
FlexHKW – Flexibilisierung des Betriebs von Heizkraftwerken

Jahrestagung DBFZ, Leipzig, Oktober 2014

Side-Event BMWi-Förderprogramm energetische Biomassenutzung



NEXT
KRAFTWERKE



Koordiniert vom



Wissenschaftlich begleitet vom



Inhalt

- Projektmotivation /-zielsetzung
- Heizkraftwerke in Deutschland
- Techniken zur Flexibilisierung
- Vermarktungsmöglichkeiten

- Lösungsansatz an der Pilotanlage Wächtersbach



Motivation und Projektziele

Hauptziel:

- **Zusätzliche Kapazität in flexibler Stromerzeugung aus der Verbrennung von Biomasse gewinnen**

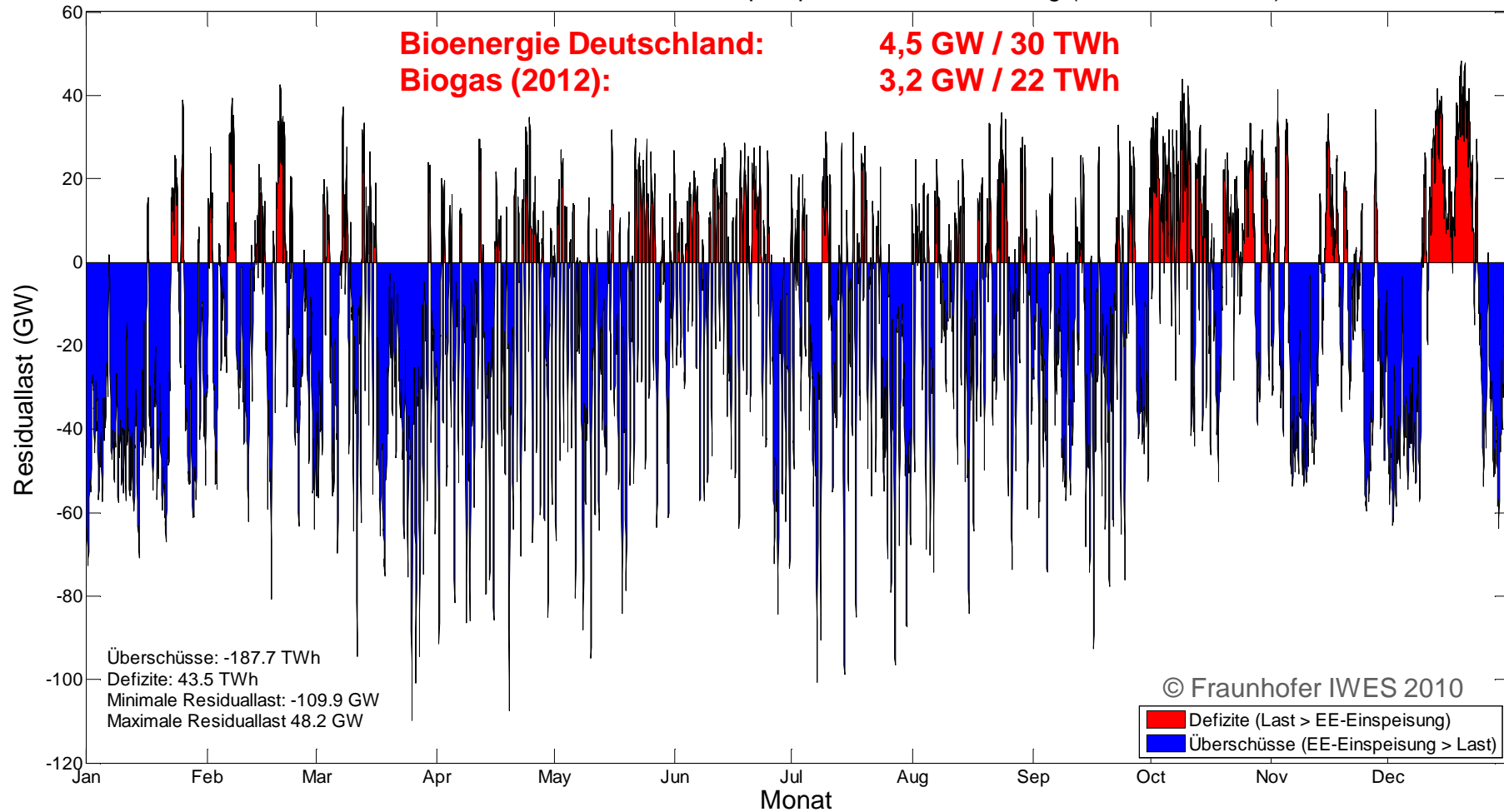
Weitere Ziele:

- **Theoretische Grundlagen für HKWs**
 - **Verschiedene Anlagenarten**
 - **Flexibilitätpotential**
 - **Einschränkungen**
 - **Technische Einschränkungen**
 - **Einschränkungen durch Lieferverträge und Produktstruktur**
 - **Technische und wirtschaftliche Machbarkeit**
- **Demonstration der Machbarkeit an einer großtechnischen Pilotanlage**
 - **Vorschlag Maßnahmen**
 - **Umsetzung**
- **Erfahrungen auswerten und verbreiten**



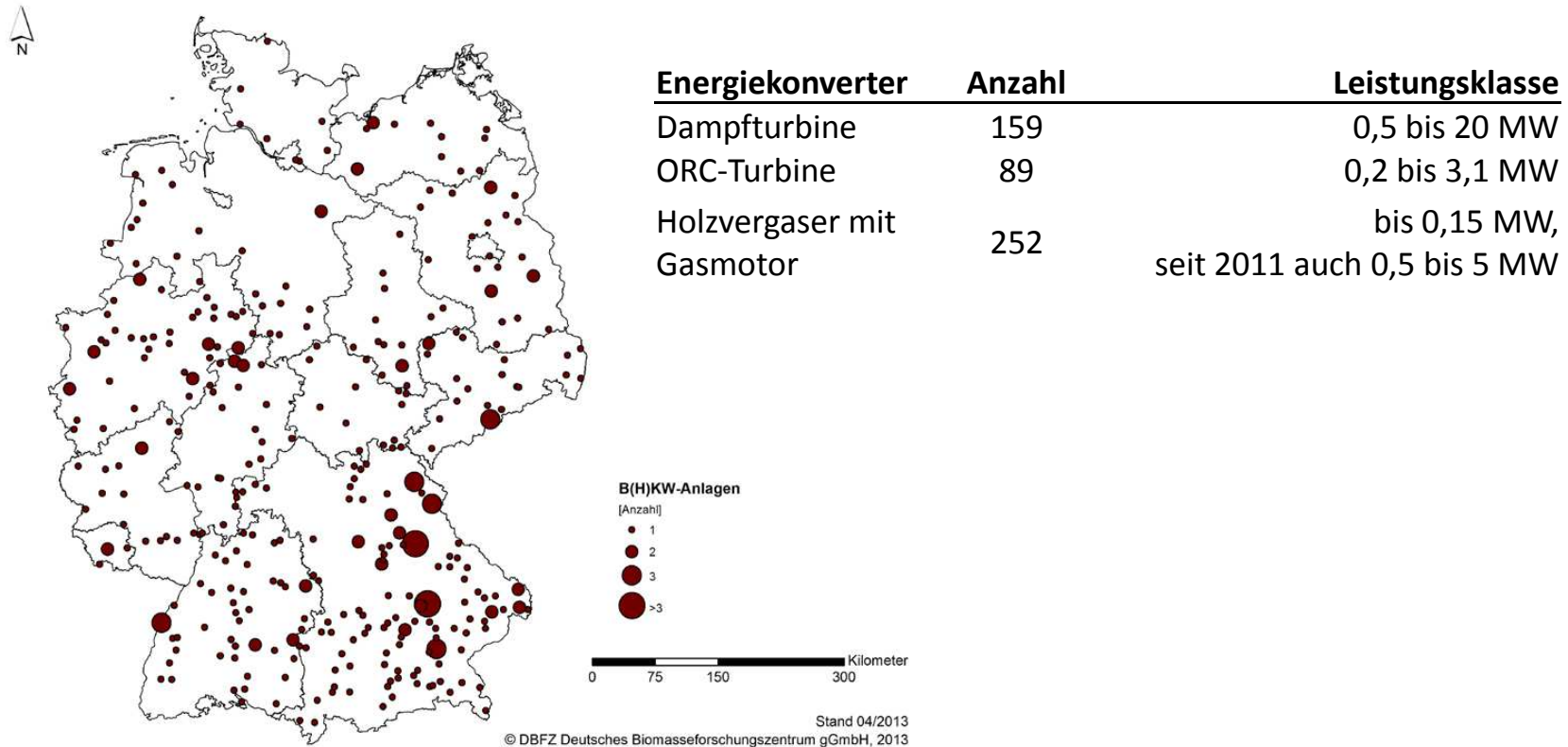
Motivation und Projektziele

Residuallast ohne E-Mobilität, Wärmepumpen und Klimatisierung (Meteo-Jahr 2007)



