



kompost
& biogas
verband



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

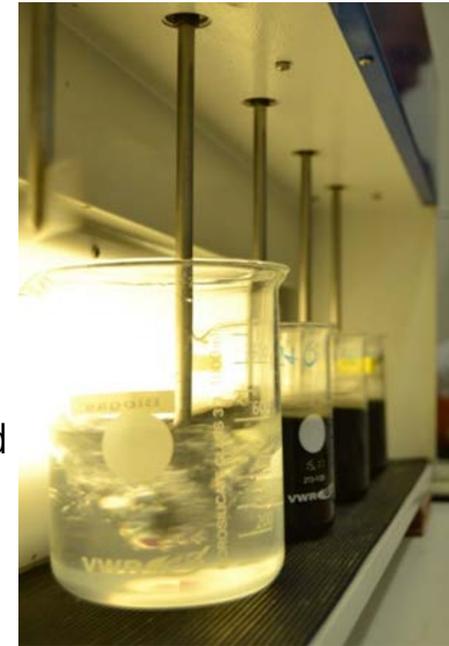
Projekt „BioFLOCK“



kompost
& biogas
verband



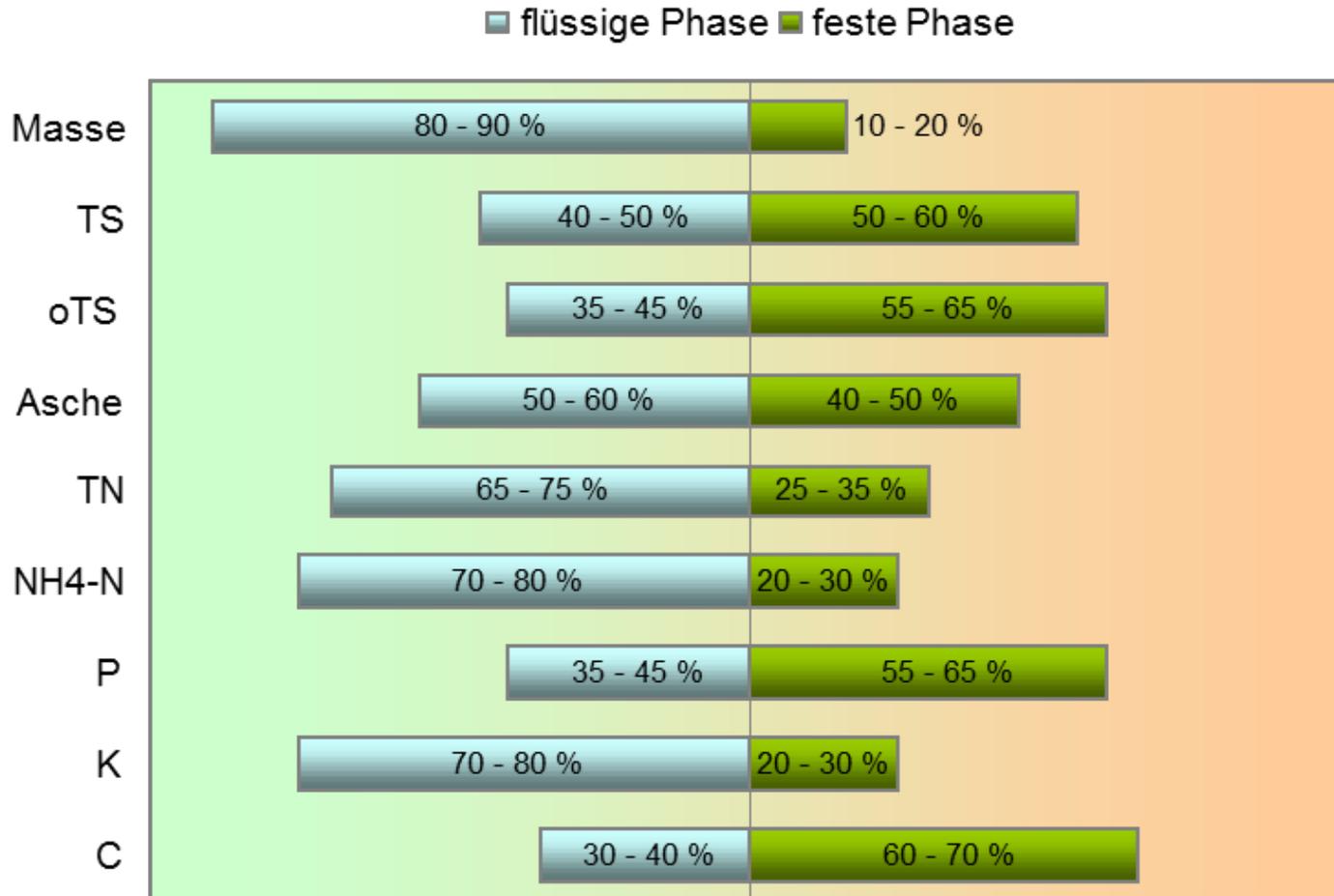
- **Konsortium:**
 - Projektleitung: KBVÖ
 - Subauftragnehmer: BOKU, IFA-Tulln
 - Firmenpartner, Biogasanlagenbetreiber
- **Ziele des Projektes (Start Dezember 2019):**
 - Optimierung der Feinpartikelabrennung aus Gärresten durch Flockung
 - Einsatz alternativer Flockungsmittel (Stärke, Chitosan) anstelle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

