



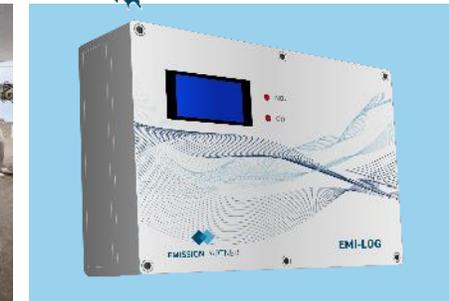
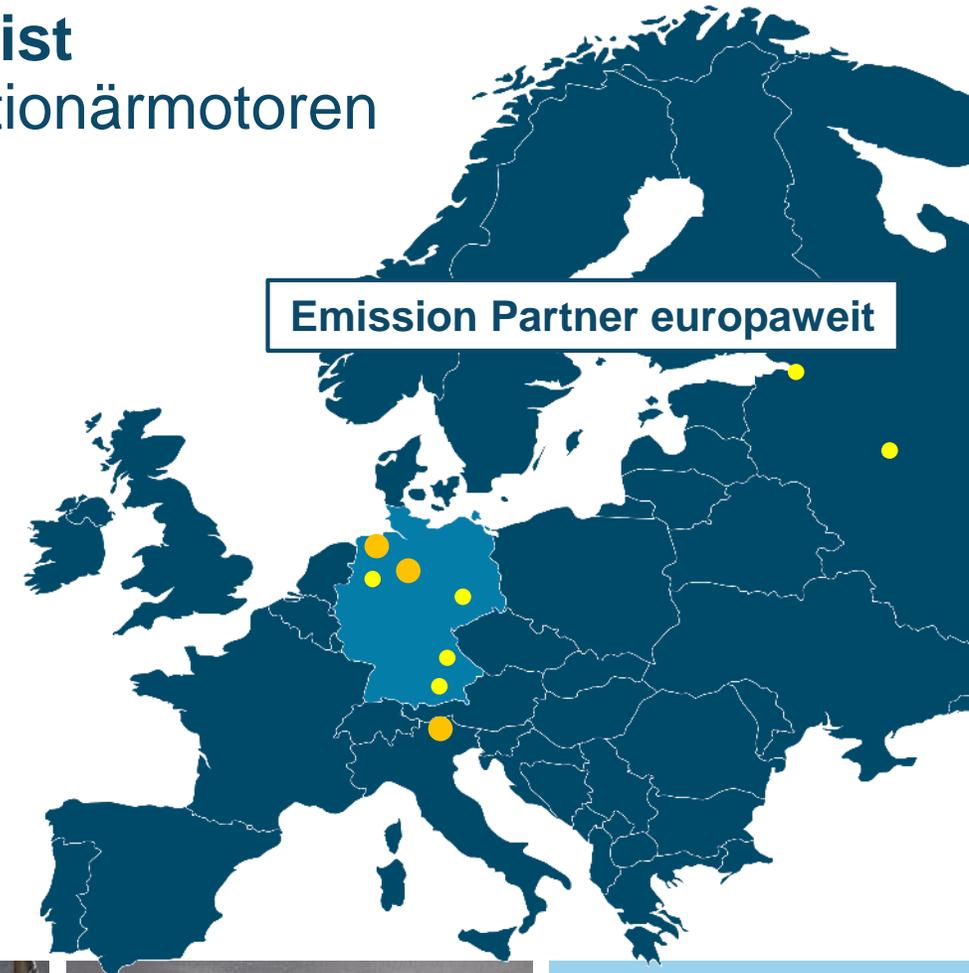
## Auswirkungen der 44. BImSchV auf die Abgasnachbehandlung von Blockheizkraftwerken

## Inhaltsverzeichnis

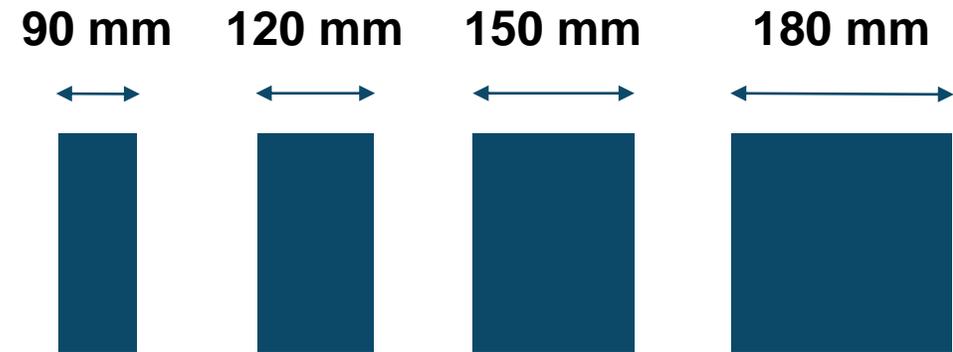
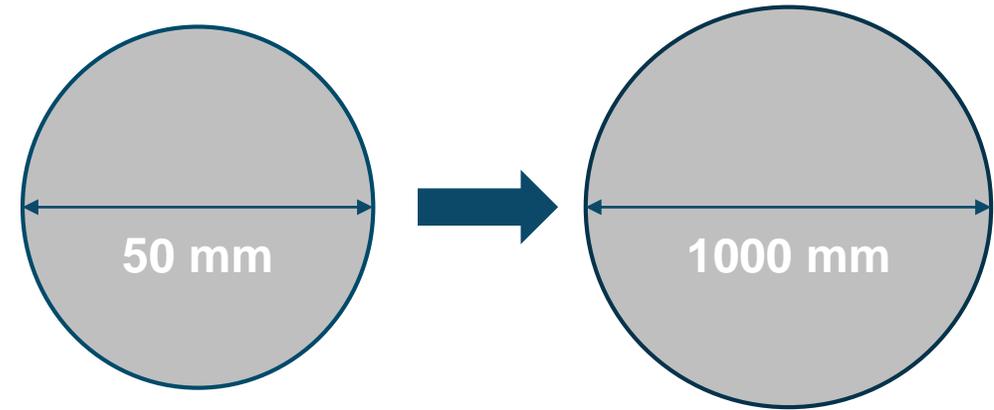
1. Anforderungen der 44. BImSchV
2. Auswirkungen für Neuanlagen
3. Lösungen für Neuanlagen
4. Auswirkungen für Altanlagen
5. Lösungen für Altanlagen

# Der Katalysatorspezialist für Abgasnachbehandlung von Stationärmotoren

- **Produktion** in Deutschland
- 100 % Fertigungstiefe
- **Applikation** von Katalysatoren



# Fertigung von Katalysatoren

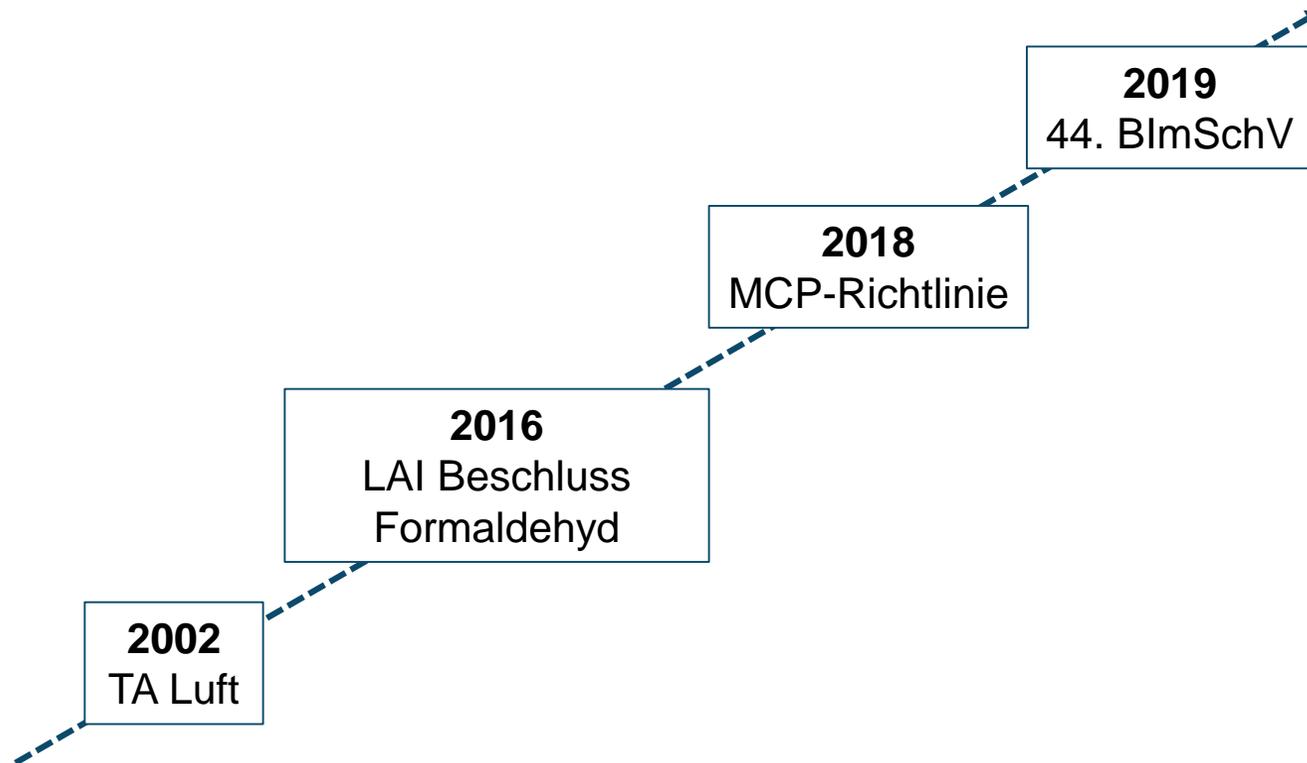


# Katalysatortypen

## Oxidationskatalysatoren zur Reduktion von Formaldehyd



# Emissionsanforderungen für BHKW in Deutschland und Europa



## Lösungsstrategien Oxidationskatalysatoren

Ziel: Kontinuierliche Einhaltung der Grenzwerte

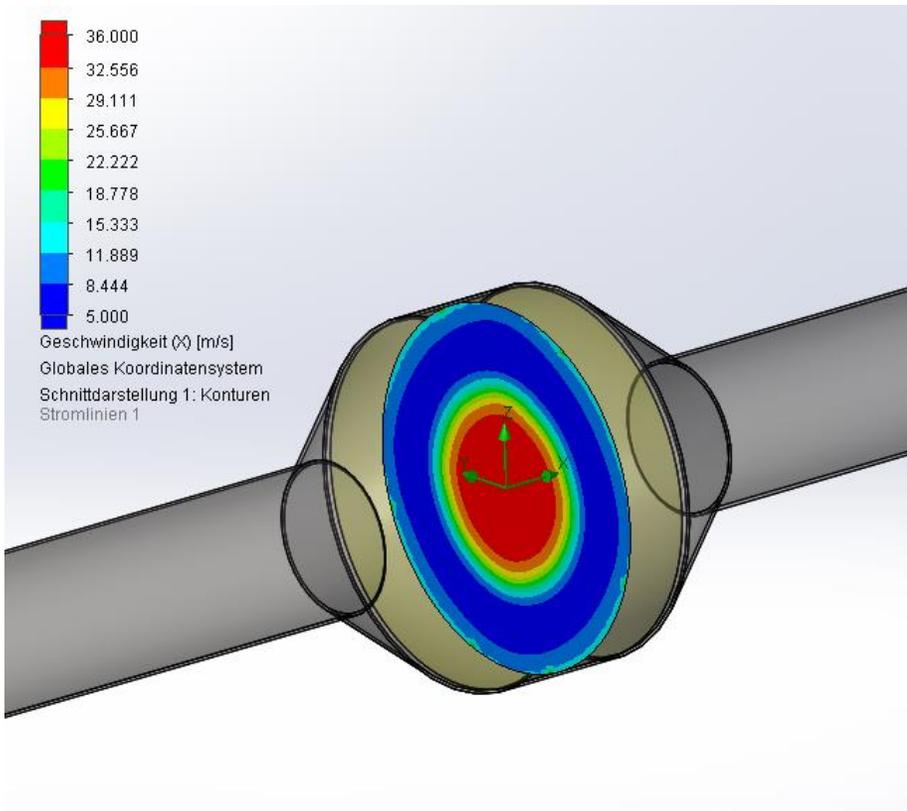


- Vergrößertes Katalysatorvolumen
- Hocheffiziente Katalysatorstechnologie
- hochtemperaturstabile Katalysatorfolien
- Optimierte Anströmung des Katalysators
- Optimierte Abdichtung des Katalysators
- Optimierte Zelligkeit des Katalysators

