

# Branchenstandard Biogas

Vorläufiger Entwurf, Stand Februar 2022

## Impressum

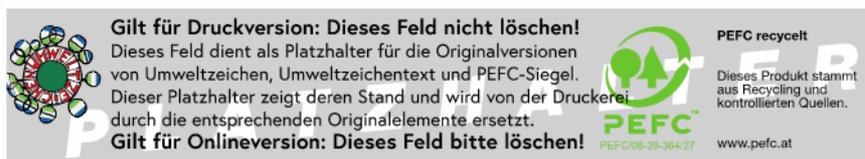
Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Autorinnen und Autoren: Florian Brunner, Bernhard Stürmer, Franz Kirchmeyr

Gesamtumsetzung: Kompost & Biogas Verband Österreich

Fotonachweis: Kompost & Biogas Verband Österreich



Druck: Online

Wien, Februar 2022

### Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des BMK und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an [brunner@kompost-biogas.info](mailto:brunner@kompost-biogas.info), [kirchmeyr@kompost-biogas.info](mailto:kirchmeyr@kompost-biogas.info)



## Inhalt

<b>Handbuch Biogas .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Gliederung Handbuch Biogas .....</b>	<b>7</b>
1.1 Säulen zur Steigerung der Effizienz .....	7
1.1.1 Branchenstandard.....	7
1.1.2 Benchmark System .....	7
1.2 Säulen zum Nachweis und zur Optimierung der Nachhaltigkeit.....	8
1.2.1 CH <sub>4</sub> -Monitoring System .....	8
1.2.2 Nachhaltigkeit, Massen- und Treibhausgasbilanz .....	8
<b>2 Branchenstandard Biogas .....</b>	<b>10</b>
Einleitung.....	10
Herausforderung .....	10
Herangehensweise .....	11
Zielsetzung.....	11
Anwendungsbereich.....	12
Erwartete Ergebnisse .....	12
2.1 Systemschnittstellen und Datenerfassung .....	13
2.1.1 Annahmebereich.....	14
2.1.2 Einbringsystem und Substratvorbehandlung .....	16
2.1.3 Hygienisierung .....	18
2.1.4 Hauptfermenter .....	19
2.1.5 Nachfermenter.....	21
2.1.6 Gärproduktlager.....	24
2.1.7 Gasspeicher.....	26
2.1.8 Biogasaufbereitung.....	27
2.1.9 Gasbrenner .....	29
2.1.10 Blockheizkraftwerk/Gasturbine.....	30
2.1.11 Erweiterungen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
2.1.12 Gesamtanlage .....	32
2.2 Wesentliche Kennzahlen und Effizienzbewertung .....	34
2.2.1 Berechnung der biologischen Effizienz.....	35
2.2.2 Berechnung der Gesamteffizienz.....	37
Daten-Ausgabeformat.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Datenschutz.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>39</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>40</b>

<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>41</b>
<b>Abkürzungen.....</b>	<b>42</b>
<b>Über klimaaktiv .....</b>	<b>43</b>

# Handbuch Biogas

Das „Handbuch Biogas“ ist als Optimierungstool für die österreichische Biogasbranche gedacht. Als Unterstützungsinstrument soll es sowohl Anlagenbetreibern als auch Planungsunternehmen, Förderstellen, Behörden und der Wissenschaft als Leitfaden dienen, welcher einen effizienten und nachhaltigen Betrieb von Biogasanlagen ermöglicht. Aufgebaut ist das Optimierungssystem auf 4 Säulen, wobei die Säulen „Branchenstandard“ und „Benchmarksystem“ dem übergeordneten Teilaspekt der Effizienz zugerechnet werden, während die Säulen „Methan Monitoring-System“ und „Nachhaltigkeit, Massen- und Treibhausgasbilanz“ unter dem Dach der Nachhaltigkeit stehen (siehe Abbildung 1).

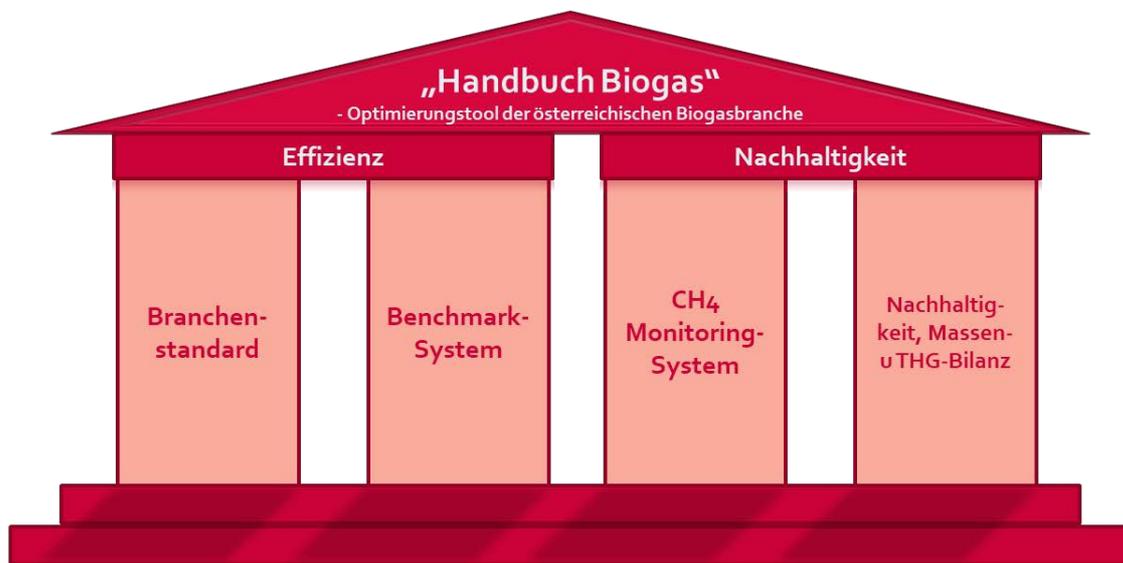


Abbildung 1: Aufbau und Gliederung des "Handbuch Biogas"

# 1 Gliederung Handbuch Biogas

## 1.1 Säulen zur Steigerung der Effizienz

### 1.1.1 Branchenstandard

Mit der Einführung eines Mindest-Standards zur systematischen und regelmäßigen Aufzeichnung relevanter (technischer) Daten sollen die Kennzahlen des Benchmark Systems detaillierter und aussagekräftiger werden. Dieser Branchenstandard soll ein geeignetes, ganzheitliches Messkonzept technischer Parameter vorgeben und so die Integration einer bundesweit einheitlichen Datenerfassung ermöglichen. Zudem erfolgt eine exakte Definition der Schnittstellen. Dadurch sollen sowohl eine Verbesserung der Datenlage erzielt werden, als auch die Steigerung der Vergleichbarkeit der Daten im bereits bestehenden Benchmark System garantiert werden. Die erfassten Werte sollen in einem einheitlichen Format automatisiert übertragen werden und können anschließend zur Ermittlung von Optimierungspotenzialen sowohl auf Anlagenbetreiber- als auch Herstellerseite herangezogen werden, mit dem Ziel die technologiespezifische Lernrate zu erhöhen und so die technische Weiterentwicklung der österreichischen Biogasbranche zu forcieren. Gleichzeitig soll der Branche dadurch ein Digitalisierungsschub gegeben werden und die Qualität der Anlagenführung auf ein höheres Niveau gehoben werden.

### 1.1.2 Benchmark System

Das mit dem Arbeitskreis Biogas bereits vor Jahren geschaffene Unterstützungsinstrument für Biogasanlagenbetreiber ist zugleich das wohl umfassendste und wichtigste der Optimierungssysteme. Als Datenbank-Tool dient es zur systematischen Erfassung und Speicherung relevanter, erhobener Daten sowohl technischer als auch betriebswirtschaftlicher Natur. Die jährlich eingepflegten Daten bilden die Basis für Diskussionsgrundlagen, der Einschätzung der eigenen Anlagen, der Umsetzung möglicher Optimierungen, der Einhaltung von Meldefristen etc. Die daraus resultierenden Anlagenkennwerte und allgemeinen Anlagendaten werden zum Aufzeigen von Stärken und Schwächen („Best Practices“) herangezogen und sollen zur Fehlervermeidung beim Bau von Neuanlagen und bei nötigen Reinvestitionen beitragen. Durch die aktive Teilnahme am Benchmarksystem wird ein Anreiz zur kontinuierlichen Verbesserung gesetzt, wodurch in weiterer Folge Energie bzw. Kosten eingespart werden. Bisheriges

Manko des Benchmark Systems ist die unbefriedigende Gleichheit der Schnittstellen und der Einheiten der erhobenen Daten, welches mit der Einführung des Branchenstandards in Zukunft behoben werden sollte.

## **1.2 Säulen zum Nachweis und zur Optimierung der Nachhaltigkeit**

### **1.2.1 CH<sub>4</sub>-Monitoring System**

Der Einsatz der Biogastechnologie hat zahlreiche positive Auswirkungen auf den Klimaschutz wie z.B.: Vermeidung ungewollter Treibhausgasemissionen der unbehandelten Güllelagerung, Ersatz von Mineraldüngern, Ersatz von fossilen Energieträgern. Um diese positiven Effekte nicht zu reduzieren, muss ein nachhaltiger Anlagenbetrieb gewährleistet werden. Ein besonderes Augenmerk muss daher, unter anderem, auf mögliche Methanverluste gelegt werden, welche abhängig von der Betriebsweise und der eingesetzten Technologie auftreten können. Vor allem in Hinblick auf die hohe Treibhauswirksamkeit von Methan gilt es, vermeidbare Emissionen, etwa aufgrund von Leckagen, zu verhindern und technologiebedingte Emissionen wie den Methanschluß bei Gasverwertungseinrichtungen, die Methanpermeation von Gaspemembranen oder Emissionen durch offene Gärrestlagerung, weitestmöglich zu reduzieren. Im Rahmen des Forschungsprojekts „EvEmBi“ (Evaluation and reduction of methane emissions from different European biogas plant concepts) wurden potenzielle Emissionsquellen dargestellt und Strategien zu deren Minimierung skizziert. Auf Basis dieser Ergebnisse soll zukünftig ein branchenübergreifendes Monitoring-System zur Erhebung von Methanemissionen etabliert werden. Dieses System soll definierte Regeln zur Eigen- und Fremdüberwachung anlagenspezifischer Emissionen festlegen, mit dem übergeordneten Ziel, die Emission von Treibhausgasen zu vermeiden bzw. so gut wie möglich zu unterbinden. Dadurch soll einerseits eine Erhöhung der Sicherheit erzielt werden und andererseits die Vermeidung von Gerüchen sowie von finanziellen Einbußen auf ein Minimum reduziert werden.