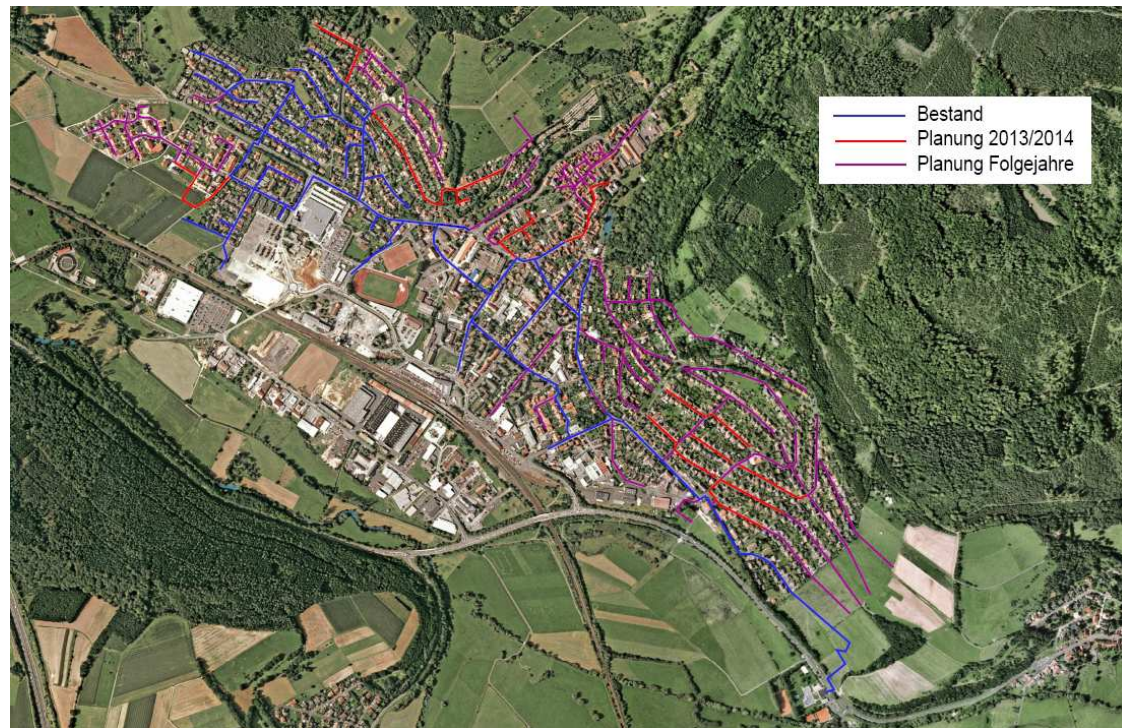
Heizkraftwerke in Deutschland

■ Konversionstechniken für feste Biomasse in Deutschland (DBFZ 2013)



Heizkraftwerke in Deutschland

- Zu betrachtende Eigenschaften hinsichtlich Flexibilisierung
 - Wärmebedarfsprofil
 - Brennstoff
 - Leistungsklasse
 - Feuerungstyp
 - Kesseltyp
 - Turbinentyp



Techniken zur Flexibilisierung

- Regelung der Feuerung
- Dampfseitige Energiespeicher
- Turbinen-Bypass-Betrieb
- Variation der Dampfenntnahme
- Wärmelieferseitige Energiespeicher



