



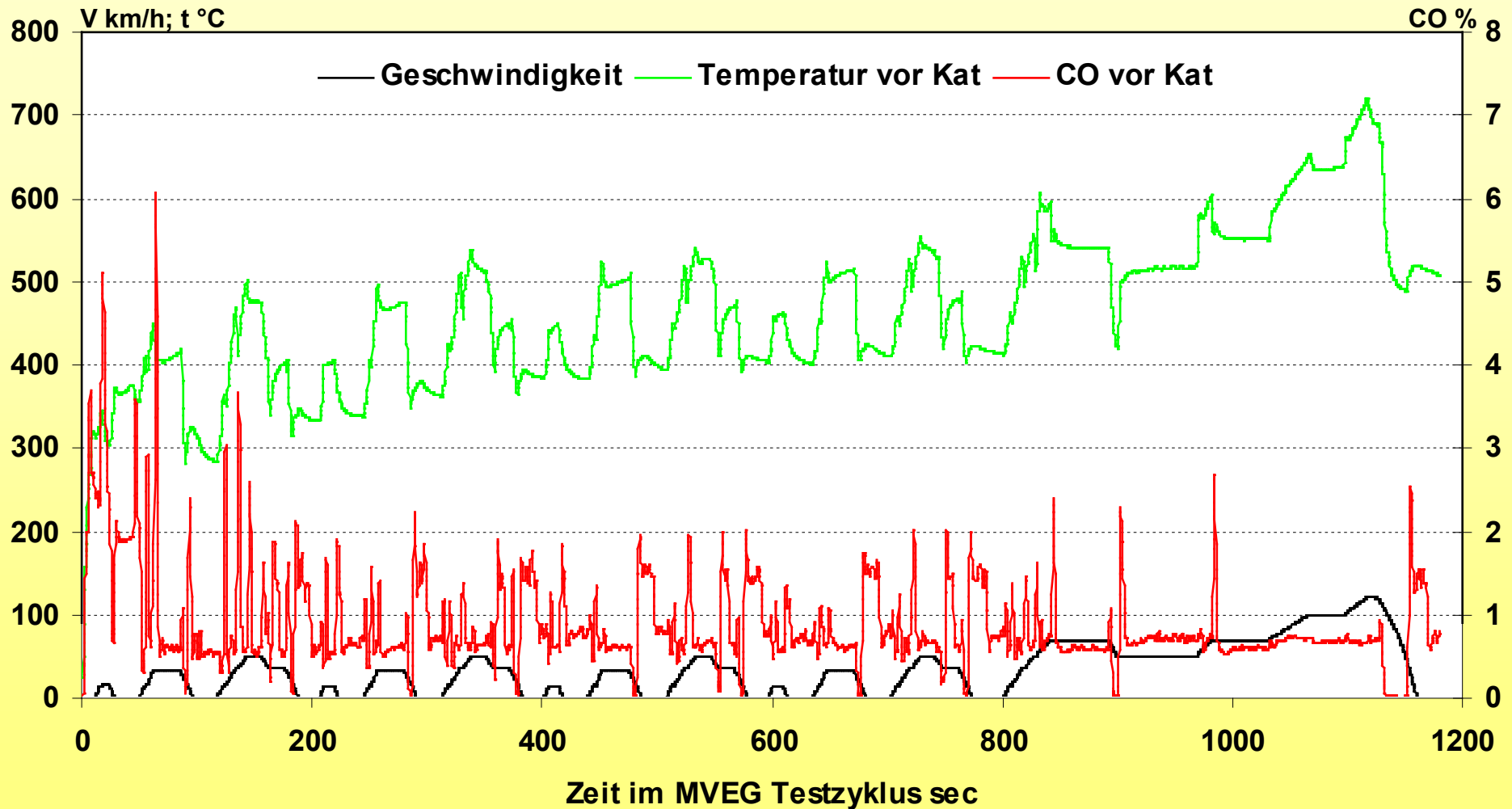
Landesakademie Esslingen
Symposium Fahrzeugtechnik
08. Mai 2008

Abgasnachbehandlung
Schwerpunkt Dieselmotor
Peter Treiber

- ◆ **Einführung zum Thema Abgaskatalyse**
- ◆ **Der Metallträger, Metalit[®]**
- ◆ **Lösungsansätze für das Temperaturproblem**
- ◆ **Entwicklung strukturierter Träger für verbesserte Emissionsminderung (Oxidation/SCR/PM)**
- ◆ **Zusammenfassung**

◆ Einführung zum Thema Abgaskatalyse

- ◆ Der Metallträger, Metalit[®]
- ◆ Lösungsansätze für das Temperaturproblem
- ◆ Entwicklung strukturierter Träger für verbesserte Emissionsminderung (Oxidation/SCR/PM)
- ◆ Zusammenfassung



Simulation eines EU III Testzyklus: Ottomotor
 Motorgröße repräsentativ für ein Mittelklassefahrzeug

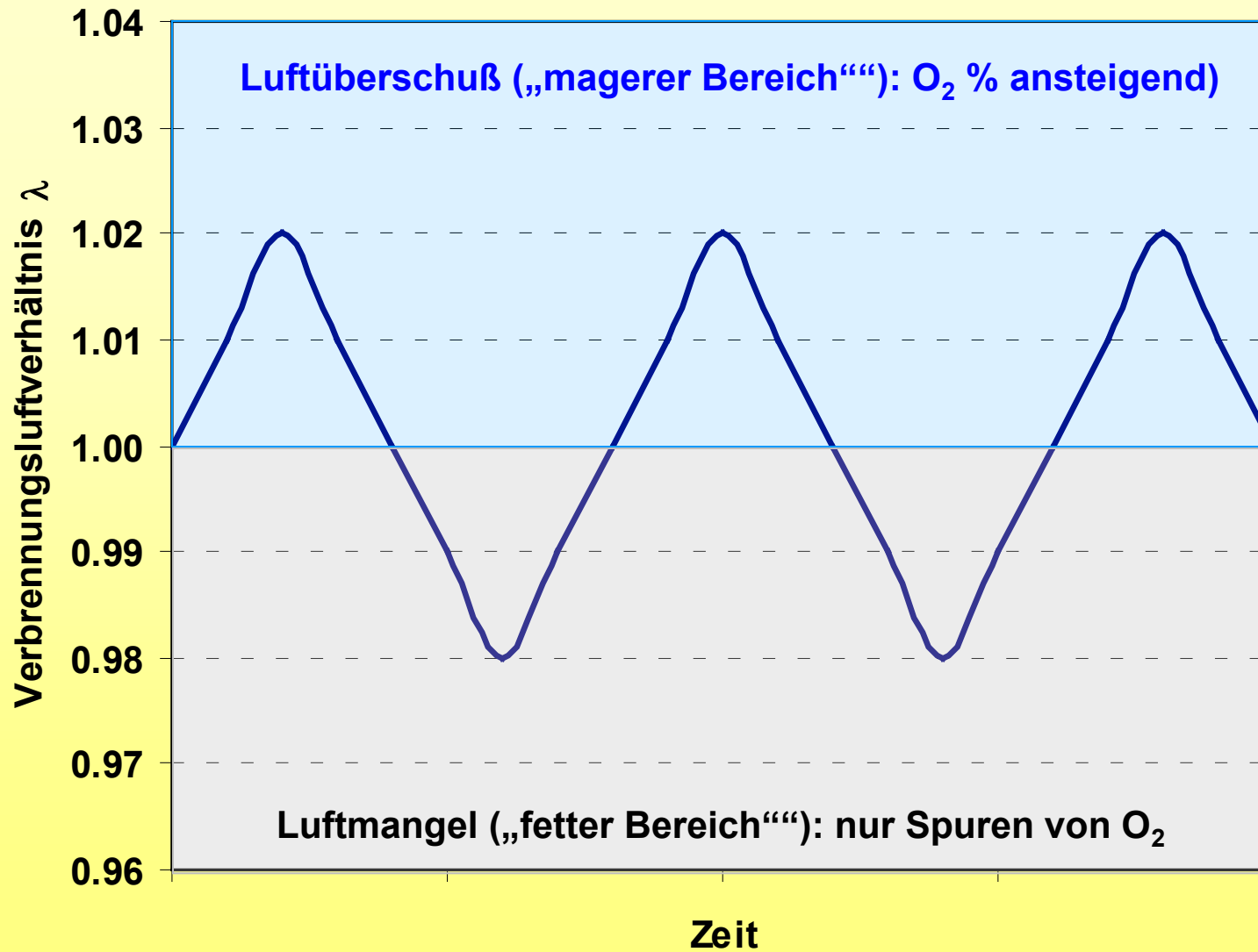
$$\lambda_v = \frac{\text{gemessener Massenstrom der Verbrennungsluft [kg/h]}}{\text{gemessener Kraftstoffverbrauch [kg/h] x stöchiometrischer Luftbedarf}}$$

$$\text{stöchiometrischer Luftbedarf} = \frac{\text{Masse Luft für vollständige Verbrennung [kg]}}{\text{Masse zu verbrennenden Kraftstoffs [kg]}}$$

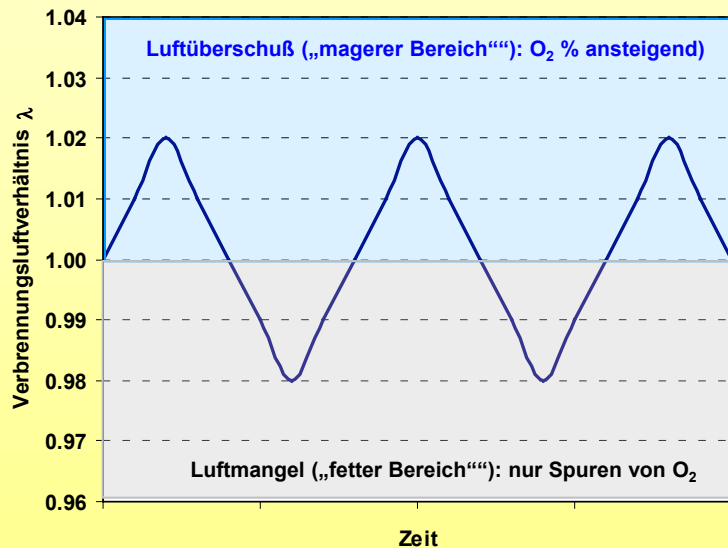
stöchiometrischer Luftbedarf für Benzin ≈ 14.7 [kg/kg]

stöchiometrischer Luftbedarf für Diesel ≈ 14.5 [kg/kg]

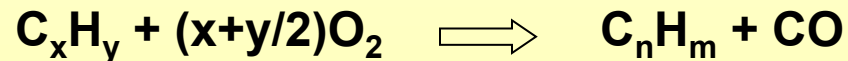
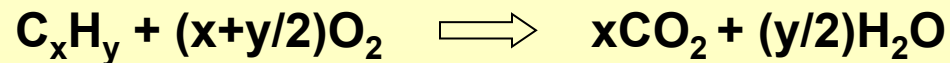
Defintion des Verbrennungsluftverhältnisses λ_v



Ottomotorische Verbrennung



Oxidation

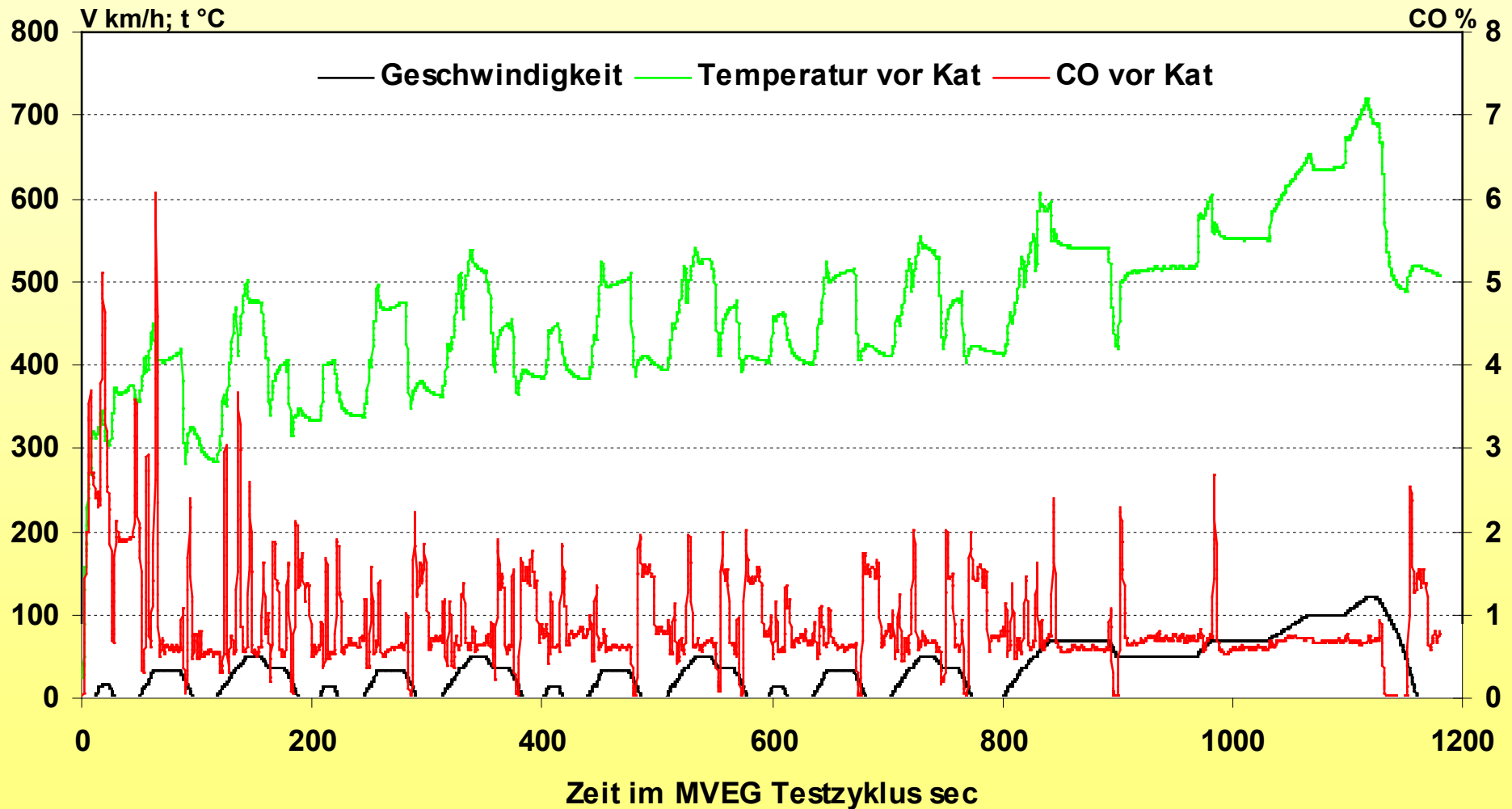


$\lambda = 1$

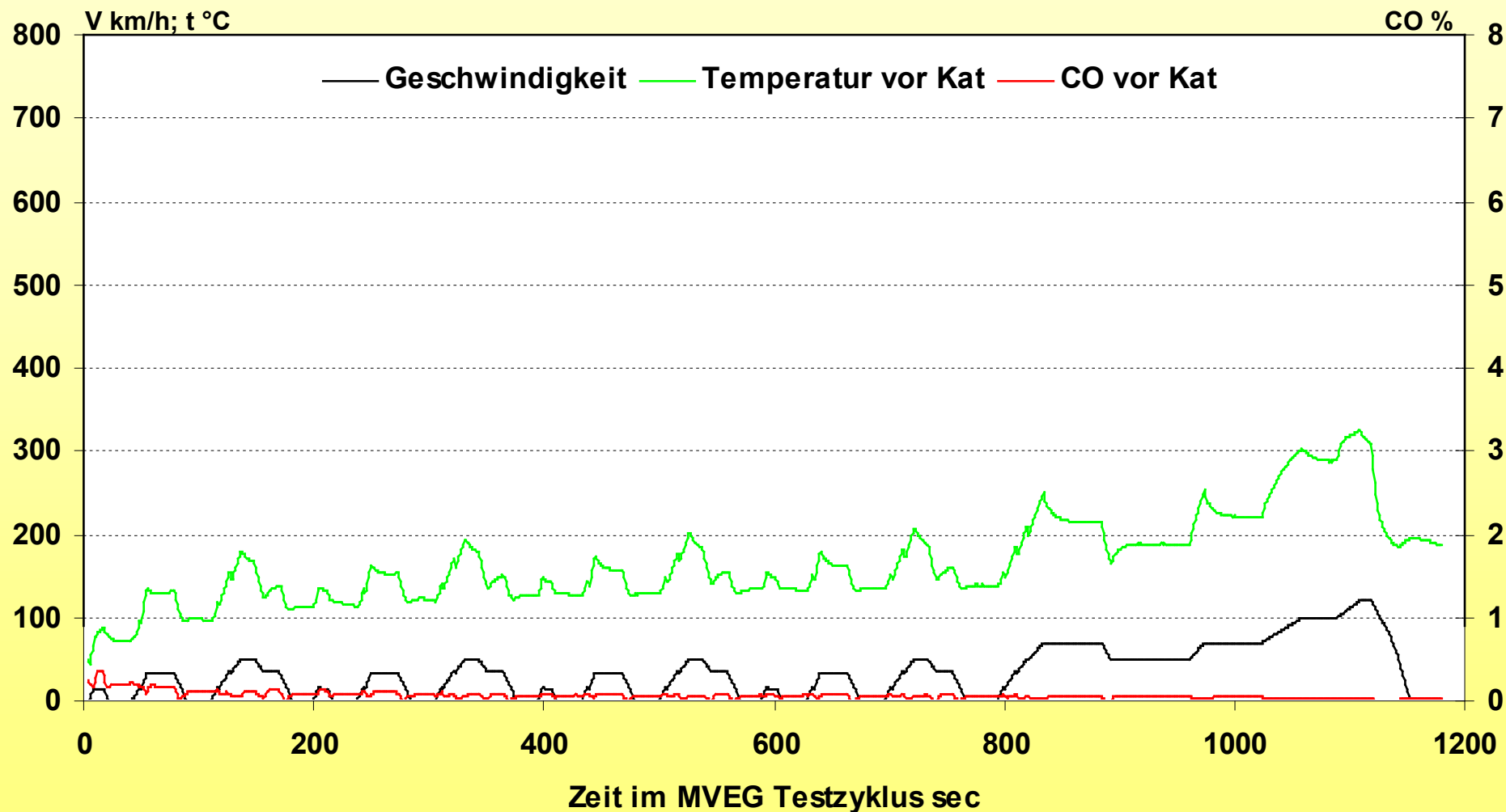


Reduktion

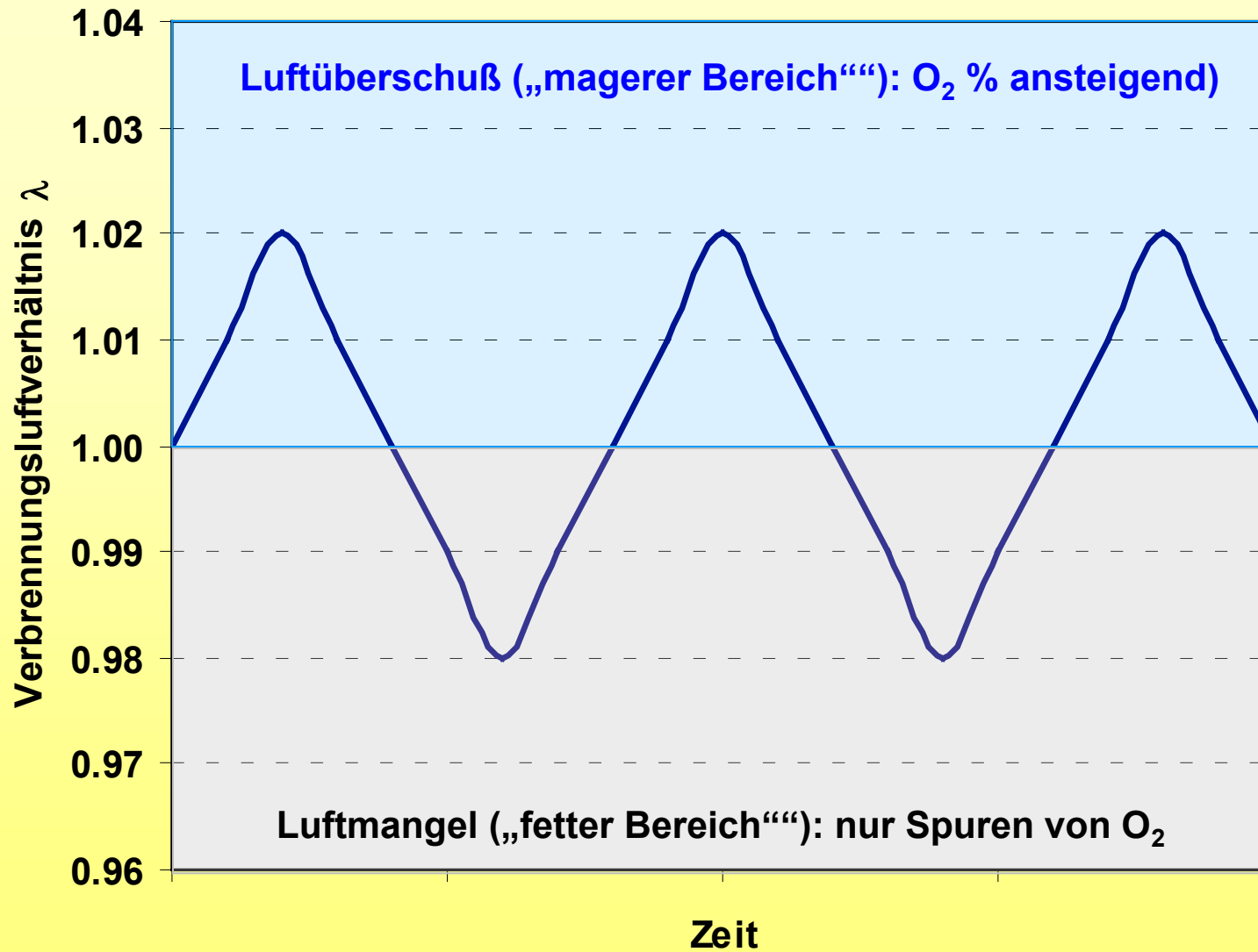
Ottomotorische Verbrennung



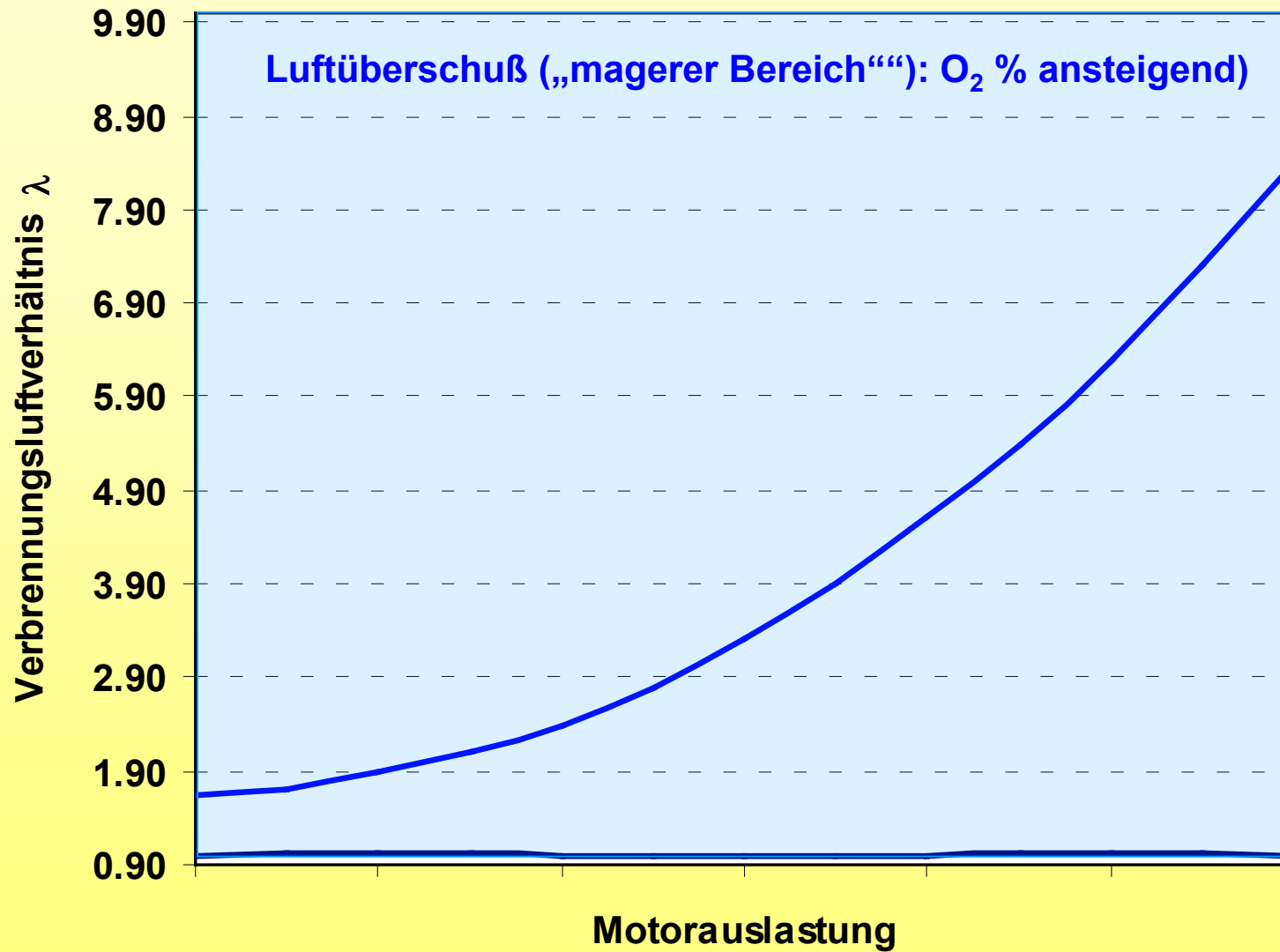
Simulation eines EU III Testzyklus: Ottomotor
 Motorgröße repräsentativ für ein Mittelklassefahrzeug



