



PROZESSE & ANLAGEN

SICHER BETREIBEN



CSE-Engineering Services GmbH

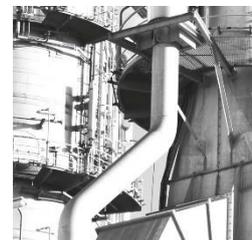
ERGEBNISBERICHT

Projekt:

Risikoanalyse zur Definierung des grundlegenden Sicherheitskonzepts für Anlagenbereiche am Standort Mehrum

Auftraggeber:

Mc Cain GmbH
Düsseldorfer Str. 13
65760 Eschborn
Deutschland



Angebotsnummer: 2024_A1603_rev4
Berichtsnummer: 2024_R01641
Datum: 29.11.2024

ERGEBNISBERICHT

Projekt: Umgebungsbedingte Gefahrenquellen
Berichtsnummer: 2024_R01641
Datum: 29.11.2024



Zusammenfassung:

Zur Festlegung des grundlegenden Sicherheitskonzepts der Anlage am Standort Mehrum wurden What-If-Analysen für die Ammoniakkälteanlage im Produktionsgebäude, die Biogasanlage und die Ammoniakkälteanlage im Kühllager durchgeführt. Dazu wurde anhand des bisherigen Planungsstands mögliche Abweichungen beim Betrieb der wesentlichen Apparate unterstellt, die resultierenden Auswirkungen beschrieben und Sicherheitsmaßnahmen für die jeweiligen Auswirkungen definiert. Die Ergebnisse sind tabellarisch in vorliegenden Bericht zusammengefasst.

Autor:

Johannes Seibel, M.Sc.
Process Safety Engineer

Telefon: +49 721 6699 4719
E-Mail: johannes.seibel@cse-engineering.de

Unterschriften:

Johannes Seibel

Natalie Schmidt

GESCHÄFTSFÜHRER:
Prof. Dr. Jürgen Schmidt
Prof. Dr. Jens Denecke

HRB NR. 727 033
Amtsgericht Mannheim
Umsatzsteuer-ID: DE310729921

Vereinigte VR Bank Kur- und Rheinpfalz eG
IBAN DE91 5479 0000 0001 6469 74
BIC GENODE61SPE

Inhalt

1	Veranlassung und Aufgabenstellung.....	4
2	Ammoniakkälteanlage im Produktionsgebäude	4
2.1	Allgemein Daten zur Risikoanalyse.....	4
2.2	Verfahrensbeschreibung.....	6
2.3	Ergebnisse der What-If-Analyse	7
2.3.1	Ammoniakkreislauf.....	7
2.3.2	Glykolkreislauf – Kompressorkühlung	15
2.3.3	Glykolkreislauf - Vorkühlung-Coils	18
2.3.4	Glykolkreislauf - MCC Raum/Trinkwasser/Teig	19
3	Biogasanlage	22
3.1	Allgemein Daten zur Risikoanalyse.....	22
3.2	Verfahrensbeschreibung.....	23
3.3	Ergebnisse der What-If-Analyse	25
3.3.1	Digester I/II.....	25
3.3.2	Post digestion.....	30
3.3.3	Anaerobic Reactor.....	34
3.3.4	Biogas treatment	38
3.3.5	Sludge handling.....	40
4	Ammoniakkälteanlage im Kühllager	41
4.1	Allgemein Daten zur Risikoanalyse.....	41
4.2	Verfahrensbeschreibung.....	41
4.3	Ergebnisse der What-If-Analyse	43
5	Literaturverzeichnis.....	53

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Mc Cain GmbH plant den Neubau einer Anlage zur Verarbeitung von Kartoffeln am Standort Mehrum. Dabei handelt es sich um eine genehmigungsbedürftige Anlage im Sinne 12. BImSchV [1].

Das grundlegende Sicherheitskonzept der Anlagenteile Ammoniakkälteanlage im Produktionsgebäude, Biogasanlage und Ammoniakkälteanlage im Kühllager soll im Rahmen einer What-If-Analyse erstellt werden.

Dafür werden der derzeitige Planungsstand und die verfügbaren Planungsunterlagen (Fließschemata und Verfahrensbeschreibungen) verwendet.

2 Ammoniakkälteanlage im Produktionsgebäude

2.1 Allgemein Daten zur Risikoanalyse

Die What-If-Analyse wurde gemeinsam mit dem Hersteller der Anlage Firma Seward Refrigeration Ltd erstellt.

Tabelle 1: Sitzungsübersicht zur What-If-Analyse für die Ammoniakkälteanlage im Produktionsgebäude

Teilnehmer	Firma	Sitzung 28.10.2024	
Bob Seward	Seward Refrigeration	Anwesend	
Johannes Seibel	CSE-Engineering Services	Anwesend	

Folgende Daten wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt:

- Dokument: P&ID WITH AFE FREEZERS 06.07.2024.pdf, 06.07.2024
- Dokument: ADDITIONAL INFORMATION.docx, 08.10.2024

Die Anlage wurde in mehrere Sinneinheiten zerlegt und nacheinander in der What-If-Analyse betrachtet. Eine Übersicht der Teilbereiche ist nachfolgend gegeben:

Tabelle 2: Übersicht der Teilbereiche der Biogasanlage

Teilbereich	Kommentar
Ammoniakkreislauf	Gefahrstoffe: Ammoniak H221: Entzündbares Gas (Kat 2) H280: Gas unter Druck H331: Giftig bei Einatmen (Kat 3) H314: Schwere Verätzung der Haut und schwere Augenschäden Kategorie 1 H318: Verursacht schwere Augenschäden. H400: Sehr giftig für Wasserorganismen (Kat 1) H411: Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung (Kat 2)
Glykolkreislauf - Kompressorkühlung	Gefahrstoffe: Monopropylenglykol Das Produkt entspricht nicht den Kriterien für die Einstufung und Kennzeichnung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP)
Glykolkreislauf - Vorkühlung-Coils	Gefahrstoffe: Monopropylenglykol Das Produkt entspricht nicht den Kriterien für die Einstufung und Kennzeichnung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP)
Glykolkreislauf - MCC Raum/Trinkwasser/Teig	Gefahrstoffe: Monopropylenglykol Das Produkt entspricht nicht den Kriterien für die Einstufung und Kennzeichnung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP) Ammoniak H221: Entzündbares Gas (Kat 2) H280: Gas unter Druck H331: Giftig bei Einatmen (Kat 3) H314: Schwere Verätzung der Haut und schwere Augenschäden Kategorie 1 H318: Verursacht schwere Augenschäden. H400: Sehr giftig für Wasserorganismen (Kat 1) H411: Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung (Kat 2)

2.2 Verfahrensbeschreibung

In der Anlage wird Ammoniak in einem Kreislauf zirkuliert, der ausgelegt ist, um die minimal notwendige Menge an Ammoniak zu beinhalten. Mit Verdichtern wird gasförmiges Ammoniak auf max. 1166 kPa verdichtet. Anschließend strömt es parallel durch mehrere Plattenwärmetauscher, um die Verdichtungswärme zu abzuführen und für die Wärmeversorgung der Anlage zu nutzen. Ammoniak wird dabei zum Teil zu bereits kondensiert. In den Verflüssigern wird Ammoniak weiter abgekühlt auf ca. -1°C und 4 kPa entspannt. Das Kondensat wird in der -1°C Surge Drum gelagert. Die Flüssigphase wird mit Pumpen teilweise zu mehreren Coils der 1 und 2 Freezer Linie und teilweise in die Surge Drums LPR1/LPR2/LPR3 und LPR4 gefördert. LPR1/LPR2/LPR3 versorgen des restlichen Coils der Freezer Linie 1 und 2 mit flüssigem Ammoniak. LPR4 versorgt den Tote-Room mit flüssigem Ammoniak, der als Pufferraum verwendet wird. Der feuchte Rückstrom aus den Coils wird wieder in den Surge Drums aufgefangen. Aus der Gasphase der Behälter saugen die Kompressoren erneut an.

Ein zweiter Kreislauf in dem Glykol bei ca. 2,5-3 barg und $35-40^{\circ}\text{C}$ zirkuliert wird, wird verwendet, um die Kompressoren zu kühlen. Das Glykol wird über einen einen Luftkühler zirkuliert.

Ein dritter Kreislauf in dem Glykol bei ca. 2,5-3 barg und 24°C zirkuliert wird, wird verwendet, um die Vorkühlung zu kühlen. Das Glykol wird über einen Luftkühler zirkuliert.

Ein vierter Kreislauf, der ebenfalls mit Glykol bei ca. 2,5-3 barg und -1°C betrieben wird, steht für die Kühlung des Teigs in der Produktion, die Trinkwasserkühlung und der MCC-Räume zur Verfügung. Glykol wird mit Ammoniak in einem Wärmetauscher gekühlt.

