Auswirkungsanalyse/ Einzelfallbetrachtung zur Ermittlung des angemessenen Abstands auf Grundlage von § 50 BImSchG i.V.m. KAS-18/KAS-32 für die Biogasanlage der Agrar-Energie-Gesellschaft mbH & Co.KG Hopsten

Standort der Anlage:	Straße:	**Hauernweg 17**
	PLZ, Ort:	**48496 Hopsten**
	Gemarkung:	**Hopsten**
	Flur:	**13**
	Flurstücke:	**68, 74 und 92**
Auftraggeber/ betreiber:	**Agrar-Energie-Gesellschaft mbH & Co.KG Hopsten**	
	Straße:	**Hauernweg 17**
	PLZ, Ort:	**48496 Hopsten**

Dipl.-Ing. D. Dusör und T. Ebenthal
Dipl.-Chem. J. Mund
TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG
Große Bahnstr. 31, 22525 Hamburg
☎ 040 / 8557 - 2937

Stand: 10.10.2019

Inhalt

1 Einführung 4

1.1 Ausgangssituation und Zielsetzung 4

1.2 Unterlagen 6

2 Abstandsbetrachtungen für Betriebsbereiche gemäß 12. BImSchV 8

2.1 Allgemeine Schutzziele gemäß § 50 BImSchG 8

2.2 Achtungsabstand gem. KAS-18 10

2.3 Ermittlung des angemessenen Abstands gem. KAS-18 11

3 Abstandsempfehlungen für BGA gemäß KAS-32 12

3.1 Vorbemerkungen 12

3.2 Rahmenbedingungen der Abstandsbetrachtungen 16

3.3 Ergebnis der Abstandsempfehlung ohne Detailkenntnisse / Achtungsabstand 18

3.4 Annahmen für die Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen / angemessener Abstand 19

4 Beschreibung des Anlagenstandortes und der Verfahrenstechnik der BGA Hopsten 20

4.1 Allgemeine Angaben zum Anlagenstandort 20

4.2 Anlagentechnik der BGA Hopsten 24

4.2.1 BE 1: Inputstofflagerung 24

4.2.2 BE 2: Inputstoffeintrag 25

4.2.3 BE 3 Gärbehälter/Fermentationstechnik 25

4.2.4 BE 4 Substratverteilung/Pumptechnik 26

4.2.5 BE 5: Rohgasaufbereitung 27

4.2.6 BE 6: Gasverwertung 28

4.2.7 BE 7: Gärrestlagerung inkl. Gärrestentnahme 29

4.2.8 Gärrestaufbereitung und Düngemittelproduktion 30

4.2.9 BE 9: Elektro- und Steuerungstechnik 30

4.2.10 BE 10: Sonstiges Equipment 31

4.2.11 Gasspeichermegen 32

5 Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung 33

5.1 Vorbemerkungen 33

5.2 Rahmenbedingungen 34

5.2.1 Stoffinventar/frei gesetzte Stoffmenge 34

5.2.2 Gefährdungsereignisse im Rahmen der Auswirkungsanalyse/ Einzelfallbetrachtung 35

5.2.3 Störfallbeurteilungswerte 36

5.2.4 Leckagefläche und Leckagehöhe 38
5.2.5 Gaszusammensetzung 38
5.2.6 Stofffreisetzungsverhalten 39
5.2.7 Gasausbreitungsbedingungen 41

5.3 Störfallsimulationsmodelle 41

5.4 Berechnungsergebnisse 42
5.4.1 Szenario 1: Gasfreisetzung infolge einer Leckage in dem Foliengasspeicher 42
5.4.2 Szenario 2: Ursachenunabhängige Zündung der frei gesetzten Biogaswolke 45
5.4.3 Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse 49
6 Zusammenfassung der Ergebnisse.....50

1 Einführung

1.1 Ausgangssituation und Zielsetzung

Die Agrar-Energie-Gesellschaft mbH & Co.KG Hopsten betreibt an folgendem Standort eine Biogasanlage [BGA] zur Erzeugung und Verwertung von Biogas in zwei Blockheizkraftwerken [BHKW] am Standort und einem externen Blockheizkraftwerk im nahegelegenen Gewerbegebiet. Das externe Blockheizkraftwerk wird über eine Gasleitung von ca. 400 m versorgt.

Gemarkung:	Hopsten
Flur:	13
Flurstücke:	256
Straße:	Kupferstraße 17
PLZ, Ort:	48496 Hopsten

Die BGA mit einer insgesamt veranschlagten Rohgasproduktion von im Mittel 4,38 Mio m^3_N/a, bzw. 500 m^3_N/h fällt dabei aufgrund der maximal auf der Anlage vorhandenen Biogasmenge in den Regelungsbereich der Störfallverordnung (12. BImSchV), und zwar mit Grundpflichten. Die betreffende Anlage wird im vorliegenden Dokument als BGA Hopsten benannt.

In der BGA Hopsten wird in einem anaeroben biologischen Prozess aus verschiedenen Inputstoffen (verschiedene Nachwachsende Rohstoffe [NawaRo]) Biogas erzeugt. Das produzierte Biogas wird dabei überwiegend in drei BHKW in Strom und Wärme umgewandelt, wobei der Strom in das öffentliche Stromnetz eingespeist wird. Zwei BHKW sind am eigentlichen Standort der Biogaserzeugung bzw. der Gärstrecke aufgestellt. Das dritte BHKW im nahegelegenen Gewerbegebiet. Die anfallende Wärme wird, in Form von Warmwasser für interne Zwecke genutzt (Beheizung der Gärbehälter, Betrieb einer Verdampferanlage) sowie in ein Nahwärmenetz zur externen Verwertung eingespeist. Die anfallenden Gärreste aus der BGA wiederum werden als organisches Düngemittel verwendet. Über zwei Separatoren wird der Gärrest entwässert. Der Feststoff wird einer Halle zwischengelagert und nachfolgend der landwirtschaftlichen Verwertung zugeführt.

Die Anlage soll um ein weiteres Gärrestlager erweitert werden. Weiterhin soll die Anlage um einen Wärmespeicher erweitert werden, der externe Gasspeicher soll abgerissen und die Biogasfackel am ehemaligen Standort des externen Gasspeichers neu aufgestellt werden. Im Gewerbegebiet soll am Standort des externen BHKW dieses um ein weiteres BHKW ergänzt werden.

Mit der Erweiterung der Anlage um ein gasdichtes Gärrestlager mit einem Innendurchmesser von 28 m wird die maximal gelagerte Biogasmenge mit mehr als 10.000 kg beim Betrieb der Anlage überschritten. Damit fällt die Biogasanlage Hopsten in den Regelungsbereich der zwölften Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [BImSchG], namentlich in die Störfallverordnung [12. BImSchV], und zwar unter die Grundpflichten. Die BGA Hopsten stellt somit einen Betriebsbereich gemäß § 3 Abs. 5a BImSchG dar.

Seitens des für die Belange des Immissionsschutzes zuständigen Behörde ist vor dem Hintergrund, dass sich innerhalb eines Radius von 200 m (ermittelter Achtungsabstand für BGA) um den Standort der BGA Hopsten Gebiete/Objekte im Sinne von § 50 BImSchG befinden, festgelegt worden, im Rahmen einer Auswirkungsanalyse bzw. Einzelfallbetrachtung den sog. angemessenen Abstand zu ermitteln. Die BGA Hopsten wiederum beauftragte die TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG [TÜV NORD] mit der Erstellung dieser Auswirkungsanalyse/ Einzelfallbetrachtung zur Ermittlung des angemessenen Abstands für deren BGA.

1.2 Unterlagen

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

- Kurzbeschreibung der Ausbaumaßnahmen
- Lageplan der Ausbaumaßnahme
- Deutsche Grundkarte zum Anlagenstandort, M 1:5000
- Satellitenaufnahmen des Standortes und der Umgebung,

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]; 2. überarbeitete Fassung; Stand: November 2015
- 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 15. März 2017 (BGBl. I S. 483) geändert worden ist

Es erfolgte eine Begehung vor Ort. Die Berechnungen erfolgten auf der Grundlage der Angaben des zuständigen Planungsbüros, des Bauherrn sowie auf der Grundlage von Luftbildaufnahmen.

2 Abstandsbetrachtungen für Betriebsbereiche gemäß 12. BImSchV

2.1 Allgemeine Schutzziele gemäß § 50 BImSchG

§ 50 Satz 1 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 berücksichtigten 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 klimatischen Randbedingungen der Auswirkungsbetrachtung (Temperatur, Windgeschwindigkeit, Temperaturschichtung, etc.), den Quellterm des Stoffaustritts (Leckgröße, Austrittsgeschwindigkeit, Ausflussziffer, etc.) sowie weitere Parameter (spezifische Stoffcharakteristika, Freisetzungsdauer, Bodenrauhigkeit, 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. vorauszusetzenden 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“* veröffentlicht 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/ Expositionsaufpunkt, 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 [H_2S] 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_2S)	Bis zu 1,0	Vol.-% (1 Vol.-% entspricht 10.000 ppm)
Wasserdampfgehalt (H_2O)	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 CH_4-Gehalte als die in der Tab. 1 angegebene Obergrenze von etwa 65 Vol.-% ist möglich, sofern es sich um zweistufige/zweiphasige BGA mit separater Hydroly-sestufe 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 CH_4 sowie zum anderen die mögliche Ausbreitung einer toxischen Atmosphäre des ebenso enthaltenen und als sehr giftig einzustufenden H_2S einzuordnen. Bzgl. H_2S ist zudem anzumerken, dass dieser Stoff ebenso hoch entzündliche Eigenschaften aufweist, allerdings sind auch die im noch nicht entschwefelten Rohbiogas enthaltenen H_2S-Konzentrationen so gering, dass die untere Explosionsgrenze [UEG] von 4,3 Vol.-% nicht erreicht wird.

Die Explosionsgrenzen von reinem CH_4 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 CH_4 und CO_2 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 CH_4 in Biogas anhand des Dreiecksdiagramms (vgl. Abb. 1) der Komponenten CH_4, CO_2 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 CH_4-Gehalte im Biogas die UEG und OEG des entsprechenden Biogases dargestellt.

