



Dezentrales System zur bedarfsgerechten Sammlung von Speiseabfällen

Sebastian Hupfaut, PhD

Vorstellung

- Sebastian Hupfaut, PhD
- Promotion im Bereich Mikrobiologie (Thema: Biogasproduktion) im Jahr 2020 an der Universität Innsbruck
- Seither wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Mikrobiologie, Universität Innsbruck
- Unsere Themengebiete:
 - Anaerobe Vergärung (Biogas Produktion)
 - Bodenökologie / Biodegradation
 - Kompostierung
 - Insekten Biotechnologie
 - Abwasser Management
 - Anaerobe Pilze
 - Bioinformatik / Datenanalyse



Vorstellung

Wir bieten:

- Grundlagenforschung zur Aufklärung fundamentaler Mechanismen in der Natur
- Angewandte Forschung zur Beantwortung praktischer Fragestellungen
- Auftragsforschung zur Bearbeitung konkreter, für einen (Firmen)Partner wichtiger Fragen
- Beratung / Unterstützung bei geplanten/laufenden Projekten
- Lehre / Ausbildung unserer Studenten
- Wissenschaftskommunikation um auch Andere für das Thema (Natur-)Wissenschaft zu begeistern → Science Center „**MikroMondo**“
 - **Wann?** Geplante Eröffnung: 2024
 - **Wo?** Zirl, Tirol (10 km westlich von Innsbruck)
 - **Was?** Mehr als 45 Module gegen Einblick in die faszinierende Welt der Mikroorganismen

Vorstellung

www.mikroalpina.org



MAEID Büro für Architektur
und Transmediale Kunst

*funçj
r d'ospas e d
Wek a l'm a here E
nar'ra in'bu 'em a d.*

Die Ausstellungs
MACHERINNEN



so geht sauber.