### **1.2.2 Nachhaltigkeit, Massen- und Treibhausgasbilanz**

Im Jahr 2009 wurden von der Europäischen Kommission in der Erneuerbare-Energien-Richtlinie 2009/28/EG (RED – „Renewable Energy Directive“) für Bioenergieträger konkrete Nachhaltigkeitskriterien definiert. Gasförmige Bioenergieträger mussten bisher nur im Falle des Einsatzes als Kraftstoff die entsprechenden Nachhaltigkeitskriterien

erfüllen. Mit der Umsetzung der novellierten Erneuerbare-Energien-Richtlinie 2018/2001 (RED II) gelten die Kriterien in Zukunft auch für „gasförmige Biomasse-Brennstoffe“, wenn diese in Anlagen mit einer Gesamtfeuerungswärmeleistung von 2 MW (entspricht einer Stromerzeugungsleistung von etwa 750 bis 850 kW) oder mehr verwendet werden. Nach dieser Regelung werden Biogasanlagen nur dann einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung der Energieversorgungssysteme leisten können, wenn sie, im Vergleich zum derzeitigen Mix der Stromerzeugung, maßgeblich zur Minderung der Treibhausgas(THG)-Emissionen beitragen. Um die Rückverfolgbarkeit der eingesetzten nachhaltigen Biomasse sicherzustellen, wird ein Massenbilanzierungssystem als zentrales Element vorausgesetzt. Dieses soll es ermöglichen, Nachhaltigkeitseigenschaften von Biomasse mit physischen Lieferungen zu verknüpfen und so gewährleisten, dass die vorgegebenen Nachhaltigkeitskriterien erfüllt werden. Das Tool „Nachhaltigkeit, Massen- und Treibhausgasbilanz“ soll Betreibern von Biogasanlagen den Nachweis der Massenbilanz sowie der THG-Minderung ermöglichen helfen. Der Nachweis erfolgt dabei basierend auf den eingemeldeten Daten zum Branchenstandard und des CH<sub>4</sub>-Monitorings. Somit erhält der Teilnehmer am Branchenstandard durch weitere Tools ohne wesentliche Mehrarbeit zielgerichtete Unterstützung bei den künftig notwendigen Nachweispflichten.

## 2 Branchenstandard Biogas

### Einleitung

Die Biogasbranche in Österreich steht aktuell vor einem entscheidenden Wendepunkt. Viele der bestehenden Anlagen fallen in den nächsten Jahren aus der Förderschiene des Ökostromgesetzes. Die schlussendlich rechtskräftige Version des im Juli 2021 vom Nationalrat beschlossenen Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG) wird für viele Anlagenbetreiber die Entscheidungsgrundlage bilden, wie und ob der Betrieb weitergeführt wird. Der Gesetzesentwurf sieht zudem vor, erneuerbares Gas bis 2030 auf 5 TWh auszubauen. Laut veröffentlichten Studien der österreichischen Energieagentur, der JKU, der MUL und Bioenergy 2020, hat Biomethan aus der Vergärung ein Potenzial von ca. 10 bis 25 TWh bis zum Jahr 2040 und könnte somit als „grünes Gas“ wesentlich zu dem von der Regierung gesteckten Ziel der Klimaneutralität beitragen. Das Gesetz sieht außerdem vor, einen Großteil der gasnetznahen Biogasanlagen umzurüsten und auf die Einspeisung ins bestehende Gasnetz umzustellen. Um sich den gesetzlichen Entwicklungen anzupassen und sich auf die zukünftigen Anforderungen im Energiesystem vorzubereiten, soll gewährleistet werden, dass die Biogasanlagen Österreichs „zukunftsfit“ sind. Dazu benötigt es unter anderem eine Effizienzbewertung und wenn möglich einer weiteren Effizienzsteigerung von Biogasanlagen, sowie die Entwicklung und Etablierung von neuen Methoden der Prozessüberwachung. Die Grundlage dafür soll mit der Einführung eines Mindest-Standards zur systematischen und regelmäßigen Erhebung als auch Aufzeichnung relevanter (technischer) Daten, dem „Branchenstandard Biogas“, gelegt werden.

### Herausforderung

Grundvoraussetzung für eine branchenübergreifende Effizienzbewertung ist die unbedingt erforderliche Vergleichbarkeit der zur Verfügung stehenden Daten. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Ausstattung und der vielfältigen Anlagenkonzepte, stellt sich diese jedoch als Herausforderung dar. Aus bisherigen Effizienzbetrachtungen mit den im Benchmark-System erfassten Daten wurde die Erfahrung gemacht, dass es zukünftig vor allem eine exakte Abgrenzung der zu erhebenden Daten benötigt, um die Vergleichbarkeit zu erhöhen. Es fehlt außerdem bis heute ein Leitfaden, der klar festlegt, welche Daten unbedingt zur vollständigen Anlagenbewertung benötigt werden und wie diese zu

erfassen sind. Um Biogasanlagen auf zukünftige Anforderungen vorzubereiten, sind umfangreiche Adaptierungen hinsichtlich Mess-, Automatisierungs- bzw. Digitalisierungstechnik notwendig.

## Herangehensweise

Mithilfe von Literaturrecherchen, sowie aus Gesprächen mit Anlagenbetreibern und Abstimmungen mit Planungs- und Anlagenbauunternehmen wurde ein Überblick über die derzeitig erfassten Daten an Biogasanlagen geschaffen und der Stand der Technik verfügbarer Messgeräte erhoben. Zudem wurde versucht zu klären welche Daten essentiell sind und welche Daten zudem für eine tiefergehende Beurteilung von Vorteil wären. Im Zuge der Diskussion wurde auch klar, dass zwar manche Daten sinnvoll zu erheben wären, aber auf Grund der Konstellation nicht für jeden Betrieb zu erfassen ist. Als Beispiel sei hier die organische Trockenmasse der angelieferten Einsatzstoffe genannt. Die Miteinbeziehung regional tätiger Planungs- und Errichtungsunternehmen erfolgte zuerst in mehreren Workshop-Runden. Dabei wurde aber ersichtlich, dass es direkter vertiefender Gespräche bedarf. Letztlich konnte dadurch erzielt werden, dass diese den (Mindest-)Standard wesentlich effizienter mitgestalten können und es vor allem durch die unterschiedlichen Sicht- bzw. Herangehensweisen zu einer gesamthaft besseren Ausgestaltung des Branchenstandards kommen konnte. Aus den erlangten Erkenntnissen wurden relevante Kennzahlen zur Bewertung der Effizienz, Stabilität und Produktivität von Biogasanlagen ausgearbeitet und jene Prozess- und Analysedaten ermittelt, welche für eine vollständige Anlagenbewertung essentiell benötigt werden. Um die Vergleichbarkeit dieser Daten zu gewährleisten wurden einheitliche, klar abgegrenzte Schnittstellen definiert und deren Anforderungen und zu erbringende Leistungen (z.B. Mess- und Anlagentechnik) festgelegt. Damit soll sichergestellt werden, dass eine exakte Erfassung und Abgrenzung der Daten erfolgt und die zu erfassenden Werte in einheitlicher Form in ein Prozessleitsystem einfließen.

## Zielsetzung

Übergeordnetes Ziel des Branchenstandards ist es, Daten des Benchmark Systems detaillierter und aussagekräftiger zu machen. Mit der Einführung dieses Optimierungssystems soll ein geeignetes und ganzheitliches Messkonzept von technischen Parametern vorliegen und so die Integration einer bundesweit einheitlichen

Datenerfassung ermöglicht werden. Dadurch sollen sowohl eine Verbesserung der Datenlage erzielt werden, als auch die Steigerung der Vergleichbarkeit der Daten im bereits bestehenden Benchmarksystem garantiert werden. Die somit erhobenen Daten sollen zur Ermittlung von Optimierungspotenzialen herangezogen werden, mit dem Ziel die technologiespezifische Lernrate zu erhöhen und so die technische Weiterentwicklung der gesamten Branche zu forcieren. Ebenso soll gewährleistet werden, dass die Daten anonymisiert spezifischer wissenschaftlicher Projekte zur Verfügung gestellt werden.

## Anwendungsbereich

Zur Anwendung kommen soll das Optimierungssystem vor allem für Neuanlagen, sowie für bestehende Anlagen, welche aufgrund geplanter Umrüstungs- bzw. Erweiterungsvorhaben ohnehin vor einer größeren Investition stehen.

## Erwartete Ergebnisse

Mit der Einführung eines ganzheitlichen Messkonzepts und der Integration einer bundesweit einheitlichen Datenerfassung sollen in Zukunft Daten aus den exakt gleichen Schnittstellen und mit den gleichen Einheiten erhoben werden können. Die Umsetzung dieser systematischen und regelmäßigen Aufzeichnung von relevanten Daten soll folgende Aspekte ermöglichen:

- Optimierung der Prozessführung zur Sicherstellung einer optimalen Umsetzung der Substrate sowie eines minimalen Energieeigenverbrauchs der Anlage
- Fortlaufende Erfassung einheitlicher Kennzahlen zur Bewertung der Biogasanlagen hinsichtlich Effizienz, Stabilität und Produktivität (sowohl horizontaler auch auch vertikaler Betriebsvergleich)
- Generierung einer branchenübergreifenden Datenwolke zur Identifikation von Schwachstellen, Ermittlung von Optimierungspotenzialen und Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen
- Schaffung einer Datengrundlage für die positive Bewertung der Leistungen
- Erleichterte Fehlersuche und standardisierte Behebung

## 2.1 Systemschnittstellen und Datenerfassung

Die exakte Abgrenzung der Systemschnittstellen erfolgte nach dem Anlagenschema in Abbildung 2. Hier sei erwähnt, dass dieses nur als Basisreferenz anzusehen ist und nicht jede reale Anlage über alle Schnittstellen verfügen wird. Es besteht auch die Möglichkeit, dass gewisse Schnittstellen in mehrfacher Ausführung vorhanden sind, die Reihenfolge über den Prozessverlauf eine andere ist oder nach dem Grundschemata nicht sofort ersichtlich ist, welcher Schnittstelle bestimmte einzelne Anlagenteile zuzuordnen sind. Die Abgrenzung der Schnittstellen wurde jedoch bewusst allgemein und auf einem übergeordneten Level gehalten, um die Benutzerfreundlichkeit des Optimierungssystems nicht unnötig zu komplizieren. Sollte es zu Zuordnungsproblemen kommen, besteht die Möglichkeit, unter Einbeziehung des Kompost & Biogas Verbandes eine individuelle, detaillierte Abgrenzung der Systemschnittstellen durchzuführen.