Hinsichtlich der toxischen Gefährdungen ist bei Biogas in erster Linie der H_2S-Gehalt von Relevanz. Die Konzentration an NH_3 im Biogas wird infolge der verfahrenstechnischen Parameter von BGA sowie der Inputstoffzusammensetzung i. d. R geringer sein als die Konzentration an H_2S. Hinzu kommt, dass die relevanten Störfallbeurteilungswerte bzgl. toxischer Gefahren (v. a. der ERPG-2-Wert) für NH_3 deutlich höher sind als das entsprechende Äquivalent für H_2S. Der störfallbeurteilungsrelevante Wert für toxische Gefahren gemäß KAS-18, der ERPG-2-Wert, beträgt demnach für H_2S 30 ppm verglichen mit 150 ppm für NH_3.

Abb. 1: Dreiecksdiagramm CH_4-CO_2-Luft; Quelle: Molnarne et al. (2007)

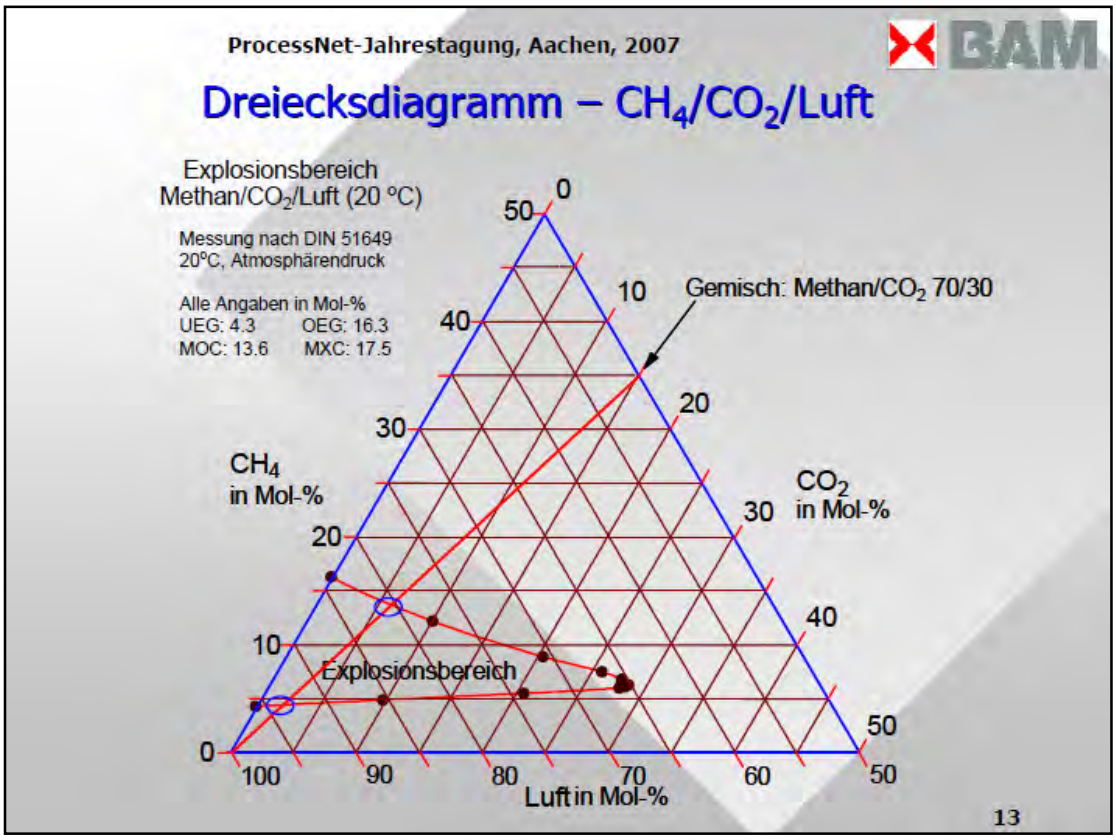
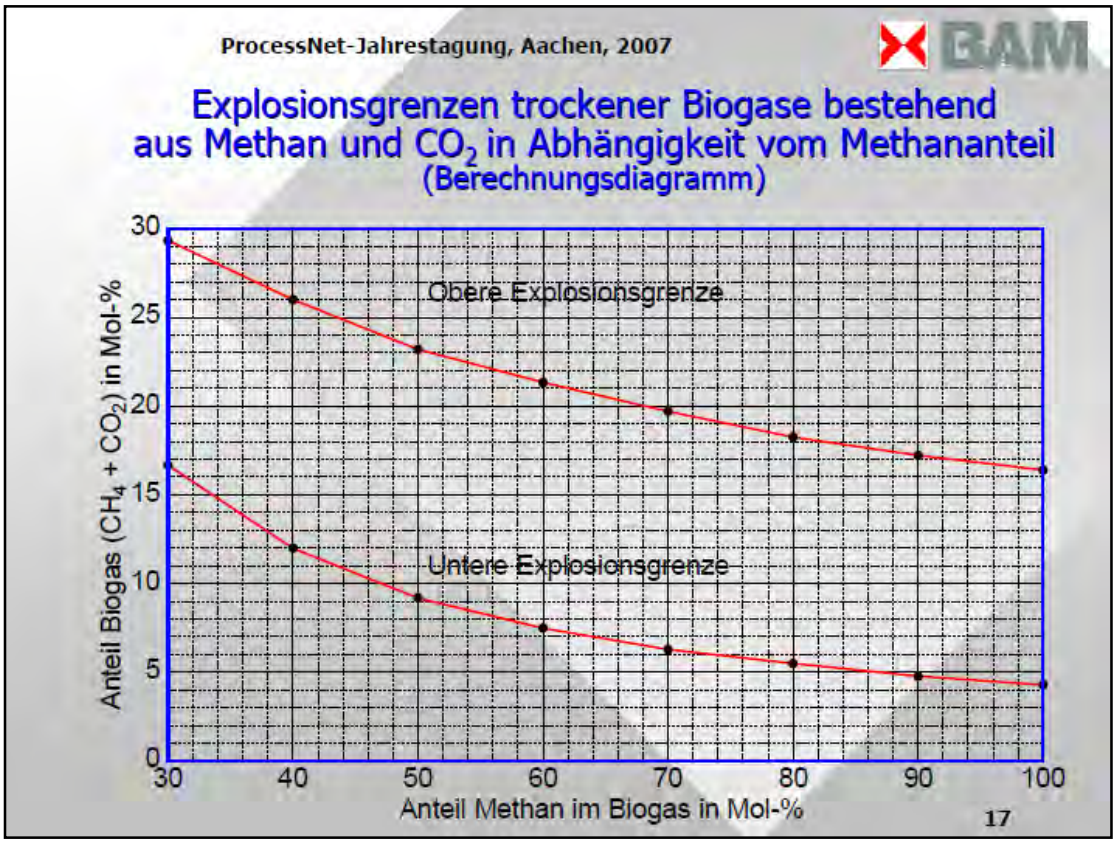


Abb. 2: Formeln zur Berechnung der Explosionsgrenzen von Biogas; Quelle: Molnarne et al. (2007)

$$UEG_{Biogas} = \left(1 + \frac{x_{CO2}}{x_{CH4}}\right) \cdot UEG_{CH4,CO2}$$

$$OEG_{Biogas} = \left(1 + \frac{x_{CO2}}{x_{CH4}}\right) \cdot OEG_{CH4,CO2}$$

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, CH_4 und H_2S, die folgenden Werte anzusetzen (Abschnitt 1.3.1 KAS-32): CH_4: 75 Vol.-%, H_2S: 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 Aufschlagspunktes:	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

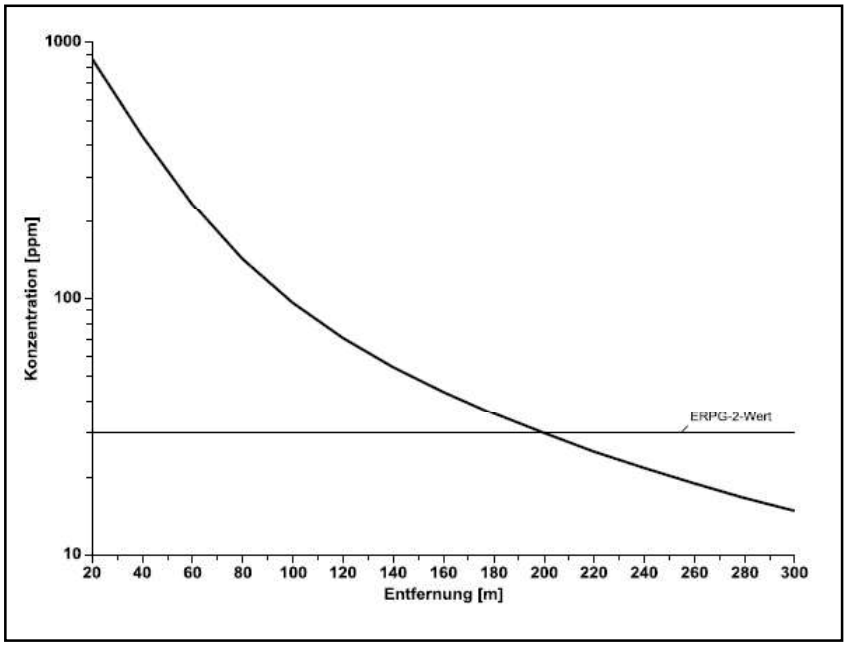
Das Ergebnis der Berechnung des Achtungsabstands für BGA ist in der nachfolgenden

Abb. 5 dargestellt. In dieser

Abb. 5 wird die Konzentration an H_2S (in ppm) in Abhängigkeit der Entfernung vom Emissionspunkt (in m), sprich dem Folienriss, dargestellt. Die H_2S-Konzentration ist dabei auf der y-Achse dargestellt, die Entfernung von der Freisetzungsquelle demgegenüber auf der x-Achse. Zusätzlich ist als waagerechte Linie der ERPG-2-Wert als Störfallbeurteilungswert für toxische Gefahren dargestellt; dieser beträgt für H_2S 30 ppm.

Der ermittelte Achtungsabstand für BGA beträgt demnach 200 m, d. h., dass der ERPG-2-Wert für H_2S 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 einzuhaltenden 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.

