FlexBio

Anaerobe Abwassertechnik

Effektiv, umweltfreundlich und kostengünstig

Produktkatalog

Gewerbliche und industrielle Abluftbehandlung:
Lebensmittel- und Getränkeherstellung,
Schlachtbetriebe, Industrie & Landwirtschaft

FlexBio Technologie GmbH
Otto Hahn-Straße 7a
37574 Einbeck

FLEXBIO TECHNOLOGIE

Telefon: +49 5561 980 90 10
E-Mail: vertrieb@flexbio.de
www.flexbio.de

INHALTSVERZEICHNIS

4 ABWASSERTECHNIK
6 LIEFERUMFANG
10 ANAEROBER FESTBETTREAKTOR
14 GASSPEICHER
16 GASAUFBEREITUNG
24 GASVERWERTUNG
30 BETREIBERMODEL
31 FLEXIBLE FINANZIERUNG
33 NACHHALTIGKEIT
36 SERVICE-LEISTUNGEN
37 POTENZIALERMITTLUNG
38 ANWENDUNGSBEISPIELE

DAS MACHT UNS INNOVATIV

Die anaerobe Abwasserbehandlung in kompakter Containerbauweise ist die erste und einzige ihrer Art. Diese ermöglicht in nur wenigen Verfahrensschritten eine effektive und effiziente Reinigung von Abwasser. Darüber hinaus sorgen unsere Anlagen für eine dauerhaft positive Energiebilanz.

DAS MACHT UNS EFFIZIENT

Weniger Klärschlamm – mehr Energie: Bei der von uns verwendeten anaeroben Abwassertechnik wird die Organik im Abwasser ausschließlich von Mikroorganismen umgewandelt. Es entsteht ein methanreiches Gas (ca. 60 – 95 Vol. CH_4).

DAS MACHT UNS FLEXIBEL

Durch die beispiellose Containerbauweise unserer anaeroben biologischen Abwasserbehandlungsanlagen ist es möglich unsere Systeme bequem zu transportieren, diese schnell und einfach zu installieren (Plug & Play) und mit weiteren Modulen auszustatten (Baukastenprinzip). Sie müssen heute nicht in die Endausbaustufe investieren. Sie investieren nach Bedarf.

DAS MACHT UNS NACHHALTIG

Wir erzeugen aus Ihrem Abwasser Energie. Die mit unseren Abwasserreinigungsanlagen verknüpft e Einsparung von CO2 vermeidet negative Umwelteinflüsse. Dabei wird kaum bis wenig Klärschlamm erzeugt. Diese Aspekte ermöglichen eine nachhaltige Unternehmensentwicklung und schaff en eine zusätzliche Einnahmequelle.

FlexBio
Abwassertechnik

VORTEILE EINER ABWASSER-BEHANDLUNGSANLAGE VON FLEXBIO

- Energieeffizient und kostensparend in allen Einsatzbereichen
- Einfache Betriebsführung
- Verlässliche Reinigung
- Entstehung von energiereichem Gas aus organischer Verschmutzung
- Nachhaltige und umweltschonende Energiequelle
- Dauerhaft e Verbesserung der CO2-Bilanz
- Reduzierung der organischen Belastung über 90 % möglich
- Anlagenleistung bleibt selbst bei wechselnden organischen und hydraulischen Belastungen gleich stark
- Anlagenkonzept kann um eine aerobe Behandlungsstufe und einen Membran-Bioreaktor erweitert werden. Dadurch werden selbst strengste Einleitungsgrenzwerte eingehalten

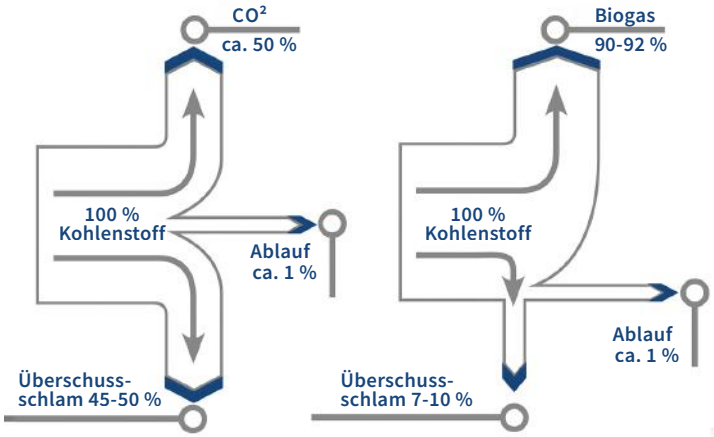
FLEXIBLE LÖSUNGEN

- Flexible Lösungen in kompakter und modularer Bauweise
- Flexible und transportfähige Containerbauweise
- Module können parallel aufgebaut und betrieben werden
- Flexible Größen in standardisieren ISO-Containern
- Gewonnenes Biogas kann flexibel energetisch genutzt werden
- Effektive Reduktion des Ammoniumstickstoffs, Nitrates und Phosphors optional möglich

ANAEROB VS. AEROBTECHNIK

Konventionelle Kläranlage (aerober Abbau)

FlexBio Kompaktkläranlage (anaerobe Vorbehandlung und aerobe Nachbehandlung)



Energieverbrauch bei der Reduktion von 1 KG CSB

Aerob (Belebtschlammverfahren)	0,7 - 1 kWh
Anaerob (Vergärung)	0,07 - 0,1 kWh

Zusätzlich entsteht in dem anaeroben Prozess aus 1 kg CSB ca. 0,35 m³ Methan > 3,5 kWh Primärenergie!

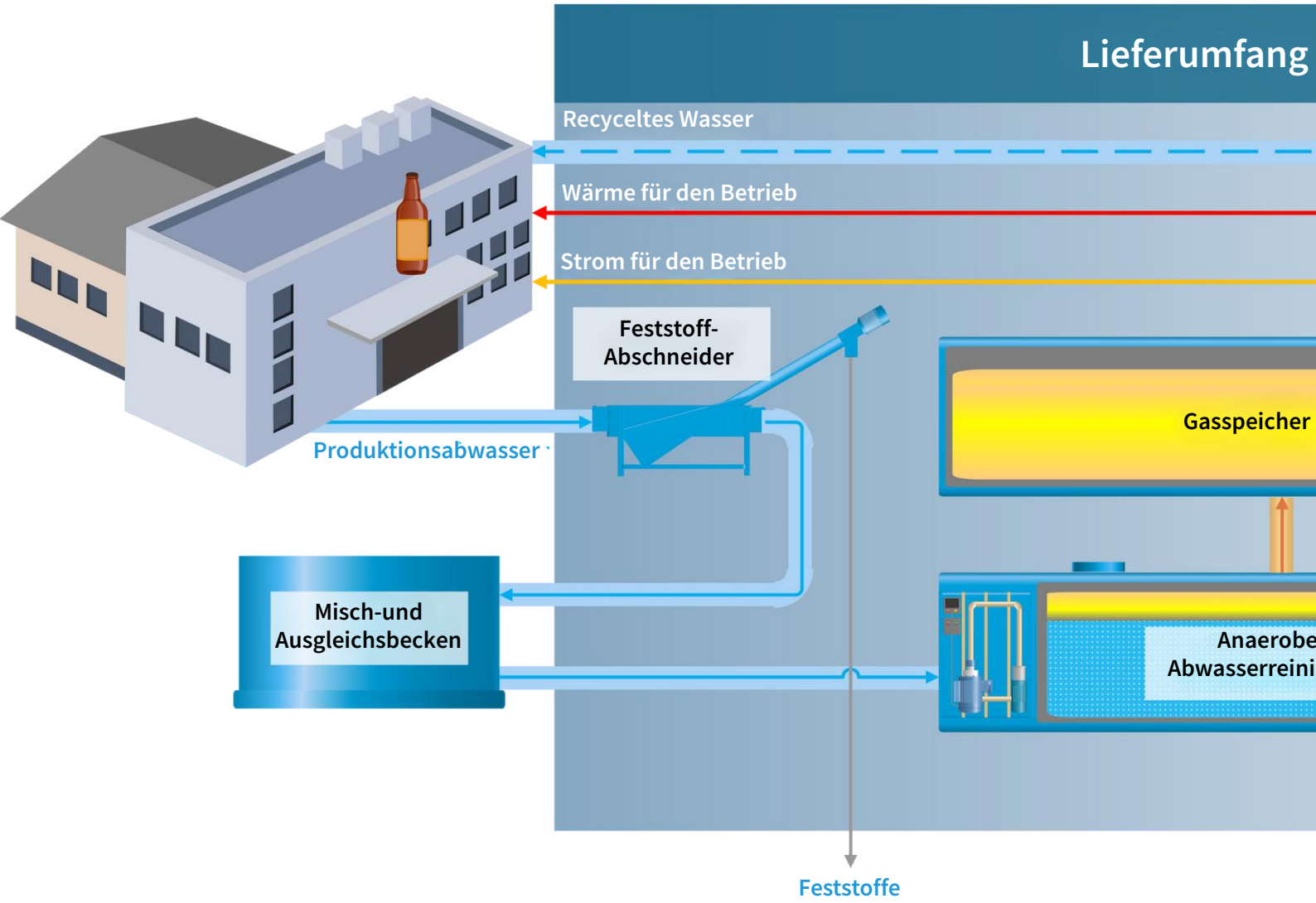
CSB= Chemisch-biologischer Sauerstoff -Bedarf
> Summenparameter für oxidierbare organische Verbindungen

UNSERE LEISTUNGEN

- Potenzial- und Bedarfsermittlung
- Verfahrenslieferung
- 3D-Modellierung
- Fertigungs- und Genehmigungsplanung
- Anlagenbau als GU
- Normgerechte Dokumentation
- Installation und Inbetriebnahme

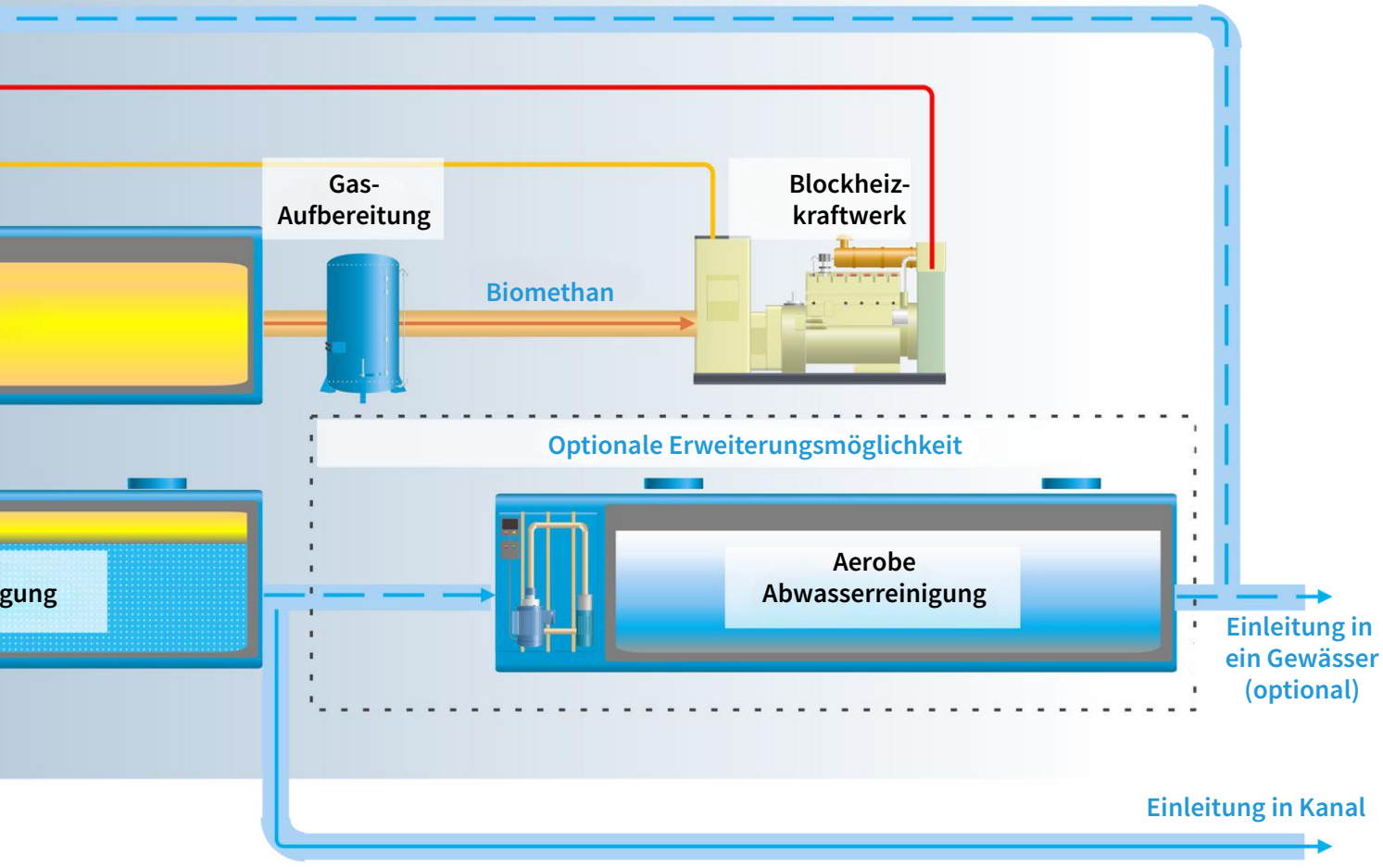
FlexBio –
Alles aus einer Hand

Vollständige Projektierung und



Umsetzung - alles aus einer Hand!

der FlexBio Technologie GmbH



FlexBio - Lieferumfang

Vollständige Biogasanlage für Ihren Betrieb

GASAUFBEREITUNG

- Gastrocknung
- Gas-Entschwefelung
- Gasverdichtung

AB SEITE 16

GASVERWERTUNG

- Gaskessel-Anlage
- Gas-BHKW
- Gas-Notfackel

AB SEITE 24

FlexBio
Anaerober Festbettreaktor

Vollständige anaerobe Behandlungsanlage vom Typ AF

HOCHLEISTUNGSBIOGASANLAGE

- Vergärung von flüssigen Substraten
- Behandlung von gewerblichen und industriellen Abwässern
- Vergärung von Flüssiggülle
- Abfallvergärung

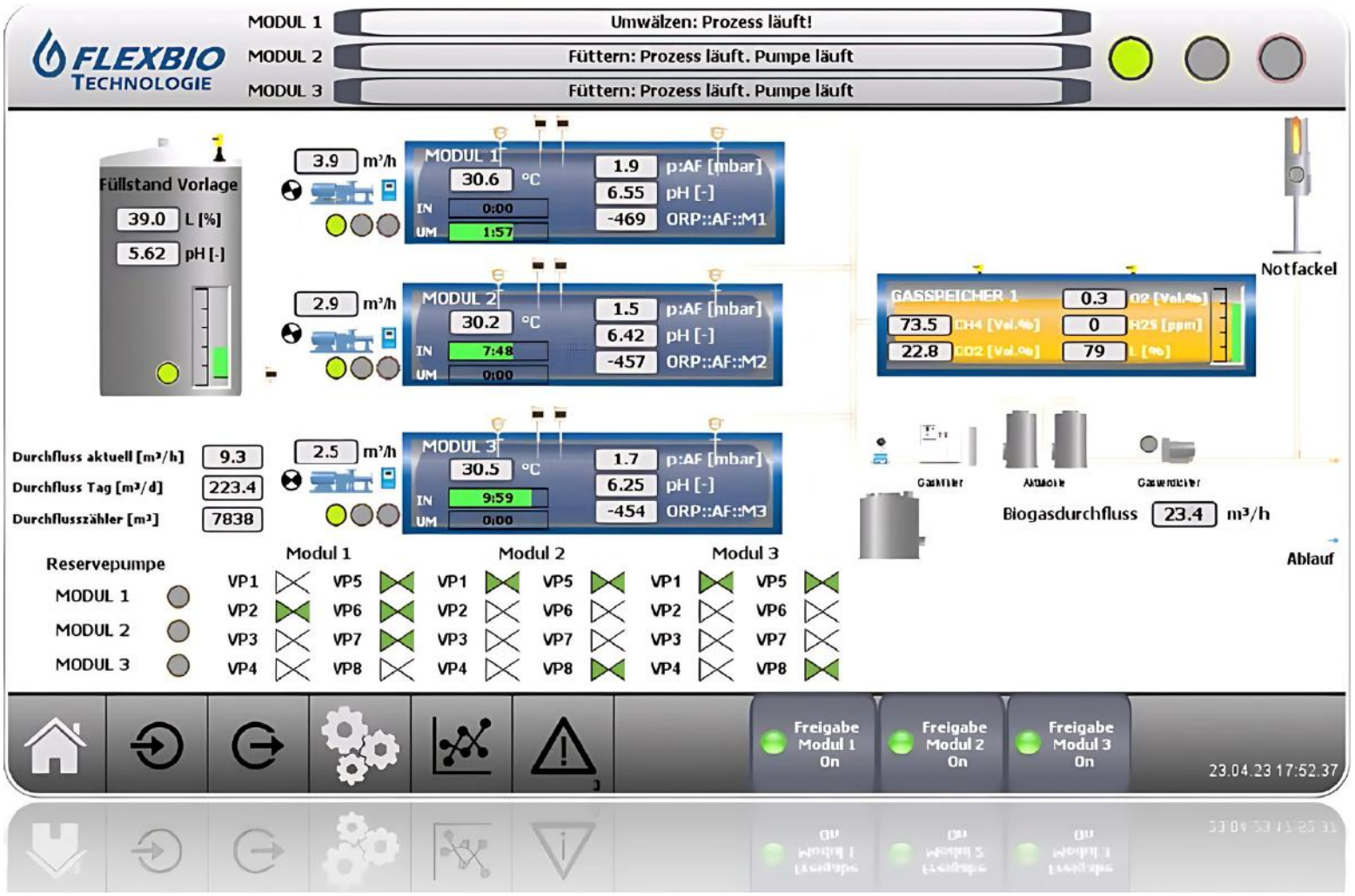
SYSTEMVORTEILE

- Kompakte Anlage in Containerbauweise (transportabel);
- Betriebsbereit, „schlüsselfertig“ bei Auslieferung (Plug & Play-Prinzip);
- Baukastenprinzip: modular und erweiterbar je nach Bedarf und Anforderungen;
- Einzelne Module können sowohl in Verbund als auch einzeln autark betrieben werden;
- Vollständige Anlage inkl. Steuerungs- und Sicherheitstechnik;
- Neuste und effizienteste Technik;
- Wartungsarm

ALLGEMEINE ANGABEN

Biologische Abwasservorreinigung mittels anaerobem Festbett ist mit Füllkörperschüttung, Aufstrom-Durchströmung mit externer Umwälzung und Wärmerückgewinnung ausgestattet. Das gesamte System wird mit kompletter Maschinentechnik – Pumpen, Rohrwärmetauscher für Wärmerückgewinnung, Rohrbündelwärmetauscher für Substraterwärmung, Schaltschrank mit Bedienfeld über HMI inkl. elektrotechnischer Ausrüstung und SPS in einem ISO-Container schlüsselfertig geliefert. Die Prozessüberwachung und Sicherheitstechnik erfolgt über bewährte Parameter (Überfüllsicherung, Gas-Drucküberwachung und -sicherung, pH, Redox, Leitfähigkeit, Temperatur, Druck, Füllstände, Durchfluss). Die Bauweise ermöglicht eine platzsparende Aufstellung nach dem Plug & Play- Prinzip, sodass die Anbindung der Containeranlagen bei den meisten Betrieben möglich ist. Der Anlagentyp lässt sich modular bei Bedarf erweitern. So kann die Anlagenkapazität mit steigenden Abwasseranfall mitwachsen. Neben dem Grundmodul können weitere Anlagenmodule in ein Anlagenverbund zusammengeschlossen zentral gesteuert werden.

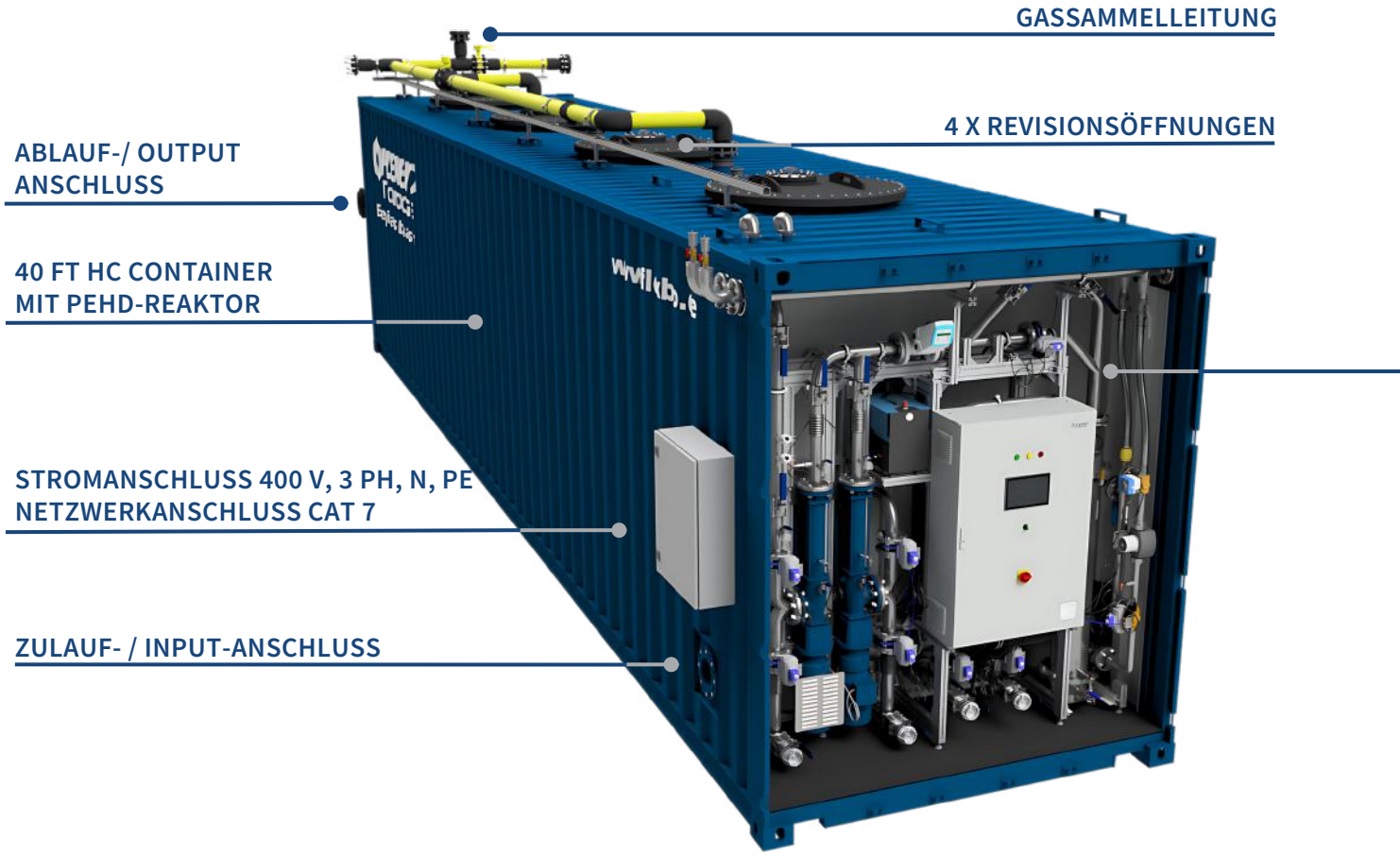
MODERNE STEUERUNG UND SOFTWARE



FlexBio

Anaerober Festbettreaktor

Vollständige anaerobe Behandlungsanlage vom Typ AF



ALLE ANSCHLÜSSE (WAHLWEISE LINKS ODER RECHTS)

MODERNE STEUERUNG

- Automatisierung und Überwachung aller Prozesse
- Übersichtliche Menüführung
- Visualisierung aller Prozesse
- Datenaufzeichnung; Alarmmanager; Benutzerverwaltung
- Diverse Soft ware-Datenschnittstellen optional konfigurierbar
- Schnittstellen über Hardwaresignale – digital / analog
- Kommunikationsschnittstelle / Fernzugriff über VPN-Router Mobil (optional) oder LAN
- Die Modulsteuerung ist für den optionalen Anschluss von weiteren Anlagenkomponenten und Erweiterungsmodulen ausgelegt

TYP
Bauart
Modul
Durchsatz max.
Organische Fracht (CSB) im Dauerbetrieb
Gasproduktion max.
Wärmeaufnahme (bei 25° Zulaufstemperatur)
Elektr. Nennleistungsaufnahme
Mittl. elektr. Leistungsaufnahme
Nennstrom
Gasanschluss
Zulaufanschluss
Ablaufanschluss
Heizungsanschluss (Vor- und Rücklauf)
Stromversorgung
Netzanschluss
Betriebstemperatur min./max.
pH-Zulauf min./max.
Zulauftemperatur min./max.
Transportabmessung
Transportgewicht
Bruttogewicht (betriebsbereit)

KOMPAKTER MASCHINENRAUM

REDUNDANTES PUMPENWERK

AF-50.HC.B	AF-100.HC.B	AF-100.HC.E	AF-180.HC.B	AF-180.HC.E
20ft ISO-Container HC	40ft ISO-Container HC		Spezialcontainer	
Basis/Master	Basis/Master	Erweiterung/Slave	Basis/Master	Erweiterung/Slave
4 m^3/h	8 m^3/h		14 m^3/h	
300 kg CSB/d	500 kg CSB/d		850 kg CSB/d	
4,0 m^3 CH4/h	6,7 m^3 CH4/h		11,3 m^3 CH4/h	
30 kW	60 kW		100 kW	
4,2 kW	4,6 kW		6,5 kW	
2,0 kW	3,5 kW		4,9 kW	
23 A	25 A		32 A	
Flansch DN100 PN16			Flansch DN100 PN16	
Flansch DN150 PN16			Flansch DN150 PN16	
Flansch DN200 PN16			Flansch DN300 PN16	
Flansch DN50 PN16			Flansch DN65 PN16	
400 V/3Ph/PE/50 Hz				
CAT 7				
30 - 38 °C				
6,3 - 8,0				
15 °C - 40 °C				
L 6,5 / B 2,5 / H 3,2 m	L 12,5 / B 2,5 / H 3,2 m		L 15,5 / B 3,0 / H 3,5	
9.150 kg	14.950 kg		25.250 kg	
36.750 kg	67.350 kg		121.230 kg	

FlexBio
Gasspeicher

Kompakte und modulare Niederdruckgasspeicher vom Typ GS

ALLGEMEINE ANGABEN

Funktion	Niederdruckgasspeicherung
Modulare Bauweise	Basismodul oder Erweiterungsmodell
Bauart	Membran-Kissen im ISO-Container High Cube
Standard-Farbe (Außen)	RAL 5010 blau oder nach Ihrer Wahl
Stützluft versorgung (nur beim Basismodell)	
Min. / Max. Gasbetriebsdruck	-1 / 5 mbar (Relativdruck)
Material	beidseitig PVC- / PU-beschichtetes Polyestergewebe
Füllstandsmessung	2 x Lasersensoren und / oder Seilzugsensor
Gasanschluss	Flansch DN100
Kondensatabfluss	Flansch DN100

TYP	GS-050.HC.B	GS-050.HC.E	GS-100.HC.B	GS-100.HC.E
Modul	Basis/Master	Erweiterung/Slave	Basis/Master	Erweiterung/Slave
Bauart	20ft ISO-Container HC		40ft ISO-Container HC	
Gasspeicher volumen	max. 35 m^3		max. 70 m^3	
Gasentnahme	max. 200 m^3/h			
Betriebsdruck	1 - 5 mbar			
Stützluft gebläse	Ventilator II 3G c IIB T3 X 04 ATEX; Volumenstrom 85 - 590 m^3/h; 0,18 kW, 400 V, Nennstrom 0,53 A			
Füllstandmessung	Zwei Messtellen: Laserdistanzsensor o. Seilzug; ATEX, Eigensicher, Zonen (0), 1, 2			
Transportabmessung	L 6,0 / B 2,5 / H 3,2 m		L 12,0 / B 2,5 / H 3,2 m	
Transportgewicht	2.700 kg		4.450 kg	

BESCHREIBUNG

Zur Gasspeicherung ist in einem ISO-Container eine Gasmembran in angepasster Containerform mit einem maximalen Volumen von 70 m^3 installiert. Auf die Gasmembran wird durch ein außen angebrachtes Radialgebläse (Stützluft gebläse) und eine nachgeschaltete Überdruckklappe ein Überdruck von maximal 5 mbar erzeugt (Einstellungsdruck 2 bis 2,5 mbar). Dieser Druck überträgt sich über die Gasmembranfolie auf den Gasraum und ergibt dadurch gleichzeitig den Biogas-Systemdruck. In dem Niederdruckgasspeicher (Gasmembranspeicher) wird das durch den anaeroben Prozess produzierte Gas zwischengespeichert. Die Druckabsicherung der Niederdruckspeicherung erfolgt mittels einer entsprechend dimensionierten Biogas-Über-/ und Unterdrucksicherung. Diese gewährleistet, dass der Biogasüberdruck 5 mbar und der Biogasunterdruck 1 mbar nicht überschritten wird.

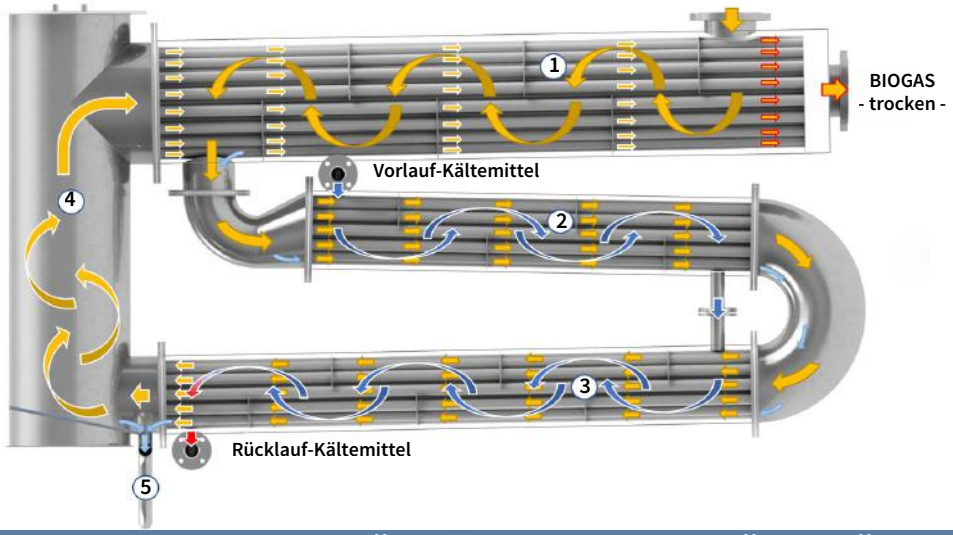
GASSPEICHER-MEMBRAN MIT UMLAUFENDER AUFHÄNGUNG

Gastrocknung vom Typ GKT

ALLGEMEINE ANGABEN

Funktion	Gaskühlung zur Entfeuchtung von Biogas, Klärgas und Deponiegas
Merkmale	Kompakte Bauform auf Rahmengestell, modularer Aufbau; hohe Verügbarkeit, Betriebssicherheit, geringer Wartungsaufwand; Nachrüstungsmöglichkeit von weiteren Modulen /Optionen.
Bauart des Kühlers	Rohrbündelwärmetauscher; max. zul. Betriebsdruck: rohrseitig ca. 0,5 bar, mantelseitig ca. 3 bar; geringer spezifischer Druckverlust gasseitig.
Kaltwassersatz	Luft gekühlter Verflüssiger für Außenaufstellung und Ganzjahresbetrieb; Industriell gefertigtes Seriengerät in Kompaktbauweise.
Kaltsolekreislauf	Rohrleitung aus Edelstahl inkl. Flansche, Schrauben, Dichtungen, erforderliche Hand- und Sicherheitsarmaturen.
Kondensatabscheidung	Formstück aus Edelstahl; Demister (Feintropfenabscheider) aus Edelstahl; Kondensatablauf über bauseitigen Kondensatschacht.
Werksmontage	Alle Komponenten betriebsbereit verrohrt und verkabelt; Schnittstellen nach außen geführt; befüllt mit Glykol; Inbetriebnahme werksseitig vorbereitet.
Aufstellungsbedingungen	Außen (-15 °C bis 35 ° C); Außerhalb von Ex-Zonen
Nennbetrieb	Kühlwasser 12 °C auf 7 °C bei 35 °C Außentemperatur. Die Jahresmitteltemperatur in unseren Breiten beträgt 11 °C.
Kälteschutzisolierung mit Begleitheizung (optional)	Dampfdiff usionsdichte Isolierung für Gastrocknung, Kondensatablauf und Kaltsolekreislauf, Ummantelung mit Aluminiumblech, Begleitheizung.
Kondensatabscheider mit Füllstandsüberwachung, Kondensatablauf über ein Ventil (optional)	Formstück aus Edelstahl; Gasdruck am Gaseintritt -10 bis +20 mbar (ü); Überwachung der Flüssigkeitssperre durch Stabsonde mit zwei Schalt-kontakten (ATEX); Kondensatablauf über Magnet- oder Druckluftventil (ATEX).
Technische Dokumentation	Bedienungsanleitung, R&I Fließbild, Aggregateliste, Ersatzteillisten und Einzeldokumentationen der Komponenten, Abnahme-/ Prüfzeugnisse. Die Produkte von FlexBio entsprechen der EG-Einbauerklärung im Sinne der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

TYP	GKT-WT100	GKT-WT200
Gas-Volumenstrom	50 m^3/h	100 m^3/h
Gaseintrittstemperatur	30 °C	30 °C
Gasaustrittstemperatur	10 °C	10 °C
Druckverlust Δp ca.	3 mbar	5 mbar
Menge Kondensat ca.	2,5 l/h	5 l/h
Nennkälteleistung	1,5 kW	4,7 kW
Elektr. Nennleistungsaufnahme	0,9 kW	3,0 kW
Mittl. elektr. Leistungsaufnahme (bei 15° C Außentemp.)	0,5 kW	2,1 kW
Nennstrom	4,1 A	14 A
Anlaufstrom	15,8 A	55 A
Stromversorgung	230 V/1Ph/PE/50 Hz	230 V/1Ph/PE/50 Hz
Gasanschluss	Flansch DN100	Flansch DN100
Transportabmessungen	2.200 x 900 x 1.200 mm	2.500 x 1.100 x 1.500 mm



LEGENDE

1. Wärmetauscher-1 Gas-Vorwärmung
2. Wärmetauscher-2 Gas-Kühler
3. Wärmetauscher-3 Gas-Kühler
4. Beruhigungsbehälter mit Demister (Feintropfenabscheider)
5. Kondensatabscheider mit Siphon

- Rohbiogas - feucht -
- Biogas - trocken -
- Biogas - trocken - vorgewärmt -
- Vorlauf-Kältemittel
- Rücklauf-Kältemittel

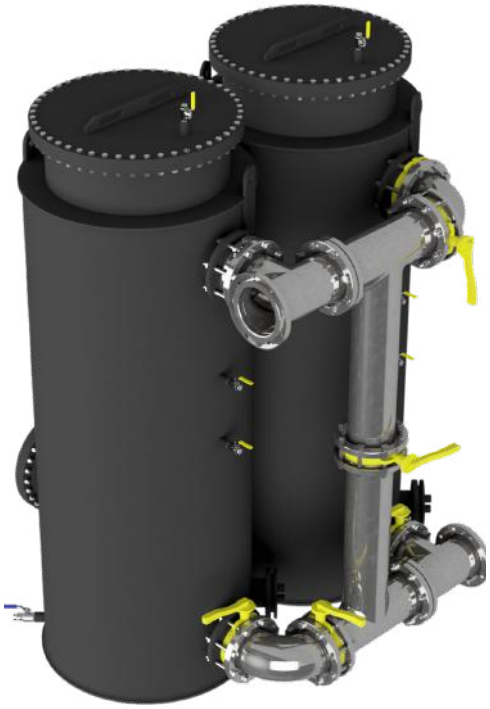
SCHEMA: GKT-WT600 - WÄRMETAUSCHER MIT WÄRMERÜCKGEWINNUNG

GKT-WT300	GKT-WT400	GKT-WT500	GKT-WT600
250 m^3/h	380 m^3/h	500 m^3/h	600 m^3/h
30 °C	35 °C	35 °C	35 °C
10 °C	5 °C	5 °C	5 °C
10 mbar	6 mbar	10 mbar	12 mbar
13 l/h	19 l/h	24 l/h	32 l/h
18,5 kW	25,5 kW	38,7 kW	44 kW
7,0 kW	8,5 kW	12,9 kW	14 kW
3,8 kW	4,9 kW	6,7 kW	8 kW
19,5 A	23 A	33 A	38 A
76 A	115 A	160 A	165 A
400 V/3Ph/PE/50 Hz	400 V/3Ph/PE/50 Hz	400 V/3Ph/PE/50 Hz	400 V/3Ph/PE/50 Hz
Flansch DN200	Flansch DN200	Flansch DN200	Flansch DN200
2.500 x 1.200 x 1.700 mm	3.100 x 1.400 x 1.800 mm	4.000 x 2.000 x 2.000 mm	4.500 x 2.000 x 2.000 mm

Gasreinigung mittels Aktivkohle vom Typ AK-H2S

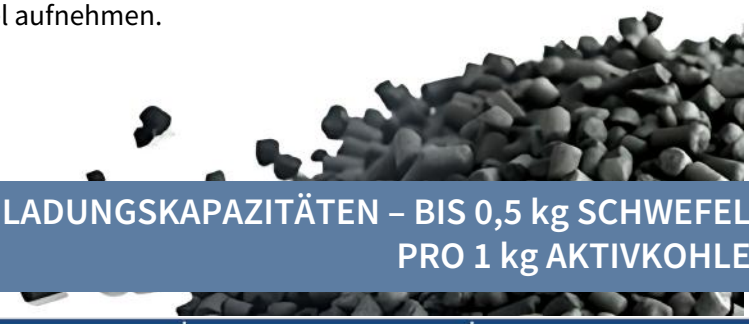
ALLGEMEINE ANGABEN

Funktion	Filteranlage zur Feinentschwefelung von Biogas.
Merkmale	Sichere und einfache Reinigung des Biogases. Die Filteranlage entfernt Schwefel von einigen Tausend bis auf 0 ppm. Die Filteranlage kann in Wechsel, parallel oder in Reihe betrieben werden. Integrierte Gaserwärmung erhöht die Reinigungsleistung und Standzeit der Aktivkohle. Robuste Technik, hohe Verfügbarkeit und Betriebssicherheit, geringer Wartungsaufwand.
Bauart	Der Aktivkohlefilter besteht aus zwei wärmeisolierten HDPW-Filterbehältern. Eine Filtereinheit besteht aus einer Bodenkammer mit dem Gaseingang, in der eine Gaserwärmung integriert ist. Aktivkohleschüttung und einer oberen Abdeckung mit dem Gasausgang. Die Filteranlage kann in Wechsel, parallel oder in Reihe betrieben werden.
Gaserwärmung	Um die Aufnahmefähigkeit der Aktivkohle zu erzielen, wird das Gas im Eingang erwärmt. Durch richtige Anordnung des Filters und die Gaserwärmung stellt sich die relative Gasfeuchte idealerweise im Bereich um 40 % bis 60 % ein. Die Wärmeisolierung und Gaserwärmung verhindert die Kondensatbildung und verlängert die Standzeit und Aufnahmefähigkeit der Aktivkohle durch Trockenhaltung des Filters.
Sauerstoff versorgung	Ein Sauerstoffgehalt im Gas von unter 0,3 % sollte vermieden werden, der Idealbereich liegt bei 0,5 %, da die Entschwefelung bei zu geringer Sauerstoff menge zum Erliegen kommt.
Technische Dokumentation	Bedienungsanleitung, Ersatzteilliste der Komponenten, Abnahme-/ Prüfzeugnisse. Die Produkte von FlexBio entsprechen der EG-Einbauerklärung.



BESCHREIBUNG

Die Feinentschwefelung mit Aktivkohle ist seit vielen Jahren ein bewährtes Verfahren zur Beseitigung von Schwefelwasserstoff (H2S) aus Biogas. Der Schwefelwasserstoff wird von der Aktivkohle vollständig zurückgehalten, der Rest des Biogases, vorwiegend Methan und Kohlendioxid, geht durch die Aktivkohle hindurch. Die Standzeit der Aktivkohle hängt im Wesentlichen vom Gehalt an Schwefelwasserstoff im Biogas und dem Biogas-Volumenstrom ab. Die erschöpfte (beladene) Aktivkohle ist reich an elementarem Schwefel. Die Aktivkohle kann bis zu 50 % des Eigengewichtes an Schwefel aufnehmen.



BELADUNGSKAPAZITÄTEN – BIS 0,5 kg SCHWEFEL PRO 1 kg AKTIVKOHLE

TYP	AK-H2S.200	AK-H2S.300	AK-H2S.400	AK-H2S.500
Bauart	Zwei wärmeisolierte HDPE-Filterbehälter mit Aktivkohleschüttung			
Material	HDPE / Edelstahl			
Gesamtvolumen	2 x 0,65 m^3	2 x 1 m^3	2 x 2,1 m^3	2 x 3,2 m^3
Gasdurchfluss max.	250 m^3/h	400 m^3/h	600 m^3/h	800 m^3/h
Betriebsdruck	-10 bis +20 mbar		-10 bis +40 mbar	
Aktivkohle-Füllmenge	0,8 m^3 / 400 kg	1,3 m^3 / 650 kg	2,4 m^3 / 1.200 kg	3,4 m^3 / 1.700 kg
Gasanschluss	DN 100	DN 150	DN 200	DN 250
Transportabmessungen	2.000 x 1.400 x 1.600	2.800 x 1.500 x 1.800	2 Stk. 2.900 x 1.500 x 1.500	2 Stk. 3.100 x 1.800 x 1.800
Transportgewicht (leer)	350 kg	600 kg	900 kg	1.200 kg

Gasreinigung mittels biologisch-chemischer Entschwefelung vom Typ BioH2S

ALLGEMEINE ANGABEN

Funktion	Filteranlage zur biologisch-chemischen Entschwefelung für Biogas.
Merkmale	Gezielte, vollständige Entfernung von H2S (bis zu 100.000 ppm) auf Nullniveau; zuverlässige Entschwefelung prozessbedingter H2S-Spitzen; kein Umgang mit Chemikalien; kein Umgang mit wassergefährdenden Stoffen.
Bauart	Die Filteranlage besteht aus einem wärmeisolierten HDPE-Filterbehälter. Das unbehandelte, warme und feuchte Gas durchströmt den Anlagen-Behälter, welcher mit Oxigranulat (Pellet) befüllt ist. Der Schwefelwasserstoff wird gezielt und vollständig aus dem Rohgas entfernt und zu elementarem Schwefel umgewandelt. Der Frischwasser- und der Prozesswasseranschluss können über Kugelhähne manuell, pneumatisch oder elektrisch betätigt werden. Optional kann die Anlage mit Gasmesstechnik, den dazugehörigen Probenahmenstutzen, einer Frischluft dosierung und Rohgaskonditionierung ausgestattet werden.
Werksmontage	Alle Komponenten betriebsbereit verrohrt und bei der Auslieferung mit Oxigranulat befüllt.
Aufstellungsbedingungen	Außen (-15 °C bis + 40 °C); Einrichtung einer Ex-Zone im Regelbetrieb nicht erforderlich.
Technische Dokumentation	Bedienungsanleitung, Ersatzteilliste der Komponenten, Abnahme-/ Prüfzeugnisse. Die Produkte von FlexBio entsprechen der EG-Einbauerklärung.

PELLETSVERBRAUCH: 3,7 kg/1000 Nm³ ROHGAS BEI EINER H2S-KONZENTRATION VON 1.500 ppm

BESCHREIBUNG

Bei den FLEXBIO-BioH2S-Anlagen handelt es sich um eine biologisch-chemische Feinentschwefelung für nicht getrocknetes Biogas. Dies ist eine seit vielen Jahren bewährte, kostengünstige Methode, um hohe bis sehr hohe Frachten an Schwefelwasserstoff zu reduzieren. Der biologische Wirkungsgrad dieser Anlagen ist optimal auf die mikrobiologischen Verhältnisse (H2S- Konzentration, Feuchtigkeit, Temperatur) abgestimmt. Das Biogas wird im Rohzustand (feucht, warm) in die Entschwefelungsanlage eingeleitet, d. h. es muss nicht kostenintensiv getrocknet werden. Darüber hinaus macht die optimale Schüttgutstruktur des Filtermateriales die zusätzliche Installation von Verdichtern überflüssig.

OXI-PELLETS

TYP	BioH2S.200	BioH2S.400	BioH2S.600
Bauart	Wärmeisolierter HDPE-Filterbehälter mit		
Material	Oxigranulatschüttung HDPE / Edelstahl		
Gesamtvolumen	6 m³	11 m³	16 m³
Gasdurchfluss max.	200 m³/h	400 m³/h	600 m³/h
Oxipellets-Füllmenge	2,5 m³ / 1.250 kg	5 m³ / 2.500 kg	7,5 m³ / 3.250 kg
Betriebsdruck	-10 bis +40 mbar		
Stromanschluss	0,75 kW, 400V		1,1 kW, 400V
Gasanschluss	DN 100	DN 150	DN 200
Frischwasser (2 bar)	DN 25 / Verbrauch max. 3 m³/a	DN 25 / Verbrauch max. 6 m³/a	DN 25 / Verbrauch max. 9 m³/a
Prozesswärme (50°C - 80°C)	DN 32 max. 5 kW	DN 32 max. 10 kW	DN 32 max. 15 kW
Transportabmessungen	2.800 x 1.800 x 3.500	3.000 x 2.250 x 3.500	3.200 x 2.500 x 3.500
Transportgewicht (leer)	2.270 kg	3.130 kg	4.050 kg

Die Konzentration von H2S wird in ppm (parts per million; entspricht ml/m³) angegeben. Zur Umrechnung in mg/m³ kann der Faktor 1,4 verwendet werden, z. B. 1.000 ppm H2S entsprechen 1.400 mg/m³ H2S oder 1.326 mg/m³ Schwefel (S).

Gasverdichterstation vom Typ SKV

ALLGEMEINE ANGABEN

Funktion	Spezieller Seitenkanalverdichter zur Ansaugung und Verdichtung von Biogas und Erdgas.
Merkmale	Kompakte Bauform mit Witterungsschutz und Schalschutz (optional) zur Außen-aufstellung, modularer Aufbau; hohe Verfügbarkeit, Betriebssicherheit, geringer Wartungsaufwand; Nachrüstungsmöglichkeit von weiteren Modulen / Optionen.
ATEX	Die Geräte entsprechen innen und außen der ATEX Direktive Gruppe II Kategorie 2G oder wahlweise 3G. Die Temperaturklasse ist T3 (200 °C). Sie können in der Ex-Zone 1 (2G) oder 2 (3G) eingesetzt werden.
Gasrückführung	Durch die optionale Sicherheitsgasrückführung (Umlaufregelung / Bypass) mit integriertem Druck-Sicherheitsventil wird der Ein- und Ausgang des Verdichters bei einer druckseitigen Blockade kurzgeschlossen. Das Gerät ist so dimensioniert, dass auch bei diesem Betriebszustand eine ausreichende Kühlung gewährleistet ist.
Sicherheit	Bei Überhitzung des Gases (z. B. durch Umlaufregelung) erfolgt eine Notabschaltung des Gerätes. Optional kann eine Drucküberwachung (anstelle der seriellen Druckanzeige) und Not-Abschaltung realisiert werden.
Druckregelung	Die Umlaufregelung kann zur Konstantdruck-Regelung verwendet werden. Mögliche Einstellwerte für das Drucksicherheitsventil sind zwischen 30 - 300 mbar für den Beginn der Ventilöffnung.
Werksmontage	Alle Komponenten betriebsbereit verrohrt und verkabelt; Schnittstellen nach außen geführt; Inbetriebnahme werksseitig vorbereitet.
Aufstellungsbedingungen	Außen (-15 °C bis + 35 °C)
Technische Dokumentation	Bedienungsanleitung, R&I Fließbild, Ersatzteillisten und Einzeldokumentationen der Komponenten, Abnahme-/ Prüfzeugnisse.

ATEX-SEITENKANALVERDICHTER IN KOMPAKTER BAUWEISE ZUR AUSSENAUFSTELLUNG

TYP	SKV03	SKV04
Nenndurchfluss	50 m^3/h	100 m^3/h
Nenndruck		
Nennleistungsaufnahme	0,55 kW	0,75 kW
Nennstrom	1,6 A	2,0 A
Anlaufstrom	4,0 A	6,0 A
Stromversorgung		
Gasanschluss	Flansch DN40	
Abmessung	1.250 x 500 x 650	

SKV08: BAUWEISE IM CONTAINER

SKV05	SKV06	SKV07	SKV08
180 m³/h	250 m³/h	350 m³/h	450 m³/h
50 mbar			
1,1 kW	2,2 kW		3 kW
2,6 A	5.0 A		6,6 A
6,0 A	10,0 A		16 A
400 V/3Ph/PE/50 Hz			
Flansch DN50		Flansch DN80	
1.350 x 600 x 750		1.500 x 800 x 900	

FlexBio
Gasverwertung

Blockheizkraftwerk BHKW-Container in Plug & Play Bauweise

ALLGEMEINE ANGABEN

Unsere Blockheizkraftwerke (BHKW) arbeiten nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung, angewandt in äußerst schallarmen Gehäusen, auf kleinster Fläche. Die Grundmodule basieren auf optimierten Industriegasmotoren und einem wassergekühlten Generator mit integrierter Schmierung der Lager. Die gesamte Wärme wird über einen Wärmetauscher, einen Abgastauscher und einen Brennwerttauscher gewonnen und für den Wärmebedarf bis zu einer Vorlauftemperatur von max. 95 °C zur Verfügung gestellt. Der vom Generator erzeugte Strom kann direkt in das Hausnetz des Gebäudes zum Eigenverbrauch und / oder als überschüssiger Strom in das öffentliche Netz des Netzbetreibers eingespeist werden.

EINSATZ DA, WO DIE ENERGIE DIREKT BENÖTIGT WIRD

Zur dezentralen Energieversorgung werden immer häufiger BHKW eingesetzt. Mit hohem Wirkungsgrad können erneuerbare und fossile Brennstoffe zu Strom und Wärme umgewandelt werden. Richtig interessant werden die Anlagen, wenn die Leitungslänge gering bleibt. Hier werden die BHKW-Container am häufigsten eingesetzt.

EINSATZ DA, WO DIE ENERGIE DIREKT BENÖTIGT WIRD

- Einfache, unkomplizierte Aufstellung und Inbetriebnahme am Einsatzort
- Nachrüsten eines Kleinkraftwerks ohne zusätzlichen Gebäudebedarf
- Kurze Bauzeit, Kosteneinsparungen durch weniger Vor-Ort-Montage
- Beste Anlagen-Qualität durch den hohen Anteil der Vormontage
- Guter Schutz der Anlage vor Witterung, Staub, mechanischer Beschädigung
- Schnell verfügbare Energie

TYP	BHKW-EG20	BHKW-BG20	BHKW-EG50	BHKW-BG50
Kraftstoff	Biomethan/Erdgas	Biogas	Biomethan/Erdgas	Biogas
Wasserstoff-Beimischung (H2 ready)	bis 30 %			
Elektrische Leistung	5 - 20 kW		10 - 50 kW	
Thermische Leistung	18 - 44,6 kW	17,4 - 43 kW	55 - 101 kW	53,1 - 97,4 kW
Wirkungsgrad gesamt	102,2 %	105 %	102 %	103,40 %
Elektrischer Wirkungsgrad	31,7%	33,3 %	34,8 %	35,1 %
Thermischer Wirkungsgrad	70,6 %	71,7 %	67,2 %	68,3 %
Vorlauftemperatur	max. 95 °C			
Rücklauftemperatur	max. 75 °C			
Schalldruckpegel BHKW (1m Entfernung)	< 49 dB(A)		< 50 dB(A)	
Heizungsanschlüsse	DN 32 1“ IG			
Gasanschluss	DN 20 3/4“ AG	DN 25 1“ AG		DN 32 1 1/2“ AG
Abgasanschluss	DN 80, PPS Typ B, max. 120°C			
Aufstellmaß (LxBxH mm)	1416 x 860 x 1367		1646 x 860 x 1510	

Namenhafte HERSTELLER

smartblock
POWERED BY KW ENERGIE

A-TRON

WOLF
[POWER SYSTEMS]

2G

BHKW-CONTAINER: 75 kW ELEKTRISCH

EINSATZBEREICHE

- Nutzung von Biogas / Klärgas aus der anaeroben Abwasserreinigung
- Nutzung von Biogas aus Abfallvergärung
- Nutzung von Biogas aus Gülle-Biogasanlagen in der Landwirtschaft

BHKW-EG75	BHKW-BG75	BHKW-EG100	BHKW-BG100
Biomethan/Erdgas	Biogas	Biomethan/Erdgas	Biogas
bis 40 %			
37,5 - 75 kW	36 - 72 kW	45 - 90 kW	42 - 88 kW
92,8 - 139,8 kW	113,5 - 174,7 kW	113,5 - 174,7 kW	105 - 170,5 kW
102,5 %	102,4 %	106,1 %	103,9 %
35,8 %	34,6 %	36,1 %	35,1 %
66,7 %	67,8 %	70 %	68,8 %
max. 90 °C			
max. 70 °C			
56,8 dB(A)		57 dB(A)	
DN 32 1 1/2“ IG			
DN 25 1“ AG		DN 32 1 1/2“ AG	
DN 120, Stutzen, max. 130°C			
2640 x 960 x 1710		2870 x 960 x 1730	

WEITERE BHKW-GRÖSSEN AUF ANFRAGE

- Biogas: 7,5 bis 2.000 kWel
- Wasserstoff: 75 bis 750 kWel
- Biomethan: 7,5 bis 3.360 kWel
- Sowie unterschiedliche Mischverhältnisse von Biogas-H2-Biomethan / Erdgas

Biogas-/ Biomethan-Kessel – Plug & Play Bauweise

ALLGEMEINE ANGABEN

Gaskessel für Biogas oder Biomethan erzeugen Wärme durch die Verbrennung von Gas. Biomethankessel sind im Grunde Erdgaskessel, da Biomethan Erdgasqualität hat. Wenn Biogas verwendet wird, hat es einen geringeren Methananteil und einen höheren CO2-Anteil als Erdgas. Biogaskessel sind daher auf diese andere Gaszusammensetzung abgestimmt. Ein Teil der Wärme wird von der Biogasanlage selbst benötigt, z. B. für die Fermenter, der Rest kann z. B. über ein Wärmenetz zur Wärmeversorgung von Prozessen und Gebäuden beitragen.

LEISTUNGSBEREICHE

- Thermische Leistung: 15 bis 1.200 kW

EINSATZBEREICHE

- Nutzung von Biogas / Klärgas aus der anaeroben Abwasserreinigung
- Nutzung von Biogas aus Abfallvergärung
- Nutzung von Biogas aus Gülle-Biogasanlagen in der Landwirtschaft

BIOGASKESSEL: 300 BIS 1.200 kWth

STEUERUNG DER BIOGASKESSEL-ANLAGE

BIOGASKESSEL: 15 BIS 30 kWth

Biogas-Fackel – Schadlose Gasentsorgung

ALLGEMEINE ANGABEN

Mit der Biogas-Fackel vom Typ FLEXBIO-GF steht dem Betreiber eine automatisch arbeitende, sichere und emissionsarme Gasfackel zur Verfügung. Die FLEXBIO-Biogas-Fackel gewährleistet durch ihre robuste und funktionelle Bauweise vor allem eine lange Lebensdauer, einen geringen Wartungsaufwand und eine ständige Verfügbarkeit. Die Gasfackel arbeitet vollautomatisch, d. h. nach Eingang des Start- bzw. Stoppsignals öffnet die Steuerung automatisch die entsprechenden Armaturen und leitet gleichzeitig den Zündvorgang ein. Die Flamme wird durch einen UV-Sensor kontinuierlich überwacht. FLEXBIO-Biogas-Fackeln sind komplett aus Edelstahl gefertigt und mit hochwertigen Komponenten / Armaturen ausgestattet. Die robuste Bauweise garantiert eine lange Lebensdauer bei geringem Wartungsaufwand.

EIGENSCHAFTEN

- Vollautomatisch arbeitende Gasfackel zur Verbrennung von Biogas und anderen brennbaren Gasen entsprechend TA-Luft 5.4.8.1a2 und EN 746-2
- Automatisches Magnet-/ Motorventil EG baumustergeprüft
- Flammen-Rückschlagsicherung mit ATEX-Zertifikat
- Kondensatableitung mit Kugelhahn
- Vollständig aus Edelstahl
- Optionale Drucksteuerung
- Optionale elektrische Armaturenheizung
- Verdeckte Flamme (optional)
- Diverses Zubehör optional erhältlich

Seit 2014 ist es Pflicht eine zusätzlichen fest Installierten Gasverbraucher zu haben, der im Störfall das gesamte erzeugte Gas verbrennen kann, damit kein Methan unverbrannt in die Umwelt gelangt.

TYP	GF-15	GF-40	GF-50	GF-80
Thermische Leistung	33 - 100 kW	65 - 250 kW	130 - 500 kW	300 - 900 kW
Gas-Durchsatz	5 - 15 Nm^3/h	10 - 40 Nm^3/h	20 - 80 Nm^3/h	50 - 120 Nm^3/h
Methangehalt	30 - 70 %			
Gas-Vordruck	30 -80 mbar		10 - 60 mbar	
Gasanschluss	DN 32 1" IG		DN 50 / PN 10	DN 100 /PN 10

WEITERE GRÖSSEN AUF ANFRAGE ERHÄLTLICH

BIOGAS-FACKEL: GF-15

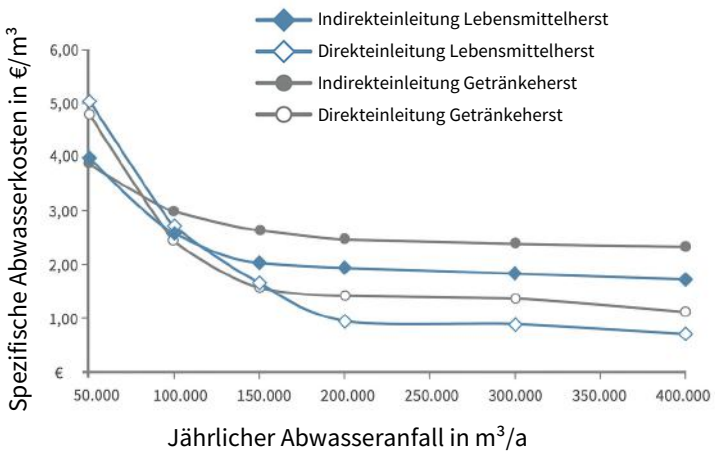
FlexBio
Flexible Finanzierung

SPEZIFISCHE KOSTEN BEI ABWASSERBEHANDLUNG MIT FLEXBIO-ANLAGEN

Betreibermodell oder Eigenbetrieb?

Der Betreiber steht bei einer größeren Investition in eine betriebliche Kläranlage immer vor einer Finanzierungsfrage. Bei der Entscheidung spielen zahlreiche Faktoren eine Rolle. Bei einem Kauf oder Leasing betreiben Sie die Anlage selbst und tragen damit auch die Verantwortung für die Leistungsfähigkeit der betrieblichen Kläranlage. Hier ist wichtig zu wissen, dass neben der Investition das Vorhalten vom Fachpersonal bzw. Betriebspersonal und Betriebsausstattung erforderlich ist. Zwar fallen die spezifischen Behandlungskosten bei einem Contracting höher aus als beim Eigenbetrieb, dennoch kommen Sie in den Genuss von vielen Vorteilen des Betreibermodells. Sie kaufen lediglich die erzeugte Leistung und den Nutzen unserer Anlage. Sie zahlen einen festgelegten Betrag für behandeltes Abwasser, haben volle Kostenkontrolle und können sich so auf Ihr Kerngeschäft konzentrieren. Nebenstehendes Diagramm gibt eine Übersicht über spezifische Behandlungskosten.

FlexBio-Behandlung: Berechnungsgrundlage sind 10 Jahre AfA, Einnahmen aus Gasverwertung und alle relevanten Kosten.



Investitionen in Abwasserbehandlung oder Abgabe an kommunale Kläranlage?

Bei einer bestimmten Größe des einleitenden Betriebes wird eine indirekte Einleitung (an die zentrale Kläranlage) übermäßig teuer. Bei einer Indirekteinleitung fallen neben den festgesetzten Abwassergebühren oft Verschmutzungsgrad abhängige Zuschläge (Starkverschmutzungszuschlag) an.
In einigen Fällen ist eine Erweiterung des Betriebes durch die begrenzten Kapazitäten der kommunalen Kläranlage gefährdet. Wir bieten bereits für kleine Betriebe eine kompakte und gewinnbringende Lösung an!

VORTEILE EINER BETRIEBLICHEN FLEXBIO-BEHANDLUNGSANLAGE

- Günstigere Lösungen als Indirekteinleitung
- Bereits für kleinere Betriebe geeignet
- Unabhängigkeit von Kapazitäten der zentralen Kläranlage
- Dauerhaft e und kalkulierbare Kostenkontrolle
- Jederzeit erweiterbar durch modulare Bauweise der FlexBio-Anlagen

Flexible Finanzierung

Für unsere modularen Behandlungsanlagen bieten wir Leasing als Finanzierungsalternative an. Somit können Sie schnell und flexibel reagieren. Dazu richten wir unsere Vertragsangebote speziell nach Ihren Bedürfnissen aus, z. B., durch eine Anpassung der Ratenzahlungen und durch flexible Servicemodelle. Keine Finanzierungsart ist so flexibel wie die einer Leasingkonstellation. Die Zahlung entspricht dem wirtschaftlichen Nutzen Ihres Objektes. Alles kann durch eine Leasingalternative optimal gedeckt werden. Der Leasingnehmer ist bereits ab Vertragsbeginn wirtschaftlicher Eigentümer des Objektes und mit Zahlung der letzten Rate automatisch zivilrechtlicher Eigentümer. Wir können Ihnen gern Ihr passendes Leasingangebot für die geplante Abwasserbehandlung zusammenstellen. Dies können wir durch unsere ausgewählten Partner gestalten und Ihnen so für Ihr Unternehmen individuelle Lösungen anbieten – bedarfsgerecht, flexibel und kundenorientiert.

LEASING VORTEILE

- Schonung von Liquidität und Eigenkapital
- Steuervorteil durch voll absetzbare Raten
- Planungssicherheit durch feste Leasingraten
- Herstellerunabhängige Finanzierung
- Individuelle Vertragsgestaltung
- Entbindung von Versicherungen
- Zügige Abwicklung, schnelle Entscheidung

FlexBio
Nachhaltigkeit

BRAUEREI (09/2022)

- Aufbereitungskapazität: 100.000 m^3
- Energieerzeugung: 40 kW Strom & 45 kW Heizenergie

RESSOURCENSCHONUNG DURCH ABWASSER WIEDERVERWENDUNG

Mithilfe des Behandlungsverfahrens kann das Wasser in eine Kanalisation der Stadtentwässerung eingeleitet oder in einer weiteren Stufe bis zur erforderlichen Direkteinleiterqualität gereinigt werden. Dieses gereinigte Abwasser kann zudem für die landwirtschaftliche Bewässerung oder die innerbetriebliche Wiederverwendung genutzt werden, da es die Mindestanforderungen nach der Behandlung mit dem FlexBio-Verfahren an die Wasserwiederverwendung erfüllt. Das ist ein wichtiger Nachhaltigkeitsfaktor und führt zur Verringerung der Wasserknappheit.

Verantwortung übernehmen

Heutzutage wird es für Unternehmen immer wichtiger, ökologisch-nachhaltig zu agieren. Die Gesellschaft erwartet einen nachhaltigen Umgang mit den Ressourcen, die Vermeidung von CO2-Emissionen und allgemein die Verantwortung gegenüber unserer Umwelt zu übernehmen. Um diese Bedürfnisse zu befriedigen ist eine nachhaltige Unternehmensentwicklung die Lösung. Zudem kann dies für den Aufbau oder Erneuerung des Images und als Wettbewerbsvorteil genutzt werden.

MIT HILFE DES FLEXBIO-VERFAHRENS KÖNNEN SIE IHR UNTERNEHMEN NACHHALTIG WEITERENTWICKELN.

NACHHALTIGKEIT MIT DEM FLEXBIO-VERFAHREN

Der Einsatz der FlexBio Abwasser-Behandlungsanlage ermöglicht die Reduzierung der CO2-Emissionen. Denn sie trägt dazu bei, dass die betrieblichen Energiekosten erheblich reduziert werden. Die Nutzung des Energiepotenzials aus dem Abwasser führt außerdem zur Vermeidung von klima- und umweltschädlichen Emissionen.

Außerdem maximieren unsere Anlagen die Nutzung der anfallenden Abwassermengen, indem sie die Energie, Nährstoffe und organische Substanzen zurückgewinnen und sauberes, wiederverwendbares Wasser erzeugen. So übernehmen wir in jeder Hinsicht Verantwortung über die Ressourceneinsparung und können dank unserer Technologie auch den Ressourcenverbrauch unserer Kunden verringern.

FlexBio

GETRÄNKEPRODUZENT (05/2023)

- Aufbereitungskapazität: 105.000 m^3/a
- Energieerzeugung: 50 kW Strom & 60 kW Heizenergie

FLEXBIO
TECHNOLOGIE
Energie aus Abwasser
Geringe Betriebskosten
Abwasserreinigung
Energieautarkie
Positive CO2-Bilanz
Plug and Play Prinzip
Containerlösungen
Modulare Bauweise
Kompakt und Effizient
Tel.: 05561/980 901
www.flexbio.de
FLEXBIO
TECHNOLOGIE
Energie aus Abwasser

FlexBio
Service-Leistungen

Service-Leistungen

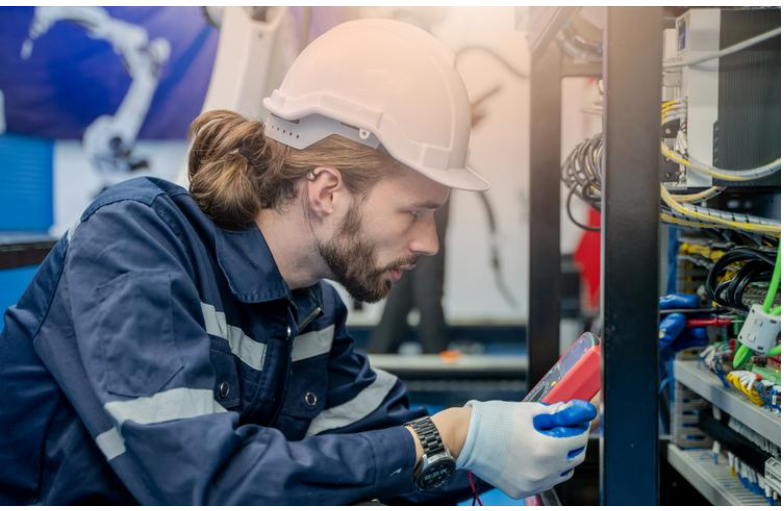
FlexBio Technologie GmbH stellt einen umfassenden Service im Bereich der Abwassertechnik bereit. Unser Service wird den individuellen Kundenanforderungen angepasst und reicht von einer allgemeinen Beratung bis hin zum kompletten Betreibermodell, während Sie sich auf Ihr Kerngeschäft konzentrieren können.

- Bestandsaufnahme
- Unterstützung bei der Erarbeitung und Entwicklung eines Entwässerungskonzeptes
- Wirtschaftlichkeitsberechnungen
- Fachgerechte Planung Ihres Bauvorhabens
- Klärtechnische Berechnungen und Zeichnungen
- Unterstützung bei der Erstellung der Genehmigungsunterlagen
- Montage vor Ort
- Übergabe der Anlage erst nachdem ein stabiler Betrieb erreicht ist und Grenzwerte auch eingehalten werden
- Fernüberwachung
- Wartung und Notfallservice
- Laboranalytik

NEHMEN SIE GERNE KONTAKT MIT UNS AUF:

Wir bringen einen persönlichen und effektiven Ansatz in jedes Projekt ein, an dem wir arbeiten. Ihr Ansprechpartner für alle Fragen rund um das Thema Abwasseranlagen und Biogastechnik.

FlexBio Technologie GmbH
Otto-Hahn-Straße 7a
37574 Einbeck
Telefon +49 5561 – 980 90 10
Telefax +49 5561 – 980 90 79
E-Mail: vertrieb@flexbio.de



Potenzialermittlung

In vielen Fällen kann die Konfiguration der Abwassertechnik für künftige Behandlungsanlagen durch standardisierte Voruntersuchungen gewährleistet werden. Sie sparen damit sowohl auf der Investitionsseite, als auch im späteren Betrieb und können sich bereits vor Auftragserteilung direkt von unserem Service überzeugen. Dabei können Voruntersuchungen sowohl im Labor, im Technikum als auch direkt Vor-Ort in der Betriebsumgebung Ihres Unternehmens durchführt werden.

Reinigungsparamenter

- Reduktion organischer Belastungen (CSB/BSB5-Abbau)
- Elimination von Stickstoffverbindungen (Nges, NH4+, NO3--N, No2--N)
- Phosphatentfernung
- Reduktion von Fetten
- Uvm.

FlexBio
Anwendungsbeispiele

BRAUEREI (07/2023)

- Aufbereitungskapazität: 60.000 m^3/a
- Energieerzeugung: 40 kW Heizenergie

GETRÄNKEPRODUZENT (11/2022)

- Behandlungsskapazität: 30.000 m^3/a
- Energieerzeugung: 15 kW Strom & 20 kW Heizenergie

LEBENSMITTEL/FEINKOST (08/2020)

- Aufbereitungskapazität: 65.000 m^3/a
- Energieerzeugung: 360 kW Heizenergie

MILCHVERARBEITUNG (03/2024)

- Aufbereitungskapazität: 45.000 m^3/a
- Energieerzeugung: 18 kW Strom & 20 Heizenergie

Alles aus einer Hand!
Wir liefern Systemlösungen!

LEBENSMITTEL/FEINKOST (08/2021)

- Aufbereitungskapazität: 48.000 m³/a
- Energieerzeugung: 60 kW Heizenergie

Mitglied der DWA
Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

German Water Partnership

TÜVNORD
TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG
Fachbetrieb nach AwSV
tuev-nord.de

TÜV NORD
Fachbetrieb nach WHG
von der TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG betreut

Environmental and Quality Standards Certification
ESC
DIN EN ISO 9001 : 2015

FlexBio Technologie GmbH
Otto Hahn-Straße 7a
37574 Einbeck

FLEXBIO TECHNOLOGIE

Telefon: +49 5561 980 90 10
E-Mail: vertrieb@flexbio.de
www.flexbio.de