



bioenergy2020+

Fernheizkraftwerk Plus – Einsatz der aktiven Abgaskondensation in Tamsweg

DIⁱⁿ 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**

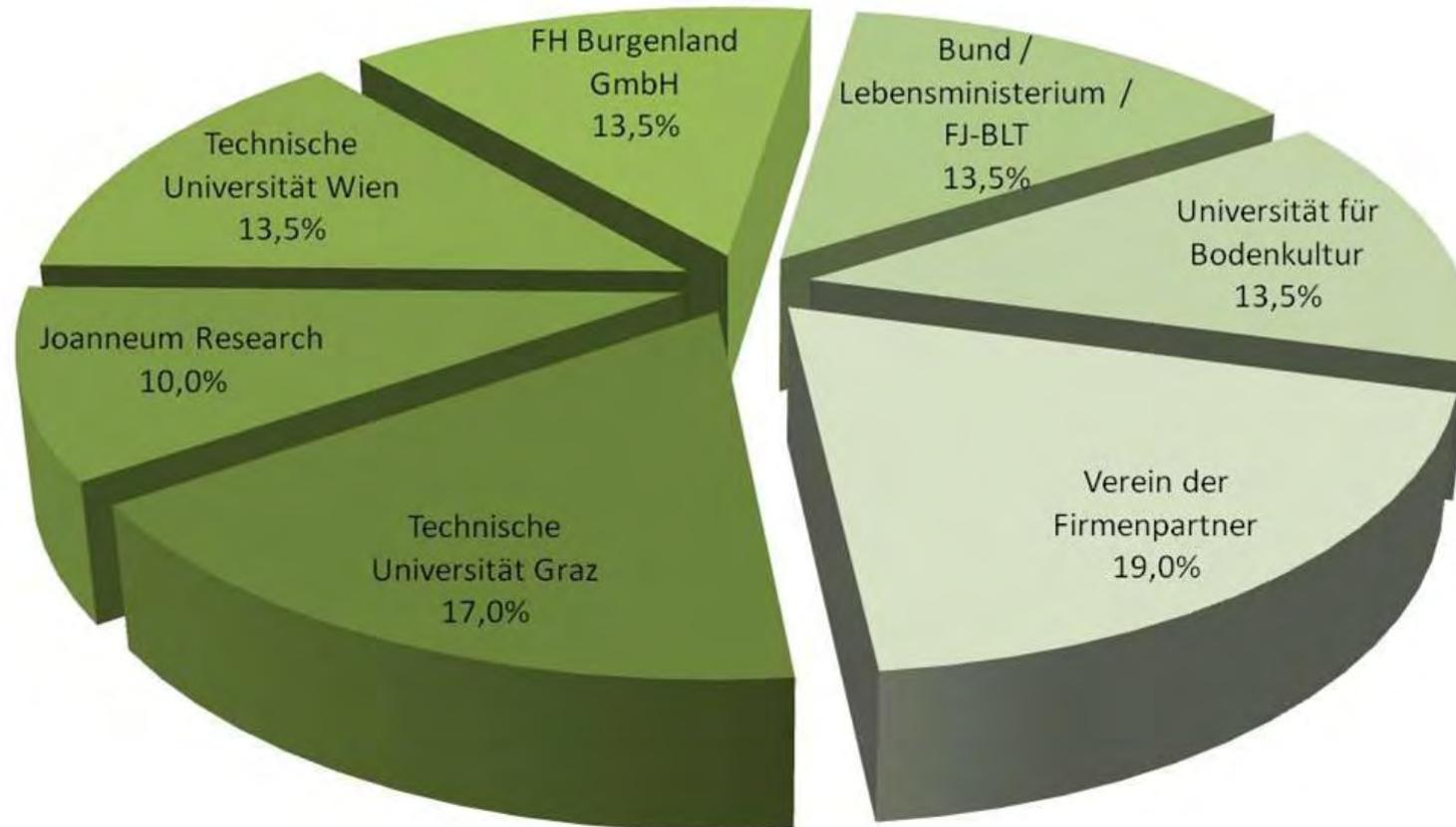
Belegschaft

- 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



