

#### 4.1.1.1 Verfahrens- und Betriebsbeschreibung

##### Biogaserzeugung und Gasvorreinigung

(die Prozessbeschreibung der BGAA/ CO<sub>2</sub>-Verflüssigung sowie Vielstoffverbrenner erfolgt in Abschnitt 4.1.1.2 ff)

#### Stoffstrom „Substrat“

##### Rohstofflagerung, -aufbereitung, -einbringung (BE 1)

###### Fahrsiloanlage BE 1.1 (Bestand)

Die bestehende Fahrsiloanlage, mit einer Bodenplatte in Asphaltausführung und Betonseitenwand, dient der Lagerung von Energiepflanzen (Einsatz in der Bestandsanlage) sowie auch der Zwischenlagerung von anderen Gärsubstraten (Input-Substrate) wie Geflügelmist und Rindermist als fester Wirtschaftsdünger, um Schwankungen in der Anlieferung auszugleichen. Das Einsilieren von Silage erfolgt zumeist im Herbst. Die Silierung erfolgt unter Luftabschluss auf der befestigten und gärsäurefesten Siloplatte, d.h. die Silage wird mit Folie abgedeckt, lediglich die Anschnittsfläche des sich in Betrieb befindlichen Siloanschnittes wird offengelassen. Anfallendes Niederschlagswasser und Silagesickerwasser wird gesammelt und der Biogasanlage zugeführt.

###### Maschinen- und Lagerhalle BE 1.2 (Bestand)

Zur Lagerung von Substraten für den Einsatz in der Biogasanlage sowie zum Unterstellen von landwirtschaftlichen Maschinen wurde die Maschinen- und Lagerhalle gebaut.

###### Feststoffeinträge 1.3, 1.4 (Änderung) und 1.5 (Neu)

Die beiden bestehenden Feststoffeinträge (bisher BE 1.3 und 1.4) werden durch einen neuen Feststoffeintrag (zukünftig BE 1.3) ersetzt. Es werden in der neuen Substratlagerhalle zwei weitere neue Feststoffdosierer (zukünftig BE 1.4 und 1.5) errichtet.

Die festen Eingangssubstrate werden über insgesamt drei Feststoffeinträge dem Fermentationsprozess zugeführt. Hierzu erfolgt eine Befüllung der Feststoffdosierer mittels Radlader in den jeweiligen Vorratsbehälter.

Die neuen Feststoffdosierer sind jeweils mit Schubböden und einem zentral angeordneten Mischbereich ausgestattet. Die Feststoffdosierer bringen das Fördergut über eine Austragschnecke direkt in eine Mischpumpe mit Nasszerkleinerer.

Die Feststoffe werden gleichmäßig über den Feststoffeinlass in die Mischschnecke bzw. -pumpe eindosiert. Gleichzeitig wird über den Flüssigkeitseinlass Gärsubstrat/Rezirkulat/Gülle eingespült. Mit der abführenden Pumpeinheit wird das angemischte Medium (Feststoffe und Flüssigkeit) über eine am Auslass angeschlossene Rohrleitung dem jeweiligen Fermenter zugeführt. Ein Druckschalter registriert Verstopfungen und schaltet die Pumpe bei Bedarf ab.

Die redundante Ausführung der Feststoffdosierung gewährleistet bei Störungen im Eintragungssystem die Möglichkeit, ohne Unterbrechung die Fermenter mit Substraten beschicken zu können.

#### Fahrzeugwaage BE 1.6 (Neu)

Für die Verwiegung von Substraten werden im neuen Zufahrtsbereich zwei Fahrzeugwaagen installiert.

#### Vorlagebehälter BE 1.7 (Neu)

Der Vorlagebehälter (mit geruchsmindernder Folienabdeckung) dient der Zwischenpufferung von Gülle, welche mit Saugtankfahrzeugen zur Biogasanlage gefahren wird. Die Befüllung erfolgt mittels Rohrleitung über eine Befüllstation am Behälter. Der Füllstand wird redundant überwacht. Einerseits über den hydrostatischen Druck als Ist-Füllstand und andererseits über die Leitfähigkeit als Grenzfüllstand. Zur Durchmischung dienen Tauchmotorrührwerke. Die Entnahme der Gülle erfolgt über die Zentralpumpe in die Fermenter der Anlage.

#### Substratlagerhalle BE 1.8 (Neu)

Die neue Substratlagerhalle dient der Lagerung von Substraten für den Einsatz in der Biogasanlage, der Aufstellung der Feststoffdosierer sowie der Aufnahme von Pumpen-, Schaltschrank- und Werkstatttraum als auch der Separationsanlage. Die Substratlagerhalle wird als dreiseitig geschlossene Halle mit Satteldach ausgeführt. Der untere Teil der Außenwände wird als Stahlbetonwand ausgeführt, um Lagerbereiche für Substrate zu schaffen. Der Hallenboden wird dazu in wasserdichter- und säurebeständiger Ausführung ausgeführt. Über die beiden aus nördlicher Richtung offene Zufahrten in die Halle werden mit LKW bzw. landwirtschaftlichen Transporten täglich Substrate in der Halle angeliefert und dort bis zum Einsatz in der Biogasanlage zwischengelagert. Mittels Radlader erfolgt die Befüllung der beiden in der Halle befindlichen Feststoffdosierer.

An der Nordseite werden Räume für Pumpentechnik, Schaltschrankraum und einer Werkstatt mit Wand und Decke aus Stahlbeton vorgesehen. An der östlichen Giebelseite ist innerhalb der Halle die Aufstellung einer Separationsanlage (BE 4.5) vorgesehen. Hier erfolgt auch eine Lagerung von separiertem Gärrest. Sämtliche Lagerflächen innerhalb der Halle verfügen über Abläufe, um bei Reinigungsvorgängen anfallendes Wasser aufzufangen und der Biogasanlage zuzuführen.