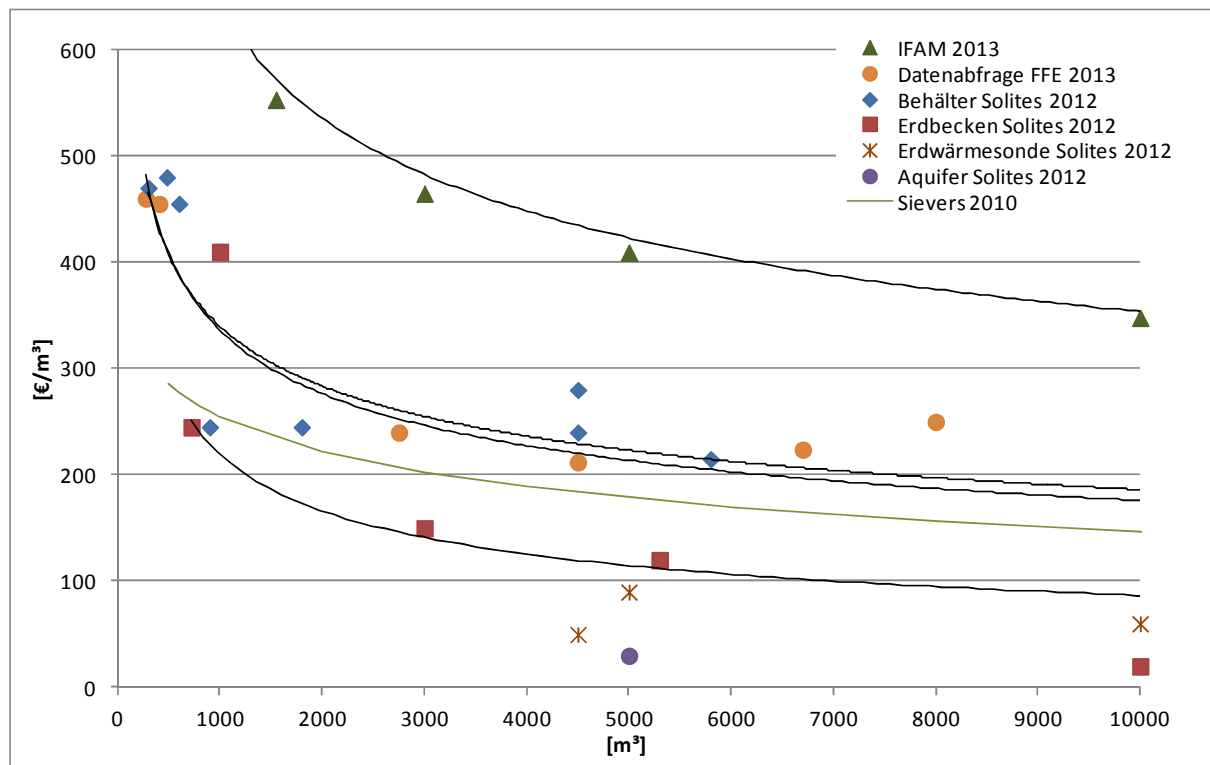
Techniken zur Flexibilisierung

■ Derzeitige Recherche

	Techniken	Kosten	Flexibilität (Leistungsgradient, Dauer)	Marktdurchdringung
Regelung der Feuerung				
Dampfseitige Energiespeicher				
Turbinen-Bypass-Betrieb	ORC-Bypass nutzen	Ca. 10.000 € (IT + zus. Silikonöl)	100 %/min, 30 min, 60 h/a (Regelleistung)	
Variation der Dampfenahme				
Wärmelieferseitige Energiespeicher	Wärmeträger Wasser a. Behälter b. Erdbecken c. Aquifer d. Erdwärmesonde e. Druckbehälter	s. Folgefolie	Projekte Solites (2012): a. 0,1-12.000 m ³ b. 700 -75.000 m ³ c. 5.000-35.000 m ³ d. 4.500-16.000 m ³ Bekannte Kostenangabe nach IUTA (2002): e. 0,1-20 m ³	a. Hoch (V klein V), niedrig (V groß) b.-e. Niedrig