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
Datum: 29.11.2024



2.3 Ergebnisse der What-If-Analyse

2.3.1 Ammoniakkreislauf

1. Ammoniakkreislauf			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
1. Kompressoren ausfallen?	Der Druck in den Surge Drums steigt, da kein Gas mehr abgeführt werden kann. Der Desgin-druck wird nicht überschritten (MAWP = 18 barg > max. End-druck Kompressoren = 11 barg).	14 Überhitzungsschutz am Motor der Kompressoren schaltet die Kompressoren bei zu hoher Temperatur ab.	Das Szenario ist im Ex-Schutz-Konzept zu berücksichtigen.
	Die laufenden Kompressoren werden mit höherem Saugdruck beaufschlagt, was zu einer Erwärmung des Motors führen kann.	3 Gaswarnanlage mit Zwangslüftung verhindert die Ansammlung von Gas im Raum. Das Betreten des Raums nach Ansprechen der Gaswarnanlage ist dann nur mit geeigneter PSA oder nach Freimessung erlaubt.	
	Erzeugung einer Leckage mit Austritt von Öl und Ammoniakdämpfen, Bildung einer lokalen geA. Zündung in Anwesenheit einer Zündquelle. Verletzung von Personen durch Explosionsauswirkungen oder toxische Auswirkungen.	2 Technisch überwachte Raumlüftung zur Abführung von Leckgasmengen	

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
 Datum: 29.11.2024



1. Ammoniakkreislauf			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
2. Kompressoren max. Enddruck erzeugen?	Anlage ist für höhere Drücke als den max. Druck der Kompressoren (11,6 barg) ausgelegt. NSR		
3. Kompressoren gegen geschlossenes System fördern?	<p>Druckanstieg in der Austrittsleitung. Der Leistung des Motors reicht nicht aus, um Drücke höher 11,6 barg zu erzeugen. Das System ist mit einem Auslegungsdruck von 21 barg inhärent sicher.</p> <p>Erwärmung des Motors möglich. Erzeugung einer Leckage mit Austritt von Öl und Ammoniakdämpfen, Bildung einer lokalen geA. Zündung in Anwesenheit einer Zündquelle.</p> <p>Verletzung von Personen durch Explosionsauswirkungen oder toxische Auswirkungen.</p>	14 Überhitzungsschutz am Motor der Kompressoren schaltet die Kompressoren bei zu hoher Temperatur ab.	
		3 Gaswarnanlage mit Zwangslüftung verhindert die Ansammlung von Gas im Raum. Das Betreten des Raums nach Ansprechen der Gaswarnanlage ist dann nur mit geeigneter PSA oder nach Freimessung erlaubt.	
		15 Ein Bypass von Druck auf Saugseite an den Kompressoren öffnet bei 18 barg Enddruck.	
		2 Technisch überwachte Raumlüftung zur Abführung von Leckgasmengen	
4. Kompressoren von geschlossenes System ansaugen?	<p>Der Kompressor erzeugt ein Vakuum. Überhitzung der Maschine und Beschädigung von Dichtelementen möglich.</p> <p>Erwärmung des Motors möglich. Erzeugung einer Leckage mit Austritt von Öl und</p>	1 Druckabschaltung bei zu geringen Saugdruck	Das Szenario ist im Ex-Schutz-Konzept zu berücksichtigen.
		2 Technisch überwachte Raumlüftung zur Abführung von Leckgasmengen	
		3 Gaswarnanlage mit Zwangslüftung verhindert die Ansammlung von Gas im Raum.	

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



1. Ammoniakkreislauf			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
	<p>Ammoniakdämpfen, Bildung einer lokalen geA. Zündung in Anwesenheit einer Zündquelle.</p> <p>Verletzung von Personen durch Explosionsauswirkungen oder toxischologische Auswirkungen.</p>	Das Betreten des Raums nach Ansprechen der Gaswarnanlage ist dann nur mit geeigneter PSA oder nach Freimessung erlaubt.	
5. Ammoniak-Leckagen an ammoniakführenden Leitungen oder Equipment?	<p>Bildung einer geA und einer tox. Wolke im Raum.</p> <p>Zündung in Anwesenheit einer Zündquelle.</p> <p>Verletzung von Personen durch Explosionsauswirkungen oder toxischologische Auswirkungen.</p>	3 Gaswarnanlage mit Zwangslüftung verhindert die Ansammlung von Gas im Raum. Das Betreten des Raums nach Ansprechen der Gaswarnanlage ist dann nur mit geeigneter PSA oder nach Freimessung erlaubt.	
		2 Technisch überwachte Raumlüftung zur Abführung von Leckgasmengen	
		22 Die Anlage ist gemäß TRGS 722 "auf Dauer technisch Dicht ausgeführt".	
6. Öl-Leckagen an Kompressoren auftreten?	<p>Austritt von Öl mit Ansammlung unterhalb dem Equipment. Möglicher Brand beim Wirksamwerden einer Zündquelle.</p> <p>Beschädigung des Kompressors würde zum Austritt von Ammoniak führen.</p>	4 Überwachung des Differenzdrucks über Ölpumpe führt zu Kompressor-AUS	
		2 Technisch überwachte Raumlüftung zur Abführung von Leckgasmengen	
		3 Gaswarnanlage mit Zwangslüftung verhindert die Ansammlung von Gas im Raum.	

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



1. Ammoniakkreislauf			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
	<p>Bildung einer geA. Zündung in Anwesenheit einer Zündquelle.</p> <p>Verletzung von Personen durch Explosionsauswirkungen odertoxikologische Auswirkungen.</p> <p>Hinweis: Der Flammpunkt des Kompressor-Öls liegt bei mehr als 100°C, die Raumtemperatur ist <35°C. Die Bildung einer geA wird nicht erwartet.</p>	<p>Das Betreten des Raums nach Ansprechen der Gaswarnanlage ist dann nur mit geeigneter PSA oder nach Freimessung erlaubt.</p>	
7. Kompressoren überhitzen?	<p>Überhitzung der Maschine und Beschädigung von Dichteleme- nten möglich. Austritt geringer Mengen Ammoniak und Öl in den Betriebsraum möglich mit Bil- dung einer lokalen geA.</p> <p>Zündung in Anwesenheit einer Zündquelle.</p> <p>Verletzung von Personen durch Explosionsauswirkungen oder to- xikologische Auswirkungen.</p>	<p>5 Temperaturüberwachung des Öls führt zu Kompressor-AUS bei 50°C</p> <p>14 Überhitzungsschutz am Mo- tor der Kompressoren schaltet die Kompressoren bei zu hoher Temperatur ab.</p>	
8. Leckage an den Vahterus- WÜT entsteht?	<p>Eintrag von Ammoniak auf die Glykoleseite. Möglicher</p>	<p>6 Ammoniaksensoren auf der Glykoleseite führen zum</p>	<p>Besprechen, was in diesem Sze- nario in anderen Anlagenteilen</p>

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
 Datum: 29.11.2024



1. Ammoniakkreislauf			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
	<p>Druckanstieg auf der Glykolseite (aBb) mit Freisetzung von Glykol und Ammoniak im Betriebsbereich.</p> <p>Bildung einer geA. Zündung bei Wirksamwerden einer Zündquelle.</p> <p>Verletzung von Personen möglich.</p>	Schließen der Eingangs- und Ausgangsventile	(nicht mehr Ammoniakanlage) passiert. Ist das Glykolsystem offen zur Umgebung oder kann ein unzulässiger Druck entstehen.
9. Eingeblockte Glykolseite an den Vahterus-WÜT wird weiter erwärmt?	<p>Thermische Expansion von Glykol. Überschreitung des Designbedingungen. Freisetzung von Glykol in die Halle.</p> <p>Bildung einer Glykollache. Der Flammpunkt liegt bei 104°C. Ein Brand wird nicht erwartet. Die erwartete Ammoniaktemperatur hinter den Verdichtern liegt bei 72°C.</p>	7 Sicherheitsventil entlastet Glykol in eine Auffangwanne	
10. weniger Kondensation im Verflüssiger stattfindet? - Wasserpumpen defekt - Ventilatoren defekt	Druckanstieg im Verflüssiger. Eine Überschreitung des Designdrucks ist nicht möglich. Keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen.		

