PAT Kolloquium 2012

Entwicklung eines MIR-Online-Messsystems für anaerobe Fermentationsanlagen

Stanislav Janz, Oliver Trauer, Astrid Rehorek, Michael Bongards

Agenda

1. Motivation und Zielsetzung
2. Prozessanalyse und Management Software
3. Ausblick Prozessautomatisierung
4. Prozess der Biogasbildung
5. Untersuchung des Mess- und Fermentationssystems
6. Ausblick Prozessanalytik

Motivation

1. Verbesserung des Prozessverständnisses

   Biogasbildung nach wie vor Blackboxsystem

2. Vermeidung von gefährlichen Prozesszuständen

   Biogasprozess kann übersäuern

3. Optimierung und Regelung des Biogasprozesses

   Erhöhung des Anlagenwirkungsgrades

   Angepasste Anlagenauslegung

Projektziel

Entwicklung eines vollautomatisierten Inline-ATR-FTMIR Messsystems für den Einsatz in Biogasanlagen

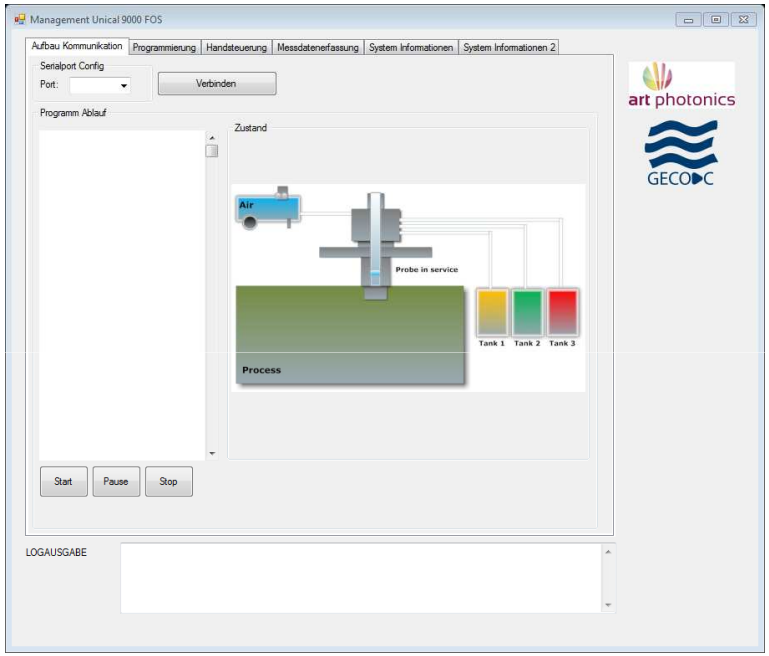
Das Gesamtsystem besteht aus:

1. Spektrometer
2. Lichtwellenleiter / Sonde
3. Automatisierte Prozessschnittstelle
4. Behälter für Reinigungsflüssigkeiten
5. Hardwaresteuerungseinheit
6. Bedieninterface und übergeordnete Prozessanalyse und Management System

Prozessanalyse & Management Software

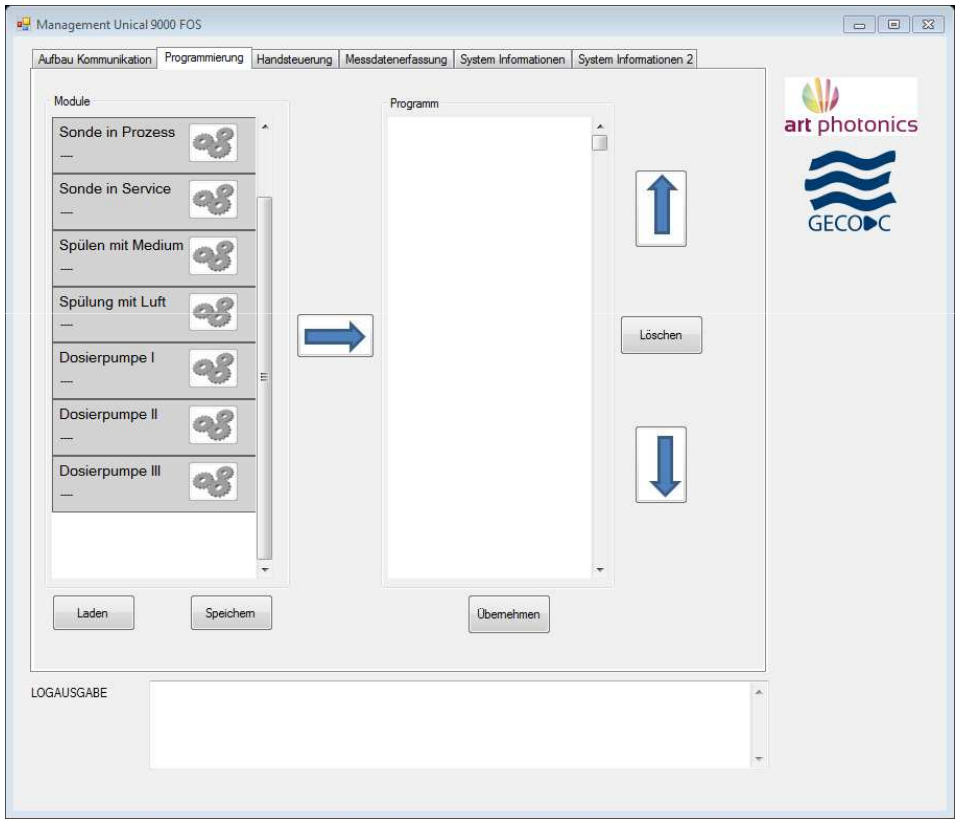
Anforderungen:

- Kombination von MIR-Online-Messung und Unical 9000
- Anbindung an weitere Automatisierungskomponenten
- Komfortable Bedienung und Konfiguration
- Einfache grafische Erstellung von Reinigungsprozeduren
- Automatische Erkennung und Beseitigung von Sondenverschmutzungen

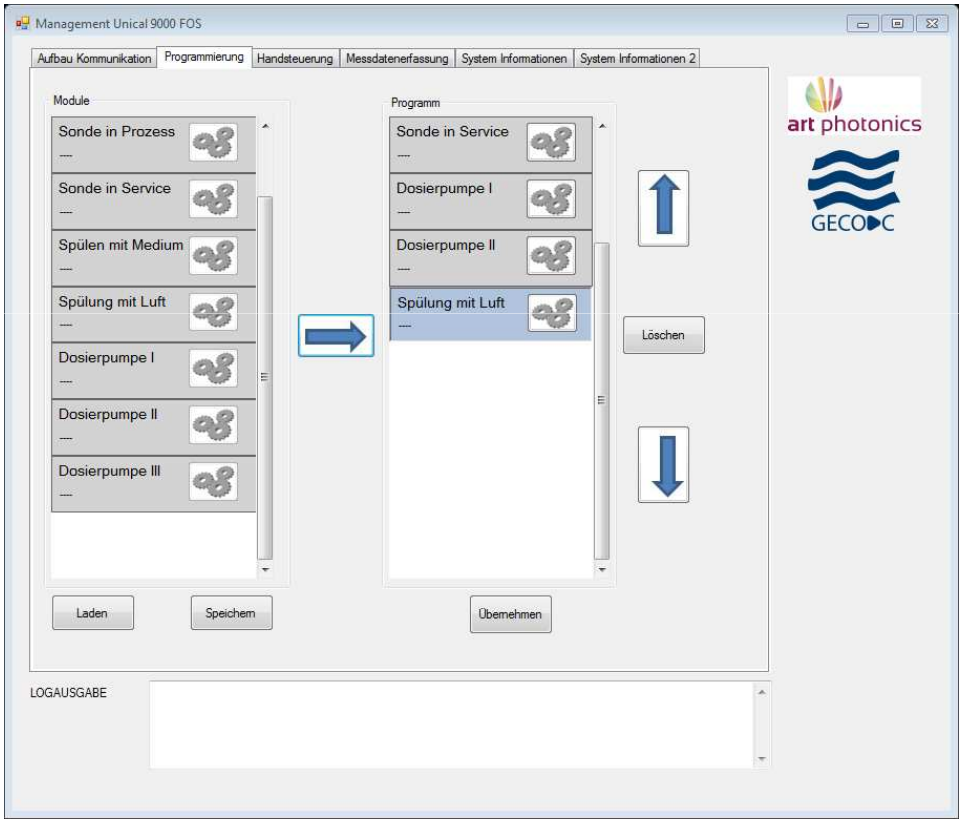


Definition von Reinigungsprozeduren

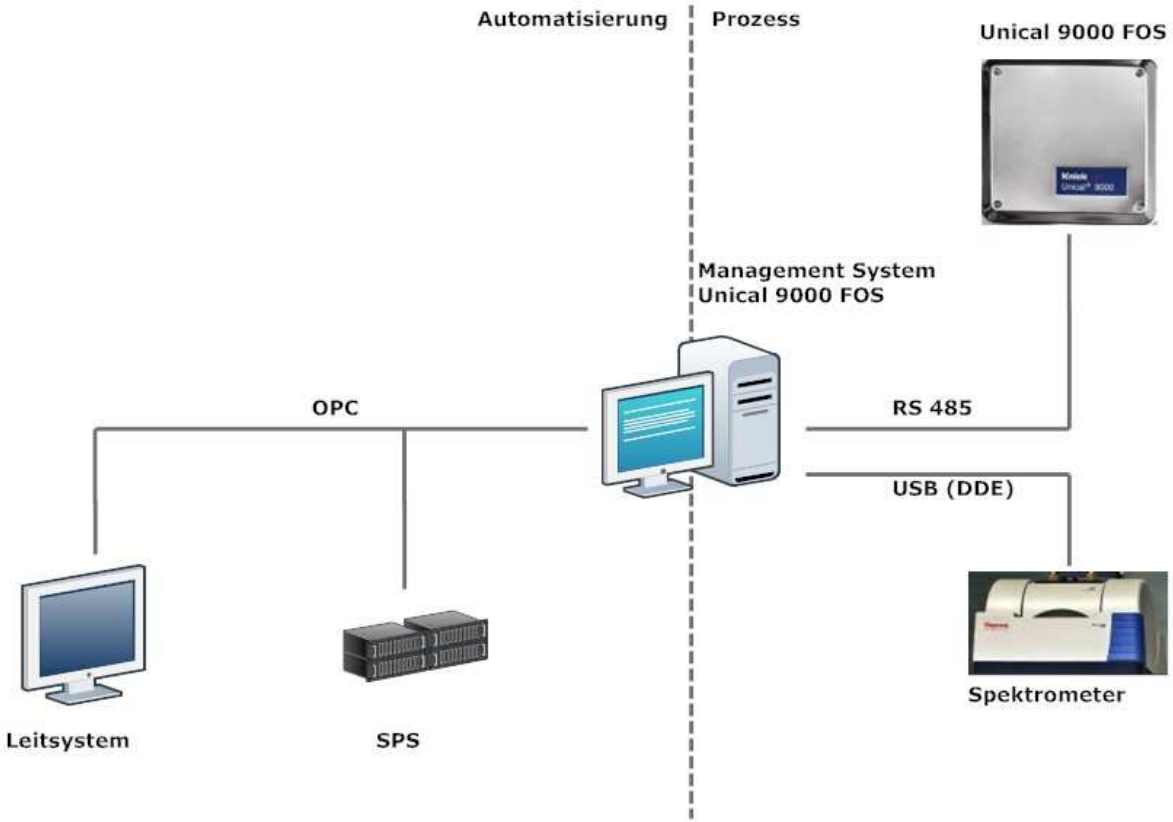
Grafische Erstellung von Reinigungsrezepturen