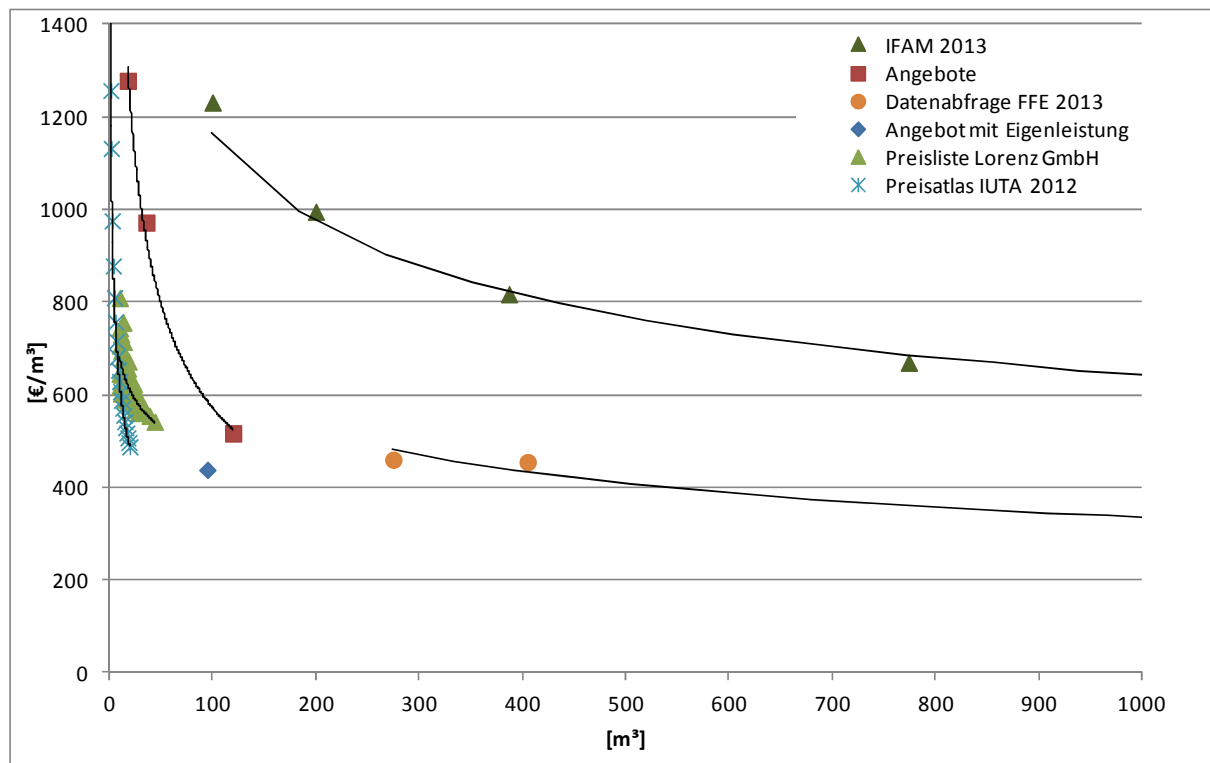
Techniken zur Flexibilisierung

- Spezifische Investitionskosten Wärmespeicher 1.000 m³ - 10.000 m³ (Wasser)



Techniken zur Flexibilisierung

- Spezifische Investitionskosten Wärmespeicher bis 1.000 m³ (Wasser)