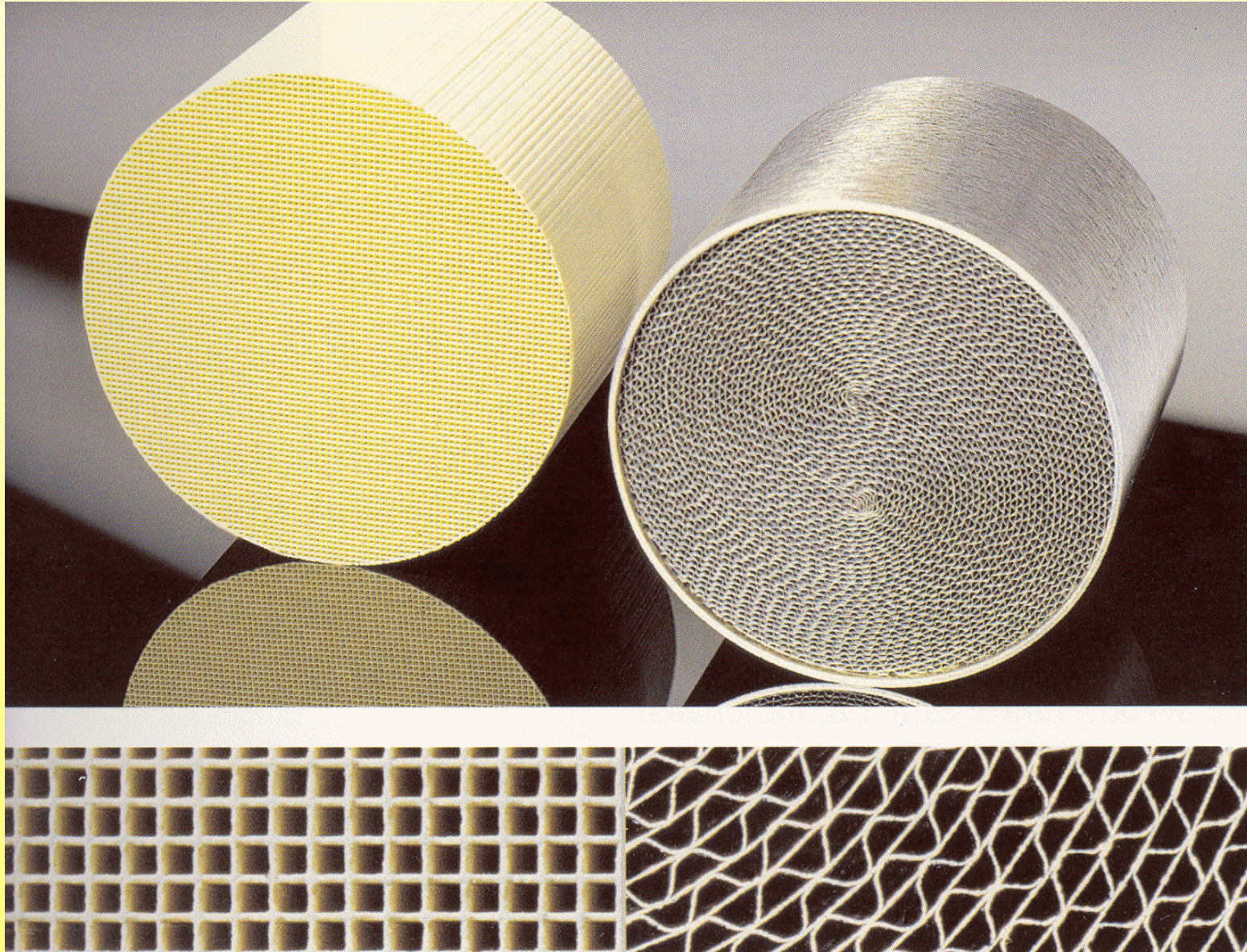
Simulation eines EU III Testzyklus: Dieselmotor
 Motorgröße repräsentativ für ein Mittelklassefahrzeug



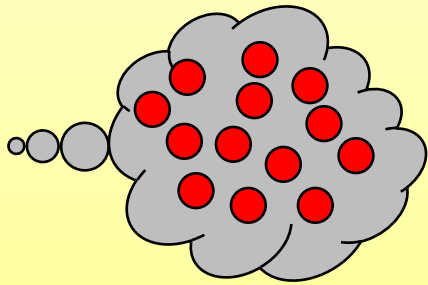
Ottomotorische Verbrennung



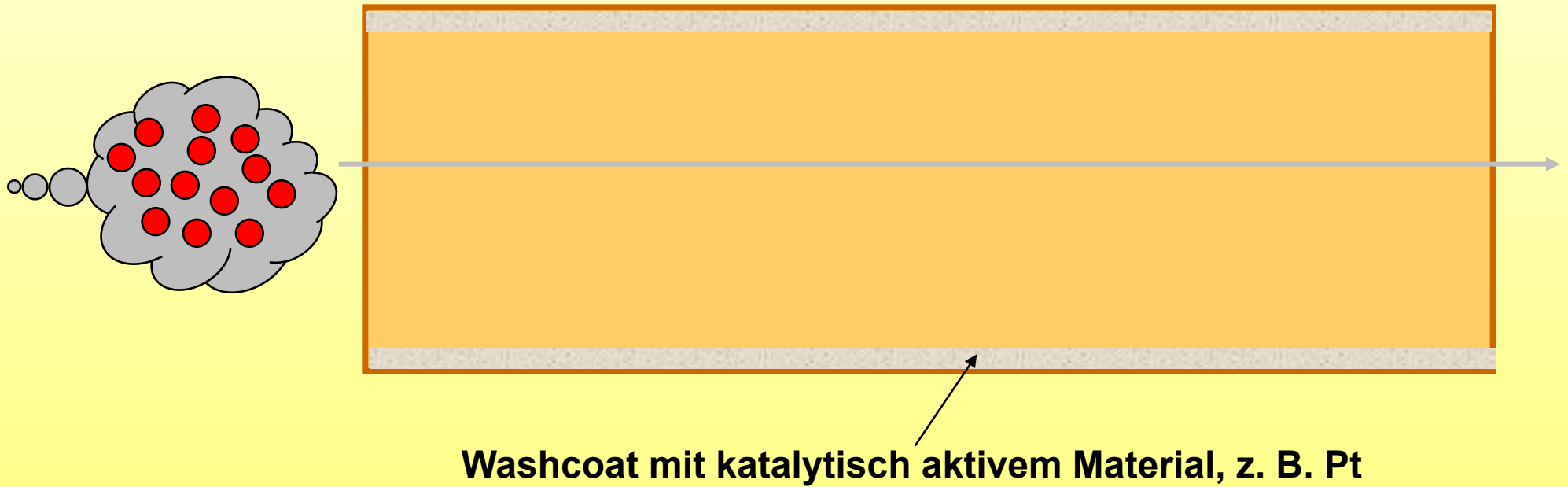
Dieselmotorische Verbrennung



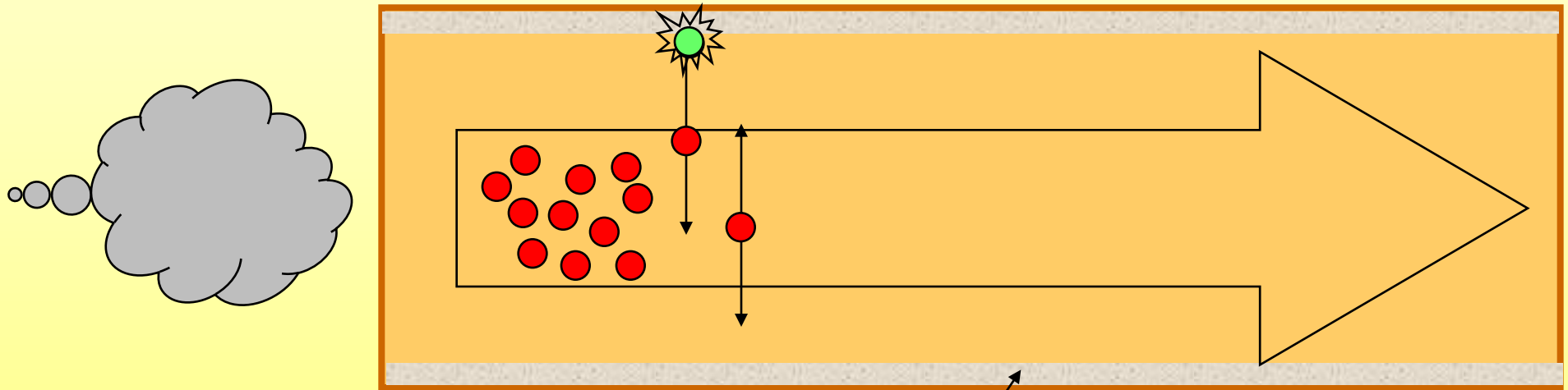
Katalysatorträger aus Keramik oder Metall



Heterogene Katalyse

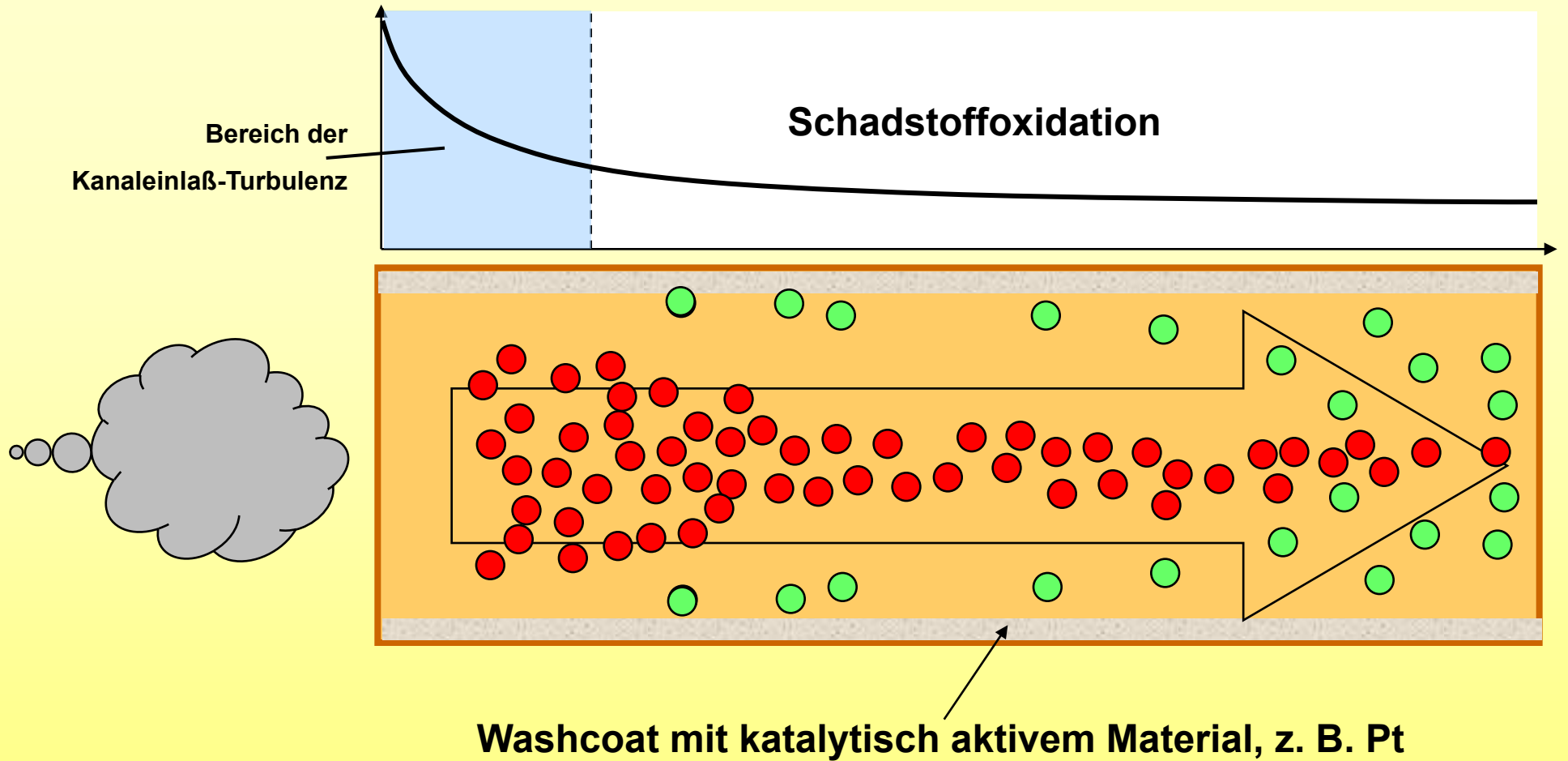


Heterogene Katalyse

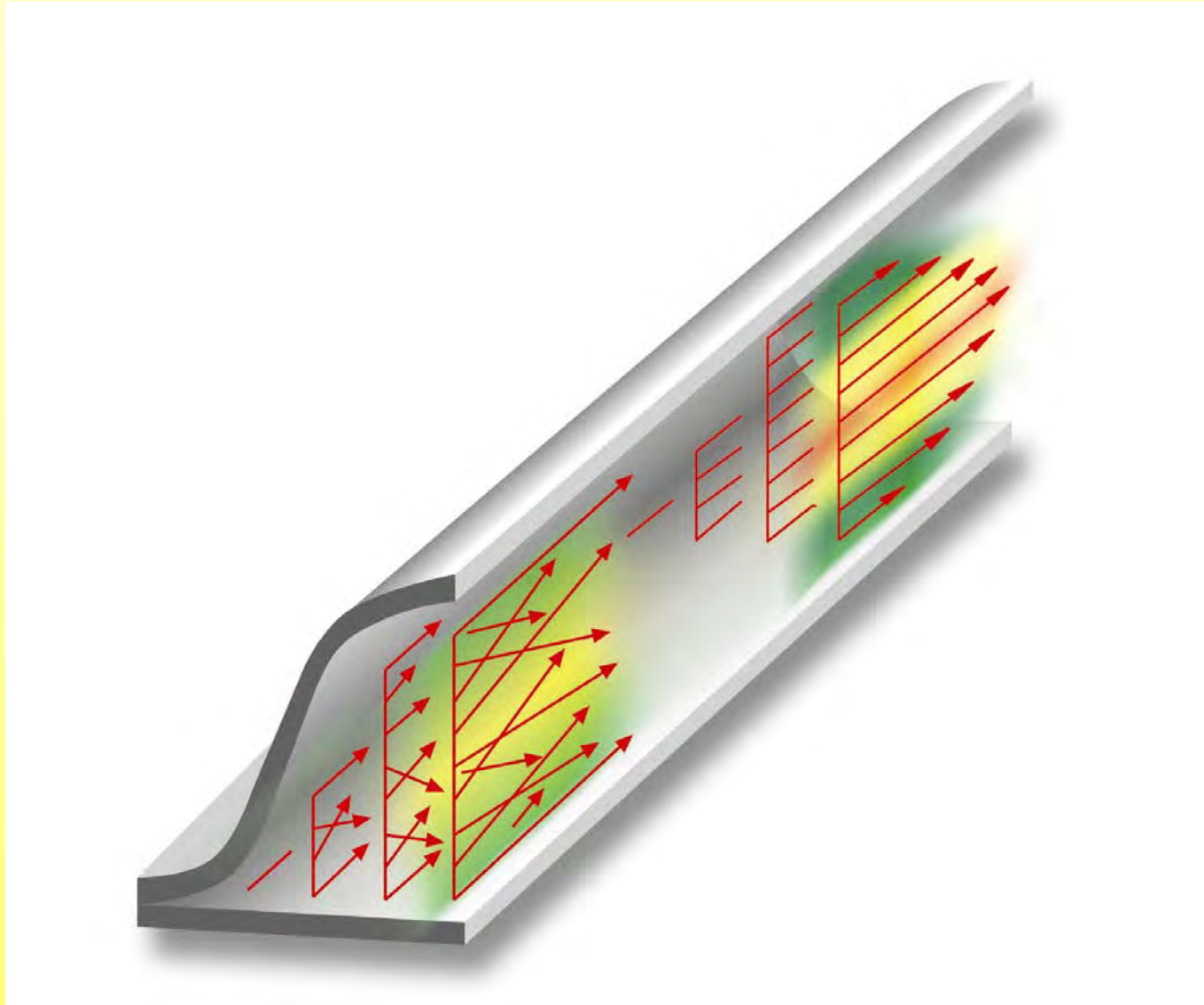


Washcoat mit katalytisch aktivem Material, z. B. Pt

Heterogene Katalyse



Heterogene Katalyse



Konzentrations- und Strömungsverteilung in glattkanaliger Struktur

2 Hauptprobleme müssen gelöst werden:

- ◆ **ausreichend aktives Material auf entsprechender Fläche**
 - **bei Ottomotoren die Herausforderung**

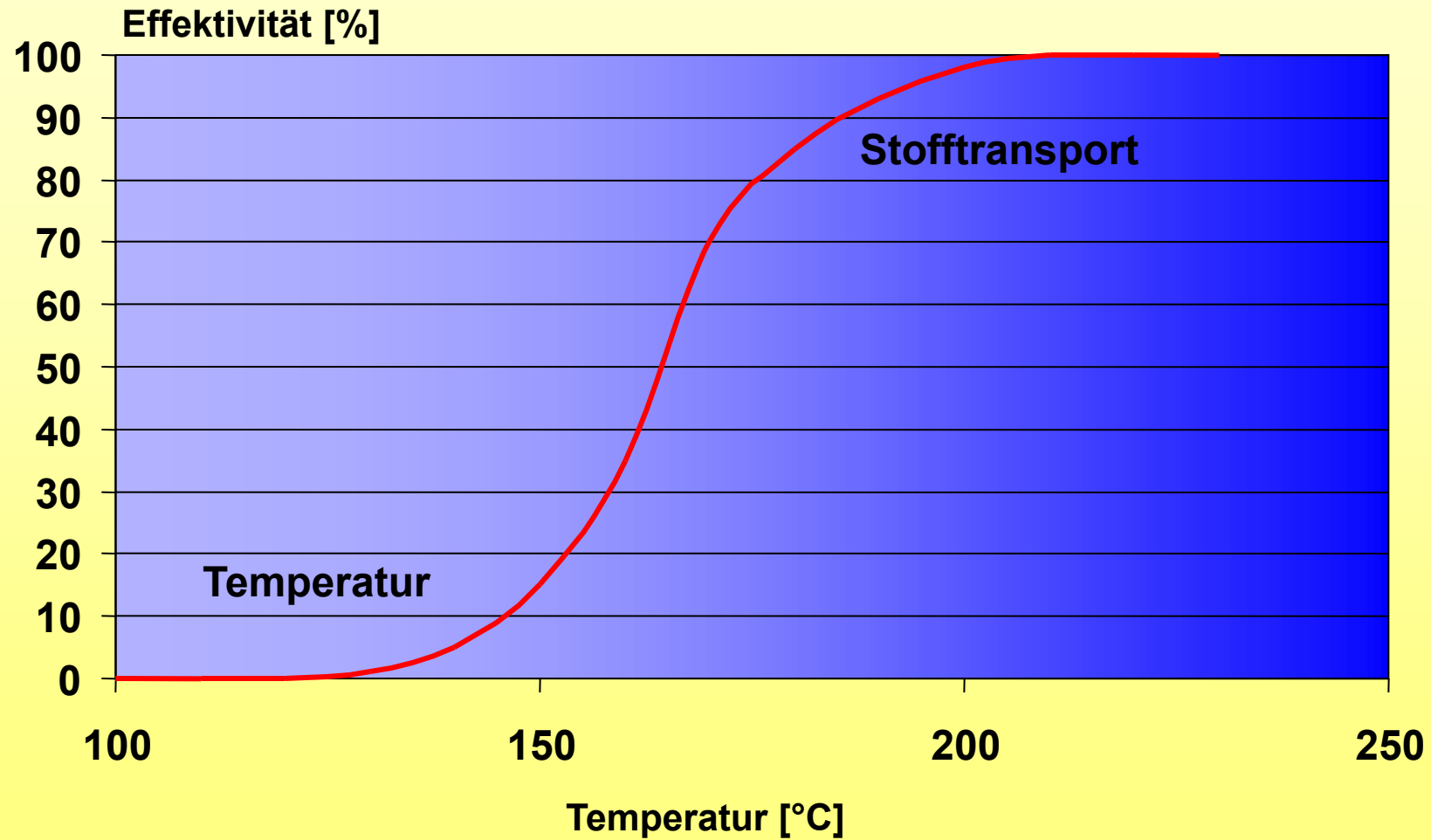
- ◆ **Unterstützung der Bewegung der Schadstoffmoleküle zu den aktiven Zentren**
 - **bei Dieselmotoren die Herausforderung**

Bei der heterogenen Katalyse ist:

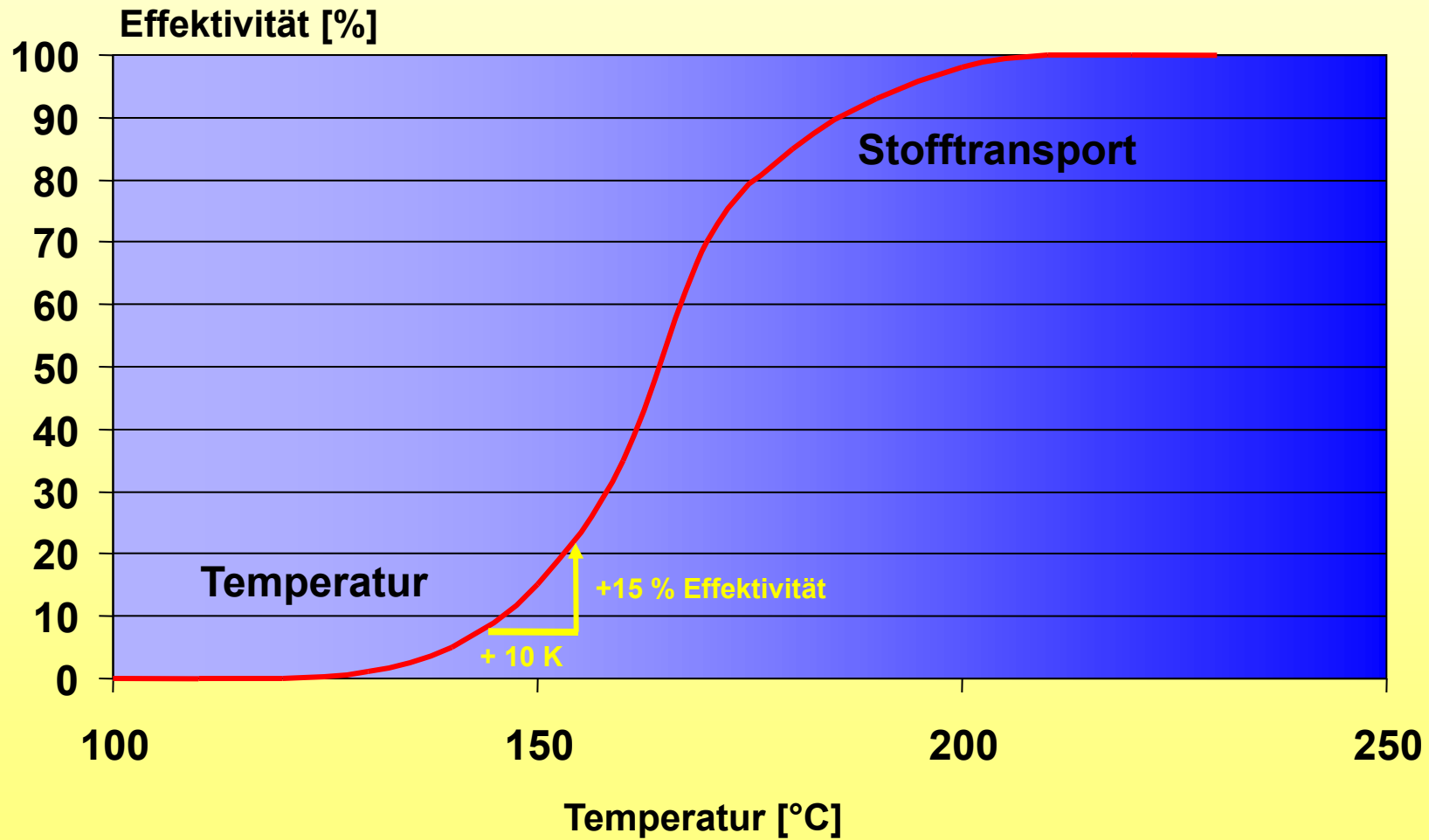
- ◆ die Reaktionsgeschwindigkeit primär temperaturabhängig

