

# Deutsches Biomasseforschungszentrum

gemeinnützige GmbH



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Holzfaservergärung zur Biogas- und Torfsubstitutgewinnung

Britt Schumacher, Harald Wedwitschka, Peter Fischer, Eckhard Schlüter, Jan Grundmann



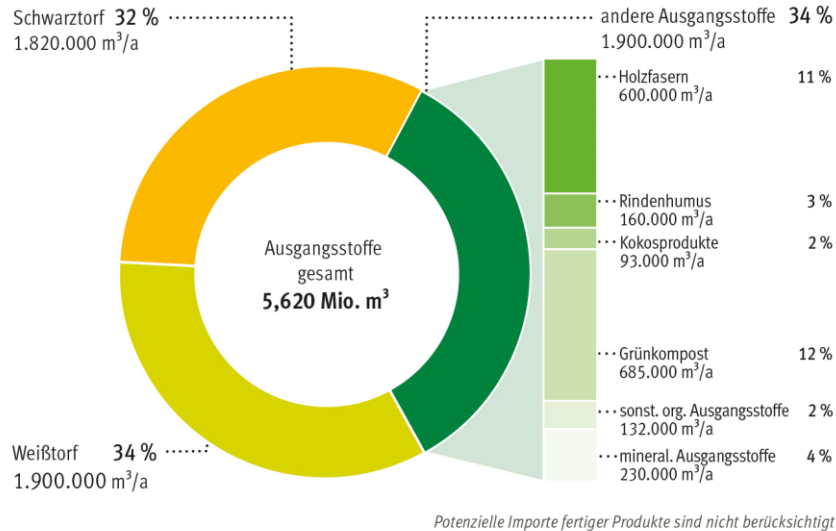
C.A.R.M.E.N.-Webkonferenz „Torfersatzsubstrate – auf dem Weg zu neuen Erden!“

8. Februar 2023

- Zusammensetzung Kultursubstrate in Deutschland
- Gärresteinsatz in gärtnerischen Kultursubstraten - Möglichkeiten und Grenzen aus Sicht der Klasmann-Deilmann GmbH (Substratindustrie)
- PaplGas-Projekte
- PaplGas-Prozessketten
- Vergärungsversuche & Pflanzentests
- Fazit & Ausblick

# Zusammensetzung Kultursubstrate in D

## Einsatz von Substratausgangsstoffen bei Hobbyerden und Kultursubstraten für den deutschen Markt 2019



Quelle: IVG (2020)  
© FNR 2021



Quelle: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

<https://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/moor-torf/einsatz-von-substratausgangsstoffen-bei-hobbyerden-und-kultursubstraten-fur-den-deutschen-markt.html>  
(download: 06/2022)

# Gärresteinsatz in gärtnerischen Kultursubstraten (I)



## **Möglichkeiten und Grenzen aus Sicht der Klasmann-Deilmann GmbH (Substratindustrie)**

- Biologisch instabil: Hohe Stickstofffixierung, leichte Besiedelung mit saprophytischen Pilzen, Geruch in geschlossenen Verpackungen
- Zu hohe Salzgehalte bei Einsatz von Gülle/Mist, Lebensmittelresten oder Biotonne
- Zu hohe Nährstoffgehalte
- Zu hohe Schwankungsbreite der chemischen Eigenschaften
- Mangelnde Hygiene, Risiko von Humanpathogenen
- Rückstände von Pestiziden aus der Landwirtschaft, vor allem Risiko von Herbiziden

# Gärresteinsatz in gärtnerischen Kultursubstraten (II)



## **Möglichkeiten und Grenzen aus Sicht der Klasmann-Deilmann GmbH (Substratindustrie)**

- Hoher pH-Wert
- Nicht strukturstabil
- Evtl. hohe Schüttdichten, zu hohe Feuchte, wenn nicht separiert oder getrocknet
- Zu dezentral für die Substratindustrie
- Geringe Lagerfähigkeit
- Kultursubstrate und Blumenerden unterliegen der Düngemittelverordnung

