffzusammensetzung i. d. R. geringer sein als die Konzentration an H₂S. Hinzu kommt, dass die relevanten Störfallbeurteilungswerte bzgl. toxischer Gefahren (v. a. der ERPG-2-Wert) für NH₃ deutlich höher sind als das entsprechende Äquivalent für H₂S. Der störfallbeurteilungsrelevante Wert für toxische Gefahren gemäß KAS-18, der ERPG-2-Wert, beträgt demnach für H₂S 30 ppm verglichen mit 150 ppm für NH₃.

Abb. 1: Dreiecksdiagramm CH₄-CO₂-Luft; Quelle: Molnarne et al. (2007)

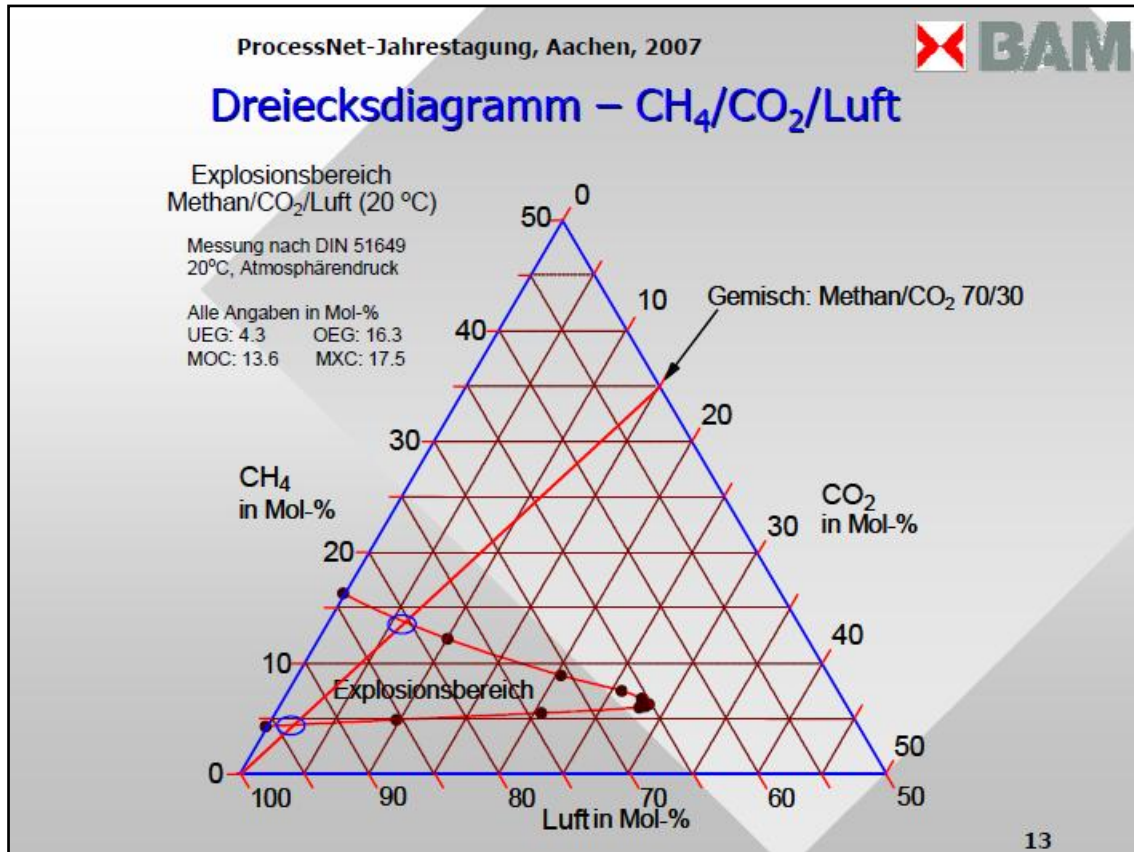
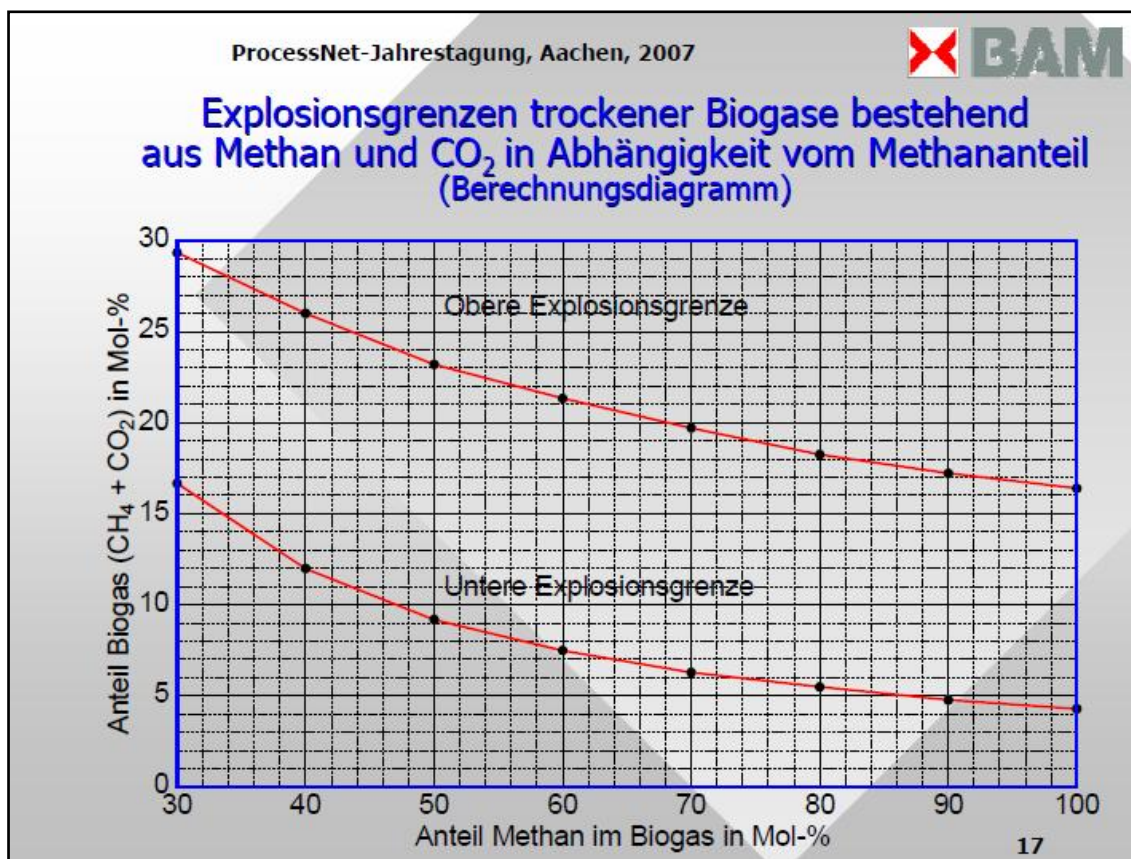


Abb. 2: Formeln zur Berechnung der Explosionsgrenzen von Biogas; Quelle: Molnarne et al. (2007)

$$UEG_{Biogas} = \left(1 + \frac{x_{CO_2}}{x_{CH_4}} \right) \cdot UEG_{CH_4,CO_2}$$

$$OEG_{Biogas} = \left(1 + \frac{x_{CO_2}}{x_{CH_4}} \right) \cdot OEG_{CH_4,CO_2}$$

Abb. 3: Berechnungsdiagramm Explosionsgrenzen von Biogas; Quelle: Molnarne et al. (2007)



3.2 Rahmenbedingungen der Abstandsbetrachtungen

Gemäß KAS-32 sind bzgl. der Gaszusammensetzung im Rahmen der Ermittlung des Achtungsabstands aus Vorsorgegründen für die beiden wesentlichen störfallrelevanten Bestandteile von Biogas, CH₄ und H₂S, die folgenden Werte anzusetzen (Abschnitt 1.3.1 KAS-32): CH₄: 75 Vol.-%, H₂S: 2 Vol.-% (= 20.000 ppm).

Als Dennoch-Störfall wird gem. Abschnitt 1.3.1 KAS-32 ein Riss in der Folienabdeckung eines gasdichten Behälters mit einem entsprechenden Ausströmen des darin gespeicherten Biogases angenommen. Die Leckagefläche beträgt dabei 0,6 m² (Länge des Risses: 3 m, Breite des Risses: 0,2 m). Bei weiterer Berücksichtigung der nachfolgend in Abb. 4 aufgeführten grundsätzlichen Randbedingungen sowie einer insgesamt gelagerten Gasmenge von bis zu 8.000 kg ergibt sich hierfür ein Massenstrom des frei gesetzten Biogases von 18,6 kg/s bei einer Freisetzungsdauer von bis zu 10 Minuten. Es wird folglich bei der Ermittlung des Achtungsabstands für BGA die komplette Freisetzung der Größten Zusammenhängenden Masse [GZM] unterstellt, was bei anderen Prozessanlagen i. d. R. nicht der Fall ist.

Die ermittelte Freisetzungsrate für Biogas aus einem beschädigten Foliengasspeicher bewegt sich hingegen, wie auch die Freisetzungsdauer, in dem Bereich wie er gem. KAS-18 auch für die Standardleckfläche der darin betrachteten Prozessanlagen von 490 mm² festgelegt worden ist.

Abb. 4: Rahmenbedingungen der Ermittlung des Achtungsabstands für Biogasanlagen; Quelle: KAS-32

Für die Berechnung des Achtungsabstandes werden folgende Randbedingungen berücksichtigt:	
Freisetzungsbedingungen:	
Temperatur:	20 °C
Betriebsüberdruck:	5 mbar
Ausflussziffer	1
Freisetzungsdauer	10 Minuten
Freisetzungsart	gasförmig
Gasausbreitung	
Gasausbreitung nach VDI 3783 Blatt 1	Biogas wird als dichteneutrales Gas betrachtet
Windgeschwindigkeit:	3 m/s
Temperaturschichtung	indifferent, keine Inversion
Quellgeometrie	Waagerechte Linienquelle entsprechend der Risslänge
Freisetzungshöhe:	6 m
Höhe des Aufschlagpunktes:	2 m
Bodenrauigkeit:	0,5 m (wenig rau: relativ ebenes Gelände, nur wenige Gebäude und mäßiger Bewuchs in weiterem Umkreis)

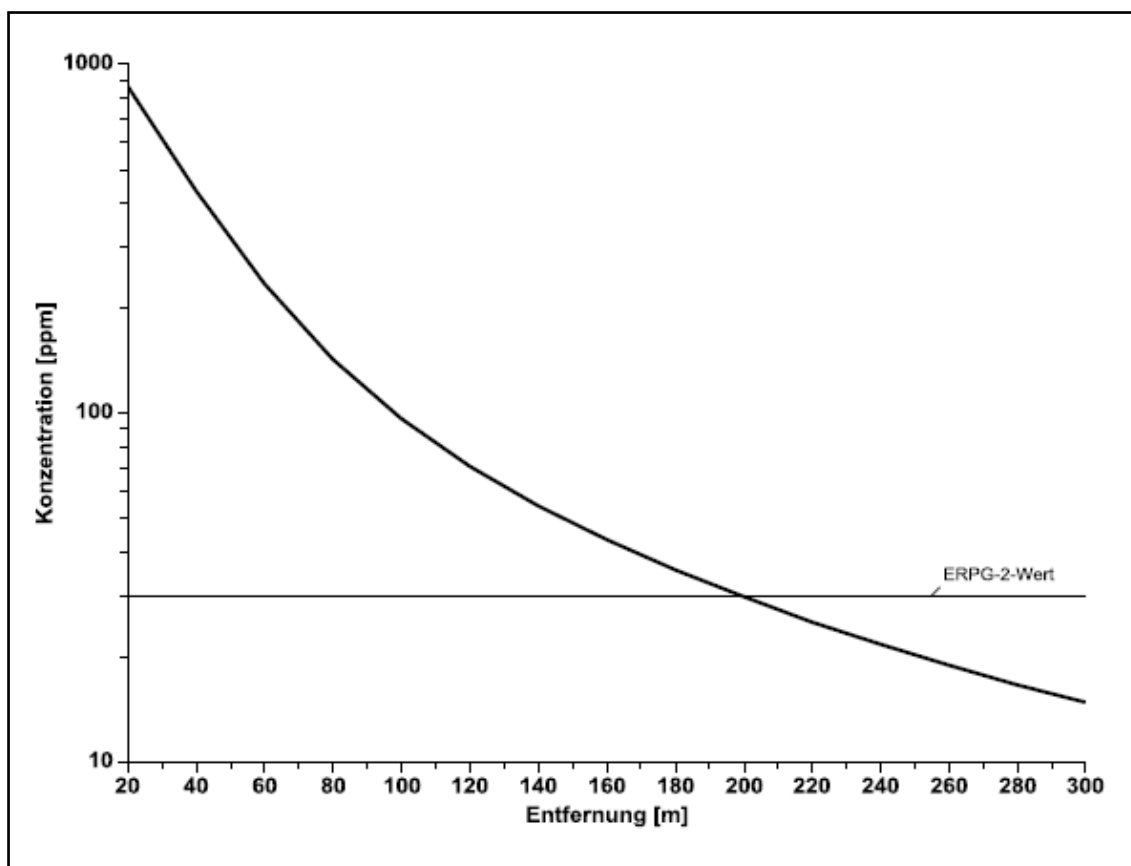
3.3 Ergebnis der Abstandsempfehlung ohne Detailkenntnisse / Achtungsabstand

Das Ergebnis der Berechnung des Achtungsabstands für BGA ist in der nachfolgenden Abb. 5 dargestellt. In dieser Abb. 5 wird die Konzentration an H₂S (in ppm) in Abhängigkeit der Entfernung vom Emissionspunkt (in m), sprich dem Folienriss, dargestellt. Die H₂S-Konzentration ist dabei auf der y-Achse dargestellt, die Entfernung von der Freisetzungquelle demgegenüber auf der x-Achse. Zusätzlich ist als waagerechte Linie der ERPG-2-Wert als Störfallbeurteilungswert für toxische Gefahren dargestellt; dieser beträgt für H₂S 30 ppm.