# Lösungsstrategien

## Optimierung der Anströmung durch Strömungsverteiler (Abgasverteilung)

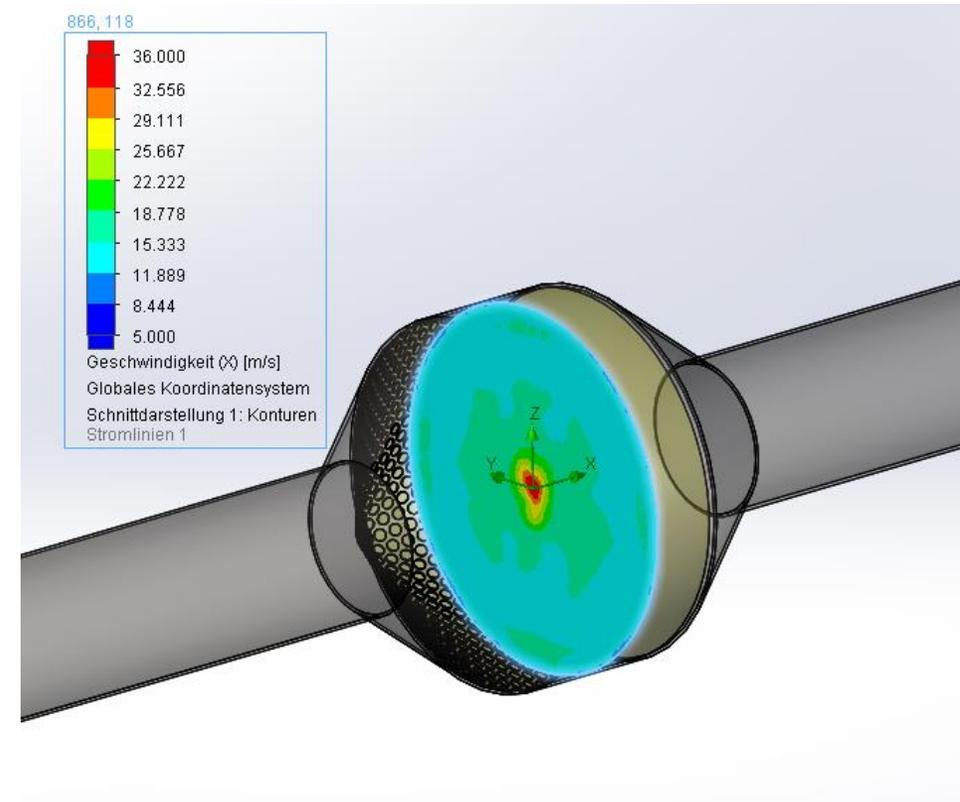
▶ Ohne Prallkegel:  $\gamma = 0,658$



$$\gamma = 1 - \sum_i \frac{|x_i - \bar{x}|}{2 * \bar{x}} A_i / \sum_i A_i$$



▶ Mit Prallkegel:  $\gamma = 0,945$



## Inhaltsverzeichnis

1. Anforderungen der 44. BImSchV
2. Auswirkungen für Neuanlagen
3. Lösungen für Neuanlagen
4. Auswirkungen für Altanlagen
5. Lösungen für Altanlagen

## Was ist die 44. BImSchV?

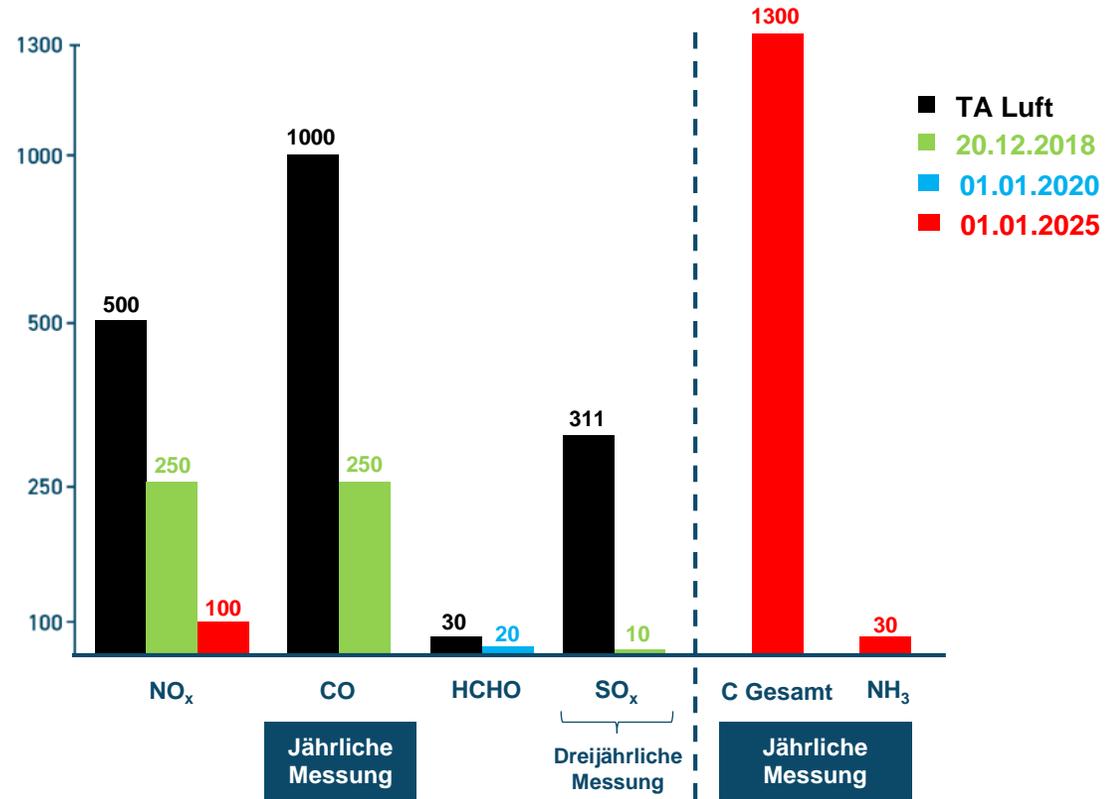
- Die 44. BImSchV ist die nationale Umsetzung der europäischen MCP Richtlinie (vom 18.12.2015) und löst die aktuelle Fassung der TA Luft ab
- Die 44. BImSchV ist am **20.06.2019** in Kraft getreten
- Gilt für jeden Motor mit einer Feuerungswärmeleistung  $\geq 1$  MW
- Unterscheidung zwischen **Neuanlagen** (Stichtag 20.12.2018) und **Bestandsanlagen**

| Am 19.12.2018 und früher | Am 20.12.2018     | Am 21.12.2018 und später |
|--------------------------|-------------------|--------------------------|
| Bestehende Anlage        | Bestehende Anlage | Neuanlage                |

## Was fordert die 44. BImSchV?

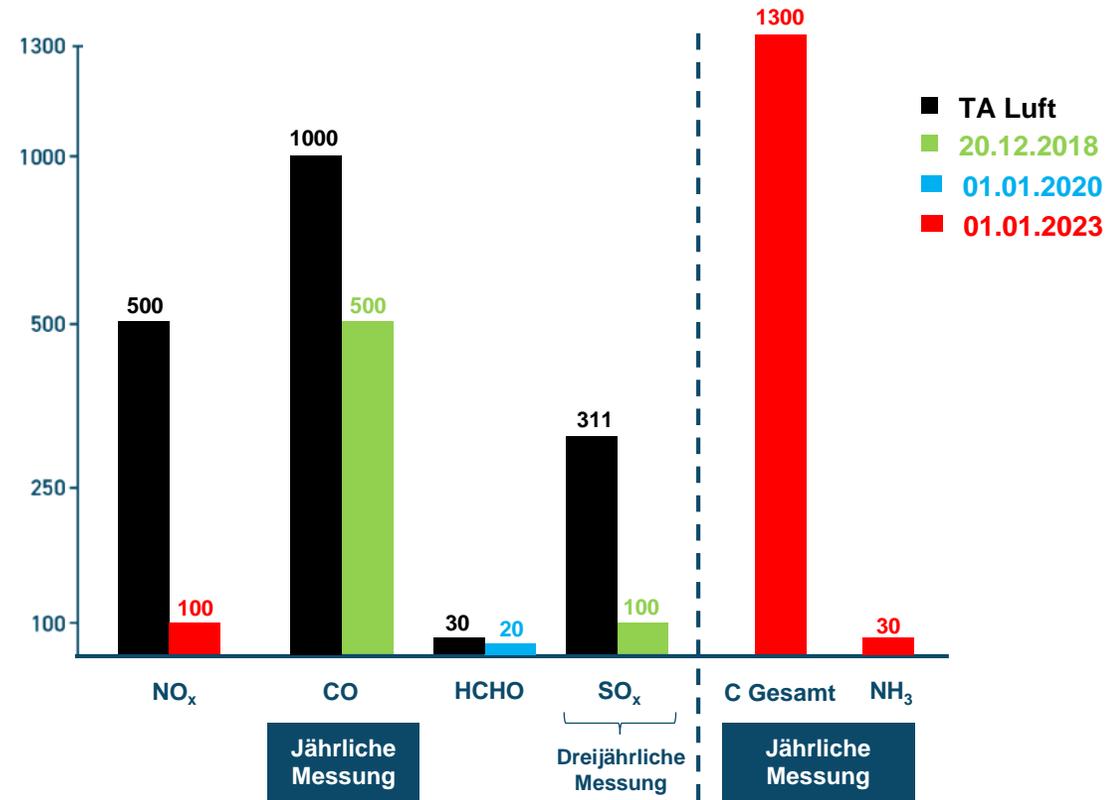
- **Registrierung** der Anlage mit einer Feuerungswärmeleistung über 1 MW, ca. 400 kW el.
- Nachweis über die **dauerhafte Einhaltung der Stickoxidemissionen**
- Nachweis über den **kontinuierlichen effektiven Betrieb** der Abgasanlage
- **Strengere Emissionsauflagen für NO<sub>x</sub>, CO, HCHO und SO<sub>x</sub>** sowie neue Emissionsauflagen für „gesamt C“ und NH<sub>3</sub>
- Maximal **400 Stunden Ausfallzeit** der Abgasnachbehandlung
- **24 h Fehlerbehebung, nach 48 Stunden Meldung bei der Behörde**