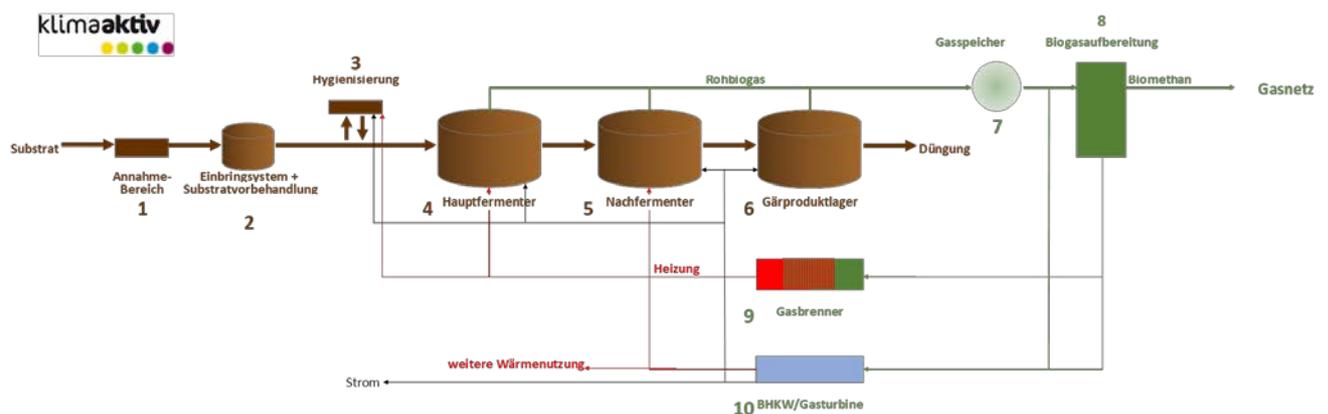


Abbildung 2: Allgemeines Anlagenschema zur Abgrenzung der Schnittstellen

Das hier gezeigte Anlagenschema besteht konkret aus mehreren Systemschnittstellen:

1. Annahmebereich
2. Einbringsystem und Substratvorbehandlung
3. Hygienisierung
4. Hauptfermenter
5. Nachfermenter
6. Gärproduktlager
7. Gasspeicher
8. Biogasaufbereitung

## 9. Gasbrenner

## 10. Blockheizkraftwerk/Gasturbine

Im Folgenden werden die einzelnen Schnittstellen grafisch im Detail dargestellt, sowie die zu erfassenden Daten in Tabellenform ausgeführt. Bei der grafischen Darstellung bildet die strichlierte rote Linie die Systemgrenze, innerhalb derer die für die jeweilige Schnittstelle relevanten Anlagenteile gezeigt sind. Die zu erhebenden Daten können in zwei Kategorien unterteilt werden. Dabei werden jene Daten, welche zur vollständigen Anlagenbewertung unbedingt benötigt werden, als „essentiell“ eingestuft. Diese sind in der grafischen Darstellung in grüner Schriftfarbe gehalten. Zusätzlich gibt es noch Daten, welche zur vollständigen Bewertung nicht absolut notwendig sind, hinsichtlich Bewertung von Effizienz, Stabilität und Produktivität jedoch einen Mehrwert generieren. Diese sind als „optionale“ Daten ausgeführt und in der grafischen Ausarbeitung in blauer Schriftfarbe dargestellt. Die Spalte „Aufnahme in BM-System“ in der Tabellenform zeigt an, ob die erhobenen Daten in das existierende Benchmark System eingepflegt werden sollen. Die Daten können weiterhin in Prozess- bzw. Analysedaten unterteilt werden, wobei unter Prozessdaten jene Daten zu verstehen sind, welche direkt an der Anlage an den jeweiligen Messstellen gemessen werden und in das Prozessleitsystem aufgenommen werden können, ohne dass eine Probenahme notwendig ist, während für Analysedaten eine Probenahme und anschließende Laboranalyse erforderlich ist.

### 2.1.1 Annahmebereich

Die Schnittstelle „Annahmebereich“ umfasst die Anlieferung und Lagerung der festen sowie flüssigen Substrate, die Substratanalyse, sowie bei Vermischung von festen und flüssigen Substraten das reine Homogenisieren vor der Einbringung in den Fermentationsprozess.

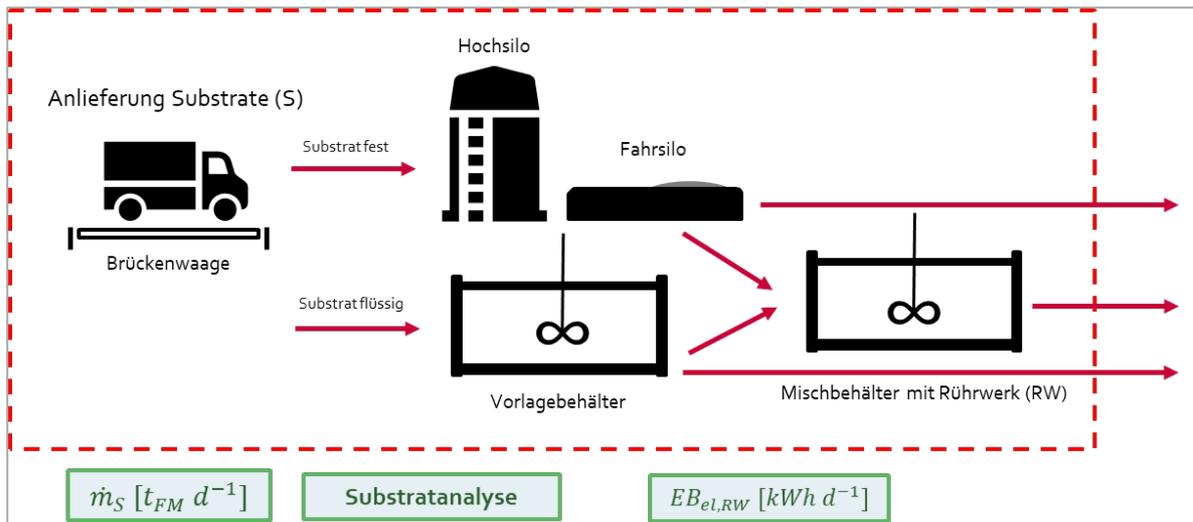


Abbildung 3: Grafische Darstellung der Schnittstelle Annahmebereich

Tabelle 1: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Annahmebereich

Daten	Einheit	Anforderung	Aufnahme in BM-System	Datentyp	Messintervall
Liefermenge Substrat	$[t_{FM} d^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Bei Anlieferung
<b>Substratanalyse</b>					
Trockensubstanz (TS)	$[g_{TS} g_{FM}^{-1}]$	Essentiell	Ja	Analysedaten	Alle 3 Monate
Org. Trockensubstanz (oTS)	$[g_{oTS} g_{FM}^{-1}]$	Optional	Ja	Analysedaten	Alle 3 Monate
Fermentierbare org. Trockensubstanz (FoTS)	$[\%_{FoTS} \text{ von TS}]$	Optional	Ja	Analysedaten	Alle 3 Monate
Rohfasergehalt (RF)	$[g_{RF} kg_{TS}^{-1}]$	Optional	Nein	Analysedaten	Alle 3 Monate
Brennwert	$[MJ_{Hs} kg_{TS}^{-1}]$	Essentiell	Ja	Analysedaten	Alle 3 Monate
Org. Säuren und Alkohole	$[mg L^{-1}]$	Optional	Nein	Analysedaten	Alle 6 Monate

Methanpotenzial	$[\text{Nm}^3_{\text{CH}_4} \text{ kg}_{\text{OTS}}^{-1}]$	Optional	Nein	Analysedaten	Alle 6 Monate
Ligninanteil (L)	$[\text{g}_{\text{Lignin}} \text{ kg}_{\text{TS}}^{-1}]$	Optional	Nein	Analysedaten	Alle 3 Monate
pH-Wert	[-]	Optional	Nein	Analysedaten	Alle 3 Monate
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	$[\text{mg}_{\text{O}_2} \text{ L}^{-1}]$	Optional	Nein	Analysedaten	Alle 6 Monate
Gesamt-Stickstoff (TKN)	$[\text{g}_{\text{Nges-N}} \text{ kg}_{\text{FM}}^{-1}]$	Optional	Nein	Analysedaten	Alle 6 Monate
<b>Energiebedarf</b>					
Rührwerk Vorlage-/Mischbehälter	$[\text{kWh}_{\text{el}} \text{ d}^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Behälterwaschanlage	$[\text{kWh}_{\text{el}} \text{ d}^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Kraftstoffverbrauch Radlader für Feststoffeinbringung	$[\text{L}_{\text{Kraftstoff}} \text{ a}^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Erfolgt durch Betriebstagebuchführung

### 2.1.2 Einbringsystem und Substratvorbehandlung

Die Schnittstelle „Einbringsystem und Substratvorbehandlung“ umfasst alle Systeme zur Vorlage und Einbringung von festen Substraten, zur Einbringung von Zusatzstoffen sowie zur Einbringung pumpfähiger Substrate (Pumpstation) in den Gärprozess. Zusätzlich fällt jede Substratvorbehandlung (Zerkleinerung, Hydrolyse, etc.) mit Ausnahme der Hygienisierung in diese Schnittstelle.

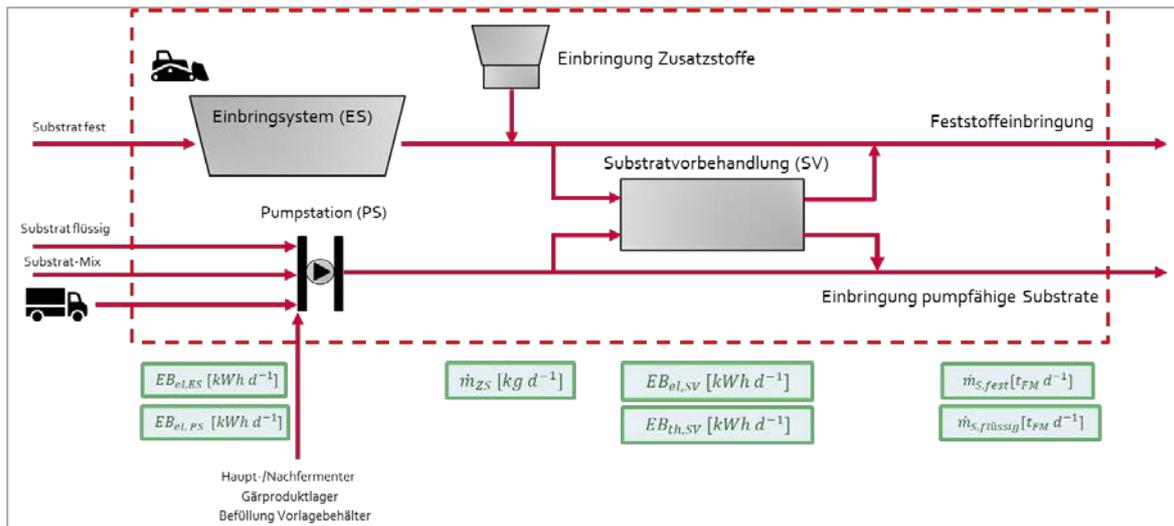


Abbildung 4: Grafische Darstellung der Schnittstelle Einbringsystem und Substratvorbehandlung

Tabelle 2: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Einbringsystem und Substratvorbehandlung

Daten	Einheit	Anforderung	Aufnahme in BM-System	Datentyp	Messintervall
<b>Einbringung Einsatzstoffe</b>					
Feststoffeinbringung	$[t_{FM} d^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Bei Einbringung
Einbringung pumpfähige Substrate	$[t_{FM} d^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Einbringung Zusatzstoffe	$[kg_{zs} d^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Bei Einbringung
<b>Energiebedarf</b>					
Einbringsystem	$[kWh_{el} d^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Pumpstation	$[kWh_{el} d^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Substratvorbehandlung	$[kWh_{el} d^{-1}]$ $[kWh_{th} d^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich

### 2.1.3 Hygienisierung

Die Schnittstelle „Hygienisierung“ umfasst alle Systeme zur externen Hygienisierung. Findet die Hygienisierung innerhalb des Fermentationsprozesses statt, so ist diese nicht Teil dieser Schnittstelle.

