



Primäre und sekundäre Verbesserungen an einem Biomassekessel für Agrarbrennstoffe

C. Zemmann, J. Kelz, D. Muschick,
S. Retschitzegger, M. Gölles

10. Fachgespräch Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen,
TFZ Straubing, 20.03.2019



Ausgangssituation und Problemstellung

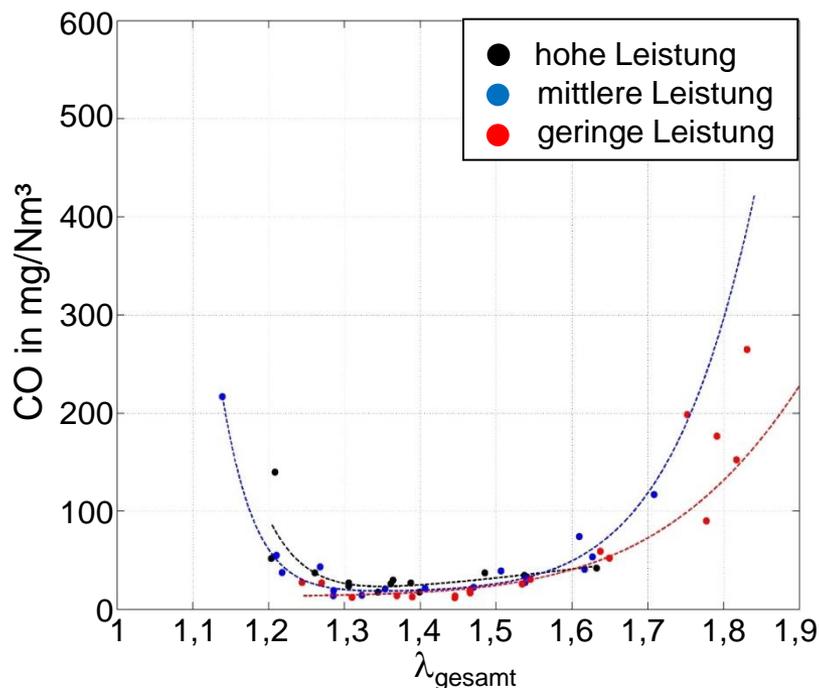
- **Derzeit geringe Nutzung alternativer Brennstoffe (Kurzumtrieb, Mais, Stroh, etc.) in Biomasse-Kleinfeuerungen (< 500kW)**

- **Erhöhte Anforderungen an das Verbrennungssystem um schadstoffarme und effiziente Verbrennung zu erreichen**
 - Höhere Aschegehalte
 - Niedrigere Energiedichten
 - Niedrigere Ascheschmelztemperaturen
 - ...

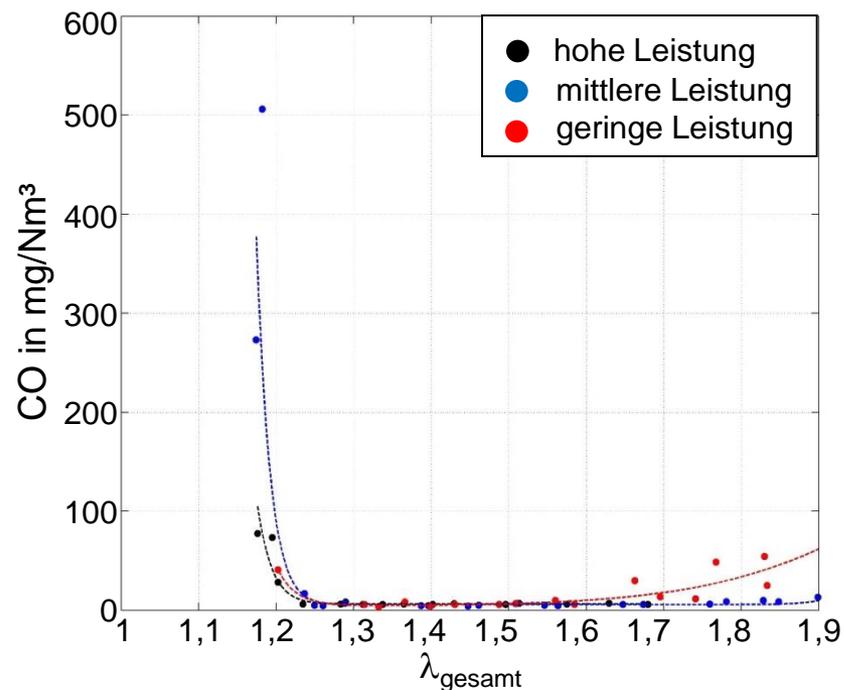
- **Große Variationsbreite der Brennstoffeigenschaften zwischen den verschiedenen Brennstoffen**

CO- λ -Charakteristik für unterschiedliche Brennstoffe und Leistungen

Kurzumtrieb (Pappel)