#### Hauptsubstratverteilung/ Substratverteilung

Die Pump- und Substratverteiltechnik ist wetterfest im vorhandenen und neuen Technikgebäude untergebracht. Die Substratverteilung im neuen Pumpenraum wird mittels zweier Verdrängerpumpen mit einem doppelt ausgeführten, pneumatisch gesteuerten Schieberbalken durchgeführt. Über diesen Verteilerbalken sind zwei Pumpvorgänge parallel möglich. Dies bietet eine höhere Betriebssicherheit bei Wartungsarbeiten am Pumpensystem. Durchflusssensoren registrieren die bewegte Menge. Als Schutzvorrichtungen gegen Über- und Unterdruck sind Druckschalter installiert. Neue Rohrleitungen für Substrat werden entweder oberirdisch einsehbar oder bei unterirdischer Verlegung mit einer Leckageerkennung (Schutzrohrverlegung oder vergleichbar, siehe auch Abschnitt 4.8.1 „Beschreibung AwSV“) ausgeführt.

Die angeschlossenen Leitungen sind exemplarisch für eine Zentralpumpe in folgender Übersicht dargestellt:

Tabelle 1: Anschlüsse Zentralpumpe (exemplarisch für neue Bauteile)

Eingang - Zentralpumpe (Saugseite)	Ausgang - Zentralpumpe (Druckseite)
Fermenter 4	Fermenter 4
Fermenter 5	Fermenter 5
Gärrestlager 3-5	Gärrestlager 3-5
Vorlagebehälter	Vorlagebehälter

Die Substratverteilung der bestehenden Anlage erfolgt weitestgehend durch Substratüberläufe vom Fermenter 1 und 2 zum Nachgärer. Wird Substrat in die Fermenter gefüllt, läuft die gleiche Menge an Substrat in den jeweils nachgeschalteten Behälter. Die beiden Gärrestlager (GRL 1 und 2) werden abweichend dazu über eine fest installierte Substratpumpe aus dem Nachgärer befüllt.

### Gärsubstrate zur Fermentation

In der Anlage werden feste und flüssige Wirtschaftsdünger als sogenannte NawaRos gemäß Anlage 2 II des EEG 2009 eingesetzt. Die genauen Mengen der unterschiedlichen Substrate können variieren, sodass im Folgenden ein Substratbeispiel dargestellt wird. Mit dieser sogenannten Stofföffnung können gemäß der Positivliste III. Anlage 2 des EEG 2009 Nr. 9 weitere Wirtschaftsdünger und Energiepflanzen als die in der folgenden Tabelle genannten Substrate verwendet werden.

Auszug III. Anlage 2 des EEG 2009 Nr. 9:

*Als nachwachsende Rohstoffe im Sinne der Nummer I.1.a gelten insbesondere (Positivliste): (...)*

1. *Aufwuchs von Wiesen und Weiden als Ganzpflanzen in Form von Grüngut, Trockengut und Silage,*
2. *Ackerfutterpflanzen einschließlich als Ganzpflanzen geerntetes Getreide, Ölsaaten und Leguminosen als Grüngut, Trockengut und Silage,*
3. *nicht aufbereitete Gemüse-, Heil- und Gewürzpflanzen, Schnittblumen,*
4. *Körner, Samen, Corn-Cob-Mix, Knollen, Rüben einschließlich Zucker- und Masserüben, Obst, Gemüse, Kartoffelkraut, Rübenblätter, Stroh als Grüngut, Trockengut und Silage,*

[Nr. 5, 6 und 7 als Substrat für Biogasanlagen nicht relevant]

8. *Pflanzen oder Pflanzenbestandteile, die im Rahmen der Landschaftspflege anfallen, und*
9. *Kot und Harn einschließlich Einstreu von Nutztieren und Pferden sowie Futterreste, die im landwirtschaftlichen Betrieb anfallen.*

Tabelle 2: Rohstoffe/ Substratangaben neu

Materialbeispiel gem. Anlage 2 III des EEG 2009	mögliches Substratbeispiel	
	Menge [t/a]	Menge ca. [t/d]
Rindergülle	12.000	32,88
Schweinegülle	3.500	9,59
Rindergülle separiert	10.000	27,40
Pferdemist	4.500	12,33
Rindermist	40.000	109,59
Hähnchenmist	15.500	42,47
Zuckerrüben	1.500	4,11
Maissilage	1.500	4,11
GPS Getreide	500	1,37
Grassilage	400	1,1
Gesamtinput	89.400	Ø 244,93
Gärrest flüssig (vor Separation) ca.	78.682	215,57
Gärrest flüssig (nach Separation) ca.	58.268	159,64
Gärrest fest (nach Separation) ca.	20.414	55,93
Prognose Gasproduktion (Biogas)	8.730.720 Nm³/a	997 m³/h

In der bestehenden Anlage mit Fermenter 1 und Fermenter 2 können unverändert folgende Substrate eingesetzt werden:

Tabelle 3: Rohstoffe/ Substratangaben bestehende Anlage (lt. Anzeige Dezember 2024)

Materialbeispiel gem. Anlage 2 III des EEG 2009	Substratmenge	
	Menge [t/a]	Ø Menge [t/d]
Schweinegülle separiert	600	1,64
Rindergülle separiert	1.000	2,74
Rindermist	8.250	22,60
Pferdemist	300	0,82
Maissilage	7.000	19,18
Getreide	950	2,60
CCM	500	1,37
Grassilage	500	1,37
GPS Getreide	500	1,37
Gesamtinput	19.600	Ø 53,7
Gärrest flüssig (vor Separation) ca.	14.537	39,83
Gärrest flüssig (nach Separation) ca.	11.337	31,06
Gärrest fest (nach Separation) ca.	3.200	8,77
Prognose Gasproduktion (Biogas)	3.490.000 Nm³/a	398 m³/h

