

Prädiktive, optimierungsbasierte Einsatzsteuerung von sektorübergreifenden Bioenergiesystemen

19. Holzenergie-Symposium, 11.09.2026, ETH Zürich

Markus Gölles, Valentin Kaisermayer, Daniel Muschick,
Jakob Fuchsberger, Andreas Moser, Bernd Riederer, Daria Shabatska

Herausforderungen im Betrieb zukünftiger (Bio-)Energiesysteme

- **Nachhaltige Energie- und Ressourcenversorgung** erfordert
 - flexibles, sektorübergreifendes Energie- und Ressourcensystem
 - das spezifische Vorteile der verschiedenen Technologien und Ressourcen nutzt
- **Zunahme von Komplexität und Variationsbreite** durch
 - Integration von erneuerbaren (meist volatilen) Energiequellen
 - Verstärkte Sektorkopplung
 - meist relevanter Anteil an Wärme, z.B. KWK oder Elektrolyseure
 - Integration von (Langzeit)Speichern
 - Neue Preismodelle / Plattformen für Flexibilitätsbereitstellung

**Zunehmende Komplexität und Variationsbreite erfordert
flexible und effiziente Einsatzsteuerung aller Komponenten**

Anforderungen an Einsatzsteuerungen

Optimaler Betrieb

(Kosten, CO₂ Emissionen, ...)

→ **Optimierungsbasiert**
Gewährleistet optimalen Betrieb des Systems
durch gezielte Nutzung aller Technologien

Volatilität

von Erzeugung und Verbrauch

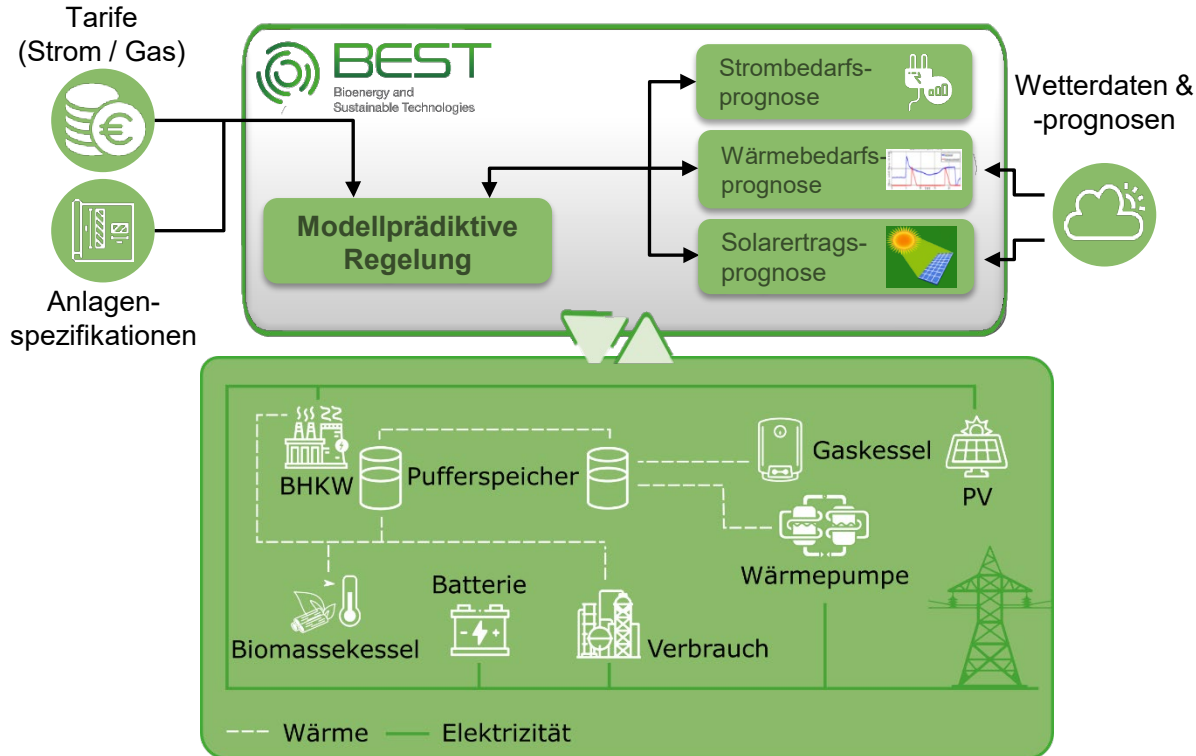
→ **Prädiktiv**
Integration von Wetter- und Marktpreisprognosen
Berechnung von Verbrauchs- und Ertragsprognosen

