



# BioFlock

## Einsatz biologischer und nachhaltiger Flockungsmittel zur Gärrestaufbereitung

Wolfgang Gabauer  
Universität für Bodenkultur Wien  
Interuniversitäres Department für Agrarbiotechnologie, IFA-Tulln  
Konrad Lorenz Str. 20, 3430 Tulln  
Tel.: +43 1 47654-97424  
E-Mail: wolfgang.gabauer@boku.ac.at

CEBC2020, Graz, 22. Jänner 2020

## Projekt „BioFLOCK“

### ▪ Konsortium:

- Projektleitung: KBVÖ
- Subauftragnehmer: BOKU, IFA-Tulln
- Agrana Research and Innovation Center
- Firmenpartner, Biogasanlagenbetreiber



kompost  
& biogas  
verband



### ▪ Ziele des Projektes (Start Dezember 2019):

- Optimierung der Feinpartikelabrennung aus Gärresten durch Flockung
- Einsatz alternativer Flockungsmittel (Stärke, Chitosan) anstelle von Polyacrylamid
- Minimierung des Einsatzes von Haupt- und Hilfsflockungsmitteln

### ▪ Durchführung – Feststoffabtrennung/Flockung:

- Screening Gärprodukte (Partikelverteilung, Salzkonzentration, TS/OTS,...)
- Labor-Versuche: Flockungsversuche („Jar-Tests“) mit unterschiedlichen konventionellen und alternativen Flockungsmitteln in Kombination mit Zentrifugation (unterschiedliche g-Kräfte)
- Pilot-Versuche: sind Labor-Versuche vielversprechend → Pilotversuche bei Biogasanlagen
- Methodenentwicklung um Flockung zu optimieren → Einflussfaktoren auf Flockung verstehen



Quelle: Gabauer IFA-Tulln, 2018

# Verfahrenstechniken Gärrestaufbereitung



Trocknung:	
+	-/?
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzung vorhandener Abwärme</li> <li>Geringe Investitionskosten</li> <li>Marktfähiges/erprobtes Verfahren</li> <li>Keine Partikelentfernung nötig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sehr hoher thermischer Energieaufwand</li> <li>geringe Gesamt-Volumenreduktion</li> <li>Hoher Anteil unbehandelte Flüssigphase</li> <li>Staubentwicklung</li> </ul>
Verdampfung:	
+	-/?
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzung vorhandener Abwärme</li> <li>Geringere Investitionskosten</li> <li>Unterdruck – Verdampfung unter 100°C</li> <li>Relative wartungsarme Technik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>höherer thermischer Energieaufwand</li> <li>Welche Volumenreduktion ist möglich?</li> <li><b>Verblockung Wärmetauscherflächen – effizient Feststoffentfernung</b></li> <li>Viskosität des eingedickten Gärprodukt</li> </ul>
Strippung:	
+	-/?
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzung vorhandener Abwärme</li> <li>„reine Produktvarianten“: Ammoniakwasser, Ammoniumsulfat, Ammoniumnitrat</li> <li>Effizient bei hohen Ammoniakgehalten im Gärprodukt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Höhere Investitionskosten</li> <li>Bei Luftstrippung keine bzw. geringe Volumenreduktion</li> <li><b>Verblockung Füllkörper – effiziente Feststoffentfernung</b></li> <li>Hoher Mitteleinsatz (Kalk, Natronlauge)</li> </ul>
Membran-Verfahren:	
+	-/?
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kleinstpartikel und gelöste Stoffe werden abgetrennt</li> <li>Großteil der gelösten Nährstoffe in Konzentrat der RO</li> <li>Wasser/Vorflutertauglichkeit – Volumen bis 50%</li> <li>Geschlossenes System, geringer Platzbedarf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>höhere Investitionskosten</li> <li>höherer elektrischer Energieaufwand-Hochdruckpumpen</li> <li>Fouling/Scaling – Rückgang Durchfluss/Flux</li> <li><b>Verblockung Membran – effiziente Feststoffentfernung</b></li> </ul>



Quelle: NEW eco-loc Verfahrenstechnik GmbH, Symbolfoto

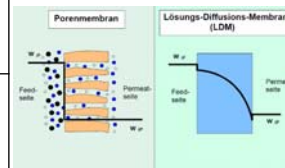


Source: Fuchs and Drosig, 2013

## Membranverfahren (1 MW<sub>el</sub>) Schneckenpresse + Polymer + Zentrifuge + Ultrafiltration + Umkehrosmose (Quelle: Bolzonella et al. 2017)



