

SWN Bio-Energie GmbH

Neumünster

Biomethanerzeugungsanlage Wittorfer Feld

Anlagenbeschreibung

Projekt: 11 06 24

Inhaltsverzeichnis

		<u>Seite:</u>
1	Anlagenbeschreibung	3
1.1	Grundlagen	3
1.2	BE 1: Anlieferung, Zwischenlagerung	3
1.3	BE 2: Rübenverarbeitung, Waschwasseraufbereitung	4
1.4	BE 3: Rübenlagerung	5
1.5	BE 4: Fermentation	6
1.6	BE 5: Gärrestlager	8
1.7	BE 6: Gasaufbereitung und -verwertung	8
1.8	BE 7: Wärmeversorgung	10
2	Variante ca. 80.000 t/a, 1.000 Nm³/h Biomethan	11

1 Anlagenbeschreibung

1.1 Grundlagen

Die Biomethanerzeugungsanlage (BMEA) wird mit Biomasse, insbesondere mit Energierüben betrieben.

Die BMEA besteht aus folgenden wesentlichen Betriebseinheiten (BE):

- BE 1: Anlieferung, Zwischenlagerung
- BE 2: Rübenverarbeitung, Waschwasseraufbereitung
- BE 3: Substratlagerung
- BE 4: Fermentation
- BE 5: Gärrestlager
- BE 6: Gasaufbereitung und -verwertung
- BE 7: Wärmeversorgung

1.2 BE 1: Anlieferung, Zwischenlagerung

Die Anlieferung der Einsatzstoffe, insbesondere der Rüben erfolgt an ca. 100 Tagen im Jahr. Je nach Erntezeitpunkt ca. von Mitte September bis Mitte Februar. Die während der Rübenkampagne angelieferte Menge beträgt für die erste Ausbaustufe der Anlage ca. 80.000 Mg/a. Für Ausbaustufe 2 verdoppelt sich die Liefermenge auf ca. 160.000 Mg/a.

Die Lieferfahrzeuge werden auf den LKW-Waagen des SWN-Wertstoffzentrums verwogen.

Nach dem Wiegen werden die Rüben oder andere geeignete Einsatzstoffe auf der Zwischenlagerfläche abgeladen, anschließend werden die Lieferfahrzeuge beim Verlassen des SWN-Wertstoffzentrums erneut gewogen. Die Lieferfahrzeuge umfahren somit die gesamte Biomethanerzeugungsanlage auf der dafür vorgesehenen Umfahrungsstraße. Für die Zwischenlagerung stehen insgesamt über 3.000 m² Fläche zur Verfügung. Die Lagerfläche befindet sich im westlichen Teil der Bebauungsfläche. Vom Zwischenlager werden die

Rüben oder andere geeignete Einsatzstoffe per Radlader der darauffolgenden Verfahrensstufe zur Substratverarbeitung, zugeführt.

1.3 **BE 2: Rübenverarbeitung, Waschwasseraufbereitung**

Nach der Anlieferung und Zwischenlagerung werden die Rüben oder andere geeignete Einsatzstoffe von einem Radlader in einen Aufgabebunker/Kastenbeschicker gegeben. Vom Aufgabebunker/Kastenbeschicker werden die Einsatzstoffe über eine Fördereinrichtung in die Aufbereitungshalle transportiert. Dort folgt als erster Schritt der Aufbereitung die Reinigung. Ziel ist es, die Rüben oder andere geeignete Einsatzstoffe so vorzubehandeln, dass der überwiegende Teil an Schmutz- und Störstoffen sicher entfernt wird, um die nachfolgenden Prozessschritte nicht zu beeinträchtigen. Im zweiten Schritt werden die gereinigten Rüben auf ein Maß zerkleinert, welches die Pumpfähigkeit des entstehenden Rübenmuses sicherstellt.