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
 Datum: 29.11.2024



1. Ammoniakkreislauf			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
11. Leckage am Verflüssiger auftritt?	Ammoniakdämpfe werden direkt zur Atmosphäre entweichen. Mögliche Bildung einer geA auf dem Dach.	22 Die Anlage ist gemäß TRGS 722 "auf Dauer technisch Dicht ausgeführt".	Das Szenario ist im Ex-Schutz-Konzept zu berücksichtigen.
12. Temperatur zu niedrig im Verflüssiger	Wenn die Temperatur unter -32°C fällt, könnte es zu einem Vakuum in den Verflüssigern kommen. Bei Leckagen an den internen Coils kann Luft in die Verflüssiger gezogen werden. Nicht kondensierbares Gas in den Verflüssigern führt zu geringerer Abkühlung des Ammoniaks. Prozessrelevant NSR Es wird von sehr geringen Mengen Luft im System ausgegangen, die Bildung einer geA wird nicht unterstellt.		Das Szenario ist im Ex-Schutz-Konzept zu berücksichtigen.
13. Surge Drums zu hohen Füllstand haben?	Ansaugung von flüssigem Ammoniak durch die Kompressoren. Beschädigung der Kompressoren möglich. Erzeugung einer Leckage mit Austritt von Ammoniakdämpfen, Bildung einer lokalen geA.	8 Levelüberwachung in den Surge Drums stoppt die Kompressoren bei zu hohem Füllstand	

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



1. Ammoniakkreislauf			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
	Zündung in Anwesenheit einer Zündquelle. Verletzung von Personen durch Explosionsauswirkungen oder to- xikologische Auswirkungen.		
14. Surge Drums zu niedrigen Füllstand haben?	Kavitation an den Pumpen am Auslassen. Kein Austritt von Am- moniak erwartet. NSR.	9 Levelüberwachung in den Surge Drums stoppt die Pumpen am Boden bei zu niedrigem Füll- stand	
15. Surge Drums zu zu kalt werden?	Kein Szenario identifiziert, bei der die Designtemperatur unterschritten wird.		
16. Surge Drums zu zu warm werden?	Kein Szenario identifiziert, bei der die Designtemperatur überschritten wird.		
17. Surge Drums mit zu niedrigem Druck?	Mögliche Unterschreitung von - 32°C im Kreislauf. Auswirkungen unter Frage 12 aufgeführt. Prozessrelevant NSR.	10 Drucküberwachung in den Surge Drums reduziert die Kom- pressorkapazität oder schaltet diese aus	Das Szenario ist im Ex-Schutz- Konzept zu berücksichtigen.
18. Surge Drums mit zu hohem Druck?	Anstieg der Temperatur in den Surge Drums. Prozessrelevant. Anstieg des Saugdrucks der Kompressoren. Ein Überdruck im System durch einen erhöhten Verdichterdruck ist nicht	11 Drucküberwachung in den Surge Drums reduziert die Kom- pressorkapazität oder schaltet diese aus	

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



1. Ammoniakkreislauf			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
	möglich, siehe max. Druck Kompressoren.		
19. Pumpen an den Surge drums ausfallen?	siehe Frage 13.		
20. Coils undicht sind?	Es wird keine Leckage in den Freezer Coils unterstellt. Das System ist vollständig geschweißt. Es gibt keine Dichtstellen im Coil innerhalb des Freezer Tunnels.		Das Szenario ist im Ex-Schutz-Konzept zu berücksichtigen.
21. Unterfeuerung im Maschinenraum (Kompressoren/-1 Surge Drum/Wärmerückgewinnung WÜT (Vahterus))	Beschädigung von Equipment und Freisetzung und Entzündung von Ammoniak. Verletzung von Personen möglich.	12 Sicherheitsventile auf Kompressor, WÜT-Wärmerückgewinnung, Verflüssiger entlasten die Anlage in die Umgebung	
		13 Brandschutzkonzept zur Eindämmung von Bränden in der Anlage	
22. Unterfeuerung Surge Drums LPR1/2 Surge Drum LPR4 Flash Economiser	Beschädigung von Equipment und Freisetzung und Entzündung von Ammoniak. Verletzung von Personen möglich.	12 Sicherheitsventile auf Kompressor, WÜT-Wärmerückgewinnung, Verflüssiger entlasten die Anlage in die Umgebung	
		13 Brandschutzkonzept zur Eindämmung von Bränden in der Anlage	
23. Unterfeuerung Verflüssiger	Installation auf dem Dach. Eine Unterfeuerung wird nicht unterstellt.		

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



2.3.2 Glykolkreislauf – Kompressorkühlung

2. Glykolkreislauf - Kompressorkühlung			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
1. Glykolförderpumpen ausfallen?	Keine Kühlung des Öls an den Kompressoren. Mögliches Überhitzen der Kompressoren und Beschädigung von Bauteilen/Dichtelementen. Austritt geringer Mengen Ammoniak und Öl in den Betriebsraum möglich. Bildung einer geA. Es ist eine Standby-Pumpe verfügbar, beim Ausfall der Hauptförderpumpe.	5 Temperaturüberwachung des Öls führt zu Kompressor-AUS bei 50°C	
2. Glykolförderpumpen max. Enddruck erzeugen?	Das System ist für die maximale Druckerhöhung der Pumpen (2,5-3 barg) ausgelegt (6 barg Designdruck).		
3. Saugseite der Glykolförderpumpen fälschlich geschlossen sind?	Kavitation in den Pumpen. Beschädigung der Pumpen langfristig möglich. Kreislauf kommt zum Erliegen, Auswirkungen, siehe Frage 1.		
4. Kühler ausfällt?	Keine Kühlung des Öls an den Kompressoren. Mögliches Überhitzen der Kompressoren und Beschädigung von	3 Gaswarnanlage mit Zwangslüftung verhindert die Ansammlung von Gas im Raum. Das Betreten des Raums nach	

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



2. Glykolkreislauf - Kompressorkühlung			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
	Bauteilen/Dichtelementen. Austritt geringer Mengen Ammoniak und Öl in den Betriebsraum möglich. Bildung einer geA.	Ansprechen der Gaswarnanlage ist dann nur mit geeigneter PSA oder nach Freimessung erlaubt. 2 Technisch überwachte Raumlüftung zur Abführung von Leckgas-mengen 14 Überhitzungsschutz am Motor der Kompressoren schaltet die Kompressoren bei zu hoher Temperatur ab.	
5. zu viel Wärmeeintrag in den Kompressoren?	Max. Temperatur des Öls ist auf 50°C abgesichert. Ein Verdampfen von Glykol durch zu hohen Wärmeeintrag ist nicht möglich.	5 Temperaturüberwachung des Öls führt zu Kompressor-AUS bei 50°C	
6. Leckage an Glykolführenden Leitungen/Equipment	Austritt von Monopropylenglykol in den Raum. Der Flammpunkt liegt bei 104°C. Keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen. Schlechtere Kühlung der Kompressoren möglich. Auswirkungen unter Frage 1 beschrieben.	16 Drucküberwachung im Glykolkreislauf der Kompressoren schaltet die Kompressoren bei zu niedrigem Druck aus.	
7. Leckage an Ölkühler	Öl und Ammoniak werden in den Glykolkreislauf eingetragen. Mögliche Beschädigung des Glykolsystems mit Freisetzung von Glykol und Öl mit geringen Mengen	17 Sicherheitsventil im Glykolkreislauf entlastet diesen bei 6 barg an einen sicheren Ort. 18 Ammoniaksensoren im Ölkühlersystem (Glykol) schließen die	

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
Datum: 29.11.2024



2. Glykolkreislauf - Kompressorkühlung			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
	Ammoniakdämpfen in den Raum. Bildung einer Öllache und Entzündung in Anwesenheit einer Zündquelle.	Ventile zum Heißkreislauf der Anlage und isolieren das Ölkühlersystem.	
8. Eingeblockter Tote-Room Wärmetauscher	Thermische Expansion auf der Glykolyse, wenn der WÜT weiter mit warmem Glykol aus den Kompressoren durchströmt wird. Mögliche Beschädigung mit Austritt von Glykol/Wasser in den Raum. Der Flammpunkt liegt bei 104°C. Keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen.		

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
 Datum: 29.11.2024



2.3.3 Glykolkreislauf - Vorkühlung-Coils

3. Glykolkreislauf - Vorkühlung-Coils			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
1. Glykolförderpumpen ausfallen?	Keine Vorkühlung des Produkts. Prozessrelevant NSR		
2. Glykolförderpumpen max. Enddruck erzeugen?	Das System ist für die maximale Druckerhöhung der Pumpen (2,5-3 barg) ausgelegt (6 barg Design-druck).		
3. Saugseite der Glykolförderpumpen fälschlich geschlossen sind?	Kavitation in den Pumpen. Beschädigung der Pumpen langfristig möglich. Kreislauf kommt zum Erliegen, Auswirkungen unter Frage 1 beschrieben.		
4. Kühler ausfällt?	Keine Vorkühlung des Produkts. Prozessrelevant NSR		
5. Leckage an Glykolführenden Leitungen/Equipment	Austritt von Monopropylenglykol in den Raum. Der Flammpunkt liegt bei 104°C. Keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen. Schlechtere Kühlung der Kompressoren möglich. Auswirkungen unter Frage 1 beschrieben.	16 Drucküberwachung im Glykolkreislauf der Kompressoren schaltet die Kompressoren bei zu niedrigem Druck aus.	
6. Leckage an Vorkühler Coils	Austritt von Glykol/Wasser in den Freezer Tunnel. Kontamination des		

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



3. Glykolkreislauf - Vorkühlung-Coils			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
	Produkts mit Glykol. Prozessrelevant NSR		

2.3.4 Glykolkreislauf - MCC Raum/Trinkwasser/Teig

4. Glykolkreislauf - MCC Raum/Trinkwasser/Teig			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
1. Glykolförderpumpen ausfallen?	Keine Kühlung des MCC Raums (Frquenzumrichter der Kompressoren), des Scale Decks (Portionierung und Verpackung), des Trinkwassers und des Teigs möglich. Prozessrelevant NSR		
2. Glykolförderpumpen max. Enddruck erzeugen?	Das System ist für die maximale Druckerhöhung der Pumpen (2,5-3 barg) ausgelegt (6 barg Designdruck).		
3. Saugseite der Glykolförderpumpen fälschlich geschlossen sind?	Keine Kavitation, weil Zentrifugalpumpen. Kreislauf kommt zum Erliegen, Auswirkungen unter Frage 1 beschrieben.		

