

CO- λ -Optimierung

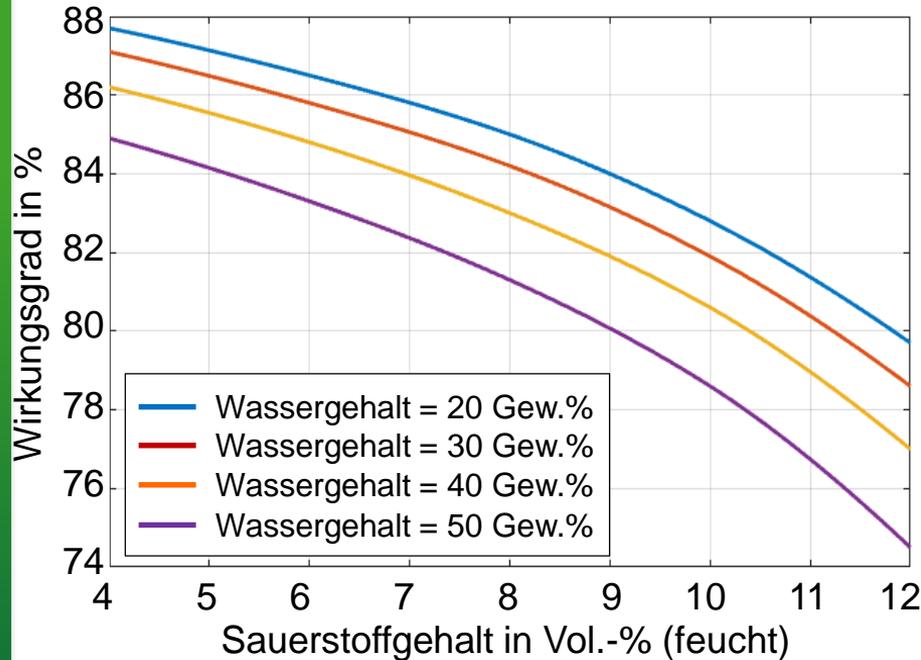
Betrieb von Feuerungen bei **maximalem Wirkungsgrad**
und **vollständigem Ausbrand**

Christopher Zemann, Markus Gölles

Sauerstoffgehalt – Wirkungsgrad



Feuerungs-Wirkungsgrad
in Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt



Eine Verringerung des Sauerstoffgehalts führt zu:

- erhöhtem Feuerungs-Wirkungsgrad
- verringertem Stromverbrauch der Ventilatoren

Faustformel:

Verringerung des Sauerstoffgehalts um 1 Vol.-% (feucht) führt zur Erhöhung des Feuerungs-Wirkungsgrads um 1 %.

Sauerstoffgehalt – Wirkungsgrad (Beispiel)



Typische Biomassefeuerung mit einer Nennleistung von 2 MW_{th}.

Brennstoffkosten (20 EUR je srm)

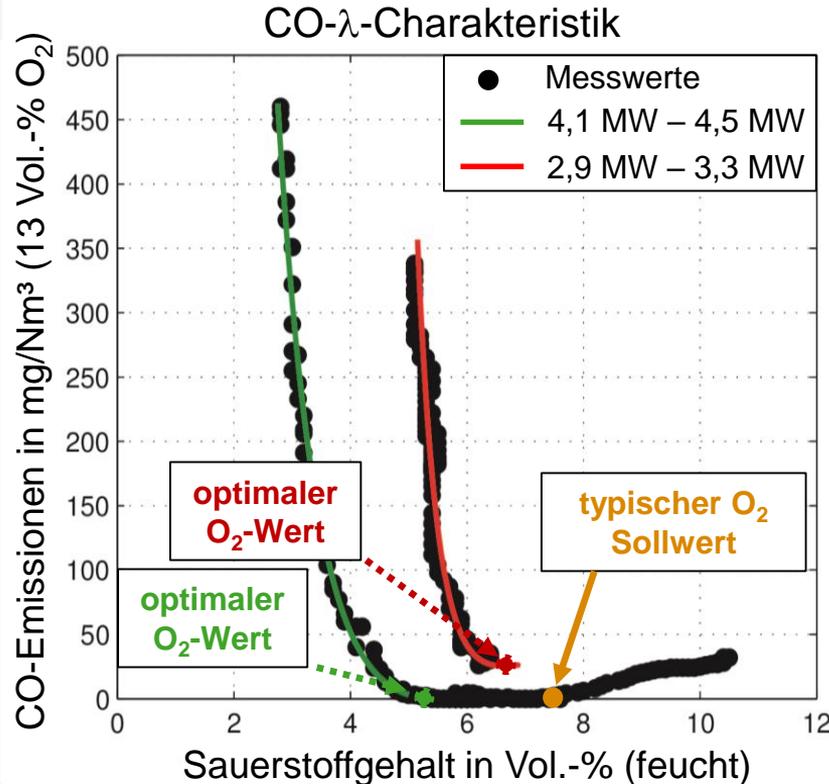
- Jährlicher Wärmeverkauf: 6.800.000 kWh (3400 Volllaststunden)
- Jährlicher Brennstoffverbrauch: 9.100 srm Waldhackut
- 1 – 2% Brennstoffersparnis (Waldhackgut)
- **Brennstoffkostensparnis: 1.820 EUR – 3.640 EUR pro Jahr**