Grafische Erstellung von Reinigungsrezepturen



Prozessanbindung



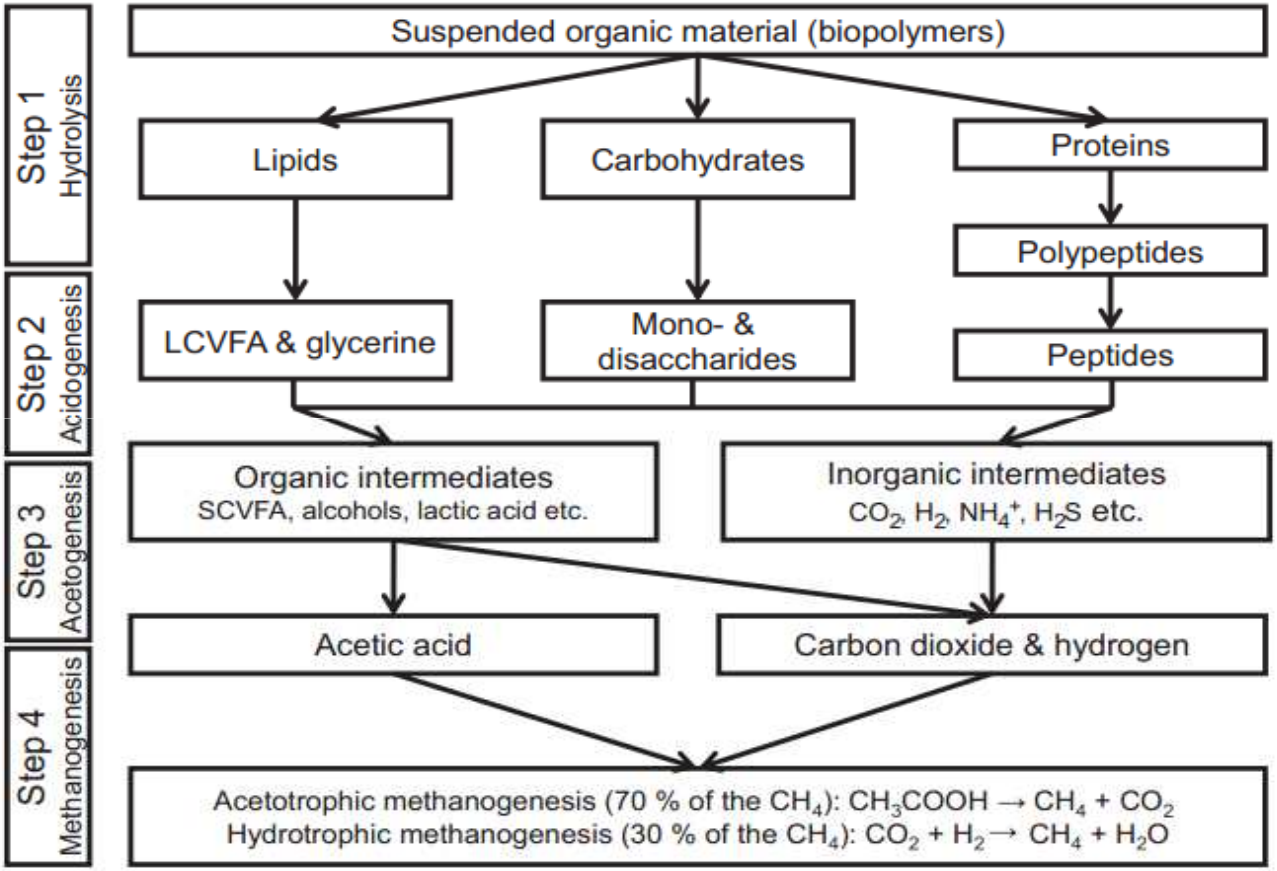
Ausblick Analyseautomatisierung

1. Kopplung des MIR Spektrometer an die Analysesoftware
2. Implementierung von Analysealgorithmen
3. Praxistest auf der Leppe-Deponie

Kontakt
Prof. Dr. M. Bongards: michael.bongards@fh-koeln.de
Dipl.-Inform. O. Trauer M.Sc: oliver.trauer@fh-koeln.de

Gummersbach Environmental Computing Center
