

BioFLOCK

alternative Flockungsmittel zur Gärrestaufbereitung

Wolfgang Gabauer
Bernhard Stürmer

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

09. Dezember 2021

Projekt „BioFLOCK“

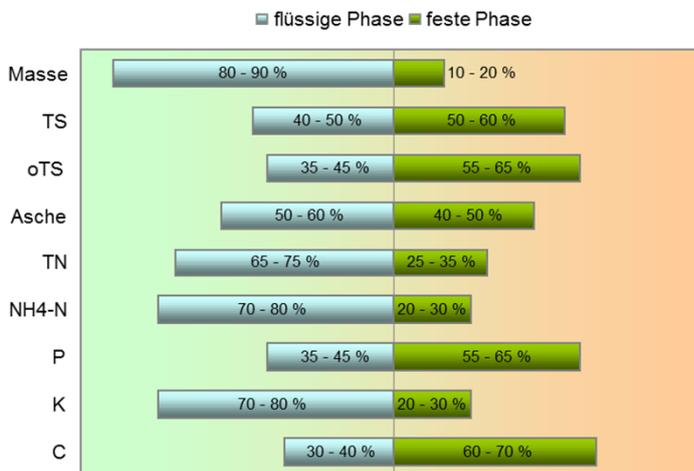


- **Konsortium:**
 - Projektleitung: KBVÖ
 - Subauftragnehmer: BOKU, IFA-Tulln
 - Firmenpartner, Biogasanlagenbetreiber
- **Ziele des Projektes (Start Dezember 2019):**
 - Optimierung der Feinpartikelabrennung aus Gärresten durch Flockung
 - Einsatz alternativer Flockungsmittel (Stärke, Chitosan) anstelle 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

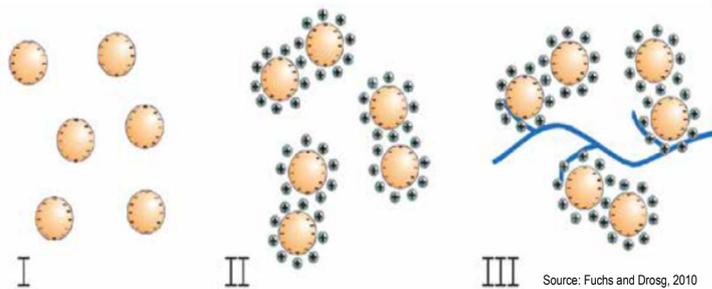
Feststoffseparation; Pressschnecken-Separator Verteilung der wichtigsten Parameter



Quelle: Fuchs, Drosig, IFA-Tulln, 2010

Wolfgang Gabauer – IFA-Tulln, 09. Dezember 2021

Phasen der Flockenbildung



Source: Fuchs and Drosig, 2010

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

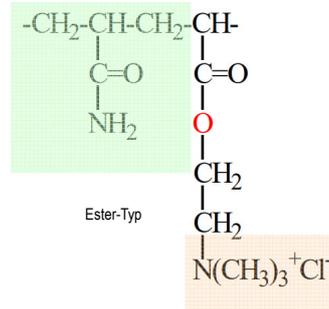
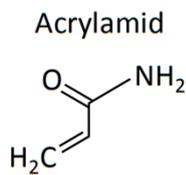
Wolfgang Gabauer – IFA-Tulln, 09. Dezember 2021

Einsatz von Polyacrylamid (PAM)

(Quelle: B. Kopp, DWA Lehrertag 2011)



- Monomer Acrylamid toxisch (Kategorie 2, karzinogen, mutagen)
- Vermehrt in GÜlleaufbereitung und Gärproduktaufbereitung eingesetzt
- Grenzwert Restmonomergehalt in PAM Ausgangs-Produkten: < 0,1%
- PAM „Estertyp“ unterliegt einer schnellen Hydrolyse: 50% des Ausgangsproduktes werden in Schlamm und Boden abgebaut
- Abbau des Grundgerüsts langsamer: Abbauraten von rund 10% pro Jahr
- Mit hochmolekulares PAM erreicht man scherstabile Flocken
- Naturprodukte erzielen diese hohe Wirkung bisher nicht



