

Sicherheitstechnische Stellungnahme

Projekt - Nr.	Datum	Zeichen
	19.03.2023	FH

Projekt	Sicherheitstechnische Stellungnahme zu der Erneuerung eines Gasspeichers für eine Biogasanlage (29a BImSchG)
Auftraggeber	Bioenergie Krentrup GmbH & Co. KG Alte Hofstr. 16 33818 Leopoldshöhe
Kontaktperson	vertreten durch Herrn Zimmermann
Verfasser	ProTectum - Prüftec GmbH Wöstefeld 27 49090 Osnabrück Dr.-Ing. Frank Hamelmann Fon: +49 541 3322783-0 Fax: +49 541 3322783-18 E-Mail: info@protectum.eu Web: www.protectum.eu
Versions- Nr.	1

Inhalt

1	Beauftragung	3
2	Aufgabenstellung	3
3	Prüfgrundlagen	4
4	Rechtliche Stellung der TRAS 120	6
5	Änderungen der Anlage	6
6	Die geplante Ausführung	7
7	Vorgelegte Dokumente zu dem Vorhaben	8
8	Charakteristische Biogas aus der landwirtschaftlichen Herstellung	8
8.1	<i>Bezeichnung der Stoffe</i>	8
8.2	<i>Allgemeine Stoffdaten</i>	9
9	Betriebliche Gefahrenquellen, Voraussetzungen für Ereignisfälle sowie verhindernde und begrenzende Maßnahmen	11
10	Risikobewertungen	13
10.1	<i>Der Achtungsabstand im Bauleitverfahren für diese Anlage, ermittelt mit Pronuss 9</i>	13
10.1.1	<i>Angemessener Abstand aufgrund des freigesetzten Schwefelwasserstoffs</i>	13
10.1.2	<i>Angemessener Abstand aufgrund einer Explosion</i>	13
10.1.3	<i>Angemessener Abstand aufgrund eines Brandes</i>	13
10.1.4	<i>Resultierender angemessener Abstand</i>	14
10.1.5	<i>Brandversuch Foliengasspeicher</i>	14
11	Bewertung	17
11.1	<i>Forderungen der Bezirksregierung Detmold</i>	18
12	Fazit	18
13	Datum und Unterschrift	19
14	Anhang	20

1 Beauftragung

Die Firma ecoplan beauftragte Herrn Dr.-Ing. Frank Hamelmann von der ProTectum Prüftec GmbH, mit der Erstellung einer sicherheitstechnischen Stellungnahme zu den Änderungen an der Biogasanlage am Standort :

Biogasanlage
Alte Hofstr. 16
33818 Leopoldshöhe

Diese wird betrieben durch die:

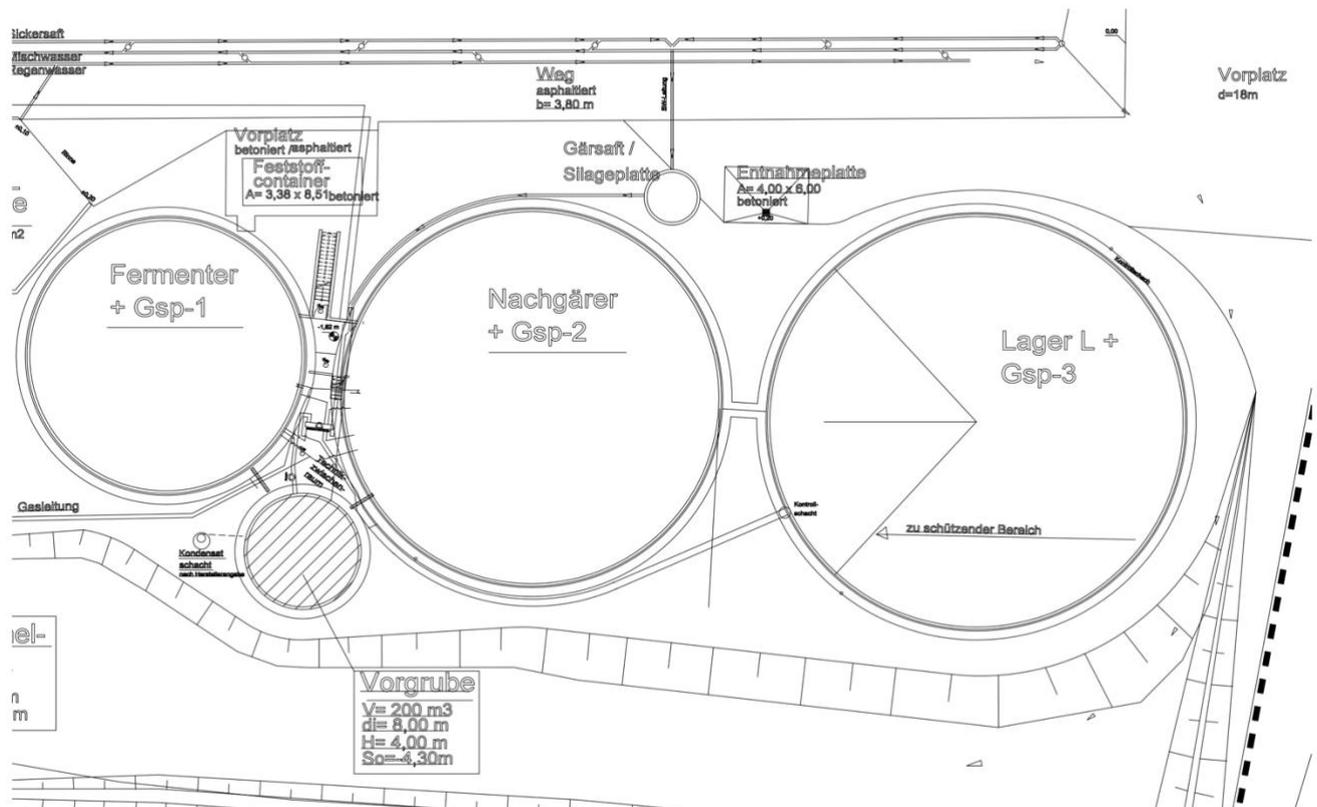
Bioenergie Krentrup GmbH & Co. KG
Alte Hofstr. 16
33818 Leopoldshöhe

2 Aufgabenstellung

Aufgrund der geplanten Erneuerung des Tragluftdaches des Endlagers der Biogasanlage ist erstmalig die TRAS 120 bei der Planung mit zu berücksichtigen.

Die Abstandsforderung des Anhang VII der TRAS 120 von mindestens 10 m zwischen benachbarten Behältern mit einem Volumen > 5000 m³ wird nicht eingehalten. Die landesrechtlichen Abstände für landwirtschaftliche Anlagen werden eingehalten, siehe Brandschutzstellungnahme Adam.

Laut Aufstellungsplan ist der Abstand zwischen dem Betriebsteil Lager L + GSP-3 und dem Nachgärer + GSP-2 deutlich geringer.



3 Prüfgrundlagen

Folgende Gesetze, Verordnungen und Technische Regeln wurden zur Prüfung, ob die nach dem Stand der Technik erforderlichen Vorsorgemaßnahmen berücksichtigt wurden, einbezogen:

- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)
- Verordnung über Anlagen zu Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe (AwSV)
- Normen, insbesondere:
 - VDE 0100 Bestimmungen für die Errichtung von Starkstromanlagen bis 1000V
 - VDI/VDE 2180, Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln der PLT
 - ICE/EN 61508/ 61511 als Ersatz für DIN V 19250, 19251, MSR-Schutzeinrichtungen

- Unfallverhütungsvorschriften, insbesondere
- DGUV V1, Grundsätze und Prävention
- DGUV V3, Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
- DGUV V1, Sicherheit- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz
- DGUV R 113-001, Explosionsschutz-Regeln
- DGUV R 100-500, Betreiben von Arbeitsmitteln
- TRBS 1201 – Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen
- TRBS 1201 Teil 1 – Prüfungen von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen und Überprüfung von Arbeitsplätzen in explosionsgefährdeten Bereichen
- TRBS 2152 Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre
- TRBS 2152-1 Beurteilung der Explosionsgefährdung
- TRBS 2152-2 Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
- TRBS 2152-3 Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
- TRGS 529 Tätigkeiten bei der Herstellung von Biogas
- DVGW-Regelwerk, insbesondere das Arbeitsblatt G262, Nutzung von Deponie, Klär- und Biogase
- TRAS 120 Sicherheitstechnische Anforderungen an Biogasanlagen

