

SCR- Aufrüstung für leichte und schwere Nutzfahrzeuge zur Reduzierung der Stickoxidemissionen

Autoren:

Hr. Oswald Holz

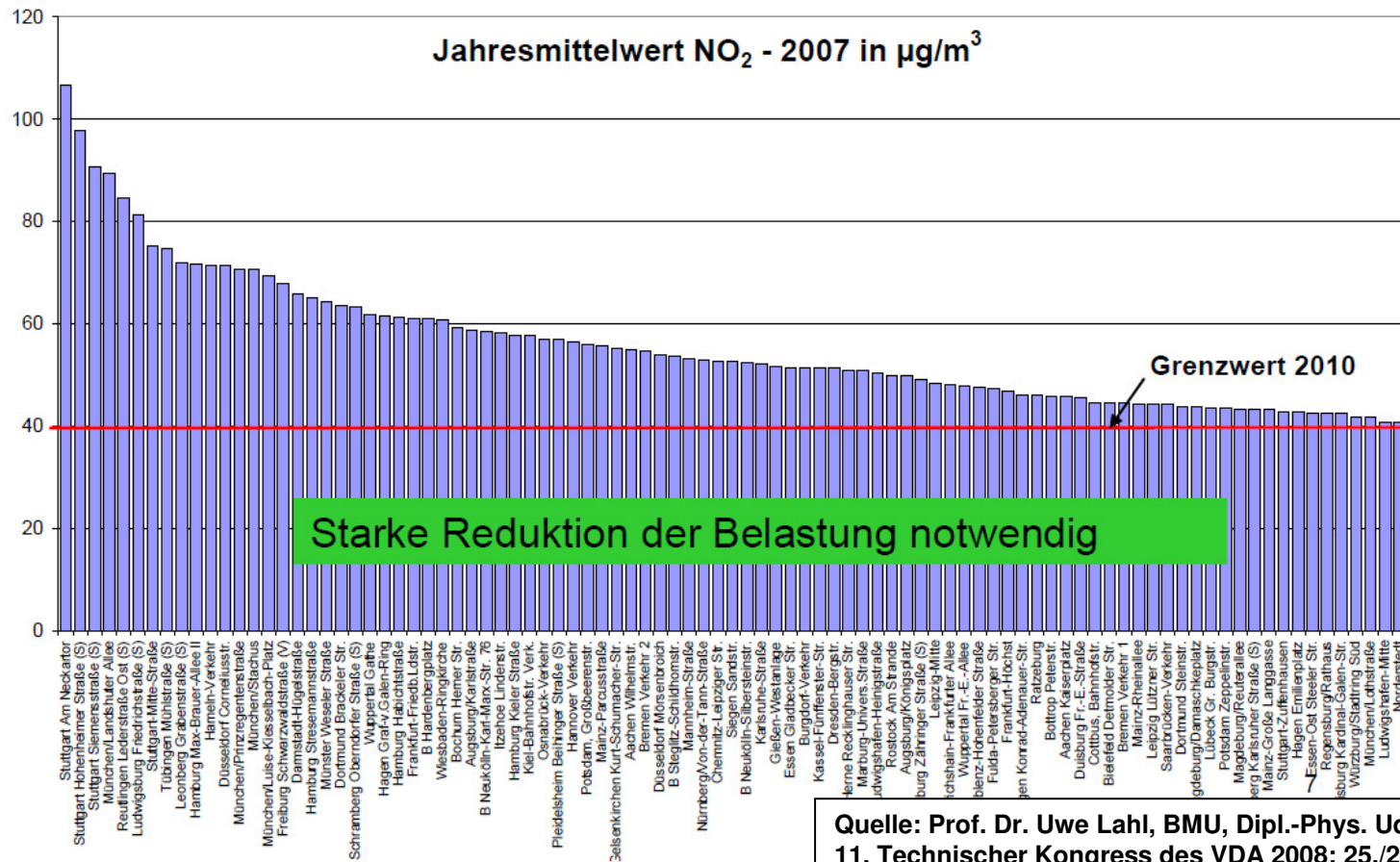
Hr. Dr. Andreas Scheeder

Hr. Rolf Brück

- **Einleitung**
- **NO_x-Reduzierung durch selektive katalytische Reduktion (SCR)**
- **Praxis-Beispiel LDV (Light Duty Vehicle)**
- **Zusammenfassung**

- **Einleitung**
- **NO_x-Reduzierung durch selektive katalytische Reduktion (SCR)**
- **Praxis-Beispiel LDV (Light Duty Vehicle)**
- **Zusammenfassung**

Überschreitung des NO₂-Luftqualitäts-Grenzwertes an etwa 100 Stationen in Deutschland



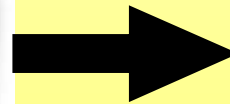
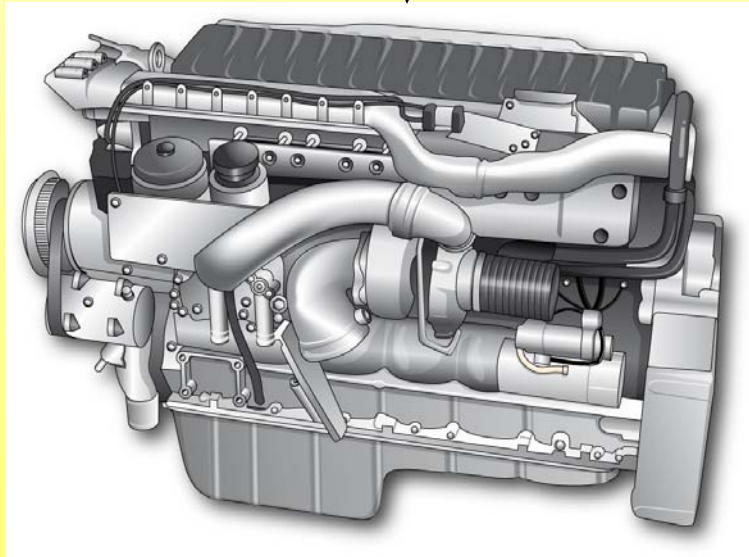
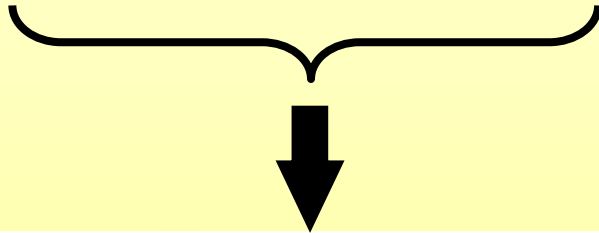
Stationen mit Überschreitung eines NO₂-Jahresmittelwertes von 40 µg/m³ im Jahr 2007

Luft:

Sauerstoff (O_2), Stickstoff (N_2)

Kraftstoff:

Kohlenwasserstoff-
Verbindungen (C_xH_y)



Stickstoff (N_2)
Kohlendioxid (CO_2)
Sauerstoff (O_2)
Wasser (H_2O)

ungiftig

Kohlenwasserstoffe (HC)
Kohlenmonoxid (CO)
Stickoxide (NO_x : NO, NO_2)
Partikel (PM: v.a. Kohlenstoff C)

Schadstoffe

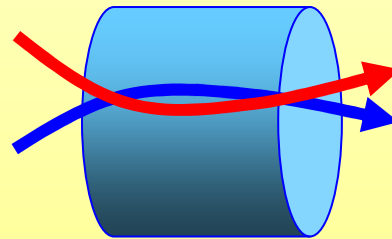
Entstehung von Schadstoffen durch motorische Verbrennung

- Einleitung
- **NO_x-Reduzierung durch selektive katalytische Reduktion (SCR)**
- Praxis – Beispiel: LDV (Light Duty Vehicle)
- Zusammenfassung

Reduktion von Stickoxiden (NO_x) unter Zugabe von Reduktionsmittel (AdBlue)

Stickoxide (NO_x)

Ammoniak (NH_3)



Stickstoff (N_2)

Wasser (H_2O)

