

Produktentwicklung zur Gärproduktaufbereitung



“BioFlock - Einsatz biologischer und nachhaltiger Flockungsmittel zur Gärproduktaufbereitung

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

11. Dezember 2020

Projekt „BioFLOCK“



kompost
& biogas
verband



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

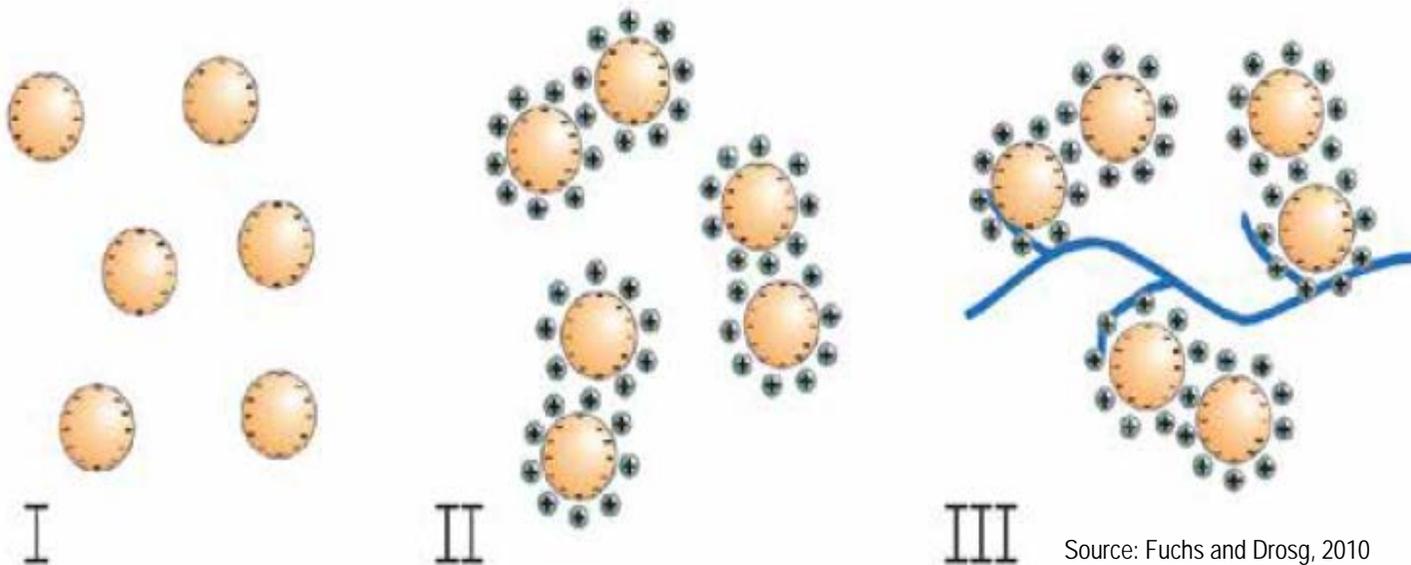


Quelle: NEW eco-tec Verfahrenstechnik GmbH, Symbolfoto



Source: Fuchs and Drosig, 2013

Phasen der Flockenbildung



Source: Fuchs and Drosig, 2010

I.) Kolloide/Feinpartikel:	II.) Koagulation	III.) Flocculation
<ul style="list-style-type: none"> - Anionisch (negativ geladen) Suspension Partikeln <50 µm - Partikel sedimentieren nicht 	<ul style="list-style-type: none"> - mit „Flockungsmittel“, Mikroflocken - anorganische Flockungsmittel wie z.B. Metall-Salze (FeCl₃, AlCl₃,...) - Kationisch (positiv geladen) 	<ul style="list-style-type: none"> - mit „Flockungshilfsmittel“, Makroflocken - organische Polymere wie z.B. Polyacrylamid, Stärke, Chitosan,.. - Kationisch (positiv geladen)