Jeweils in der aktuellen Fassung

4 Rechtliche Stellung der TRAS 120

Die TRAS 120 ist Regelwerk, welches keine direkte rechtliche Bindung an die Genehmigungsbehörde richtet. Allerdings stellt die TRAS 120 den Stand der Sicherheitstechnik und den Stand der Technik für Biogasanlagen da. Insofern ist sie mindestens Erkenntnisquelle und die definierten Schutzziele sind zu berücksichtigen. In der TRAS 120 wurde es versäumt die Teile des Standes der Technik und die Teile des Stand der Sicherheitstechnik eindeutig zu kennzeichnen. Somit liegt hier eine Gemengelage zwischen dem Stand der Technik und dem Stand der Sicherheitstechnik vor.

5 Änderungen der Anlage

Im näheren Umkreis befinden sich keine besonders schutzwürdigen Objekte (Kindergärten, Schulen, Krankenhäuser, Gewässer, Hochwasserschutzeinrichtungen, etc.).



Abbildung 1 Ansicht geplanter Anlagenstandort (Quelle: Google maps)

6 Die geplante Ausführung

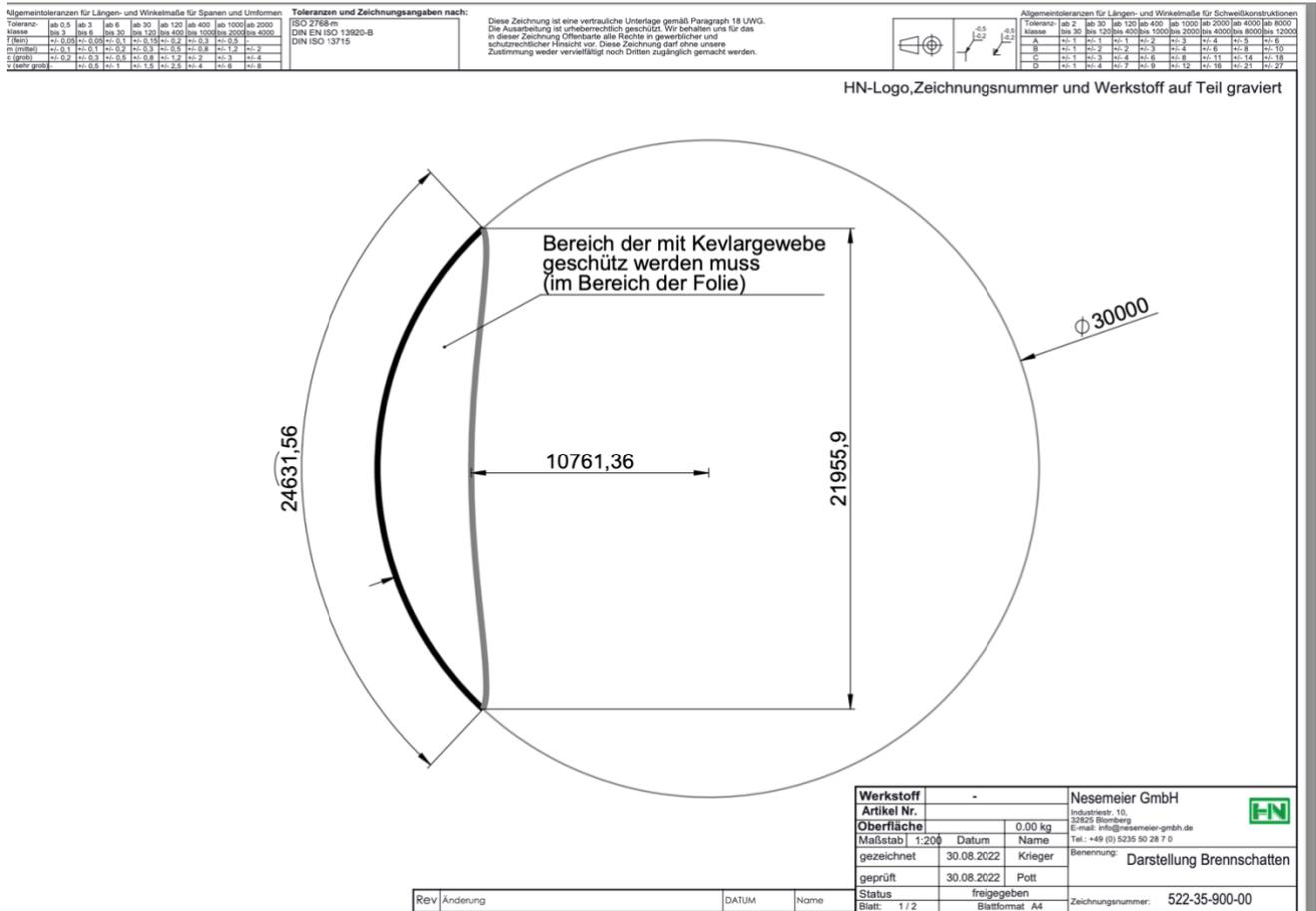


Abbildung 2 Dachausführung

Das Gasdach soll außerhalb der geschützten Bereiche mit einem Gewebe der Firma Sattler 609 Biogas B1 ausgestattet sein. Im gefährdeten Schutzbereich wird eine Gewebe der Firma Mehler vom Typ Traintex 7819, hergestellt aus Aramid/PVC und verwendet.

7 Vorgelegte Dokumente zu dem Vorhaben

- Lageplan
- Dokument Brandversuch EPDM, Ersteller TÜV Süddeutschland
- Technisches Datenblatt Nr.: 1145.13 zum Produkt VALMEX 7819 der Firma Mehler vom 08.09.2022
- Prüfbericht 4.5/2443/2019 der Ostthüringische Materialprüfgesellschaft für Textilien und Kunststoffe mbH zur Probe VALMEX 7819, vom 09.12.2019