## Grenzwerte 44. BImSchV für Erdgasanlagen (neu)



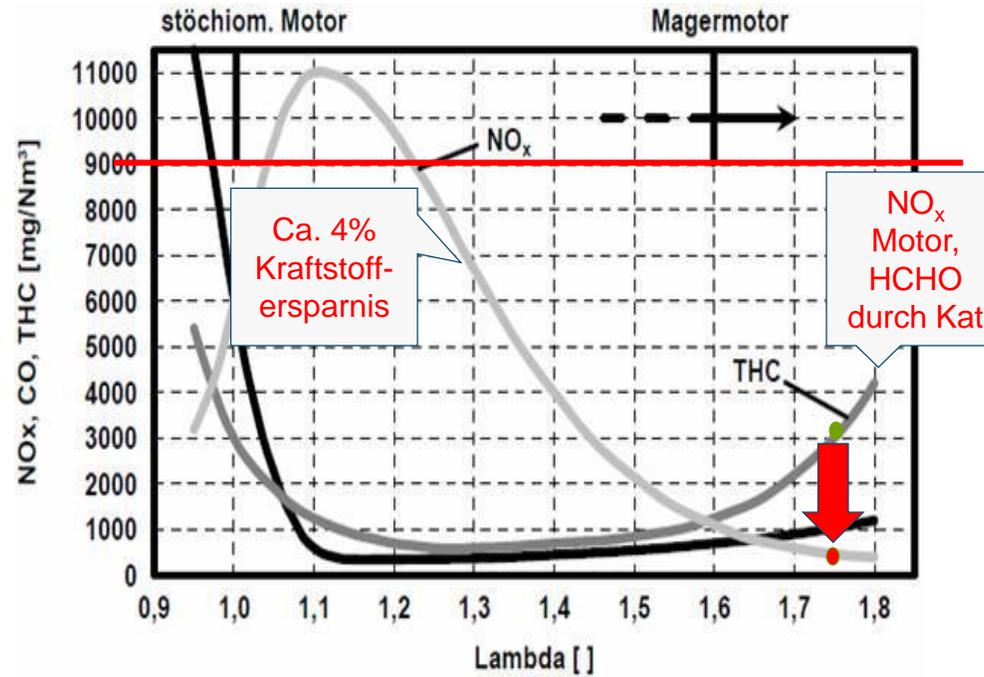
\* alle Werte ohne Rundung dargestellt

## Grenzwerte 44. BImSchV für Biogasanlagen (neu)



\* alle Werte ohne Rundung dargestellt

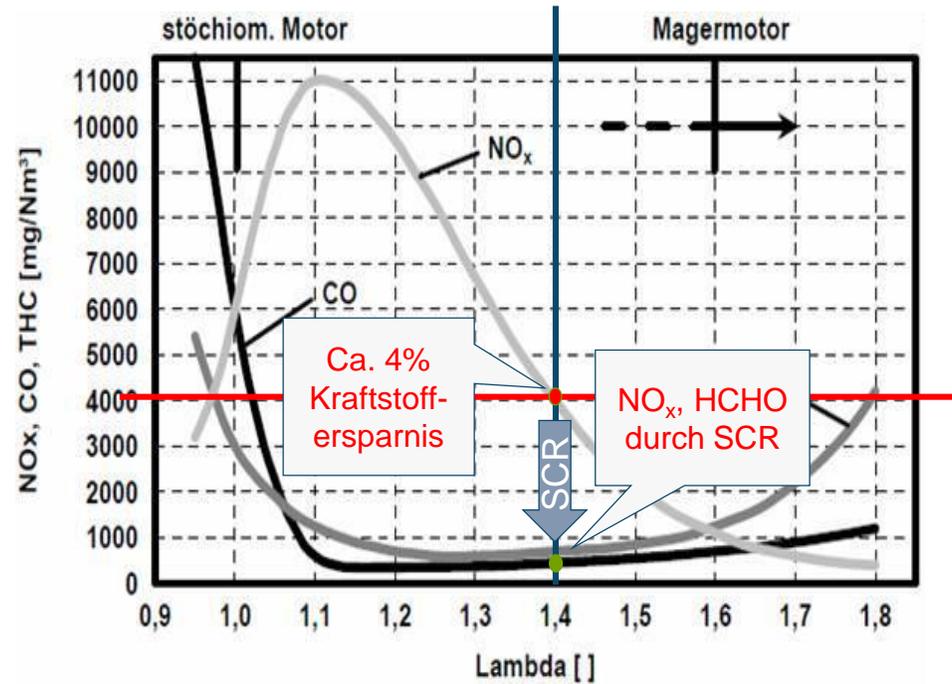
## SCR-Katalysator im Vergleich zum Oxikat (1) Zielkonflikt Wirkungsgrad und niedrige Emissionen



Quelle: Jenbacher

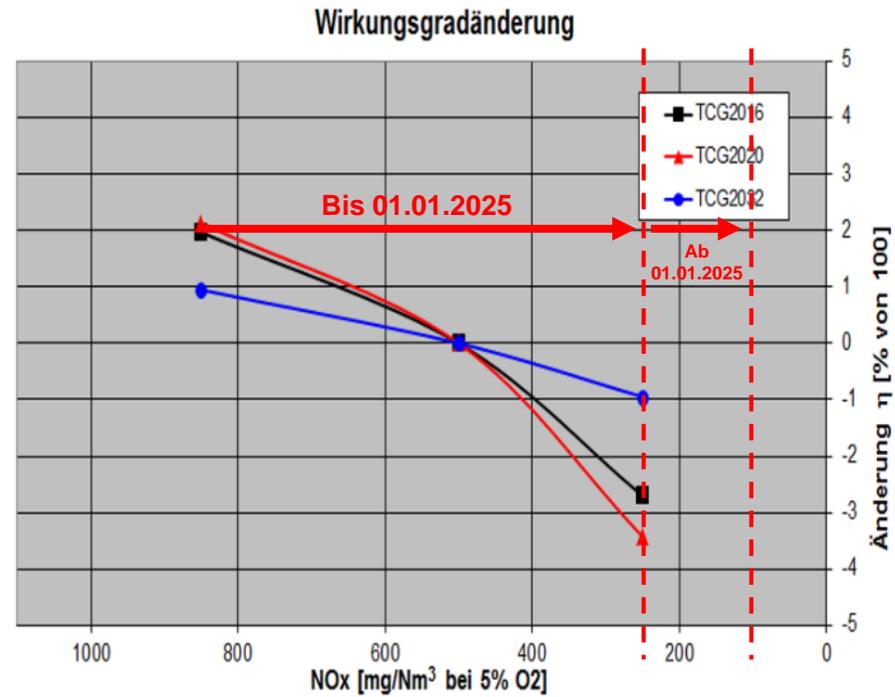
## SCR-Katalysator im Vergleich zum Oxikat (2)

### Zielkonflikt Wirkungsgrad und niedrige Emissionen



Quelle: Jenbacher

## Ab sofort 4 % Kraftstoff sparen mit SCR



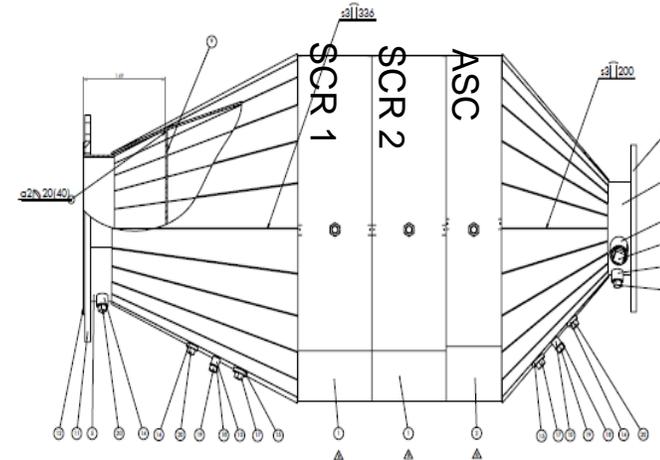
Quelle: Caterpillar

## PROTOTYPE DESIGN SCR ON METAL SUBSTRATE

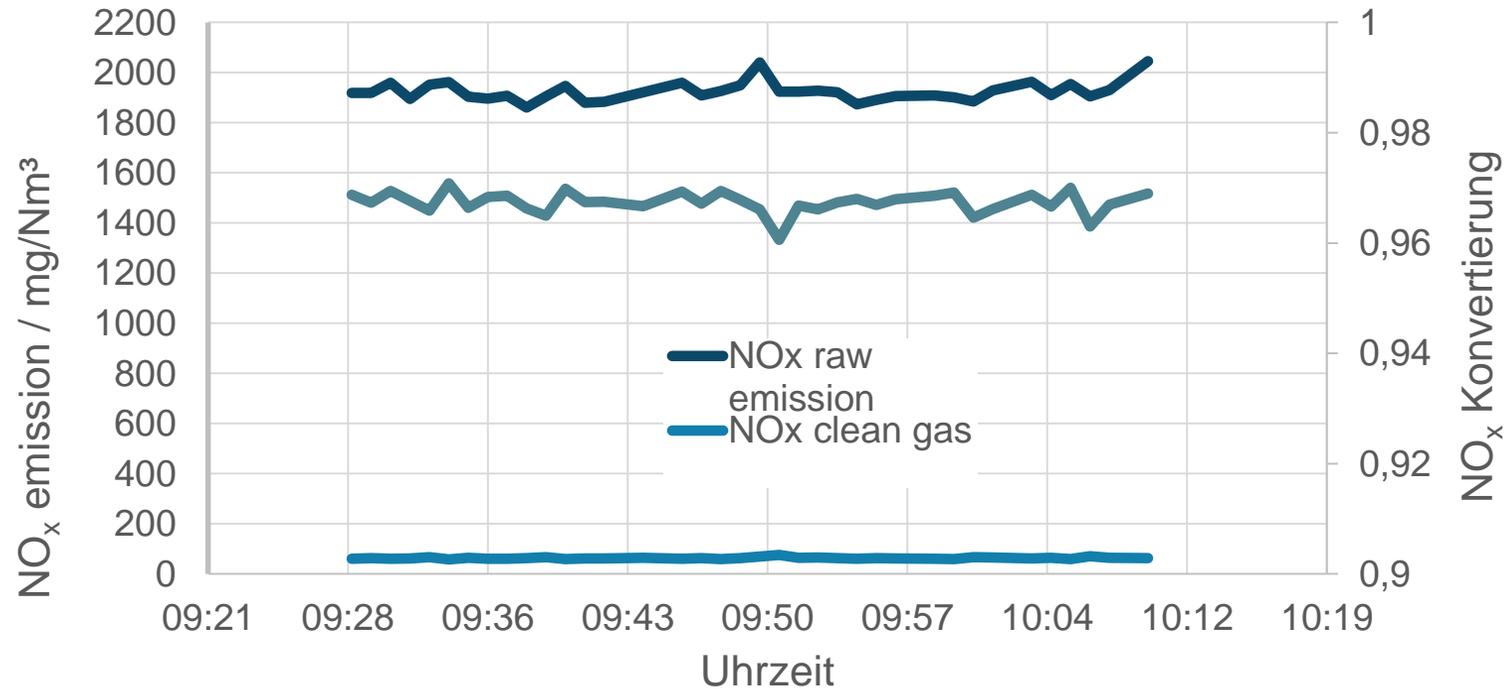
Versuchsmotor:  
Scania 6 Zylinder Zündstrahlmotor  
250 kW el.  
Abgasvolumen:  
ca. 1000 Nm<sup>3</sup>