<b>Eckdaten:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Versuche/Monitoring rund 6 Monate</li> <li>Schneckenpresse + Flockung + Dekanterzentrifuge + Umkehrosmose</li> <li>Maximaler Durchsatz: 100 m<sup>3</sup> Gärprodukt/Tag</li> </ul>
<b>Ergebnisse:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>46% des Gesamtvolumens als Prozesswasser verfügbar</b></li> <li>Großteil der gelösten Nährstoffe in Konzentrat der RO</li> <li>Nährstoffverteilung im Endprodukt:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Gesamtstickstoff (N): 16% RO Permeat, 40% RO Konzentrat, 44% Festanteile aus Feststoffseparation</li> <li>Gesamtphosphor (P): 0% RO Permeat, 5% RO Konzentrat, 95% Festanteile aus Feststoffseparation</li> </ul> </li> </ul>
<b>Kostenschätzung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investitionskosten Membranverfahren: bis zu 1 Mio. € für Anlagen mit 100 m<sup>3</sup> Durchsatz/Tag</li> <li>Abschreibungsdauer: 10 Jahre</li> <li>Kosten pro m<sup>3</sup> behandelter Gärprodukt:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Abschreibung: 2,74 €/m<sup>3</sup></li> <li>Energiekosten: 1,58 €/m<sup>3</sup></li> <li>Chemikalienkosten: 0,33 €/m<sup>3</sup></li> <li>Personalkosten: 2,05 €/m<sup>3</sup></li> <li><b>Gesamtkosten: 6,97 €/m<sup>3</sup></b></li> </ul> </li> </ul>

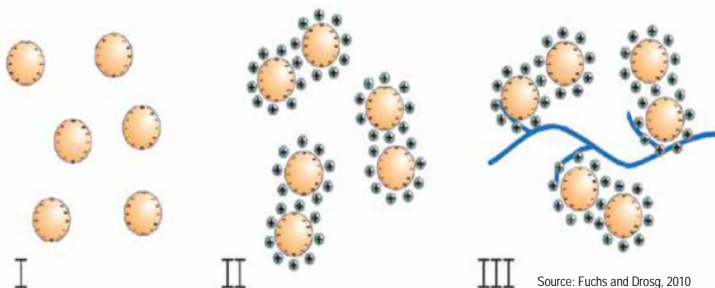


Quelle: LW-Ministerium NRW, 2002



Quelle: Gabauer IFA-Tulln, 2019, Symbolfoto

## Phasen der Flockenbildung



Source: Fuchs and Drosig, 2010

I.) Kolloide/Feinpartikel:	II.) Koagulation	III.) Flocculation
- Anionisch (negativ geladen) Suspension Partikeln <50 µm - Partikel sedimentieren nicht	- mit „Flockungsmittel“, Mikroflocken - anorganische Flockungsmittel wie z.B. Metall-Salze (FeCl <sub>3</sub> , AlCl <sub>3</sub> ,...) - Kationisch (positiv geladen)	- mit „Flockungshilfsmittel“, Makroflocken - organische Polymere wie z.B. Polyacrylamid, Stärke, Chitosan,... - Kationisch (positiv geladen)

Wolfgang Gabauer – IFA-Tulln, CEBC2020 Graz, 22. Jänner 2020

## Einflussfaktoren Flockung Gärreste



Eigenschaften Gärrest	Eigenschaften Polymer/Flockungsmittel	Technologie Flockung
TS-Gehalt	Polymerladung (Anion, Kation)	Rührenergie Polymer/Gärrest
Partikelverteilung	Polymerstruktur (linear, verzweigt, vernetzt)	Laminare oder turbulente Strömung
Salzkonzentration (Ladungsabschirmung)	Ladungsdichte	Reaktionszeit Polymer/Gärrest
Zeta-Potential	Viskosität	Mechanischer Abtrennprozess (Dekanterzentrifuge, Schneckenpresse, Siebband,...)
pH Wert	Konzentration Polymerlösung	Aggregation zu großen Flocken – langsam laufendes Rührwerk
Temperatur	Zeta-Potential	Verweilzeit Gärrest im System
Viskosität	Temperatur	Bildung von Schwimmschichten oder Sinkschichten
Extrazelluläre, polymere Substanzen (EPS, Proteine, Polysaccharide)	Härtegrad Wasser	Einstufige- oder zweistufige Flockung

