

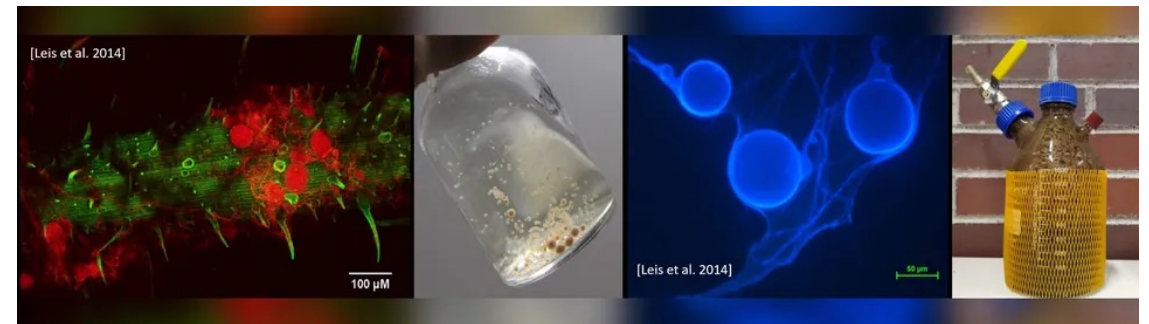


# Dezentrales System zur bedarfsgerechten Sammlung von Speiseabfällen

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](http://www.mikroalpina.org)



MAEID Büro für Architektur  
und Transmediale Kunst

*funxi  
r d'ospasid  
Wek a l'm a here  
nar'a inbu 'em a d.*

Die Ausstellungs  
**MACHERINNEN**



universität  
innsbruck

BAUPULS

# Vorstellung

[www.mikrobalpina.org](http://www.mikrobalpina.org)