Fachhochschule Köln Campus Gummersbach, F10,
Steinmüllerallee 1, 51643 Gummersbach/D

Anaerober Abbauprozess



LCVFA: Langkettige flüchtige organische Säuren
SCVFA: Kurzkettige flüchtige organische Säuren

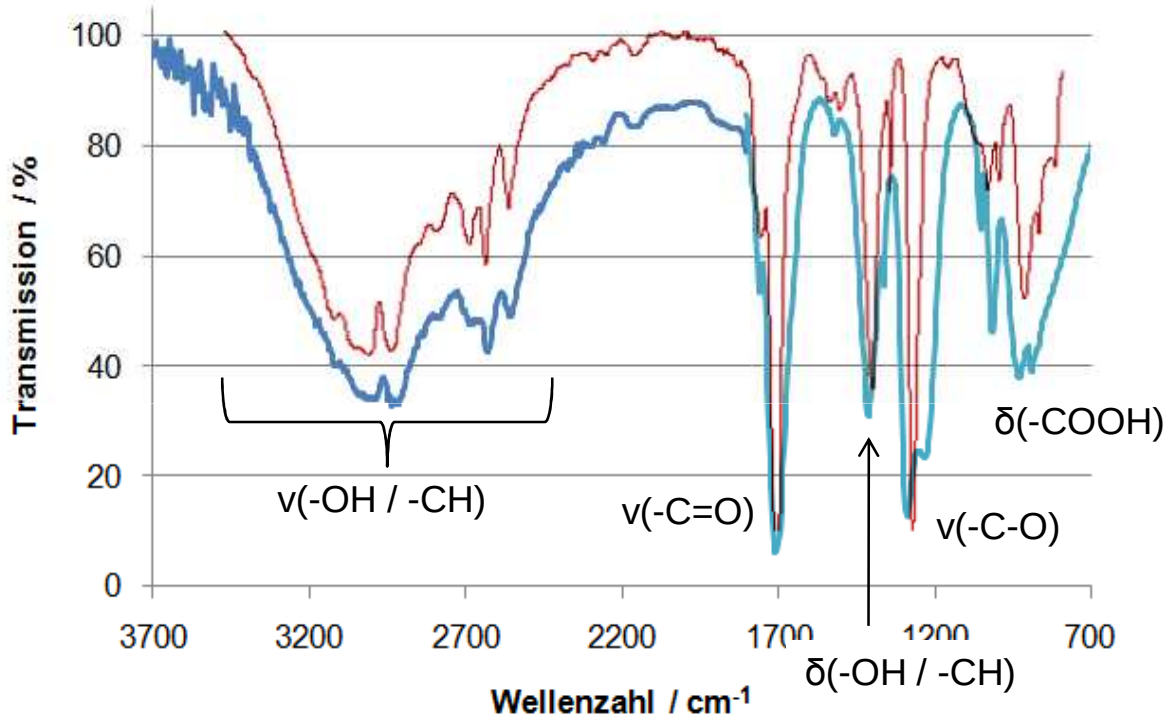
Quelle: Madsen, M., Holm-Nielsen, J.B., Esbensen, K.H., 2011: Monitoring of anaerobic digestion processes: A review perspective, Renewable and Sustainable Energy Reviews, **15**, 3141 – 3155

Wichtige Prozessparameter

	Wertebereich				
	von		bis		
Parameter /	g/l*	mmol/l	g/l*	mmol/l	
NH_4-N	1.4	77.8	2.85	158.3	
TS / g/kg	74	-	-	-	
oTS / g/kg	54	-	-	-	
TAC ($CaCO_3$)	8	79.9	15	149.9	
FOS (Essigsäure)	2.05	34.1	6.5	108.2	
FOS/TAC	0.11	0.43	0.55	0.72	
Säuren /	g/l*	mmol/l	g/l*	mmol/l	Fmv / mmol/g
Essig-	0	0	2.99	49.79	16.65
Propion-	0	0	0.60	8.10	13.50
Butter-	0	0	0.05	0.57	11.35
Isobutter-	0	0	0.00	0.00	11.35
Valerian-	0	0	0.11	1.08	9.79
Isovalerian-	0	0	0.00	0.00	9.79
Capron-	0	0	0.02	0.17	8.61

*Quelle: Hölker, U., 2008: Gerüchteküche schließen, Biogas Journal, **4**, http://www.bioreact.de/images/stories/pdf / Biogas-Journal_04-2008.pdf, 10.10.2011, 12:09

Eingrenzung des Wellenzahlbereiches anhand des Essigsäurespektrums



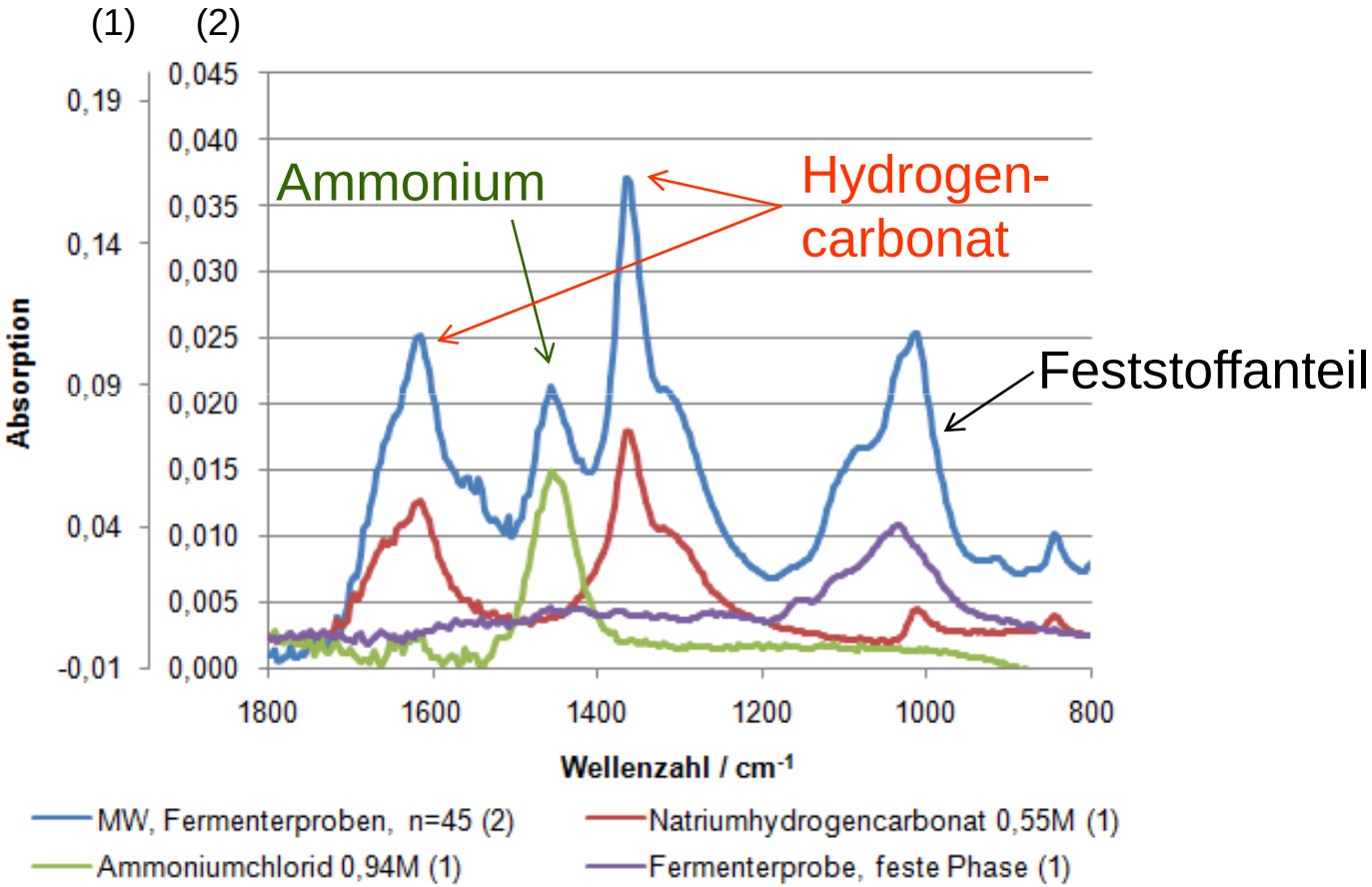
Sonde 058, ES ≥99,9%, MCT — Sonde 114, ES ≥99,9%, MCT

gemessenes Essigsäurespektrum

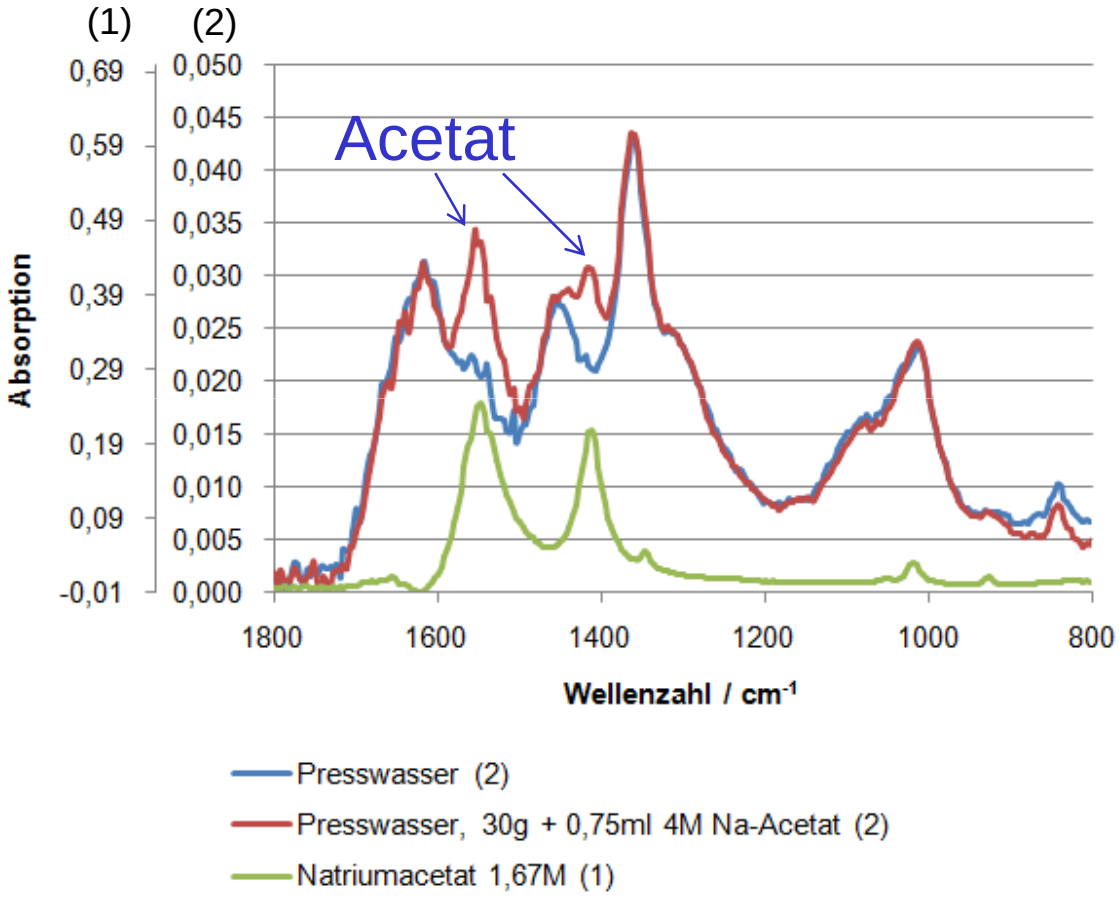
Datenbankspektrum Essigsäure

(Quelle: http://webbook.nist.gov, gemessen in CCl_4)

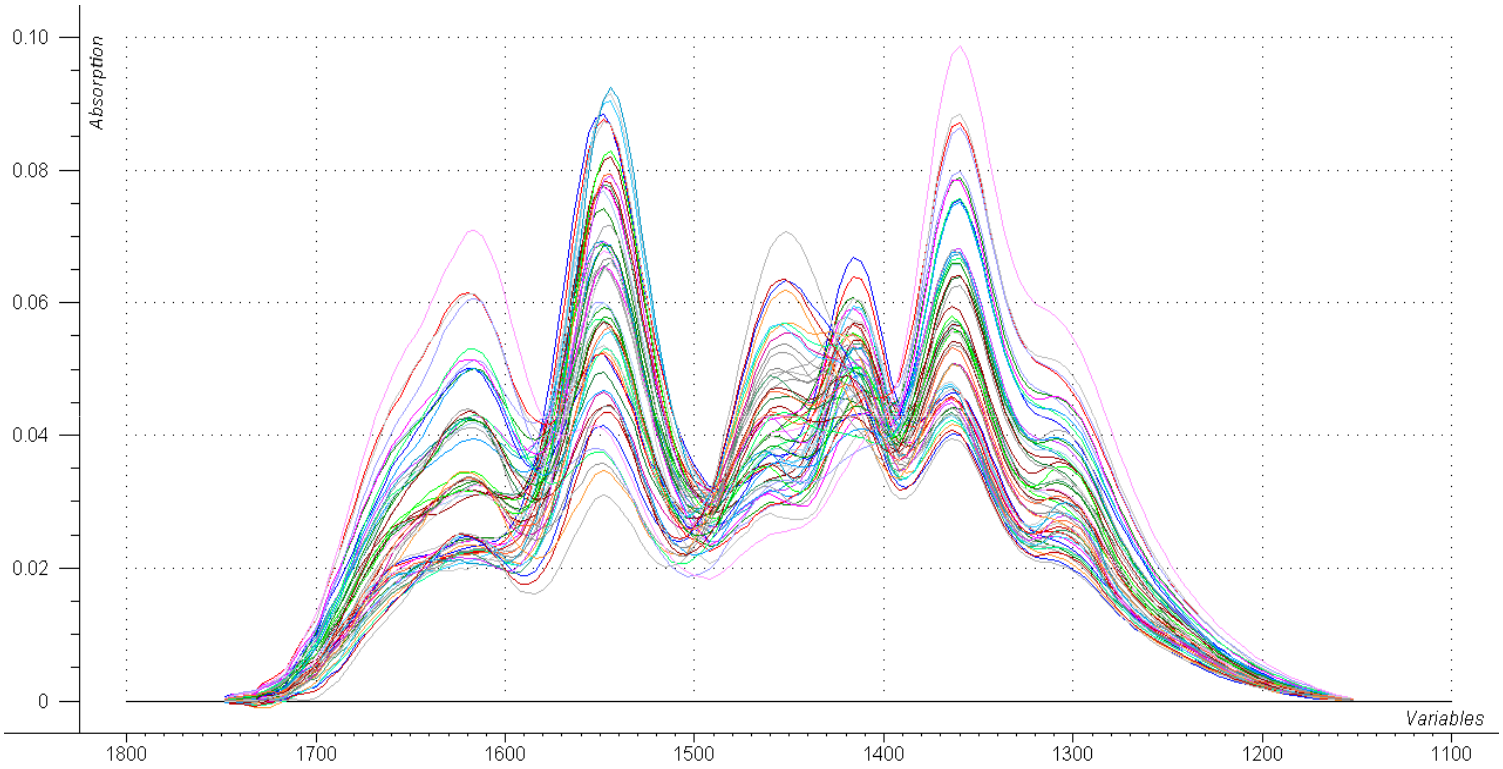
Charakterisierung von Spektren realer Fermenterproben