Drei Katalysatoren  
EP-SCR 514-90 @ 18,67 Liter  
SV H<sup>-1</sup> = 17.849  
Temperatur ca. 495°C  
NOx Konvertierung: ca. 96,5%

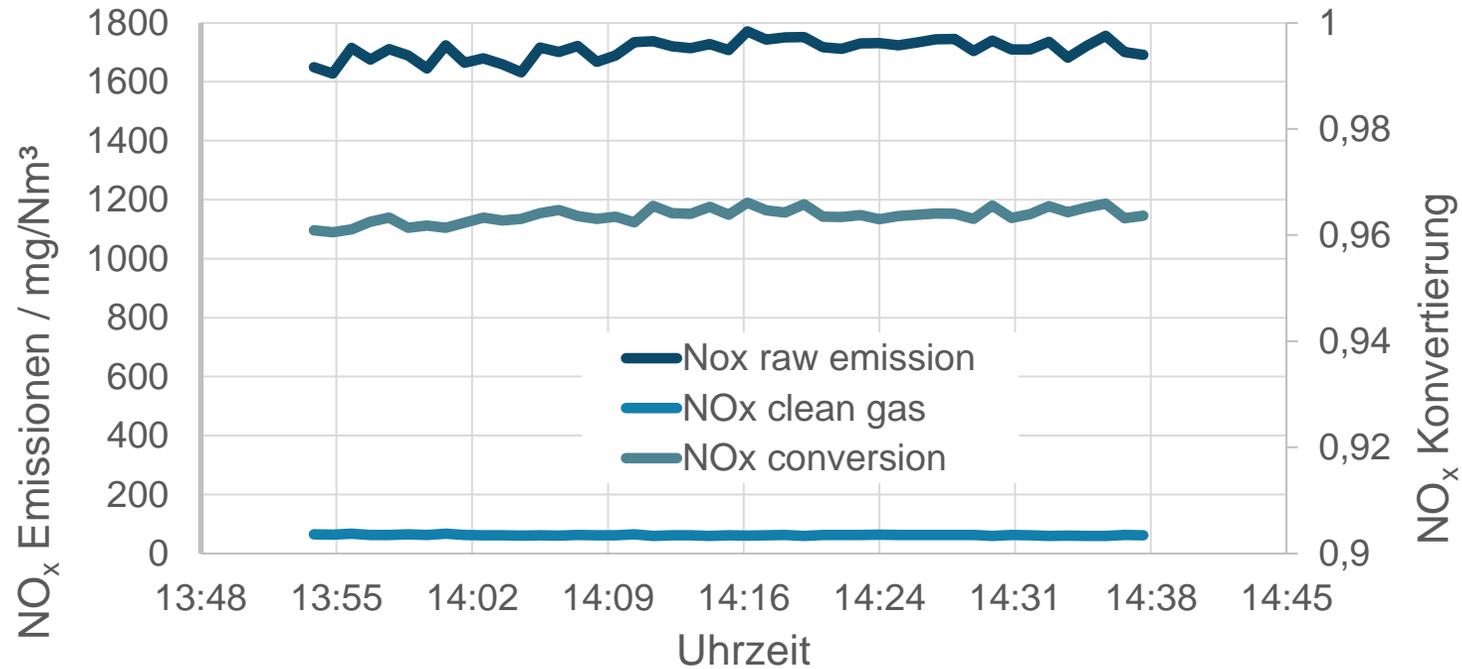


## SCR NO<sub>x</sub>-Konvertierung (frisch) Beispiel SCHNELL-Motor



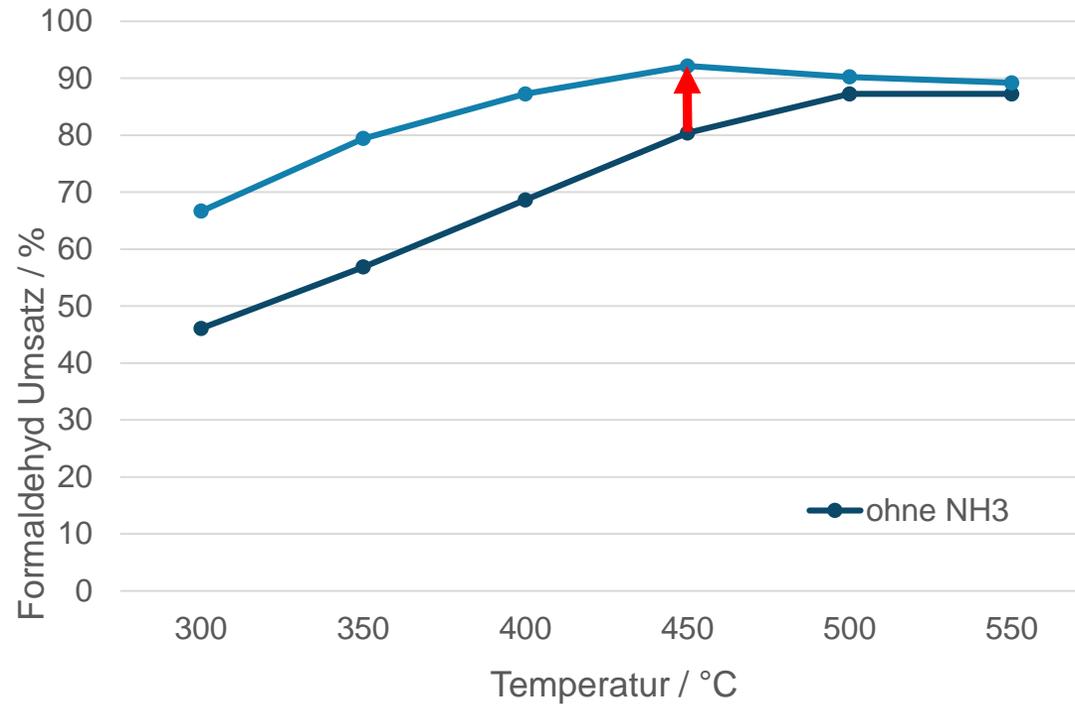
**Dezember 2018**  
NO<sub>x</sub>-Konvertierung: > 96 %

## SCR NO<sub>x</sub>-Konvertierung (nach 6 Monaten) Beispiel SCHNELL-Motor



**Juni 2019**  
NO<sub>x</sub>-Konvertierung: > 96 %

## Mit einer SCR-Abgasanlage oxidieren Sie Formaldehyd!



|                  |  |
|------------------|--|
| Konditionen      | 15.000 h <sup>-1</sup>   |
| Katalysator      | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /WO <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub> |
| O <sub>2</sub>   | 6 vol. %   |
| NO               | 550 vppm   |
| NO <sub>2</sub>  | 25 vppm  |
| NH <sub>3</sub>  | 0 / 575 vppm   |
| CH <sub>4</sub>  | 1500ppm  |
| HCHO             | 100 vppm   |
| CO               | 600 vppm   |
| SO <sub>2</sub>  | 30 vppm  |
| H <sub>2</sub> O | 12 vol. %  |
| CO <sub>2</sub>  | 13 vol. %  |
| N <sub>2</sub>   | Rest   |

**In Kooperation mit Prof. Kureti,**  
 Institut für Energieverfahrenstechnik und  
 Chemieingenieurwesen, TU Bergakademie Freiberg

Für  
Leistungs-  
klassen  
von 400 bis  
5000 kW

## Vorstellung SCR Abgasnachbehandlung Emission Blue Reaktoren (Version 1)



Mehr Katvolumen als  
Oxidationskatalysatoren  
**dadurch robuster**



Katalysatorelemente  
aus Keramik/edelmetallfrei  
**dadurch schwefelresistent**



## Beispiele für Montage vor Ort

- Einbau der Katalysatoren mit unseren Anlagenbaupartnern
- Inklusive anfallender Schweiß- und Dämmarbeiten
- Übernahme der Koordination alle Gewerke



## Vorstellung SCR Abgasnachbehandlung Stadtwerke Duisburg „Mitte“



## Vorstellung SCR Abgasnachbehandlung Praxisbeispiele



Auswirkungen der 44. BIMSCHV auf die Abgasnachbehandlung von Stationärmotoren

## Vorstellung SCR Abgasnachbehandlung Praxisbeispiele



Auswirkungen der 44. BIMSCHV auf die Abgasnachbehandlung von Stationärmotoren

## Praxisbeispiele



## Emission Blue

### Beispielreaktor für 4500 kW el.



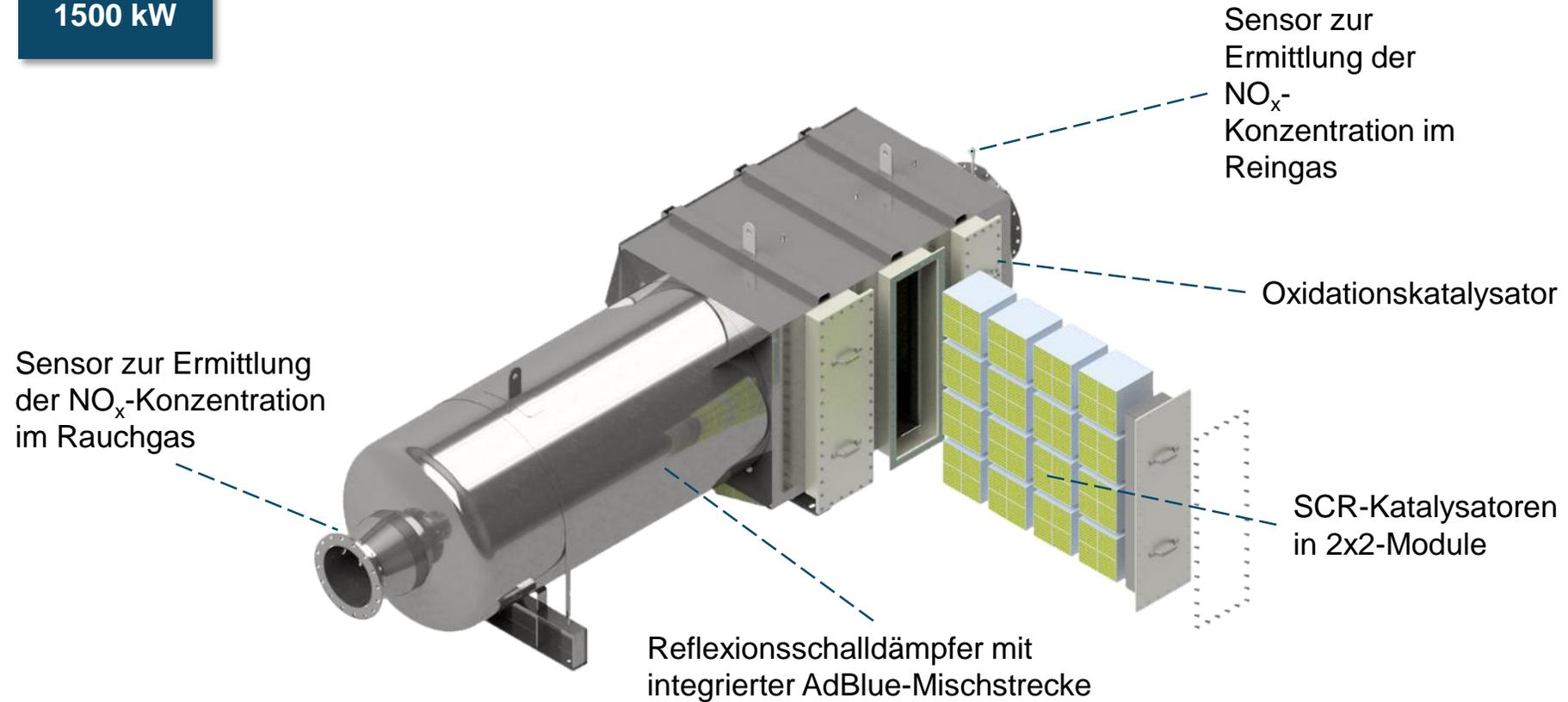
Wo ist der Platz auf dem Container?

