

## Heizkraftwerk statt Biogasanlage



Das mineralit<sup>®</sup> Betriebskraftwerk in Laage/Kronskamp  
(links: Bauphase)



› Leistungsbereich: 50 - 300 kWh<sub>elektr.</sub>  
Hervorragende Eignung als Betriebskraftwerk

› Geringer Platzbedarf  
Passt in jedes Industrie-/Gewerbegebiet

› Modular aufgebautes Anlagenkonzept

› Als reine NaWaRo-Anlage und/oder  
als Anlage zur Vergärung von  
Reststoffen

› Hohe Energie-Volumen-Effizienz

## Inhaltsverzeichnis

Die Vorteile des mineralit® Trockenfermentations-Verfahrens

Anwendungsbeispiel (Betriebskraftwerk mineralit® GmbH)

Werkstoffeigenschaften von mineralit®

Anlagenübersicht

0. Prozessablaufschemata

1. Substrataufbereitung

2. Mischprozess/Vorgärungsprozess

3. Impfkulturaufbereitung

4. Nachgärungsprozess

5. Austragen und separieren

6. Energiekreislauf

Technische Beschreibung der mineralit® Trockenfermentationsanlage  
am Standort Laage

Chemische Beständigkeit von mineralit®

## Die Vorteile des mineralit<sup>®</sup> Trockenfermentations-Verfahrens

1. Der Einsatz einer mineralit<sup>®</sup> Trockenfermentationsanlage gewährleistet dem Nutzer einen kalkulierbaren und langfristig weitgehend stabilen Wärmepreis durch eigene Erzeugung. Die Einspeisung und Vergütung des produzierten Stroms führt zu einem angenehmen und sehr beachtlichen zusätzlichen Einnahmeeffekt. **So lassen sich die Produktionskosten trotz deutlich steigender Energiepreise stabil halten.**
2. Eine garantierte Aufenthaltszeit für jedes Substratteilchen garantiert die Ausgärung der Biomasse und damit eine hohe Energieausbeute, Kurzschlussströmungen sind ausgeschlossen.
3. Der vollständig gekapselte Prozess bei dem mineralit<sup>®</sup> Trockenfermentationsverfahren vermeidet im Vergleich zu anderen Trockenfermentationsverfahren die vorhandenen Emissionen (Klimagasemissionen und Geruchsemissionen) effektiv, da Substrateinbringung und -entnahme nicht die Öffnung der Fermenter erfordern.
4. Die sofortige Separierung und gekapselte weitere Nutzung der mikrobiologisch sehr aktiven Gärflüssigkeit vom festen Gärrest vermeidet weitere Emissionen (Klimagase und Gerüche), die beim Abbau der in der flüssigen Phase vorhandenen leicht abbaubaren Biomasse entstehen könnten.
5. Der manuelle Aufwand beim mineralit<sup>®</sup> Trockenfermentationsverfahren ist gering, da vom Eintrag bis zum Austrag ein vollautomatischer Anlagenbetrieb realisiert wird.
6. Das mineralit<sup>®</sup> Trockenfermentationsverfahren macht eine breite Anwendung gerade für gewerbliche und branchenfremde Unternehmen in Form von eigenen Betriebskraftwerken möglich. Damit gelten sie fördertechnisch als Erweiterungsinvestitionen und besitzen somit eine Förderungsrelevanz.
7. Aufgrund des modularen Aufbaus des Anlagenkonzeptes ist eine Anpassung an den Energiebedarf eines Standortes (Basis sollte der Wärmebedarf in der Grundlast sein) oder eines Unternehmens sehr gut möglich. Auch eine nachträgliche Veränderung der Leistung ist grundsätzlich möglich.