Variationsbreite

der Konfigurationen

→ **Modular**
Automatische (Re-)Formulierung des
Optimierungsproblems basierend auf
Spezifikationen der Komponenten

Modulares, prädiktives, optimierungsbasiertes Energie- und Ressourcensteuerungssystem



Ein Software-Framework für viele Anwendungen

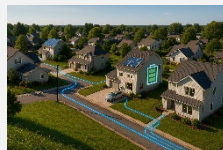
Einfamilienhäuser

Energiemanagement zur Erhöhung von Komfort und Effizienz



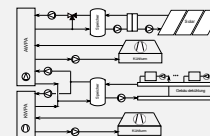
EEG / BEG

Synchronisation individueller Produktionen und Verbräuche



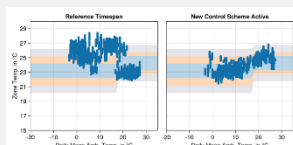
Solarthermie

Solare(s) Kühlen, Prozesswärme, Fernwärme



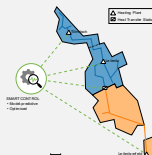
Gebäude / Quartiere

Heizen und Kühlen bei gesteigertem Komfort



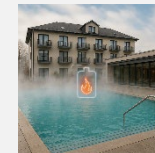
Fernwärme

Wärmeversorgung ganzer Städte mit Hunderten Verbrauchern



Gewerbe und Industrie

Steuerung von Energieerzeugung, -speicherung und -verbrauch

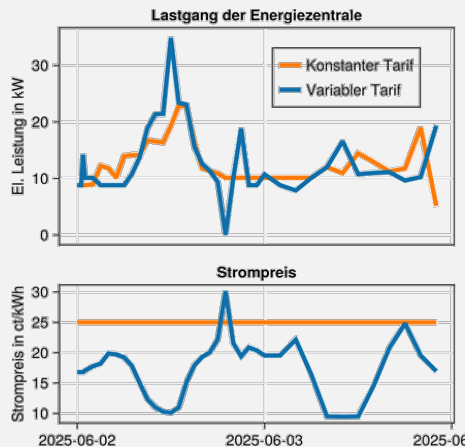


Ermöglicht sektorübergreifende, flexible, systemdienliche Betriebsführung

Flexibilitätsbereitstellung für den Stromsektor

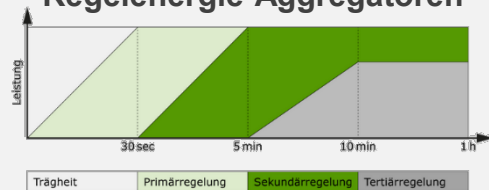
Dynamische Strompreise

Zeitliche Verschiebung von
Verbrauch / Erzeugung



Teilnahme am Intraday-Handel

Regelenergie-Aggregatoren



Virtual Power Plants



Flexibilität für Verteilnetze

Beispielhafte Initiative
in Österreich:
Stromausgleich Österreich



Großes Potential in Flexibilitätsbereitstellung durch den Wärmesektor

Umsetzungsbeispiel 1

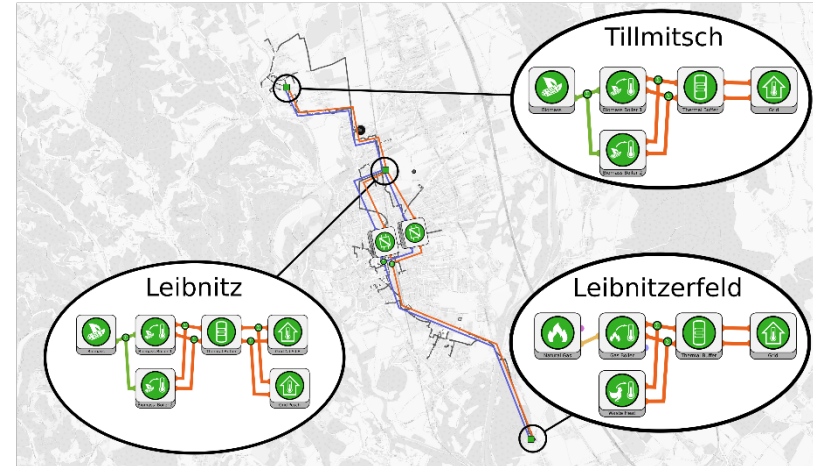
Zusammenschluss von 2 Nahwärmenetzen

Nahwärmenetze

Netz	Kapazität Produktion	Jährlicher Wärmebedarf	Kapazität Speicher	Potential Abwärme
Tillmitsch*	2 x 800 kW Biomassekessel	~ 4 GWh	25 m ³	
Leibnitz*	3,2 & 2,4 MW Biomassekessel	~ 12 GWh	75 m ³	
Leibnitzerfeld	6 MW Gaskessel	~ 15 GWh	2 x 223 m ³	~ 4.5 MW