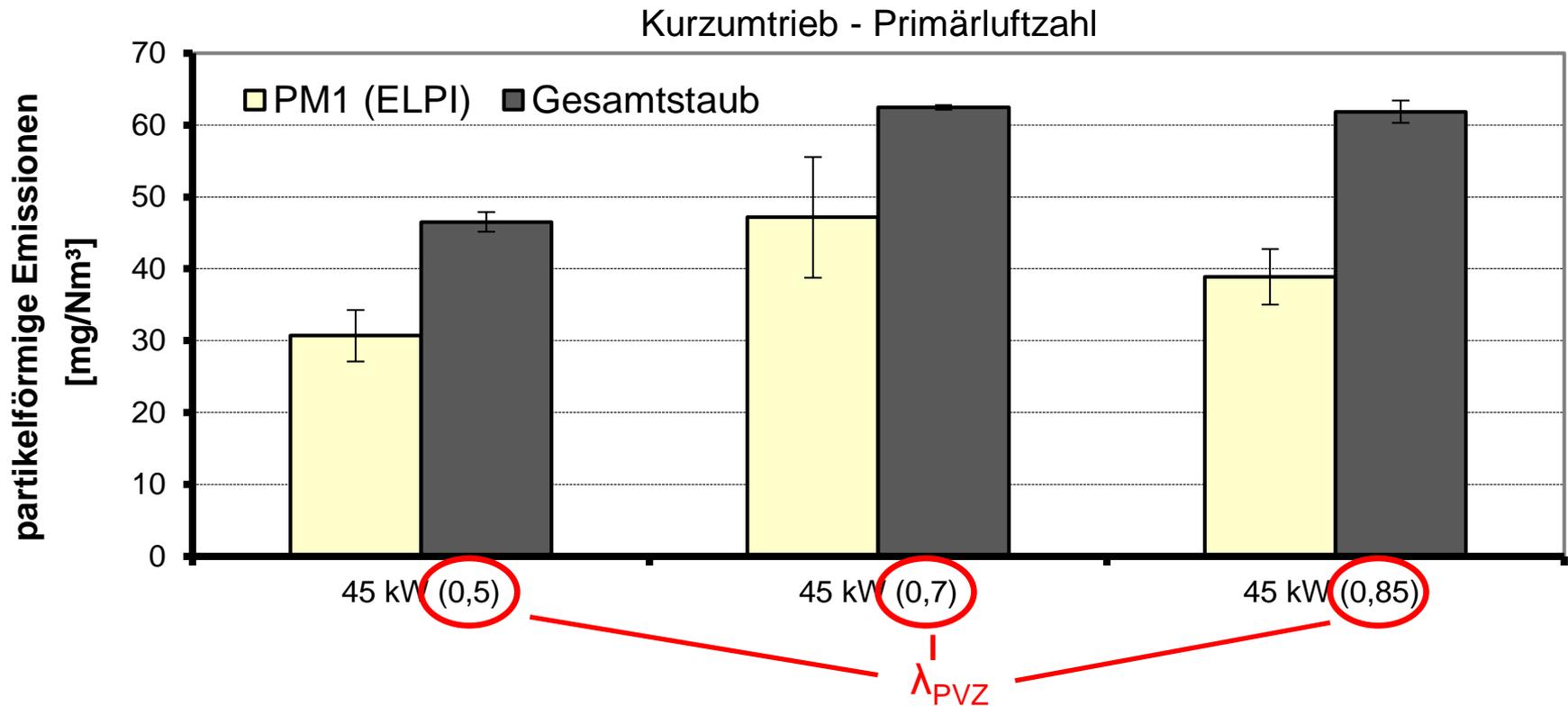


Holzpellets



→ **Variierende CO-Emissionen bei variierenden Betriebsbedingungen / Brennstoffen**

Staubemissionen für unterschiedliche Primärluftverhältnisse



→ Partikelförmige Emissionen hängen neben Brennstoffeigenschaften auch wesentlich von Betriebsbedingungen ab (u.a. von λ_{PVZ})



Nutzung alternativer Brennstoffe / Erhöhung der Brennstoffflexibilität

■ Grundsätzliche Möglichkeiten

■ Primärmaßnahmen

- Konstruktive Maßnahmen:
Rost- und Feuerungsgeometrie, Ausführung der Luftzufuhr
- Regelungstechnische Maßnahmen: Adaptive Regelungskonzepte

■ Sekundärmaßnahmen

- Elektrofilter
- Katalysatoren

■ Forschungsprojekt – MoREIntegrALBiomass

- Regelungstechnische Anforderungen und Möglichkeiten
- Möglichkeiten zur Adaptierung / Integration bestehender Elektrofilter und Bewertung deren Abscheideeffizienz

bioenergy2020+





Grundsätzliche Vorgehensweise (1/2)

- **Ausstattung einer grundsätzlich für Brennstoffflexibilität konzipierten Rostfeuerung mit umfassender Sensorik**