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



4. Glykolkreislauf - MCC Raum/Trinkwasser/Teig			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
4. Kühler ausfällt?	Keine Kühlung des Glykols möglich. Auswirkungen unter Frage 1 beschrieben.		
5. Leckage am Glykol Kühler auftritt?	Ammoniak wird in den Glykolkreislauf eingetragen und im Wasser gelöst. Das System ist offen zum Raum. Ammoniak wird in den Raum eingetragen. Bildung einer geA. Zündung in Anwesenheit einer Zündquelle. Verletzung von Personen durch Explosionsauswirkungen oder toxische Auswirkungen.	2 Technisch überwachte Raumlüftung zur Abführung von Leckgasmengen	
		3 Gaswarnanlage mit Zwangslüftung verhindert die Ansammlung von Gas im Raum. Das Betreten des Raums nach Ansprechen der Gaswarnanlage ist dann nur mit geeigneter PSA oder nach Freimessung erlaubt.	
		19 Ammoniaksensoren im Glykolsystem (Glykol) alarmieren bei einer Leckage von Ammoniak und triggern ESD	
6. Leckage am Teig-Kühler auftritt?	Glykol/Wasser kontaminiert den Teig. Prozessrelevant NSR		
7. eingeblockte Glykolseite an den Teig-Kühlern?	Thermische Expansion auf der Glykolseite. Mögliche Beschädigung mit Austritt von Glykol/Wasser in den Teig. Glykol/Wasser kontaminiert den Teig. Prozessrelevant NSR	20 Sicherheitsventil entlastet Glykolseite der Teig-Kühler bei zu hohem Druck	
8. zu tiefen Temperatur in den Teig-Kühlern	Mögliches Einfrieren auf der Prozessseite. Prozessrelevant NSR		

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
 Datum: 29.11.2024



4. Glykolkreislauf - MCC Raum/Trinkwasser/Teig			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
9. Leckage am Trinkwasserkühler auftritt?	Glykol/Wasser kontaminiert das Trinkwasser, welches zur Teil-Produktion verwendet wird. Prozessrelevant NSR		
10. eingeblockte Glykolseite an den Trinkwasser-Kühler?	Thermische Expansion auf der Glykolseite. Mögliche Beschädigung mit Austritt von Glykol/Wasser in das Trinkwasser. Glykol/Wasser kontaminiert Trinkwasser. Prozessrelevant NSR		Sicherheitsventil für thermische Expansion sollte vorgesehen werden, um Prozessschäden zu vermeiden.
11. Leckage an Glykolführenden Leitungen/Equipment	Austritt von Monopropylenglykol in den Raum. Der Flammpunkt liegt bei 104°C. Keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen.	21 Drucküberwachung im Glykolkreislauf des MCC-Raums, Scale Decks etc. alarmiert bei zu niedrigem Druck.	

3 Biogasanlage

3.1 Allgemein Daten zur Risikoanalyse

Die What-If-Analyse wurde gemeinsam mit dem Hersteller der Anlage Firma Design2operate erstellt.

Tabelle 3: Sitzungsübersicht zur What-If-Analyse für die Biogasanlage

Teilnehmer	Firma	Sitzung 23.10.2024	
Robert Klaren	Design2operate	Anwesend	
Murat Kalakoglu	Design2operate	Anwesend	
Julia Klaren	Design2operate	Anwesend	
Johannes Seibel	CSE-Engineering Services	Anwesend	

Folgende Daten wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt:

- Dokument: High level process description WWTP.incl RB remarksV2.docx, 07.10.2024
- Dokument: 24P03-514 P&ID WWTP McCain October rev 0.5.pdf, 26.03.2024
- Dokument: 24P03-513 Block Diagram Project October Rev1.3.pdf, 08.03.2024

Die Biogasanlage wurde in mehrere Sinneinheiten zerlegt und nur die Bereiche, in denen laut Hersteller Biogas anwesend sein kann, in der What-If-Analyse betrachtet. Eine Übersicht der Teilbereiche ist nachfolgend gegeben:

Tabelle 4: Übersicht der Teilbereiche der Biogasanlage

Teilbereich	Kommentar
1. Screening + Fat Removal	Keine Gefahrstoffe, daher nicht betrachtet
2. Cooling	Keine Gefahrstoffe, daher nicht betrachtet
3. Pretreatment	Keine Gefahrstoffe, daher nicht betrachtet
4. GS Decaners	Keine Gefahrstoffe, daher nicht betrachtet
5. Co-product	Keine Gefahrstoffe, daher nicht betrachtet
6. Digester I/II	Gefahrstoffe: Biogas Methan 55-60% CO2 40-45% H221 entzündbares Gas H331 giftig bei Einatmen

7. Post digestion	Gefahrstoffe: Biogas H221 entzündbares Gas H331 giftig bei Einatmen
8. Anerobic reactor	Gefahrstoffe: Biogas H221 entzündbares Gas H331 giftig bei Einatmen
9. Biogas treatment	Gefahrstoffe: Biogas H221 entzündbares Gas H331 giftig bei Einatmen
10. Aerobic (MBR system)	Keine Gefahrstoffe, daher nicht betrachtet
11. UF (MBR system)	Keine Gefahrstoffe, daher nicht betrachtet
12. MBR treatment	Keine Gefahrstoffe, daher nicht betrachtet
13. Sludge handling	Schnittstelle zu Post digestion vorhanden. Nur Schnittstellenszenario betrachtet.
14. WAS/DIG decanters	Keine Gefahrstoffe, daher nicht betrachtet
15. Air treatment	Keine Gefahrstoffe, daher nicht betrachtet
16. FeCL3 storage + dosing	Nicht betrachtet

3.2 Verfahrensbeschreibung

Die Erzeugung von Biogas erfolgt (a) aus festen Nebenprodukten der Kartoffelkartoffelproduktion und (b) aus organischen belasteten Abwässern der Kartoffelproduktion. Das Biogas aus Fermentern und Hochlast-Anaerobreaktoren wird in ein (c) einer Biogaswaschanlage (Gaswäsche) gereinigt und danach durch einen Verdichter in einen Biogasspeicher geleitet.

(a) Die Erzeugung von Biogas aus festen Nebenprodukten besteht im Wesentlichen aus zwei Hauptfermentern (12.000 m³) und einem Nachgärbehälter (5.000 m³). Den Hauptfermentern werden Nebenprodukte aus einem Nebenprodukt-Speicher (1000 m³; Schälabfälle, Kartoffelabfälle, frittierte Abfälle, etc.) zugeführt. In den Hauptfermentern wird die Umwandlung der organischen Feststoffe in Biogas nahezu abgeschlossen. Der Nachgärbehälter erhält den Überlauf der beiden Hauptfermenter und beendet die Umwandlung in Biogas. Das erzeugte Biogas wird zur Gaswäsche geleitet. Die Fermentierung wird durch Temperatur, pH-Wert, Gärrestpegel, Druck und Biogasfluss gesteuert. Wenn eine Prozessabweichung festgestellt wird, wird die Zufuhr zu den Hauptfermentern automatisch gestoppt und ein Alarm ausgelöst. Die Beheizung der Fermenter erfolgt über einen externen Wärmetauscher, welcher mit dem Heißwassersystem verbunden ist. Die Fermenter werden

mit einem Überdruck von 30 mbar betrieben, wobei der maximale Auslegungsdruck 50 mbar beträgt und durch eine Biogasfackel geregelt wird. Die Behälter sind durch Atmungsarmaturen gegen unzulässigen Unter- und Überdruck geschützt. Die Gärreste aus dem Nachgärbehälter werden zur Kläranlage gepumpt und dort weiterverarbeitet.

(b) Die Erzeugung von Biogas aus organischen belasteten Abwässern besteht im Wesentlichen aus zwei Hochlast-Anaerobreaktoren (1850 m³) mit jeweils einem Neutralisationstank („Mixtank“). Die Neutralisationstanks beziehen das organisch belastete Abwasser aus der Produktion über einen Pufferspeicher (200 m³). Den Hochlast-Anaerobreaktoren wird über den zugehörigen Neutralisationstank organisch belastetes Abwasser zugeführt. Die Zuführung erfolgt über den Boden der Hochlast-Anaerobreaktoren und strömt durch ein anaerobes Granulat (Biomassebett), in welchem die biologische Umwandlung in Biogas stattfindet. Durch einen 3-Phasen-Trenner werden die Phasen Wasser, Biogas und Biomasse voneinander getrennt. Das Wasser wird einer Nachbehandlung (Membran-Bioreaktor) zugeführt, das Biogas wird in die Gaswäsche geleitet. Die Biomasse bleibt in Neutralisationstanks und Hochlast-Anaerobreaktoren. Die Reaktoren werden als geschlossene Behälter ausgeführt und durch Atmungsarmaturen gegen unzulässigen Unter- und Überdruck (max. 50 mbar) geschützt. Die Atmungsarmaturen sind doppelt ausgeführt.

