



# Transparente Prozessüberwachung in Biogasanlagen

**Jürgen Wiese**

GKU Gesellschaft für kommunale Umwelttechnik mbH

Heinrichstraße 17/19, 36037 Fulda

Telefon: 0661-12-408, Mobil: 0160-90878095

E-Mail: [juergen.wiese@gku-fulda.de](mailto:juergen.wiese@gku-fulda.de), Internet: [www.gku-fulda.de](http://www.gku-fulda.de)



# Gliederung

1. Warum Mess- und Automationstechnik auf Biogasanlagen?
2. Welche Messgeräte kommen zum Einsatz?
3. Beispiele für eine Prozessüberwachung
4. Was sind die Herausforderungen der Zukunft?
5. Zusammenfassung und Ausblick



# Warum Mess- und Automationstechnik auf Biogasanlagen (1)





# Warum Mess- und Automationstechnik auf Biogasanlagen (2)

- Anaerobe Bakterien reagieren sensibel auf Milieuänderungen, sodass Störungen der Biologie große wirtschaftliche Folgen haben können!
- **Treibende Kräfte (Auswahl):**
  1. Zunehmender Kostendruck durch steigende Substratpreise
  2. Zunehmender Druck durch Finanzinstitute und Versicherungen
  3. Probleme werden immer komplexer („Multi-kriterielle Optimierung“):
    - Maximierung Energieproduktion → Erhöhung Einnahmen
    - Minimierung Eigenenergiebedarf → Reduzierung Ausgaben
    - Minimierung Eingangsstoffe → Reduzierung Ausgaben
    - Viele verschiedene Eingangsstoffe → Nutzung von Marktchancen
    - Minimierung Betriebsrisiken → Hohe Anlagenverfügbarkeit
  4. Biogasanlagen sollen im Erneuerbare Energie-Mix zuverlässig Grundlast und Regelenergie produzieren!

# Welche Messgeräte kommen zum Einsatz? (1)



## Gasdurchfluss

(1 = oszillierendes Messverfahren, Fa. Esters;  
2 = Therm. Messung, Fa. Binder)



3  
Gasanalytoren für  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  und  $\text{O}_2$

(3 = Fa. Siemens;  
4 = Fa. ExTox)



Gasdruck  
(5 = Fa. WIKA)



Gasfüllstand  
(6 = Fa. Micro-Epsilon)

**On-line**



# Welche Messgeräte kommen zum Einsatz? (2)



Magnetisch-Induktive Durchflussmessung  
(Fa. Siemens)

**On-line**



Füllstand, Temperatur  
(Fa. Endress+Hauser)



Grenzfüllstand  
(Fa. Endress+Hauser)



Wägezellen  
(Feststoffdosierer)

# Welche Messgeräte kommen zum Einsatz? (3)

## On-line



pH-/Redox-Sensor  
(1-4 = Fa. Hach Lange)



