



bioenergy2020+

# Fernheizkraftwerk Plus – Einsatz der aktiven Abgaskondensation in Tamsweg

DI<sup>in</sup> Babette Hebenstreit

Highlights der Energief., 21.5.2013



innovations   
kompetenz



# Inhalt

- Vorstellung BIOENERGY2020+
- Motivation Abgaskondensation
- Definition Aktive Abgaskondensation
- Theoretische Abschätzung (allgemein)
- Aufbau FHKW Tamsweg
- Erste Betriebserfahrungen FHKW Tamsweg
- Zusammenfassung und Ausblick



# Inhalt

- Vorstellung BIOENERGY2020+
- Motivation Abgaskondensation
- Definition Aktive Abgaskondensation
- Theoretische Abschätzung (allgemein)
- Aufbau FHKW Tamsweg
- Erste Betriebserfahrungen FHKW Tamsweg
- Zusammenfassung und Ausblick

# Firmenporträt BIOENERGY2020+ GmbH

## FOKUS: Energie aus Biomasse

2002: Nationales **Kplus** Biomasse-Kompetenzzentrum  
10/02-09/09 (finanziert aus dem **Kplus** Programm)



2008: Nationales **K1** Biomasse-Kompetenzzentrum  
04/08-03/15 (finanziert aus dem **COMET** Programm)

2009: Zusammenschluss von **Austrian Bioenergy Centre** und **RENET Austria** zu **BIOENERGY2020+**

bioenergy2020+

# Firmenporträt BIOENERGY2020+ GmbH

## Standorte

- 3 Hauptstandorte: **Graz (Firmensitz) – Güssing – Wieselburg**
- 2 weitere Standorte: **Tulln - Pinkafeld**

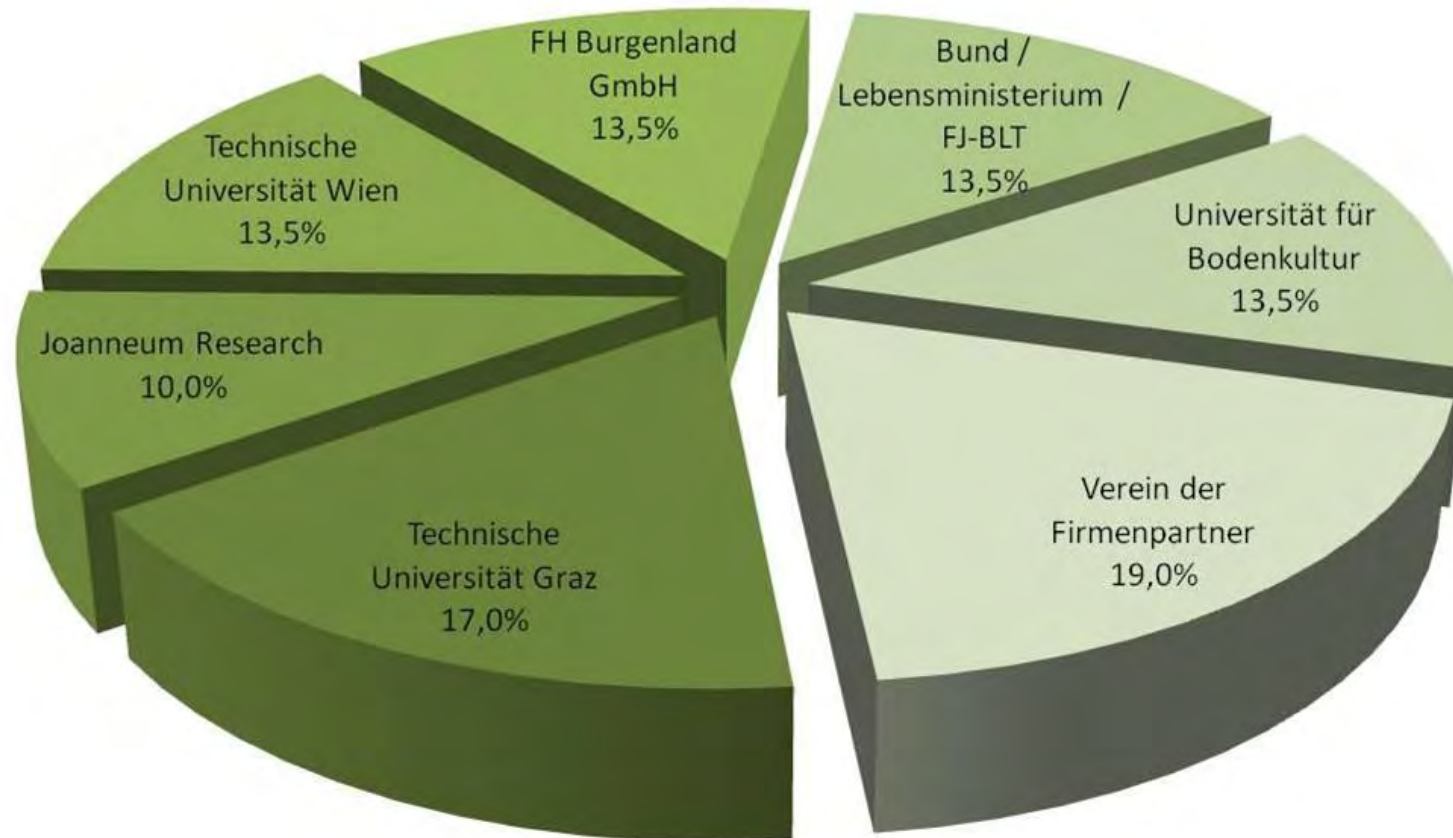
## Belegschaft

- derzeit: ca 100 Angestellte (~85 Vollzeitäquivalente)
- **Wieselburg**: ca. 45 Angestellte – Themenschwerpunkt: Kleine und mittelgroße Feuerungssysteme

## Umsatz

- Total: ~7,5 Mio €
- COMET: ~4,5 Mio € (**K1** Forschung) konstant
- IK: ~3 Mio € (Forschungsdienstleistung) wachsend

