

VARESI

Valorisation of industrial residues for a sustainable industry



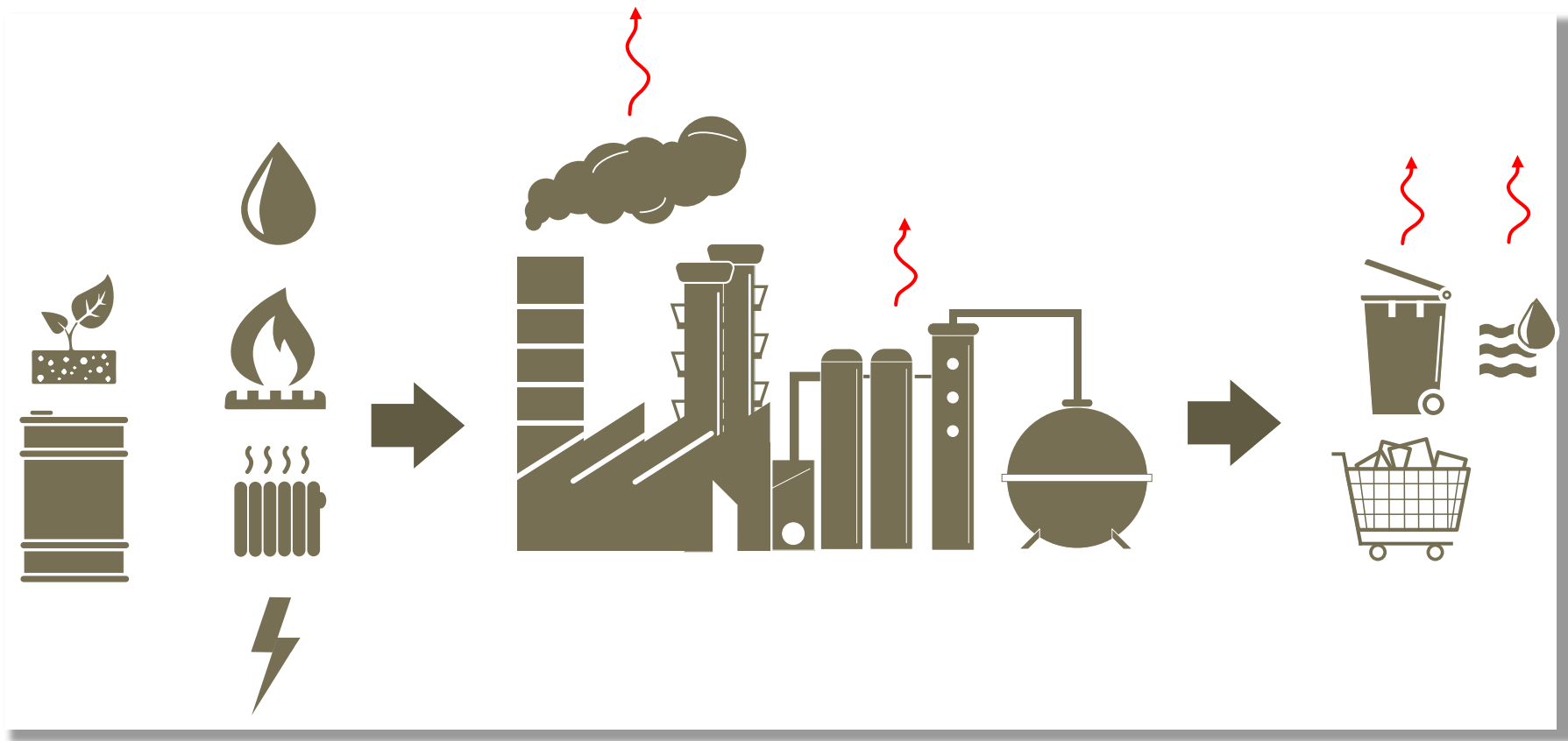
Dr. Hajo Nägele | hajo.naegele@zhaw.ch

Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften
Fachgruppe Umweltbiotechnologie und Bioenergie

Motivation

Warum braucht es VARESI?

Ziel dieser Forschungsaktivität ist es, **organische industrielle Reststoffe** und **Abwässer** unter dem Aspekt der **Kreislaufwirtschaft** und der CO₂-Neutralität zu behandeln und gleichzeitig den Industrieunternehmen **Prozesswärme** als Energieprodukt und **hydrothermale Kohle** als stoffliches Produkt zur Verfügung zu stellen.