## Vergärung

### Fermenter 1 und 2, BE 2.1, BE 2.2 (Bestand), Nachgärer, BE 2.3 (Bestand)

Die bestehenden Fermenter 1 und 2 und der Nachgärer sind als Stahlbetonbehälter mit je einem ein Tragluftdach als Foliengasspeicher ausgeführt. Die Durchmischung des Substrates in den Gärbehältern erfolgt mittels Tauchmotorrührwerken. Zur Beheizung auf 38 bis 40°C sind die Behälter mit einer innen liegenden Heizung, die von der BHKW-Abwärme gespeist wird, ausgeführt. Die Behälterwände sind mit Isolierung und Trapezblechverkleidung ausgerüstet. Die Gärbehälter sind an die Gaserfassung der Bestandsanlage angeschlossen.

### Fermenter 3, BE 2.4 (neu); Fermenter 4, BE 2.5 (neu); Fermenter 5, BE 2.6 (neu)

Der biologische Prozess zur Biogasproduktion findet verfahrenstechnisch in parallel zu fütternden Gärbehältern (Fermentationsprozess) statt. Die Fermenter werden als gedämmte Stahlbehälter mit festem Stahldach und Dämmung der Behälterwand ausgeführt. Es ist vorgesehen die Fermenter mesophil bei einer Temperatur von 38 bis 40°C zu betreiben. Hierbei findet schrittweise ein nahezu vollständiger Abbau der organischen Bestandteile (oTS) statt.

Tabelle 4: Fermentationsraum/ Verweilzeit neue Fermenter

Behälter	anrechenbar als Fermentationsraum	Verweilzeit in Tagen
Fermenter 4 (neu)	9.853 m <sup>3</sup>	40
Fermenter 5 (neu)	9.853 m <sup>3</sup>	40
Summe	19.706 m <sup>3</sup>	80

Es ergibt sich demnach eine durchschnittliche, rechnerische Verweilzeit von 80 Tagen bezogen auf die Einsatzmengen von bis zu 245 t/d.

Tabelle 5: Fermentationsraum/ Verweilzeit Anlage Bestand

Behälter	anrechenbar als Fermentationsraum	Verweilzeit in Tagen
Fermenter 1	1.086 m <sup>3</sup>	20
Fermenter 2	1.374 m <sup>3</sup>	26
Summe	2.460 m <sup>3</sup>	46

Für die bestehende Anlage mit einer Einsatzmenge von täglich 53,7 t errechnet sich ebenfalls eine Verweilzeit von 86 Tagen. Diese wird durch den neu geplanten Fermenter 3 noch deutlich erhöht.

Entscheidende Voraussetzungen für die Vergärung sind ein stabiles Temperaturniveau sowie streng anaerobe Verhältnisse. Alle Gärbehälter werden bei einer konstanten Temperatur gefahren. Die Prozessstabilität wird durch Kontinuität der täglichen Eintragsmenge und der Substratzusammensetzung sowie durch Temperaturkonstanz angestrebt.

Den Gärbehältern wird das Substratgemisch aus der zentralen Substratverteilung über Pumpleitungen zugeführt. Die Zuführung erfolgt mehrmals täglich, um eine gleichmäßige Produktion von Biogas zu gewährleisten. Die Entleerung erfolgt füllstandsgesteuert über die Zentralschleusen. Der Füllstand wird redundant überwacht. Einerseits über den hydrostatischen Druck als Ist-Füllstand und andererseits über die Leitfähigkeit als Grenzfüllstand.

Um Überdruck- oder Vakuumschäden an den Behältern zu vermeiden, sind alle Gärbehälter mit einer entsprechenden Drucksicherung ausgestattet. Die Beheizung der Gärbehälter erfolgt über innen an der Wand angebrachte Heizungsleitungen, die über eine Heizungsverteilung außen am Behälter mit Wärme versorgt werden. Das Substrat gelangt in die gedämmten Gärbehälter, wodurch die Prozesstemperatur aufrechterhalten wird.

Die Temperatur in den Gärbehältern wird jeweils durch mehrere Sensoren gemessen und an die Steuerung weitergeleitet. Die Steuerung regelt dann die Temperatur auf einen vorzugebenden Wert.

Zur Vermeidung von Schwimmdecken und Sinkschichten sind die Fermenter jeweils mit Rührwerken ausgestattet. Die neuen Fermenter verfügen jeweils über ein Zentralrührwerk. Die Drehzahl kann während des Betriebes manuell und stufenlos über die speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) angepasst werden.

Aus dem jeweiligen Gärbehälter gelangt das Substrat über die Zentralspumpe in den nachgeschalteten Behälter sowie danach in die Gärrestlager.

Die Gärbehälter verfügen jeweils über eine zusätzliche Entnahmemöglichkeit (Probenentnahme).

## **Gärrestaufbereitung**

### Separation BE 4.3 (Bestand) und BE 4.5 (neu)

Der Gärrest aus dem Nachgärer oder alternativ aus einem der neuen Gärrestlager wird einer Separation (Pressschneckenseparator) zugeführt. Die Separationsanlage trennt den Gärrest in eine flüssige und eine feste Phase. Die Flüssigphase wird über eine Pumpe zurück in ein Gärrestlager gepumpt. Der Feststoffstrom wird unmittelbar aus dem Separator auf der mit Seitenwänden vorgesehenen Lagerfläche abgeworfen und dort bis zur Abholung zwischengelagert. Von hier aus erfolgt eine Verwertung des abgepressten festen Gärrestes als landwirtschaftlicher Dünger.