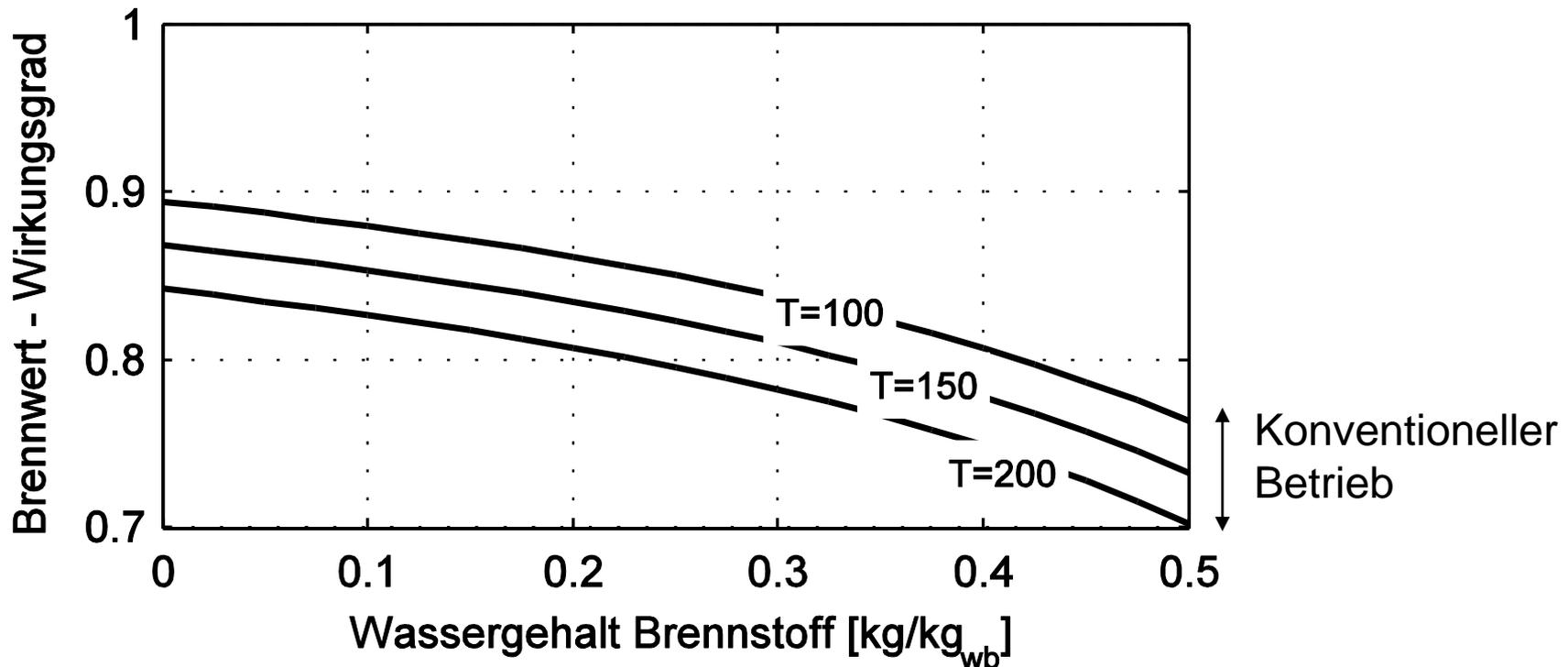


Inhalt

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

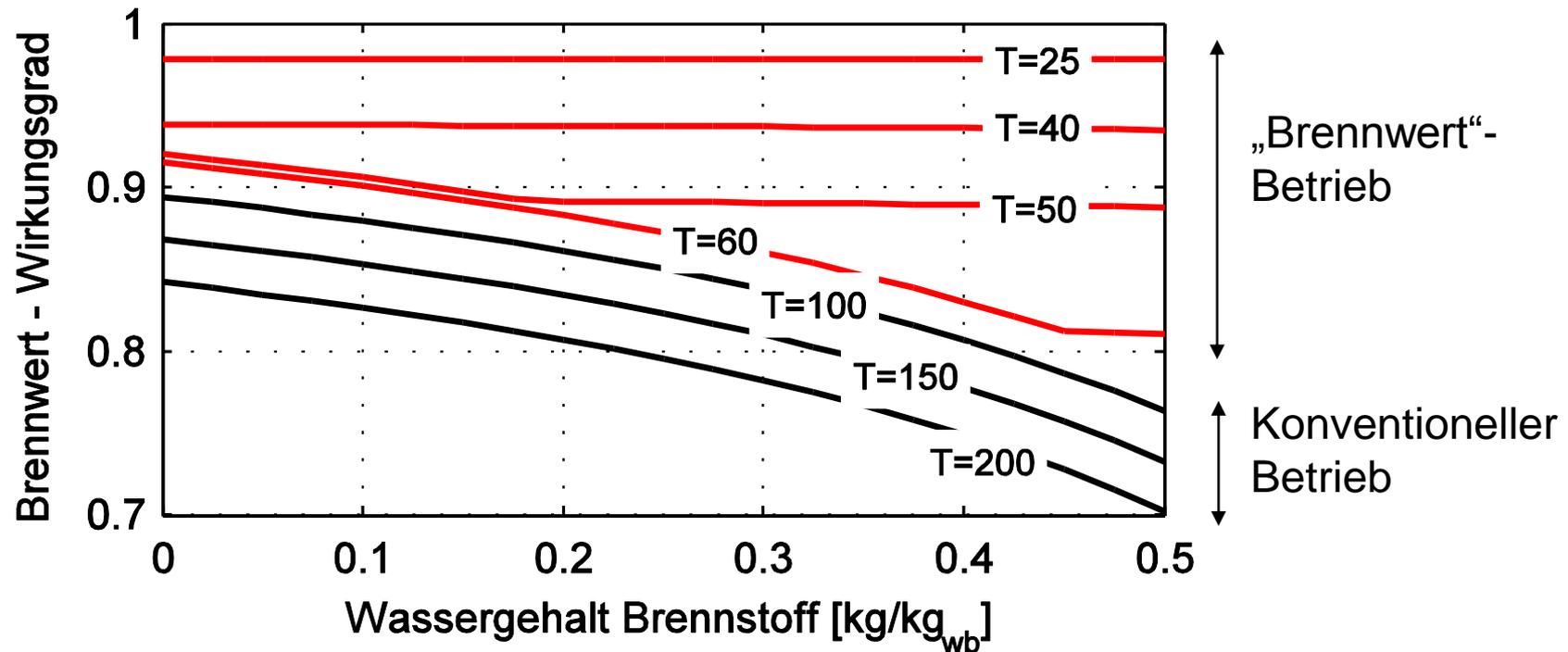
Wirkungsgrad von Biomassefeuerungen in Abhängigkeit der Abgastemperatur

