

**Deutsches Biomasseforschungszentrum**

gemeinnützige GmbH



# Methanemissionsmodell für offene Gärprodukt-/Güllelager

## MEMO

Lieselotte Van Looveren, Manuel Winkler



Workshop: Emissionen im Fokus

06.05.2026



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Forschungsanlass - Gärproduktlager



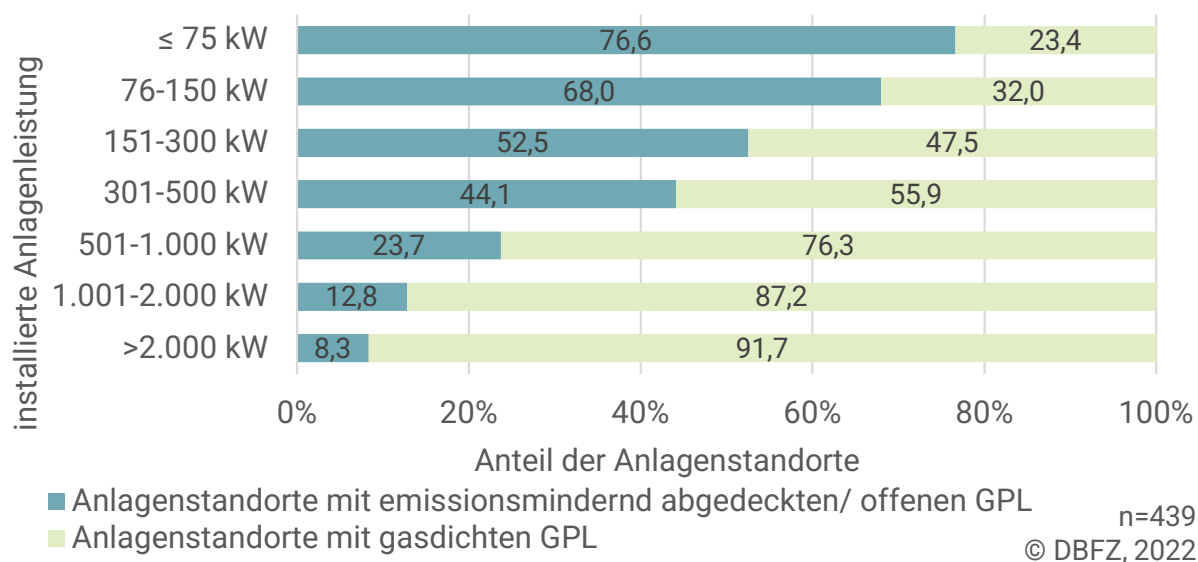
© DBFZ 2023

- **8.350 Biogasanlagen in Deutschland**  
(Dez 2024, Daniel-Gromke et al., 2025)
- **Abdeckung der Gärproduktlager (GPL)**
  - Gasdicht mit Gaserfassung - 64%
  - Emissionsmindernd abgedeckt
  - Offen

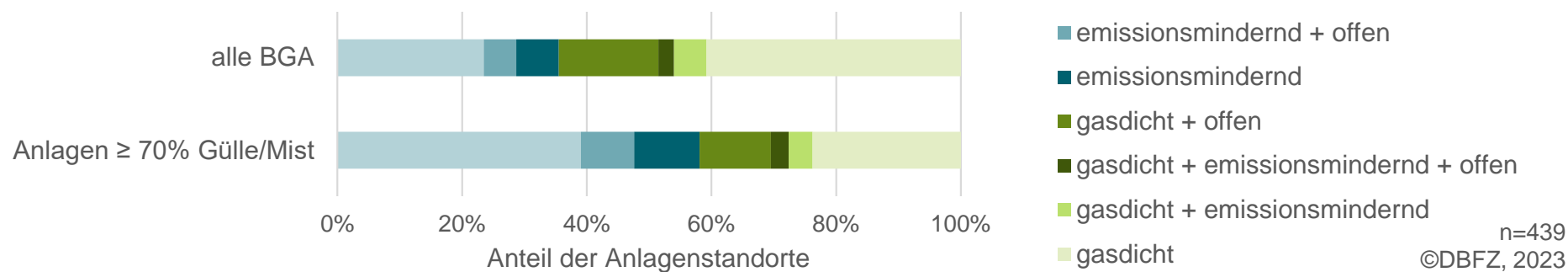


- **Verläufe von Emissionsraten über das Jahr noch nicht erhoben**  
Bisher angewendeten Methode zur Emissionsmessung GPL hauptsächlich von jährlichen Gesamtemissionen
- **Realistische Einblick in die tatsächliche unter Praxisbedingungen entstehende Methanemissionen**  
Kontinuierliche (Langzeit) Messungen im Labor- und Praxismaßstab

# Forschungsanlass - Gärproduktlager



- **Besonders häufig nicht gasdicht abgedeckte GPL**
- **kleinen und mittleren Anlagen**
- Leistungsgröße ≤ 500 kWel**
- **Güllebasierten Anlagen**
- ≥ 70 % Gülleanteil**



# Projektziele MEMO

## Methanemissionsmodell für offene Gärprodukt-/Güllelager (MEMO)

### ➤ Messung & Datenerhebung

- Entwicklung einer Methanemissionsmessmethodik für nicht gasdicht abgedeckte Gärproduktlager
- Kontinuierliche Messung
- Erfassung saisonale Emissionen

### ➤ Modellierung & Bewertung

- Methanemissionsmodellierungsansätzen
- Vergleich Praxis & Labor
- THG - Bilanzierung (IPCC)