Der ermittelte Achtungsabstand für BGA beträgt demnach 200 m, d. h., dass der ERPG-2-Wert für H₂S in einer Entfernung von 200 m unterschritten wird. Gem. Abschnitt 1.3.3 KAS-32 ist das Szenario der toxischen Gasausbreitung abstandsbestimmend bei der Ermittlung des Achtungsabstands für Biogasanlagen, d. h., dass mit diesem Abstand auch negative Einwirkungen durch Explosionen mit einer entsprechenden Druckentwicklung

sowie auch Brände mit der resultierenden Wärmestrahlung und die hierfür einzuhaltenen Grenzwerte eingehalten werden (vgl. Kap. 2.2).

Abb. 5: H_2S -Konzentration bei einer Freisetzung von 18,6 kg/s Biogas mit einer H_2S -Konzentration von 20.000 ppm; Quelle: KAS-32



3.4 Annahmen für die Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen / angemessener Abstand

Für die Ermittlung des sog. angemessenen Abstands sind gem. Abschnitt 1.4.1 KAS-32 bzgl. des anzusetzenden H_2S -Gehalts folgende Konzentrationen anzusetzen: mindestens 0,5 Vol.-% (= 5.000 ppm) bei Anlagen, die mit nachwachsenden Rohstoffen [NawaRo] betrieben werden bzw. mindestens 2 Vol.-% (= 20.000 ppm) bei Anlagen, die Kofermente (z. B. Schlachtabfälle, Speisereste, Bioabfälle, etc.) vergären. Von diesen Werten kann abgewichen werden, sofern konkrete Werte über einen repräsentativen Zeitraum hinsichtlich des H_2S -Gehalts sowie zum Entschwefelungsverfahren der zu betrachtenden BGA vorliegen. Hinsichtlich des CH_4 -Gehalt sind demnach ebenso die für die entsprechende Anlage typischen Werte anzusetzen.

Bzgl. der grundsätzlichen Rahmenbedingungen bei der Ermittlung des angemessenen Abstands wird auf die Angaben gem. Abb. 4 verwiesen. Als Unterschied zu den dort auf-

geführten Rahmenbedingungen bei der Ermittlung des Achtungsabstands ist im Wesentlichen aufzuführen, dass nicht grundsätzlich mit einer festen Windgeschwindigkeit von 3 m/s zu rechnen ist, sondern dass die standorttypische häufigste Windgeschwindigkeit für eine indifferente Temperaturschichtung z. B. auf der Basis von Daten des Deutschen Wetterdienstes zu verwenden ist.

Weiterhin sind neben dem Gefährlichkeitsmerkmal der Toxizität mit dem entsprechenden Störfallbeurteilungswert (ERPG-2-Wert) auch mittels geeigneter Modelle zu ermitteln bzw. zu berechnen:

- die Bereiche mit gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre,
- die explosionsfähige Masse und
- die Bestrahlungsstärke in der Umgebung infolge der Freistrahlf Flamme und
- der auftretende Explosionsdruck mit Hilfe des Multi-Energy-Modells, wobei örtliche Gegebenheiten bzgl. einer möglichen Verdämmung oder Verblockung zu berücksichtigen sind (vgl. Abschnitt 1.4.2 der Arbeitshilfe KAS-32).

4 Beschreibung des Anlagenstandortes und der Verfahrenstechnik der BGA Bioenergie Bünthe

4.1 Vorbemerkungen

Die Bioenergie Bünthe betreibt an dem Standort Bünthestraße in 31162 Bad Salzdetfurth eine BGA zur Erzeugung von Biogas sowie zur anschließenden Nutzung des erzeugten Gases in mehreren Blockheizkraftwerken [BHKW]. Aktuell befinden sich bereits an dem geplanten Standort für die Errichtung des externen Foliengasspeichers, namentlich an der ehemaligen Kläranlage der Stadt Bad Salzdetfurth (Am Triftweg, 31162 Bad Salzdetfurth), zwei Satelliten-BHKW, deren Gasversorgung über eine Mikrogasleitung von der eigentlichen Gärstrecke/Gaserzeugung der BGA Bioenergie Bünthe (Standort: Bünthestraße, 31162 Bad Salzdetfurth) erfolgt. Infolge der geplanten weitergehenden Flexibilisierung des Anlagenbetriebs bzw. der energetischen Nutzung des erzeugten Biogases in zukünftig insgesamt fünf BHKW, wovon drei als Satelliten zu charakterisieren sind, soll das hierfür benötigte zusätzliche Gasspeichervolumen durch die Errichtung eines externen Foliengasspeichers mit einem maximalen Gasspeichervolumen von 11.000 m³ geschaffen werden.

Ursprünglich errichtet und in Betrieb genommen worden ist die BGA Bioenergie Bünthe in den Jahren 2011/12 mit einem BHKW am Standort der Gärstrecke/Gaserzeugung sowie einem weiteren als Satelliten, und zwar am Standort der Kläranlage Bad Salzdetfurth.

Im Rahmen der geplanten Anlagenflexibilisierung sollen nun neben dem externen Foliengasspeicher weitere BHKW errichtet werden (am Standort sowie als Satelliten), außerdem ist es geplant, die bestehende Gaskonditionierung sowie die Art der Gasversorgung der einzelnen BHKW grundlegend zu modifizieren.

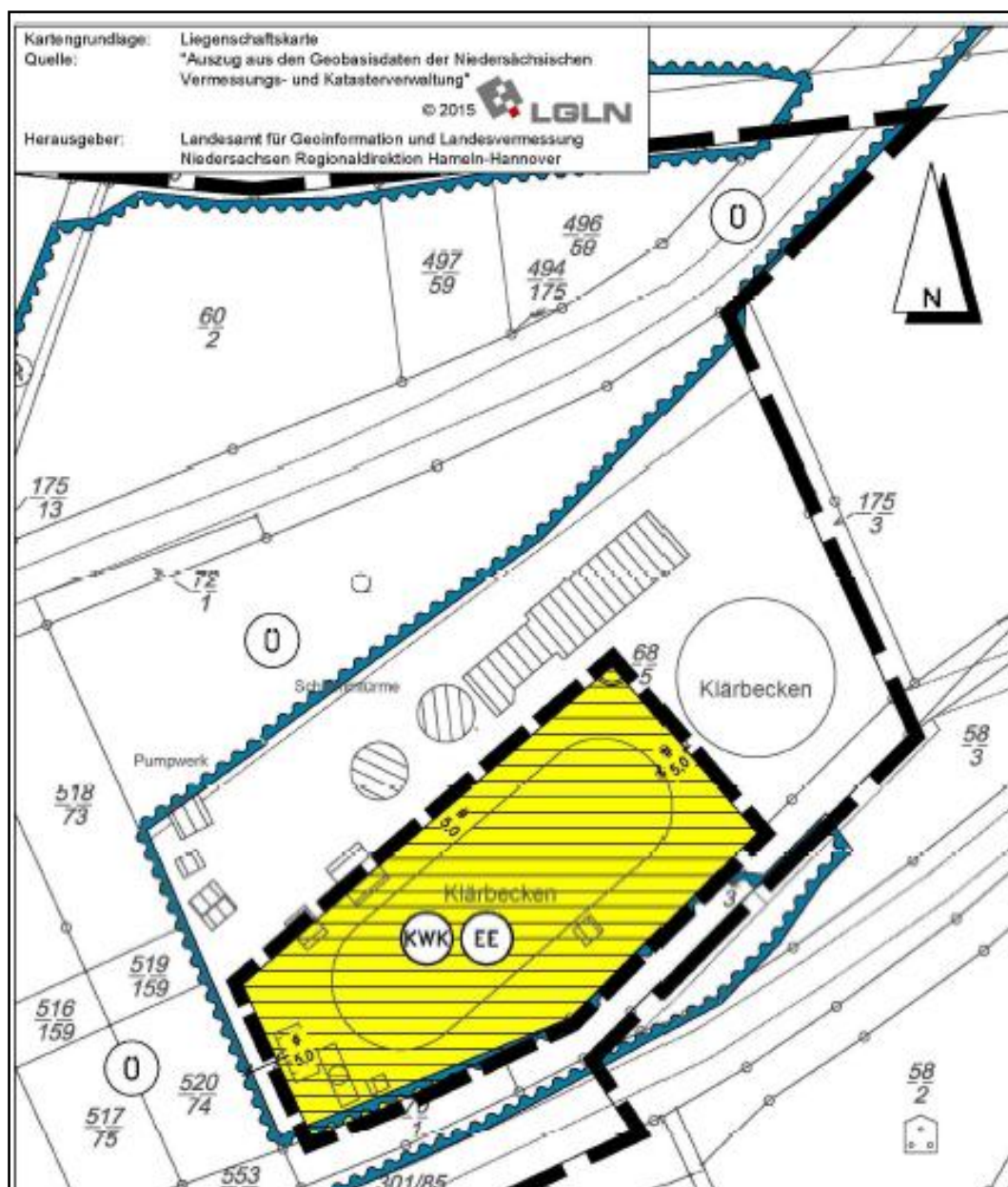
Nachfolgend wird einerseits auf den Standort für die geplante Errichtung des externen Foliengasspeichers und die Nutzung der umliegenden Flächen eingegangen, zudem wird auch auf die grundlegende Verfahrenstechnik sowie die Sicherheitstechnik sowohl des externen Foliengasspeichers als auch der Gärstrecke/Gaserzeugung und der geplanten kompletten Neuerrichtung der zentralen Gaskonditionierstation eingegangen.

4.2 Allgemeine Angaben zum Anlagenstandort

Der externe Foliengasspeicher BGA Bioenergie Bünthe soll auf dem Flurstück Nr. 68/5 der Stadt Bad Salzdetfurth errichtet werden, ein Gelände, das gemäß den vorliegenden Unterlagen bzw. dem Bebauungsplan Nr. 17 bislang durch die örtliche Kläranlage genutzt worden ist. Auf dem Flurstück befinden sich aktuell bereits diverse Gebäude, hierbei sind zum einen die beiden Salzlagerbehälter (Stahlbetonbehälter), das Sozialgebäude des Bauhofs sowie die bereits auf dem Gelände befindlichen Satelliten-BHKW der Bioenergie

Bünthe zu nennen (vgl. Abb. 6). Der geplante externe Foliengasspeicher soll dabei auf dem Areal errichtet werden, das in der Abb. 6 noch als Klärbecken dargestellt ist.

Abb. 6: Geplanter Aufstellort des externen Foliengasspeichers; Quelle: Stadt Bad Salzdetfurth, Bebauungsplan Nr. 17



Ein Auszug aus dem aktuellen Flächennutzungsplan ist in der Abb. 7 dargestellt. Im südlichen Bereich grenzt eine Bahnstrecke an das Flurstück Nr. 68/5, das für den regionalen Personenverkehr genutzt wird. Weiter südlich sowie östlich und in Nord-östlicher Richtung finden sich jeweils landwirtschaftlich genutzte Flächen. In westlicher Richtung wiederum schließen sich Grünflächen an, die als Sport- bzw. Badeplatz gekennzeichnet sind. In nördlicher Richtung befindet sich in einer Entfernung von rund 100 m eine Sportanlage

(Tennisplätze) inkl. eines Restaurants. Daran schließt sich wiederum in westlicher bzw. Nord-westlicher Richtung die geschlossene Wohnbebauung der Stadt Bad Salzdetfurth an.

Als nächstgelegenes schützenswertes Objekt i.S. § 50 Satz 1 BImSchG ist nach den vorliegenden Informationen die in ca. 100 m Entfernung gelegene Sportanlage zu nennen; die im südlichen Bereich verlaufende Bahnstrecke ist nach Ansicht der Sachverständigen aufgrund des regionalen Charakters nicht als eine Hauptverkehrsstrasse einzustufen und somit nicht als schützenswertes Objekt i.S. § 50 Satz 1 BImSchG einzustufen.

Nach den vorliegenden Unterlagen befindet sich der Anlagenstandort bzw. der Aufstellbereich für den externen Foliengasspeicher nicht in einem aus Umweltgesichtspunkten besonders schützenswerten Bereich, wie z. B. einem Natur- oder auch einem Wasserschutzgebiet. Bzgl. der Geländetopografie ist anzumerken, dass das Gelände in südlicher bzw. südwestlicher Richtung hinter der Bahnstrecke vergleichsweise stark ansteigt, während es in östlicher und nördlicher Richtung eher eben verläuft (vgl. Abb. 8).

