



Optimierung der katalytischen Minderung an Kaminöfen mittels Thermomanagement

Daniel Wohter, Markus Vogel*, Tobias Fritz*, Hubert Mangold*, Frank Fasshauer+

Lehr- und Forschungsgebiet Thermoprozesse & Emissionsminderung
in der Entsorgungs- und Recyclingwirtschaft

RWTH Aachen University

* Oberland Mangold + skantherm

28. Fachgespräch "Arbeitskreis Holzfeuerung"

Straubing, 21. Mai 2025



Hintergrund + Motivation



Foto: H. Mangold

Hintergrund + Motivation

Fine Particulate Matter (PM_{2.5})



Fine Particulate Matter (PM₁₀)

NMVOC

Carbon Monoxide (CO)

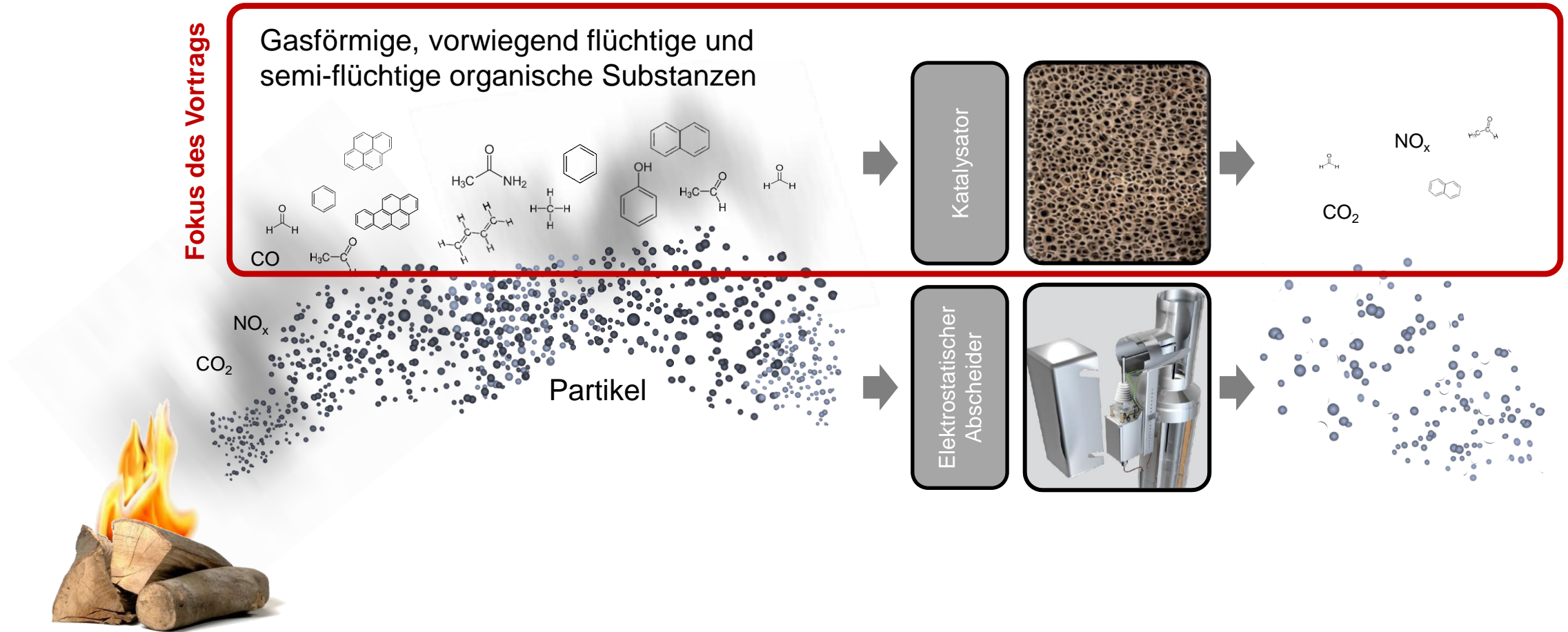
Black Carbon (BC)

Cadmium (Cd)

Benzo(a)Pyrene (BaP)