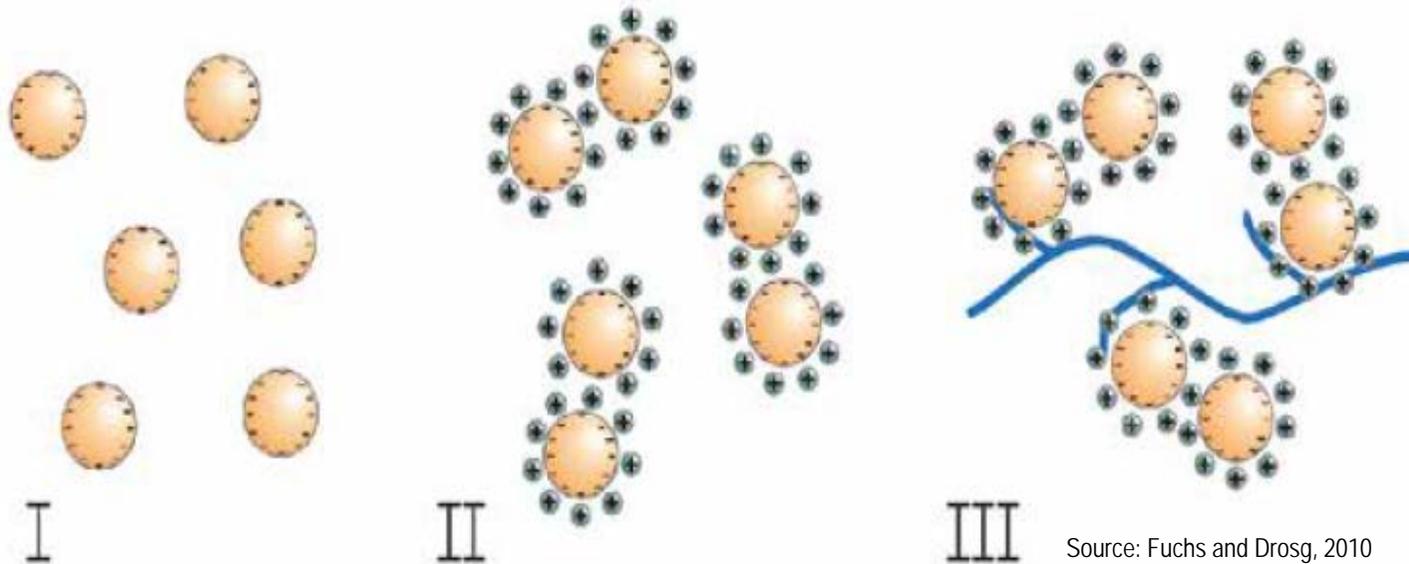
Feststoffseparation; Pressschnecken-Separator

Verteilung der wichtigsten Parameter



Quelle: Fuchs, Drosig, IFA-Tulln, 2010

Phasen der Flockenbildung



Source: Fuchs and Drosig, 2010

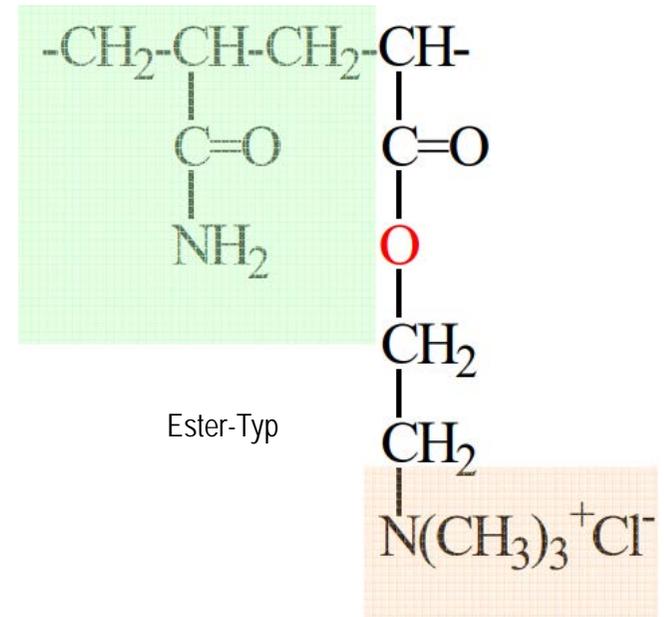
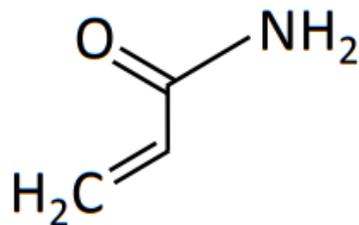
I.) Kolloide/Feinpartikel:	II.) Koagulation	III.) Flocculation
<ul style="list-style-type: none"> - Anionisch (negativ geladen) Suspension Partikeln <50 µm <ul style="list-style-type: none"> - Partikel sedimentieren nicht 	<ul style="list-style-type: none"> - mit „Flockungsmittel“, Mikrofloccen - anorganische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

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 hochmolekularem PAM erreicht man scherstabile Flocken
- Naturprodukte erzielen diese hohe Wirkung bisher nicht