Abb. 7: Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan der Stadt Bad Salzdetfurth; Quelle Stadt Bad Salzdetfurth, Bebauungsplan Nr. 17

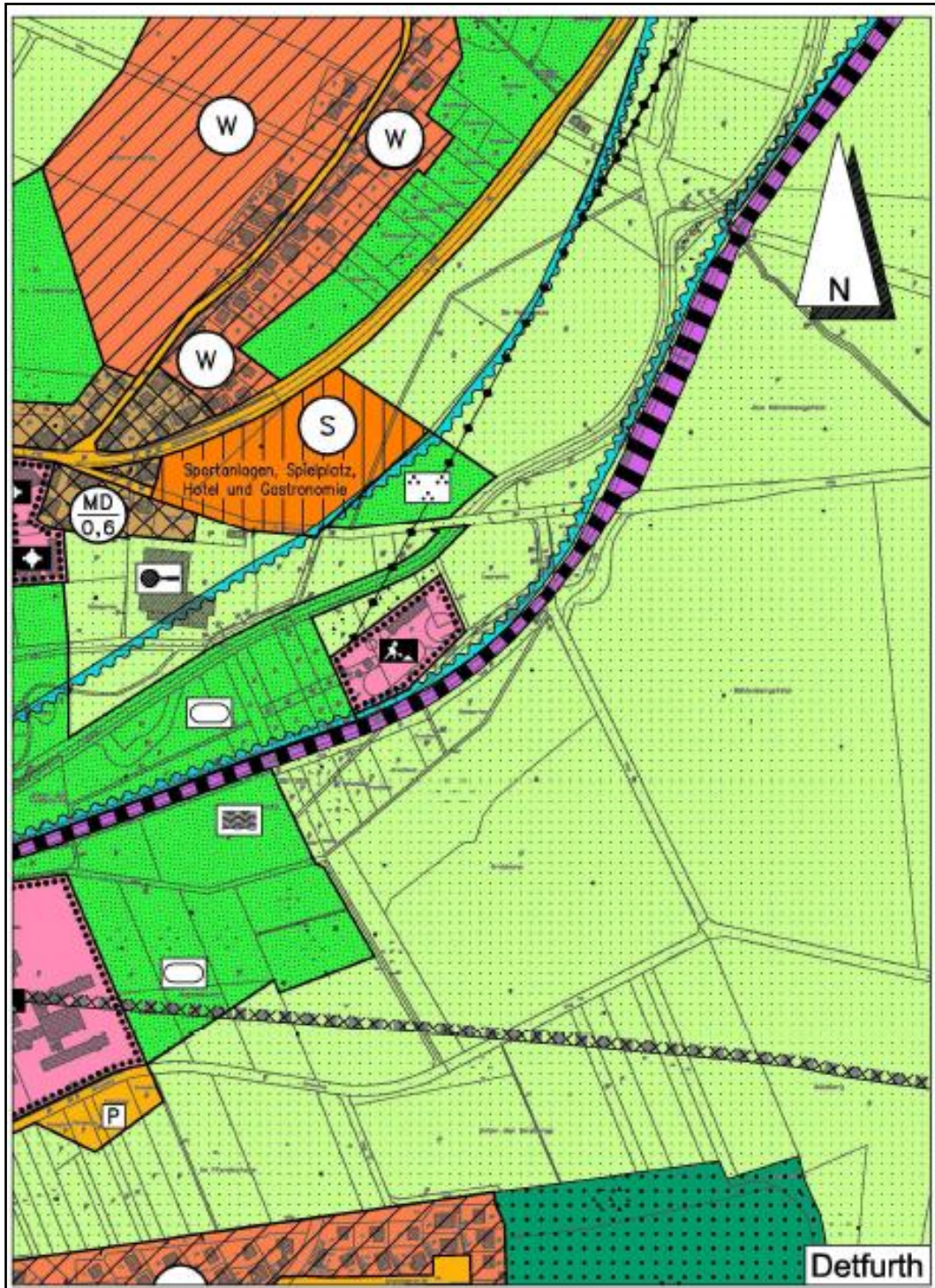
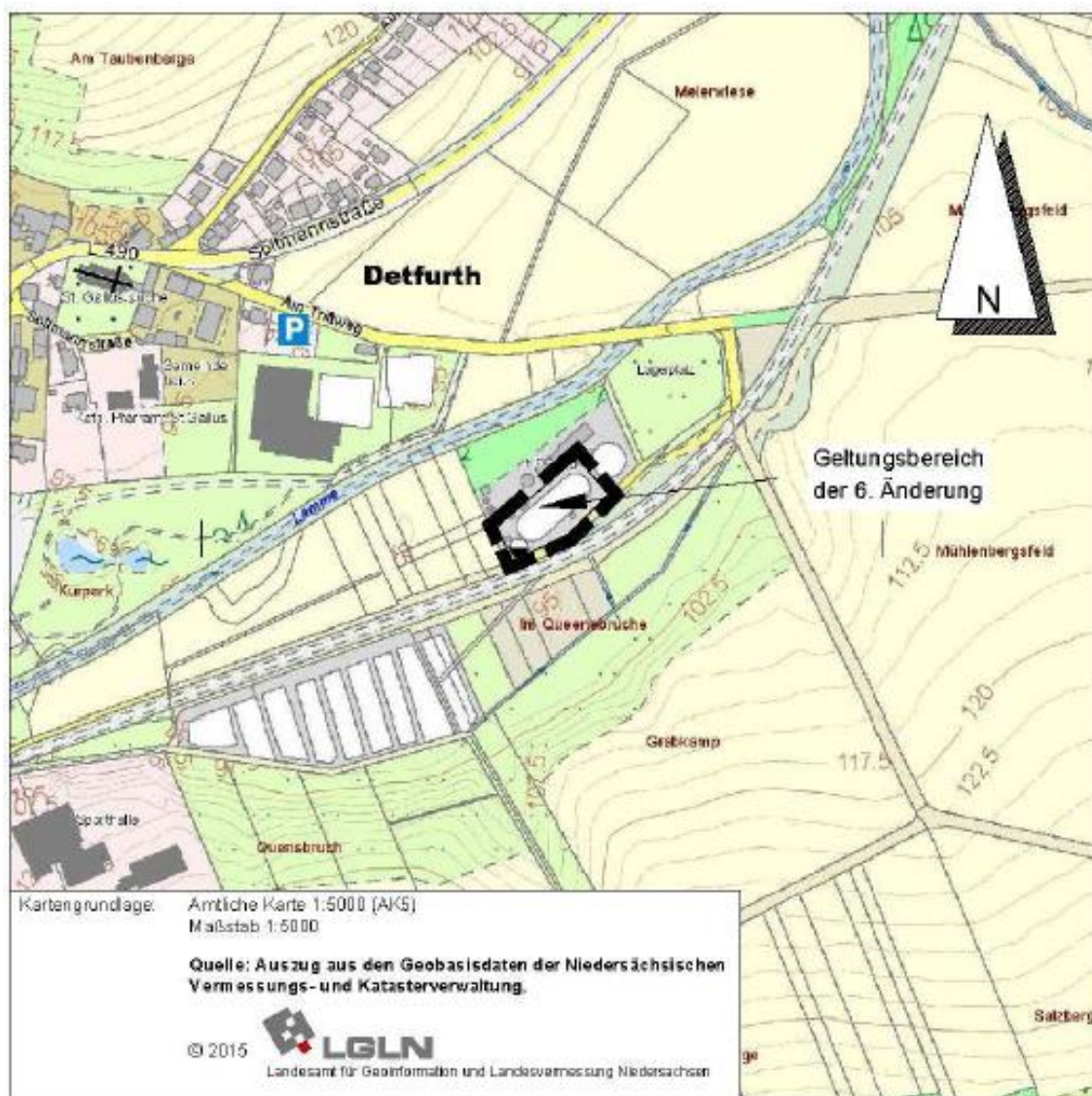


Abb. 8: Geländetopografie in der näheren Umgebung des geplanten Aufstellortes des externen Foliengasspeichers; Quelle: Stadt Bad Salzdetfurth, Bebauungsplan Nr. 17



4.3 Anlagentechnik der BGA der Bioenergie Bünthe

4.3.1 Gärstrecke/Gaserzeugung inkl. Gaskonditionierung

In der BGA Bioenergie Bünthe wird aus verschiedenen nachwachsenden Rohstoffen [NawaRo] (vorwiegend Ganzpflanzensilagen) sowie Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft/Gülle in einem biochemischen Prozess unter anaeroben Bedingungen Biogas gebildet, das im Anschluss mittels verschiedener BHKW in elektrische und thermische Energie umgewandelt wird. Dabei werden im Mittel etwa 55 t/d an NawaRo sowie etwa 25 t/d an Gülle zur Gasproduktion eingesetzt. Die BGA Bioenergie Bünthe ist auf eine Gasnachproduktion von etwa 500-550 m³_N/h ausgelegt, dieser Wert wird sich auch mit der geplanten

Anlagenflexibilisierung und dem damit verbundenen projektierten Zubau weiterer BHKW nicht wesentlich verändern.

Bei der BGA Bioenergie Bünthe handelt es sich um eine einstufige/einphasige Verfahrenstechnik zur Biogaserzeugung, d. h., es ist keine separate Hydrolysestufe errichtet. Die Verfahrenstechnik der Gärstrecke/Gaserzeugung umfasst dabei im Wesentlichen zwei Gärbehälter (Fermenter + Nachgärer) sowie ein gasdicht ausgeführtes Gärrestlager. Die NawaRo werden mittels eines Schneckenbaumsystems aus einem Schubbodencontainer zyklisch in den Fermenter gefördert, die Gülle wiederum wird mittels der zentralen Substratpumpentechnik aus der Güllevorlage in den Fermenter und/oder den Nachgärer gepumpt.

Die Entschwefelung des in den gasdichten Behältern gebildeten Biogases erfolgt einmal als interne biologische Entschwefelung durch die gezielte Einblasung einer geringen Luftmenge vornehmlich in den Fermenter sowie z. T. auch in den Nachgärer. Zusätzlich ist zur Feinentschwefelung ein Aktivkohlefilter installiert, darüber hinaus besteht grundsätzlich die Möglichkeit, insbesondere die Effizienz der internen biologischen Entschwefelung bei Bedarf auf chemischem Wege durch die Zugabe von Eisenverbindungen (Eisenchlorid oder Eisenhydroxide) und die damit verbundene Bindung des Sulfids an Eisenionen zu verbessern.

Die Gärstrecke/Gaserzeugung verfügt zudem bereits über diverse regel- und messtechnische Einrichtungen. Erwähnt sei an dieser Stelle dabei v. a. die stationäre vierkanalige Gasanalyseeinheit, die aktuell vor und hinter dem derzeit noch installierten Aktivkohlefilter zyklisch die Gasqualität mit den in der Tab. 2 aufgeführten Parametern misst.

Tab. 2: Technische Spezifikationen der vierkanaligen stationären Gasanalyse; Quelle: Eigene Erstellung auf Basis der Bedienungsanleitung (INCA Analysator, Union Instruments)

Parameter	Messbereich (Vol.-% bzw. ppm)	Messgenauigkeit (% vom Messbereich)
Methan (CH ₄)	0-100 %	+/- 1 %
Kohlendioxid (CO ₂)	0-100 %	+/- 1 %
Sauerstoff (O ₂)	0-25 %	+/- 1,5 %
Schwefelwasserstoff (H ₂ S)	0-10.000 ppm	+/- 10 %

Im Rahmen der geplanten Anlagenflexibilisierung ist es vorgesehen, den aktuell verbauten H₂S-Sensor durch einen neuen, ebenfalls elektrochemischen Sensor zur Ermittlung der H₂S-Gehalte im Biogas zu ersetzen, der jedoch im Gegensatz zu dem derzeit noch

verbauten Sensor einen wesentlich engeren Messbereich (0-100 oder sogar 0-25 ppm) mit einer resultierend höheren Messgenauigkeit aufweist.

Infolge der geplanten Flexibilisierung des Anlagenbetriebs ist es außerdem vorgesehen, eine grundlegend neue Gaskonditionierung an dem Standort der Gärstrecke/ Gaserzeugung zu errichten. Diese geplante Gaskonditionierung besteht im Wesentlichen aus folgenden Komponenten:

- Zentrale Gaswaschtrocknung
- Zentrale Gasnacherwärmung
- Zentraler Aktivkohlefilter
- Gasdruckerhöhungsgebläse für die Gasversorgung der Satelliten-BHKW
- Absperrarmaturen (davon zwei automatisierte Absperrventile)
- Sensorik

Ein Ausschnitt aus dem R+I-Schema der dann geänderten BGA Bioenergie Bünthe befindet sich in der

Abb. 9 in der der geplante Aufbau der modifizierten Gaskonditionierung dargestellt ist. Als die wesentlichen für die Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung relevanten Sicherheitseinrichtungen sind dabei v. a. folgende Funktionen zu nennen:

- Automatisierter Stopp des Gasdruckerhöhungsgebläses zur Speisung des externen Foliengasspeichers bei einem Überdruck > 4,5 mbar in diesem
- Automatisiertes Zufahren der entsprechenden Absperrventile in der Gasstrecke bei einem über die stationäre Gasanalyseeinheit detektierten H₂S-Gehalt > 20 ppm

Diese Sicherheitsschalthandlungen dienen dazu, einmal einen unzulässigen Überdruck in dem externen Foliengasspeicher zu verhindern (zusätzlich zu der verbauten mechanischen Überdrucksicherung, vgl. Kap. 4.3.2) bzw. dazu, bei zu hohen H₂S-Werten im Biogas nach der Feinentschwefelung einen weiteren Transport desselben in den externen Foliengasspeicher zu unterbinden. Über die konkrete elektrotechnische Ausführung der dargestellten Schalthandlungen liegen noch keine detaillierten Informationen vor, diese sind dann noch im Rahmen einer entsprechenden Risikobeurteilung/Gefahrenanalyse zu ermitteln.

4.3.2 Externer Foliengasspeicher

Das innerhalb der Gärstrecke erzeugte und mittels der Gaskonditionierung aufbereitete Gas wird durch das Gasdruckerhöhungsgebläse auf einen Überdruck von etwa 120 mbar verdichtet und in den externen Foliengasspeicher gefördert. Aus diesem Foliengasspeicher wiederum wird das Gas für die Nutzung in den drei Satelliten-BHKW entnommen, und zwar dergestalt, dass jedes BHKW das Gas mittels eines eigenen Gasdruckerhö-

hungsgebläses ansaugt. Eine grundlegende Funktionsübersicht des externen Foliengasspeichers ist der Abb. 10 zu entnehmen, der projektierte Aufstell-/Lageplan wiederum ist in der Abb. 11 dargestellt.