8. Zusätzlich bieten der Werkstoff mineralit® und der modulare Aufbau der Gesamtanlage, die Möglichkeit der weitestgehenden Vorfertigung der Bauteile – damit ist die lokale Belastung durch Bauaktivitäten außerordentlich gering. Der Austausch von Bauteilen im Havariefall ist daher ebenfalls unproblematisch. Abgesehen von den Fundamenten ist die Installation weitestgehend unabhängig von Jahreszeiten.
9. Inaktive Vergärungszonen werden durch vollautomatische Vermischung des Gärsubstrates ohne Öffnung der Gärbehälter sicher vermieden.
10. Zyklische Zufuhr von Biomasse und Abfuhr von Gärresten führen zu einer nur sehr geringen Verkehrsbelastung der Anlieger. Bei Einhaltung bestimmter Rahmenbedingungen bietet der Gärrest auch die Möglichkeit der Klassifizierung als organischer N/P-Dünger und damit eine weitere Einnahmemöglichkeit.
11. Die für die üblichen Leistungsgrößen notwendigen Biomassemengen sind überschaubar und erfordern eine überschaubare Logistik.
12. Die robuste Bauweise ermöglicht die flexible Beschickung mit verschiedenartigen Substraten mit Wassergehalten von 60% bis 85% im Mittel.
13. Durch die zweistufige Bauweise in getrennten Behältern ist selbst bei Problemen mit der Prozessbiologie ein Weiterbetrieb bei leicht verminderter Leistung möglich, die Probleme lassen sich durch gezielte Außerbetriebsetzung nur eines Teils der Anlage beheben.
14. Es wird eine sehr hohe Raumausnutzung durch gezielte Rückführung nur der aktiven Biomasse an den Prozessbeginn möglich, nicht mehr nutzbare (ausgegorene) Biomasse wird gezielt ausgeschleust.
15. Die Anlage ist in Anknüpfung an übliche Gewerbegebiete unauffällig, da im Wesentlichen containerartige Gebäude entstehen. Es ist keine unübliche Bauhöhe erforderlich, eine Einpassung in bestehende Strukturen ist so sehr gut möglich. In diesem Zusammenhang steht, dass kein aufwendiges Baugenehmigungsverfahren (BlmSch) erforderlich ist.

Als eine Variante für den äußeren Witterungsschutz ist die Bekleidung mit handelsüblichen Wellblechelementen ausgeführt.

## Anwendungsbeispiel (Betriebskraftwerk mineralit<sup>®</sup> GmbH)

Das Betriebskraftwerk hat etwa 120 kW elektrischer Leistung und rund 180 kW thermischer Leistung (Vorlauftemperatur 90°C). Es wird grundsätzlich rund um die Uhr bei einer Anlagenverfügbarkeit von rund 90 % (das sind knapp 8.000 h im Jahr) gefahren.

Kombinationsbeispiele verwendbarer Eintragssubstrate (bei der Bewertung des Jahresbedarfs muss berücksichtigt werden, dass ca. alle 7 Tage ca. 20 – 22 Tonnen Frischsubstrat benötigt werden):

### **1. Einsatz von Energiepflanzen:**

- z.B. Mais- und Grassilage: 1500 t/a Maissilage; 500 t/a Grassilage
- z.B. Maissilage und Festmist (Rinder, Schweine oder Pferde): 1600 t/a Maissilage ; 800 t/a Festmist
- z.B. Maissilage und Hühnermist: 1600 t/a Maissilage; 700 t/a Hühnermist

### **2. Einsatz von Rübenpressschnitzeln**

- z.B. Rübenpressschnitzel und Festmist: 2000 t/a Presschnitzel; 2000 t/a Festmist

### **3. Einsatz von Reststoffen der Lebensmittelindustrie**

- z.B. Gemüsereste und Festmist: 1500 t/a Gemüsereste; 800 t/a Festmist
- z.B. Obst-/Rebentrestler und Festmist: 1300 t/a Obstrestler; 700 t/a Festmist
- z.B. Obstrestler, Gemüsereste und Grasschnitt: 800 t/a Obstrestler; 800 t/a Gemüsereste; 200 t/a Grasschnitt
- z.B. Biertreiber, Festmist: 2500 t/a Biertreiber; 800 t/a Festmist