**universität
innsbruck**

BAUPULS

Vorstellung

www.mikrobalpina.org

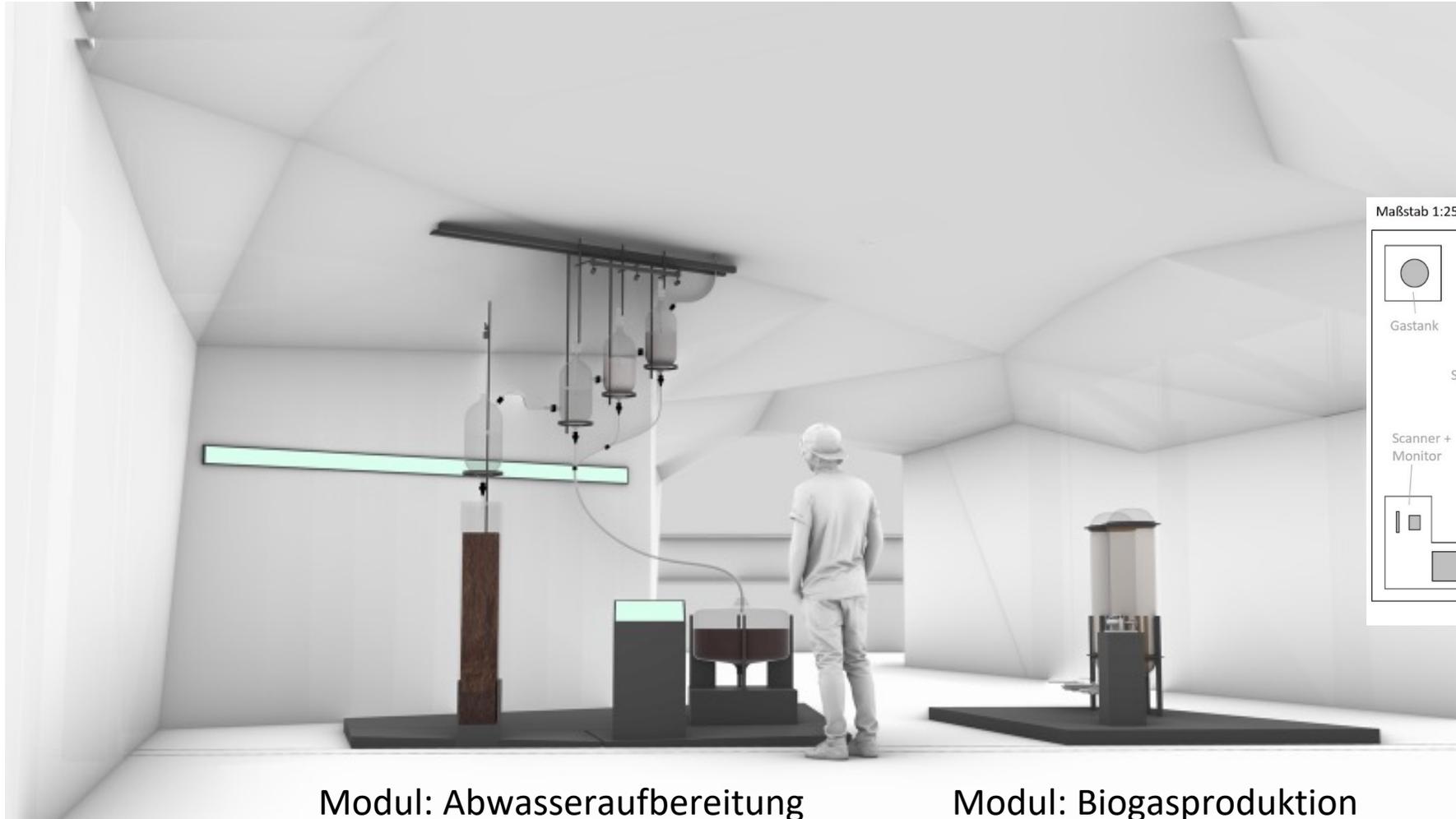


Modul: Holzabbau

Modul: Abwasserepidemiologie

Vorstellung

www.mikroalpina.org



Vorstellung

Wir sind immer offen für neue Kooperationen und freuen uns auf eine mögliche, spannende Zusammenarbeit!

Kontakt:

+43 512 507-51326

Sebastian.hupfauf@uibk.ac.at

<https://www.uibk.ac.at/de/microbiology/>

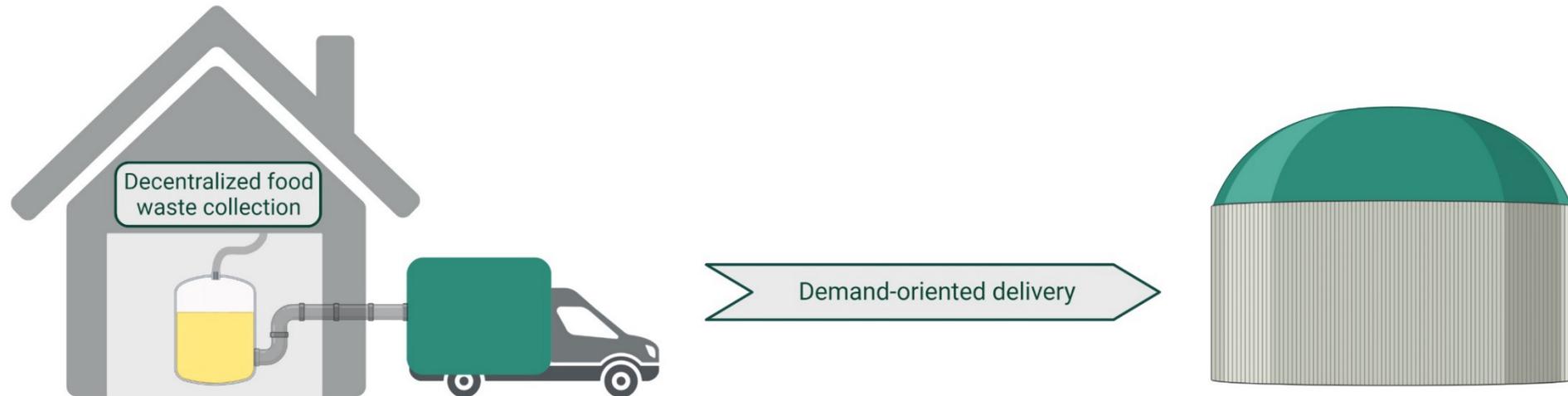
Dezentrale Lagerung von Speiseabfällen

- 2019: 17% der weltweit produzierten Nahrungsmittel wurden entsorgt (931 Mio. t)
- Übliche Entsorgungswege
 - Deponierung
 - Verbrennung
 - Kompostierung
 - Anaerobe Vergärung (Biogas)
- Anaerobe Vergärung ist häufig der bevorzugte Weg aufgrund des hohen energetischen Potenzials
- Problem: Lagerung oft herausfordernd
 - Hygiene
 - Platzbedarf
 - Logistik / Transport
 - Geruchsbelästigung