Wolfgang Gabauer – IFA-Tulln, CEBC2020 Graz, 22. Jänner 2020

## Vorversuche – Projekt „NiMEM“



- Material und Methoden:
  - Gärrest-Proben:
    - Biogasanlage „A“ Substrate: Biotonne, Speiseabfälle, Fettabscheider
    - Biogasanlage „B“ Substrate: Schlachtabfälle, Fettabscheider
  - Flockungsmittel, Flockungshilfsmittel:
    - Flockungsmittel:  $\text{FeCl}_3$  (Donauchemie)
    - Flockungshilfsmittel: Polyacrylamid (Zetag), Stärke (Emsland), Chitosan (Heppe)
  - Flockung/„jar test“: (Arbeitsvolumen 300 ml), Reihenrührgerät (Aqualytic)
  - Partikelverteilung (Mettler Toledo, G400)
  - Capillary suction time (Eigenbau)
  - Zeta-Potential (diluted supernatant)
  - Volumen Flocke und Überstand (Filtration 1,00 mm Sieb)



Quelle: Gabauer IFA-Tulln, 2018

lab tests		polymer-solution [ ml/300 ml ]		
		0	60	120
Fe [ g/kg TS ]	0,02	test 1	test 2	test 3
	0,04	test 4	test 5	test 6

n, CEBC2020 Graz, 22. Jänner 2020

## Flockungsversuche – Parameter Gärreste



Parameter Gärrest	plant A	plant B
pH	7.88	7.89
$\sigma$ [mS/cm]	33.5	36.7
TS [%]	3.38	2.81
OTS [%]	2.01	2.09
<b>Partikelverteilung [µm]</b>		
0-5	10,807	29,818
5-10	12,174	26,616
10-50	15,378	27,681
50-150	241	258
150-300	2	11
300-1.000	0	0
<b>VFA [mg/L]</b>		
Acetic acid	133.34	252.15
Propionic acid	-	33.10
i-Butyric acid	29.93	38.21
Butyric acid	-	-
i-Valeric acid	-	33.01
Valeric acid	-	-
<b>TKN [g/kg]</b>	5.87	7.95
<b>NH<sub>3</sub>-N [g/kg]</b>	4.40	6.53
<b>ζ [mV]</b>	-21.20	-25.50
<b>NTU</b>	5.1070	689

- Gärrest Biogasanlage „A“:
  - Substrate: Biotonne, Speiseabfälle, Flotatfett
- Gärrest Biogasanlage „B“:
  - Substrate: Schlachtabfälle, Flotatfett

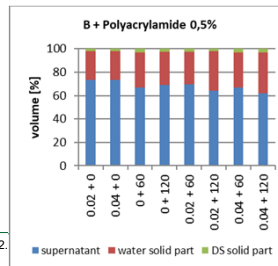
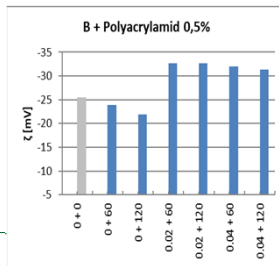
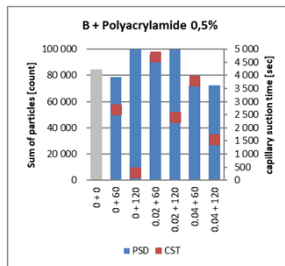
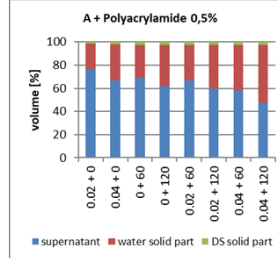
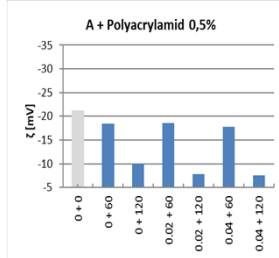
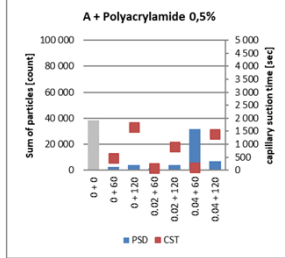