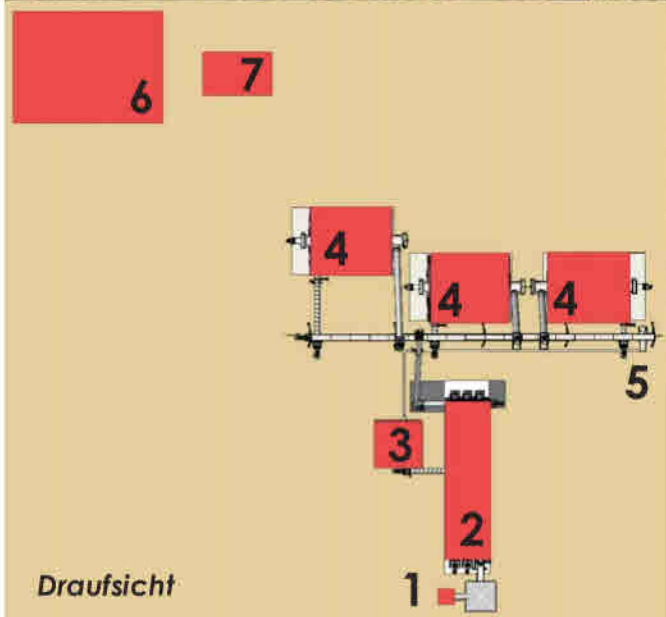
### **4. Einsatz von Abfällen (diese Fraktionen lassen sich beliebig mischen)**

- z.B. Speisereste: 1300 t/a
- z.B. kommunale Bioabfälle: 3500 t/a
- z.B. Material aus der Landschaftspflege (überwiegend Gras): 3000 t

**mineralit® Werkstoffeigenschaften**

Baustoffklasse	B1 schwer entflammbar
Reindichte	2,34 g/cm <sup>3</sup> (nach DIN 1048)
Biegefestigkeit	29 N/mm <sup>2</sup> (nach EN 196)
Druckfestigkeit	138 N/mm <sup>2</sup> (nach DIN 1048)
Zugfestigkeit	13,8 N/mm <sup>2</sup>
Abriebfestigkeit	Härteklasse I (nach DIN 50321)
Maßtoleranzen	nach DIN 18202/18203
Wärmeformbeständigkeit	110 – 125 °C (DIN 53461)
Durchgangswiderstand	1015-1016 cm <sup>-1</sup> (DIN 53482)
Oberflächenwiderstand	1013-1014 cm <sup>-1</sup> (DIN 53482)
Wasseraufnahme	max. 0,1 % (DIN 53103)
Term. Dilatationskoeffizient	15-19*10 <sup>-6</sup> C <sup>-1</sup>
Linearer Schrumpf	0,1-0,2%