Die Rübenverarbeitung besteht im Wesentlichen aus folgenden Teilschritten:

- Trockenreinigung
- Rübenwäsche
- Nassentsteinung
- Zerkleinerung

Die Anlagenteile zur Verarbeitung des Rohsubstrates sind in einer frostgeschützten Halle untergebracht. Um Radladerverkehr innerhalb der Halle zu vermeiden, erfolgt die Beschickung über den außen aufgestellten Aufgabebunker/Kastenbeschicker. Bei der Aufbereitung abgetrennte Reststoffe (Sand, Steine etc.) werden über Förderbänder in südlich der Halle stehende Schüttboxen gefördert.

Trockenreinigung

Bei der Trockenreinigung werden die Rüben über ein Rollenrost oder ein Sternsieb geführt und so von locker anhaftendem Sand und kleineren Steinen befreit.

Rübenwäsche

In einem Waschapparat werden Anhaftungen, welche in der Trockenreinigung nicht entfernt worden sind durch Zugabe von Wasser von den Rüben entfernt. Dies geschieht i. W. durch das gegenseitige Reiben der Rüben aneinander. Der anhaftende Schmutz wird gelöst und mit dem Waschwasser ausgetragen. Das anfallende Waschwasser wird direkt vor Ort aufbereitet. Die Aufbereitung erfolgt durch eine Abscheidung von sedimentierbaren Partikeln (z.B. Sand und Schlamm). Diese werden über Fördereinrichtungen zu den Schüttboxen ausgetragen werden. Das gereinigte Waschwasser wird dem Prozess wieder zugeführt, wodurch Wasserverluste gering gehalten werden. Verlustwasser wird durch Frischwasser ersetzt.

Nassentsteinung

Die Nassentsteinung von Rüben für die Verwendung in einer Biomethanherzeugungsanlage ist notwendig, um die nachfolgenden Zerkleinerungs- und Pumpprozesse nicht zu beeinträchtigen und um Ablagerungen im System zu vermeiden.

Im Waschapparat werden nach dem Prinzip der Sedimentation größere Steine abgetrennt. Während die Rüben durch Erzeugung eines Auftriebes aufschwimmen setzen sich Steine aufgrund ihres hohen spezifischen Gewichtes ab und werden ebenfalls zu den Schüttboxen ausgetragen.

Zerkleinerung

Um eine bessere Stoffumsetzung im Fermentationsprozess zu erzielen, ist eine Zerkleinerung der Rüben und anderer geeigneter Einsatzstoffe notwendig. Nach der Nassentsteinung passieren die Rüben eine Abtropfvorrichtung, bevor ein nachfolgender Rübenzerkleinerer ein pumpfähiges Rübenmus erzeugt. Das erzeugte Rübenmus wird anschließend mittels Pumpen in die Substratlagertanks (Rübenmussilos) gefördert.

1.4

BE 3: Rübenlagerung

Im Anschluss an die Rübenverarbeitung wird das erzeugte Rübenmus gelagert. Die Lagerung findet in den Substratlagertanks/Rübenmussilos statt. Dort verbleibt das Rübenmus bis zu seiner Nutzung zur Biogasbildung im Anaerobprozess. Zu Beginn der Lagerung findet der biologische Prozess der Versäuerung statt. Durch die Versäuerung stellt sich ein pH-Wert von ca. 3 ein. Durch diesen niedrigen pH-Wert werden weitere Abbauprozesse unterbun-

den. Aufgrund des hohen Zuckergehaltes der Rüben findet die Versäuerung direkt nach dem Befüllen der Silos statt. Ist dieser Prozess nach wenigen Wochen komplett abgeschlossen ist das Rübenmus einsiliert und somit konserviert. Während der Versäuerung ausgasendes CO₂ wird durch Dachöffnungen der Lagertanks abgeführt. Die Lagerbehälter werden als korrosionsgeschützte Stahlbehälter ausgeführt.

Die zwei, den Fermentern am nächsten gelegenen Rübenmussilos werden mit jeweils 2 Tauchmotorrührwerken ausgerüstet. In diese Silos wird das Substrat vor der Nutzung im Fermenter umpumpt. Das Umpumpen und Durchmischen sorgt für eine gleichmäßige Substratqualität bei der Beschickung der Fermenter. Dies ist wichtig, um gleichbleibende Bedingungen für die anaeroben Mikroorganismen zu gewährleisten und Schwankungen in der Gasproduktion zu vermeiden.