Holz + Luft \rightarrow $N_2 + CO_2 + H_2O + O_2$ Feuchte Abgas: 58-166g/kg_{tr}

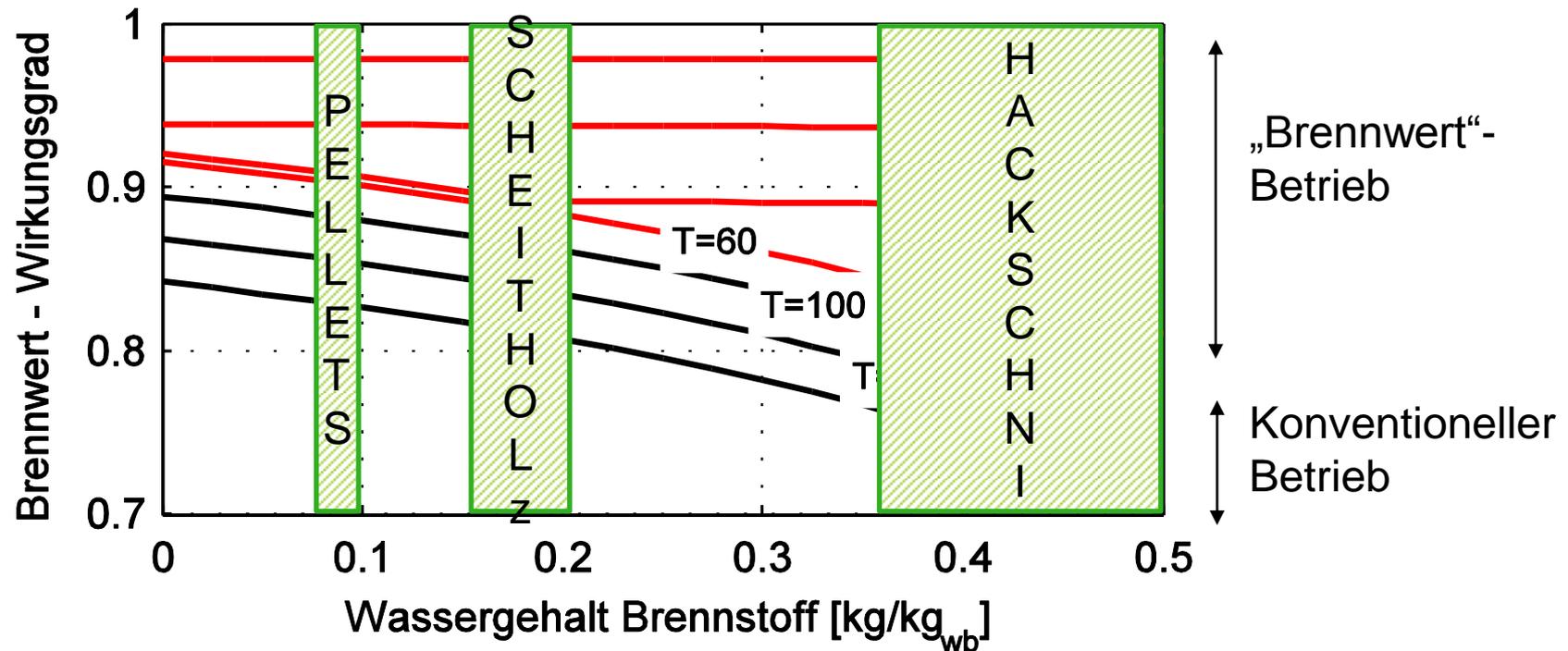


Wirkungsgrad von Biomassefeuerungen in Abhängigkeit der Abgastemperatur

Holz + Luft \rightarrow N₂ + CO₂ + H₂O + O₂ Feuchte Abgas: 58-166g/kg_{tr}

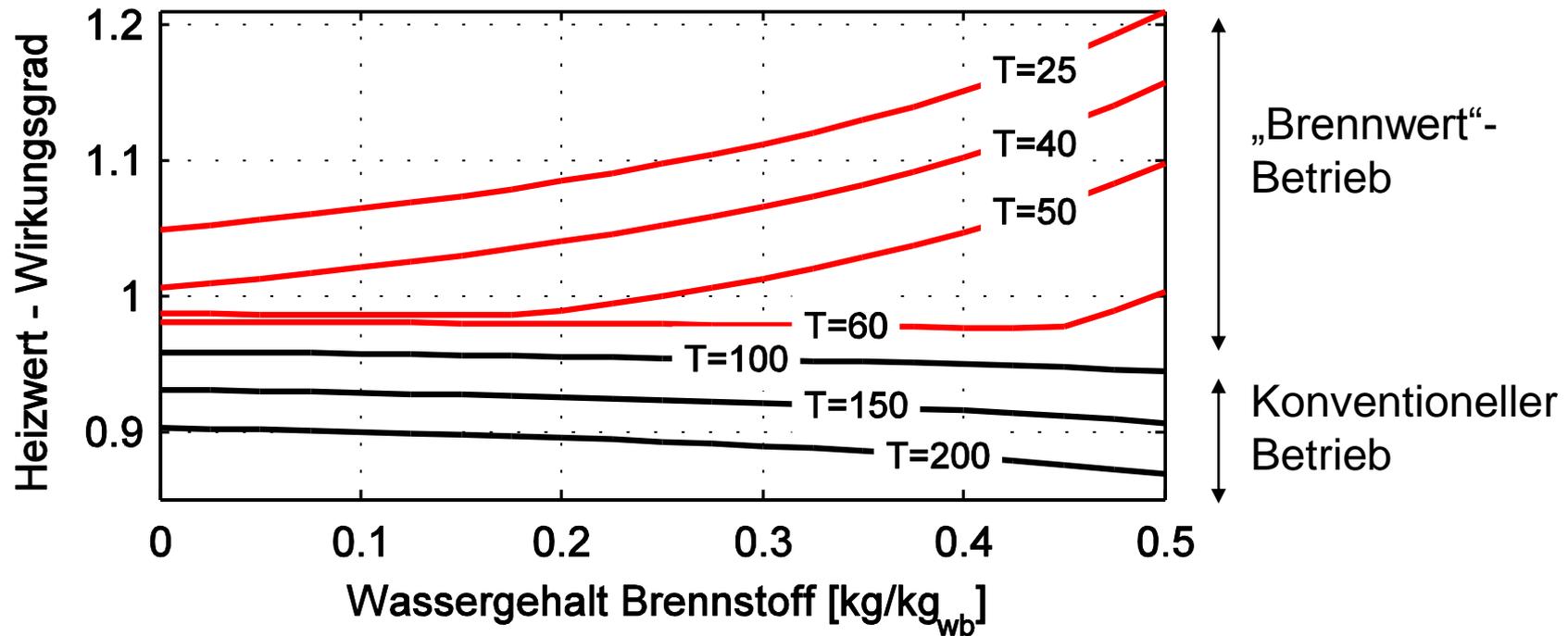


Wirkungsgrad von Biomassefeuerungen in Abhängigkeit der Abgastemperatur



Wirkungsgrad von Biomassefeuerungen in Abhängigkeit der Abgastemperatur

Holz + Luft \rightarrow $N_2 + CO_2 + H_2O + O_2$ Feuchte Abgas: 58-166g/kg_{tr}