## **Gärrestlagerung**

### Gärrestlager 1 bis 2 BE 4.1, BE 4.2 (Bestand)

### Gärrestlager 3 bis 5, BE 4.6, BE 4.7, BE 4.8 (neu)

Bei der biologischen Umwandlung der organischen Rohstoffe entsteht neben dem Biogas als weiteres Produkt des Vergärungsprozesses ein organischer Dünger, der Gärrest. Dessen Konsistenz ist wässrig (TS-Gehalt ca. 10-12 %), die Geruchsqualität humusartig und die visuelle Erscheinung gülleähnlich. Zur Lagerung des vollständig vergorenen Substrates (Gärrest) dienen insgesamt 3 neue Gärrestlager sowie die beiden bestehenden Gärrestlager 1 und 2. Weiterhin verfügt die bestehende Anlage über ein externes Gärrestlager, welches sich nicht am Anlagenstandort befindet (BE 4.4 mit 1.501m<sup>3</sup>).

Die neuen Gärrestlager 3 bis 5 sind an die zwei Zentralsumpen angeschlossen und mit mehreren Tauchmotorrührwerken sowie einer redundanten Füllstandsüberwachung (Füllstand, Grenzfüllstand) ausgestattet. Zusätzlich verfügt das Gärrestlager 3 über zwei Stabrührwerke mit außen liegendem Motor. Alle neuen Gärrestlager werden je mit einem gasdichten Tragluftdach als Foliengasspeicher ausgerüstet und gastechisch mit eingebunden.

Die neuen Gärrestlager besitzen insgesamt ein Volumen von zusammen 43.731 m<sup>3</sup> (netto).

Tabelle 5: Neuer Gärrestlagerraum

Behälter	Gärrestlagerraum
Gärrestlager 3-5	3x 14.577 m
Summe	43.731 m <sup>3</sup>

Bei einer flüssigen Gärrestmenge (Flüssigphase nach Abzug des festen Separationsanteils) von ca. 58.268 m<sup>3</sup> errechnet sich somit eine Lagerdauer von ca. 9,0 Monaten.

Die Verweildauer des Substrates im gasdichten System beträgt bei einem täglichen Eintrag von 245 t Einsatzstoffen in der neuen Biogasanlage bis zu 259 Tagen (vgl. nachfolgende Tabelle).

Tabelle 6: Verweilzeit in neuen gasdichten Behältern

Behälter	Nettovolumen [m <sup>3</sup> ]	Verweilzeit in Tagen
Fermenter 4, 5	2x 9.853 m <sup>3</sup>	80
Gärrestlager 3 bis 5	3x 30.643m <sup>3</sup>	179
Summe	63.436 m <sup>3</sup>	259

Gemäß TA Luft 2021 Nr. 5.4.1.15 Buchstabe j sind für mehrstufige Biogasanlagen mit Gülleanteil lediglich 50 Tage Verweilzeit für den Einsatz des Gülleanteils zu berücksichtigen. Wird jedoch ausschließlich Gülle (inkl. feste Wirtschaftsdünger) eingesetzt, besteht keine Forderung nach einer Mindestverweilzeit. Sofern jedoch auch Energiepflanzen eingesetzt werden, sind mindestens 50 Tage zuzüglich je zwei Tage pro Masseprozentpunkt anderer Substrate als Gülle, maximal jedoch 150 Tage einzuhalten. Wie in den o.g. Darstellung aufgeführt, werden diese Verweilzeiten sicher eingehalten.

Für die Bestandsanlage beträgt die Verweildauer des Substrates im gasdichten System bei einem täglichen Substrataustrag von 39,8 t Gärrestmenge bis zu 183 Tage (vgl. nachfolgende Tabelle).

Tabelle 7: Verweilzeit in gasdichten Behältern, Anlage Bestand

Behälter	Nettovolumen [m <sup>3</sup> ]	Verweilzeit in Tagen
Fermenter 1	1.126 m <sup>3</sup>	28
Fermenter 2	1.425 m <sup>3</sup>	35
Nachgärer	1.126 m <sup>3</sup>	28
Gärrestlager 2	3.682 m <sup>3</sup>	92
Summe	7.359 m <sup>3</sup>	183



## **Gärrestabgabe flüssig**

Die Entnahme des flüssigen Gärrestes erfolgt an mehreren Entnahmestationen (Entnahmeplatten) an den Gärrestlagern. Die Entnahmestationen sind mit einem gekoppelten Schiebersystemen ausgestattet, sowie mit einem Schlauchrücklauf in einen Rücklaufschacht. Die Verbringung erfolgt durch eigene landwirtschaftliche Tankfahrzeuge des Landwirtschaftsbetriebes bzw. Lohnunternehmer, Vertragslandwirte oder durch Nährstoffhändler gemäß den Vorgaben der Düngeverordnung auf landwirtschaftliche Flächen.

## **Stoffstrom „Biogas“**

### **Gasproduktion**

Die Gasproduktion findet hauptsächlich im Gärbehälter Fermenter statt; darüber hinaus erfolgt auch eine Restgasbildung in dem Nachgärer. Diese Behälter müssen ständig beheizt und regelmäßig gerührt werden. In diesem Milieu werden die zugeführten organischen Rohstoffe mit Hilfe von Mikroorganismen (Methanobakterien) biologisch abgebaut. Das Stoffwechselprodukt dieses Vorgangs ist ein methanhaltiges Gasgemisch, auch Biogas genannt.