Einflussfaktoren Flockung Gärreste



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

Unterschiedliche Schlämme, Gärprodukte unterschiedliche Verbräuche Flockungsmittel



Parameter	Einheit	Überschuss- schlamm	Faulschlamm	Gärprodukt A Abfallanlage	Gärprodukt B Abfallanlage	Gärprodukt C NAWARO
TS	[%]	0,43	1,65	2,33	3,06	4,32
Partikelverteilung	[µm]					
0 - 5		2 318	13 399	9 310	14 822	32 327
5 - 10		1 074	13 196	11 425	14 756	31 018
10 - 50		2 104	16 394	20 504	20 658	30 887
50 - 150		351	188	547	366	100
150 - 300		9	1	0	0	0
300 - 1.000		0	0	0	0	0
Partikelsumme		5 857	43 178	41 785	50 602	94 332
el. Leitfähigkeit	[mS/cm]	1,65	7,08	20,4	35,6	23,5

Versuche Projekt „BioFlock“

- Screening Gärprodukte
 - Abfall-Anlagen
 - NAWARO-Anlagen
- Versuche mit konventionellen und alternativen Produkten
 - Flockungsmittel (Eisen(III)-chlorid, Polyaluminiumchlorid)
 - Flockungshilfsmittel (Polyacrylamid, Stärke, Chitosan)
- Optimierung alternativer Produkte/Flockungshilfsmittel
 - Stärke (Agrana, ARIC)
 - Chitosan
- Methoden/Analysen:
 - Flockung/„jar test“: (Arbeitsvolumen 300 ml)
 - Partikelverteilung (Mettler Toledo, G400)
 - Capillary suction time (Eigenbau)
 - Zeta-Potential (dilluted supernatant)
 - Volumen Flocke und Überstand (Filtration 1,00 mm Sieb)



Flockungsversuche Gärprodukt

TS: 3,46%; Partikelsumme: 60.000; el. Leitfähigkeit: 38 mS/cm

Zentrifugiert: 60 Sekunden bei 3.000 rcf



	Eisen(III)-chlorid [Liter/m ³]	Ca(OH) ₂ [kg/m ³]	PAM [Liter/m ³]	Partikelsumme Überstand	TS Festanteil [%]	Volumen Festanteil [Liter/m ³]
unbehandelt	0	0	0	60 092	-	-
nur zentrifugiert	0	0	0	62 165	10,18%	117
nur Fe(Cl) ₃	14,25	0	0	49 638	9,92%	250
nur Ca(OH) ₂	0	11,07	0	59 745	20,27%	117
nur PAM	0	0	1,38	36 024	10,46%	183
nur Fe(Cl) ₃	7,13	0	0	67 558	9,27%	200
Fe(Cl) ₃ + Ca(OH) ₂	7,13	11,07	0	48 442	18,39%	183
Fe(Cl) ₃ + PAM	7,13	0	1,38	29 270	9,65%	233
Fe(Cl) ₃ + PAM	14,25	0	1,38	4 979	9,79%	283

Einsatz von Polyacrylamid (PAM)

(Quelle: B. Kopp, DWA Lehrertag 2011)