Der externe Foliengasspeicher weist gemäß den vorliegenden Unterlagen die nachfolgend aufgeführten Eigenschaften auf:

- Doppelfoliengasspeicher mit äußerer und innerer Membran
- Tragluftgebläse zur Aufrechterhaltung des notwendigen Luftdrucks zwischen äußerer und innerer Membran
- Material der Folien: Beidseitig PVC-beschichtetes und lackiertes Polyestergewebe
- Länge des Foliengasspeichers: 64 m
- Breite des Foliengasspeichers: 22 m
- Höhe des Foliengasspeichers: 11 m
- Bruttovolumen Gasspeicherraum: 11.000 m³
- Gasdurchlässigkeit (CH₄): < 450 cm³ / (m² x d x bar)

Die Befüllung des Foliengasspeichers und die Entnahme des Gases durch die drei Satelliten-BHKW werden dabei gemäß den vorliegenden Planungsunterlagen über eine Gasleitung realisiert. Der Foliengasspeicher ist dabei derart ausgelegt, dass das maximale Befüllvolumen 1.000 m³/h beträgt, während sich die maximale Gasentnahme auf 1.500 m³/h beläuft.

In sensorischer bzw. sicherheitstechnischer Hinsicht ist der Foliengasspeicher mit folgenden Komponenten ausgestattet:

- Überwachung des Gasfüllstands in dem Gasspeicher als reine Betriebs- und Überwachungseinrichtung
- Überwachung des maximalen Gasdrucks (4,5 mbar Überdruck) sowie des minimalen Gasdrucks (0 mbar) als Schutzeinrichtungen mit entsprechenden Folgeschaltungen
- Überwachung des Tragluftzwischenraums mittels eines kontinuierlich messenden CH₄-Sensors als Schutzeinrichtung mit entsprechenden Folgeschaltungen

Zur Vermeidung unzulässiger Überdrücke in dem Foliengasspeicher ist zudem die Installation einer ausreichend bzgl. des Volumenstroms dimensionierten mechanischen Überdrucksicherung mit einem Ansprechüberdruck von 5 mbar vorgesehen. Der Abblasvolumenstrom dieser mechanischen Überdrucksicherung muss dabei mindestens dem maximal möglichen Fördervolumenstrom des zufördernden Gasdruckerhöhungsgebläses entsprechen (etwa 1.000 m³/h).

Zur Sicherstellung eines jederzeit ausreichenden Tragluftfoliendrucks, dem wiederum eine zentrale Bedeutung in statischer Hinsicht zukommt, ist es zudem geplant, die entsprechende Tragluftversorgung mittels zweier Gebläse auszuführen, die redundant ausgeführt sind. Darüber hinaus ist es geplant, bei einem Ausfall der regulären Spannungsversorgung eine Anschlussmöglichkeit für ein entsprechend dimensioniertes Notstromaggregat zur Ersatzstromversorgung zu installieren, um die Tragluftgebläse auch bei Netzausfall von der Trafostation weiter betreiben zu können.

Bei einem unzulässig niedrigen Druck im Gasraum des Foliengasspeichers ist sicherzustellen, dass sämtliche BHKW bzw. die entsprechenden Gasdruckerhöhungsgebläse unverzüglich gestoppt werden, während bei einem zu hohen Druck im Gasraum des Foliengasspeichers eine Abschaltung des zufördernden Gasdruckerhöhungsgebläses sicherzustellen ist. Bei unzulässig hohen CH₄-Gehalten in der Tragluftabluft sind ebenso geeignete Schaltheandlungen auszuführen (Stopp der BHKW, Stopp des zufördernden Gasdruckerhöhungsgebläses, Betreiberalarmierung). Über die konkrete elektrotechnische Ausführung der dargestellten Schaltheandlungen liegen noch keine detaillierten Informationen vor, diese sind dann noch im Rahmen einer entsprechenden Risikobeurteilung/ Gefahrenanalyse zu ermitteln.

Darüber hinaus ist es geplant, den externen Foliengasspeicher zum Schutz gegen einen Eingriff Unbefugter in einem ausreichenden Abstand von dem Folienspeicher selbst mit einem mindestens 2 m hohen Zaun zu umgeben.

Abb. 9: Darstellung der geplanten Gaskonditionierung als Ausschnitt aus dem R+I-Schema der geplanten Anlagenänderungen; Quelle: Energethik Ingenieurgesellschaft

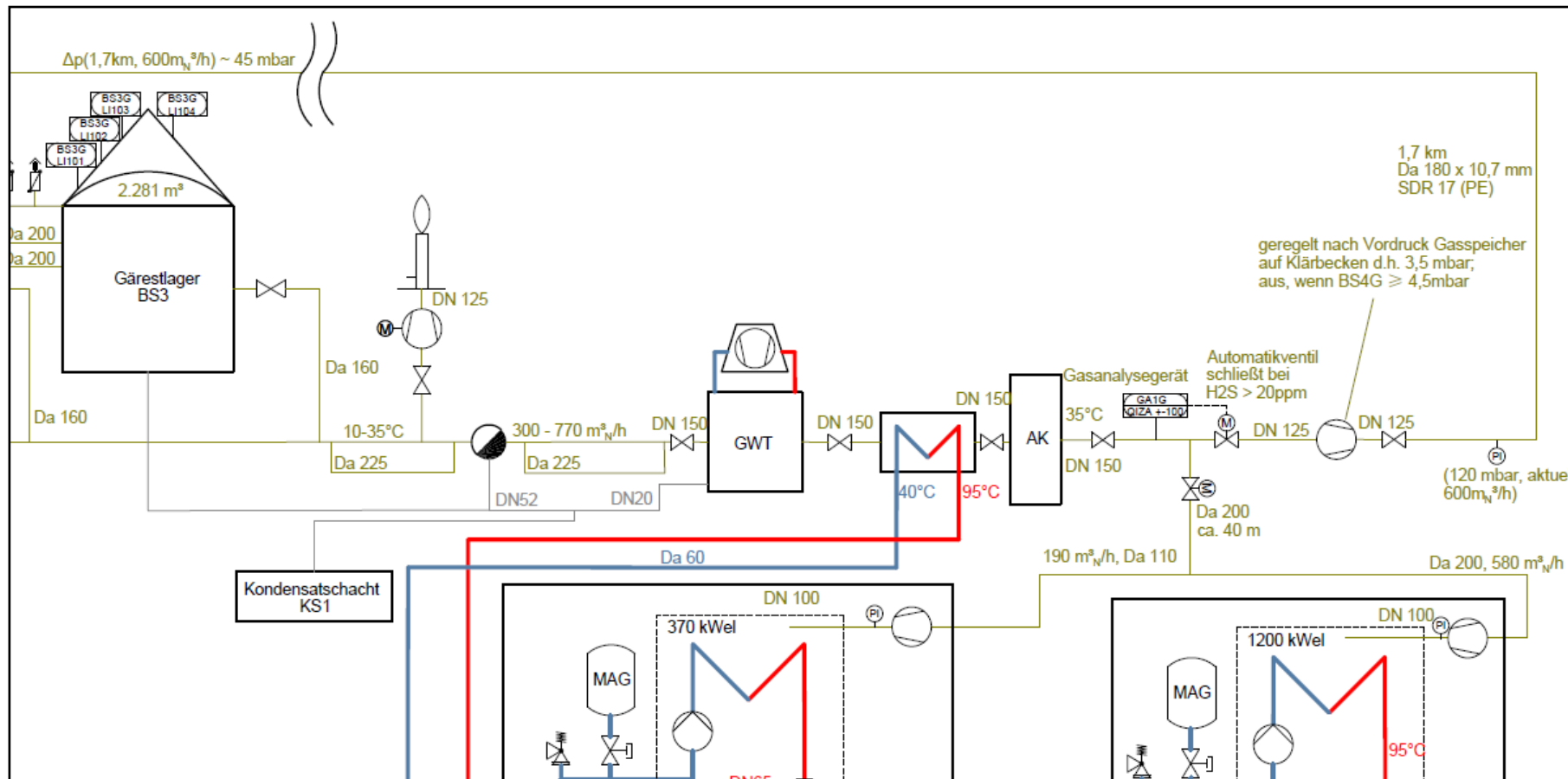
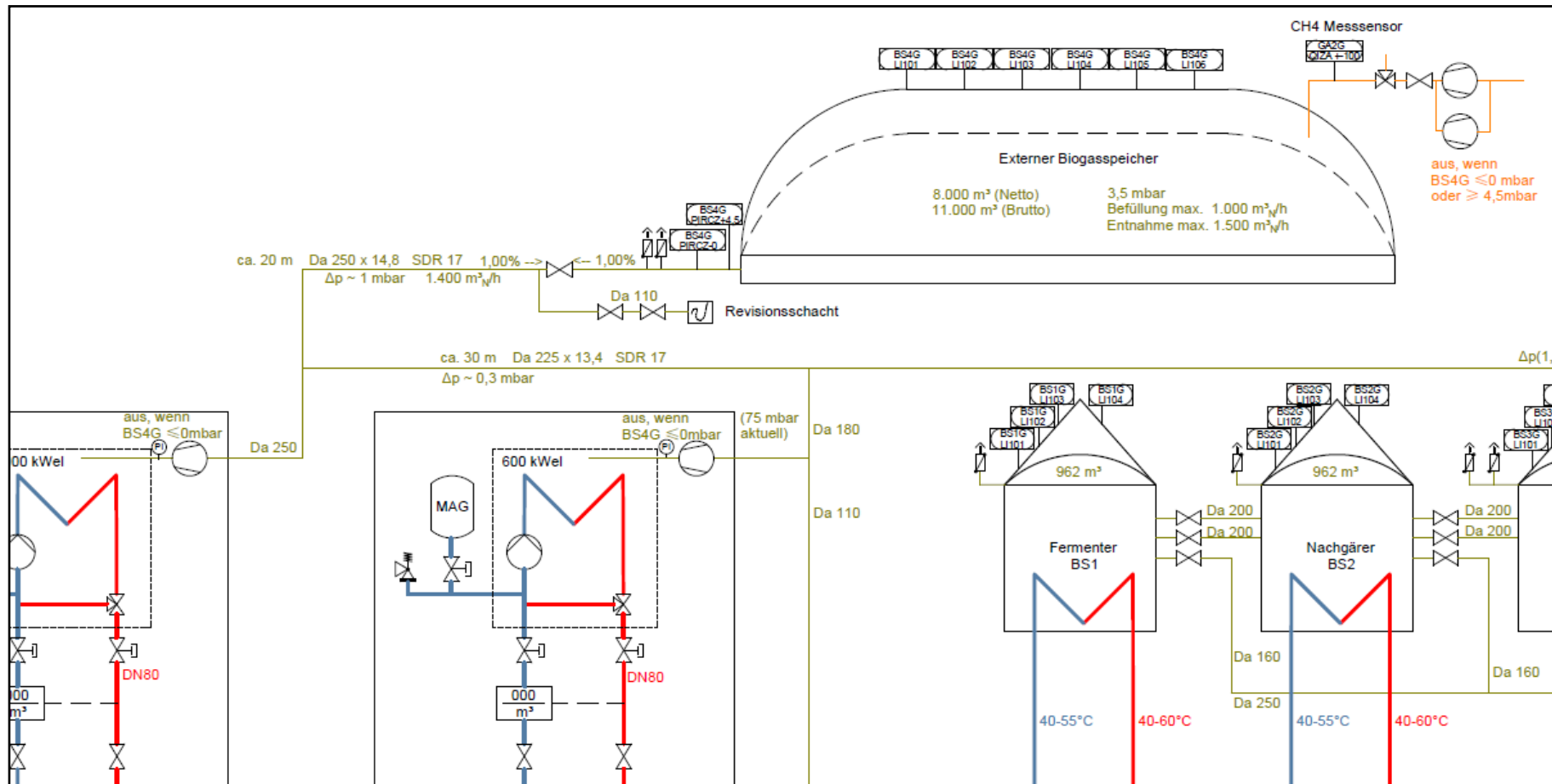


Abb. 10: Darstellung des externen Foliengasspeichers als Ausschnitt aus dem R+I-Schema der geplanten Anlagenänderungen; Energethik Ingenieurgesellschaft



4.4 Betriebsdaten der BGA Bioenergie Bünthe

An der BGA Bioenergie Bünthe wird aktuell u. a. vor und nach dem derzeit noch installierten Aktivkohlefilter zur Feinent Schwefelung des produzierten Biogases die Gasqualität mittels der installierten stationären vierkanaligen Gasanalyseeinheit bestimmt (vgl. Kap. 4.3.1 und Tab. 2) Hierzu gehören u. a. die Gehalte an CH₄ (in Vol.-%) sowie an H₂S (in ppm). Für die Erstellung der Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung lag ein Auszug aus dem Betriebstagebuch der BGA Bioenergie Bünthe vor, das den Zeitraum vom 19.10.15 bis zum 19.11.15 umfasst und somit bzgl. der ermittelten Gasanalysewerte als hinreichend repräsentativ anzusehen ist. Dabei ist indes anzumerken, dass es sich hierbei um die Messstelle hinter dem Aktivkohlefilter handelt. In der Tab. 3 sind die für die Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung wesentlichen Werte bzgl. CH₄ und H₂S sowie zusätzlich auch die an CO₂ und O₂ aufgeführt.