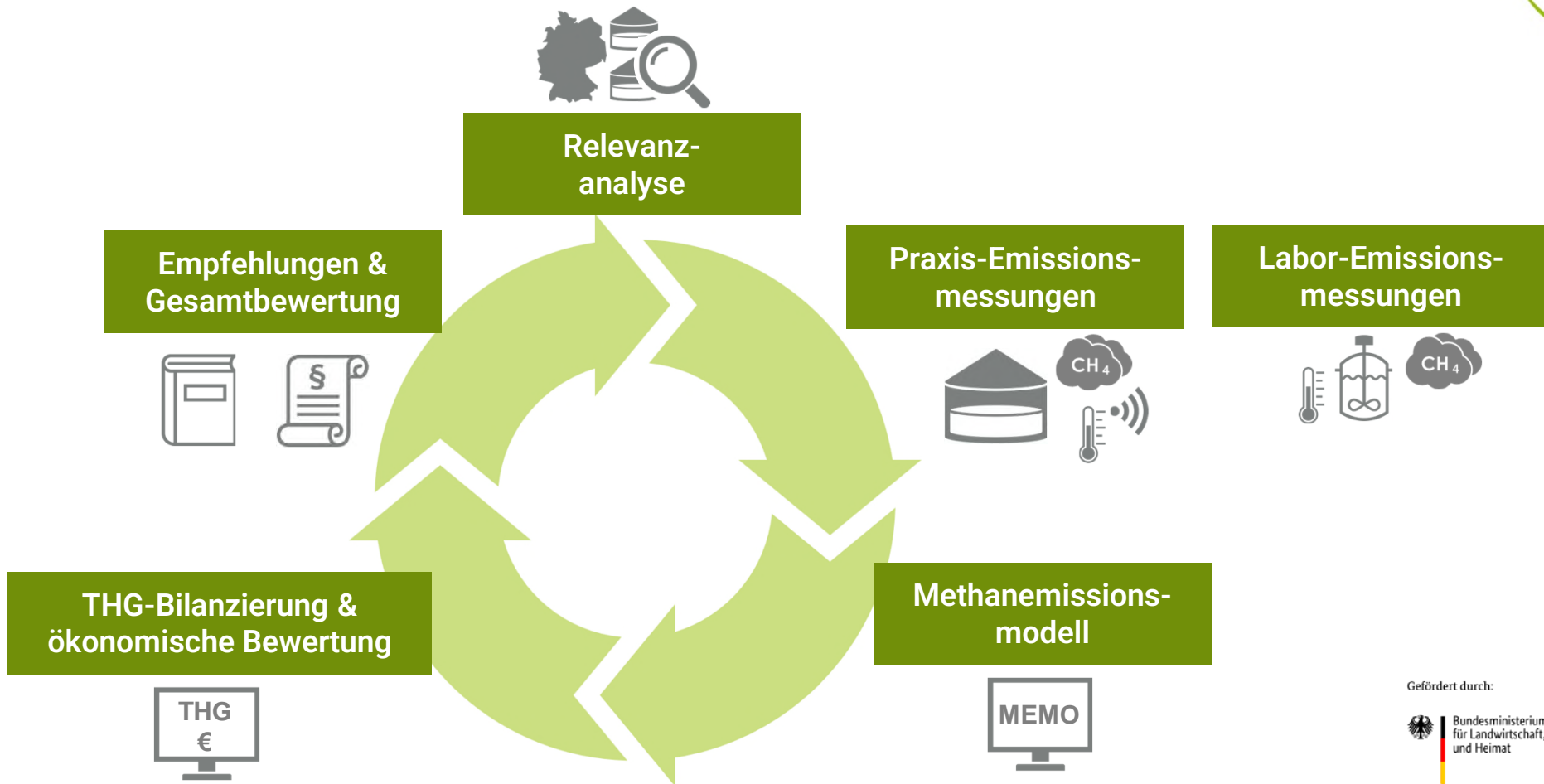
### ➤ Umsetzung & Wirkung

- Relevanzanalyse
- Entwicklung wirtschaftlicher Emissionsminderungsmaßnahmen



© DBFZ 2023

# Betrachtung von Gärrestlageremissionen



# Messmethode Praxis vs Labor



© DBFZ 2023

Anlagengröße	75kWel
Durchmesser GPL:	36m
Fläche GPL:	1018m <sup>2</sup>
Höhe gesamt:	6m
Gesamtvolumen:	6107m <sup>3</sup>

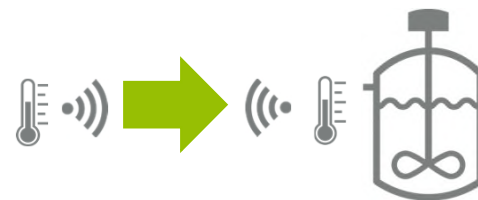
**Konti-Versuche (12L) im Labor jede  
Monat Austausch mit Gärrest**

## Output Praxis für Labor

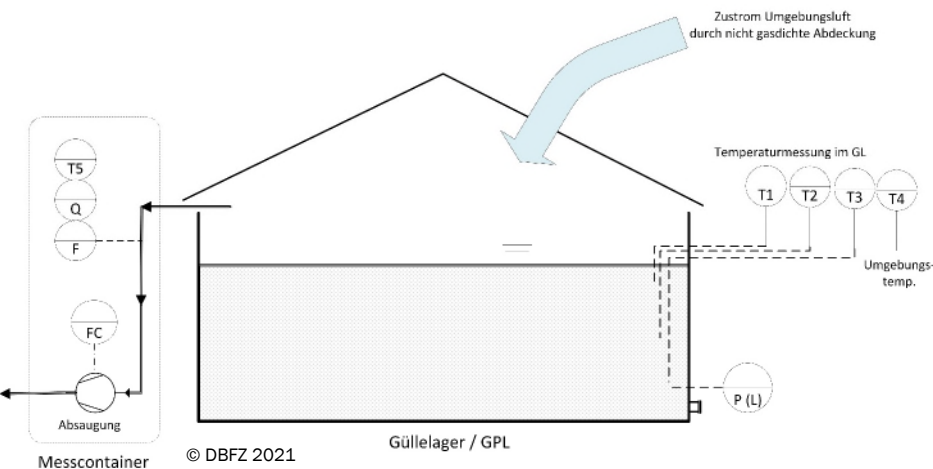
1. Temperatur Stundenmittel
2. Monatlich frischer Gärrest (Hauptfermenter)

## Messgrößen im Labor (kontinuierlich)

1.  $\dot{V}_{\text{Biogas}}$
  2. CH<sub>4</sub>
  3. CO<sub>2</sub>
  4. H<sub>2</sub>
  5. T
- (einmal monatlich)
6. TS/oTS, pH, FOS/TAC, NH<sub>4</sub>-N