- ◆ der Stofftransport (Zusammenkommen von Molekül und Ort der Katalyse)
 - temperaturabhängig
 - abhängig von der Form der Strömung - laminar oder turbulent (Trägerdurchmesser)
 - abhängig von der Geometrie (Zelldichte, hydraulischer Durchmesser)

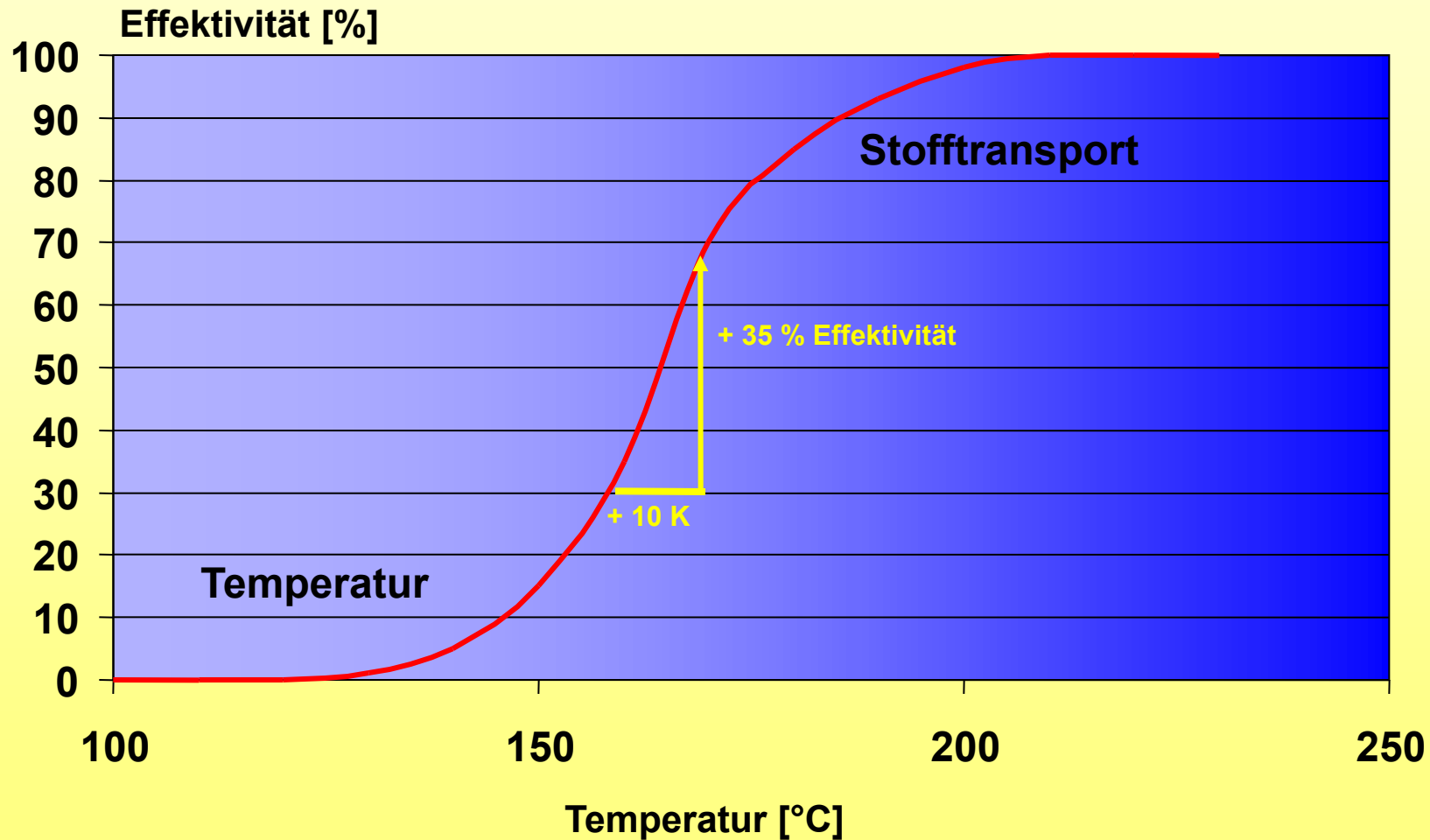
Charakteristika der Katalyse im Abgas speziell von Dieselmotoren



Katalysatoreffektivität als Funktion der Temperatur



Katalysatoreffektivität als Funktion der Temperatur



Katalysatoreffektivität als Funktion der Temperatur

- ◆ **Einführung zum Thema Abgaskatalyse**
- ◆ **Der Metallträger, Metalit®**
- ◆ **Lösungsansätze für das Temperaturproblem**
- ◆ **Entwicklung strukturierter Träger für verbesserte Emissionsminderung (Oxidation/SCR/PM)**
- ◆ **Zusammenfassung**

spiralgewickelte Träger



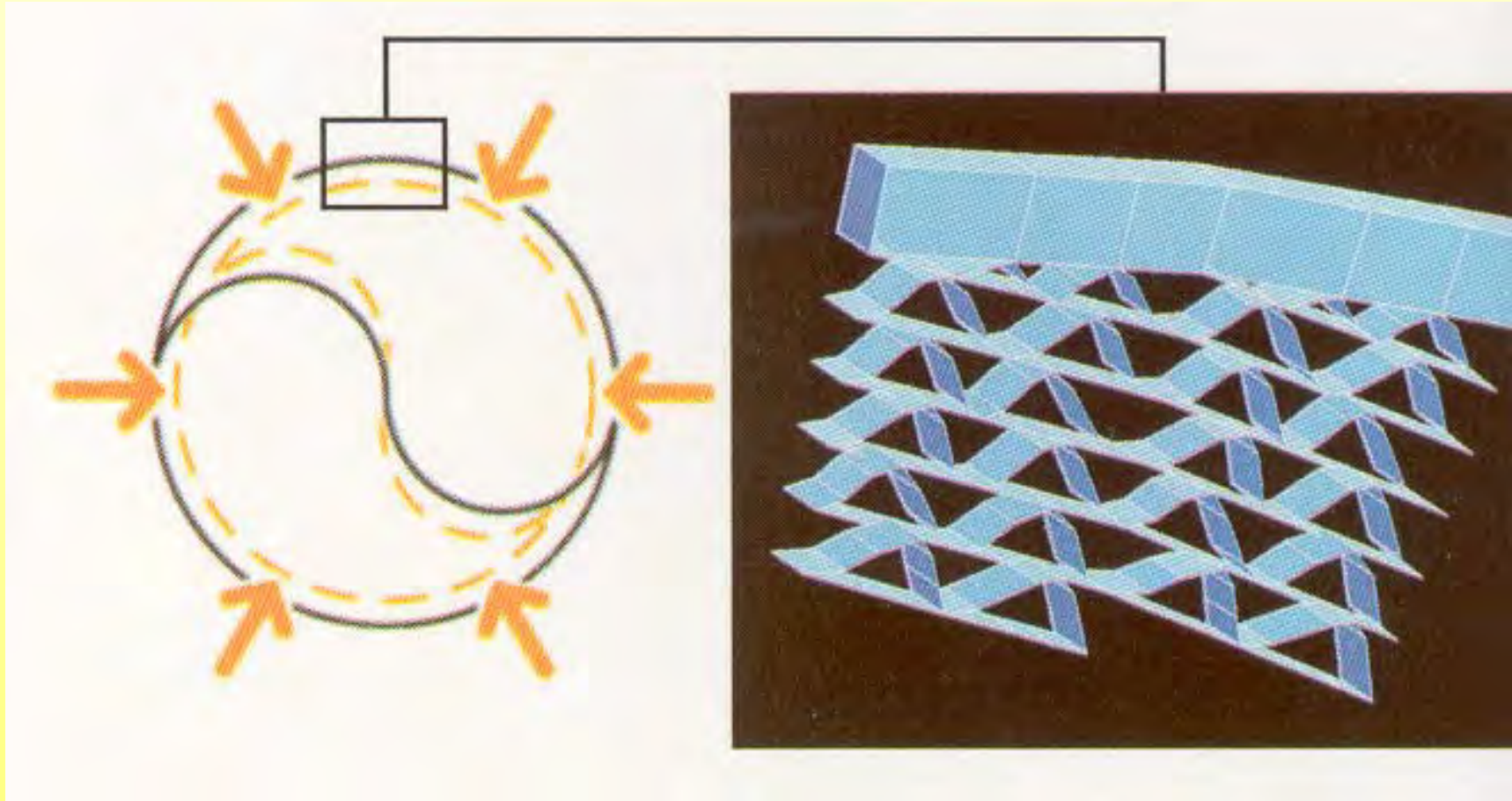
~ 1960



~ 1968



1978



Trägerverhalten bei thermozyklischer Beanspruchung

Modellhafte Betrachtung der S-Wicklung

spiralgewickelte Träger

Einführung Lötprozeß

S-Wicklung

SM-Wicklung



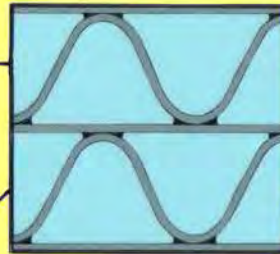
~ 1960



~ 1968



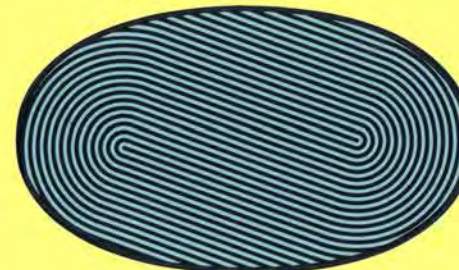
1978



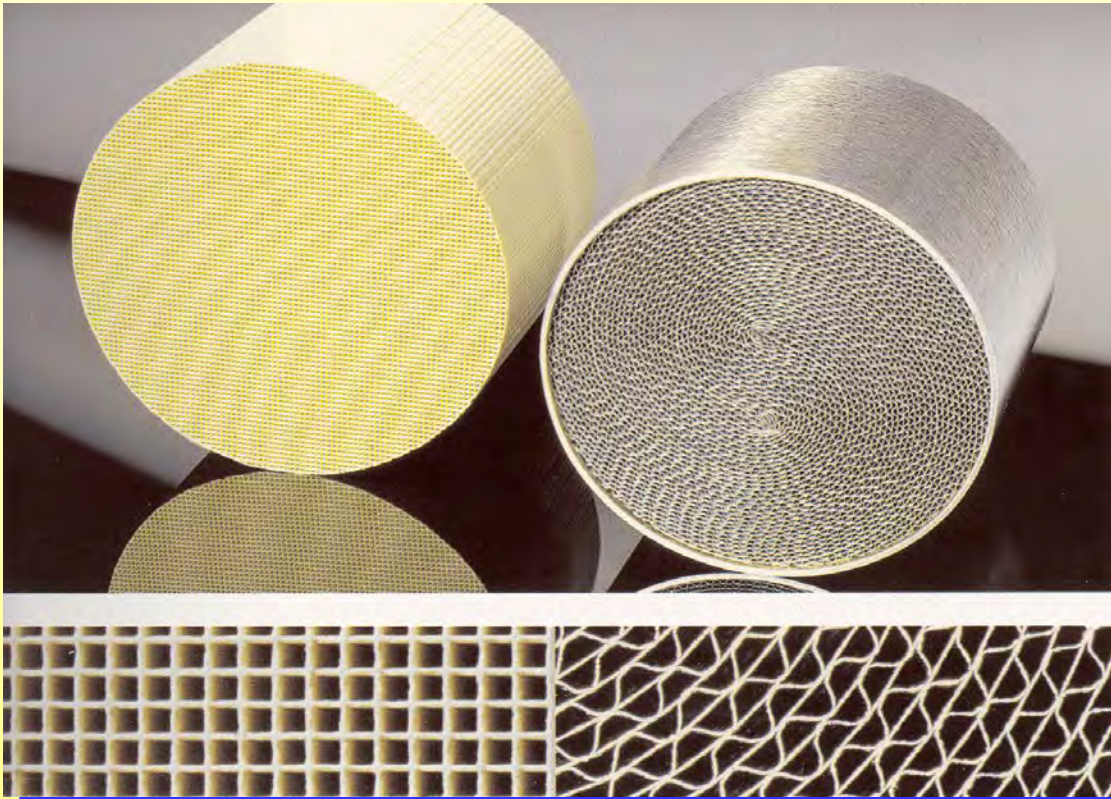
1986



1991



Geschichte der Metallträger



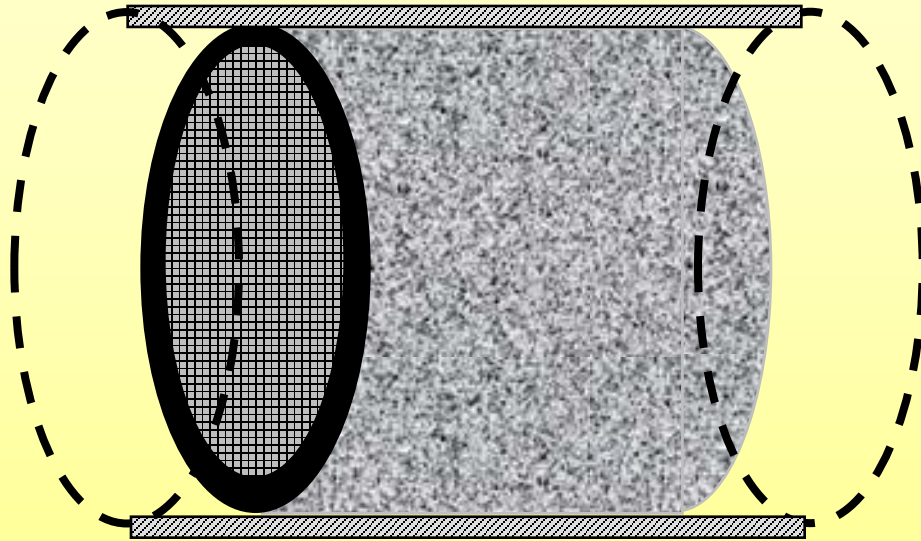
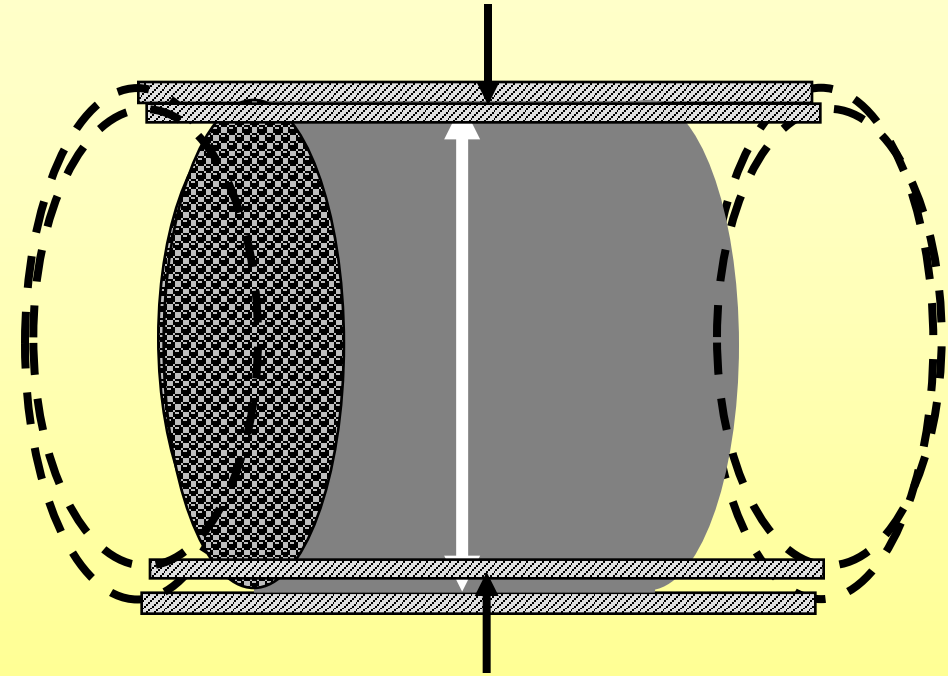
- **geringerer Strömungswiderstand**
- **größere wirksame innere Oberfläche, kleinere Volumina bei gleicher Effektivität**
- **schnelleres Anspringen**
- **variable Trägerformen**
- **keine Lagerung der Matrix im separaten Mantel erforderlich**
- **strukturierte Folien für höhere Effektivität**
- **hohe mechanische Belastbarkeit z. B. gegen Stoßeinwirkung**

Vorteile des Metalit[®] zur Leistungssteigerung von Katalysatoren

Betrachtete Größe	Einheit	Keramikträger	Metallträger	Unterschied
Zelldichte	cpsi	400	400	
Wandstärke	mil /mm	6,5	0,040	
Matrixvolumen	dm ³	5.266	5.266	
geometrisch aktive innere Oberfläche GSA	m ²	14.430	17.786	+ 23.3 %
Wärmekapazität	J/K	2322.9	1419.3	- 38.9 %
Strömungs- widerstand	mbar	11.113	8.438	- 24.1 %

Berechnete Größen für Träger Ø 300 mm x 74.5 mm ohne Beschichtung bei einem Abgasmassenstrom von 1700 kg/h mit einer Temperatur von 450 °C

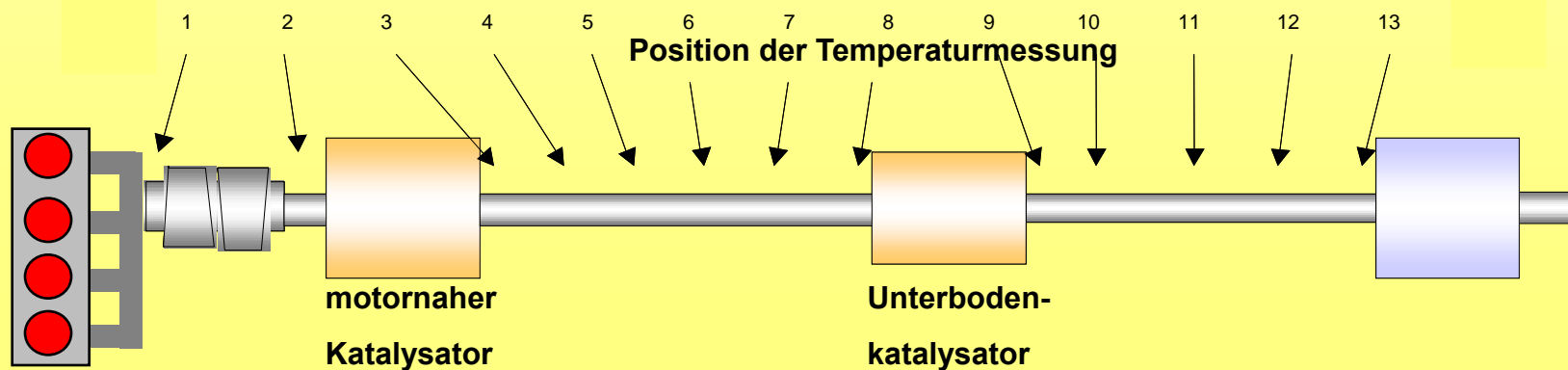
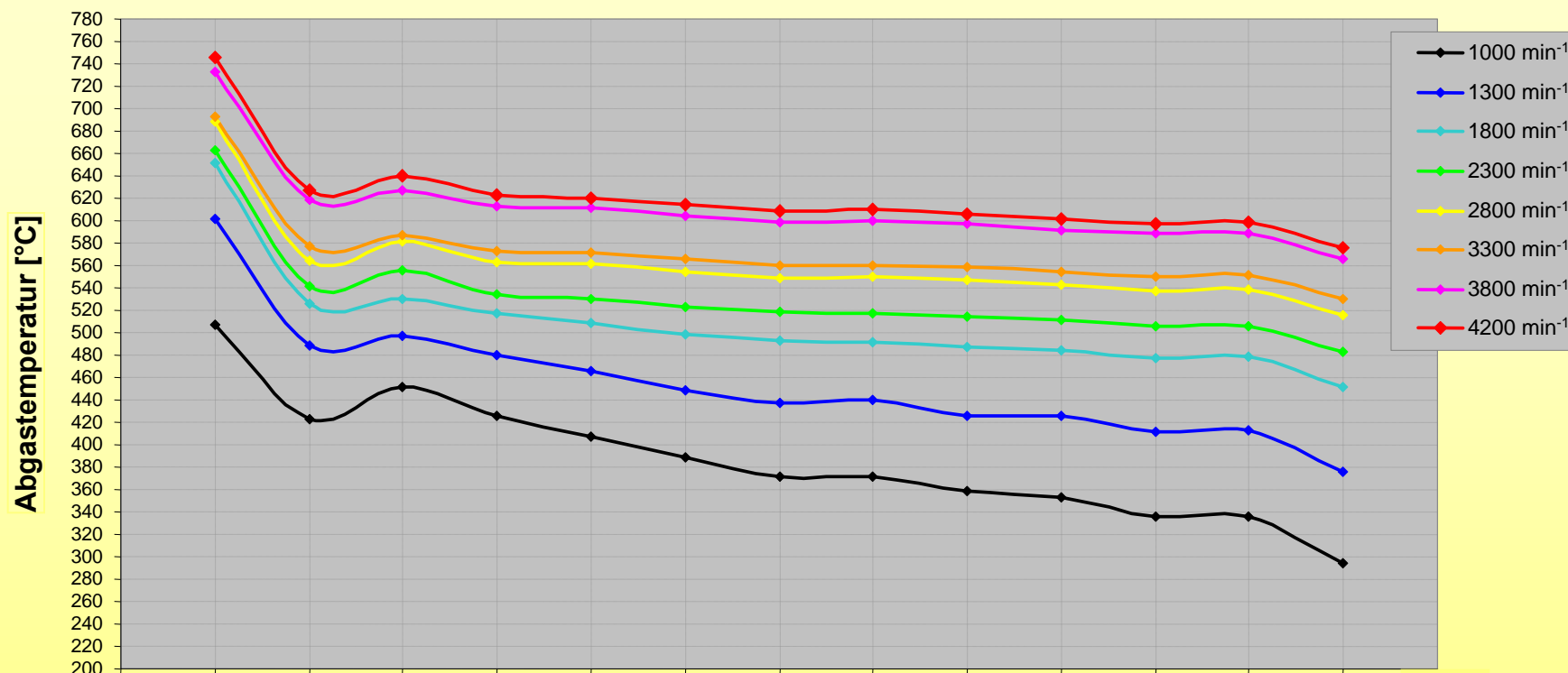
**Vergleich Metall- / Keramikträger, Beispiel für einen Nfz-Motor
9 dm³ Hubraum, 275 kW, Träger für einen Oxidationskatalysator**

Keramik träger**Metalit**

Bei gleichem Matrixvolumen ist das tatsächlich benötigte Einbauvolumen des Keramikträgers abhängig vom Durchmesser und von der Matte für die Lagerung der Matrix um etwa 5 - 10 % größer