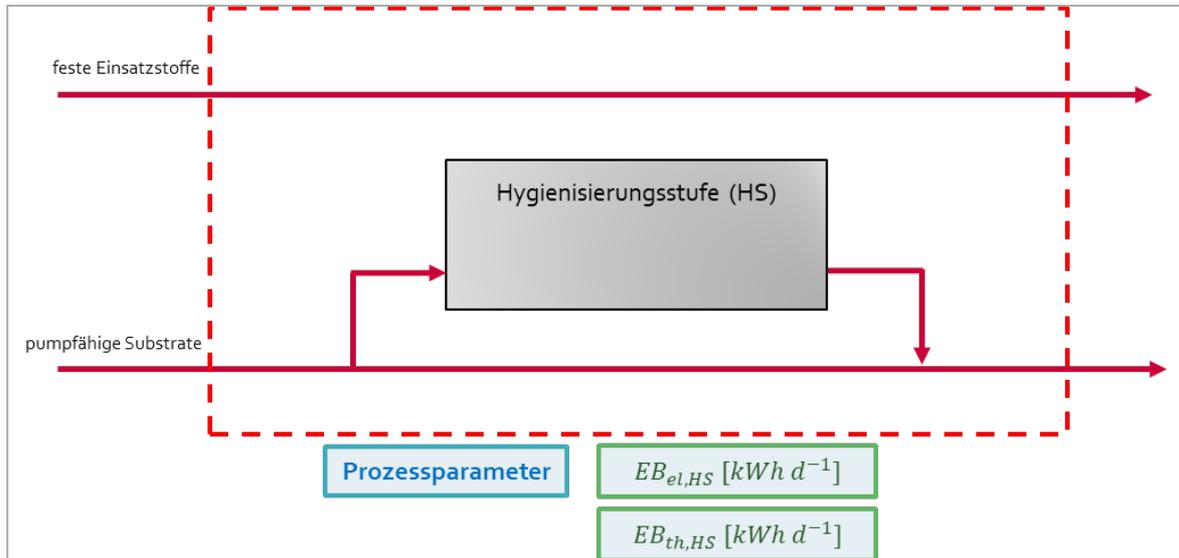


Abbildung 5: Grafische Darstellung der Schnittstelle Hygienisierung

Tabelle 3: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Hygienisierung

Daten	Einheit	Anforderung	Aufnahme in BM-System	Datentyp	Messintervall
<b>Prozessparameter</b>					
Temperatur	[°C]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Druck	[bar]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
Füllstand	[%]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
Mittlere hydraulische Verweilzeit	[h]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	-
<b>Energiebedarf</b>					
Hygienisierungsstufe	[kWh <sub>el</sub> d <sup>-1</sup> ] [kWh <sub>th</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich

## 2.1.4 Hauptfermenter

Die Schnittstelle „Hauptfermenter“ umfasst alle Gärbehälter, welche mit frischem Substrat beschickt werden. Innerhalb der Systemgrenzen liegen auch relevante Stromverbraucher wie etwa Rührwerke, Beheizungspumpe und Stützluftgebläse. Nicht zu dieser Schnittstelle gehört die Pumpe, welche den Fermenterinhalt in die nächste Vergärungsstufe befördert. Diese wird der Schnittstelle „Einbringsystem und Substratvorbehandlung“ zugerechnet.

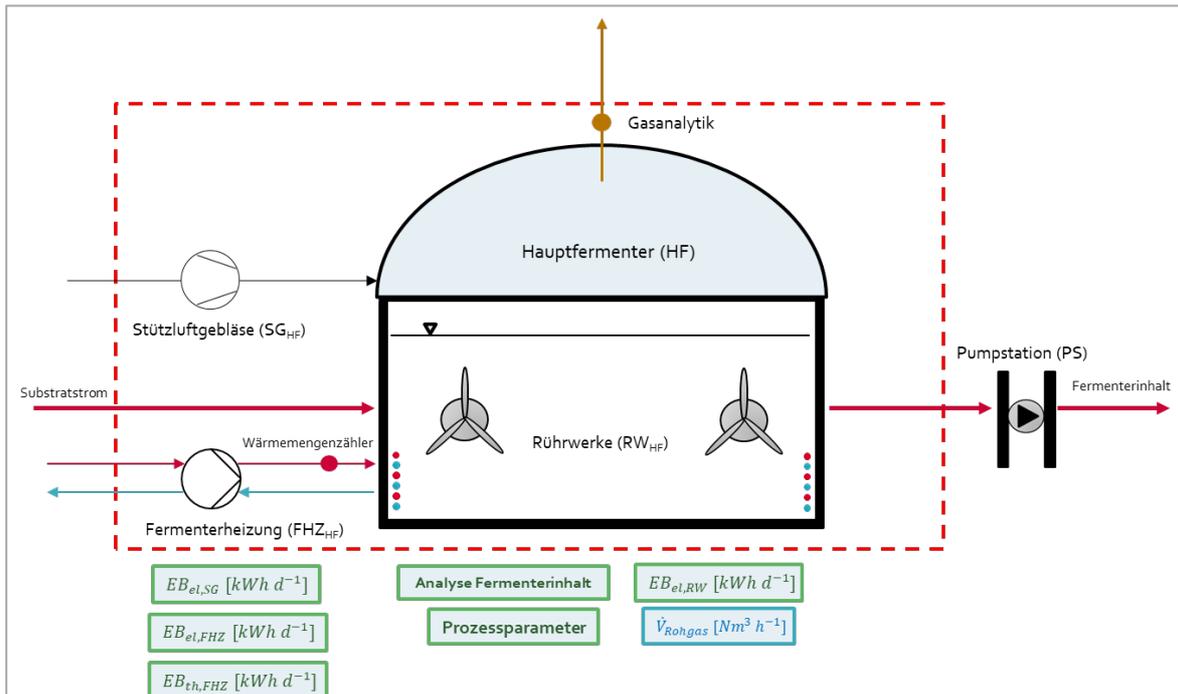


Abbildung 6: Grafische Darstellung der Schnittstelle Hauptfermenter

Tabelle 4: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Hauptfermenter

Daten	Einheit	Anforderung	Aufnahme in BM-System	Datentyp	Messintervall
<b>Prozessparameter</b>					
Prozess-temperatur	[°C]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Füllstand Gärgemisch	[%]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich

pH-Wert	[-]	Optional	Ja	Prozessdaten, Analysedaten	Kontinuierlich, 1x pro Woche
CO <sub>2</sub> -Partialdruck (gelöst)	[hPa]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
<b>Analyse Fermenterinhalt</b>					
Trockensubstanz (TS)	[g <sub>TS</sub> g <sub>FI</sub> <sup>-1</sup> ]	Optional	Ja	Analysedaten	Alle 3 Monate
Org. Trockensubstanz (oTS)	[g <sub>oTS</sub> g <sub>FI</sub> <sup>-1</sup> ]	Optional	Ja	Analysedaten	Alle 3 Monate
Fermentierbare org. Trockensubstanz (FoTS)	[% <sub>FoTS</sub> von TS]	Optional	Ja	Analysedaten	Alle 3 Monate
Brennwert	[MJ <sub>HS</sub> kg <sub>TS</sub> <sup>-1</sup> ]	Optional	Ja	Analysedaten	Alle 6 Monate
Freie flüchtige Fettsäuren	[mg L <sup>-1</sup> ]	Optional	Ja	Analysedaten	Alle 3 Monate
Ammonium- Stickstoff	[g <sub>NH4-N</sub> kg <sub>FM</sub> <sup>-1</sup> ]	Optional	Ja	Analysedaten	Alle 3 Monate
Gesamt- Stickstoff (TKN)	[g <sub>Nges-N</sub> kg <sub>FM</sub> <sup>-1</sup> ]	Optional	Ja	Analysedaten	Alle 3 Monate
FOS/TAC-Wert	[-]	Essentiell	Ja	Analysedaten	1x pro Woche
Spurenelemente	[g kg <sub>TS</sub> <sup>-1</sup> ]	Optional	Nein	Analysedaten	Alle 3 Monate
Redox-Potenzial	[-]	Optional	Nein	Analysedaten	Alle 3 Monate
<b>Gasanalyse/Gasraum</b>					
Füllstand Gasraum	[%]	Essentiell	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
Gasmengen- strom	[Nm <sup>3</sup> <sub>Rohgas</sub> h <sup>-1</sup> ]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
H <sub>2</sub> - Konzentration Rohgas	[ppm]	Essentiell	Nein	Prozessdaten	Semi- kontinuierlich
Gaszusammen- setzung (CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S)	[%], [ppm]	Optional	Nein	Prozessdaten	Semi- kontinuierlich

CH <sub>4</sub> - Konzentration Stützluft	[ppm]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	1x pro Tag
<b>Energiebedarf</b>					
Rührwerke	[kWh <sub>el</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Stützluftgebläse	[kWh <sub>el</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Fermenter- heizung	[kWh <sub>el</sub> d <sup>-1</sup> ] [kWh <sub>th</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich

### 2.1.5 Nachfermenter

Die Schnittstelle „Nachfermenter“ umfasst alle Gärbehälter, welche mit Fermenterinhalt aus der Schnittstelle „Hauptfermenter“ beschickt werden. Innerhalb der Systemgrenzen liegen auch relevante Stromverbraucher wie etwa Rührwerke, Beheizungspumpe und Stützluftgebläse. Nicht zu dieser Schnittstelle gehört die Pumpe, welche den Fermenterinhalt aus der Schnittstelle „Hauptfermenter“ in den Nachfermenter einbringt bzw. in die anschließende Schnittstelle „Gärproduktlager“ befördert. Diese wird der Schnittstelle „Einbringsystem und Substratvorbehandlung“ zugerechnet.