Wohin mit dem Mischrohr?

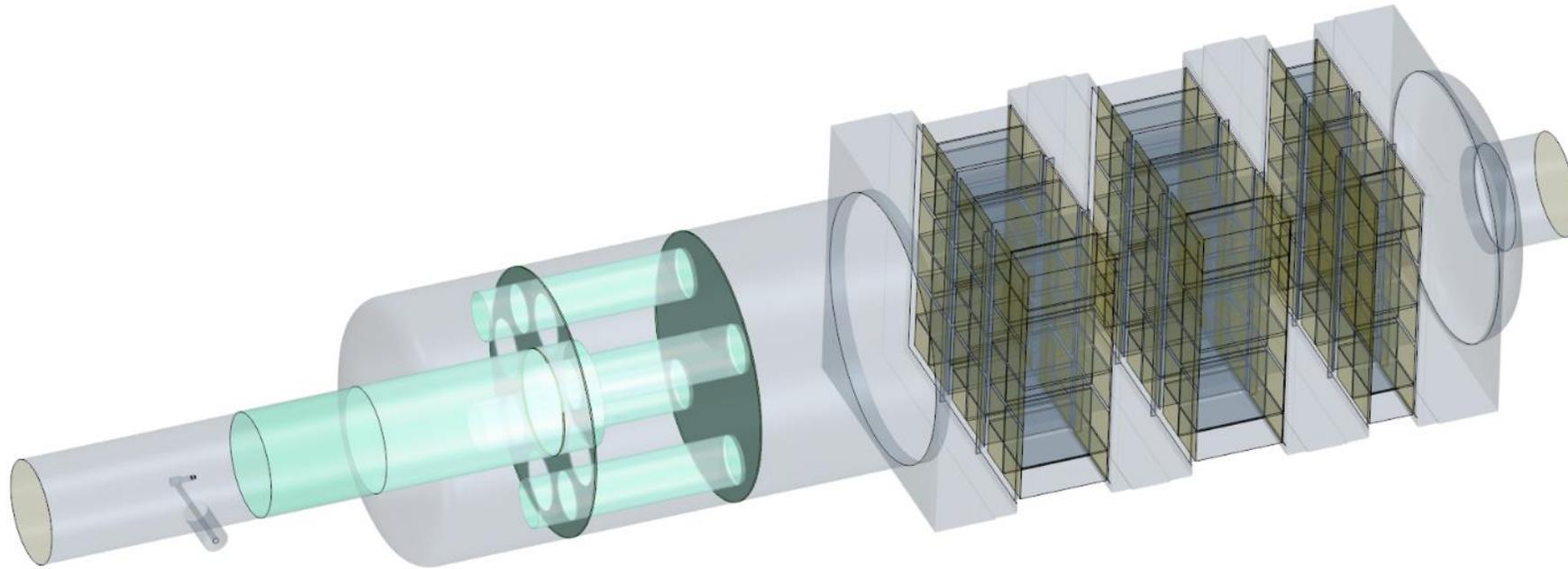
Reaktor ist viel zu teuer, hoher  
Anfangsinvest für 44. BimSchV bereits  
ab Inbetriebnahme

Für  
Leistungs-  
klassen  
größer als  
1500 kW

## Turbo – Reflexionsschalldämpfer – SCR-AWT Schalldämpfer-SCR-Reaktorkombination



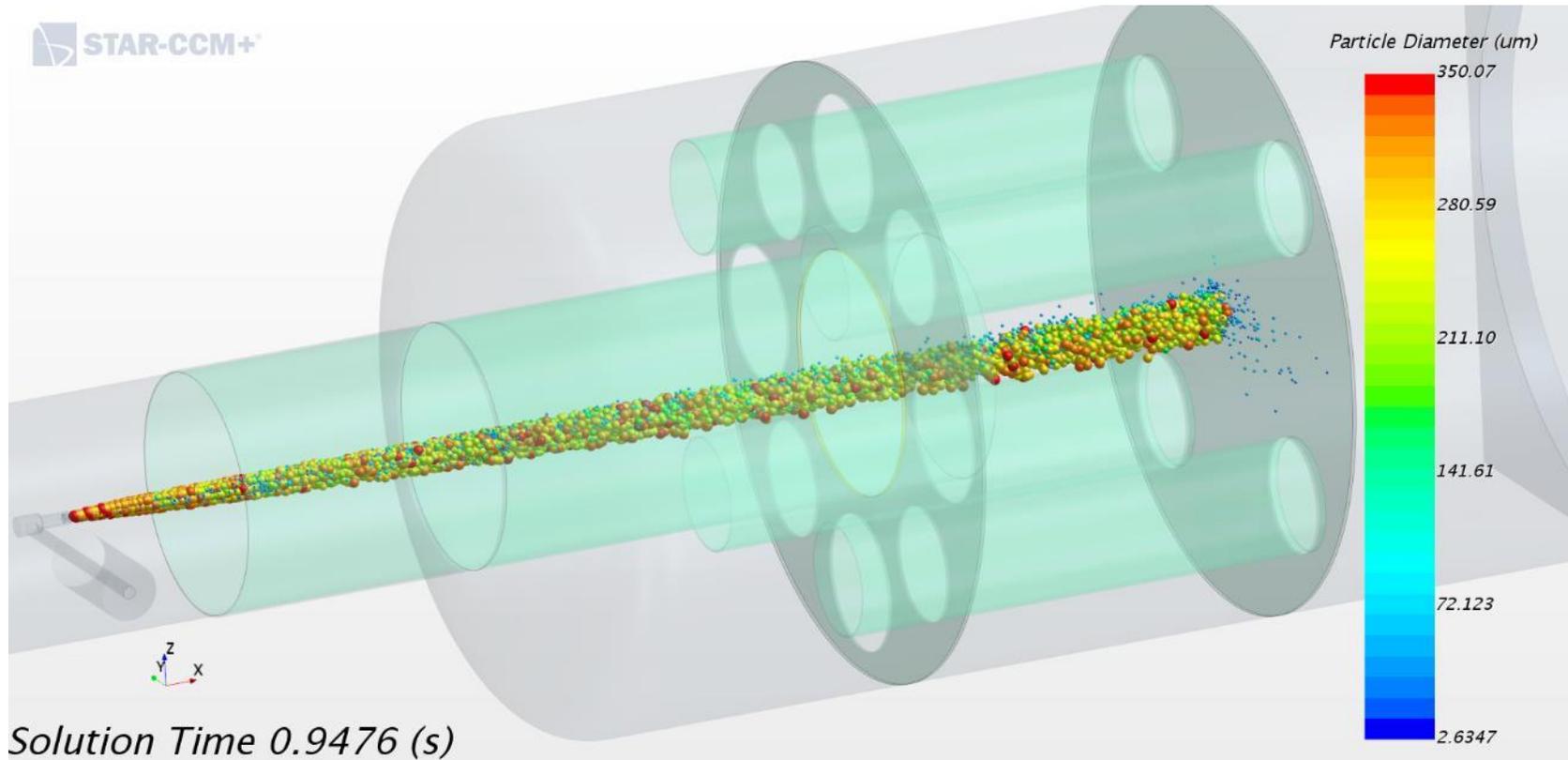
# Weiterentwicklung SCR Abgasnachbehandlung Integration der Mischstrecke in Schalldämpfergehäuse



Sprayverteilung  
Tropfen-  
durchmesser

# Weiterentwicklung SCR Abgasnachbehandlung

## Integration der Mischstrecke in Schalldämpfergehäuse



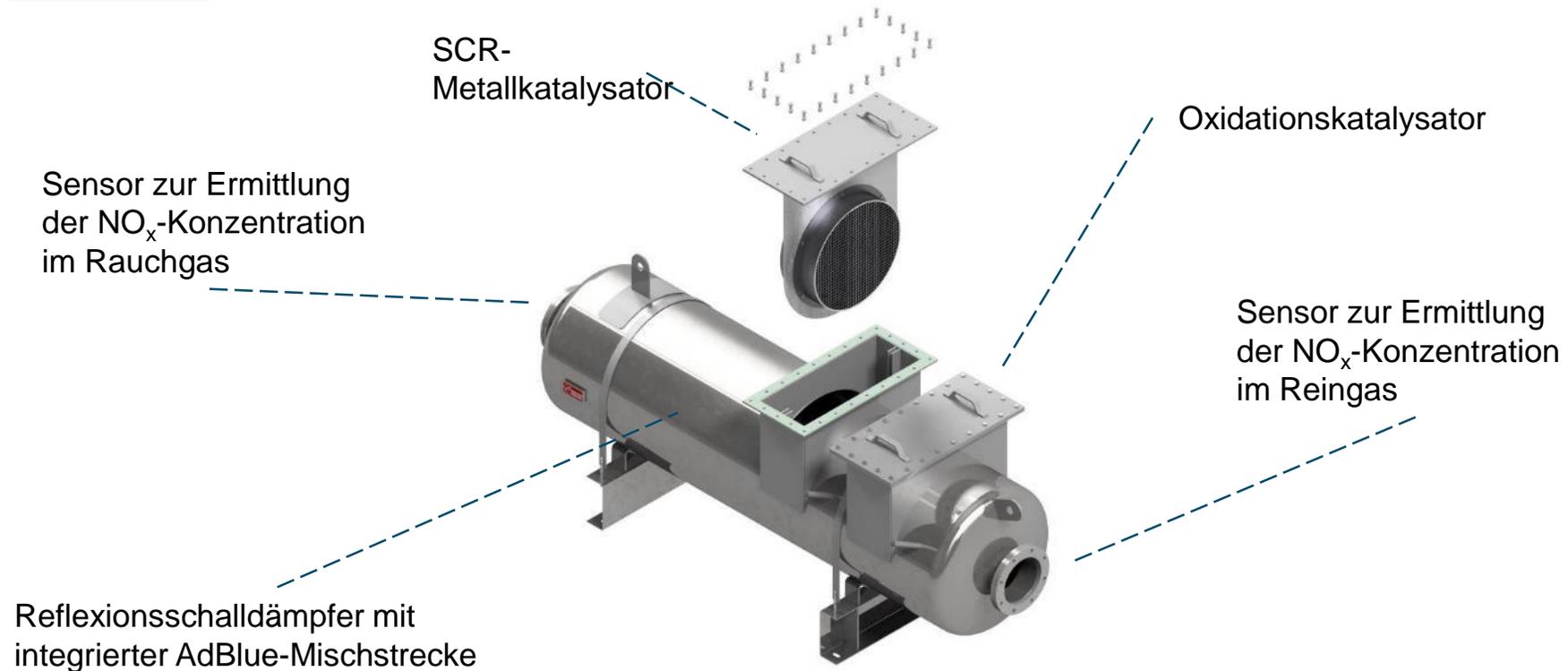
## Vorstellung SCR Abgasnachbehandlung Praxisbeispiele