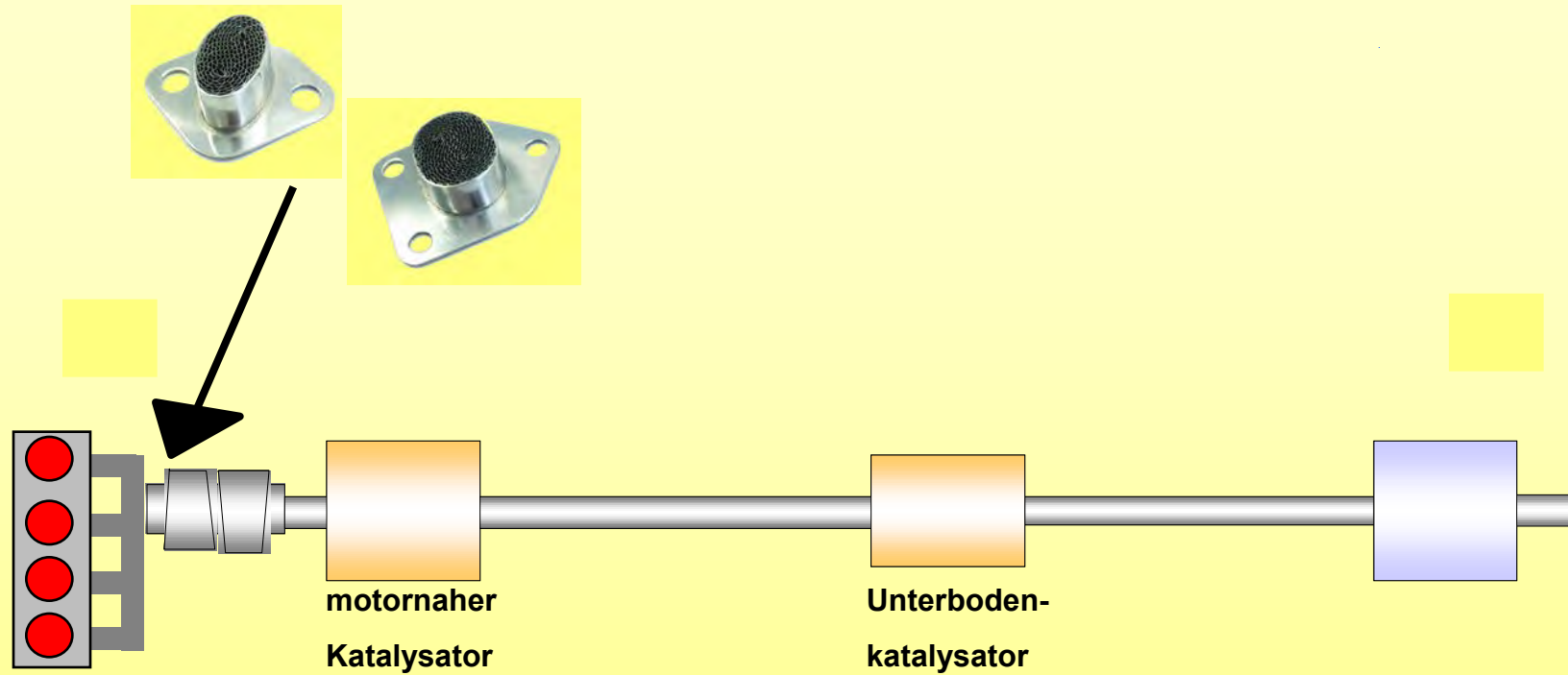
Unterschied und Möglichkeiten des tatsächlichen Volumenunterschieds

- ◆ **Einführung zum Thema Abgaskatalyse**
- ◆ **Der Metallträger, Metalit[®]**
- ◆ **Lösungsansätze für das Temperaturproblem**
- ◆ **Entwicklung strukturierter Träger für verbesserte Emissionsminderung (Oxidation/SCR/PM)**
- ◆ **Zusammenfassung**

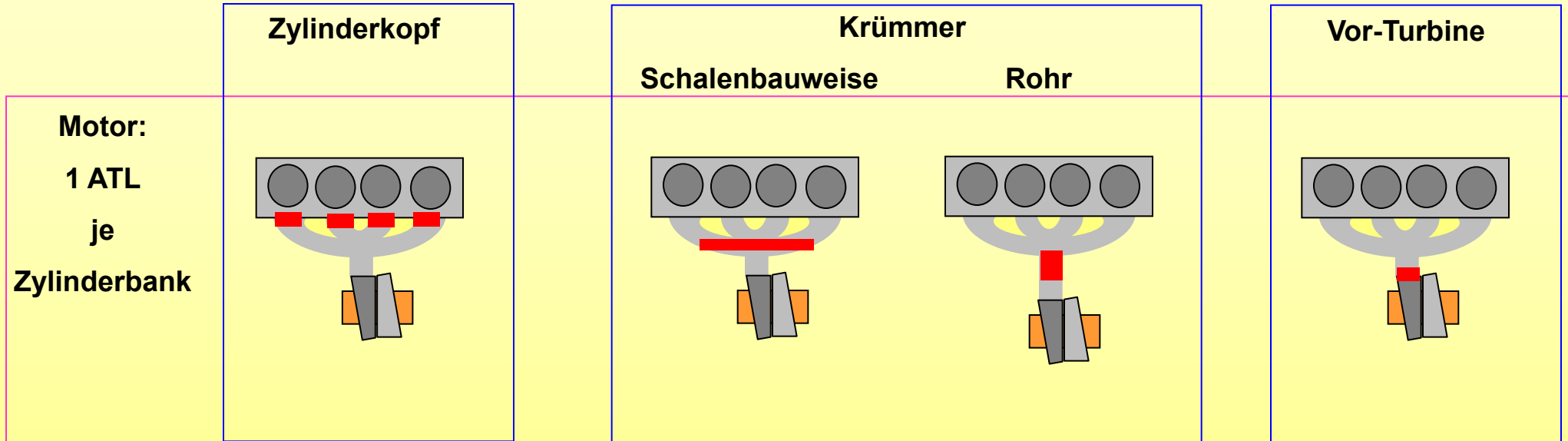


Temperaturverteilung bei Vollast entlang des Abgasstrangs

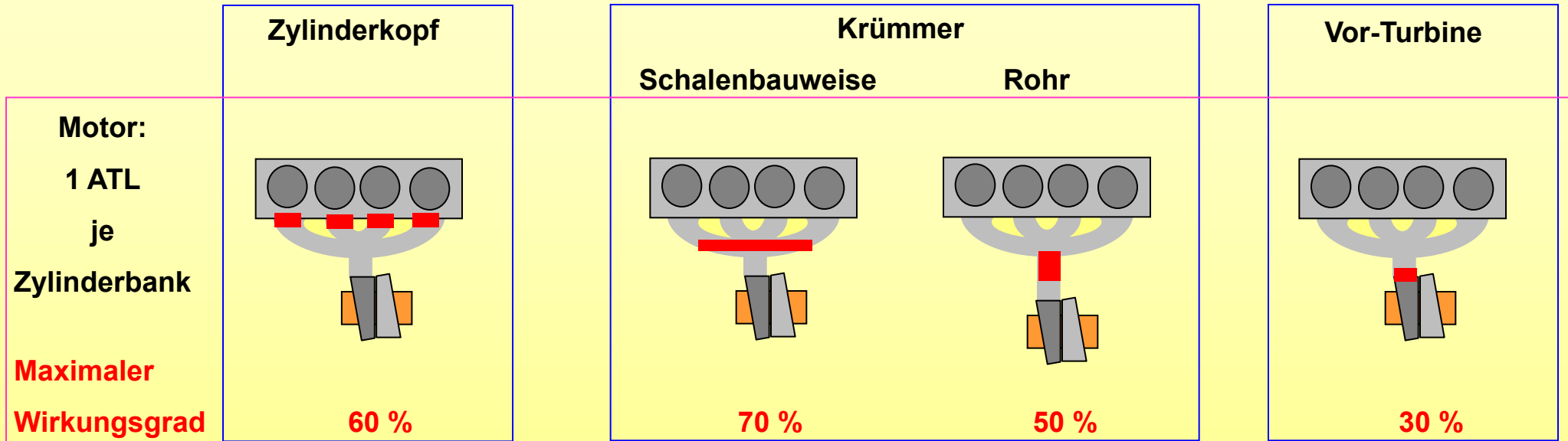
ca. 2 Ltr. 4 Zylinder Dieselmotor, Serienabgasanlage, Messung auf dem Motorprüfstand



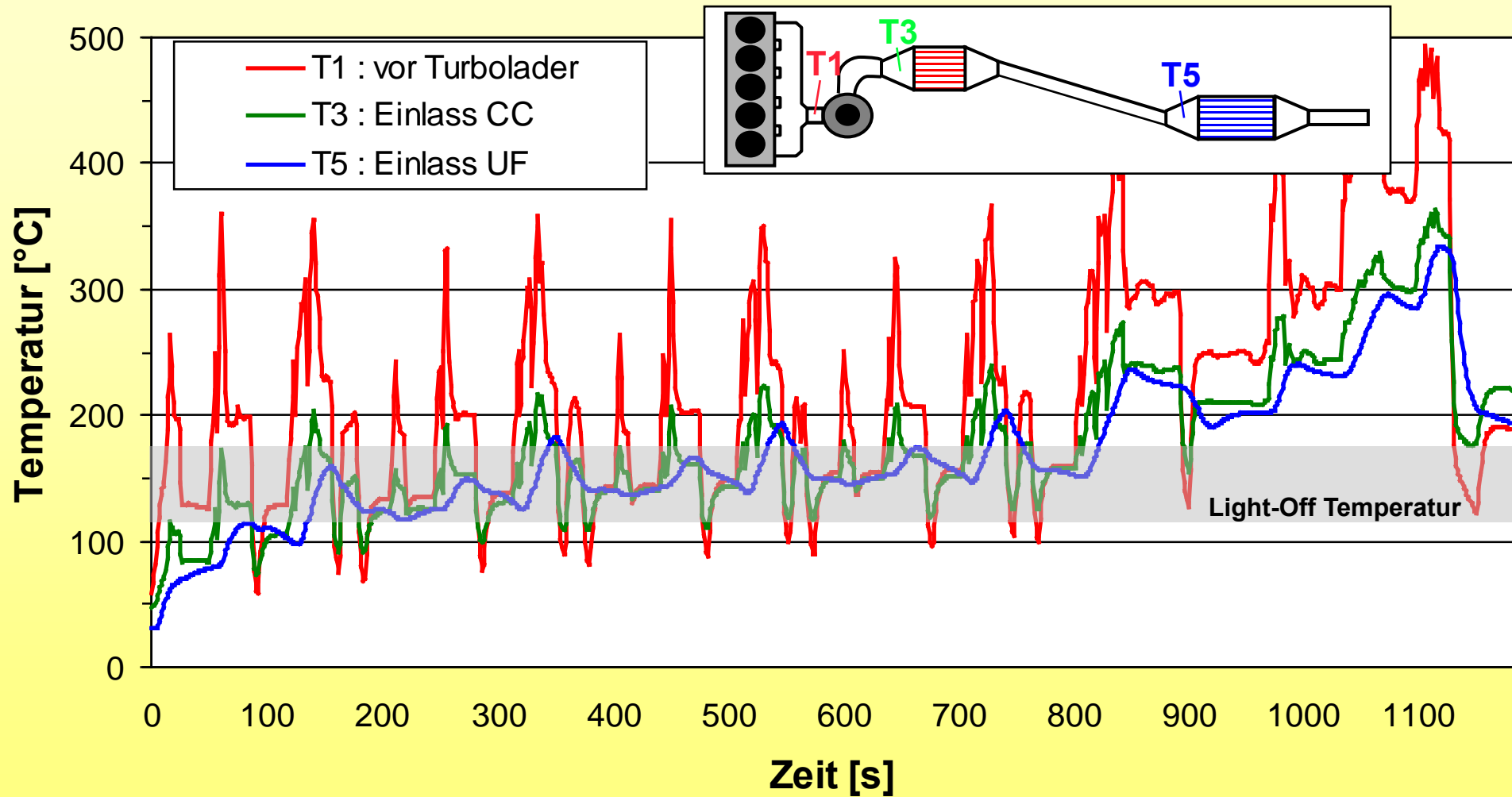
Katalysatoren vor dem Abgasturbolader: Pre-Turbo Catalyst PTC



Katalysatoren vor Abgasturbolader: das PTC-System



Katalysatoren vor Abgasturbolader: das PTC-System

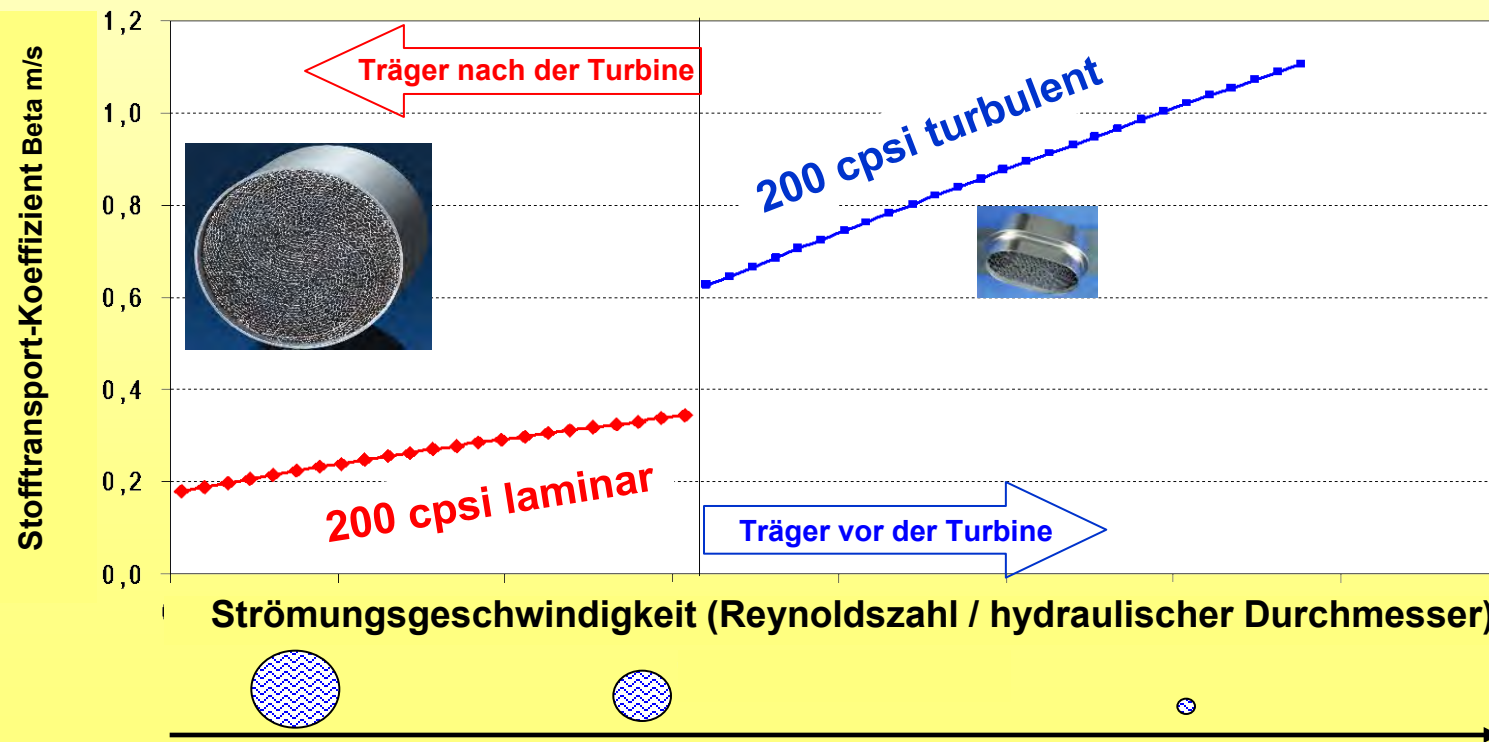


Volvo @ Wiener Motorensymposium, 2003

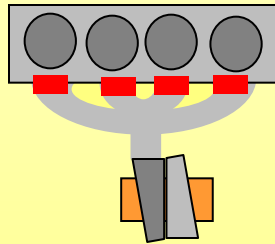
Abgastemperaturen des Volvo S60, 2.4l im EU III Testzyklus

Motivation für den Einsatz kleiner Metaliten vor dem Turbolader:

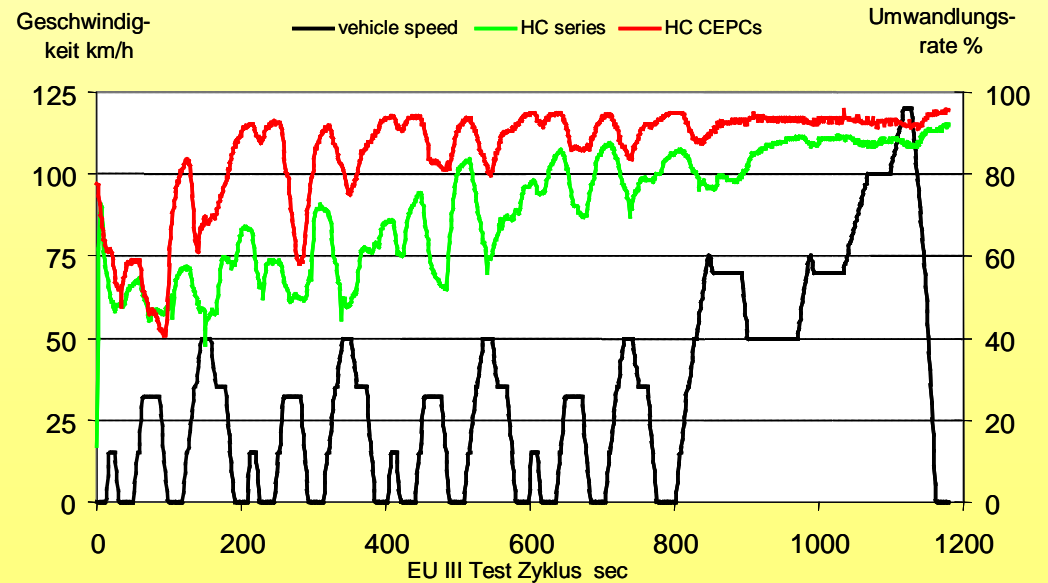
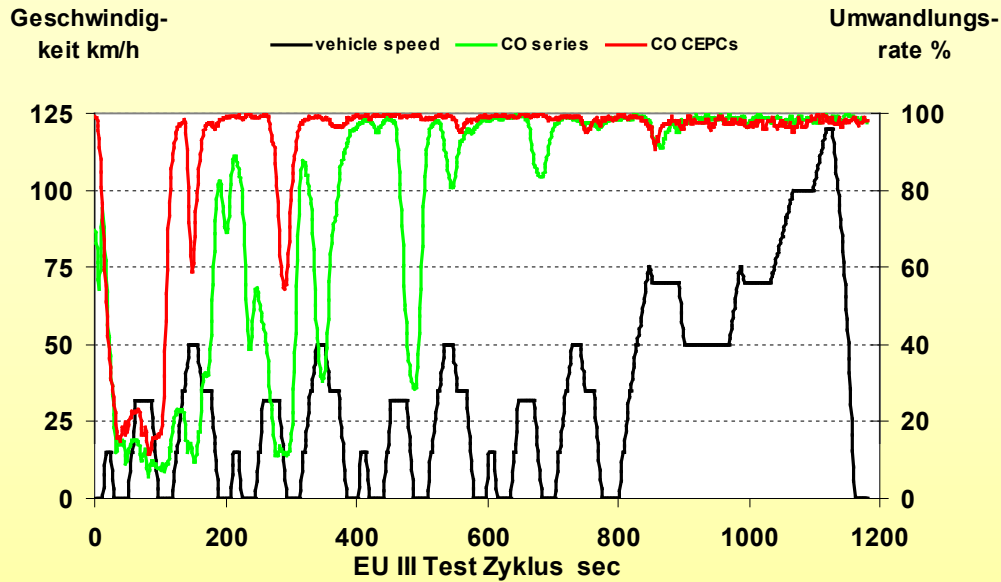
- ◆ Höheres Temperaturniveau durch verringerte Verluste durch Rohre und Turbolader
- ◆ Aufgrund der geringen Abmessungen herrscht immer turbulente Strömung in den Trägerkanälen



Vor-Turbolader-Katalysator

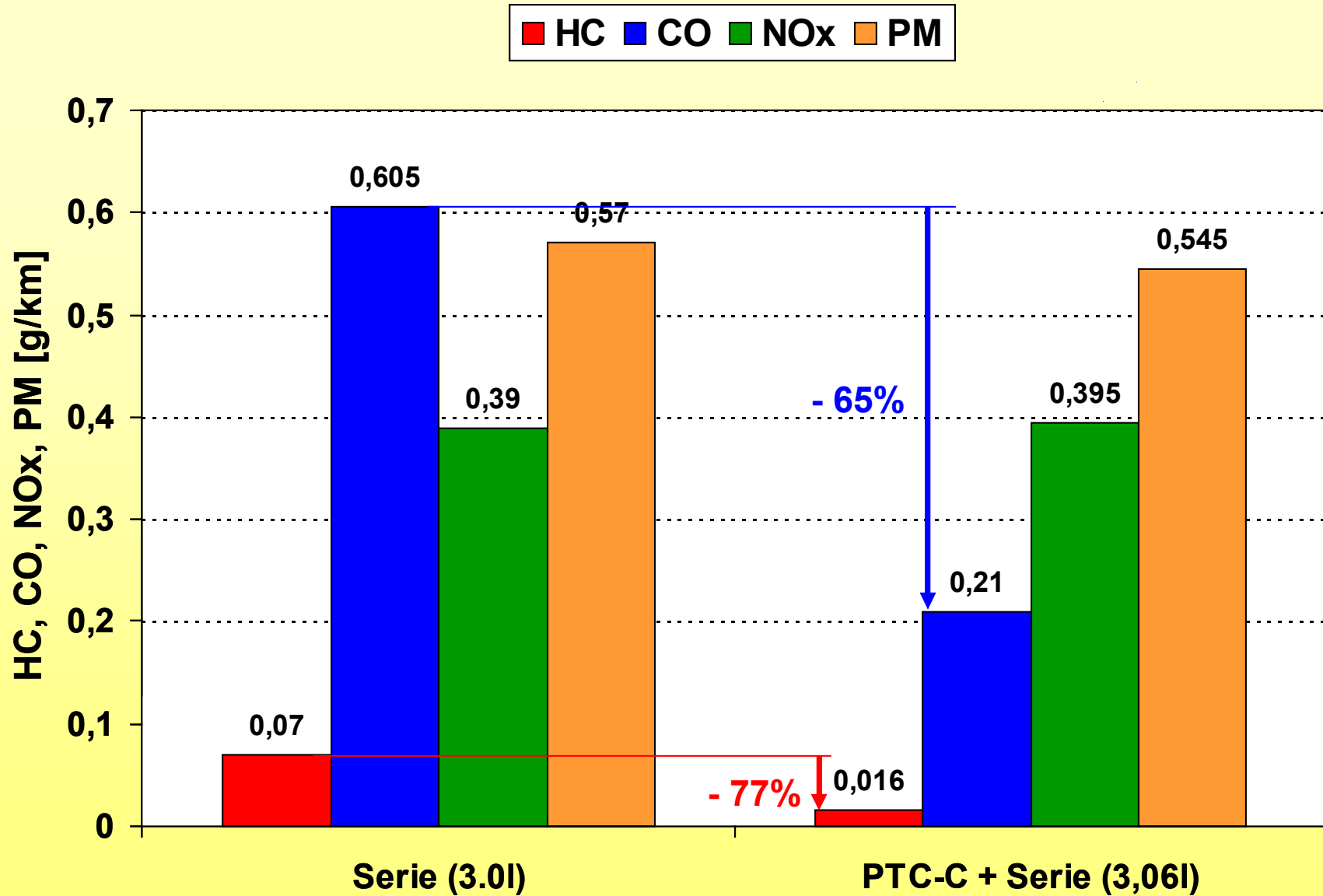


Position zwischen Zylinderkopf und Abgaskrümmmer

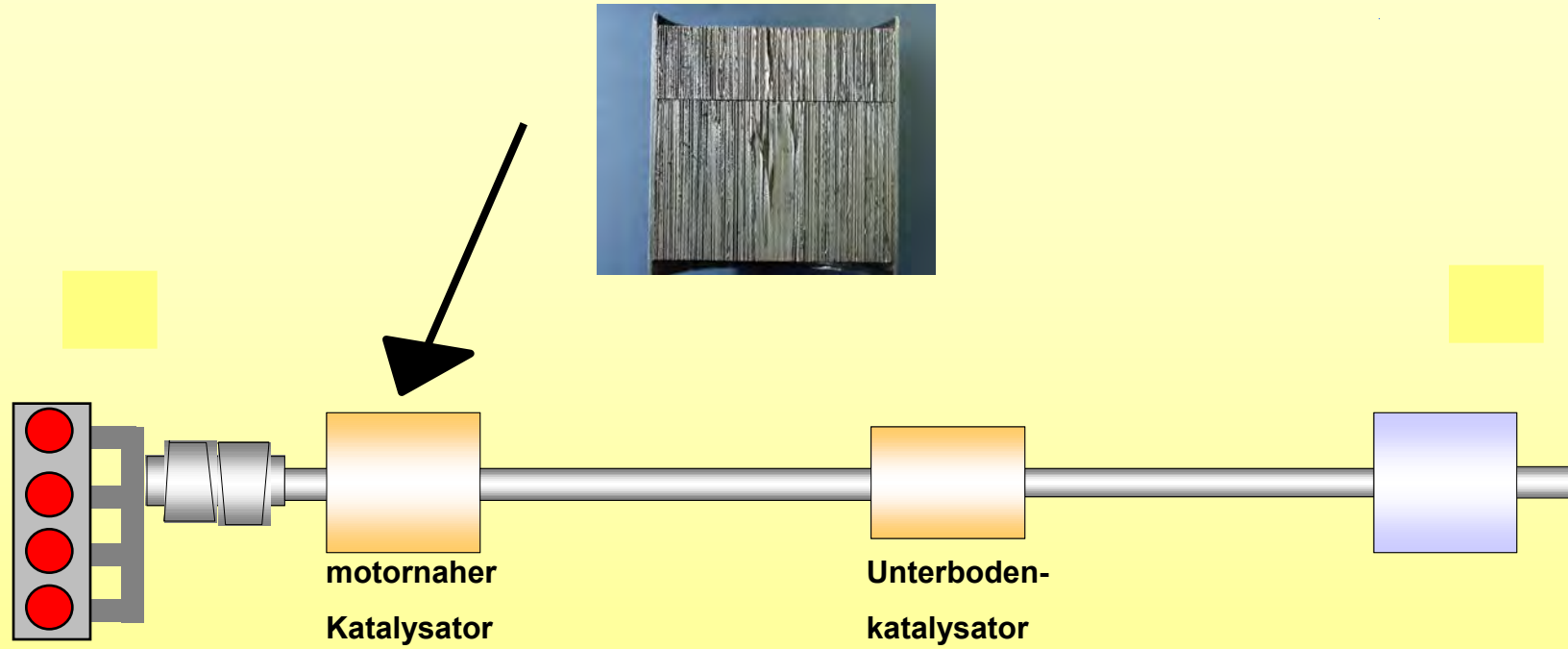


Systemvergleich: Serienanlage und Serie plus PTC

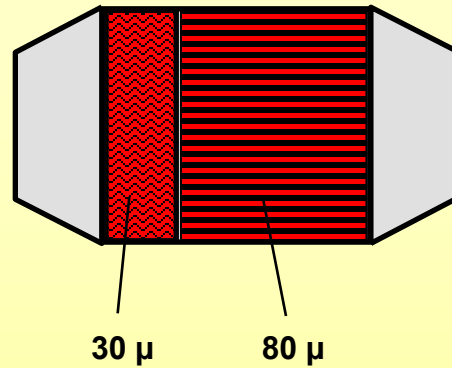
CO / HC –Umwandlung im EU III Testzyklus