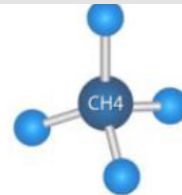
AP 1: Projektmanagement

AP 7: Dissemination

AP 5: Energetische
Umsetzung

AP 6: Sozioökonomische
Bewertung

AP 2: Anaerobe Vergärung



AP 4: AD
Flüssigfraktion

AP 3: Hydrothermale
Karbonisierung

Gärreste

Gase &
Flüssigkeiten

Gärreste



Hydrokohle



Projektziel

Ziele und Arbeitsmethoden

- Aufwertung organischer Rückstände aus der Industrie
 - Energieerzeugung aus organischen Reststoffen in der Produktionsanlage
 - Null-Abfall-Konzept für industrielle Prozesse
 - Optimale Integration von Energie in den industriellen Prozess
 - CO₂-neutrale Produktionsprozesse
 - Prozessbewertung
- **Zielindustrien:** Brauereien, Molkereien, fleischverarbeitende Industrie, chemisch-pharmazeutische Industrie, Papierproduktion, Zuckerindustrie

Methoden:

- anaerobe Behandlungstechnologien (AD)
- hydrothermalen Karbonisierung (HTC)
- Prozesssimulation
- Sozio-Ökonomische Bewertung

Forschungspartner:

- Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) - Projektleitung
 - Institut für Umweltbiotechnologie: Wolfgang Gabauer, Werner Fuchs
 - Institut für Verfahrens- und Energietechnik (IVET); Christoph Pfeifer
- Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften (ZHAW)
 - Institut für Chemie und Biotechnologie (ICBT): Hajo Nägele, Alexander Treichler
 - Institut für Nachhaltige Entwicklung (INE): Anton Sentic, Jörg Musiolik

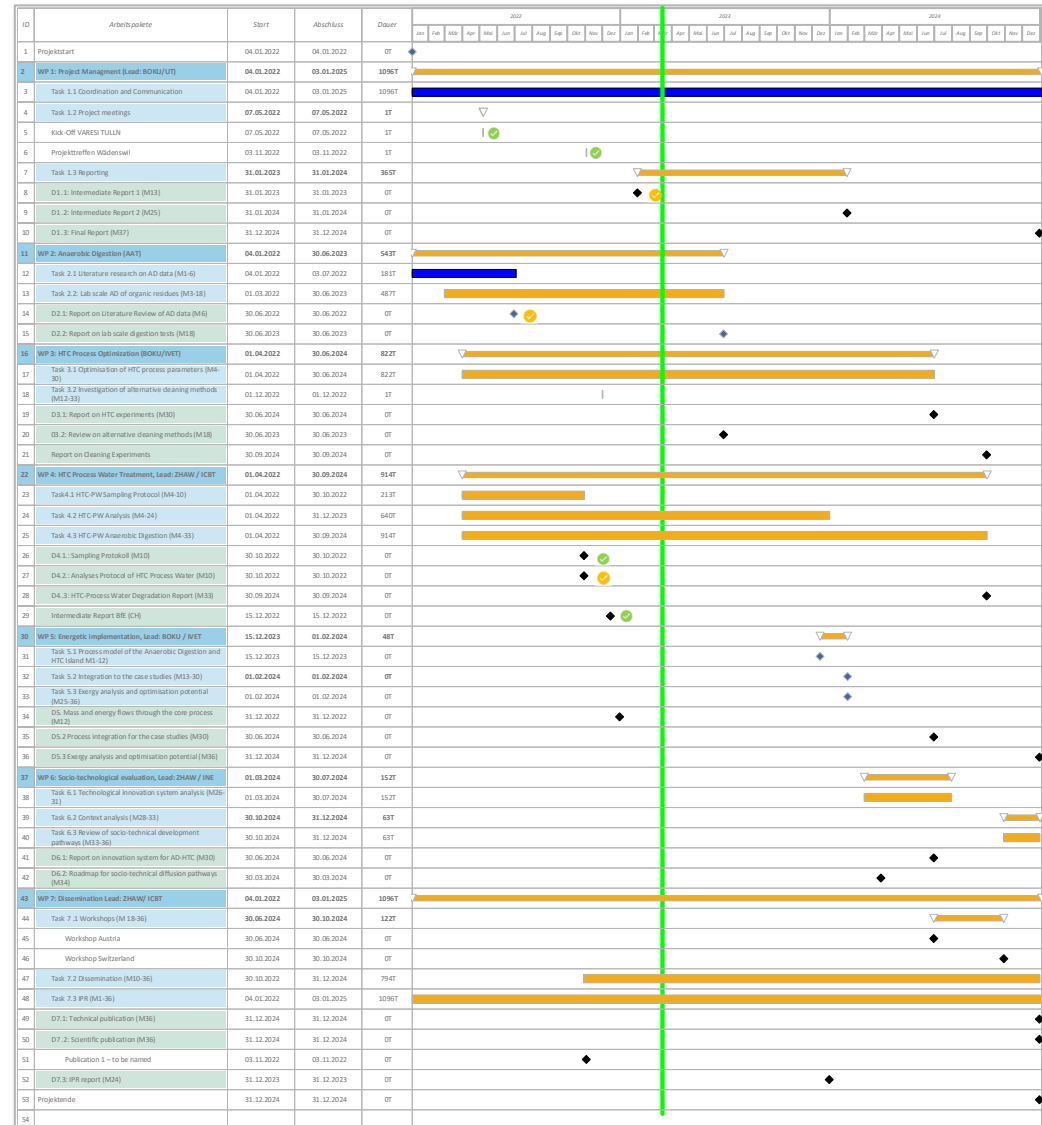
Industriepartner:

- AAT – Abwasser und Abfalltechnik GmbH: Johanna Bogner
- ATRES: Gunter Pesta



WP N°	Titel	Inhalt	Verant- wortlich
1	Projektmanagement	Projektorganisation, Budgetierung, Controlling	BOKU / UT
2	Anaerobe Vergärung	Gewinnung von Daten zur Biogaserzeugung, Bereitstellung Gärreste und Einsatzstoffe (falls erforderlich und nicht aus der industriellen Vergärung verfügbar)	AAT
3	Hydrothermale Karbonisierung	Behandlung von Gärresten mittels HTC und Herstellung von hydrothormaler Kohle, flüssigen und gasförmigen Produkten	BOKU / IVET
 4	Anaerobe Behandlung der Flüssigfraktion	Anaerobe Behandlung von flüssigem Produkt aus HTC in CSTR, Rieselbett und Wirbelbett Fermenter	ZHAW / ICBT
5	Energetische Umsetzung	Simulation von Energieerzeugung und -verbrauch in IPSE pro für die verschiedene Branchen	BOKU / IVET
6	Sozioökonomische Bewertung	Bewertung der Prozesse zur Bestimmung der sozioökonomischen Auswirkungen	ZHAW / INE
 7	Dissemination	Verbreitung von Projekthinhalten, Ergebnissen und Ergebnisse auf Konferenzen, Messen, Workshops, Veröffentlichungen und soziale Medien	ZHAW / ICBT

- 1/3 der Projektlaufzeit erreicht
- Projekt annähernd im Zeitplan
- Lieferverzögerungen durch die Auswirkungen der Pandemie



Problemstellung:

- Stabiler Verwertungspfad Prozesswasser (PW) existiert nicht
 - PW grösster Massenanteil
 - PW Inhaltsstoffe variieren je nach Ausgangsstoff
 - Biogas-Prozessbiologie wird gehemmt
 - PW Analytik nicht standardisiert und ausgereift
- Energiepotenzial im Prozesswasser nicht ausgeschöpft
- Begrenzte technologische Reife
 - Leistungsnachweis Gesamttechnologie fehlt
- Anforderungen Gewässerschutz
 - Refraktärer Kohlenstoff im ARA Ablauf
- Nährstoffrückgewinnung (P) aussichtsreich