(c) Der Biogaswaschanlage (Gaswäscher) wird durch eine Sammelleitung das erzeugte Biogas aus Fermentern und Hochlast-Anaerobreaktoren zugeführt. Im Gaswäscher wird Schwefelwasserstoff in Schwefel umgewandelt, bis auf einen Wert von 150 ppm. Der erwartete Methangehalt des Biogases liegt bei 55 bis 65 %. Nach der Schwefelentfernung wird das Biogas in einer Kühleinheit entwässert. Das abgezogene Kondensat wird der Hauptabwasserleitung zugeführt. Das aufbereitete Biogas wird mit Verdichtern bei ca. 250 mbar zum Biogasspeicher transportiert. Im Fall eines Ausfalls des Verdichters wird die Fackel aktiviert. Bei einem Überdruck von 50 mbar oder einem Unterdruck in Fermentern oder Hochlast-Anaerobreaktoren sprechen die Atmungsarmaturen an, um die Behälter vor unzulässigem Druck zu schützen. Durchfluss, Druck und Zusammensetzung des Biogases werden vor und nach der Biogaswaschanlage online überwacht. Das Biogas wird in der Produktion zur Verarbeitung der Kartoffelprodukte verwendet.

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
Datum: 29.11.2024



3.3 Ergebnisse der What-If-Analyse

3.3.1 Digester I/II

6. Digester I/II			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
1. zu hoher Druck im Digester?	Mögliche Beschädigung mit Austritt von Biogas und Biomasse in die Umgebung. Mögliche Explosion bei Wirksamwerden einer Zündquelle. Verletzung von Personen möglich.	1 Sicherheitsventil (-10 - 40 mbarg) entlastet Gasphase der aeroben Reaktoren in die Umgebung	Szenario im Explosionsschutzdokument bewerten
2. Vakuum im Digester entsteht?	Mögliche Beschädigung mit Austritt von Biogas und Biomasse in die Umgebung. Mögliche Explosion bei Wirksamwerden einer Zündquelle. Verletzung von Personen möglich.	2 Sicherheitsventil (-10 - 40 mbarg) belüftet die Gasphase mit Umgebungsluft	Szenario im Explosionsschutzdokument bewerten
3. der Digester undicht wird?	Möglicher Austritt von Biogas und Biomasse in die Umgebung. Möglicher Brand am Austritt bei Wirksamwerden einer Zündquelle. Verletzung von Personen möglich.	4 Flansche Rohrleitungen am Digester werden auf Dauer technisch dicht im Sinne der TRGS 722 ausgeführt.	Szenario im Explosionsschutzdokument bewerten

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



6. Digester I/II			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
4. zu kalt wird?	Der Prozess verlangsamt sich. Keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen zu erwarten.	5 Digester und kritische Rohrleitungen sind isoliert	
5. zu warm wird? - Sonneneinstrahlung - Prozesswärme - Erwärmung mit Heißwasser über WÜT	Eine zu hohe Temperatur (>60°C) im Digestern aufgrund von Sonneneinstrahlung oder Prozesswärme wird nicht erwartet. Der Heißwasserkreislauf wird separat kontrolliert und die Umlaufende Menge über den WÜT ist verhältnismäßig klein. Keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen.	5 Digester und kritische Rohrleitungen sind isoliert	
6. zu viel befüllt wird?	Technisch verhindert durch eine Überflusleitung (LO).	6 Überfüllsicherung (LSHH) stoppt die Biomassezufuhr in die Digester	
7. zu wenig befüllt wird?	Kurzfristig sind keine Auswirkungen zu erwarten. Langfristig könnten Korrosionsprobleme im Tank auftreten mit möglicher Beschädigung der Bauteile und Austritt geringer Mengen Biogas in die Umgebung.	7 Unterfüllsicherung (LSLL) stoppt den Austrag zur Post digestion	
		8 Standüberwachung am Rührer (LSL) stoppt den Rührer und den Austrag zur Post digestion	
		9 Doppelte LT-Sensoren zur besseren Bestimmung des Levels	
8. zu schnell befüllt wird?	Das Analyseteam hat kein Szenario identifiziert		

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
 Datum: 29.11.2024



6. Digester I/II			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
9. zu schnell entleert wird?	Das Analyseteam hat kein Szenario identifiziert		
10. das BCPS ausfällt?	ESD-Plan vorhanden. Pumpen stoppen. Fackel wird über Notfallversorgung (USV) weiter betrieben.		
11. der Rührer im Digester ausfällt?	Prozessrelevant. Keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen		
12. die Isolierung beschädigt ist?	Prozessrelevant. Keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen Isolierung wird nach Wartungsplan geprüft. Regelmäßige visuelle Audits finden statt.		
13. der Digestern nicht korrekt gereinigt/gewartet ist?	Wartung erfolgt nach Wartungsplan		
14. Sauerstoff in den Digester eintritt?	Bildung einer geA im Digester. Mögliche Zündung bei Wirksamwerden einer Zündquelle. Explosion und Verletzung von Personen möglich.	3 Sensoren im Digester sind nach ATEX zugelassen.	Szenario im Explosionsschutzdokument bewerten
15. die Inertisierung mit Stickstoff ausfällt?	Bildung einer geA im Digester. Mögliche Zündung bei Wirksamwerden einer Zündquelle. Explosion und Verletzung von Personen möglich.	10 Intertisierungsprozedur wird messtechnisch überwacht (Aus tretende Gasmenge)	Szenario im Explosionsschutzdokument bewerten

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



6. Digester I/II			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
16. die Austragspumpe am Digester versagt	Kein Austrag zur Post digestion möglich. Keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen. Bei weiterer Zugabe von Biomasse wird überschüssige Masse über die Überfülleitung abgeführt.		
17. die Austragspumpe gegen geschlossenes System drückt	Rohrleitungssystem ist inhärent sicher.		
18. der Wärmetauscher am Digester intern undicht ist?	Eintrag von Wasser in den Digester. Keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen durch Mischung der Stoffe. Bei Anstieg des Levels wird die überschüssige Menge zur Post digestion geleitet. Prozessrelevant, NSR.		
19. die Warmwasserversorgung ausfällt?	Keine Erwärmung der Biomasse möglich. Prozessrelevant NSR		
20. kein Entschäumer verfügbar ist?	Schaumbildung möglich. Funktion des Sicherheitsventils könnte beeinflusst werden. Mögliches Verblocken der Austrittsleitungen in Biogas Nachbehandlung.		Level-Switch für Schaumbildung sollte zusätzlich installiert werden.

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



6. Digester I/II			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
	Möglicher Überdruck im System stromaufwärts.		

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
 Datum: 29.11.2024



3.3.2 Post digestion

7. Post digestion			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
1. zu hoher Druck im Digester?	Mögliche Beschädigung mit Austritt von Biogas und Biomasse in die Umgebung. Mögliche Explosion bei Wirksamwerden einer Zündquelle. Verletzung von Personen möglich.	1 Sicherheitsventil (-10 - 40 mbarg) entlastet Gasphase der aeroben Reaktoren in die Umgebung	Szenario im Explosionsschutzdokument bewerten
2. Vakuum im Digester entsteht?	Mögliche Beschädigung mit Austritt von Biogas und Biomasse in die Umgebung. Mögliche Explosion bei Wirksamwerden einer Zündquelle. Verletzung von Personen möglich.	2 Sicherheitsventil (-10 - 40 mbarg) belüftet die Gasphase mit Umgebungsluft	Szenario im Explosionsschutzdokument bewerten
3. der Digester undicht wird?	Möglicher Austritt von Biogas und Biomasse in die Umgebung. Möglicher Brand am Austritt bei Wirksamwerden einer Zündquelle. Verletzung von Personen möglich.	4 Flansche Rohrleitungen am Digester werden auf Dauer technisch Dicht im Sinne der TRGS 722 ausgeführt.	Szenario im Explosionsschutzdokument bewerten
4. zu kalt wird?	Der Prozess verlangsamt sich. Keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen zu erwarten.	5 Digester und kritische Rohrleitungen sind isoliert	
5. zu warm wird? - Sonneneinstrahlung - Prozesswärme	Eine zu hohe Temperatur (>60°C) im Digester aufgrund von Sonneneinstrahlung oder	5 Digester und kritische Rohrleitungen sind isoliert	

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
 Datum: 29.11.2024



7. Post digestion			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
- Erwärmung mit Heißwasser über WÜT	Prozesswärme wird nicht erwartet. Der Heißwasserkreislauf wird separat kontrolliert und die Umlaufende Menge über den WÜT ist verhältnismäßig klein		
6. zu viel befüllt wird?	Mögliche Überfüllung des Tanks und Versagen. Freisetzung von Biogas und Biomasse in die Umgebung. Mögliche Explosion bei Wirksamwerden einer Zündquelle. Verletzung von Personen möglich.	6 Überfüllsicherung (LSHH) stoppt die Biomassezufuhr in die Digester	Qualität der Maßnahme Überfüllsicherung am Post digester muss in detaillierter Risikoanalyse festgelegt werden.
7. zu wenig befüllt wird?	Kurzfristig keine Probleme. Langfristig könnten Korrosionsprobleme im Tank auftreten mit möglicher Beschädigung und Austritt geringer Mengen Biogas in die Umgebung.	7 Unterfüllsicherung (LSLL) stoppt den Austrag zur Post digestion	
		8 Standüberwachung am Rührer (LSL) stoppt den Rührer und den Austrag zur Post digestion	
		9 Doppelte LT Sensoren zur besseren Bestimmung des Levels	
8. zu schnell befüllt wird?	Das Analyseteam hat kein Szenario identifiziert		
9. zu schnell entleert wird?	Das Analyseteam hat kein Szenario identifiziert		
10. das BCPS ausfällt?	ESD-Plan vorhanden. Pumpen stoppen.		