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

- die Bestrahlungsstärke in der Umgebung infolge des Abbrandes der Gaswolke und
- der auftretende Explosionsdruck mit Hilfe des Multi-Energy-Modells, wobei örtliche Gegebenheiten bzgl. einer möglichen Verdämmung oder Verblockung zu berück-sichtigen sind (vgl. Abschnitt 1.4.2 der Arbeitshilfe KAS-32).

4 Beschreibung des Anlagenstandortes und der Verfahrenstechnik der BGA Hopsten

4.1 Allgemeine Angaben zum Anlagenstandort

Die Agrar-Energie-Gesellschaft mbH & Co.KG Hopsten [BGA Hopsten] betreibt an folgendem Standort eine Biogasanlage [BGA] zur Erzeugung und Verwertung von Biogas in drei Blockheizkraftwerken [BHKW]:

Gemarkung:	Hopsten
Flur:	13
Flurstücke:	68, 74 und 92
Straße:	Hauernweg 17
PLZ, Ort:	48496 Hopsten

Die BGA Hopsten südlich der Gemeinde Hopsten, angrenzend zu einem Gewerbegebiet, siehe Bild 1. Die Zufahrt erfolgt über die Ibbenbürener Straße und dem Hauernweg. Die Anlage soll um ein Gärrestlager, siehe B4.4 in der nachfolgende Abbildung 1, erweitert werden. Die Behälter 4.1 und 4.2 wurden bislang nicht errichtet. Dazu soll ein weiteres Blockheizkraftwerk im nahegelegenen Gewerbegebiet aufgestellt werden, die Anlage um einen Wärmespeicher erweitert und die Fackel an den Standort des externen Gasspeichers umgesetzt werden. Der externe Gasspeicher soll abgerissen werden.

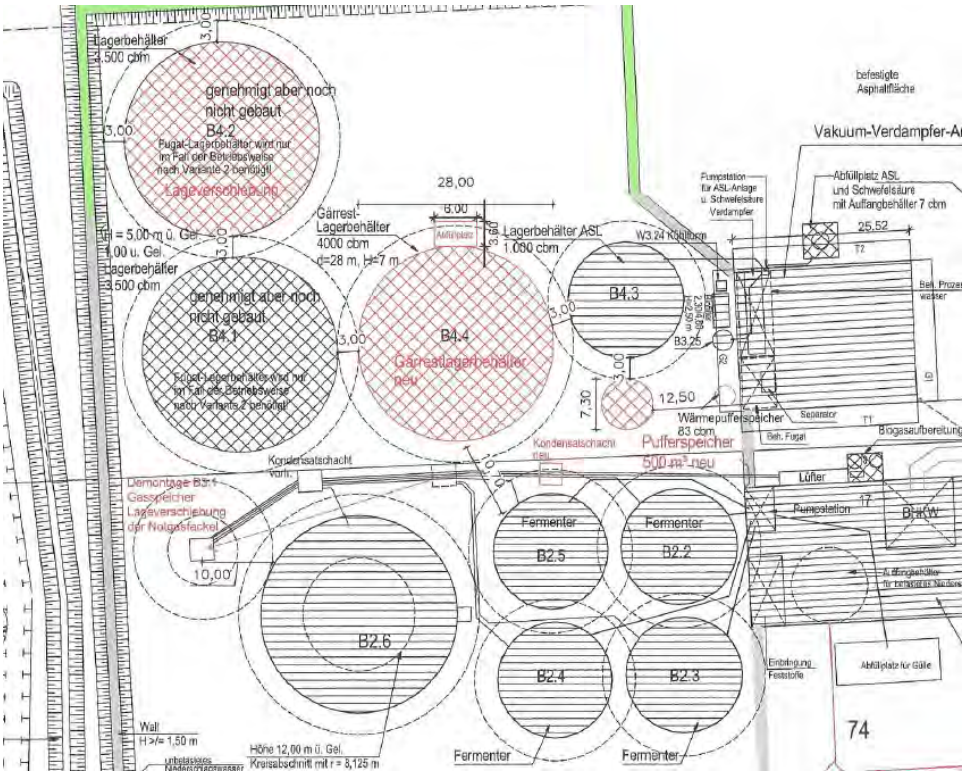


Abb. 1: Auszug aus dem Lageplan mit den geplanten Änderungen

Gemäß der Satellitenbildaufnahme, siehe Bild 1 bis Bild 4, findet in der südlichen und nordwestlichen Umgebung hauptsächlich eine landwirtschaftliche Nutzung statt. Das nächstgelegene Wohngebäude befindet sich nordwestlich, mit einem Abstand von ca. 100-110 m, vom geplanten Standort des neuen Gärrestlagers, siehe Bild 2 2. Der Achtungsabstand von 200 m, gemäß KAS 18, wird somit unterschritten. Ein weiteres Wohnhaus liegt in einem Abstand von ca. 280 m vom geplanten Standort des Gärrestlagers, siehe Bild 3. Das nächstgelegene Gebäude mit gewerblicher Nutzung ist das Betriebsgebäude der Fa. Muck Recycling in nordöstlicher Richtung in einem Abstand von ca. 200 m.

Die nächst gelegene geschlossene Bebauung im Sinne § 50 Satz 1 BImSchG, ausschließlich oder überwiegend dem Wohnen dienende Gebiete, befindet sich in nördlicher und nordöstlicher Richtung von dem BGA-Standort. Der Abstand beträgt mehr als 650 m.

Nach den vorliegenden Unterlagen befindet sich der Anlagenstandort der BGA Hopsten nicht in einem aus Umweltgesichtspunkten besonders schützenswerten Bereich, wie z. B. einem Natur- oder auch einem Wasserschutzgebiet.

Ebenfalls befinden sich keine Schulen, Altenheime oder sonstige Versammlungsstädten in der Nähe.

Bild 1: Anlagenstandort mit großräumiger Umfeld Darstellung

Bild 2: Anlagenstandort mit Wohnbebauung in nordwestlicher Richtung

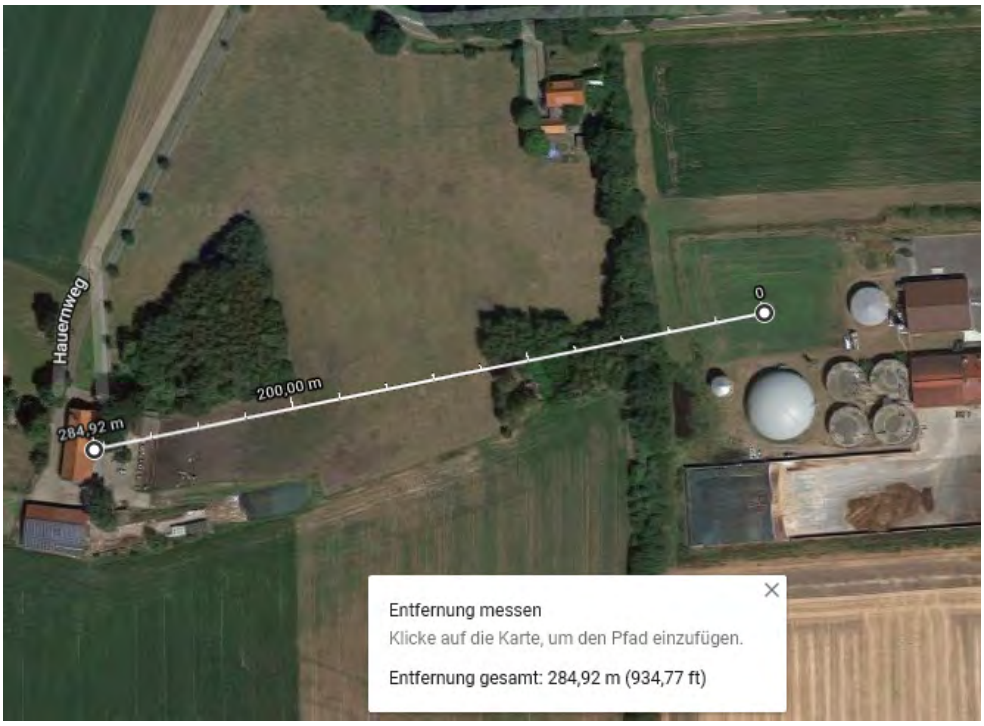


Bild 3: Nächstgelegene Wohnbebauung in westlicher Richtung

Bild 4: Nächstgelegene Wohnbebauung in östlicher Richtung

4.2 Anlagentechnik der BGA Hopsten

Bei der BGA Hopsten handelt es sich um eine BGA, die im sog. kontinuierlichen Nassfermentationsverfahren aus verschiedenen Inputsubstraten Biogas erzeugt. Zu den Inputsubstraten zählen neben Gülle aus der Tierhaltung sog. nachwachsende Rohstoffe (NawaRo) wie z. B. Ganzpflanzensilagen aus Mais, Getreide oder auch Gras. Sog. organische Rest- und Abfallstoffe (z. B. Schlachtabfälle, Speisereste, etc.) kommen hingegen nicht zum Einsatz.

Die wesentlichen Komponenten/Betriebseinheiten (BE) der BGA Hopsten sind wie folgt:

- BE 1: Inputstofflagerung (Gülle, NawaRo)
- BE 2: Inputstoffeintrag (Gülle, NawaRo)
- BE 3: Gärbehälter/Fermentationstechnik
- BE 4: Zentrale Substratverteilung/Pumptechnik inkl. Substratrohrleitungen
- BE 5: Rohgasaufbereitung (Entschwefelung, Kühlung, Kondensatabscheidung, etc.) inkl. Gasrohrleitungen
- BE 6: Gasverwertung (BHKW, Gasnotfackel)
- BE 7: Gärrestlagerung inkl. Gärrestentnahme
- BE 8: Gärrestaufbereitung und Düngemittelproduktion
- BE 9: Elektro- und Steuerungstechnik
- BE 10: Sonstiges Equipment (Druckluft- und Wasserverteilung, Silagesicker-saftschacht, etc.)

4.2.1 BE 1: Inputstofflagerung

Die pflanzlichen Inputstoffe (Ganzpflanzensilagen, überwiegend Maissilage) werden in der auf der Anlage errichteten Fahrsiloanlagen ganzjährig zwischengespeichert. Die Böden der Fahrsiloanlagen sind aus entsprechend geeignetem Untergrund hergestellt, der anfallende Sickersaft wird erfasst und nach der Zwischenspeicherung in einem separaten Sammelbehälter, der ehemaligen Güllevorgrube, dem Fermentationsprozess zugeführt (vgl. Kap. 4.2.10).

