

# Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) als Monitoringtool für den Biogasprozess und die Gärrestapplikation

Stockl, A., Lichti, F.

## Hintergrund des Forschungsvorhabens

Eine Flexibilisierung der Biogasproduktion zur Anpassung an tageszeitlich und saisonal bedingte Schwankungen in der Nachfrage an Strom und Wärme wird immer wichtiger. Dies führt gleichzeitig zu einem erhöhtem Bedarf an aktuellen Mess- und Regelgrößen zur Überwachung und Steuerung des Biogasprozesses.

## Projektziele

- Herausarbeiten von **Trendänderungen** in den gärrestspezifischen Kenngrößen bei variierender Fütterung
- Erkennen von **Prozessinstabilitäten** in Abhängigkeit der Häufigkeit des Substratwechsels oder von Stoßbelastungen
- Ermittlung des **Zeitbedarfs** zur Stabilisierung der Biozönose nach Laständerung
- Einschätzung des **Düngewertes** von Gärresten (bzw. von organischen Düngemitteln)

## Material



Quelle: Andrea Stockl

**Abb.1** 240 Liter Labor-Fermenter, **NIR-Sensor** (Fa. Bruker)



Quelle: Andrea Stockl

**Abb.2** Automatisierte Fütterung

## Methoden

*Ausgangsbasis:*

### Biogasfermenter mit optimierter Lastführung

- Raumbelastung  $B_R = 2,5 \text{ kg oTS (m}^3 \cdot \text{d)}^{-1}$
- Fütterung mit Mais- und Grassilage alle 2 Stunden

*Zusatzbelastung:*

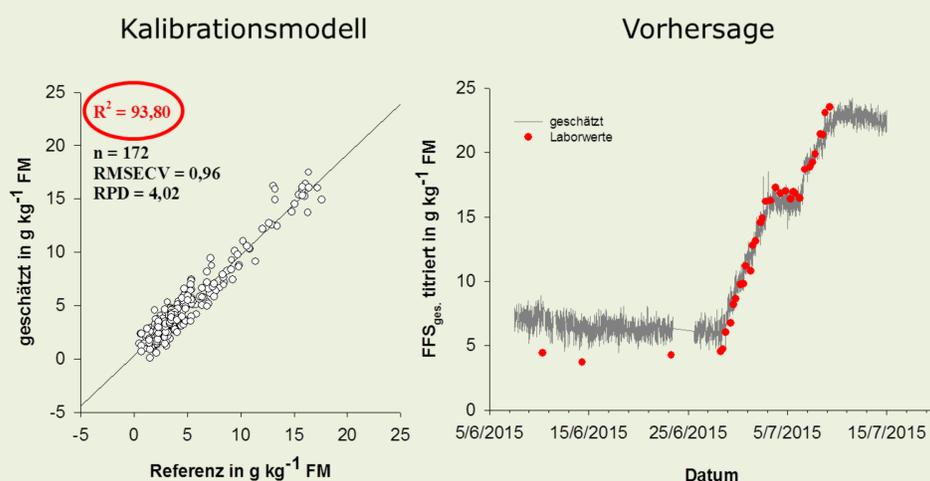
### Variierende Lastführung

- Einmalige manuelle Stoßbelastung pro Tag mit Weizenschrot

→ Ermittlung der flüchtigen Fettsäuren (FFS) wie Essig-, Propionsäure und Gesamtsäure ( $\text{FFS}_{\text{tit}}$ ), der Pufferkapazität (TAC) und des TS-Gehalts im Fermenter

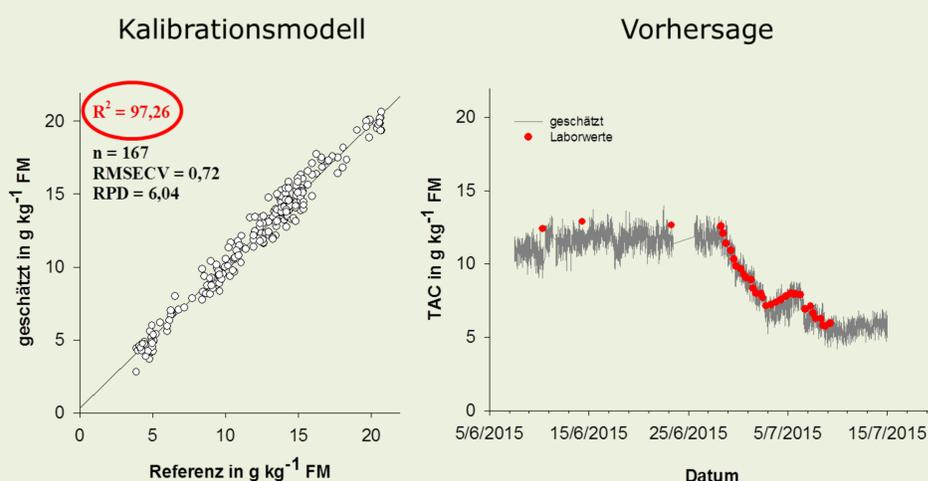
## Ergebnisse (Kalibrationsmodelle und Vorhersage unbekannter Proben)

### Flüchtige Fettsäuren gesamt titriert ( $\text{FFS}_{\text{tit}}$ )



$R^2$  = Bestimmtheitsmaß; n = Probenanzahl; RMSECV (Root Mean Square Error of Cross Validation) = mittlerer Schätzfehler  
RPD (Ratio of Standard Deviation and Standard Error of Prediction) = Vorhersageleistung

### Pufferkapazität (TAC, Total Alcalinic Carbon)



$R^2$  = Bestimmtheitsmaß; n = Probenanzahl; RMSECV (Root Mean Square Error of Cross Validation) = mittlerer Schätzfehler  
RPD (Ratio of Standard Deviation and Standard Error of Prediction) = Vorhersageleistung

### Möglichkeiten der NIR-Sensorik:

- **Hochpräzise Kalibrationsmodelle** für die gärrestspezifischen Parameter zur Überwachung des Biogasprozesses
- **Sehr gute Vorhersagen** unbekannter Proben der dargestellten Parameter  $\text{FFS}_{\text{tit}}$  und TAC
- Die **hohen Bestimmtheitsmaße** belegen die **hervorragende Eignung** der Nahinfrarot-Spektroskopie

### Grenzen der NIR-Sensorik:

- **Präzision** in der **Kalibrationsentwicklung** und in der **Laboranalytik** essentiell
- **Interpolation** von Kalibrationsmodellen außerhalb der Konzentrationsspannweite **nicht möglich**
- **Stetige Modellpflege** notwendig (Substratwechsel, neue Anlage)