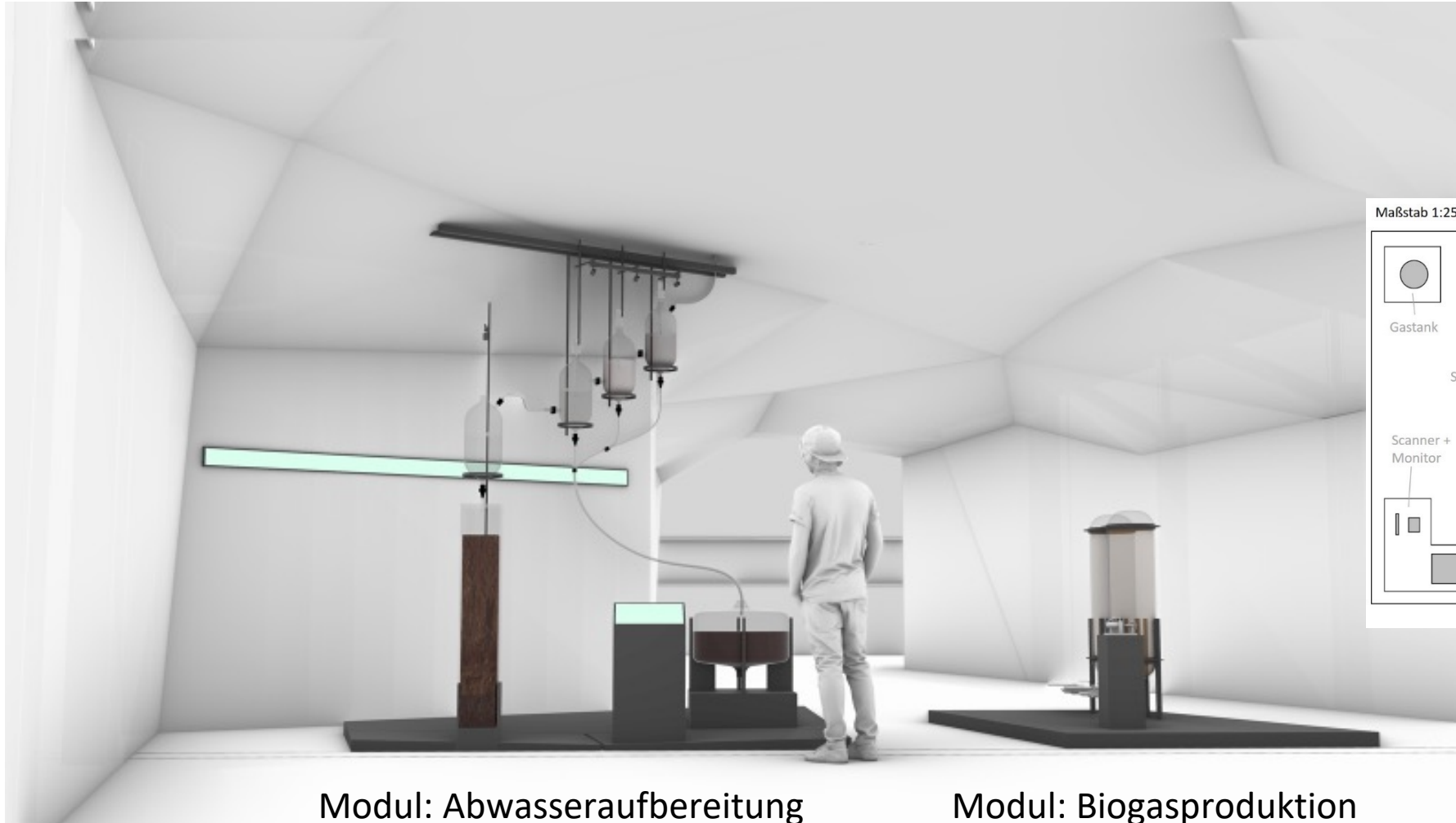


Modul: Holzabbau

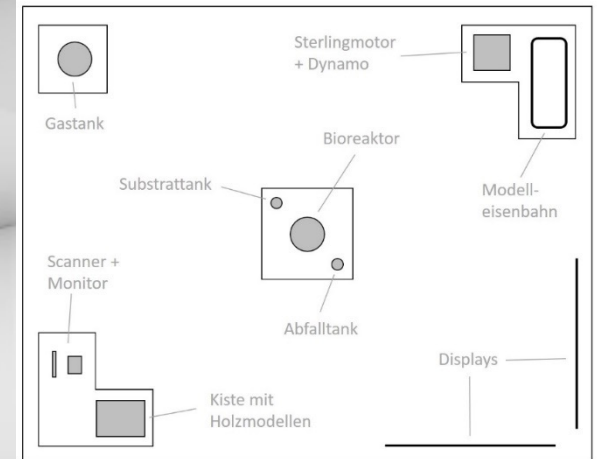
Modul: Abwasserepidemiologie

# Vorstellung

[www.mikroalpina.org](http://www.mikroalpina.org)



Maßstab 1:25



# 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

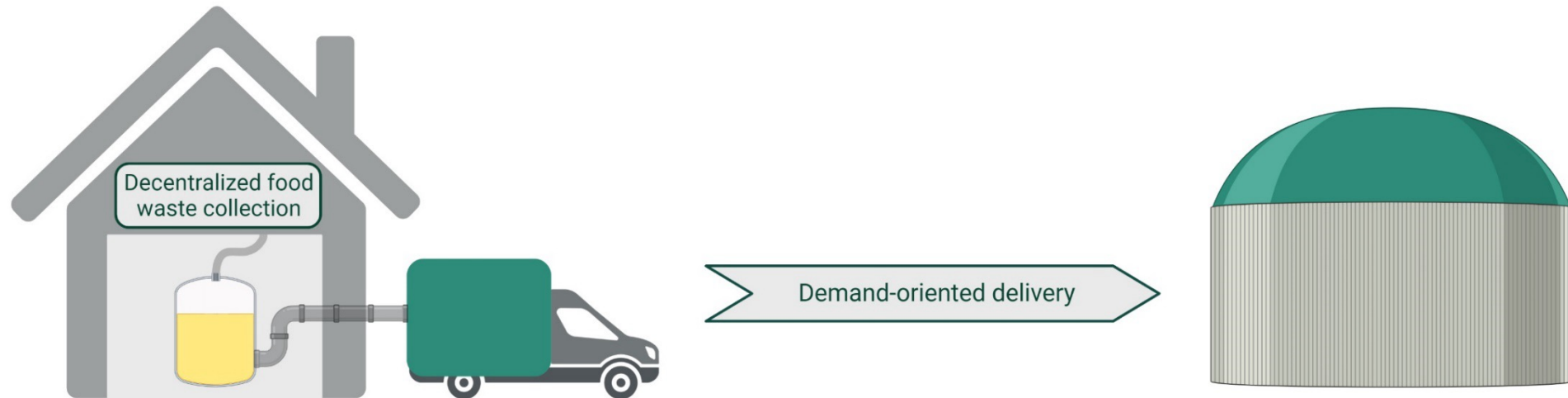
- 2019: 17% der weltweit produzierten Nahrungsmittel wurden entsorgt (931 Mio. t)
- Übliche Entsorgungswege
  - Deponierung
  - Verbrennung
  - Kompostierung
  - Anaerobe Vergärung (Biogas)
- Anaerobe Vergärung ist häufig der bevorzugte Weg aufgrund des hohen energetischen Potenzials
- Problem: Lagerung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