Einfluß von PTC auf EU III Testzyklus Emissionen



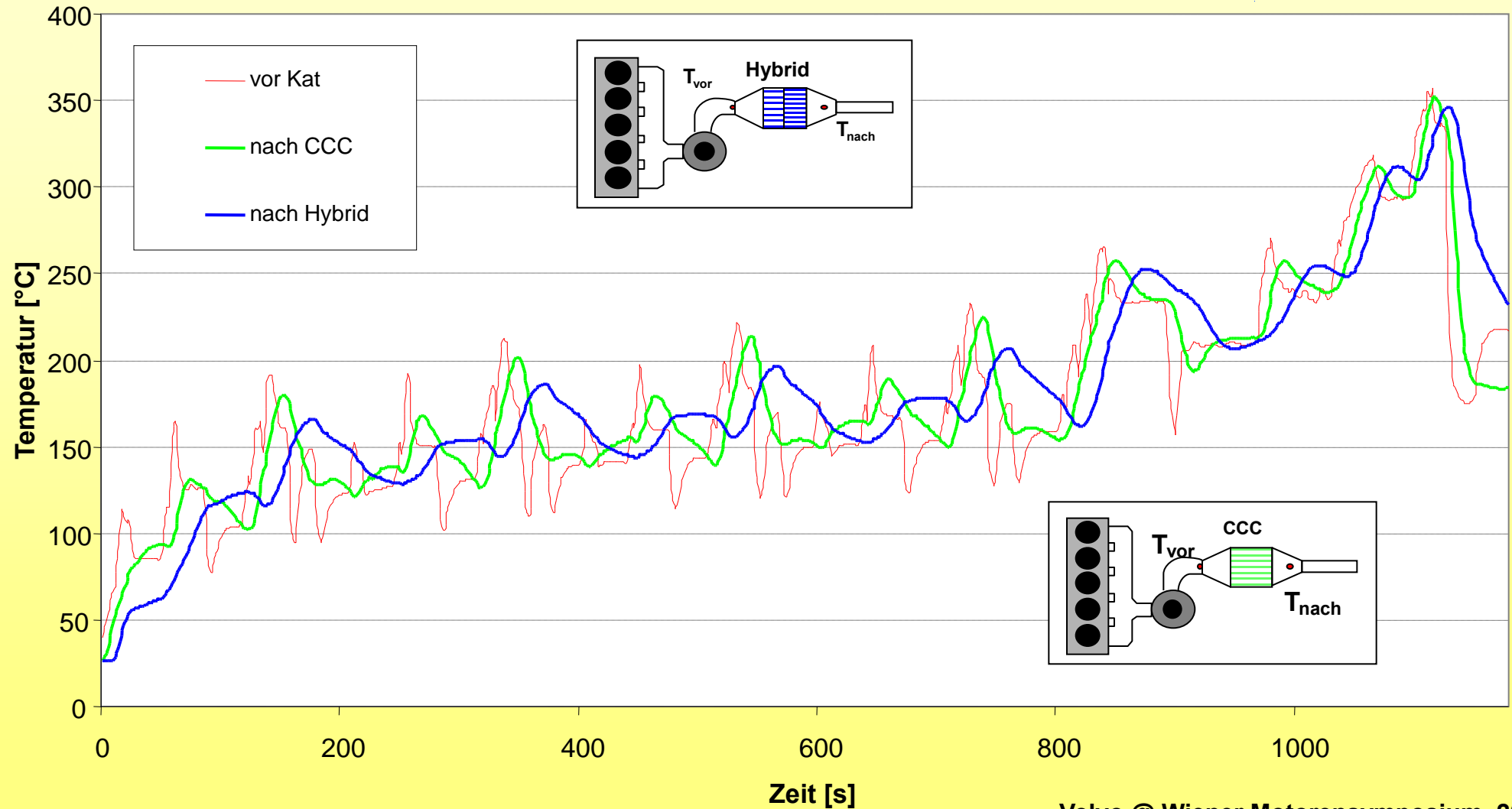
Der Hybrid-Katalysator für die motornah Position



- ◆ Substrat mit zwei Matrizen unterschiedlicher Wärmekapazität
- ◆ Gaseintritt mit 30 μm Folie gewährleistet schnelles Anspringen
- ◆ danach 80 μm zur Vermeidung eines Temperaturabfalls

 Verkleinerung des Katvolumens möglich

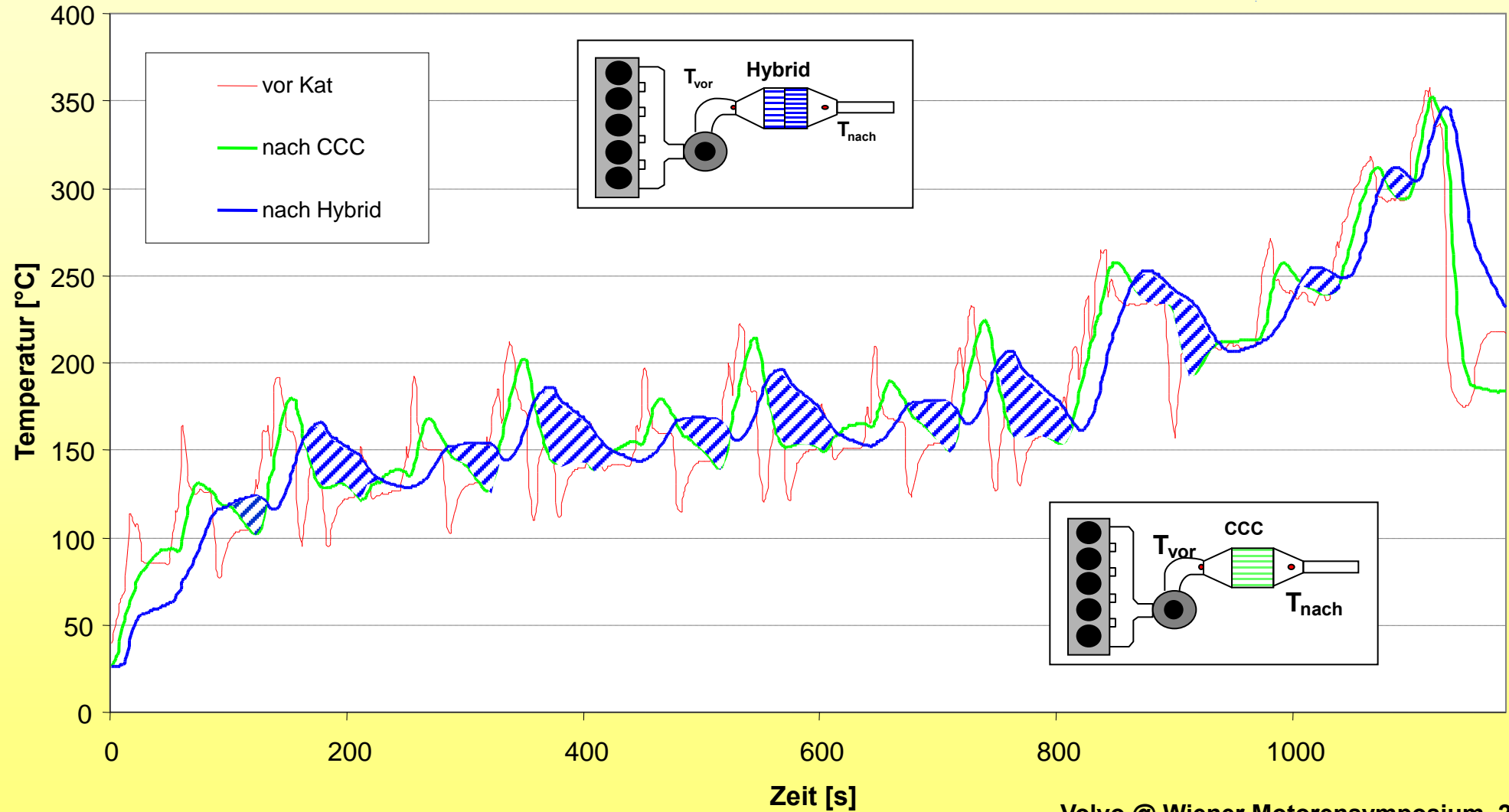
Einsatz eines Hybridkatalysators



Volvo @ Wiener Motorensymposium, 2003

Abgastemperaturen bei motornahen Katalysatoren

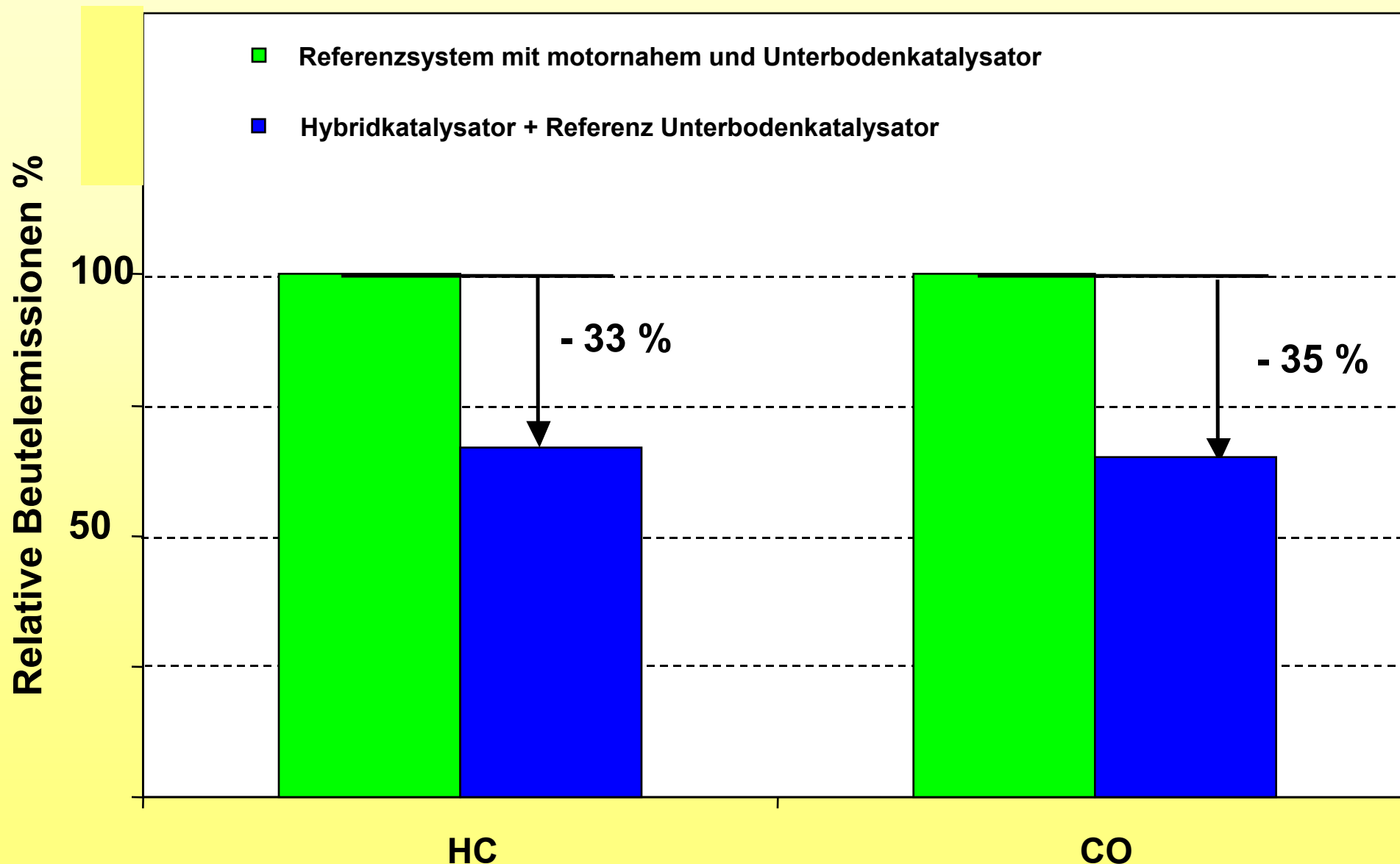
Vergleich eines Standardträgers mit einem Hybridkatalysator im EU III Testzyklus



Volvo @ Wiener Motorensymposium, 2003

Abgastemperaturen bei motornahen Katalysatoren

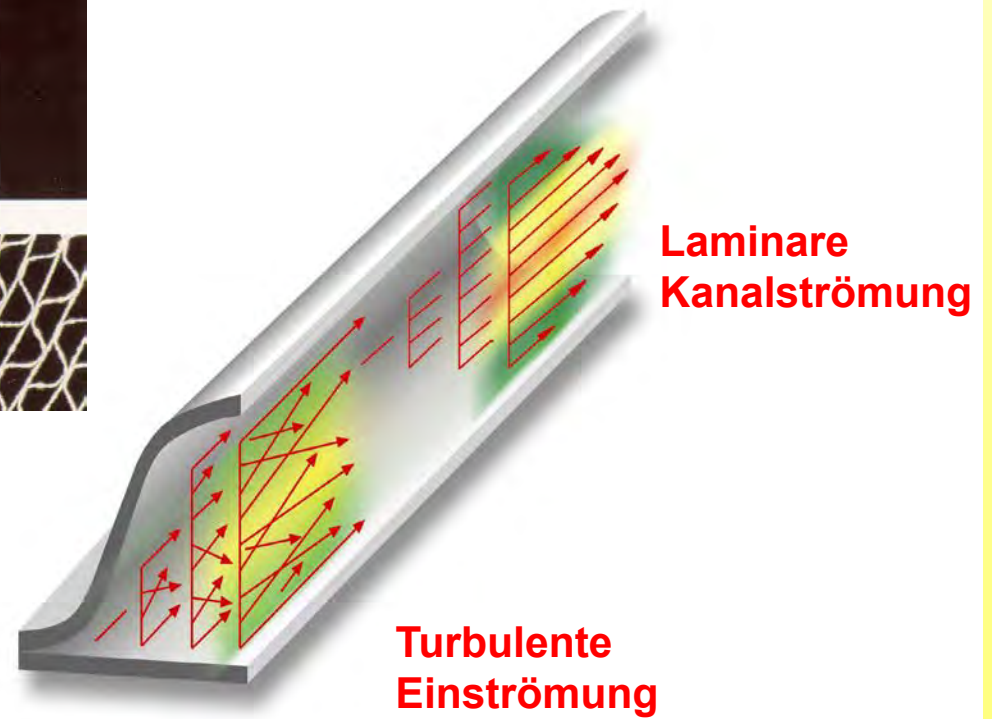
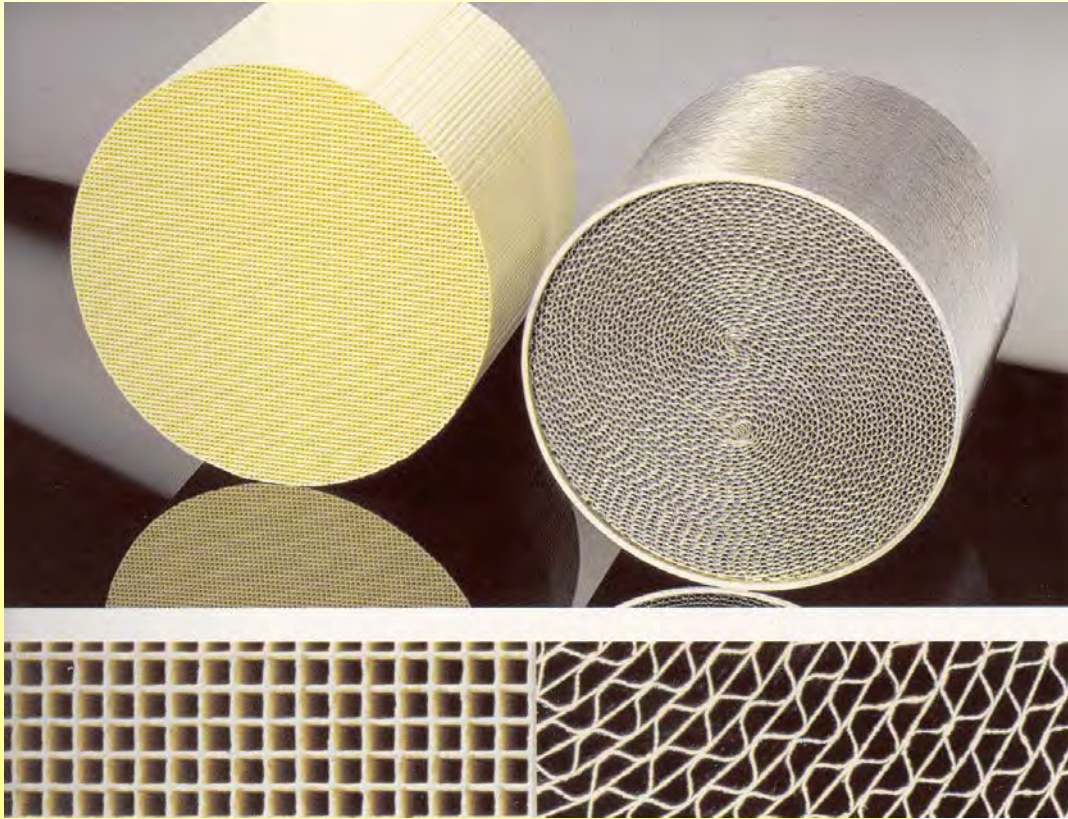
Vergleich eines Standardträgers mit einem Hybridkatalysator im EU III Testzyklus



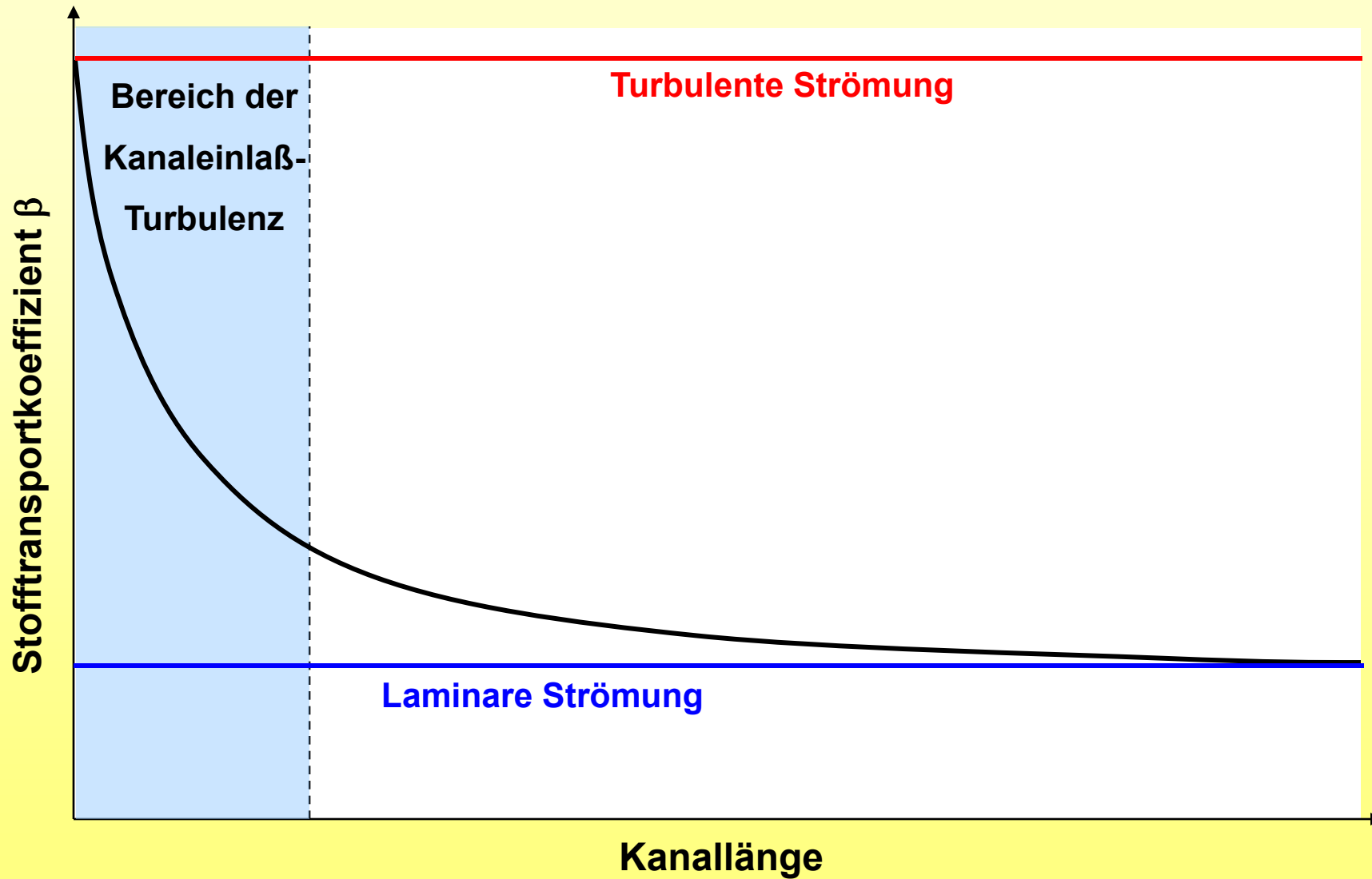
Relative Emissionsergebnisse im EU III Testzyklus