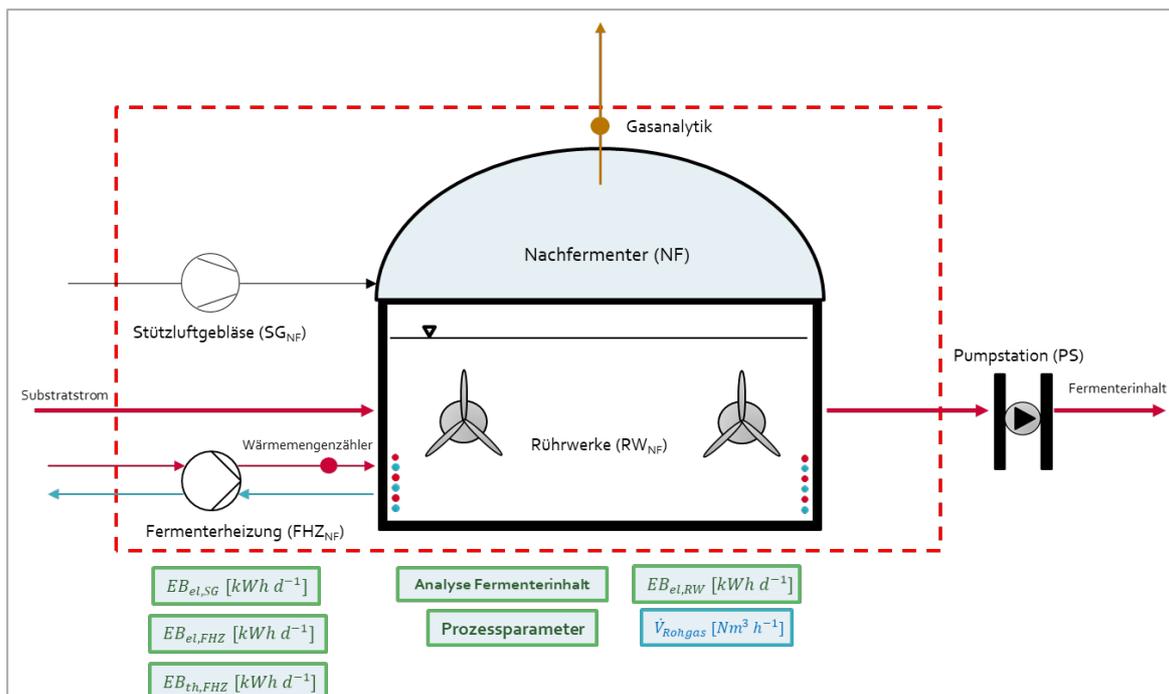


Abbildung 7: Grafische Darstellung der Schnittstelle Nachfermenter

Tabelle 5: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Nachfermenter

Daten	Einheit	Anforderung	Aufnahme in BM-System	Datentyp	Messintervall
<b>Prozessparameter</b>					
Prozess-temperatur	[°C]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Füllstand Gärgemisch	[%]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
pH-Wert	[-]	Optional	Ja	Prozessdaten, Analysedaten	Kontinuierlich, 1x pro Woche
CO <sub>2</sub> -Partialdruck (gelöst)	[hPa]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
<b>Analyse Fermenterinhalt</b>					
Trockensubstanz (TS)	[g <sub>TS</sub> g <sub>FI</sub> <sup>-1</sup> ]	Optional	Ja	Analysedaten	Alle 3 Monate

Org. Trockensubstanz (oTS)	$[\text{g}_{\text{oTS}} \text{g}_{\text{FI}}^{-1}]$	Optional	Ja	Analysedaten	Alle 3 Monate
Fermentierbare org. Trockensubstanz (FoTS)	$[\%_{\text{FoTS}} \text{ von TS}]$	Optional	Ja	Analysedaten	Alle 3 Monate
Brennwert	$[\text{MJ}_{\text{HS}} \text{kg}_{\text{TS}}^{-1}]$	Optional	Ja	Analysedaten	Alle 6 Monate
Freie flüchtige Fettsäuren	$[\text{mg L}^{-1}]$	Optional	Ja	Analysedaten	Alle 3 Monate
Ammonium-Stickstoff	$[\text{g}_{\text{NH}_4\text{-N}} \text{kg}_{\text{FM}}^{-1}]$	Optional	Ja	Analysedaten	Alle 3 Monate
Gesamt-Stickstoff (TKN)	$[\text{g}_{\text{Nges-N}} \text{kg}_{\text{FM}}^{-1}]$	Optional	Ja	Analysedaten	Alle 3 Monate
FOS/TAC-Wert	[-]	Essentiell	Ja	Analysedaten	1x pro Woche
Spurenelemente	$[\text{g kg}_{\text{TS}}^{-1}]$	Optional	Nein	Analysedaten	Alle 3 Monate
Redox-Potenzial	[-]	Optional	Nein	Analysedaten	Alle 3 Monate
<b>Gasanalyse/Gasraum</b>					
Füllstand Gasraum	[%]	Essentiell	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
Gasmengenstrom	$[\text{Nm}^3_{\text{Rohgas}} \text{h}^{-1}]$	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
Druck Gasraum	[mbar]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
H <sub>2</sub> -Konzentration Rohgas	[ppm]	Essentiell	Nein	Prozessdaten	Semi-kontinuierlich
Gaszusammensetzung (CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S)	[%], [ppm]	Optional	Nein	Prozessdaten	Semi-kontinuierlich
CH <sub>4</sub> -Konzentration Stützluft	[ppm]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	1x pro Tag
<b>Energiebedarf</b>					
Rührwerke	$[\text{kWh}_{\text{el}} \text{d}^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Stützluftgebläse	$[\text{kWh}_{\text{el}} \text{d}^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich

Fermenter- heizung	$[kWh_{el} d^{-1}]$ $[kWh_{th} d^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
-----------------------	--	------------	----	--------------	----------------

### 2.1.6 Gärproduktlager

Die Schnittstelle „Gärproduktlager“ umfasst alle gasdicht abgedeckten Lager von Gärprodukt nach dem Fermentationsprozess. Innerhalb der Systemgrenzen liegen auch relevante Stromverbraucher wie etwa Rührwerke, Stützluftgebläse und Systeme zur Gärproduktaufbereitung. Nicht zu dieser Schnittstelle gehört die Pumpe, welche, nach einer Separationsstufe das Rezirkulat zurück in den Fermentationsprozess befördert. Diese wird der Schnittstelle „Einbringsystem und Substratvorbehandlung“ zugerechnet.

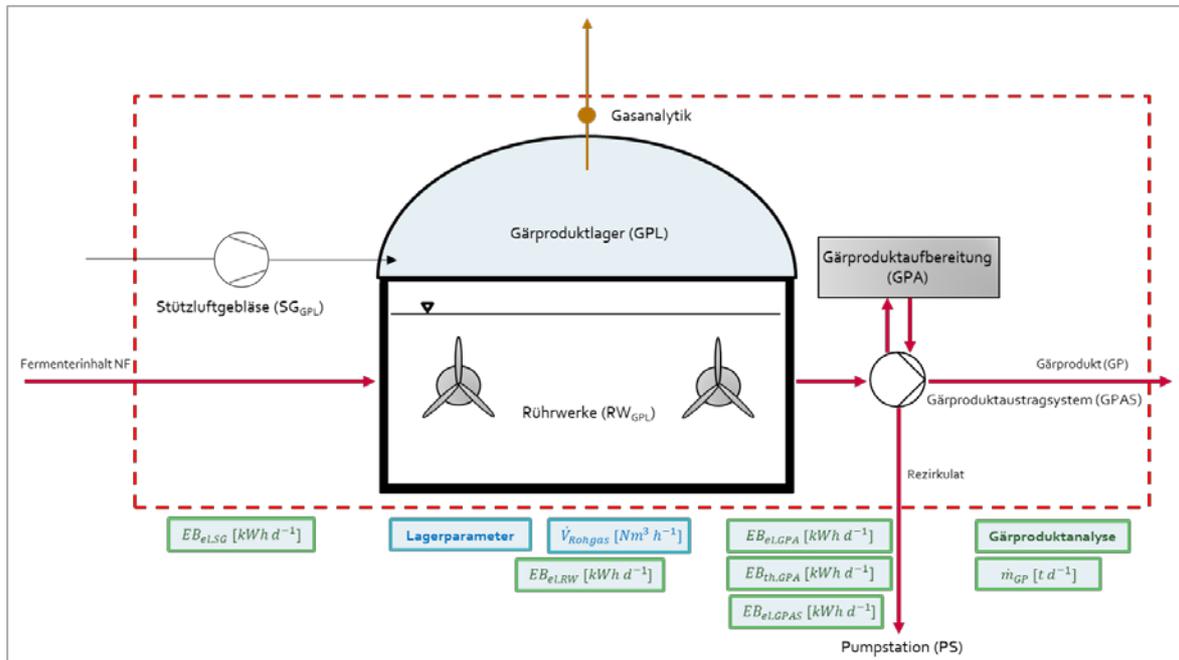


Abbildung 8: Grafische Darstellung der Schnittstelle Gärproduktlager

Tabelle 6: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Gärproduktlager

Daten	Einheit	Anforderung	Aufnahme in BM- System	Datentyp	Messintervall
<b>Lagerparameter</b>					

Temperatur	[°C]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
Druck	[mbar]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
Füllstand Gärprodukt	[%]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
pH-Wert	[-]	Optional	Nein	Prozessdaten, Analysedaten	Kontinuierlich, alle 3 Monate
<b>Gärproduktanalyse</b>					
Gärprodukt- entnahme	[t <sub>Gärprodukt</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Bei Entnahme
Trockensubstanz (TS)	[g <sub>TS</sub> g <sub>Fi</sub> <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Analysedaten	Alle 3 Monate
Org. Trockensubstanz (oTS)	[g <sub>oTS</sub> g <sub>Fi</sub> <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Analysedaten	Alle 3 Monate
Fermentierbare org. Trockensubstanz (FoTS)	[% <sub>FoTS</sub> von TS]	Optional	Ja	Analysedaten	Alle 3 Monate
Brennwert	[MJ <sub>Hs</sub> kg <sub>TS</sub> <sup>-1</sup> ]	Optional	Ja	Analysedaten	Alle 6 Monate
Ligninanteil	[g <sub>Lignin</sub> kg <sub>TS</sub> <sup>-1</sup> ]	Optional	Ja	Analysedaten	Alle 6 Monate
Spezifisches Restmethan- potenzial	[Nm <sup>3</sup> <sub>CH4</sub> kg <sub>oTS</sub> <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Analysedaten	1x jährlich
<b>Gasanalyse/Gasraum</b>					
Füllstand Gasraum	[%]	Essentiell	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
Gasmengen- strom	[Nm <sup>3</sup> <sub>Rohgas</sub> h <sup>-1</sup> ]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
Gaszusammen- setzung (CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S)	[%], [ppm]	Optional	Nein	Prozessdaten	Semi- kontinuierlich
CH <sub>4</sub> - Konzentration Stützluft	[ppm]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	1x pro Tag
<b>Energiebedarf</b>					
Rührwerke	[kWh <sub>el</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich

Stützluftgebläse	[kWh <sub>el</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Gärprodukt-entnahme	[kWh <sub>el</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Gärprodukt-aufbereitung	[kWh <sub>el</sub> d <sup>-1</sup> ] [kWh <sub>th</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich

### 2.1.7 Gasspeicher

Die Schnittstelle „Gasspeicher“ umfasst alle externen Gasspeichersysteme sowie die Notfackeln. Gasräume auf Gärbehältern fallen nicht unter diese Schnittstelle, sondern werden der Schnittstelle des jeweiligen Gärbehälters zugeordnet.