- **Untersuchung des Emissionsverhaltens verschiedener Biomassebrennstoffe in Abhängigkeit des Betriebszustandes**
 - Holzpellets, Kurzumtrieb (Pappel), Maisspindel, Stroh
 - Variation der Luftverhältnisse
 - λ_{PVZ} : 0,5; 0,7; 0,85
 - λ_{ges} : 1,1 – 1,9
 - Unterschiedliche Leistungen



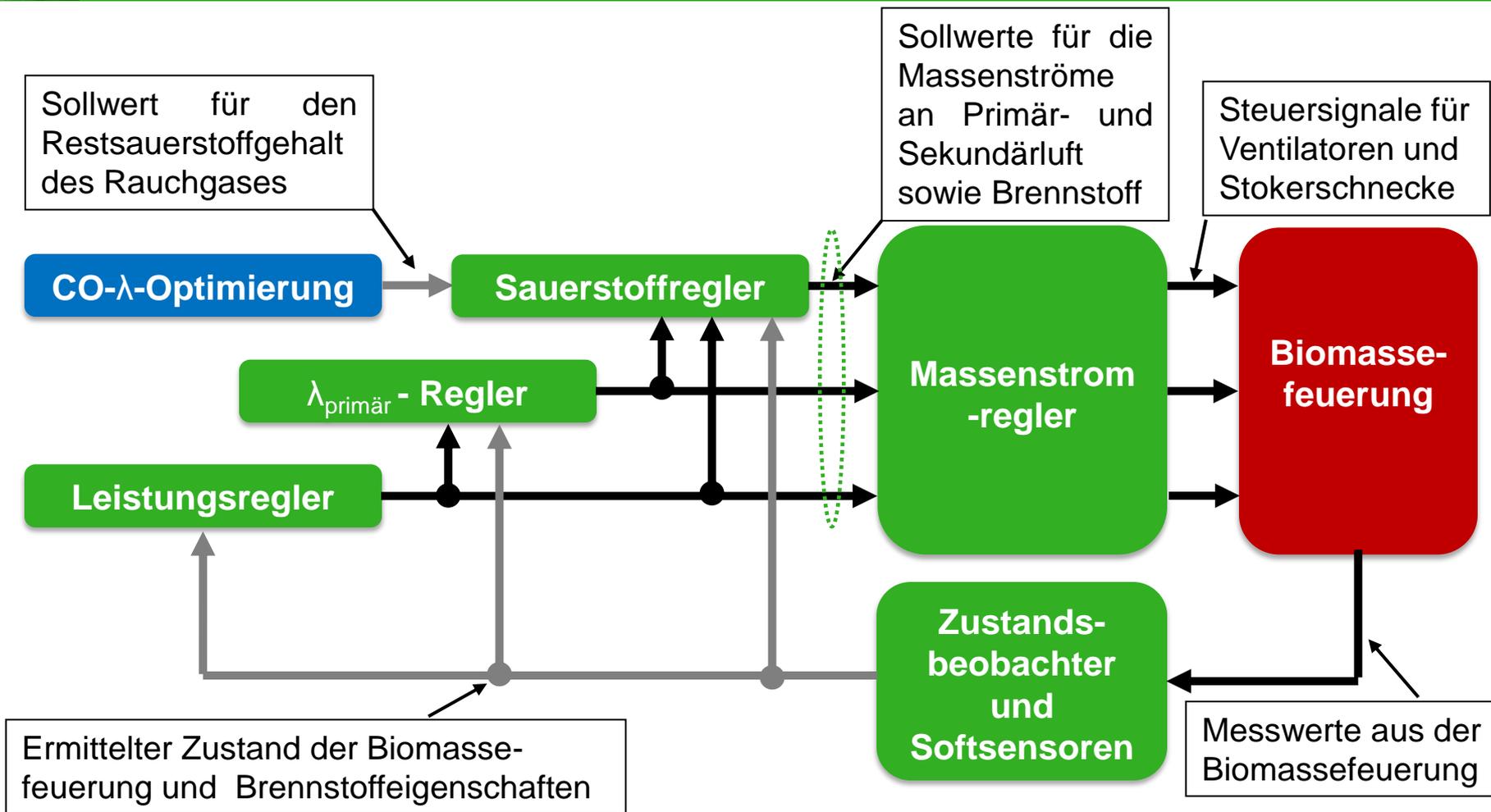
Grundsätzliche Vorgehensweise (2/2)

- **Entwicklung einer modellbasierten Regelung** zur
 - gezielten Einhaltung der für schadstoffarme Verbrennung erforderlichen Verbrennungsbedingungen
 - automatischen Anpassung an geänderte Brennstoffeigenschaften