Für das Umpumpen des Substrates in die beiden gerührten Silobehälter sind lediglich die langen, geraden Strecken über erdverlegte Rohrleitungen verbunden. Neben jedem Substratlagerbehälter gibt es einen möglichen Anschlusspunkt für eine mobile Pumpstation, welche über flexible Schlauchverbindungen mit den zu entleerendem Behälter und der abführenden erdverlegten Rohrleitung verbunden werden kann.

1.5 **BE 4: Fermentation**

Die Betriebseinheit Fermentation setzt sich wie folgt zusammen:

- Zwischenspeicher
- Fermenter
- Nachgärer

Zwischenspeicher

Die Beschickung des Fermenters erfolgt kontinuierlich. Um dies zu gewährleisten, wird dem Fermenter ein Zwischenspeicher vorgeschaltet. In diesen Zwischenspeicher passt eine Tagesbedarfsmenge Substrat. Dieses wird aus den gerührten Rübenmussilos, über im Technikgebäude platzierte Pumpen, dem Zwischenspeicher zugeführt. Zusätzlich zum Substrat aus den Silos können in den Zwischenspeicher noch organische Rückstände aus der Substratvorbehandlung (z.B. Rübenblattreste) sowie ggf. erforderliche Hilfsstoffe

(z.B. Spurenelemente) zugegeben werden. Zur Durchmischung ist der Zwischenspeicher mit einem Tauchmotorrührwerk ausgestattet.

Fermenter

Durch die anaerobe Umsetzung des Substrats im Fermenter wird Biogas gewonnen. Die Vergärung erfolgt unter mesophilen Prozessbedingungen, das heißt bei ca. 37 °C. Der Wärmeeintrag erfolgt über einen externen Wärmetauscher, zu welchem der Fermenterinhalt mittels Pumpen zirkuliert wird. Der Wärmetauscher sowie die zugehörige Zirkulationspumpe werden im Technikgebäude untergebracht. Um Wärmeverluste zu verringern, wird der Fermenter mit einer Wärmedämmung versehen.

Die hydraulische Aufenthaltszeit im Anaerobsystem (Fermenter + Nachgärer) beträgt insgesamt ca. 28 Tage. Daraus ergibt sich für Ausbaustufe 1 ein Gesamtvolumenbedarf von 6.200 m³ für das Anaerobsystem.

Zur Sicherstellung eines optimalen Vergärungsprozesses muss der Fermenterinhalt voll durchmischt werden. Die Durchmischung wird mittels einer Gasinpressung realisiert. Hierfür wird ein Teil des erzeugten Biogases abgezogen einem Gasverdichter zugeführt und von diesem unter Druck über Gaslanzen wieder in den Fermenter eingepresst. Die Gaslanzen werden von oben in den Fermenter geführt und reichen bis zum Beckenboden so dass das prozesseigene Gas unter Druck im unteren Teil des Fermenters austritt. Das eingepresste Gas durchströmt von unten nach oben den Reaktor. Durch die dabei entstehenden Turbulenzen wird eine gute Durchmischung erreicht. Diese Durchmischung hat mehrere Aufgaben. Sie verhindert zum einen Temperaturschichtungen im Fermenter und sorgt zum anderen für ein schnelles Aufsteigen der sich neu bildenden Gasblasen. Weiterhin werden Substratpartikel und anaerobe Mikroorganismen optimal zusammengebracht.

Das produzierte Biogas wird im Kopf des Fermenters gesammelt und den Gasspeicherbehältern zugeführt. Der Fermenter wird als korrosionsgeschützter Stahlbehälter ausgeführt.