**Restgas-Batch Labor (vier mal pro Jahr) nach  
VDI 3475 bei 20 °C, 26 °C, 30 °C und 39 °C**



© DBFZ 2021

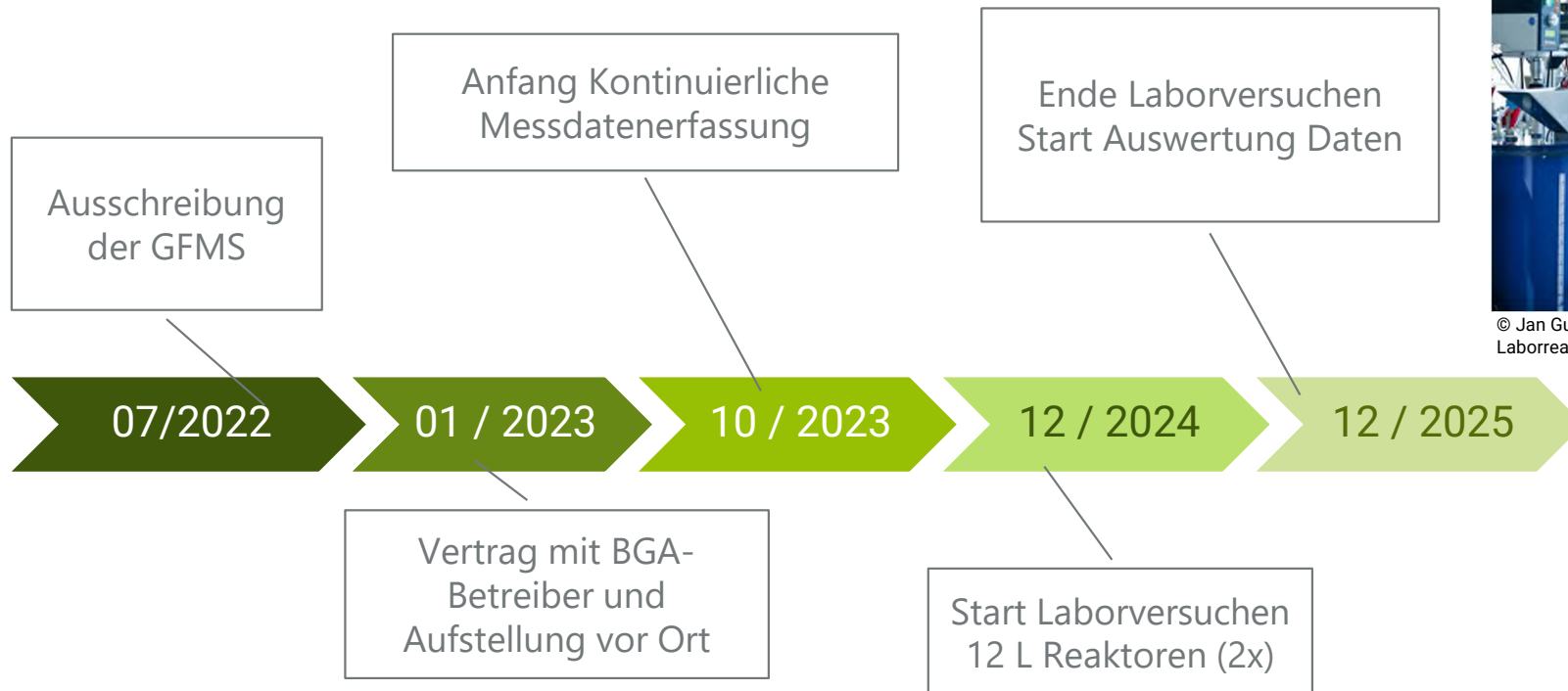
**GFMS (Gasförder- und Messstationen)**  
kontinuierlichen Praxis-Emissionsmessung