# Eigentümerstruktur BIOENERGY2020+ GmbH



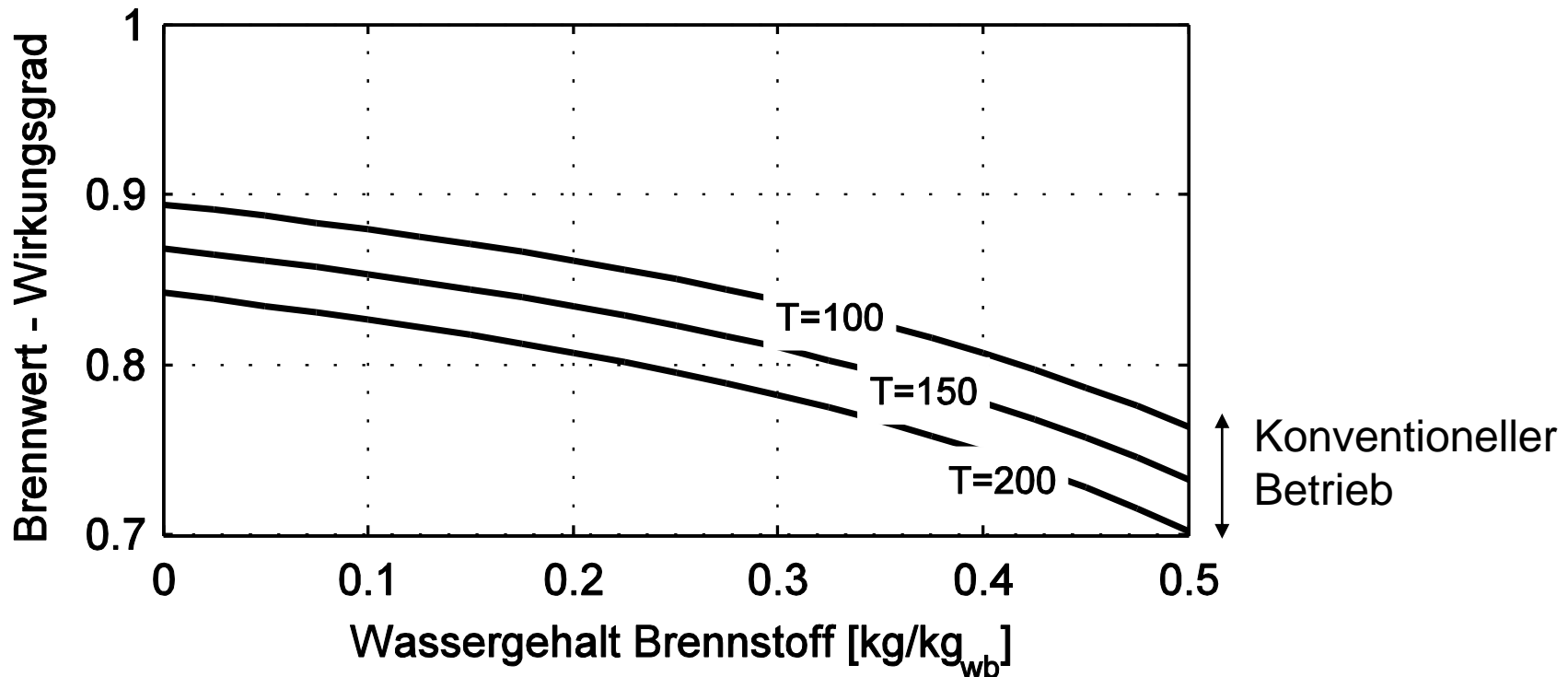


# Inhalt

- Vorstellung BIOENERGY2020+
- **Motivation Abgaskondensation**
- Definition Aktive Abgaskondensation
- Theoretische Abschätzung (allgemein)
- Aufbau FHKW Tamsweg
- Erste Betriebserfahrungen FHKW Tamsweg
- Zusammenfassung und Ausblick

# Wirkungsgrad von Biomassefeuerungen in Abhängigkeit der Abgastemperatur

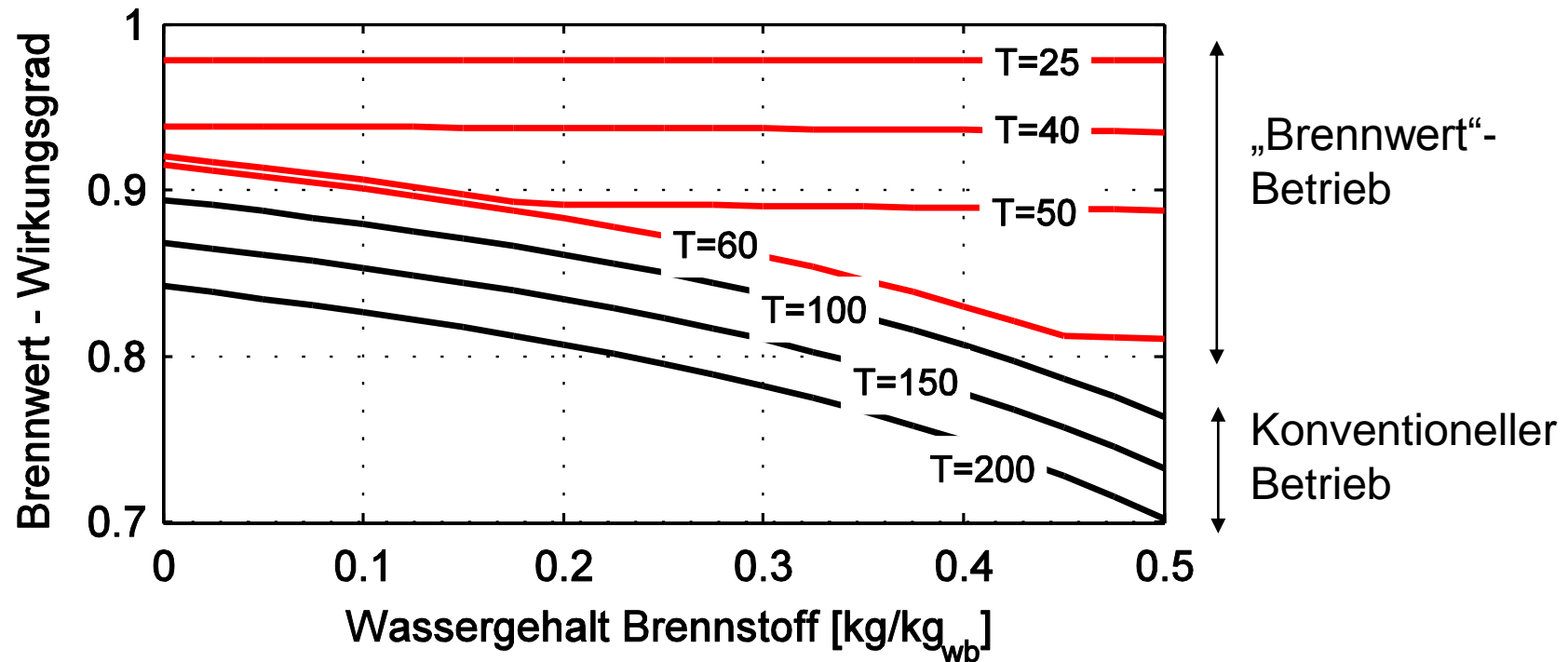
Holz + Luft  $\rightarrow$   $N_2 + CO_2 + H_2O + O_2$       Feuchte Abgas: 58-166g/kg<sub>tr</sub>