Tab. 3: Gaszusammensetzung BGA Bioenergie Bünthe; Quelle: Eigene Erstellung auf Basis des Betriebstagebuchs der BGA Bioenergie Bünthe

Parameter	Mittelwert	Median	Maximalwert	Minimumwert
CH ₄ (Vol.-%)	51,6	51,6	52,6	50,2
CO ₂ (Vol.-%)	48,3	48,3	49,8	46,6
O ₂ (Vol.-%)	0,4	0,4	0,5	0,3
H ₂ S (ppm)	2,3	0,0	43,0	0

Die dargestellten Messwerte bzgl. CH₄ weisen eine sehr hohe Homogenität auf und liegen mit einem Mittelwert von 51,6 Vol.-% in einem Bereich, der sich als typisch für die mengenmäßig überwiegende Vergärung von NawaRo mit einem entsprechend hohen Gehalt an Kohlenhydraten (Zucker) bei gleichzeitig geringen Anteilen an den übrigen organischen Bestandteilen (Fette, Proteine) in einem einstufigen/einphasigen Prozess mit dem Verzicht auf eine separate Hydrolysestufe charakterisieren lässt. Bzgl. der H₂S-Messwerte lässt sich festhalten, dass die Ausreißer vermutlich auf einen Durchbruch des Aktivkohlefilters und/oder das Messen einer in der Leitung stehenden Gassäule infolge eines Stopps der Gasverbrauchseinrichtungen mit einem nicht mehr durchströmten Aktivkohlefilter zurückzuführen sind. Zudem ist anzumerken, dass der aktuell noch verbaute H₂S-Sensor einen sehr weiten Messbereich mit einer damit einhergehenden Messungenauigkeit aufweist (vgl. Kap. Tab. 2). Im Zuge der geplanten Flexibilisierung der BGA Bioenergie Bünthe ist es aber, wie in Kap. 4.3.1 bereits ausgeführt, vorgesehen, den vorhandenen H₂S-

Sensor auszutauschen und diesen gegen einen mit einem entsprechend engeren Messbereich und einer daraus resultierend höheren Messgenauigkeit auszutauschen.

Da sich an der grundlegenden Verfahrensweise der BGA Bioenergie Bünthe bzgl. des Inputstoffdurchsatzes sowie der Inputstoffqualität durch die geplante Anlagenflexibilisierung keine wesentlichen Änderungen ergeben (vgl. Kap. 4.3.1), ist auch nicht zu erwarten, dass sich die Gaszusammensetzung wesentlich ändert.

Insbesondere bzgl. der im Rahmen der Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung zu berücksichtigenden H₂S-Gehalte im Biogas kann daher unter Berücksichtigung der vorliegenden Betriebsdaten sowie der grundlegenden Verfahrenstechnik bzw. Verfahrensweise mit einer Installation des externen Foliengasspeichers nach der noch zu erneuernden Feinentschwefelung mittels Aktivkohlefilter von der gemäß KAS-32 für die Ermittlung des angemessenen Abstands vorgeschlagenen H₂S-Konzentration bei der Vergärung von NawaRo (5.000 ppm, vgl. Kap. 3.4) abgewichen werden.

5 Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung

5.1 Vorbemerkungen

Im Rahmen der vorliegenden Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung werden für den geplanten externen Foliengasspeicher der BGA Bioenergie Bünthe die Auswirkungen untersucht, die zu erwarten sind, wenn es trotz der vorhandenen störfallverhindernden sowie auswirkungsbegrenzenden Maßnahmen und somit dem Betrieb der kompletten BGA inkl. des externen Foliengasspeichers entsprechend dem Stand der Sicherheitstechnik für solcherart Anlagen zu einem sog. Dennoch-Störfall kommt (vgl. Kap. 2.1). Die zu betrachtenden Störungen basieren folglich entweder auf dem Versagen störfallverhindernder Maßnahmen, dem Wirksamwerden von vernünftigerweise auszuschließenden Gefahrenquellen oder dem gleichzeitigen Wirksamwerden zweier voneinander unabhängiger Störungen.

In der vorliegenden Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung wird von diesen Dennoch-Störfällen Gebrauch gemacht bzw. es wird modelliert, welche Auswirkungen zu erwarten sind, wenn es zu einer entsprechend großvolumigen Freisetzung von Biogas aus dem externen Foliengasspeicher kommt. Die dabei konstruierten Szenarien sind als eine worst-case-Betrachtung einzustufen, d. h., dass mittels dieser die größtmöglichen Auswirkungen als Folge eines Dennoch-Störfalls ermittelt werden, und zudem konform sind mit den Anforderungen aus dem Leitfaden KAS-18 i. V. m. KAS-32. Größere Auswirkungen sind demnach nicht zu unterstellen bzw. wären im Rahmen sog. exzeptioneller Störfälle zu betrachten, die indes explizit nicht Gegenstand der Betrachtungen gem. KAS-18 i. V. m. KAS-32 sind.

Es wird darauf hingewiesen, dass im Zuge der Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung quantitative Berechnungen zur Modellierung der Auswirkungen von Dennoch-Störfällen vorgenommen werden, jedoch explizit ohne die Bestimmung einer zugehörigen Eintrittswahrscheinlichkeit.

5.2 Rahmenbedingungen

5.2.1 Stoffinventar/frei gesetzte Stoffmenge

Im Rahmen der Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung wird konservativ ungünstig unterstellt, dass es zu einem größeren Riss in der Gasspeicherfolie sowie ebenso auch in der Wetterschutzfolie des mit dem maximalen Volumens von 11.000 m³ gefüllten externen Foliengasspeichers kommt und sich das komplette enthaltene Biogas entsprechend nach und nach in der Umgebung verteilt. Es wird folglich der Austritt der GZM unterstellt, obwohl dies gemäß KAS-18 als zu unwahrscheinlich eingestuft wird. Da aber in KAS-32 für BGA der Verlust der GZM unterstellt wird und um in dieser Auswirkungsanalyse/ Einzel-

fallbetrachtung dahingehend konform mit den für Dennoch-Störfälle konservativ ungünstigen Rahmenbedingungen wie in der aufgeführten Arbeitshilfe zu sein, wird hier ebenso die Freisetzung der GZM unterstellt (vgl. Kap. 3.2).

5.2.2 Gefährdungsereignisse im Rahmen der Auswirkungsanalyse/ Einzelfallbetrachtung

Im Rahmen der vorliegenden Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung werden die Gefahrenbereiche ermittelt, die sich primär aus der Freisetzung von Biogas mit den in Kap. 3.1 aufgeführten hoch entzündlichen sowie toxischen Eigenschaften ergeben. Zusätzlich sind die Gefahrenbereiche zu berechnen, die sich bei einer Zündung der frei gesetzten Biogaswolke ergeben, namentlich die Explosionsdruckentwicklung sowie die Bestrahlungsstärke/Wärmestrahlung. Konkret werden im Rahmen der vorliegenden Auswirkungsanalyse/ Einzelfallbetrachtung die nachfolgend aufgeführten Ereignisse berechnet bzw. modelliert:

- Ausbreitung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre in Höhe des Aufschlagpunkts/Expositionsaufpunkts
- Ausbreitung einer gefährlichen toxischen Atmosphäre in Höhe des Aufschlagpunkts/Expositionsaufpunkts
- Ermittlung der größten zusammenhängenden explosionsfähigen Masse
- Explosionsdruckentwicklung bei einer Zündung der größten zusammenhängenden explosionsfähigen Masse/Gaswolkenexplosion
- Bestrahlungsstärke/Wärmestrahlung bei Zündung der größten zusammenhängenden explosionsfähigen Masse

Entgegen den Anforderungen aus der Arbeitshilfe KAS-32 wird keine Freistrahlberechnung durchgeführt, da es infolge des geringen Überdrucks in dem externen Foliengaspeicher zwar anfänglich zu einer sehr schnellen Freisetzung des austretenden Biogases kommen kann (> 30 m/s), sich dieser Überdruck bei einer anzunehmenden isothermen Zustandsänderung allerdings binnen weniger Sekunden abbauen und die Freisetzung im Anschluss, wenn überhaupt, dann nur mit einer deutlich geringeren Austrittsgeschwindigkeit von statten gehen wird. Die Anwendung verfügbarer Freistrahlm Modelle würde daher konservativ sehr ungünstige Ergebnisse liefern, da, nach dem zu erwartenden raschen Abbau des Anfangsimpulses des Gasaustritts, eine deutlich höhere Beimischung von Umgebungsluft in das austretende Biogas zu erwarten ist. Geeignete Modelle für eine Freistrahlberechnung aus BGA mit den entsprechend niedrigen Überdrücken liegen aktuell nicht vor bzw. befinden sich in der Entwicklung, daher wird auf die Berechnung der Gefährdungsbereiche durch die Ausbildung eines Freistrahls im Rahmen dieser Untersuchung verzichtet.

Konsequenterweise wird dann auch keine Berechnung der Gefährdungsbereiche durch die Bestrahlungsstärke/Wärmestrahlung bei einer Entzündung des Freistrahls mit Ausbildung einer entsprechenden Freistrahlf Flamme im Rahmen der vorliegenden Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung durchgeführt.

5.2.3 Störfallbeurteilungswerte

Die Störfallbeurteilungswerte bzw. die Werte, die die Schwelle zu einer ernststen Gefahr im Sinne von § 2 Nr. 12. BImSchV darstellen, sind jeweils für die einzelnen Gefährdungsergebnisse zu ermitteln, wobei dies im Rahmen der vorliegenden Auswirkungsanalyse/ Einzelfallbetrachtung in Konvention mit den entsprechenden Beurteilungswerten in dem Leitfaden KAS-18 durchgeführt wird. Demnach sind für die Ereignisse Freisetzung einer toxischen Atmosphäre sowie Druckentwicklung und Wärmestrahlung/Bestrahlungsstärke bei Zündung einer explosionsfähigen Gaswolke diejenigen Beurteilungswerte anzusetzen, bei denen es gem. § 2 N. 4b 12. BImSchV zu einer Beeinträchtigung der Gesundheit einer großen Zahl von Menschen kommt bzw. kommen kann.

Ausbreitung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre

Zur Beurteilung der Gefährdungen durch die Ausbreitung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre sind die **UEG** sowie die **OEG** des zu betrachtenden Stoffes bzw. Stoffgemisches anzugeben. Gemäß der in Kap. 3.1 dargelegten Ausführungen zu den von der stofflichen Zusammensetzung des Biogases (vornehmlich das Verhältnis von CH₄ zu CO₂) abhängigen Werten für die UEG und die OEG und insbesondere unter Berechnung dieser gem. den Formeln in der Abb. 2 ergeben sich bei einer nach Kap. 5.2.5 angenommene Gaszusammensetzung folgende Explosionsgrenzen für das zu betrachtende Biogas:

- UEG: 8,2 Vol.-%
- OEG: 22,2 Vol.-%

Streng genommen stellen die entsprechenden Explosionsgrenzen keine Störfallbeurteilungswerte dar, allerdings werden diese als Grundlage für die Berechnung der maximal vorliegenden explosionsfähigen Masse verwendet, aus der dann wiederum die Gefährdungsbereiche bzgl. der Druckentwicklung bei einer Zündung der Gaswolke sowie die resultierende Wärmestrahlung/Bestrahlungsstärke berechnet werden.

Ausbreitung einer gefährlichen toxischen Atmosphäre

Bei den toxischen Gefahren einer Stofffreisetzung wird die Beeinträchtigung einer großen Zahl von Menschen in Konvention mit dem Leitfaden KAS-18 bei einer Überschreitung des jeweiligen **ERPG-2-Wertes** eintreten. Der ERPG 2-Wert ist dabei wie folgt definiert:

„Die maximale luftgetragene Konzentration, bei der davon ausgegangen wird, dass unterhalb dieses Wertes beinahe sämtliche Personen bis zu einer Stunde lang exponiert werden könnten, ohne dass sie unter irreversiblen oder sonstigen schwerwiegenden gesundheitlichen Auswirkungen oder Symptomen leiden bzw. solche entwickeln, die die Fähigkeit einer Person beeinträchtigen könnte, Schutzmaßnahmen zu ergreifen.“

Zusätzlich zu dem ERPG-2-Wert wird im Rahmen dieser Auswirkungsanalyse/ Einzelfallbetrachtung bzgl. der Berechnung der Ausbreitung einer toxischen Atmosphäre auch der **AEGL-2-Wert** herangezogen, und zwar derjenige für eine **Expositionszeit von 10 Minuten**. Dieser Wert wird zusätzlich verwendet, weil durch den AEGL-2-Wert für 10 Minuten auch die Grenzkonzentration hinsichtlich der Beeinträchtigung einer großen Zahl von Menschen für einen kürzeren Zeitraum als eine Stunde (wie in dem ERPG-Konzept) ermittelt werden kann, zudem wird das AEGL-Konzept in dem Bericht der Störfallkommission SFK-GS-28 als wissenschaftlich ausgewogener im Vergleich zum ERPG-Konzept bewertet.

Der AEGL-2-Wert ist dabei wie folgt definiert:

„Die luftgetragene Stoff-Konzentration (ausgedrückt in ppm oder mg/m³), ab der die allgemeine Bevölkerung irreversible oder andere schwerwiegende langandauernde Schädigungen oder eine eingeschränkte Fluchtmöglichkeit erleiden kann. Luftgetragene Stoff-Konzentrationen unterhalb des AEGL-2-Wertes, aber oberhalb des AEGL-1-Wertes repräsentieren Expositionsschwellen, die spürbares Unwohlsein hervorrufen können.“

Ermittlung der größten zusammenhängenden explosionsfähigen Masse

Die größte zusammenhängende explosionsfähige Masse wird, auf der Basis der ermittelten Explosionsgrenzen (UEG und OEG) von Biogas, berechnet, um darauf aufbauend anschließend die Explosionsdruckentwicklung bei einer Zündung der frei gesetzten Gaswolke sowie die resultierende Wärmestrahlung/Bestrahlungsstärke ermitteln zu können, folglich stellt die explosionsfähige Masse selbst keinen Störfallbeurteilungswert dar.

Explosionsdruckentwicklung bei einer Zündung der größten zusammenhängenden explosionsfähigen Masse/Gaswolkenexplosion

Als Grenzwert für die Beeinträchtigung einer großen Zahl von Menschen als Maßstab einer ernststen Gefahr im Sinne von § 2 Nr. 4 12. BImSchV wird bei der Druckentwicklung in Konvention mit dem Leitfaden KAS-18 ein Überdruck von 0,1 bar eingestuft.