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 CO₂-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

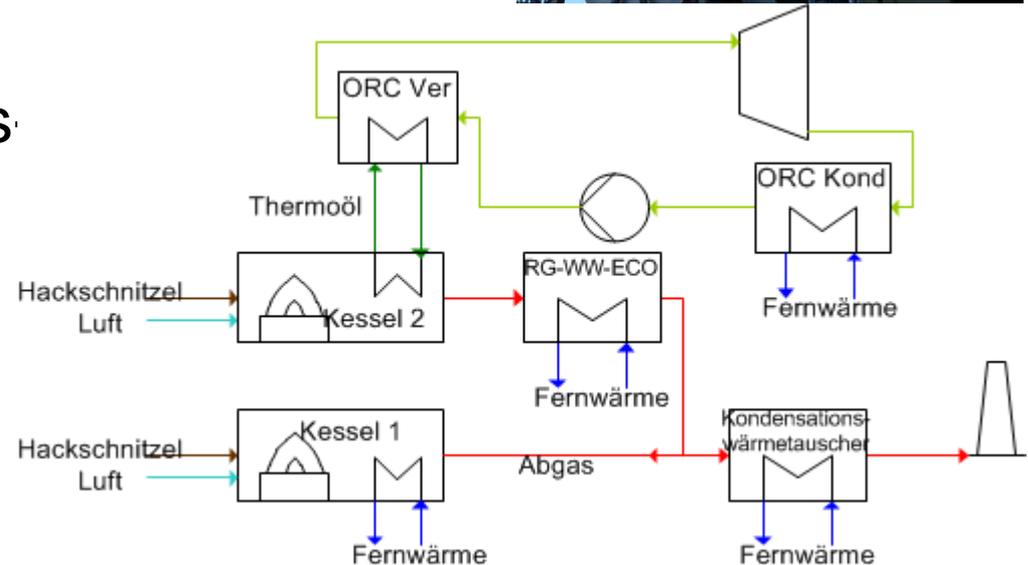
Projektüberblick: FHKW Plus

- 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

- 3MW_{th} Thermoöl-Kessel
- 600kW_{el} ORC-Modul
- 5MW_{th} Warmwasser-Kessel
- Elektrofilter
- 2MW_{th} Kondensationswärmetauscher
- Luftvorwärmung
- Entschwadung
- 9MW_{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:

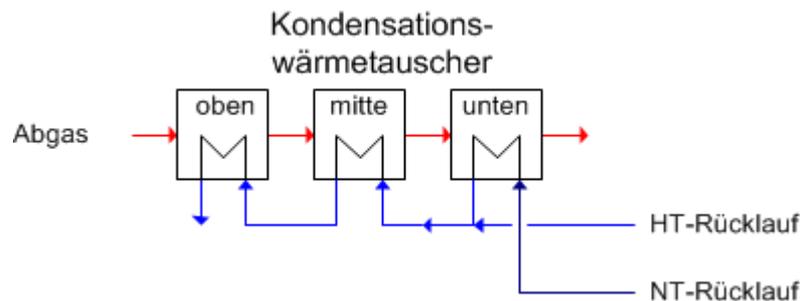
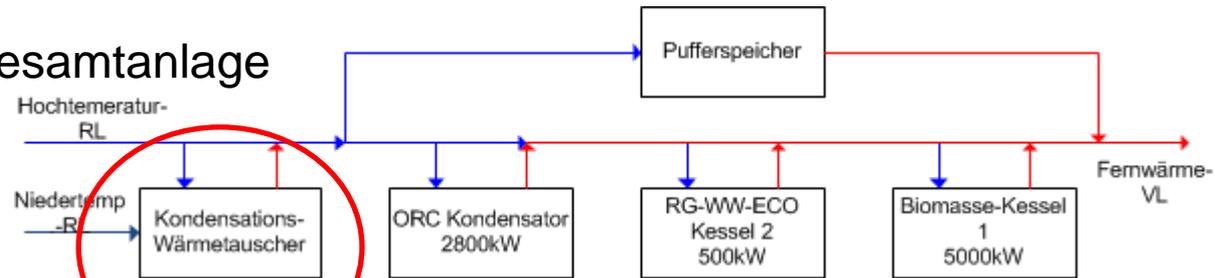
- Brennstoffwassergehalt: 45%, Luftverhältnis: 2
- Hochtemperatur-Rücklauf: 54°C, Abgastemperatur: 175°C
- Mittlere Heizleistung von 6,12MW an 165 Heiztagen
- Temperaturen Wärmepumpe: Kaltseite 45/40, Heißseite 57/63

Ergebnis:

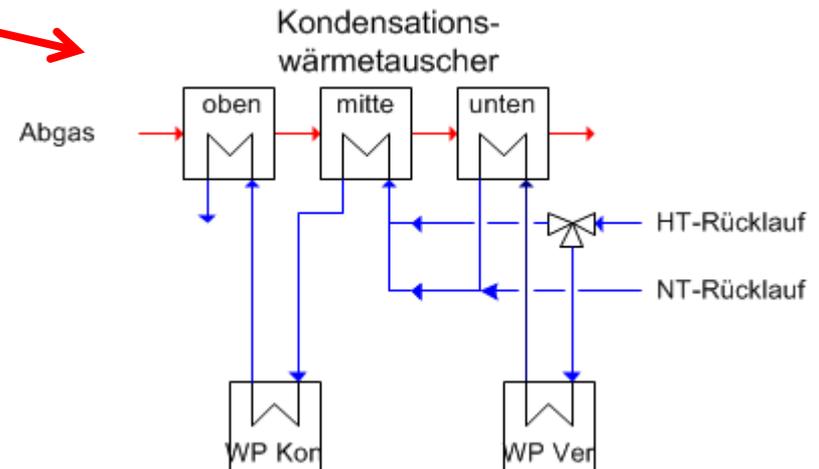
- Investitionskosten: 300.000EUR
Betriebskosteneinsparung: 40.000 EUR/a
- Amortisationszeit: 6-8 Jahre je nach Preisentwicklung

FHKW Tamsweg – Hydraulik Einbindung Wärmepumpe

Hydraulik Gesamtanlage

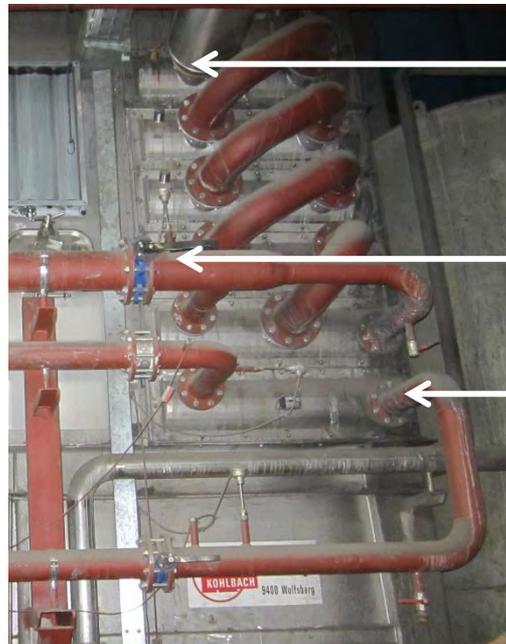
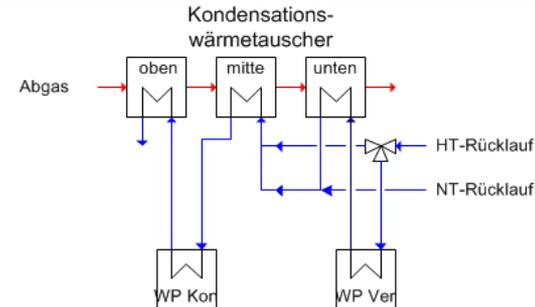
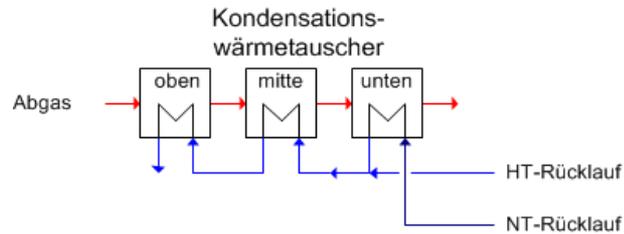