Stromkosten (100 EUR / MWh)

- Rauchgasventilator - Nennleistung (elektrisch): 5 kW
- Sekundärluftventilator - Nennleistung (elektrisch): 1 kW
- O₂-Absenkung: 1 – 2 Vol.-% (von 8 Vol.-% auf 7 – 6 Vol.-%)
- **Stromersparnis: 250 EUR – 500 EUR pro Jahr**

➤ **Gesamtersparnis: 2.070 EUR – 4.140 EUR pro Jahr**

Sauerstoffgehalt – Schadstoffemissionen



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

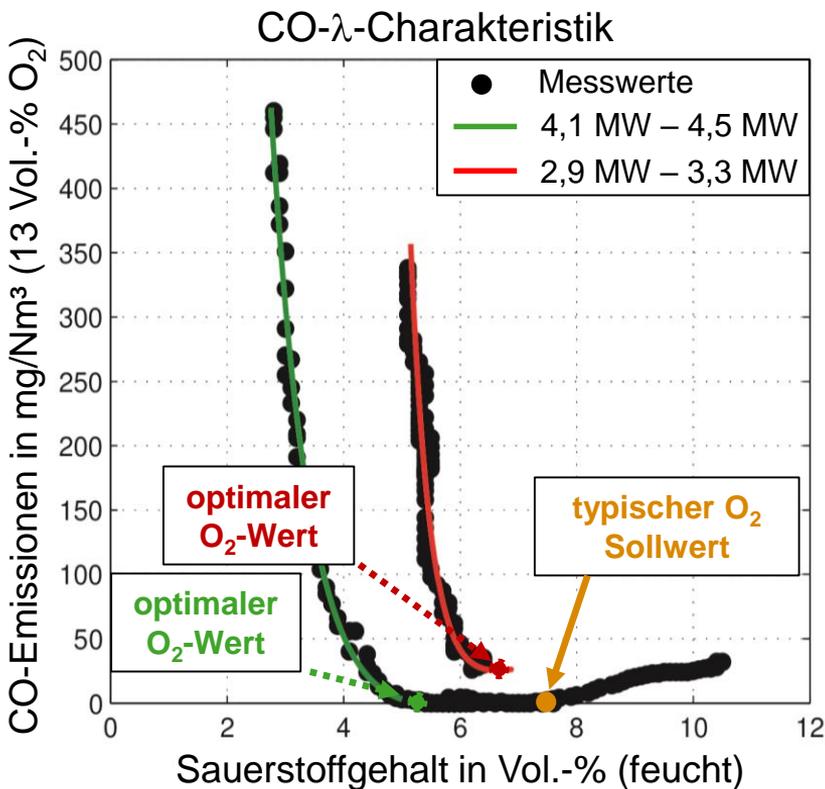
Probleme bei hohen CO-Emissionen



- CO-Grenzwerte können nicht eingehalten werden
- hohe Staubemissionen
- Verteerung / Verschmutzung des Wärmeübertragers
 - schlechterer Wärmeübergang → **verringertes Wirkungsgrad**
 - langfristiges Zuwachsen des Wärmeübertragers → **teure Wartung**

Vermeidung hoher CO-Emissionen ist wichtig für den Betrieb der Biomassefeuerung

Betrieb von Biomassefeuerungen



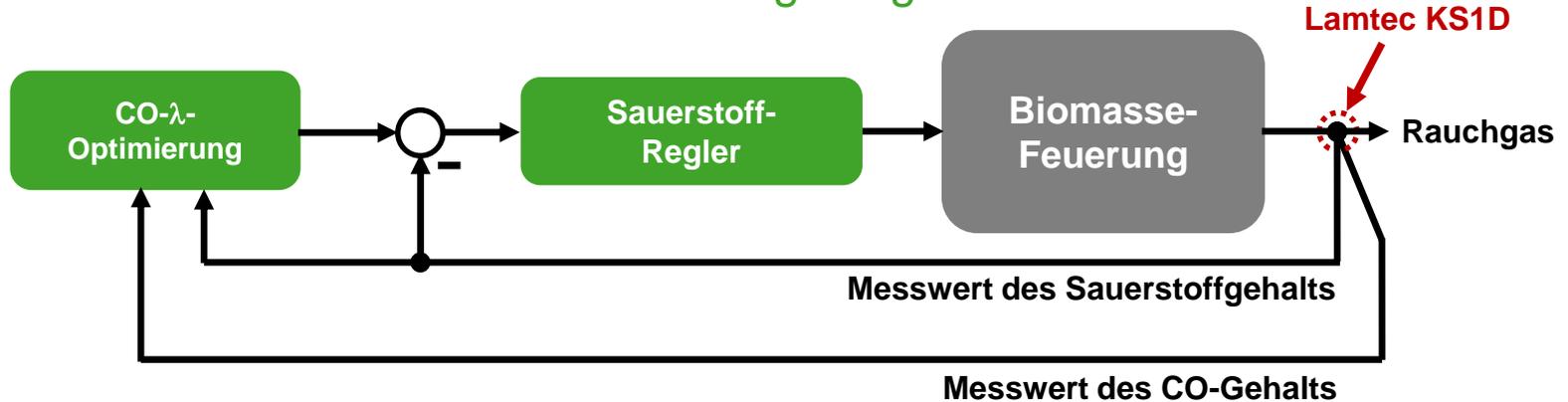
Einstellung des Sauerstoffgehalts:

- 1.) so weit wie möglich absenken
→ hoher Wirkungsgrad
- 2.) hohe CO-Emissionen vermeiden
→ minimale Schadstoffemissionen

CO- λ -Optimierung

Prinzip der CO- λ -Optimierung

Die CO- λ -Optimierung bestimmt den optimalen Sauerstoffgehalt und gibt ihn der bestehenden Sauerstoffregelung als Sollwert vor.



Der kombinierte Ausbrandsensor KS1D von LAMTEC misst gleichzeitig den Sauerstoffgehalt des Rauchgases und die CO-Emissionen.

Vorteile der CO- λ -Optimierung

Es wird nur der Sauerstoff-Sollwert vorgegeben

- die bestehende Sauerstoffregelung bleibt erhalten
- **minimaler Aufwand** beim Einbau

Sauerstoffmessungen (O₂-Sensoren) sind häufig fehlerhaft

- der Sauerstoffgehalt wird immer genau so eingestellt, dass die **CO-Emissionen minimal** sind
- Fehler der Sauerstoffmessung werden automatisch kompensiert

Die Biomassefeuerung wird immer optimal betrieben

- egal bei welcher Leistung
- egal mit welchem Brennstoff
- **die Verbrennung ist immer so vollständig wie möglich**



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 wurde an einer der Biomassefeuerungen eingesetzt

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

Langzeitvalidierung – Beschreibung



Durchführung der Langzeitvalidierung

- Durchführung über eine Heizperiode (**November 2018 bis März 2019**)
- Abwechselnder Betrieb mit aktivierter und deaktivierter CO- λ -Optimierung (**2 Tage aktiviert**, dann für **2 Tage deaktiviert**, dann wiederholt)
- damit wird gewährleistet, dass stets vergleichbare Bedingungen herrschen (z.B. Leistungsverlauf und Brennstoffwassergehalt).

Methode zur Berechnung des Wirkungsgrads

- Messung der abgegebenen wasserseitigen Leistung
 - Aufzeichnung der Anzahl der Brennstoffzufuhrzyklen (Stokerzyklen)
- **Wirkungsgrad: Anzahl der Stokerzyklen je MWh gelieferter Energie**

Langzeitvalidierung – Ergebnisse



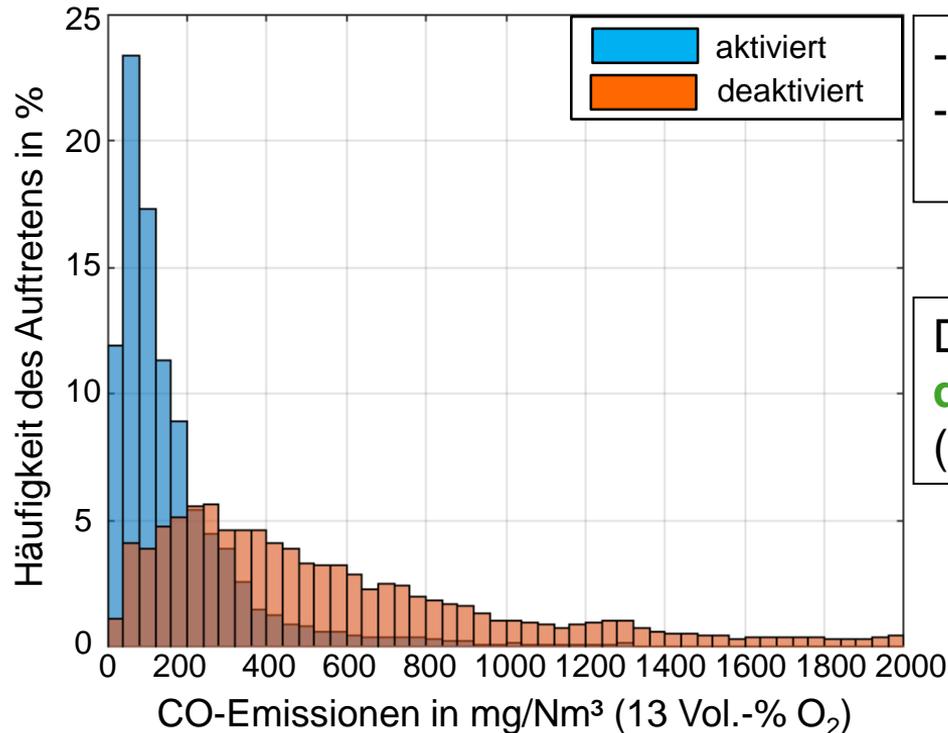
aktivierte CO-λ-Optimierung	31462	Zyklen	...Stokerzyklen
	1154,8	h	...Betriebsstunden
	2814,7	MWh	...gelieferte Energie
	2,44	MW	...mittlere Leistung
	11,18	Zyklen / MWh	

deaktivierte CO-λ-Optimierung	36651	Zyklen	...Stokerzyklen
	1310,6	h	...Betriebsstunden
	3154,0	MWh	...gelieferte Energie
	2,41	MW	...mittlere Leistung
	11,62	Zyklen / MWh	

Die CO-λ-Optimierung verringerte den Brennstoffverbrauch um 3,8%.

Langzeitvalidierung – CO-Emissionen

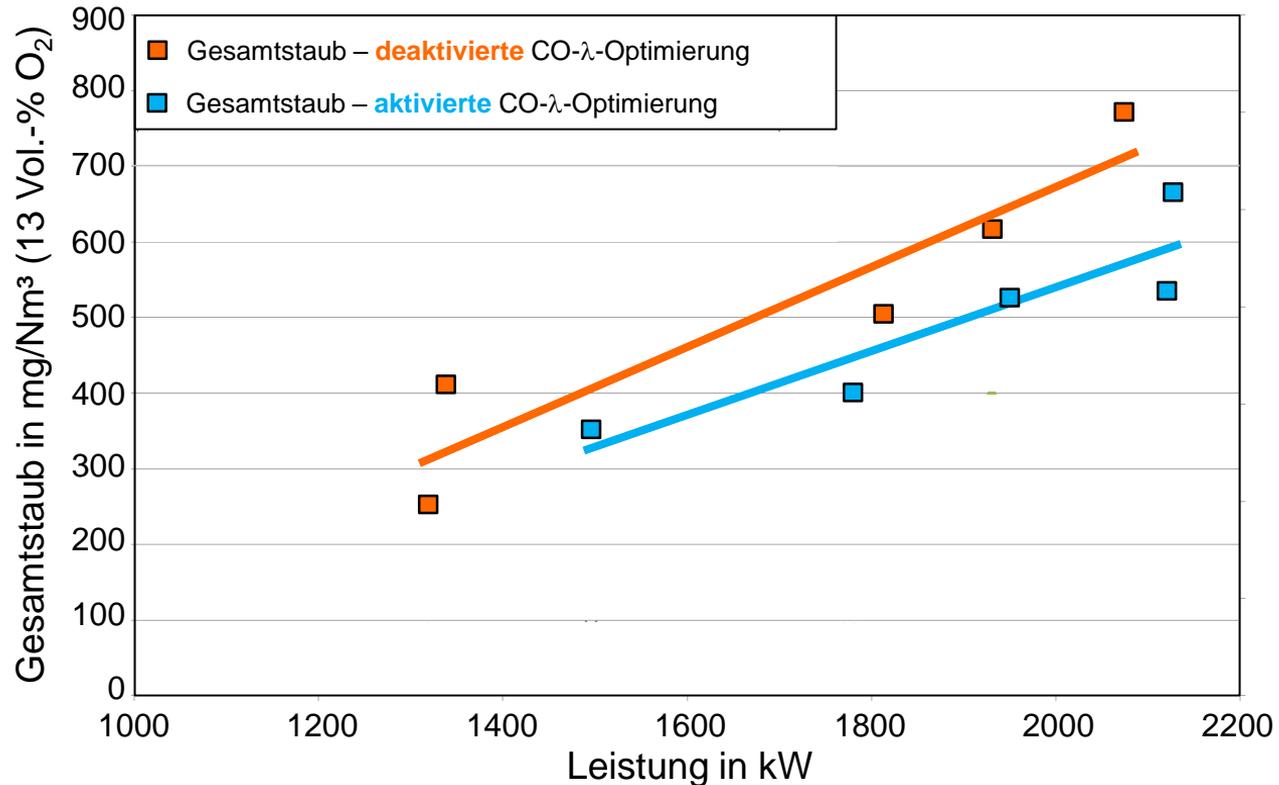
Verteilung der CO-Emissionen mit
aktivierter und deaktivierter CO- λ -Optimierung



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

Die CO- λ -Optimierung **verringerte die CO-Emissionen** im Mittel (Median) um **200 mg/Nm³**.

Langzeitvalidierung – Staubemissionen (vor E-Filter)



Die CO-λ-Optimierung **verringerte die Gesamtstaubemissionen um 19,5%.**

Langzeitvalidierung – Zusammenfassung



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

- Senkung des Brennstoffverbrauchs (-3,8%)
 - Verringerung der mittleren CO-Emissionen (-200 mg/Nm³ (13 Vol.-% O₂))
 - Verringerung der mittleren Gesamtstaubemissionen (-19,5%)
- **Die CO- λ -Optimierung verbesserte gleichzeitig den Wirkungsgrad und die Schadstoffemissionen**

Die CO- λ -Optimierung betreibt die Biomassefeuerung automatisch mit dem optimalen Sauerstoffgehalt

- egal bei welcher Leistung
- egal mit welchem Brennstoff
- die Verbrennung ist immer so vollständig wie möglich

Dadurch verbessert die CO- λ -Optimierung den Verbrennungsprozess

- Betrieb mit minimalen Schadstoffemissionen
- Betrieb mit maximalem Feuerungswirkungsgrad
- Einsparung von Stromkosten
- Fehler der Sauerstoffmessung werden automatisch kompensiert



BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH

Dipl.-Ing. Christopher Zemann

Automatisierungs- und Regelungstechnik

E-Mail: christopher.zemann@best-research.eu

Telefon: + 43 5 02378-9227

Dipl.-Ing. Dr. Markus Göllés

Automatisierungs- und Regelungstechnik

E-Mail: markus.goelles@best-research.eu

Telefon: + 43 5 02378-9208