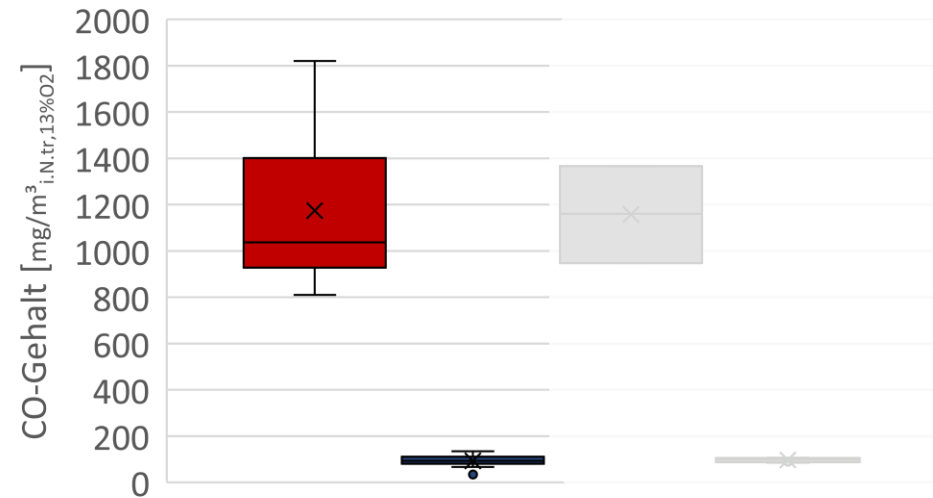
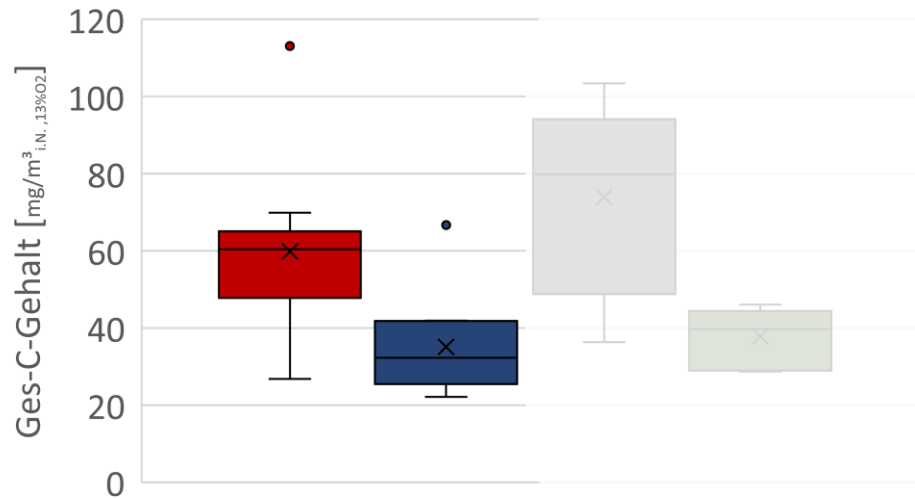
Quelle: <https://www.eea.europa.eu/publications/national-emission-reduction-commitments-directive-2024>

Stand der Technik



Minderungspotential des Katalysators (Technikumsuntersuchungen)

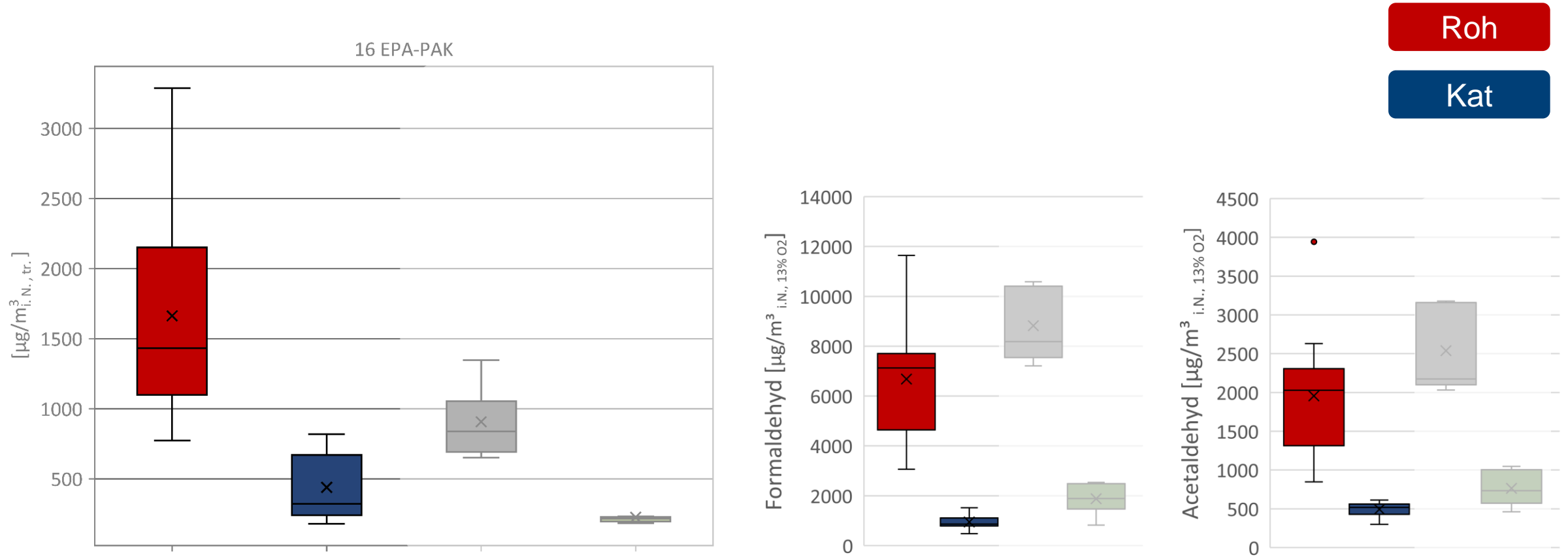
- Projekt TeToxBeScheit/Literatur
 - Hohe Minderungswirkung gegenüber CO
 - Moderate Minderungswirkung für Ges-C/OGC (inklusive Methan)
- Ges-C = integraler Wert → keine schadstoffspezifische Bewertung



