

# Energiemanagement in der Abwasserwirtschaft



ÖWAV-Seminar, Linz  
13. Oktober 2010



## Energieoptimierung mittels Cofermentation in der Faulung

Dr. Stefan Haider  
DI Florian Praxmarer

H<sub>2</sub>Ooffice

Mail: [office@h2office.at](mailto:office@h2office.at)

Web: [www.h2office.at](http://www.h2office.at)



# Inhalte

- **Begriffsdefinition**
- **Co-Substrate**
- **Eigenstromversorgung  
(Modellanlage)**
- **Gasausbeute**
- **Wirtschaftlichkeit**
- **Fazit**



# „Co-Fermentation“ ??

## ✓ Co-Fermentation

(auch: Cofermentation, Kofermentation, Co-Vergärung)

- Mitbehandlung von Co-Substraten in Faultürmen kommunaler Kläranlagen

## ✓ Voraussetzungen

- Freie Kapazität bei der Faulung (Faulzeit, Raumbelastung, Belastungsspitzen, etc.)
- Freie Kapazität bei Faulgasspeicherung und –Verwertung (BHKW)
- Freie Kapazität bei biologischer Stufe (Rückbelastung)
- Annahme – Aufbereitung – Speicherung der Co-Substrate

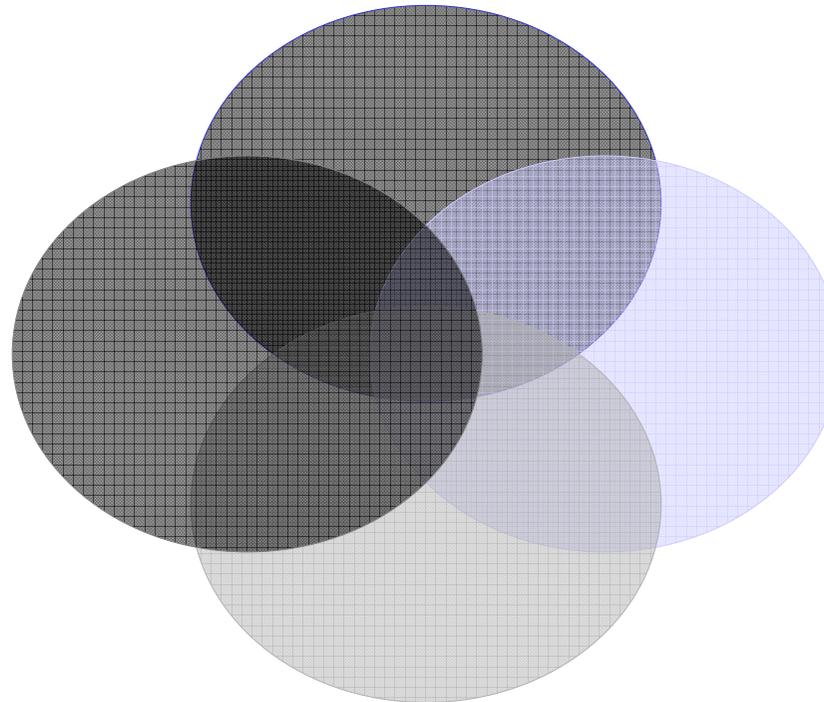
## ✓ Co-Substrate

- pumpfähige, organische (Abfall-) Stoffe
- Volumenanteil kleiner 50%
- Herkunft: Haushalte, Gewerbe, Industrie ...

# Co-Substrate

Primärschlamm

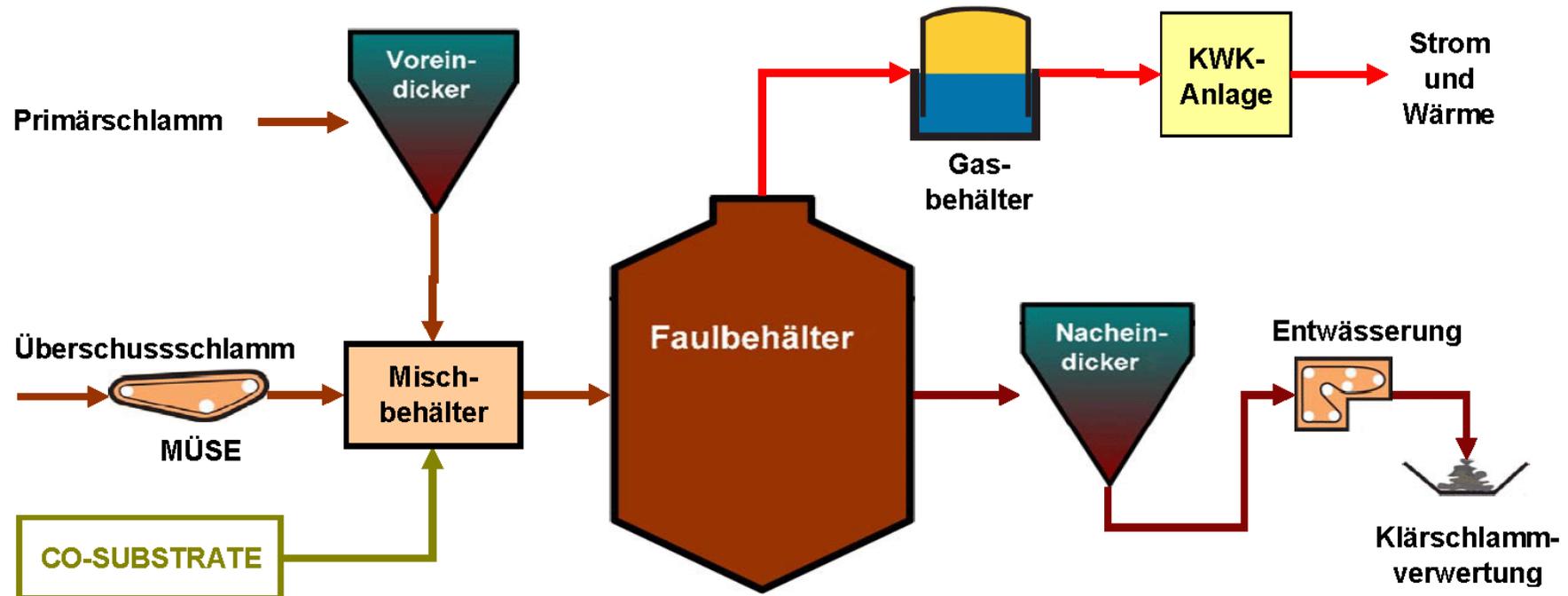
Überschuß-  
schlamm



**z.B. Speisereste**

**z.B. Fette**

# Co-Substratdosierung



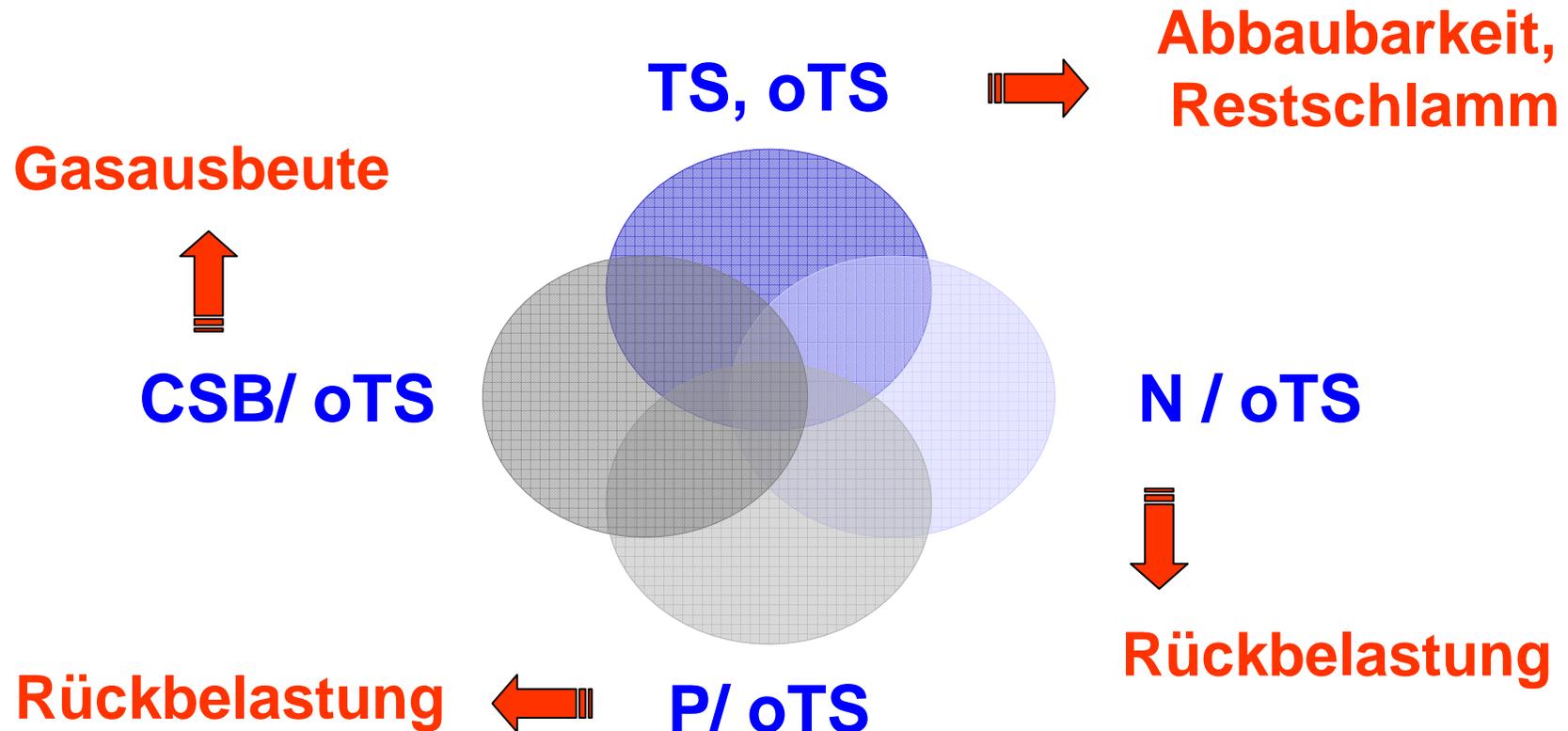
Übernahme & Zudosierung möglichst als geschlossenes System



## Auswahl von Co-Substraten

- ✓ Hohe CSB-Fracht  
(ideal: Hohe Konzentration, geringe Menge)
- ✓ Hohe Abbaubarkeit  
(hohe Gasausbeute, geringer Restschlammanfall)
- ✓ Weitgehend störstofffrei  
(ideal: keine Aufbereitung nötig)
- ✓ Geringe N-, P-Rückbelastung  
(z.B. Fette)
- ✓ Möglichst kontinuierlicher Anfall  
(„frisch“ zugeben, ohne Überlastung des Faulbehälters)
- ✓ Erfordernis Gasverwertung  
(evt. Klärgasaufbereitung nötig)
- ✓ Angemessener Übernahmepreis  
(kein Preisdumping)
- ✓ Erfordernis Schlammmentsorgung  
(wenn über die LW: evt. Hygienisierung)

# Charakterisierung





# Wirkung der Co-Fermentation anhand von Anlagenbeispielen



## F&E - Projekt

### ✓ MODECO

"Modellentwicklung für die Co-Fermentation von städtischen Bioabfällen und Klärschlamm"

#### 3 Schwerpunkte:

- Bei 5 Kläranlagen Bestandsanalyse und **Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**
- Entwicklung & Erprobung **Simulationsmodell** Faulung
- Simulation von Gesamtanlage inkl. Faulung ✓

### ✓ Projektpartner

H<sub>2</sub>Ooffice



Dr. Haider

Dr. Svardal

DI Praxmarer

Dr. Parravicini

### ✓ Beteiligte Kläranlagen

- Strass im Zillertal (AIZ)
- Wörgl-Kirchbichl
- Wiener Neustadt
- Anzbach-Laabental
- Schwaz

### ✓ Co-Substrate

- Fette, Speisereste, Altspeiseöl, Glycerin



# Charakterisierung von Rohschlämme, Co-Substrate und Faulschlamm

Auswahl Ergebnisse:

5 Proben  
Apr.-Nov. 2008

Speisereste (Tirol)	von	bis	Mittel
TS	20%	30%	23%
GV	75%	92%	89%
CSB/oTS	1,55	1,86	1,69
N-Gehalt oTS	3,3%	4,3%	3,7%
P-Gehalt oTS	0,5%	1,5%	0,8%

5 Kläranlagen  
je 5 Proben  
2008 - 2009

Überschußschlamm	von	bis	Mittel
TS	4,5%	7,0%	5,7%
GV	60%	83%	69%
CSB/oTS	1,44	1,62	1,50
N-Gehalt oTS	9,0%	9,6%	9,3%
P-Gehalt oTS	3,7%	6,5%	5,1%



# Modellrechnung: Wieviel Co-Substrat für 100 % Eigenenergieversorgung?

- ✓ Modellanlage:  
Kommunale Kläranlage mit 50.000 EW Belastung

## Berechnungsansätze

- Mittlerer Primär- und Überschußschlammanfall
- Mit / ohne Co-Substrate: Speisereste, Fett
- 100 % Verstromung mit BHKW eta 36 %
- Charakterisierung Schlämme und Co-Substrate lt. MODECO
- CH<sub>4</sub>-Gehalt Gas jeweils 65 %
  
- 2 Varianten: Stromverbrauch 35 kWh/EW/a und 25 kWh/EW/a



# Eigenstromversorgung MIT und OHNE Co-Fermentation

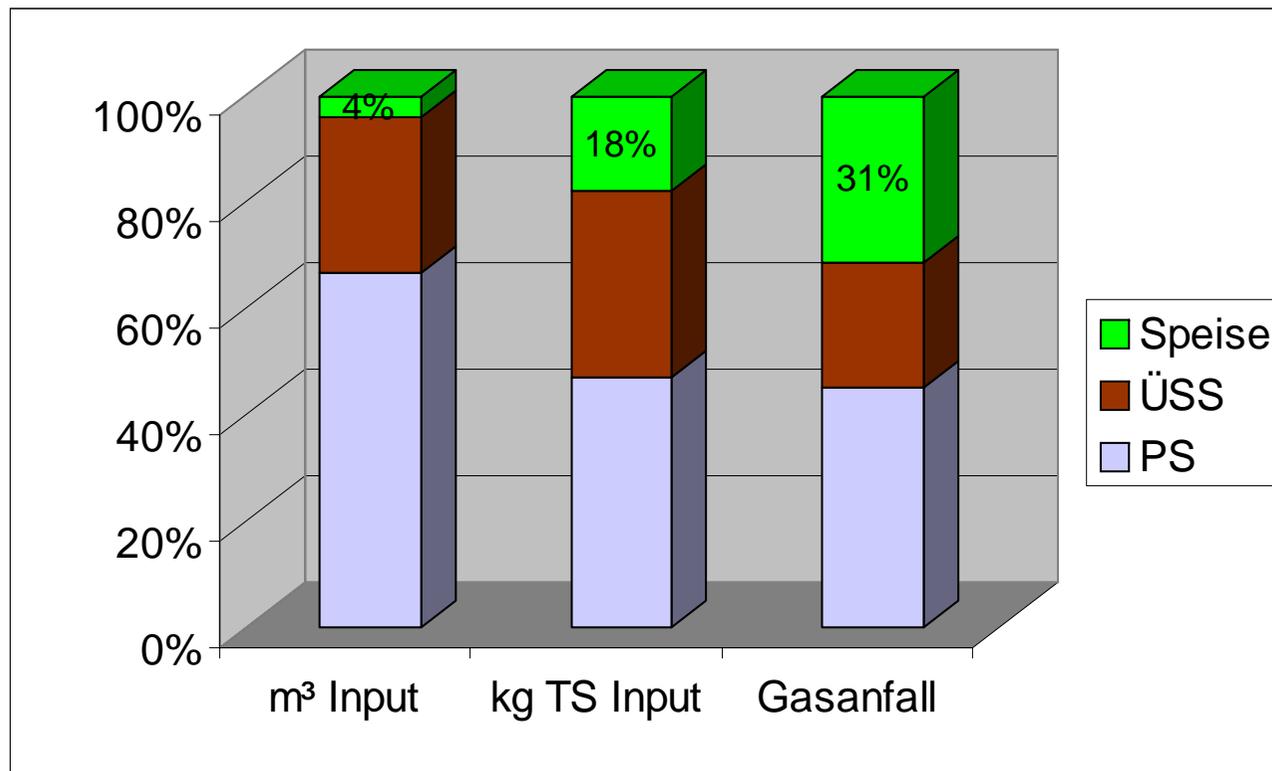
Kläranlagenbelastung 50.000 EW		
Co-Substrat	OHNE Co-F. -	MIT Co-F. 8,4 t/d Speisereste
Stromverbrauch	35 kWh/EW/a	37 kWh/EW/a
Stromproduktion	17 kWh/EW/a	37 kWh/EW/a
<b>Eigenstromversorgung</b>	<b>49%</b>	<b>100%</b>

nicht  
realistisch

Kläranlagenbelastung 50.000 EW		
Co-Substrat	OHNE Co-F. -	MIT Co-F. 3,3 t/d Speisereste
Stromverbrauch	25 kWh/EW/a	26 kWh/EW/a
Stromproduktion	17 kWh/EW/a	25 kWh/EW/a
<b>Eigenstromversorgung</b>	<b>69%</b>	<b>100%</b>

Anfall Speisereste  
in Österreich  
ca. 18 kg/E/a  
(Stand 2005)  
= 2,5 t/d bei  
50.000 EW

# Gasausbeute von SPEISERESTEN, PS und ÜSS



**Beispielanlage: 50.000 EW mit 3,3 t/d Speisereste**



# Eigenstromversorgung MIT und OHNE Co-Fermentation

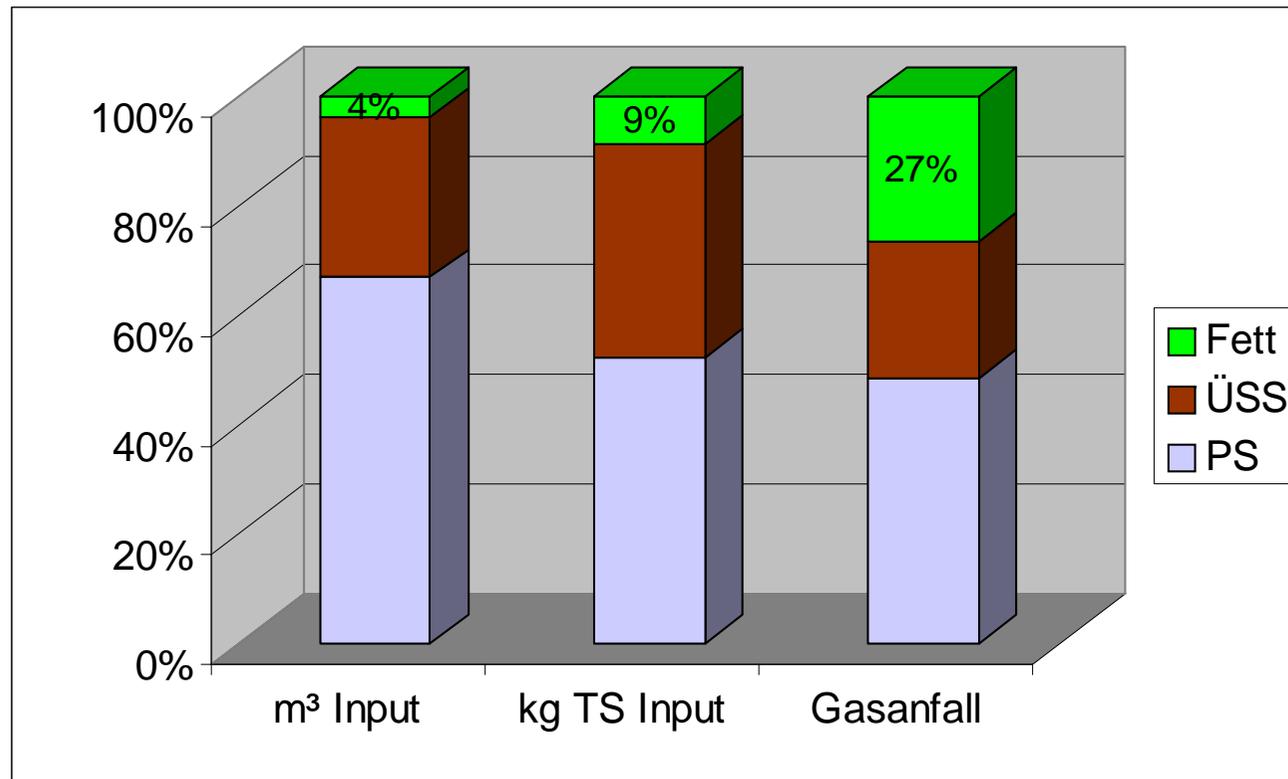
Kläranlagenbelastung		50.000 EW
Co-Substrat	OHNE Co-F. -	MIT Co-F. 3,3 t/d Fette
Stromverbrauch	35 kWh/EW/a	35 kWh/EW/a
Stromproduktion	17 kWh/EW/a	23 kWh/EW/a
<b>Eigenstromversorgung</b>	<b>49%</b>	<b>66%</b>

**Anfall  
Fettabscheider-  
inhalte  
in Österreich  
ca. 9,4 kg/E/a  
(Stand 2005)  
= 1,3 t/d bei  
50.000 EW**

Kläranlagenbelastung		50.000 EW
Co-Substrat	OHNE Co-F. -	MIT Co-F. 3,3 t/d Fette
Stromverbrauch	25 kWh/EW/a	25 kWh/EW/a
Stromproduktion	17 kWh/EW/a	23 kWh/EW/a
<b>Eigenstromversorgung</b>	<b>69%</b>	<b>94%</b>

**Effekt bei gleicher  
Menge geringer als  
bei Speiseresten**

# Gasausbeute von FETT PS und ÜSS



**Beispielanlage: 50.000 EW mit 3,3 t/d Fette**



# Bedeutung der Co-Fermentation für die Energieoptimierung

Forschungsbericht des deutschen Umweltbundesamtes, 2008:  
„Steigerung der Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen“

- ⇒ Bewertung hinsichtlich Stromeinsparung (Seite 138):
- „Die verstärkte **Kofermentation** bzw. die Steigerung der Faulgasausbeute im allgemeinen bietet **als Einzelmaßnahme das mit Abstand höchste Potenzial.**“
  - „Vor allem in Verbindung mit einer vollständigen Verstromung mit effizienten BHKWs (...), wäre hier maximal eine Vervierfachung der erzeugten Strommenge möglich.“



## Zielwert für Stromverbrauch (25 oder 35 kWh/EW/a ?)

**Prinzip: Je kleiner Stromverbrauch,  
desto größer der mögliche Eigenstromversorgungsgrad**  
**IDEAL: Stromverbrauch reduzieren UND Stromproduktion erhöhen**

**Vorhandener spezif. Stromverbrauch =**

Anlagenspezifischer ZIELWERT + vorhandenes Optimierungspotential



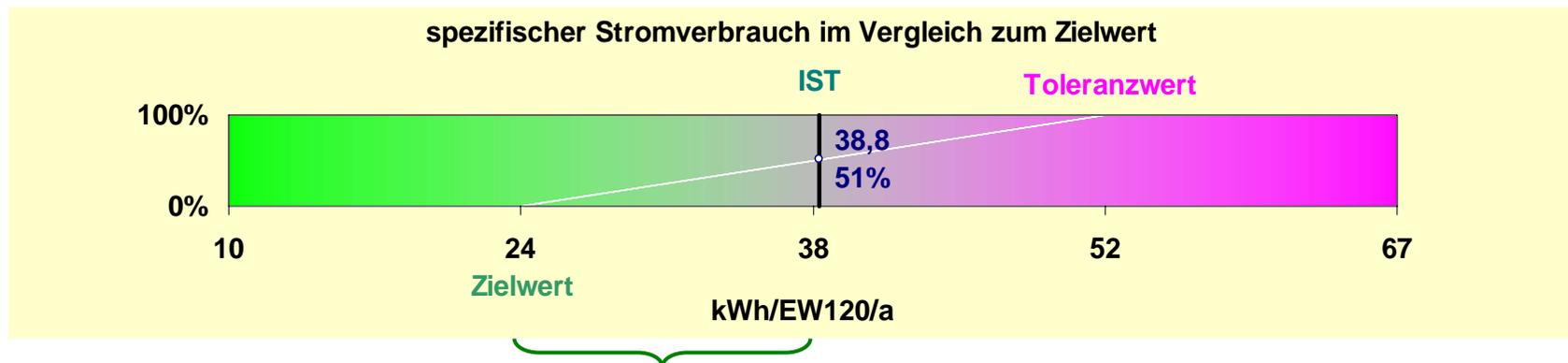
Ergebnis einer Energieanalyse (Arbeitsblatt A216 in Vorbereitung)

Der realistische Zielwert kann auch größer 35 kWh/EW/a sein!

# Zielwert für Stromverbrauch

Einfache u. gute Erstbeurteilung mit E-Check Kläranlage (© H<sub>2</sub>Ooffice)

- ✓ Ermittlung ZIELWERT abhängig von
  - Anlagenkonfiguration (Pumpwerke, Reinigungsverfahren, Schlammbehandlung etc.)
  - Anlagenbelastung (Hydraulik, Frachten)
  - Betriebsbedingungen (Temperatur, Einfluss Industrie)



**Max. Einsparpotential für diese spezielle Kläranlage**



# Wirtschaftlichkeit der Co-Fermentation



## Kosten – Nutzen für Kläranlagenbetreiber

- Investition Infrastruktur (Übernahme, evt. Aufbereitung)
- Mehr Schlammfall
- Mehr N-Rückbelastung (Belüftung, Denitrifikation)
- Mehr P-Rückbelastung
- Mehr Personalaufwand
- Evt. mehr Verschleiß MT (Störstoffe: Metalle, Glas...)
- Evt. Ablagerungen (Fett!)
- Evt. Störstoffe im Gas (H<sub>2</sub>S ...)
- ✓ Mehr Faulgas
  - ⇒ mehr Eigenstrom (+ Wärme)
  - ⇒ Einsparung Fremdenergie
- ✓ Erlös aus Übernahme



# Bilanzierung als Grundlage der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

- ✓ Massenstrombilanzen als verlässlichste Methodik
  - ⇒ Plausibilitätsprüfung der Betriebsdaten
  - ⇒ Grundlage für Berechnung Faulgasproduktion und Restschlammanfall durch Rohschlämme und Co-Substrate
- ✓ Entwicklung eines **Bilanzierungsmodells** für die Co-Fermentation i.R. von MODECO
  - Bilanzen für CSB, P, N und anorg.TS
  - Verschiedene Zeiträume mit / ohne Co-Fermentation für jede Anlage
  - Rückrechnung der Gasmenge über die Stromproduktion
  - Abbaugrade von Schlämmen und Co-Substraten zuerst mittels Literatur- und Erfahrungswerten angenommen und dann mit Hilfe des Bilanzmodells angepasst
  - Überprüfung und weitere Differenzierung mit Hilfe des entwickelten dynamischen Simulationsmodells



# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung - Methodik

- ✓ Wirtschaftlichkeit ergibt sich aus Differenz

Summe jährliche Gesamtkosten - Erlöse durch Substratübernahme  
und Stromeinsparung  
(bzw. Stromeinspeisung)



nach LAWA

⇒ **Abschreibung** anteiliger Investitions- und  
Reinvestitionskosten für Übernahme,  
Aufbereitung, Verstromung etc.

⇒ **Zusätzliche Betriebskosten**  
(Wartung BHKW, Personal, Analytik,  
Chemikalien SEA, Schlammensorgung,  
N-Rückbelastung)

Betrachtungszeitraum:

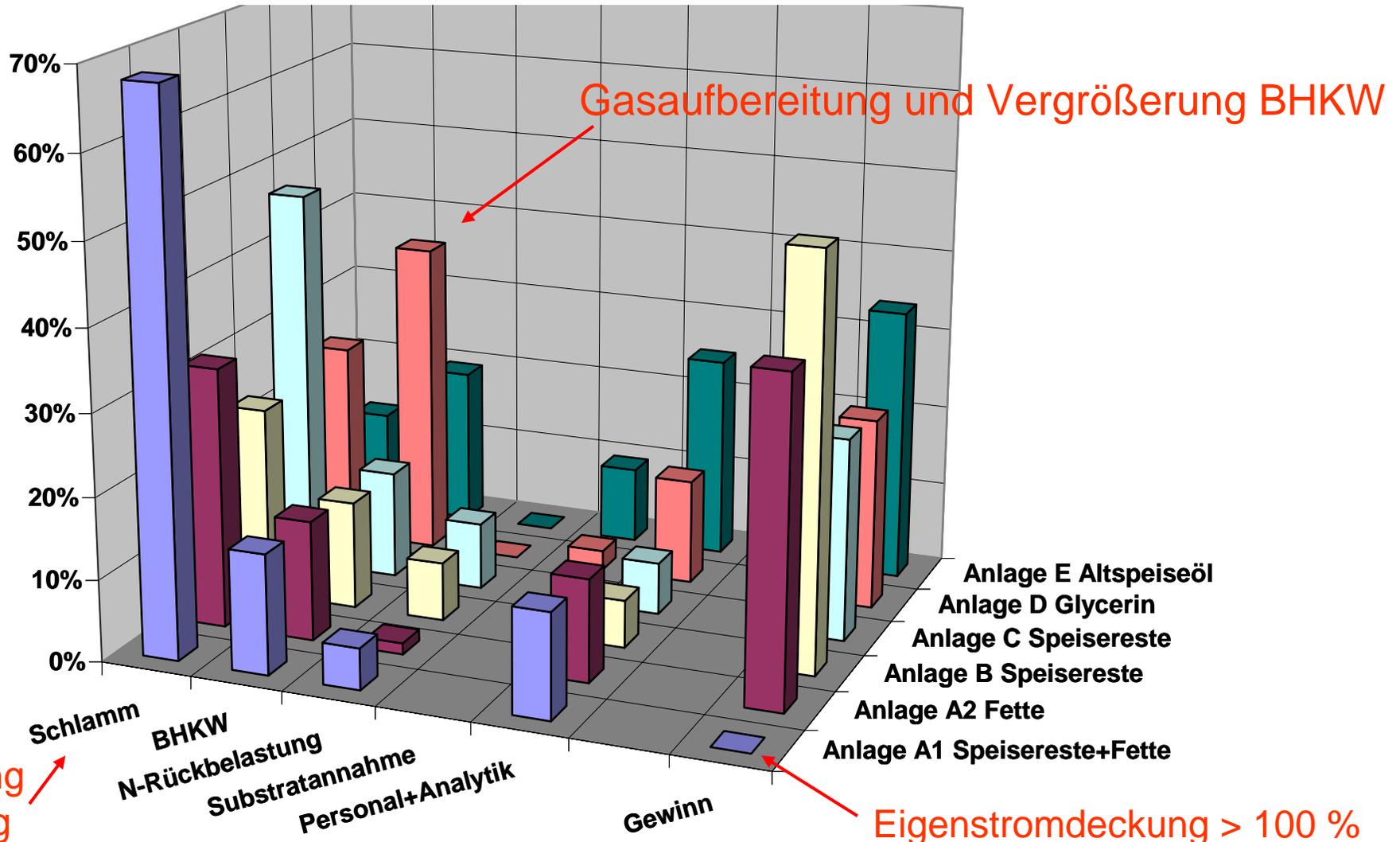
Bau ... 20 Jahre

MT, EMSR ... 10 Jahre

3 % Zinsen



# Jahreskosten in Prozent der Stromkosten- einsparung bzw. des Erlöses aus der Stromeinspeisung und resultierende Gewinne





# Fazit (1)

⇒ **die Co-Fermentation auf Kläranlagen hat volkswirtschaftliche Vorteile**

- ✓ Anlagentechnik ist vorhanden
- ✓ Standort + Infrastruktur sind vorhanden
- ✓ Erfahrenes Personal ist vorhanden
- ✓ Häufig freie Kapazitäten beim Faulraumvolumen
- ✓ Verwertbare Abfälle aus der Umgebung
- ✓ Kläranlage kann energieautark werden
- ✓ Verlust an Nährstoffen (N, P) durch Behandlung der flüssigen Gärreste (Rückbelastung) rel. gering



## Fazit (2)

⇒ **die Co-Fermentation auf Kläranlagen ist in vielen Fällen betriebswirtschaftlich sinnvoll**

- ✓ Besonders dann, wenn Eigenstromdeckung < 100 % (da Strombezugspreis >> Einspeisetarif)
- ✓ Aufbereitungsanlage häufig nicht erforderlich
- ✓ Kostenverteilung & Gewinne stark situationsabhängig
- ✓ Tages- und Wochenausgleich Gasproduktion durch gezielte Zudosierung der Co-Substrate möglich
- ✓ Keine wirtschaftliche Abhängigkeit von Bioabfall-Lieferanten, wie bei reinen Biogasanlagen



Für die Unterstützung beim Forschungsprojekt MODECO  
danken wir den Betreibern der Kläranlagen!

AWV Achenttal-Inntal-Zillertal  
AWV Wörgl-Kirchbichl  
Stadtwerke Schwaz

AWV Wiener Neustadt Süd  
AWV Anzbach-Laabental

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



# Kontakt Daten

Dipl.-Ing. Dr. Stefan Haider

Ingenieurbüro für Kulturtechnik & Wasserwirtschaft

H<sub>2</sub>Ooffice

Mail: [office@h2office.at](mailto:office@h2office.at)

Web: [www.h2office.at](http://www.h2office.at)

## Standort Wien

Stutterheimstraße 16-18/2/2

A-1150 Wien

Tel.: +43/1/789 06 12-76

Fax.: +43/1/789 06 12-63

## Standort Salzburg

Schillerstraße 25/Süd/3

A-5020 Salzburg

Tel.: +43/662/43 32 57-18

Fax.: +43/1/789 06 12-63