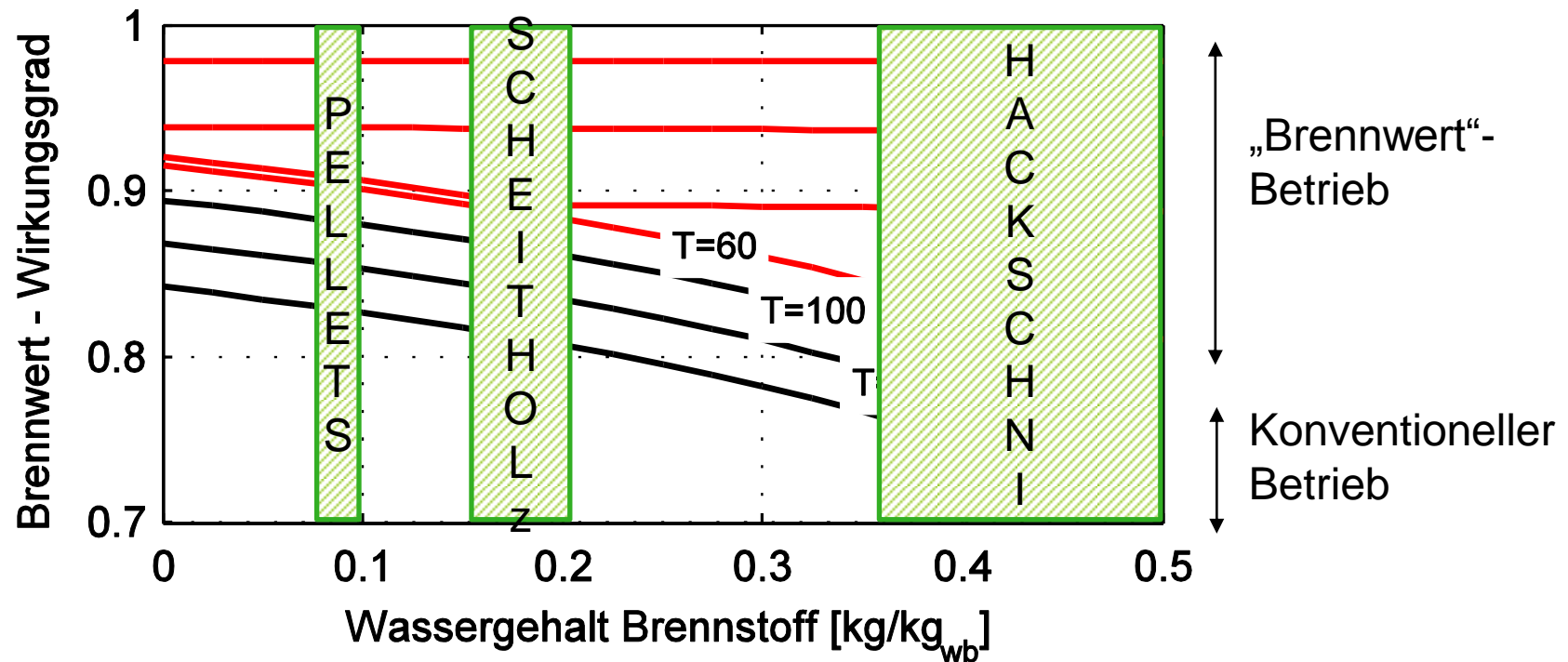
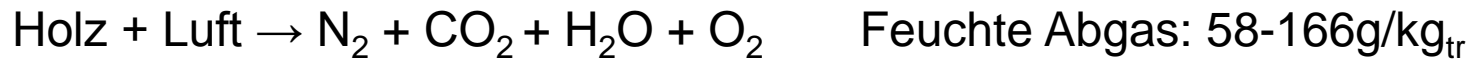


# Wirkungsgrad von Biomassefeuerungen in Abhängigkeit der Abgastemperatur

Holz + Luft  $\rightarrow$  N<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + O<sub>2</sub>      Feuchte Abgas: 58-166g/kg<sub>tr</sub>

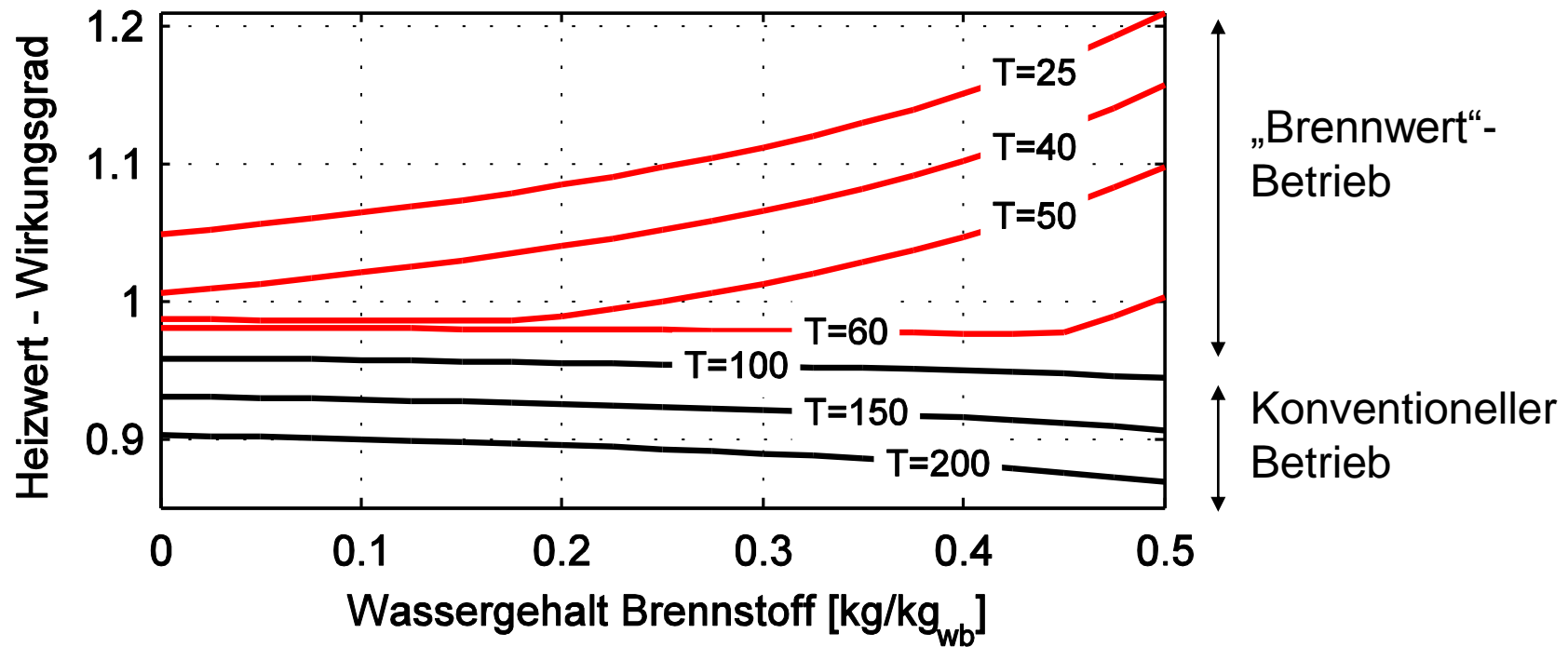


# Wirkungsgrad von Biomassefeuerungen in Abhängigkeit der Abgastemperatur



# Wirkungsgrad von Biomassefeuerungen in Abhängigkeit der Abgastemperatur

Holz + Luft  $\rightarrow$   $N_2 + CO_2 + H_2O + O_2$       Feuchte Abgas: 58-166g/kg<sub>tr</sub>





