

## Untersuchungen zur biologischen Abbaubarkeit von Industrieabwasser aus einem neuartigen Kautschukextraktionsprozess

### Motivation und Grundlagen

- Nachhaltige Kautschukproduktion, Kautschukanbaugesamt erweitern und verlagern
- Prozesswasser als Ressource nutzen → Energie in Form von Biogas gewinnen und Wasser zurück in den Kreislauf führen
- Forschungsfrage der Bachelorarbeit: Inwieweit lassen sich organische Inhaltsstoffe vom Zu- und Ablauf des Versuchsreaktors in anaeroben und aeroben Batch-Versuchen unter Laborbedingungen biologisch abbauen?
- Ziel: Datengrundlage für die modellbasierte Konzeptentwicklung zur Prozessabwasseraufbereitung schaffen
- Proben: Zu- und Ablauf des anaeroben Versuchsreaktors sowie Prozesswässer aus drei Verfahrensschritten

### Anaerober Batch-Test

**Ziel:** Ermittlung des maximalen Biogaspotenzials  $Y_{BG,max}$ , der Abbauratenkonstante  $k$  und des inerten chemischen Sauerstoffbedarfs  $siCOD$

**Hintergrund:** Mikrobiologischer Abbau unter Sauerstoffausschluss erfolgte in vier Teilschritten: Hydrolyse → Acidogenese → Acetogenese → Methanogenese

#### Methodik:

- Versuchsdurchführung nach VDI 4630:
  1. Analytik des ausgezehrten Inokulums (Faulschlamm) und Substrat durchführen ( $COD_{Sample}$ ,  $sCOD_{Inoc}$ ,  $VS_{Sample}$ ,  $VS_{Inoc}$ )
  2. Inokulum + Substrat mit FM-Verhältnis  $\leq 0.5 g_{VS} g_{VS}^{-1}$  ansetzen
  4. Gärgefäß mit Druckmesskopf luftdicht verschließen, Verwendung des ANKOM RF Gas Production System (Messung und Kumulierung der entstehenden Gasdrücke)
  5. Gäransätze auf 38 °C temperieren, die Versuchsdauer beträgt 21 Tage
  6. Auswertende Analytik durchführen (sCOD, pH-Wert)
- Datenaufbereitung: Mit Hilfe der Open-Source-Software R, Aufbereitung der Druckkurven s. Abbildung 2: Korrektur der Druckkurven, Umrechnung der Drücke in Normvolumen mittels idealer Gasgleichung, Fittingkurve mit Reaktion erster Ordnung erstellt, Koeffizienten  $Y_{BG,max}$  und  $k$  ermittelt

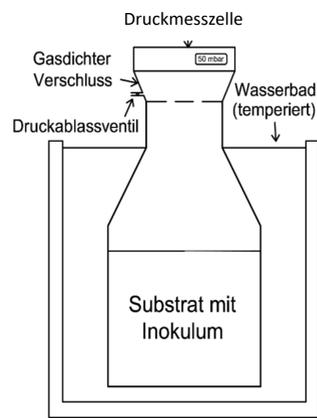


ABBILDUNG 1: VERSUCHSAUFBAU GÄRGEFÄß MIT DRUCKMESSZELLE (NACH DIN EN ISO 11734:1998, ANKOM TECHNOLOGY, 2022)

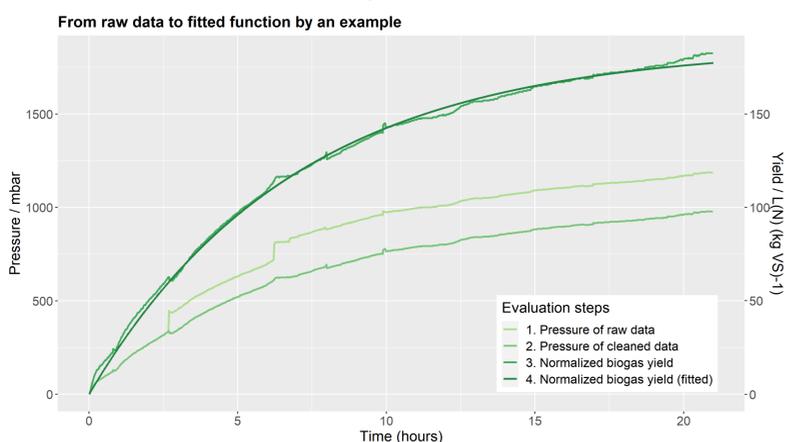


ABBILDUNG 2: SCHRITTWEISE DATENAUFBEREITUNG DER DRUCKKURVEN ERMITTELT MIT ANAEROBEN BATCH-TEST

### Ergebnisse und Diskussion:

TABELLE 1: ERGEBNISSE DES ANAEROBEN BATCH-TESTS

Parameter	Zulauf	Ablauf	
$\varnothing Y_{BG,max}$	621 $L_N kg_{VS}^{-1}$	242.5 $L_N kg_{VS}^{-1}$	→ Energiereicher Zulauf, vergleichbar mit Grassilage
$k$	0.19 bis 0.42 $d^{-1}$	0.15 bis 0.37 $d^{-1}$	→ Schnellerer Abbau als bei anderem Obst- und Gemüseabbau
$W_{siCOD}$	7.6 bis 15.8 %	32.1 bis 67.4 %	

- Wirkungsgrad: 36.4 bis 87.4 % → schwankender Abbau im Versuchsreaktor
- Unterschiedliche Zusammensetzungen der Substrate
- Kein signifikanter Zusammenhang zwischen  $siCOD$  und  $Y_{BG,max}$
- Forschungsbedarf: Inwiefern unterscheidet sich das Energiepotenzial von  $ssCOD$  und  $xsCOD$ ? Wie entstehen die Sprünge in der Druckkurve und wie sind sie zu bewerten?