Vergleich eines Referenzsystems (Serie) mit einem Hybridkatalysator

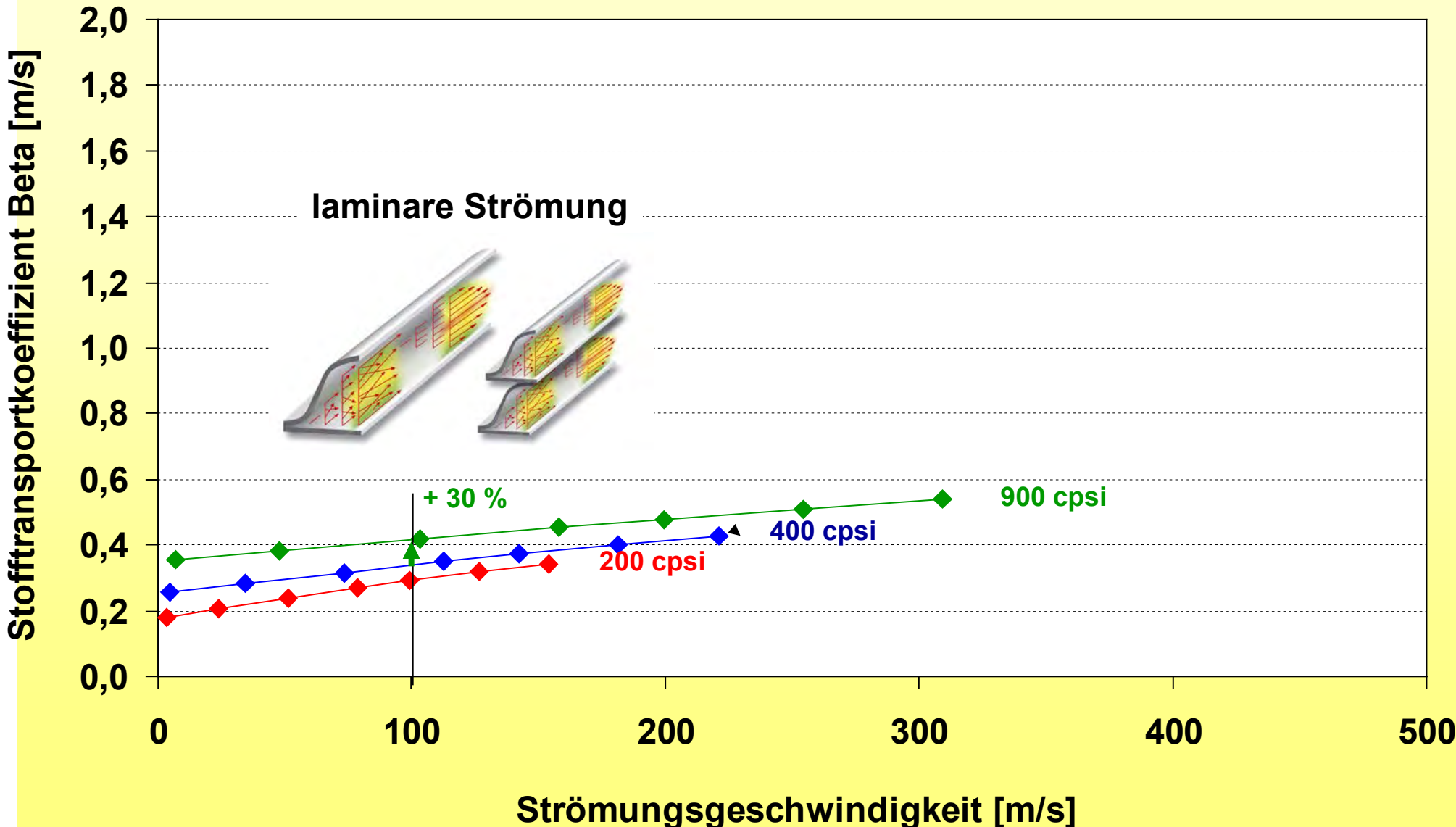
- ◆ **Einführung zum Thema Abgaskatalyse**
- ◆ **Der Metallträger, Metalit®**
- ◆ **Lösungsansätze für das Temperaturproblem**
- ◆ **Entwicklung strukturierter Träger für verbesserte Emissionsminderung (Oxidation/SCR/PM)**
- ◆ **Zusammenfassung**



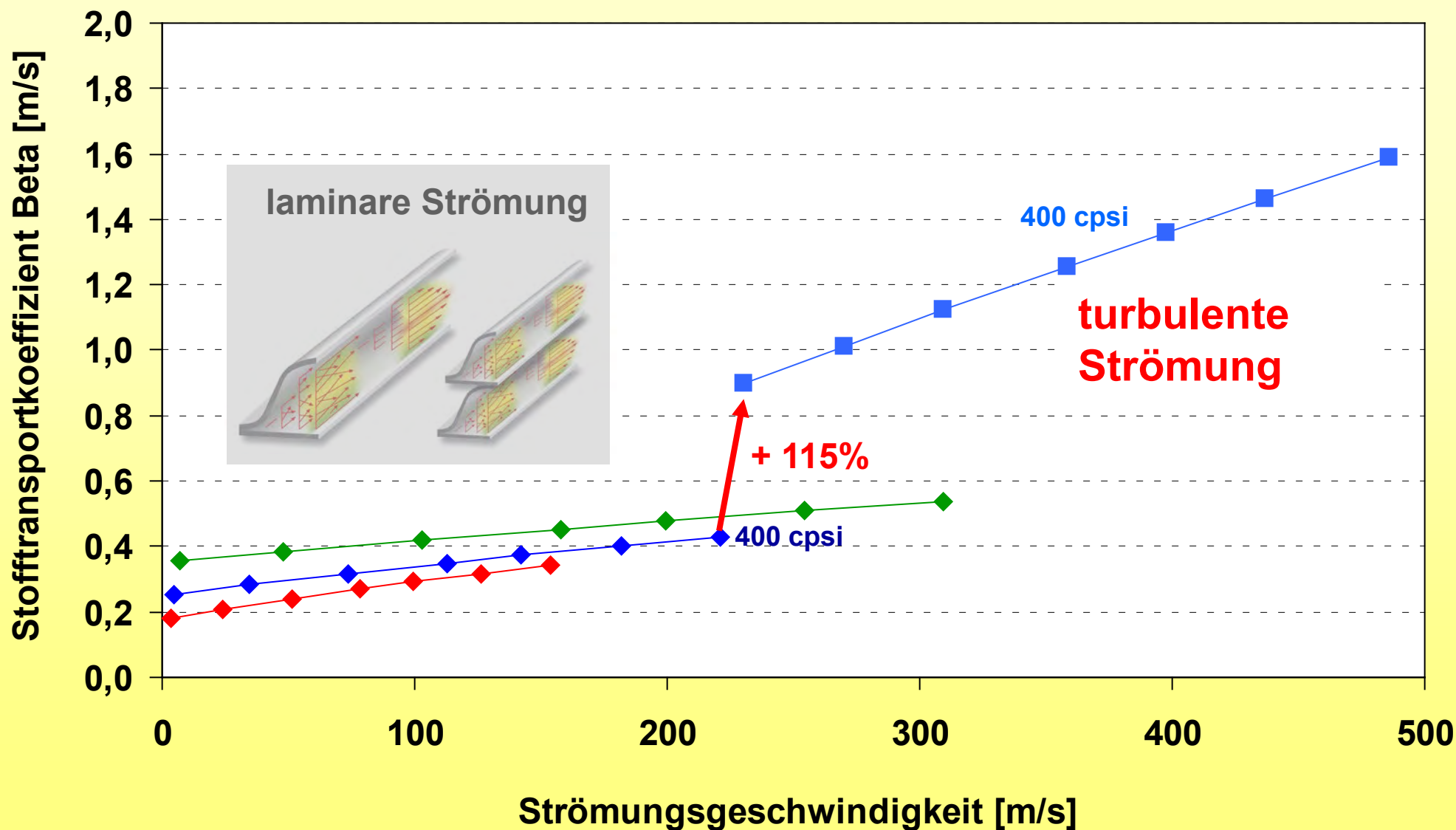
Standardkatalysatoren



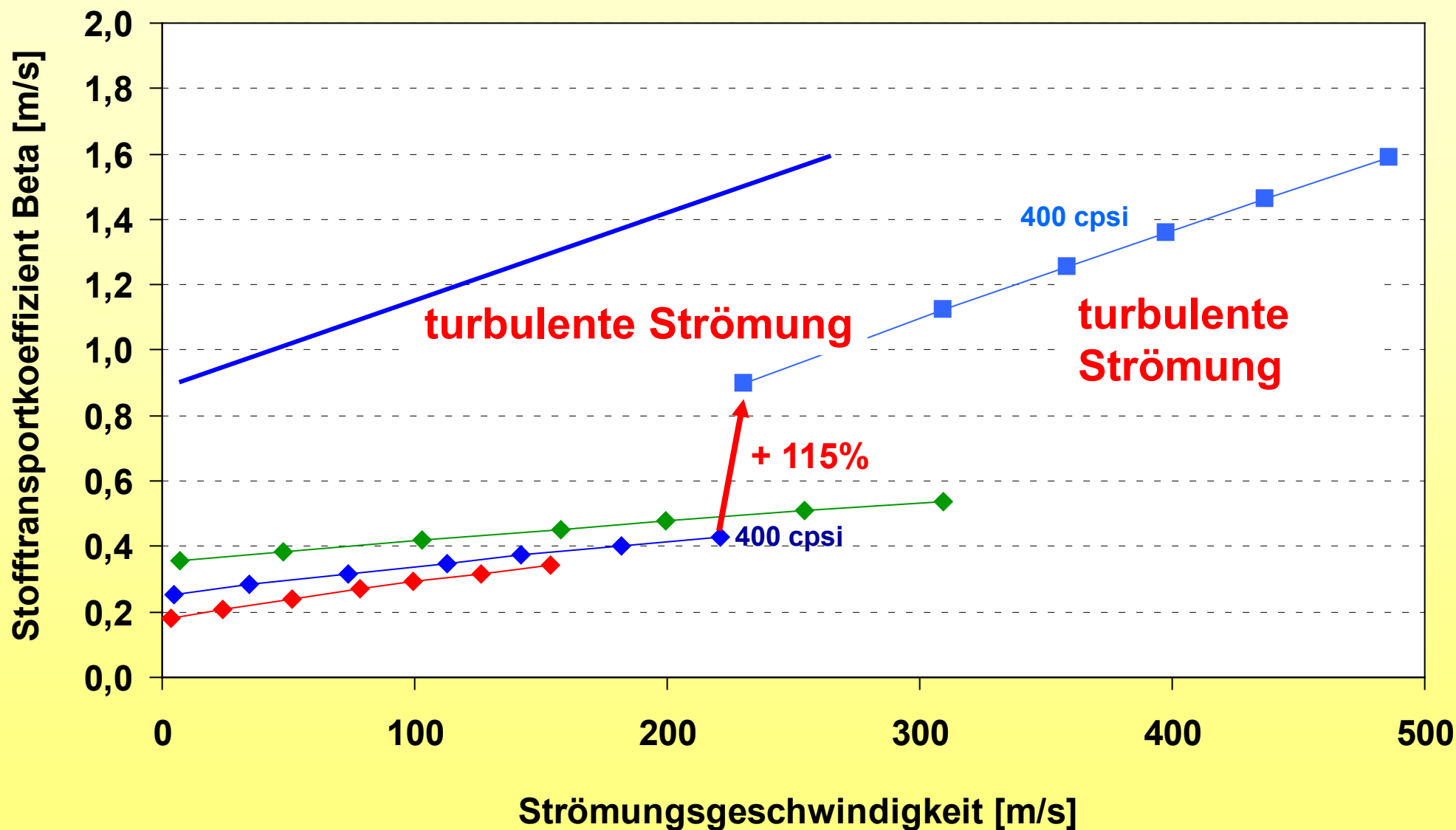
Einfluß der Folienstruktur auf Stofftransport im Katalysatorkanal



Einfluß der Zelldichte und Strömungsgeschwindigkeit (Reynoldszahl) auf den Stofftransport (Wirkungsgrad); T = 600°C



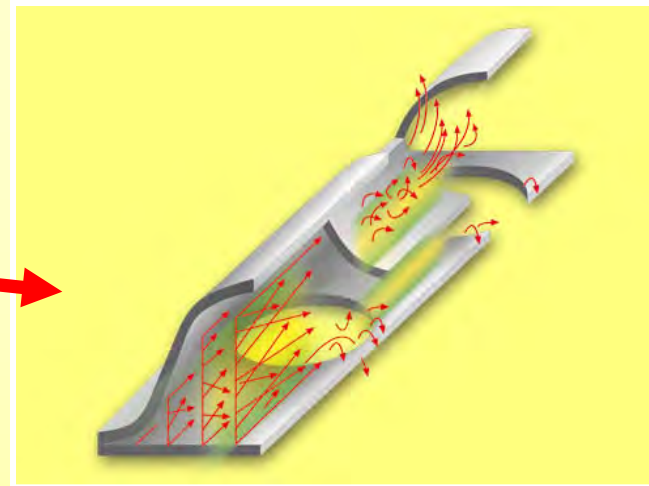
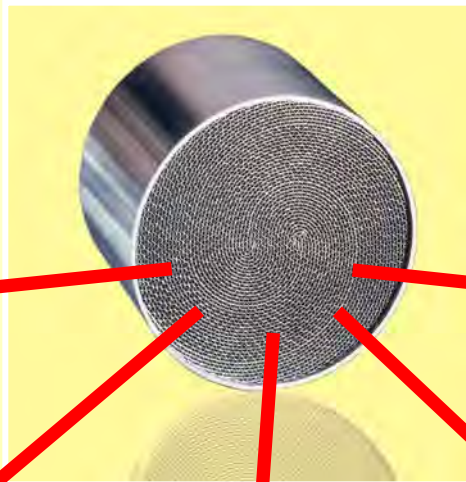
Einfluß der Zelldichte und Strömungsgeschwindigkeit (Reynoldszahl) auf den Stofftransport (Wirkungsgrad); T = 600°C



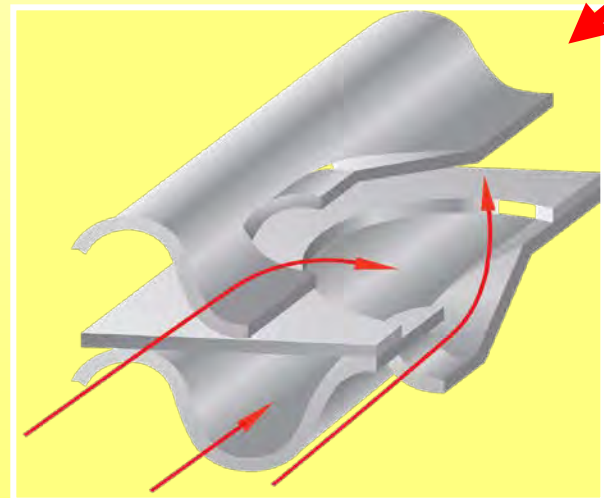
Einfluß der Zelldichte und Strömungsgeschwindigkeit (Reynoldszahl) auf den Stofftransport (Wirkungsgrad); T = 600°C



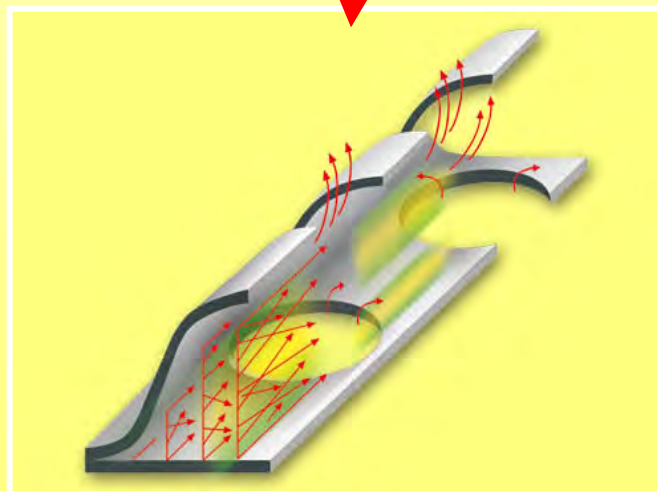
TS Design



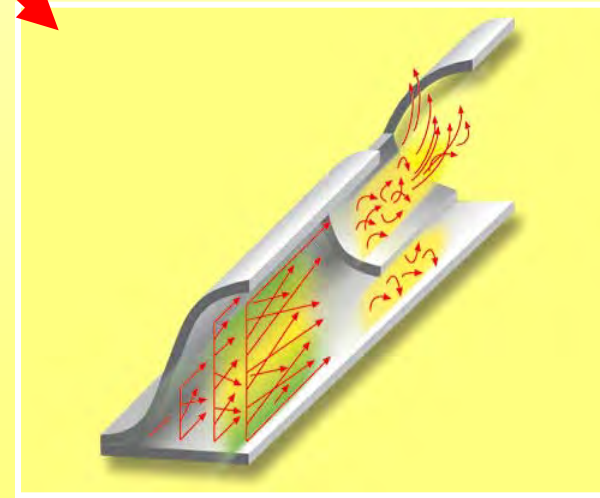
LS/PE Design



MX Design



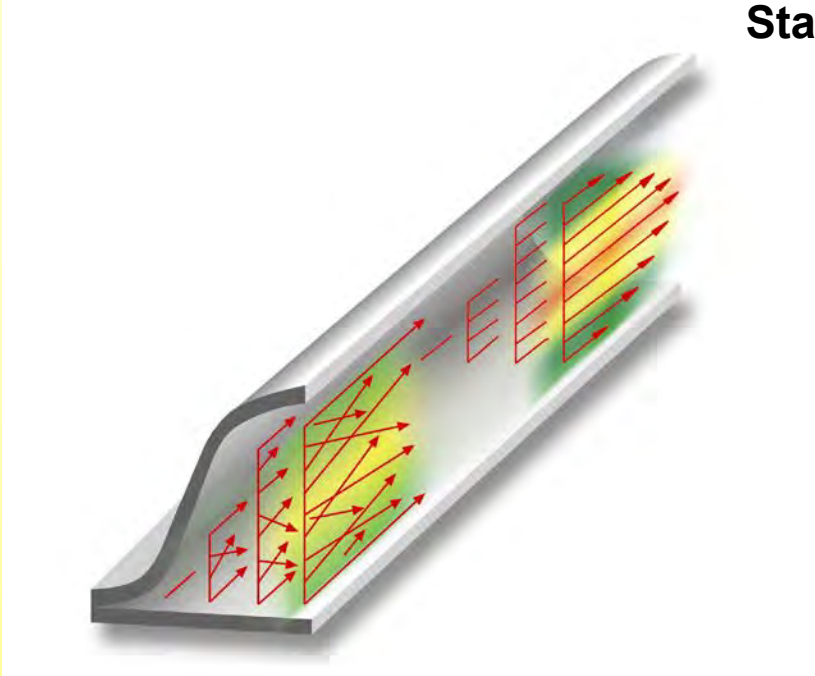
Perforierte Folien „PE Design“



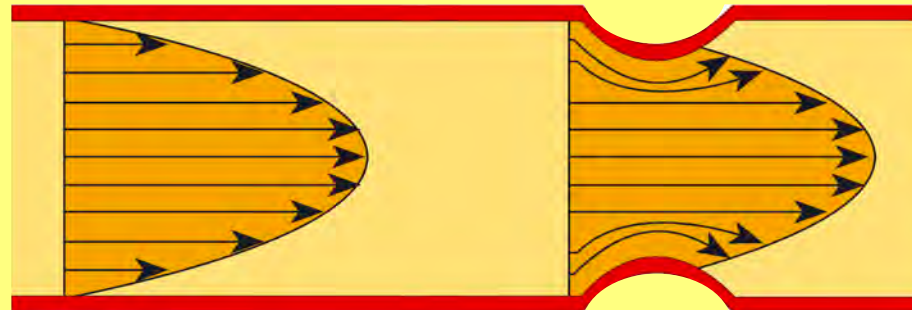
LS Design

“Turbulente”, strukturierte Träger für SCR-, NO_x-Adsorber-Systeme und Oxidationskatalysatoren zur Verbesserung des Stofftransports

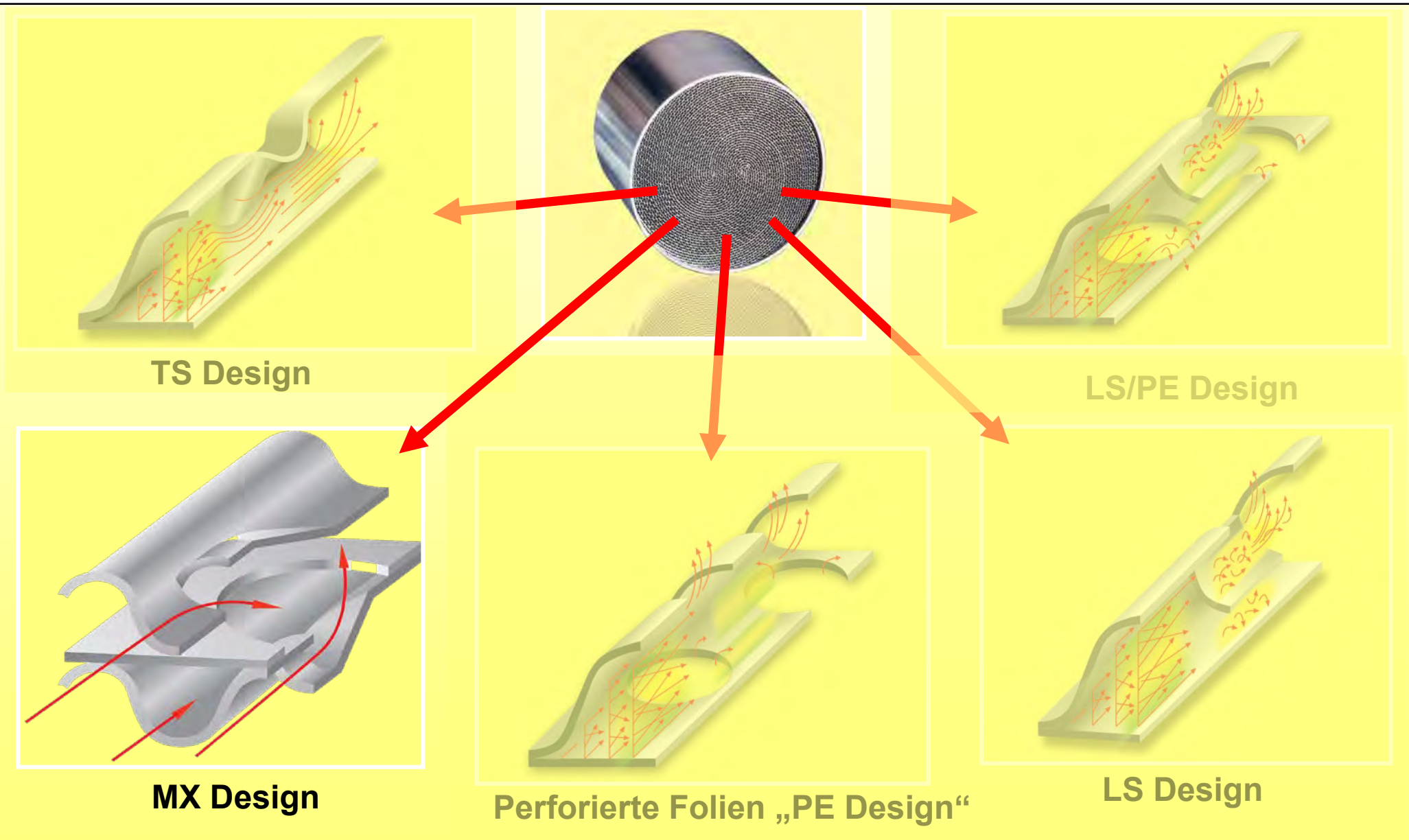
Standard



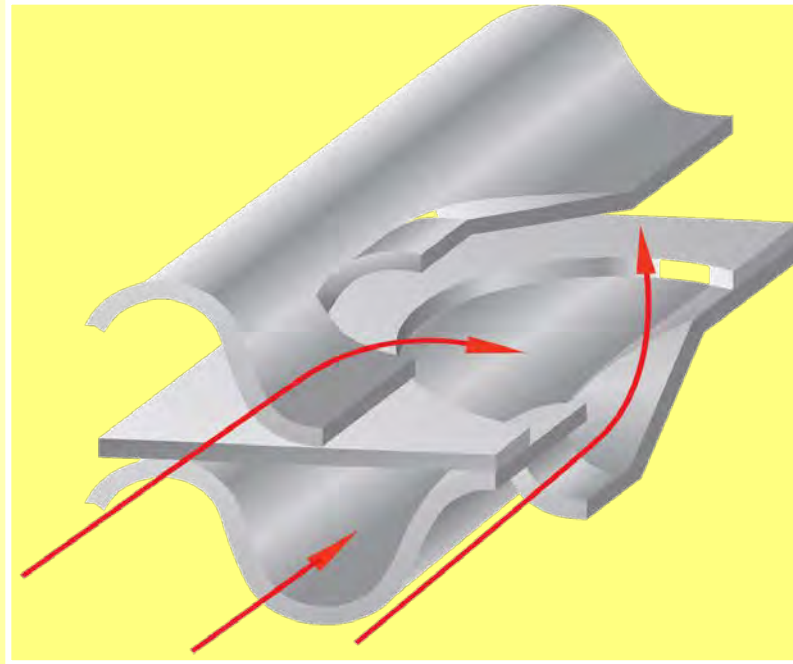
Transversale Struktur TS



Strukturierte Folien: Transversal strukturiertes Typ



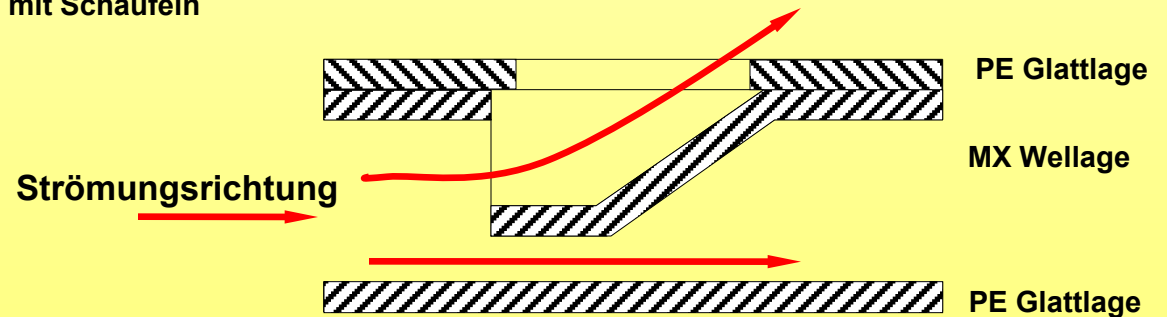
“Turbulente”, strukturierte Träger für SCR-, NO_x-Adsorber-Systeme und Oxidationskatalysatoren zur Verbesserung des Stofftransports