AMMONIAK-SCR



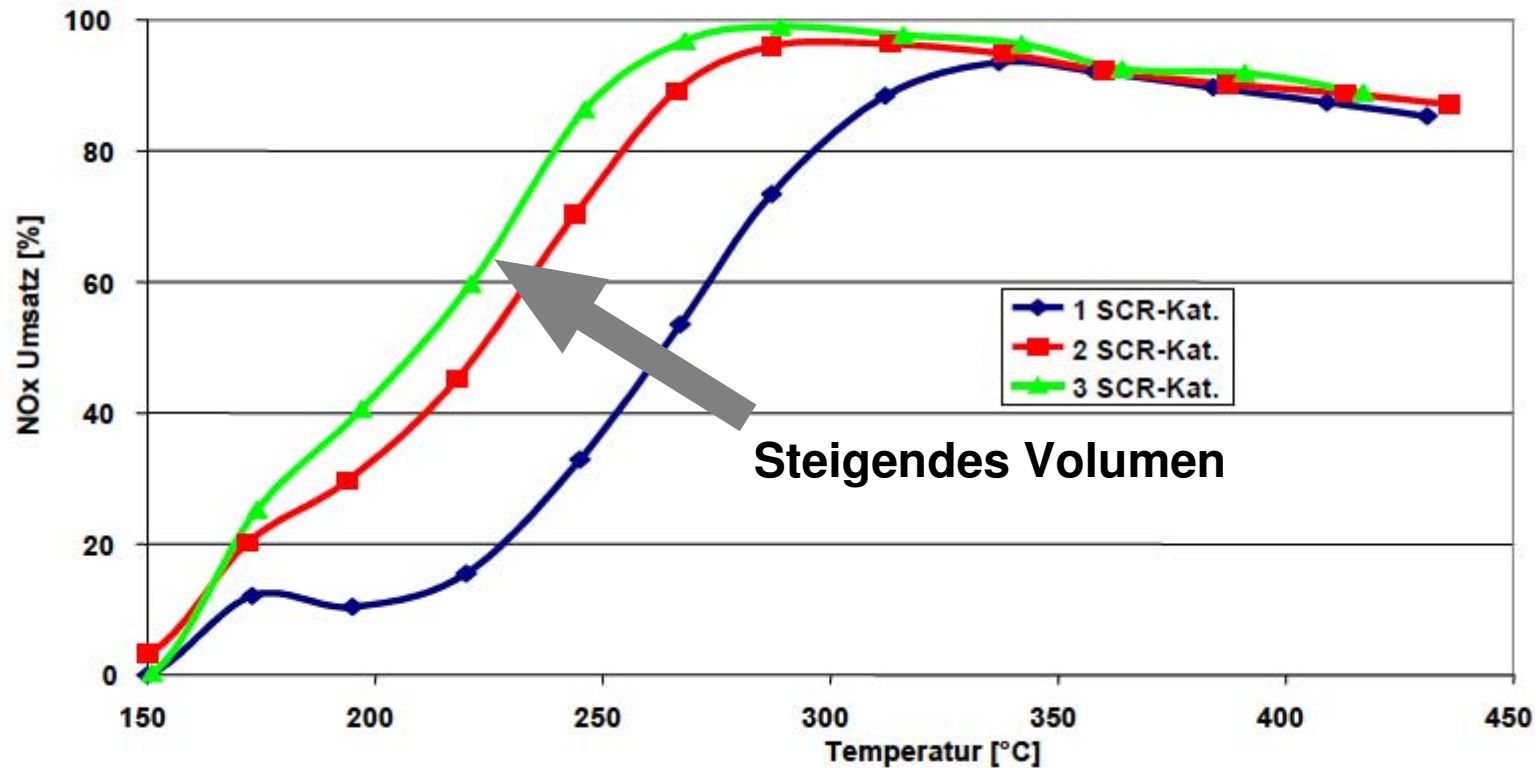
- Nutzt Ammoniak als Reduktionsmittel um NO_x zu beseitigen
- Ammoniak wird gewöhnlich aus einer wässrigen Harnstofflösung gewonnen.
- Harnstoff zu Ammoniak:
 - $\text{NH}_2\text{C}(\text{O})\text{NH}_2 \rightarrow \text{HNCO} + \text{NH}_3$ (Thermolyse bei $> 130^\circ\text{C}$)
 - $\text{HNCO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{NH}_3$ (Hydrolyse bei $> 160^\circ\text{C}$)

* = für V-basierte SCR-Katalysatoren



Quelle: JM @ MTZ-Konferenz, On-Off- Highway Engines
17. und 18. November 2009, Friedrichshafen

NO_x-UMSATZ ALS FUNKTION DES SCR-KATALYSATORVOLUMENS



Quelle: JM @ MTZ-Konferenz, On-Off- Highway Engines
17. und 18. November 2009, Friedrichshafen

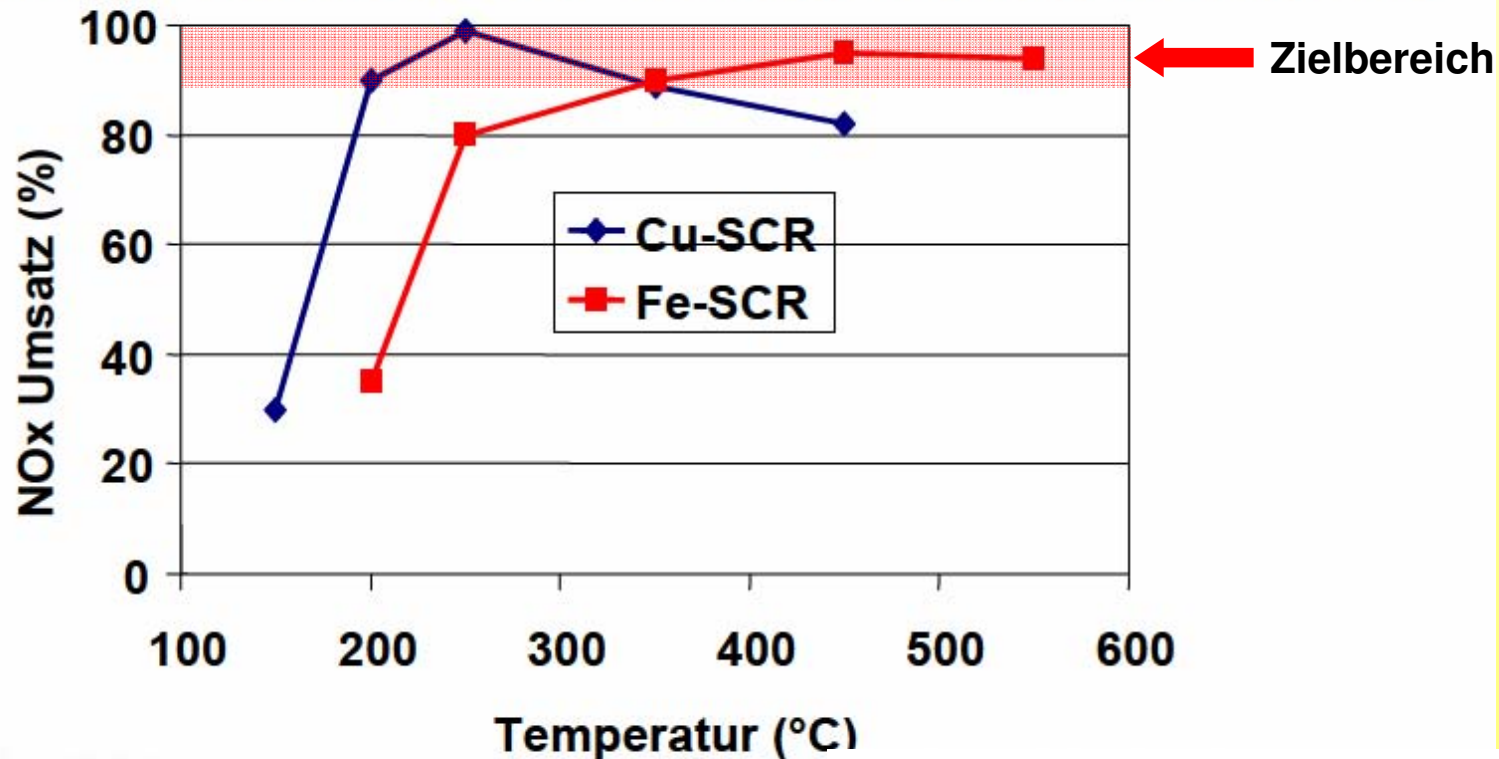
Volumen- und Temperaturabhängigkeit der NO_x Reduktion

TYPISCHES TEMPERATURFENSTER VON ZEOLITHKATALYSATOREN



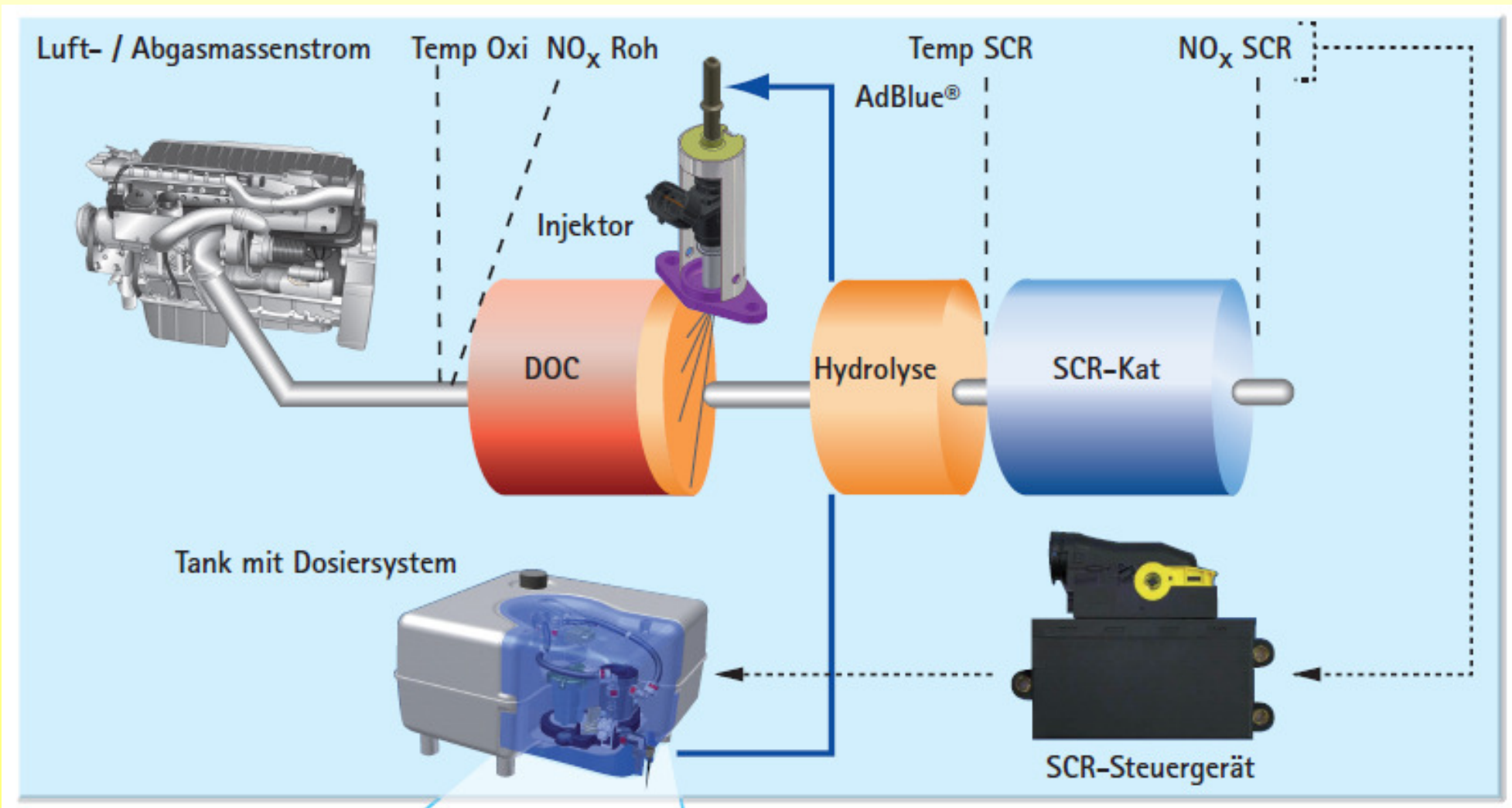
Alterung: 670 °C/64h/4.5% H₂O

Synthesegastestbedingungen: SV = 30K, 350ppm NH₃, 350 ppm NO, 0 ppm NO₂



Quelle: JM @ MTZ-Konferenz, On-Off- Highway Engines
17. und 18. November 2009, Friedrichshafen