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

Wolfgang Gabauer – IFA-Tulln, 09. Dezember 2021

Versuche Projekt „BioFlock“

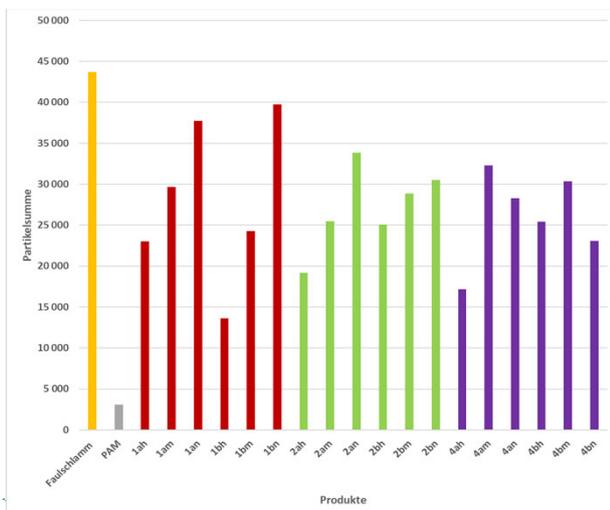
- **Screening Gärprodukte**
 - Abfall-Anlagen
 - NAWARO-Anlagen
- **Versuche mit konventionellen und alternativen Produkten**
 - Flockungsmittel (Eisen(III)-chlorid, Polyaluminiumchlorid)
 - Flockungshilfsmittel (Polyacrylamid, Stärke, Chitosan)
- **Optimierung alternativer Produkte/Flockungshilfsmittel**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



Wolfgang Gabauer – IFA-Tulln, 09. Dezember 2021

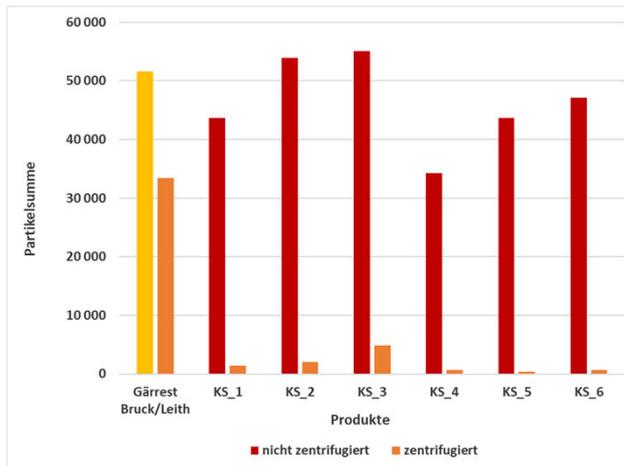
Faulschlamm Flockung mit modifizierter Stärke

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



Gärrest Flockung mit modifizierter Stärke

TS: 2,64%; Partikelsumme: 52.000; el. Leitfähigkeit: 22,5 mS/cm;
0,08 kg Polymer/kg TS (Kment et al., 2021)(Obermaier et al., 2020)

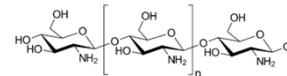
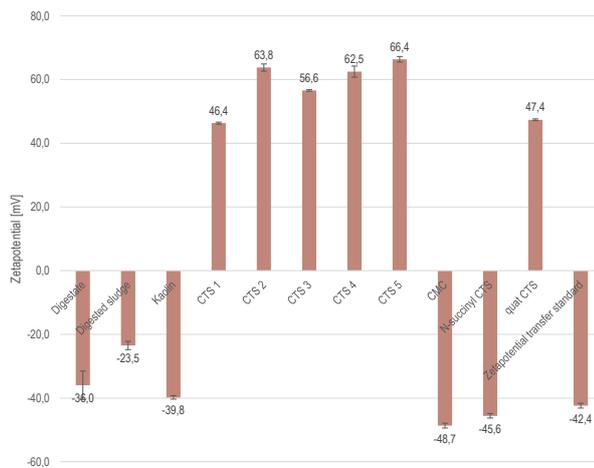