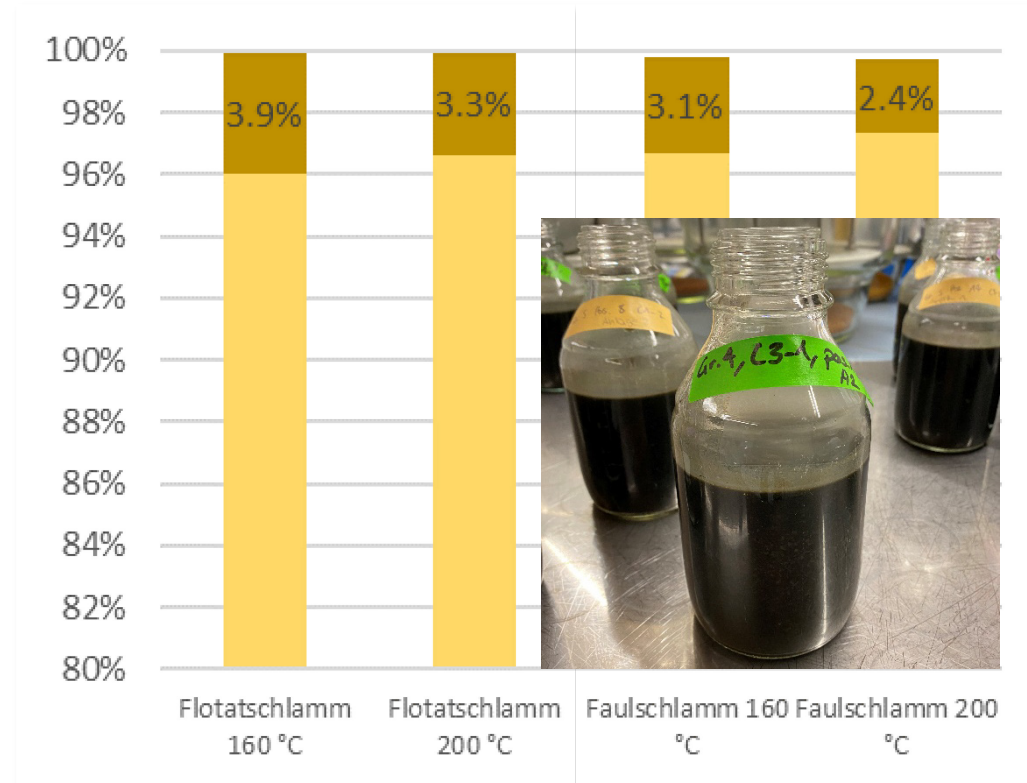


Abbildung: Massenverteilung zu Kohle (braun) und Prozesswasser (gelb) der jeweiligen Substrate und Bedingungen

VARESI

Anaerobe Behandlung von HTC-Prozesswasser (AP4)

Arbeitspakete:

- Task 4.1: HTC-Prozesswasser Probenahmeprotokoll 
- Task 4.2: HTC-Prozesswasser Analysemethoden 
- Task 4.3: HTC-Prozesswasser Anaerobe Vergärung 
 - Spezifische Abbauversuche «Hemmung der Abbauschritte» - Labor Batchversuche
 - Konzentration Prozesswasser
 - Simulation der Abbauphasen
 - Fraktionen des Prozesswassers
 - Kontinuierliche «Langzeit-» Abbauversuche mit verschiedenen Reaktoren
 - CSTR
 - UASB
 - Fluidized Bed Reactor

Meilensteine:

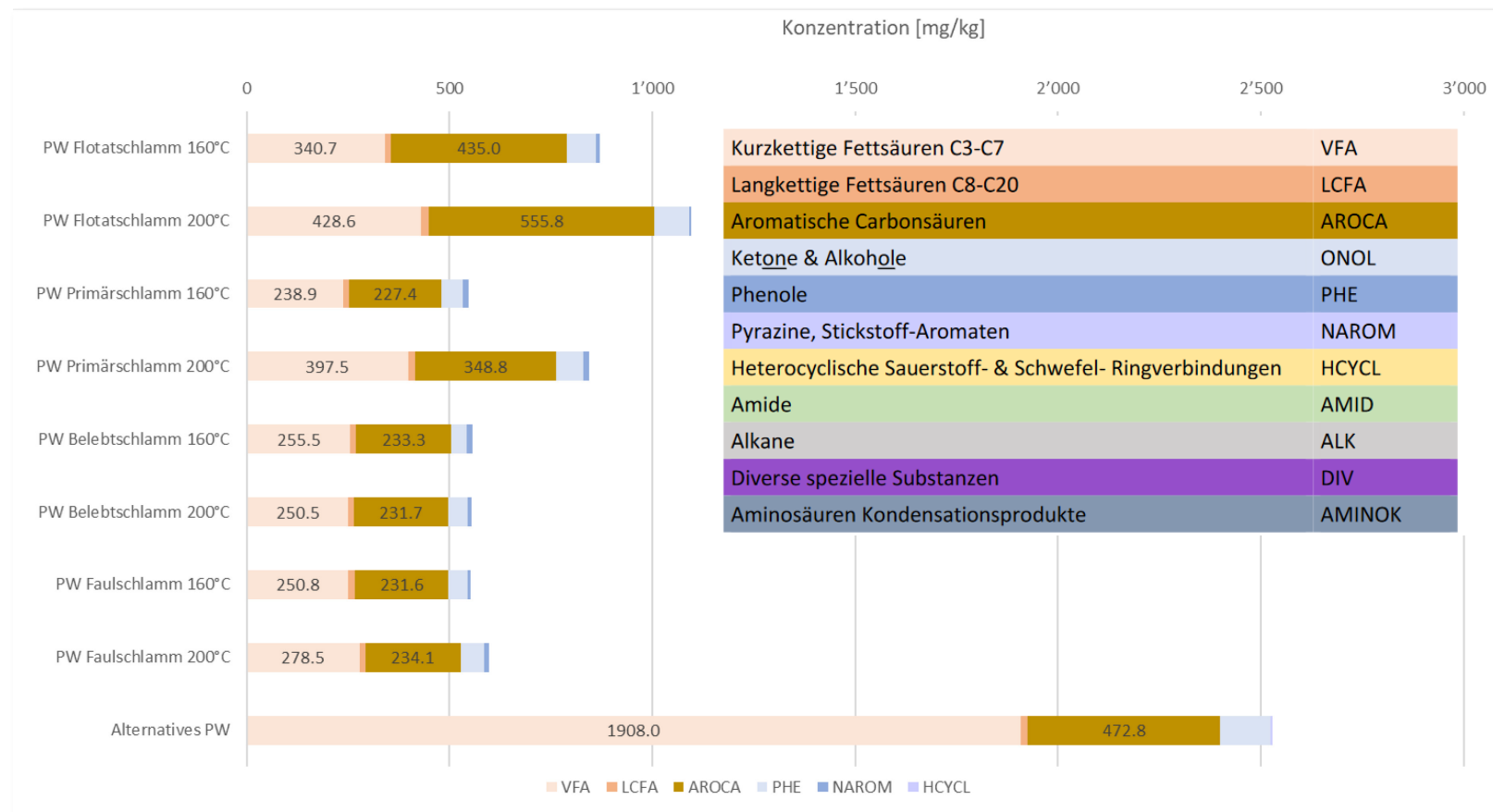
- D 4.1: HTC-Prozesswasser Probenahmeprotokoll 
- D 4.2: HTC-Prozesswasser Analyseprotokoll 
- D 4.3: HTC-Prozesswasserabbau Dokumentation 