- Laboratory Test Report No.: 81617 der DIVERSIFIED Testing Laboratories INC. zur Probe 7819 vom 24.05.2022
- Dossier P210315-Document DEC/1 (PROCES-VERBAL DE CLASSEMENT DE REACTIONAU FUE D'UN MATERIAU) der UNE Laboratoire de Trappes, vom 22.03.2021

8 Charakteristische Biogas aus der landwirtschaftlichen Herstellung

8.1 Bezeichnung der Stoffe

Zwischenprodukte/Produkte:

- Biogas
- Biomethan
- Nährstoffkonzentrat

8.2 Allgemeine Stoffdaten

Biogas

Zusammensetzung von Biogas

	Schwankungsbreite	Durchschnitt
Methan	45 – 70 %	60 %
Kohlendioxid	25 – 55 %	35 %
Wasserdampf	0 – 10 %	3,1 %
Stickstoff	0,01 – 5 %	1 %
Sauerstoff	0,01 – 2 %	0,3 %
Wasserstoff	0 – 1 %	< 1 %
Ammoniak	0,01 – 2,5 mg/m ³	0,7 mg/m ³
Schwefelwasserstoff	50 – 30.000 mg/m ³	500 mg/m ³

Biogas ist im Sinne der Störfallverordnung eine Zubereitung, die hochentzündlich ist und giftig (Schwefelwasserstoffgehalt > 0,1 %) sein kann.

Biogas ist laut Leitfaden der Störfallverordnung (12. BImSchV) für Biogasanlagen als „hochentzündlich“ einzustufen. Abhängig von seiner Zusammensetzung, gemäß Zubereitungsrichtlinie 1999/45/EG, ist Biogas einzustufen, sofern der Gehalt an Schwefelwasserstoff zwischen 0,2 Vol.-% und 1 Vol.-% H₂S liegt.

Methan

Methan ist ein farb- und geruchloses, brennbares Gas. Mit einem Volumenanteil zwischen 4,4 und 16,5 Prozent in der Luft bildet es explosive Gemische bzw. gefährliche explosionsfähige Atmosphären (geA). Methan ist hoch entzündlich. Der Flammpunkt liegt bei -188°C, die Zündtemperatur bei 600°C. Es sollten Zündquellen ferngehalten werden und es sollten Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung getroffen werden.