Nachgärer

Den Fermentern nachgeschaltet ist der Nachgärer. In diesem Tank herrschen ebenfalls kontrollierte anaerobe Bedingungen. Die Beschickung vom Fermenter in den Nachgärer erfolgt kontinuierlich, analog zur Fermenterbeschickung. Im Nachgärer findet ein weiterführender Abbau des noch nicht vollständig vergorenen Substrates statt. Der Nachgärer ist mit an das Gasabzugssystem angeschlossen. Das in ihm produzierte Gas wird somit ebenfalls den Gas-

speichern zugeführt. Zur Umwälzung ist der Nachgärer mit zwei Tauchmotorrührwerken ausgerüstet. Der Nachgärer wird als korrosionsgeschützter Stahlbehälter ausgeführt.

1.6 **BE 5: Gärrestlager**

Aus dem Nachgärer fließt vollständig vergorenes Substrat im Freigefälle in die Gärrestlager. Erst wenn der Füllstand der Gärrestlager eine Freigefällebeschickung nicht mehr zulässt, wird der Gärrest über im Technikgebäude aufgestellte Pumpen dem Nachgärer entnommen und in die Gärrestlager gepumpt. In den Gärrestlagern werden die ausgegorenen Gärreste bis zu ihrer landwirtschaftlichen Verwertung gespeichert. Die hydraulische Verweilzeit der Gärreste in den beiden Lagertanks liegt bei ca. 4 Monaten. Zeitgleich zu der Lagerungsfunktion dienen die Gärrestlagerbehälter als Gasspeicher. Sie sind mit einer Doppelmembranabdeckung versehen und an das Gassystem angeschlossen. Weil die Gärrestlager somit gasdicht abgedeckt sind, werden Restgasemissionen aus dem Gärrest aufgefangen. Die Gasspeicher dienen dazu Mengenschwankungen in der Gasproduktion vor der Verwertung abzupuffern. Auch diese Behälter werden als korrosionsgeschützte Stahlbehälter ausgeführt.

1.7 **BE 6: Gasaufbereitung und -verwertung**

Das erzeugte Biogas („Rohbiogas“) wird nach Aufbereitung als Biomethan in das vorhandene Erdgasnetz eingespeist. Gemäß DVGW-Regelwerk G 260 wird das Rohbiogas als „Austauschgas“ in das Erdgasnetz eingespeist, daher muss es vollständig bzw. annähernd auf Erdgasqualität aufbereitet werden. Folgende Maßnahmen zur Biogasaufbereitung sind erforderlich:

1. Die Reinigung von Biogas umfasst im Wesentlichen die Beseitigung der Gasbegleitstoffe, da diese sonst zu einer Beschädigung des Gasnetzes oder der Gasgeräte beim Verbraucher führen können. Im Wesentlichen gehören dazu die Entschwefelung und die Trocknung des Rohbiogases.
2. Die Methananreicherung soll den Methananteil im Biogas erhöhen. Dies wird durch Senkung des CO₂-Anteils erreicht.
3. Gasnetzübergabe (Druckerhöhung, etc.).

Zur Biogasaufbereitung ist eine Aminwäsche vorgesehen.

Das erzeugte Rohbiogas aus dem Fermenter und dem Nachgärer wird zunächst den Gasspeichern über den Gärrestlagern zugeführt. Durch dieses Puffervolumen kann eine gleichmäßige Gasbeschickung der nachfolgenden Gasaufbereitung erfolgen.

Für den Fall, dass kein Gas zwischengespeichert und/oder aufbereitet werden kann, ist eine Notgasfackel vorgesehen. Diese ist für den maximalen stündlichen Gasanfall ausgelegt. Um den erforderlichen Druck für die Gasfackel zu erreichen, ist eine Gasdruckerhöhung vorgeschaltet.