# Inhalt

- Vorstellung BIOENERGY2020+
- Motivation Abgaskondensation
- **Definition Aktive Abgaskondensation**
- Theoretische Abschätzung (allgemein)
- Aufbau FHKW Tamsweg
- Erste Betriebserfahrungen FHKW Tamsweg
- Zusammenfassung und Ausblick

## Definition: Aktive Abgaskondensation

(Passive) Abgaskondensation: Übertragung der Restwärme im Abgas (insb. der latenten Wärme) an Heizungsrücklauf

= „Brennwertkessel“

- Nur möglich wenn Temperatur des Heizungsrücklaufs  $<$  Taupunkt des Abgases

Aktive Abgaskondensation: Rückgewinnung der Restwärme im Abgas (insb. der latenten Wärme) mit Hilfe einer Wärmepumpe

Wärmepumpeneinbindung:

- Wärmequelle: feuchtes Abgas
- Wärmesenke: Rücklauf des Heizungssystem

# Mögliche Aufbauten

- Wärmeübertragung:
  - **Kondensationswärmetauscher: sekundärer Wasserkreis als Wärmequelle**
  - Quench – Wassereindüsung: Quenchwasser als Wärmequelle
  - Verdampfer der Wärmepumpe direkt in Abgas
- Wärmepumpe
  - **Kompression**
  - Thermisch (offener oder geschlossener Prozess)



# Inhalt

- Vorstellung BIOENERGY2020+
- Motivation Abgaskondensation
- Definition Aktive Abgaskondensation
- Theoretische Abschätzung (allgemein): Kosten, Primärenergie, Treibhausgasemissionen
  - Projekt ActiveCond (Neue Energien 2020, 2. Ausschreibung) + weitere Auswertungen
- Aufbau FHKW Tamsweg
- Erste Betriebserfahrungen FHKW Tamsweg
- Zusammenfassung und Ausblick

# Modellierung bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen

- Auslegung der Wärmepumpe auf minimale Betriebskosten
- Abschätzung Primärenergieaufwand und Treibhausgasemissionen
- Modellannahmen
  - Abgasaustrittstemperatur Kessel: 70-200°C
  - Rücklauftemperatur Heizung: 35-65°C
  - Haushaltspreise: Hackschnitzel 4c/kWh , Strom 19c/kWh
  - Industriepreise: Hackschnitzel 3c/kWh, Strom 10c/kWh
  - Hackschnitzel (WG: 40%)
  - Einbau der Wärmepumpe über Quench
  - Konstante Carnot-Effizienz für Wärmepumpe:  

$$\text{COP}/\text{COP}_{\max} = 0.5$$



# Primärenergieeffizienz & Treibhausgasemissionen

- Steigerung der Wärmeausbeute: 8-27% (bei 1-5% Strom für Wärmepumpe pro Gesamtheizleistung)
- Senkung der Betriebskosten
  - 2-7% (Haushaltspreise), 5-13% (Industriepreise)
- Erhöhung der Primärenergieeffizienz
  - Steigerung 6-21% (Österr. Strommix); 5-16% (Europ. Strommix)
- Aber auch Erhöhung der Treibhausgasemissionen (in CO<sub>2</sub>-Äquiv.)
  - 15.2 - 23.8kg/MWh (Österreichischer Strommix)
  - 17.7 - 34.4kg/MWh (Europäischer Strommix)
  - Original: 13.5 – 14.9kg/MWh (Österr.Mittelwert: 206.7kg/MWh)
- Amortisationszeiten ohne Förderung für Nachrüstung:
  - 10MW Anlage: 2-10 Jahre; 100kW Anlage: min. 16 Jahre



# Inhalt

- Vorstellung BIOENERGY2020+
- Motivation Abgaskondensation
- Definition Aktive Abgaskondensation
- Theoretische Abschätzung (allgemein)
- **Aufbau FHKW Tamsweg**
- Erste Betriebserfahrungen FHKW Tamsweg
- Zusammenfassung und Ausblick

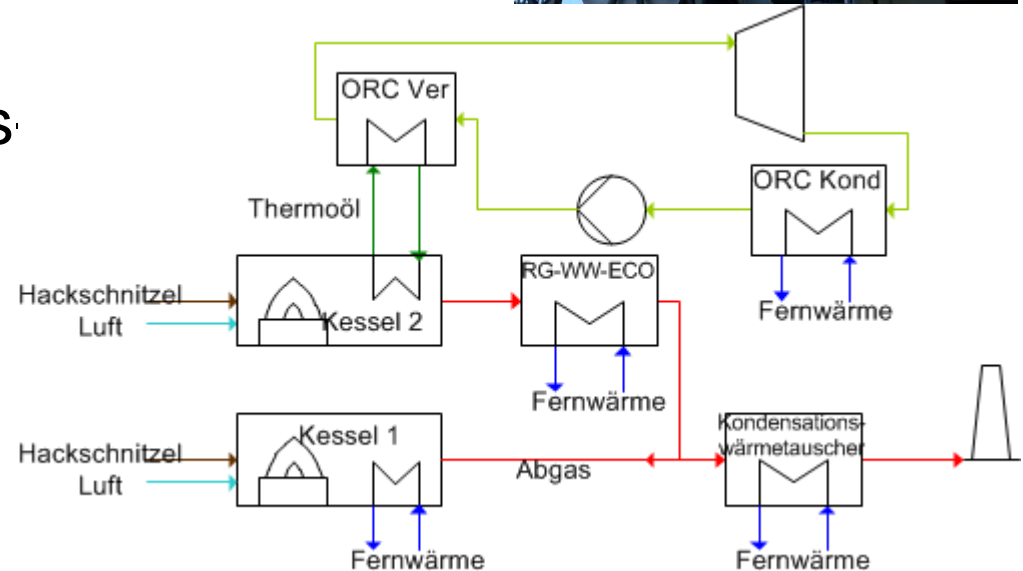
# Projektüberblick: FHKW Plus

- FHKW Plus (Neue Energien 2020, 5. Ausschreibung):  
Steigerung der Systemeffizienz eines Biomasse-Fernheizkraftwerks mit ORC-Prozess und aktiver Kondensation (Laufzeit: 3/2012 – 2/2015)
- Projektziele:
  - Optimierung des Gesamtsystems mittels Prozesssimulation (Wärme- und Stromauskopplung, korrosive Schadstoffe)
  - Entwicklung eines an das System angepassten Regelungskonzepts
  - Wiederverwendbarkeit des Simulationsmodells und Regelungskonzepts für weitere Heiz(kraft)werke



