



bioenergy2020+



Betrieb bei maximaler Effizienz und minimalen Emissionen durch CO- λ -Optimierung

Dipl.-Ing. Christopher Zemann, Dr.-Ing. Frank Hammer

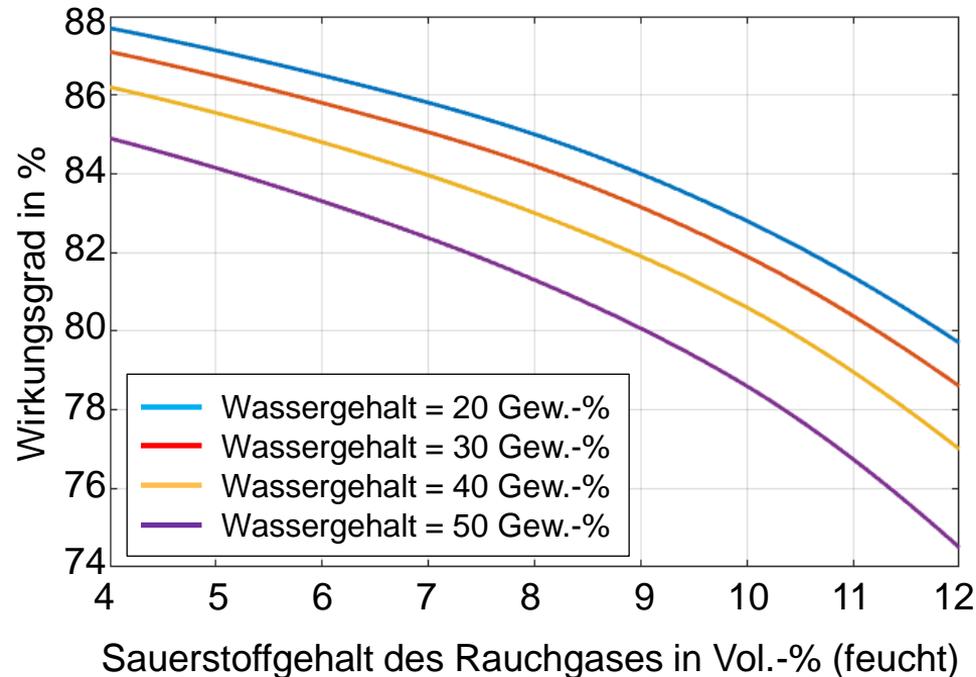
Heizwerke-Betreibertag 2019
Sieggraben, 07. Oktober 2019



Competence Centers for
Excellent Technologies

Sauerstoffgehalt und Wirkungsgrad

Wirkungsgrad von Verbrennungsprozessen
in Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt des Rauchgases



Faustformel:

Eine **Verringerung des Sauerstoffgehalts um 1 Vol.-% (feucht)** führt zu einer **Erhöhung des Feuerungs-Wirkungsgrads um 1 %**.

Beispielrechnung: Brennstoffersparnis

- Nennleistung: 5 MW_{th}
- Jährlicher Wärmeverkauf: 12.000.000 kWh (2400 Volllaststunden)

- Jährlicher Brennstoffverbrauch: 16.000 srm
 - 6.400 srm Sägenebenprodukte (40%)
 - 9.600 srm Waldhackut (60%)
 - Kosten für Waldhackgut: 20 € je srm

- 1 – 2% Brennstoffersparnis (Waldhackgut)