Acrylamid



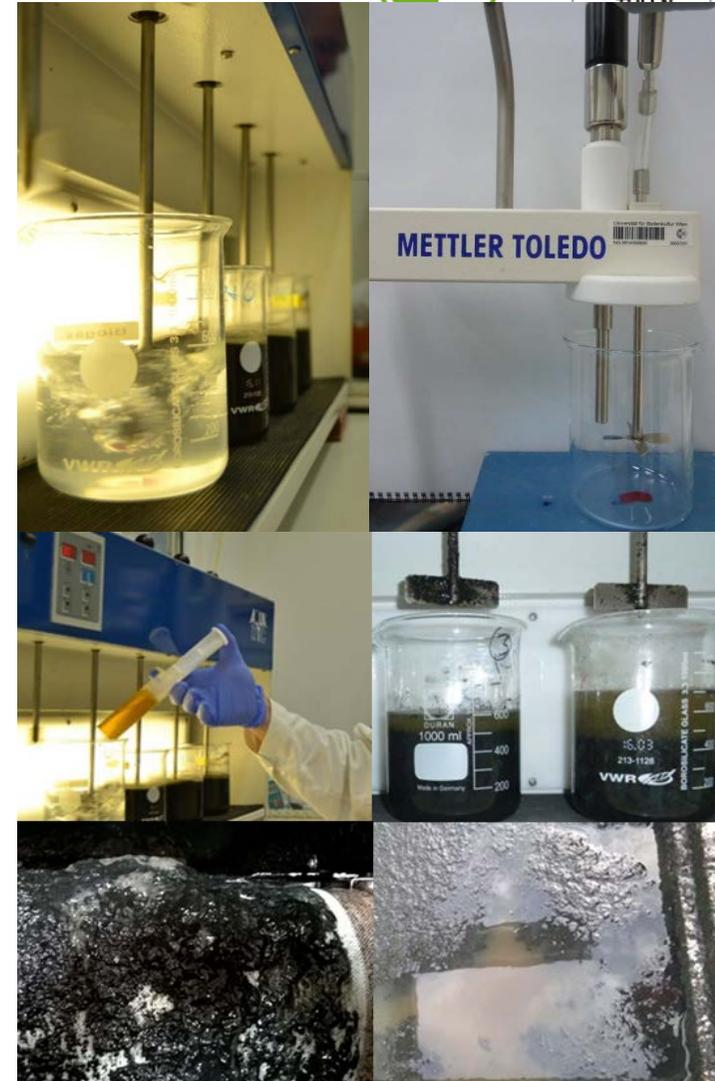
Unterschiedliche Schlämme, Gärprodukte, unterschiedliche Verbräuche Flockungsmittel



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

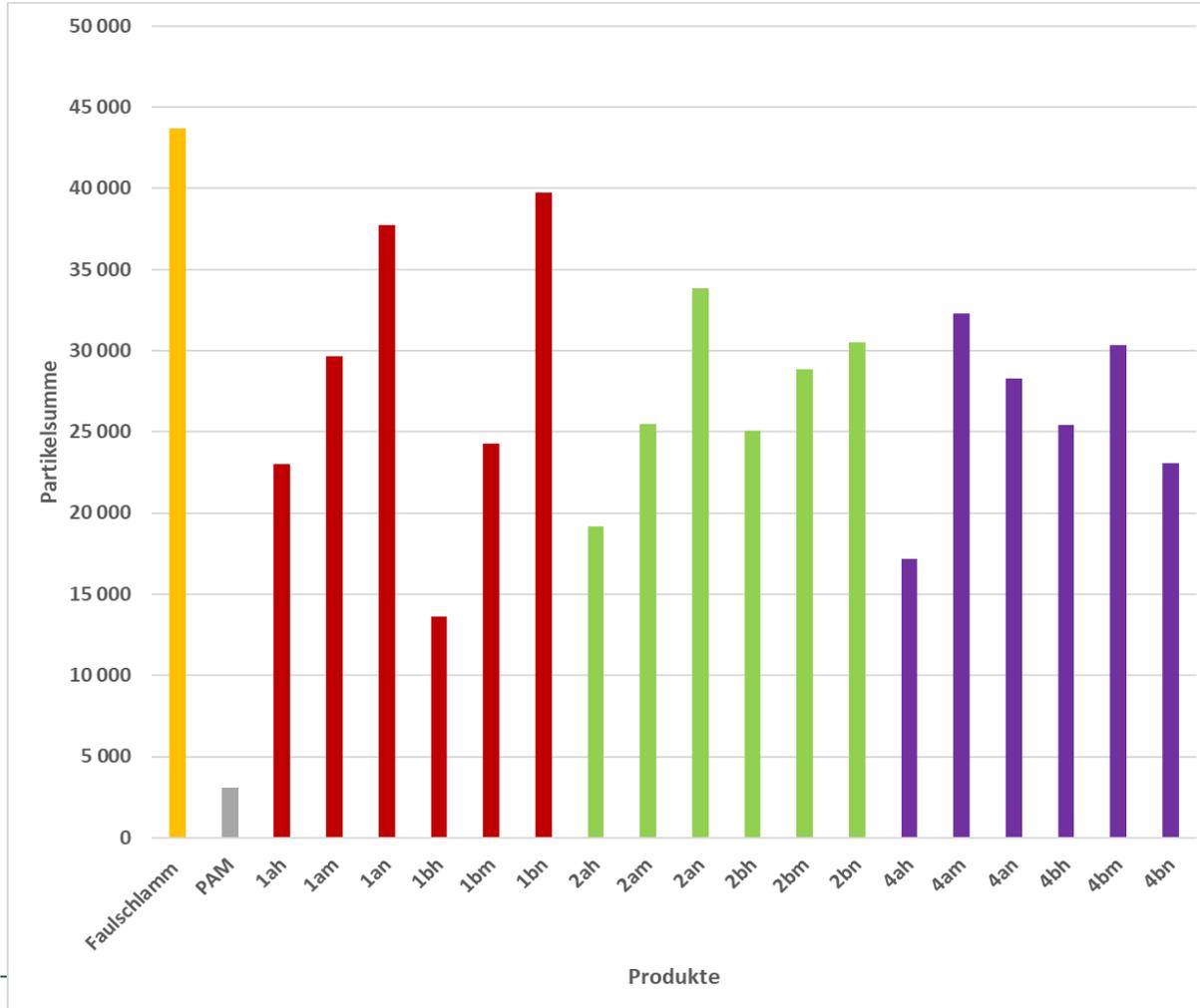
Versuche Projekt „BioFlock“

- 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 (Heppe, eigene Modifikationen)
- 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)