# FHKW Tamsweg - Überblick

- $3\text{MW}_{\text{th}}$  Thermoöl-Kessel
- $600\text{kW}_{\text{el}}$  ORC-Modul
- $5\text{MW}_{\text{th}}$  Warmwasser-Kessel
- Elektrofilter
- $2\text{MW}_{\text{th}}$  Kondensationswärmetauscher
- Luftvorwärmung
- Entschwadung
- $9\text{MW}_{\text{th}}$  Ölkessel (Spitzenlast)





# Einbau der Wärmepumpe

Ausgangspunkt:

- Kondensationswärmetauscher nicht voll ausgenutzt da Niedertemperaturrücklaufmenge zu gering

Ziele aus Betreibersicht:

- Erhöhung der Gesamtleistung -> bessere Spitzenlastabdeckung, zusätzliche Abnehmer möglich
- Effizienzsteigerung durch zusätzliche Nutzung der Abgasenergie -> Kostenreduktion

# Ökonomische Analyse vor Einbau

Auslegung vor Einbau anhand von Modell nach Datenblatt des Wärmetauschers:

Anlagendaten:

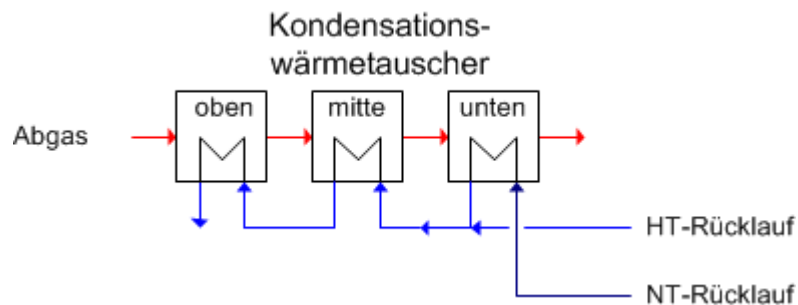
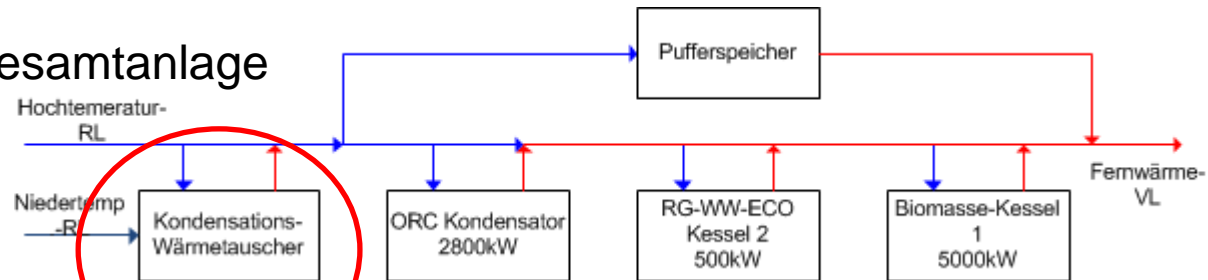
- Brennstoffwassergehalt: 45%, Luftverhältnis: 2
- Hochtemperatur-Rücklauf: 54°C, Abgastemperatur: 175°C
- Mittlere Heizleistung von 6,12MW an 165 Heiztagen
- Temperaturen Wärmepumpe: Kaltseite 45/40, Heißseite 57/63

Ergebnis:

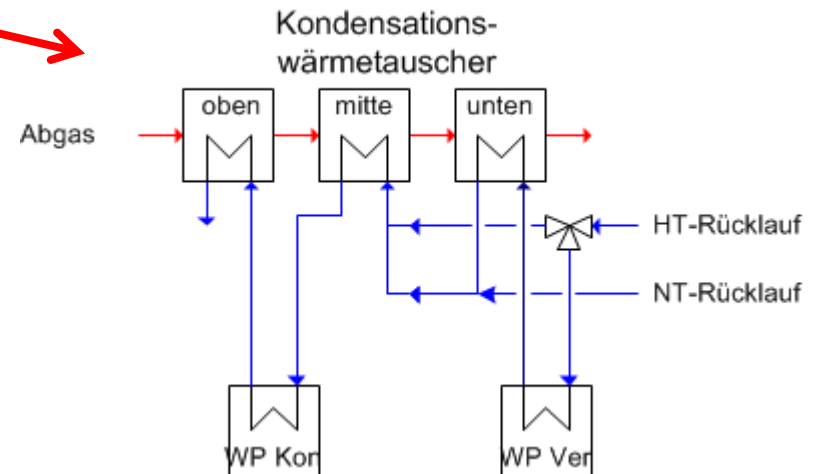
- Investitionskosten: 300.000EUR  
Betriebskosteneinsparung: 40.000 EUR/a
- Amortisationszeit: 6-8 Jahre je nach Preisentwicklung

# FHKW Tamsweg – Hydraulik Einbindung Wärmepumpe

## Hydraulik Gesamtanlage

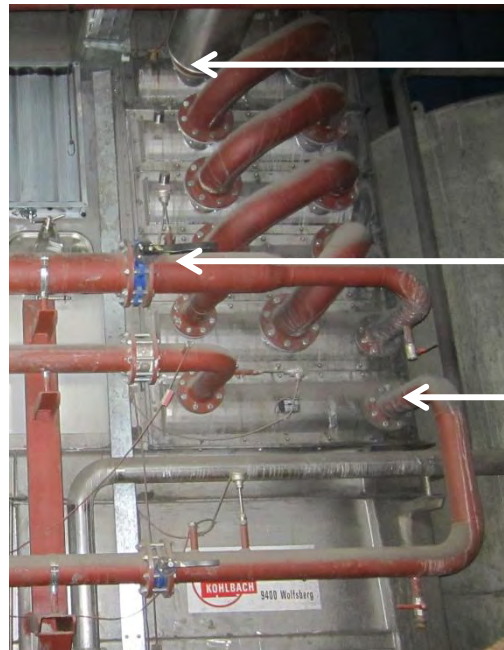
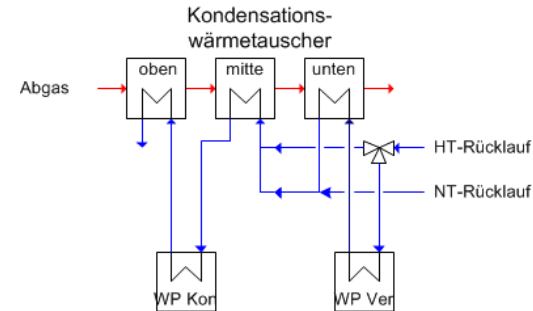
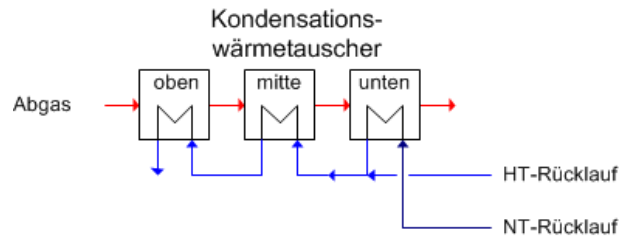