# Anlagenübersicht

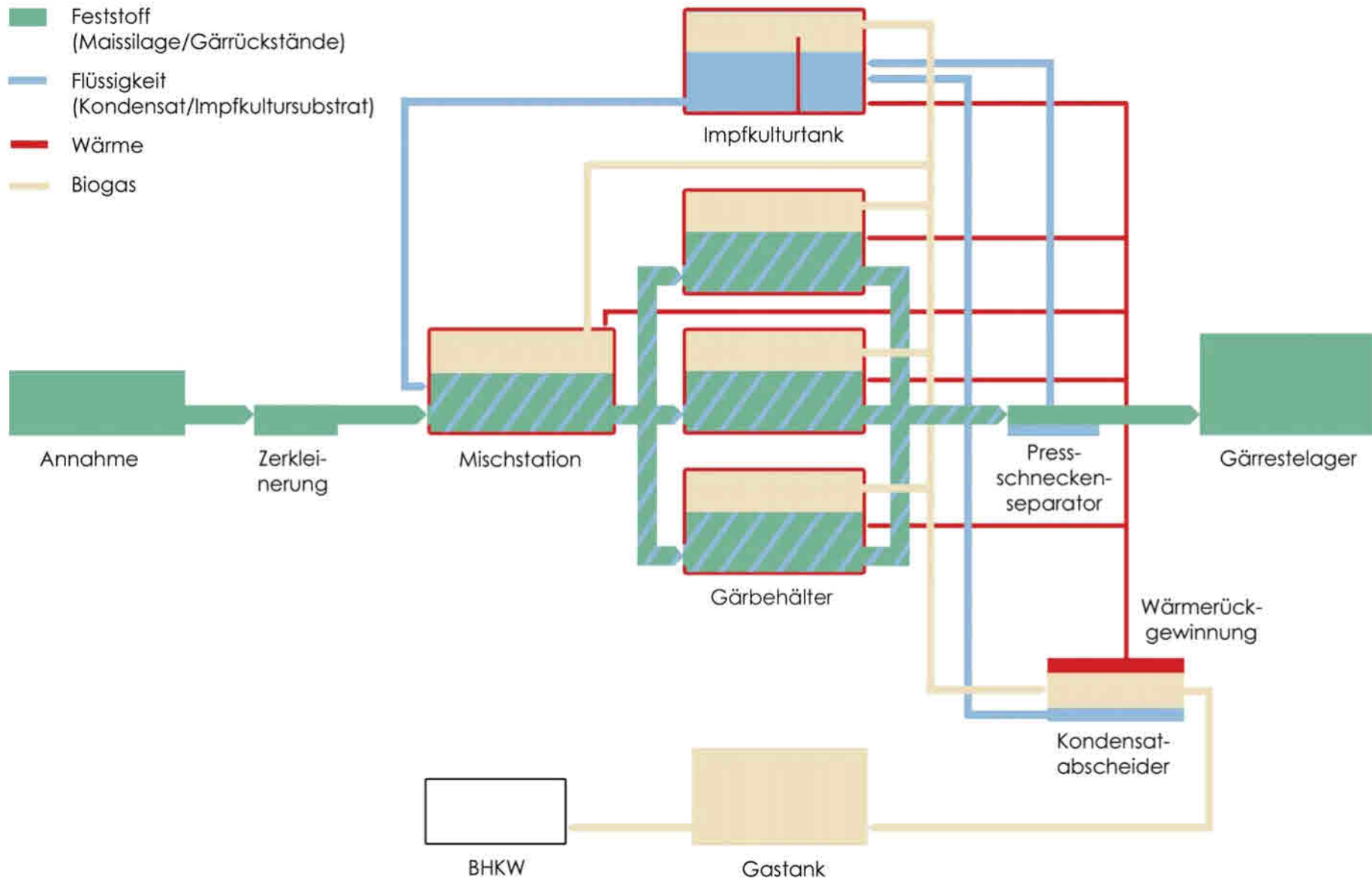


- 1 - Substratannahme  
(Muser und Eintragstrichter/Zyklon)
- 2 - Mischbehälter
- 3 - Impfkulturtank

- 4 - Gärbehälter
- 5 - Pressschneckenseparator
- 6 - Gastanklager
- 7 - Blockheizkraftwerk

# Prozessablaufschemata

- Feststoff (Maissilage/Gärrückstände)
- Flüssigkeit (Kondensat/Impfkultursubstrat)
- Wärme
- Biogas





# 1. Substrataufbereitung / Substrateintrag

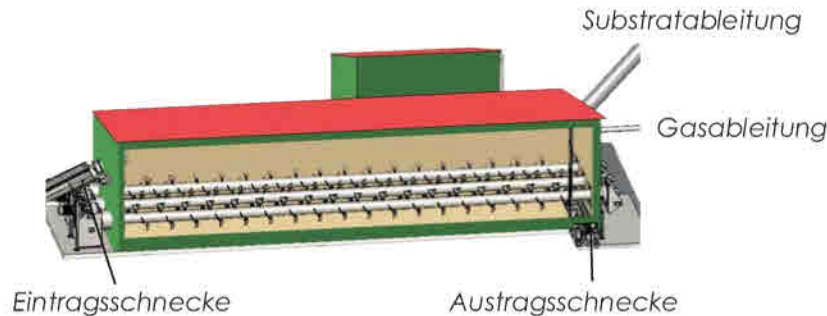


Die angelieferte Maissilage beim Eintrag in den Muser

- › Biomasse (Maissilage, Grassilage als Feststoffsubstrat) wird zu einem gleichmäßigen Substrat (Mus) auf eine Fasergröße von höchstens 2 bis 3 mm zerkleinert; dabei wird Wasser freigesetzt, welches zu einer Verbreitung des Substrates führt
- › Einsatz wechselbarer Muserscheiben für eine optimale Struktur - entscheidend für die Intensität der biologischen Aktivität der Methanbakterien
- › Die hoch viskose Masse wird mit einem stetig arbeitenden Förderer (Förderschnecke) über den Eintragstrichter in den geschlossenen, klimatisierten Mischbehälter gefördert, bis dieser zu 2/3 gefüllt ist (Füllmasse: ca. 20t)
- › Schon während der Förderung wird Impfkulturflüssigkeit zugeführt

- Weg der Mais- bzw. Grassilage vom Muser in den Eintragstrichter (Zyklon) und von dort über die Eintragsschnecke in den Mischbehälter
- Impfkulturflüssigkeit wird schon beim Eintrag in den Mischbehälter zugesetzt

## 2. Mischprozess / Vorgärungsprozess



- › Im Mischbehälter wird das vorbenetzte Substratmuse mit Impfkulturflüssigkeit berieselt und gründlich durchmischt
- › Durch gegenläufige Drehrichtung der Paddelschnecken wird die optimale Umwälzung und Verteilung des Substrates gewährleistet
- › Vorgärung findet hier statt; schon nach wenigen Stunden erhebliche Methanausbeute
- › Boden- und Wandflächen werden durch das BHKW beheizt (Prozesstemperatur: 34 °C bis 38 °C)
- › Verweilzeit: 5 bis 7 Tage; danach vollständige Entleerung
- › Erzeugtes Methangas wird über einen Kondensatabscheider in einen zentralen Gastank abgeleitet
- › Weiterleitung des Substratmuses in die Gärbehälter
- › Nach Abschluss der Vorgärung sind bereits 40% bis 50% der Gesamtgasproduktion erzeugt



Blick in den leeren Mischbehälter; gegenläufige Drehrichtung der Paddelschnecken



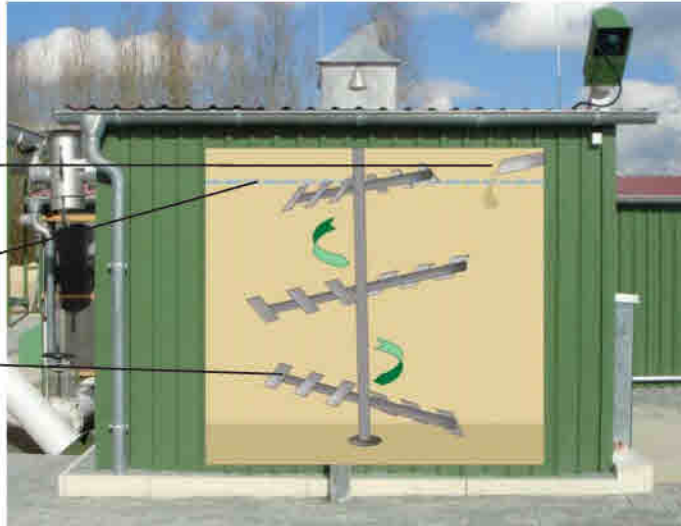
Probenentnahme  
Austragsschnecke des Mischbehälters; Gasableitungen von Mischbehälter und Impfkulturtank

### 3. Impfkulturaufbereitung

Portionsweise  
Zufuhr von  
Substratmus

Maximale  
Füllhöhe

Rührwerk



Blick in den Impfkulturtank

- › Der Impfkulturtank ist das anlagentechnische Herzstück der Biogasanlage, da die Qualität der Impfkulturflüssigkeit maßgeblich ist für die Qualität und Quantität der Methanproduktion
- › Gasdicht abgeschlossen und auf Prozesstemperatur klimatisiert
- › Rekultivierung der Gärflüssigkeit und der Sickersäfte aus dem Misch- und den Gärbehältern
- › Bis max. 5% des vorgegorenen Substrats wird aus dem Mischbehälter abgezogen und mit der gesammelten Flüssigkeit über ein Rührwerk vermischt
- › Die Züchtung der Methanbakterienkultur erfolgt nach festgesetzter Rezeptur
- › Ausgleich von Flüssigkeits- oder pH-Wert-Schwankungen durch Zuleitung von Frischwasser
- › Die Qualität der Impfkulturflüssigkeit wird an der Menge des produzierten Gases gemessen
- › Erzeugtes Methangas wird über einen Kondensatabscheider in einen zentralen Gastank abgeleitet

Zuleitung für  
das Rezirkulat



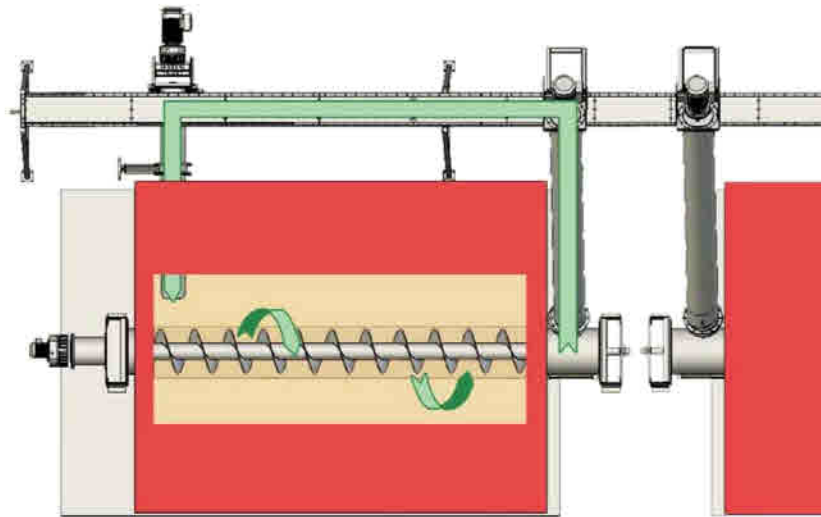
Verbindung zwischen Impfkulturtank und Mischbehälter für die portionsweise Zufuhr von Substratmus

## 4. Nachgärungsprozess

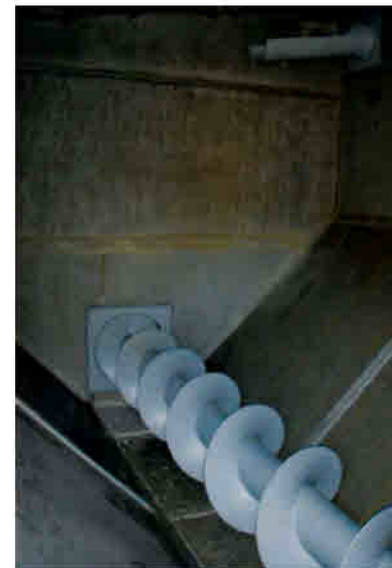


➔ Weg des vorgegärten Substrates in die Gärbehälter

- Gärbehälter sind luftdicht abgeschlossen und auf Prozesstemperatur erwärmt; mindestens 3 Behälter im Parallelbetrieb
- Das vorgegärte, auf 36 °C bis 38 °C erwärmte Substrat wird unter Ausschluß von Sauerstoff in Abständen von 1 bis 2 Tagen langsam vollständig umgesetzt (siehe Grafik unten)
- Dadurch wird eine intensive Nachgärung erreicht, die nach ca. 15 bis 20 Tagen abgeschlossen ist
- Dann wird der Gärbehälter über die Austrags- und Verteilerschnecke entleert

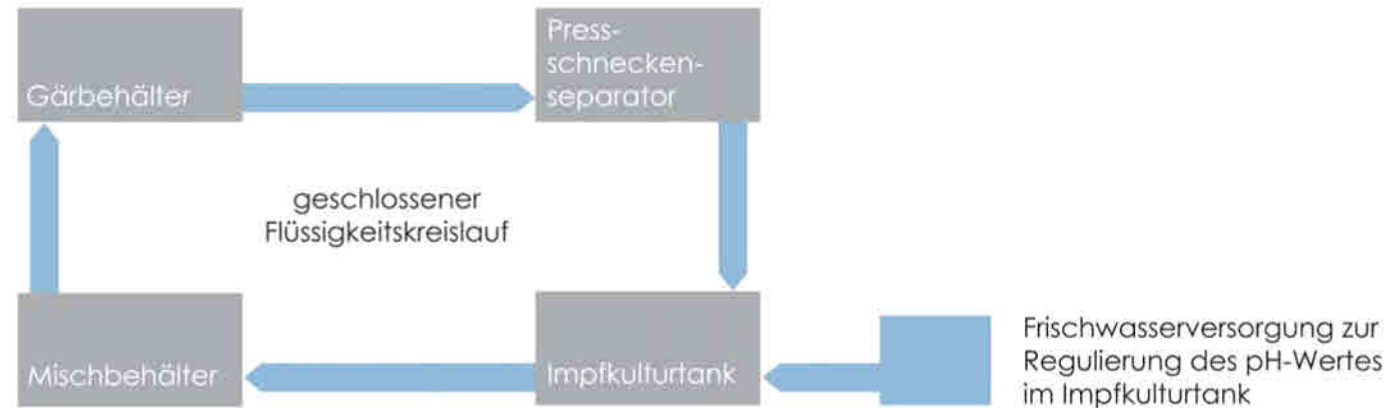


Umsetzung des Substrates während der Verweilzeit innerhalb eines Gärbehälters



Blick in einen leeren Gärbehälter

## 5. Austragen und separieren



Gärbehälter mit Pressschneckenseparator

- › Der aus dem Gärbehälter abgezogene Gärrest wird über die Verteilerschnecke in den Pressschneckenseparator transportiert und trocken gepresst
- › Entzug von Gärflüssigkeit: mindestens 50% bis 60%
- › Die ausgepressten Gärreste werden zur Verwendung als organischer Dünger gelagert beziehungsweise direkt an Verbraucher ausgeliefert
- › Weiterleitung der ausgepressten Gärflüssigkeit in den Impfkulturtank

## 6. Energiekreislauf



Gastanklager und BHKW

- › Erzeugtes Biogas wird in Elektro- und Wärmeenergie durch Verbrennen in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) umgewandelt
- › Nutzung der Wärmeenergie:
  1. Beheizung der Produktionshalle
  2. Beheizung des Bürotraktes des Betriebes
  3. Klimatisierung des Mischbehälters und der Gärbehälter

## Technische Beschreibung der mineralit<sup>®</sup> Trockenfermentieranlage am Standort Laage

Die technische Konzeption des mineralit<sup>®</sup>-Trockenfermentationsverfahrens sieht vor, dass Anlagen modular und auf der Basis eines Baukastensystems aufgebaut werden können. Das bedeutet, dass jede Anlage auf die jeweiligen Wünsche und Bedürfnisse des Kunden angepasst werden kann und eine kurze Bau- und Anlaufzeit eine schnelle Nutzung der Anlage ermöglicht. Komponenten der Anlage können jederzeit ergänzt bzw. funktionell verändert werden.

Dadurch ist es möglich mit diesem Anlagekonzept für das Thema Biogas völlig neue Zielgruppen zu erschließen, weil diese Anlagen in erster Linie darauf ausgerichtet sind betriebliche bzw. lokale Energieversorgungsprobleme (beispielsweise in Form von Betriebskraftwerken) kostengünstig zu lösen. Der Standort Laage ist dafür beispielgebend.

Dabei war es wichtig, eine Behälterkonstruktion zu finden, die eine einfache Montagebauweise mit einer sehr hohen Funktionssicherheit verbindet. Daraus ergab sich die Notwendigkeit, die Behälterkonstruktion als ein Verbundsystem zu konzipieren.

Die Eigenschaften von mineralit<sup>®</sup> (wird in der Fachwelt auch als Polymerbeton, Mineralguss oder Reaktionsharzbeton bezeichnet), mit der Möglichkeit großflächige freitragende Platten- und Formelemente in einer geringen Stärke (20 - 35 mm) und hohen Beständigkeit gegenüber aggressiven Medien herzustellen, waren ausschlaggebend für die gewählten Behälterkonstruktionen und bilden somit die Basis für das Gesamtkonzept.

Die vorgestellte Trockenfermentationsanlage ist eine komplett eigenständige Entwicklung und unterscheidet sich grundlegend vom allgemeinen Stand der Technik. Eine Beurteilung bzw. ein Vergleich der hier geplanten neuen Technologie auf der Grundlage der in der Literatur angegebenen Basisdaten für Biogasanlagen ist nicht möglich.

Durch das installierte Stoffstrom-Management und die Optimierung der mikrobiologischen Prozesse wird eine wesentlich verbesserte Funktion und Wirtschaftlichkeit der Anlage erzielt.

**Technische Leistungsparameter**

Durchschnittl. elektr. Leistung:  $120 \text{ kW/h}_{\text{elektr.}}$   
(Strommenge = ca. 839 540 kWh/a)

Durchschnittl. erzielte thermische Leistung:  $180 \text{ kW/h}_{\text{therm.}}$

**Inputstoffe (Basissubstrate)**

Maissilage (TS ca. 32%): 1 600 – 2000 t/a  
Inputstoffe pro Gärzyklus: ca. 22 t

Die Anlage ist für den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen (NaWaRo) konzipiert. Der Einsatz von Gras- oder Frischgetreide-, Sonnenblumensilage u.ä. ist ebenfalls möglich.

**Technisches Leistungskonzept**

Das Anlagenkonzept ist so ausgelegt, dass nach diesem Verfahren zur Zeit Anlagen mit einer elektrischen Leistung zwischen  $50 - 300 \text{ kW/h}_{\text{elektr.}}$  errichtet werden können.

**Dynamische Beanspruchung der Behälter**

Die notwendigen technischen Anlagenteile wie Förderschnecken- und Mischtechnik sind extra gelagert, so dass keine dynamischen Beanspruchungen an die Behälterkonstruktion weitergeleitet werden.

**Wärmeführung und Wärmedämmung**

Misch-, Gär- und Impfkulturbehälter sind als gasdichte und voll beheizbare Konstruktionen ausgeführt und sind komplett mit einer 100 mm starken Wärmedämmung verkleidet. Optional wird diese mit Schaumglas (z.B. von der Firma Glapor) oder MiWo-Platten ( $\lambda=035$ ) ausgeführt.

**Außenbekleidung/Witterungsschutz**

Als eine Variante für den äußeren Witterungsschutz ist die Bekleidung mit handelsüblichen Wellblechelementen ausgeführt.



## Chemische Beständigkeit von mineralit<sup>®</sup>

Die chemische Beständigkeit wurde durch Dauerlagerung von Prüfkörpern mit einem Größtkorn von 6 mm geprüft. Die Prüfkörper waren bei 23°C und 50% relativer Feuchte je zur Hälfte in das Medium eingelagert.

Beurteilung:           + beständig           o bedingt beständig           - unbeständig

+ Abwasser (Fäkalien)	+ Fettsäure (Tallölfettsäure)	+ Phenol
+ Aluminiumchlorid	o Hydraulikflüss. (z.B. Skydrol B500)	+ Phosphorsäure 10%
+ Ameisensäure 10%	+ Isopropylalkohol	+ Phosphorsäure 20%
+ Amine	+ Kaliumhydroxid 10%	o Salpetersäure konz.
+ Ammoniak 10%	+ Kaliumhydroxid 30%	+ Salzsäure 10%
+ Ammoniak 25%	+ Kaliumhydroxid 50%	+ Salzsäure 30%
+ Ammoniak, alkoholisch	+ Kalkmilch	o Salzsäure konz.
o arom. Kohlenwasserstoffe	+ Kerosin	+ Schmalz
- Äthylacetat	+ Lackbenzin	+ Schwefelsäure 10%
+ Äthylalkohol	+ Leinöl	+ Schwefelsäure 30%
+ Äthylalkohol 10%	+ Meerwasser	+ Schwefelsäure 50%
+ Benzin, normal	+ Melasse	o Schwefelsäure 80%
+ Benzin, super	+ Methanol	+ Seifenlösung
- Benzol	- Methylenchlorid	+ Silagefutter
+ Bier	+ Milch	+ Silikonlösung
+ Blut	+ Milchsäure 5%	- Tetrachlorkohlenstoff
+ Borsäure 3%	+ Milchsäure 10%	o Toluol
+ Butanol	+ Mineralöl	+ Traubensaft
o Butyläther	- Monochlorbenzol	- Trichloräthylen
- Chloroform	o n-Propylacetat	+ Wasser, deionisiert
+ Chlorwasser	+ n-Propylalkohol	+ Wasser, 90°C
+ Chromsäure 10%	+ Natriumkarbonat	+ Wasserstoffperoxid 3%
+ Chromsäure 20%	+ Natriumchlorid 5%	+ Wasserstoffperoxid 10%
o Chromsäure 40%	+ Natriumchlorid gesättigt	+ Wasserstoffperoxid 30%
+ Cyclohexan	+ Natriumhydroxid 10%	o Wasserstoffperoxid 80%
o Dibutylphthalat	+ Natriumhydroxid 30%	+ Wein
+ Dieselöl	+ Natriumhypochlorit 15%	+ Whisky
o Dioctylphthalat	o Nitropopan	o Xylol
+ Essigsäure 10%	+ Olivenöl	+ Zitronensäure 10%
+ Essigsäure 20%	+ Oxalsäure 10%	+ Zitronensäure 30%
+ Essigsäure 30%	- Perchloräthylen	
+ Essigsäure 80%	+ Petroleum	

## Kontakt

mineralit® GmbH  
Heinrich-Lanz-Strasse 4  
D-18279 Laage

Tel.: 0049/ 03 84 59/ 66 10  
Fax: 0049/ 03 84 59/ 66 123  
E-mail: [info@mineralit.com](mailto:info@mineralit.com)  
Web: [www.mineralit.com](http://www.mineralit.com)