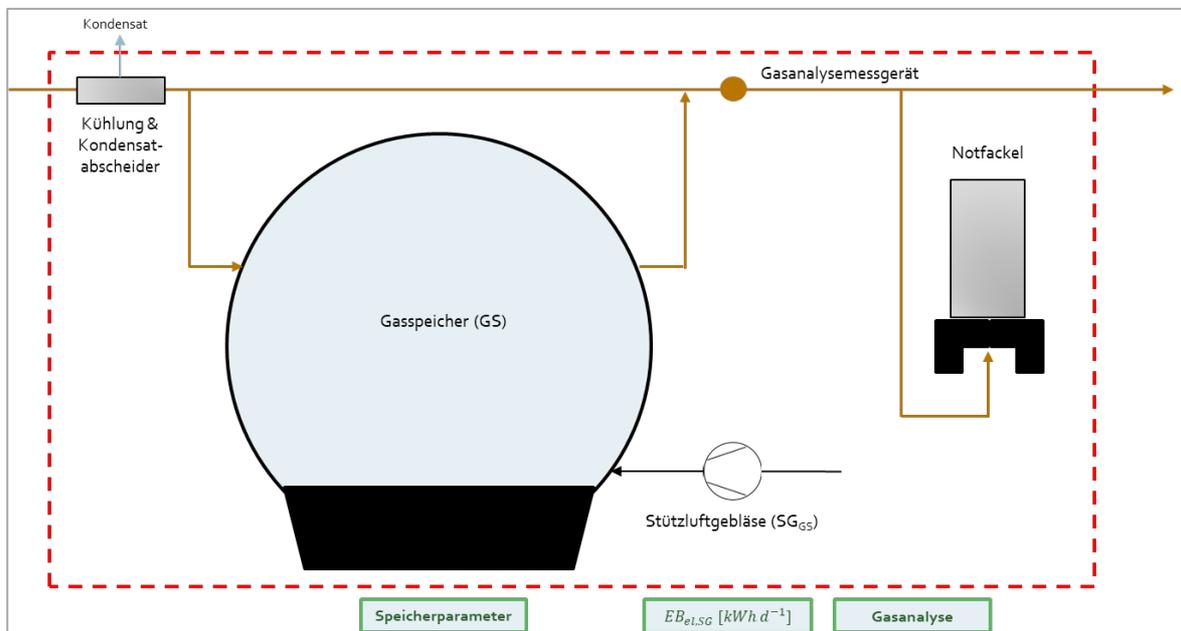


Abbildung 9: Grafische Darstellung der Schnittstelle Gasspeicher

Tabelle 7: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Gasspeicher

Daten	Einheit	Anforderung	Aufnahme in BM-System	Datentyp	Messintervall
<b>Speicherparameter</b>					
Füllstand	[%]	Essentiell	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich

Druck	[mbar]	Essentiell	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
Temperatur	[°C]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
<b>Gasanalyse</b>					
Gasmengenstrom gesamt	[Nm <sup>3</sup> <sub>Rohgas</sub> h <sup>-1</sup> ]	Optional	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Gasmengenstrom Gasfackel	[Nm <sup>3</sup> <sub>Rohgas</sub> a <sup>-1</sup> ]	Optional	Ja	Prozessdaten	-
Gaszusammensetzung (CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S)	[%], [ppm]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
CH <sub>4</sub> -Konzentration Stützluft	[ppm]	Essentiell	Nein	Prozessdaten	1x pro Tag
<b>Energiebedarf</b>					
Stützgebläse	[kWh <sub>el</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich

### 2.1.8 Biogasaufbereitung

Die Schnittstelle „Biogasaufbereitung“ umfasst sowohl die Gasreinigung (z.B. externe Entschwefelung, Aktivkohlefilterung, etc.) als auch die Trocknung und CO<sub>2</sub>-Abtrennung des Rohgases.

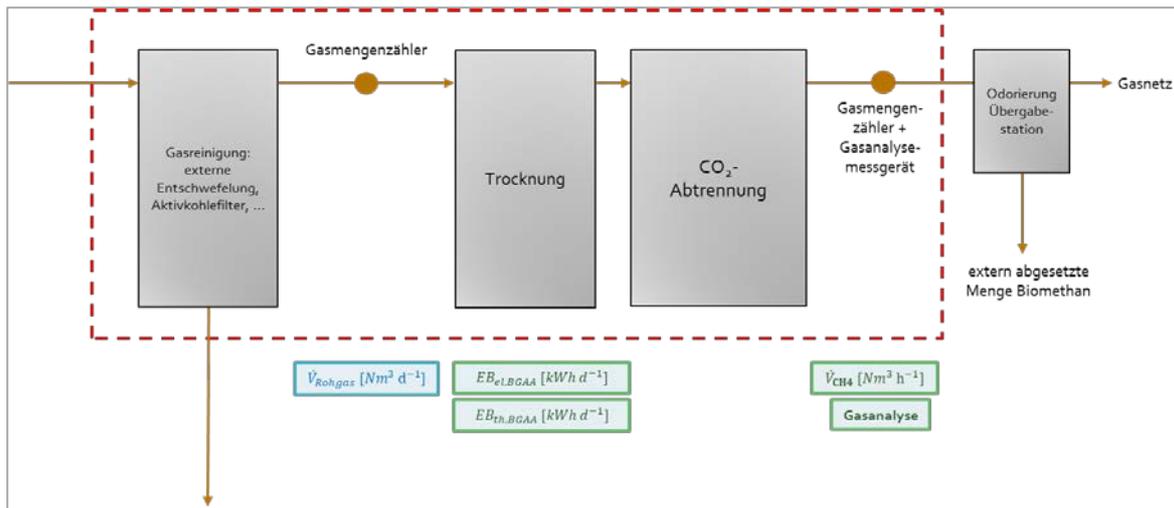


Abbildung 10: Grafische Darstellung der Schnittstelle Biogasaufbereitung

Tabelle 8: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Biogasaufbereitung

Daten	Einheit	Anforderung	Aufnahme in BM-System	Datentyp	Messintervall
<b>Gasanalyse</b>					
Zugeführte Rohgasmenge	$[\text{Nm}^3_{\text{Rohgas}} \text{h}^{-1}]$	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
Aufbereitete Menge Biomethan	$[\text{Nm}^3_{\text{CH}_4} \text{h}^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Gaszusammensetzung aufbereitetes Biomethan (CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S)	[%], [ppm]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
<b>Energiebedarf</b>					
Gasreinigung	$[\text{kWh}_{\text{el}} \text{d}^{-1}]$ $[\text{kWh}_{\text{th}} \text{d}^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Trocknung	$[\text{kWh}_{\text{el}} \text{d}^{-1}]$ $[\text{kWh}_{\text{th}} \text{d}^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
CO <sub>2</sub> -Abtrennung	$[\text{kWh}_{\text{el}} \text{d}^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich

### 2.1.9 Gasbrenner

Die Schnittstelle „Gasbrenner“ umfasst sowohl Gasbrenngeräte selbst, als auch Subverbraucher wie das Zuluftsystem und die Netzpumpe für den Wärmetransfer.

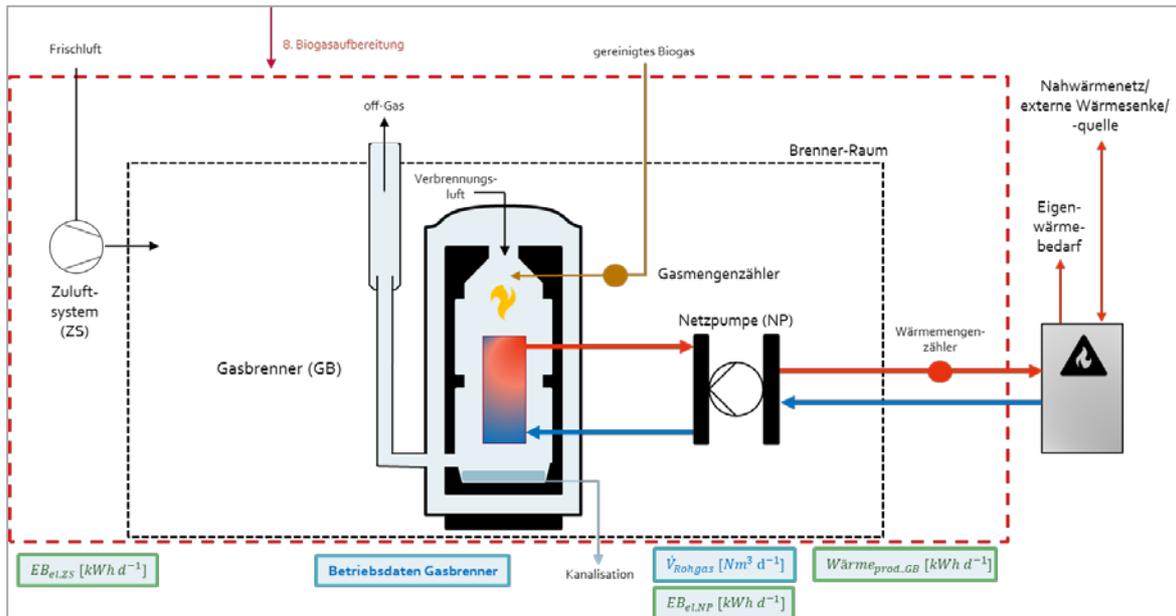


Abbildung 11: Grafische Darstellung der Schnittstelle Gasbrenner

Tabelle 9: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Gasbrenner

Daten	Einheit	Anforderung	Aufnahme in BM-System	Datentyp	Messintervall
<b>Gasanalyse</b>					
Zugeführte Rohgasmenge	[Nm <sup>3</sup> <sub>Rohgas</sub> h <sup>-1</sup> ]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
Abgasanalytik (CO, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> )	[ppm]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
<b>Energiebedarf</b>					

Zuluftsystem	[kWh <sub>el</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Netzpumpe	[kWh <sub>el</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
<b>Energiebereitstellung</b>					
Produzierte Wärme	[kWh <sub>th</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
<b>Betriebsdaten</b>					
Mittlere Lambda-Zahl	[-]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
Mittlere Abgas-temperatur	[°C]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich

### 2.1.10 Blockheizkraftwerk/Gasturbine

Die Schnittstelle „Blockheizkraftwerk/Gasturbine“ umfasst alle BHKWs und Gasturbinen entlang der Gasregelstrecke, sowie alle im Zusammenhang stehende Subverbraucher wie etwa das Zuluftsystem, die Notkühler und Motor-Kühlwasserpumpen.

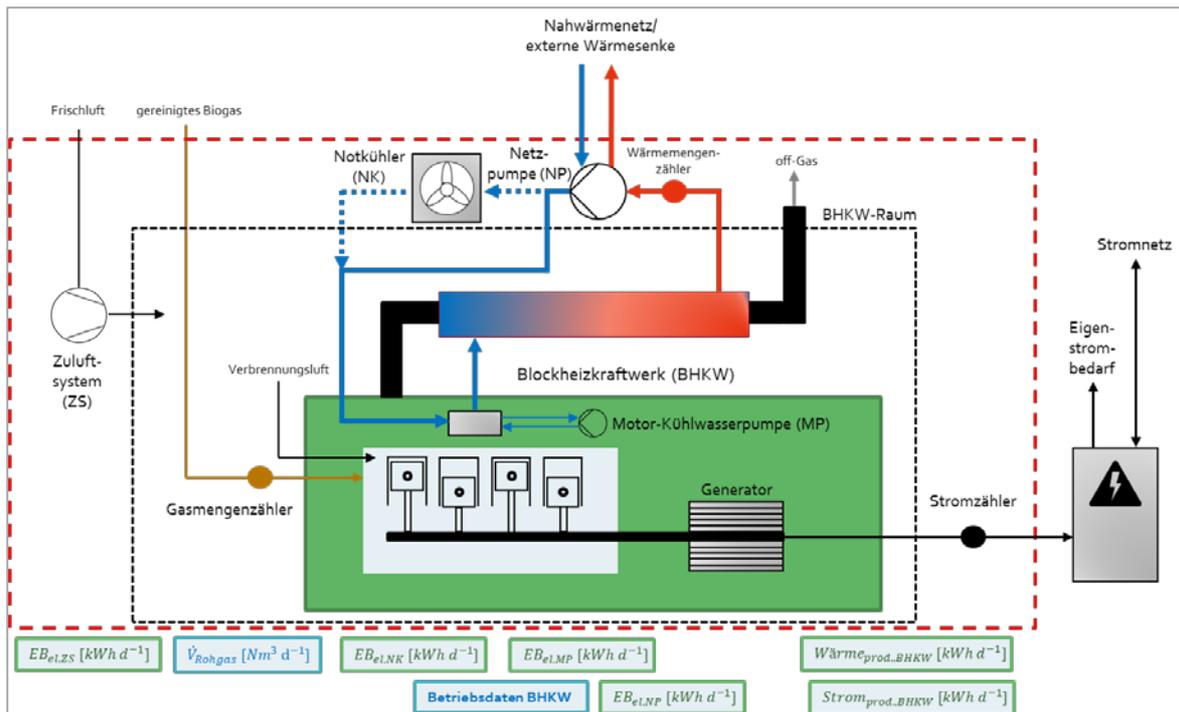


Abbildung 12: Grafische Darstellung der Schnittstelle Blockheizkraftwerk/Gasturbine