Die festen Inputstoffe werden nach Bedarf per Rad-/Teleskoplader in die eigentliche Feststoffeintragstechnik eingebracht und von dort über Förderschnecken, die die Feststoffe in den Fermenter fördern, weiter transportiert. Mist aus der Rinder- und Hühnerhaltung wird in der Annahmehalle zwischengelagert.

4.2.2 BE 2: Inputstoffeintrag

Die aus dem Fahrsilo entnommenen NawaRo werden über einen Feststoffdosierer mit einem Volumen von ca. 50 m³ über ein Transportschneckenbaumsystem, in den Fermenter gefördert. Der Feststoffdosierer selbst ist dabei in der Maschinenhalle aufgestellt.

Die Fermenterschnecke ist dauerhaft in das Medium eingetaucht. Der komplette Ablauf der Feststoffeintragstechnik ist über die SPS der Gärstrecke/Gaserzeugung als vollautomatisiert zu kennzeichnen.

Unter dem Maschinengebäude ist ein runder Stahlbetonbehälter mit einem Volumen von ca. 407 m³ errichtet, in dem das belastete Niederschlagwasser zwischengelagert wird. Der Behälter wurde ursprünglich für Gülle verwendet. Die Anlage wird mittlerweile ohne Gülle betrieben.

4.2.3 BE 3 Gärbehälter/Fermentationstechnik

Die eigentliche Gärtechnik der BGA Hopsten ist 2-straßig aufgebaut und besteht je Linie aus einem Fermentern und einem Nachfermenter. In diesen Gärbehältern findet der eigentliche biochemische Prozess der Biogaserzeugung statt. Das hierbei erzeugte Biogas besteht im Wesentlichen aus Methan [CH_4] sowie Kohlendioxid [CO_2] und Spurengasen (v. a. Schwefelwasserstoff [H_2S] sowie je nach Fahrweise und Inputstoffen auch Wasserstoff [H_2] und Ammoniak [NH_3]) sowie Wasserdampf. Infolge der (internen) biologischen Entschwefelung Luft sind auch entsprechende Anteile an Stickstoff (N_2) sowie Sauerstoff [O_2] enthalten.

Die aus Stahlbeton gemäß Statik errichteten **Fermenter und Nachfermenter** der BGA Hopsten weisen die nachfolgend aufgeführten Eigenschaften auf:

- Durchmesser (innen): 16 m
- Höhe: 6 m
- Bruttovolumen: 1.206 m³
- Nettonutzvolumen: ca. 1.126 m³ (Freibord: 40 cm)
- Interne Behälterwandheizung
- Dämmung und Trapezblechverkleidung
- Drainagevlies und wasserundurchlässige PE-Folie unter der Betonsohle mit umlaufender Ringdrainage als Leckerkennung
- Betondecke, Gasspeichervolumen im Freibord: ca. 80 m³

- Über-/Unterdrucksicherung, nicht isoliert
- Berstplatte zur Druckentlastung bei aufquellendem Substrat
- Sensorik (Überfüllung, Substrattemperatur)
- Rührwerke zur Substratdurchmischung

Die Fermenter sind mit jeweils zwei Tauchmotorrührwerken und die Nachfermenter mit jeweils einem Tauchmotorrührwerk ausgestattet.

Die Gaswechselzone der Fermenter sowie der Nachfermenter sind jeweils zum Schutz gegen eine mögliche Schwefelsäurekorrosion infolge der internen biologischen Entschwefelung mit einer nachweislich geeigneten Schutzfolie ausgestattet.

Die Substratumlagerung in den jeweils nachfolgenden Behälter (Nachfermenter bzw. Gärrestlager) findet entweder über die zentrale Drehkolbenpumpe statt, die sich inkl. des voll automatisierten Substratverteilers (Material: Stahl, HD-PE) innerhalb des zentralen Technikhalle befindet.

Gasseitig sind die Gärbehälter jeweils über absperrbare Entnahmeleitungen (Sind se nicht) (Material: HD-PE) mit der Gasverwertung in den insgesamt drei BHKW bzw. der Gasnotfackel sowie über ebenso absperrbare Pendelleitungen (Material: HD-PE) mit dem verfahrenstechnisch jeweils nachfolgenden Behälter verbunden. Sämtliche Behälterdurchführungen (Substrat wie auch Biogas) sind dabei jederzeit einsehbar gestaltet, und zwar entweder komplett oberirdisch oder aber in einsehbaren Kontrollschächten.

Die Intervalle zur Durchmischung durch die Rührwerke wie auch die Steuerung der jeweiligen Heizkreispumpen zur Aufrechterhaltung der Prozesstemperaturen für die einzelnen Gärbehälter erfolgt dabei über die zentrale Gärstrecken-SPS.

Die Gasnachproduktionsrate der BGA Hopsten beträgt im Jahresdurchschnitt liegt dieser Wert bei etwa 500 m^3_N/h.

4.2.4 BE 4 Substratverteilung/Pumptechnik

Die Substratverteilung an der BGA Hopsten erfolgt im Wesentlichen über die zentrale Substratverteilung, die sich in dem zentralen Technikgebäude befindet. Mittels der zentralen Substratpumpe (Typ: Drehkolbenpumpe) können sämtliche Behälter saug- und druckseitig angesteuert werden. Die Steuerung des zentralen Substratverteilers erfolgt voll automatisiert über die Gär-

strecken-SPS. Die Automatikventile sind jeweils mit einer Endlagenüberwachung (Auf-/Zu-Position) ausgestattet.

Die verbindenden Substratrohrleitungen sind jeweils in Stahl (Verteiler) bzw. HD-PE mindestens der Druckstufe PN 10 ausgeführt.

4.2.5 BE 5: Rohgasaufbereitung

Zur Senkung des H_2S-Gehalts im Biogas ist eine interne biologische Entschwefelung installiert. Über eine Entschwefelungspumpe wird quasi-kontinuierlich eine je Gärbehälter (Fermenter, Nachfermenter und Gärrestlager) regulierbare Menge an Luft in eben diese gefördert. In einer biochemischen Reaktion wird so der H_2S-Gehalt im Biogas in den Behältern reduziert. Zusätzlich sind vor den eigentlichen Regelgasverbrauchseinrichtungen zwei Aktivkohlefilter zur Feinentschwefelung installiert.

Das in den insgesamt vier gasdichten Behältern erzeugte Rohbiogas wird über ober- und unterirdische Gasleitungen dem Gärrestlager und dem externen Gasspeicher zugeführt und von dort mittels der drei Gasdruckerhöhungsgebläse zu den Gasverbrauchern (insgesamt drei BHKW) transportiert. Das BHKW im Gewerbegebiet mit 527 $kW_{el.}$ wurde mit einem eigenständigen Gasverdichter ausgestattet. Die Gasfackel besitzt ebenfalls ein separates Gasdruckerhöhungsgebläse. Das durch passive (Temperaturabsenkung in den Rohrleitungen) und aktive Gaskühlung (Rohrbündelwärmetauscher an der separaten Gaskonditionierungstationen) anfallende Kondensat gelangt im natürlichen Gefälle in den unterirdisch errichteten Kondensatschacht. Aus dem Kondensatschacht wiederum wird das Kondensat füllstandgeregelt in die Vorgrube der Verdampferanlage gepumpt. Der Kondensatschacht ist dabei als hydraulischer Abscheider/offenes Entwässerungssystem mit Tauchungsüberwachung ausgeführt.

Das passiv gekühlte Rohbiogas durchströmt im Anschluss zwei separate Gaskonditionierungslinien. Hierbei handelt es sich um einen Rohrbündelwärmetauscher und einen Aktivkohlefilter zur Feinentschwefelung sowie ein Gasdruckerhöhungsgebläse, das den für den Betrieb der einzelnen Gasverbraucher notwendigen Vordruck von bis zu 100 mbar Überdruck erzeugt. Auf der Saugseite der Gasdruckerhöhungsgebläse befinden sich jeweils Min-Drucküberwachungen mit entsprechenden Folgeschaltungen. Die Ansteuerung der Gasdruckerhöhungsgebläse erfolgt jeweils über eine eigenständige Schaltanlage.

Die Sensorik soll in Ausbauabschnitten an den Stand der Sicherheitstechnik angepasst werden.

4.2.6 BE 6: Gasverwertung

Das gekühlte und feinentschwefelte Biogas wird im Normalbetrieb in insgesamt drei Gas-Otto-BHKW mit einer Gesamtfeuerungswärmeleistung von 3.826 kW, bzw. 1.549 kW_{el} in Strom und Wärme umgewandelt. Alle BHKW-Anlagen befinden sich am Anlagenstandort. Zwei BHKW-Anlagen besitzen eine elektrische Leistung von 511 kW_{el}. Das dritte BHKW besitzt eine elektrische Leistung von 527 kW_{el}.. Zur Umstellung der Anlage auf flexible Energieeinspeisung soll die Anlage umgebaut und um ein weiteres BHKW am externen Standort mit einer FWL von 3.538 KW erweitert werden. Ein geringer Teilstrom der thermischen Energie wird am Anlagenstandort zur Deckung des Eigenwärmebedarfs der Anlage verwertet. Die überschüssige Wärmeenergie wird an die Gewerbebetriebe im Umkreis des Anlagenstandortes geliefert.

Die BHKW selbst inkl. Peripherie werden mittels diverser Messtechnik (u. a. Druck- und Temperaturüberwachung) inkl. der Auslösung automatisierter Folgeschaltungen bei Grenzwert-über- oder -unterschreitungen geregelt. Darüber hinaus befinden sich in den jeweiligen Aufstellräumen Gaswarn- und Brandmeldesensoren.

Bei einem Ausfall der BHKW und/oder einer Gasüberproduktion der Gaserzeugung kann das entsprechende Biogas aus den gasdichten Behältern einer separaten stationären und vollautomatisierten **Biogasnotfackel** mit einem maximalen Durchsatz von ca**.** 500 m^3_N/h zugeführt und gefahrlos verbrannt werden. Die Biogasnotfackel wird über ein separates Gasdruckerhöhungsgebläse mit dem für den Betrieb notwendigen Vordruck versorgt und verfügt zudem über einen Feuerungsautomaten, eine Flammenüberwachung mittels UV-Sonde sowie eine Min-Drucküberwachung, ein bei Stillstand oder Störung selbsttätig schließendes Ventil, eine Flammenrückschlagsicherung, etc.