## Zwischenfazit aus Sicht der Klasmann-Deilmann GmbH (Substratindustrie)

- Gärreste sind für die Substratindustrie und speziell für den professionellen Gartenbau wenig interessant
- Im Hobbyerden-Bereich, mit geringeren Anforderungen, ist ein Einsatz aktuell wenig interessant, da nur max. 10-15 Vol-% einsetzbar (siehe genannte Kriterien), bei gleichzeitigem Risiko von Verpilzung und Geruch im Endverkauf

**Aber ...**

# Innovative Gärrestnutzung

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## **Erfolgversprechende Ansätze aus Sicht der Klasmann-Deilmann GmbH (Substratindustrie)**

- Gärreste aus BGA mit üblichem aber rein pflanzlichem Inputmaterial (wie Mais, Roggen, Grünschnitt),
- Gärreste aus BGA mit Pappelholzvergärung -> die PaplGas-Projekte  
(Biomethan & Torfsubstitut)

In beiden Fällen sind die Gärreste zu separieren und nur die feste Phase kann nach einer aeroben Behandlung ggf. als Torfsubstitut Verwendung finden. Die Nutzung der flüssigen Phase kann als Rezirkulat oder sehr lokal als Flüssigdünger erfolgen.

# Biomethan & Torfersatzstoff aus Pappelholz

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Hauptziele der Projekte PaplGas und PaplGas2

- Entwicklung eines Prozesses zur stabilen und ertragreichen Vergärung von Pappelholzfasern zu Biogas
- Identifikation eines Core-Mikrobioms durch Analyse der mikrobiellen Gemeinschaften
- Entwicklung & Test von pflanzenbaulichen Nutzungskonzepten für die vergorenen und aerob nachbehandelten Fasern als Torfsubstitut
- Entwicklung eines Wärmeversorgungskonzepts mit Biomethan für ein urbanes Wohnquartier

## Laufzeit

04/2019 - 06/2021 (FKZ: 22038318) sowie 12/2021 – 11/2023 (FKZ: 2221MT017A / B)

PaplGas-Projekt-Endbericht: <https://biogas.fnr.de/index.php?id=11390&fkz=22038318>



# Biomethan & Torfersatzstoff aus Pappelholz



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Geförderte Partner der Projekte PaplGas und PaplGas2

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH



Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ



## Assoziierte, nicht geförderte Partner

Vattenfall Energy Solutions GmbH (ESG)



Klasmann-Deilmann GmbH (KD)



# Biomethan & Torfersatzstoff aus Pappelholz

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Innovationen

- Biogasproduktion durch Vergärung von Pappelfasern aus Kurzumtriebsplantagen (KUP)
- Nutzung der aus den Gärresten separierten und aerob nachbehandelten Pappelfasern als Torfsubstitut für gärtnerische Kultursubstrate