Quelle: Gabauer IFA-Tulln, 2019

Wolfgang Gabauer – IFA-Tulln, CEBC2020 Graz, 22. Jänner 2020

## Polyacrylamid: 0,5% Lösung

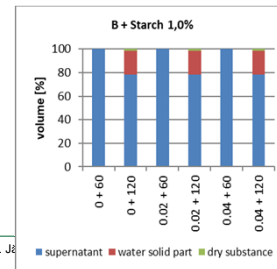
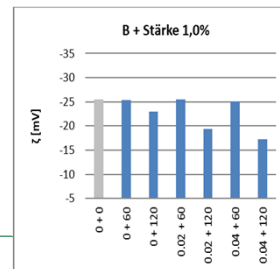
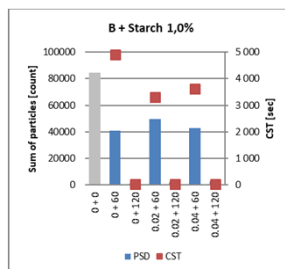
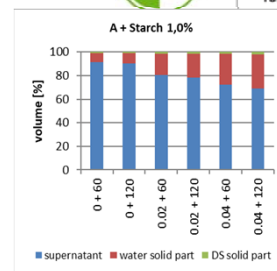
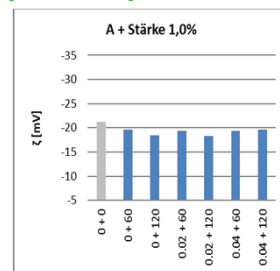
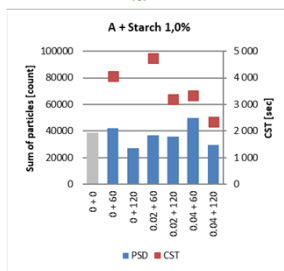
Partikelsumme (PSD) + capillary suction time (CST)  
Zeta-Potential ( $\zeta$ ), Volumenverteilung nach Siebung



22

## Stärke: 1,0% Lösung

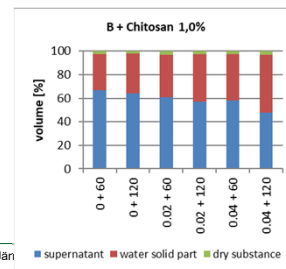
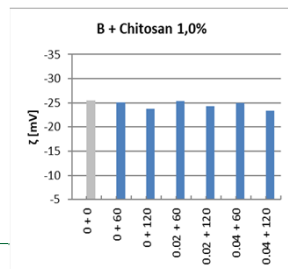
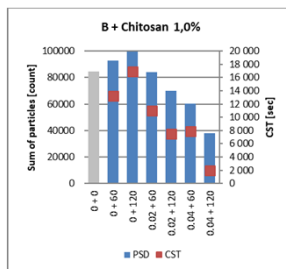
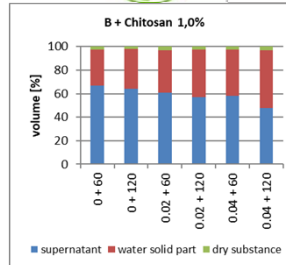
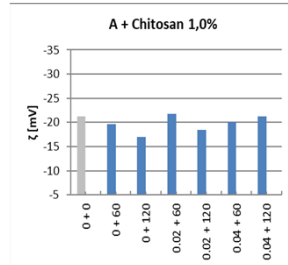
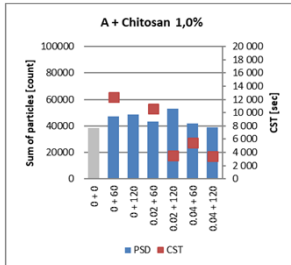
Partikelsumme (PSD) + capillary suction time (CST)  
Zeta-Potential ( $\zeta$ ), Volumenverteilung nach Siebung



23

## Chitosan: 1,0% Lösung

Partikelsumme (PSD) + capillary suction time (CST)  
Zeta-Potential ( $\zeta$ ), Volumenverteilung nach Siebung



## Ziele der Flockung/Feststoffabtrennung



- Ersatz von Polyacrylamid durch Bio Polymere wie Stärke oder Chitosan – Ziel hochwertiger Dünger
- Erzeugung der „optimalen Flocke“ für anschließenden mechanischen Abtrennprozess:
  - Möglichst vollständige Zusammenfügen/Flockung der Feinpartikel im Gärrest
  - „Scherstabile“ Flocken mit geringem Wassergehalt
  - Prozess mit regelbarer und reproduzierbarer Flockenstruktur
- Schwächen der „Flockenerzeugung“ werden oftmals durch Überdosierung Flockungsmittel kompensiert – hohe Kosten



# BioFlock

## Einsatz biologischer und nachhaltiger Flockungsmittel zur Gärrestaufbereitung

Wolfgang Gabauer  
Universität für Bodenkultur Wien  
Interuniversitäres Department für Agrarbiotechnologie, IFA-Tulln  
Konrad Lorenz Str. 20, 3430 Tulln  
Tel.: +43 1 47654-97424  
E-Mail: wolfgang.gabauer@boku.ac.at

CEBC2020, Graz, 22. Jänner 2020