- Probenahmeprotokoll erstellt
- Alle Partner arbeiten nach diesem Konzept
- Lieferungen/Austausch von HTC-Prozesswasser erfolgen

- Qualität der Prozesswasserproben ist gewährleistet
- Es steht ausreichend HTC-Prozesswasser für AD-Laborversuche zur Verfügung

zhaw Life Sciences and Facility Management Institute of Chemistry and Biotechnology		Sampling protocol		date _____ user _____	
		Representative sampling of process water from hydrothermal carbonization			
N°	Step (fill in the applicable)	Values / units	Visum		
1.1	Process conditions and sample context Batch number Flow rate residence time in carbonisation process temperature in carbonisation sampling temperature of process water	_____ _____ _____ _____ _____			
2.1	Sampling of <u>entire</u> batch from container Batch size Type of mixing Time of sampling Type of sample (single or composite) Sample quantity	_____ _____ _____ _____ _____			
2.2	Sampling of <u>partial</u> batch from container Number of the partial batch Type of mixing Time of sampling Type of sample (single or composite) Sample quantity	_____ _____ _____ _____ _____			
2.3	Sampling from run Total quantity conveyed Number of samples taken Sampling time(s) Type of sample (single or composite) Sample quantity	_____ _____ _____ _____ _____			
3.1	Storage of the samples If the sample is analysed within the next 3 days, then it is stored in the refrigerator at 5°C. If the analysis takes place at a later date, then the sample is to be frozen at -18°C.	☐ refrigerated ☐ frozen			

- Austausch der Analysemethoden erfolgt
 - Validierung der Analysemethoden bei den Forschungspartnern
 - Erstellung einer SOP zur Messung von HTC-Prozesswasser
- Arbeiten laufen



- Warum wird der Prozess gehemmt?
- Wie können wir den Abbauprozess auch bei hoher Raumbelastung stabilisieren?