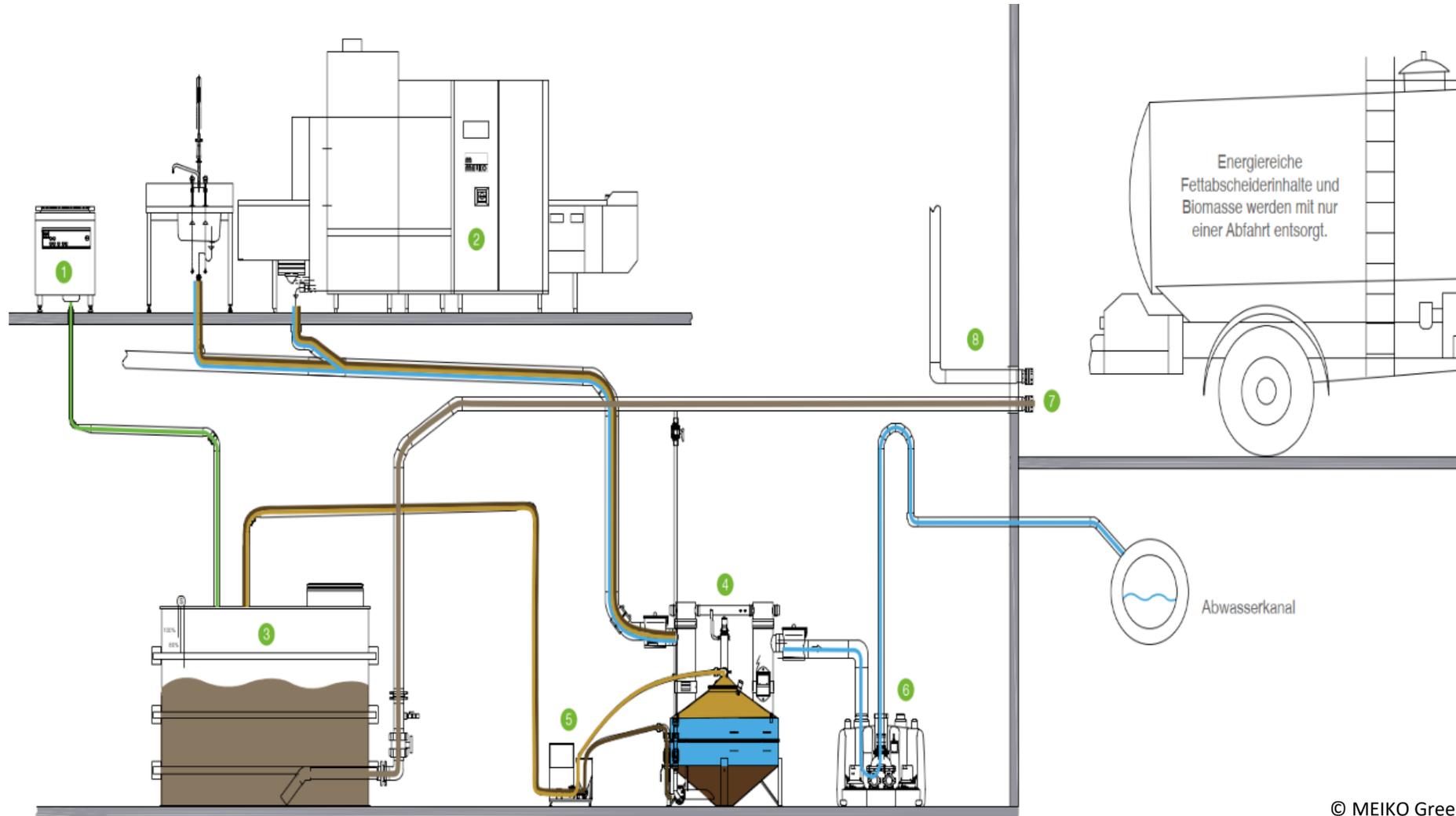
Dezentrale Lagerung von Speiseabfällen

Lösungsansatz: Dezentrales Lagerungskonzept!

- Konzipiert für Hotels, Restaurants, Krankenhäuser, etc.
- Homogenisierungseinheit zerkleinert das Abfallmaterial → Lagerung in einem Tanksystem
- Einstellung der Konsistenz über Zugabe von (Rest-)Wasser
- Gelagertes Material kann in ein Tankfahrzeug gepumpt und abgeholt werden (zusammen mit Fettabscheiderinhalten)
- Dies ermöglicht die bedarfsgerechte Produktion von Biogas