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



7. Post digestion			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
	Fackel wird über Notfallversorgung (USV) weiter betrieben.		
11. der Rührer im Digester ausfällt?	Prozessrelevant. Keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen Rührer derzeit noch nicht definiert.		
12. die Isolierung beschädigt ist?	Prozessrelevant. Keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen Isolierung wird nach Wartungsplan geprüft. Regelmäßige visuelle Audits finden statt.		
13. der Digestern nicht korrekt gereinigt/gewartet ist?	Wartung erfolgt nach Wartungsplan		
14. Sauerstoff in den Digester eintritt?	Bildung einer geA im Digester. Mögliche Zündung bei Wirksamwerden einer Zündquelle. Explosion und Verletzung von Personen möglich.	3 Sensoren im Digester sind nach ATEX zugelassen.	Szenario im Explosionsschutzdokument bewerten
15. die Inertisierung mit Stickstoff ausfällt?	Bildung einer geA im Digester. Mögliche Zündung bei Wirksamwerden einer Zündquelle. Explosion und Verletzung von Personen möglich.	10 Intertisierungsprozedur wird messtechnisch überwacht (Aus tretende Gasmenge)	
16. die Austragspumpe am Digester versagt	Kein Austrag zur Post digestion möglich. Keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen.		

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



7. Post digestion			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
	Bei weiterer Zugabe von Biomasse wird überschüssige Masse über die Überfülleitung abgeführt.		
17. die Austragspumpe gegen geschlossenes System drückt?	Rohrleitungssystem ist inhärent sicher.		
18 . der Wärmetauscher am Digester intern undicht ist?	Eintrag von Wasser in den Digester. Keine Probleme durch Mischung. Bei Anstieg des Levels wird die überschüssige Menge zur Post Digestion geleitet.		
19 . die Warmwasserversorgung ausfällt?	Keine Erwärmung der Biomasse möglich. Prozessrelevant NSR		
20. kein Entschäumer verfügbar ist?	Schaumbildung möglich. Funktion des PSV könnte beeinflusst werden. Mögliches Verblocken der Austrittsleitungen in Biogas Nachbehandlung. Möglicher Überdruck im System stromaufwärts		Level-Switch für Schaumbildung sollte zusätzlich installiert werden.

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



3.3.3 Anaerobic Reactor

8. Anerobic reactor			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
1. zu hoher Druck im Reaktor? - Keine Aufnahme von Biogas im Boiler - Austritt geschlossen	Mögliche Beschädigung mit Austritt von Biogas und Biomasse in die Umgebung. Mögliche Explosion bei Wirksamwerden einer Zündquelle. Verletzung von Personen möglich.	11 Sicherheitsventil (50 mbarg) entlastet die Gasphase des Anearobic Reaktor in die Umgebung	Szenario im Explosionsschutzdokument berücksichtigen
2. Vakuum im Reaktor entsteht? - zu schnelles Entleeren der Flüssigphase z.B. durch RL-Ver-sagen	Das Szenario wird durch das Design der Rohrleitungen ausgeschlossen.		
3. Vakuum im Reaktor entsteht? - während des Entleerungsvor-gangs	Mögliche Beschädigung durch Unterdruck mit Austritt von Biogas und Biomasse in die Umge-bung. Mögliche Explosion bei Wirksamwerden einer Zünd-quelle. Verletzung von Personen mög-lich.		Maßnahme zum Druckausgleich beim Entleeren muss noch vor-gesehen werden
4. der Reaktor beschädigt wird/undicht ist?	Möglicher Austritt von Biogas und Biomasse in die Umgebung. Möglicher Brand am Austritt bei Wirksamwerden einer Zünd-quelle. Verletzung von Personen möglich.	4 Flansche Rohrleitungen am Digester werden auf Dauer tech-nisch Dicht im Sinne der TRGS 722 ausgeführt.	Szenario im Explosionsschutzdokument bewerten

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



8. Anerobic reactor			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
5. zu kalt wird?	Der Prozess verlangsamt sich. Keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen zu erwarten.		
6. zu viel befüllt wird?	Reaktor ist offen zum Rest der Anlage eine Überfüllung ist technisch nicht möglich. Rohrleitungen werden offen verriegelt.		
7. Gasdurchbruch in Flüssigkeitsbereich?	Wenn das Flüssigkeitslevel unterhalb der Splitbox im Mixtank sinkt könnte Biogas über die Flüssigkeitsleitung zum Verteiler gelangen und in Bereiche, die dafür nicht geeignet sind strömen. Mögliche Zündung in der Anlage mit Verletzung von Personen.	15 Water lock im Split box verhindert einen Gasdurchbruch vom Anearobic Reaktor	
8. zu schnell befüllt wird?	Das Analyseteam hat kein Szenario identifiziert.		
9. das BCPS ausfällt?	ESD-Plan vorhanden. Pumpen stoppen. Fackel wird über Notfallversorgung (USV) weiter betrieben. Mögliche Bildung eines Überdrucks im Reaktor (siehe Frage 1)	11 Sicherheitsventil (50 mbarg) entlastet die Gasphase des Anearobic Reaktor in die Umgebung	

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



8. Anerobic reactor			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
10. der Digestern nicht korrekt gereinigt/gewartet ist?	Wartung erfolgt nach Wartungsplan Es werden keine ungewollten Reaktionen erwartet.		
11. Sauerstoff in den Digester eintritt? - fehlende Inertisierung nach Wartung	Bildung einer geA im Digester. Mögliche Zündung bei Wirksamwerden einer Zündquelle. Explosion und Verletzung von Personen möglich.	3 Sensoren im Digester sind nach ATEX zugelassen.	Szenario im Explosionsschutzdokument bewerten
		13 Freimessung der Gasphase durch O2-Sensor	
12. die Eintragspumpen am Reaktor versagen	Keine Zirkulation. Reaktor wird gebypassst. Prozessrelevant NSR.		
13. Rückströmung von Aerobic Reactors	Alle System werden bei gleichem Druck betrieben. Wenn ein Reaktor nicht in Betrieb ist, wird dieser manuell abgesperrt. Eine Rückströmung von Biogas auf die Feedseite des Reaktors wird nicht erwartet.		
14. der Reaktor / RL mechanisch Beschädigung werden	Ein Versagen der Rohrleitung / Reaktor könnte durch mechanische Beschädigung der RL z.B. durch Fahrzeuge erfolgen. Mögliche Beschädigung mit Austritt von Biogas und Biomasse in die Umgebung. Mögliche Explosion bei Wirksamwerden einer	12 Anfahrerschutz für den Bereich der Tanks und Reaktoren	

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



8. Anerobic reactor			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
	Zündquelle. Verletzung von Personen möglich.		

