



Beurteilung nachrüstbarer Verbrennungsluftregelungen für Kaminöfen

21. Arbeitskreis Holzfeuerungen am 17. Mai 2017

Robert Mack • Hans Hartmann

Projekt WoodStoves2020

Projekt “WoodStoves2020 – Development of next generation and clean wood stoves “

Projekt Fokus:

- Entwicklung neuer Ofenkonzepte sowie Regelungskonzepte
- Implementierung von Katalysatoren
- Quantifizierung der Stillstandsverluste
- Bewertung nachrüstbarer Regelungen und Katalysatoren

Abschlussworkshop: EUBCE Stockholm

<http://www.eubce.com/index.php?id=606>



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



KW
KUTZNER + WEBER



RIKA

RISE

NIBE



hwam
intelligent heat



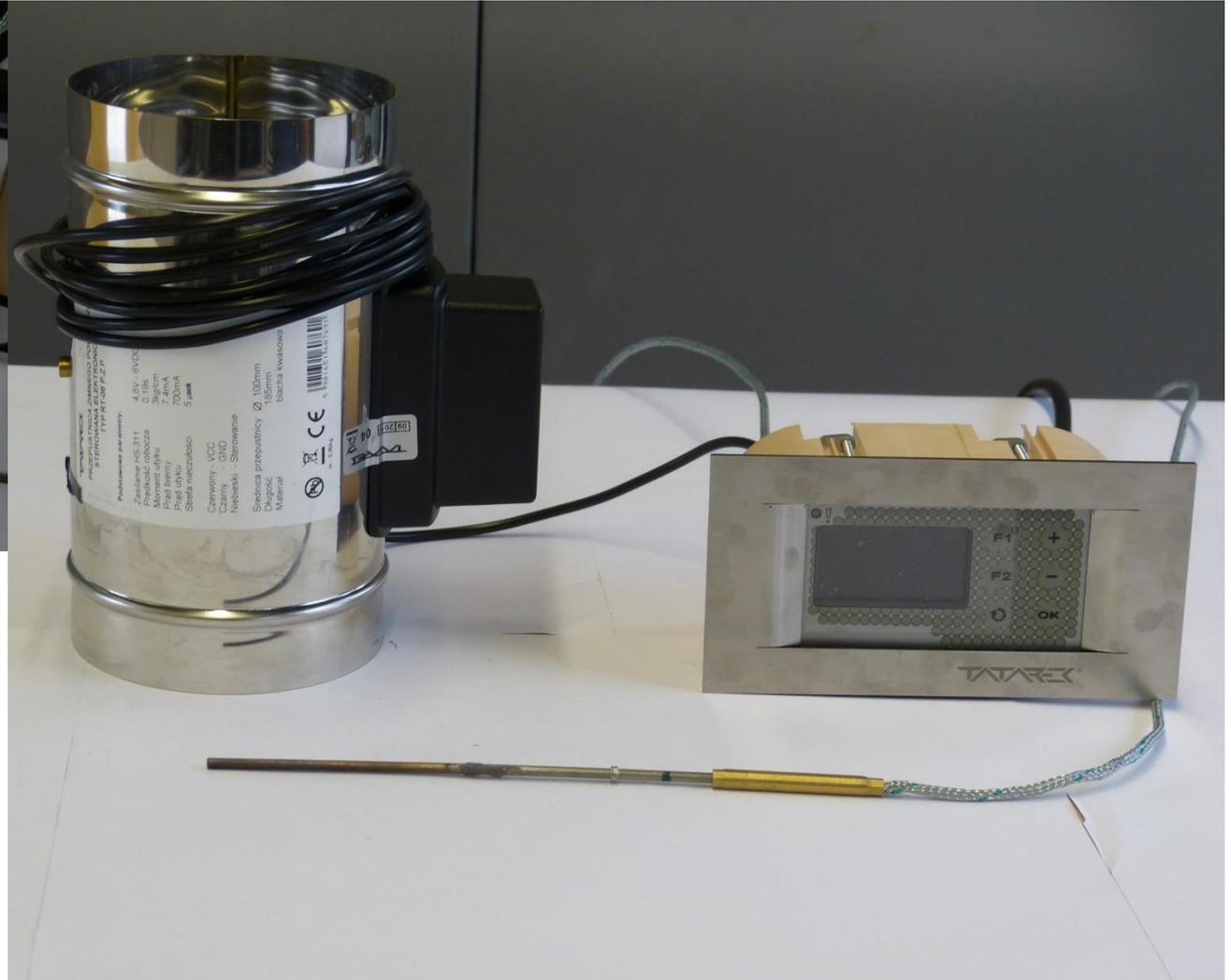
Methodik

- Testzyklus: 8 aufeinanderfolgende Abbränden (5 Volllast 3 Teillast) inkl. Anheizen.
- Jede Regelung und die Referenzmessung (manueller Betrieb) wurden über 3 komplette Testzyklen gemessen.
- Die Wärmeverluste wurden immer am Ende eines Zyklus gemessen bis die Abgastemperatur des Ofens 50°C erreichte.
- Für jede Regelung wurde als mögliche Fehlbedienung ein Überlastversuch mit doppelter Brennstoffmenge durchgeführt.
- Zusätzlich wurden die Wärmeverluste nach 3 Abbränden gemessen.
- Lufteinstellungen:
 - Ohne Regelung / mit Zugbegrenzer: Abbrand 1-2 Primär- + Sekundärluft offen, Abbrand 3-5 Primärluft geschlossen, Sekundärluft um 30% verringert, Abbrand 7-8 Sekundärluft um 50% verringert.
 - Mit Regelung: Abbrand 1-2 Primär- + Sekundärluft offen, Abbrand 3-8 Primärluft geschlossen, Sekundärluft ganz geöffnet

Überblick über die verwendeten Regelungen

Testbedingung	Geregelter Zug			Naturzug	
Typ	TATAREK RT8OS-G-TD	Schmid SMR	K+W Compact	ATEC Florian	K+W Zugbegrenzer
Funktionsprinzip	Thermoelement + elektronische Klappe	Thermoelement + elektronische Klappe	Thermoelement + elektronische Klappe	Thermoelement+ Druck und Geschwindigkeits- sensor + elektronische Klappe + Lüfter	Mechanische Klappe
Einbauort	Zuluftstutzen	Zuluftstutzen	Zuluftstutzen	Zwischen Schornstein und Abgasrohr	Zwischen Schornstein und Abgasrohr oder an der Schornsteinsohle
Ungefährer Endkundenpreis inkl. Zubehör	276 €	1.100 €	1.070 € (ohne Display)	300 €	300 €

TATAREK RT80S-G-TD

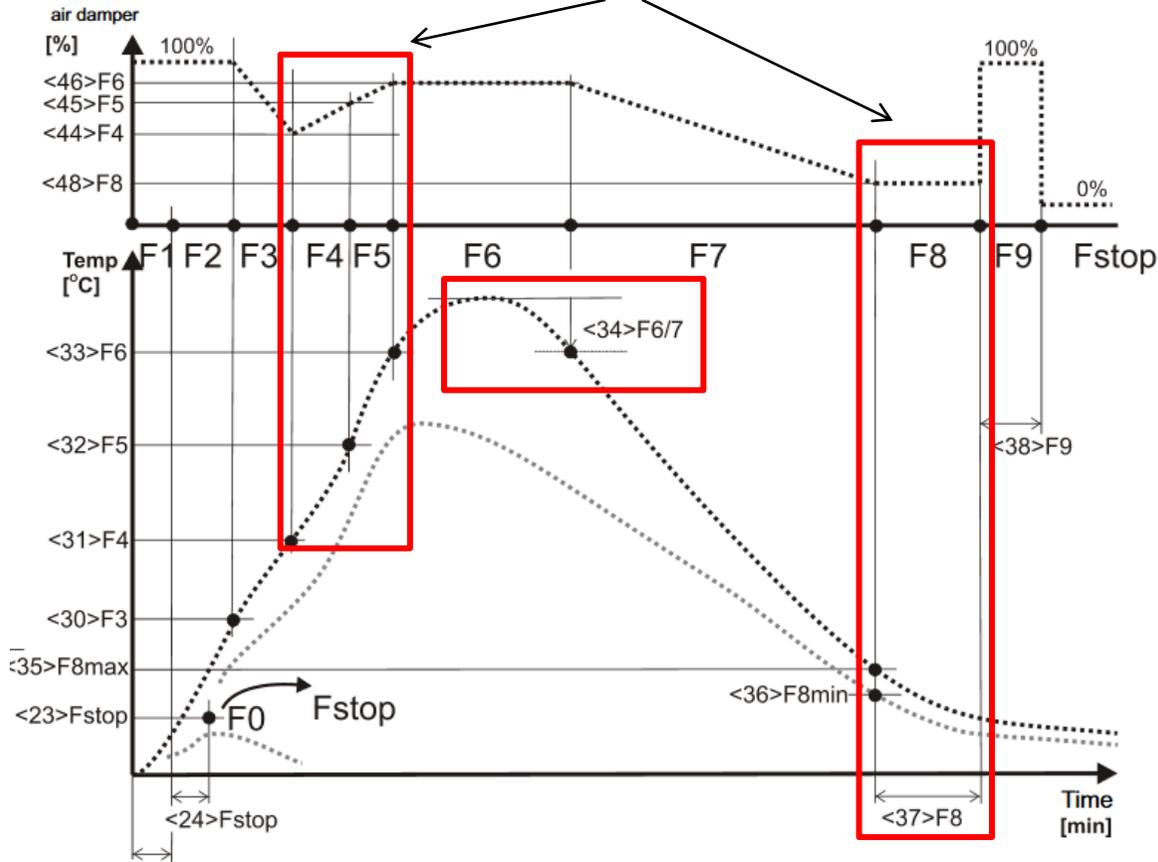


Freier Restquerschnitt:
6,2 cm²
8 % des
Rohrquerschnitts

TATAREK RT8OS-G-TD: Parameter Einstellung

Combustion curve with marked control parameters

CO & OGC ↓



TATAREK 1 TATAREK 2 TATAREK 3

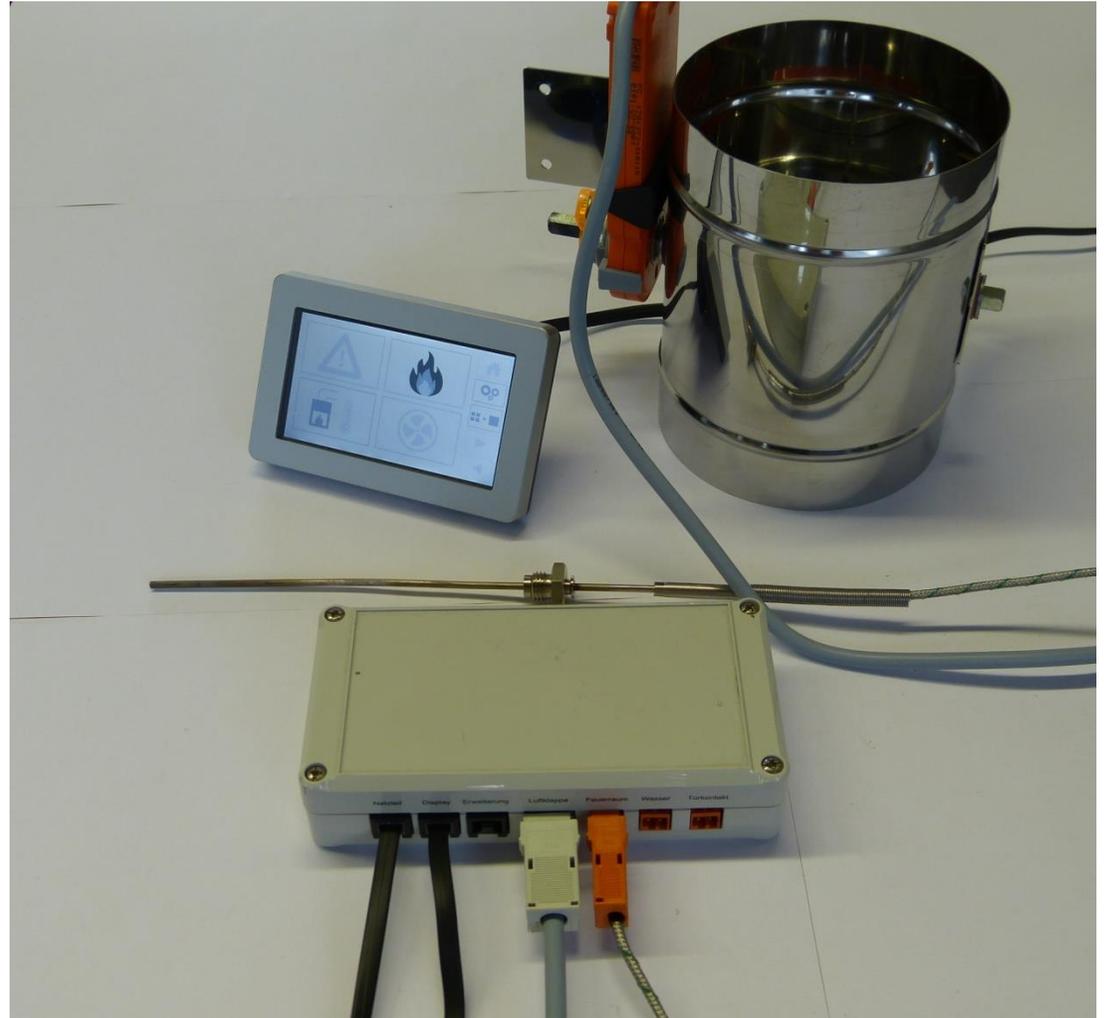
Temp. F3	°C	200	200	200
Temp. F4	°C	300	300	300
Temp. F5	°C	385	385	385
Temp. F6	°C	405	405	405
Temp. F6/7	°C	-50	-30	-25
Temp. F8 Max.	°C	320	335	335
Temp. F8 Min.	°C	240	210	210
Time F8	min	20	20	20
Time F9	min	1	1	1
Damper F4	%	50	50	50
Damper F5	%	55	50	50
Damper F6	%	65	60	60
Damper F8	%	10	10	10
T max. chimney	°C	550	550	550
Damper T max.	%	30	30	30
Time F1	s	60	75	75
Temp restart	°C	45	45	45
Time stop	s	500	500	500

Source: http://tatarek.com.pl/files/img/eng_user_manual_rt08gos.pdf

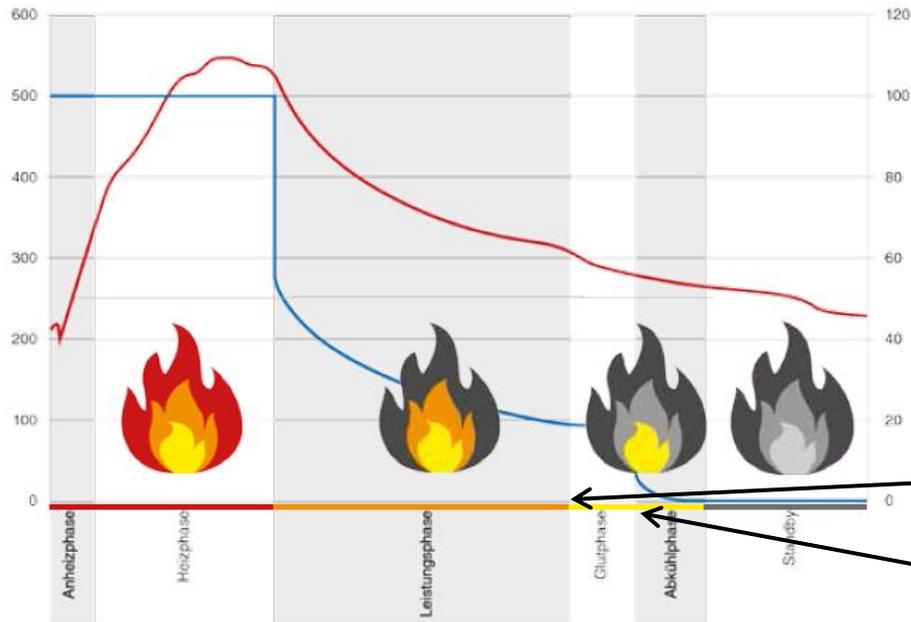
Schmid SMR



Luftklappe schließt komplett



Schmid SMR: Parameter Einstellung



Die Regelung verfügt über mehrere vorinstallierte Abbrandkurven welche durch Auswahl des Ofentyps eingestellt werden „Fragebogen“

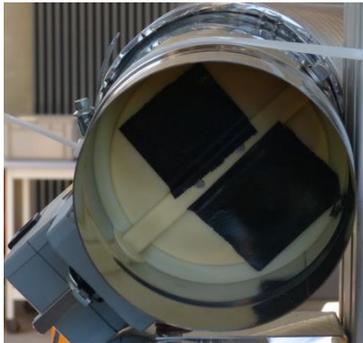
Der Endnutzer hat zugriff auf zwei Parameter:

- Glutphasentemperatur
- Abkühlphasentemperatur

Die Abbrandkurve wurde in Abstimmung mit dem Hersteller ausgewählt (Schmid), Glutphasentemperatur (335°C) und Abkühlphasentemperatur (280°C) wurden durch Vorversuche ermittelt. Das mitgelieferte Thermoelement wies einen Offset von 20 K zur Referenzmessung auf.

K+W Compact

Löcher
abgeklebt



Restquerschnitt:
9 cm²
8 % des
Rohrquerschnitt



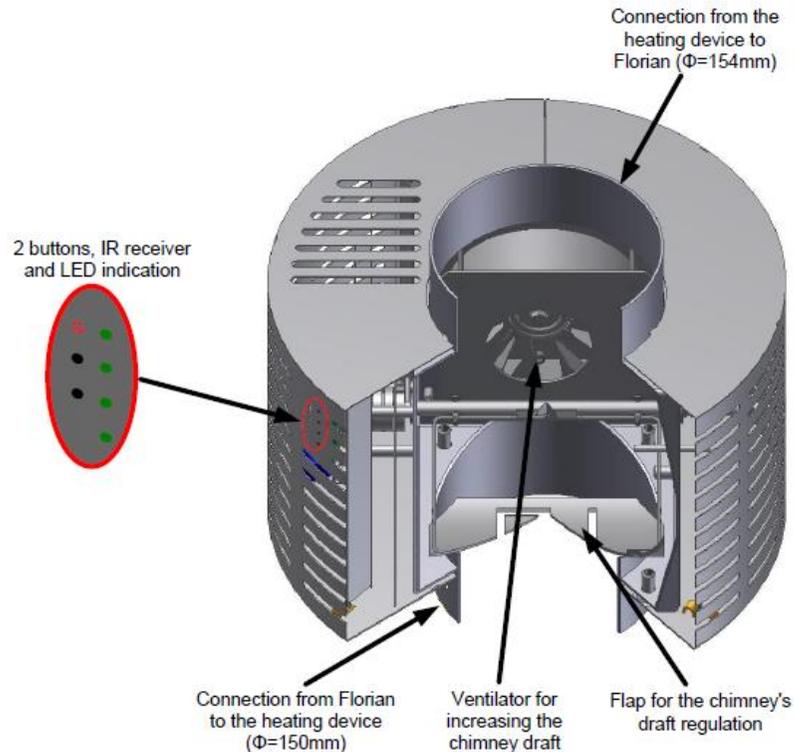
K+W Compact: Parameter Einstellung

Position Drehschalter	Kurve	Deckeltemperatur / zulässige max. Temperatur Feuerstätte	Abkühltemperatur	Gluttemperatur	Ofentyp
0	Type A	800 °C	220 °C	300 °C	Kaminofen
1	Type A	800 °C	210 °C	290 °C	Kaminofen
2	Type A	800 °C	200 °C	280 °C	Kaminofen
3	Type A	800 °C	190 °C	270 °C	Kaminofen
4	Type B	800 °C	180 °C	260 °C	Heizeinsatz
5	Type B	800 °C	170 °C	250 °C	Heizeinsatz
6	Type B	800 °C	160 °C	240 °C	Heizeinsatz
7	Type B	800 °C	150 °C	230 °C	Heizeinsatz
8	Type C	800 °C	140 °C	220 °C	Kachelofen
9	Type C	800 °C	130 °C	210 °C	Kachelofen
A	Type C	800 °C	120 °C	200 °C	Kachelofen
B	Type C	800 °C	110 °C	190 °C	Kachelofen
C	Type D	800 °C	100 °C	180 °C	Speicherofen
D	Type D	800 °C	90 °C	170 °C	Speicherofen
E	Type D	800 °C	80 °C	160 °C	Speicherofen
F	Type D	800 °C	70 °C	150 °C	Speicherofen

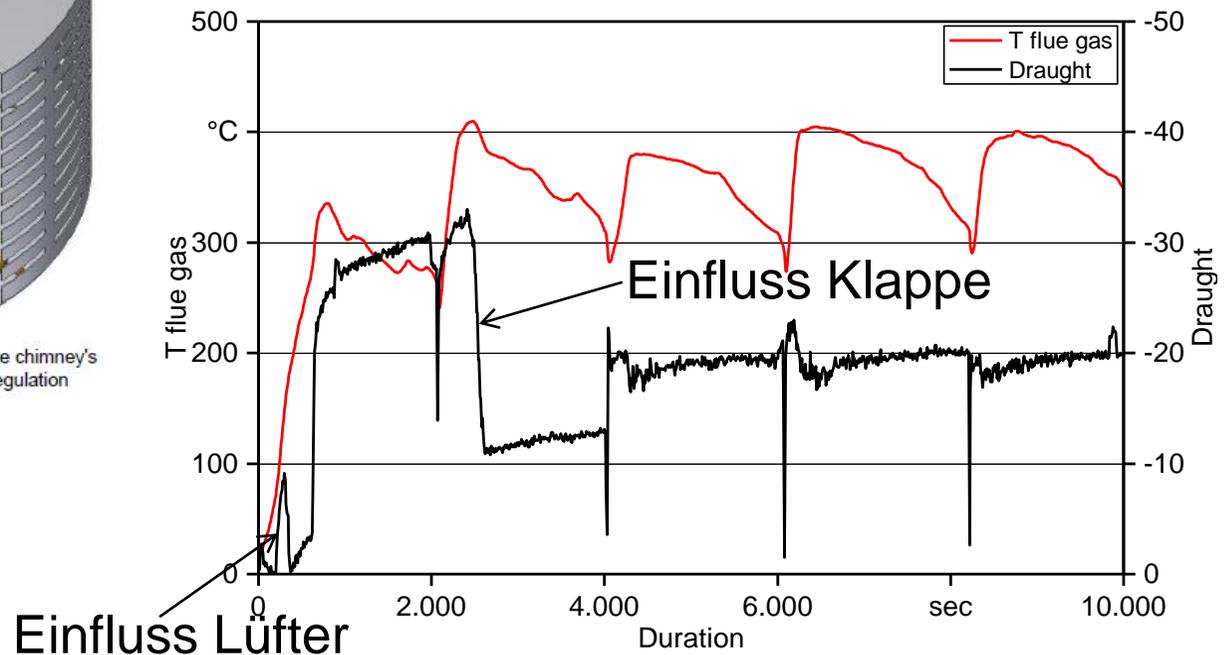
Tabelle 1: Einstellmöglichkeiten Abbrand Regelung Compact

3 Testzyklen wurden im originalen Auslieferungszustand durchgeführt
 1 Testzyklus wurde durchgeführt bei dem die Löcher abgeklebt wurden

ATEC Florian: Parameter Einstellung



3 Zyklen wurden auf Leistungsstufe 1 („intelligenter“ Automatikmodus) gemessen
→ Zug wird automatisch geregelt
Der Lüfter wird nur in den ersten 3 Minuten des Anzündabbrands verwendet.



K+W Zugbegrenzer



Prüfstands-aufbau und Anordnung der Messstellen.

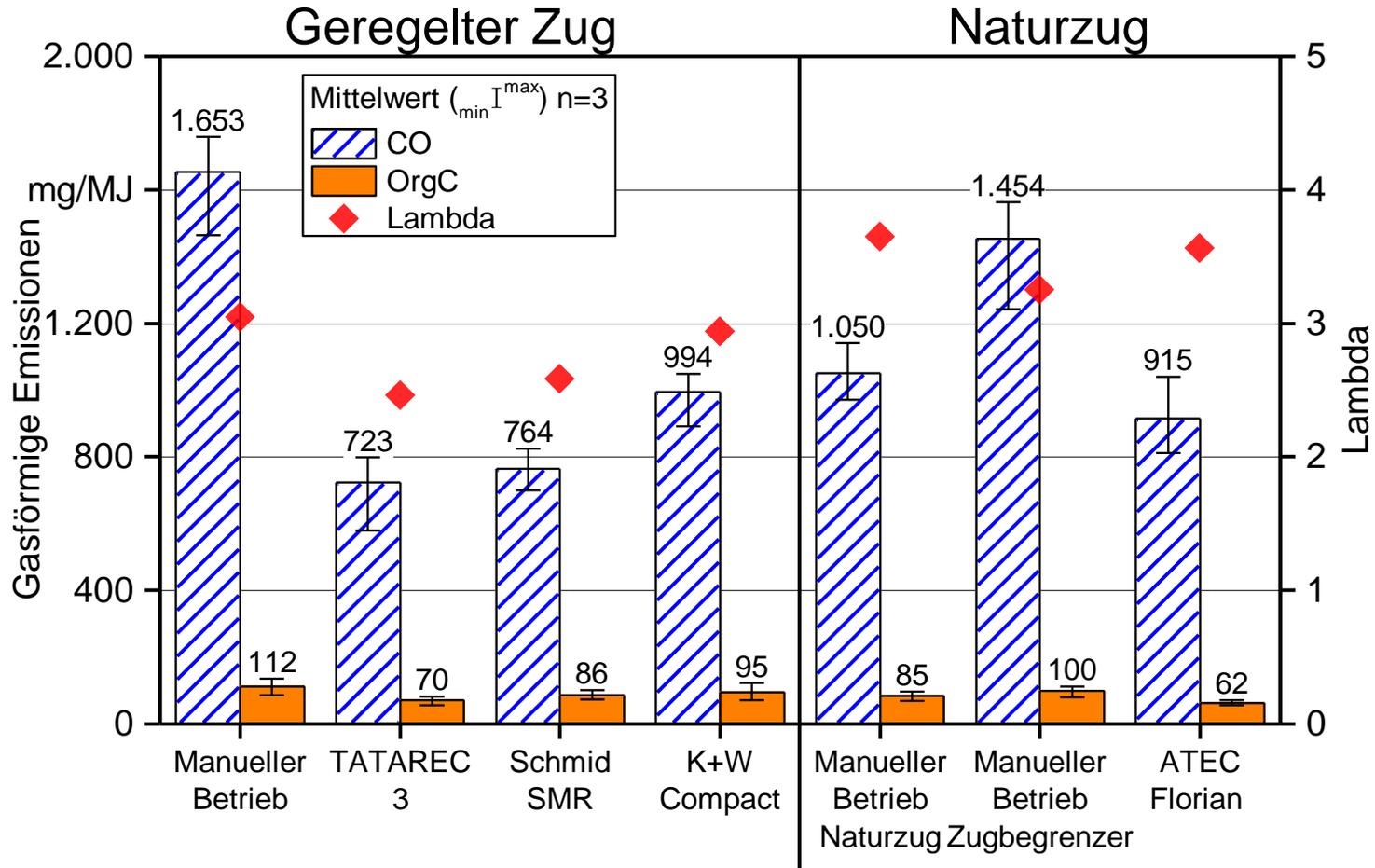


Messstelle Strömungsgeschwindigkeit am Zugbegrenzer.

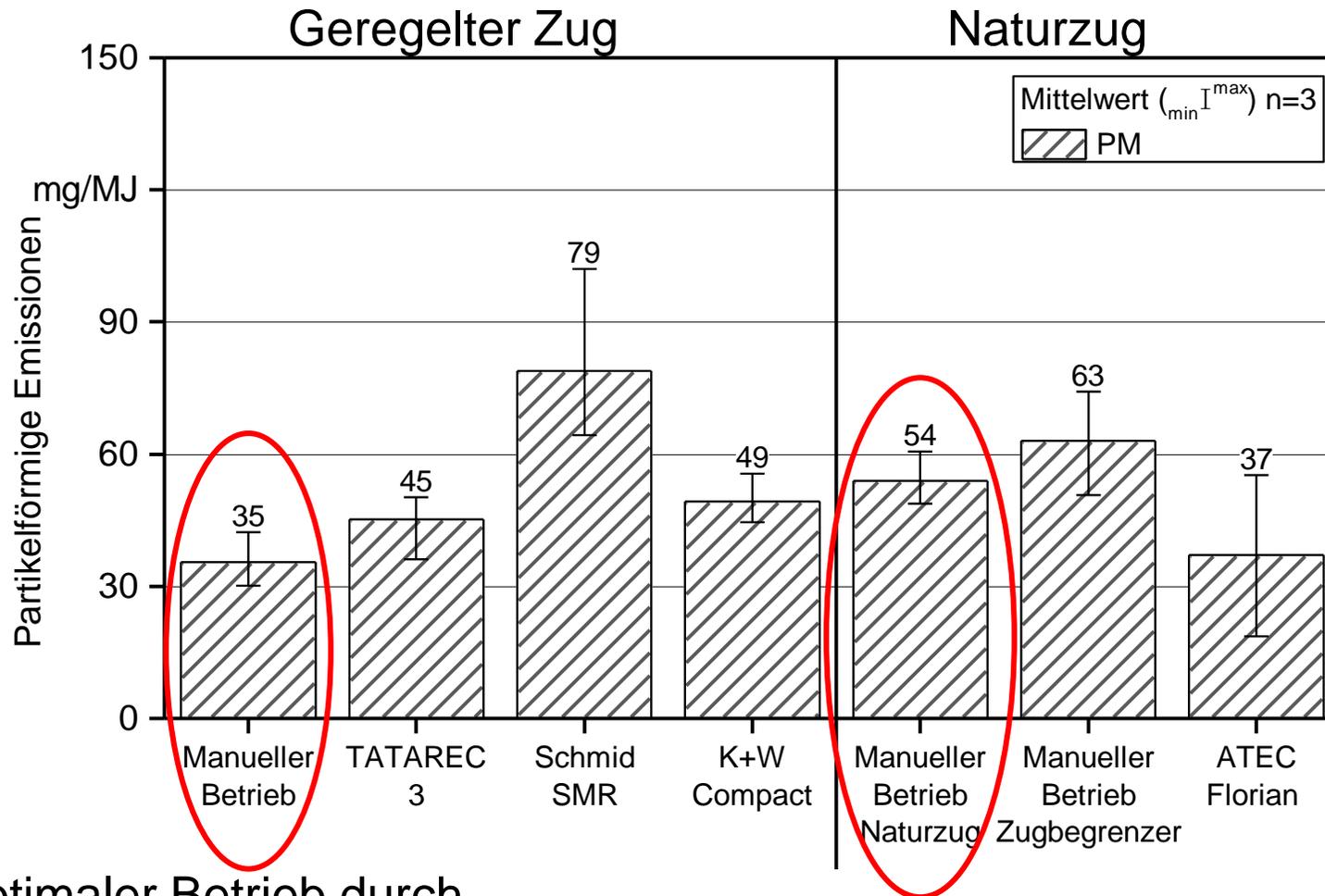


Verbindung Zugbegrenzer Schornstein.

Vergleich aller Regelungen (Abbrand 1-8)



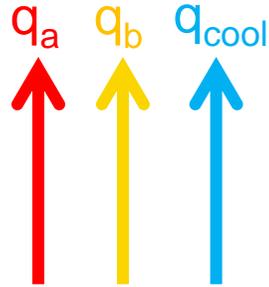
Vergleich aller Regelungen (Abbrand 1-8)



Optimaler Betrieb durch
Fachpersonal am Prüfstand!

Wirkungsgradbetrachtung

$$\eta = 100 - q_a - q_b - q_r - q_{cool}$$



$$q_{cool} = \frac{\text{Verlustwärme}}{\text{Energie Brennstoffeinsatz}}$$

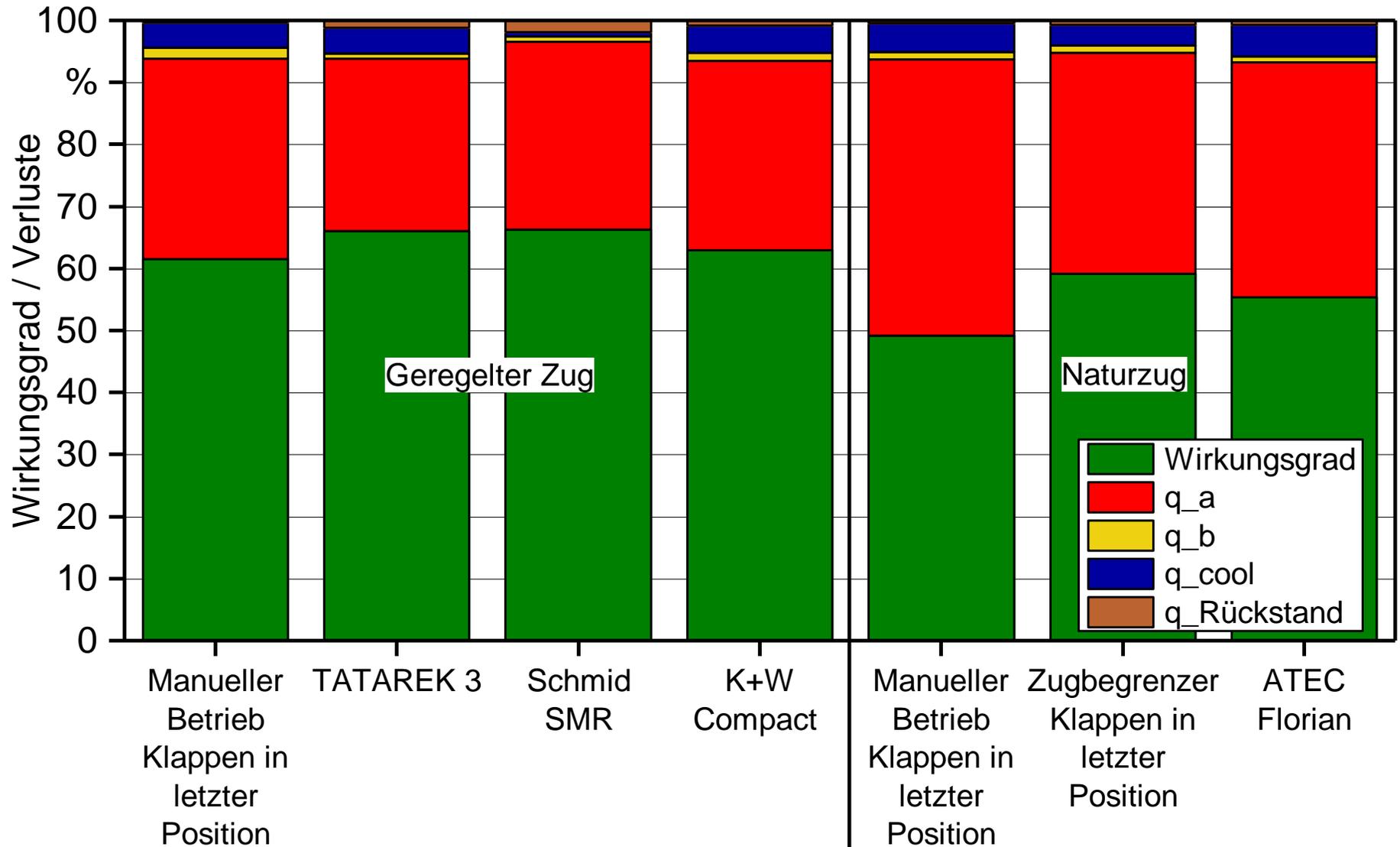
$$q_r = \frac{\text{Energie Kohle}}{\text{Energie Brennstoffeinsatz}}$$

100 %

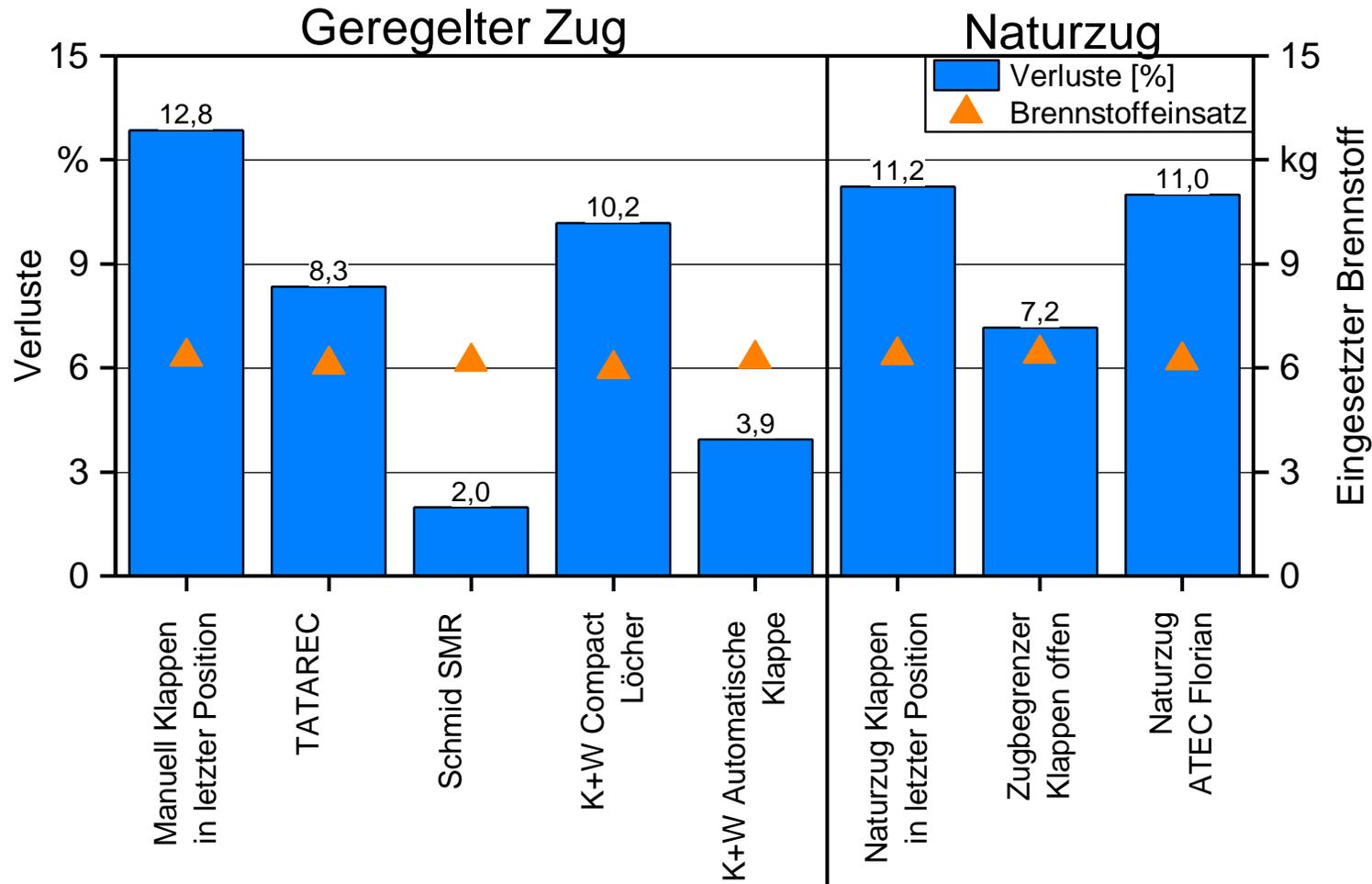


0,5 % nach DIN EN 13240

Vergleich aller Regelungen (Abbrand 1-8)

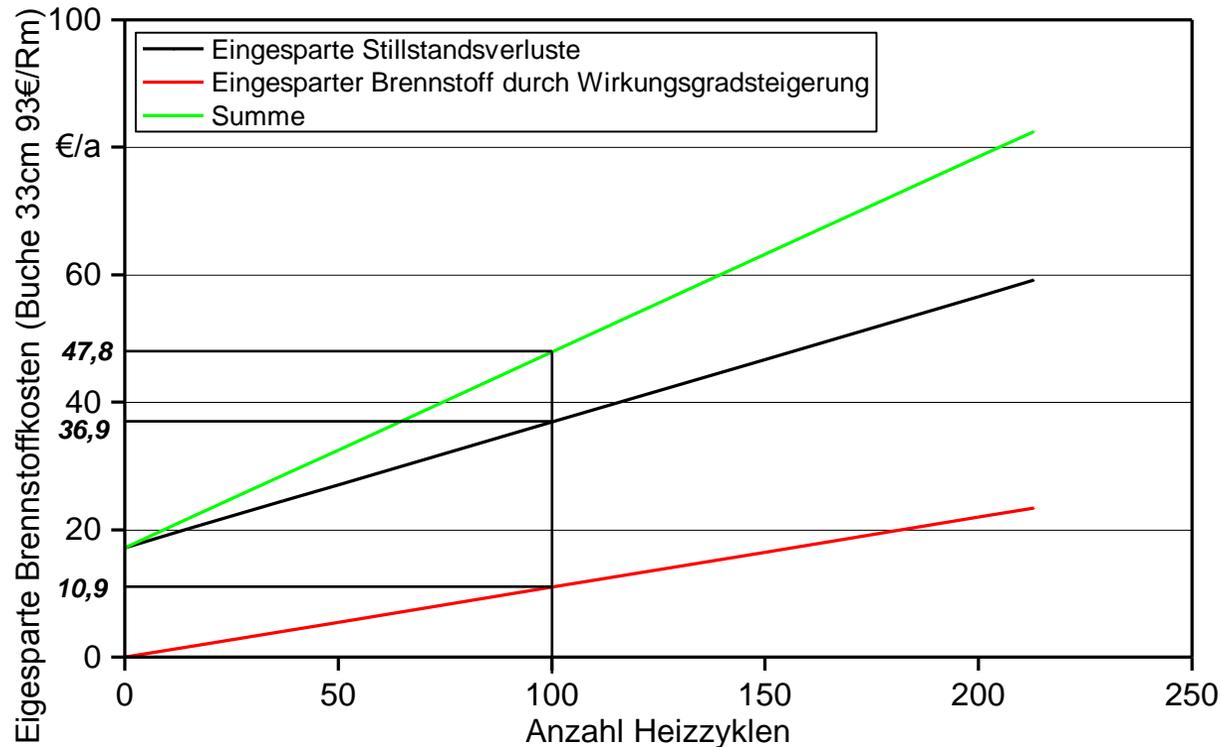


Vermeidung der „heißen Stillstandsverluste“ (3 Abbrände) während der Abkühlphase bis 50°C Abgastemperatur



Hinzu kommen die Vermeidung der „kalten Stillstandsverluste“ wenn der Ofen nicht betrieben wird. Diese können bei geöffneten Klappen bei **ca. 32 – 54 kWh/Monat** für einen 8 kW Ofen während der Heizperiode liegen.

Amortisation Schmid SMR bei aktuellen Scheitholzpreisen



Bei einem Endkundenpreis von derzeit ca. **1.100 €** und einer jährlichen Einsparung von ca. **48 €/a** bei **100 Heizzyklen/a** ergibt sich eine wirtschaftliche Amortisationszeit von rund **23 Jahren**.

Wäre die Klappe der TATAREK Ofenregelung dicht, ergäbe sich bei 276 € eine Amortisationszeit von ca. 6 Jahren.

Zusammenfassung

- Senkung der **gasförmigen Emissionen** und Steigerung des **Wirkungsgrads**.
- Durch den Einsatz einer nachrüstbaren Regelung ist keine Staubminderung zu erwarten.
- Staubemissionen könnten evtl. durch technische Optimierung noch verringert werden (Lufteinstellungen zu Beginn des Abbrands, Timing Nachlegesignal (Kompromiss gasförmige Emissionen/Staubemissionen)).
- Verkauf und Installation (Anpassung der Parameter) nachrüstbarer Regelungen sollte nur durch den Ofenhersteller oder befähigtes Fachpersonal durchgeführt werden.
- Die größten Vorteile von automatischen Verbrennungsluftregelungen liegen in der **Vermeidung von Wärme und Stillstandsverlusten** sowie der **Verringerung von Fehlbedienungen** (Lufteinstellungen).
- Die Luftklappen sollten in jedem Fall dicht schließen (Sicherheit/Zulassung).
- Die derzeit am Markt verfügbaren Regelungen sind größtenteils zu teuer.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Robert Mack

**Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende
Rohstoffe (TFZ)**

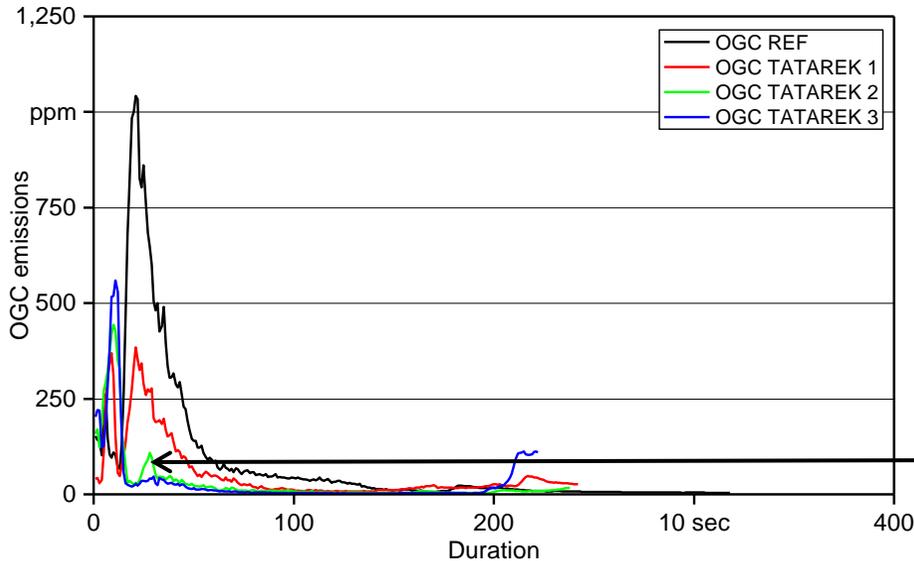
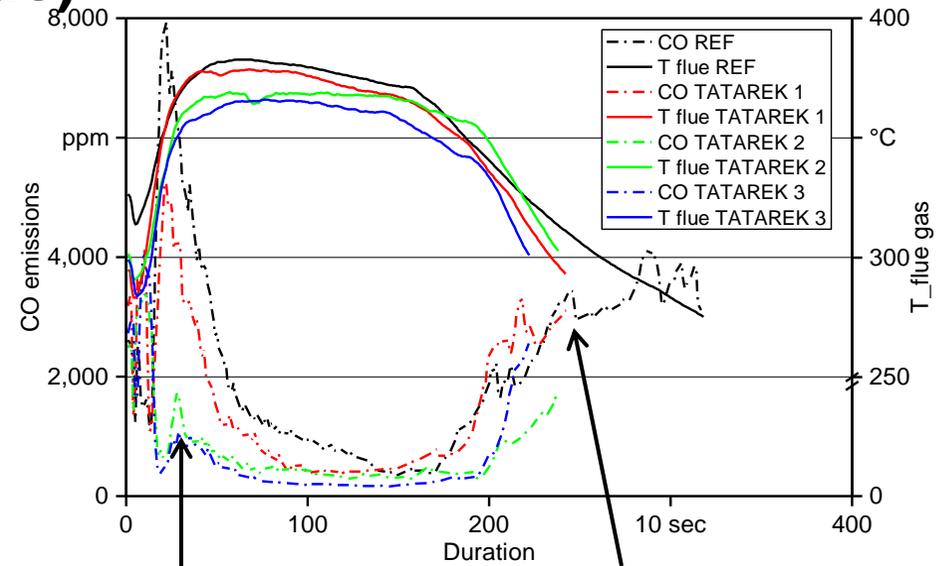
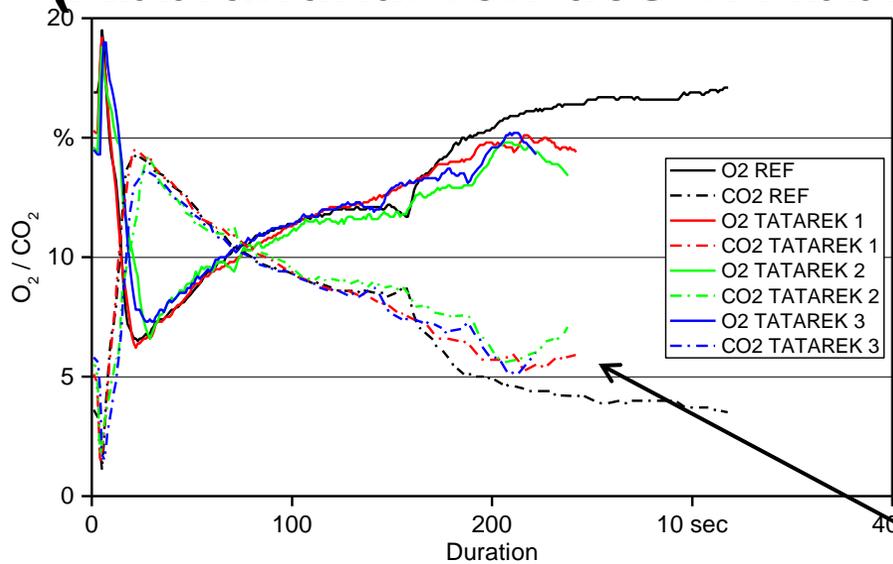
Schulgasse 18, 94315 Straubing

Email: robert.mack@tfz.bayern.de

Tel.: 09421 / 300-154

www.tfz-bayern.de

TATAREK RT8OS-G-TD: Parameter optimierung (Abbrandkurven des 4. Abbrands)



Einfluss Parameter Temp. F8 max bzw. min
 → Nachlegesignal näher an erlöschen der flamme → weniger CO Emissionen während des Kohleausbrand.

Einfluss Parameter F4+F5+F6 (Temp + Damper)
 → weniger CO und OGC Emissionen während Anzündphase bzw. Nachlegen durch eingeschränkte Luftzufuhr