Sämtliche Gasverbraucher verfügen über komplett eigenständige SPS-Steuerungen (BHKW) bzw. einen Feuerungsautomaten (Gasnotfackel), worüber jeweils der generelle Betrieb automatisiert abläuft bzw. gesteuert wird. Zudem besteht die Möglichkeit, alle Gasverbraucher wahlweise mittels externer Freigabeanforderung durch die Gärstrecken-SPS zu fahren (über die Druck- bzw. Gasfüllstandswerte der gasdichten Behälter) und im Durchsatz zu regeln, d. h., der Höhe der Gasnachproduktion innerhalb der Gärstrecke anzupassen.

Die Sensorik soll in Ausbauabschnitten an den Stand der Sicherheitstechnik angepasst werden.

4.2.7 BE 7: Gärrestlagerung inkl. Gärrestentnahme

In dem Gärrestlager wird das aus den Nachfermentern umgepumpte, weitestgehend vergorene Substrat bis zur landwirtschaftlichen Verwertung als organisches Düngemittel gespeichert. Das bestehende Gärrestlager ist gasdicht abgedeckt und an die Gasverwertung angeschlossen.

Das in Stahlbetonbauweise gemäß Statik errichtete **Gärrestlager 1** weist dabei die nachfolgend aufgeführten Eigenschaften auf:

- Durchmesser (innen): 28,0 m
- Höhe: 6,0 m
- Bruttovolumen: 3.695 m³
- Nettonutzvolumen: ca. 3.387 m³ (Freibord: 50 cm)
- Tragluftfoliendach mit Mittelstütze und Unterkonstruktion, Klemmschlauchbefestigung, maximales flexibles Gasspeichervolumen: ca. 2.100 m³
- Über-/Unterdrucksicherung
- Sensorik (Überfüllung, visuelle Gasfüllstandmessung, Substrattemperatur, Substratfüllstandanzeige)
- Rührwerke zur Substratdurchmischung

Die Gaswechselzone bzw. der komplette Wandbereich des Gärrestlagers ist zum Schutz gegen eine mögliche Schwefelsäurekorrosion infolge der internen biologischen Entschwefelung in die vorgelagerten Gärbehälter mit einer nachweislich geeigneten Beschichtung ausgestattet. Sämtliche Behälterdurchführungen (Substrat wie auch Biogas) sind dabei jederzeit einsehbar gestaltet, und zwar entweder komplett oberirdisch oder aber in einsehbaren Kontrollschächten.

Das vergorene Substrat aus dem Gärrestlager wird im Anschluss während der Entnahmezeit per Fasswagen entnommen und als organischer Mehrnährstoffdünger verwendet.

Die Sensorik soll in Ausbauabschnitten an den Stand der Sicherheitstechnik angepasst werden.

Das **Gärrestlager 2** (geplanter Ausbau) weist nachfolgende Eigenschaften auf:

- Durchmesser (innen): 28,0 m
- Höhe: 7,0 m
- Bruttovolumen: 4.310 m³
- Nettonutzvolumen: ca. 4.002 m³ (Freibord: 50 cm)

- Tragluftfoliendach, Klemmschlauchbefestigung, maximales flexibles Gasspeichervolumen: ca. 4.000 bis 4.500 m³
- Über-/Unterdrucksicherung
- Sensorik (Über- und Unterdruck, und Überfüllsicherung, kontinuierliche Substratfüllstandmessung, Gasfüllstandmessung, Substrattemperatur)
- Rührwerke zur Substratdurchmischung

Bei den aufgeführten Angaben handelt es sich um die Maximalwerte.

4.2.8 Gärrestaufbereitung und Düngemittelproduktion

Der Gärrest wird aus dem Gärrestlager zu einem Separator gefördert. Der Separator ist in erhöhter Position in einer Halle aufgestellt. Das Zentrat fällt auf ein Betonfläche, wird in der Halle zwischengelagert und entsprechend des Bedarfs zur landwirtschaftlichen Verwertung abtransportiert. Das Fugat wir über einen weiteren Separator nochmals im Trockensubstanzgehalt reduziert und anschließend einer Vakuumverdampferanlage zugeführt. Nach dem Verdamfungsprozess wir die konzentrierte Lösung in einem oberirdischen Tank zwischengelagert und nachfolgend als Dünger verkauft. Im Wesentlichen besteht der Dünger aus einer Ammoniumsulfat-Lösung. Auf Kundenwunsch können weitere Düngestoffe dem Flüssigdünger zugegeben werden.

Die bei dem Verdampfungsprozess entstehende Abluft wird in einem Abluftwäscher mit Schwefelsäure behandelt.

4.2.9 BE 9: Elektro- und Steuerungstechnik

Die eigentliche Gärstrecke/Gaserzeugung wird über eine speicherprogrammierbare Steuerung [SPS] mit Visualisierungsoberfläche zur Parametereingabe gesteuert. Die Gärstrecken-SPS sowie die eigentliche Bedienoberfläche, in der u. a. der aktuelle Betriebszustand ange-

zeigt und wesentliche Anlagendaten archiviert werden, sind wie auch die Niederspannungsschaltanlage für die Gärstrecke in dem zentralen Technikgebäude untergebracht.

Die BHKW verfügen jeweils über eigenständige Schaltanlagen sowie SPS-Steuerungen für das Motorenmanagement. Diese Schaltanlagen sind jeweils in einem separaten Raum der jeweiligen BHKW-Aufstellräume untergebracht. Die jeweiligen BHKW-Steuerungen sind steuerungstechnisch mit der Gärstrecken-SPS verbunden.

Die Gasnotfackel verfügt über eine eigenständige Schaltanlage sowie entsprechende Steuerungen (Feuerungsautomaten), wobei auch diese steuerungstechnisch zum Signalaustausch mit der Gärstrecke verbunden sind.

Die BHKW-Schaltanlagen verfügen jeweils über eigenständige Not-Aus- bzw. Not-Halt-Einrichtungen, gleiches gilt auch für die Schaltanlage der Gärstrecke, die jeweils über einen von den BHKW unabhängigen Not-Aus- bzw. Not-Halt-Kreis verfügen; die Gasnotfackel wiederum ist in das Not-Aus- bzw. Not-Halt-Konzept der Gärstrecke eingebunden, da die Spannungsversorgung für diese von der Gärstrecke kommt.

Zur Aufrechterhaltung wesentlicher sicherheitsrelevanter Sensoren (z. B. Unterdruck, Gasa-larm, Überfüllung, etc.), der verschiedenen Steuerungen sowie zur Gewährleistung einer Betreiberalarmierung auch im Falle eines Stromausfalls vom Trafo verfügen wesentliche Anlagenteile über entsprechende Akkupufferungen bzw. unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV) in den entsprechenden Schaltanlagen. Zusätzlich ist auch eine Notstromeinspeisung an der Trafostation installiert, an der, im Falle eines Netzausfalls, ein entsprechendes Notstromaggregat zur Versorgung wesentlicher sicherheitsrelevanter Komponenten v. a. der Gärstrecke/Gaserzeugung wie z. B. Rührwerke, Tragluftgebläse, Kompressoren, sowie der alternativen Gasverwertung inkl. der für den Betrieb notwendigen Gasdruckerhöhungsgebläse angeschlossen werden kann. Die Umschaltung von Netz- auf Notstrombetrieb und ebenso auch wieder zurück erfolgt dabei manuell.

4.2.10 BE 10: Sonstiges Equipment

Zu dem weiteren Equipment zählt u. a. die in dem zentralen Technikgebäude untergebrachte zentrale Druckluftverteilung mittels des entsprechenden Kompressoren v. a. für die Pneumatikventile; darüber hinaus ist die quasi-kontinuierlich messende stationäre Gasanalyseeinheit zu nennen, ebenso die Heizkreisverteilung bzw. die Komponenten für die für die interne und

externe Wärmenutzung, die in dem zentralen Technikgebäude untergebracht ist.

Das auf der Fahrsiloanlage sowie in weiteren Bereichen anfallende verschmutzte Sicker- bzw. Abwasser wird in Schächten gesammelt und in Abhängigkeit des Füllstands über eine Tauchpumpe in die Biogasanlage gefördert.

4.2.11 Gasspeichermegen

Tab. 1: SRA mit besonderem Stoffinhalt: Gärbehälter und Gärrestlager

	Durch-messer	Brutto-behälter-volumen	Netto-behälter-volumen	Gas-volumen im Frei-bord	Flexibles Gasspei-chervolu-men	Max. Gasvo-lumen	Gasmasse
	[m]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[Kg]
Fermenter 1	16	1.206 (6 m hoch)	1.126 (0,40 m Freibord)	208 (0,40 m Freibord)	-	80	104
Fermenter 2	16	1.206 (6 m hoch)	1.126 (0,40 m Freibord)	208 (0,40 m Freibord)	-	80	104
Fermenter 3 (Nach-fermenter)	16	1.206 (6 m hoch)	1.126 (0,40 m Freibord)	208 (0,40 m Freibord)	-	80	104
Fermenter 4 (Nach-fermenter)	16	1.206 (6 m hoch)	1.126 (0,40 m Freibord)	208 (0,40 m Freibord)	-	80	104
Gärrestlager 1	28	3.695 (6 m hoch)	3.387 (0,50 m Freibord)	3.079 (Behälter bis auf 1 m entleert)	2.100	5.179	6.733
Gärrestlager 2 (geplant)	28	4.310 (7 m hoch)	4.002 (0,50 m Freibord)	3.695 Behälter bis auf 1 m entleert)	bis 4.500	8.195	10.654
Summen		**12.829**	**12.293**	**7.606**	**6.600**	**13.374**	**17.803**

5 Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung

5.1 Vorbemerkungen

Im Rahmen der vorliegenden Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung werden für die BGA Hopsten die Auswirkungen untersucht, die zu erwarten sind, wenn es trotz der vorhandenen störfallverhindernden sowie auswirkungsbegrenzenden Maßnahmen und somit dem Betrieb der kompletten BGA 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 den bzw. aus einem der gasdichten Behälter 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 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 einer der Gasspeicherfolien der insgesamt zwei gasdicht ausgeführten Behälter, einer im Bestand und ein geplanter Behälter, sowie ebenso auch zu einer Lösung des Klemmschlauchsystems kommt und sich das darin enthaltene Biogas entsprechend nach und nach komplett in der Umgebung verteilt. Da die größte Menge an Biogas an der BGA Hopsten in dem gasdicht ausgeführten Gärrestlager 2 (geplant) vorzufinden ist, wird davon ausgegangen, dass der Folienriss bzw. das Lösen des entsprechenden Klemmschlauchs an diesem Behälter erfolgt. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass der Gärrestlagerbehälter zum Zeitpunkt des Folienrisses bis auf 1 Meter substratentleert ist und neben dem flexiblen Gasspeichervolumen des Tragluftfoliendachs auch der komplette eigentliche Substratspeicherraum des Behälters mit Biogas gefüllt ist. Das auf diese Weise ermittelte Gesamtgasvolumen des gasdicht ausgeführten Gärrestlagers beträgt somit etwa 9.442 m³.