Dezentrale Lagerung von Speiseabfällen



© MEIKO Green Waste Solutions

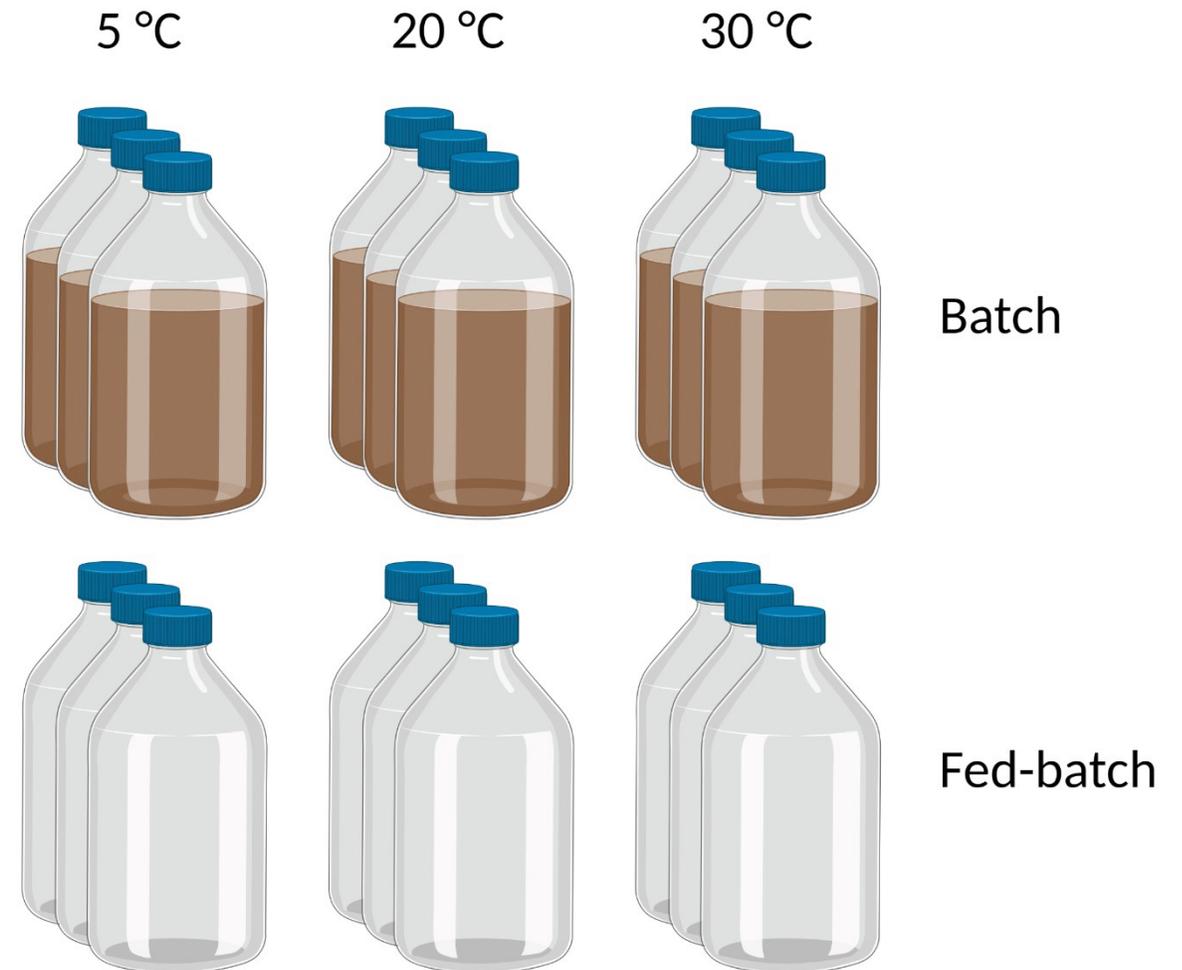
Dezentrale Lagerung von Speiseabfällen