gelochte Glattlage PE

Wellage mit Schaufeln

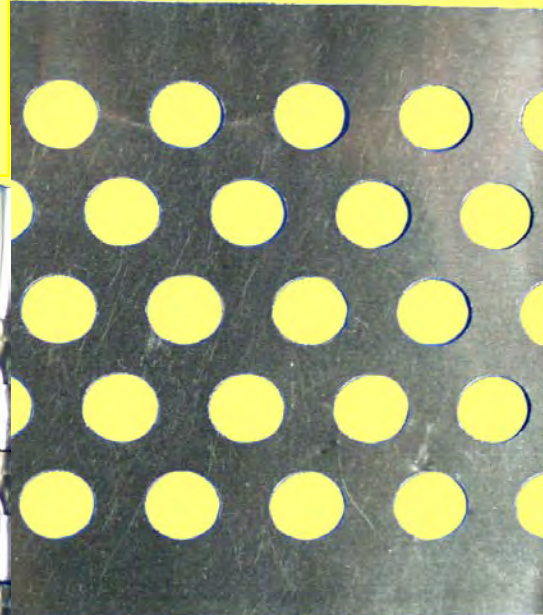
MX Design



Mischerstruktur: verbesserte Strömungsverteilung und Harnstoff-aufbereitung

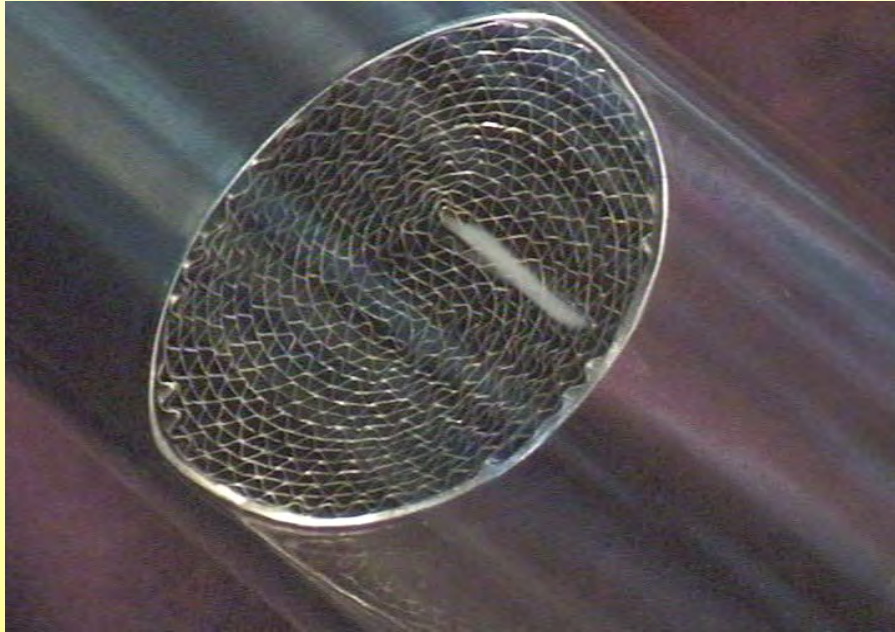


25 cpsi



200 cpsi

Mischer Design: MX-Wellage + PE-Glattlage



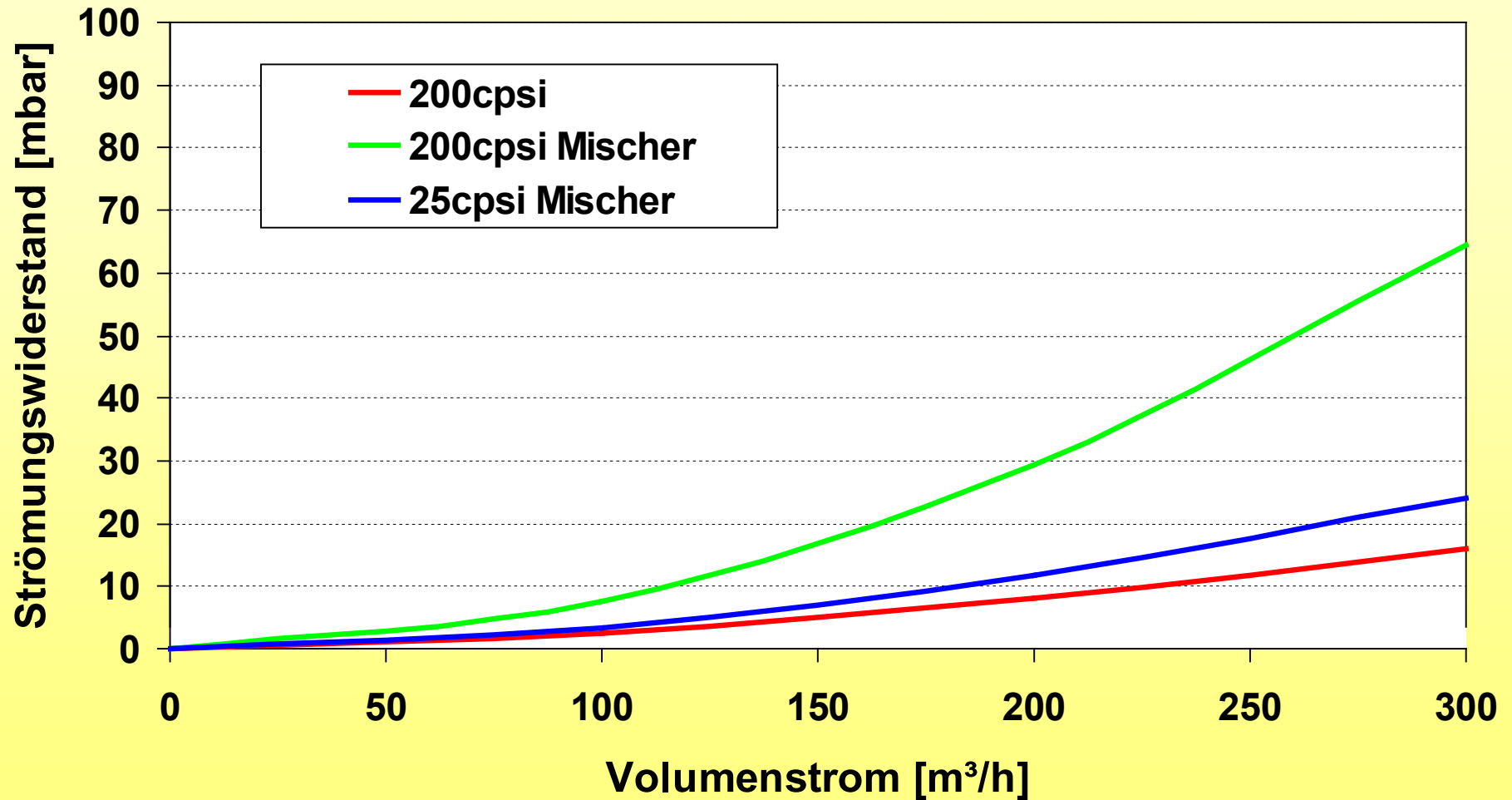
Standard 200 cpsi



Mischer 200 cpsi

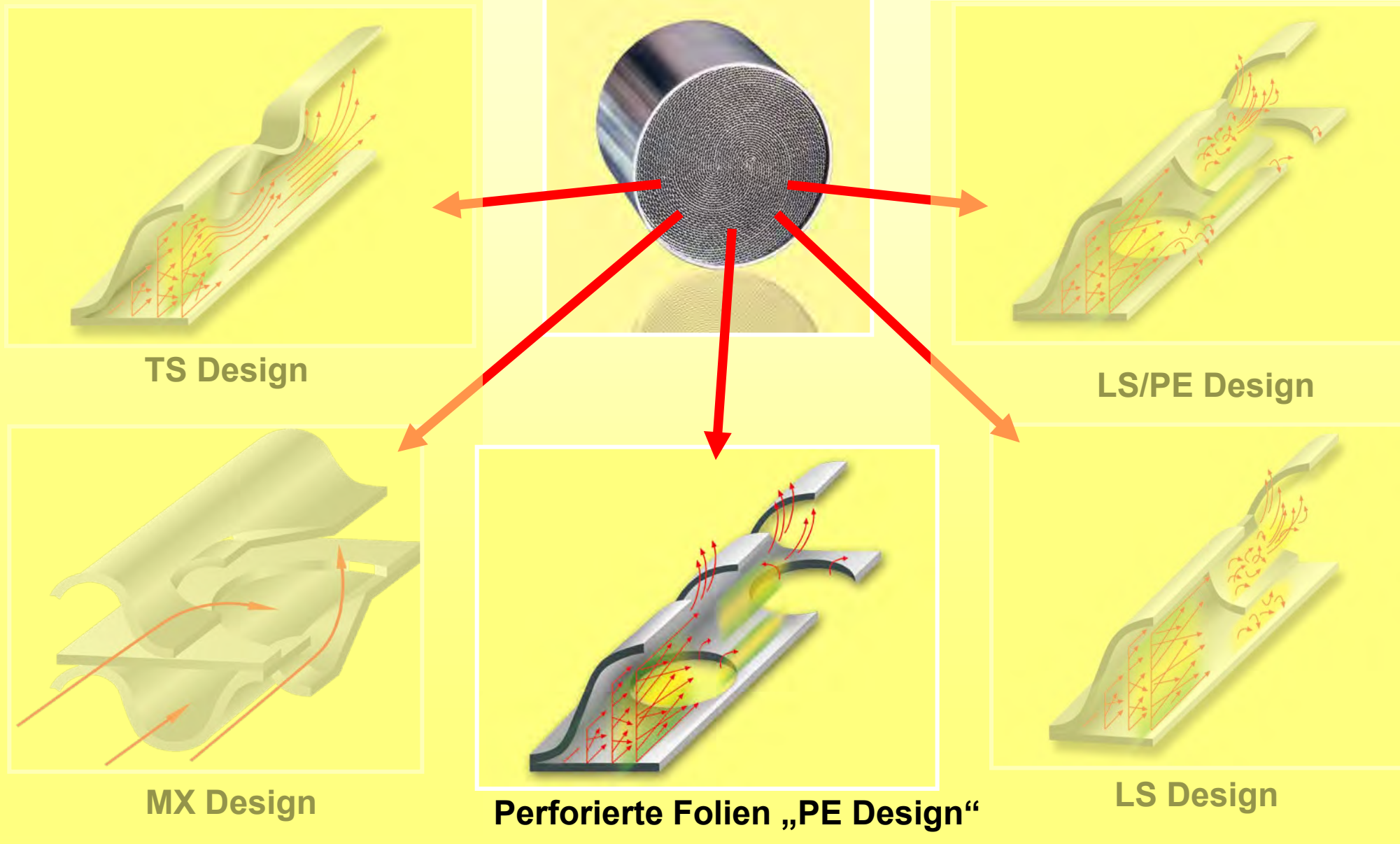
Mischerstruktur im Rauchttest

Rauch wurde in einen Kanal eingeblasen



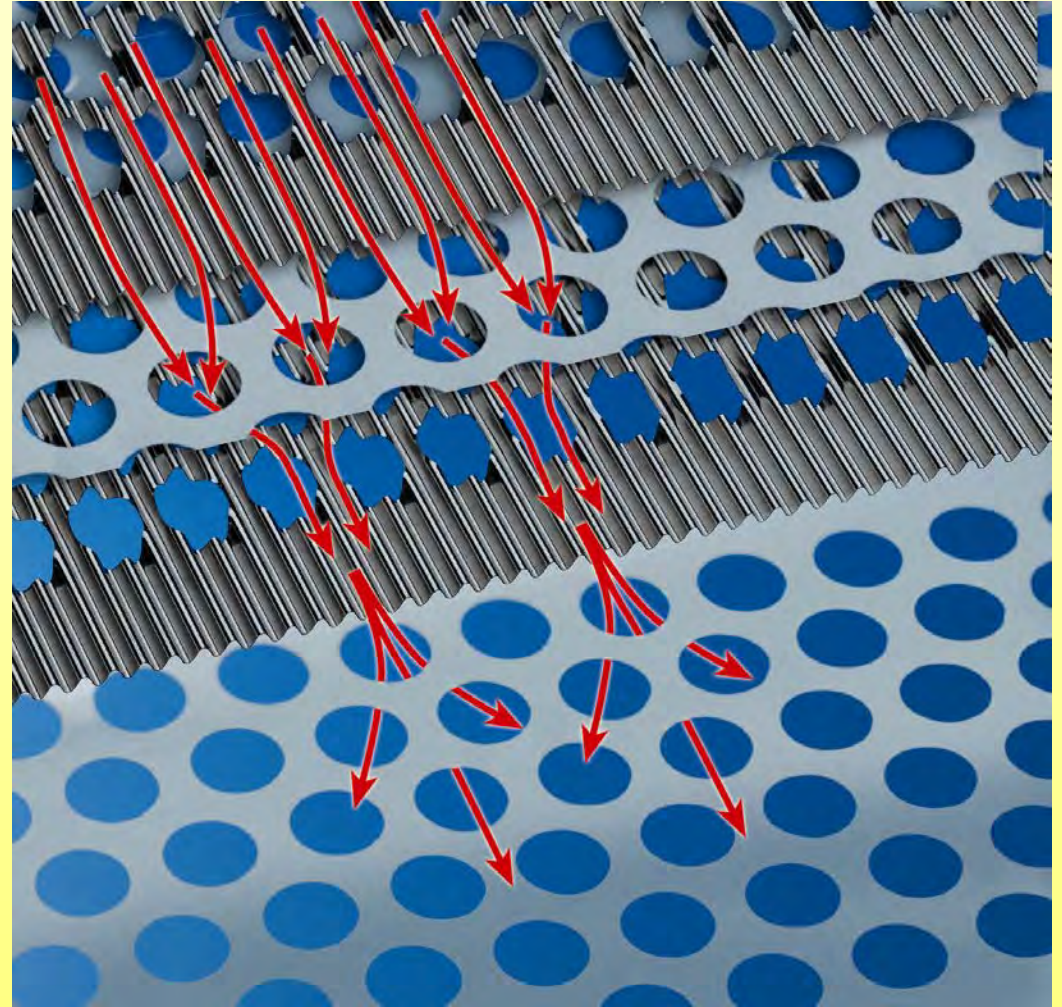
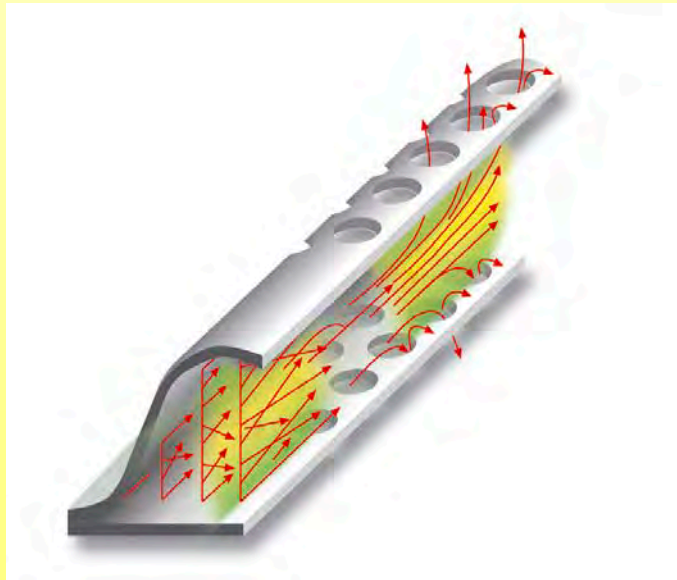
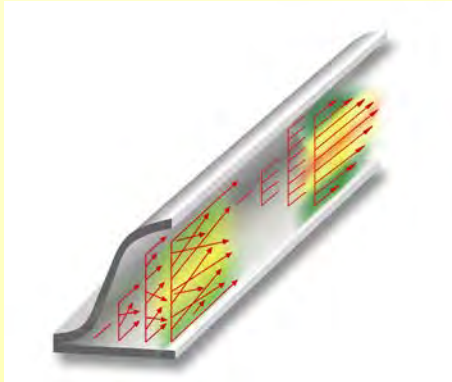
Mischerstruktur: Strömungswiderstand verschiedener Strukturen

Träger: Ø 62 x 74,5 mm

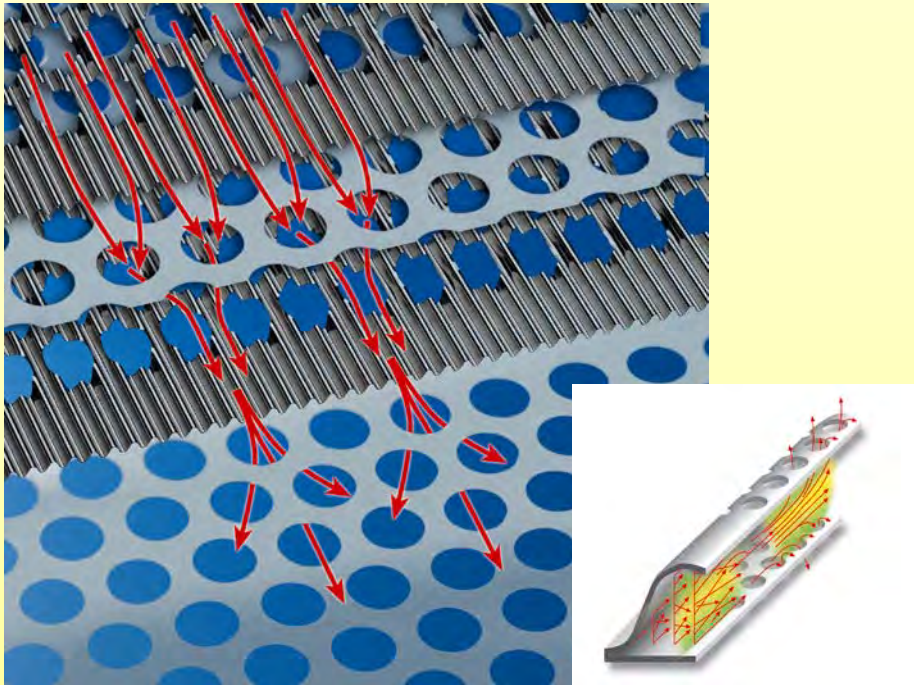


“Turbulente”, strukturierte Träger für SCR-, NO_x-Adsorber-Systeme und Oxidationskatalysatoren zur Verbesserung des Stofftransports

Standard

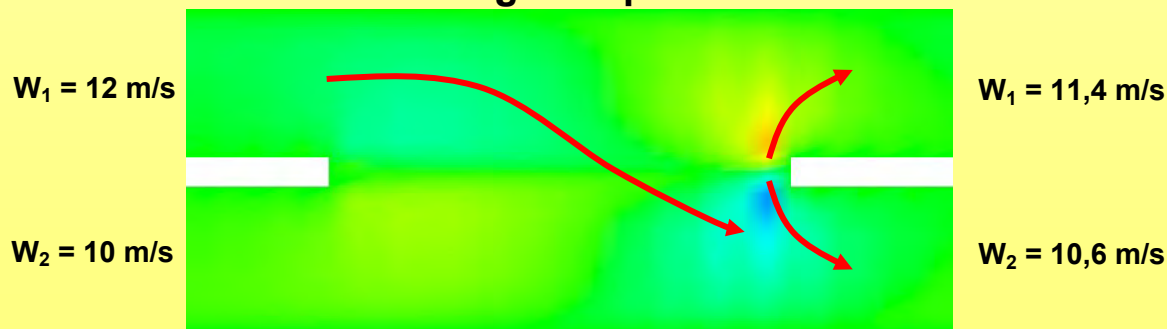


Strukturierte Folien: Perforierter Typ

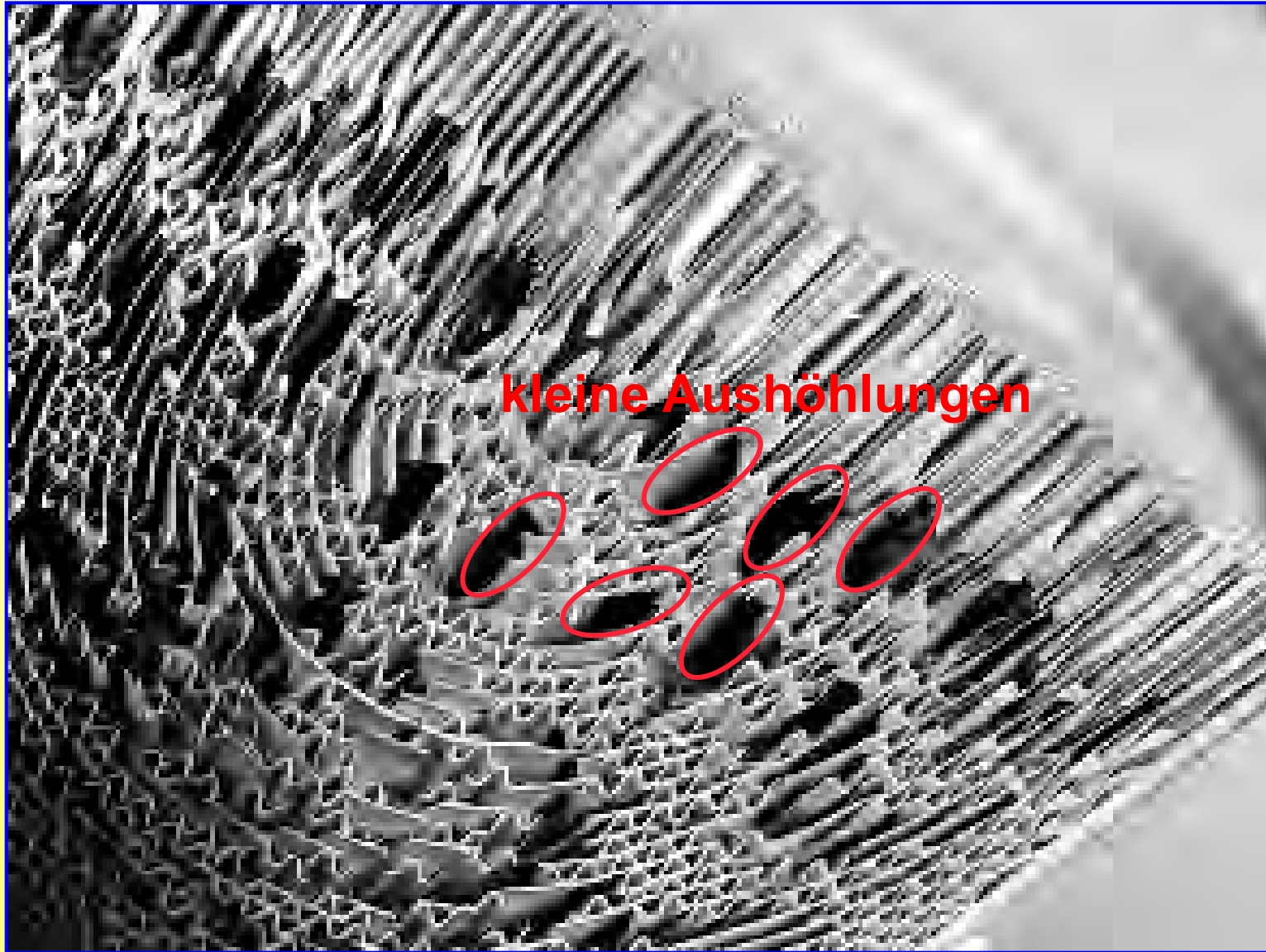


- verringerte thermische Masse
- verbesserter Stofftransport
- interner Strömungs- und Konzentrationsausgleich
- verringerter Strömungswiderstand

radiale Strömungskomponente



Strukturierte Folien: Perforierter Typ



Das PE Design bietet eine verbesserte Verteilung der Strömung und der Konzentrationen im Träger

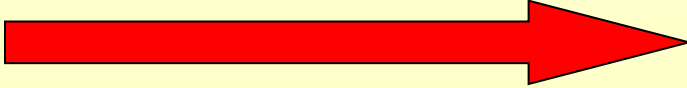


beschichteter Träger

Perforierte Folie PE

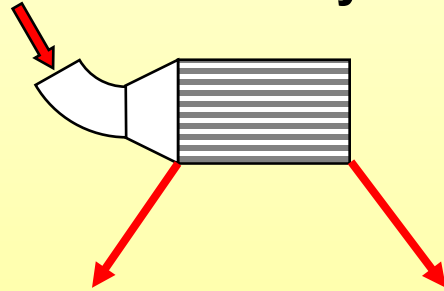
Entwicklung der Beschichtungstechnik mit allen führenden Beschichtungsfirmen