Tabelle 10: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Blockheizkraftwerk/Gasturbine

Daten	Einheit	Anforderung	Aufnahme in BM-System	Datentyp	Messintervall
<b>Gasanalyse</b>					
Zugeführte Rohgasmenge	$[\text{Nm}^3_{\text{Rohgas}} \text{h}^{-1}]$	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
Abgasanalytik (CO, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> )	[ppm]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
<b>Energiebedarf</b>					
Zuluftsystem	$[\text{kWh}_{\text{el}} \text{d}^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Netzpumpe	$[\text{kWh}_{\text{el}} \text{d}^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Motor-Kühlwasserpumpe	$[\text{kWh}_{\text{el}} \text{d}^{-1}]$	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich

Notkühler	[kWh <sub>el</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
<b>Energiebereitstellung</b>					
Produzierte Strommenge	[kWh <sub>el</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Produzierte Wärmemenge	[kWh <sub>th</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
<b>Betriebsdaten</b>					
Mittlere Lambda-Zahl	[-]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
Mittlere Abgas-temperatur	[°C]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
Zündölverbrauch	[L <sub>Zöl</sub> a <sup>-1</sup> ]	Optional	Ja	Prozessdaten	Erfolgt durch Betriebstagebuchführung
Motorölverbrauch	[L <sub>Möl</sub> a <sup>-1</sup> ]	Optional	Ja	Prozessdaten	Erfolgt durch Betriebstagebuchführung

### 2.1.11 Gesamtanlage

Die Schnittstelle „Gesamtanlage“ beinhaltet alle bisher definierten Schnittstellen und zeigt die Systemgrenzen zu der vorhandenen Infrastruktur der Netzbetreiber auf.

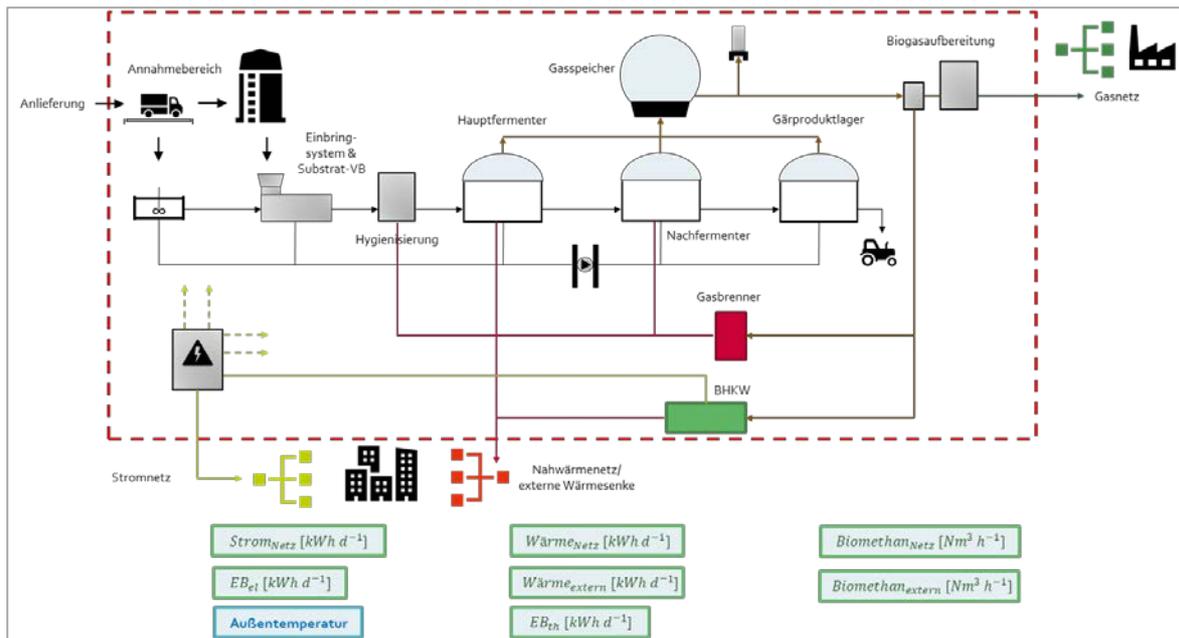


Abbildung 13: Grafische Darstellung der Schnittstelle Gesamtanlage

Tabelle 11: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Gesamtanlage

Daten	Einheit	Anforderung	Aufnahme in BM-System	Datentyp	Messintervall
Mittlere Außen-temperatur	[°C]	Optional	Nein	Prozessdaten	Kontinuierlich
<b>Energiebedarf</b>					
Eigenstrom-bedarf	[kWh <sub>el</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Eigenwärme-bedarf	[kWh <sub>th</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
<b>Energiebereitstellung</b>					
Ins Netz gespeiste Menge Strom	[kWh <sub>el</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Ins Netz gespeiste Wärme-menge	[kWh <sub>th</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich

Extern abgegebene Wärmemenge	[kWh <sub>th</sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Ins Netz gespeiste Menge Biomethan	[MJ <sub>H<sub>2</sub></sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich
Extern abgesetzte Menge Biomethan	[MJ <sub>H<sub>2</sub></sub> d <sup>-1</sup> ]	Essentiell	Ja	Prozessdaten	Kontinuierlich

## 2.2 Wesentliche Kennzahlen und Effizienzbewertung

Mit den aus den definierten Schnittstellen erhobenen Daten soll die Berechnung von relevanten Kennzahlen ermöglicht werden, welche für die Bewertung von Effizienz, Stabilität und Produktivität der Biogasanlagen herangezogen werden können. Die Kennzahlen sind in Tabelle 12 aufgelistet und können in Kennzahlen zur Bewertung des Gärprozesses (gelb), Kennzahlen zur Bewertung des Gesamtprozesses (blau), sowie in Kennzahlen zur Bewertung einzelner Anlagenteile (grün) unterteilt werden.

Für die Berechnung der Kennzahlen zur Bewertung des Gärprozesses sind nachfolgend die Berechnungsformeln angegeben:

- $$\text{Faulraumbelastung} = \frac{\text{jährlich zugeführte FM [t]} \cdot \text{TS [\% der FM]} \cdot \text{oTS [\% der TS]} \cdot 100}{365 [\text{d}] \cdot \text{Arbeitsvolumen}_{\text{Gärbehälter}} [\text{m}^3]}$$
- $$\text{Verweilzeit} = \frac{\text{Arbeitsvolumen}_{\text{Gärbehälter}} [\text{m}^3] \cdot 365 [\text{d}] \cdot 1 \left[ \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \right]}{\text{jährlich zugeführte FM [t]}}$$
- $$\text{Methanausbeute} = \frac{\text{Methanertrag} [\text{Nm}^3_{\text{CH}_4} \text{ d}^{-1}]}{\text{zugeführte oTS} [\text{t}_{\text{oTS}} \text{ d}^{-1}]}$$
- $$\text{relatives Restmethanpotenzial} = \frac{\text{spezifisches Restmethanpotenzial im Gärprodukt} [\text{Nm}^3_{\text{CH}_4} \text{ kg}_{\text{oTS}}^{-1}]}{\text{Methanausbeute} [\text{Nm}^3_{\text{CH}_4} \text{ kg}_{\text{oTS}}^{-1}]} \cdot 100\%$$

Tabelle 12: Wesentliche Kennzahlen zur Bewertung der Effizienz, Stabilität und Produktivität an Biogasanlagen

Kennzahl	Einheit	Bewertung von
<b>Faulraumbelastung</b> (mittlere organische Raumbelastung)	$[kg_{oTS} m^{-3} d^{-1}]$	Gärprozess, Stabilität (Hauptfermenter, Fermenter gesamt)
<b>Verweilzeit</b> (mittlere hydraulische Verweilzeit)	$[d]$	Gärprozess, Stabilität (Hauptfermenter, Fermenter gesamt)
<b>Methanausbeute</b>	$[Nm^3_{CH_4} t^{-1}_{oTS}]$	Gärprozess, Produktivität
<b>relatives Restmethanpotenzial</b>	$[\%]$	Gärprozess, Effizienz
<b>Rohenergieertrag</b>	$[kWh_{el} _{Hi} _{CH_4eq.} t^{-1}_{oTS}]$	Gesamtprozess, Produktivität
<b>Gesamtnutzungsgrad</b> (der erzeugten Energie)	$[\%]$	Gesamtprozess, Effizienz
<b>Gesamtenergieverbrauch</b>	$[kWh_{ges} a^{-1}]$ $[kWh_{ges} Nm^{-3}_{CH_4eq.}]$	Gesamtprozess
<b>spez. Eigenenergieverbrauch</b>	$[\%]$ $[kWh_{el} kWh^{-1}_{ges}], [kWh_{th} kWh^{-1}_{ges}]$	einzelne Anlagenteile, Effizienz
<b>spez. Investitionskosten</b>	$[\text{€} Nm^{-3}_{CH_4eq.}]$	einzelne Anlagenteile
<b>spez. Betriebskosten</b>	$[\text{€} Nm^{-3}_{CH_4eq.}]$	einzelne Anlagenteile

### 2.2.1 Berechnung der biologischen Effizienz

Die Berechnung der biologischen Effizienz kann anhand des Methanertrags und dem Restmethanpotenzial des Gärprodukts durchgeführt werden. Diese Methode bietet den Vorteil, eine Effizienzbetrachtung rein aus den Outputströmen des Gärprozesses zu ermöglichen, ohne das Substrat dafür genauer analysieren zu müssen. Grundbedingung für diese Berechnung ist jedoch, dass die Gasverluste während des Gärprozesses so gering wie möglich gehalten werden, da diese ansonsten zu einer Verfälschung des Resultats führen. Ein weiterer Vorteil ist die Verwendung praxisnaher Kenngrößen. Die durchschnittliche Gasproduktion ist in der Regel bekannt. Der tatsächliche Methanertrag ermöglicht die Beurteilung der verfahrensspezifischen Effizienz im realen Anlagenbetrieb. Wichtig ist, dass bei der Messung des Methanertrags eine Korrektur des gemessenen Gasstroms auf Normbedingungen und auf trockenes Gas (Wasserdampfkorrektur) erfolgt. Für die entsprechende Berechnung sollten die erforderlichen Kenngrößen dabei über einen Betrachtungszeitraum von mindestens drei Verweilzeiten ermittelt werden. Als nachteilig an dieser Methode kann die vergleichsweise aufwändige experimentelle Bestimmung des Restmethanpotenzials angesehen werden. Im Vergleich zur chemischen Analytik der unterschiedlichen eingesetzten Substrate erscheint die Bestimmung des Restmethanpotenzials jedoch als weniger aufwändig.