Wolfgang Gabauer – IFA-Tulln, 09. Dezember 2021

9

Chitosan

„Zetapotential – el. Potential an Abscherschicht“

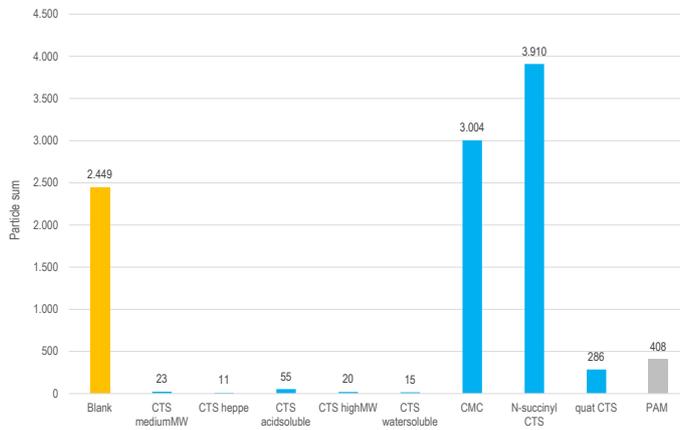


Wolfgang Gabauer – IFA-Tulln, 09. Dezember 2021

10

Faulschlamm Flockung mit modifiziertem Chitosan

TS: 1,62%; Partikelsumme: 43.700; el. Leitfähigkeit: 7,84 mS/cm
 0,04 kg Polymer/kg TS (Kment et al., 2021)
 nach Zentrifugation

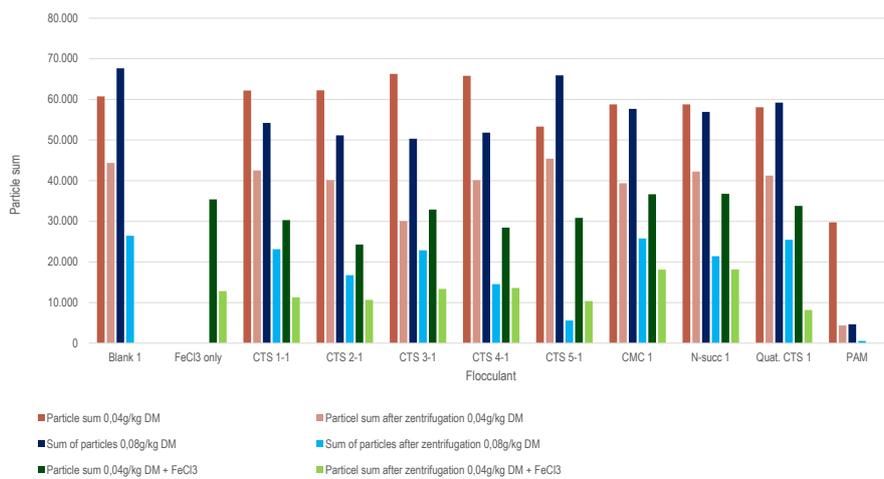


Wolfgang Gabauer – IFA-Tulln, 09. Dezember 2021

11

Gärrest Flockung mit modifiziertem Chitosan

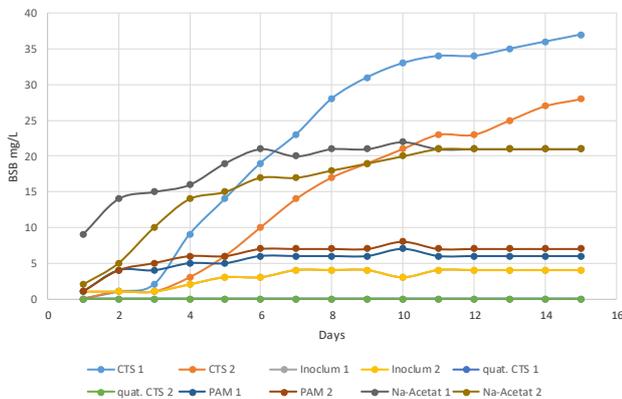
TS: 2,64%; Partikelsumme: 61.000; el. Leitfähigkeit: 22,5 mS/cm;
 0,04 kg Polymer/kg TS (Kment et al., 2021)



Wolfgang Gabauer – IFA-Tulln, 09. Dezember 2021

12

BSB-Test; Abbaueversuch von Chitosan vs. Polyacrylamid



Untersuchte Polymere:

- Medium MW Chitosan
- Quaternized Chitosan
- Polyacrylamid (linear)
- Natriumacetat (Referenz)
- Blank (Überschussschlamm)

Per flasks (OECD, 1992): 300mL mineral medium with 100mg/L Test-substance
30mg/L Inoculum (activated sludge from WWTP)