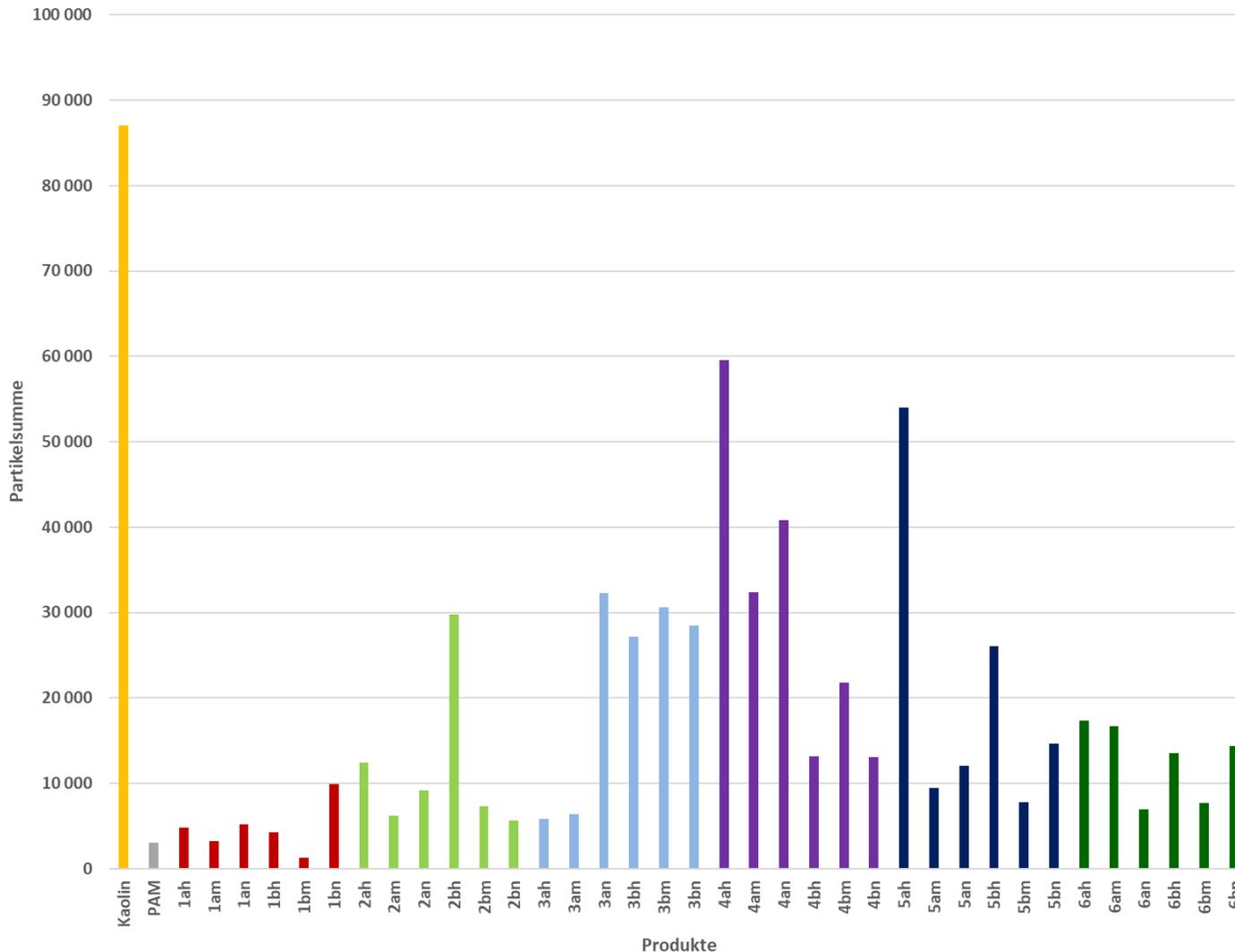
- Einsatz von PAM in Kläranlagen, Bergbau, Metallverarbeitung, Ölförderung, Bioethanol-Herstellung,...
- Vermehrt in Gülleaufbereitung und Gärproduktaufbereitung eingesetzt
- Acrylamid (Monomer) steht in Verdacht krebserregend zu sein
- Garantierter Restmonomergehalt in PAM Produkten: < 0,1%
- PAM „Estertyp“ unterliegt einer schnellen Hydrolyse: 50% des Ausgangsproduktes werden in Schlamm und Boden abgebaut
- Abbau des Grundgerüsts erfolgt wesentlich langsamer: Abbauraten von rund 10% pro Jahr
- Umwelrelevanz durch PAM konditionierten Klärschlamm in Landwirtschaft nicht gegeben
- Nur mit hochmolekulares PAM erreicht man scherstabile Flocken
- Naturprodukte erzielen diese hohe Wirkung bisher nicht