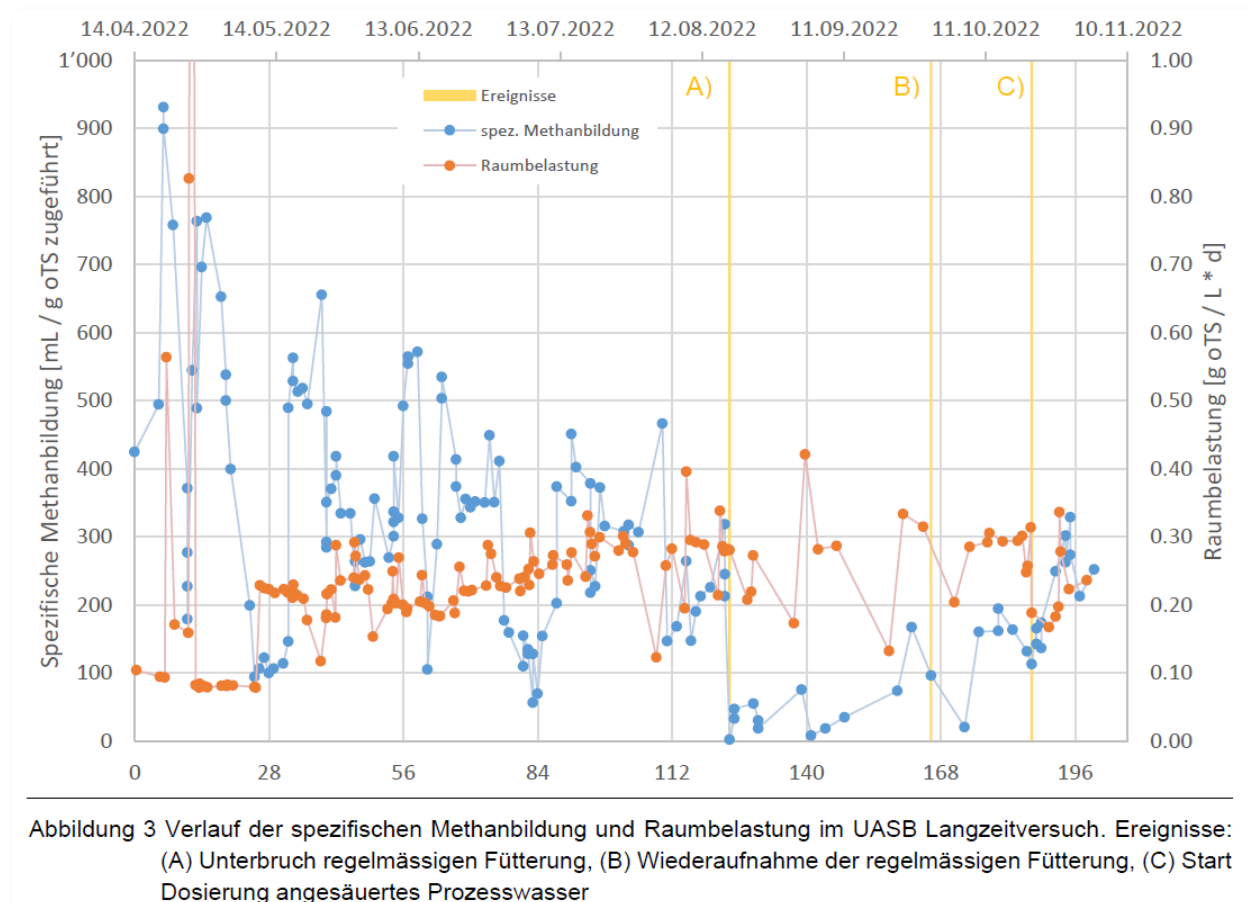


Abbildung: Anaerobe Abbauprozesse im USAB-Reaktor (ICBT); Raumbelastung 0.2 kg/m³*d, Verweilzeit 70 Tage

- Warum wird der Prozess gehemmt?
- Wie können wir den Abbauprozess auch bei hoher Raumbelastung stabilisieren?