Wärmeübertrager

Netze	Kapazität
Leibnitz ↔ Leibnitzerfeld	4 MW



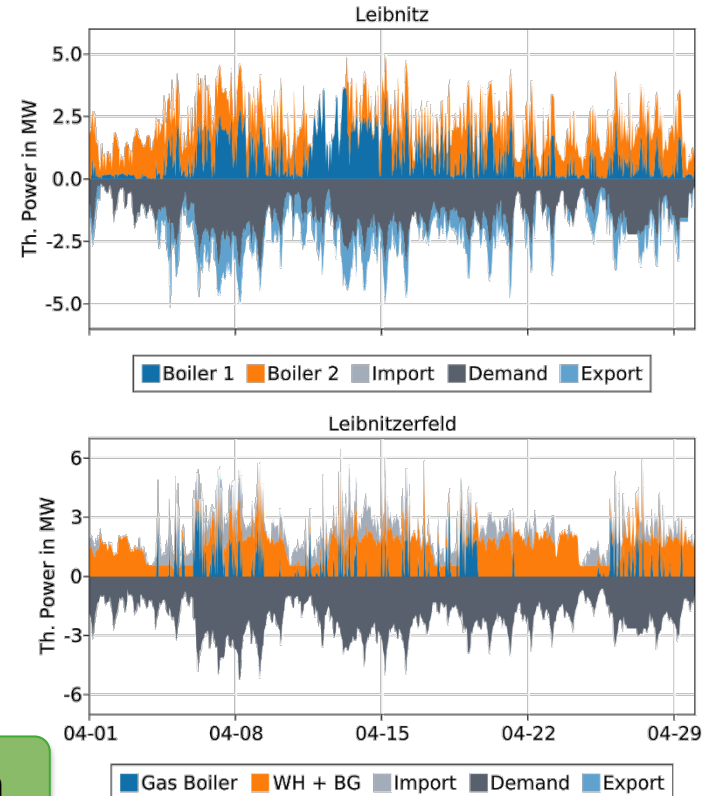
* Netze in Tillmitsch und Leibnitz haben gleichen Eigentümer → Betrachtung als 1 Netz mit 2 Einspeisepunkten

Umsetzungsbeispiel 1

Zusammenschluss von 2 Nahwärmenetzen

- **Langzeitvalidierung nur mit eingeschränkten Entscheidungsrechten**
 - Beschränkung auf Entscheidung des zu übertragenden Wärmestromes
 - Substitution von Wärme aus Gas durch Biomasse
 - 6,65 GWh (in 13 Monaten)
 - 31% des Gesamtverbrauchs (Leibnitzerfeld)

- **Kurzzeitige Validierung der vollständig optimierungsbasierten Einsatzsteuerung**
 - alle Erzeuger und Wärmeübertrager
 - Erhöhte Nutzung der Übergabestation bis zu 60%