Kaolin Flockung mit modifizierter Stärke

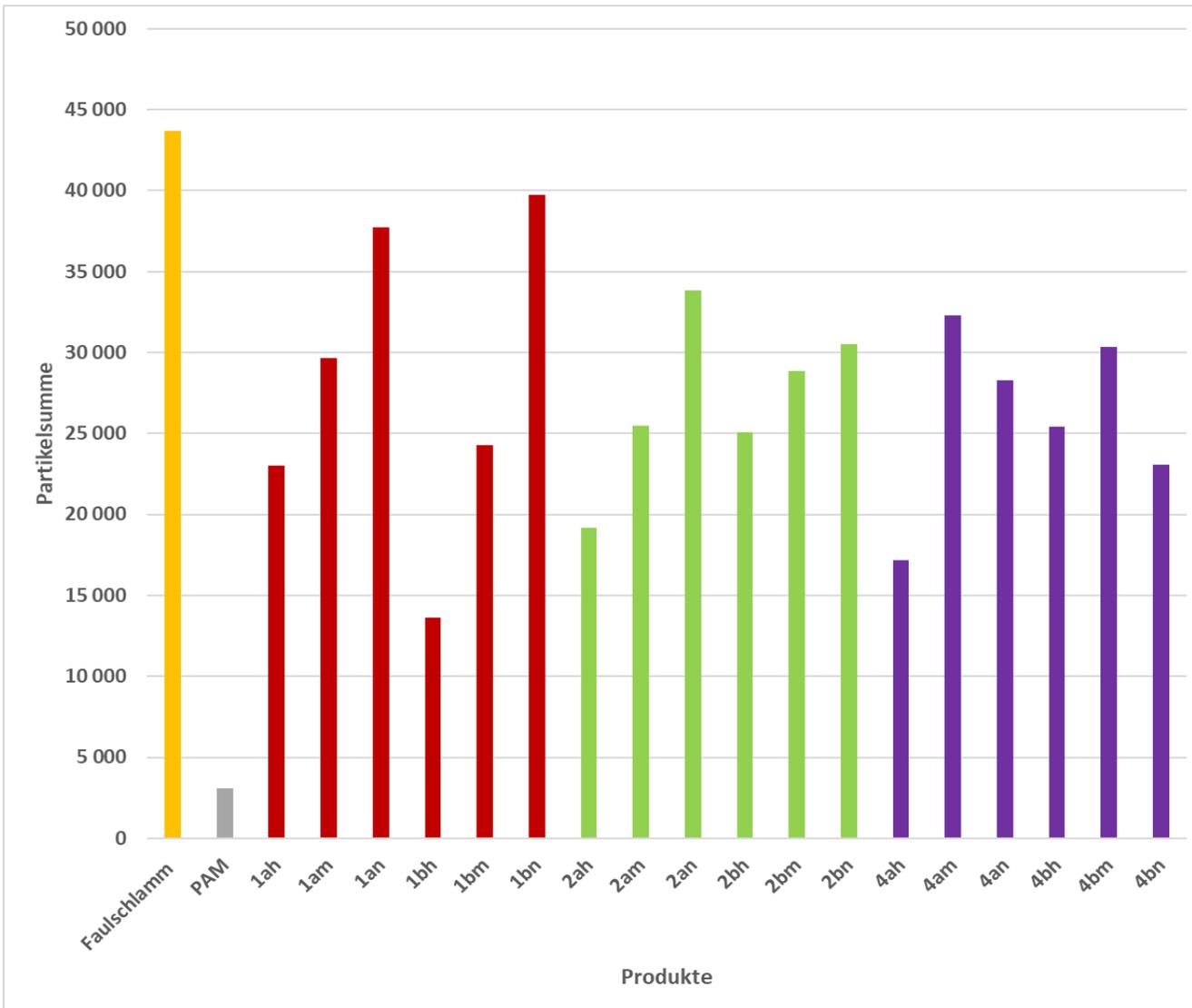
TS: 1,00%; Partikelsumme: 87.000; el. Leitfähigkeit: 0,019 mS/cm