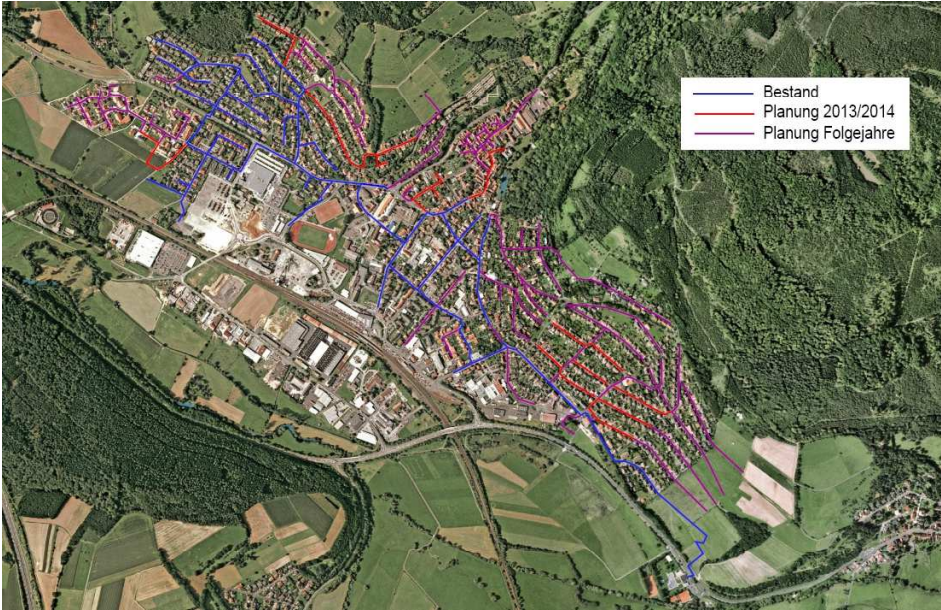


Heizkraftwerke in Deutschland

■ Stellvertreter für Analyse des Erlöspotenzials

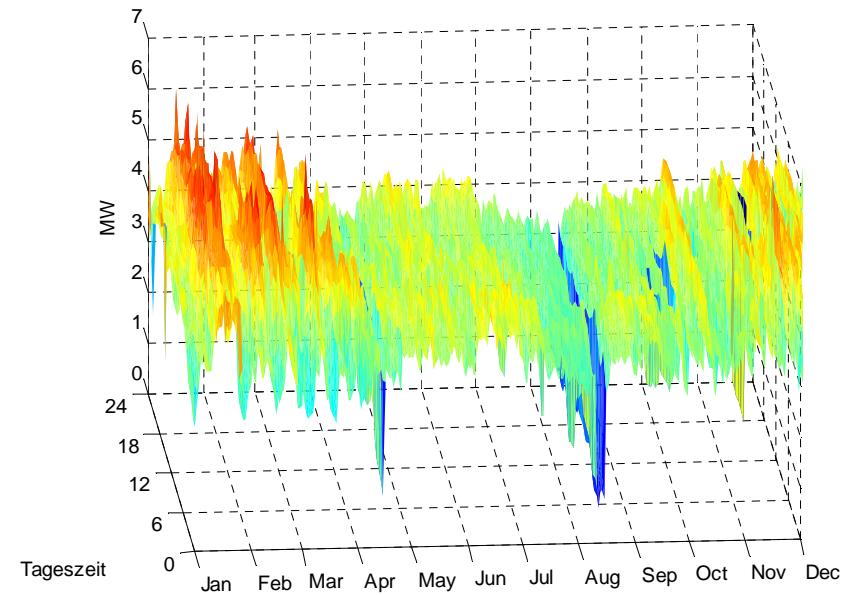
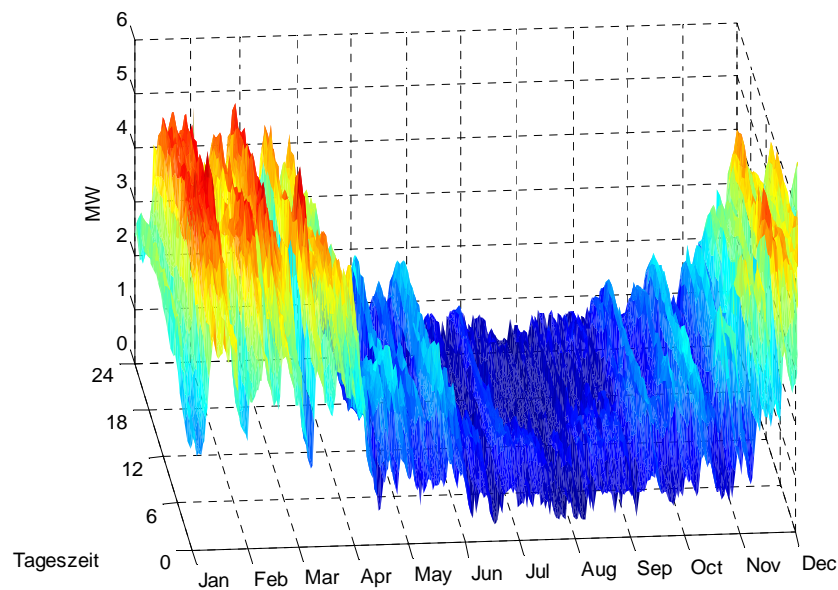
Wärmebedarfsprofil	<ul style="list-style-type: none">• Fernwärme• industrielle Prozesswärme
Brennstoff	naturbelassenes Holz
Leistungsklasse	1 MW, 5 MW oder 20 MW
Feuerungstyp	Schräg-Vorschubrost
Kesseltyp	Wasserrohrkessel bzw. Thermoölkessel (ORC)
Turbinentyp	<ul style="list-style-type: none">• ORC-Turbine• Gegendruckturbine• Heizzurbine• Gegendruckturbine in Kombination mit Kondensationsturbine• Entnahme-Kondensationsturbine

Bioenergie Wächtersbach



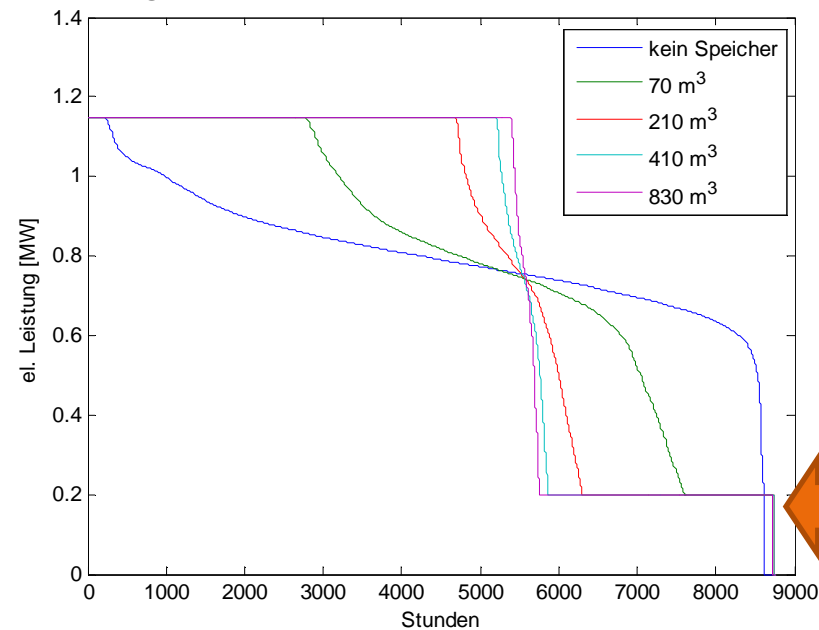
Pilotanlage

- Fernwärmenetz Wächtersbach
- Wärmeabnahme bei Kunden (links) und Wärmeerzeugung (rechts)