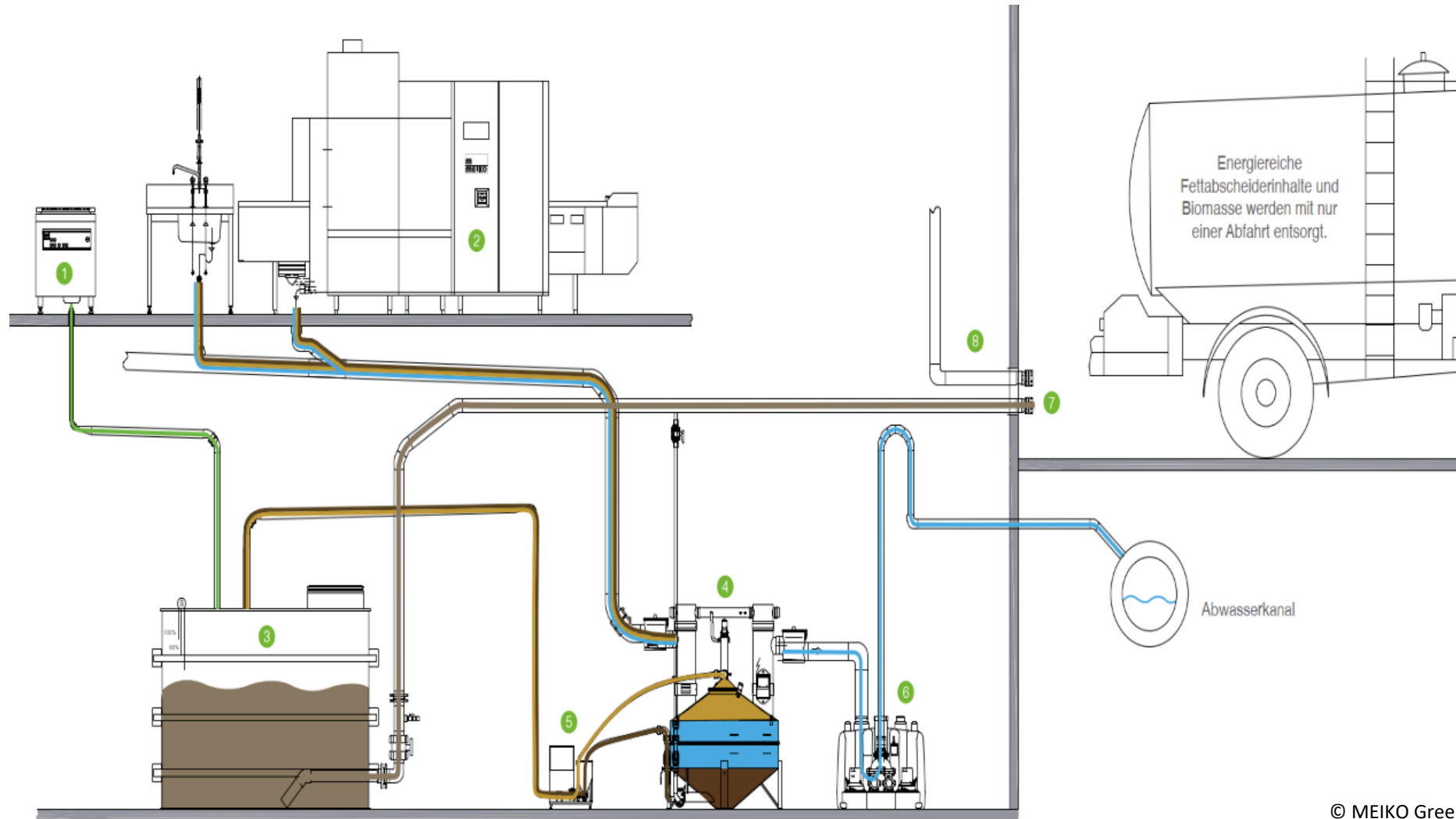
# Dezentrale Lagerung von Speiseabfällen