© MEIKO Green Waste Solutions

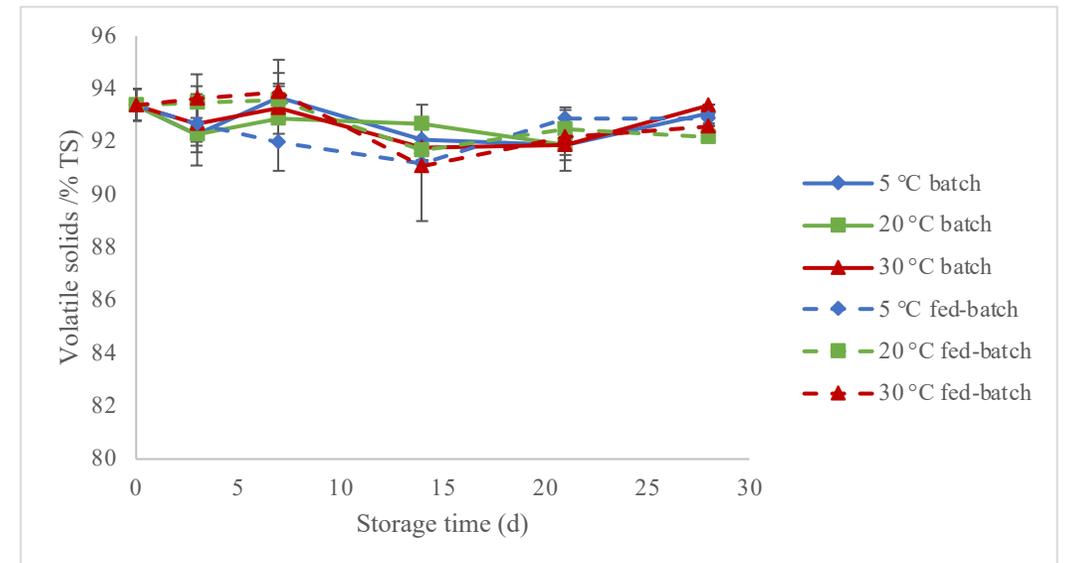
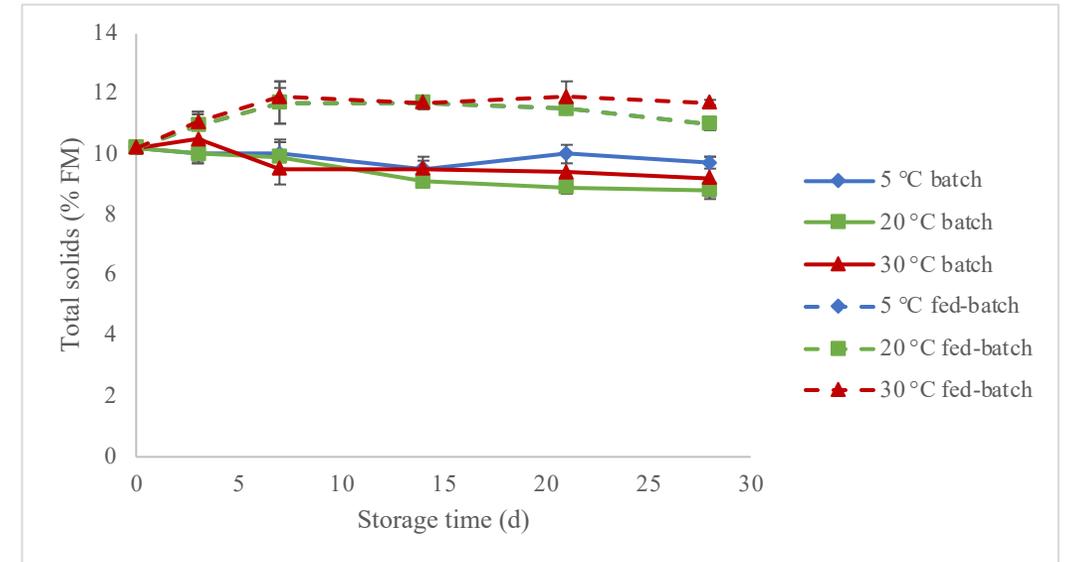
Versuchsaufbau