Da das Gärrestager 2 die größte Menge aufweist (vgl. Kap. 4.1), wird in der Berechnung unterstellt, dass es zu einer Freisetzung der maximal in dem Endlager vorliegenden Gasmenge kommt. Eine gleichzeitige Freisetzung der maximal vorhandenen Biogasmenge aus dem gasdichten Gärrestlager 1 und den Fermentern 1 bis Fermenter 4 wird indes explizit nicht unterstellt, da dieses Ereignis als zu unwahrscheinlich eingestuft wird.

Es wird folglich jeweils der Austritt der GZM des gasdichten Gärrestlagers 2 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/ Einzelfallbetrachtung 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

Es wird entsprechend den Anforderungen aus der Arbeitshilfe KAS-32 eine Freistrahlberechnung durchgeführt.

5.2.3 Störfallbeurteilungswerte

Die Störfallbeurteilungswerte bzw. die Werte, die die Schwelle zu einer ernsten Gefahr im Sinne von § 2 Nr. 12. BImSchV darstellen, sind jeweils für die einzelnen Gefährdungsereignisse 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 Nr. 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 CH_4 zu CO_2) 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: 4,4 Vol.-%
- OEG: 16 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 ernsten 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.

5.2.4 Leckagefläche und Leckagehöhe

Als Leckagefläche wird in Konvention mit den Annahmen in der Arbeitshilfe KAS-32 ein Loch in der Gasspeicherfolie mit 1 m² angenommen. Weiterhin wird unterstellt, dass sich das Loch bzw. der Ort der Gasfreisetzung in einer Höhe von 6 m über dem Bodenniveau befindet, da dies der Traufhöhe der gasdichten Behälter entspricht.

Im Rahmen der vorliegenden Auswirkungsanalyse/ Einzelfallbetrachtung wird eine Freisetzung von Biogas infolge des Herauslösens der Klemmschlauchverbindung des zweischaligen Membrandachs auf einer Länge von rd. 1 m wie in der aktualisierten Arbeitshilfe KAS-32 zur Anwendung empfohlen wird, unterstellt. Da vorausgesetzt wird, dass der Betrieb der BGA Biogas Hopsten dem Stand der Sicherheitstechnik für solcherart Anlagen entspricht, handelt es sich um einen konservativen Ansatz. Es wird davon ausgegangen, dass eine Überwachung des Klemmschlauchdrucks ebenso installiert ist wie auch geeignete Rückschlagventile und zudem eine hinreichend frostsichere Installation der Druckluftversorgung des Klemmschlauchs erfolgt.

5.2.5 Gaszusammensetzung

Bzgl. der anzunehmenden Gaszusammensetzung für die Auswirkungsanalyse/ Einzelfallbetrachtung liegen keine weitergehenden Detailinformationen vor (vgl. Kap. 4.1). Aufgrund der vorliegenden Informationen zu den Inputstoffen, den Angaben zur Gaszusammensetzung in der Arbeitshilfe KAS-32 sowie den spezifischen Kenntnissen der Sachverständigen wird die folgende Gaszusammensetzung angenommen:

- CH_4-Gehalt: 55 Vol.-%
- CO_2-Gehalt: 44,5 Vol.-%
- H_2S-Gehalt: 5.000 ppm

Ein H_2S-Gehalt von 20.000 ppm wie in der Arbeitshilfe KAS-32 für BGA angenommen, die sog. Rest- und Abfallstoffe vergären, ist nach Ansicht der Sachverständigen als zu unrealistisch einzustufen. Der angesetzte Wert von 5.000 ppm H_2S stellt dabei ohne das Vorliegen von Detailkenntnissen zur Gaszusammensetzung und zur Art des Entschwefelungsverfahrens den

Wert dar, der gemäß der Arbeitshilfe KAS-32 für BGA anzusetzen ist, sofern diese überwiegend NawaRo in Kombination mit Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft (Gülle inkl. Festmist) vergären. Nach Einschätzung der Sachverständigen ist indes auch dieser Wert als tendenziell deutlich zu hoch vor dem Hintergrund der Anlagen-/ Verfahrenstechnik und der Inputstoffe der BGA Hopsten einzustufen (vgl. Kap. 4.2), wird aber nachfolgend in einer konservativ ungünstigen Herangehensweise trotzdem in einer zweiten Berechnung verwendet.

Als realistisch bzgl. der H_2S-Konzentration im Gärrestager 2 werden seitens des Sachverständigen im Normalbetrieb demnach Werte < 100 ppm eingestuft, bei einem Ausfall der internen biologischen Entschwefelung oder auch z. B. einem Aufrühren einer ggf. vorhandenen Schwimmdecke können durchaus auch Spitzen von bis zu 1.000 ppm im Gärrestlager erreicht werden. Seitens der BGA Hopsten wurden Gasanalysen über einen längeren Zeitraum vorgelegt. Demzufolge befindet sich die H_2S-Konzentration unterhalb von 200 ppm. Der trotz alledem mit einer H_2S-Konzentration von 5.000 ppm angesetzte Wert für die Auswirkungsanalyse als Vergleichswert für den 2. Berechnungsgang ist folglich auch vor diesem Hintergrund als konservativ sehr ungünstig einzuordnen.

5.2.6 Stofffreisetzungsverhalten

Es wird bzgl. der Gastemperatur unterstellt, dass das in dem gasdichten Gärrestlager 2 vorliegende Biogas eine Temperatur von etwa 20 °C aufweist. Unter weiterer Berücksichtigung der in Kap. 5.2.5 aufgeführten Gaszusammensetzung sowie einem unterstellten Gasüberdruck in Höhe des Ansprechdrucks der mechanischen Überdrucksicherung (angenommen 5 mbar) liegt die ermittelte Gasdichte im Gärrestlager bei 1,3 kg/m³. Bei einer unterstellten Freisetzung des kompletten Stoffinventars des gasdichten Gärrestlagers von 9.442 m³ entspricht dies einer insgesamt freigesetzten Masse an Biogas von etwa 12.275 kg.

Aufgrund der verhältnismäßig großen angenommenen Leckagefläche (vgl. Kap. 5.2.4) und des verhältnismäßig geringen Systemüberdrucks wird zudem 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 Zeitraum von ca. 9,5 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 entsprechenden gasdichten Behälters 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 unterschiedlichen Freisetzungsraten. In der Berechnung wurde das enthalten Biogas in rd. 100 Sekunden und einem Ausflussmassenstrom von 34,54 kg/s und nachfolgend innerhalb von 470 Sekunden mit einem Ausflussmassenstrom von 18,7 kg/s freigesetzt, um die unterschiedlichen Druckverhältnisse im Gasspeicher zu simulieren. Dabei erfolgt die Berechnung bis zur vollständigen Entleerung sowohl des Gasspeicherraums wie auch das Behälterraums, wobei als treibende Kraft der Tragluftgebläsedruck sowie das Gewicht der Folien angesehen werden kann. Die Art der Freisetzung ist insgesamt als sehr konservativer Ansatz zu charakterisieren, insbesondere da eine Freisetzung des Gases aus dem Behälterraum (nach erfolgter vollständiger Entleerung des flexiblen Speichervolumens des Gasspeichers) eines gasdichten Behälters physikalisch im Grunde so nicht möglich ist bzw. wenn überhaupt, dann nur mit einem wesentlich geringeren Volumenstrom stattfinden würde, und zwar resultierend aus dem Fördern des Gases aus den in verfahrenstechnischer Hinsicht vorgelagerten Behältern (den Gärbehältern) in das Gärrestlager 1 und 2.

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 entsprechend KAS 32 mit etwa 4,5 m/s angesetzt. Höhere Geschwindigkeiten führen zu vermehrte Turbolenzen und zu einer schnelleren Verdünnung, so dass der Ansatz aus dem KAS 32 als sehr konservativ anzusehen ist. Die Höhe des Aufschlagpunkts/ Expositionsaufpunkts wiederum wird, konform mit den Annahmen aus der Arbeitshilfe KAS-32, mit 1 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. Hierbei ist anzumerken, dass die Hauptwindrichtung aus Süden. bzw. Südwesten besteht und damit Schadgase von der nächstgelegenen Bebauung weg leitet.

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 der vorliegenden Geländetopographie sowie der überwiegend landwirtschaftlichen Nutzung der umliegenden Flächen der Wert z0 = 0,5 m gewählt (wenig rauh: relativ ebenes Gelände, nur wenig Gebäude und mäßiger Bewuchs im weiterem Umkreis), was wiederum als eine konservativ ungünstige Festlegung einzuordnen ist.

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.

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 Gasspeicher des gasdichten Gärrestlagers 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 jeweils 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 Gasspeicher des gasdichten Gärrestlagers der BGA Hopsten 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: 34,54 kg/s
- Freisetzungsdauer 1: 100 s
- Freisetzungsrate 2: 18,70 kg/s
- Freisetzungsdauer 2: 470 s

Die beiden Freisetzungsabschnitte bilden somit jeweils zusammenhängend ein Freisetzungsszenario. Dabei wird folglich davon ausgegangen, dass sich das maximal mit Biogas gefüllte gasdichte Gärrestlager nach einem Zeitraum von 460 s (= ca. 7 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 für das gasdichte

Gärrestlager eine Gaswolkenlänge von 14 Metern mit einem Gaswolkendurchmesser von 10 Metern.