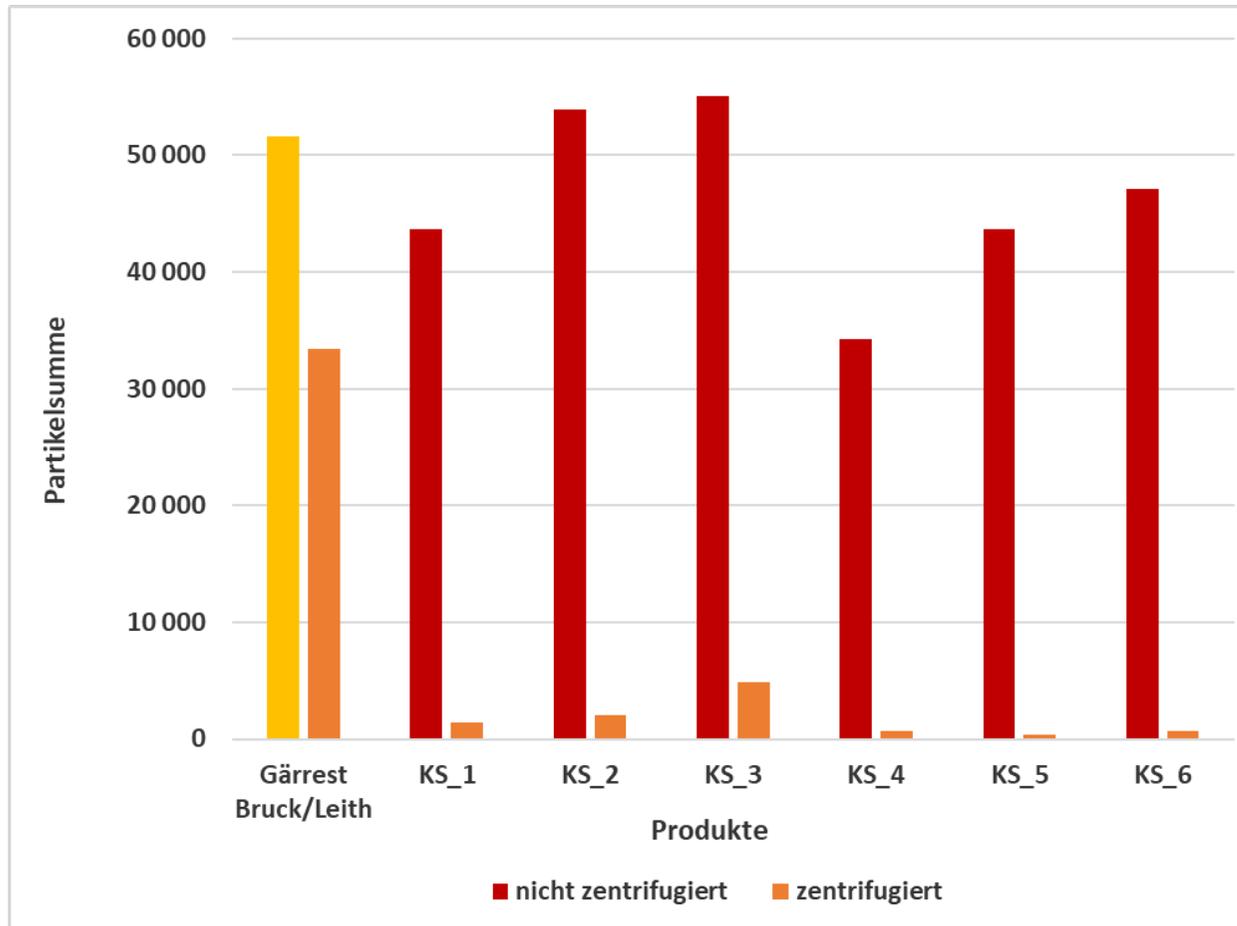
Faulschlamm Flockung mit modifizierter Stärke