Bestrahlungsstärke/Wärmestrahlung bei Zündung der größten zusammenhängenden explosionsfähigen Masse

Der Grenzwert für die Wärmestrahlung/Bestrahlungsstärke, bei der von einer Beeinträchtigung einer großen Zahl von Menschen auszugehen ist, beträgt gemäß dem Leitfaden KAS-18 1,6 kW/m². Da dieser Wert für längere Einwirkungszeiträume gültig ist, werden

zusätzlich ebenso in Konvention mit dem Leitfaden KAS-18 zwei weitere Kurzzeitgrenzwerte zur Bewertung des Beginns einer Beeinträchtigung einer großen Zahl von Menschen als Maßstab für eine ernste Gefahr im Sinne von § 2 Nr. 4 12. BImSchV herangezogen. Diese sind wie folgt:

- 11,7 kW/m² für eine Einwirkzeit von 4 s
- 19,9 kW/m² für eine Einwirkzeit von 2 s

5.2.4 Leckagefläche und Leckagehöhe

Als Leckagefläche wird in Konvention mit den Annahmen in der Arbeitshilfe KAS-32 ein Riss mit 0,6 m² angenommen (Länge: 3 m, Breite: 0,2 m). Weiterhin wird unterstellt, dass sich der Riss bzw. der Ort der Gasfreisetzung in einer Höhe von lediglich 4 m über dem Bodenniveau befindet. Bei dieser Art Freisetzungsquelle handelt es sich folglich um eine waagerechte Linienquelle.

Diese Annahme zur Leckagegröße ist als ein konservativ sehr ungünstiger Ansatz einzustufen. Zudem ist es sehr unwahrscheinlich, dass es zeitgleich zu einem Riss beider Folien an der im Grunde selben Stelle kommen wird. Bei einem Riss lediglich in der Gasspeicherfolie würde es nämlich nicht zu einer Freisetzung des austretenden Biogases an der eigentlichen Rissstelle kommen, sondern stattdessen an der Öffnung der abzuführenden Tragluftabluft, die sich in deutlich größerer Höhe befinden wird. Zudem würde es hierbei bereits zu einem Verdünnungseffekt des austretenden Biogases durch die Vermischung mit dem nachgeführten Volumenstrom der Tragluftgebläse kommen.

Trotzdem wird für die vorliegende Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung konservativ sehr ungünstig unterstellt, dass das Gas aus der beschriebenen Leckagestelle mit einer Fläche von 0,6 m² und in einer Höhe von 4 m sowie ohne eine Vermischung mit der geförderten Tragluft freigesetzt wird.

5.2.5 Gaszusammensetzung

Bzgl. der Gaszusammensetzung für die Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung werden unter Berücksichtigung der Ausführungen zur Anlagen-/Verfahrenstechnik der BGA Bioenergie Bünthe (vgl. Kap. 4.3) die folgenden Gaskonzentrationen für die Berechnungen angenommen:

- CH₄-Gehalt: 55 Vol.-%
- CO₂-Gehalt: 45 Vol.-%
- H₂S-Gehalt: 500 ppm

Es wird somit sowohl ein konservativ ungünstiger CH₄-Gehalt unterstellt, da dieser etwa 3,5 Vol.-% höher angenommen wird als der Mittelwert des Messwerte aus dem Betriebs-

tagebuch (vgl. Tab. 3), wie auch und v. a. ein konservativ sehr ungünstiger und sehr unwahrscheinlicher H₂S-Gehalt in dem externen Foliengasspeicher von 500 ppm. Im Grunde sind diese hohen H₂S-Konzentrationen in dem externen Foliengasspeicher infolge der Anlagen- und Verfahrenstechnik auszuschließen, nachfolgend sollen die Berechnungen trotzdem mit diesen Werten durchgeführt werden, dies u. a. vor dem Hintergrund, dass für BGA zur überwiegenden Vergärung von NawaRo in der Arbeitshilfe KAS-32 ein H₂S-Gehalt von sogar 5.000 ppm vorgeschlagen wird.

5.2.6 Stofffreisetungsverhalten

Aufgrund der Anlagen- und Verfahrenstechnik wird konservativ ungünstig unterstellt, dass das in dem externen Foliengasspeicher vorliegende Biogas eine Temperatur von etwa 15 °C aufweist. Unter weiterer Berücksichtigung der in Kap. 5.2.5 aufgeführten Gaszusammensetzung sowie einem unterstellten Gasüberdruck in Höhe des Ansprechdrucks der mechanischen Überdrucksicherung von 5 mbar liegt die ermittelte Gasdichte bei 1,22 kg/m³. Bei einer unterstellten Freisetzung des kompletten Stoffinventars des externen Foliengasspeichers von 11.000 m³ entspricht dies einer insgesamt freigesetzten Masse an Biogas von 13.420 kg.

Aufgrund der verhältnismäßig großen angenommenen Leckagefläche (vgl. Kap. 5.2.4) und des verhältnismäßig geringen Systemüberdrucks wird daher eine Ausflussziffer von 1 angesetzt; dies erfolgt zudem in Konvention mit der Arbeitshilfe KAS-32.

In der Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung bzw. bei der Berechnung der Gefahrenbereiche wird dabei unterstellt, dass die tatsächliche Gasfreisetzung bzw. der resultierende Massenstrom für einen längeren Zeitraum (> 10 Min.) annähernd konstant bleibt, obwohl dies infolge des geringen Systemüberdrucks und des sich infolge einer zu erwartenden isothermen Zustandsänderung rasch abbauenden Überdrucks sehr unwahrscheinlich ist. Die kontinuierliche Gasfreisetzung bis zur vollständigen Entleerung des externen Foliengasspeichers wird auch deswegen unterstellt, um eine entsprechende Konformität mit der Arbeitshilfe KAS-32 zu gewährleisten.

Die Freisetzung des Biogases aus der unterstellten Leckage erfolgt dabei in zwei Freisetzungsraten mit unterschiedlicher Zeitdauer. Für die ersten 100 s der Freisetzung wird ein Überdruck in dem externen Foliengasspeicher von 5 mbar unterstellt, im Anschluss wird ein Systemüberdruck von 2 mbar bis zur vollständigen Entleerung des Gasspeicherraums unterstellt, wobei als treibende Kraft der Tragluftgebläsedruck sowie das Gewicht der Folien angesehen werden können. Trotzdem ist die Art der Freisetzung insgesamt als sehr konservativer Ansatz zu charakterisieren.

5.2.7 Gasausbreitungsbedingungen

Für die Auswirkungsanalyse ist in Konvention mit der Arbeitshilfe KAS-32 eine indifferente

Temperaturschichtung ohne Inversion bzw. eine für den entsprechenden Standort typische mittlere Wetterlage nach VDI 3783 anzunehmen. Die mittlere Windgeschwindigkeit in einer Höhe von 10 m über Bodenniveau wurde auf der Basis von Daten des Deutschen Wetterdienstes [DWD] für den Raum Hildesheim mit etwa 3,5 m/s ermittelt. In konservativer Herangehensweise wird für die Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung mit einer mittleren Windgeschwindigkeit von 3 m/s gerechnet. Die Höhe des Aufschlagpunkts/Expositionsauflagepunkts wiederum wird, konform mit den Annahmen aus der Arbeitshilfe KAS-32, mit 2 m über Bodenniveau angenommen. Es findet in einer konservativen Herangehensweise explizit keine Berücksichtigung der Hauptwindrichtung statt, d. h., es wird angenommen, dass der Wind entsprechend aus allen Richtungen wehen kann bzw. wird.

Das frei gesetzte Biogas wird dabei grundsätzlich als dichteneutrales Gas betrachtet, eine Entmischung der einzelnen Bestandteile unter Einwirkung der Schwerkraft findet nicht bzw. nur sehr langsam statt, eine separate Betrachtung der in Relation zu Luft schwereren Gasbestandteile CO_2 und H_2S wird folglich nicht vorgenommen.

Bzgl. der Bodenrauigkeit wird unter Berücksichtigung des Aufstellungsortes des externen Foliengasspeichers sowie der umliegenden Flächennutzung und der Geländetopografie der Wert $z_0 = 0,5$ m gewählt (wenig rau: relativ ebenes Gelände, nur wenige Gebäude und mäßiger Bewuchs in weiterem Umkreis).

5.3 Störfallsimulationsmodelle

Die Durchführung der Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung erfolgt mit dem Programm ProNuSs, einer Software zur numerischen Störfallsimulation, und zwar mit der Programmversion 8. In diesem Programm sind sowohl das Modell der Gasausbreitungsberechnung gem. VDI 3783 implementiert inkl. eines Modells zur Ermittlung der explosionsfähigen Masse und auch das TNO-Multi-Energy-Modell zur Modellierung der Auswirkungen einer Gaswolkenexplosion mit der entsprechenden Druckentwicklung. Zudem ist in dem Programm ProNuSs ebenso ein Modell zur Berechnung der Wärmestrahlung bei einer Zündung der explosionsfähigen Biogaswolke enthalten.

Es wird darauf hingewiesen, dass die auf dem Gaußschen Ausbreitungsmodell basierenden Ergebnisse der Gasausbreitungsberechnung gem. VDI 3783 im Nahbereich des Freisetzungsortes (< 100 m) nicht mehr durch experimentelle Ausbreitungsversuche verifiziert sind, sondern linear interpoliert werden. Allerdings sind diese Kalkulationen als eine konservative Näherung der realen Situation einzuordnen.

Alternativ kann die Gasausbreitungsberechnung inkl. der Bestimmung der explosionsfähigen Masse auch mit dem Modell Austal2000 berechnet werden, das ebenso in dem Programm ProNuSs implementiert ist. Da allerdings in dem Leitfaden KAS-18 sowie in der Arbeitshilfe KAS-32 jeweils für die Gasausbreitung die VDI 3783 angewendet bzw. zur

Anwendung empfohlen wird, werden die folgenden Berechnungen in dieser Auswirkungsanalyse/ Einzelfallbetrachtung ebenso auf der Basis dieses Modells durchgeführt. Eine Gasausbreitungsberechnung sowie die Ermittlung der explosionsfähigen Masse mittels des Modells Austal2000 ist folglich im Rahmen dieser Auswirkungsanalyse/ Einzelfallbetrachtung explizit nicht durchgeführt worden.

5.4 Berechnungsergebnisse

Die Berechnungsergebnisse der Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung werden nachfolgend in zwei Szenarien abgebildet. Szenario 1 stellt dabei die Ausbreitung der Gaswolke infolge einer Leckage in dem Foliengasspeicher und die damit verbundenen Gefahrenbereiche bzgl. der Ausbreitung einer gefährlichen explosionsfähigen sowie einer gefährlichen toxischen Atmosphäre dar, zusätzlich wird hier auch die maximale explosionsfähige Masse an Biogas berechnet. In Szenario 2 wiederum wird ermittelt, welche Auswirkungen bei einer ursachenunabhängigen Zündung der frei gesetzten Gaswolke bzgl. der Parameter Explosionsdruckentwicklung und Wärmestrahlung/Bestrahlungsstärke zu erwarten sind.

5.4.1 Szenario 1: Gasfreisetzung infolge einer Leckage in dem Foliengasspeicher

Es wird angenommen, dass der externe Foliengasspeicher ursachenunabhängig teilweise aufreißt und das darin enthaltene Biogas entsprechend der in Kap. 5.2 dargestellten Rahmenbedingungen nachfolgend austritt. Unter Berücksichtigung dieser Rahmenbedingungen ergeben sich für die Gasfreisetzung die folgenden Massenströme an Biogas:

- Freisetzungsrate 1: 20,89 kg/s
- Freisetzungsdauer 1: 100 s
- Freisetzungsrate 2: 13,22 kg/s
- Freisetzungsdauer 2: 855 s

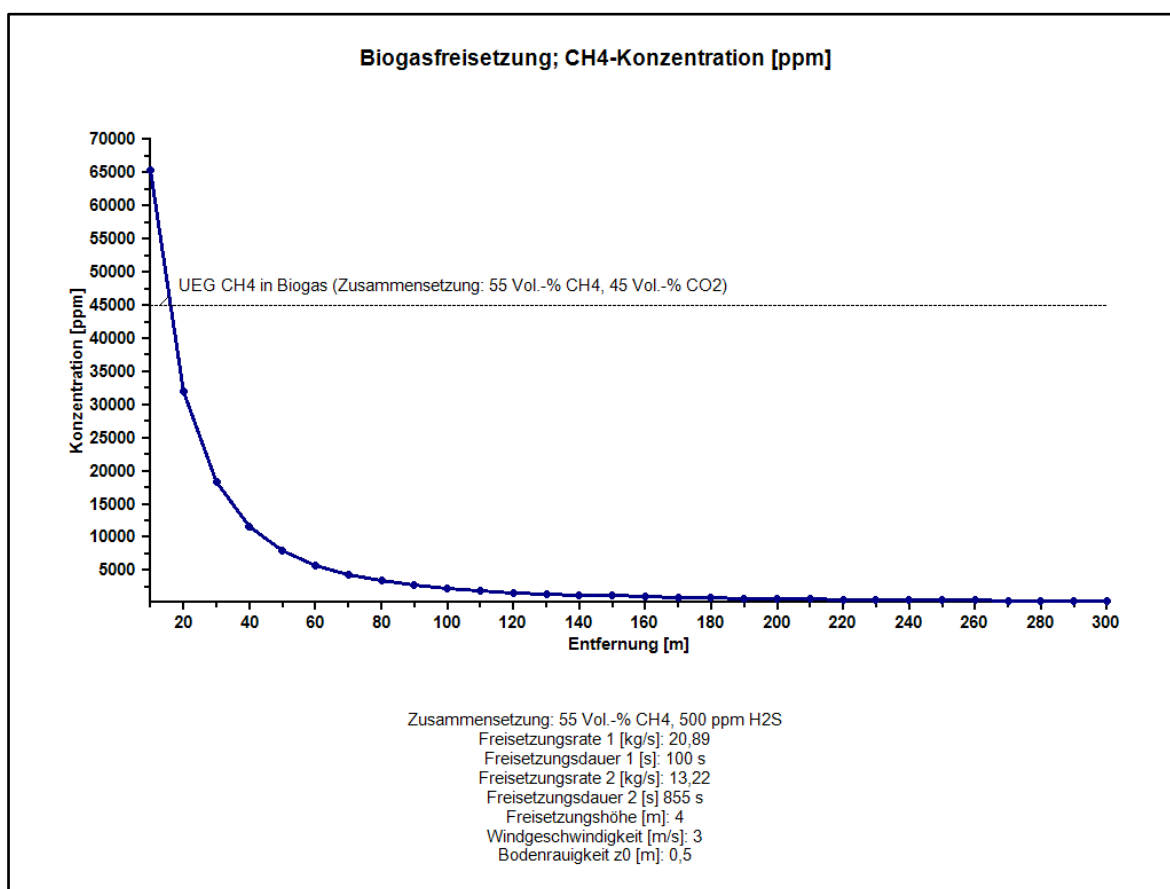
Die beiden Freisetzungsabschnitte bilden somit zusammenhängend ein Freisetzungsszenario. Dabei wird folglich davon ausgegangen, dass sich der maximal gefüllte externe Foliengasspeicher nach einem Zeitraum von 955 s (= knapp 16 Min.) vollständig entleert und sich das Gas in der Umgebung ausgebreitet hat.