Einbindung Kondensations-WT  
ohne Wärmepumpe



Einbindung Kondensations-WT  
mit Wärmepumpe

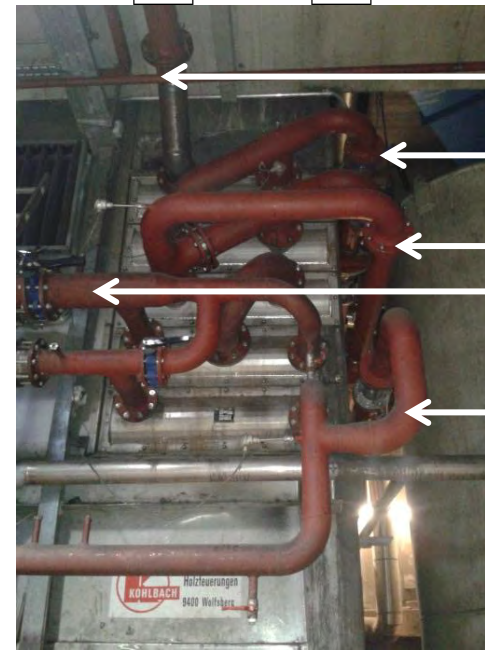
# FHKW Tamsweg – Hydraulik Kondensationswärmetauscher



Zum Kessel

HT-RL

NT-RL



Zum Kessel

Von WP-Kond

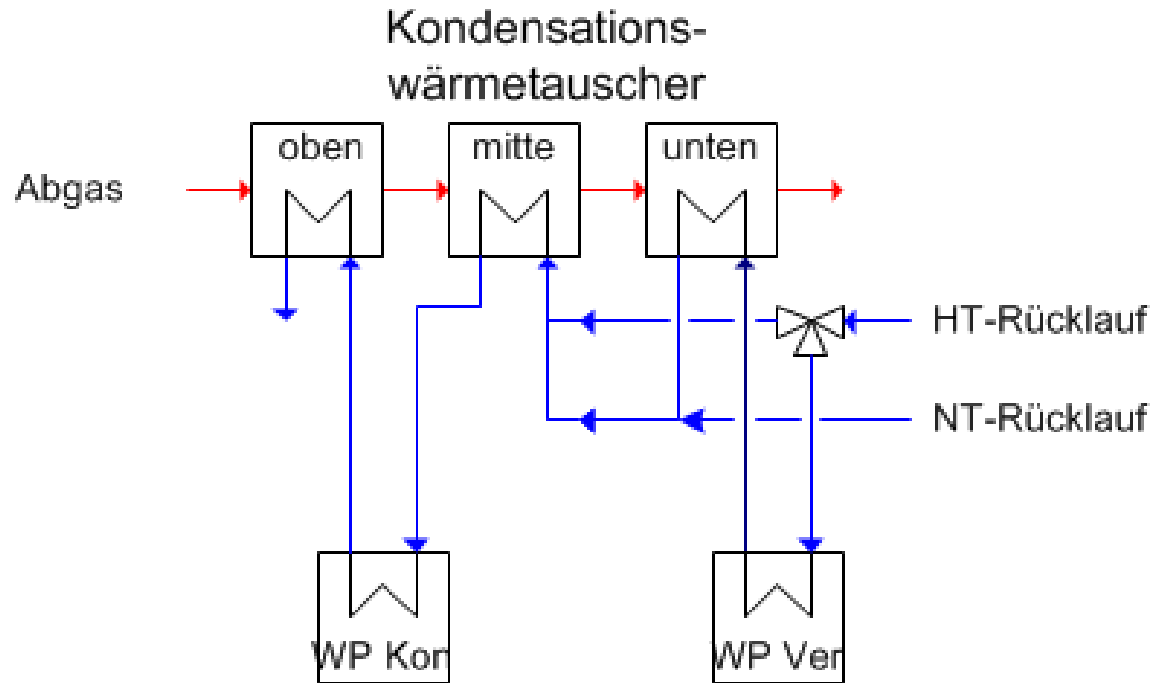
Zu WP-Kond

HT-RL + NT-RL

Von WP-Ver



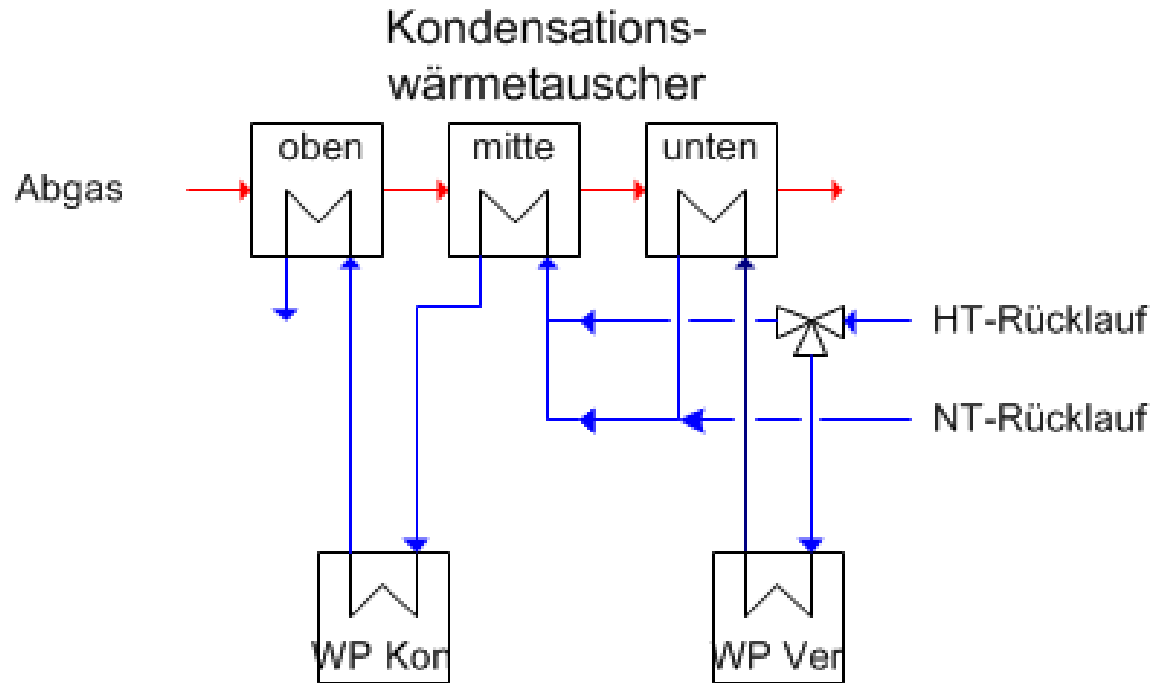
# Einbindung Wärmepumpe Wärmebilanz



$$Q_{\text{ges}} = Q_{\text{oben}} + Q_{\text{kon}} + Q_{\text{mitte}} + Q_{\text{unten}} - Q_{\text{ver}} =$$

$$= Q_{\text{oben}} + Q_{\text{mitte}} + Q_{\text{unten}} + P_{\text{el}} \Rightarrow \text{Wärmepumpe pumpt im Kreis?}$$