# Inbetriebnahme der Gasförder- und Messstationen (GFMS) für die Praxisemissionsmessungen

## Zeitschiene

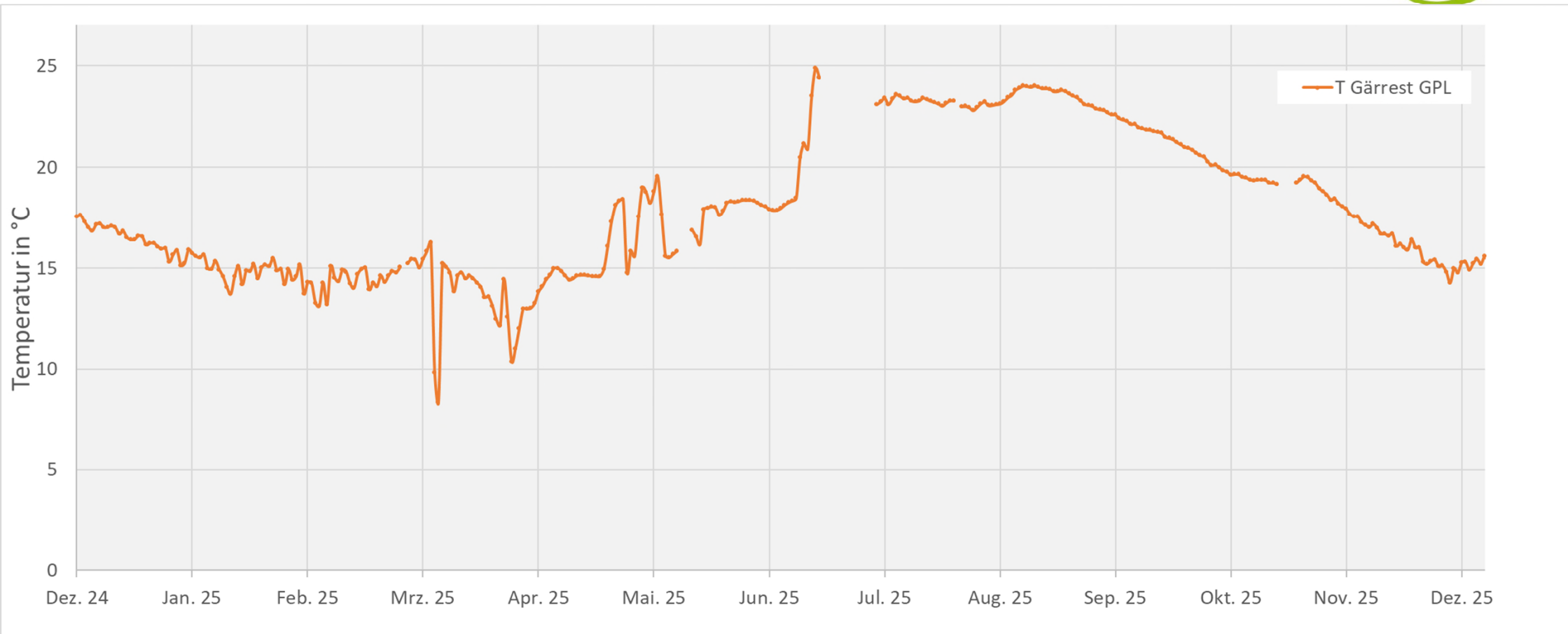


© Jan Gutzeit (DBFZ) - Laborreaktoren

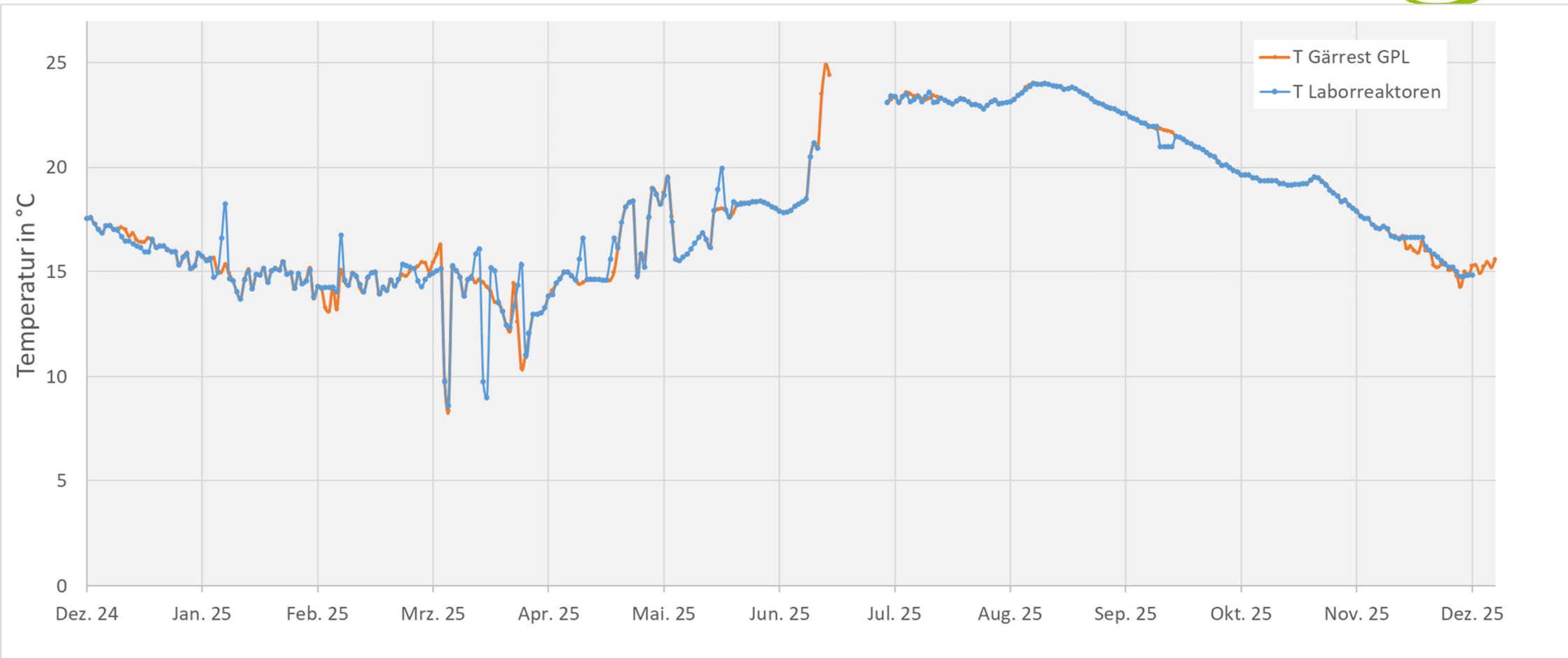


© DBFZ 2023 - GFMS