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



3.3.4 Biogas treatment

9. Biogas treatment			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
1. der Scrubber überfahren wird?	Der Scrubber ist für die maximale Biogaskapazität ausgelegt. NSR		
2. zu hoher Druck im Scrubber entsteht? - Interne Blockade im Scrubber (z.B. Demister)	Druckanstieg im Scrubber und im System stromaufwärts des Scrubbers. Mögliche Beschädigung mit Austritt von Biogas und Biomasse in die Umgebung. Mögliche Explosion bei Wirksamwerden einer Zündquelle. Verletzung von Personen möglich.	1 Sicherheitsventil (-10 - 40 mbarg) entlastet Gasphase der aeroben Reaktoren in die Umgebung	
		11 Sicherheitsventil (50 mbarg) entlastet die Gasphase des Anearobic Reaktor in die Umgebung	
3. der Scrubber undicht wird?	Möglicher Austritt von Biogas und Biomasse in die Umgebung. Möglicher Brand am Austritt bei Wirksamwerden einer Zündquelle. Verletzung von Personen möglich.	4 Flansche Rohrleitungen am Digester werden auf Dauer technisch Dicht im Sinne der TRGS 722 ausgeführt.	Szenario im Explosionsschutzdokument bewerten
4. der Scrubber (biologische Wäsche) mit Waschflüssigkeit überfüllt wird?	Ein geschlossener Kreislauf mit Flüssigkeit mit Levelüberwachung ist geplant. Mitgerissene Flüssigkeit im Biogas wird in einem Demister und		

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
 Datum: 29.11.2024



9. Biogas treatment			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
	später in einem Kondensator ab- geschieden.		
5. die Kühler ausfallen?	Wenn keine Abnahme von Bio- gas besteht, könnten die Ventila- toren bei gleichzeitigem Ausfall der Kühlung das stehende Gas erwärmen, bis eine Beschädi- gung von Dichtelementen mit Austritt von Biogas entsteht. Möglicher Brand am Austritt bei Wirksamwerden einer Zünd- quelle. Verletzung von Personen mög- lich.	14 Temperatur-Hoch Abschal- tung hinter den Gebläsen im Bio- gas treatment	
6. die Förderpumpen ausfallen?	Druckanstieg im System (siehe XXX)		
7. die Fackelflamme ausgeht?	Sicherheitsmaßnahme ist nicht verfügbar. Feedleitungen werden geschlossen. Biogasproduktion erfolgt weiterhin. Das System wird weiterhin von den Sicher- heitsventilen gegen Überdruck gesichert.		
8. die Fackel überfahren wird?	Fackel ist den maximalen Volu- menstrom aus der Anlage aus- gelegt.		
9. Rückströmung von Biogas aus Boiler?	Rückströmung wird durch Rück- schlagklappen verhindert.		

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



9. Biogas treatment			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
	Ein wesentliche Rückströmung aus dem Boiler wird nicht erwartet, da keine Druckerhöhung downstream stattfindet.		

3.3.5 Sludge handling

13. Sludge handling			
Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
. mehr Biogas aus Post Digestion?	Mögliche Bildung eine geA im Mixtank oder Pasteurisationstank. Zündung in Anwesenheit einer Zündquelle.		Die Tanks im Sludge Handling sollen an das Air treatment angeschlossen werden, um Reste von Biogas abzuführen und die Bildung eine geA zu vermeiden. Das Szenario muss im Explosionsschutzdokument bewertet werden.

4 Ammoniakkälteanlage im Kühllager

4.1 Allgemein Daten zur Risikoanalyse

Die What-If-Analyse wurde gemeinsam mit dem Hersteller der Anlage Firma Newcold erstellt.

Tabelle 5: Sitzungsübersicht zur What-If-Analyse für die Ammoniakkälteanlage im Kühllager

Teilnehmer	Firma	Sitzung 14.11.2024	
Nick du Preez	Newcold	Teilweise anwesend	
Ananya Chaturvedi	Newcold	Teilweise anwesend	
Branko Grubor	Newcold	Anwesend	
Johannes Seibel	CSE-Engineering Services	Anwesend	

Folgende Daten wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt:

- Dokument: HN01-Concept Ammonia - NH3 refrigeration installation, 16.04.2024

4.2 Verfahrensbeschreibung

Zur Kühlung des Lagerraums wird eine Ammoniakkälteanlage installiert, die den Raum auf Temperaturen bis zu -28°C kühlen kann. Ammoniak wird dazu in einem Kreislauf zirkuliert, der ausgelegt ist, um die minimal notwendige Menge Ammoniak zu beinhalten. Mit Verdichtern wird gasförmiges Ammoniak aus dem Niederdrucksammler auf max. 14 barg verdichtet. In den nachgeschalteten Verflüssigern wird Ammoniak weiter abgekühlt auf ca. 25°C und auf 9 barg entspannt. Das Kondensat wird in einem Hochdrucksammler gesammelt und von dort in den Niederdrucksammler auf -33°C an 0 barg entspannt. Die Flüssigphase des Niederdrucksammlers wird mit Pumpen zu mehreren Coils in im Kühllager gefördert und verdampft dort teilweise, wobei die Raumatmosphäre gekühlt wird. Das teilweise verdampfte Ammoniak gelangt anschließend wieder in den Niederdrucksammler.

Die Kompressoren und die Sammelbehälter sind im Maschinenraum installiert. Die Verflüssiger befinden sich auf dem Dach des Lagerraums. Das Ölsystem der Kompressoren wird in einem separaten Kühlkreislauf (voraussichtlich Glykol MPG - foodsafe) gekühlt. Glykol wird außerdem verwendet, um eine konstante

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



Temperatur am Boden des Lagerraums zu halten. Die Temperierung von Glykol erfolgt entweder durch warmes Kompressoröl oder mit kaltem, flüssigem Ammoniak.

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
 Datum: 29.11.2024



4.3 Ergebnisse der What-If-Analyse

Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
1. Kompressoren ausfallen?	Ammoniak zirkuliert nicht mehr. Druckausgleich im System. NSR		
2. Kompressoren max. Enddruck erzeugen?	Druckerhöhung auf 14 barg. Niederdruckseite hat niedrigeren Designdruck. LOC. Freisetzung von Ammoniak. Bildung einer geA im Maschinenhaus. Zündung in Anwesenheit einer Zündquelle. Verletzung von Personen durch Explosionsauswirkungen oder toxikologische Auswirkungen.	3 Differenzdruckmessung am Kompressor nach EN 378	
		4 Sicherheitsventile auf den Verflüssigern, Niederdrucksammler, Hochdrucksammler, Kompressorölseparator entlasten das System in die Umgebung	
		5 Gaswarnanlage mit Zwangslüftung verhindert die Ansammlung von Gas im Lagerraum und Maschinenraum. Das Betreten des Raums nach Ansprechen der Gaswarnanlage ist dann nur mit geeigneter PSA oder nach Freimessung erlaubt.	
6 Technisch überwachte Raumlüftung zur Abführung von Leckgasmengen			
3. Kompressoren gegen geschlossenes System drücken?	Druckerhöhung in RL. Überschreitung des Designdrucks durch Zwangsförderung des Kompressors möglich. LOC. Freisetzung von	7 Sicherheitsventil am Kompressor entlastet Druckseite auf Saugseite	

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
 Datum: 29.11.2024



Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
	Ammoniak. Bildung einer geA im Maschinenhaus. Zündung in Anwesenheit einer Zündquelle. Verletzung von Personen durch Explosionsauswirkungen oder toxikologische Auswirkungen.		
4. Kompressoren von geschlossenem System ansaugen?	Kompressor erzeugt Vakuum am Eintritt. Das System ist dafür designed. NSR	8 Betriebliche Abschaltung des Kompressors bei zu geringem Saugdruck	
5. Kompressoren von geschlossenem System ansaugen?	Kompressor erzeugt Vakuum am Eintritt. Möglicher Eintritt von geringen Mengen Luft ins System an Dichtungen. Luft löst sich bei den Betriebsbedingungen in Ammoniak. Die Entstehung einer geA wird nicht unterstellt.	14 Purge System zur Entfernung von nicht kondensierbaren Stoffen.	Das Szenario ist im Ex-Schutz-Konzept zu berücksichtigen.
6. Kompressoren nicht ausreichend gekühlt werden?	Überhitzung der Kompressoren. Mögliche Beschädigung von Dichtelementen. Austritt von Ammoniak und Öl in den Maschinenraum. Bildung einer lokalen geA.	1 Temperaturüberwachung des Öls führt zu Kompressor-AUS	
		9 Temperaturüberwachung am Ammoniakaustritt der Kompressoren führt zu Kompressor-AUS	

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
	<p>Zündung in Anwesenheit einer Zündquelle.</p> <p>Verletzung von Personen durch Explosionsauswirkungen oder to- xikologische Auswirkungen.</p>		
<p>7. Ammoniak-Leckagen an am- moniakführenden Leitungen oder Equipment?</p>	<p>Bildung einer lokalen geA. Zün- dung in Anwesenheit einer Zünd- quelle.</p> <p>Verletzung von Personen durch Explosionsauswirkungen oder toxikologische Auswirkungen.</p>	<p>10 Die Anlage ist im Lagerraum gemäß TRGS 722 "auf Dauer technisch dicht ausgeführt" (Ge- schweißte Rohre ohne Ventile)</p> <p>5 Gaswarnanlage mit Zwangs- lüftung verhindert die Ansamm- lung von Gas im Lagerraum und Maschinenraum. Das Betreten des Raums nach Ansprechen der Gaswarnanlage ist dann nur mit geeigneter PSA oder nach Freimessung erlaubt.</p>	
<p>8. Öl-Leckagen an Kompressoren auftreten?</p>	<p>Austritt von Öl mit Ansammlung unterhalb des Equipments. Mög- licher Brand beim Wirksamwer- den einer Zündquelle.</p> <p>Beschädigung des Kompressors würde zum Austritt von Ammo- niak führen.</p> <p>Bildung einer geA. Zündung in Anwesenheit einer</p>	<p>11 Überwachung des Ölstands im Kompressor führen zu Kom- pressor-AUS bei niedrigem Stand</p> <p>12 Tägliche Kontrolle des Öl- stands und des Maschinenraums durch den Operator</p>	