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

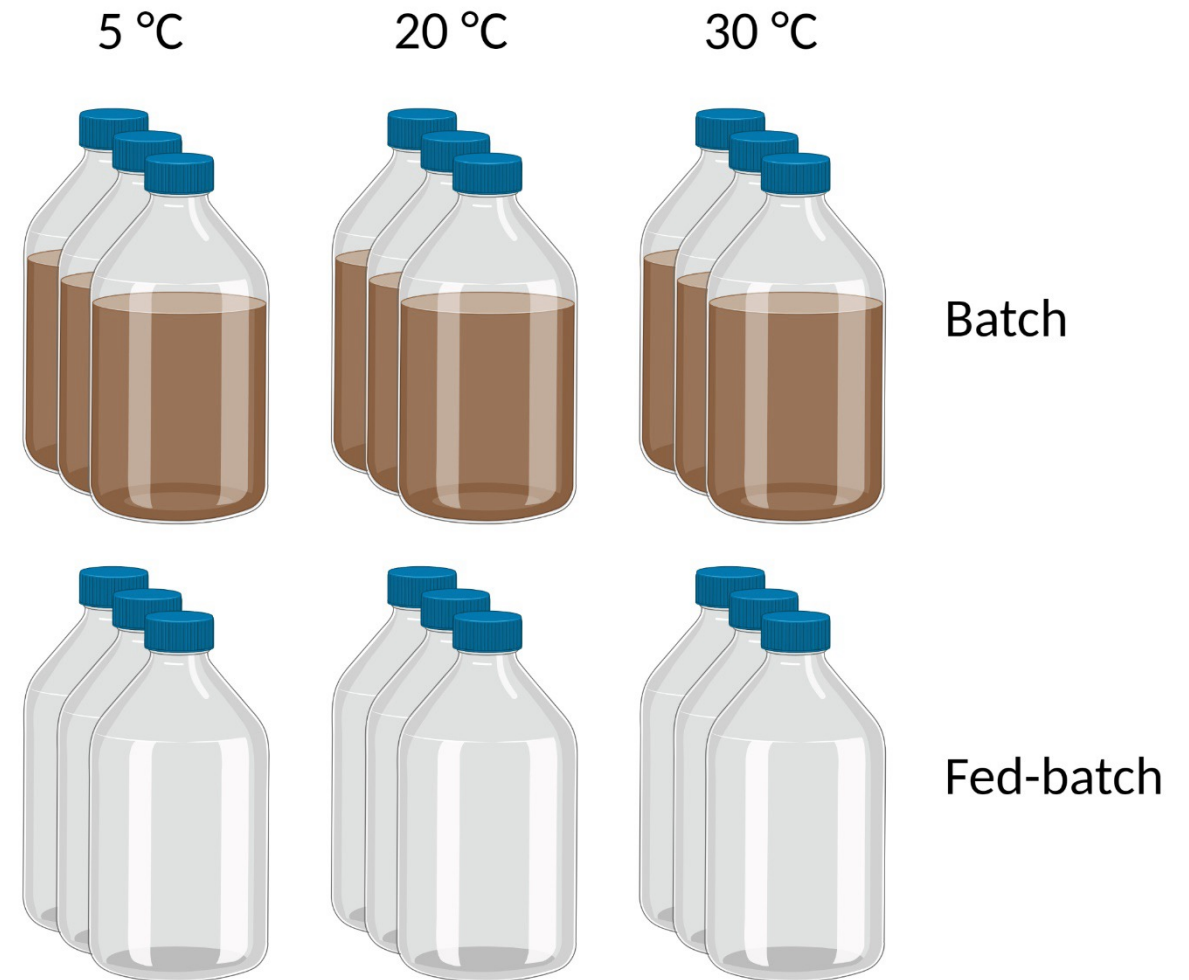
# Dezentrale Lagerung von Speiseabfällen