Für die Gasaufbereitung sind folgende wesentliche Anlagenteile vorgesehen:

- Gasspeicherung im Gärrestlager
- Notgasfackel
- Biogasübernahme und Vorverdichtung
- Biogasanalyse
- Feinentschwefelung
- CO₂-Absorption
- Biomethantrocknung
- Biomethananalyse und Übergabe an die Biomethaneinspeisung
- CO₂-Desorbition
- Wasseraufbereitung
- Wärmeauskopplung
- Niederspannungsanlage
- Leittechnik

In der Biogasaufbereitungsanlage wird das Biogas mittels eines chemischen Absorptionsverfahrens aufbereitet. Dabei werden aus dem Biogas das CO₂ sowie die Spurengase durch Absorption in der chemischen Waschlösung (Amin-Wasser Gemisch) gebunden. Die beladene chemische Waschlösung wird mittels eines Strippersystems durch Wärmeeintrag regeneriert und wird wieder dem Aufbereitungsprozess zugeführt. Das aus der Waschlösung ausgetriebene CO₂ wird an die Umluft über einen speziellen CO₂ Auslass abgeführt.

1.8 **BE 7: Wärmeversorgung**

Der größte Teil des zu deckenden Wärmebedarfs der BMEA wird zur Aufheizung des frischen Substrates auf die im Fermenter vorherrschende mesophile Gärtemperatur von 37 °C benötigt. Weiterer Wärmebedarf ergibt sich aus dem Ausgleich der Wärmeabstrahlungsverluste von Fermenter und Nachgärer sowie aus der Beheizung von Gebäuden.

Der abzudeckende Wärmebedarf wird entweder aus dem BHKW der in Planung befindlichen Bioabfallvergärungsanlage oder über die neu zu installierende Holzhackschnitzelheizung gedeckt. Die Bioabfallvergärungsanlage schließt direkt im Norden an die Fläche der BMEA an. Das dort entstehende Biogas wird vor Ort verstromt. Die dabei anfallende BHKW Abwärme kann über ein Nahwärmenetz der BMEA zugeführt werden.

Für den Fall, dass die Bioabfallvergärungsanlage nicht oder nicht zeitgleich mit der BMEA gebaut wird, muss die BMEA eine eigene Wärmeversorgung erhalten. Dies wird über eine im Heizhaus befindliche Holzhackschnitzelheizung erreicht. Die in der Hackschnitzelanlage erzeugte Wärme wird für die Biogasaufbereitung genutzt. Da aus diesem Prozess große Teile der Wärme als Abwärme zurückgewonnen werden können, kann mit der anfallenden Abwärmemenge der Bedarf der BMEA abgedeckt werden. Zur Besicherung wird als Backup-System zusätzlich ein Biogaskessel im Heizhaus installiert. Mit diesem kann bei Ausfall der Hackschnitzelheizung Wärme über die Verbrennung eines Teils des produzierten Biogases erzeugt werden.