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



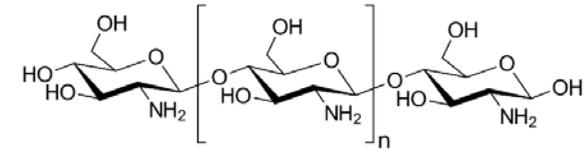
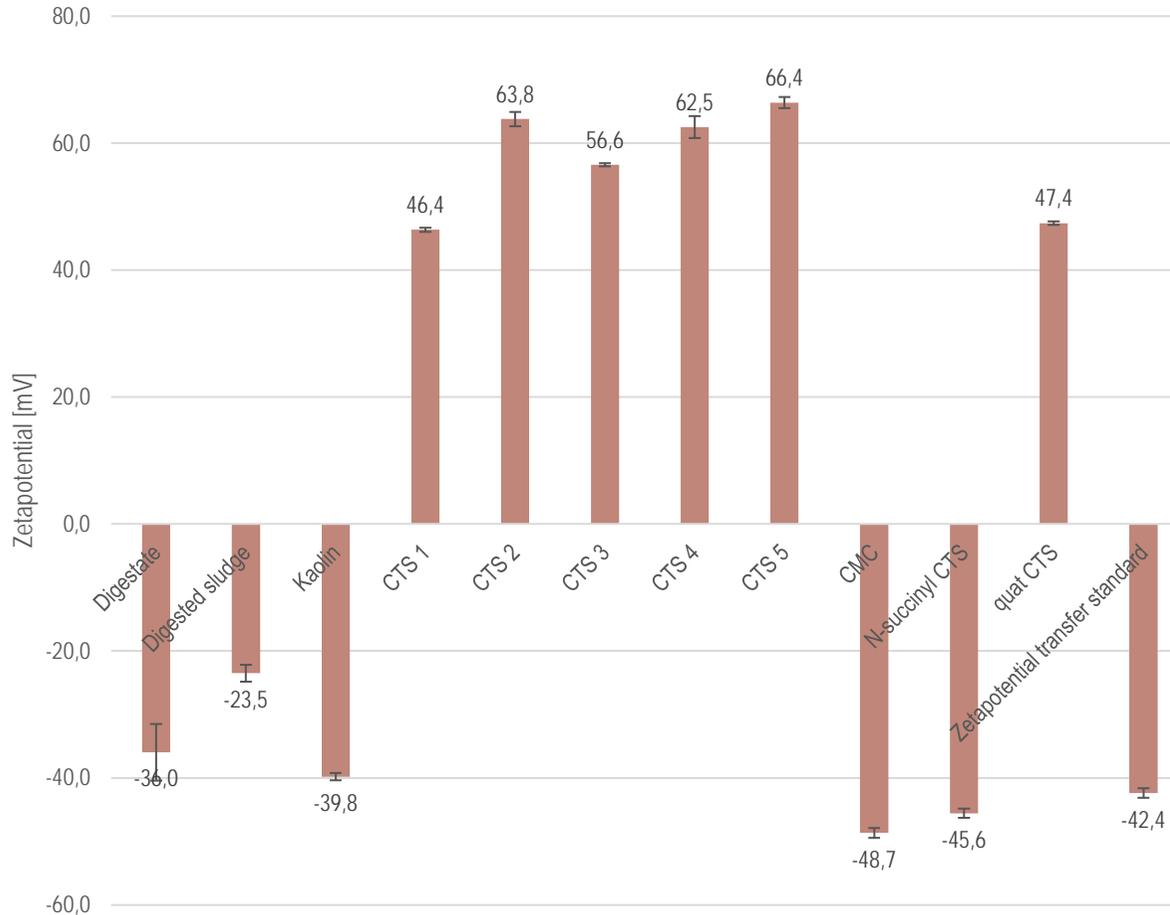
Gärrest Flockung mit modifizierter Stärke

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)