### **Gasspeicherung**

Gasspeicher Fermenter 1 -2, Nachgärer, Gasspeicher Gärrestlager 2 (Bestand)  
Gasspeicher Fermenter 3 -5, Gasspeicher Gärrestlager 3-5 (Neu)

Die Speicherung des Biogases wird durch integrierte Gasspeicher in Form von einer Gasspeicherzone im Dachbereich der neuen Fermenter 3-5 sowie in den Tragluftdächern der bestehenden Gärbehälter (Fermenter 1-2, Nachgärer, Gärrestlager 2). Auch die drei neuen Gärrestlager 3-5 werden mit einem Tragluftsystem ausgeführt. Die Größe aller Tragluftgasspeicher auf den Gärrestlagern (Tragluftdächer) ist abhängig vom jeweiligen Behälterdurchmesser, die Bauart ist jedoch stets identisch.

Die Gasleitungen zwischen den Behältern bestehen aus Edelstahl bzw. PE-HD-Kunststoff mit gasdicht geschweißten Verbindungen. Jeder Strang kann separat mit Gasklappen verriegelt werden. Es ist somit möglich, Revisionsarbeiten, wie z. B. Wartungs- oder Reparaturarbeiten an den Rührwerken oder den Behälterdächern durchzuführen, ohne die Gaszufuhr zu der Gasaufbereitung unterbrechen zu müssen.

Nach seiner Entstehung in den Gärbehältern steigt das Biogas in den gasdicht ausgeführten, konusförmigen Stahldachbereich der neuen Fermenter 3-5 bzw. die Tragluftdächer der bestehenden Fermenter 1 und 2. Die Gasräume der Fermenter / Nachgärer sind mittels Gaspendelleitungen mit den Gasspeicherdächern der Gärrestlager verbunden. Die Gasspeicher als Tragluftdach (Fermenter 1-2, Nachgärer und Gärrestlager 2-5) bestehen aus einer Unterkonstruktion mit Mittelstütze und einer Dachhaut, bestehend aus einer Gasspeicherfolie mit darüber angeordneter Wetterschutzfolie. Diese wird ständig durch ein Gebläse mit Umgebungsluft beaufschlagt und so im entfalteten Zustand gehalten. Die Gasspeicherfolie kann sich darunter weitestgehend ungehindert



auf und ab bewegen. In Bezug auf Reißfestigkeit, Gasdurchlässigkeit und Temperaturbeständigkeit werden die Anforderungen der „Sicherheitsregeln für Biogasanlagen“ bzw. TRAS 120 (für neue Gasspeicher) eingehalten. Die Höhe der Dachkonstruktion ist abhängig vom jeweiligen Behälterdurchmesser und liegt bei bis zu ca. 22,3 m über Behälteroberkante für die neuen Gasspeicher. Der vorherrschende Druck im Gasspeicher wird durch Sensoren überwacht und entspricht im Normalbetrieb annähernd dem Umgebungsdruck. Es handelt sich also um nahezu drucklose Speicher.

Die Dachhaut der neuen Behälter wird über eine verschraubte Klemmschiene befestigt; der Gasfüllstand wird per Drucksensor ermittelt. Bei den Bestandsbehältern erfolgt die Befestigung über einen druckbeaufschlagten (Klemm-)Schlauch in einem umlaufenden Edelstahl-U-Profil. Die Druckluft wird bei Bedarf automatisch über Kompressor und Druckwächter nachgespeist; der Gasfüllstand wird ebenfalls per Drucksensor erfasst.

Um unzulässige Gasdrücke in den Behältern bzw. den Gasspeichern zu verhindern, werden alle neu zu errichtenden Behälter mit einer Über-/ Unterdrucksicherung (Flanscharmatur) als Sicherheitseinrichtung ausgestattet. Die Über-/ Unterdrucksicherungen arbeiten in folgendem Bereich:

Fermenter 3-5: ca. + 25 mbar Überdruck und -3 mbar Unterdruck

Gärrestlager 3-5: ca. +8 mbar Überdruck und -1 mbar Unterdruck

Die Bestandsanlage verfügt ebenfalls über Über-/ Unterdrucksicherungen mit folgenden Einstellwerten:

Fermenter 1-2: ca. +3 mbar Überdruck und -1 mbar Unterdruck

Nachgärer, Gärrestlager 2: ca. +3 mbar Überdruck und -1 mbar Unterdruck

Das maximale, variable Speichervolumen von Biogas errechnet sich für den neuen Anlagenteil als Kugelvolumen der Gasspeicherfolienausdehnung zwischen der Unterkonstruktion mit Mittelstütze und der maximalen Folienausdehnung bis nahezu in Höhe der Wetterschutzfolie. Die maximale Folienausdehnung wird hierzu nach Herstellervorgabe mit dem Faktor 0,9 in der unten aufgeführten Formel berücksichtigt. Da die Mittelstütze der Unterkonstruktion leicht überhöht gegenüber der Behälterwand ausgeführt ist, steht dieses Volumen der variablen Speicherkapazität nicht zur Verfügung und ist hiervon abzuziehen.

Formel zur Ermittlung des variablen Speichervolumens in den Gasspeichern der Tragluftdächer auf Gärrestlagern mit Tragluftgasspeicher:

$$V = \frac{1}{6} \pi h (3 * r^2 + (h * 0,9)^2) * 0,9 - \frac{1}{3} r^2 \pi h_M$$

## Gasreinigung

Um eine Verwertung des Biogases zu ermöglichen bzw. die Lebensdauer der Gasverbraucher zu erhöhen, muss das Gas gereinigt, getrocknet und verdichtet werden.

### Sauerstoffgenerator BE 6.1 (neu)

Für die biologische Entschwefelung wird in geringen Mengen Sauerstoff für den mikrobiellen Abbau von Schwefelverbindungen im Biogas benötigt. Der benötigte Sauerstoff wird im Sauerstoffgenerator (Aufstellung in einem Gebäude) erzeugt und über eine Sauerstoffleitung unmittelbar vor der externen Entschwefelungsanlage der Gasleitung zugeführt. Der Sauerstoffanteil wird auf ca. 1 % begrenzt. Somit wird die untere Explosionsgrenze, welche bei ca. 15 % liegt, deutlich unterschritten.