© MEIKO Green Waste Solutions

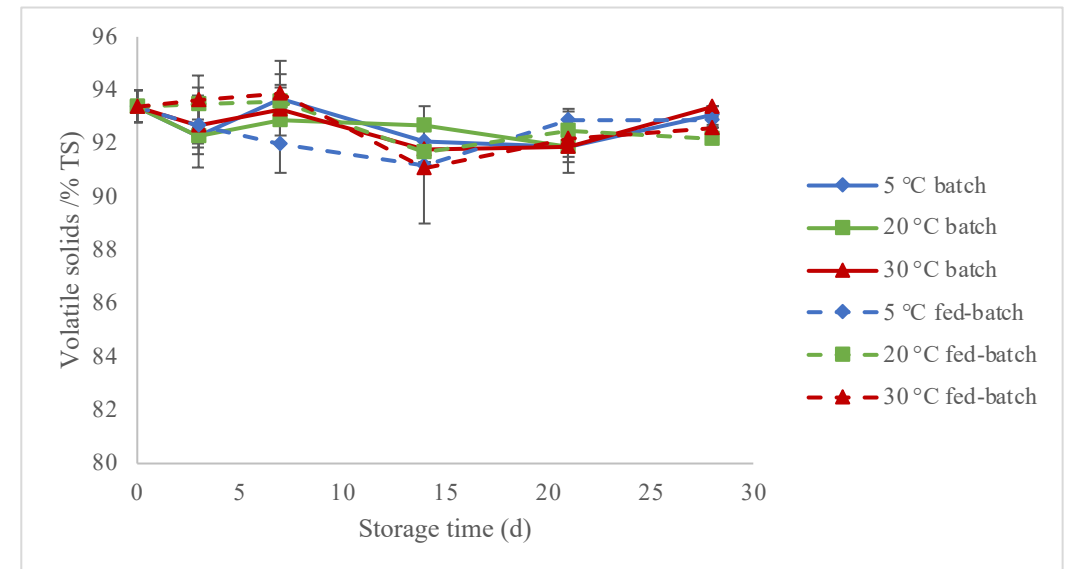
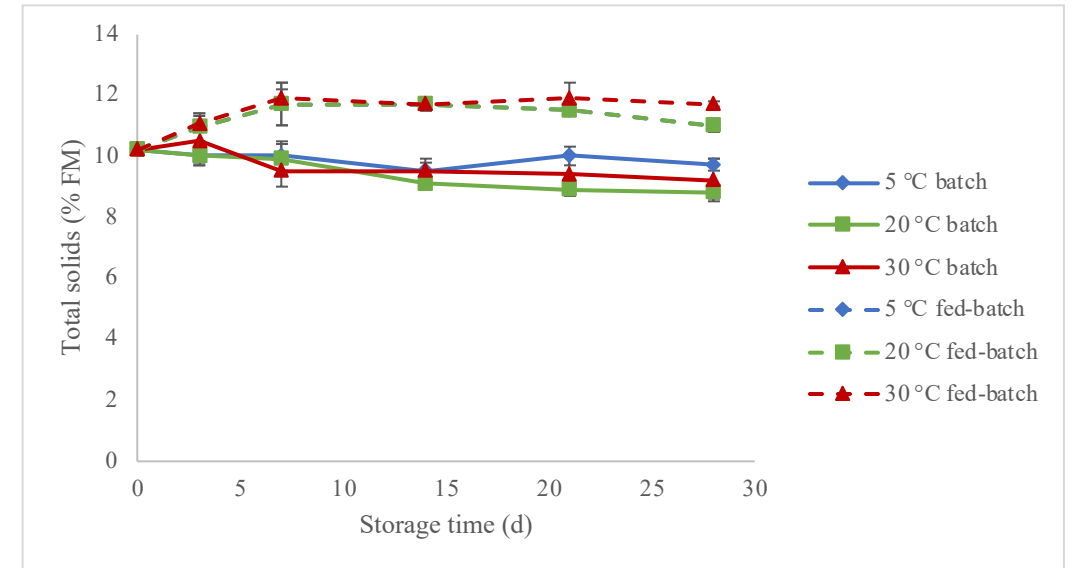
# Versuchsaufbau

- 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!