Vermarktungsmöglichkeiten

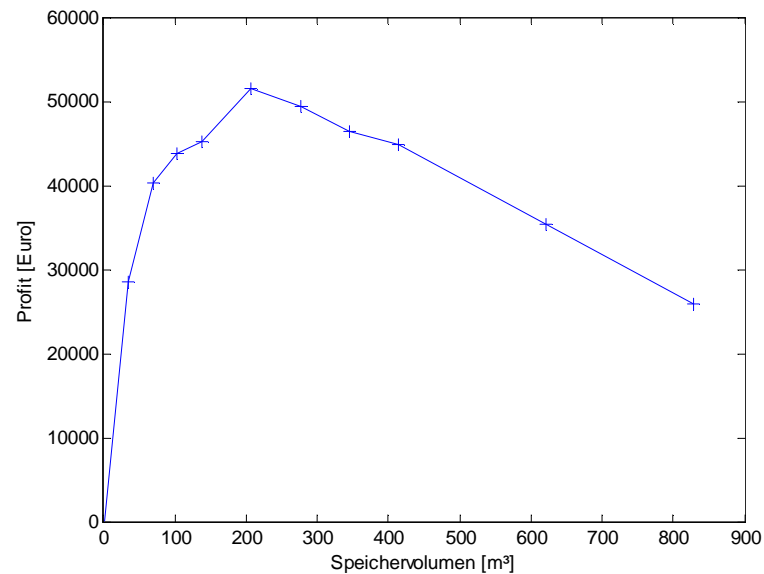
- Simulation Betrieb der ORC-Anlage, Ölkessel und verschiedenen Speichergrößen ($\Delta T = 50 \text{ K}$) in Einsatzoptimierung
 - Wärmeerzeugung aus Anlageneinsatz gleich Wärmeerzeugung aus Messwerten
 - Dauerlinien des Anlageneinsatzes:



← Trotz starker Wirkungsgradverluste hohe Anzahl Betriebsstunden in Teillast, wegen hoher Kaltstartkosten

Vermarktungsmöglichkeiten

- Gewinn aus Einsatz von Wärmespeicher (Differenz zu ohne Speicher)
 - Speicherkosten nach IFAM 2013, 7% Zins, 15 Jahre Abschreibung



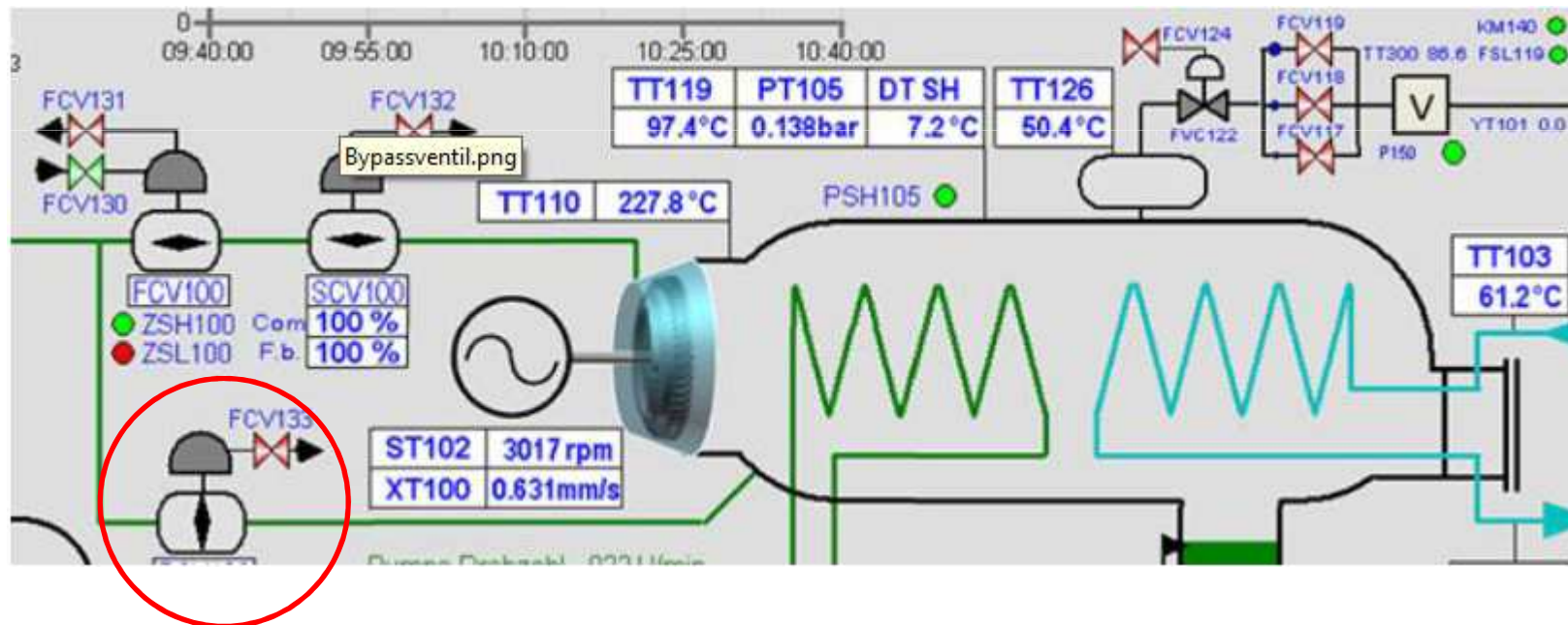
Lösungsansatz an der Pilotanlage Wächtersbach