Schwefelwasserstoff

Schwefelwasserstoff ist ein übel riechendes, stark giftiges, umweltgefährdendes Gas.

Es verursacht schon in extrem geringen Konzentrationen den typischen Geruch von faulen Eiern. Schwefelwasserstoff ist brennbar und farblos. Schwefelwasserstoff bildet leicht entzündliche Gas-Luft-Gemische. Der Explosionsbereich liegt zwischen 4,3 Vol.-% (60 g/m³) als untere

ProTectum

Explosionsgrenze (UEG) und 45,5 Vol-% (650 g/m³) als obere Explosionsgrenze (OEG). Der maximale Explosionsdruck beträgt 5,9 bar.

Die Zündtemperatur beträgt 270°C. Schwefelwasserstoff hat die Eigenschaft, die Geruchsrezeptoren zu betäuben, wodurch man eine Erhöhung der Konzentration nicht mehr über den Geruch wahrnimmt. Zugleich sammelt sich das Gas durch seine hohe Dichte am Boden.

Kohlenstoffdioxid

Kohlenstoffdioxid ist ein farb- und geruchloses Gas. In höheren Konzentrationen verdrängt es Sauerstoff und kann zum Tod durch Ersticken führen.

9 Betriebliche Gefahrenquellen, Voraussetzungen für Ereignisfälle sowie verhindernde und begrenzende Maßnahmen

Das Gefährdungspotential einer Anlage liegt hauptsächlich in der Freisetzung von größeren Stoffmengen.

Ursachen für die Freisetzung aus Teilen der Anlage können u. a. sein:

- mechanische Einwirkungen von außen auf die Druckbehälter oder auf angeschlossene Teile der Anlage (Rohrleitungen, Verdichter, Pumpen, Armaturen), z. B. bei Instandsetzungs- bzw. Bauarbeiten,
- Versagen durch intensive Wärmeeinwirkung von außen, z. B. beim Brand als Folge von Schweißarbeiten,
- Versagen einzelner Anlageteile und Komponenten aufgrund falscher Auslegung, mangelhafter Instandhaltung oder äußerer Korrosionsschäden,
- Verschleiß (z. B. von statischen oder dynamischen Dichtungen, von Verdichtern, Regel- oder Absperrarmaturen),
- Fehler an PLT-Einrichtungen,
- Fehler beim Entleeren und Befüllen,
- menschliches Fehlverhalten (z. B. mangelhafte Instandhaltung oder Bedienungsfehler, wie falsche Schaltung von Leitungswegen etc.),
- mangelhafte Ausbildung oder Schulung des Betriebspersonals.

Die Aufzählung der Ursachen für die störungsbedingte Freisetzung ist keinesfalls vollzählig, sondern beispielhaft. Es sind sicher noch andere Ursachen denkbar und möglich.

Die zu ergreifenden Sicherheitsmaßnahmen dienen im Wesentlichen der Vermeidung von Vergiftungs-, Feuer- und Explosionsgefahren sowie der Verhinderung von Gewässerverschmutzungen. Alle sicherheitstechnischen Vorkehrungen haben deshalb in erster Linie den Zweck, das Freiwerden von Stoffen in gefahrdrohender Menge sowie das Entstehen zündfähiger Gas-Luft-Gemische zu verhindern.

Weitere Maßnahmen dienen dazu, wenn trotz aller primären Sicherheitsvorkehrungen dennoch ein unerwünschter Stoffaustritt erfolgt sein sollte, die Auswirkungen einer solchen Störung des bestimmungsgemäßen Betriebes so weit zu begrenzen, dass es entweder nicht zur Gefährdung von Beschäftigten, Nachbarn und der Allgemeinheit kommt oder die Gefährdung so gering wie nur irgend möglich gehalten wird.