Der Sauerstoffgenerator wird in einer für seinen Betrieb zu errichtenden Einhausung installiert und arbeitet nach dem Druckwechselverfahren. Die Funktionsweise basiert auf dem Adsorptionsprinzip mit einem Molekularsieb als Adsorptionsmittel. Zur Sauerstoffherzeugung durchströmt Druckluft das Molekularsieb in einem Behälter. Die Behälter sind mit einem Adsorptionsmittel gefüllt. Während dieser Durchströmungsphase binden sich Stickstoffmoleküle der Druckluft an das Adsorptionsmittel. Die freien Sauerstoffmoleküle strömen ungehindert in den Produktbehälter. Nach Sättigung des Adsorptionsmittels mit Stickstoffmolekülen erfolgt ein Wechsel auf den zweiten Behälter. Die Stickstoffmoleküle werden erneut adsorbiert und der Sauerstoff strömt in den Produktbehälter. Während dieser Zeit regeneriert sich der andere Behälter.

### Biologische Entschwefelung

Die Entschwefelung des Biogases erfolgt direkt und biokatalytisch durch eine gesteuerte Sauerstoffzumischung in die Gasleitung vor der externen Entschwefelungsanlage. Dem Biogas wird so der notwendige Sauerstoff aus dem Sauerstoffgenerator beigegeben. In Anwesenheit des Sauerstoffes siedeln sich Mikroorganismen (sulfobakter oxydans) im Biofeuchtreaktor der externen Entschwefelungsanlage.

Durch diese mikrobielle Oxidation wird der im Biogas enthaltene Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ ) in elementaren Schwefel sowie in Schwefelsäure und Wasser umgesetzt. Dabei fällt der Schwefel als gelblicher Belag auf dem Substrat, der Unterkonstruktion bzw. im Tropfkörperreaktor an.

### externe Entschwefelungsanlage (SH SulphPur o. vgl.) BE 6.2 (neu)

Das Biogas wird aus den Gärrestlagern entnommen und der externen Entschwefelungsanlage zugeführt. Die Anlage besteht aus einem PE-Behälter als Biofeuchtreaktor zur Aufnahme von Füllkörpern. Das Biogas strömt von unten nach oben durch den Reaktor. Über Düsen, die oberhalb der Füllkörper angeordnet sind, wird Substrat als Nährlösung oder Spülwasser gegeben. Auf den Füllkörpern siedelnde Mikroorganismen wandeln den im Biogas enthaltenen Schwefelwasserstoff in elementaren Schwefel um. Zu den weiteren Ausrüstungsmerkmalen der Entschwefelungsanlage gehören sowohl ein Heizwäscher zur Einstellung der Betriebstemperatur und –feuchtigkeit des Biogases als auch eine Technikzentrale.

### Trocknung BE 6.3.1 Gaskühlung BHKW und 6.3.2 Gaskühlung BGAA (neu)

In der Biogastrocknung wird Biogas mittels „Kondensationstrocknung“ von Feuchtigkeit befreit und gleichzeitig gekühlt. Dies wird mit Hilfe eines Rohrbündelwärmetauschers erreicht. Dabei durchströmt das Gas die gekühlten Rohre im Inneren des Wärmetauschers, wodurch Wasserdampf an den Rohrwänden kondensiert. Das abgekühlte und getrocknete Biogas strömt dann zur Ammoniakwäsche. Das angefallene Kondensat

wird aufgefangen und über eine Rohrleitung in den Kondensatschacht geleitet. Die Gastemperatur wird nach dem Trocknungsvorgang bestimmt.

#### Ammoniakwäsche BE 6.4 (neu)

Diese Gasreinigungsanlage dient zur Abscheidung von Ammoniak aus dem Biogas, dass der BGAA zugeführt wird. Zur Anwendung kommt dabei ein als vertikale Füllkörperkolonne ausgeführter Nasswäscher, der mit einer sauren Waschlösung (Schwefelsäure) betrieben wird. Diese Waschlösung wird in einer Zone in intensiven Kontakt mit dem Biogas und den darin enthaltenen Schadstoffen gebracht. Dabei kommt es zum Austausch der Schadstoffe von der Gasphase in die Flüssigphase. Die Waschlösung reichert sich mit den absorbierten Stoffen an und wird den Gärrestlagern zugeführt. Das gereinigte Biogas gelangt anschließend zu den Aktivkohlefiltern.

Die eingesetzte Schwefelsäure wird in einem für IBC-Container (1 m<sup>3</sup>) ausgestatteten Lagerschrankmodul aus Kunststoff gelagert. Das Lagerschrankmodul bietet Platz für zwei IBC-Container, die Dosiertechnik und berücksichtigt auch ein ausreichendes Rückhaltevolumen für die IBC-Containerlagerung.

#### Kondensatschacht

Der Kondensatschacht befindet sich am tiefsten Punkt in der Gasleitung vor den Verbrauchern und dient der Reduzierung der Feuchte des Biogases. Bei der Vergärung ist mit einer maximalen Kondensatanfallmenge von ca. 40 ml pro m<sup>3</sup> Biogas zu rechnen.

Der Kondensatschacht besteht hauptsächlich aus einem runden Betonschacht, welcher sich an der tiefsten Stelle der Gasleitung im Erdreich befindet. Dieser Schacht ist mit Wasser/Kondensat gefüllt. Die Gasleitung wird mit einem T-Stück unter den Wasserspiegel geführt. Die Funktion des Kondensatschachts wird dadurch realisiert, dass sich Kondenswasser aus dem abkühlenden Biogas an der Wand der Gasleitung niederschlägt und durch ein leichtes Gefälle in den Kondensatschacht läuft.