Roh

Kat

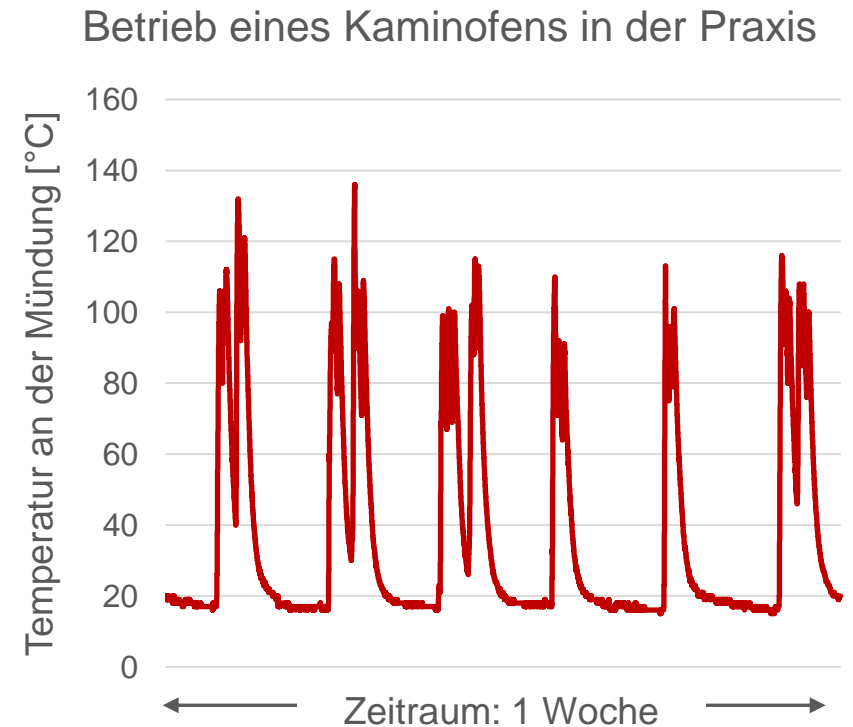
Ergebnisse einer erweiterten schadstoffspezifischen Bewertung des Katalysators (Technikumsuntersuchungen)



Praxistauglichkeit Katalysator

- Betriebsverhalten Nutzer \neq Prüfablauf/Prüfzyklen
 - 2-3 Abbrände pro Betriebsphase statt langen Prüfabläufen sind Normalität
 - Langsames Aufheizen der Feuerung durch ungünstiges Anfeuern
 - Verzögertes Nachlegen auf ungenügende Grundglut
- Minderung erst ab Light-Off-Temperatur (250-300 °C)
 - Katalysator erst am Ende der Startauflage oder ...
 - erst mit Folgeauflage wirksam

→ Minderungswirkung Katalysator in der Praxis deutlich reduziert



Praxistauglichkeit Katalysator

- Verschmutzung, bis zur Verblockung des Katalysators durch Ruß möglich
 - Blockierung der aktiven Zentren
 - Verminderte der Durchströmung des Katalysators

} reduzierte Minderung

 - Reduzierung des Förderdrucks
 - Abgasabzug nicht gewährleistet

} Sicherheitsrisiko

Den idealen Nutzer
gibt es nicht!

&

Betreibereinfluss kann nicht
vollständig eliminiert werden!



Entwicklungsprojekt KatEEEther



Foto: H. Mangold

Entwicklung eines Thermomanagements für Kaminöfen (TheMa) – Zielstellungen

- Steigerung der Praxistauglichkeit des Katalysators
 - Konditionierung des Abgases – Minderung ab Minute 0
 - Schaffung einer resilienten Minderungstechnik – Ausgleich von Bedienfehler
- Entkopplung von Katalysator und Feuerung
 - Verbesserung der Nachrüstlösungen
 - Systemkopplung mit E-Abscheider wird optimiert