- Lagertanks: 2 L Laborflasche
- Speiseabfälle (SP) aus der Kantine der Universität Innsbruck
 - Küchenabfälle
 - Tellerreste
- Batch
 - Start: 1600 mL SP
- Fed-batch
 - Start: 200 mL SP
 - Zugabe: 100 mL SP / Werktag
- Versuchsdauer: 28 Tage
- Jeden Werktag geöffnet und geschüttelt



Ergebnisse

- Kein deutlicher Einfluss von Temperatur und Lagerungsdauer auf die Trockensubstanz (TS)
 - **ABER:** Einfluss der Lagerungsstrategie → Fed-batch Lagerung führt zu höherem TS!
 - Organische Trockensubstanz (oTS) blieb unverändert über einen Zeitraum von 28 Tagen
 - Kein Einfluss von Temperatur auf oTS
 - Im Gegensatz zu TS hatte die Lagerungsstrategie keinen Einfluss auf oTS
- Während der 28-tägigen Lagerung kam es zu keinem nennenswerten Verlust von Biomasse!

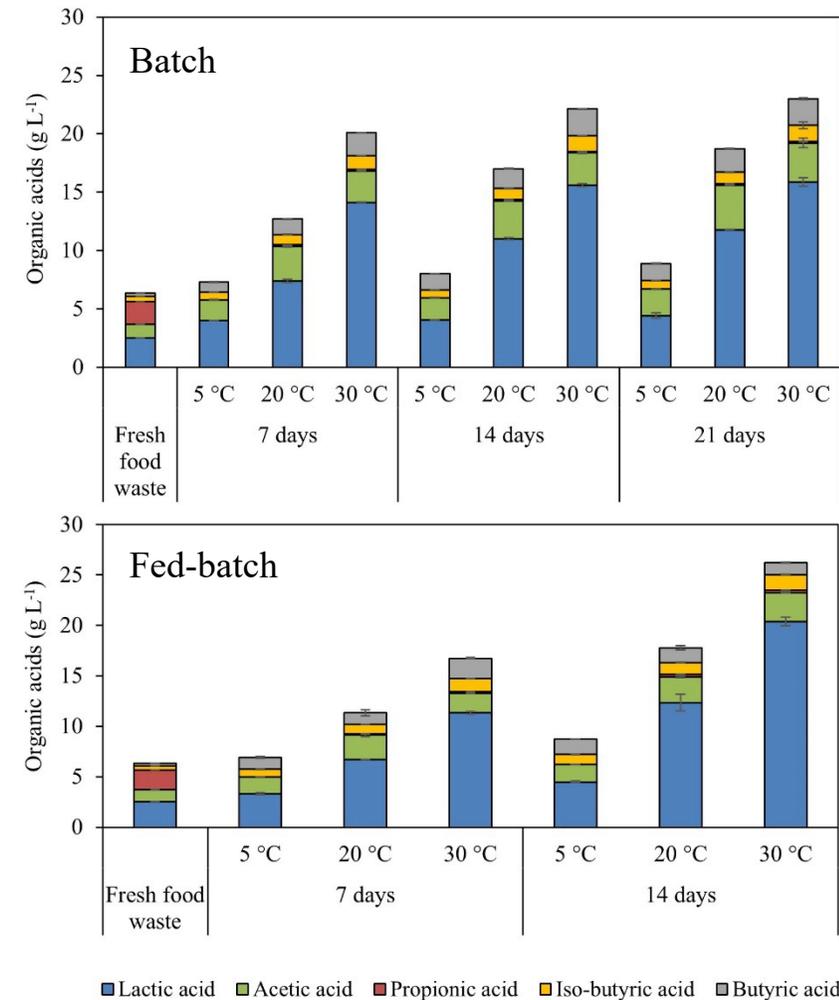


Ergebnisse

- Organische Säuren, insbesondere Milchsäure stiegen mit der Zeit an → Abfall des pH-Werts
- Stärkere Ansäuerung bei höheren Temperaturen
- Ansäuerung auch in gefütterten Tanks, allerdings leicht zeitversetzt

→ Stabilisierender Effekt ähnlich der Silierung

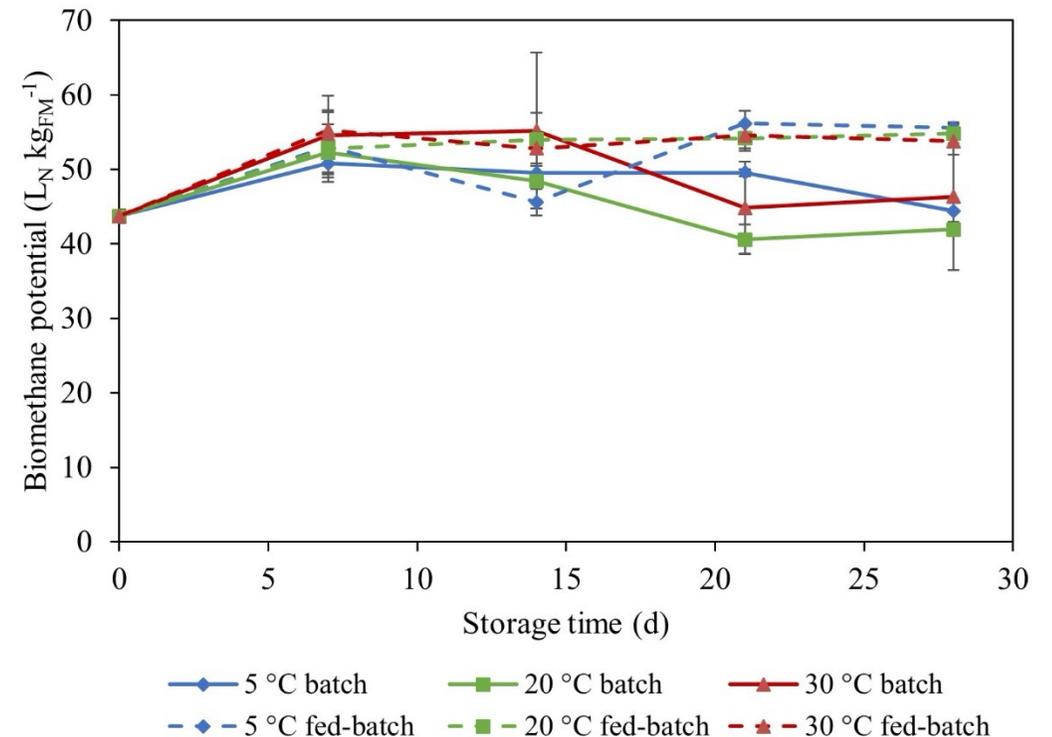
Day	Batch			Fed-batch		
	5 °C	20 °C	30 °C	5 °C	20 °C	30 °C
pH						
0	4.9 ± 0.0	4.9 ± 0.0	4.9 ± 0.0	4.9 ± 0.0	4.9 ± 0.0	4.9 ± 0.0
3	4.3 ± 0.1	3.9 ± 0.0	3.5 ± 0.0	4.5 ± 0.1	3.9 ± 0.0	3.6 ± 0.1
7	4.2 ± 0.0	3.8 ± 0.0	3.4 ± 0.0	4.6 ± 0.1	4.0 ± 0.1	3.7 ± 0.1
14	4.1 ± 0.0	3.6 ± 0.0	3.3 ± 0.0	4.6 ± 0.0	3.9 ± 0.0	3.5 ± 0.0
21	3.9 ± 0.0	3.5 ± 0.0	3.6 ± 0.1	4.2 ± 0.0	3.7 ± 0.0	3.5 ± 0.0
28	3.9 ± 0.1	3.6 ± 0.0	3.7 ± 0.2	4.4 ± 0.0	4.0 ± 0.4	3.5 ± 0.0



Ergebnisse

Biomethan-Potenzial (BMP): Menge an Methan, das aus dem Substrat erzeugt werden kann