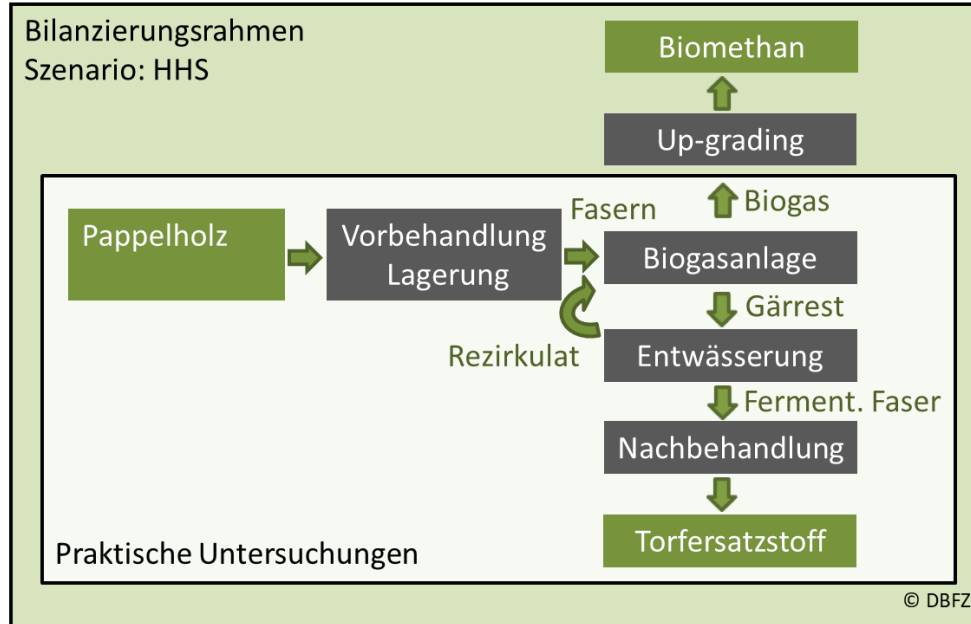


# Prozesskette HHS

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Substrate: Pappelfasern

Vorbehandlung: Häckseln +  
Extrusion

Lagerung: feucht, gasdicht

Biogasfermenter: Rührkessel

Separation: Sieben

Nachbehandlung: aerob

Produkte: Biomethan, Torfersatz,

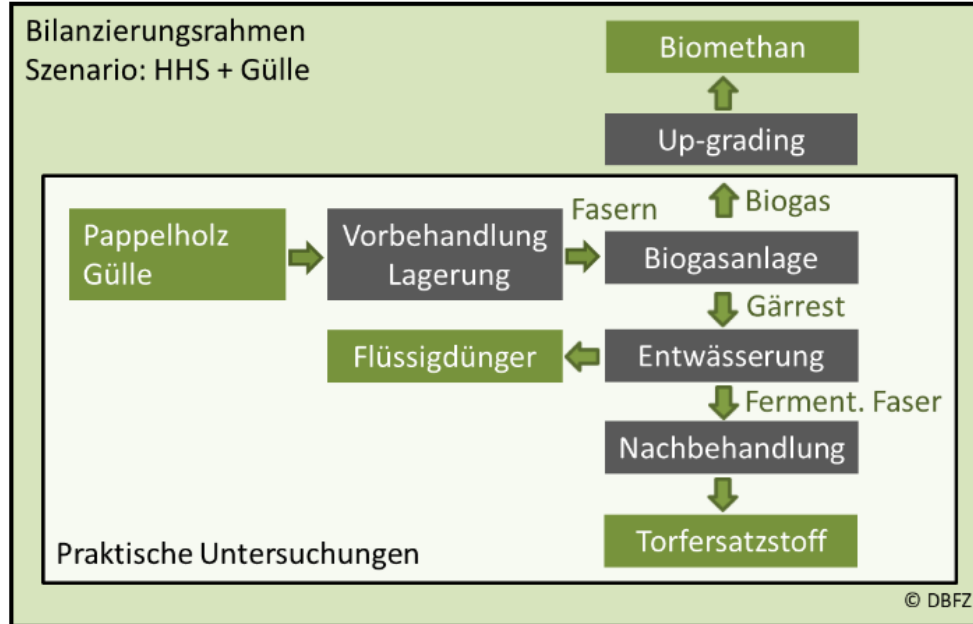
**Rezirkulat**

# Prozesskette HHS+Gülle

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Substrate: Pappelfasern und **Gülle**