### Aerober Batch-Test

**Ziel:** Fraktionierung des chemischen Sauerstoffbedarfs

**Hintergrund:** Mikrobiologischer Abbau unter Nutzung von Sauerstoff

#### Methodik:

- Versuchsdurchführung:
  1. Analytik des Inokulums (adaptierter Belebtschlamm) und Substrat durchführen ( $COD_{Sample}$ ,  $sCOD$ ,  $NO_3-N$   $VS_{Inoc}$ )
  2. Inokulum + Substrat im substrat-spezifischen FM-Verhältnis ansetzen
  3. System mit Belüftungsintervallen und -stärke einstellen
  4. Versuch beenden, wenn nur endogene Atmung zu verzeichnen ist
  5. Auswertende Analytik durchführen (sCOD,  $NO_3-N$ )
- Datenaufbereitung: Mit Hilfe der Open-Source-Software R, detektieren der Min- und Max-Sauerstoffkonzentrationen, Umrechnung der Geschwindigkeit der Sauerstoffkonzentrationsverringerung (erste Ableitung) in Sauerstoffverbrauchsrate  $OUR$ , Einteilung der  $OUR$ -Kurve in Fraktionen (s. Abbildung 4), Berechnung der  $COD$ -Fraktionen und des produzierten Nitratsickstoffs

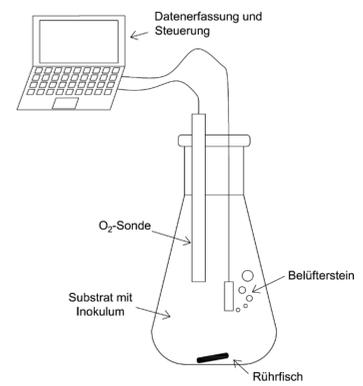


ABBILDUNG 3: VERSUCHSAUFBAU AEROBER REAKTOR

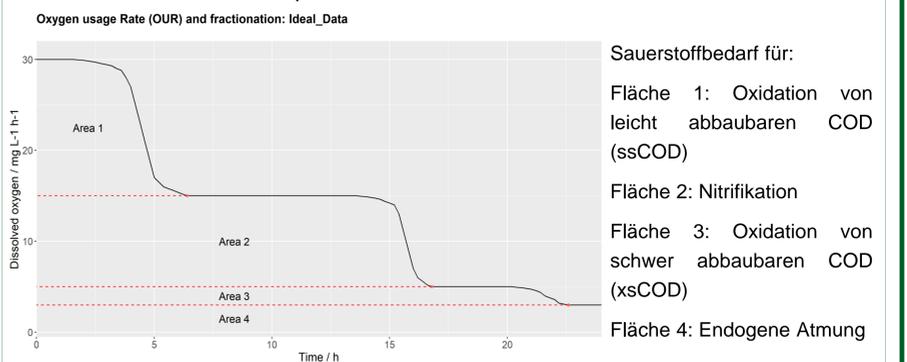


ABBILDUNG 4: IDEALE  $OUR$ -KURVE MIT EINTEILUNG IN FRAKTIONEN NACH MELCER ET AL., 2003, 7-2 UND EKAMA, DOLD UND MARAIS, 1986

### Ergebnisse und Diskussion:

- $OUR$ -Kurveverlauf abhängig vom FM-Verhältnis → mehrere Versuchsansätze notwendig, um ein günstiges Verhältnis herauszufinden
- $COD$ -Fraktionierung in abbaubaren ( $degr.COD$ ), gelöst inerten  $COD$  ( $siCOD$ ) und partikulär inerten  $COD$  ( $xiCOD$ ) unter der Annahme, dass  $xsCOD$  vollständig gelöst vorliegt (s. Abbildung 5)

#### $COD$ -Fraktionierung von Zu- und Ablauf (mean of all tests)

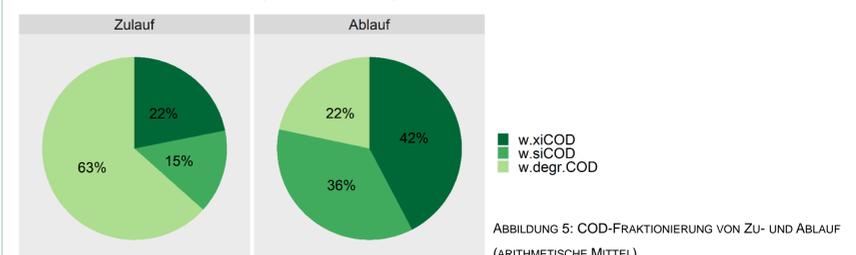


ABBILDUNG 5:  $COD$ -FRAKTIONIERUNG VON ZU- UND ABLAUF (ARITHMETISCHE MITTEL)

- Horizontale Einteilung der Bereiche beschreibt nicht ausreichend die biologischen Abbauvorgänge → Forschungsbedarf
- Heterotropher Yield konnte nicht ermittelt werden → Ermittlung des Yields (experimentell oder analytisch) in weiteren Untersuchungen notwendig