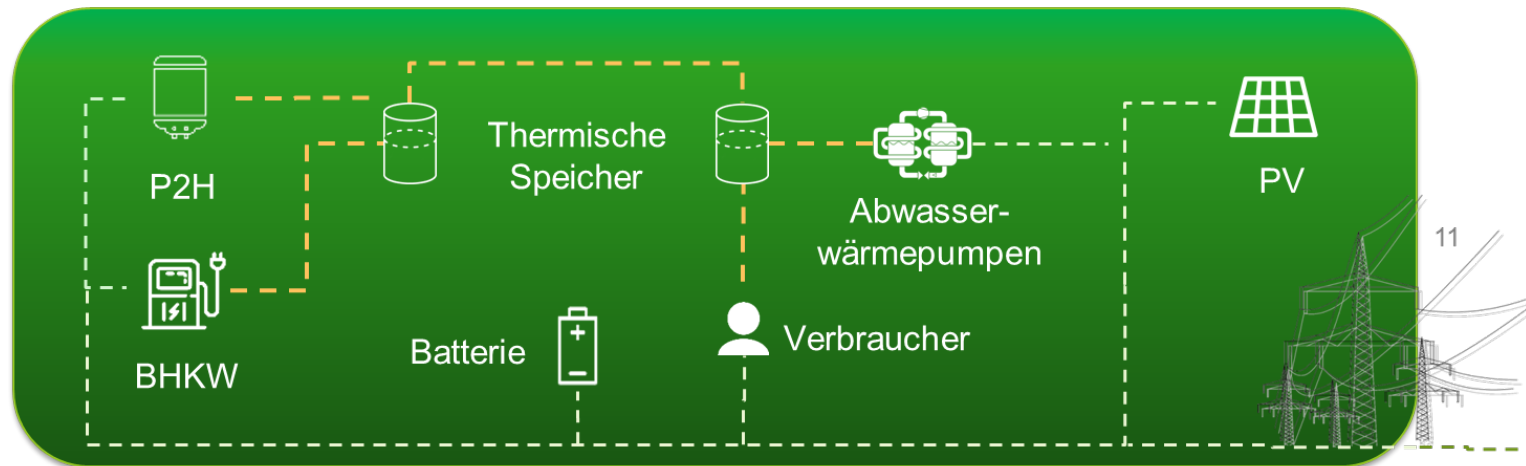


Vertrauensaufbau bei Betreiber*innen erforderlich

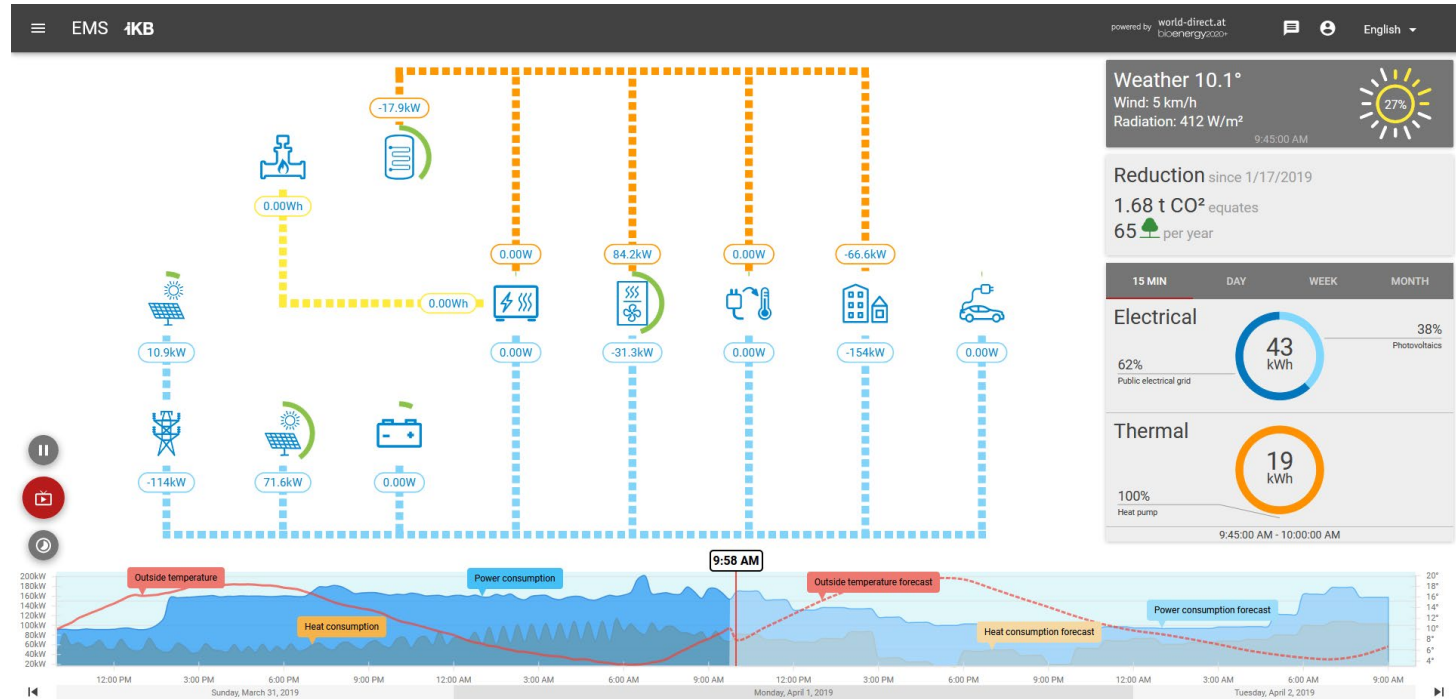
Umsetzungsbeispiel 2

iKB – Smart City Lab

- Demonstrator der Innsbrucker Kommunalbetriebe
- Zentrale Regelung mehrerer, auf mehrere Standorte verteilter, Wärmeerzeuger (BHKW, Wärmepumpe, P2H) und Speicher



Umsetzungsbeispiel 2 iKB – Smart City Lab

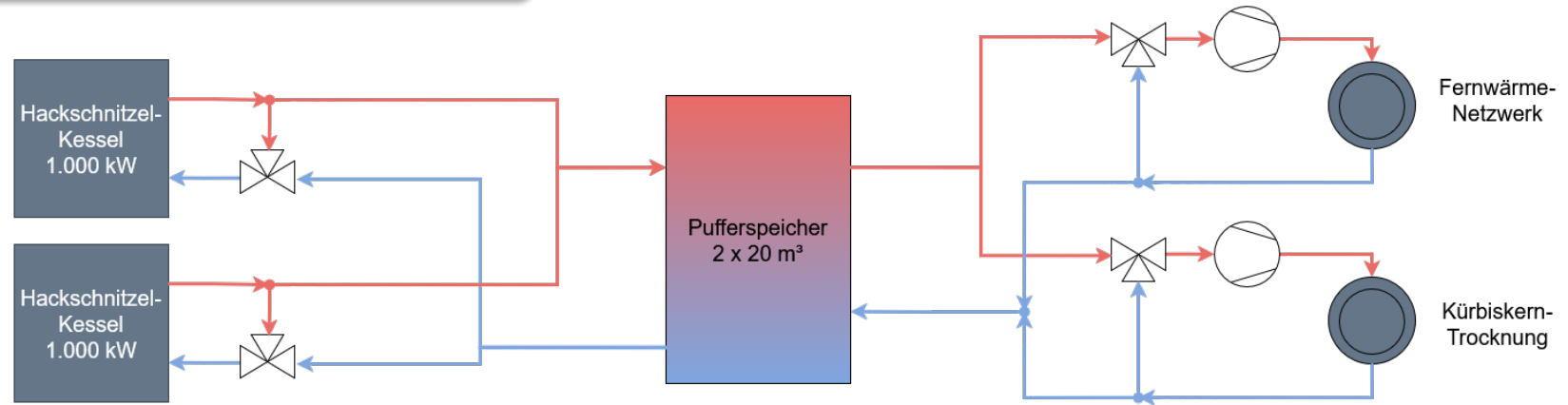


Nachvollziehbarkeit erhöht Akzeptanz bei Betreiber*innen

Potentialabschätzung 1

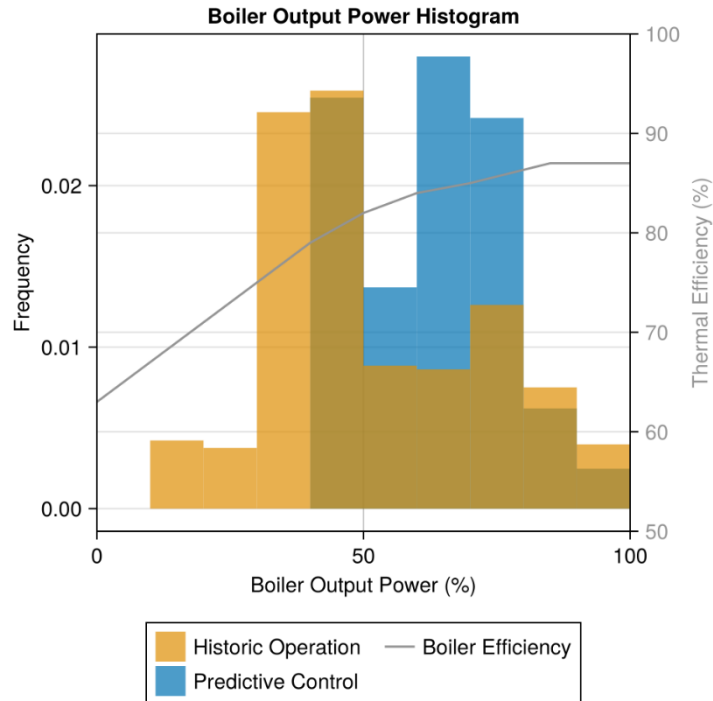
Einfaches Nahwärmenetz mit zusätzlicher Trocknungsanlage

Nahwärme Kreuzstätten (AUT)



Potentialabschätzung 1

Einfaches Nahwärmenetz mit zusätzlicher Trocknungsanlage



Reduktion der Wärmegestehungskosten
durch effizienteren Betrieb: **-4.3%**

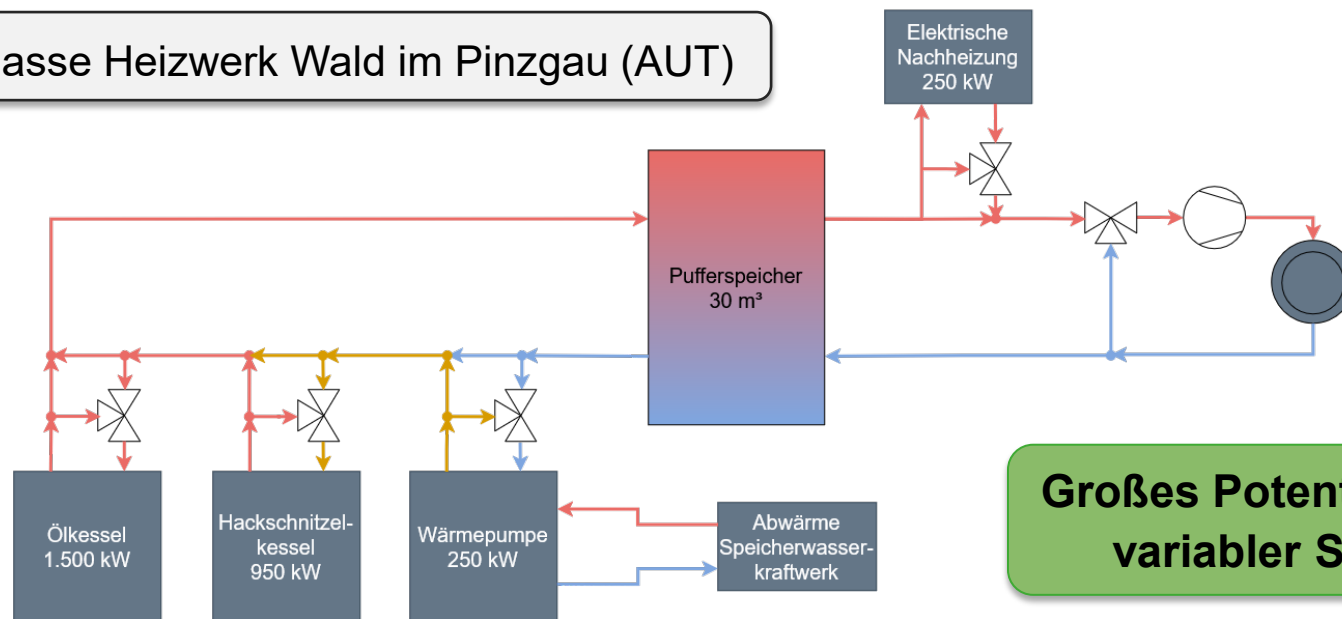
Reduktion der Starts/Stopps: **-22.5%**

**Schon einfache Systeme profitieren
durch effizienteren Kesselbetrieb**

Potentialabschätzung 2

Abwärmenutzung (Speicherkraftwerk) in einem Nahwärmenetz

Biomasse Heizwerk Wald im Pinzgau (AUT)



**Großes Potential in Nutzung
variabler Strompreise**

Reduktion der Wärmegestehungskosten durch Nutzung niedriger Strompreise: **-29.5%**

Zusammenfassung und Ausblick

- Zunehmende Komplexität, Variationsbreite und Volatilität erfordern flexible und vorausschauende Einsatzsteuerung aller Komponenten
- Großes Potential in Verwendung optimierungsbasierte, prädiktiver übergeordneter Einsatzsteuerungen
- Breite Nutzung erfordert
 - Vertrauensaufbau bei Betreiber*innen
(Nachvollziehbarkeit, effiziente Potentialabschätzung)
 - Standardisierung der Schnittstellen für kosteneffiziente Implementierung

Prädiktive, optimierungsbasierte Einsatzsteuerung von sektorübergreifenden Bioenergiesystemen

19. Holzenergie-Symposium, 11.09.2026, ETH Zürich

Markus Gölles, Valentin Kaisermayer, Daniel Muschick,
Jakob Fuchsberger, Andreas Moser, Bernd Riederer, Daria Shabatska