Charakterisierung von Spektren realer Fermenterproben



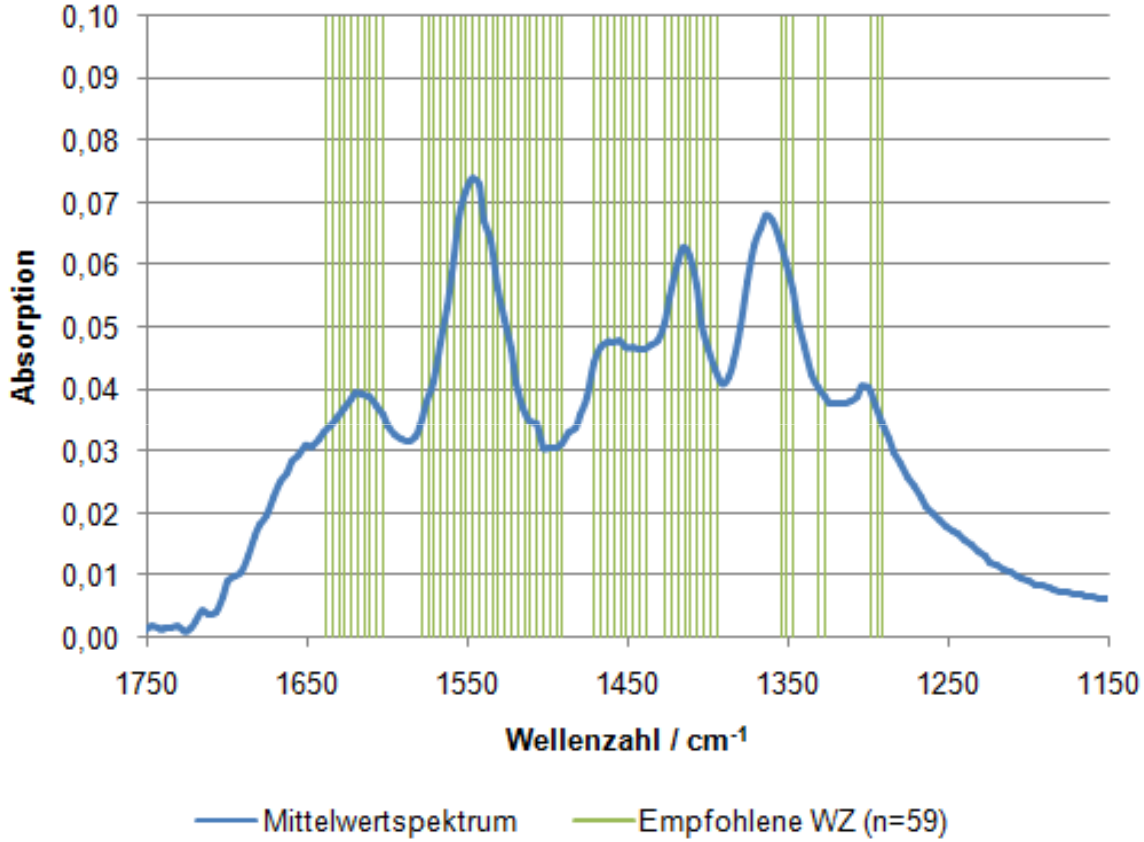
Untersuchung zur Auswertbarkeit von Mischungsspektren



Halbsynthetische Proben, Maximalkonzentrationen liegen ca. 9- (Acetat), 56- (Propionat), 6- (Ammonium) und 5-fach (Hydrogencarbonat) über den Konzentrationen realer Anlagen*

* Hölker, U., 2008: Gerüchteküche schließen, Biogas Journal, **4**, http://www.bioreact.de/images/stories/pdf/Biogas-Journal_04-2008.pdf, 10.10.2011, 12:09

Reduktion des spektralen Bereiches

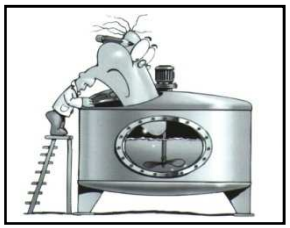


- Reduktion des spektralen Bereiches auf 59 diskrete Wellenzahlen
- Methode nach Brown P.J.

Quelle: Brown, P.J., 1992: Wavelength Selection in Multicomponent Near-Infrared Calibration, Journal of Chemometrics, 6, S. 151-161

Ausblick Prozessanalytik

1. Untersuchung realkonzentrierter Mischungs-proben
2. Spektrenkorrelation mit Parametern FOS, TAC und NH_4-N



Kontakt
Prof. Dr. A. Rehorek: astrid.rehorek@fh-koeln.de
Dipl.-Ing. (FH) S. Janz: stanislav.janz@smail.fh-koeln.de

PRA&PAT Center
Fachhochschule Köln Campus Leverkusen, F11,
Kaiser-Willhelm-Allee, 51368 Leverkusen/D

Vielen Dank !

PRA&PAT Center
Prof. Dr. A. Rehorek: astrid.rehorek@fh-koeln.de
Dipl.-Ing. (FH) S. Janz: stanislav.janz@smail.fh-koeln.de

Gummersbach Environmental Computing Center
Prof. Dr. M. Bongards: michael.bongards@fh-koeln.de
Dipl.-Inform. O. Trauer M.Sc: oliver.trauer@fh-koeln.de