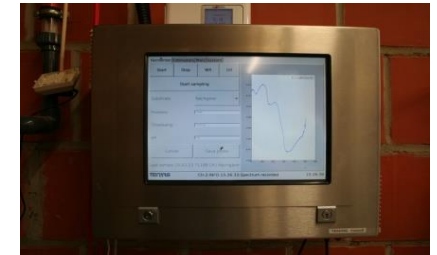
eLF-Sensor

## TS-Messung

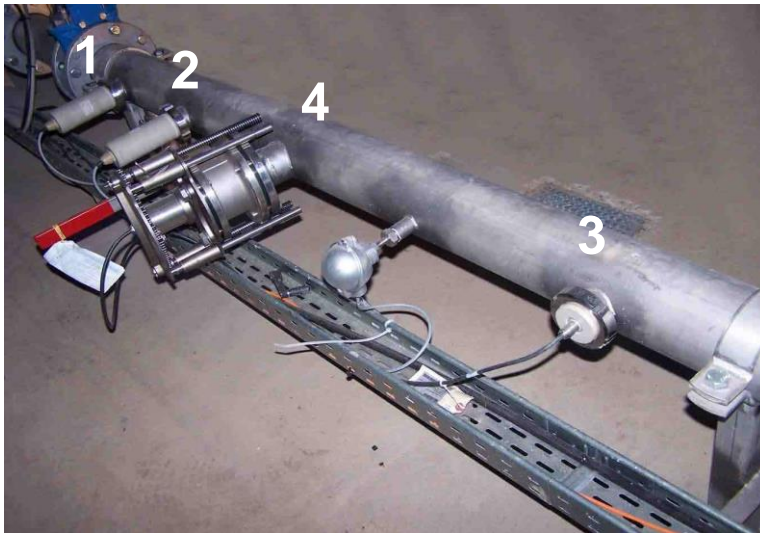


4

## NIRS-System (Fa. Tenirs)



NIR-Spektrometer



Ex-Videosysteme  
(Fa. Papenmeier)



Messköpfe



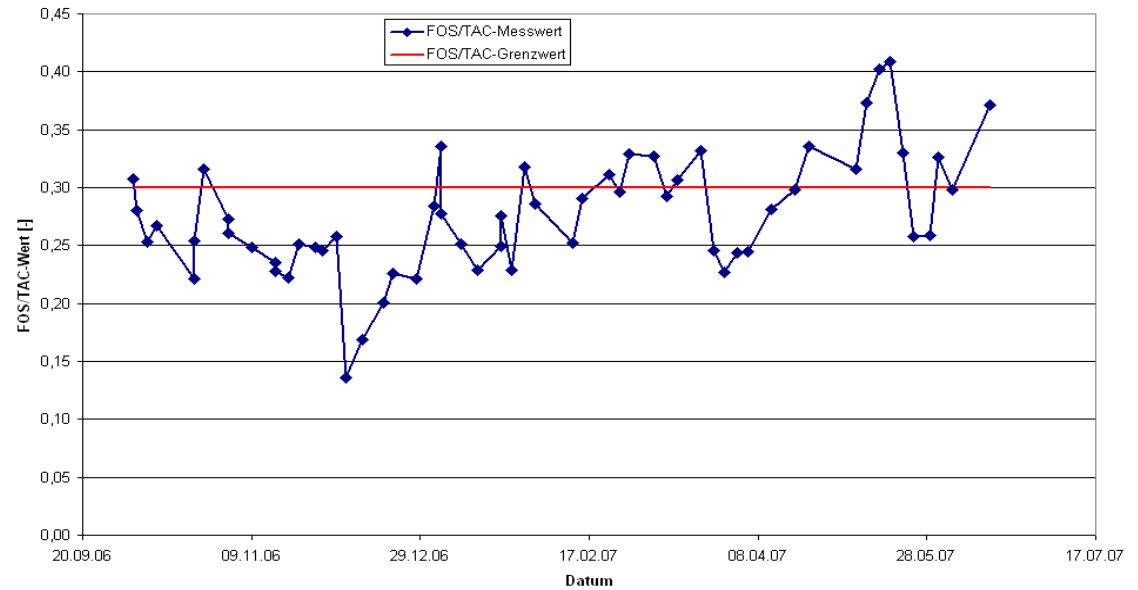
# Welche Messgeräte kommen zum Einsatz? (4)



Feuchte-  
Bestimmung  
(Fa. Denver  
Instruments)



Automatischer  
FOS/TAC-Titrator  
(Fa. Hach Lange)

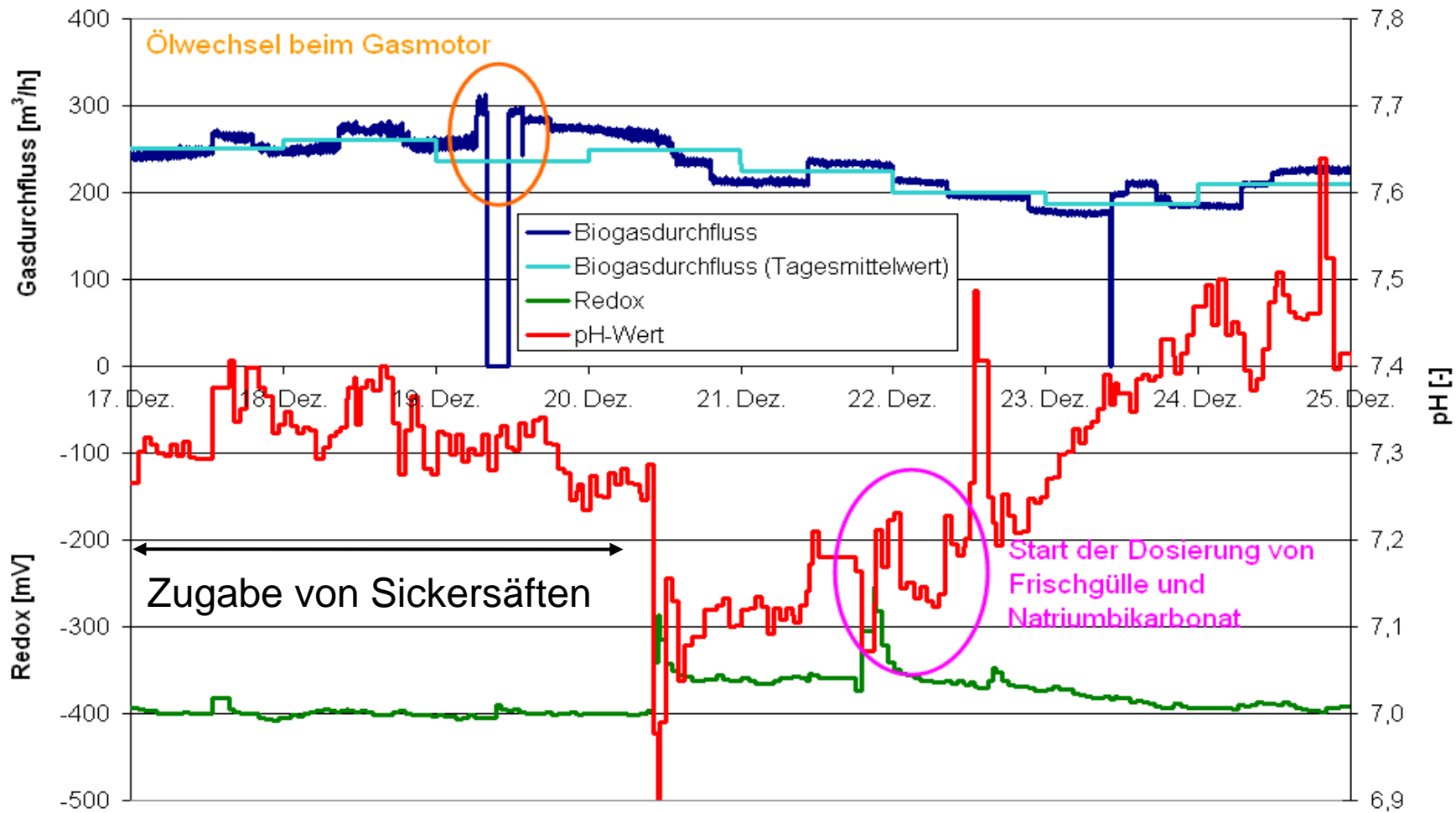


**Off-line → Labordaten sind auch für Automationskonzepte nutzbar!**



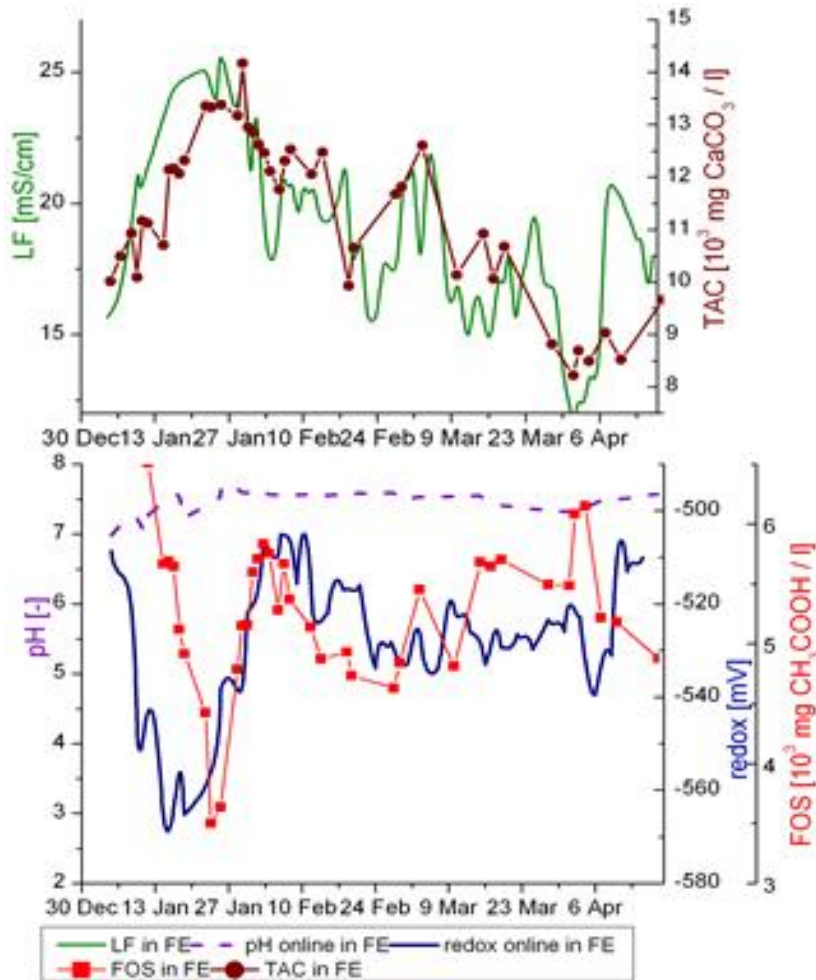


# Beispiel: Echtzeit-Prozessüberwachung (1)



Quelle: Wiese J., Kujawski O., König R., Dickmann K. und Andree H. [2008]: Applying Instrumentation, Control and Automation for Biogas Plants – Results of Full-scale Applications. Proceedings, World Bioenergy Congress 2008, Schweden

# Beispiel: Echtzeit-Prozessüberwachung (2)



## NaWaRo-Biogasanlage (Gülle, Mais)

- Die Leitfähigkeit korreliert gut mit der Pufferkapazität (TAC).
- Das Redox-Potenzial korreliert gut mit der Konzentration flüchtiger organischer Säuren.
- Durch Einbindung weiterer Parameter (z. B. Gasdurchfluss, Gasanalyse) lässt sich die Entscheidungsbasis weiter verbessern.
- **MSR-Konzepte:**
  - Prozessüberwachung
  - Einbindung in Fütterung



## Beispiel: Erkennung potenziell gefährlicher Substrate

**Automatisierte Eingangskontrolle:** „Dosieren wir **Gülle**, **Silagesickersaft** oder **Gülle mit viel Reinigungsmittel**?“

Substrate (Beispiele):	pH [-]	Redox [mV]	el. LF [mS/cm]	TS [%]
Silagesickersaft	< 4	> 0	≈ 8	< 1
Rindergülle	7,0 - 7,2	< - 300	12 - 15	2 - 5
Schweinegülle	7,8 - 8,0	< - 300	≈ 13	≈ 2

el. LF = elektrische Leitfähigkeit

**Hinweis:** Dies ist ein einfaches Beispiel. Komplexe Aufgaben (z. B. viele Substrate) können mit Künstlicher Intelligenz („Mustererkennung“) realisiert werden!





# Beispiel: Videoüberwachung im Fermenter



Ermöglicht die Beobachtung:

- Entgasungsverhalten
- Gasbildungsintensität
- Schwimmschichten
- Schaumprobleme
- Durchmischungsverhalten

Quelle: Wiese J., Kujawski O., König R. and Dickmann K. [2008], Instrumentation, Control and Automation for Biogas Plants – Three Full-Scale Examples. Proceedings, IWA-Congress 2008 „Anaerobic Digestion of biosolids and energy crops“, Hammamet, Tunesien





**... und vieles weitere mehr!**



## Zwischenfazit

**Biogasanlagen mit moderner Mess-  
und Automationstechnik sind**

**Grey-Box-Systeme,**

**die sich mit Hilfe zahlreicher Messdaten  
analysieren und optimieren lassen!**

# Was sind die Herausforderungen der Zukunft? (1)

Komponente	Störungen pro Jahr (bezogen auf alle 31 Anlagen)
BHKW	532
Feststoffeintragssystem	151
Pumpen und Rohrleitungen	96
Rührwerke	83
Biogasprozess	54
Messtechnik	35
Stromausfall	35
Gasspeicher	31
Spannungsschwankungen	28
Steuer- und Regelungstechnik	27
Gasreinigung	23
BHKW-Aufstellraum	19
Heizung	13
Substratzerkleinerung	9
Unkontrollierter Gasaustritt	3
Substratannahme	3
Sonstige	25

**Postulat:** Mindestens so wichtig wie die Steuerung und Regelung des Biogasprozesses ist ein Zustandserfassung/-bewertung der Maschinentechnik!

→ **Condition Monitoring**

Quelle: Schwachstellen an Biogasanlagen verstehen und vermeiden, KTBL-Heft 84, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) e.V. (Hrsg.), ISBN 978-3-939371-46-5, Darmstadt, Deutschland

# Was sind die Herausforderungen der Zukunft? (2)

## Beispiel „Condition Monitoring“

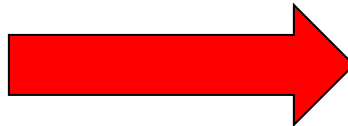


Klassische Schieber



Modifizierte Schieber

Grünroggen



Verstopfung



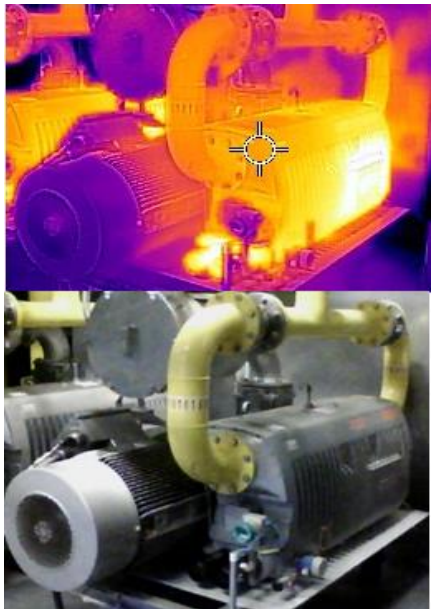
**Lösung:** Die Schieber wurden mit Spülschlüssen ausgestattet. Da die Endlagen und auch die Dauer zum Öffnen/Schließen der Schieber überwacht werden, kann bei Bedarf eine Spülung durchgeführt werden.



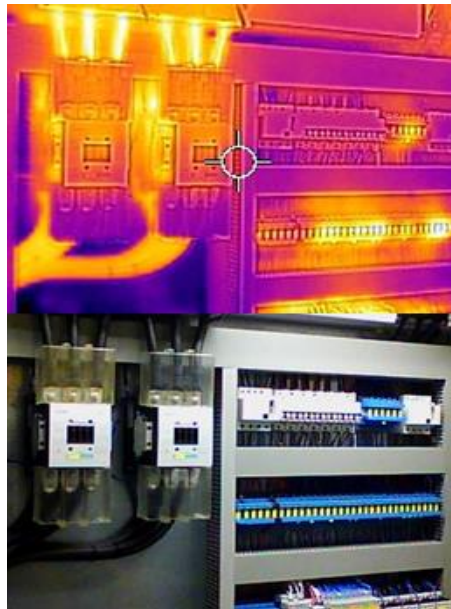


# Was sind die Herausforderungen der Zukunft? (3)

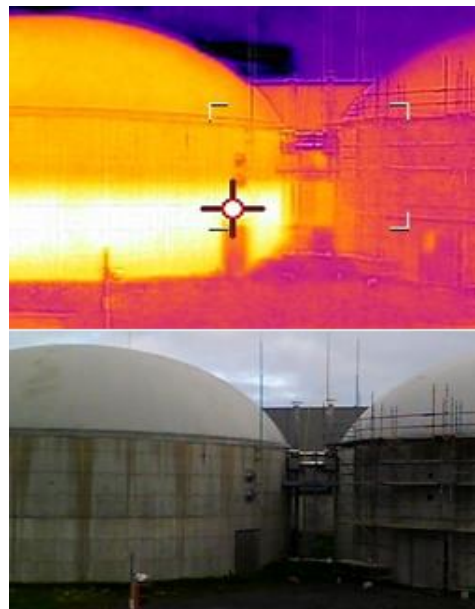
Ein Beispiel: Wärmebilder als zusätzliche Informationsquelle



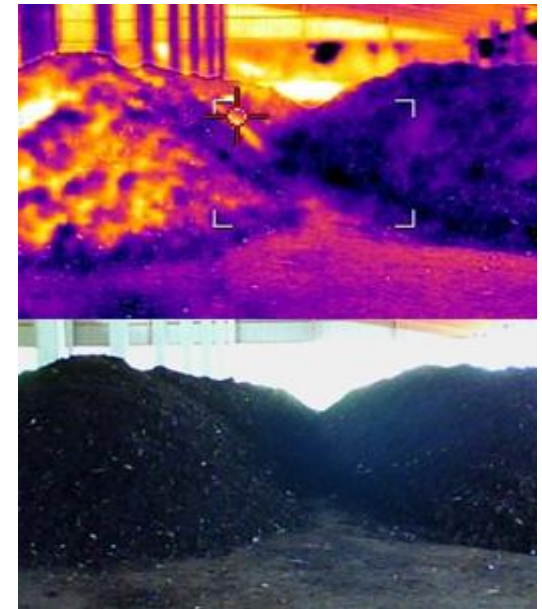
Vakuumpumpe



Schaltschrank



Gärrestlager



Kompostmieten



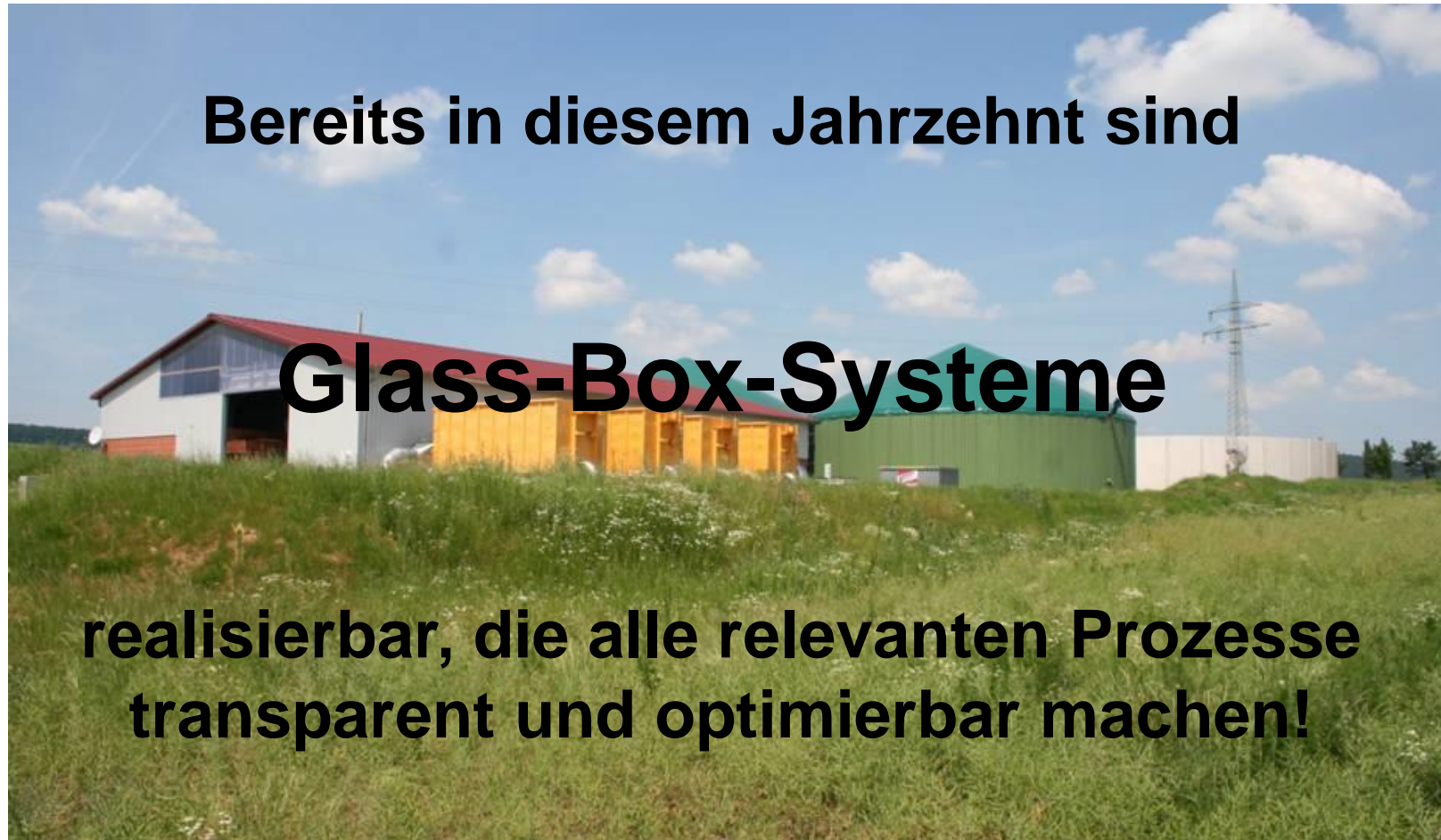
# Zusammenfassung (1)

- Mit zunehmenden wirtschaftlichen Herausforderungen gewinnt die Optimierung von Biogasanlagen an Bedeutung.
- Der Einsatz umfangreicher Messtechnik ist diesbezüglich sehr hilfreich, weil wir den Prozess sehr viel besser nachvollziehen können.
- Ziel der Mess- und Automationstechnik ist, die Anlagenverfügbarkeit und den Auslastungsgrad dauerhaft auf einem möglichst hohen Niveau zu halten und kritische Lastfälle frühzeitig zu erkennen.
- Der Stand der Mess- und Automationstechnik erlaubt bereits heute eine Automation von Biogasanlagen auf einem hohem Niveau.
- Eine allgemein gültige Aussage „Wann machen welche Messgeräte Sinn?“ ist nur begrenzt möglich, da dies von vielen Faktoren abhängt, wie zum Beispiel:
  - Individuelles Sicherheitsbedürfnis des Betreibers und/oder Geldgebers
  - Größe der Biogasanlage
  - Art und Schwankung der Einsatzstoffe



## Zusammenfassung (2)

- Messgeräte müssen gewartet und kontrolliert werden! → Analytische Qualitätssicherung  
→ Die Betreiber müssen geschult werden!
- Es muss klarer gezeigt werden, dass Mess- und Automationstechnik komplexe Probleme im Biogassektor effizient lösen kann! Dabei sollte nicht nur die Überwachung des biologischen Prozesses, sondern auch eine Minimierung der Störungen der Maschinenteknik im Fokus stehen („Condition Monitoring“).







# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

GKU Gesellschaft für kommunale  
Umwelttechnik mbH

Heinrichstraße 17/19  
36037 Fulda

Telefon: 0661 12-404  
Telefax: 0661 12-409  
Email: [juergen.wiese@gku-fulda.de](mailto:juergen.wiese@gku-fulda.de)  
Internet: [www.gku-fulda.de](http://www.gku-fulda.de)