- Einwöchige Lagerung erhöhte BMP deutlich
 - Anschließend wieder ein leichter Abfall bei Batch Lagerung, **ABER**: SP kann über zumindest 30 Tage gelagert werden, ohne Verlust an BMP!
 - Kein Abfall bei Fed-Batch Lagerung!
 - **Warum?** + : „Prä-Hydrolyse“ - : geringfügiger Biomasse Verlust, Hemmung durch Milchsäure
 - Kein nennenswerter Einfluss der Temperatur
- 1-2 Wochen Lagerung optimal, länger möglich (insbesondere bei der Fed-Batch Lagerung)



Ergebnisse

- Zwischen 0,2 und 3,1 L Gas wurden im Versuchszeitraum von 28 Tagen emittiert
- Temperatur zeigte einen starken Effekt: 20 °C > 30 °C > 5 °C
- **Warum?** Unterschiedliche bakterielle Gemeinschaften bei 20 und 30 °C → 20 °C: heterofermentative Milchsäurebakterien 30 °C: homofermentative Milchsäurebakterien

- Höhere Gasemission in Fed-Batch Tanks
- Ausreichend O₂ vorhanden → aerobe Bed.
- Gas bestand zum Großteil aus CO₂ und Restgas (vermutlich N₂)
- (Fast)Keine brennbaren/explosiven Komponenten (H₂, CH₄) enthalten

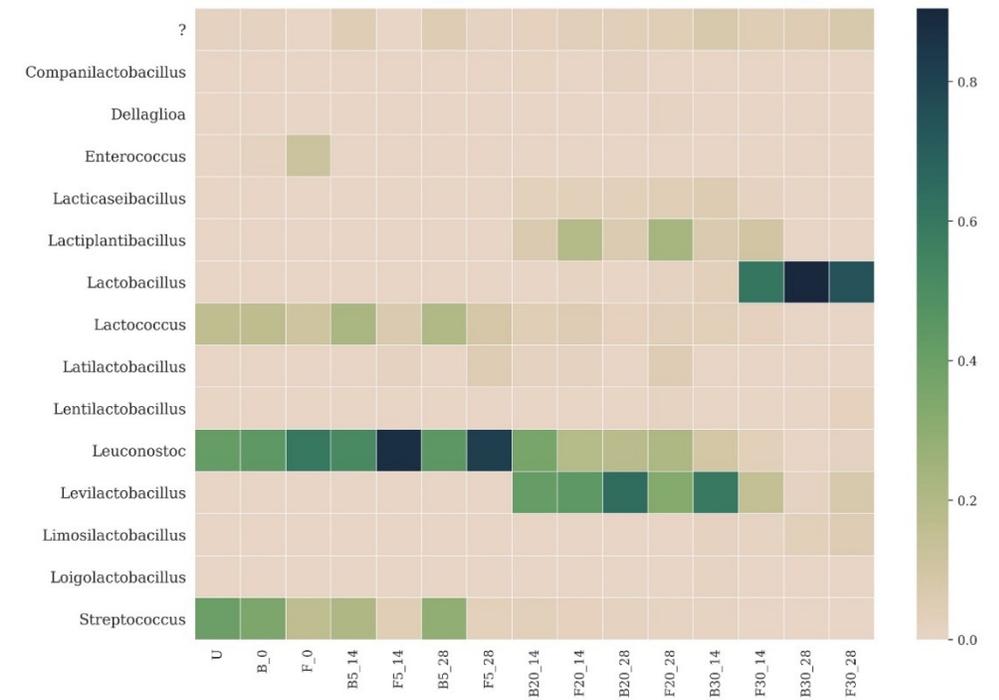
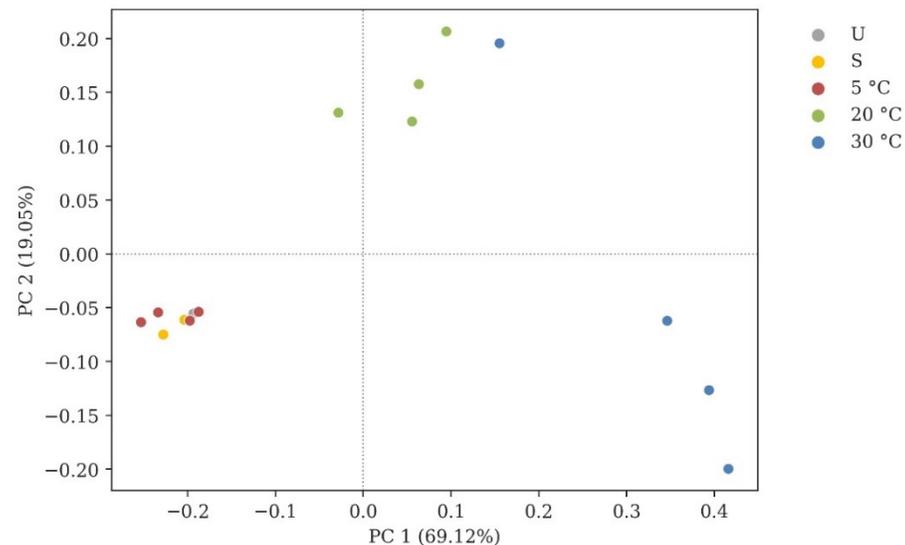
→ Speisereste können sicher über einen Zeitraum von zumindest 28 Tagen gelagert werden!