Einbindung Kondensations-WT
ohne Wärmepumpe

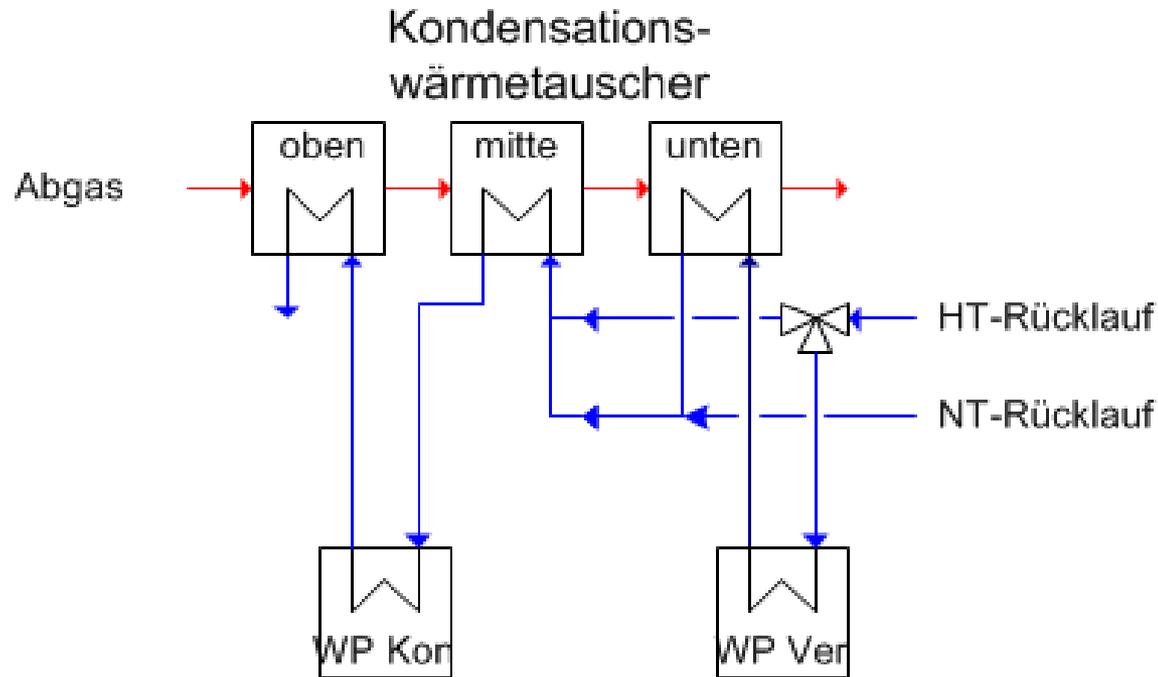


Einbindung Kondensations-WT
mit Wärmepumpe

FHKW Tamsweg – Hydraulik Kondensationswärmetauscher



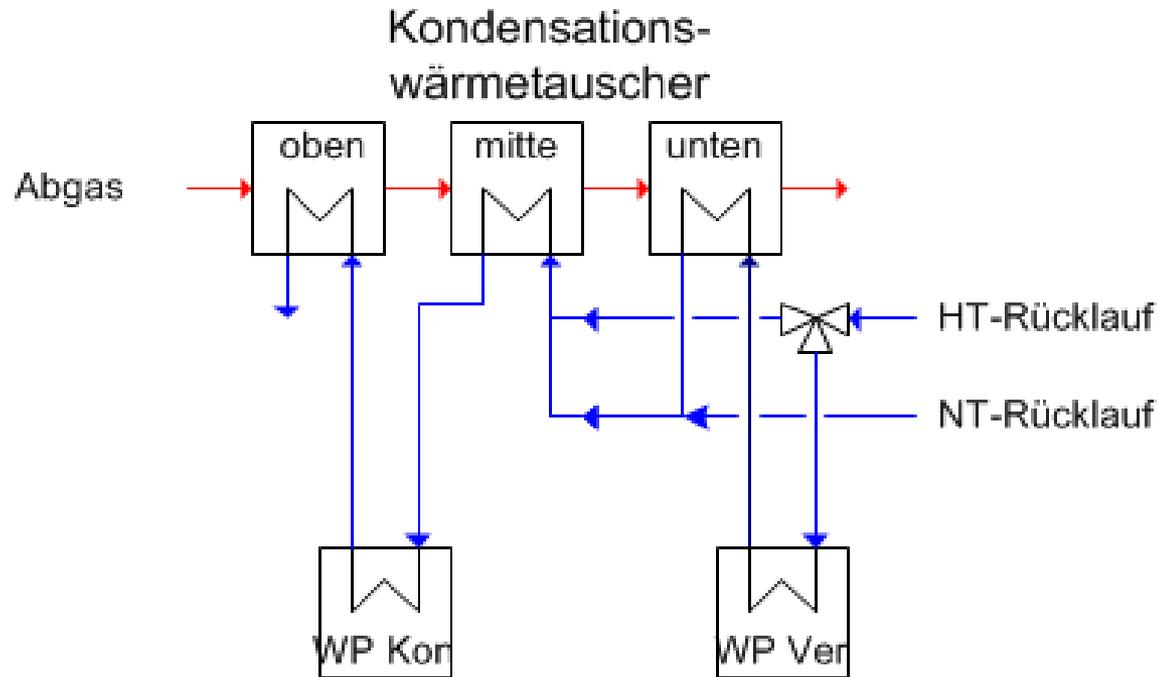
Einbindung Wärmepumpe Wärmebilanz



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

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

Einbindung Wärmepumpe Wärmebilanz

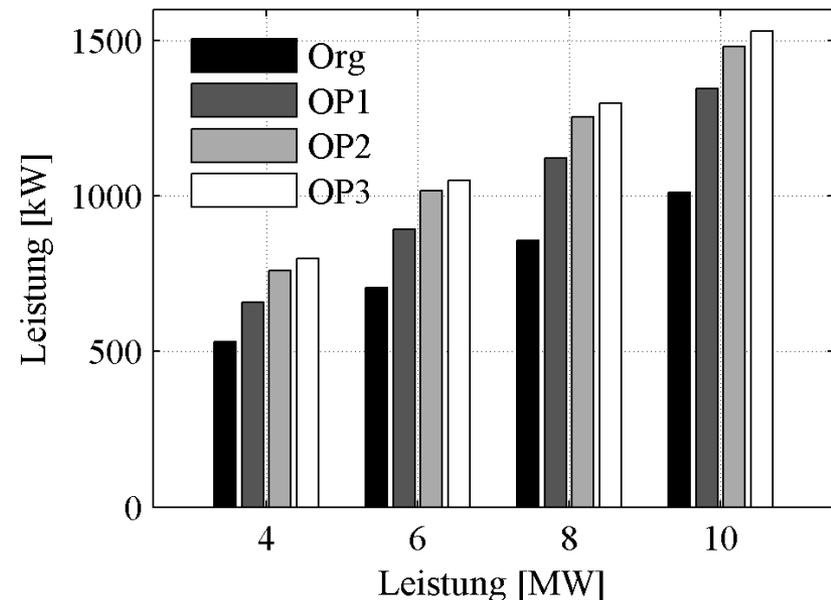