# Einbindung Wärmepumpe Wärmebilanz

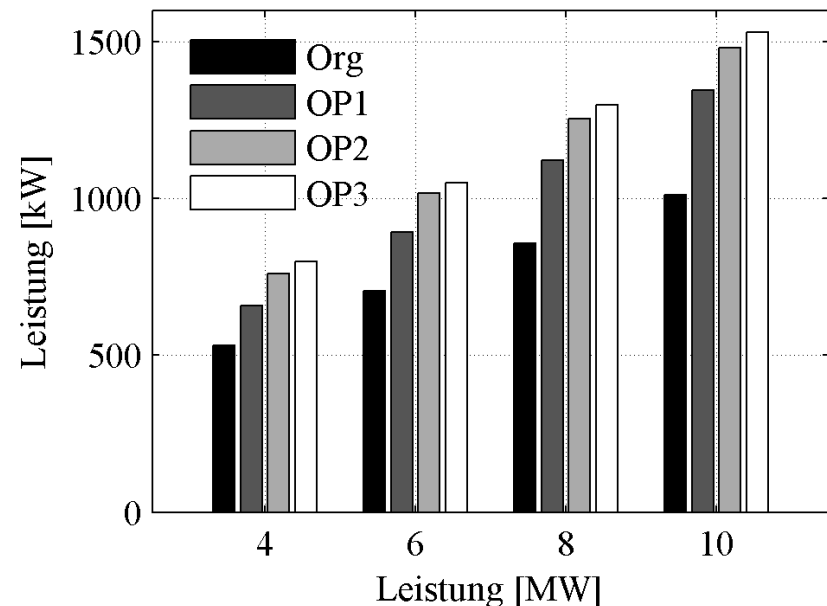


Aber: Erhöhung der Wärmeleistung im Kondensationswärmetauscher  
durch Wärmepumpe

# Simulation: Wärmeleistung Kondensations-WT mit Wärmepumpe

- Wärmepumpe regelt auf 45/40°C für vorgegebenen Rücklauf
- 4 Betriebspunkte – Anteil Rücklauf über Wärmepumpe:
  - 0% = Ohne Wärmepumpe (Org)
  - 50% (OP1)
  - 75% (OP2)
  - 100% (OP3)

Leistung  
Kondensationsanlage



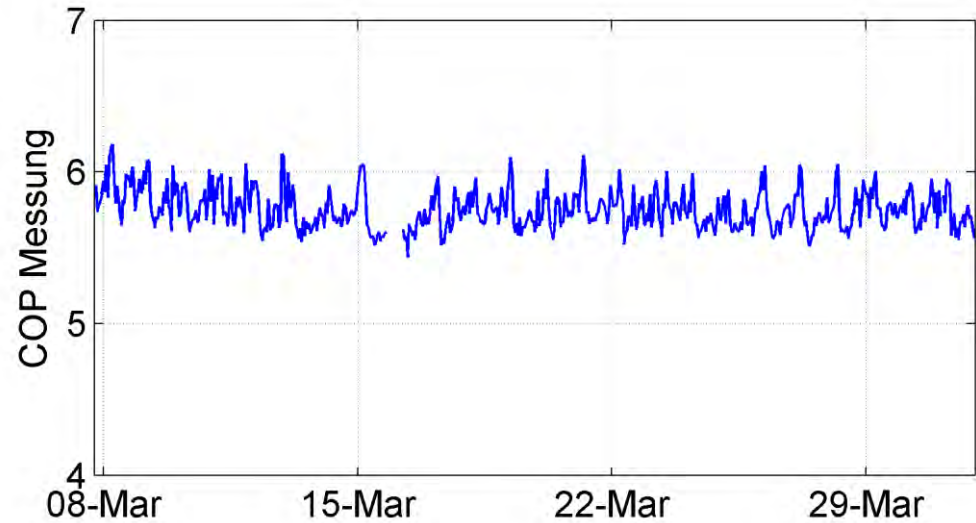


# Inhalt

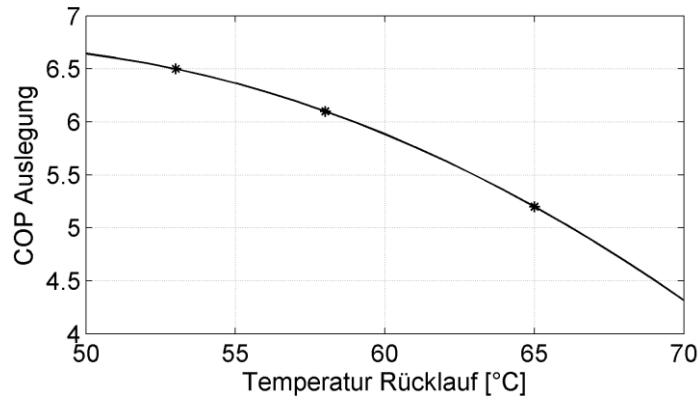
- Vorstellung BIOENERGY2020+
- Motivation Abgaskondensation
- Definition Aktive Abgaskondensation
- Theoretische Abschätzung (allgemein)
- Aufbau FHKW Tamsweg
- **Erste Betriebserfahrungen FHKW Tamsweg**
- Zusammenfassung und Ausblick

# Wärmepumpe

- 1MW Heizleistung
- Kältemittel R236fa
- 4 Kältekreise,  
8 Kompressoren
- Halbherm.  
Kolbenverdichter



COP bei Auslegung (Quelle 40°C)