0,02 kg Polymer/kg TS (Obermaier et al., 2020)



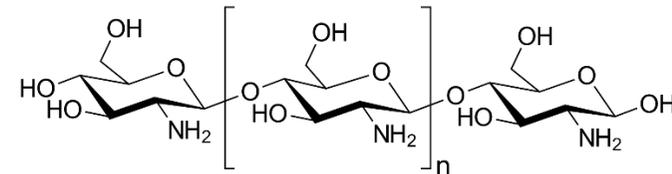
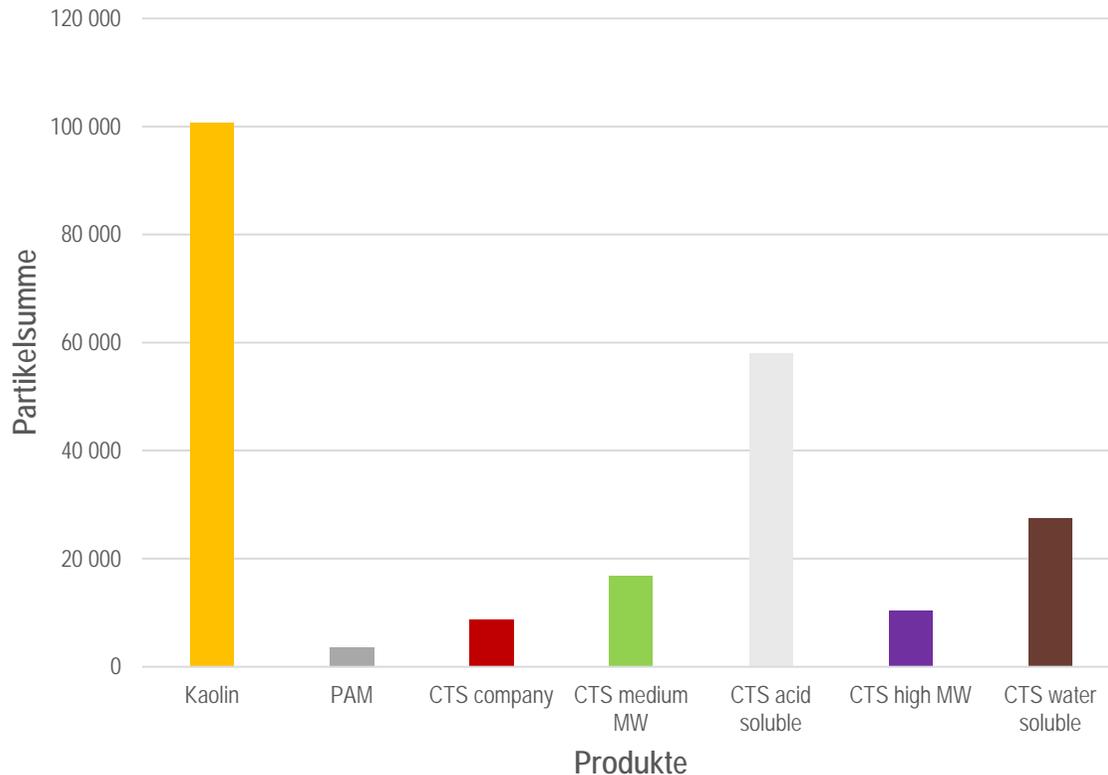
Faulschlamm Flockung mit modifizierter Stärke

TS: 1,65%; Partikelsumme: 43.700; el. Leitfähigkeit: 7,08 mS/cm
0,08 kg Polymer/kg TS (Obermaier et al., 2020)



Kaolin Flockung mit Chitosan (CTS)

TS: 1,00%; Partikelsumme: 87.000; el. Leitfähigkeit: 0,019 mS/cm
0,02 kg Polymer/kg TS (Obermaier et al., 2020)



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

Produktentwicklung zur Gärproduktaufbereitung



“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

11. Dezember 2020