**TheMa = wesentlicher Baustein für den
„near-zero“ Emissionsbetrieb von Kaminöfen**

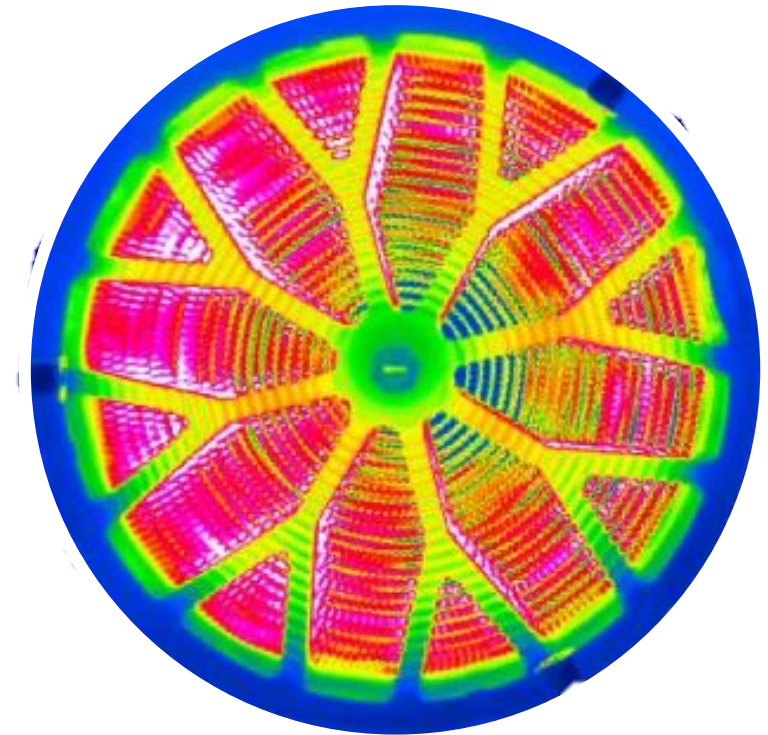
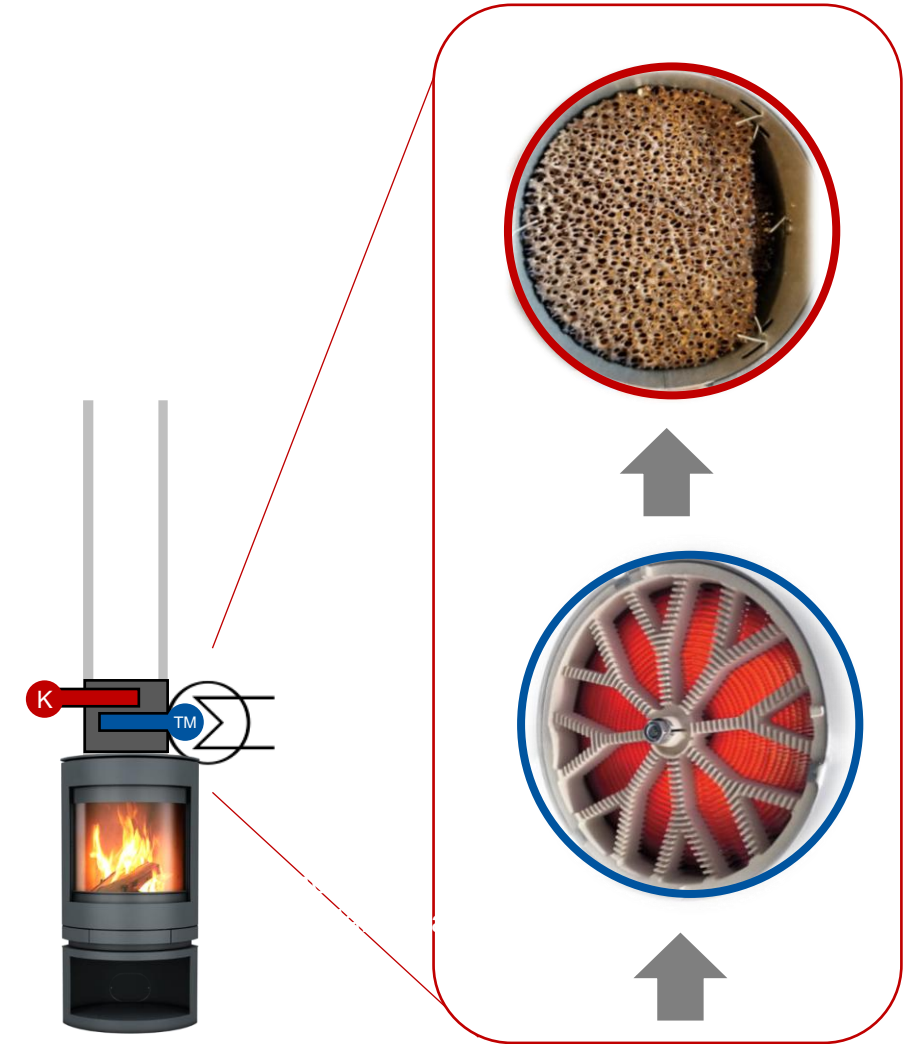
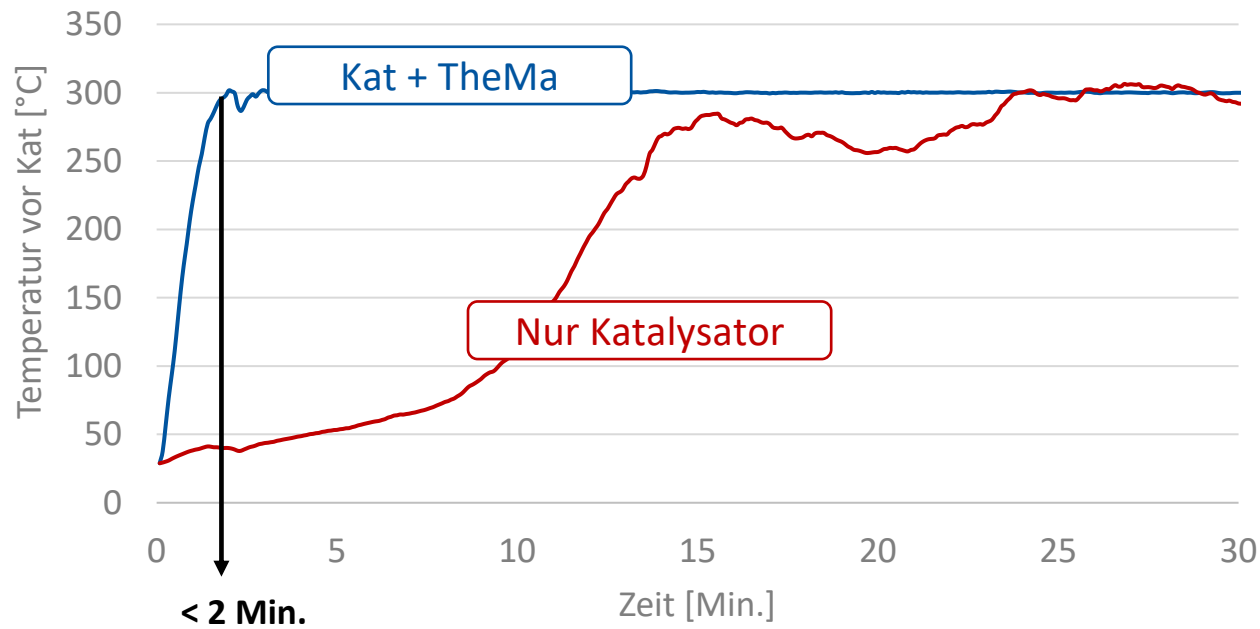


Foto: Oberland Mangold

Thermomanagement - Beschreibung der Technik

- TheMa = separates, vom Katalysator **entkoppeltes Bauteil**
- Betrieb mit 230 V – Leistungsaufnahme max. 2,4 kW
- **0 auf 300 °C** in < 2 Min.