Als Mitglied des Fachverbandes vertreten bei



# Leistung Kondensationswärmetauscher

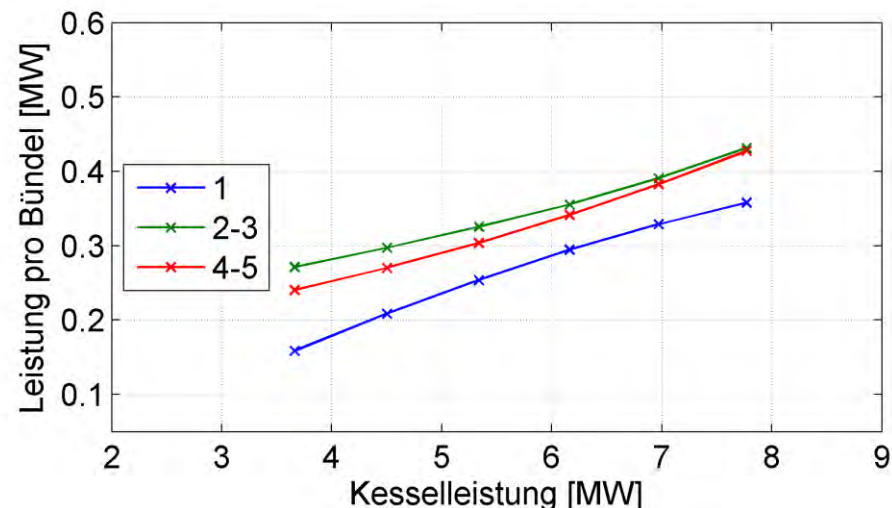
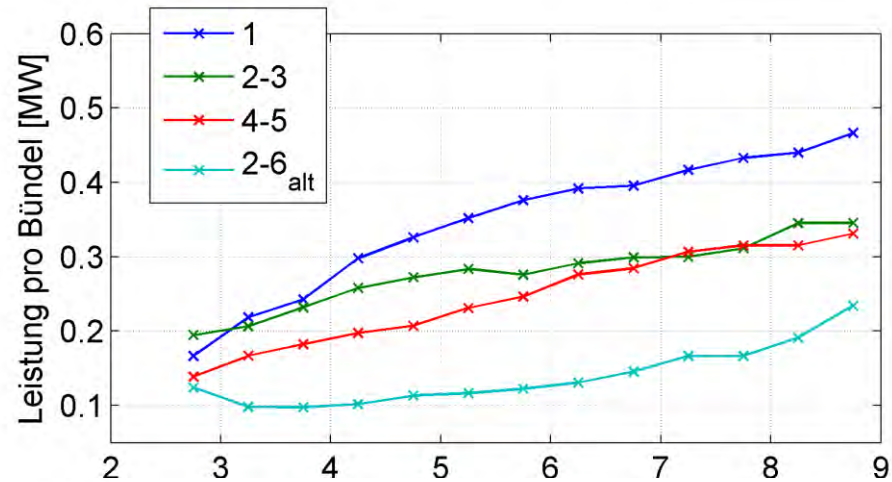
Wärmetauscher

- 5 Bündel à 83,2m<sup>2</sup>

Gemessene  
Wärmeleistung in  
Bündeln

Modellierte  
Wärmeleistung in  
Bündeln

- Gesamtleistung gut
- Bündelleistung noch anzupassen



AIS Mitglied des Fachverbandes vertreten bei



# Verhältnis Netzleistung zu Kesselleistung Vergleich Mitte Feb – Ende März

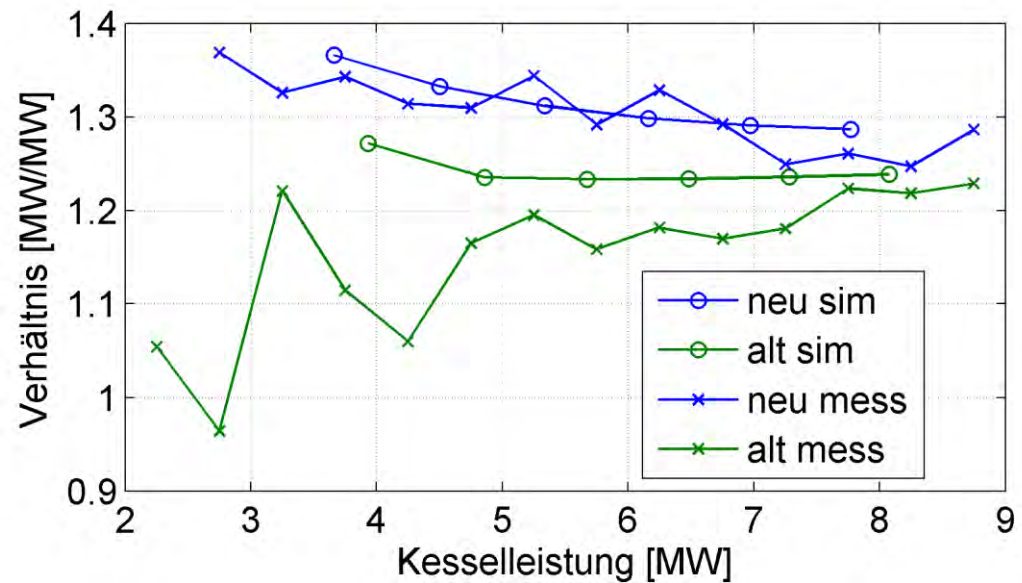
Mittelwerte Netzleistung zu  
Kesselleistung

- 2013: 1,31MWh/MWh
- 2012: 1,16MWh/MWh

Ungenauigkeiten 2012:  
Netzleistung geschätzt  
BSfeuchte und -menge

Mittelwerte Strom zu  
Netzleistung

- 2013  
Gesamt: 50,6kWh/MWh  
Ohne WP: 28,1kWh/MWh
- 2012: 29,0kWh/MWh





# Inhalt

- Vorstellung BIOENERGY2020+
- Motivation Abgaskondensation
- Definition Aktive Abgaskondensation
- Theoretische Abschätzung (allgemein)
- Aufbau FHKW Tamsweg
- Erste Betriebserfahrungen FHKW Tamsweg
- Zusammenfassung und Ausblick





# Zusammenfassung & Ausblick

## Zusammenfassung:

- Wärmepumpe erfolgreich eingebaut & Monitoring aufgesetzt
- Erste Betriebserfahrungen vielversprechend

## Ausblick:

- Anpassung der aufgesetzten Simulation an reale Betriebsdaten
- Bewertung der Effizienzsteigerung und des Emissionsminderungspotentials
- Optimierung der Anlagenbetriebsweise für veränderliche Rahmenbedingungen (Brennstoffkosten, Stromkosten, Verkaufserlöse,...)

# Danksagung

An die Projektpartner für die gute Zusammenarbeit

- Fernwärmeversorgungs-GmbH Tamsweg
- Frigopol Energieanlagen GmbH
- VOIGT+WIPP Engineers GmbH



An die Fördergeber für die Ermöglichung des Projektes

- Klima- und Energiefonds
- Land Salzburg





bioenergy2020+

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Babette Hebenstreit

[babette.hebenstreit@bioenergy2020.eu](mailto:babette.hebenstreit@bioenergy2020.eu)

Bioenergy 2020+ GmbH, Austria

Highlights der Energief., 21.5.2013