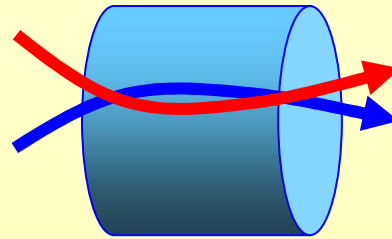
Beschichtungs- und Temperaturabhängigkeit der NO_x Reduktion



Prinzipieller Aufbau SCR- System

Stickoxide (NO_x)

Ammoniak (NH_3)

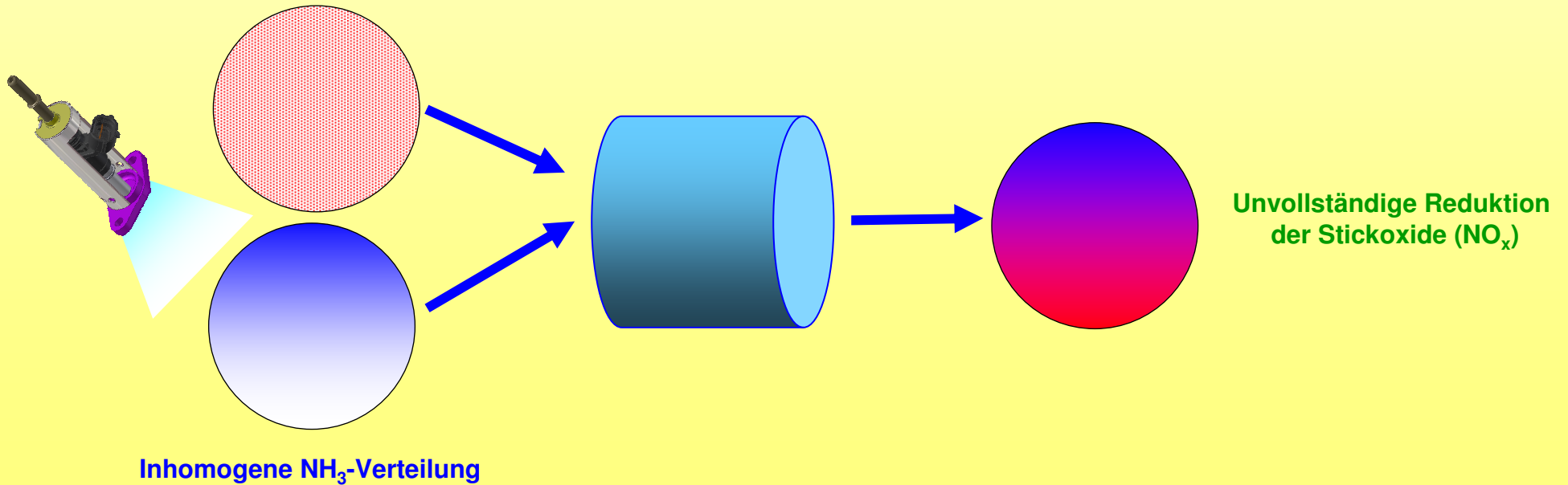


Stickstoff (N_2)

Wasser (H_2O)

Aufbereitung und Verteilung von Ammoniak

Homogene NO_x -Verteilung



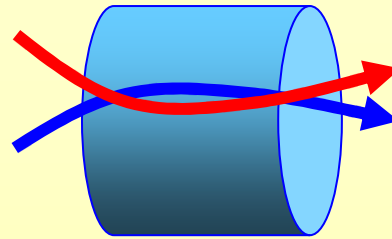
Inhomogene NH_3 -Verteilung

Unvollständige Reduktion
der Stickoxide (NO_x)

Aufbereitung des AdBlue – Verteilung von Ammoniak

Stickoxide (NO_x)

Ammoniak (NH_3)

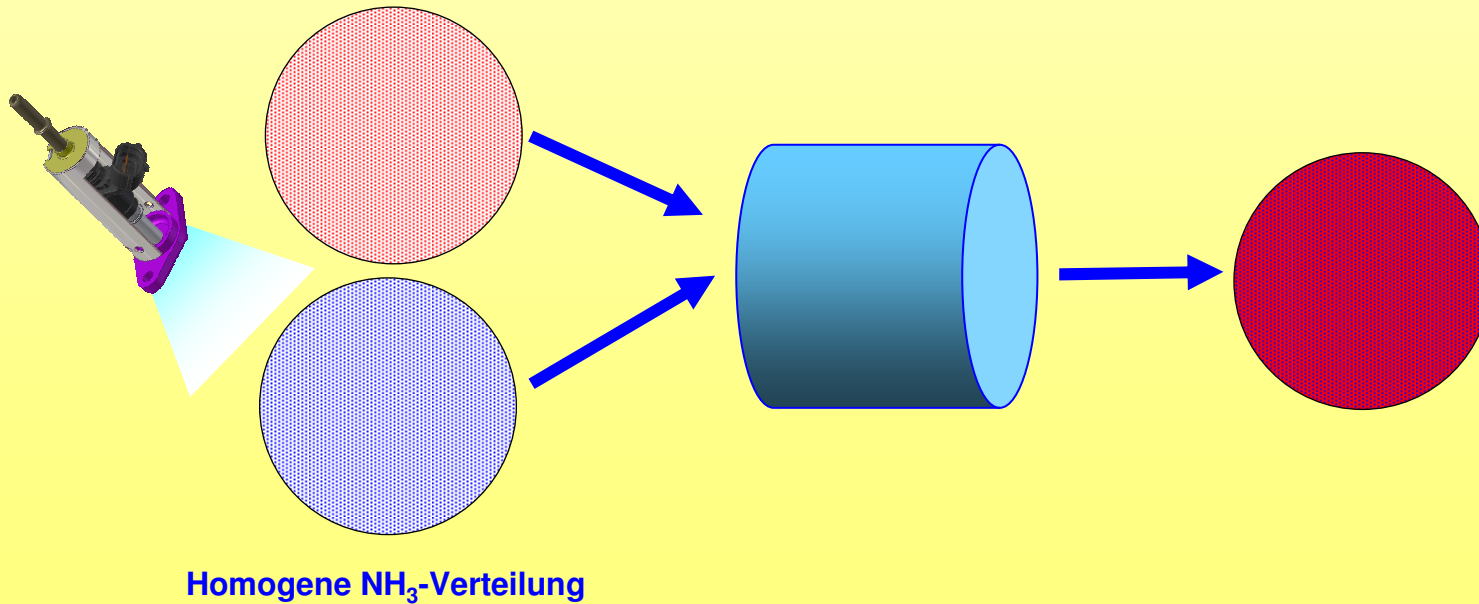


Stickstoff (N_2)

Wasser (H_2O)

Aufbereitung und Verteilung von Ammoniak

Homogene NO_x -Verteilung



vollständige Reduktion
der Stickoxide (NO_x)

Aufbereitung des AdBlue – Verteilung von Ammoniak

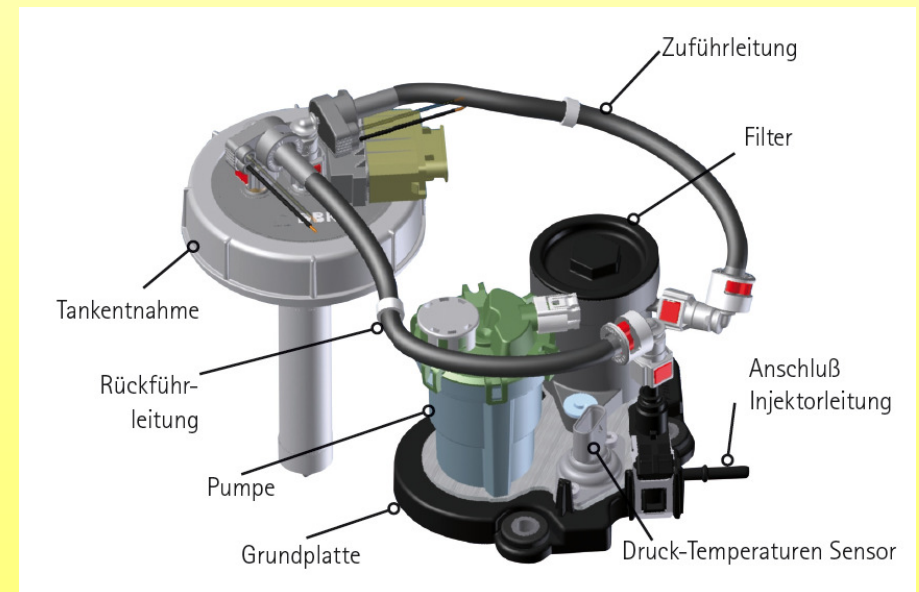
⇒ **Bedarfsgerechte Dosierung des AdBlue**

⇒ **angepasst an Massenstrom und NO_x -Konzentration**

⇒ **angepasst an Temperatur, Konversions- und NH_3 -Speicher- vermögen des Reduktionskatalysators**