Vorbehandlung: Häckseln +  
Extrusion

Lagerung: feucht, gasdicht

Biogasfermenter: Rührkessel

Separation: Sieben

Nachbehandlung: aerob

Produkte: Biomethan, Torfersatz,  
**Flüssigdünger**

# Impressionen (I) PaplGas-Projekt

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Pappel-KUP



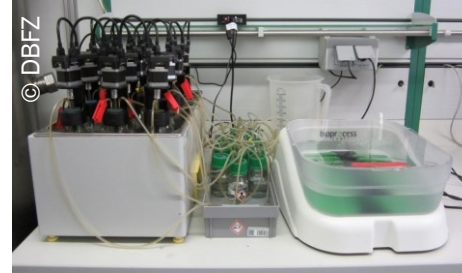
## Holzhackschnitzel



## Pappelfasern



## Biomethanpotenzial-Test



## Rührkesselreaktoren



## Pfropfenstromreaktor



# Impressionen (II) PaplGas-Projekt

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Siebung



## aerobe Nachbehandlung



## Pflanzentests

Chinakohltest (Endauswertung) | 27.11.2020 bis 18.12.2020 (21 Tage Kulturdauer)  
Aufnahme der Frischmasseentwicklung



R1101-2 (2020)  
20% v/v Pappelgärrest

R1101-3 (2020)  
40% v/v Pappelgärrest

R1101-4 (2020)  
Kontrolle (Rez. 095)



R1101-5 (2020)  
Rez. 872 (mod.) Original

R1101-6 (2020)  
20% v/v Pappelgärrest

R1101-7 (2020)  
40% v/v Pappelgärrest

© Klasmann-Deilmann 2020



# Edukt, Zwischen-/Produkte

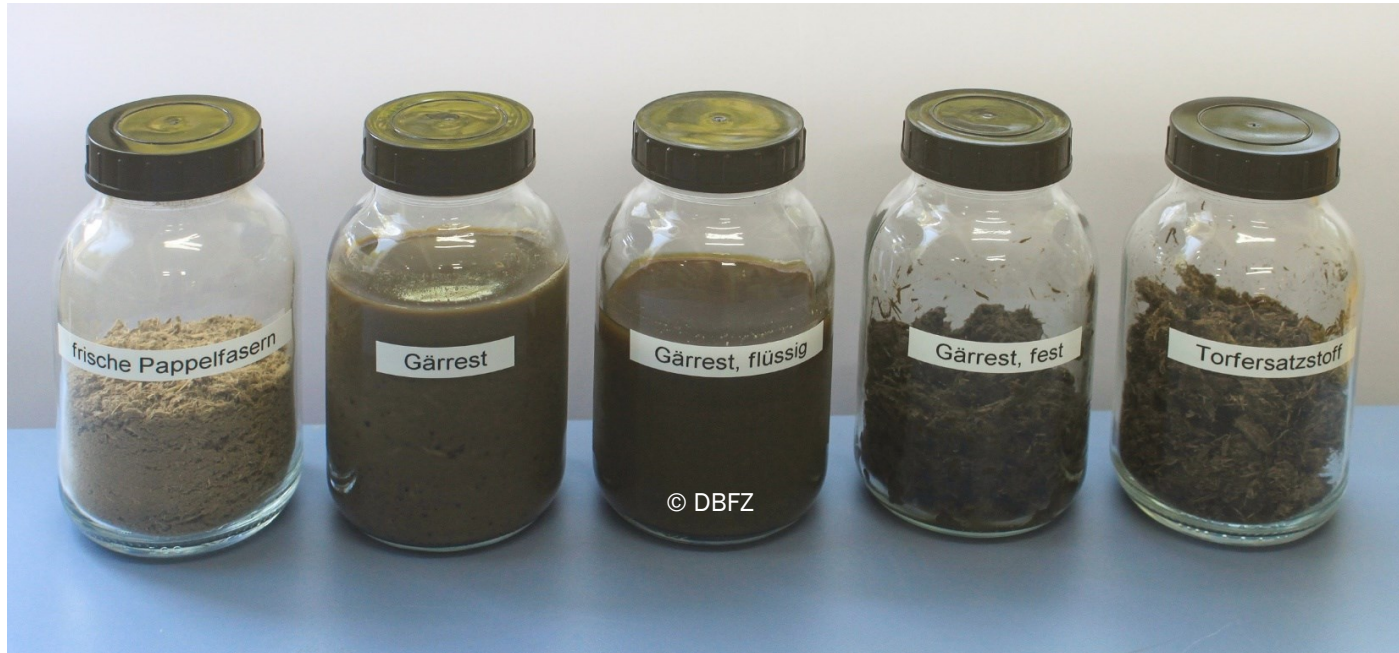
Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