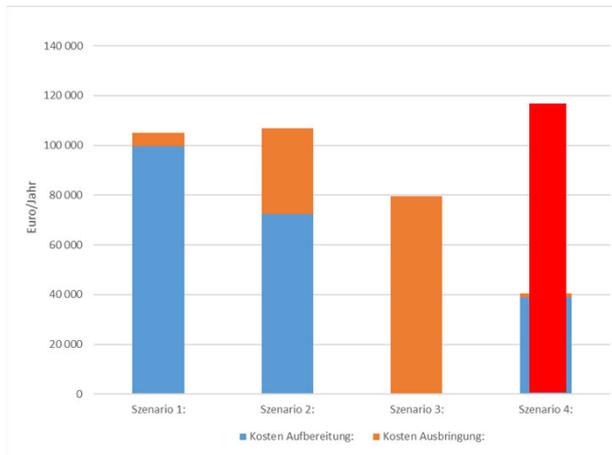
Kosten Flockungsmittel



- Polyacrylamid, Stärke und Chitosan:
 - rund 4,00 € bis 6,00 € pro kg Wirksubstanz
 - Ziel: max. 20 kg Wirksubstanz pro Tonne TS (0,02 kg/kg TS)
 - Gärrest mit z.B.: 2,50% TS = 2,00 €/m³ bis 3,00 €/m³
- Stärke und Chitosan werden derzeit vor allem bei Faulschlamm-Flockung eingesetzt
- Verbrauch Stärke und Chitosan bei Gärrest-Flockung bei 40 kg bis max. 80 kg pro Tonne TS (0,04 kg/kg TS bis 0,08 kg/kg TS)
- Wie hoch muss Feinpartikelentfernung bei Gärrestaufbereitung sein – Membrantechnologie vs. Eindampfung
- Weitere Optimierung: Kombination mit Kalkmilch als Flockungsmittel (Ca(OH)₂ – Hydroxidniederschlag)

Kosten Gärrestaufbereitung

Flockung + Dekanter Zentrifuge + Umkehrosmose + Bandrockner
 Gärrest-Menge: 11.000 m³/Jahr; Entfernung Gärrest-Ausbringung: 10 km



Quelle: IFA-Tulln, 2019

Wolfgang Gabauer – IFA-Tulln, 09. Dezember 2021

Szenario 1:
 Komplettaufbereitung; Trocknung
 mit Abwärme

Szenario 2:
 Teilaufbereitung –
 Aufkonzentrierung ohne Trocknung

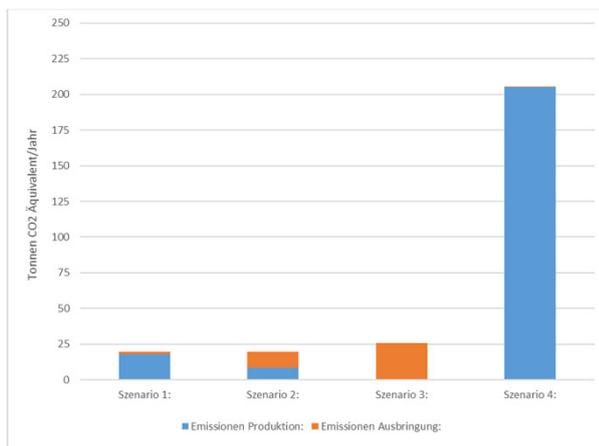
Szenario 3:
 Keine Gärrest-Aufbereitung; Kosten
 Ausbringung: 7,20€/m³

Szenario 4:
 Vergleich Düngung mit
 Mineraldünger (KAS-Dünger)

Szenario 4b:
 Erhöhung KAS Preis von 200€/t auf
 600€/t

CO₂ Emissionen (Tonnen/Jahr)

Flockung + Dekanter Zentrifuge + Umkehrosmose + Bandrockner
 Gärrest-Menge: 11.000 m³/Jahr; Entfernung Gärrest-Ausbringung: 10 km



Quelle: IFA-Tulln, 2019

Wolfgang Gabauer – IFA-Tulln, 09. Dezember 2021

Szenario 1:
 Komplettaufbereitung; Trocknung
 mit Abwärme

Szenario 2:
 Teilaufbereitung –
 Aufkonzentrierung ohne Trocknung

Szenario 3:
 Keine Gärrest-Aufbereitung; Kosten
 Ausbringung: 7,20€/m³

Szenario 4:
 Vergleich Düngung mit
 Mineraldünger (KAS-Dünger)



BioFLOCK

alternative Flockungsmittel zur Gärrestaufbereitung

Wolfgang Gabauer
Bernhard Stürmer

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

09. Dezember 2021