Chitosan

„Zetapotential – el. Potential an Abscherschicht“

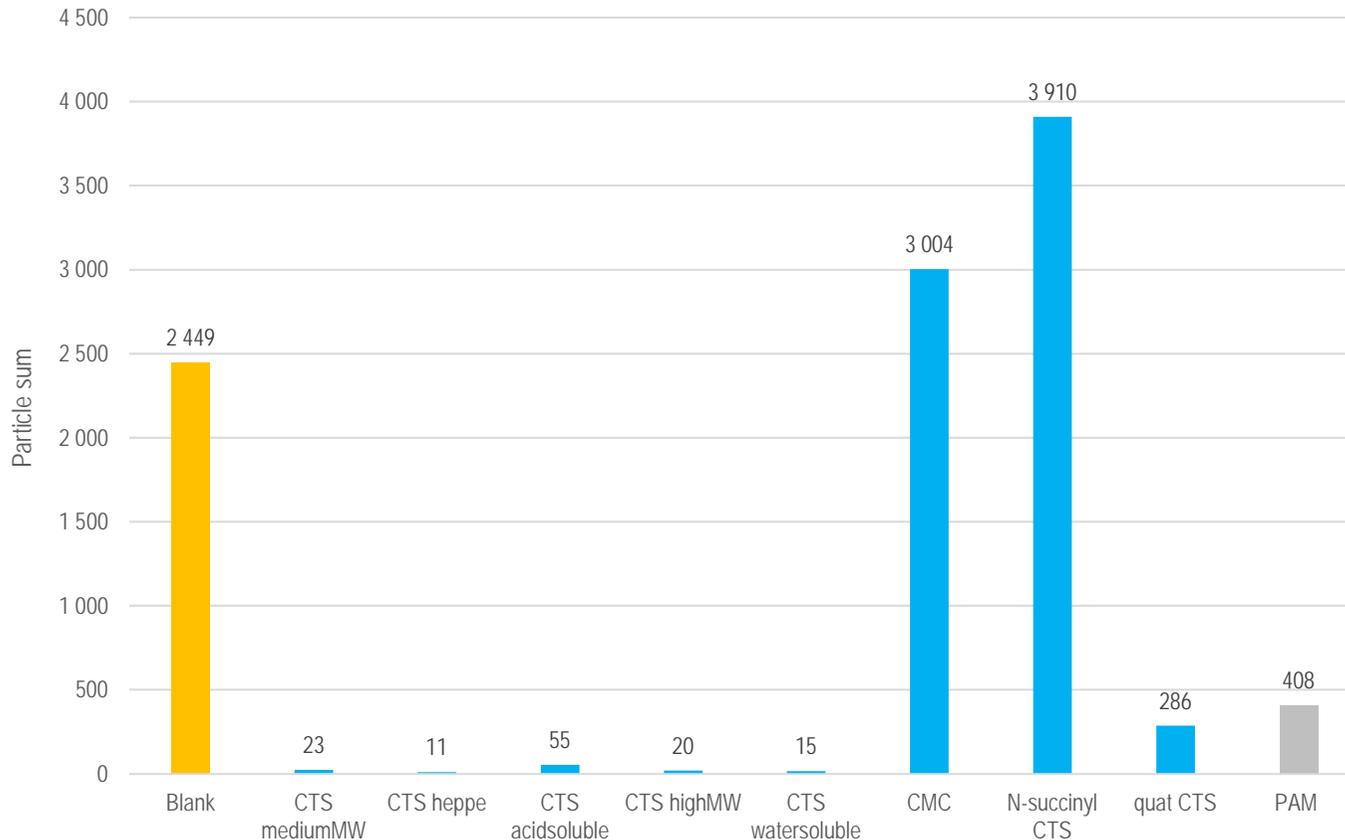


Faulschlamm Flockung mit modifiziertem Chitosan

TS: 1,62%; Partikelsumme: 43.700; el. Leitfähigkeit: 7,84 mS/cm

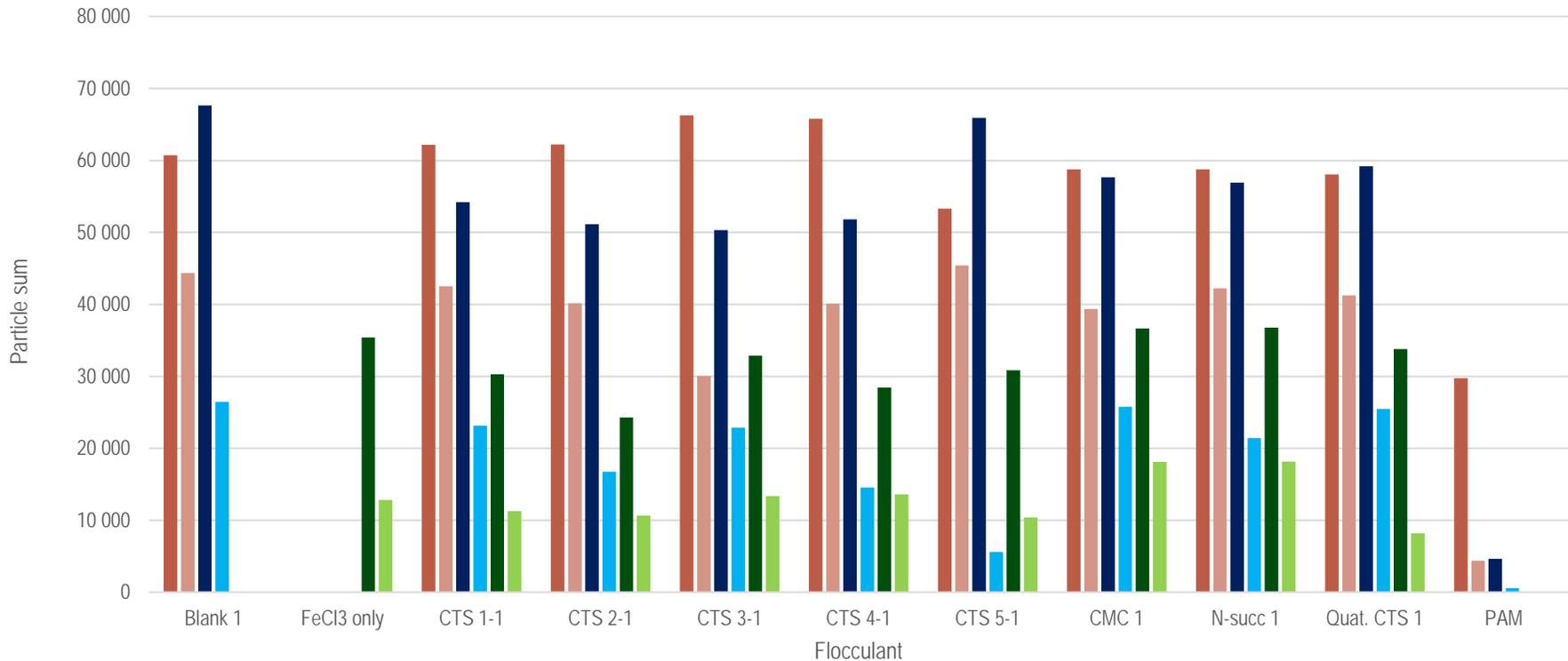
0,04 kg Polymer/kg TS (Kment et al., 2021)

nach Zentrifugation



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)