	Batch			Fed-batch		
	5 °C	20 °C	30 °C	5 °C	20 °C	30 °C
(a) (L kg⁻¹FM^a)						
Gas	0.2 ± 0	1.8 ±	0.6 ±	0.3 ±	3.1 ±	1.0 ±
volume		0.3	0.2	0.2	0.1	0.8
(b) (% v v⁻¹)						
CH ₄	0.0 ±	0.2 ±	0.0 ±	0.0 ±	0.3 ±	0.2 ±
	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1
CO ₂	34.1 ±	62.0 ±	55.3 ±	40.7 ±	59.8 ±	39.9 ±
	1.3	1.2	1.9	1.7	8.5	3.7
H ₂	n.d. ^b					
O ₂	11.8 ±	4.3 ±	3.8 ±	8.7 ±	4.2 ±	3.8 ±
	0.5	0.5	2.4	0.8	1.5	2.4
Rest	54.2 ±	33.7 ±	40.9 ±	50.6 ±	35.7 ±	56.2 ±
	0.8	1.8	2.1	1.1	7.0	1.3

n = 3.
^a fresh matter.
^b not detected.

Ergebnisse

- Zusammensetzung der Mikroorganismen hing stark von der Temperatur ab, nicht aber von der Lagerungsstrategie (Batch, Fed-Batch)
- Milchsäurebakterien (*Lactobacillus*, *Levilactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Streptococcus*) dominierten → Stabilisierung des Materials
- 5 °C, 20 °C: Heterofermentative Milchsäuregärung
30 °C: Homofermentative Milchsäuregärung



Ergebnisse

- Innerhalb der ersten 14 Tage wurden 95% der Krankheitserreger (Pathogene) abgetötet (87% im Fall von *Clostridium*), keine weitere Reduktion zwischen Tag 14 und Tag 28
 - Abtötung stark temperaturabhängig → je höher die Temperatur umso besser die Wirkung! (100%ige Abtötung aller untersuchten Pathogene bei 30 °C nach bereits 14 Tagen)
 - Lagerungsstrategie zeigte keinen Einfluss auf die Abtötung von pathogenen Keimen
- Lagerung wirkt sich positiv auf den Keimgehalt aus, >20 °C empfohlen für keimbelastete SP

(%)	Temperature			Storage strategy		Storage time	
	5 °C	20 °C	30 °C	B^a	F^b	14 d	28 d
<i>Enterococcus</i>	90	99	100	95	97	95	97
<i>Salmonella</i>	85	97	100	92	96	94	94
<i>Clostridium</i>	72	91	100	85	91	87	89
<i>Escherichia-Shigella</i>	91	87	100	91	95	96	89

Reduktion im Vergleich zu Tag 0

^a Batch storage

^b Fed-batch storage

Zusammenfassung

- Speisereste können in dem vorgeschlagenen Tanksystem bis zu 30 Tage gelagert werden
→ entscheidende Vorteile in Bezug auf Kosten und Logistik
- Anschließend, bedarfsgerechte Biogaserzeugung ist möglich, da die Energie während des gesamten Lagerungsprozesses vollständig bzw. größtenteils erhalten bleibt
- Das Material kann bei Raumtemperatur gelagert werden und muss nicht unbedingt erhitzt oder gekühlt werden
- Keine Gefahr durch explosive Gase, die während dem Lagerungsprozess möglicherweise emittiert werden könnten
- Das starke Wachstum der Milchsäurebakterien stabilisiert das Material und verhindert das Auftreten anderer Mikroorganismen
- Krankheitserreger werden im Laufe des Lagerungsprozesses effizient inaktiviert → dies geschieht bereits innerhalb der ersten 14 Tage

Co-Autoren:



Marco Wehner
Ingrid Whittle
Wolfgang Müller
Irene Kleidorfer
Heribert Insam
Anke Bockreis



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Sebastian.hupfauf@uibk.ac.at

<https://www.uibk.ac.at/de/microbiology/>

www.uibk.ac.at

Wirtschaftlichkeit

Anlagen der Firma MEIKO Green Waste Solutions

- Kompaktanlage (Entsorgung und Lagerung an derselben Stelle):
11 000 € + 300 €/Monat (für 60 Monate)
- Sammelsystem mit Pumpsystem (Zerkleinerung an der Entsorgungsstelle):
ca. 50 000 - 100 000 €
- Sammelsystem mit Vakuumsystem (zentrale Zerkleinerungsanlage):
> 100 000 €

→ Laut Firma können Einsparungen bei den Entsorgungskosten von biologischen Abfällen von 66% erzielt werden.