Wichtige primäre Schutzmaßnahmen, die eine Gefährdung der Beschäftigten oder Dritter verhindern sollen, sind z. B.:

- sachgemäße Berechnung, Auslegung, Ausrüstung und Herstellung aller Einzelkomponenten der Anlage und deren sachgerechte Zusammenfügung, insbesondere der Behälter, der Rohrleitungen und der Rohrleitungsteile,
- Auswahl geeigneter Werkstoffe,
- Ausrüstung, insbesondere der Behälter, mit Mess-, Steuer-, Regel- und Sicherheitseinrichtungen der entsprechenden Zuverlässigkeitsklasse, die an sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlageteilen in redundanter Ausführung vorzusehen sind und bei Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb Warn- oder Alarmsignale geben müssen,
- Einrichtung eines Not-Aus-Systems mit z. T. selbsttätiger Auslösung durch Druck-, Temperatur- und Füllstandbegrenzungs- sowie Gaswarn-einrichtungen,
- konsequentes Einhalten des fail-safe-Prinzips (Ruhesignalprinzip),
- sorgfältige Instandhaltung und Wartung,
- regelmäßige Schulung und Unterweisung des Betriebspersonals,
- Schutz der Anlage vor Eingriffen Unbefugter.

Sekundäre Maßnahmen, die die Auswirkungen einer Störung des bestimmungsgemäßen Betriebes oder eines Störfalles begrenzen, sind insbesondere:

- Auffangräume, die ausgetretene Stoffe aufnehmen können,
- Gaswarneinrichtungen, die rechtzeitig Alarm geben und selbsttätig Sicherheitsvorkehrungen veranlassen,
- Schnellschlusseinrichtungen, die bei Undichtheiten die austretenden Stoffmengen begrenzen,
- Einrichtungen zum gefahrlosen Ableiten freigesetzter Gase,
- Brandschutzmaßnahmen,
- Einrichtungen betrieblicher Brandbekämpfungs- und Rettungsdienste,
- Ergänzung der betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrpläne,
- Bereithalten von geeigneter Arbeitsschutzkleidung und Körperschutzmitteln.

Der Betrieb von Verbrennungsmotoranlagen kann - wie der Betrieb von Gasanlagen überhaupt - mit gewissen Risiken für das Bedienungspersonal und für die Umgebung verbunden sein, wenn sich innerhalb oder außerhalb von Anlagekomponenten explosionsfähige Gas/Luft-Gemische bilden und sich entzünden.

10 Risikobewertungen

Um die vorhandenen Risiken für die Menschen, die Umwelt und für die Sachwerte abzuleiten, bedingt es, die von der Anlage ausgehenden Risiken zu bewerten. Hierbei sind zwei wesentliche Herangehensweisen zu berücksichtigen:

10.1 Der Achtungsabstand im Bauleitverfahren für diese Anlage, ermittelt mit Pronuss 9

10.1.1 Angemessener Abstand aufgrund des freigesetzten Schwefelwasserstoffs

Auf Basis der recht konservativen Annahme von 0,5 Vol.% Schwefelwasserstoff im Biogas, was die tatsächlichen Verhältnisse in der Anlage deutlich übersteigt wird der AEGL-2 Wert für Schwefelwasserstoff (1 h) bei 85 m Entfernung unterschritten.

Daraus resultiert ein angemessener Abstand (vom Gasspeicher) basierend auf die Schwefelwasserstofffreisetzung von 84m.

10.1.2 Angemessener Abstand aufgrund einer Explosion

Der Grenzwert von 0,1 bar Überdruck wird bei der Gaswolkenexplosion und Verwendung des in KAS 32 empfohlenen Multi-Energy-Modells in keinem Abstand von der Freisetzungsstelle erreicht.

Aus der Explosionsbetrachtung hat sich kein Wert für den angemessenen Abstand ergeben.

10.1.3 Angemessener Abstand aufgrund eines Brandes

Die Berechnung für Bestrahlungsstärke bei einem Brand der freigesetzten Gaswolke ergab das der Grenzwert von 1,6 kW/m² in einem Abstand von 75 m (in Lee) für die beiden verschiedenen Höhen der bestrahlten Flächen unterschritten wird.

Hieraus resultiert ein angemessener Abstand (vom Gasspeicher) für den Brandfall von 75 m.

10.1.4 Resultierender angemessener Abstand

Es resultiert auf Basis der Berechnungen ein angemessener Abstand von > 84 m vom Gasspeicher.