Minderungspotential des Thermomanagements



Foto: H. Mangold

Σ Energieverbrauch
= 0,55 kWh



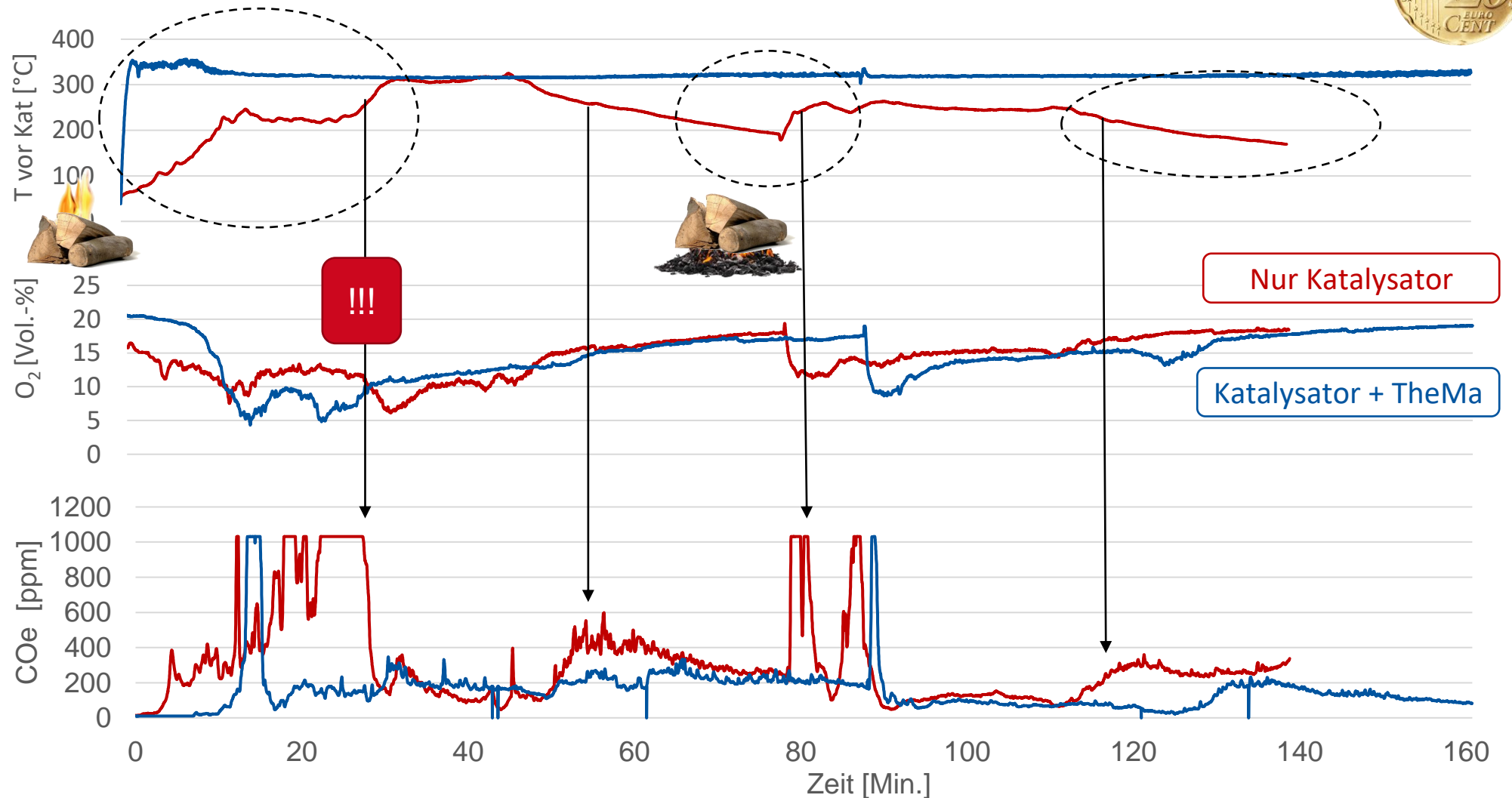
Potential TheMa beim Kaltstart der Feuerung (2 Zündabbrände)