Da das Kondensat aus dem Biogas Spuren von elementarem Schwefel und gelöstem Ammonium enthält (Bodennährstoffe) kann es zum Düngen verwendet werden. Dazu wird das Kondensat aus dem Kondensatschacht über eine Pumpe den Gärbehältern zugeführt.

#### Feinentschwefelung/ Aktivkohlefilter BE 6.5.1 Aktivkohlefilter Gasreinigung BHKW, BE 6.5.2 Aktivkohlefilter Gasreinigung BGAA (neu)

Von der zuvor beschriebenen Ammoniakwäsche gelangt das Biogas zur Feinentschwefelung. Diese kann über die Verwendung von Aktivkohle erreicht werden, da der Schwefelwasserstoffgehalt damit dauerhaft niedrig gehalten werden kann. Dabei wird das Biogas durch mehrere Aktivkohlefilter geführt. Jeder besteht aus einem mit Aktivkohle gefülltem Flachbettadsorber. Der Aktivkohlefilter dient zur zusätzlichen Abscheidung von Schwefelwasserstoff. Durch katalytische Oxidation wird der Schwefelwasserstoff an der Oberfläche der Aktivkohle adsorbiert. Die Imprägnierung bzw. Dotierung der Aktivkohle mit z.B. Metallsalzen wirkt dabei als Katalysator und bewirkt damit eine Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit und der möglichen Beladungskapazitäten. Nach Erreichen der Beladungskapazität der Aktivkohle wird diese ausgetauscht und entsprechend entsorgt.

### Gasanalyse

Es wird eine Online-Gasanalyse mit Messstellen vor und nach der Aktivkohlefiltration installiert. Der Wert von Schwefelwasserstoff gibt Aufschluss über die Wirksamkeit der Entschwefelung. Über den Methangehalt lassen sich Rückschlüsse, z. B. über die Fütterung der Fermenter ziehen. Zur Kontrolle der ordnungsgemäßen Funktion der biologischen Entschwefelung und zur Vermeidung eines explosiven Gemisches wird auch der Sauerstoffgehalt des Biogases online überwacht. Der CO<sub>2</sub>-Gehalt ist wichtig für die Klopffestigkeit und beeinflusst die Methanzahl des Biogases.

Nachdem das Biogas den Aktivkohlefilter durchströmt hat, gelangt es getrocknet und gereinigt zu der Biogasaufbereitungsanlage (vgl. Verfahrensbeschreibung Fa. ETW).

## **Gasverwertung**

### Biogasaufbereitungsanlage (BGAA) (vgl. a. Verfahrensbeschreibung Fa. ETW) BE 7.1 (neu)

Die Biogasaufbereitungsanlage (Leistung max. 1.000 m<sup>3</sup>/h Biogas, Hersteller ETW) dient der Aufreinigung von Biogas, Deponiegas oder Klärgas. Der CO<sub>2</sub>-Anteil wird mit dieser Anlage aus dem Hauptgasstrom abgetrennt und so ein Produktgas in Erdgasqualität erzeugt, das über eine nachgeschaltete Einspeiseanlage in das Erdgasnetz eingebracht werden kann.

Die Trennung des Gasgemisches erfolgt mittels der Druckwechseladsorption (Pressure Swing Adsorption - PSA), einem physikalischen Verfahren zur Trennung von Gasgemischen unter Druck mittels Adsorption.

Die Trennwirkung stellt sich ein, da eine der zu trennenden Komponenten (CO<sub>2</sub>) stärker adsorbiert wird als die andere (CH<sub>4</sub>). Dadurch findet eine Anreicherung der schlechter adsorbierenden Komponente (CH<sub>4</sub>) in der Gasphase statt.

Das entschwefelte und getrocknete Biogas wird unter Druck in die Adsorber eingeleitet. Die Adsorber werden von unten nach oben durchströmt, wobei das CO<sub>2</sub> adsorbiert wird. Am Austritt des Adsorbers wird spezifikationsgerechtes Biomethan entnommen. Am Ende der Adsorptionszeit ist der Adsorber mit CO<sub>2</sub> gesättigt. Durch Druckabsenkung ins Vakuum wird der Adsorber regeneriert, und steht danach wieder zur Adsorption bereit.

Ein besonderer Vorteil der ETW SmartCycle® PSA gegenüber anderen Gasaufbereitungsverfahren ist die dynamische Anpassung an schwankende Rohgaszusammensetzungen. Dies erfolgt gemäß der gewünschten Reinheit des Produktgases und des Volumenstroms automatisch.

### RTO Schwachgas Nachverbrennung (vgl. a. Prozessbeschreibung Fa. ETW) (BE 7.2)

Die Regenerative Verbrennungsanlage kurz RVA stellt den neuesten Stand der Technik bei der Reinigung kohlenwasserstoffhaltiger Luftschadstoffe (VOC) dar. Das Verfahren beruht darauf, dass auch geringe Mengen flüchtiger Schadstoffe unter geeigneten Bedingungen rückstandsfrei verbrannt werden können. Zu diesen Bedingungen gehört in erster Linie eine Brennkammertemperatur, die über 850 °C liegt. Das bedeutet, das gesamte Abgas muss auf diese Temperatur aufgeheizt werden, um den gesetzekonformen Reinigungsgrad zu erzielen.

#### CO<sub>2</sub>-Verflüssigung (vgl. a. Prozessbeschreibung Fa. ETW) BE 7.3 (neu)

Das im Rahmen der Biogasaufbereitungsanlage entstehende Offgas wird einer weiteren Reinigung und Verflüssigungsanlage zugeführt, vgl. Herstellerbeschreibung. Das verflüssigte CO<sub>2</sub> wird bis zu Abholung in Tanks gelagert und kann z.B. für industrielle Produktionsprozesse oder im Lebensmittelbereich eingesetzt werden.