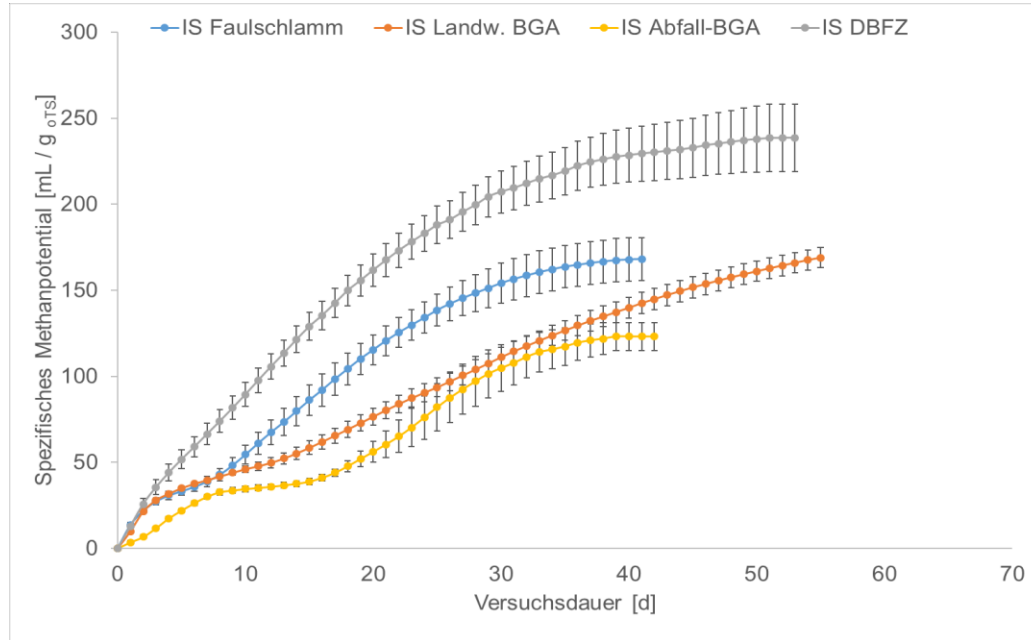


# Methanpotenziale Pappelfasern

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Fasern (Spaltmaß: 25 mm) aus  
getrockneten Holzhackschnitzeln

Impfslamm- bezeichnung	Mittelwert Spezifische Methanpotential	
	[mL/g <sub>OTS</sub> ]	[mL/g <sub>FM</sub> ]
IS Abfall BGA	122±6	98±4
IS Landw. BGA	169±5	135±3
IS DBFZ	239±17	191±13
IS Faulschlamm	168±11	135±9