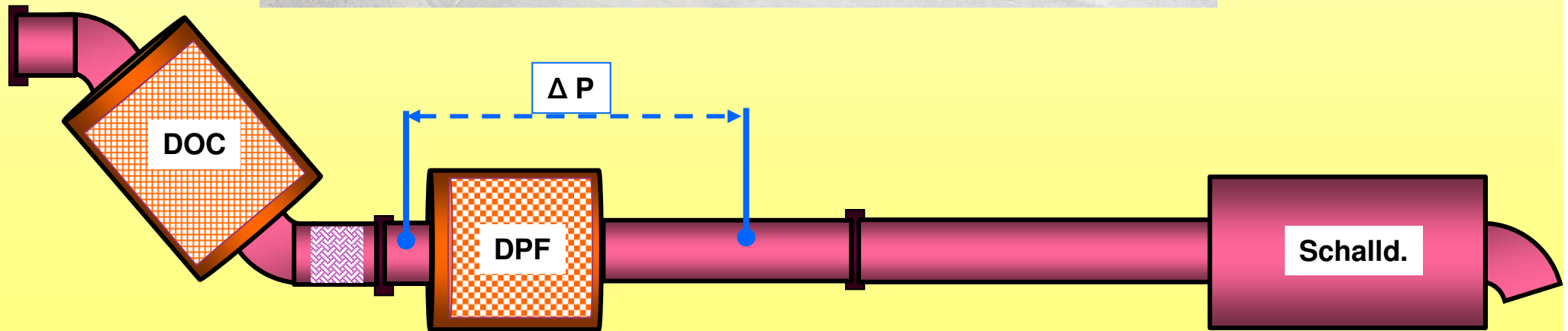
⇒ **optimierter Injektor und Injektorposition**

⇒ **angepasste Verteilung des eingedüsten AdBlue für optimale NH_3 - Verteilung im System**



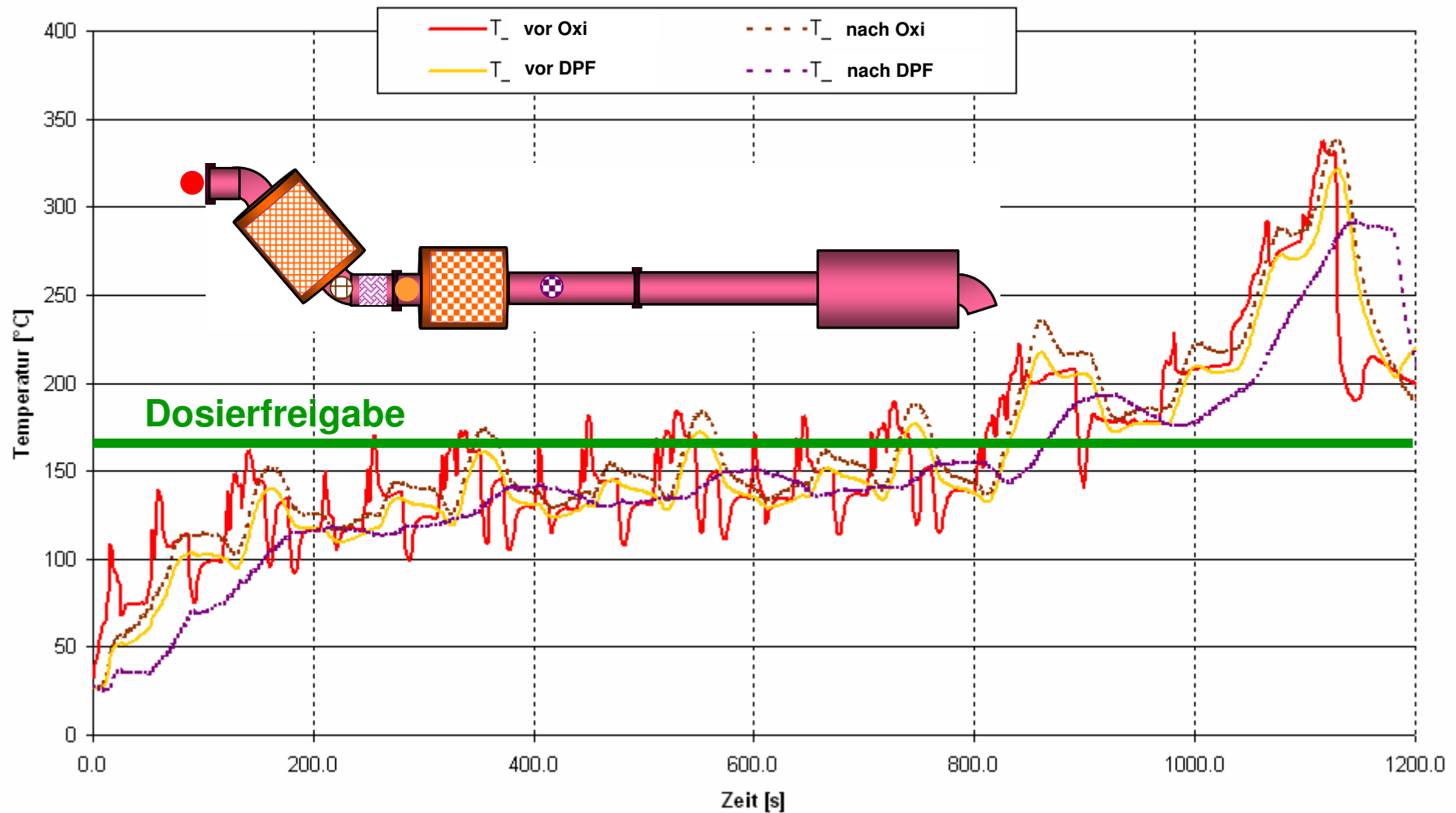
Anforderungen an Dosiersystem

- Einleitung
- NO_x-Reduzierung durch selektive katalytische Reduktion (SCR)
- **Praxis – Beispiel: LDV (Light Duty Vehicle)**
- Zusammenfassung



Anlagenaufbau Serienanlage Sprinter Euro-IV

Serienanlage



Ergebnisse Serienanlage: NEFZ Temperaturen



Heizelement

Stützstifte

Halbschale

Beh. Matrix

Matrix

Elektrische Durchführung

Innen-
Mantel

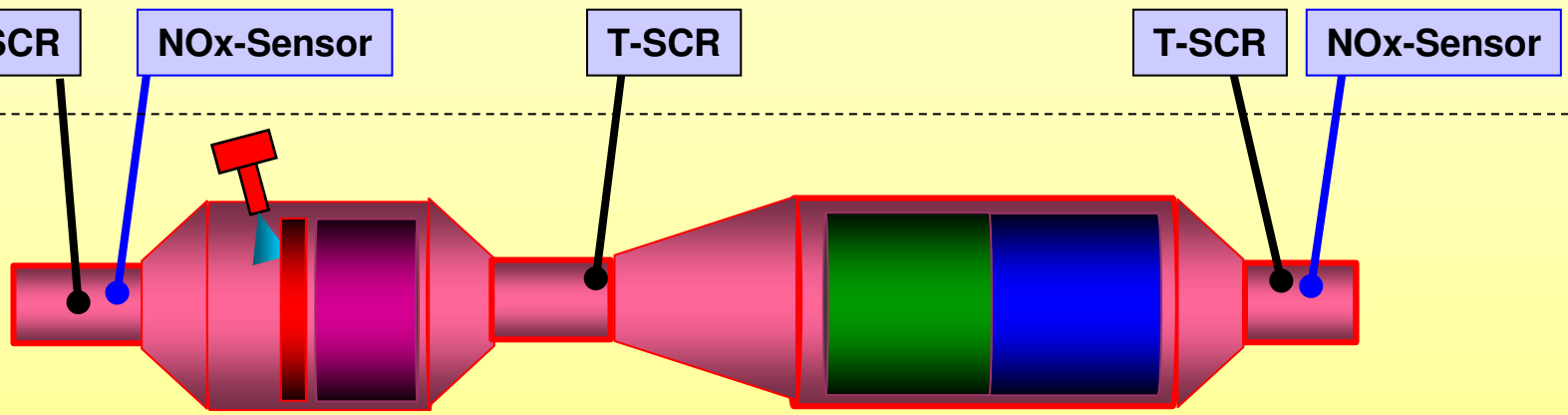
Stützkat

Abstandshalter

Außenmantel

Aufbau Emicat®

Dosier-Steuerung



EHC Hydrolyse

HT-SCR LT-SCR

1,2 l 600 cpsi
2,0 kW

1,78 l LS/PE 1,78 l 600 cpsi

Gesamtvolumen: 3,56 l

SCR- Anlage für Fahrzeug

SCR-Anlage mit EHC (Electrically Heated Catalyst)