■ Particle sum 0,04g/kg DM

■ Sum of particles 0,08g/kg DM

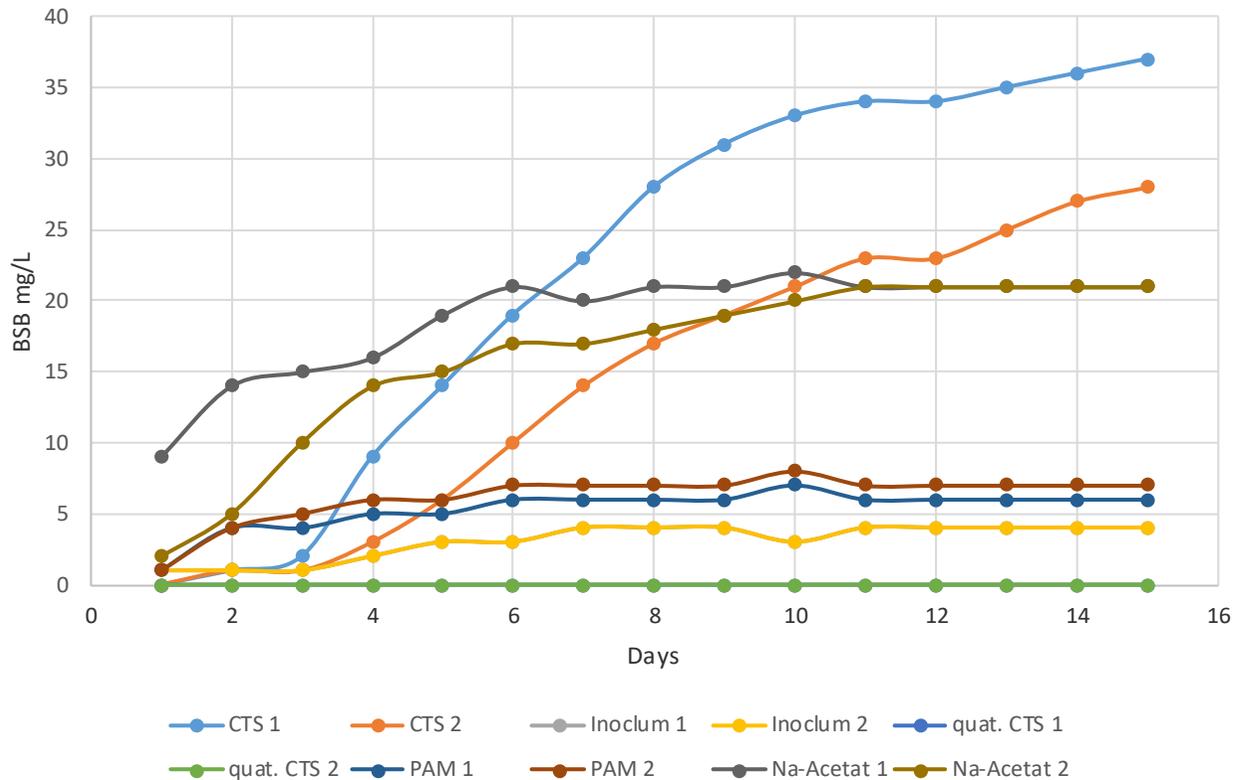
■ Particle sum 0,04g/kg DM + FeCl3

■ Particel sum after zentrifugation 0,04g/kg DM

■ Sum of particles after zentrifugation 0,08g/kg DM

■ Particel sum after zentrifugation 0,04g/kg DM + FeCl3

BSB-Test; Abbauversuch 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)

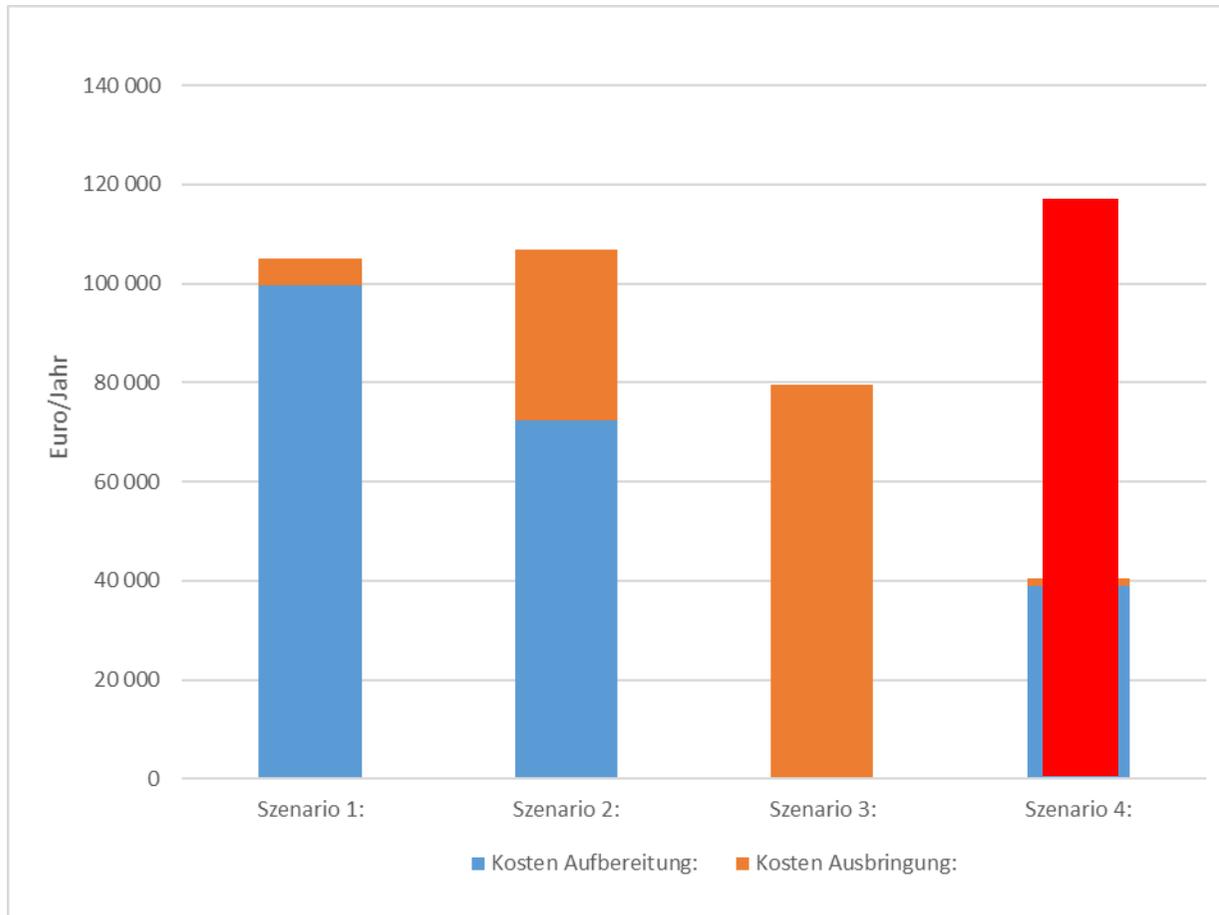
- Wie hoch muss Feinpartikelentfernung bei Gärrestaufbereitung sein – Membrantechnologie vs. Eindampfung