Ausbreitung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre

Unter Berücksichtigung der in Kap. 5.2 ausführlich dargelegten Rahmenbedingungen ergibt sich bzgl. der Ausbreitung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre das in der Abb. 12 dargestellte Bild. Auf der y-Achse ist dabei die Konzentration von CH₄ (in ppm) dargestellt, und zwar in einer Höhe von 2 m über dem Bodenniveau (= Höhe des Aufschlagpunkts/Expositionsaufpunkts), während auf der x-Achse die Entfernung von der

Freisetzungsquelle (in m) aufgetragen ist. Als waagerechte Linie ist zusätzlich die UEG von CH₄ in Biogas bei der gem. Kap. 5.2.5 angenommenen Gaszusammensetzung (55 Vol.-% CH₄, 45 Vol.-% CO₂) von 4,5 Vol.-% dargestellt. Bei einer Betrachtung der Abb. 12 wird deutlich, dass selbst unter den angesetzten konservativ ungünstigen Rahmenbedingungen (vgl. Kap. 5.2) die UEG von Biogas bereits in einer Entfernung < 20 m vom Emis-sionsort unterschritten wird.

Abb. 12: CH₄-Konzentrationsverlauf bei einer Gasfreisetzung

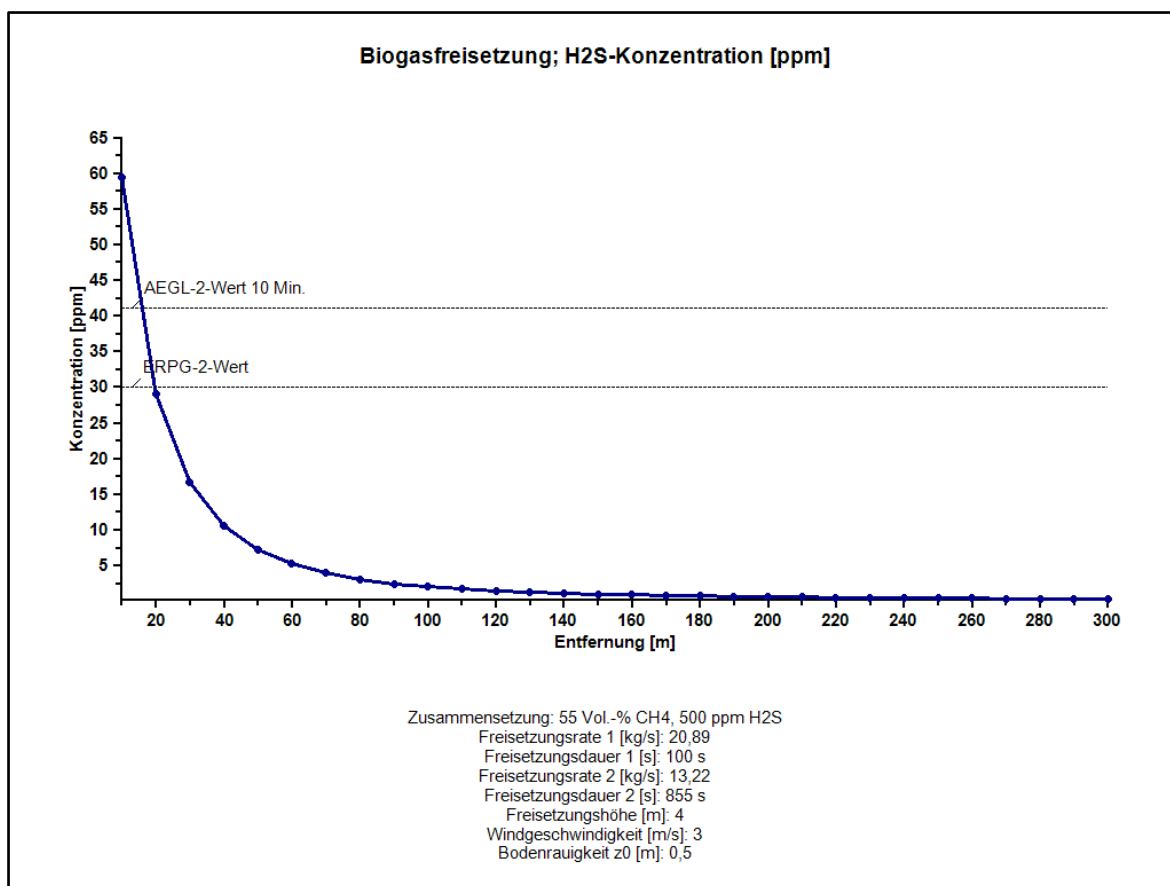


Ausbreitung einer gefährlichen toxischen Atmosphäre

Unter Berücksichtigung der in Kap. 5.2 ausführlich dargelegten Rahmenbedingungen ergibt sich bzgl. der Ausbreitung einer gefährlichen toxischen Atmosphäre das in der Abb. 13 dargestellte Bild. Auf der y-Achse ist dabei die Konzentration an H₂S (in ppm) dargestellt, und zwar wiederum in einer Höhe von 2 m über dem Bodenniveau (= Höhe des Aufschlagpunkts/Expositionsaufpunkts), während auf der x-Achse die Entfernung von der Freisetzungsquelle (in m) aufgetragen ist. Als waagerechte Linien sind zusätzlich der ERPG-2-Wert sowie der AEGL-2-Wert für einen Zeitraum von 10 Minuten als Störfallbeurteilungswerte dargestellt. Bei einer Betrachtung der Abb. 13 wird deutlich, dass selbst unter den angesetzten konservativ ungünstigen Rahmenbedingungen (vgl. Kap. 5.2) die

beiden Störfallbeurteilungswerte für eine toxische Gefährdung gem. Kap. 5.2.3 in einer Entfernung von jeweils < 20 Metern (ERPG-2-Wert: 19,7 m, AEGL-2-Wert für den Zeitraum von 10 Minuten: 16 m) von der Freisetzungsquelle unterschritten werden.

Abb. 13: H₂S-Konzentrationsverlauf bei einer Gasfreisetzung



Ermittlung der größten zusammenhängenden explosionsfähigen Masse

Die Ermittlung der größten zusammenhängenden explosionsfähigen Masse, die auf der Basis der dargestellten Biogaszusammensetzung, der Freisetzungsraten und Freisetzungsdauern sowie der grundlegenden Ausbreitungssituation (Windgeschwindigkeit, Bodenrauigkeit, etc.) basiert, führt zu dem Ergebnis, dass diese 51,55 kg beträgt bei einer maximalen Länge der explosionsfähigen Gaswolke bzw. einer unteren Zünddistanz von 15 m.

5.4.2 Szenario 2: Ursachenunabhängige Zündung der frei gesetzten Biogaswolke

Auf der Basis der in Kap. 5.4.1 ermittelten Gasfreisetzung sowie der berechneten maximalen zusammenhängenden explosionsfähigen Masse werden nachfolgend die Gefährdungsbereiche bei einer ursachenunabhängigen Zündung der frei gesetzten Biogaswolke

ermittelt. Hierbei sind, wie bereits ausgeführt, die Explosionsdruckentwicklung sowie die Wärmestrahlung/Bestrahlungsstärke mit den entsprechenden Störfallbeurteilungswerten (vgl. Kap. 5.2.3) zu berücksichtigen.

Es wird darauf hingewiesen, dass für die nachfolgenden Berechnungen von einer explosionsfähigen Masse von 103,1 kg ausgegangen wird, also zusätzlich zu den ohnehin bereits als sehr konservativ bzgl. der Gasfreisetzung zu charakterisierenden Annahmen die Menge an explosionsfähiger Masse um den Faktor 2 höher angesetzt wird als berechnet.

Explosionsdruckentwicklung bei einer Zündung der größten zusammenhängenden explosionsfähigen Masse/Gaswolkenexplosion

Zur Berechnung der Explosionsdruckentwicklung bei einer Zündung der Biogaswolke mittels des TNO-Multi-Energy-Modells sind zunächst die explosionsfähige Masse sowie die maximale Länge der explosionsfähigen Gaswolke bzw. die untere Zünddistanz anzugeben. Die maximale explosionsfähige Masse wird dabei, wie in Kap. 5.4.1 bereits dargestellt, mit 103,1 kg angenommen und somit um den Faktor 2 höher als das mittels ProNuSs ermittelte Berechnungsergebnis. Die maximale Länge der explosionsfähigen Gaswolke bzw. die untere Zünddistanz beträgt demnach 15 m.

Die Auswirkungen einer Explosion bzgl. des auftretenden Explosionsdrucks hängen neben den beschriebenen Stoffeigenschaften der Gaswolke selbst von weiteren Parametern ab, hierzu zählen u. a. die Art der Zündung, die Flammengeschwindigkeit, die durch die Turbulenz in der Gaswolke stark beeinflusst wird sowie die Intensität der Verdämmung der Gaswolke z. B. durch eng angrenzende Gebäude (vgl. ProNuSs Bedienhandbuch).

In dem TNO-Multi-Energy-Modell ist durch die notwendige Zuweisung des Explosionsergebnisses bzgl. der resultierenden Druckwirkung in insgesamt zehn Kategorien festzulegen, wie hoch der maximale Explosionsdruck in der Nähe der Gaswolke ist. Die Kategorie 1 beschreibt dabei einen geringen maximalen Explosionsdruck bzw. eine Verpuffung, während die Kategorie 10 eine starke Detonation darstellt.

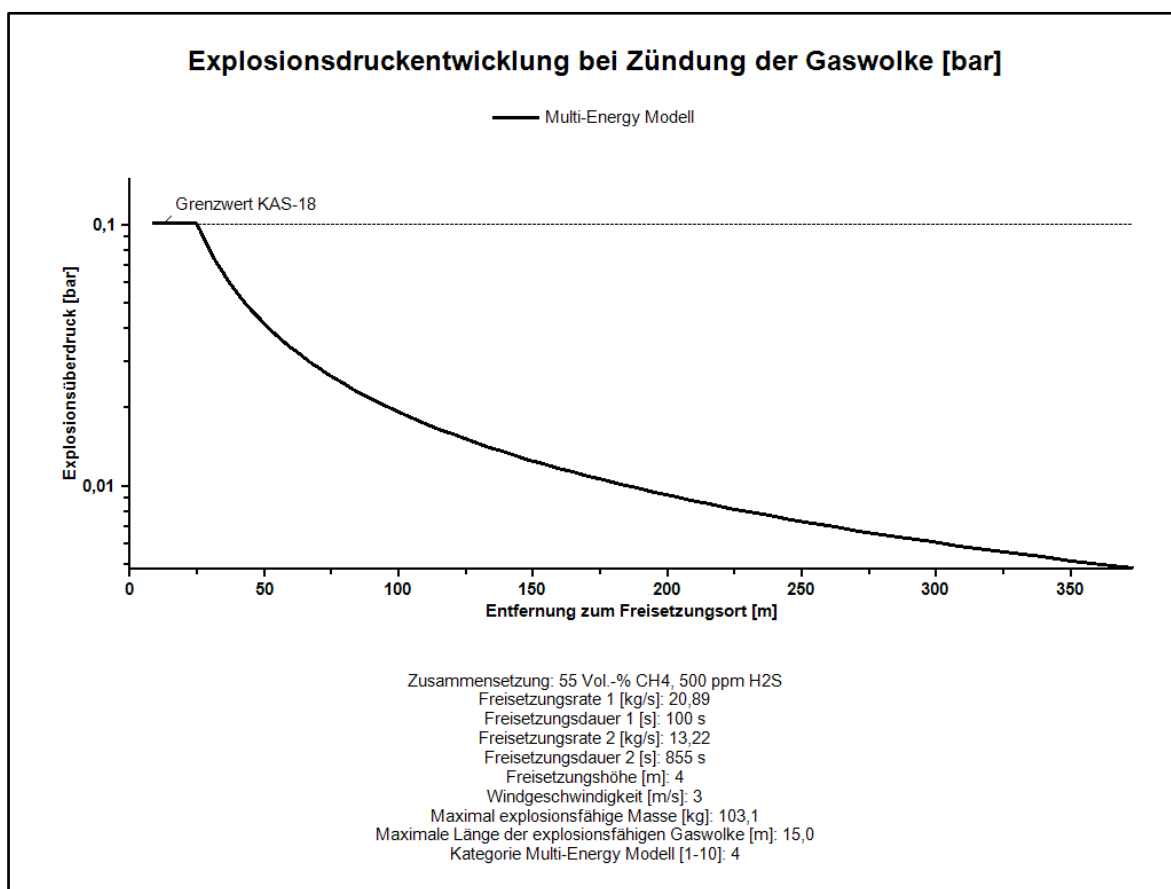
Als Hilfestellung für die Zuordnung der Kategorie zu der zu berechnenden Explosionsdruckentwicklung als Folge einer Gaswolkenexplosion wird die Matrix von Kinsella verwendet. Hierin wird anhand der Parameter Zündenergie, Verblockung und Verdämmung jeweils mit den Attributen „hoch“ oder „gering“ eine entsprechende Zuordnung zu einer der Kategorien 1-10 vorgenommen, die wiederum dann bei der Berechnung der Explosionsdruckentwicklung in dem TNO-Multi-Energy-Modell einfließt.