Ausbreitung einer gefährlichen toxischen Atmosphäre

Unter Berücksichtigung der in Kap. 5.2 ausführlich dargelegten Rahmenbedingungen ergibt sich bzgl. der Ausbreitung einer gefährlichen toxischen Atmosphäre für das Gärrestlager das in der Abb. 13 dargestellte Bild. Auf der y-Achse ist dabei die Konzentration an H_2S (in ppm) dargestellt, während auf der x-Achse die Entfernung von der Freisetzungsquelle (in m) aufgetragen ist. Als waagerechte Linien ist der ERPG-2-Wert für einen Zeitraum von 10 Minuten als Störfallbeurteilungswerte dargestellt. Bei einem H_2S-Gehalt von 200 ppm wird der ERPG-2 Wert nicht überschritten. Demzufolge fehlt der Grenzwert in Abb. 13.

Abb. 13: H_2S-Konzentrationsverlauf bei einer Gasfreisetzung aus dem geplanten Gärrestlager bei einem H_2S-Gehalt von 200 ppm im Rohbiogas

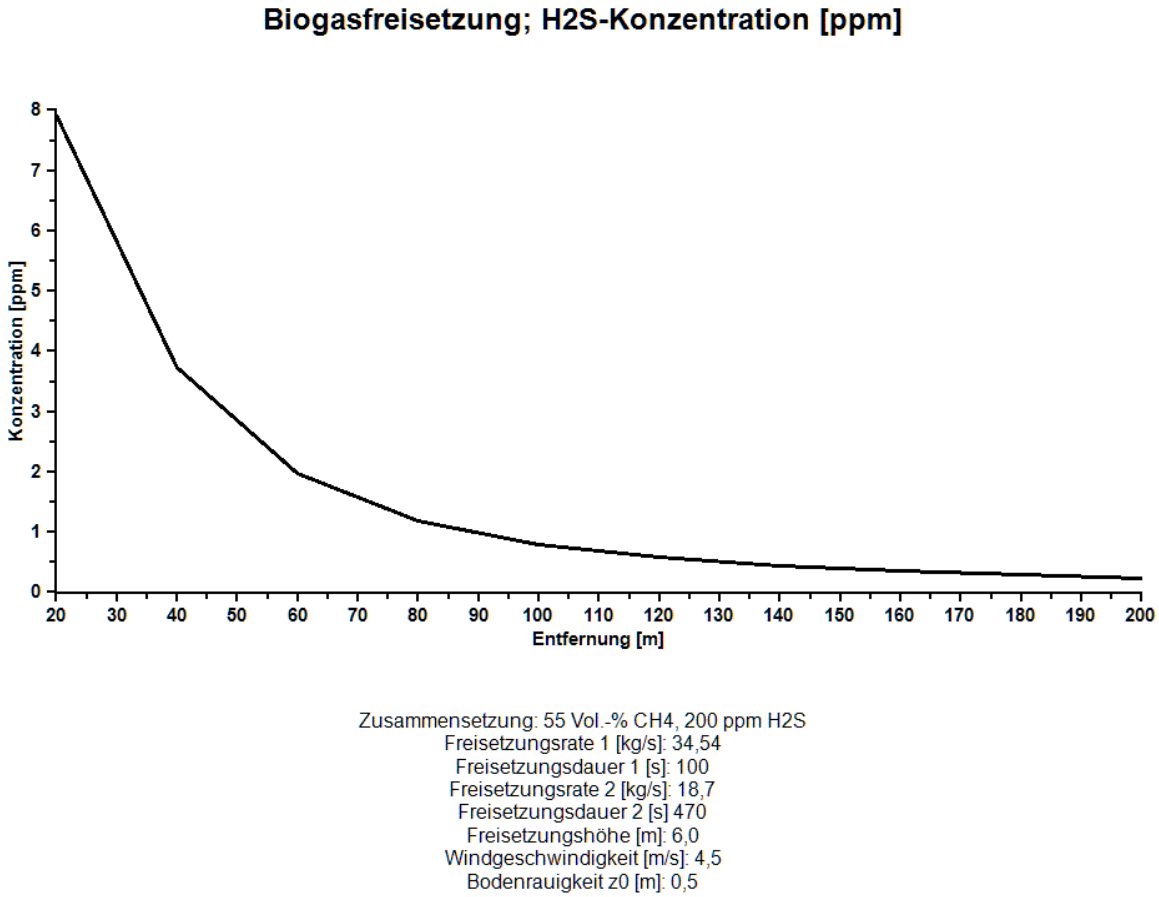
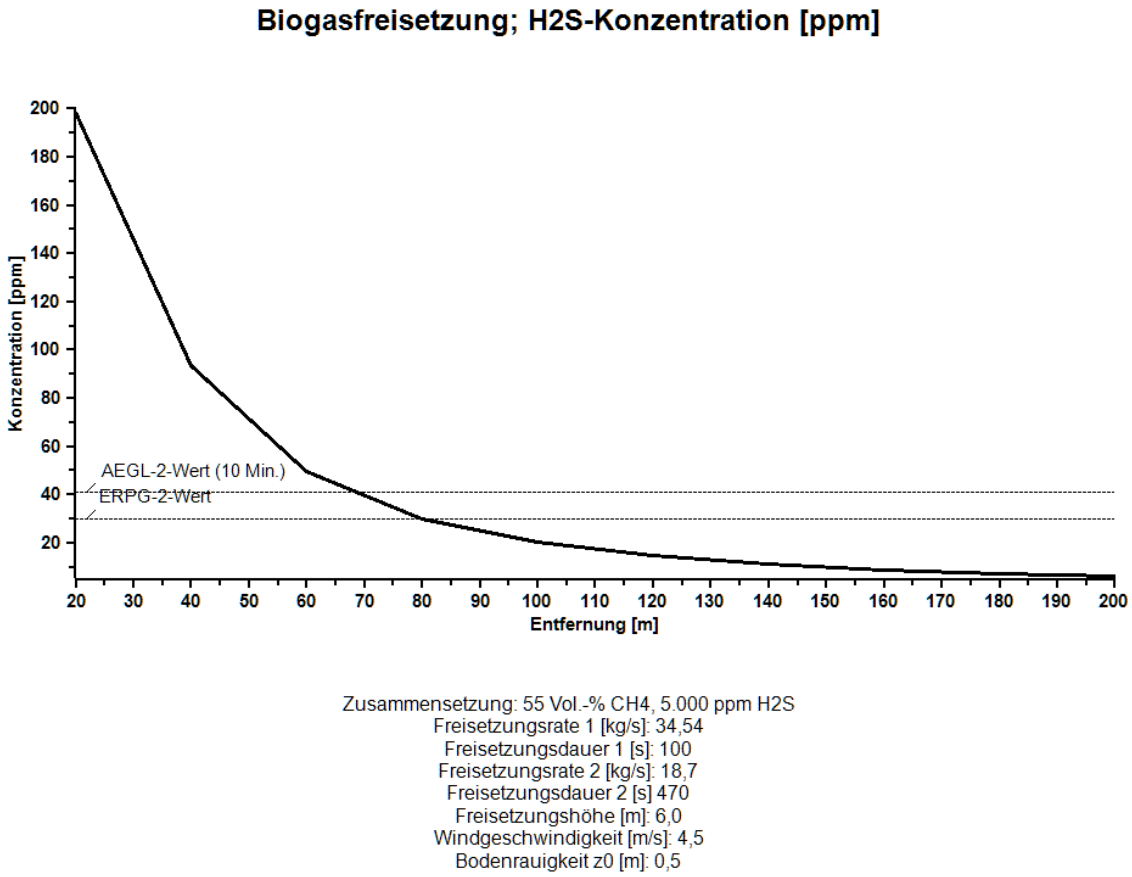


Abb. 14: H_2S-Konzentrationsverlauf bei einer Gasfreisetzung aus dem geplanten Gärrestlager bei einem H_2S-Gehalt von 5000 ppm im Rohbiogas



Bei einer Betrachtung der Abb. 13 wird deutlich, dass unter den angesetzten konservativ ungünstigen Rahmenbedingungen (vgl. Kap. 5.2) der Störfallbeurteilungswerte für eine toxische Gefährdung gem. Kap. 5.2.3 (AEGL-2-Wert für den Zeitraum von 10 Minuten) nicht überschritten wird.

Zum Vergleich ist in Abb. 14 die Berechnung mit dem unrealistischen Wert von 5.000 ppm im Rohbiogas dargestellt. Demzufolge wird in einer Entfernung von ca. 65 m der AEGL-2 Wert und der ERPG -2-Wert in einer Entfernung von 80 m von der Freisetzungsquelle unterschritten.

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.

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 Länge der explosionsfähigen Gaswolke bzw. die untere Zünddistanz beträgt demnach 14 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).