2 Variante ca. 80.000 t/a, 1.000 Nm³/h Biomethan

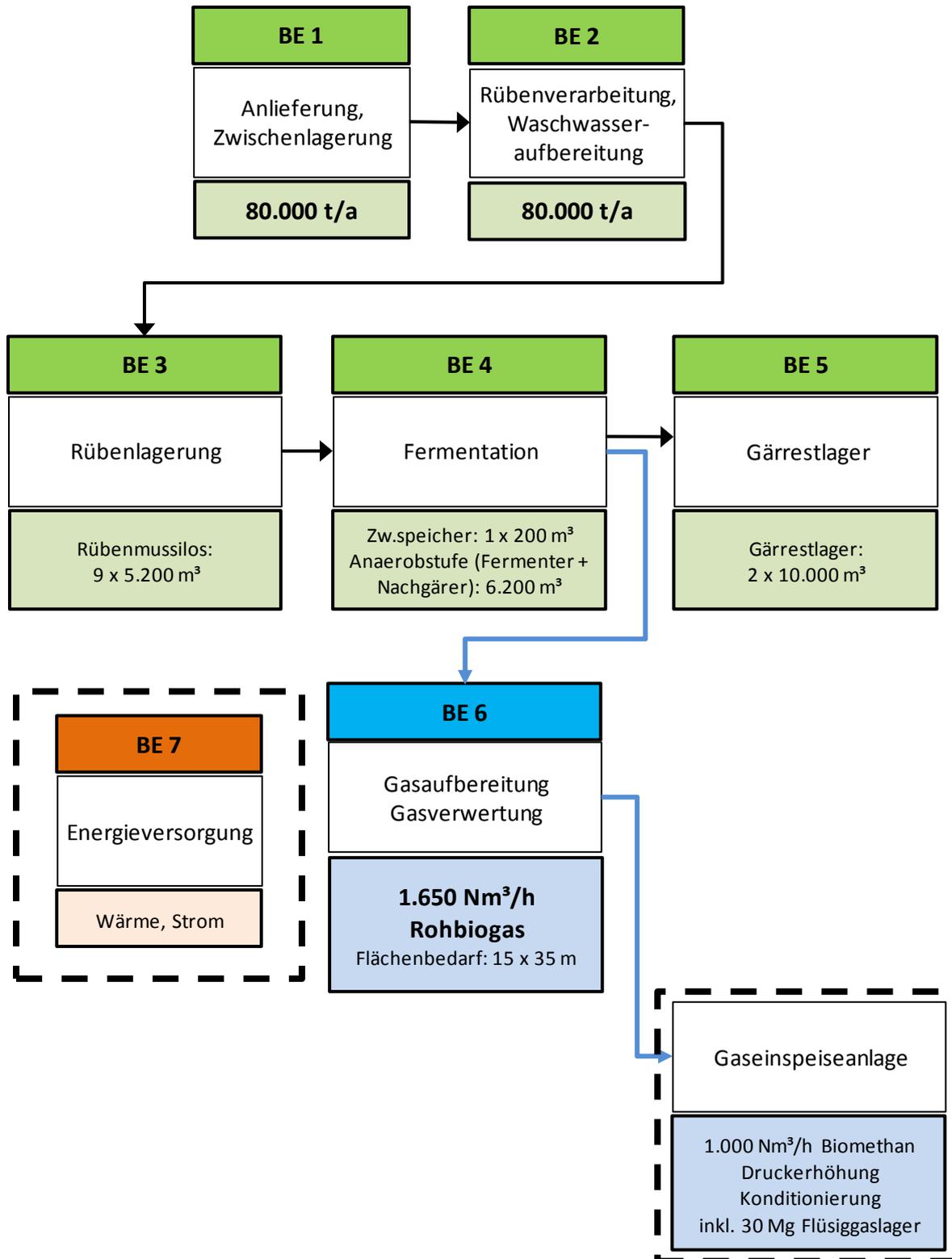


Abbildung 1: Blockschema

BE 1: Anlieferung, Zwischenlagerung**BE 2: Rübenverarbeitung, Waschwasseraufbereitung**

- Liefermenge: ca. 80.000 t/a
ca. 1000 t/Liefertag

BE 3: Rübenlagerung

- Rübenmussilos: 9 Stück, emailliert, Folienabdeckung
D = 26,50 m
H_{ges.} = 13,90 m
V = 5.200 m³

BE 4: Fermentation

- Zwischenspeicher: 1 Stück, emailliert, Edelstahlleichtlastdach
D = 6,80 m
H_{ges.} = 7,20 m
V = 200 m³
- Fermenter: 1 Stück, emailliert, Edelstahldach
z.B. D = 16,22 m
H_{ges.} = 19,07 m
V = 3.200 m³
- Nachgärer 1 Stück, emailliert, Edelstahldach
z.B. D = 16,22 m
H_{ges.} = 19,07 m
V = 3.200 m³

BE 5: Gärrestlager

- Gärrestlager: 2 Stück, emailliert, Doppelmembrandach
D = 34,15 m
H_{ges.} = 21,00 m
V_{flüssig} = 10.000 m³
V_{gas} = 3.000 m³

BE 6: Gasaufbereitung und -verwertung

- Durchsatzleistung: 1.650 Nm³ Rohbiogas/h
- max. Kapazität: 2.000 Nm³ Rohgas/h
- Flächenbedarf
Aufbereitung: 1 x 15,00 m x 35,00 m
H_{max.} = 25,0 m

aufgestellt: Hannover, den 22.10.2012

aqua consult

Ingenieur GmbH

ppa.

(Dipl.-Ing. R. Lange)

i.A.

(M.Sc. C. Scholz)