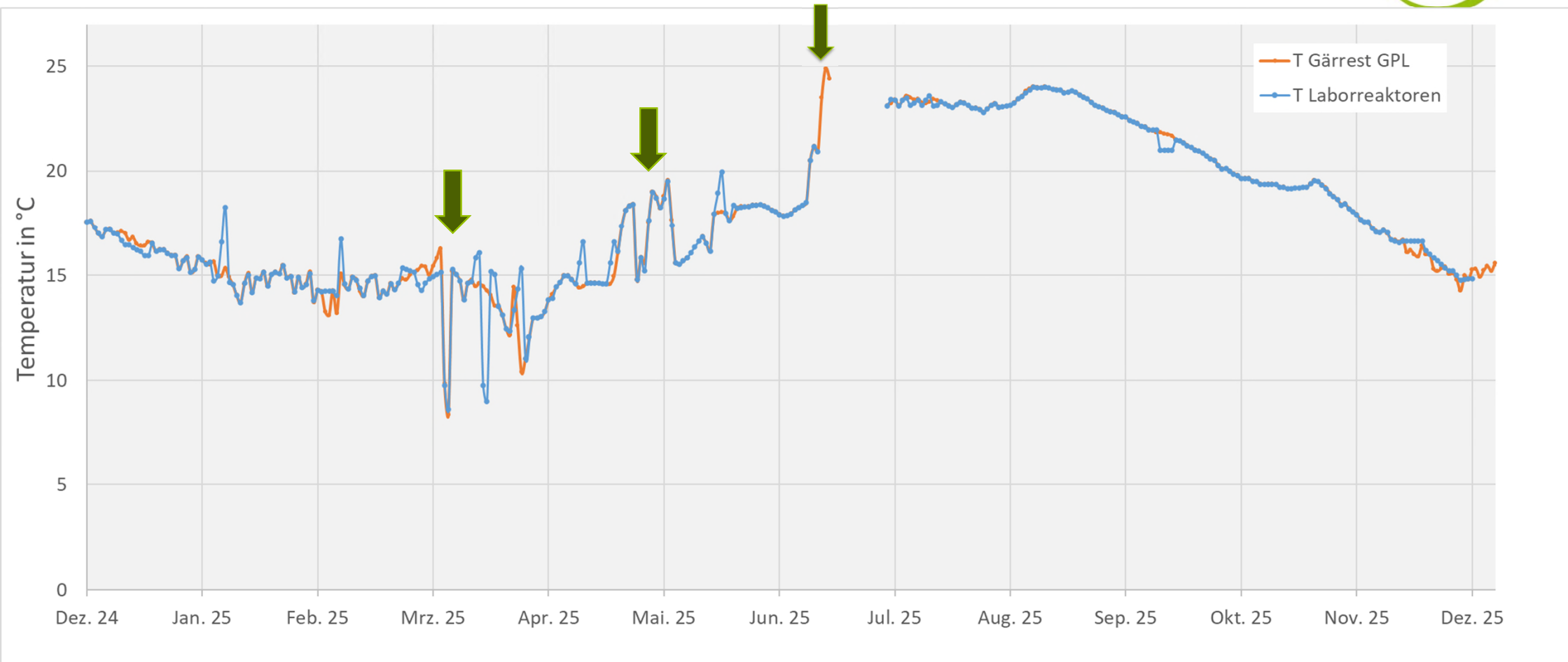
# Temperatur Gärrest Praxis vs Labor



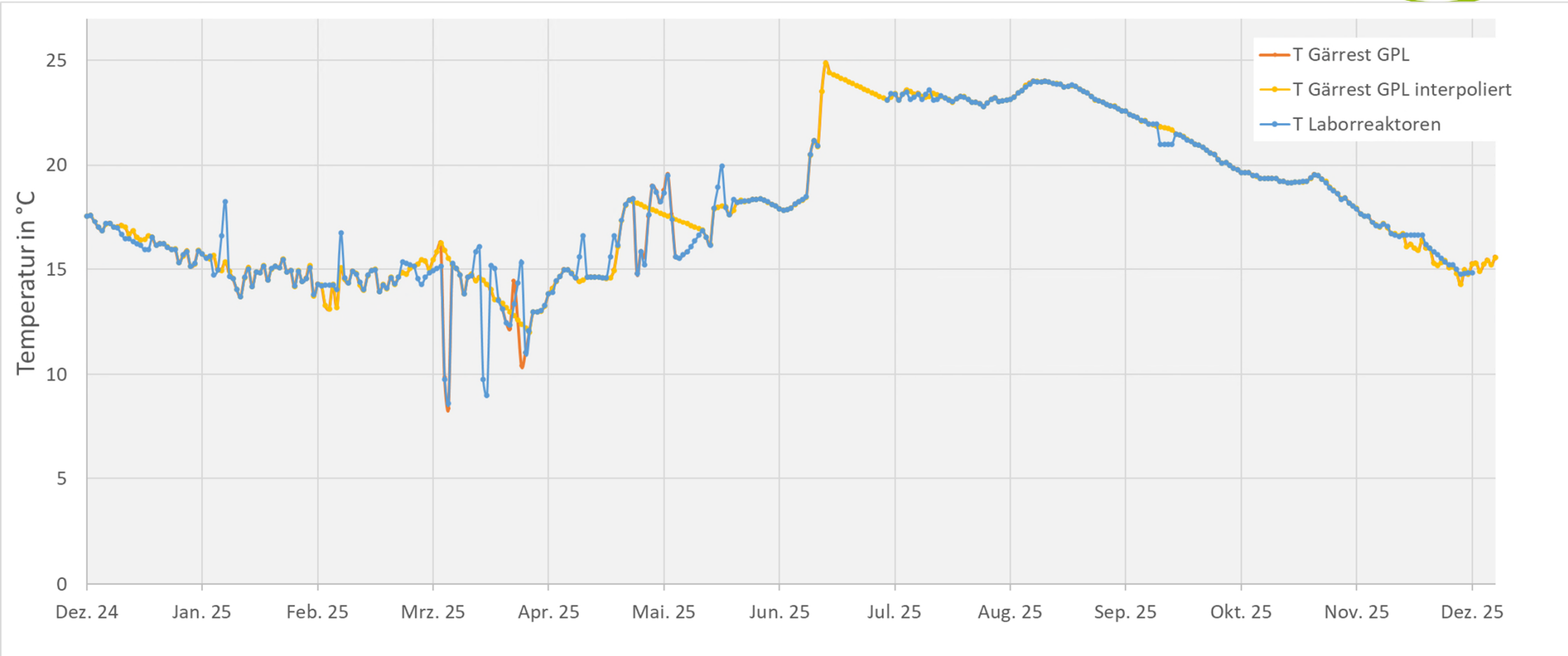
# Temperatur Gärrest Praxis vs Labor



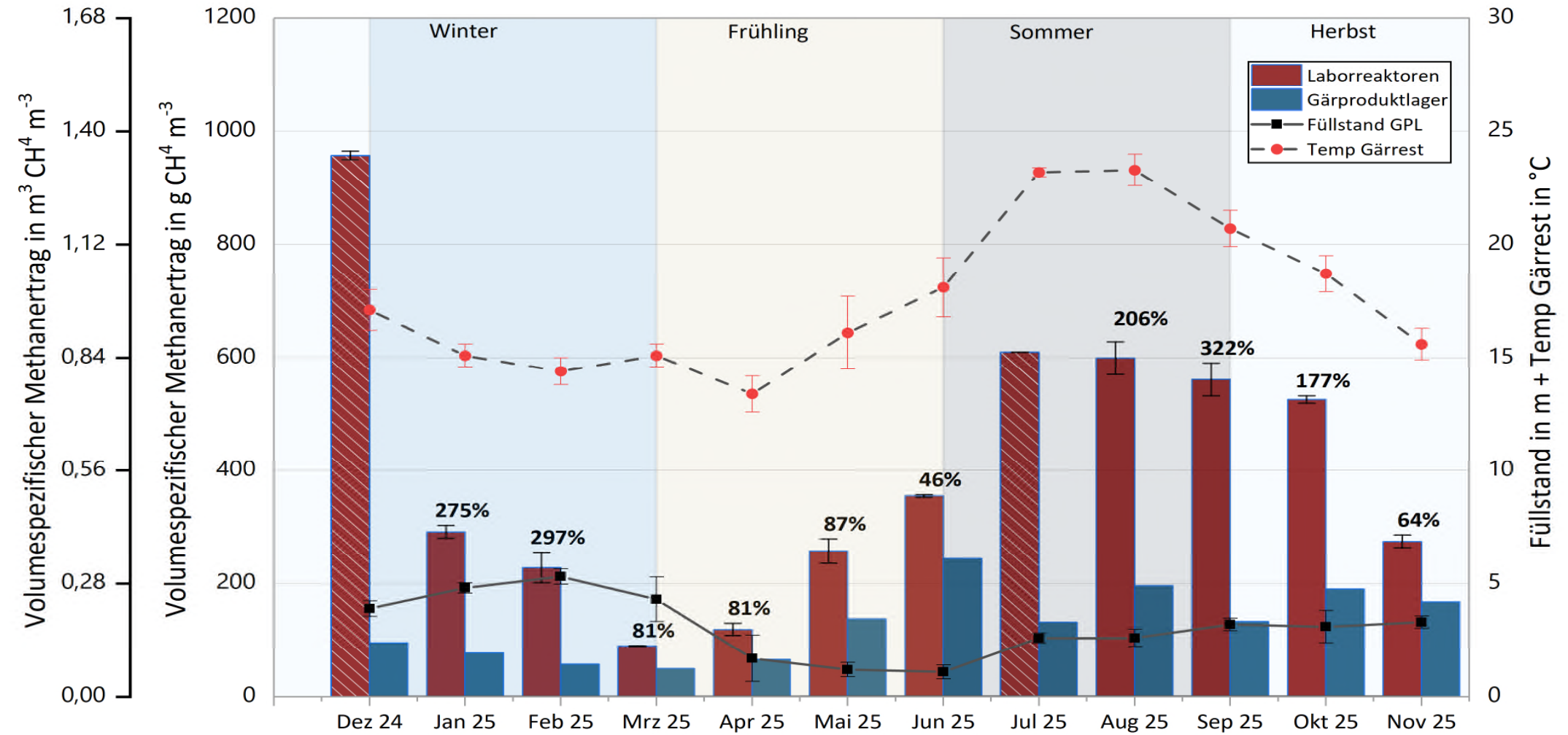
# Temperatur Gärrest Praxis vs Labor



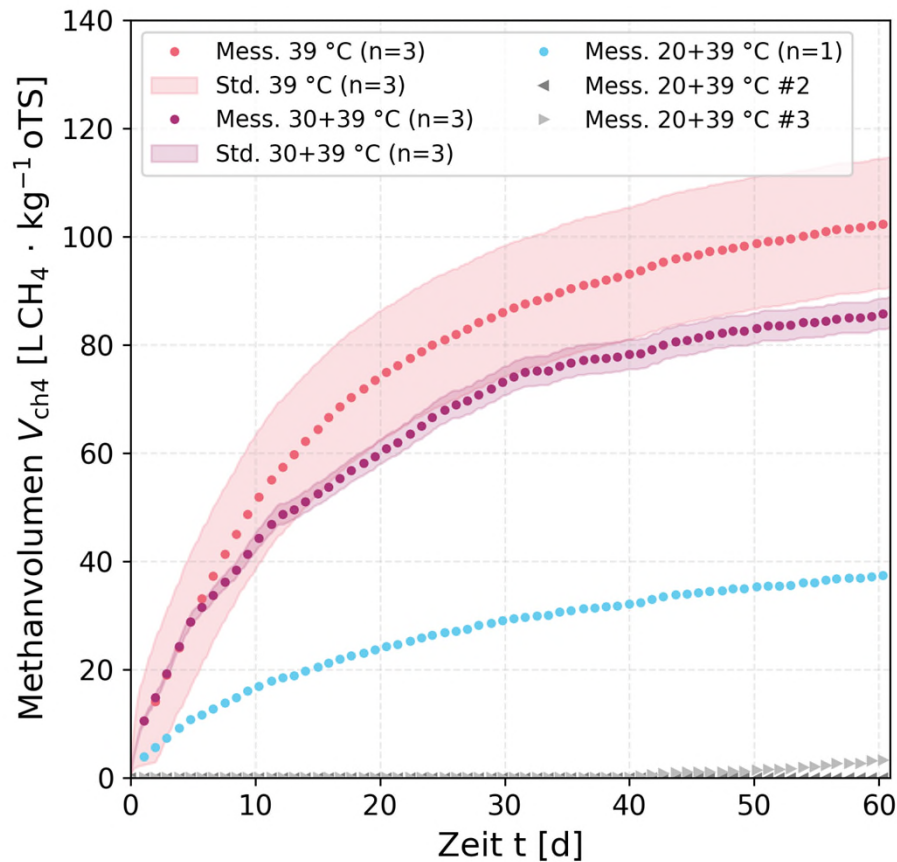