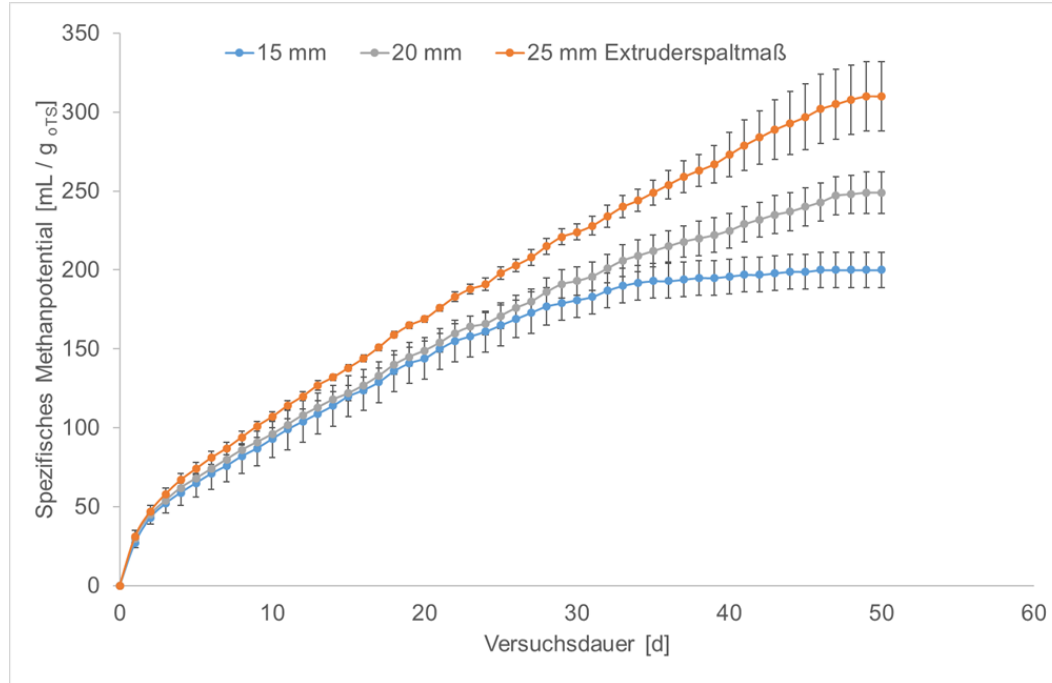


# Methanpotenziale Pappelfasern

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Frische Fasern 2020, IS DBFZ

Probenbezeichnung	Mittelwert Spezifisches Methanpotential	
	[mL/g <sub>oTS</sub> ]	[mL/g <sub>FM</sub> ]
MCC	350±8	333±7
Pappelfasern 15 mm ESM	200±11	97±5
Pappelfasern 20 mm ESM	249±13	113±6
Pappelfasern 25 mm ESM	310±22	132±9

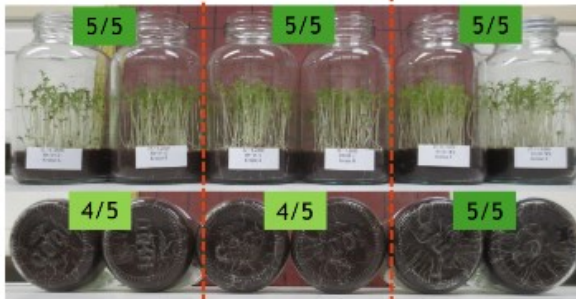
MCC Mikrokristalline Zellulose (Referenzsubstrat)  
ESM Extruderspaltmaß

Bei Untersuchungen im Jahr  
2022 lag das Methanpotenzial  
maximal bei 227 ML/g<sub>oTS</sub>.

# Kressetests bei KD

## 02 Ergebnisse

Kressetest (Keimung und Wurzelentwicklung) | 27.11.2020 bis 04.12.2020 (sieben Tage)



R1101-2  
(2020)

80% v/v  
Basismischung  
Kompost

20% v/v  
Pappelgärrest

R1101-3  
(2020)

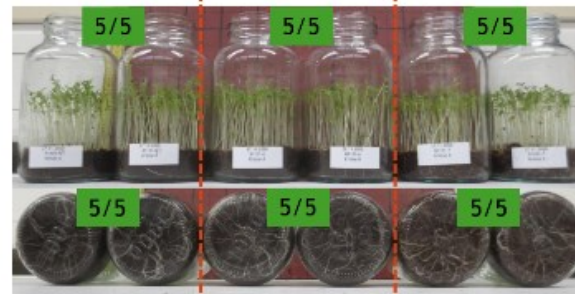
60% v/v  
Basismischung  
Kompost

40% v/v  
Pappelgärrest

R1101-4  
(2020)