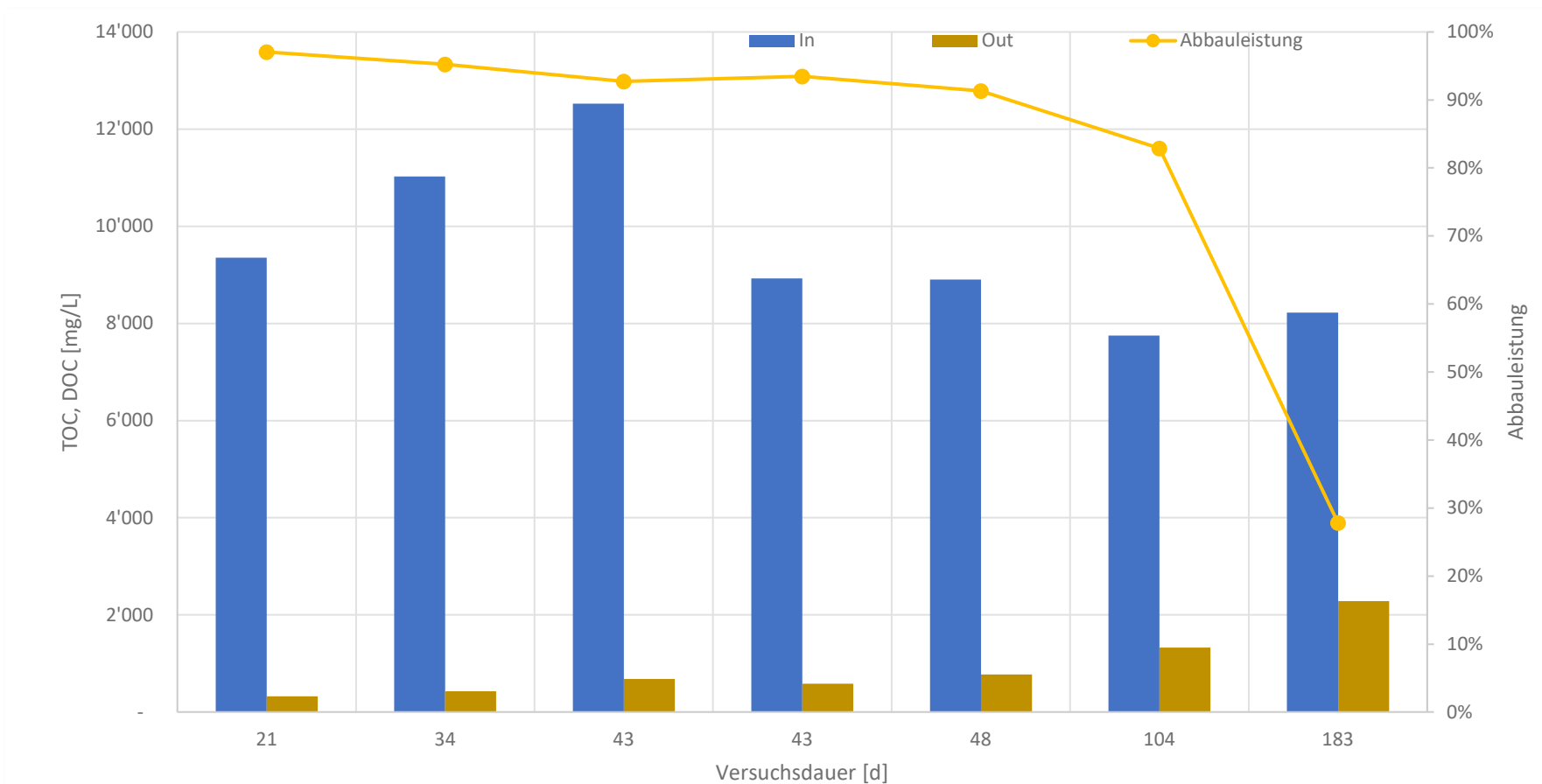


Abbildung: Anaerobe Abbauversuche im USAB-Reaktor (ICBT); Raumbelastung 0.2 kg/m³*d, Verweilzeit 70 Tage

Hemmversuche

- Vergleichende Versuche an der BOKU und ZHAW
 - Systemvergleich
 - Auswahl verschiedener Substrate welche die Abbaustufen repräsentieren:
 - Cellulose, Fett, Stärke, H₂ & CO₂, Fettsäuremischungen, HTC-Prozesswasserkonzentrationen.
- ➔ Laborversuche in Arbeit
 - ➔ Auswertung liegt im Herbst 2023 vor
 - ➔ Publikation in Planung