Aber: Erhöhung der Wärmeleistung im Kondensationswärmetauscher
durch Wärmepumpe

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



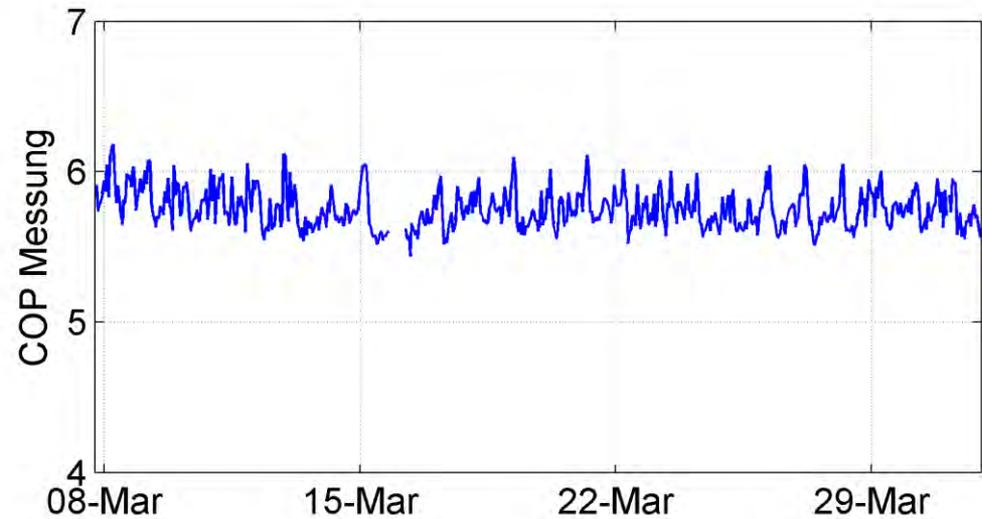


Inhalt

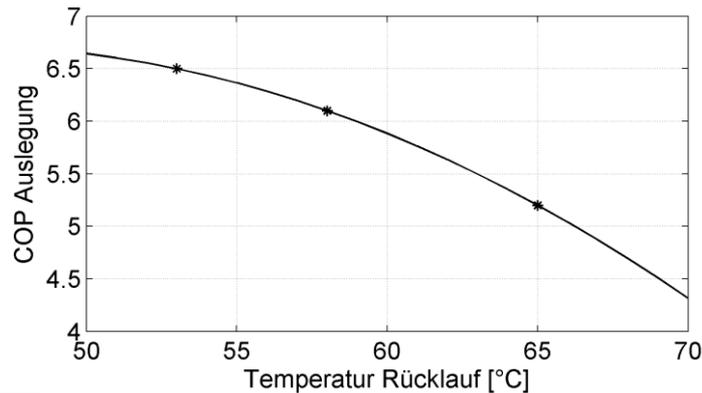
- Vorstellung BIOENERGY2020+
- Motivation Abgaskondensation
- Definition Aktive Abgaskondensation
- Theoretische Abschätzung (allgemein)
- Aufbau FHKW Tamsweg
- **Erste Betriebserfahrungen FHKW Tamsweg**
- Zusammenfassung und Ausblick