# Temperatur Gärrest Praxis vs Labor



# Methanertrag Praxis vs Labor



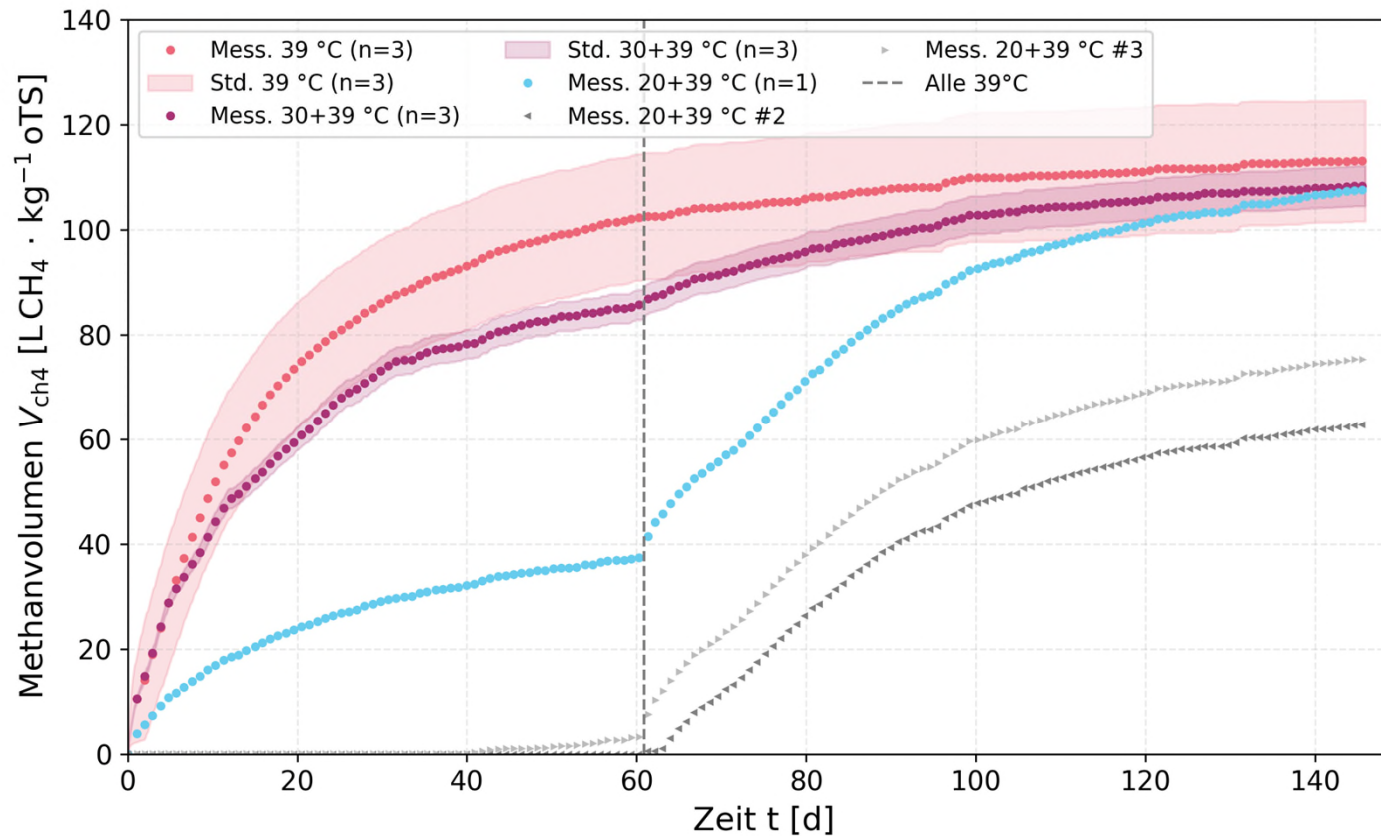
# Batchtest (RGP) nach 60 Tagen



RGP-Messungen bei 39, 30 und 20 ° C zur Ermittlung von Restmethanpotenzial und Abbaugeschwindigkeit (Kinetik)