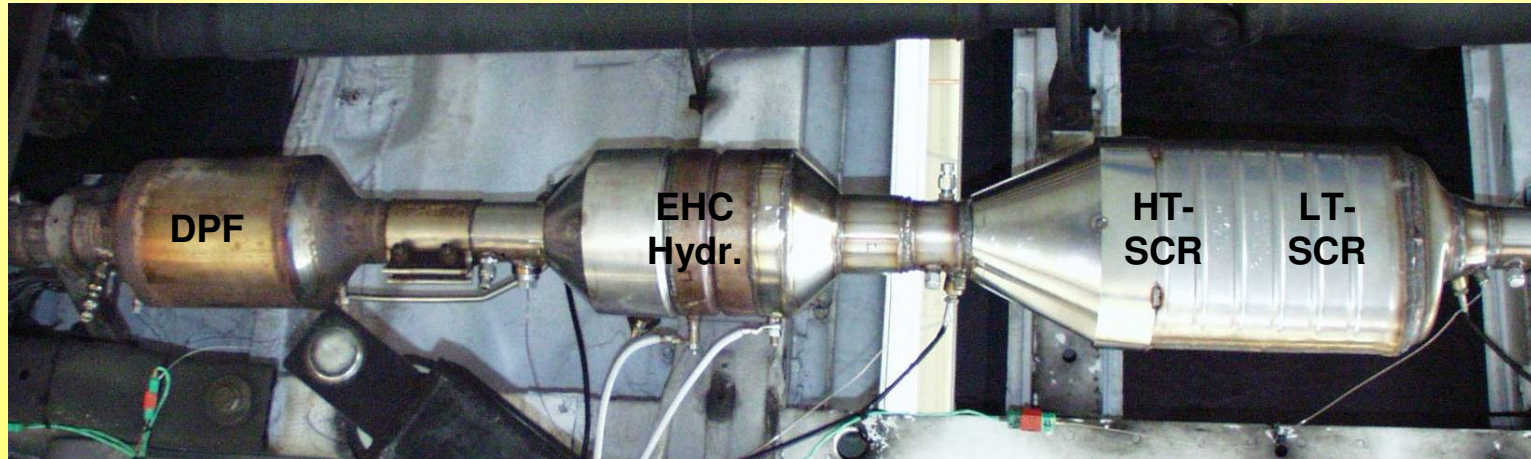
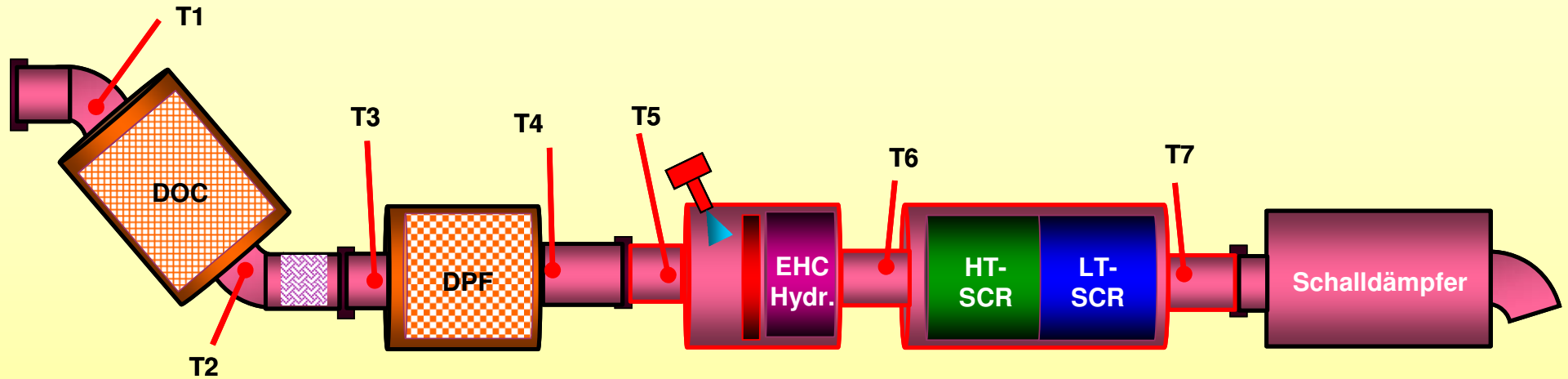
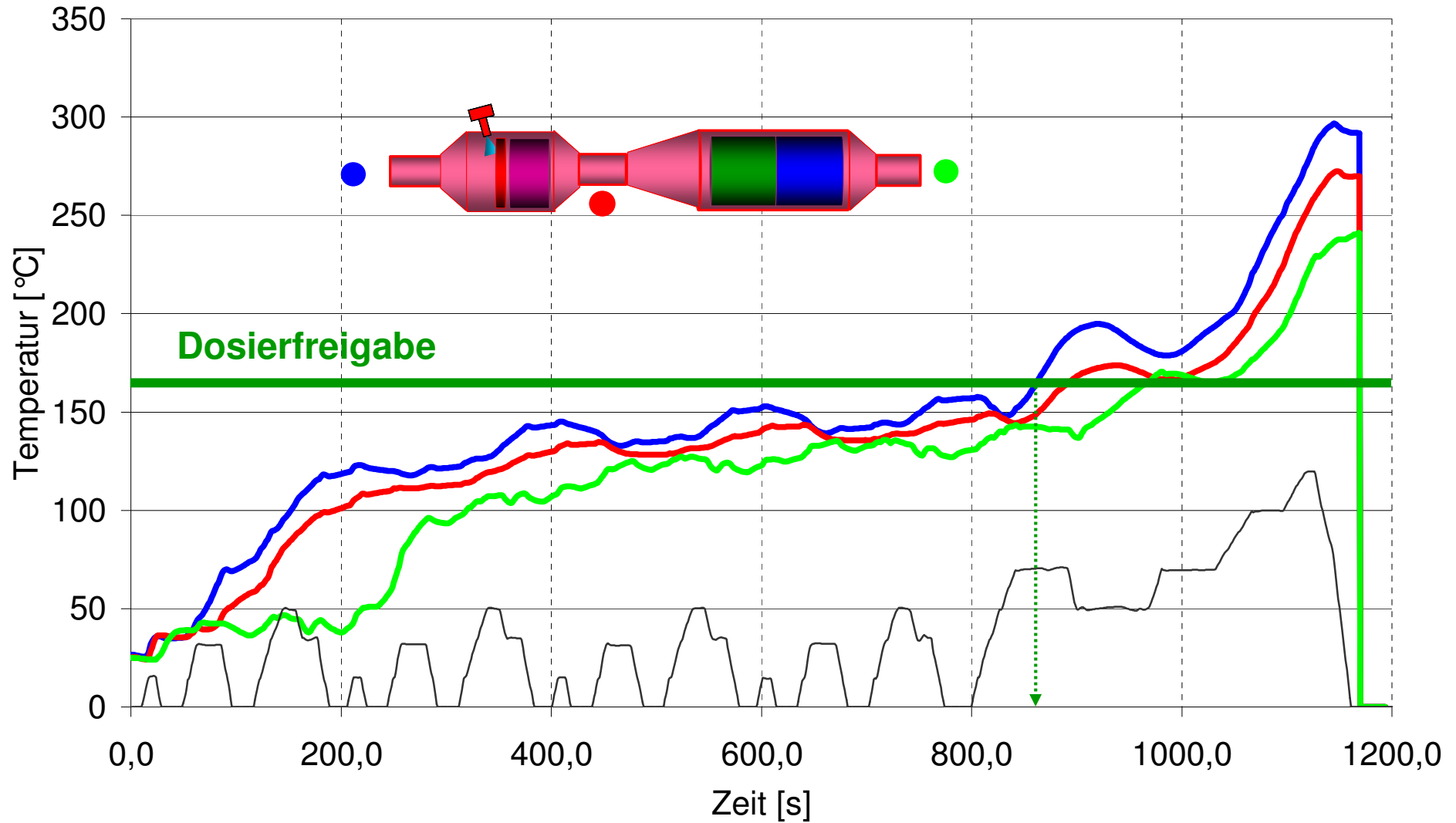