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

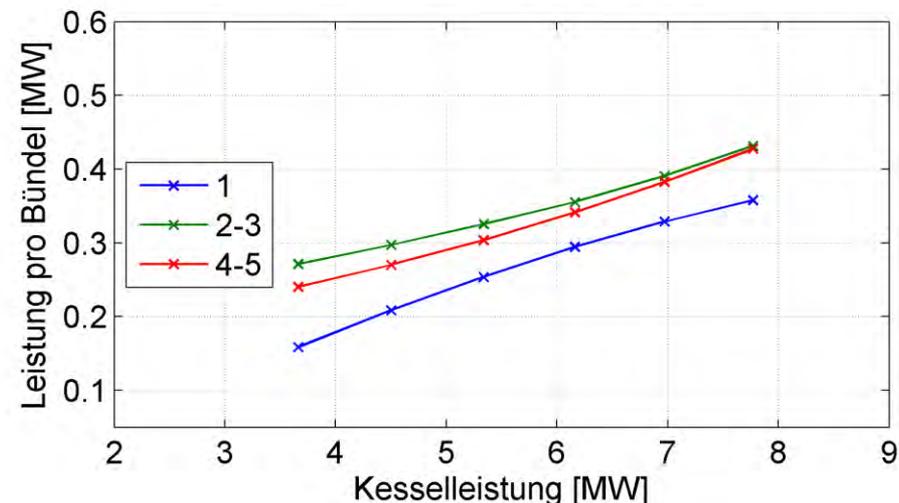
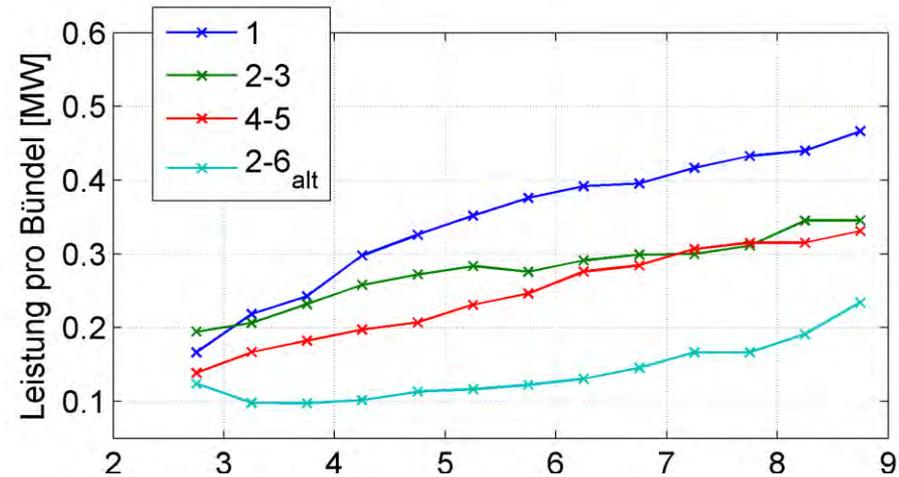
Wärmetauscher

- 5 Bündel à 83,2m²

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

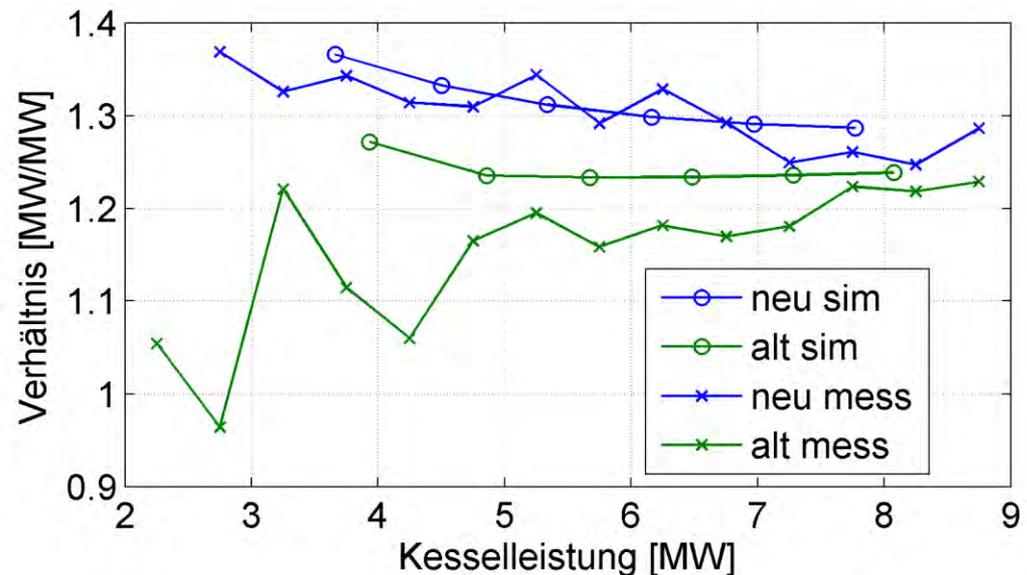
Mittelwerte Netzleistung zu
Kesselleistung

- 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

Bioenergy 2020+ GmbH, Austria

Highlights der Energief., 21.5.2013