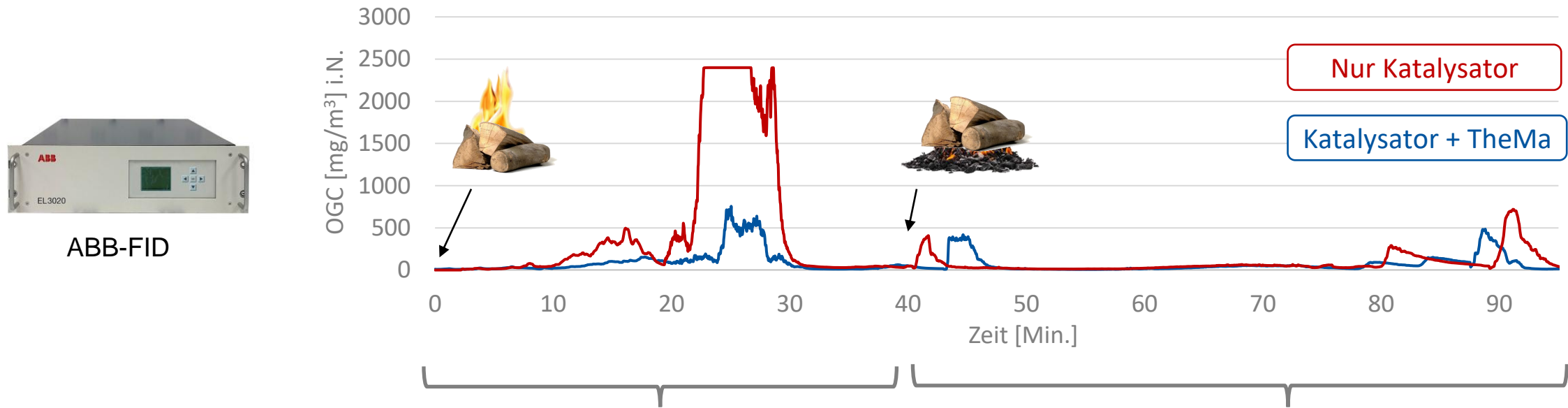
2x600 g + Anmachholz



COe = oxidierbare
(brennbare)
Bestandteile



Potential TheMa beim Kaltstart der Feuerung (2 Zündabbrände)



Bewertungsgröße
CO [mg/m³] i.N. tr.,13 % O ₂
OGC [mg/m³] i.N. 13 % O ₂

Mittelwerte Zündauflage (Kaltstart)		
Kat	Kat + TheMa	Veränderung
3750	719	≈ - 80 %
662	151	≈ - 80 %

Mittelwerte 1. Auflage		
Kat	Kat + TheMa	Veränderung
269	222	≈ - 20 %
95	94	-

Resilienzsteigerung des Thermomanagements



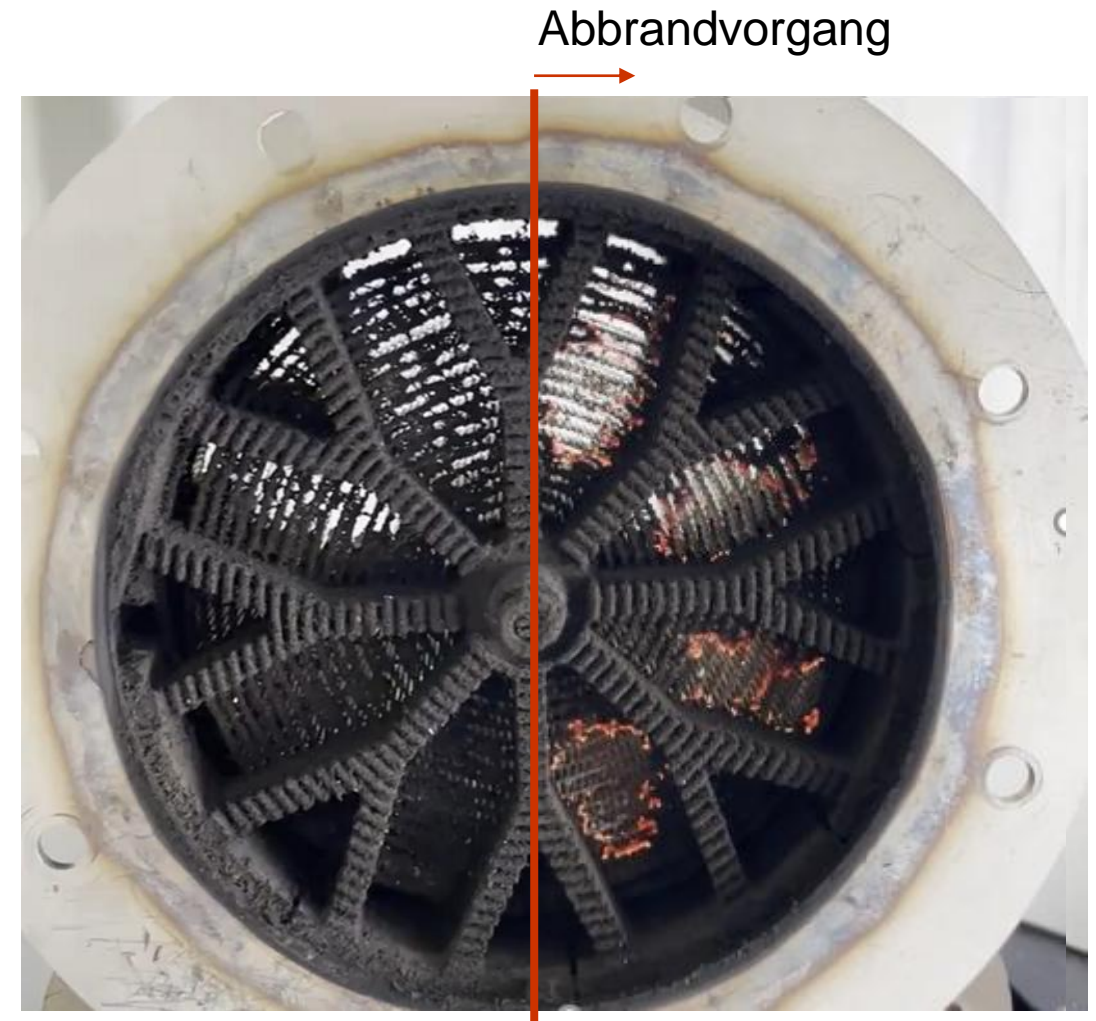
Foto: H. Mangold

Regeneration TheMa

- Partikelabscheidung am TheMa
- El. induzierter Abbrand der Partikel
- Kontrolle des Druckverlustes