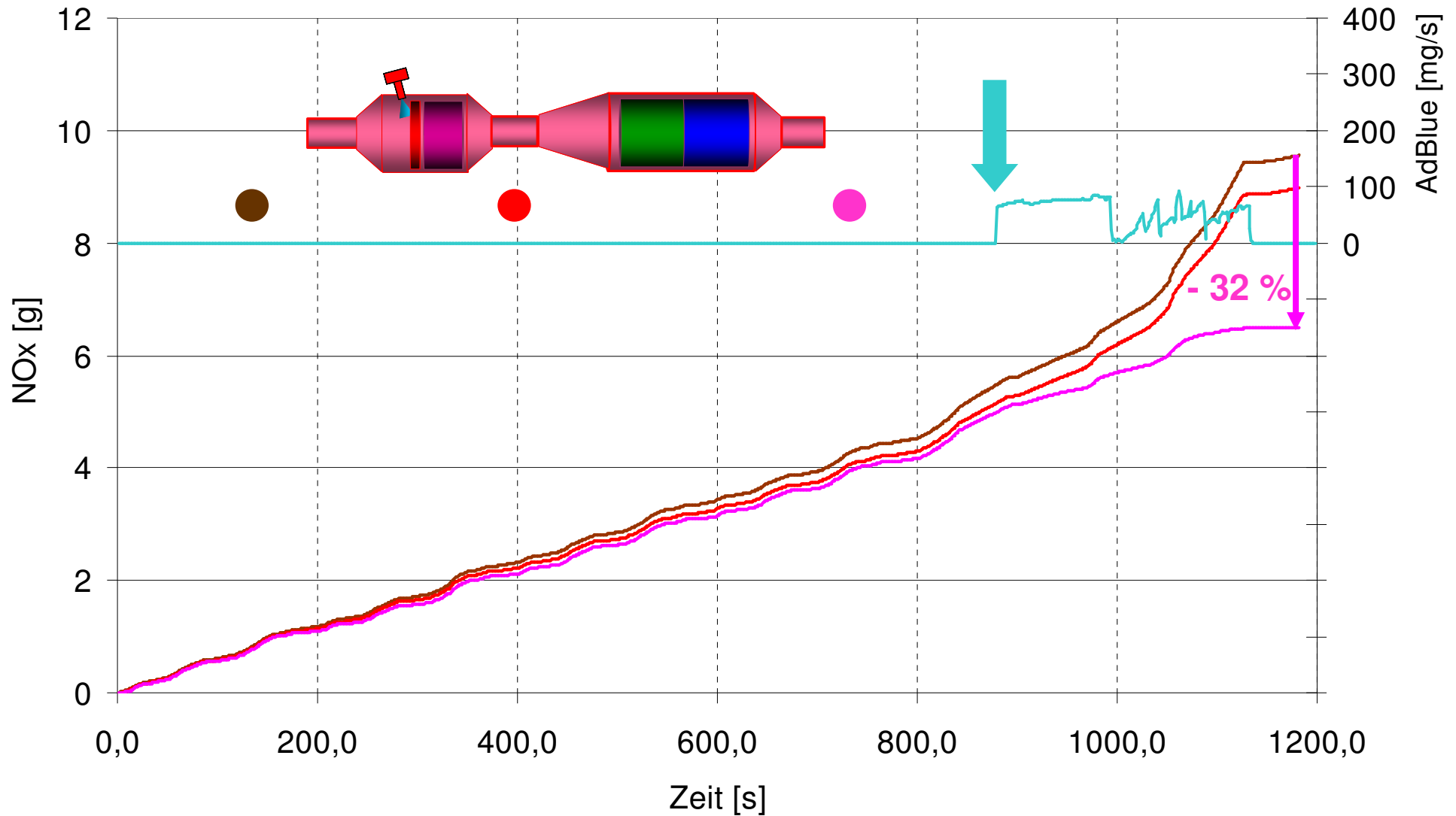
Bild um 180 ° gedreht

Anlagenaufbau SCR-System im Fahrzeug Temperaturmeßstellen



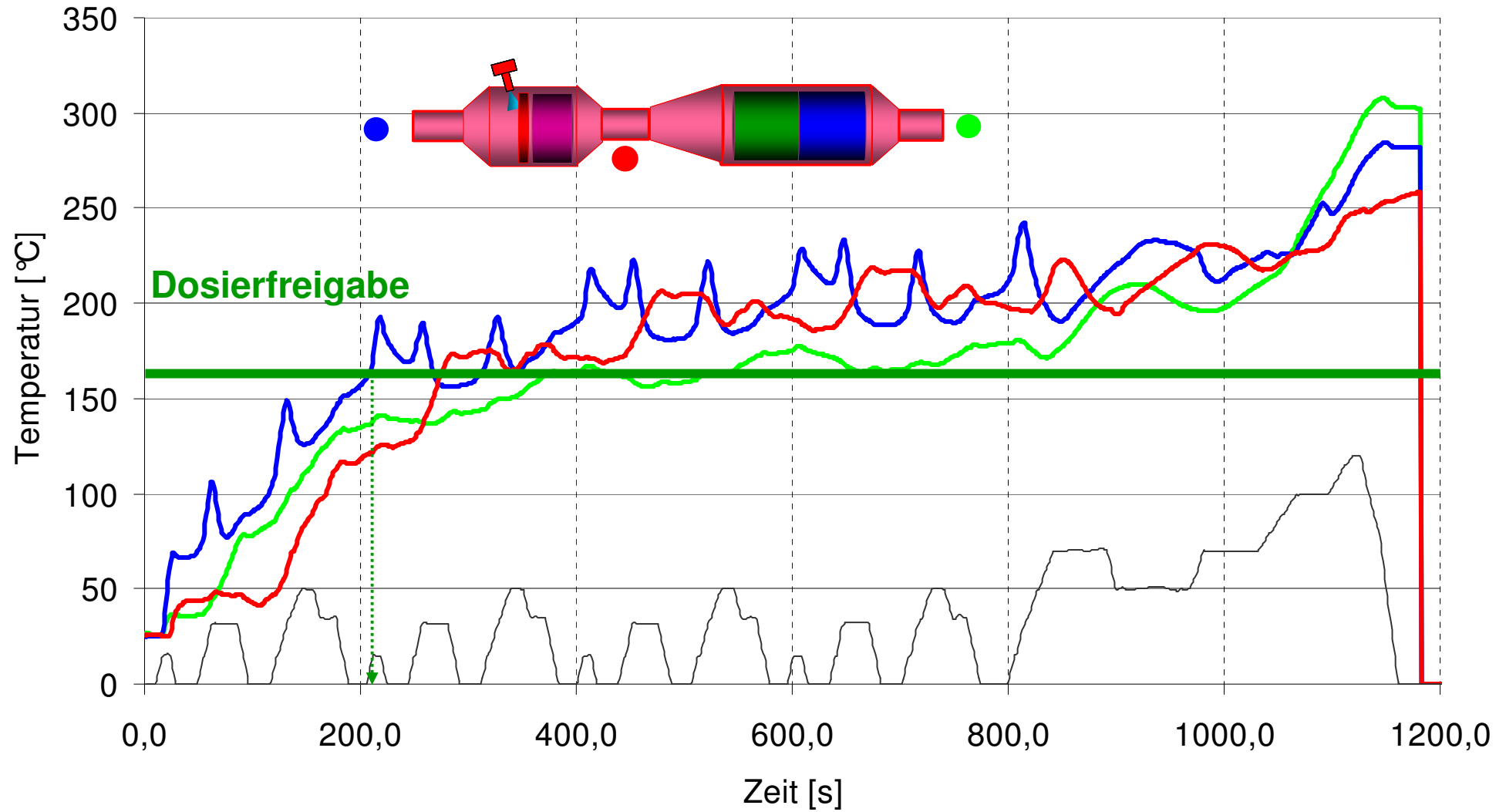
Emissionsmessung mit SCR-Anlage: NEFZ – EHC: AUS

Temperaturen T5 – T7

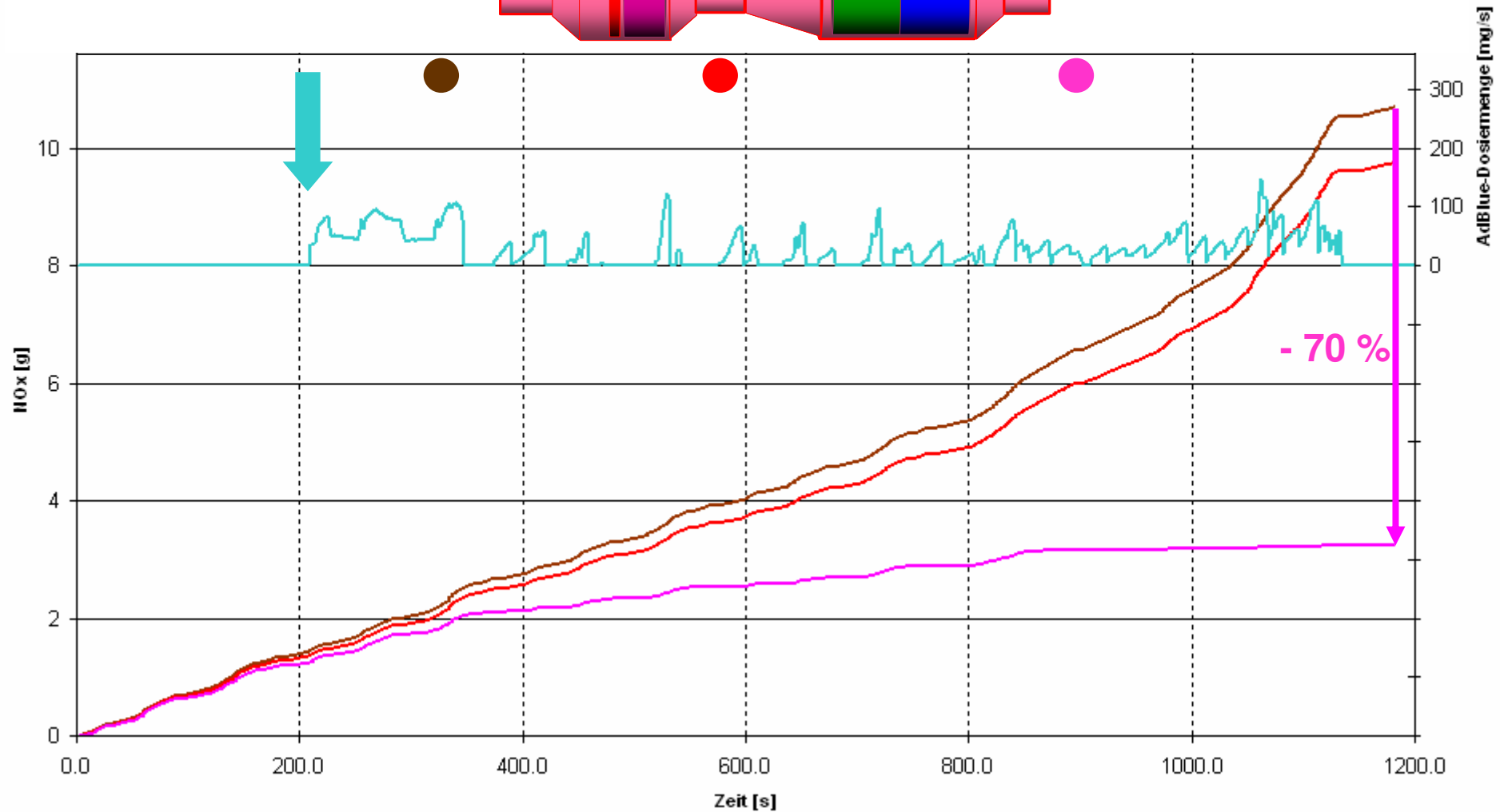
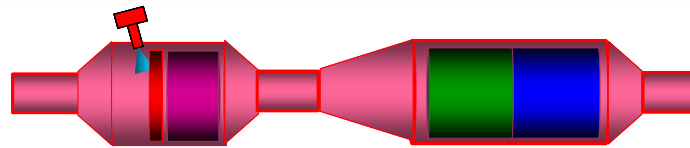