**Austausch eines Schalldämpfers durch eine SCR-Schalldämpfer-Kombi  
Kein zusätzlicher Platzbedarf!**

Für  
Leistungs-  
klassen  
bis 1500  
kW

## Turbo – Reflexionsschalldämpfer – SCR-AWT Schalldämpfer-SCR-Reaktorkombination (Metallkat)



## Vorstellung SCR Abgasnachbehandlung Praxisbeispiele



# Vorstellung SCR Abgasnachbehandlung

## Abgasanlage aus Schalldämpfer SCR Katalysator und AWT



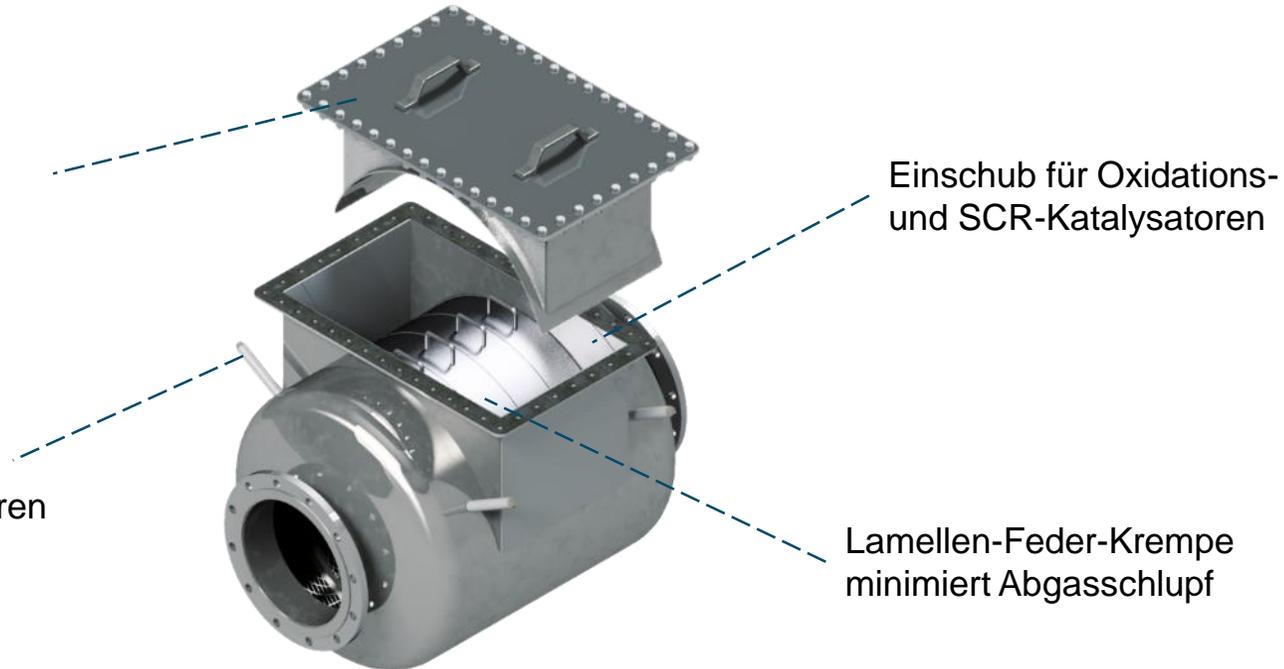
Für  
Leistungs-  
klassen  
bis 6000  
Nm<sup>3</sup>

## Lösungen für Neuanlagen

### SCR Kompaktsystem vor AWT an Stelle des Oxikats

Schraubbarer Deckel  
mit Halbschale zur  
Katalysatorabdichtung

Druck- und  
Temperatursensoren



Einschub für Oxidations-  
und SCR-Katalysatoren

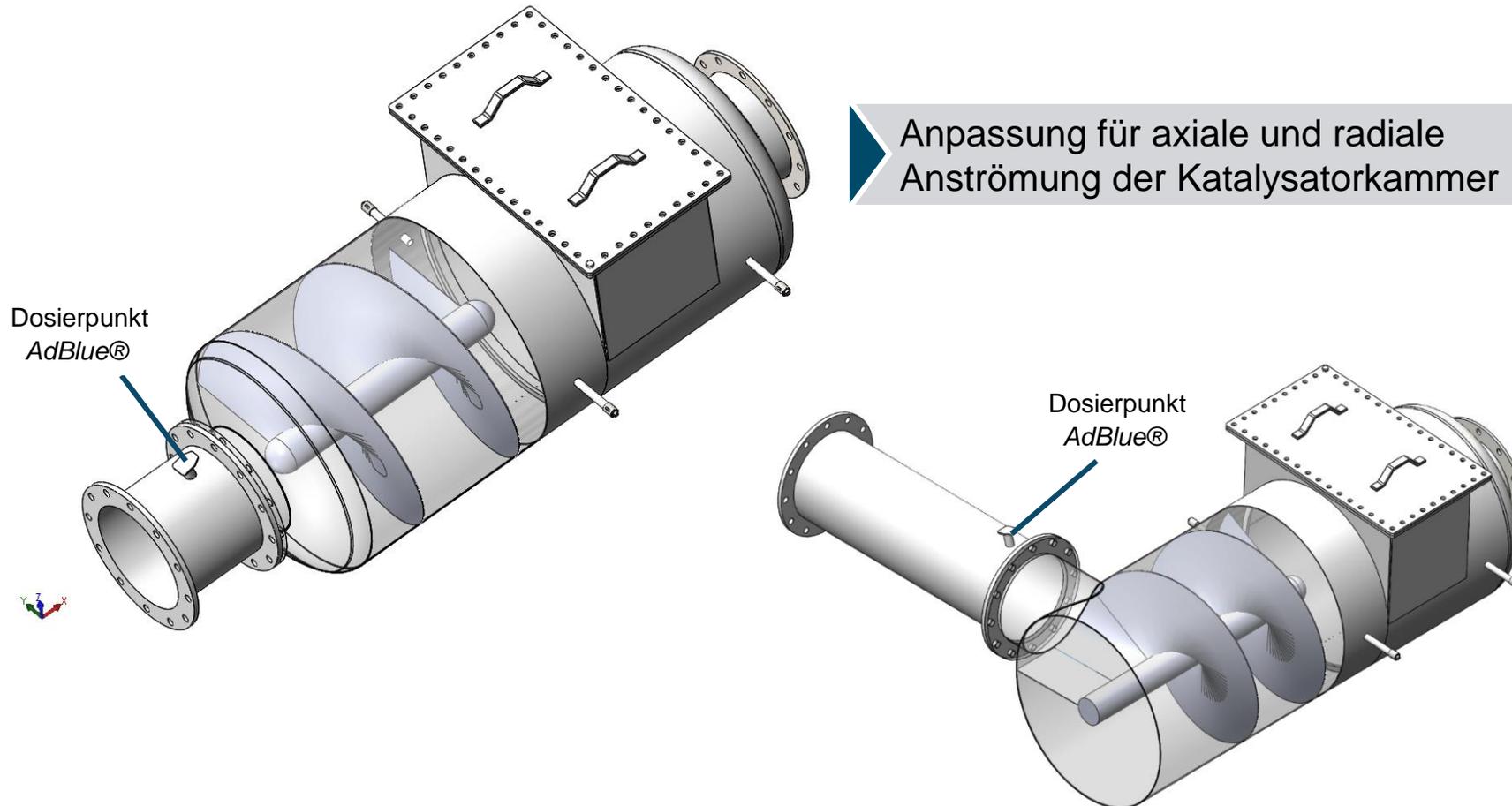
Lamellen-Feder-Krempe  
minimiert Abgasschlupf



Auswirkungen der 44. BIMSCHV auf die Abgasnachbehandlung von Stationärmotoren

# Konzeptentwicklung

## Integration der Mischstrecke in das Katalysatorgehäuse



## Harnstoffdosiersystem



Steuerung  
mit Display

ODER



Steuerung ohne Display  
(Hutschienensteuerung)

- Nachweis über die **dauerhafte Einhaltung der Stickoxidemissionen**
  - NO<sub>x</sub> Emissionen werden angezeigt
  - Und dokumentiert
- Nachweis über den **kontinuierlichen effektiven Betrieb** der Abgasanlage
- Erfüllt **Anforderungen an die 44. BImSchV**

## Zusammenfassung der Lösung für Neuanlagen

- SCR Kompaktsystem samt Harnstoffdosierung sofort einbauen
  - **Bis 01.01.2025:** erfüllt die Anforderungen zur Überwachung der 44. BImSchV
    - Bis zu 4 % Kraftstoffersparnis
    - Schwefelresistenter Kat zur Formaldehydreduktion mit verminderter Gasaufbereitung
    - Ende 2024 ist die SCR Abgasnachbehandlung bereits bezahlt
  - **Ab 01.01.2025:** erfüllt die strengeren NO<sub>x</sub>-Emissionsauflagen

## Lösung für Altanlagen EMI-LOG

- Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen aus der 44. BImSchV
- **§ 24 Messungen an Verbrennungsmotoranlagen (6):**  
„Bei Verbrennungsmotoranlagen, die mit Oxidationskatalysatoren ausgestattet sind, hat der Betreiber Nachweise über den kontinuierlichen effektiven Betrieb des Katalysators zu führen.“
- Kontinuierliche NO<sub>x</sub>-Messung
- Display
  - Die letzten Tagesmittelwerte
  - Aktueller NO<sub>x</sub>- und CO-Halbstundenmittelwert
  - Ausfallstunden des Emissionsminderungssystems über die Tagesmittelwerte
  - Betriebsstunden über den Drucksensor
- Lokale Speicherung der Tagesmittelwerte und Ausfallzeiten (6 Jahre)
- Stromanschluss und Internetzugang sind betreiberseitig zu stellen