Unter der Berücksichtigung von potentiell vorhandenen Zündquellen sowie der konkreten Situation an dem geplanten Aufstellort für den Foliengasspeicher mit den vorhandenen Betonbehältern zur Salzlagerung, den bereits vorhandenen BHKW-Aufstellgebäuden sowie dem vorhandenen Sozialgebäude des Bauhofs wird in konservativer Herangehensweise für die Berechnung des Explosionsdrucks die Kategorie 4 gewählt, da von einer

gewissen Verdämmung der Gaswolke durch die vorhandenen Gebäudestruktur ausgegangen werden kann.

In der nachfolgenden Abb. 14 sind die Auswirkungen bei einer ursachenunabhängigen Zündung der ausgetretenen Biogaswolke hinsichtlich der Explosionsdruckentwicklung dargestellt.

Abb. 14: Explosionsdruckentwicklung bei einer Zündung der Biogaswolke



Auf der y-Achse ist hierbei die aus der Gaswolkenexplosion resultierende Druckentwicklung (in bar) dargestellt, während auf der x-Achse wiederum die Entfernung zum Freisetzungsort, sprich der Folienleckage, aufgeführt ist (in m). Zusätzlich ist als waagerechte Linie der gemäß KAS-18 relevante Störfallbeurteilungswert bzgl. der Explosionsdruckentwicklung von 0,1 bar dargestellt. Bei einer Betrachtung der Abb. 14 wird deutlich, dass der gemäß dem Leitfaden KAS-18 relevante Störfallbeurteilungswert unter den als konservativ ungünstig einzustufenden Rahmenbedingungen in einer Entfernung von knapp 25 m zum Freisetzungsort des Biogases unterschritten wird.

Bestrahlungsstärke/Wärmestrahlung bei Zündung der größten zusammenhängenden explosionsfähigen Masse

Bei einer Zündung der freigesetzten Biogaswolke sind neben dem Explosionsdruck auch

die Folgen der damit verbundenen Wärmestrahlung/Bestrahlungsstärke zu berücksichtigen bzw. zu berechnen. Die Berechnung der bei einer Zündung der Biogaswolke resultierenden Wärmestrahlung/Bestrahlungsstärke wurde mit dem in ProNuSs integrierten Modell Gaswolkenbrand durchgeführt.

Bzgl. der explosionsfähigen Masse sowie der maximalen Länge der explosionsfähigen Gaswolke bzw. der unteren Zünddistanz werden die gleichen Werte angenommen wie bei der Modellierung der Explosionsdruckentwicklung (explosionsfähige Masse: 103,1 kg, untere Zünddistanz: 15 m). Die weiteren spezifischen Rahmenbedingungen des Gaswolkenbrands sind wie folgt, wobei die Gaswolke näherungsweise als liegender Zylinder modelliert wird:

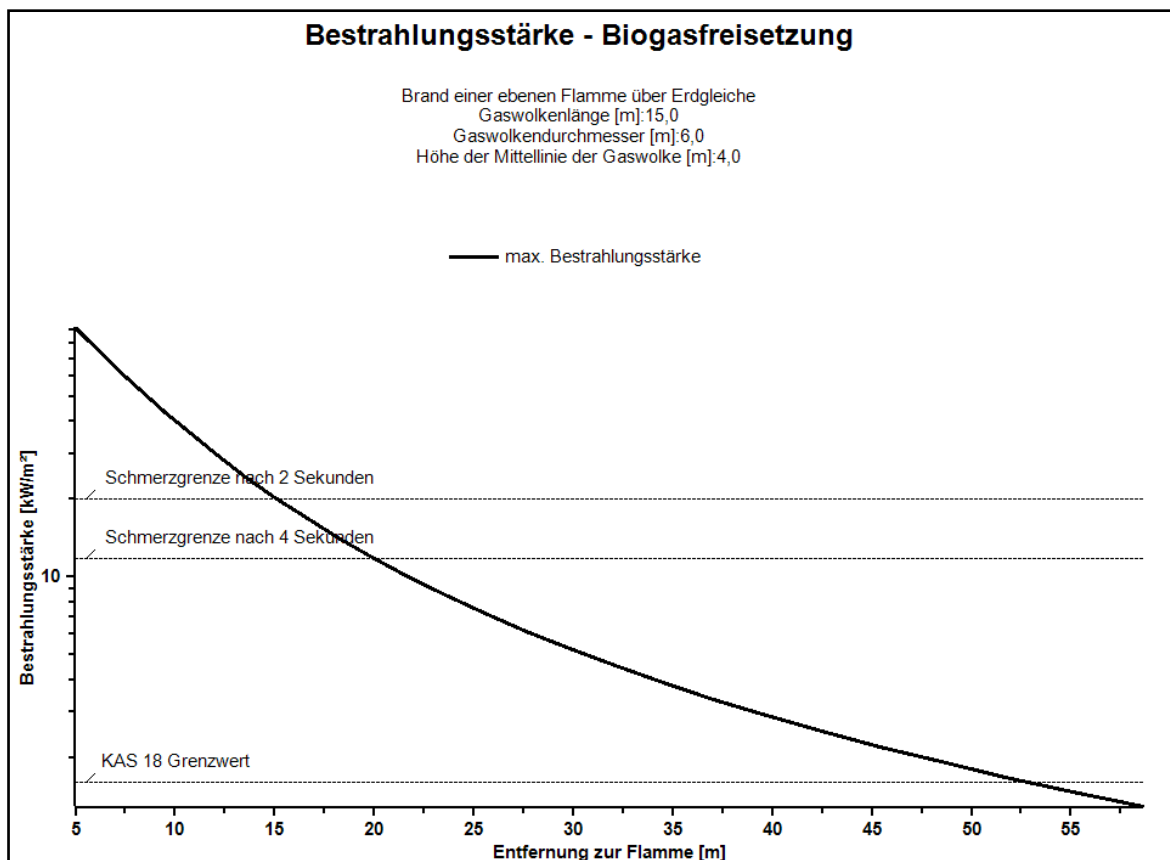
- Strahlungsintensität des abbrennenden Biogases: 200 kW/m² (vgl. ProNuSs Bedienhandbuch)
- Gaswolkenlänge: 15 m
- Gaswolkendurchmesser: 6 m
- Höhe der Mittellinie der Gaswolke: 4 m

In der nachfolgenden Abb. 15 sind die Auswirkungen bzw. Gefahrenbereiche hinsichtlich der Wärmestrahlung/Bestrahlungsstärke bei einem Abbrand der beschriebenen Gaswolke dargestellt, und zwar in einer Höhe von 1 m über Bodenniveau. Auf der y-Achse ist hierbei die aus der Gaswolkenexplosion resultierende Wärmestrahlung/Bestrahlungsstärke (in kW/m²) dargestellt, während auf der x-Achse die Entfernung zu der Flamme (in m) dargestellt ist. Zusätzlich sind drei waagerechte Linien enthalten, und zwar einmal der gemäß KAS-18 relevante Störfallbeurteilungswert bzgl. Wärmestrahlung/Bestrahlungsstärke in Höhe von 1,6 kW/m² sowie zwei Kurzzeitstrahlungswerte in Höhe von 11,7 kW/m² (relevanter Zeitraum: 4 s) sowie von 19,9 kW/m² (relevanter Zeitraum: 2 s). Die beiden letzteren Beurteilungswerte werden zusätzlich aufgeführt, weil der Grenzwert gem. KAS-18 von 1,6 kW/m² für längere Zeiträume bzw. bei einem Brandereignis mit einer länger andauernden Wärmestrahlung (z. B. ein Tanklagerbrand) relevant ist, gleichzeitig aber in diesem Fall von einem relativ raschen Abbrand der Gaswolke, d. h. innerhalb weniger Sekunden, infolge der räumlichen Gegebenheiten sowie der Flammenfortpflanzungsgeschwindigkeit von Biogas auszugehen ist (vgl. ProNuSs Bedienhandbuch).

Bei einer Betrachtung der Abb. 15 wird deutlich, dass der gemäß dem Leitfaden KAS-18 relevante Störfallbeurteilungswert von 1,6 kW/m² unter den als konservativ ungünstig einzustufenden Rahmenbedingungen in einer Entfernung von etwa 53 m von der Gaswolke bzw. der Flamme erreicht wird. Die in diesem Fall indes des zu erwartenden raschen Abbrands der Gaswolke nach Ansicht der Sachverständigen eher geeigneten Störfallbeurteilungswerte für die kurzzeitige Grenze der Wärmestrahlung/Bestrahlungsstärke werden demnach in einer Entfernung von etwa 15 m zur Gaswolke bzw. zur sich ausbildenden

Flamme (19,9 kW/m² für einen Zeitraum von 2 Sekunden) bzw. in einer Distanz von etwa 20 m (11,7 kW/m² für einen Zeitraum von 2 Sekunden) erreicht bzw. unterschritten.

Abb. 15: Wärmestrahlung/Bestrahlungsstärke bei einer Zündung der Biogaswolke



5.4.3 Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

Anhand der vorliegenden Berechnungsergebnisse aus der Auswirkungsanalyse/ Einzelfallbetrachtung ergeben sich die folgenden Ergebnisse bzgl. der einzuhaltenden Abstände, wobei nochmals darauf hingewiesen wird, dass den durchgeführten Berechnungen konservativ ungünstige Rahmenbedingungen zugrunde liegen:

- Unterschreitung der UEG von Biogas (8,2 Vol.-%) in Höhe des Aufschlagpunkts/ Expositions aufpunkts: 16 m vom Freisetzungsort
- Unterschreitung des ERPG-2-Wertes von H₂S (30 ppm) in Höhe des Aufschlagpunkts/ Expositions aufpunkts: 19,7 m vom Freisetzungsort
- Unterschreitung des AEGL-2-Wertes 10 Min. von H₂S (41 ppm) in Höhe des Aufschlagpunkts: 16 m vom Freisetzungsort
- Unterschreitung des Grenzwertes bzgl. des Explosionsdrucks gem. KAS-18 (0,1 bar): 25 m

-
- Unterschreitung des Grenzwertes bzgl. der Wärmestrahlung/ Bestrahlungsstärke gem. KAS-18 (1,6 kW/m²): 53 m vom Wolkenrand
 - Unterschreitung des Kurzzeitgrenzwertes bzgl. der Wärmestrahlung/ Bestrahlungsstärke für einen Zeitraum von 4 Sekunden (11,7 kW/m²): 20 m vom Wolkenrand
 - Unterschreitung des Kurzzeitgrenzwertes bzgl. der Wärmestrahlung/ Bestrahlungsstärke für einen Zeitraum von 2 Sekunden (19,9 kW/m²): 15,2 m vom Wolkenrand

Für sämtliche Abstandswerte wird an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, dass die ermittelten Abstände windrichtungsunabhängig einzustufen sind, d. h., dass diese in alle Richtungen gültig sind, da in den Berechnungen keine Berücksichtigung einer Hauptwindrichtung stattgefunden hat.

6 Zusammenfassung der Ergebnisse

Seitens des TÜV NORD wurde im Auftrag der Bioenergie Bünthe eine Auswirkungsanalyse/ Einzelfallbetrachtung zur Ermittlung des angemessenen Abstands zu schutzbedürftigen Objekten i.S. § 50 Abs. 1 BImSchG für den geplanten externen Foliengasspeicher an dem Standort der alten Kläranlage der Stadt Bad Salzdetfurth (Am Triftweg, 31162 Bad Salzdetfurth) durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden auf der Basis sog. Dennoch-Störfälle und unter Berücksichtigung der spezifischen Charakteristika (Verfahrens- und Sicherheitstechnik der bestehenden sowie der geplanten Anlagenteile) sowie in Konvention mit den Vorgaben aus dem Leitfaden KAS-18 sowie der Arbeitshilfe KAS-32 Szenarien gebildet, mittels derer die Gefahrenbereiche bei einer entsprechenden Stofffreisetzung berechnet bzw. modelliert worden sind.

Als Ergebnis der durchgeführten Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung für den geplanten externen Foliengasspeicher der BGA Bioenergie Bünthe, die auf der Basis konservativ ungünstiger Rahmenbedingungen durchgeführt worden ist, lässt sich festhalten, dass die ermittelten Gefahrenbereiche keine solchen räumlichen Ausmaße haben, die vorhandene schutzbedürftige Objekten i.S. § 50 Abs. 1 BImSchG beeinträchtigen würden.

Als abstandsbestimmend hat sich dabei das Szenario der Entzündung der frei gesetzten Biogaswolke herausgestellt, wobei der ermittelte Abstand auf der Basis des entsprechenden Wertes für die Wärmestrahlung/Bestrahlungsstärke in Höhe von 1,6 kW/m² in einer Entfernung von 53 m vom Wolkenrand das absolute Maximum darstellt, da sich dieser Störfallbeurteilungswert eher auf die negativen Wärmeeinwirkungen bei länger andauernden Bränden (z. B. Brand eines Tanklagers) bezieht. Zieht man folglich die verbleibenden Störfallbeurteilungswerte für die Ermittlung des angemessenen Abstands heran, so liegt dieser bei etwa 30-35 m.

Hamburg, 16.12.2015



Dipl.-Umweltwiss. Timo Ebenthal

Bekannt gegebener Sachverständiger
nach § 29b Abs. 1 BImSchG
Fachreferat Biogasanlagen der
TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG



Dipl.-Chem. J. Mund

Bekannt gegebener Sachverständiger
nach § 29b Abs. 1 BImSchG der
TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG