

Co-Fermentation bei Kläranlagen – Rohstoffpotentiale und Umsetzungsmöglichkeiten am Beispiel der Kläranlage Weiz

DI Dr. Bernhard Mayr

EnviCare[®] Engineering GmbH

Ingenieurbüro für Verfahrenstechnik

A-8042 Graz, Eisteichgasse 20/9.Stock/Tür 36

in Kooperation mit

Lokale Energieagentur - LEA GmbH

A-8330 Feldbach, Auersbach 130

Inhalt

- Einleitung und einige Kennzahlen
- Faulraumkapazität
- Potenzial an Co-Substraten
- technische Umsetzung der Co-Substratübernahme
- Wirtschaftlichkeitsrechnung
- Übertragbarkeit der Ergebnisse



Co-Fermentation
AWV Knittelfeld

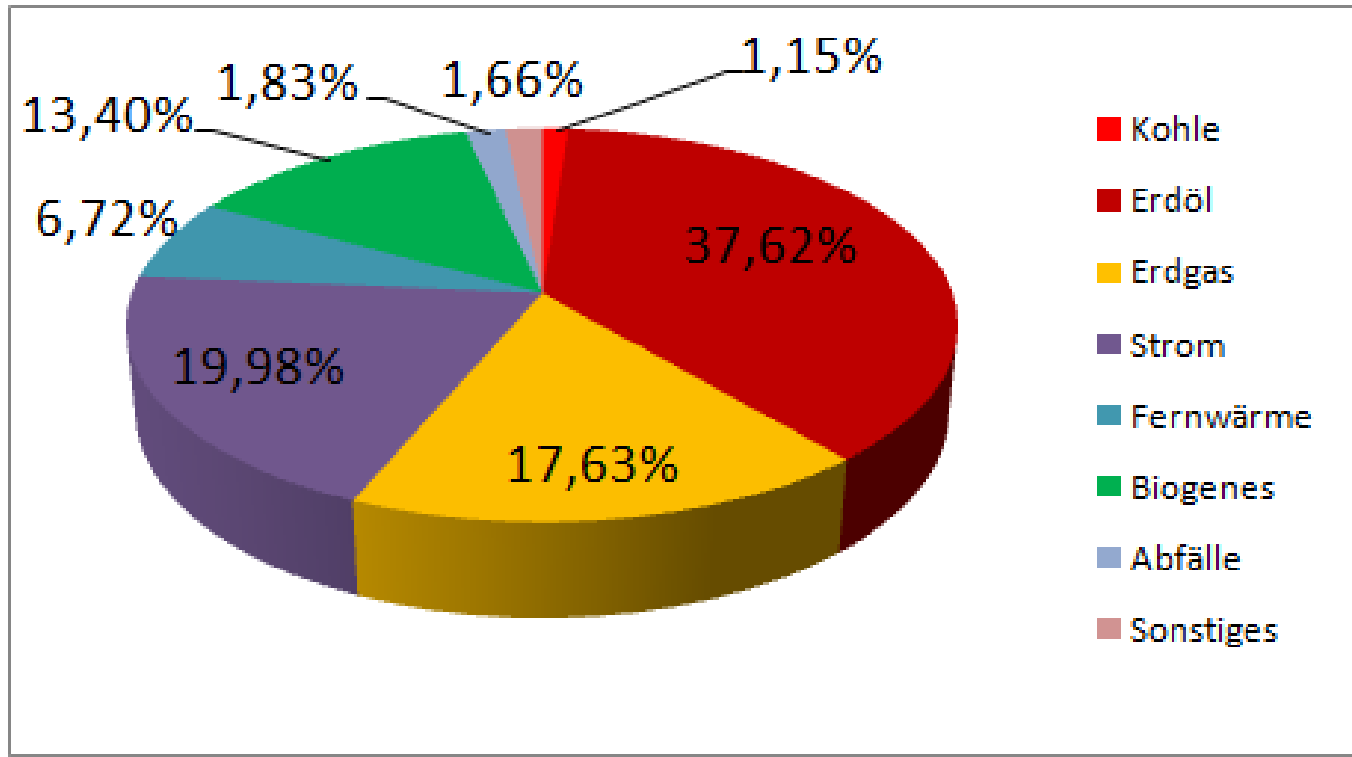


Kurzvorstellung EnviCare®

- ▶ Gegründet 1996
- ▶ Ingenieurberatung für
 - Industrie
 - Energie
 - Abfallwirtschaft
 - Verwaltung
- ▶ Sachverständiger für
 - Abwasserentsorgung
 - Abfallwirtschaft
 - Deponiewesen, Altlastensanierung
 - Chemische Verfahrenstechnik
- ▶ Slowenische Ingenieurbefugnis



Energieaufbringung in Österreich



Bruttoinlandsverbrauch in Ö: 396.474 GWh/a

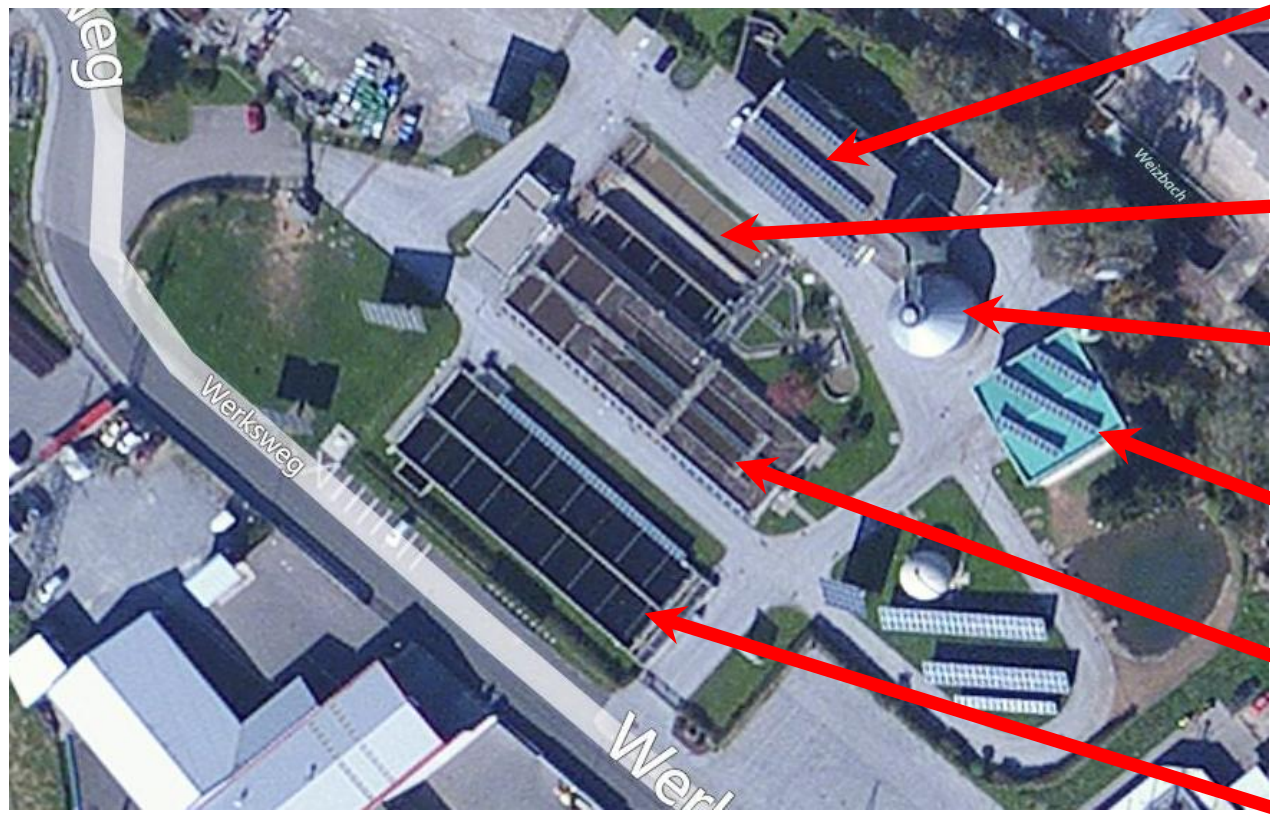
Ca. 72 % ist nicht erneuerbar!

Quelle: STATISTIK AUSTRIA, Energiestatistik: Energiebilanzen Österreich 1970 bis 2011, Stand 12.12.2012.

Energetische Kennzahlen der kommunalen Abwasserreinigung

- ▶ 60.454 GWh/a Stromverbrauch in Ö (Quelle: Statistik Austria für 2011)
- ▶ 550 GWh/a **Stromverbrauch** aller österr. kommunalen Kläranlagen (Q: Dr. Lindtner)
 - entspricht ca. 1 % des Stromverbrauchs in Ö
 - entspricht der Erzeugung von ca. 7 Murkraftwerken (Standort Graz)
- ▶ 130 GWh/a **Eigenstromerzeugung** aus Klärschlammfaulung (Quelle: Dr. Lindtner)
(ca. 24 % des Stromverbrauchs)
- ▶ 44 kWh/(EGW.a) = 5,0 W/EGW für Kläranlagen ohne Klärschlammfaulung
- ▶ 29 kWh/(EGW.a) = 3,3 W/EGW für Kläranlagen mit Klärschlammfaulung
 - Der Strombedarf beträgt also weniger als eine Leuchtstofflampe pro Einwohnergleichwert!

Kläranlage der Stadt Weiz



Mechanische
Reinigung

Vorklärung

Faulturm

Schlammeindickung

Nitrifizierung

Nachklärung

Klärschlammfäulung

(Daten einer Kläranlage mit 30.000 EGW)



Vorteile einer Klärschlammfäulung:

- ▶ Abdeckung von 30 – 70 % des Eigenenergiebedarfs
 - Stromersparnis: ~ 330 MWh/a => mit 12 cent/kWh => ~ 40.000,- €/a
 - Wärmeersparnis: ~ 420 MWh/a => entspricht ~ 22.880,- €/a
 - In **Summe:** ~ **62.880,- €/a**
- ▶ Reduzierung der Klärschlammmenge
 - um ca. 10 % => entspricht ~ 170 t/a => ~ 8.400,- €/a
- ▶ **Gesamtkostensparnis: ~ 70.000,- €/a**
- ▶ Reduktion des Geruchspotenzials bei Schlammbehandlung und –lagerung

Dem stehen natürlich die Invest- und Betriebskosten gegenüber. Diese sind im Einzelfall zu berechnen und die Machbarkeit ist zu beurteilen.

Unter den heutigen Randbedingungen (Energiepreise, Entsorgungs- und Investkosten) rentieren sich Faultürme ab einer Kläranlagengröße von ca. 15.000 EGW.

Eigenbedarfsabdeckung oder Ökostromnetzlieferung?

Darstellung anhand der Stromerzeugung mit einem BHKW mit 64 kW el. Leistung

- ▶ Investkosten für BHKW ~ 180.000,-
 - Annuität (5 % Zinsen, 12 Jahre) => ~ 20.000,-/a
 - Wartungs- und Personalkosten: ~ 3,5 €/Bh und 7.000 h/a => ~ 24.500,-/a
- ▶ **Gesamtkosten** ~ 44.500,-/a

Erzeugte Strommenge: 64 kW * 7.000 h/a => 448 MWh/a

- ▶ **Kostensparnis Strombezug** (bei ca. 12 cent/kWh) => 53.800,-/a
- ▶ **Gewinn bei Variante Eigenstromabdeckung** 9.300,-/a
- ▶ **Erlös bei Ökostromlieferung** (5,94 cent/kWh) => 26.600,-/a
- ▶ **Verlust bei Variante Ökostromlieferung** - 17.900,-/a

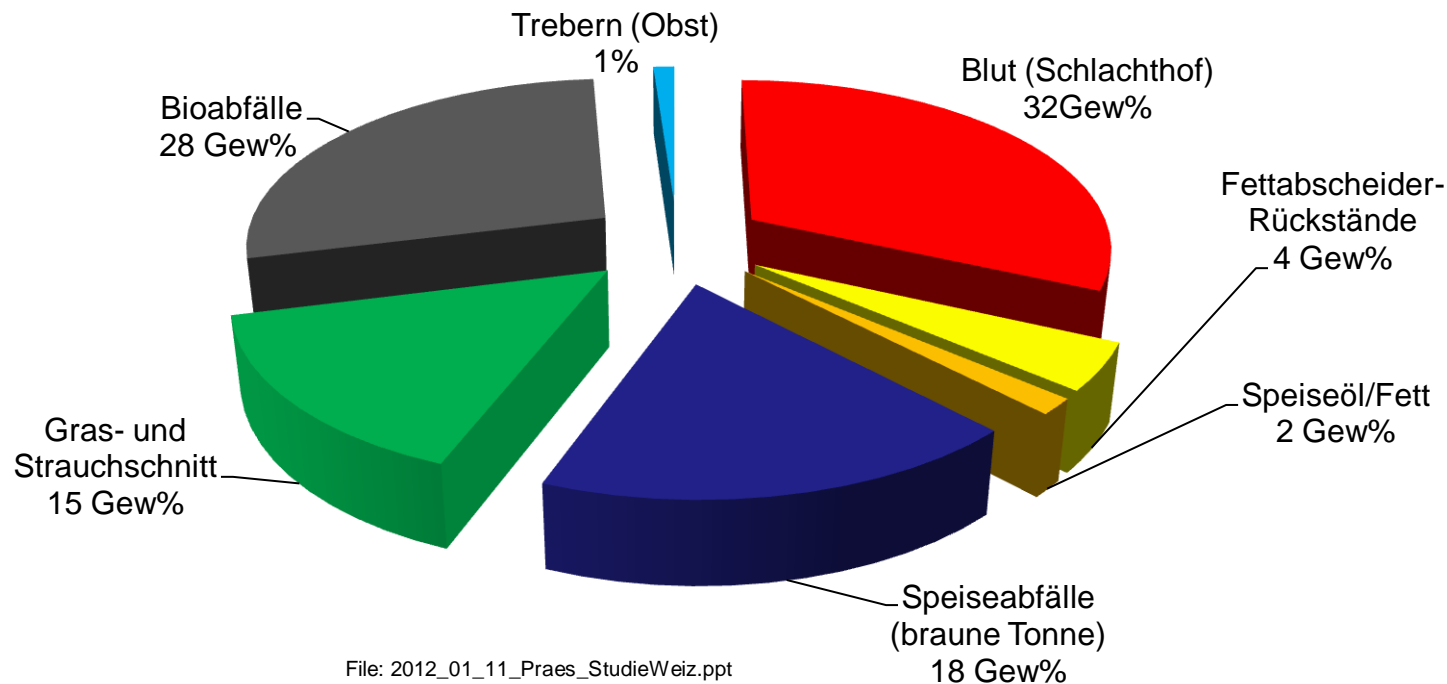
- ▶ Die Ökostromlieferung bringt einen signifikanten Verlust, während die Eigenbedarfsabdeckung wirtschaftlich sinnvoll ist! Auch die Einsparung an Heizenergie kann diesen Verlust bestenfalls ausgleichen!

Ermittlung der freien Faulraumkapazität

- ▶ Faulturmvolumen: 720 m³
- ▶ Installierte BHKW-Leistung max. **53 kW_{el}** und 71 kW_{th}
 - Ziel: 7.700 Volllaststunden, max. Nutzung der Faulturmkapazität
 - Derzeit Auslastung des BHKW nur mit 17 %
 - Aufgrund der wärmegeführte Betriebsweise wird hauptsächlich der Heizkessel genutzt
- ▶ Kenngröße 1: Raumbelastung des Faulturms
Die Zugabe von **1.800 t** organische Co-Substrate bzw. **540 t/a oTS** sind aufgrund der Raumbeladung möglich,
- ▶ Kenngröße 2: Hydraulische Verweilzeit im Faulturm
max. 5,0 m³/d organische Abfälle können dosiert werden
(Begrenzung aufgrund der hydraulischen Mindestverweilzeit)

Rohstoffpotenzial

- ▶ Schlachthof
- ▶ Fleischzerteilung
- ▶ Brennerei
- ▶ Molkerei/Käserei
- ▶ Lebensmittelmärkte
- ▶ Gasthäuser
- ▶ Fast-Food Restaurants
- ▶ Krankenhaus
- ▶ Pensionistenheime
- ▶ Gras- und Strauchschnitt der Stadt Weiz



nutzbares Potenzial

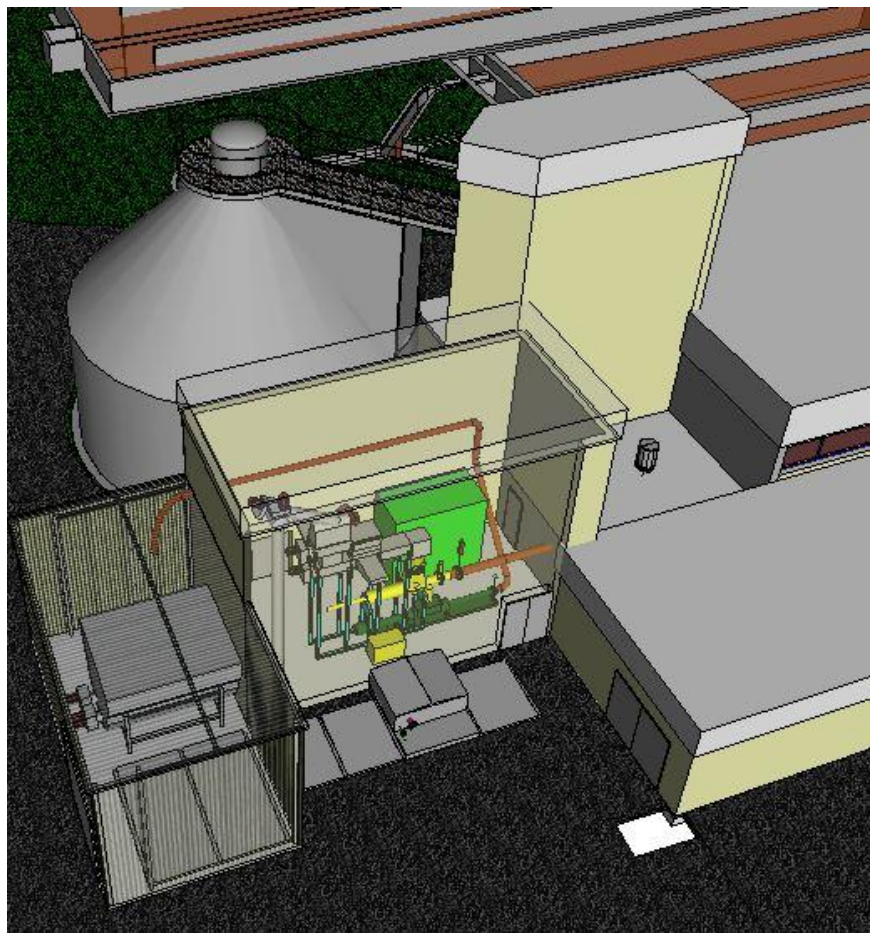
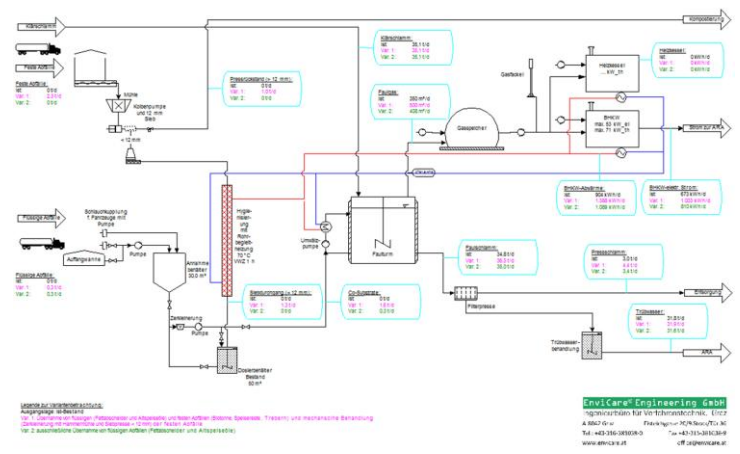
- ▶ Gesamtes Rohstoff-Potential : **1.413,45 t/a**
- ▶ Energiepotenzial: **943 MWh/a (39 kW_{el})**
- ▶ plus Vergärung der Klärschlämme: **8,9 kW_{el}**
- ▶ Summe: **48 kW_{el}**
- ▶ Auslastung vorhandenes BHKW (53 kW_{el}) : nahezu **100%**

- ▶ **Erzielbare Erlöse:**
 - Strom: 943 MWh/a x 32 % x 120 €/MWh = **36.227 €/a**
 - Wärme: 943 MWh/a x 42 % x 55 €/MWh x 50% = **10.896 €/a**
 - Substrate: **65.000 €/a**
 - **Summe:** **112.000 €/a**

Anlagen-entwurf

► 3D Planung

► Fließschema



Schätzung Invest- und Kapitalkosten

Feste Abfälle	€ 370.000
Bautechnik Feste Abfälle	€ 120.000
Flüssige Abfälle	€ 76.000
Anbindung und Erweiterungen am Bestand	€ 187.000
Sonstige Kosten	€ 199.545
Summe Investkosten	€ 952.545
Annuität für Baukosten, Laufzeit 25 Jahre	€ 19.153,-/a
Annuität für Anlagenkosten, Laufzeit 15 Jahre	€ 61.592,-/a
jährliche Kapitalkosten , Zinssatz 5,0%	€ 80.745,-/a

Betriebskosten

•	Wartung, Reparatur (4,0% der Anlagekosten)	25.572 €
•	Bau (0,5% der Anlagekosten)	1.133 €
•	Filtermaterialien	2.000 €
•	Personal (0,5 Mann)	20.000 €
•	Versicherung (0,5% der Investkosten)	4.763 €
•	Chemikalien (Antischaum, Reinigung der Behälter und Rohrleitungen))	651 €
•	Strom (Stromverbrauch 8 kW x 8500 h/a x 0,09 €/kWh)	5.930 €
•	Einleitgebühr zusätzliches Abwasser (650 m ³ /a x 1,00 €/m ³)	650 €
•	Klärschlamm Mehranfall (150,0 t/a x 100,00 €/t)	15.000 €
•	Pressgutentsorgung (365 t/a x 30,00 €/t)	10.950 €
•	Summe Betriebskosten	86.649 €

▶ Gesamtergebnis:

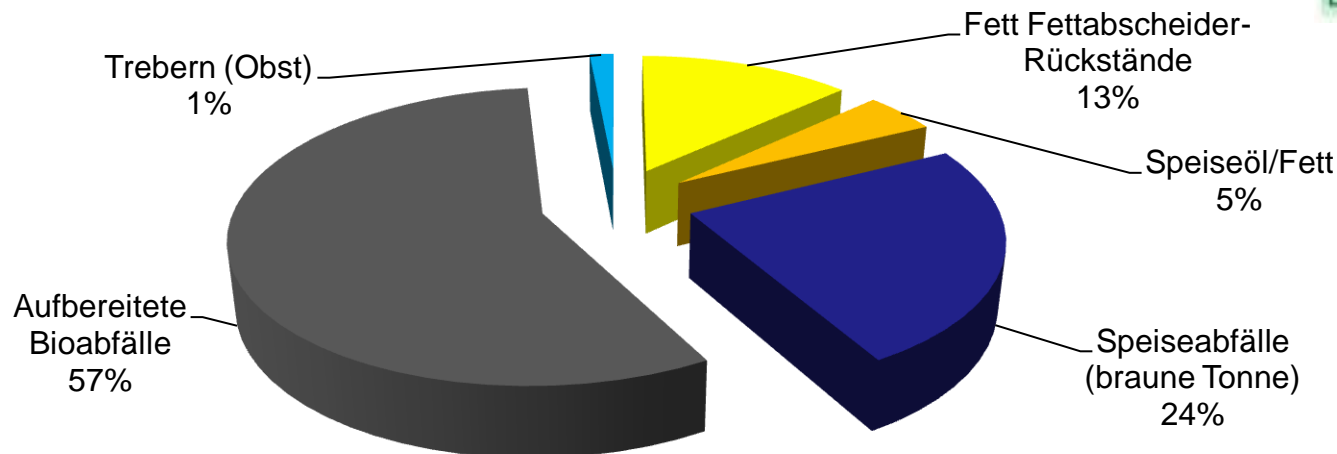
Erlöse 112.000 €/a – Kosten 167.000,-/a =
VERLUST - 55.000,-/a

▶ Schlussfolgerung: die zu hohen Kosten lassen einen wirtschaftlicher Betrieb nicht zu!

Alternative

- ▶ Übernahme von ausschließlich flüssigen Rohstoffen (Fettabscheider, Altspeiseöle) und bereits aufbereiteten pumpfähigen Abfällen (< 12 mm, hygienisiert)
- ▶ Gesamtinvestkosten **€ 221.950,-**

Potenzial ohne Blut und Gras



- ▶ Gesamtes restliche Rohstoff-Potential : **600 t/a**
(ohne Blut und Grasschnitt)
- ▶ Energiepotenzial: **370 MWh/a (15 kW_{el})**
- ▶ Plus Vergärung der Klärschlämme: **8,9 kW_{el}**
- ▶ Summe: **24 kW_{el}**
- ▶ Auslastung vorhandenes BHKW (53 kW_{el}) : **~ 50%**

Wirtschaftlichkeit

- | | |
|------------------------------------|---------------------|
| ▶ Erlöse (Substrate, Strom, Wärme) | + 36.000,- €/a |
| ▶ Kapitalkosten | - 15.700,-/a |
| ▶ <u>Betriebskosten</u> | <u>- 16.400,-/a</u> |
| ▶ <u>Gewinn</u> | <u>+ 3.900,-/a</u> |
- ▶ Schlussfolgerung: ein kleiner Gewinn ist erzielbar, der aber in Hinblick auf die notwendige Investition als marginal zu bewerten ist.

Schlussfolgerungen 1

- ▶ Energieanalyse und benchmarking ist jedenfalls sinnvoll
- ▶ 20 steirische Kläranlagen verfügen über einen Faulturm
 - nur wenige davon betreiben zusätzlich eine genehmigte Abfallvergärung (z.B. Knittelfeld, Leibnitz, Straß, Leoben??),
 - bei fast allen wäre eine Steigerung der Faultraumbelastung und des Stromertrags möglich,
 - zusätzlich erzeugter Strom kann immer wirtschaftlich sinnvoll zur Eigenbedarfsabdeckung verwendet werden.
- ▶ Faultürme benötigen homogene und pumpbare Substrate ohne Faseranteile. Ebenso darf der Entsorgungsweg, die Trübwasserqualität, die Schlammpressung und die Gasqualität (Schwefel!) nicht beeinträchtigt werden.

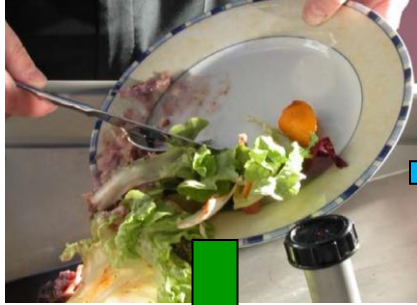
Schlussfolgerungen 2

▶ Verfügbare Abfälle

- Regional:
 - Potenzialerhebung mit örtlichen Abfallwirtschaftsverband
 - kommunale Dienstleistung für Gastrobetriebe
 - Insgesamt könnten die organischen Abfälle im Einzugsgebiet der Stadt Weiz im Faulturn der Kläranlage verarbeitet werden. Dies wird im Regelfall auch bei anderen Bezirkskläranlagen zutreffen.
 - Die direkte Übernahme von organischen Abfällen (z.B. aus Gasthäusern) entlastet die Kanalisation und senkt den Energiebedarf der aeroben Stufe.
- Überregional: Kooperation mit Entsorgungsbetrieb