Abbildung: Anaerobe Abbauversuche im AMPTS-System

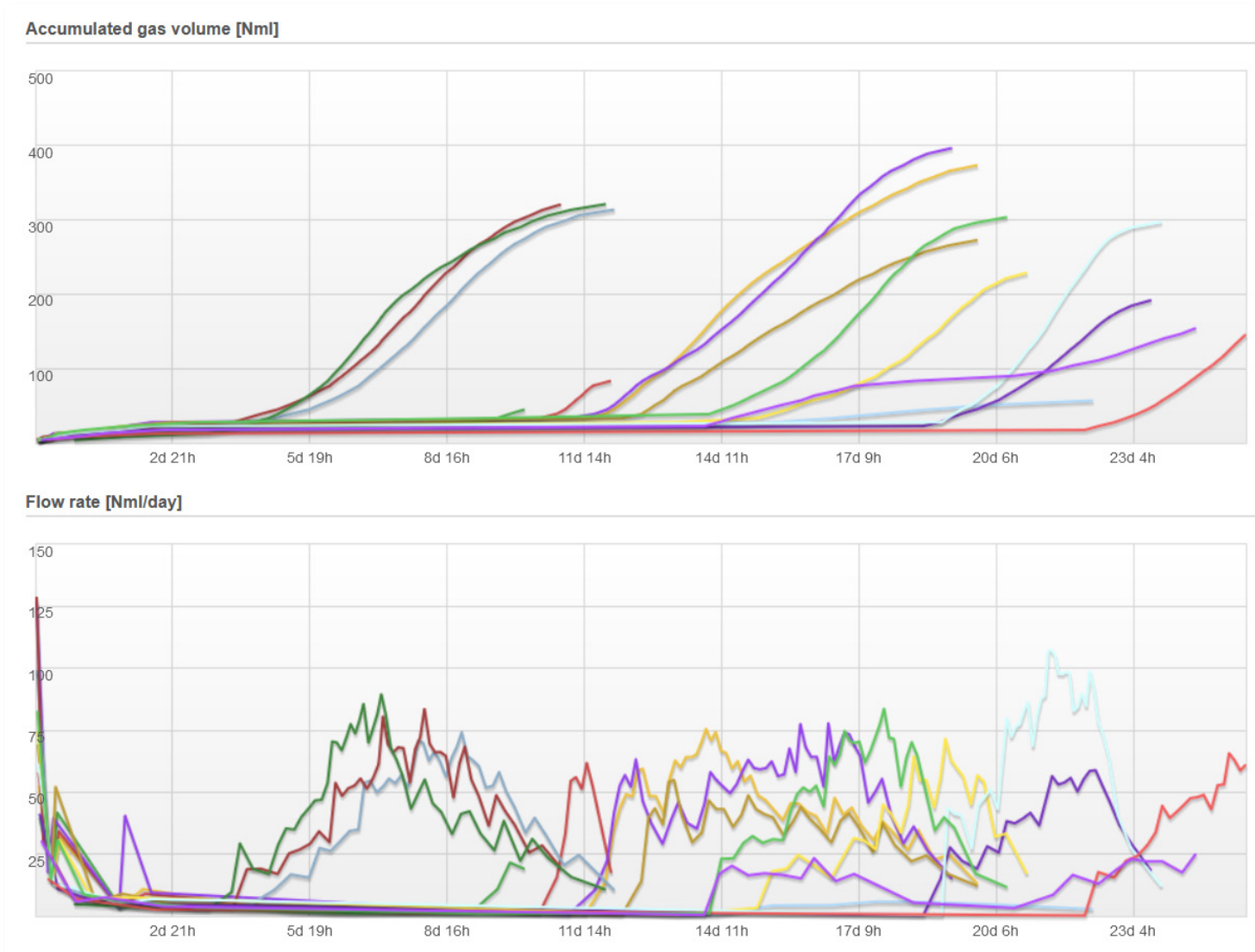


Abbildung: Anaerobe Abbauversuche im AMPTS-System – HTC-Prozesswasser, Retentat

Langzeitversuche Anaerobe Vergärung

- UASB-Versuche in Arbeit
- SECOFERM-Anlage – Lieferung steht aus
- Weitere Abbauversuche in Abhängigkeit der Ergebnisse aus dem Abbauversuche geplant

- Laborversuche im UASB-Reaktor in Arbeit
- 2 Studentische Arbeiten in Arbeit
- Inbetriebnahme der Laboranlage SECOFERM



Abbildung: Laboranlage SECOFERM



Abbildung: Laboranlage UASB

Task 4.1:

- Probenahmeprotokoll erstellt und Probenaustausch erfolgt

Task 4.2:

- Austausch der Analysemethoden erfolgt
- Validierung in Arbeit
- Messung HTC-Prozesswasser & Gärsubstrat geplant

Task 4.3:

- PW-Abbau bei sehr niedriger Raumbelastung möglich, hohe Methangehalte und Methanerträge
- Prozessstörung der Fermenterbiologie bei langer Betriebszeit
- «Ort» der Prozessstörung nicht identifiziert
- Hemmversuche in Arbeit
- Langzeitversuche im UASB-Reaktor in Arbeit
- Weitere Langzeitversuche folgen

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

BfE TASK 37 - Finanziert durch das Bundesamt für Energie (BfE)

Dr. Hajo Nägele
Einsiedlerstrasse 31
8820 Wädenswil
hajo.naegele@zhaw.ch