Konservativerweise wird ein angemessener Abstand von dem Rand der Biogasanlage von 100 m festgelegt.

1. Tatsächliche Erfahrungen im Umgang mit Bränden von Biogas

10.1.5 Brandversuch Foliengasspeicher

Versuche an einem Folienspeicher mit EPDM-Folien haben ergeben, dass ein Brandereignis auf Grund des geringen Lagerdruckes des Biogases eher träge mit dem Abbrand (siehe folgende Abb.) des Gasvolumens an einer Leckagestelle und anschließendem Abbrand der Speicherfolie ohne Verpuffung oder Explosion erfolgte. Eine Gefährdung des Speichers durch Erwärmung mit dem Risiko eines Behälterexplosion wie bei Flüssiggastanks oder Gasflaschen besteht hier auf Grund der drucklosen Lagerung nicht. /3/



Abbildung 15: Brandversuch an einer EPDM-Folie

In der Technischen Sicherheit wurde ein Versuch der Bundesanstalt für Materialforschung veröffentlicht, bei dem mittels einem 80 m³ Gasspeichersack für Biogas die Ausflussziffern und Brandverhalten von Rissen in der Folienabdeckung von Biogasanlagen untersucht wurde. Insbesondere stellte sich beim Abbrandverhalten heraus, dass die Annahmen der Berichtes KAS 32 viel zu konservativ angenommen wurden. Es wird festgestellt, dass eine auftriebsdominierende, senkrechte - 12m hohe Flamme entsteht. Ein klassischer Freistrahler mit einer Länge von 40-60 m wird nicht beobachtet. Es werden Spitzenwerte von 200 W/m² an Wärmestrahlung ermittelt. Die Durchschnittliche Wärmestrahlung beträgt 100 W/m²





Bild 10 Aufnahmen des Brandverhaltens der Biogasfolie.



Bild 11 Aufnahmen des Schadensbildes nach dem Abbrand der Biogasfolie.

Obgleich in diesen Versuchen ein trockenes Methangas-Kohlendioxid-Gemisch verwendet wurde, welches deutlich besser brennt als eine reales Biogas aus einer Biogasanlage, sind die Auswirkungen eher begrenzt.

11 Bewertung

Gemäß der Berechnungen überlicher Gutachten ergeben sich störfallbedingte Abstände von 75 bis 85 m. Diese Abstände beziehen sich jedoch auf die Annahmen KAS 32 zum Abstand zur schützenswerter Einrichtungen.

Diese genutzte Störfallsoftware Pronuss verwendet für die Betrachtung Formeln, die aus aktuellem Wissen zu, zu konservativen Ergebnissen führen. Weder bestehen die Druckverhältnisse im Inneren eine Biogasbehälters noch sind die Ausbreitungsparameter begründet. Die zugrunde gelegten Formeln wurden für Druckverhältnisse von Überdrücken größer als 1 bar entwickelt. Das Brandverhalten von realem Biogas ist nicht vergleichbar mit dem Brandverhalten von aufbereiteten Methan aus einer Erdgasleitung.

Die Bundesanstalt für Materialforschung in Berlin hat in ihrem Brandversuch, mit einem Gasspeicher von 80 cbm Biogas gerade festgestellt, dass die Auswirkungen durch die Freisetzung und dem Brandverhalten des freigesetzten Biogases zu geringeren Schadensereignissen führt, als das der heutigen Störfallsoftware /2/. Für die Versuche wurde ein Gasgemisch aus Methan und Kohlendioxid verwendet. Dieses Gasgemisch weist ein höheres Brandrisiko auf, als ein erzeugtes Biogas aus einer Biogasanlage, welches im feuchten Zustand vorliegt und nur ein schwaches Brandverhalten aufweist. Als Ergebnis wird jedoch festgestellt, dass die Ergebnisse der Störfallvorhersagen zu, zu konservativen Aussagen führen.

Bei diversen Brandereignissen konnte festgestellt werden, dass es zwar zu einen Flammenüberschlag zwischen Behältern gekommen war, aber die Auswirkungen gering waren. Außer Sachschäden in Form einer beschädigten Dachhaut konnten keine weiteren Risiken festgestellt werden. Zudem ist auch in Frage zu stellen, ob ein Abstand von 10m wirklich ausreichend ist, einen solchen Schaden sicher auszuschließen.