- **Konzeption eines modular integrierbaren Elektrofilters**

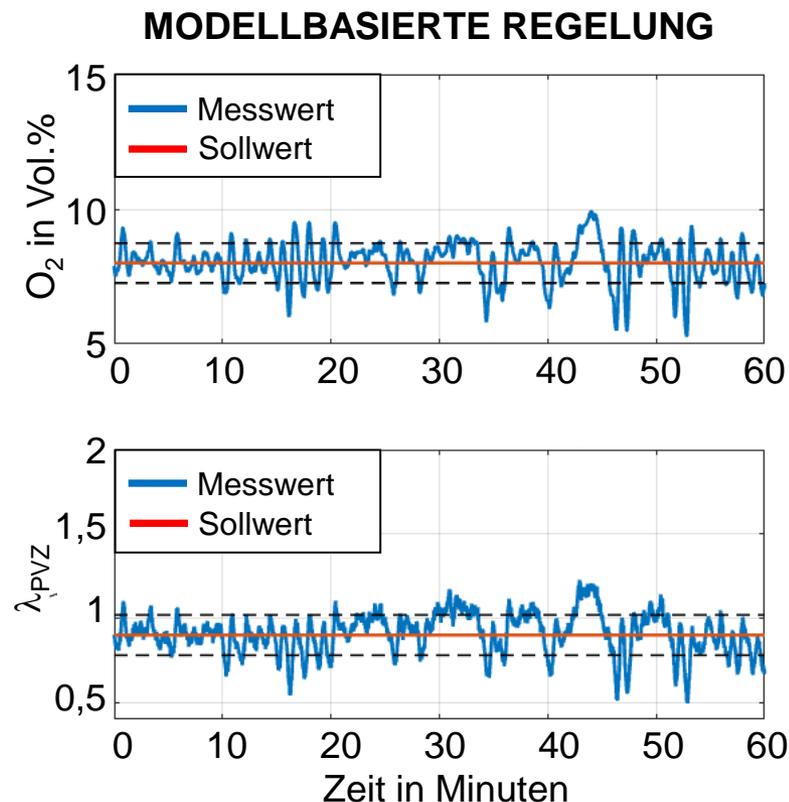
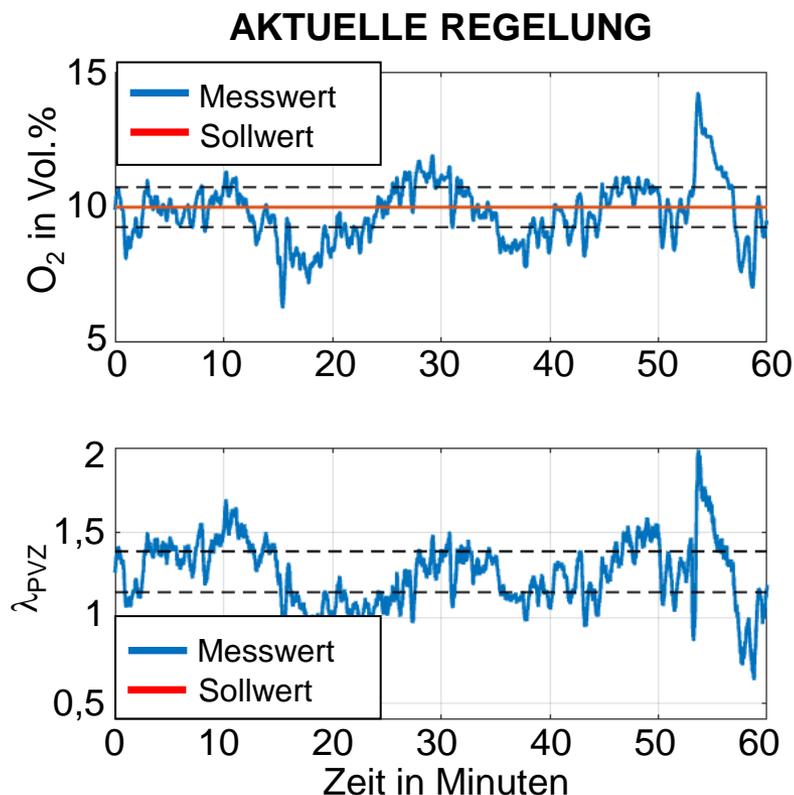
- **Experimentelle Bewertung von Regelung und Elektrofilter**

Modellbasierte Regelung – Grundlegende Struktur



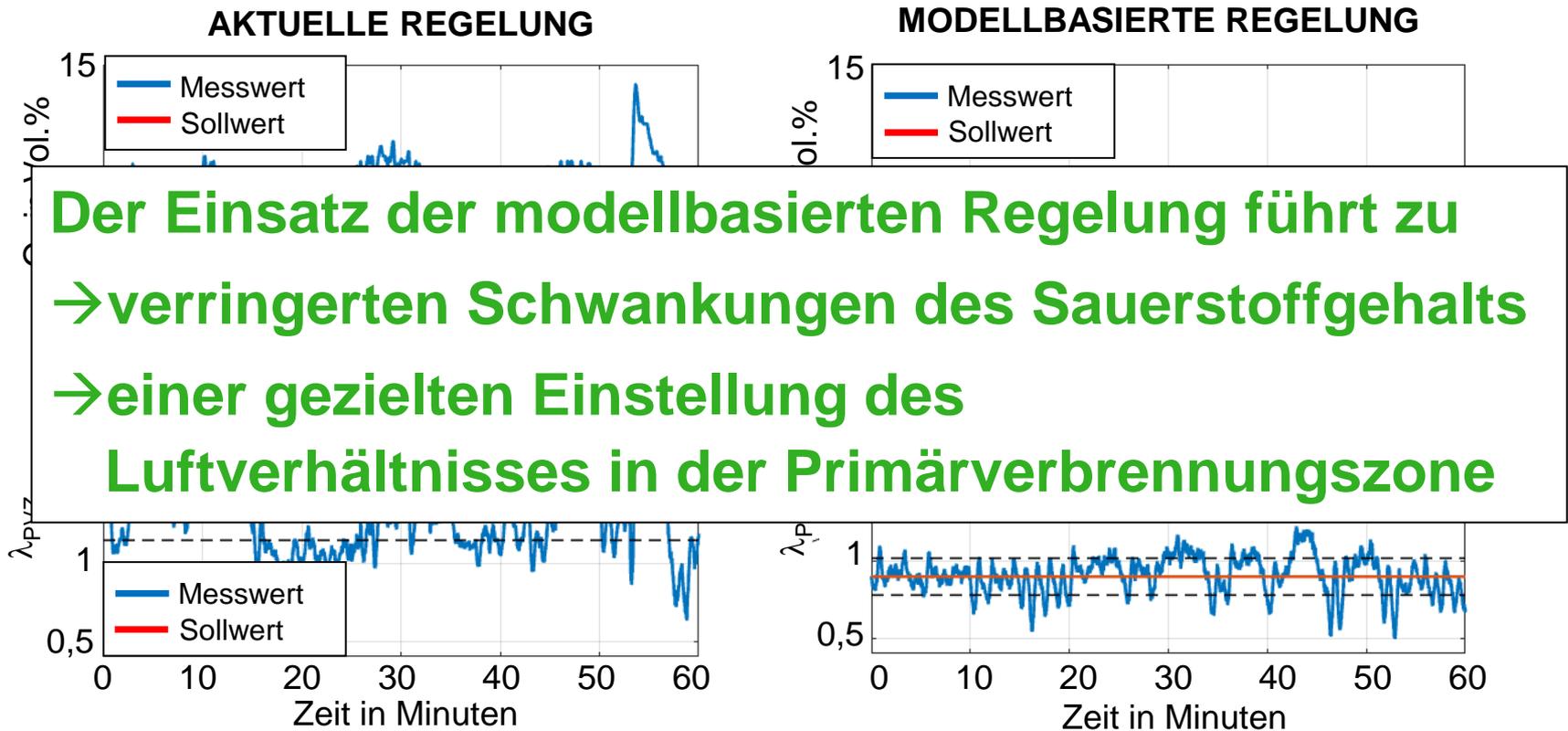
Modellbasierte Regelung – Beispielhaftes Ergebnis

Stationärer Betrieb bei 30 kW mit Maisspindel-Grits



Modellbasierte Regelung – Beispielhaftes Ergebnis

Stationärer Betrieb bei 30 kW mit Maisspindel-Grits



Der Einsatz der modellbasierten Regelung führt zu
→ verringerten Schwankungen des Sauerstoffgehalts
→ einer gezielten Einstellung des
Luftverhältnisses in der Primärverbrennungszone



Modellbasierte Regelung – Zusammenfassung

Einsatz der modellbasierten Regelung führt grundsätzlich zu

- verringerten Schwankungen aller geregelten Größen
- stabilerem Betrieb bei allen Leistungen und bei Leistungswechseln

Ermöglicht eine gezielte Einstellung der optimalen Verbrennungsbedingungen (insbesondere Luftverhältnis in Primärverbrennungszone)

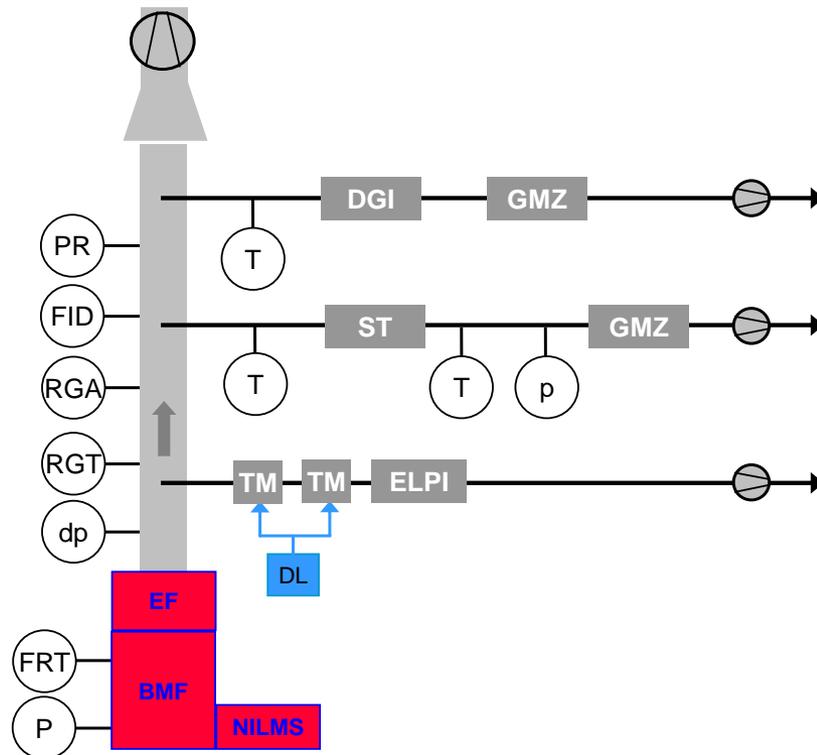
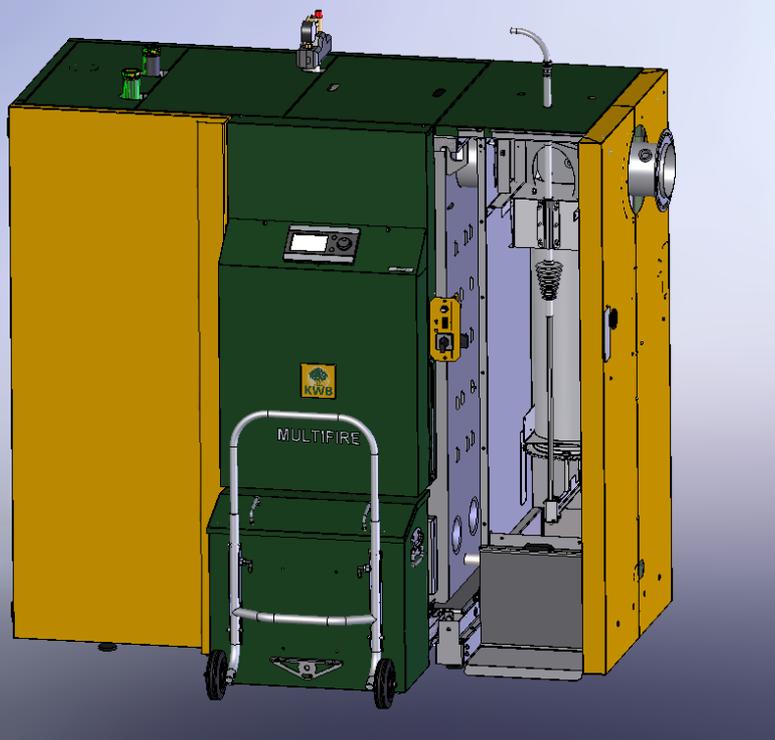
- Reduziertes Risiko der Ascheschmelze
- Verringerung von Schadstoffmissionen

Einsatz eines Zustandsbeobachters samt Soft-Sensoren zur Ermittlung des Zustands der Biomassefeuerung und der Brennstoffeigenschaften

- Nutzung dieses Wissens in der modellbasierten Regelung zur Anpassung an wechselnde Brennstoffe → Brennstoffflexibilisierung

Übergeordnete modulare CO- λ -Optimierung maximiert Wirkungsgrad bei gleichzeitiger Verringerung der Schadstoffemissionen

Modular integrierbarer Elektrofilter – Experimentelle Bewertung



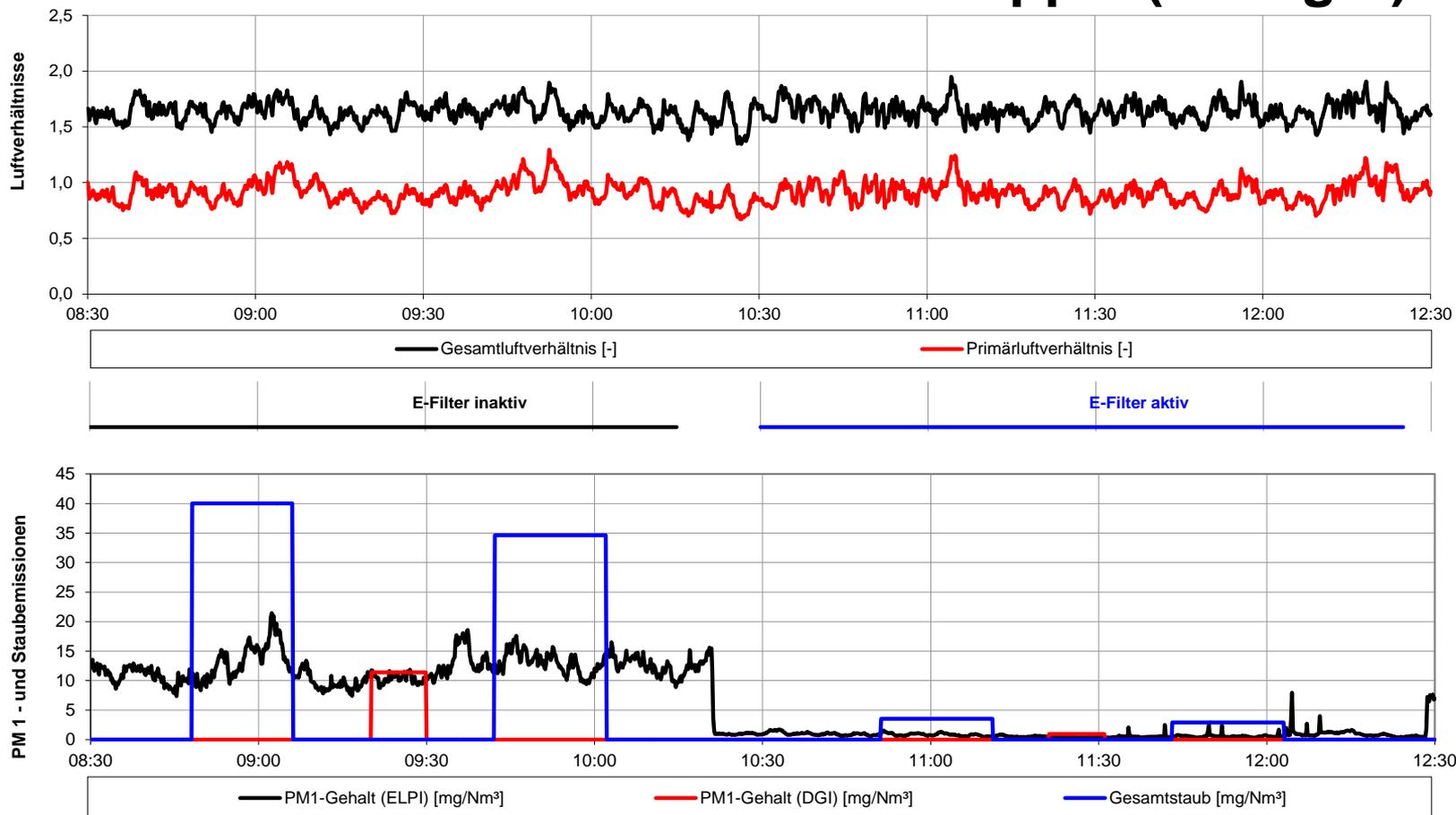
BMF Biomassefeuerung
 EF Elektrofilter
 NILMS nicht-invasives Luftmassenmesssystem
 FRT Feuerraumtemperatur
 P Leistung
 RGT Rauchgastemperatur
 ST Gesamtstaubmessung

RGA Rauchgasanalyse
 dp Differenzdruckmessung
 DL Druckluft
 GMZ Gasmengenzähler
 DGI Dekati Gravimetric Impactor
 ELPI Elektrischer Niederdruck-Kaskadenimpaktor
 TM turbulenter Mischer
 T Temperaturmessung



Modular integrierbarer Elektrofilter – Beispielhaftes Ergebnisse (1/2)

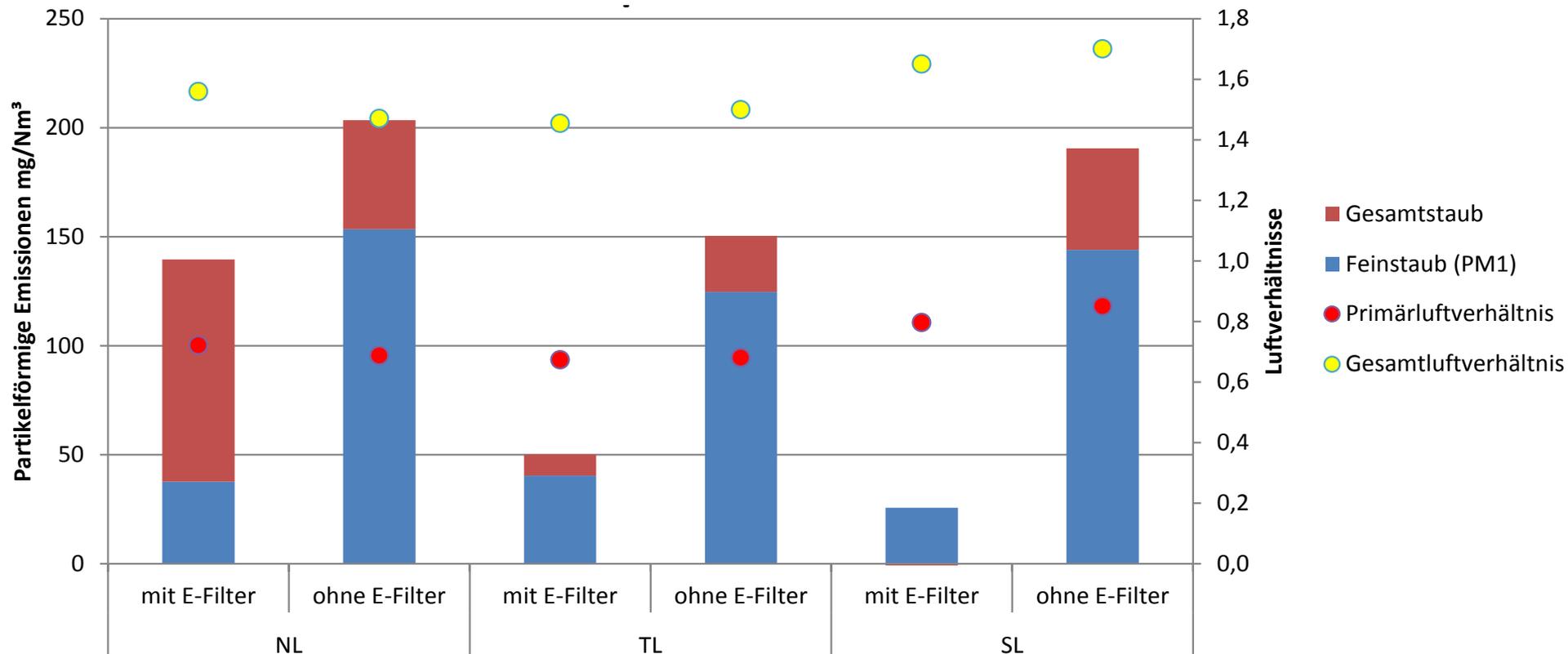
Stationärer Betrieb bei 45kW mit Pappel (Hackgut)





Modular integrierbarer Elektrofilter – Beispielhaftes Ergebnisse (2/2)

Abscheidegrade bei Maisspindel-Grits in Abh. d. Leistung





Modular integrierbarer Elektrofilter – Zusammenfassung

- **Konzeption und Integration des Elektrofilters**
 - Adaptierung marktverfügbarer Technologie war möglich
 - Positionierung nach Wärmeüberträger begünstigt modulare Bauweise

- **Experimentelle Bewertung**
 - Umfassende Testläufe mit begleitenden Emissionsmessungen sowie Brennstoff, Staub- und Ascheanalysen
 - Zufriedenstellende Abscheidegrade für alle untersuchten
 - Brennstoffe
 - Anlagenleistungen

- **Langzeitbewertung über mehrere Jahre Betrieb ist noch ausständig**



Zusammenfassung und Ausblick (1/2)

Forschungsprojekt zur Erhöhung der Brennstoffflexibilität kontinuierlich beschickter Biomassefeuerungen in Richtung alternativer Brennstoffe

- Untersuchung des Emissionsverhaltens in Abhängigkeit des Betriebszustandes untermauert Wichtigkeit
 - der Sicherstellung optimaler Verbrennungsbedingungen
 - der Verwendung geeigneter Sekundärtechnologien
- Entwickelte modellbasierte Regelung ermöglicht
 - gezielte Einhaltung optimaler Verbrennungsbedingungen
 - automatische Anpassung an geänderte Brennstoffeigenschaften
- Modular integrierbarer Elektrofilter
 - Fokus auf alternative Biomassebrennstoffe
 - Marktverfügbare Elektrofiltertechnologie konnte adaptiert werden
 - Bewertung zeigte zufriedenstellende Abscheidegrade für alle untersuchten Brennstoffe und Anlagenleistungen



Zusammenfassung und Ausblick (1/2)

Erforderliche Arbeiten zur praktischen Nutzung der erarbeiteten Ergebnisse

- Überführung der entwickelten modellbasierten Regelung in die Serie
- Untersuchung des Langzeitverhaltens des Elektrofilters
- Untersuchung der gezielten Optimierung der Abscheideraten des Elektrofilters für spezifische alternative Biomassebrennstoffe (Fokus des Projektes lag auf Brennstoffflexibilität)



bioenergy2020+

Weitere Informationen:

<https://www.bioenergy2020.eu/de/kompetenzbereiche/anlagenregelungstechnik/projekte/view/420>

Danke für die Aufmerksamkeit!

Dr. Markus Gölles

Inffeldgasse 21b, 8010 Graz, Austria

0043-316-873-9208

markus.goelles@bioenergy2020.eu

www.bioenergy2020.eu

Dieses Projekt wurde aus Mitteln des Klima - und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Energieforschungsprogramms 2014 durchgeführt.

powered by  klima+
energie
fonds

innovations 
kompetenz