➤ **Einsparung: €1.920 – €3.840 pro Jahr**

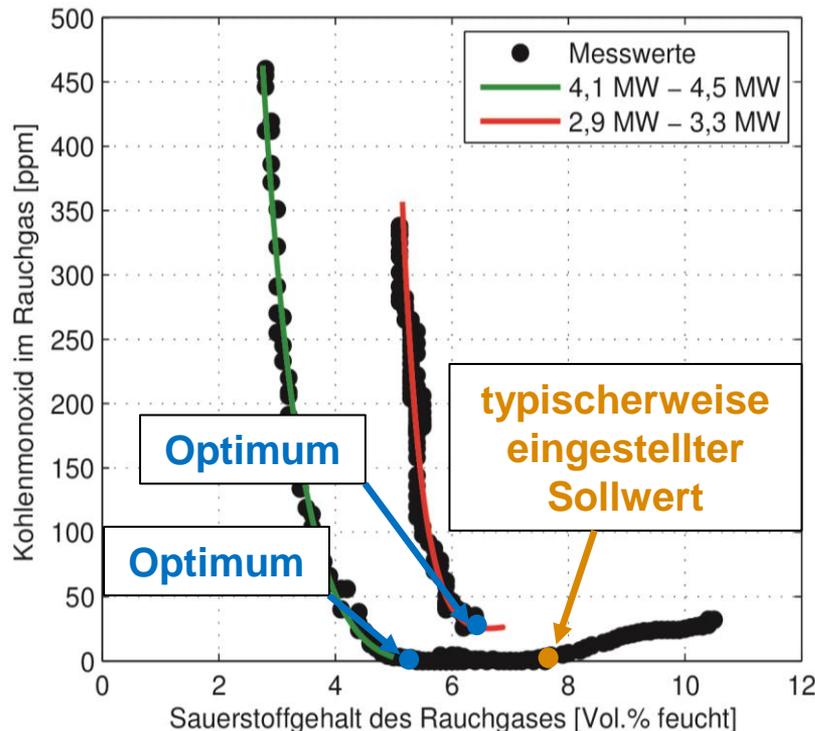
Beispielrechnung: Stromersparnis

- O₂-Absenkung: 1 Vol.-% (feucht)
 - von 8 Vol.-% auf 7 Vol.-%
 - bei Brennstoffwassergehalt von 30 Gew.-%
 - **ca. 8% weniger Rauchgasmassenstrom**
-
- Rauchgasventilator - Nennleistung (elektrisch): 20 kW
 - 4000 Volllaststunden pro Jahr
 - Strompreis: 10 Cent / kWh
 - **Stromersparnis: > €500 pro Jahr**

Ähnliche Ergebnisse für den Sekundärluftventilator

Sauerstoffgehalt und Schadstoffemissionen

CO- λ -Charakteristik



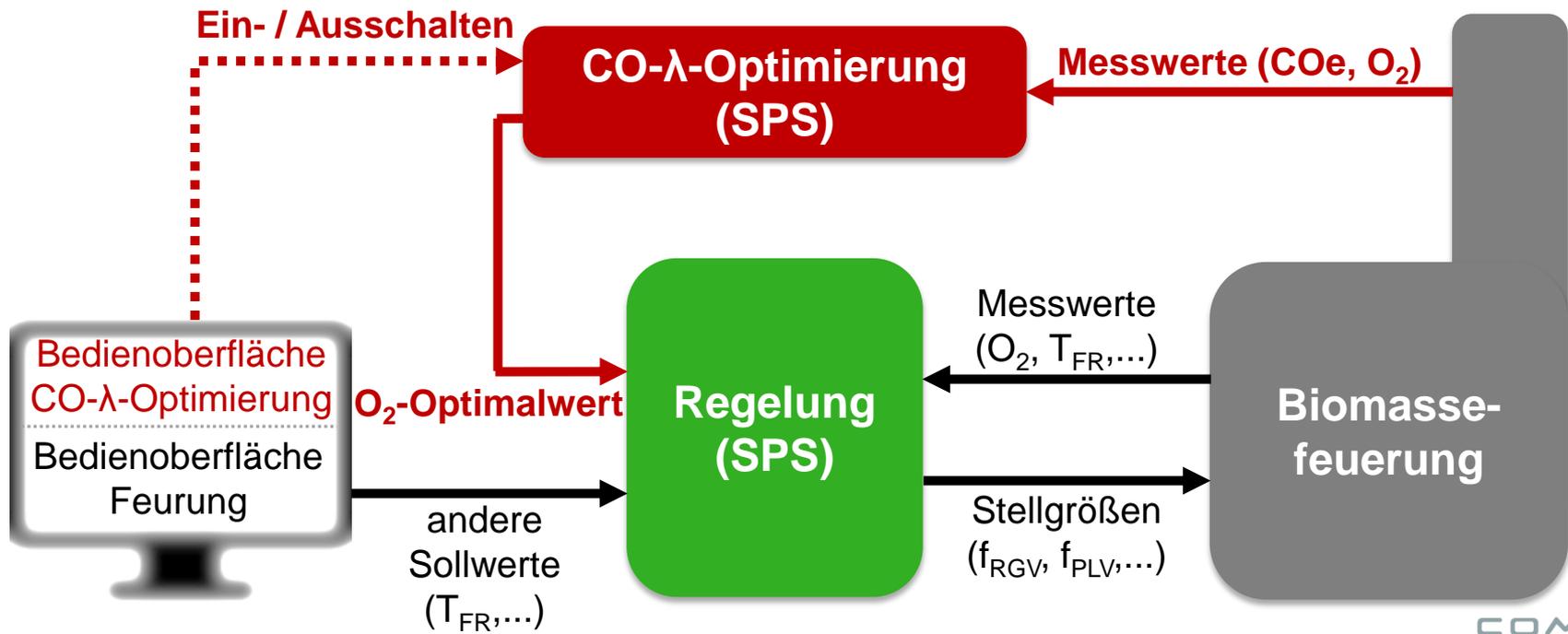
- Die CO-Emissionen ändern sich mit der Leistung und mit den Brennstoffeigenschaften (z.B. Wassergehalt)
- Ein konstanter O₂-Sollwert führt zu:
 - erhöhten CO-Emissionen oder
 - verringertem Wirkungsgrad
- **Vorgabe des O₂-Sollwerts so, dass die CO-Emissionen minimiert werden und der Wirkungsgrad erhöht wird.**

„CO- λ -Optimierung“

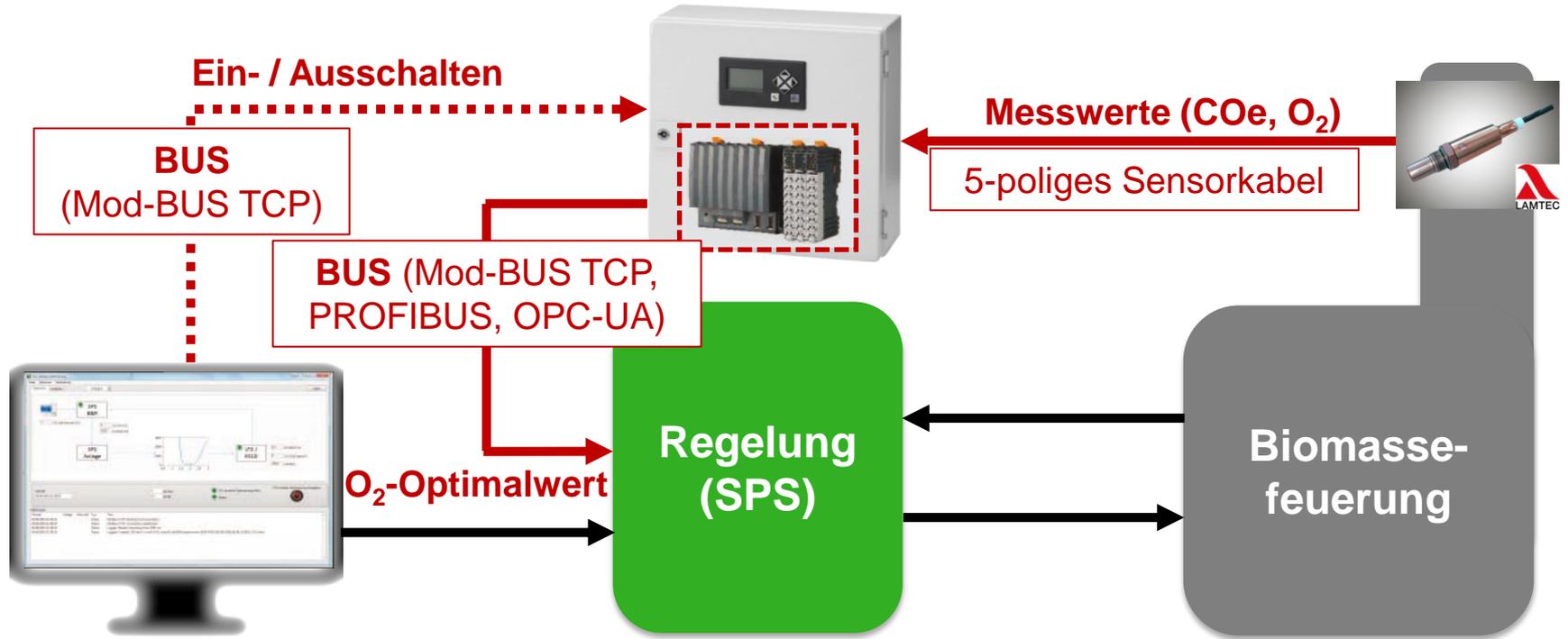
COMET



CO-λ-Optimierung: Funktionsprinzip



CO-λ-Optimierung: Umsetzung



Biomasse-Heizwerk in Fuschl am See



Heizwerk

- Betriebsführung: s.nahwaerme.at Energiecontracting GmbH
- 2 Biomassefeuerungen
 - 1 MW und 2,5 MW
- Jahreswärmeabgabe: 16000 MWh
- Kunden: 175

Die CO- λ -Optimierung ist an einer der Biomassefeuerungen implementiert

- Nennleistung: 2,5 MW
- Brennstoff: Hackgut (Wassergehalt: 30-50 Gew.-%)

Beschreibung der Langzeituntersuchung

Durchführung der Langzeituntersuchung

- CO- λ -Optimierung ist für **2 Tage aktiviert**, dann für **2 Tage deaktiviert**
- damit wird gewährleistet, dass stets vergleichbare Bedingungen herrschen
- Durchführung über eine Heizperiode (**November 2018 bis März 2019**)

Methode zur Berechnung des Wirkungsgrads

- Messung der abgegebenen wasserseitigen Leistung
- Aufzeichnung der Anzahl der Brennstoffzufuhrzyklen (Stokerzyklen)
- **Berechnung der abgegebenen Energie je zugeführtem Brennstoff**

Ergebnisse: Überblick

AKTIVIERT	31462 Zykl.	... Stokerzyklen
	2814,7 MWh	... gelieferte Energie
	1154,8 h	... Betriebsstunden
	2,44 MW	... mittlere Leistung
	11,18 Zyklen / MWh	

Die CO- λ -Optimierung war insgesamt für **1154,8 Stunden** in Betrieb

Der Einsatz der CO- λ -Optimierung führte zu einer Einsparung von **3,8%** an Brennstoff

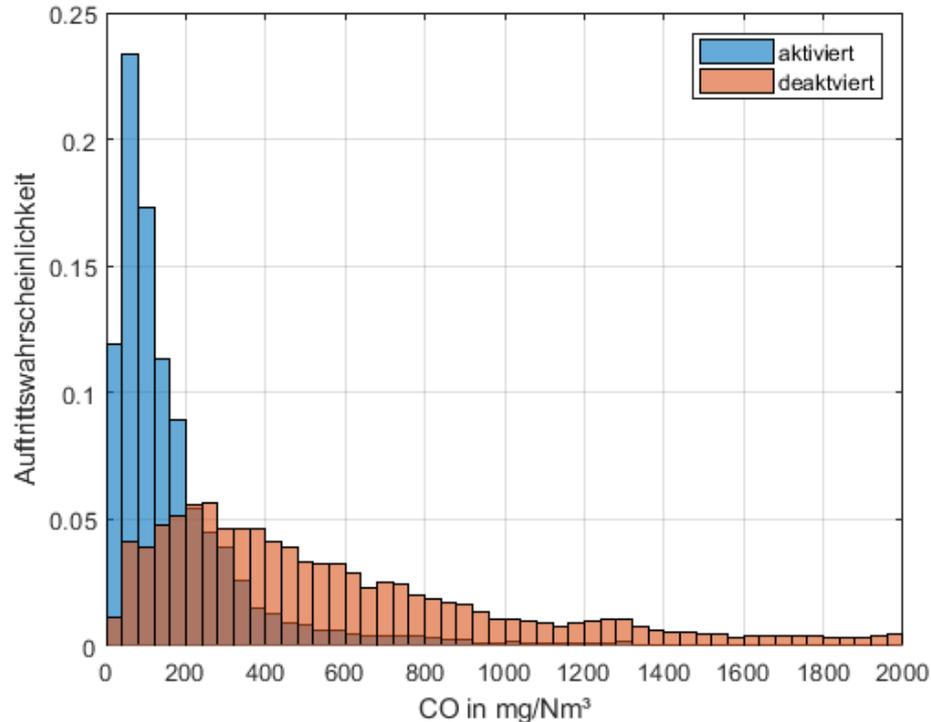
Der Rauchgasmassenstrom wurde um ca. **15%** verringert

DEAKTIVIERT	36651 Zykl.	... Stokerzyklen
	3154,0 MWh	... gelieferte Energie
	1310,6 h	... Betriebsstunden
	2,41 MW	... mittlere Leistung
	11,62 Zyklen / MWh	

3,81% weniger Zyklen je MWh notwendig

Ergebnisse: Kohlenmonoxid

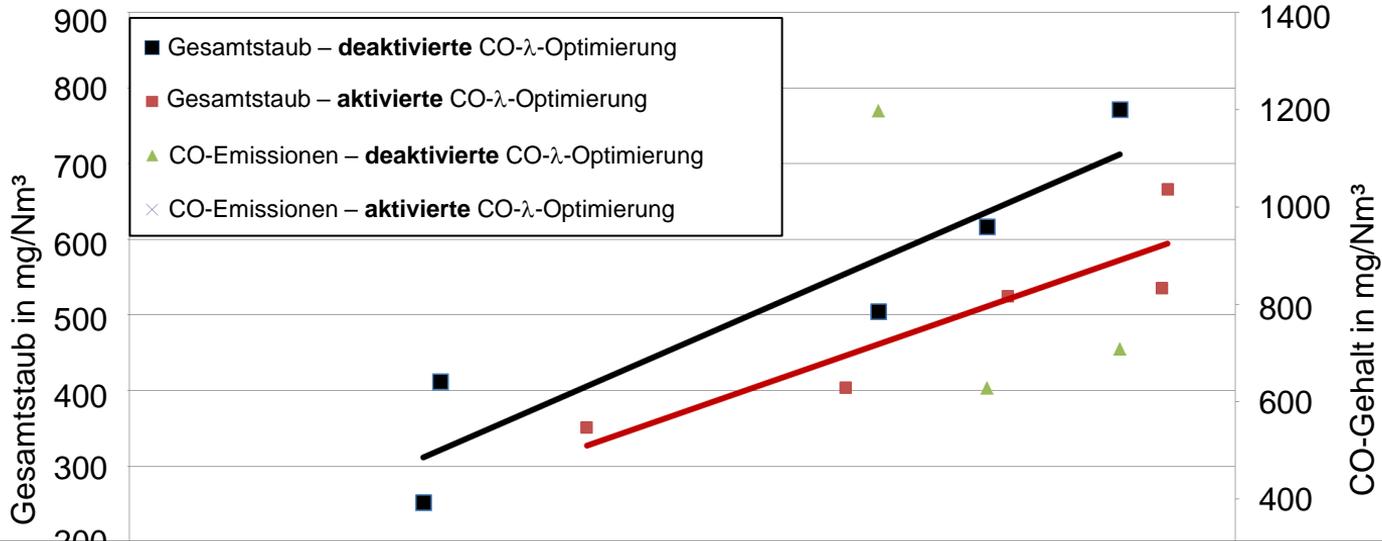
Verteilung der CO-Emissionen bei
aktivierter und **deaktivierter** CO- λ -Optimierung



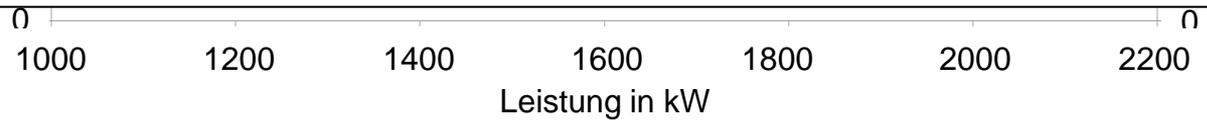
- Betrachtungszeitraum: eine Woche
- Vergleichsmessungen mit einem Rauchgasanalysator (ABB)

Der Einsatz der CO- λ -Optimierung führte im Mittel (Median) zu einer **Verringerung der CO-Emissionen um 200 mg/Nm³**.

Ergebnisse: Gesamtstaub (nach Kessel, vor Filter)



Im Bereich von 1,3 MW bis 2,2 MW führte der Einsatz der CO-λ-Optimierung zu einer mittleren Absenkung der Gesamtstaubemissionen um 19,5%.





Zusammenfassung

Die **CO- λ -Optimierung** gibt der Anlagenregelung einen **O₂-Optimalwert** vor und stellt damit einen Betrieb der Biomasse-Feuerung mit minimalen CO-Emissionen und maximalem Wirkungsgrad sicher.

Die Langzeituntersuchung des Einsatzes der CO- λ -Optimierung im Biomasse-Heizwerk in Fuschl am See führte zu folgenden Ergebnissen:

- Erhöhung des Wirkungsgrads
 - Senkung des Brennstoffverbrauchs (**-3,8%**)
- Verringerung der mittleren CO-Emissionen (**-200 mg/Nm³**)
- Verringerung der mittleren Gesamtstaubemissionen (**-19,5%**)



bioenergy2020+

Betrieb bei maximaler Effizienz und minimalen Emissionen durch CO- λ -Optimierung

BIOENERGY 2020+ GmbH

Dipl.-Ing. Christopher Zemann

Automatisierungs- und Regelungstechnik

E-Mail: christopher.zemann@bioenergy2020.eu

Telefon: + 43 (0) 316 873-9227

Dipl.-Ing. Dr. Markus Gölles

Automatisierungs- und Regelungstechnik

E-Mail: markus.goelles@bioenergy2020.eu

Telefon: + 43 (0) 316 873-9208

LAMTEC Meß- und Regeltechnik für Feuerungen GmbH & Co. KG

Dr.-Ing. Frank Hammer

Vertrieb Produktmanagement Sensorik, Messsysteme

E-Mail: hammer@lamtec.de

Telefon: +49 (6227) 6052-75