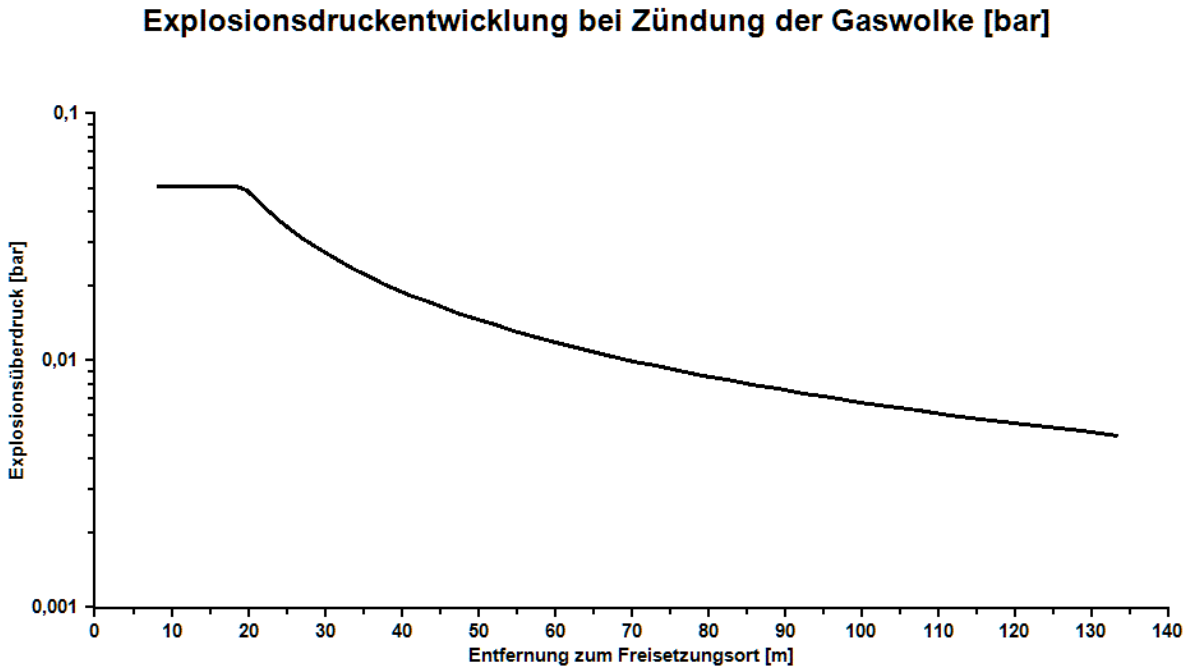
In dem TNO-Multi-Energy-Modell ist durch die notwendige Zuweisung des Explosionsereignisses bzgl. der resultierenden Druckwirkung in insgesamt zehn Kategorien festzulegen, wie hoch der maximale Explosionsdruck in der Nähe der Gaswolke ist. Die Kategorie 1 beschreibt dabei einen geringen maximalen Explosionsdruck 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 Standort der BGA Hopsten wird in konservativer Herangehensweise für die Berechnung des Explosionsdrucks die Kategorie 3 gewählt. In der nachfolgenden Abb. 15 sind die Auswirkungen bei einer ursachenunabhängigen Zündung der ausgetretenen Biogaswolke hinsichtlich der Explosionsdruckentwicklung dargestellt. 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). Bei einer Betrachtung der Abb. 14 wird deutlich, dass der gemäß dem Leitfaden KAS-18 relevante Störfallbeurteilungswert bzgl. der Explosionsdruckentwicklung von 0,1 bar Überdruck unter den als konservativ ungünstig einzustufenden Rahmenbedingungen nicht erreicht wird. Mögliche Auswirkungen aufgrund von Explosionsdruck bleiben auf das Anlagengelände beschränkt.

Abb.15: Explosionsdruckentwicklung bei einer Zündung der Biogaswolke



Freisetzungsrate 1 [kg/s]: 34,54
Freisetzungsdauer 1 [s]: 100
Freisetzungsrate 2 [kg/s]: 18,7
Freisetzungsdauer 2 [s] 470
Windgeschwindigkeit [m/s]: 4,7
Maximal explosionsfähige Masse [kg]: 55
Maximale Länge der explosionsfähigen Gaswolke [m]: 14
Kategorie Multi-Energy-Modell [1-10]: 3

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.

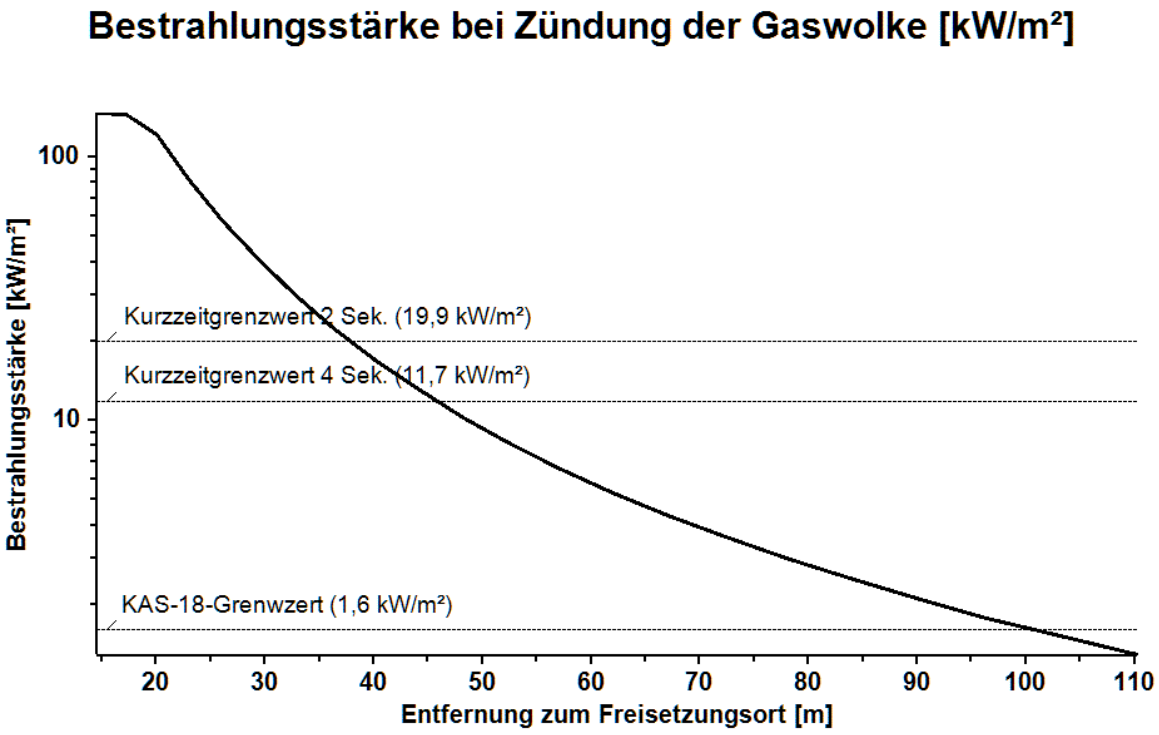
Bzgl. der explosionsfähigen Masse sowie der maximalen Länge der explosionsfähigen Gaswolke bzw. der unteren Zünddistanz werden die gleichen Werte angenommen wie bei der Modellierung der Explosionsdruckentwicklung. Die weiteren spezifischen Rahmenbedingungen des Gaswolkenbrands sind wie folgt, wobei die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

- Strahlungsintensität des abbrennenden Biogases: 200 kW/m² (vgl. ProNuSs Bedienhandbuch)
- Gaswolkenlänge: 14 m
- Gaswolkendurchmesser: 10 m
- Höhe der Mittellinie der Gaswolke: 6 m

In der nachfolgenden Abb. 16 sind die Auswirkungen bzw. Gefahrenbereiche hinsichtlich der Wärmestrahlung/Bestrahlungsstärke bei einem Abbrand der beschriebenen Gaswolke dargestellt. 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 ist auf einer waagerechten Linie der gemäß KAS-18 relevante Störfallbeurteilungswert bzgl. Wärmestrahlung/Bestrahlungsstärke in Höhe von 1,6 kW/m² dargestellt.

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 bis zu einer Entfernung von etwa 100 m von der Gaswolke bzw. der Flamme erreicht wird. Der vorliegende Ansatz ist jedoch nicht als real anzusetzen, da bei einem Abbrand der Gaswolke dieses kurzfristig erfolgt. Demzufolge wurden zusätzlich die Kurzzeitgrenzwerte eingeblendet, die in einem Abstand von ca. 40 und 50 m zur Anlage unterschritten werden.

Abb. 16: Wärmestrahlung/Bestrahlungsstärke bei einer Zündung der Biogaswolke



Gaswolkenlänge [m]: 14,0
Gaswolkendurchmesser [m]: 10,0
Höhe der Mittellinie der Gaswolke [m]: 6,0
Höhe (Mittelpunkt) des Empfängers über Erdboden [m]: 1,0

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 bis sehr ungünstige Rahmenbedingungen zugrunde liegen:

- Unterschreitung des ERPG-2-Wertes von H_2S (30 ppm) in Höhe des Aufschlagpunkts/ Expositionsaufpunkts: Grenzwert wird nicht erreicht, siehe Abb. 13
- Unterschreitung des Grenzwertes bzgl. des Explosionsdrucks gem. KAS-18 (0,1 bar): Grenzwert wird nicht erreicht
- Unterschreitung des Grenzwertes bzgl. der Wärmestrahlung/ Bestrahlungsstärke gem. KAS-18 (1,6 kW/m²): 100 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 Agrar-Energie-Gesellschaft mbH & Co.KG Hopsten eine Auswirkungsanalyse/ Einzelfallbetrachtung zur Ermittlung des angemessenen Abstands zu schutzbedürftigen Objekten i.S. § 50 Abs. 1 BImSchG für den Anlagenstandort der Biogasanlage Hopsten durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden auf der Basis sog. Dennoch-Störfälle und unter Berücksichtigung spezifischer Charakteristika zu dem Anlagenstandort und zu dem Betriebsbereich nach 12. BImSchV 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 aus der Biogasanlage Hopsten berechnet bzw. modelliert worden sind.

Als Ergebnis der durchgeführten Auswirkungsanalyse/Einzelfallbetrachtung für Biogasanlage Hopsten, die auf der Basis konservativ ungünstiger Rahmenbedingungen durchgeführt worden ist, lässt sich festhalten, dass die ermittelten Gefahrenbereiche bei einem Dennoch-Störfall keine solchen räumlichen Ausmaße haben, die vorhandene schutzbedürftige Objekte i.S. § 50 Abs. 1 BImSchG beeinträchtigen würden.

Als abstandsbestimmend hat sich dabei das Szenario der Ausbreitung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre mit ursachenunabhängiger Zündung mit einem Abbrand der Atmosphäre herausgestellt. Unter Berücksichtigung der in dem Szenario angesetzten Rahmenbedingungen beträgt der angemessene Abstand der Biogasanlage Hopsten zu schutzbedürftigen Objekten i.S. § 50 Abs. 1 BImSchG demnach etwa 100 m, wobei dieser Wert den Abstand von der Folienleckage darstellt. Der Abstand der nächsten schutzbedürftigen Objekte zu dem gasdichten Gärrestlager beträgt demgegenüber mehr als 100 m.

Hamburg, 10.10.2019

Dipl.-Ing. Detlev Dusör
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