Emissionsmessung mit SCR-Anlage: NEFZ, EHC: AUS

NO_x Reduktion

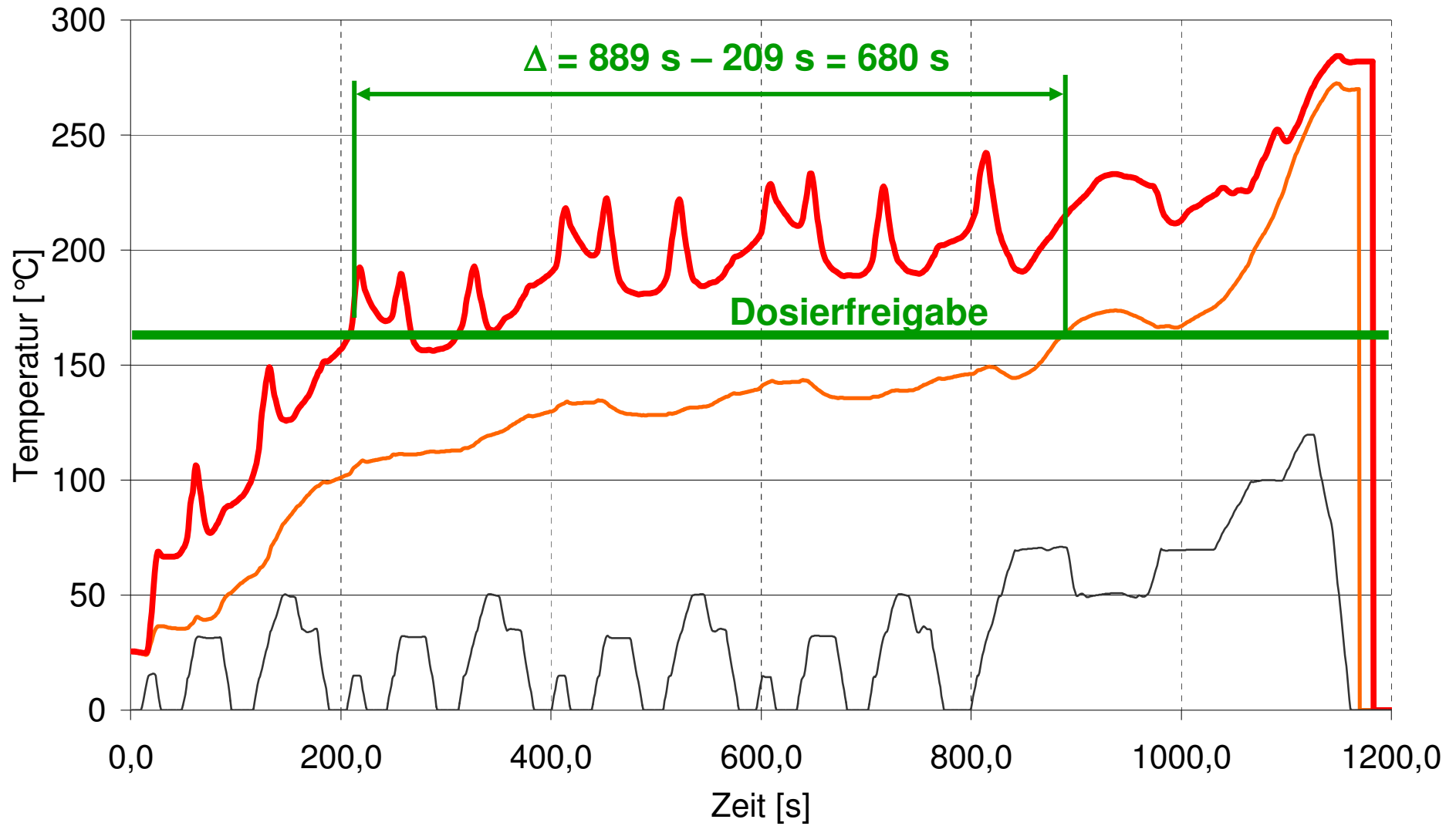


Emissionsmessung mit SCR-Anlage: NEFZ – EHC: EIN
Temperaturen T5 – T7



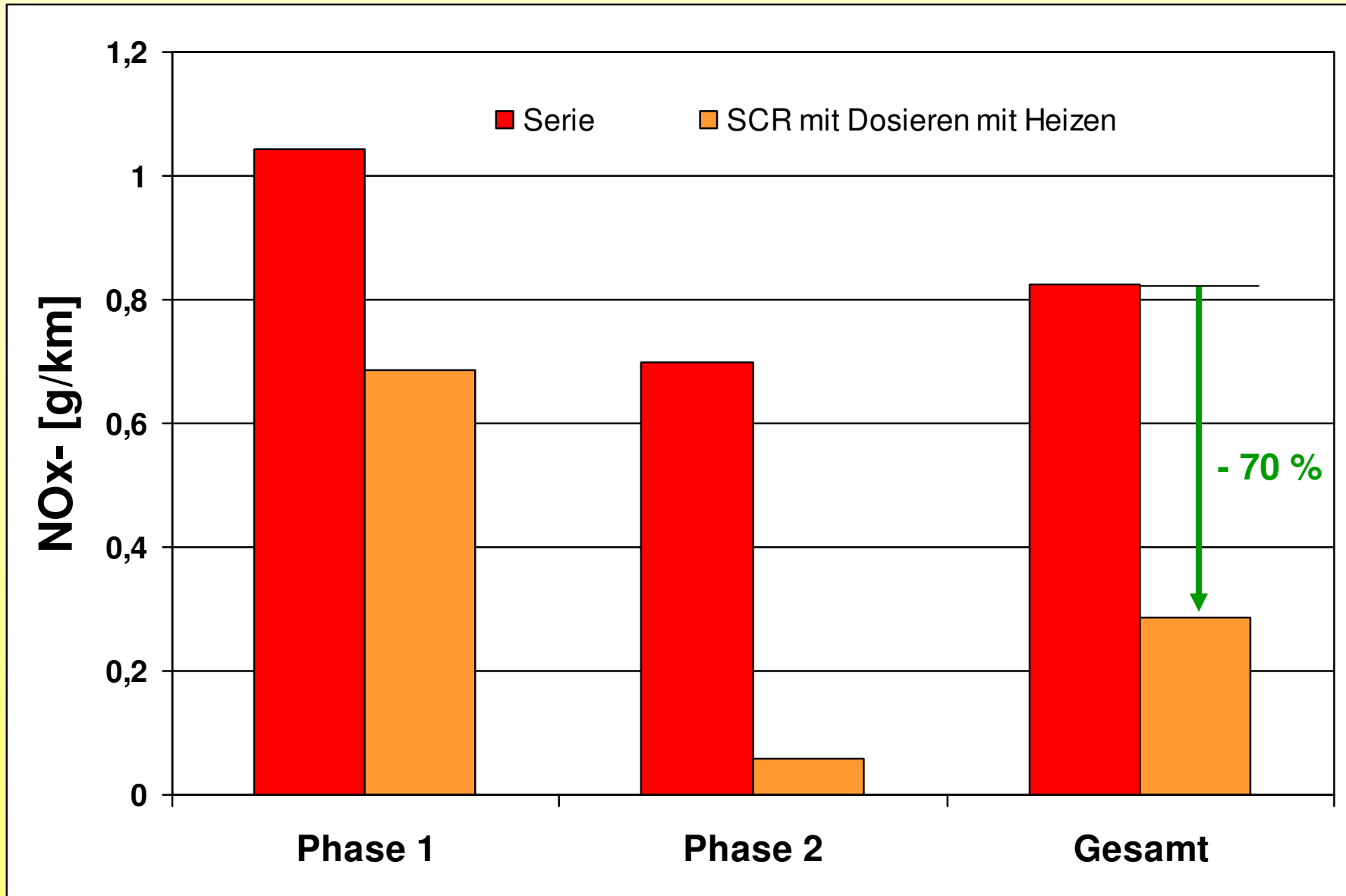
Emissionsmessung mit SCR-Anlage: NEFZ – EHC: EIN

NO_x Reduktion



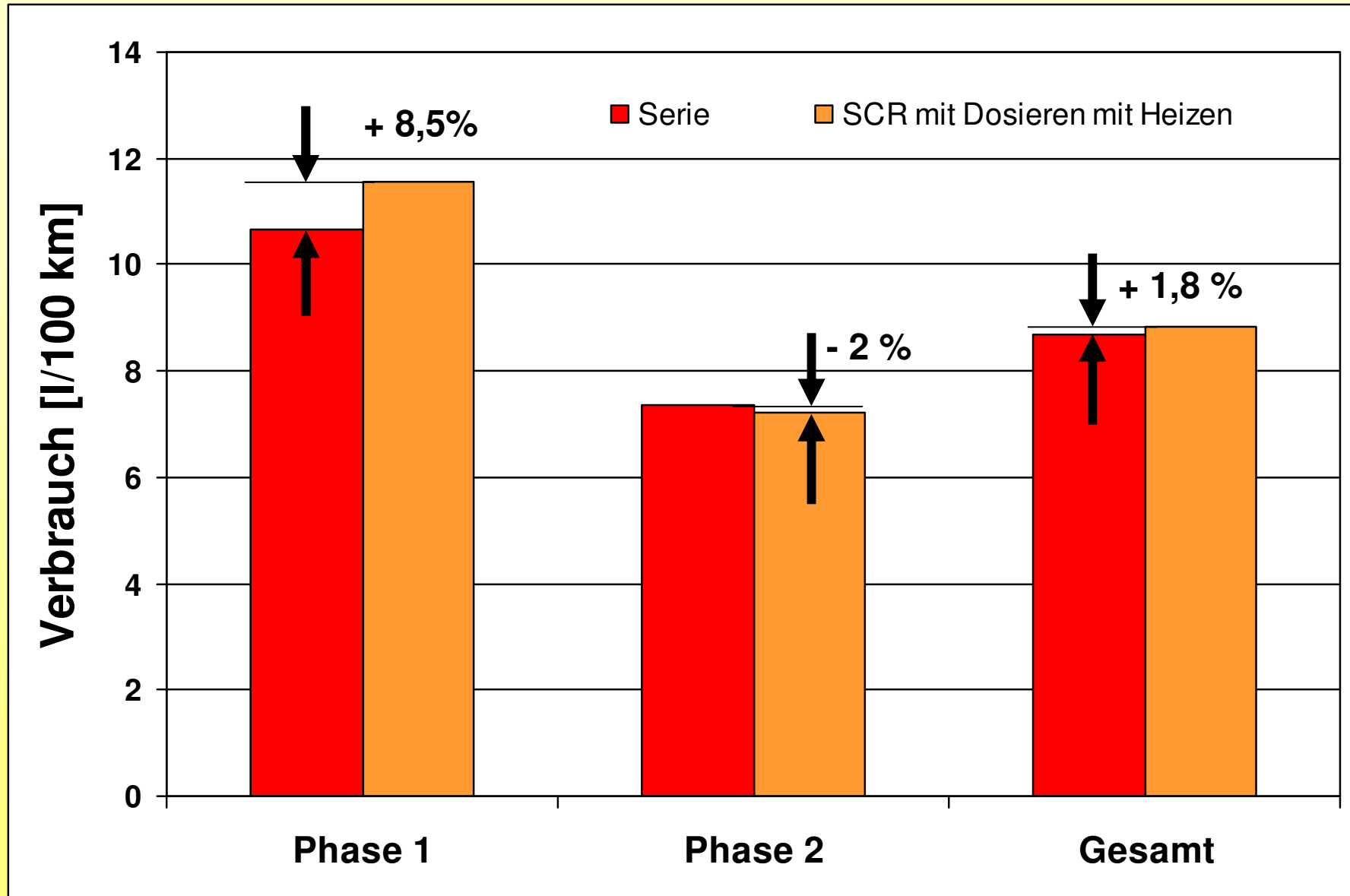
Emissionsmessung mit SCR-Anlage: NEFZ

Vergleich Temperaturen mit und ohne Heizen



Emissionsmessung mit SCR-Anlage: NEFZ

Mittelwerte - Beutelergebnisse NO_x



Emissionsmessung mit SCR-Anlage: NEFZ

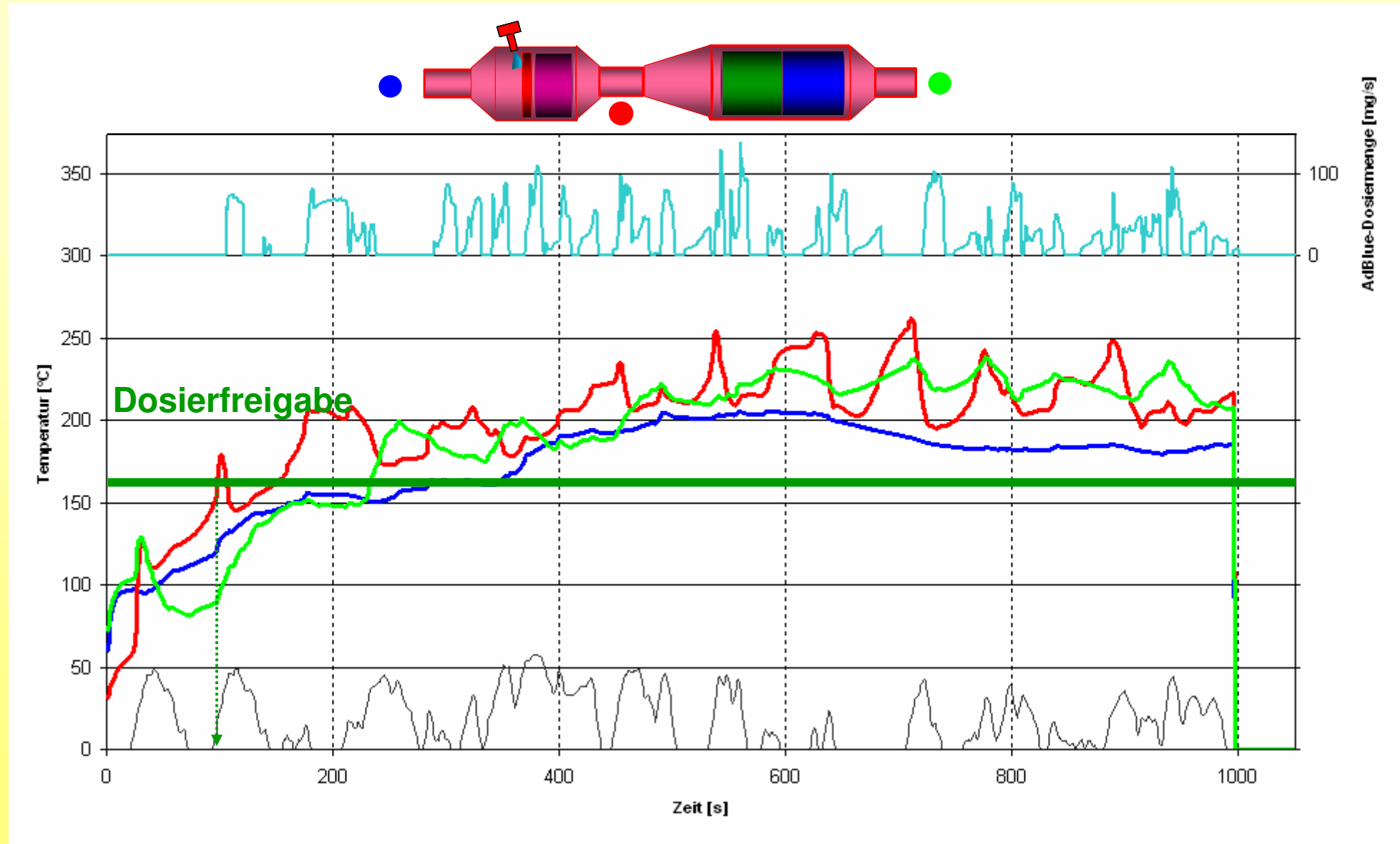
Kraftstoffverbrauch Mittelwerte

Ergebnisse

Artemis URBAN

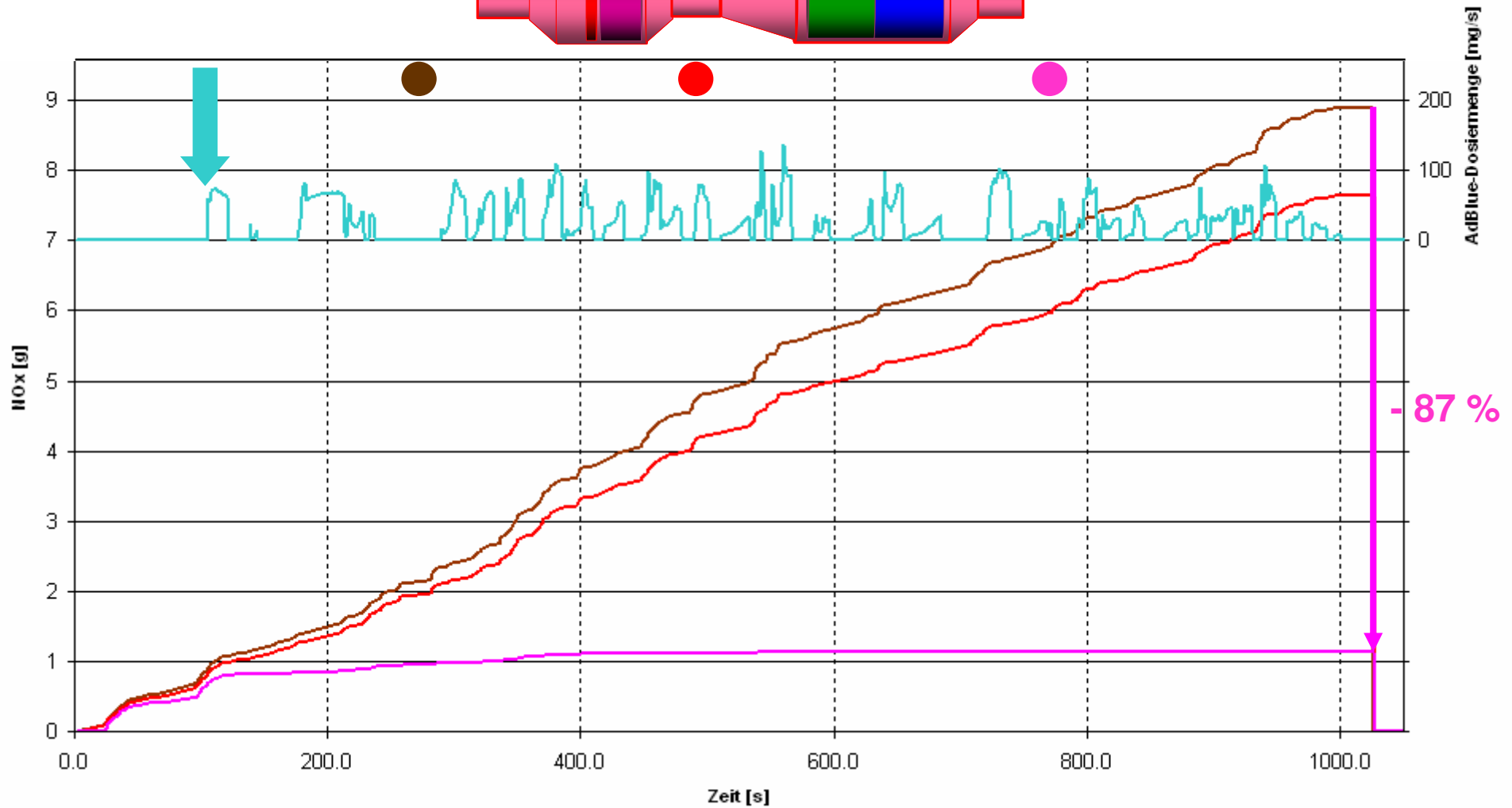
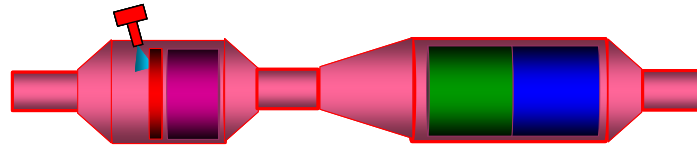
Randbedingung:

* NH_3 - Speicher wurde vor dem Test NICHT „leergefahren“



Emissionsmessung mit SCR-Anlage: Artemis-URBAN

Temperaturen T5 – T7



Emissionsmessung mit SCR-Anlage: Artemis URBAN

NO_x Reduktion

- Einleitung
- NO_x-Reduzierung durch selektive katalytische Reduktion (SCR)
- Beispiel Aufrüstung leichtes Nutzfahrzeug
- Zusammenfassung

- NO_x Reduzierung erforderlich zur Lösung der NO₂ - Probleme (speziell Bestandsfahrzeuge)
- Hohe NO_x- Umsatzraten moderner SCR Systeme bei optimalen Temperaturbedingungen erzielbar
- SCR Systeme müssen für den spezifischen Einsatz optimiert sein
 - Auswahl Träger / Beschichtung
 - NH₃ – Aufbereitung und Verteilung
 - Bedarfsgerechte Dosierung
- Elektrisch beheizter Katalysator erweitert Betriebsbereich (Stadtverkehr)
- Auf- bzw. Nachrüstung erfordert ein modulares, flexibles Dosiersystem, das unabhängig vom Motorsteuergerät arbeitet
- Klare gesetzliche Rahmenbedingungen erforderlich. (Anreize zur Einführung einer Genehmigungsgrundlage)