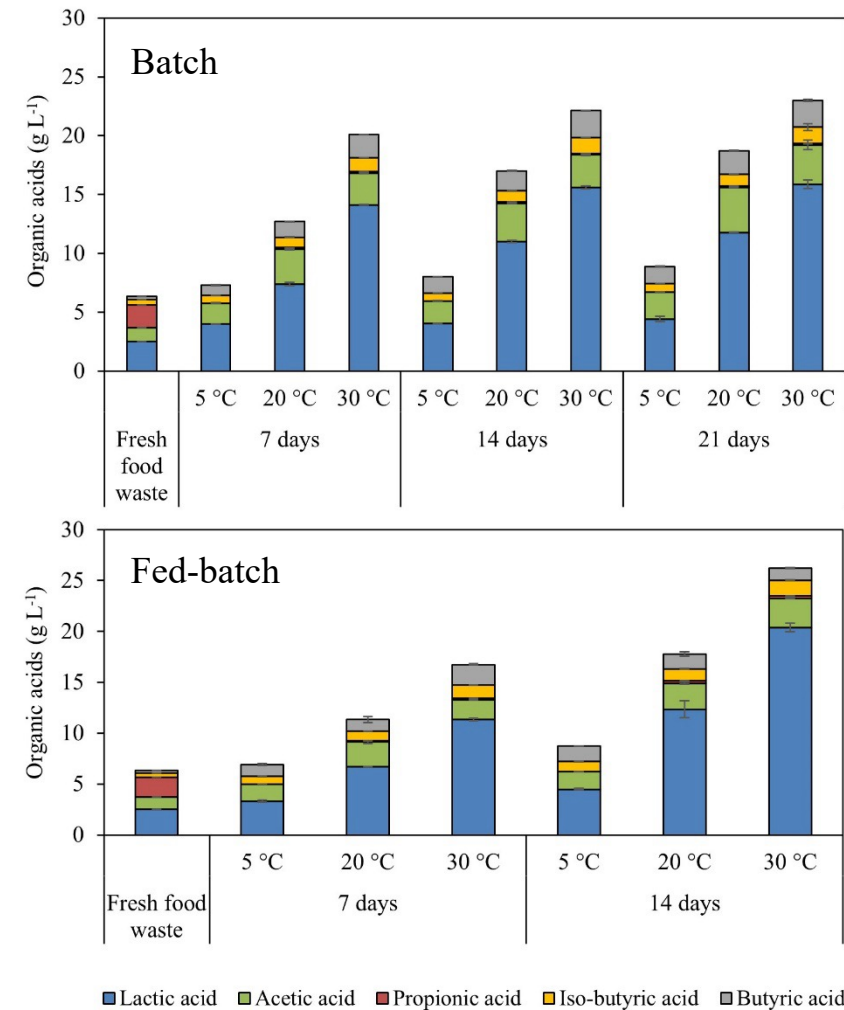


# Ergebnisse

- 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

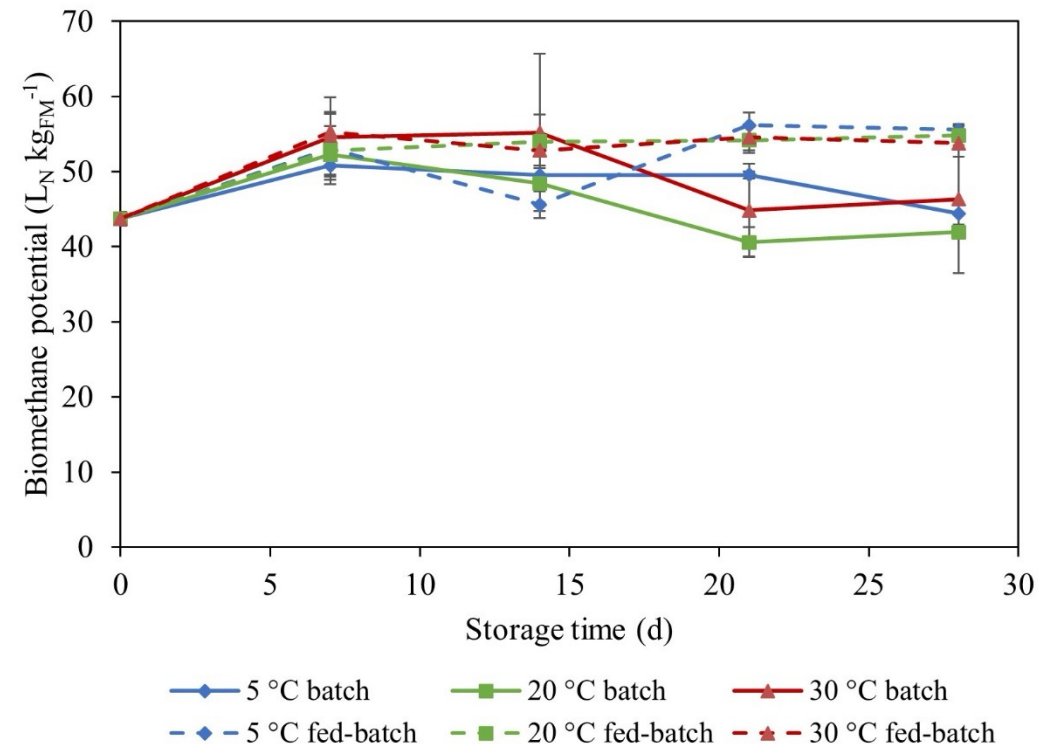
Day	Batch			Fed-batch		
	5 °C	20 °C	30 °C	5 °C	20 °C	30 °C
pH						
0	4.9 ± 0.0	4.9 ± 0.0	4.9 ± 0.0	4.9 ± 0.0	4.9 ± 0.0	4.9 ± 0.0
3	4.3 ± 0.1	3.9 ± 0.0	3.5 ± 0.0	4.5 ± 0.1	3.9 ± 0.0	3.6 ± 0.1
7	4.2 ± 0.0	3.8 ± 0.0	3.4 ± 0.0	4.6 ± 0.1	4.0 ± 0.1	3.7 ± 0.1
14	4.1 ± 0.0	3.6 ± 0.0	3.3 ± 0.0	4.6 ± 0.0	3.9 ± 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 O<sub>2</sub> vorhanden → aerobe Bed.
  - Gas bestand zum Großteil aus CO<sub>2</sub> und Restgas (vermutlich N<sub>2</sub>)
  - (Fast)Keine brennbaren/explosiven Komponenten (H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) enthalten
- Speisereste können sicher über einen Zeitraum von zumindest 28 Tagen gelagert werden!