11.1 Forderungen der Bezirksregierung Detmold

Gemäß der vorgelegten E-Mail von der Bezirksregierung Detmold mit unbek. Datum mit anhängender Stellungnahme vom LARNUV vom 17.10.2022 wird das ausgewählte Textil als ungeeignet bezeichnet, um die Anforderungen der TRAS 120 zu erfüllen.

Die TRAS 120 gibt Anforderungen unter 2.5 zu den Schutzabständen. 2.5.3 stellt Anforderungen an interne Schutzabstände und 2.5.4 Ersatzmaßnahmen in Bezug auf abwehrende Brandschutzmaßnahmen.

Die Forderung nach einem Werkstoff mit einer definierten Feuerwiderstandsklasse für eine nichtharte Bedachung ist nicht einfach zu realisieren. Der Vorschlag, der laut Aussage des Planers von der Bezirksregierung vorgetragen wurde, eine von unten mit Glasfasern kaschierte Folie einzusetzen, erfüllt diese Forderung ebenfalls nicht und lässt sich nicht einfach realisieren. Insbesondere die Steifigkeit der Glasfaser kann zu neuen Gefährdungen führen, wie z.B. die fehlende Dichtheit und Risiken bei der Montage. Glasfaser sind schwer und die PVC-Schicht bleibt brennbar.

Ein Sicherheitsgewinn der in Frage zu stellen ist, insbesondere die Verhältnismäßigkeit.

Die unter Punkt 2.5.4 geforderten Ersatzmaßnahmen, sind ebenfalls in Bezug der Verhältnismäßigkeit in Frage zu stellen. Die Löschwasserversorgung wird im Rahmen des Klimawandels schwieriger, die Verwendung von großen Wassermengen zum Kühlen kann zu viel Löschwasser, welches selbst zu Umweltverschmutzungen führen kann, führen. Zudem gilt hier auch das Verhältnismäßigkeitsprinzip, welches bei den Überlegungen zwingend zu berücksichtigen ist.

12 Fazit

Die Nichteinhaltung des Sicherheitsabstandes von 10 m gemäß TRAS 120 /1/ führt zu keiner größeren Gefährdung, für die benachbarte Anlage, als wenn der Abstand entsprechend eingehalten würde. Im Falle einer Freisetzung von Biogas im Falle einer Rissbildung im Gasdach ist nicht davon auszugehen, dass eine Freistrahlf Flamme freigesetzt wird, sondern, dass das Biogas nach oben hin abbrennt. In /2/ wurden maximale Bestrahlungsstärken von 200 W/qm gemessen.

Die vorgeschlagen Ausführung der Dachhaut stellt eine wesentliche Erhöhung der Sicherheit von Anlagen da, die den geforderten Sicherheitsabstand zwischen Behältern gemäß der TRAS 120 nicht einhalten. Der geforderte Sicherheitsabstand von 10 m ist dabei keinesfalls ausreichend und wurde von einer Kommission festgelegt, ohne Basis sicherheitstechnischer Kenngrößen.

13 Datum und Unterschrift

Bramsche, den 19.03.2023



**Bekannt gegebener
Sachverständiger nach
§ 29a Abs. 1 BImSchG**

Dr.-Ing. Frank Hamelmann

Bemerkung Ecoplan: in der
TRAS-120 gefordert!

14 Anhang

Literaturverzeichnis

/1/ TRAS 120 - Bekanntmachung einer sicherheitstechnischen Regel der Kommission für Anlagensicherheit

(TRAS 120 „Sicherheitstechnische Anforderungen an Biogasanlagen“) Bonn 2018

/2/ Ausflussziffer und Brandverhalten von Rissen in der Folienabdeckung von Biogasanlagen, Habib, A. und Kluge, M. Technische Sicherheit Bd. 9 (2019) Nr. 07/08 Juli/August

/3/ Bericht zu Brandversuch einer EPDM Folie im Einsatz als Gasspeicher einer landwirtschaftlichen Biogasanlage, Strauch, R. und Frank, R. TÜV Süd, Berichts-Nr. 300623