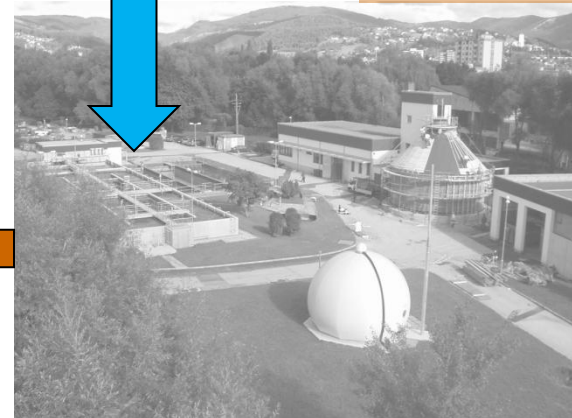
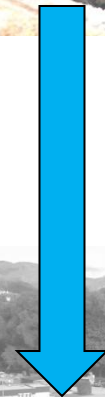
CO₂ Bilanz der Verwertung von Speiseresten im Bereich einer Bezirkskläranlage - IST

Speisereste
von ca. 20
Gasthäusern/
Restaurants:
ca. 200 t/a



Fettabscheider:
ca. 50 t/a

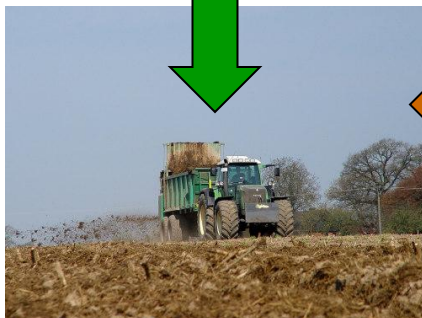
Fetthältiges Abwasser
gelangt in Aerobie:
ca. 20 kWh_{el}/t
≈ 155 kg CO₂/a (el.)



Kompostierung (S.d.T.):
ca. 80 kWh_{el}/t
≈ 16.000 kWh_{el}/a
≈ 2500 kg CO₂/a (el.)
+ 30.000 kg CO₂/a
(Prozess)



Düngung in der
Landwirtschaft



CO₂ Bilanz der Verwertung von Speiseresten im Bereich einer Bezirkskläranlage - SOLL

Speisereste von ca. 20 Gasthäusern/ Restaurants: ca. 200 t/a



Fettabscheider: ca. 50 t/a

Speisereste und fetthaltiges Abwasser gelangt in Faulturm

CO₂-Emissionsminderung durch Entfall der Kompostierung: ≈ 30.000 kg/a



Energiegewinn bei der Kläranlage:
 ≈ 25.000 m³ Biogas/a
 ≈ 16.000 m³ Methan/a
 ≈ 7 kW_{elektr.} + 9 kW_{therm.}
 CO₂-Einsparung: ≈ 30.400 kg/a

Düngung in der Landwirtschaft



Gesamt CO₂-Sparpotenzial:
 ≈ 63.000 kg/a
 ≈ 20 PKWs

Schlussfolgerungen 3

- ▶ Sinnvolle Abfallvergärung ist abhängig von individuellen Standort-Rahmenbedingungen:
 - Verfügbare Abfälle
 - Platzbedarf für Biogasanlage (Abfallaufbereitung, Fermenter, Lagerbehälter, Manipulationsflächen)
 - mögliche BHKW-Abwärmenutzung
 - Wirtschaftlichkeit der Investition (☺ nur flüssige Abfälle, ☹ feste Abfälle)
- ▶ Der Zusatzaufwand für das Kläranlagenpersonal muss minimal sein. Die Klärwärter verstehen sich nicht als Abfallentsorger. Ein Anreizsystem ist sinnvoll!
- ▶ Die Co-Fermentation erfordert eine individuelle Planung und Ausführung!

Danke für ihre Aufmerksamkeit!

DI Dr. Bernhard Mayr

EnviCare® Engineering GmbH

Ingenieurbüro für Verfahrenstechnik

Eisteichgasse 20/36, 8042 Graz, Österreich

T: +43 316 381038 DW 4

F: +43 316 381038 DW 9

M: +43 676 438 10 38

E: mayr@envicare.at

I: <http://www.envicare.at>