Partikelminderung

→ Partikelminderung bisher nicht quantifiziert

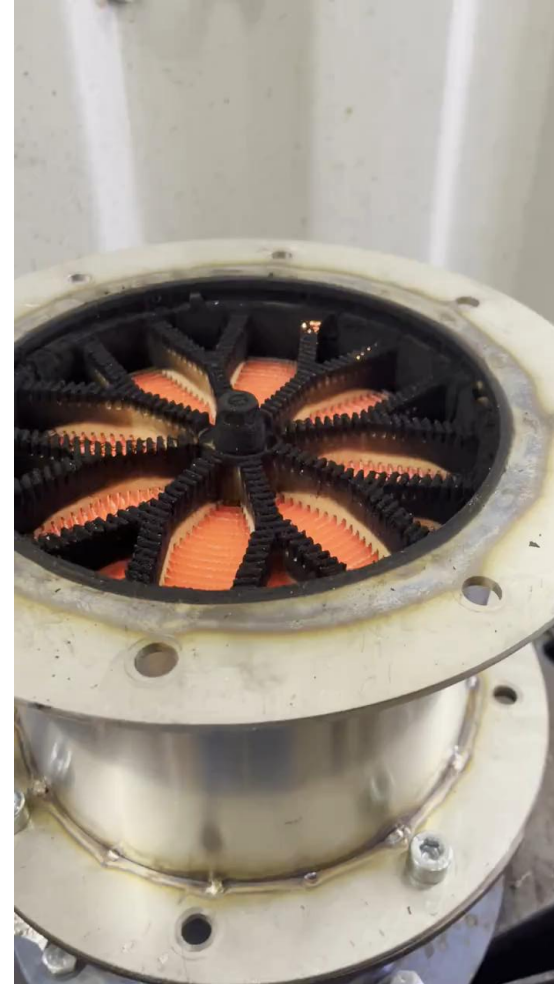


Regeneration Katalysator



Regeneration Katalysator

- Regeneration durch Strahlung und Konvektion
- Regeneration vor Betrieb
 - Startvoraussetzung schaffen
 - Kaminzug unterstützen
- Regeneration im Betrieb
 - Partikelminderung durch Rußabbrand
 - Vermeidung eines ansteigenden Diff.-Drucks



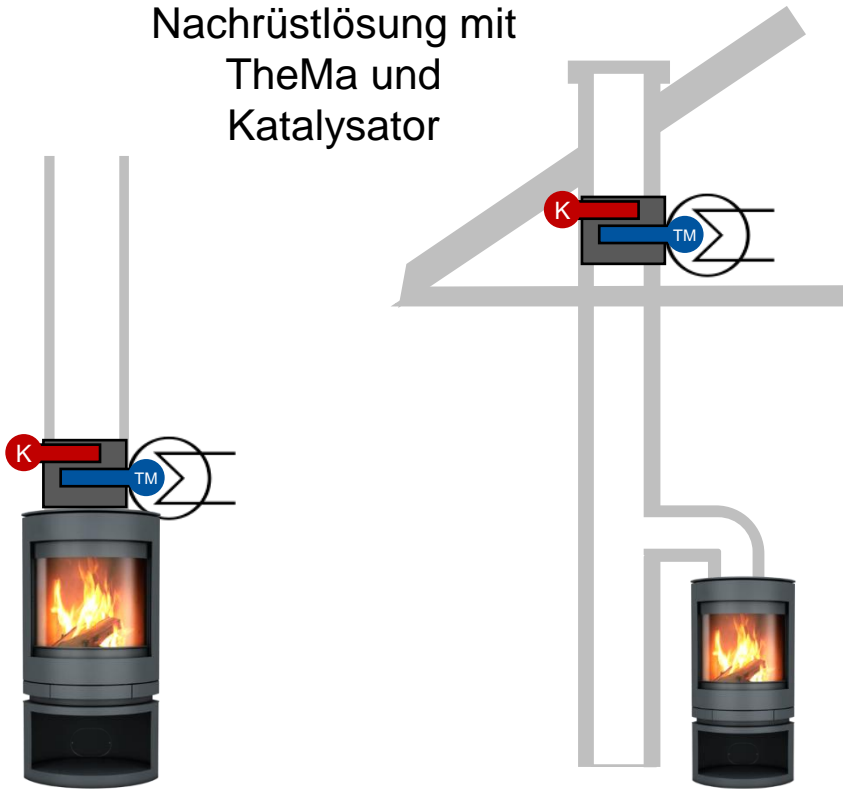
Projektausblick



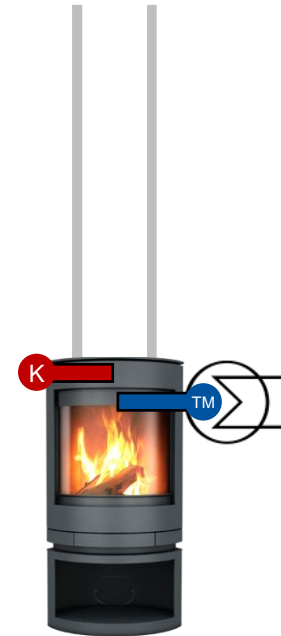
Foto: H. Mangold

Weitere Anwendungsbeispiele TheMa (Projektziele)