# EMI-LOG – Kontinuierliche Katalysatorüberwachung

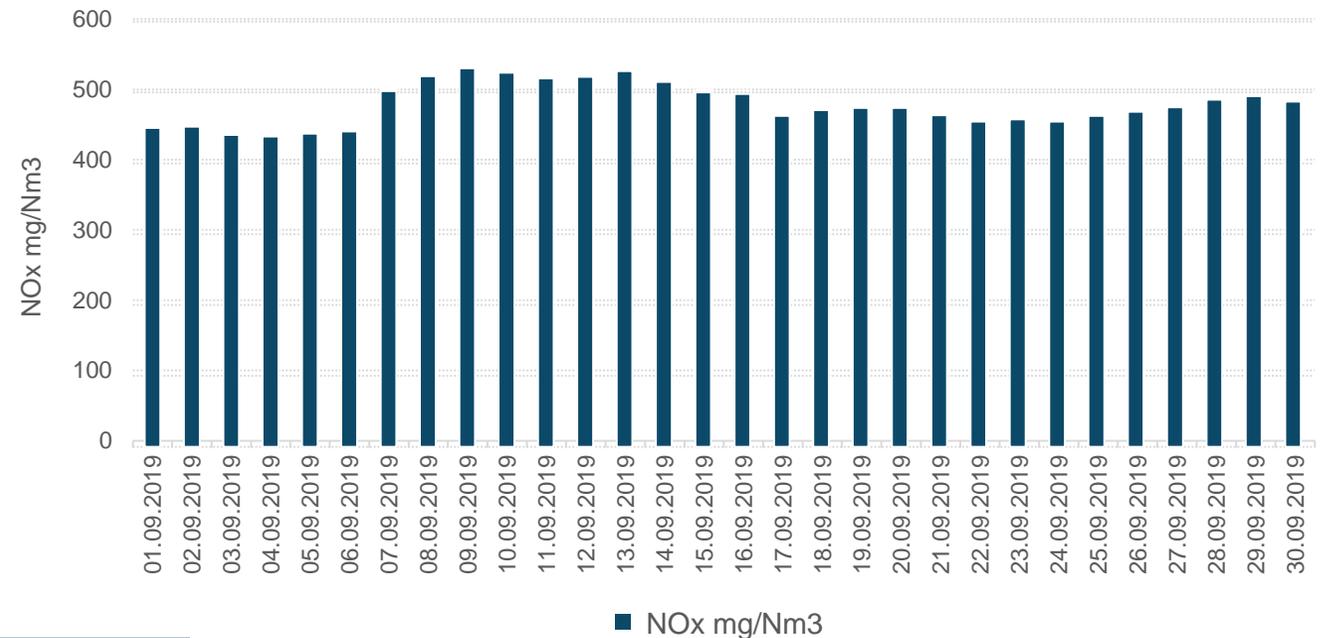


# NO<sub>x</sub>-Messung

## Der Nachweis zur dauerhaften Einhaltung der NO<sub>x</sub>-Grenzwerte



NO<sub>x</sub>-Tagesmittelwerte September 2019



**NO<sub>x</sub>-Messung ist Stand der Technik**

**Standardsensoren aus dem Automotive Bereich**

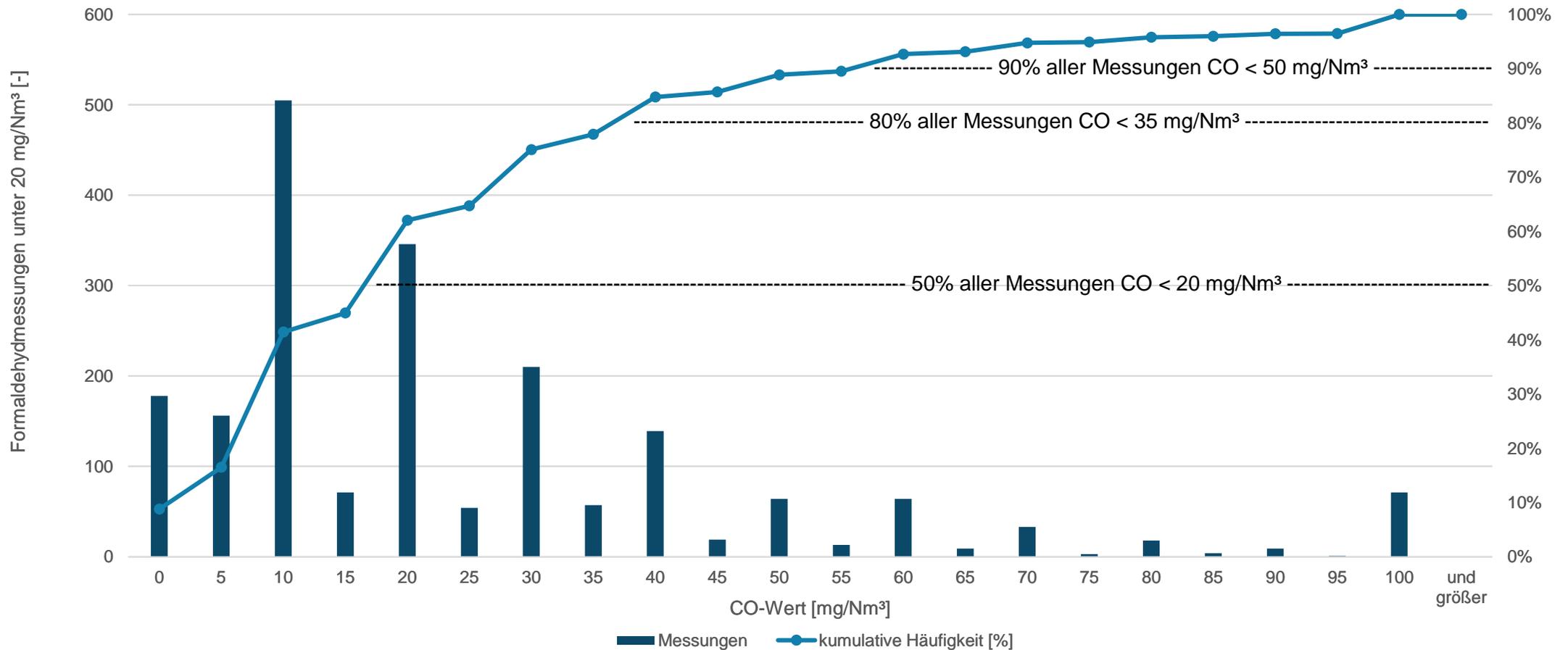
**Einfache Nachrüstung**

# CO-Messung

## Der Nachweis über den effektiven Betrieb des Katalysators

Datenbasis: 2436 bestandene Messungen von akkreditierten Messinstituten

Zusammenhang Formaldehydwert < 20 mg/Nm<sup>3</sup> mit CO-Wert



# CO-Messung

## Der Nachweis über den effektiven Betrieb des Katalysators

Datenbasis: 2436 bestandene Messungen von akkreditierten Messinstituten



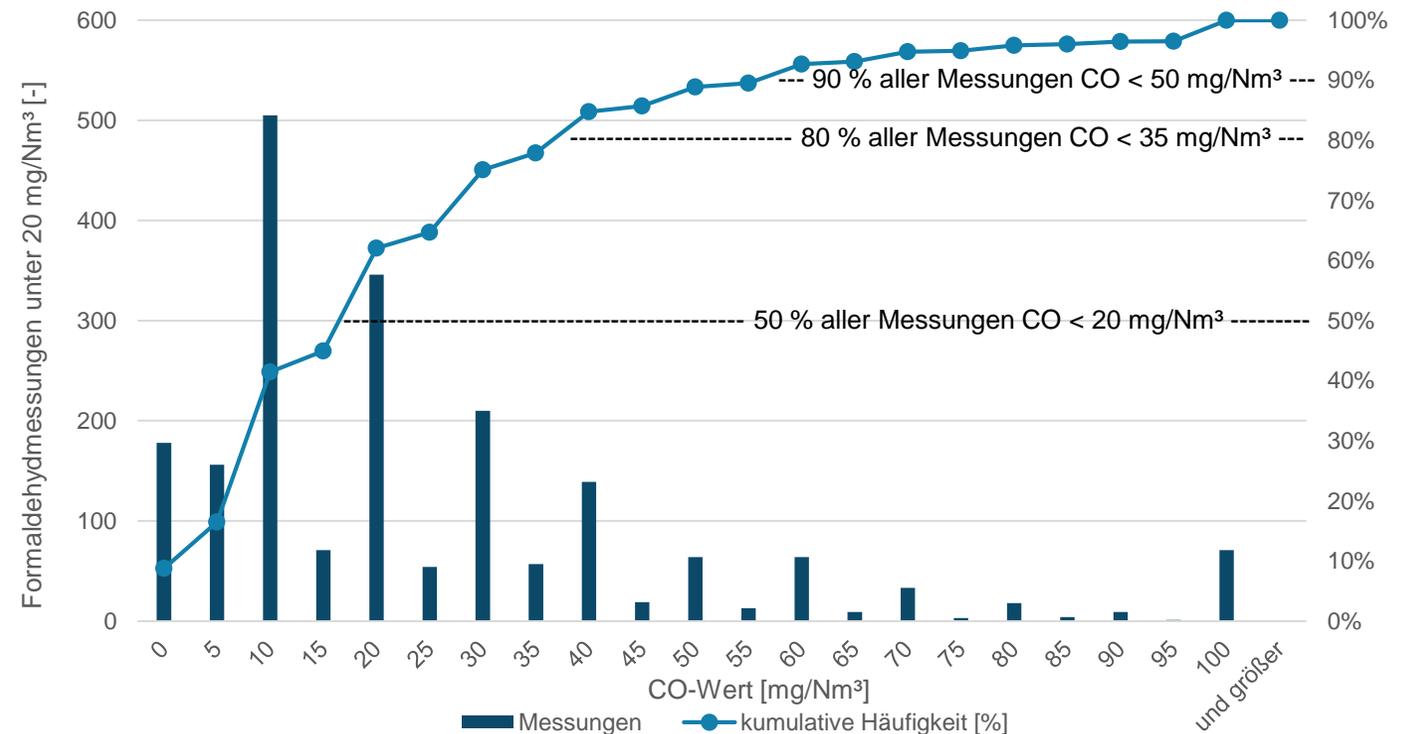
**CO-Messung für mehr Transparenz**

**Vergleichbarkeit von Katalysatoren**

**Nachvollziehbarer Katalysatorwechsel**

**Feststellung von Service- & Wartungsarbeiten**

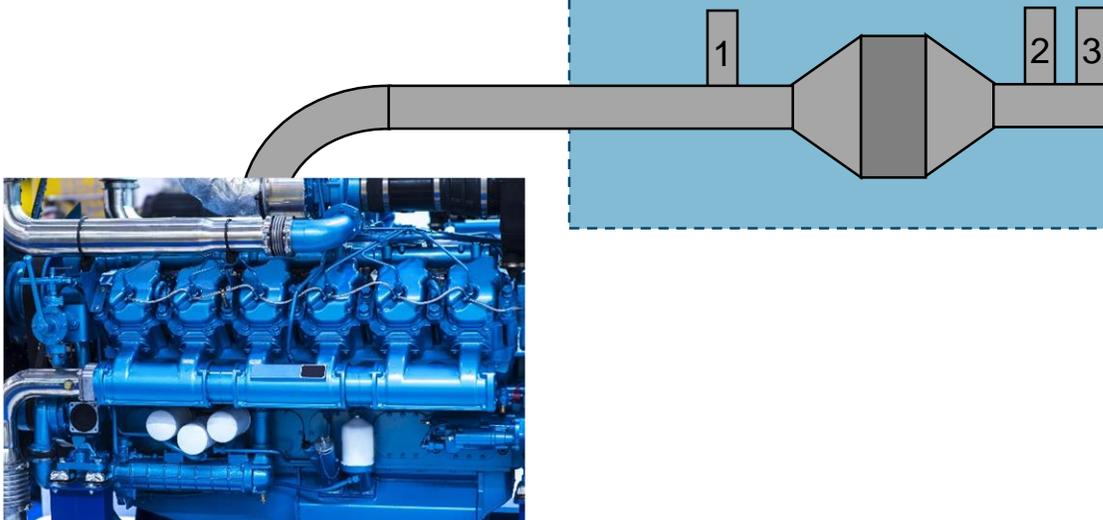
Zusammenhang Formaldehydwert < 20 mg/Nm<sup>3</sup> mit CO-Wert



# Wirkprinzip der EMI-LOG Katalysatorüberwachung für Magermotoren mit Oxidationskatalysator

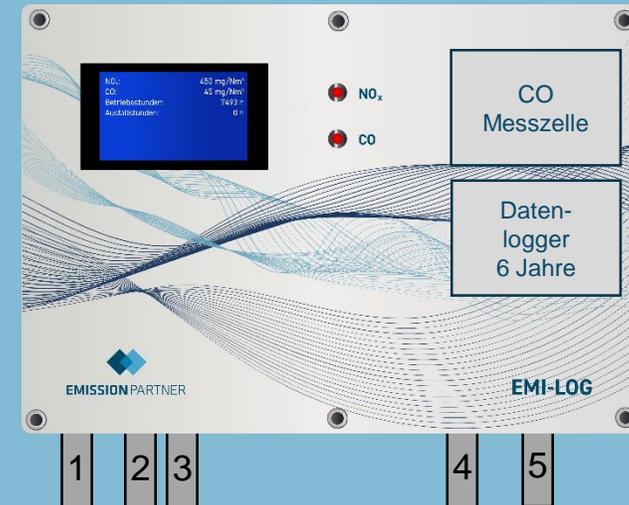
## Messstutzen für

1. Druckmessung  $\frac{3}{8}$  Zoll vor Katalysator
2. CO-Messung  $\frac{3}{4}$  Zoll nach Katalysator
3. NO<sub>x</sub>-Sensor  $\frac{3}{4}$  Zoll nach Katalysator