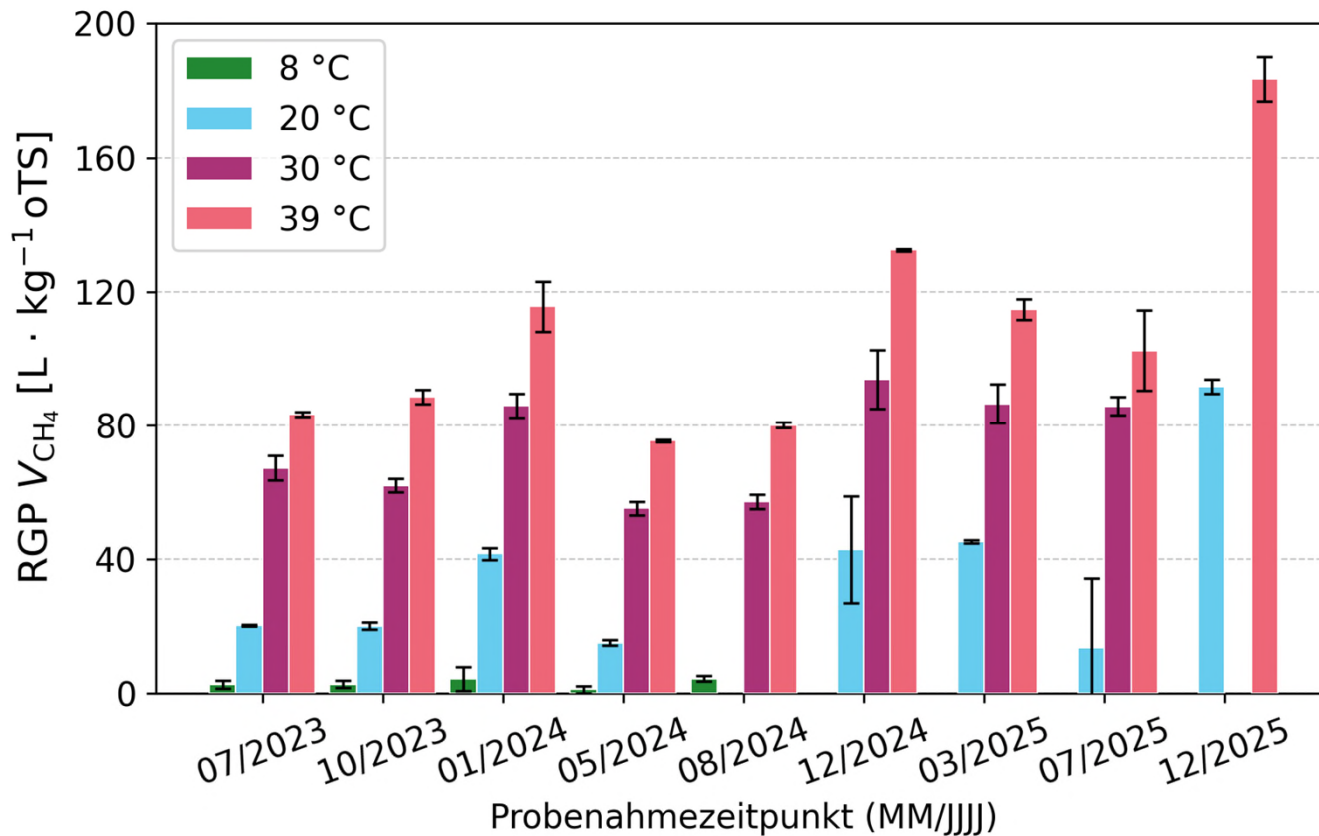
Jeweils Dreifachansatz, z.T. erhebliche Abweichungen

# Batchtest (RGP) nach 150 Tagen



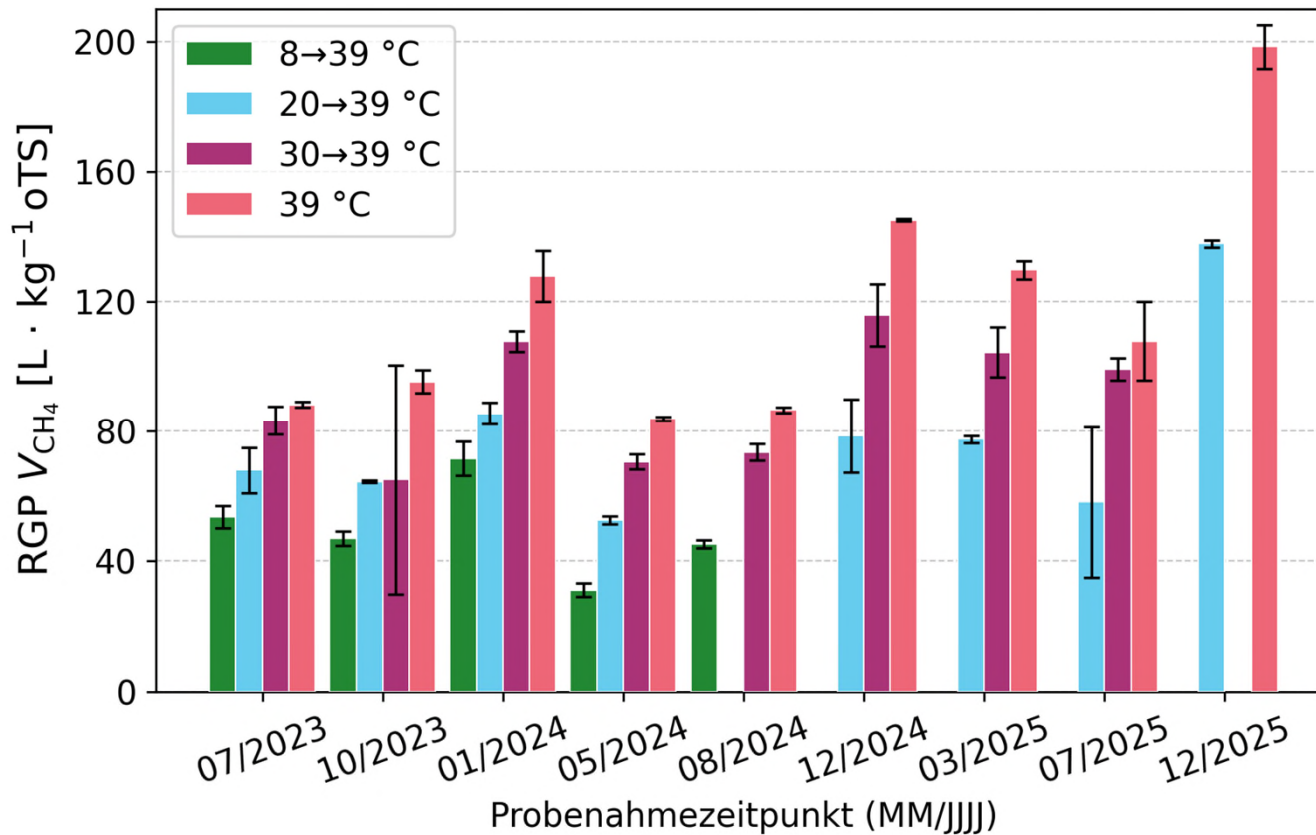
Idee: Zusätzliche  
30-85 Tage  
Versuchsdauer  
bei  $39^\circ\text{C}$  für alle  
Ansätze