Zur direkten Bestimmung der biologischen Effizienz wird der im kontinuierlichen Anlagenbetrieb gemessene Methanertrag dem Methanpotenzial der eingesetzten Substrate gegenübergestellt.

$$\text{Biologische Effizienz } \eta_{bio} [\%] = \frac{\text{Methanertrag}}{\text{Methanpotenzial}} * 100\%$$

Das Methanpotenzial der eingesetzten Substrate kann indirekt mit der zusätzlichen Kenngröße des absoluten Restmethanpotenzials durch folgenden grundlegenden Zusammenhang bestimmt werden:

$$\text{Methanpotenzial} = \text{Methanertrag} + \text{abs. Restmethanpotenzial}$$

Das absolute Restmethanpotenzial des Gärprodukts lässt sich anhand der essentiellen Messgröße „spezifisches Restmethanpotenzial“ (siehe Schnittstelle 2.6.6 Gärproduktlager) und der ausgetragenen Gesamtmasse des Gärprodukts ermitteln:

$$\begin{aligned} \text{abs. Restmethanpotenzial} [Nm^3_{CH_4} d^{-1}] &= \\ \text{spez. Restmethanpotenzial} [Nm^3_{CH_4} kg_{GP}^{-1}] * \text{Gärproduktmassenstrom} [kg_{GP} d^{-1}] \end{aligned}$$

Beispielrechnung zur Bestimmung der biologischen Effizienz  $\eta_{bio}$ :

Ausgangswerte Beispiel-Biogasanlage:

- Mittlerer Methanertrag von  $400 Nm^3_{CH_4} h^{-1}$  = jährlicher Methanertrag ( $V_{CH_4}$ ) von  $3.504.000 Nm^3_{CH_4} a^{-1}$
- Mittlerer Gärproduktmassenstrom von  $80.000 kg_{GP} d^{-1}$  = jährlicher Gärproduktmassenstrom ( $m_{GP,aus}$ ) von  $29.200.000 kg_{GP} a^{-1}$
- Laboranalyse: Gemitteltes spezifisches Restmethanpotenzial ( $V_{CH_4|res}$ ) von  $0,005 Nm^3_{CH_4} kg^{-1}_{GP}$

Berechnung:

- $\eta_{bio} = \frac{\text{jährlicher Methanertrag}}{\text{Methanpotenzial}} = \frac{V_{CH_4}}{V_{CH_4} + V_{CH_4|res} * m_{GP,aus}} * 100\%$
- $\eta_{bio} = \frac{3.504.000 Nm^3_{CH_4} a^{-1}}{3.650.000 Nm^3_{CH_4} a^{-1}} * 100\% = 96\%$

## 2.2.2 Berechnung der Gesamteffizienz

Die Berechnung der Gesamteffizienz lässt sich mithilfe der Kenngröße des energetischen Gesamtnutzungsgrads durchführen. Der Gesamtnutzungsgrad der erzeugten Energie (auch Brennstoffnutzungsgrad) ist eine Kenngröße zur Bewertung des Gesamtprozesses von Biogasproduktion und -verwertung. Er wird definiert als Quotient aus allen im Bilanzzeitraum nutzbar abgegebenen Energien (Methan oder Strom und Wärme) und der gesamten zugeführten Energie, welche sich aus der im Substrat gebundenen chemischen Energie in Form des Brennwertes der eingesetzten Substrate berechnet. Die nutzbar abgegebene Energie berücksichtigt dabei die zur Biogasproduktion benötigte Energie (Eigenstrombedarf, Eigenwärmebedarf). Die Kennzahl erlaubt somit eine energetische Gesamtbewertung einer Biogasanlage einschließlich aller technischen Anlagen zur Strom- und Wärmeproduktion bzw. Gasaufbereitung. Vorteil dieser Berechnungsmethode ist, dass die Kennzahl eine bereits etablierte Größe aus der Verbrennungs- bzw. Kraftwerkstechnik ist und die Eingangsdaten der nutzbar abgegebenen Energie in den meisten Fällen bekannt sind. Nachteil ist die präzise Bestimmung des Brennwertes der eingesetzten Substrate in der Praxis. Für eine aussagekräftige Bewertung der anaerob verfügbaren Energie wäre es hier notwendig, den Brennwert der eingesetzten Stoffe für jedes Substrat chemisch zu bestimmen und auf den fermentierbaren Anteil zu beziehen. Alternativ kann auch mit Literaturwerten gerechnet werden.

Für die Berechnung der Gesamteffizienz wird folgende Formel verwendet:

$$\begin{aligned} & \text{Gesamtnutzungsgrad der erzeugten Energie } \eta_{ges} \\ &= \frac{\text{nutzbar abgegebene Energie [kWh]}}{\text{gesamte zugeführte Energie [kWh]}} * 100\% \end{aligned}$$

Beispielrechnung zur Bestimmung der Gesamteffizienz  $\eta_{ges}$ :

Ausgangswerte Beispiel-Biogasanlage:

- Jährlicher Substratmassenstrom von  $15.000 \text{ t}_{\text{FM}} \text{ a}^{-1}$  mit einem Brennwert von  $71.000.000 \text{ MJ}$  (entspricht  $19.722.222 \text{ kWh}$ )
- Methaneinspeisung ins Gasnetz nach Aufbereitung von  $1.500.000 \text{ Nm}^3_{\text{CH}_4} \text{ a}^{-1}$  (entspricht  $14.955.000 \text{ kWh}_{\text{CH}_4\text{eq.}}$ )
- Jährlicher Eigenstrombedarf von  $350.000 \text{ kWh}_{\text{el}}$  und Eigenwärmebedarf von  $450.000 \text{ kWh}_{\text{th}}$

Berechnung:

- $\eta_{ges} = \frac{\text{nutzbar abgegebene Energie}}{\text{gesamte zugeführte Energie}} * 100\%$
- $\eta_{ges} = \frac{14.955.000 \text{ kWh} - 350.000 \text{ kWh} - 450.000 \text{ kWh}}{19.722.222 \text{ kWh}} * 100\%$
- $\eta_{ges} = \frac{14.155.000 \text{ kWh}}{19.722.222 \text{ kWh}} * 100\% = 71,8\%$

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Annahmebereich ...	15
Tabelle 2: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Einbringsystem und Substratvorbehandlung.....	17
Tabelle 3: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Hygienisierung.....	18
Tabelle 4: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Hauptfermenter ....	19
Tabelle 5: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Nachfermenter .....	22
Tabelle 6: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Gärproduktlager ....	24
Tabelle 7: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Gasspeicher .....	26
Tabelle 8: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Biogasaufbereitung	28
Tabelle 9: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Gasbrenner.....	29
Tabelle 10: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Blockheizkraftwerk/Gasturbine .....	31
Tabelle 11: Übersicht über die zu erhebenden Daten der Schnittstelle Gesamtanlage.....	33
Tabelle 12: Wesentliche Kennzahlen zur Bewertung der Effizienz, Stabilität und Produktivität an Biogasanlagen.....	35

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau und Gliederung des "Handbuch Biogas" .....	6
Abbildung 2: Allgemeines Anlagenschema zur Abgrenzung der Schnittstellen .....	13
Abbildung 3: Grafische Darstellung der Schnittstelle Annahmehereich.....	15
Abbildung 4: Grafische Darstellung der Schnittstelle Einbringsystem und Substratvorbehandlung.....	17
Abbildung 5: Grafische Darstellung der Schnittstelle Hygienisierung .....	18
Abbildung 6: Grafische Darstellung der Schnittstelle Hauptfermenter .....	19
Abbildung 7: Grafische Darstellung der Schnittstelle Nachfermenter.....	22
Abbildung 8: Grafische Darstellung der Schnittstelle Gärproduktlager.....	24
Abbildung 9: Grafische Darstellung der Schnittstelle Gasspeicher.....	26
Abbildung 10: Grafische Darstellung der Schnittstelle Biogasaufbereitung.....	28
Abbildung 11: Grafische Darstellung der Schnittstelle Gasbrenner .....	29
Abbildung 12: Grafische Darstellung der Schnittstelle Blockheizkraftwerk/Gasturbine .....	31
Abbildung 13: Grafische Darstellung der Schnittstelle Gesamtanlage .....	33

## Literaturverzeichnis

**Nachname, Vorname:** Titel des Buchabschnitts. In: Nachname, Vorname/Nachname, Vorname (Hg.): Titel des Buches. Münster: Musterverlag 1889, Bd. 12, 10. Aufl., S. 21–25.

**Nachname, Vorname/Nachname, Vorname:** Titel des Buchabschnitts. In: Nachname, Vorname/Nachname, Vorname (Hg.): Titel des Buches. Münster: Musterverlag 1889, Bd. 12, 10. Aufl., S. 21–25.

## **Abkürzungen**

Abk.	Abkürzung
BGBI.	Bundesgesetzblatt
Art.	Artikel
usw.	und so weiter

## Über klimaaktiv

klimaaktiv ist die Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Seit 2004 bietet sie in den Themenschwerpunkten „Bauen und Sanieren“, „Energiesparen“, „Erneuerbare Energie“ und „Mobilität“ ein umfassendes, ständig wachsendes Spektrum an Information, Beratung sowie Weiterbildung und setzt Standards, die international Vorbildcharakter haben.

klimaaktiv zeigt, dass jede Tat zählt: Jede und jeder in Kommunen, Unternehmen, Vereinen und Haushalten kann einen aktiven Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten. Damit trägt die Initiative zur Umsetzung des nationalen Energie- und Klimaplanes (NEKP) für Österreich bei. Näheres unter [klimaaktiv.at](http://klimaaktiv.at)

Das Programm klimaaktiv Erneuerbare Energien legt den Fokus auf erneuerbare Energieträger zur Erreichung der Klima- und Energieziele. Mit welchem Energieträger heizen? Was kann alles zu Biogas verarbeitet werden? Wie wird es verwendet? klimaaktiv beantwortet diese und viele andere Fragen. Im Fokus stehen dabei die optimale und effiziente Aufbringung und Verwendung von Biomasse, Sonne und Umgebungswärme. Beratung und weiterführende Informationen erhalten Sie unter [klimaaktiv.at/erneuerbare](http://klimaaktiv.at/erneuerbare).

## Kontakt

Strategische Gesamtsteuerung klimaaktiv

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Sektion Klima und Energie

Abt. VI /3 – Grüne Finanzen und nachhaltige Wirtschaft

Stubenbastei 5, 1010 Wien

Programmmanagement klimaaktiv Biogas

Verband Kompost und Biogas Österreich, Franz-Josefs-Kai 13, 1010 Wien

Franz Kirchmeyr, Tel. +43 (0)1 8901522

[www.klimaaktiv.at/biogas](http://www.klimaaktiv.at/biogas)

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und  
Technologie**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)