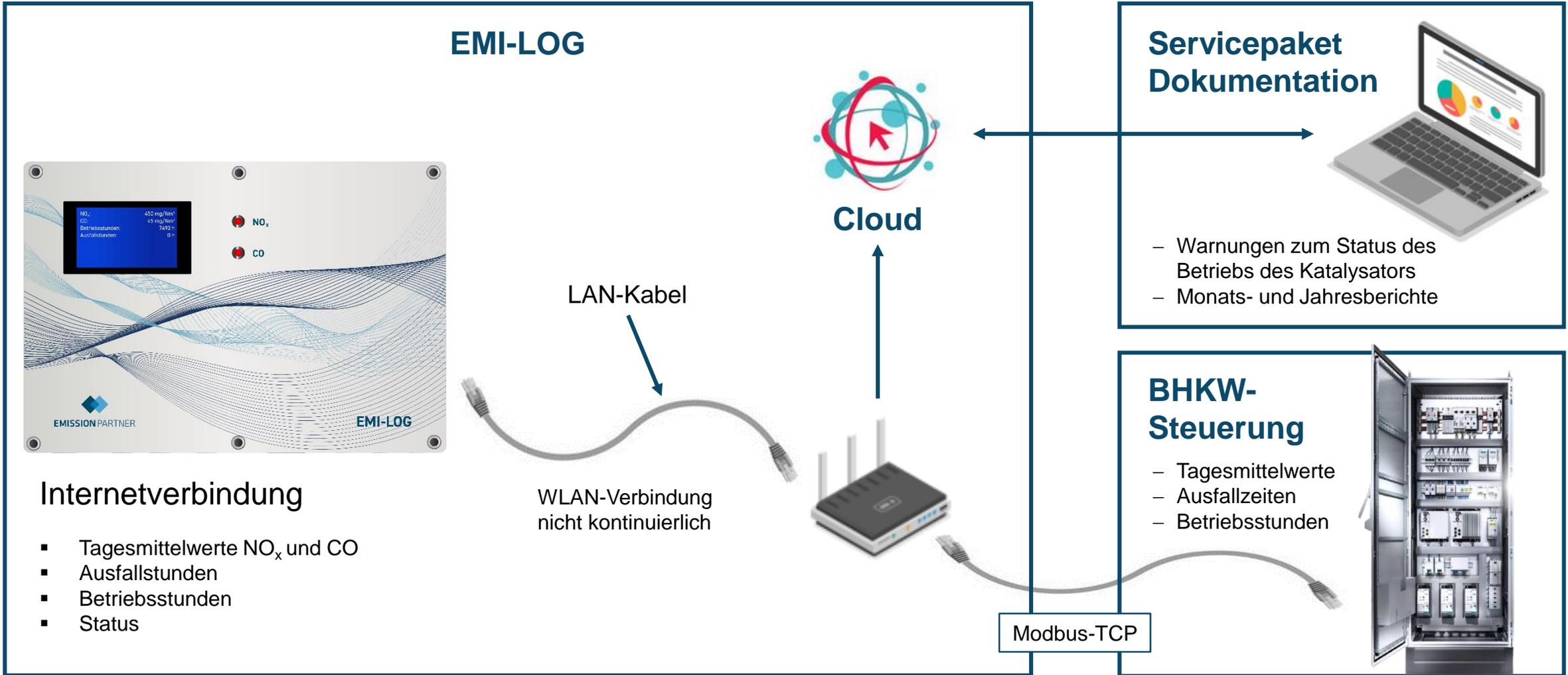

**Motor**
**Abgasstrecke**

## EMI-LOG mit Anschlüssen für

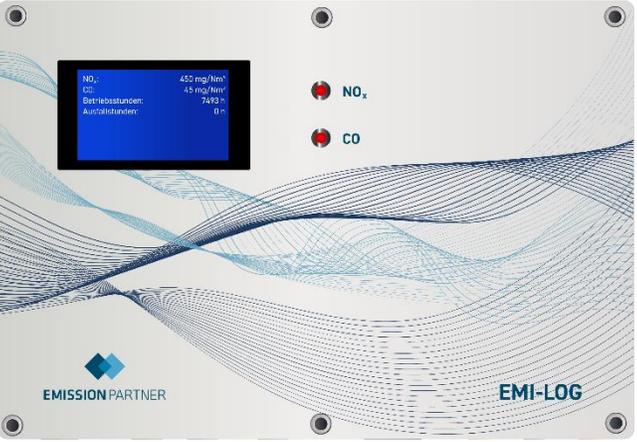
1. 230 V Stromanschluss
2. NO<sub>x</sub>-Sensor
3. Drucksensoren
4. Internet-/Modbus-TCP-Schnittstelle
5. CO-Messgas


**EMI-LOG Katalysatorüberwachung**

# Wie arbeitet die EMI-LOG?



## EMI-LOG



Cloud

## Servicepaket Dokumentation



- Warnungen zum Status des Betriebs des Katalysators
- Monats- und Jahresberichte

## Internetverbindung

- Tagesmittelwerte NO<sub>x</sub> und CO
- Ausfallstunden
- Betriebsstunden
- Status

LAN-Kabel



WLAN-Verbindung nicht kontinuierlich



## BHKW-Steuerung

- Tagesmittelwerte
- Ausfallzeiten
- Betriebsstunden



Modbus-TCP

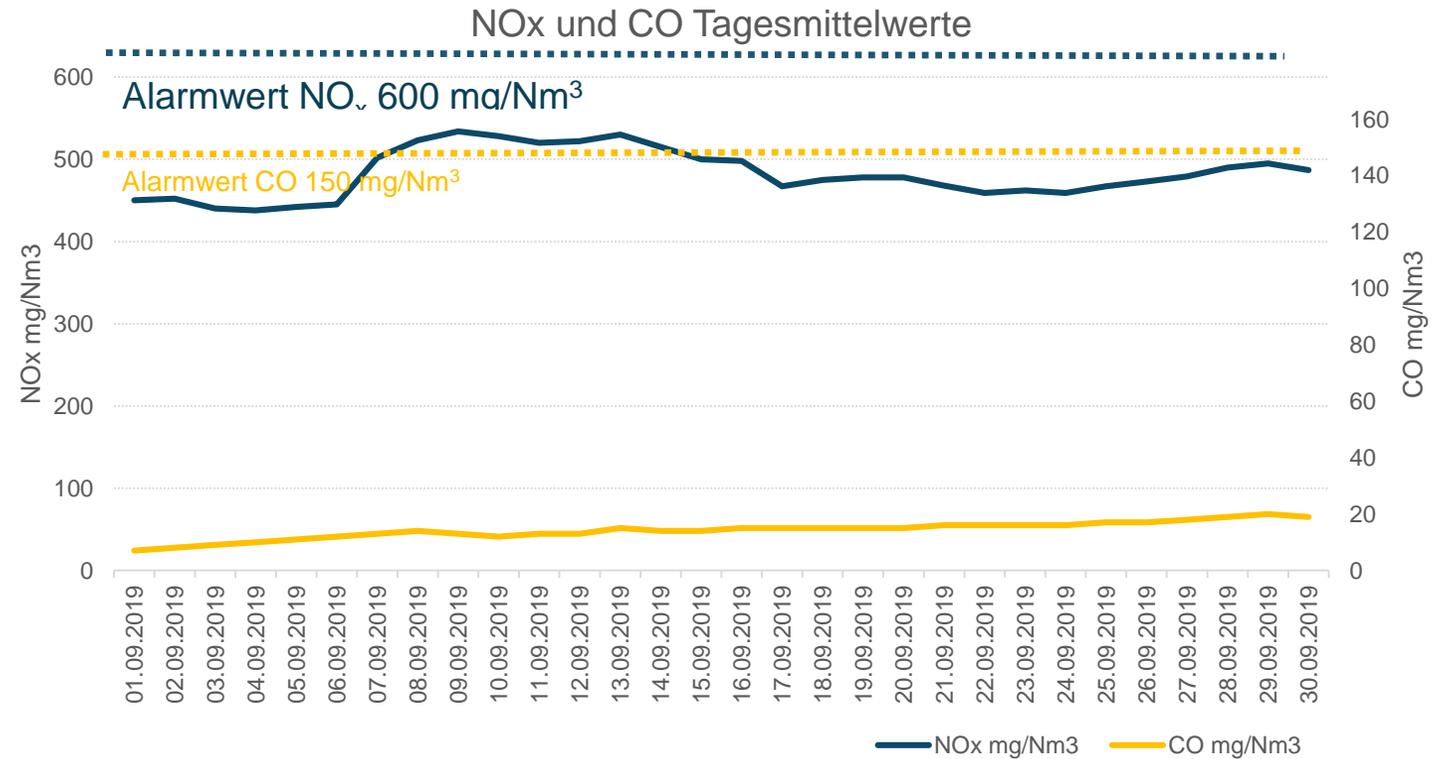
## Wie arbeitet die EMI-LOG?



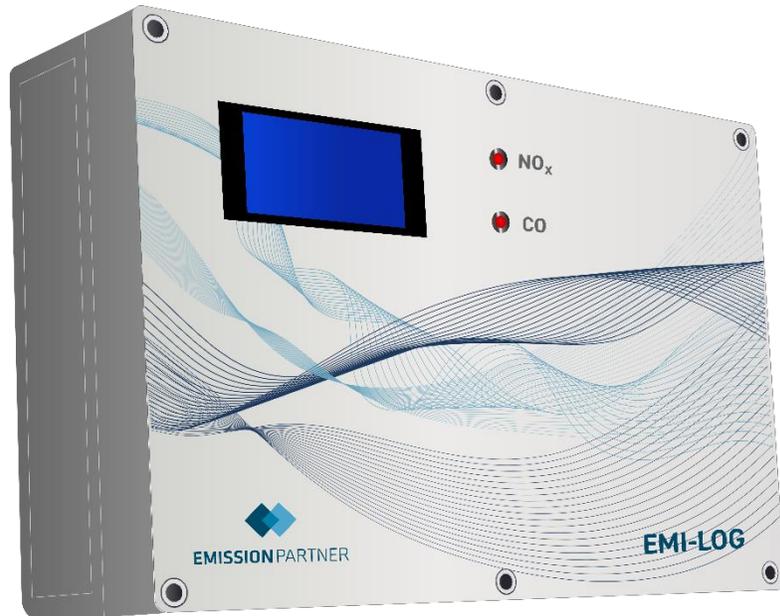
## Beispiel Monats-/Jahresbericht

**Daten:**

- Anlage xyz
- Standort
- Flurstück
- Motor 1
- Seriennummer
- EMI-LOG Nummer
- Berichtszeitraum:  
8.10.2019 – 7.10.2020
- Ausfallzeit: 234 h
- Betriebszeit: 8234 h
- # Störfälle: 0



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Detaillierte Informationen zur EMI-LOG finden Sie unter

[www.katalysatorüberwachung.de](http://www.katalysatorüberwachung.de)

<https://www.youtube.com/watch?v=HPNib3mufU4>