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
 Datum: 29.11.2024



Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
	Zündquelle. Verletzung von Personen durch Explosionsauswirkungen odertoxikologische Auswirkungen. Hinweis: Der Flammpunkt des Kompressor-Öls liegt bei mehr als 100°C, die Raumtemperatur ist <35°C. Die Bildung einer geA wird nicht erwartet.		
9. weniger Kondensation im Verflüssiger stattfindet?	Höherer Druck im System. Überschreitung von Equipment bei fortlaufendem Betrieb der Kompressoren. LOC. Freisetzung von Ammoniak im Maschinenhaus oder auf dem Dach des Lagerraums. Bildung einer geA im Maschinenhaus. Zündung in Anwesenheit einer Zündquelle. Verletzung von Personen durch Explosionsauswirkungen oder toxikologische Auswirkungen.	4 Sicherheitsventile auf den Verflüssigern, Niederdrucksammler, Hochdrucksammler, Kompressorölseparator entlasten das System in die Umgebung	

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641

Datum: 29.11.2024



Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
10. Leckage am Verflüssiger auftritt?	Ammoniakdämpfe werden direkt zur Atmosphäre entweichen. Mögliche Bildung einer geA auf dem Dach.		Das Szenario ist im Ex-Schutz-Konzept zu berücksichtigen.
11. Temperatur zu niedrig im Verflüssiger	Kein Szenario identifiziert. Tiefere Temperaturen sind positiv für den Prozess.		
12. Temperatur zu hoch im Verflüssiger	Höherer Druck im System. Überschreitung von Equipment bei fortlaufendem Betrieb der Kompressoren. LOC. Freisetzung von Ammoniak im Maschinenhaus oder auf dem Dach des Lagerraums. Bildung einer geA im Maschinenhaus. Zündung in Anwesenheit einer Zündquelle. Verletzung von Personen durch Explosionsauswirkungen oder toxikologische Auswirkungen.	4 Sicherheitsventile auf den Verflüssigern, Niederdruck-sammler, Hochdrucksammler, Kompressorölseparator entlasten das System in die Umgebung	
13. zu hoher Füllstand im Hochdrucksammler?	Prozessrelevant NSR	13 Betriebliche Überwachung des Levels in den Hochdruck-sammlern/Niederdrucksammlern	

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
 Datum: 29.11.2024



Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
14. zu niedriger Füllstand im Hochdrucksammler?	Prozessrelevant NSR	13 Betriebliche Überwachung des Levels in den Hochdrucksammlern/Niederdrucksammlern	
15. zu tiefe Temperatur im Hochdrucksammler?	Auswirkungen wie bei niedriger Temperatur an den Verflüssigern NSR		
16. zu hohe Temperatur im Hochdrucksammler?	Höherer Druck im System. Überschreitung von Equipment bei fortlaufendem Betrieb der Kompressoren. LOC. Freisetzung von Ammoniak im Maschinenhaus oder auf dem Dach des Lagerraums. Bildung einer geA im Maschinenhaus. Zündung in Anwesenheit einer Zündquelle. Verletzung von Personen durch Explosionsauswirkungen oder toxikologische Auswirkungen.	4 Sicherheitsventile auf den Verflüssigern, Niederdrucksammler, Hochdrucksammler, Kompressorölseparator entlasten das System in die Umgebung	
17. zu niedriger Druck im Hochdrucksammler?	Das System ist für Vakuum ausgelegt. NSR		
18. zu hoher Druck im Hochdrucksammler?	Höherer Druck im System. Überschreitung von Equipment bei fortlaufendem Betrieb der Kompressoren.	4 Sicherheitsventile auf den Verflüssigern, Niederdrucksammler, Hochdrucksammler,	

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
 Datum: 29.11.2024



Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
	LOC. Freisetzung von Ammoniak im Maschinenhaus oder auf dem Dach des Lagerraums. Bildung einer geA im Maschinenhaus. Zündung in Anwesenheit einer Zündquelle. Verletzung von Personen durch Explosionsauswirkungen oder toxikologische Auswirkungen.	Kompressorölseparator entlasten das System in die Umgebung	
19. Pumpen am Niederdruck-sammler ausfallen?	Keine Kühlung im Lager. NSR		
20 Expansionsventil ungewollt geschlossen?	Druckanstieg auf der Hochdruck-seite. Überschreitung von Equipment bei fortlaufendem Betrieb der Kompressoren. LOC. Freisetzung von Ammoniak im Maschinenhaus oder auf dem Dach des Lagerraums. Bildung einer geA im Maschinenhaus. Zündung in Anwesenheit einer Zündquelle. Verletzung von Personen durch	4 Sicherheitsventile auf den Verflüssigern, Niederdruck-sammler, Hochdrucksammler, Kompressorölseparator entlasten das System in die Umgebung 13 Betriebliche Überwachung des Levels in den Hochdruck-sammlern/Niederdrucksammlern	

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
 Datum: 29.11.2024



Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
	Explosionsauswirkungen oder toxikologische Auswirkungen.		
21. zu hoher Füllstand im Niederdrucksammer?	Prozessrelevant NSR	13 Betriebliche Überwachung des Levels in den Hochdrucksammlern/Niederdrucksammlern	
22. zu niedriger Füllstand im Niederdrucksammer?	Prozessrelevant NSR	13 Betriebliche Überwachung des Levels in den Hochdrucksammlern/Niederdrucksammlern	
23. zu tiefe Temperatur im Niederdrucksammer?	Auswirkungen wie bei niedriger Temperatur an den Verflüssigern NSR		
24. zu hohe Temperatur im Niederdrucksammer?	Höherer Druck im System. Überschreitung von Equipment bei fortlaufendem Betrieb der Kompressoren. LOC. Freisetzung von Ammoniak im Maschinenhaus oder auf dem Dach des Lagerraums. Bildung einer geA im Maschinenhaus. Zündung in Anwesenheit einer Zündquelle. Verletzung von Personen durch Explosionsauswirkungen oder toxikologische Auswirkungen.	4 Sicherheitsventile auf den Verflüssigern, Niederdrucksammler, Hochdrucksammler, Kompressorölseparator entlasten das System in die Umgebung	

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
 Datum: 29.11.2024



Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
25. zu niedriger Druck im Niederdrucksammer?	Das System ist für Vakuum ausgelegt. NSR		
26. zu hoher Druck im Niederdrucksammer?	<p>Höherer Druck im System. Überschreitung von Equipment bei fortlaufendem Betrieb der Kompressoren.</p> <p>LOC. Freisetzung von Ammoniak im Maschinenhaus oder auf dem Dach des Lagerraums.</p> <p>Bildung einer geA im Maschinenhaus. Zündung in Anwesenheit einer Zündquelle.</p> <p>Verletzung von Personen durch Explosionsauswirkungen oder toxikologische Auswirkungen.</p>	4 Sicherheitsventile auf den Verflüssigern, Niederdrucksammler, Hochdrucksammler, Kompressorölseparator entlasten das System in die Umgebung	
27. Wärmetauscher Glykol/Ammoniak undicht sind?	Ammoniak wird ins Glykolsystem eingetragen und löst sich im Wasseranteil des Wasser-Glykolgemisches. Kein Versagen des Systems zu erwarten. NSR	2 Ammoniaksensoren im Glykolsystem (Glykol) alarmieren bei einer Leckage von Ammoniak	
28. Unterfeuerung im Maschinenraum (Kompressoren und Hochdruck/Niederdrucksammler)	Druckanstieg und Beschädigung von Equipment und Freisetzung und Entzündung von Ammoniak.	4 Sicherheitsventile auf den Verflüssigern, Niederdrucksammler, Hochdrucksammler, Kompressorölseparator entlasten das System in die Umgebung	

ERGEBNISBERICHT

Berichtsnummer: 2024_R01641
 Datum: 29.11.2024



Frage Was passiert, wenn ..?	Auswirkung	Sicherheitsmaßnahme	Kommentare
Welche Bauteile sind dort installiert?	Verletzung von Personen möglich.	15 Brandschutzkonzept zur Eindämmung von Bränden in der Anlage	
29. Unterfeuerung Verflüssiger	Installation auf dem Dach. Eine Unterfeuerung wird nicht unterstellt.	4 Sicherheitsventile auf den Verflüssigern, Niederdrucksammler, Hochdrucksammler, Kompressorölseparator entlasten das System in die Umgebung	
		15 Brandschutzkonzept zur Eindämmung von Bränden in der Anlage	
30. die Bodenheizung ausfällt?	Prozessrelevant NSR.		
31. Thermische Expansion in eingeblockten Bereichen	Alle Bereiche in denen Flüssigkeit eingeblockt werden kann sind mit Sicherheitsventilen ausgestattet, die auf eine Niederdruckseite im System entspannen.		

5 Literaturverzeichnis

- [1] Störfall-Verordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. März 2017 (BGBl. I S. 483), die zuletzt durch Artikel 107 der Verordnung vom 19. Juni 20202 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist.