



We think in Solutions



Ultrafiltration & Umkehrosmose, Hightech für die GÜlleaufbereitung

Ulrich Brüß

Tel.: +49(0)209-98099-809

Email: ulrich-bruess@a3-gmbh.com



Inhalt des Vortrages



- **Motivation zur Gülle / Gärrestaufbereitung**
- **MPS Process zur Aufbereitung von Gülle und Gärresten aus Biogasanlagen**
- **Ausführungsbeispiele**





Motivation der Gärproduktaufbereitung



- Durch die Diskussion zum Thema erneuerbare Energien gewinnt die **Vergärung von NAWAROS und Bioabfällen stark an Bedeutung**
- **Stoffe wie Gülle, Fette, Flotate, überlagerte Lebensmittel, Produktionsrückstände** werden zur **Verbesserung der Wirtschaftlichkeit** mittlerweile in großem Umfang eingesetzt
- Durch das EU-weite **Verfütterungsverbot für Speisereste** drängen weitere organische Inputmaterialien auf den Markt





Motivation der Gärproduktaufbereitung



- Unabhängig von den eingesetzten **Inputmaterialien** und der Anlagentechniken fällt ein **Gärrest** an, der entsorgt / verwertet werden muss
- Die heute meist angewandte **Entsorgungsstrategie** ist die **Ausbringung** der Gärreste auf landwirtschaftlichen Flächen
- Aufgrund der vielfältigen Inputmaterialien, der steigenden Anlagenbaugrößen und den hohen Viehbestandsdichten kommt es zunehmend zu einem **Wettbewerb um Ausbringungsflächen** zwischen Gülle und Gärresten



Motivation der Gärproduktaufbereitung



- Dieser **Wettbewerb** erklärt sich unter anderem **durch** die **hohen Gehalte an Nährstoffen** wie **Stickstoff, Phosphor** und **Kalium** die Gärreste und Gülle i. d. R. enthalten
- In den **Biogasanlagen** werden lediglich die organischen Frachten eliminiert, eine **Reduktion der Nährstoffe erfolgt nicht**
- **Aufgrund des Flächenbedarfs** werden **Gülle- und Gärrestüberschüsse** mittlerweile **über weite Strecken transportiert**, um sie auf Flächen mit einem Nährstoffbedarf ausbringen zu können





Motivation der Gärproduktaufbereitung



- Ziel aller **Behandlungsverfahren** ist daher die **Reduzierung** des unwirtschaftlichen und ökologisch bedenklichen **Transportaufwandes**
- Ziel unserer Aufbereitung ist die **Erzeugung nährstoffreicher und transportwürdiger Düngerfraktionen** und von örtlich **direkt einleitfähigem Ablaufwasser bzw. Erzeugung eines Brauchwassers**



MPS Prozess: Multi – Phase - Separation





Zusammensetzung von Gülle und Gärresten



Typische Gärrest-Zusammensetzung einer landwirtschaftlichen Biogasanlage

Parameter	Abkürzung	Einheit	Konzentration
Trockenrückstand	TR	%	3 - 7,5
Chemischer O ₂ Bedarf	CSB	kg/m ³	22 - 70
Biochemischer O ₂ Bedarf	BSB ₅	kg/m ³	6 - 15
Gesamt-Stickstoff	N _{ges.}	kg/m ³	3 - 7
Ammonium-Stickstoff	NH ₄ -N	kg/m ³	2,5 - 6,5
Gesamt-Phosphor	P _{ges.}	kg/m ³	1,0 - 2,5
Kalium	K	kg/m ³	0,8 - 4,2
Viskosität		mPas	4 - 15
Leitfähigkeit		mS/cm	20 - 30
Faserstoffe / Kunststoffe			





Hauptkomponenten der MPS Gärproduktaufbereitung



- **Dekanter und Schwingsieb: Vorreinigung (Abtrennung grober Feststoffe)**



- **Mikro-/Ultrafiltration: Rückhalt feiner Feststoffe (organisch + anorganisch)**

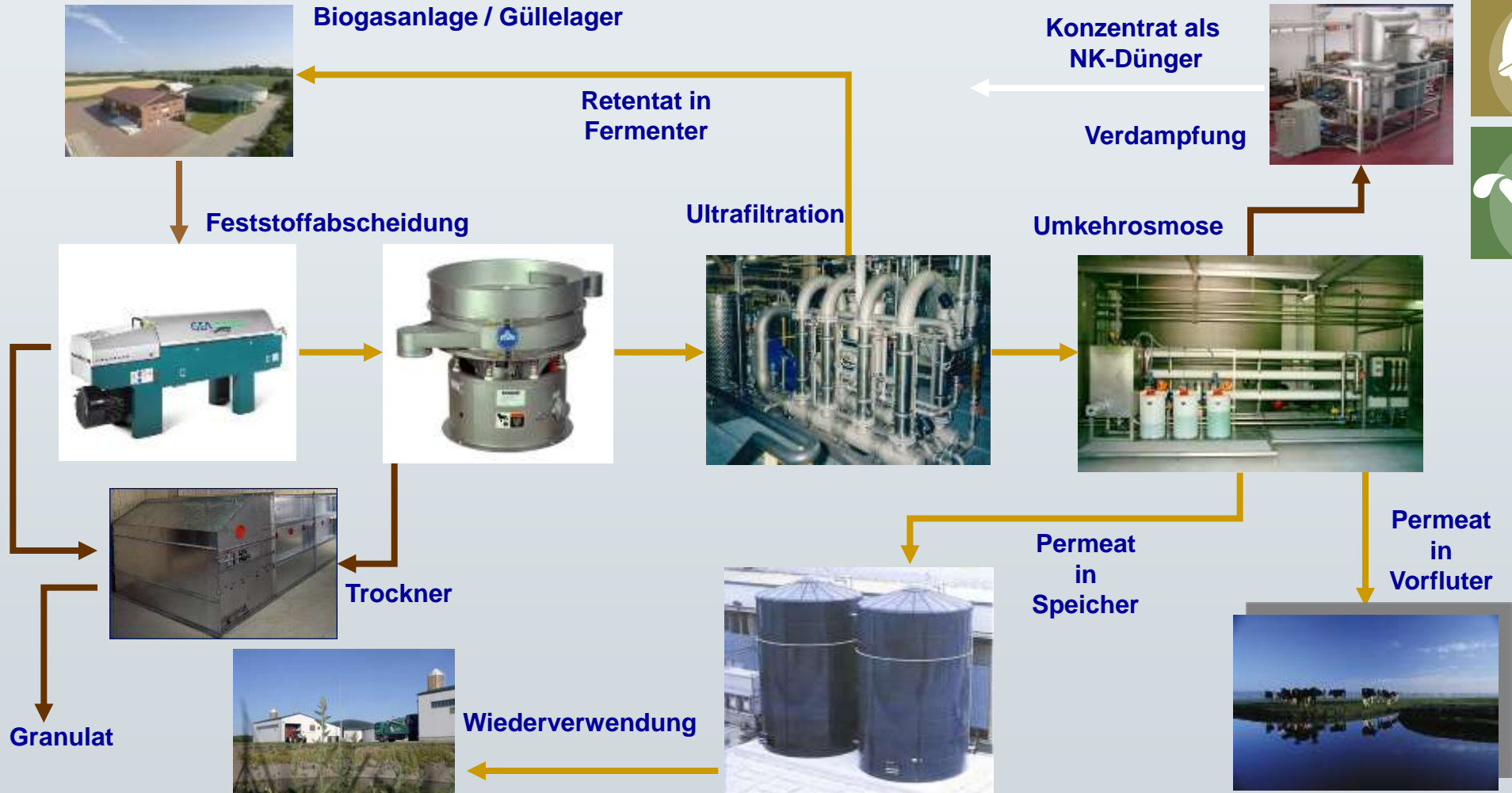


- **Umkehrosmose: Rückhalt gelöster Inhaltsstoffe und Ionen (Salze + Härte)**





Verfahrensschema Gärproduktaufbereitung





Verfahrensstufe Fest-Flüssig Separation



Hochleistungs-Dekanter

- Feststoffkonzentration ca. 25 – 30 %
- Abtrennung und Entwässerung der groben Feststoffe



Optimierte Fest-Flüssig Separation durch Flockung/Fällung



Optimierte Fest-Flüssig Separation

- Zudosierung von Fällmittel bzw. FHM in den Zulauf des Dekanters
- Abtrennung der Feststoffe und Organikanteile
- Reduzierung des Fouling-Potentials im Zentrat



Elimination feiner Fasern und von Kunststoffen mittels Schwingsieb



Schwingsieb

- Ergänzung zum Dekanter
- Abtrennung der Feststoffe (> 75 µm)





Verfahrensstufe Ultrafiltration

Cross flow Ultrafiltration mit keramischen Multikanal-Membranen

- Abtrennung von Feststoffen und Makromolekülen im Crossflow-Betrieb
- Filtrat zur Einspeisung in Umkehrosmose
- Vollständige Elimination von Keimen und Bakterien
- vollständiger Rückhalt der Fermenter-Biomasse
- Rückhalt des partikulären CSB



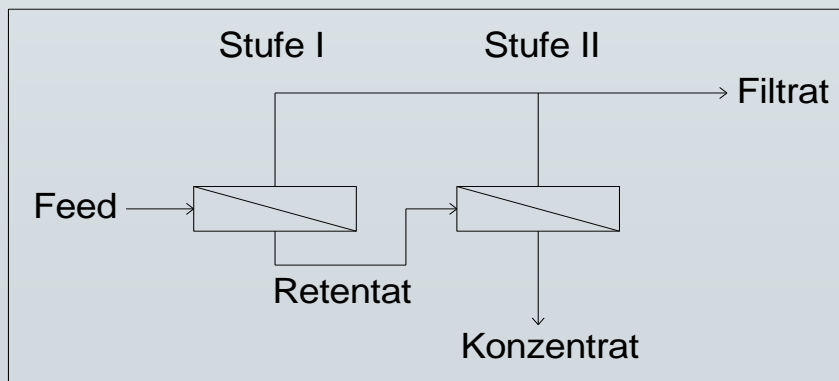


Verfahrensstufe Ultrafiltration



Retentat-gestufte Ultrafiltration

- Maximale Filtrat-Ausbeute durch 2-stufigen Betrieb von bis zu 85%
- Hohe Prozessstabilität und Membranstandzeit durch hohe Materialbeständigkeit

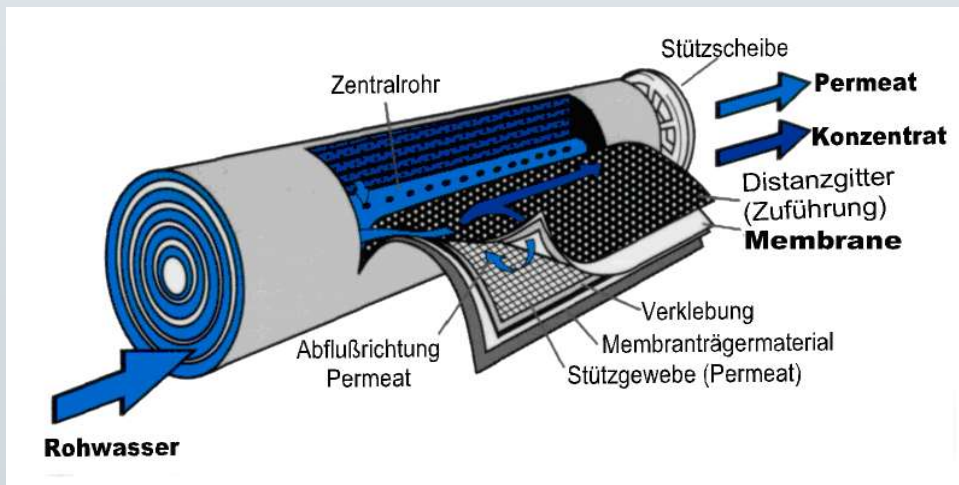




Verfahrensstufe Umkehrosmose



- Abtrennung gelöster Inhaltsstoffe und Ionen
- Maximale Aufkonzentrierung der Nährstoffe
- Permeat mit VE-Wasser- bzw. Direkteinleitqualität



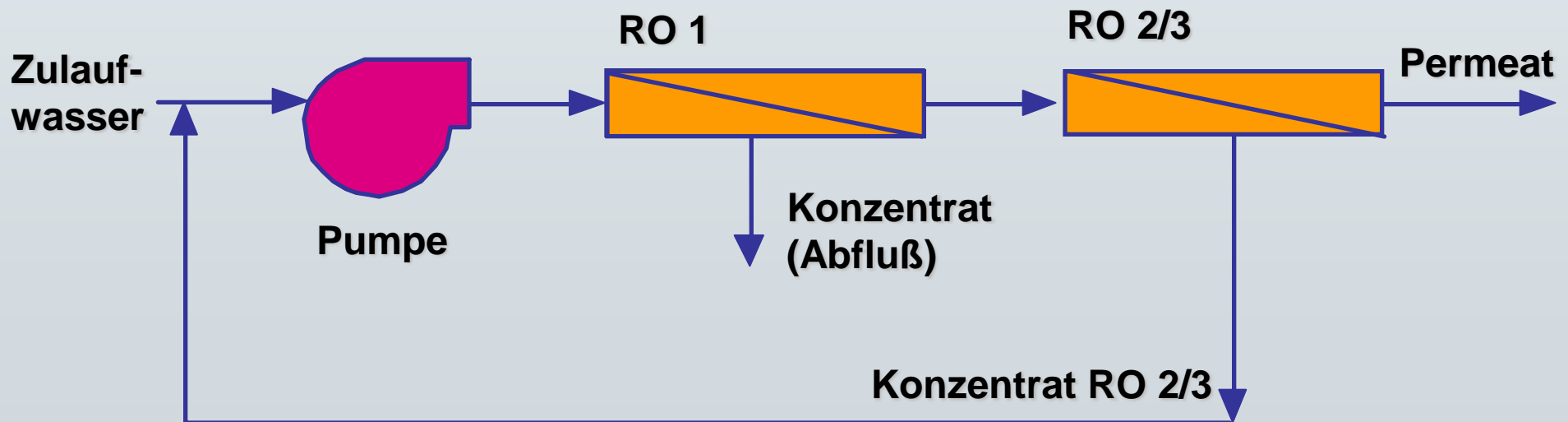


Verfahrensstufe Umkehrosmose



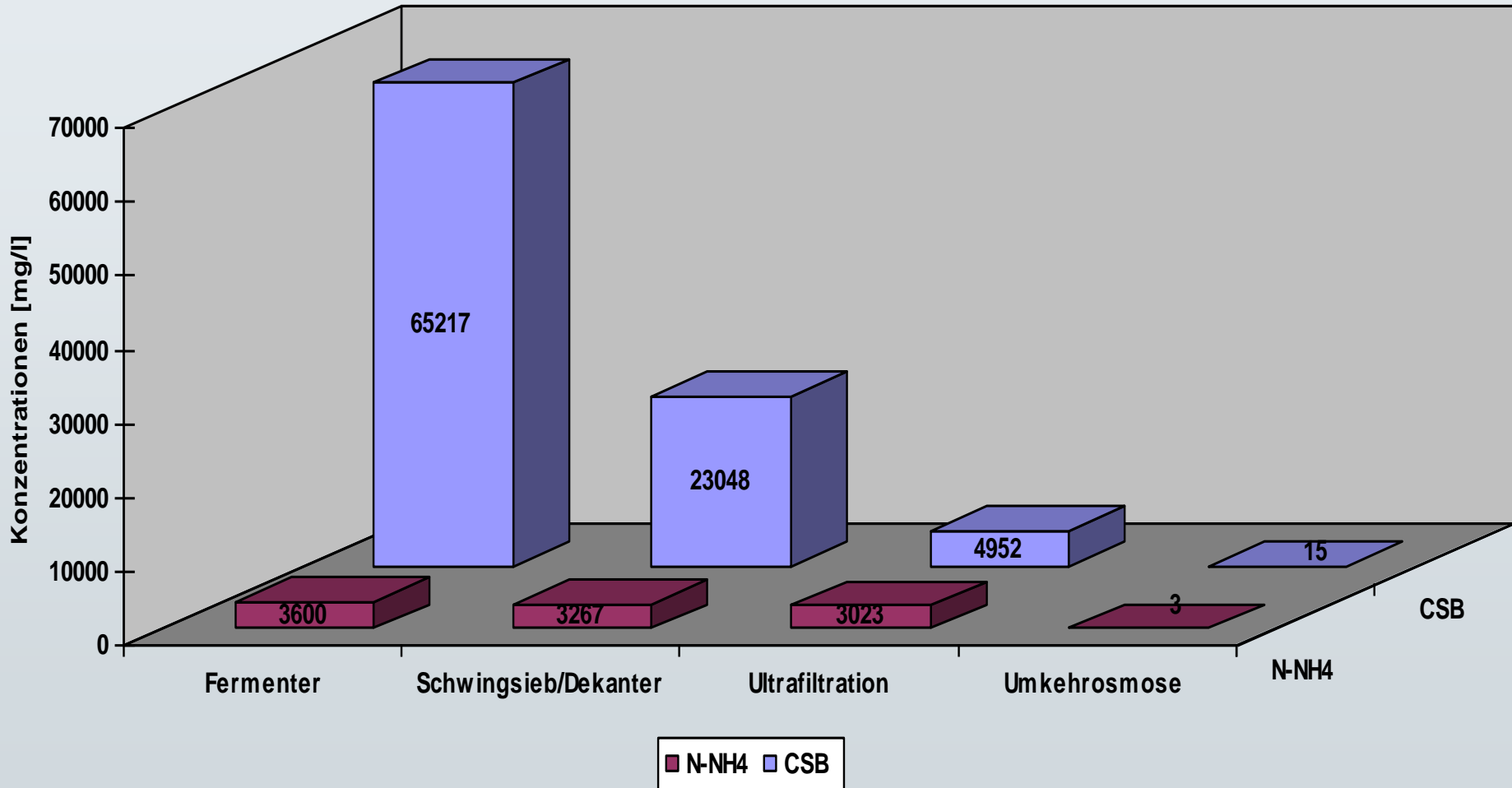
Permeat-gestufte Umkehrosmose

- Permeat der 1. RO-Stufe fließt in die nächste RO-Stufe
- Rückführung des Konzentrats zur Erhöhung der Ausbeute & Membranüberströmung
- Maximale Aufkonzentrierung der Nährstoffe
- Verbesserung der Permeatqualität



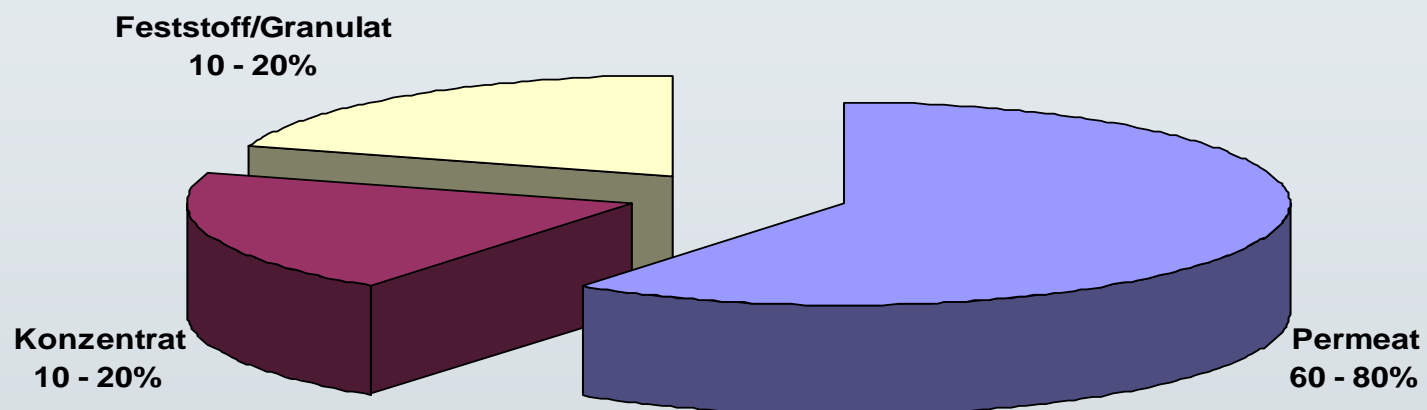


Leistungsfähigkeit der Gärproduktaufbereitung





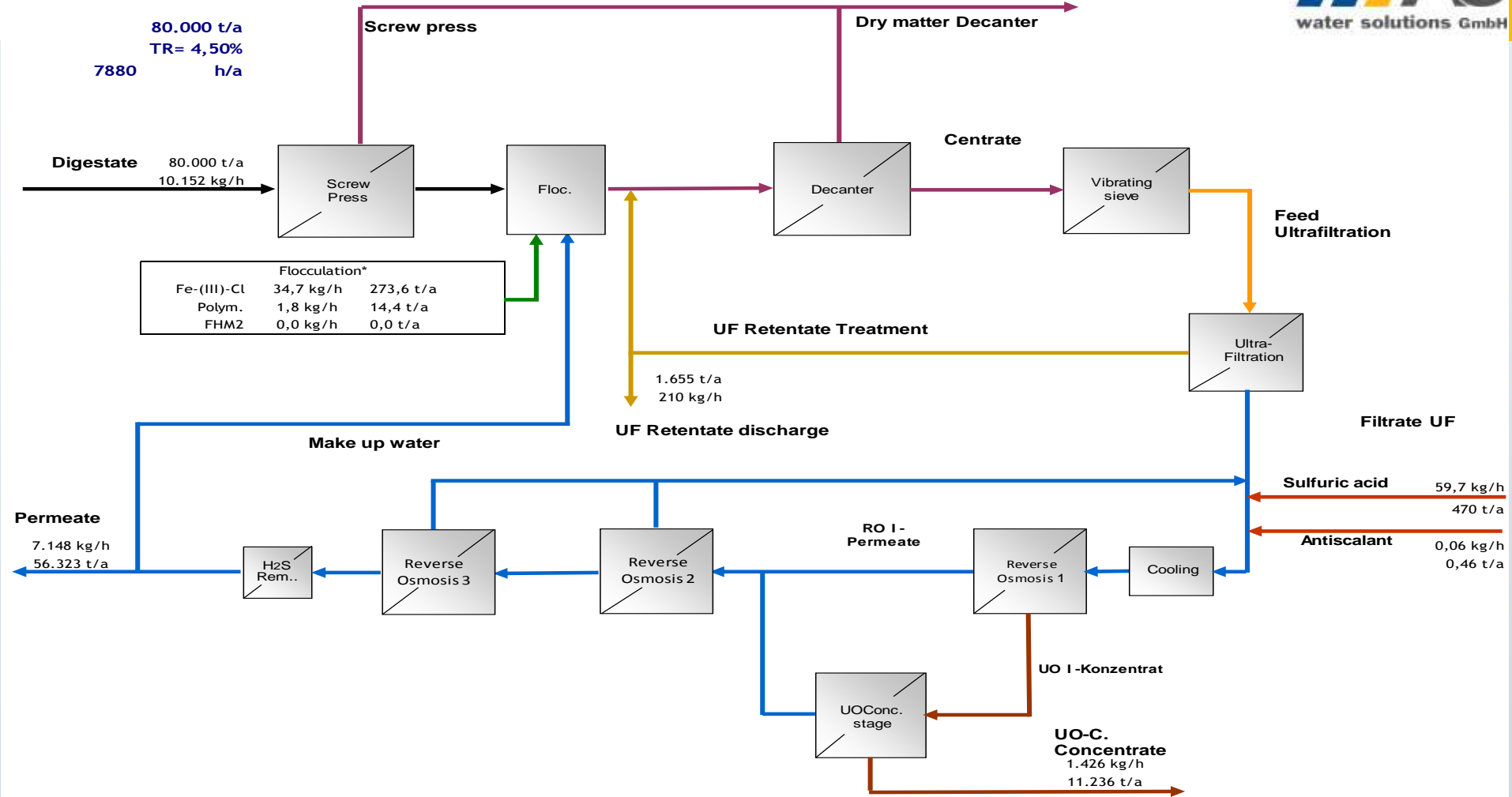
Massenbilanz der Gärproduktaufbereitung





MPS Process Scenario with 4,5% DM and 2 stage UF

Feststoff
25,00%
11.544 t/a
1.465 kg/h



*exact quantification of massbalance by operation



Produkt Qualität der Aufbereitung

Feststoff vom Dekanter:

25% - 28% TS	
Phosphat	4.458 mg/kg FM
Kalium	1.432 mg/kg FM
Ammonium	2.507 mg/kg FM

Permeate RO:

CSB	< 15,0 mg/l
Stickstoff ges.	< 10,0 mg/l
Ammonium	< 7,0 mg/l
Phosphat	< 0,05 mg/l
Kalium	< 10,0 mg/l

Konzentrat von RO:

4 - 6% TS	
Phosphat	400 mg/l
Kalium	> 15.000 mg/l
Ammonium	> 25.000 mg/l





Betriebskostenkalkulation



Gärrest Aufbereitungsanlage: Variante mit 80.000 t/a, 4,5% TS, 2 stufiger UF

Betriebsdaten			EURO/a	EURO/m3 Gärrest
Finanzierungskosten				
Annuität	153.338 EURO/a	✓	153.338	1,92
Fixe Betriebskosten				
Ersatzteilkosten	15.916 EURO/a	✓	15.916	0,20
Rückstellung Membranersatz UF	11.533 EURO/a	✓	11.533	0,14
Rückstellung Membranersatz UO	14.560 EURO/a	✓	14.560	0,18
Rückstellung Membranersatz UO-C	16.240 EURO/a	✓	16.240	0,20
Betriebspersonal	0 EURO/a	✓	0	0,00
Wartungskosten 50 EURO/h	80 h/a	✓	4.000	0,05
<i>Zwischensumme</i>		✓	62.249	0,78
Variable Betriebskosten **				
Energiekosten	1.655.982 kWh/a	✓	165.598	2,07
Kosten für alkalischen Reiniger	984 l/a	✓	5.727	0,07
Kosten für sauren Reiniger	4104 l/a	✓	14.200	0,18
Antiscalent	465 l/a	✓	3.878	0,05
Schwefelsäure	470 t/a	✓	56.433	0,71
EisenIIIchlorid	274 t/a	✓	41.040	0,51
Polymer (Flocculant)	14,4 t/a	✓	54.864	0,69
PAC	0,0 t/a	✓	0	0,00
<i>Zwischensumme</i>		✓	341.739	4,27
Gesamtkosten ohne Abschreibung			403.988	5,05
Gesamtkosten mit Abschreibung			557.326	6,97

Analysenergebnisse Gärrestauffbereitung

BUNDESGÜTEGEMEINSCHAFT KOMPOST E.V.

UNTERSUCHUNGSBERICHT Seite 3 von 3

Gärprodukt flüssig Produktinformation Labor N° 29
 Probe-Nr.: 5412.2006 TB-Nr.: 07-KG-00069

Einhaltung RAL-Gütesicherung:

- Produkt: Gärprodukt flüssig
- RAL-Gütezeichen Gärprodukt (RAL-GZ 256/1)
- Fremdüberwachung der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.

ANERKENNUNG
RAL-GZ 256/1

Einhaltung Rechtsbestimmungen:

- Düngemittelverordnung
- Bioabfallverordnung
 - gemäß § 4 Abs. 3 Satz 1
 - gemäß § 4 Abs. 3 Satz 2
- Bodenschutzverordnung (§12 Abs. 1)
- EU-Öko-Verordnung 2092/91

Kennzeichnung nach Düngemittelverordnung ¹

Gärprodukt flüssig
Organischer NPK-Dünger flüssig 1,10 - 0,04 - 0,59

Inhaltsstoffe	Trockenmasse	Frischmasse
N gesamt	28,00 % TM	1,10 % FM
P ₂ O ₅ gesamt	1,14 % TM	0,04 % FM
K ₂ O gesamt	15,00 % TM	0,59 % FM
MgO gesamt	0,14 % TM	0,00 % FM
Bas. wirts. Stoffe	0,00 % TM	0,00 % FM
Org. Substanz	42,8 % TM	1,69 % FM

Zusammensetzung/Ausgangsstoffe:
 Pflanzliche Rückstände aus der Lebensmittel-, Gär-, und Futtermittelherstellung
 Küchen- und Kantinenabfälle mit Stoffen tierischer Herkunft
 Pflanzliche Abfälle aus sonstigem Handel und Gewerbe
 Düngemittel
 Rückstände aus der Milcherzeugung
 Fett und Fettsäureester
 Wirtschaftsdünger (Gülle, Schlacke)
 Wirtschaftsdünger (Gülle, Rind)

Hinweise:
 Anrechnung der Nährstoffe:
 Stickstoff im Anwendungsjahr²: 87 %
 Phosphat und Kalium in der Fruchtfolge: 100 %

Lagerung: Vermeidung von Abtragungen und Auswaschungen

Bei einer Aufbringung auf landwirtschaftlichen Flächen sind Anwendungs- und Mengenbeschränkungen aus abfallrechtlichen Vorschriften (BioAbfV, AbfKlarV) zu beachten.

Bei Anwendung dieses Düngemittels sind die Sperrfristen der Düngerverordnung in den Wintermonaten zu beachten.

Auf weitere abfall-, wasser- und düngemittelrechtliche Vorschriften wird verwiesen.

Hersteller/Inverkehrbringer
 Biokraft Brensbach GmbH & Co KG
 Ochsenweg 4
 64395 Brensbach

Nettogewicht

Inhaltsstoffe ²

Inhaltsstoffe	Trockenmasse	Frischmasse
N gesamt	28,00 % TM	1,10 % FM
P ₂ O ₅ gesamt	1,14 % TM	0,04 % FM
K ₂ O gesamt	15,00 % TM	0,59 % FM
MgO gesamt	0,14 % TM	0,00 % FM
Bas. wirts. Stoffe	0,00 % TM	0,00 % FM
Org. Substanz	42,8 % TM	1,69 % FM

Düngeberechnung ²

Inhaltsstoffe	je Tonne	je m ³
N gesamt	11,0 kg/t FM	11,1 kg/m ³ FM
N organisch	1,43 kg/t FM	1,44 kg/m ³ FM
N löslich	9,57 kg/t FM	9,62 kg/m ³ FM
P ₂ O ₅ gesamt	0,40 kg/t FM	0,40 kg/m ³ FM
K ₂ O gesamt	5,90 kg/t FM	5,93 kg/m ³ FM
MgO gesamt	0,00 kg/t FM	0,00 kg/m ³ FM
Bas. wirts. Stoffe	0,00 kg/t FM	0,00 kg/m ³ FM
Organische Substanz	16,9 kg/t FM	17,0 kg/m ³ FM

Sonstige Angaben ²

Hygiene geprüft

C/N-Verhältnis: 1

Nutzwertindex: ⁴ 172

Düngewert ⁵
 (N löslich, P, K, CaO) 7,48 €/t FM
 7,52 €/t m³

BUNDESGÜTEGEMEINSCHAFT KOMPOST E.V.

UNTERSUCHUNGSBERICHT Seite 3 von 3

Gärprodukt flüssig Produktinformation Labor N° 29
 Probe-Nr.: 5412.2006 TB-Nr.: 06-KD-00068

Einhaltung RAL-Gütesicherung:

- Produkt: Gärprodukt flüssig
- RAL-Gütezeichen Gärprodukt (RAL-GZ 256/1)
- Fremdüberwachung der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.

ANERKENNUNG
RAL-GZ 256/1

Einhaltung Rechtsbestimmungen:

- Düngemittelverordnung
- Bioabfallverordnung
 - gemäß § 4 Abs. 3 Satz 1
 - gemäß § 4 Abs. 3 Satz 2
- Bodenschutzverordnung (§12 Abs. 1)

Kennzeichnung nach Düngemittelverordnung ¹

Gärprodukt flüssig
Organischer NPK-Dünger flüssig 1,23 - 0,05 - 0,69

Inhaltsstoffe	Trockenmasse	Frischmasse
N gesamt	28,00 % TM	1,23 % FM
P ₂ O ₅ gesamt	1,18 % TM	0,05 % FM
K ₂ O gesamt	15,62 % TM	0,69 % FM
MgO gesamt	0,16 % TM	0,00 % FM
Bas. wirts. Stoffe	0,10 % TM	0,00 % FM
Org. Substanz	40,6 % TM	1,78 % FM

Zusammensetzung/Ausgangsstoffe:
 Küchen- und Kantinenabfälle mit Stoffen tierischer Herkunft
 Pflanzliche Rückstände aus der Lebensmittel-, Gär-, und Futtermittelherstellung
 Düngemittel
 Wirtschaftsdünger (Gülle, Schlacke)
 Wirtschaftsdünger (Gülle, Rind)
 Fett und Fettsäureester
 Wirtschaftsdünger (Gülle, Rind)
 Wirtschaftsdünger (Gülle, Rind)
 Glycerin

Hinweise:
 Anrechnung der Nährstoffe:
 Stickstoff im Anwendungsjahr²: 87 %
 Phosphat und Kalium in der Fruchtfolge: 100 %

Lagerung: Vermeidung von Abtragungen und Auswaschungen

Bei einer Aufbringung auf landwirtschaftlichen Flächen sind Anwendungs- und Mengenbeschränkungen aus abfallrechtlichen Vorschriften (BioAbfV, AbfKlarV) zu beachten.

Bei Anwendung dieses Düngemittels sind die Sperrfristen der Düngerverordnung in den Wintermonaten zu beachten.

Auf weitere abfall-, wasser- und düngemittelrechtliche Vorschriften wird verwiesen.

Hersteller/Inverkehrbringer
 Biokraft Brensbach GmbH & Co KG
 Ochsenweg 4
 64395 Brensbach

Nettogewicht

Inhaltsstoffe ²

Inhaltsstoffe	Trockenmasse	Frischmasse
N gesamt	28,00 % TM	1,23 % FM
P ₂ O ₅ gesamt	1,18 % TM	0,05 % FM
K ₂ O gesamt	15,62 % TM	0,69 % FM
MgO gesamt	0,16 % TM	0,00 % FM
Bas. wirts. Stoffe	0,10 % TM	0,00 % FM
Org. Substanz	40,6 % TM	1,78 % FM

Düngeberechnung ²

Inhaltsstoffe	je Tonne	je m ³
N gesamt	12,3 kg/t FM	12,9 kg/m ³ FM
N organisch	1,11 kg/t FM	1,17 kg/m ³ FM
N löslich	11,2 kg/t FM	11,7 kg/m ³ FM
P ₂ O ₅ gesamt	0,50 kg/t FM	0,52 kg/m ³ FM
K ₂ O gesamt	6,90 kg/t FM	7,23 kg/m ³ FM
MgO gesamt	0,00 kg/t FM	0,00 kg/m ³ FM
Bas. wirts. Stoffe	0,04 kg/t FM	0,05 kg/m ³ FM
Organische Substanz	17,8 kg/t FM	18,8 kg/m ³ FM

Sonstige Angaben ²

Hygiene geprüft

C/N-Verhältnis: 1

Nutzwertindex: ⁴ 48

Düngewert ⁵
 (N löslich, P, K, CaO) 8,76 €/t FM
 9,16 €/t m³

¹ Kennzeichnung nach Düngemittelverordnung § 12 Abs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

¹ Kennzeichnung nach Düngemittelverordnung § 12 Abs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100





Anlagenbeispiel: Gärrestaufbereitung Vermue (NL)

Projekt Lieferung Gärrestaufbereitungsanlage

Kunde Vermue, Winsum (NL)

Anwendung Vergärung von Rindergülle und Hähnchenmist

Kapazität 23,500 t/a

Input Ablauf der Biogasanlage nach Endlager

Beschreibung Planung und Lieferung der Behandlungsanlage für die Rückstände der Biogasanlage. Die Biogasanlage wird mit Rindergülle und Hähnchenmist betrieben. Die Gärreste sind hoch belastet mit CSB, Stickstoff, Kalium und Phosphat. Der Ablauf der Anlage wird direkt in einen Vorfluter abgeleitet.



CSB Zulauf	Bis zu 60,000 mg/l
CSB Ablauf	< 50 mg/l
NH₄-N Zulauf	< 10 mg/l
PO₄-P Ablauf	< 0,5 mg/l



Anlagenbeispiel: Gärrestaufbereitung SFPI, Inwil (CH)

Projekt Lieferung Gärrestaufbereitungsanlage

Kunde SwissFarmerPower AG, Inwil (Schweiz)

Anwendung Vergärung von Grünabfällen, Fetten und Flotaten sowie Gülle

Kapazität 45,500 t/a

Input Ablauf der Biogasanlage nach Endlager

Beschreibung Planung und Lieferung der Behandlungsanlage für die Rückstände der Biogasanlage. Die Gärreste sind hoch belastet mit CSB, Stickstoff, Kalium und Phosphat. Der Ablauf der Anlage wird indirekt in die naheliegende ARA geleitet. Die Direkteinleitung ist in der Planung.



CSB Zulauf	Bis zu 60,000 mg/l
CSB Ablauf	< 50 mg/l
NH₄-N Ablauf	< 10 mg/l
PO₄-P Ablauf	< 0,5 mg/l



Anlagenbeispiel: Gärrestaufbereitung BioEn Nord (D)

Projekt Lieferung Gärrestaufbereitungsanlage

Kunde BioEN Nord GmbH & Co. KG

Anwendung Vergärung von Speiseresten und überlagerten Lebensmitteln

Kapazität 80,000 t/a

Input Ablauf der Biogasanlage nach Endlager

Beschreibung Planung und Lieferung der kompletten Aufbereitungsanlage. Die Biogasanlage verarbeitet überlagerte Lebensmittel, Reste der Lebensmittelindustrie, Braune Tonne Abfälle etc. Der Anlagenablauf wird als Prozesswasser verwendet oder direkt in den Vorfluter abgegeben.



CSB Zulauf	> 70.000 mg/l
CSB Ablauf	< 60 mg/l
NH₄-N Zulauf	> 3.000 mg/l
NH₄-N Ablauf	< 8 mg/l



Anlagenbeispiel: Gärrestaufbereitung Geotexia (F)

Projekt Lieferung Gärrestaufbereitungsanlage

Kunde Geotexia, Bretagne

Anwendung Vergärung von Gülle, Flotaten, Fetten und Lebensmittelresten

Kapazität 80,700 t/a

Input Ablauf Nachgärer der Biogasanlage

Beschreibung Der MPS Prozess wird zur Behandlung der Gärreste eingesetzt. Es finden die Verfahrensstufen Fest/ Flüssig Separation, Ultrafiltration und Umkehrosmose Anwendung. Zusätzlich ermöglicht eine Konzentratstufe die Erzeugung eines NK Düngers.



CSB Zulauf	> 60.000 mg/l
CSB Ablauf	< 15 mg/l
NH₄-N Zulauf	3.500 mg/l
NH₄-N Ablauf	< 8 mg/l



Anlagenbeispiel: Gärrestaufbereitung Sandhill (GB)



Projekt Lieferung Gärrestaufbereitungsanlage

Kunde GWE Biogas Ltd., UK

Anwendung Vergärung von Speiseresten und überlagerten Lebensmitteln

Kapazität 67,000 t/a

Input Ablauf des Endlagers der Biogasanlage



Beschreibung Die Gärrestaufbereitung besteht aus den Prozessschritten Fest/ Flüssig Separation, Ultrafiltration und Umkehrosmose. Der Anlagenablauf wird direkt eingeleitet. Das anfallende NK-Konzentrat wird als Düngemittel eingesetzt.



CSB Zulauf	> 60.000 mg/l
CSB Ablauf	< 15 mg/l
NH₄-N Zulauf	4.500 mg/l
NH₄-N Ablauf	< 8 mg/l



We think in Solutions

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit
und Ihr Interesse !**