# Übersicht RGP Gärmedium nach 60 Tagen



Tendenz: Im Winter höhere RGP als im Sommer → vmtl. Abbau in Vorgrube  
8 Grad-Versuche extrem niedrig, kaum messbar

# Übersicht RGP Gärmedium nach 90 Tagen



Tendenz Winter/Sommer  
aus vorheriger  
Darstellung setzt sich  
fort  
8 Grad-Versuche nach 30  
Tagen bei 39 Grad mit  
messbaren RGP

# Simulation RGP-Versuche mit math. Modell



- Zahlreiche Ansätze in der Literatur
- Einfache Batchfunktion bei konstanter Temperatur (hier: bis Tag 60):

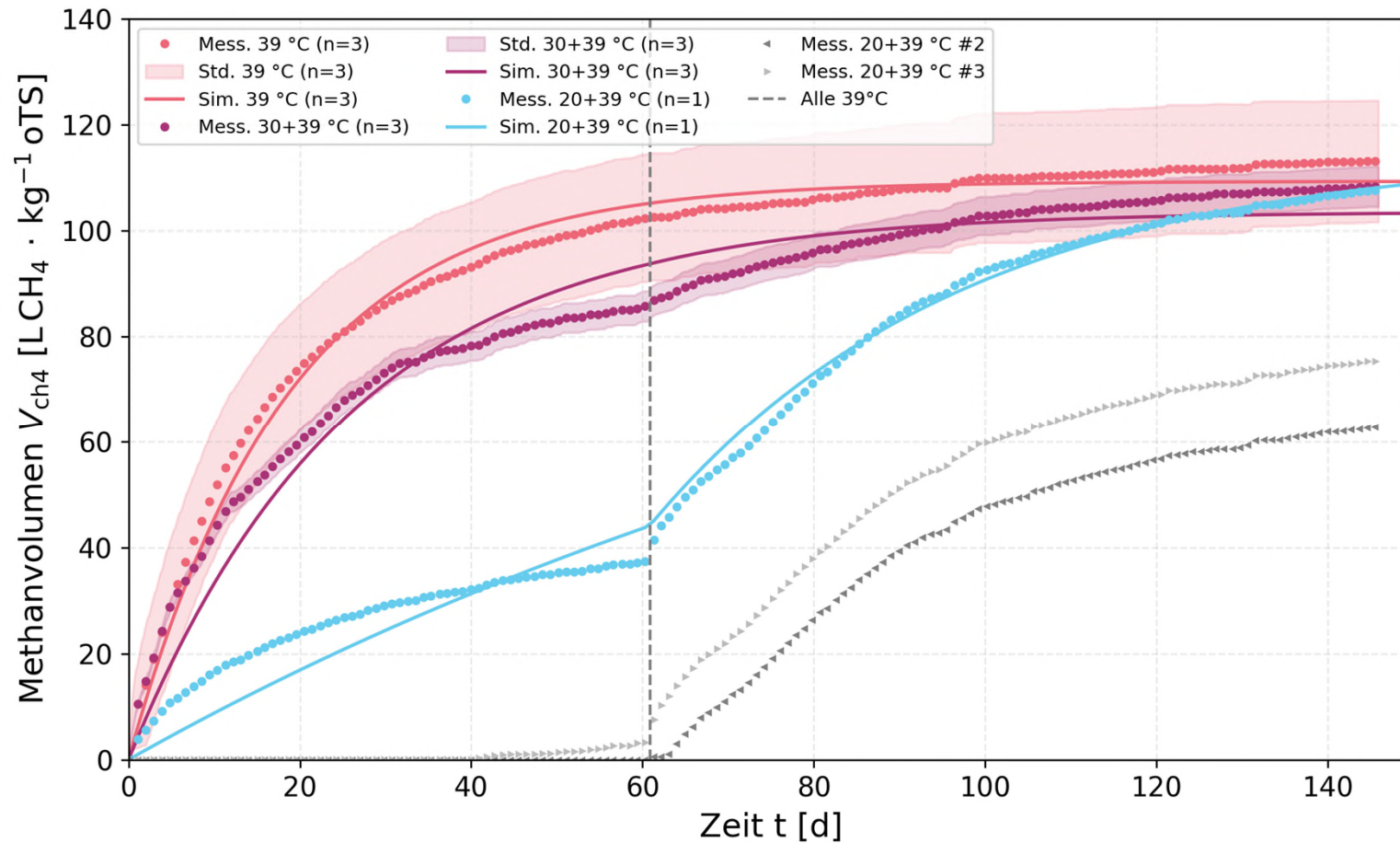
$$V_{ch_4}(t) = RGP \cdot (1 - e^{-k_{high} \cdot t})$$

- Bei zwei Temperaturniveaus: Modifizierter Arrhenius-Ansatz, angewandt in zahlreichen

wiss. Veröffentlichungen:  $f_T = \left(\frac{k_{low}}{k_{high}}\right)^{\frac{1}{T_{low} - T_{high}}}$ ,  $k(T) = k_{high} \cdot f_T^{T - T_{low}}$

- Ericsson, Nordberg, Berglund (2020): Biogas plant management decision support – A temperature and time-dependent dynamic methane emission model for digestate storages

# Simulation RGP-Versuche mit math. Modell



Identifiziertes RGP über alle Ansätze von 103-115 L/kg oTS, Kinetik  $k_{\text{high}} = 4.82 \cdot 10^{-2} \text{ d}^{-1}$

Modellgüte (RMSE) von 95 – 97 %

# Ausblick: Simulation kontin. Emissionen



- Setzt detaillierte Messungen der TS/oTS, Füllstände und Temperaturen voraus
- Sinnvolle Ergänzungen zu kontinuierlichen Messungen sowohl im Labor- als auch großtechnischen Maßstab
- Vgl. Vortrag F. Schäfer, Güllelager im Projekt Methamin
- Faktoren wie Durchmischung, Mikrobiologie, Pufferkapazität und Schwimmschichtbildung nicht Teil des Modells → geht von idealen, ungehemmten Bedingungen aus
- Wegen enormer Schwankungsbreite in den RGP-Messungen: Simulationsergebnisse ebenfalls mit Unsicherheiten behaftet

**Deutsches Biomasseforschungszentrum**

gemeinnützige GmbH



## Smart Bioenergy – Innovationen für eine nachhaltige Zukunft

### Kontakt:

M. Sc. Lieselotte Van Looveren

Dipl.-Ing. Manuel Winkler

M. Eng. Lukas Knoll

Dr.-Ing. Nils Engler

**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)



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Landwirtschaft, Ernährung  
und Heimat

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Fotos: DBFZ, Jan Gutzeit, Michael Moser Images, DREWAG/Peter Schubert (Titelfolie, rechts)