- Weitere Optimierung: Kombination mit Kalkmilch als Flockungsmittel (Ca(OH)₂ – Hydroxidniederschlag)

Kosten Gärrestaufbereitung

Flockung + Dekanter Zentrifuge + Umkehrosmose + Bandtrockner

Gärrest-Menge: 11.000 m³/Jahr; Entfernung Gärrest-Ausbringung: 10 km



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:

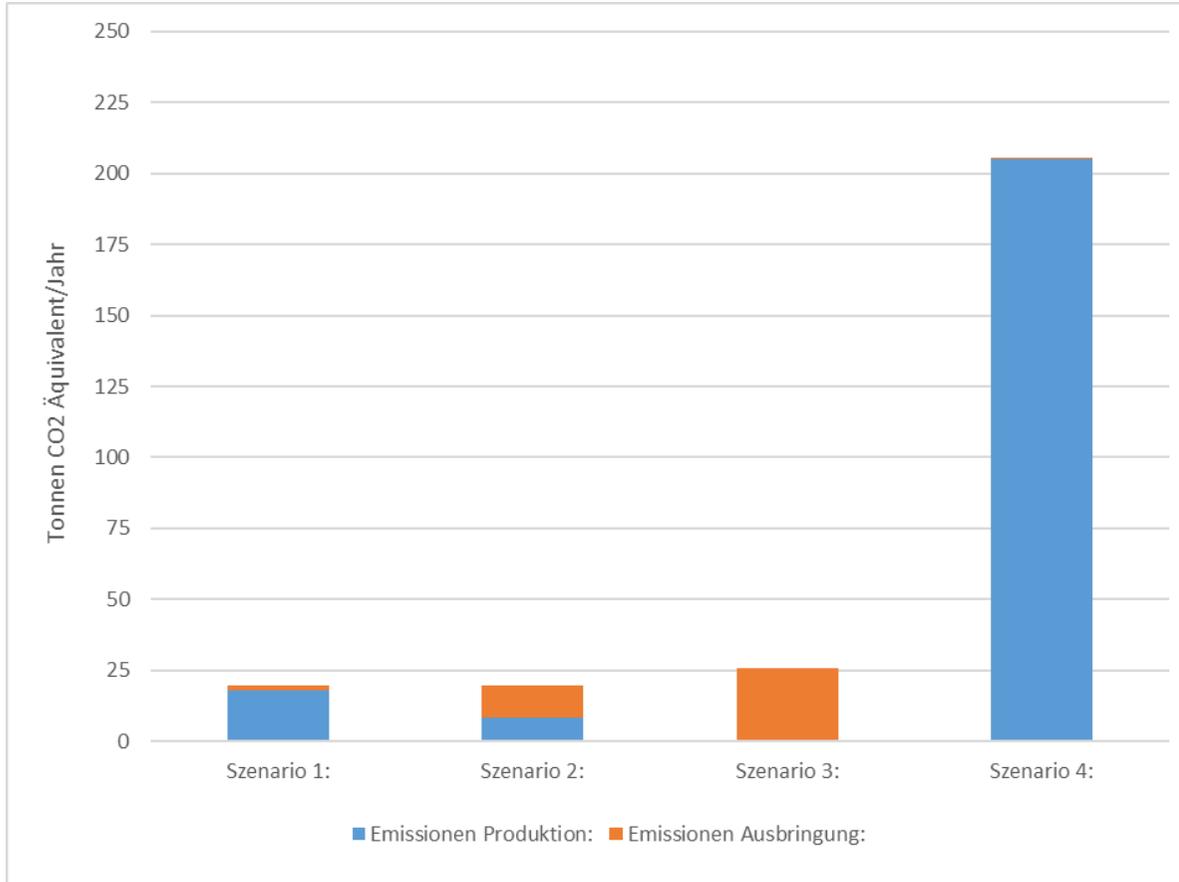
Erhöhung KAS Preis von 200€/t auf 600€/t

Quelle: IFA-Tulln, 2019

CO2 Emissionen (Tonnen/Jahr)

Flockung + Dekanter Zentrifuge + Umkehrosmose + Bandtrockner

Gärrest-Menge: 11.000 m³/Jahr; Entfernung Gärrest-Ausbringung: 10 km



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)

Quelle: IFA-Tulln, 2019



kompost
& biogas
verband



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