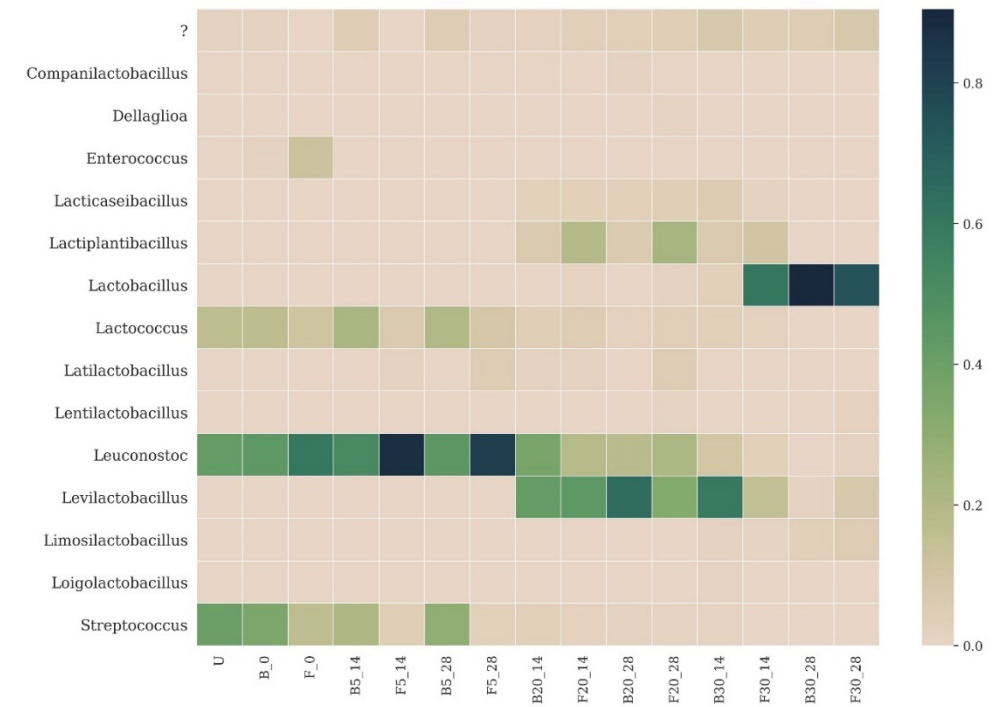
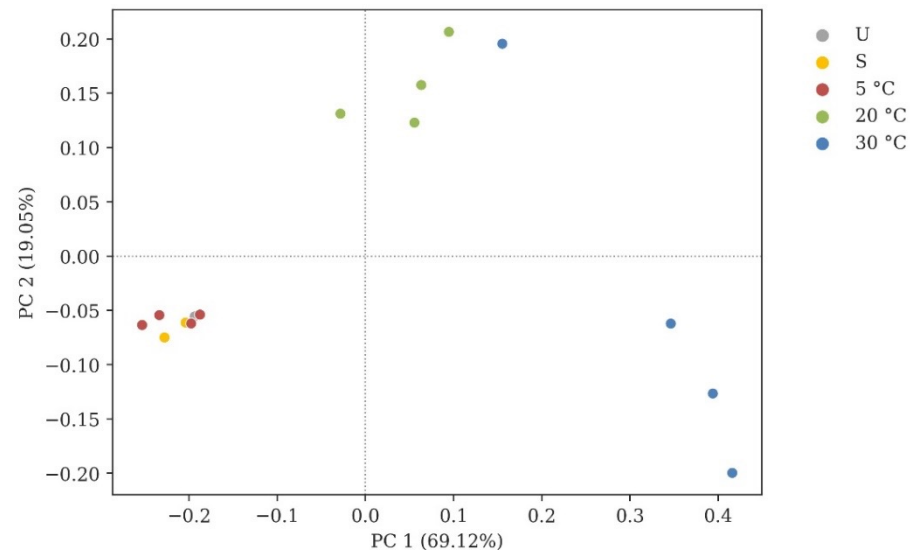
	Batch			Fed-batch		
	5 °C	20 °C	30 °C	5 °C	20 °C	30 °C
<b>(a) (L kg<sup>-1</sup>FM<sup>a</sup>)</b>						
Gas	0.2 ± 0	1.8 ±	0.6 ±	0.3 ±	3.1 ±	1.0 ±
volume		0.3	0.2	0.2	0.1	0.8
<b>(b) (% v v<sup>-1</sup>)</b>						
CH <sub>4</sub>	0.0 ±	0.2 ±	0.0 ±	0.0 ±	0.3 ±	0.2 ±
	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1
CO <sub>2</sub>	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 <sub>2</sub>	n.d. <sup>b</sup>	n.d. <sup>b</sup>	n.d. <sup>b</sup>	n.d. <sup>b</sup>	n.d. <sup>b</sup>	n.d. <sup>b</sup>
O <sub>2</sub>	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.  
<sup>a</sup> fresh matter.  
<sup>b</sup> 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

( <b>%</b> )	<b>Temperature</b>			<b>Storage strategy</b>		<b>Storage time</b>	
	<b>5 °C</b>	<b>20 °C</b>	<b>30 °C</b>	<b>B<sup>a</sup></b>	<b>F<sup>b</sup></b>	<b>14 d</b>	<b>28 d</b>
<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**

<sup>a</sup> Batch storage

<sup>b</sup> 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.