■ Bypass-Betrieb der ORC-Turbine

	Alternative 1: Thermoöl über Wärmetauscher	Alternative 2: Regelung über Bypassventil der ORC- Turbine
Vorteil		Schnelle, präzise Regelung zur Leistungsreduktion
Nachteil	Wärmetauscher nur für Notbetrieb Umbau der Ansteuerung	Herstellerempfehlung: 10 Mal pro Monat à ≤ 30 min

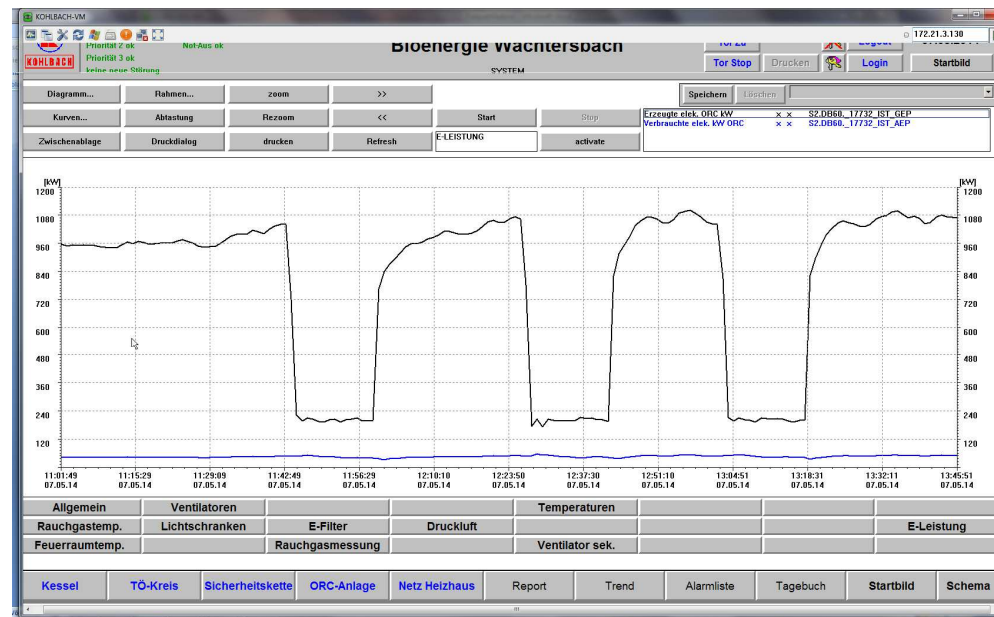
Lösungsansatz an der Pilotanlage Wächtersbach

- Regelung über Bypassventil der ORC-Turbine



Lösungsansatz an der Pilotanlage Wächtersbach

- Erster Testlauf: 2 Minuten für Leistungsreduktion, 11 Minuten bzw. 4 Minuten für Leistungserhöhung
- Weitere Optimierung der Regelung um Anforderungen der Sekundärregelleistung bei Leistungserhöhung zu erreichen



Zusammenfassung

- Biomasseheizkraftwerke haben das Potenzial für einen flexiblen Betrieb
- Ausgewählte, repräsentative Anlagenkonzepte werden für flexible Anwendung im Strom- und Regelleistungsmarkt simuliert.
- Wärmespeicher spielen eine zentrale Rolle, derzeitige Randbedingungen sind für Investitionsentscheidung nicht förderlich
- Regelleistung voraussichtlich einziger Markt für die Flexibilität der Biomasse-Heizkraftwerke. Kurzfristige Regelungsmöglichkeiten, insbesondere zur Leistungsreduktion.
- Erste erfolgsversprechende Versuche mit Doppelhöckerkurve bei Pilotanlage. Weitere Maßnahmen müssen noch eingehend geprüft werden.

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit



Dr. Bernd Krautkremer
Fraunhofer IWES
bernd.krautkremer@iwes.fraunhofer.de