Kontrolle  
(Rez. 095)

100% v/v  
Torf



R1101-5  
(2020)

Rez. 872 (mod.)  
Original

50% v/v  
Torfersatz

R1101-6  
(2020)

20% v/v  
Pappelgärrest  
(Ersatz Kompost)

50% v/v  
Torfersatz

R1101-7  
(2020)

40% v/v  
Pappelgärrest  
(Ersatz Kompost + HT)

70% v/v  
Torfersatz

10

- Inhaltsstoffanalyse
- Stickstoffimmobilisierung
- Pflanzentests mit Kresse, Salat und Chinakohl mit verschiedenen Substratmischungen

# Pflanzentests bei KD

## 02 Ergebnisse

Chinakohltest (Endauswertung) | 27.11.2020 bis 18.12.2020 (21 Tage Kulturdauer)

Aufnahme der Frischmasseentwicklung



R1101-2 (2020)  
20% v/v Pappelgärrest

R1101-3 (2020)  
40% v/v Pappelgärrest

R1101-4 (2020)  
Kontrolle (Rez. 095)



R1101-5 (2020)  
Rez. 872 (mod.) Original

R1101-6 (2020)  
20% v/v Pappelgärrest

R1101-7 (2020)  
40% v/v Pappelgärrest

# Analysen Pappel-Torfsubstitut 2020



	Charge Feb 2020 (HF+Inokulum)	Charge Feb 2020 (HF+Hornmehl)
Vergärung	Pfropfenstrom (Batch)	Rührkesselreaktoren (Konti)
Vol.-Gew. (trocken) [g/L]	90	90
pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> ) [-]	6,9	6,8
Salzgehalt als KCl [g/L]	2,68	0,63
Nitrat-N (NO <sub>3</sub> -N) [mg/L]	122	5
Ammonium-N (NH <sub>4</sub> -N) [mg/L]	15	11
Phosphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) [mg/L]	562	69
Kalium (K <sub>2</sub> O) [mg/L]	1980	443
Magnesium (Mg) [mg/L]	85	45
Calcium (Ca) [mg/L]	745	515
Natrium (Na) [mg/L]	245	40
Chloridgehalt [mg/L]	774	121
Biol. Stabilität (Zöttl-Test) [mg/L]	-96 (N-Immobilisierung)	17 (N-Mineralisation)
Beurteilung	„Als Substratkomponente mit maximal 40 Vol.-% Beimischung geeignet.“	„Material kann als Substratkomponente eingesetzt werden.“

HF Holzfasern

Gärrest z. T. mit  
Einschränkungen als  
Torfersatzstoff einsetzbar.  
Physikalische Eigenschaften  
limitierender Faktor  
(Wasserkapazität).

# Torfersatz aus Pappelholzgärresten

## Fazit KD/DBFZ

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Gärreste aus der Pappelholzvergärung zeigen vielversprechende Eigenschaften

- relativ salz- und nährstoffarm je nach Kosubstrat und Intensität Separation
- geeignete Struktur
- bei aerober (aktuell mehrwöchiger) Nachbehandlung biologisch stabil

Somit ist der Einsatz an-/aerob behandelter Pappelholzfaser im Hobby- und im Profisektor (Topfsubstrate für Zierpflanzen und Baumschulen) denkbar und scheint aufgrund der gleichzeitigen Energiegewinnung ökologisch vorteilhaft zu sein. Die technische und ökonomische Umsetzung in der Praxis bedarf weiterer F+E.