#### Vielstoffverbrenner BE 8.0 (vgl. a. Anlagen und Betriebsbeschreibung Fa. DE Konzept) (Neu)

Der Vielstoffverbrenner ist eine Verbrennungsanlage für Feststoffe, die in einer Containeranlage installiert wird. Ein Separator ist über einer Dosiereinheit installiert. Aus dem Separator abgepresste Gärreste fallen in den Dosierer mit Zuführung in die Verbrennungsanlage. Die bei dem Verbrennungsprozess anfallende Wärme, wird dem Wärmenetz der Anlage zur Verfügung gestellt. Die anfallende Asche wird als Sekundärrohstoffdünger mit dem aus der Biogaserzeugung anfallendem Gärrest landwirtschaftlich verwertet.

#### Stationäre Gasfackel BE 3.5 (Bestand). BE 3.8 (neu)

An das Gasleitungssystem wird eine Gasfackel angeschlossen. Diese dient als Notverbrauchseinrichtung der Biogasanlage, um die Emission von unverbranntem Biogas z. B. im Falle eines Ausfalls der Biogasaufbereitungsanlage zu verhindern. Biomethan, welches nicht den Qualitätsanforderungen für die Einspeisung in das Gasnetz genügt, wird zurück in die Biogasanlage geführt, so dass dieses Biomethan nicht direkt über die Gasfackel verbrannt werden muss. Die Fackelanlage besteht aus Edelstahl. Sie verfügt über einen Injektorbrenner mit Zündung durch Zündelektrode. Die Verbrennungstemperatur beträgt ca. 900 °C. Zu den Sicherheitsmerkmalen gehören eine Gasregelstrecke bestehend aus Deflagrationssicherung und Druckwächter sowie eine Erdungsanlage zum Blitzschutz. Die Anforderungen an die Fackelanlage werden entsprechen KAS 28-Leitfaden umgesetzt.

## **Weitere Anlagenkomponenten/ Bauteile**

### **Anlagensteuerung**

Die eingesetzte speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) dient der Visualisierung der Verfahrensabläufe, der automatischen Steuerung des Prozesses, der Erfassung von Betriebsparametern sowie der Erkennung und Meldung von Störungen.

### **Druckluftkompressor**

Der Kompressor dient zur Druckluftversorgung der Pneumatikschieber. Dieser wird witterungsgeschützt im Technikgebäude untergebracht und mit einer Wartungseinheit sowie einem Druckwächter ausgestattet.

### **Batteriespeicher**

Es werden zwei Batteriespeichermodule sowie eine Trafostation zur Optimierung der Eigenstromnutzung und Netzstabilisierung errichtet. Die Speicher werden als vorgefertigte, wettergeschützte Containermodule in Außenaufstellung unter dem Dach vor der Substratlagerhalle installiert.

## Technische Daten

Tabelle 7: Größen der wichtigsten Behälter

Größen der wichtigsten Behälter Bestand		
Behälter	Bruttovolumen [m³]	Nettovolumen [m³]
Fermenter 1	1.206	1.086
Fermenter 2	1.527	1.374
Nachgärer	1.206	1.086
Gärrestlager 1	1.885	1.728
Gärrestlager 2	3.927	3.682
Gasspeicher auf Fermenter 1	409	352*
Gasspeicher auf Fermenter 2	808	728*
Gasspeicher auf Nachgärer	409	352*
Gasspeicher auf Gärrestlager 2	1.375	1.375*
Größen der wichtigsten Behälter Neu		
Behälter	Bruttovolumen [m³]	Nettovolumen [m³]
Fermenter 3-5	10.076	9.852
Gärrestlager 3-5	15.080	14.577
Vorlagebehälter	1.062	996
Dach auf Fermenter 3-5	467	467
Gasspeicher auf Gärrestlager 3-5	17.090	16.230*

\* Die Angaben zum Nettovolumen beziehen sich auf das variable Gasspeichervolumen ohne Kegelunterkonstruktion.

Tabelle 7: Energiegewinnung

Energiegewinnung Gesamtanlage	
Biogasproduktion	ca. 12,2 Mio. m³/a
	entspr. ca. 1.395 m³/h
Biogasaufbereitung	
Biogasverwertung BGAA	bis zu 1.000 m³/h
Biomethanproduktion	bis ca. 4,64 Mio. m³/a
	entspr. bis zu 530 m³/h
Biogasverwertung	
BHKW Bestand	bis zu 430 m³/h
BHKW NEU, Genehmigung Febr. 2026	bis zu 2.338 m³/h

Tabelle 8: Rohstoffe/ Substratangaben zusammengefasst Bestand und Erweiterung

<b>Substratmengen Gesamtanlage</b>		
Materialbeispiel gem. Anlage 2 III des EEG 2009	Menge [t/a]	Ø Menge [t/d]
Rindergülle	12.000	32,88
Schweinegülle	3.500	9,59
Rindergülle separiert	11.000	30,14
Pferdemist	4.800	13,15
Rindermist	48.250	132,19
Hähnchenmist	15.500	42,47
Zuckerrüben	1.500	4,11
Maissilage	8.500	23,29
GPS Getreide	1.000	2,74
Grassilage	900	2,47
Schweinegülle separiert	600	1,64
Getreide	950	2,6
CCM	500	1,37
Gesamtinput (ca.)	109.000	Ø 298,63
Gärrest flüssig (vor Separation) ca.	93.219	255,39
Gärrest flüssig (nach Separation) ca.	69.605	190,7
Gärrest fest (nach Separation) ca.	23.614	64,7
Prognose Gasproduktion (Biogas)	12.223.720 Mio Nm <sup>3</sup> /a	1.395 m <sup>3</sup> /h