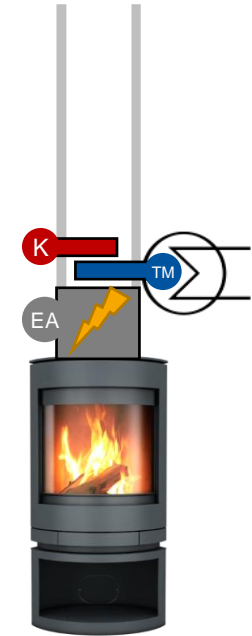
Nachrüstlösung mit
TheMa und
Katalysator



Integration des TheMa
und Katalysators in die
Feuerungen

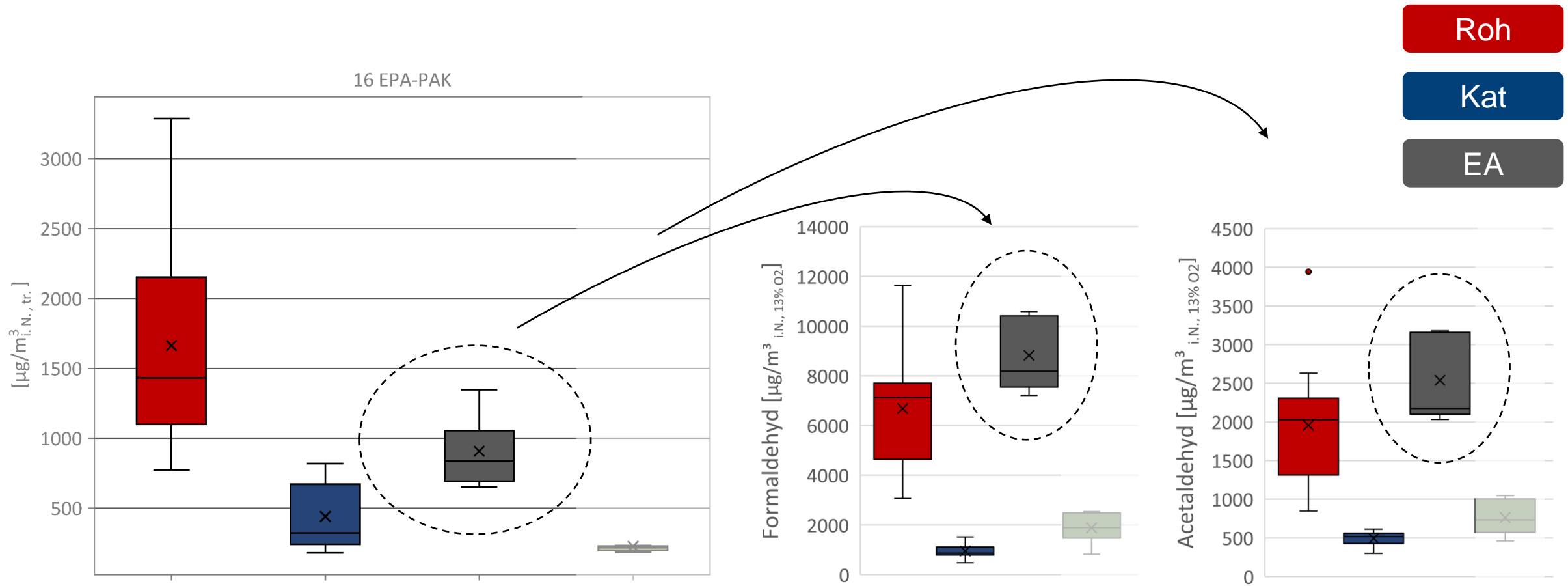


Änderung Reihung der
MiMa: Abscheider vor
Katalysator



K Katalysator **TM** Thermomanagementsystem (TheMa) **EA** E-Abscheider

Systemkopplung Katalysator und E-Abscheider - Hintergrund



Ausblick – Arbeitsaufträge im Projekt

- Schadstoffspezifisches Minderungspotential nachweisen
- Bypass-Design im Hinblick auf Funktionalität und Effizienz anpassen
 - Simulationsgestützte Entwicklung
 - Experimentelle Validierung
- Intelligente Regelung etablieren
 - Kontrollierter Abbrand der Rußpartikel
 - Nutzen vs. Wirtschaftlichkeit
- Langzeitstabilität aufzeigen
 - Dauertests weiterführen
 - Härtetest simulieren
- Kostensenkung schaffen
 - Synergien zur PKW-Anwendung nutzen

**→ Emissionsminderung für
Kaminöfen auf ein neues
Niveau heben!**

Thank you for your attention!

Daniel Wohter
RWTH Aachen University

www.teer.rwth-aachen.de

GEFÖRDERT DURCH



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

PROJEKTTRÄGER