# Bewertung der Prozessketten 2019/2020

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

	HHS-Chargenname Mai 2019 (Ernte März)	Bewertung	HHS-Chargenname Feb 2020	Bewertung
Lagerung Holzhack- schnitzel (HHS)	Trocknung ATB- Kaltbelüftung (ca. 8 Wochen)	1)	nein	
Konditionierung HHS für Extrusion	24 h mit Wasserzugabe	2)	nein	
Extrusion zu Fasern (HF) Blendenöffnung [mm]	25	3)	25	9)
Lagerung HF	getrocknet, luftdicht	4)	feucht, luftdicht	10)
Vergärung im Rührkesselreaktor	Kontinuierliche Versuche HF + RG	5)	Kontinuierliche Versuche HF + Hornmehl	11)
Batch-Vergärung im Pfpfenstromreaktor	HF + Inokulum	6)	HF + Inokulum	12)
Nachbehandlung HF	Separation/Waschen	7)	Separation/aerobe Nachbehandlung	13)
Pflanzentests	Nein, N- Immobilisierung zu hoch	8)	mit Kresse und Kohl  mit Salat und Kohl	14) 15)

- 1) Hoher Energieaufwand, niedrigerer Methanertrag
- 2) Zusatzaufwand
- 3) Fasern OK, aber auch Grobanteil vorhanden
- 4) Lagerstabil
- 5) Stabile Vergärung, aber geringe Raumbelastung im Rührkessel
- 6) Erzeugung vergorener Fasern für Pflanzentest im Batch-Betrieb mit DBFZ-Inokulum ohne Co-Substrate technisch machbar
- 7) Technisch machbar, aber anschließend N-Immobilisierung zu hoch, Produkt nicht als Torfersatz nutzbar
- 8) Wegen zu hoher N-Immobilisierung nicht umsetzbar
- 9) Wie 3)
- 10) Lagerstabil (Feuchtkonservierung ähnlich Silierung)
- 11) Wie 5)
- 12) Wie 6)
- 13) Technisch machbar
- 14) Gärrest aus Pfpfenstromversuch, Pflanzentests mit verschiedenen Kultursubstratmischungen erfolgreich (max. 40 Vol.-% vergorene Fasern), bei Salat negative Ergebnisse
- 15) Gärrest aus Rührkesselreaktorversuch, Pflanzentests mit verschiedenen Kultursubstratmischungen erfolgreich (max. 75 Vol.-% vergorene Fasern), bei Kresse negative Ergebnisse

HF Holzfasern, RG Rindergülle

# Ausblick

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Aktuell sind viele technische, biologische und ökonomische Fragen zu beantworten:

1. regionaler Markt für das Torfsubstitut z.B. bei lokalen Erdenwerken oder Gartenbaubetrieben für welche Mengen und Qualitäten (z.B. Ko-Substrate zur Stickstoff-/Spurenelementversorgung, Salzgehalte, N-Immobilisierung) ?
2. Holzart/-sorte der Kurzumtriebsplantagen/Agroforst (Klimawandel, Dürren)?
3. Umrüstung bzw. Umbau der Vergärungstechnik (Rührkessel-, Pfropfenstrom- oder Festbettreaktoren; Durchmischen, Fördern/Pumpen) bei Bestandsbiogasanlagen?
4. Nachbehandlung der separierten behandelten Fasern vor Ort oder bei Partnern?
5. ....

**Deutsches Biomasseforschungszentrum**

gemeinnützige GmbH



## **Smart Bioenergy – Innovations for a sustainable future**

### **Kontakt**

Dr. Britt Schumacher

[britt.schumacher@dbfz.de](mailto:britt.schumacher@dbfz.de)

**DBFZ Deutsches  
Biomasseforschungszentrum  
gemeinnützige GmbH**

Torgauer Straße 116

D-04347 Leipzig

Tel.: +49 (0)341 2434-112

E-Mail: [info@dbfz.de](mailto:info@dbfz.de)

[www.dbfz.de](http://www.dbfz.de)