UI=0,830

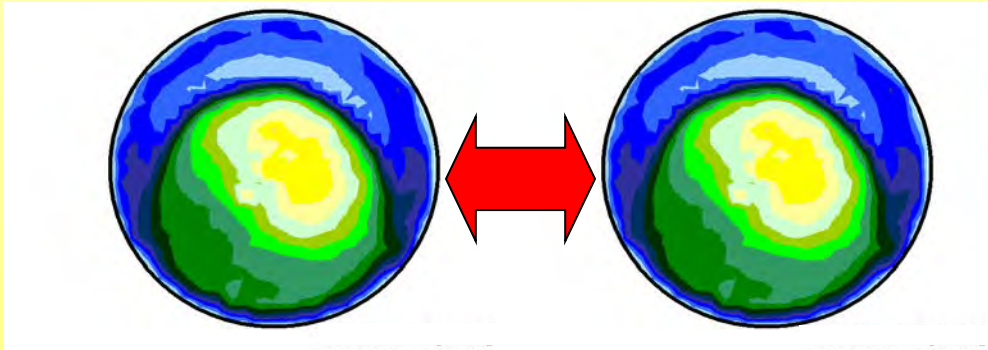
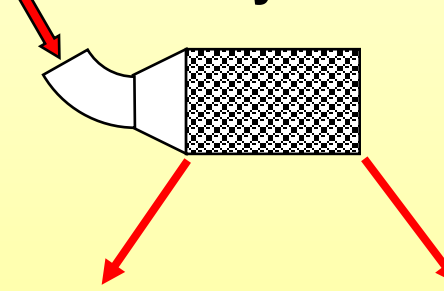


UI=0,906

Standard Katalysator

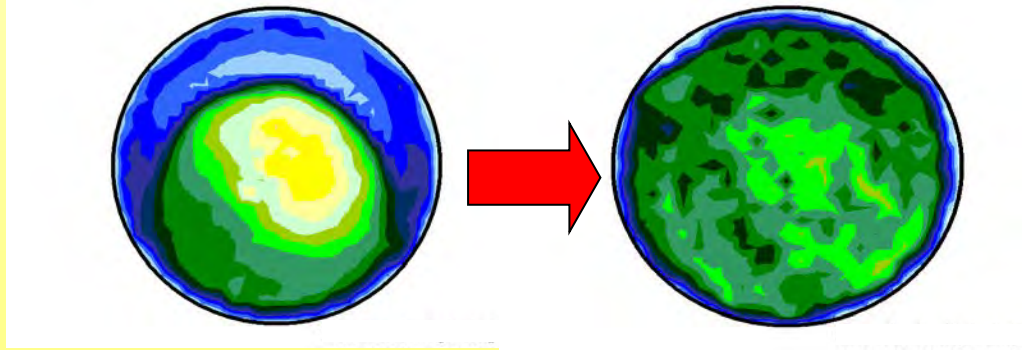


PE-Katalysator



Eintritt

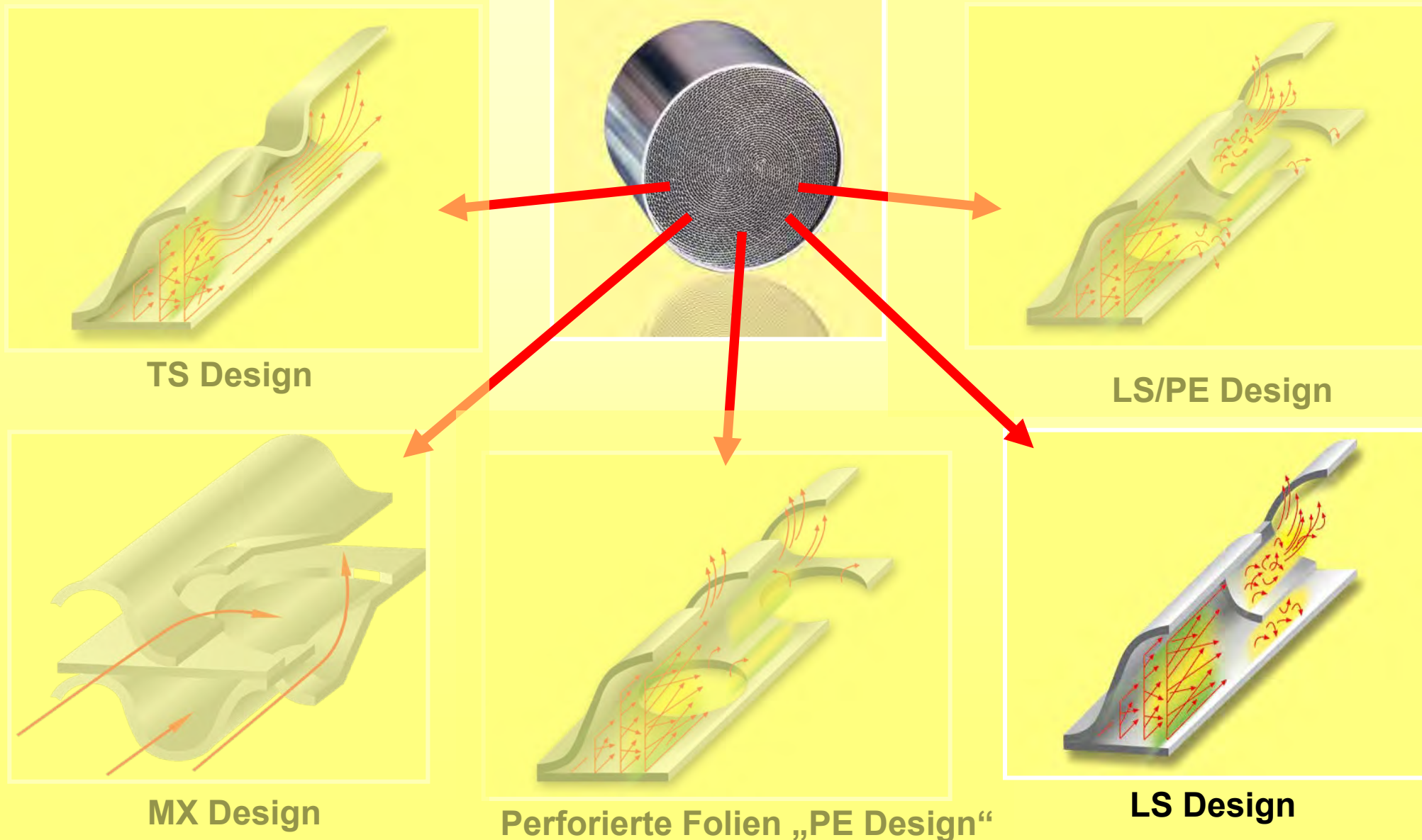
Austritt



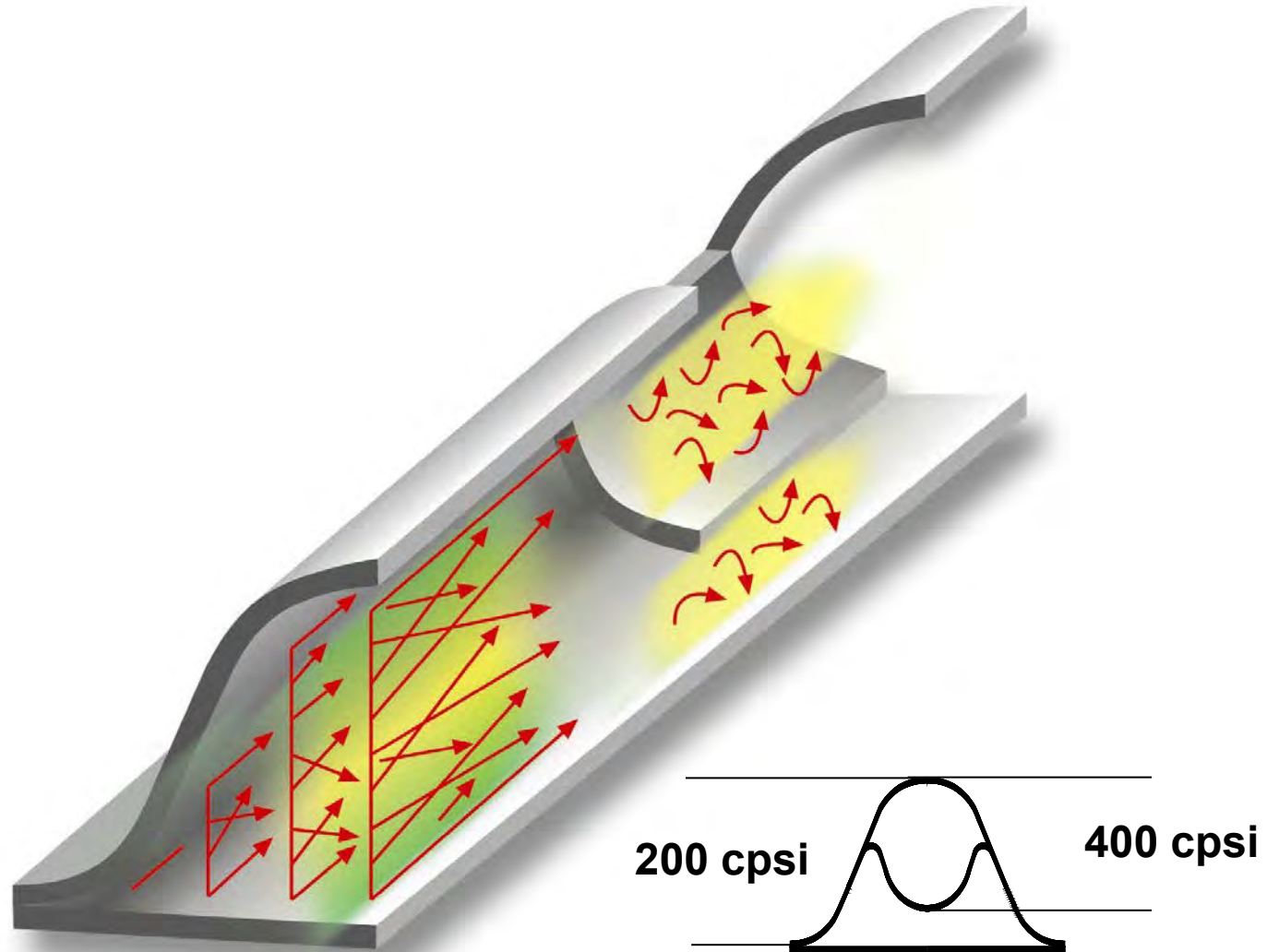
Eintritt

Austritt

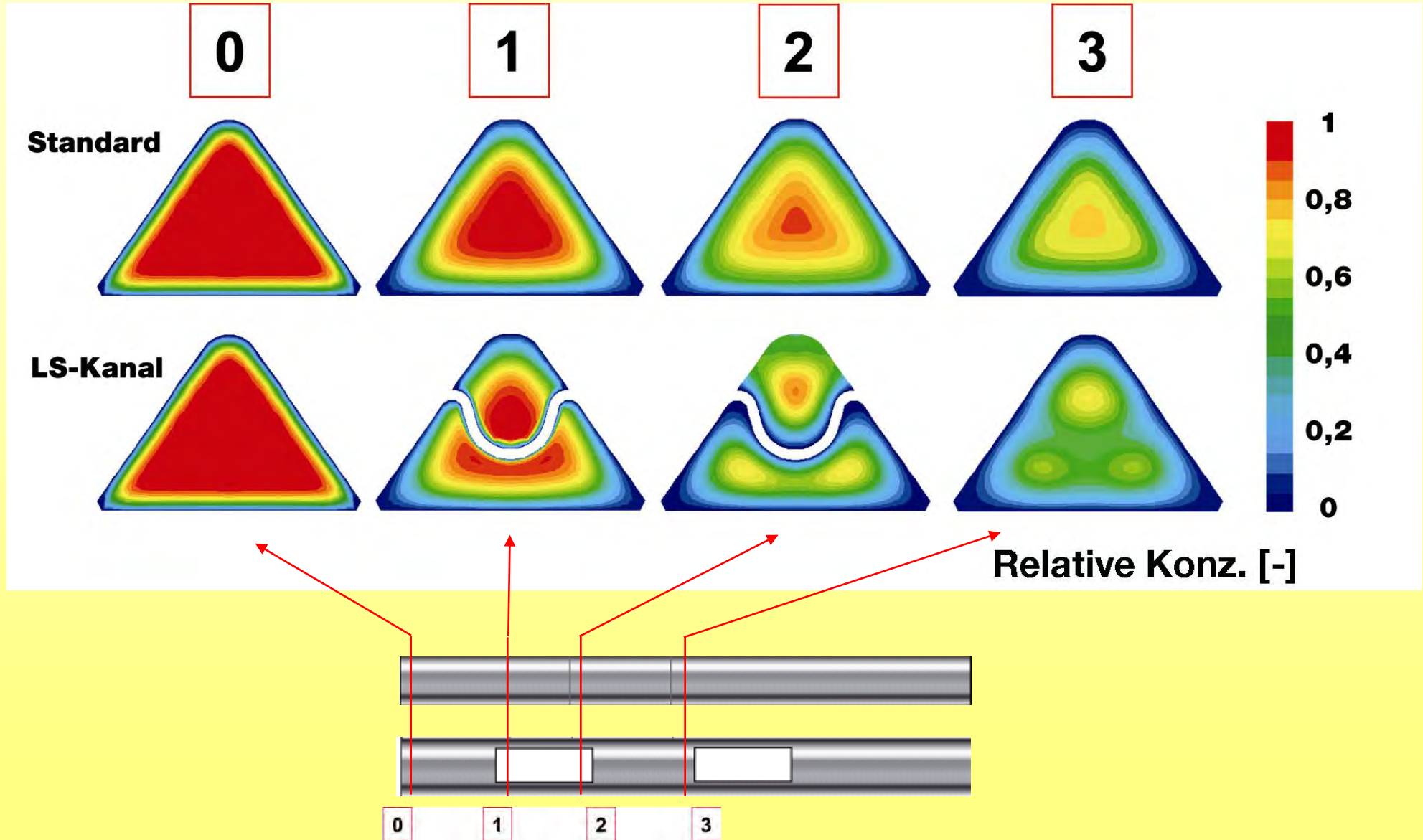
PE-Design; Messung der Strömungsverteilung am realen Träger



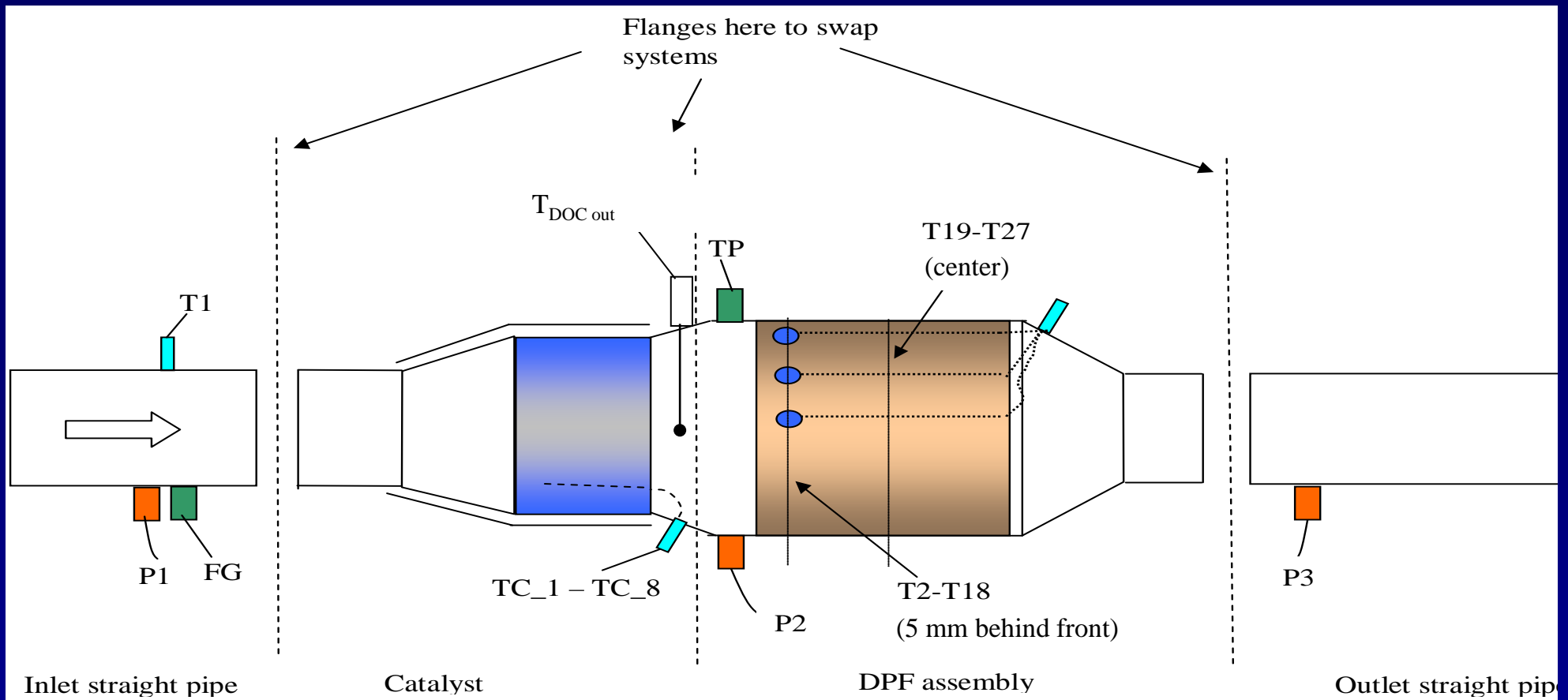
“Turbulente”, strukturierte Träger für SCR-, NO_x-Adsorber-Systeme und Oxidationskatalysatoren zur Verbesserung des Stofftransports



Metallischer Katalysatorträger mit LS-Struktur



**Relative Schadstoffkonzentrationen im Zellquerschnitt;
Berechnung LS im Vergleich mit Standard**



Ceramic 300cpsi

Ø190.5x132mm
3,8 l (100%)

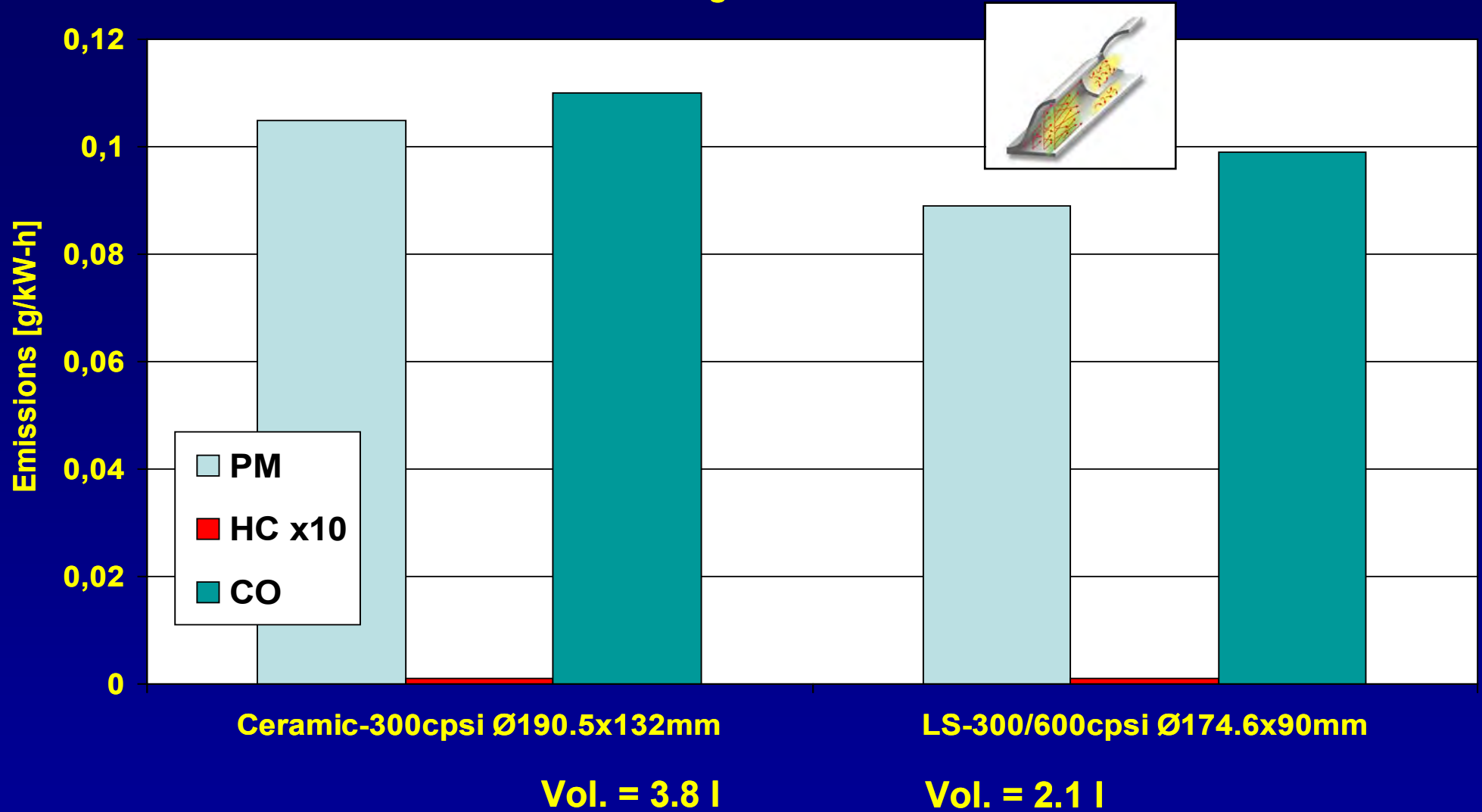
LS 300/600 cpsi

Ø174.6 x 90mm
2,1 l (55%)

Introduction: test set-up

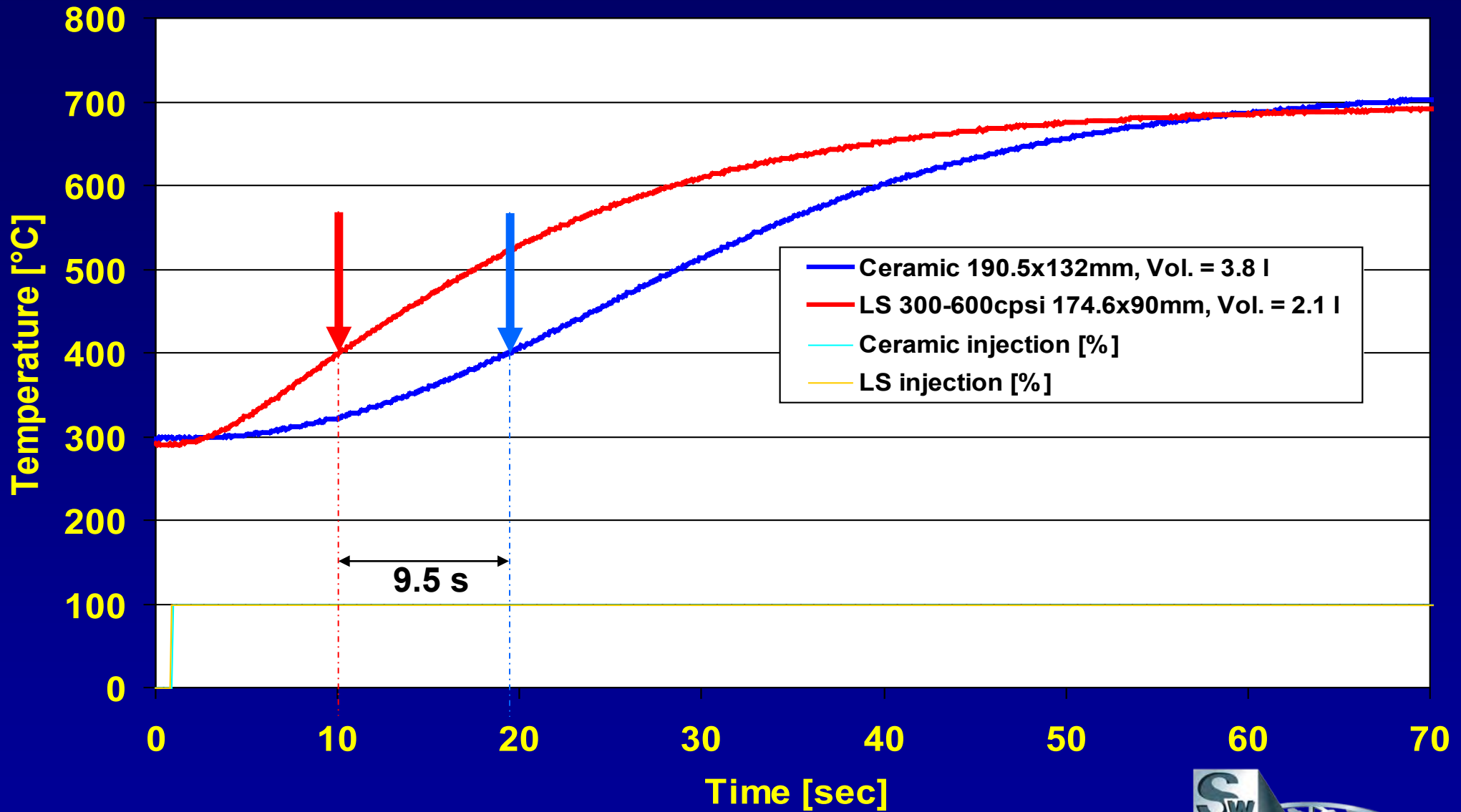


Average values



Emission results ESC: average values

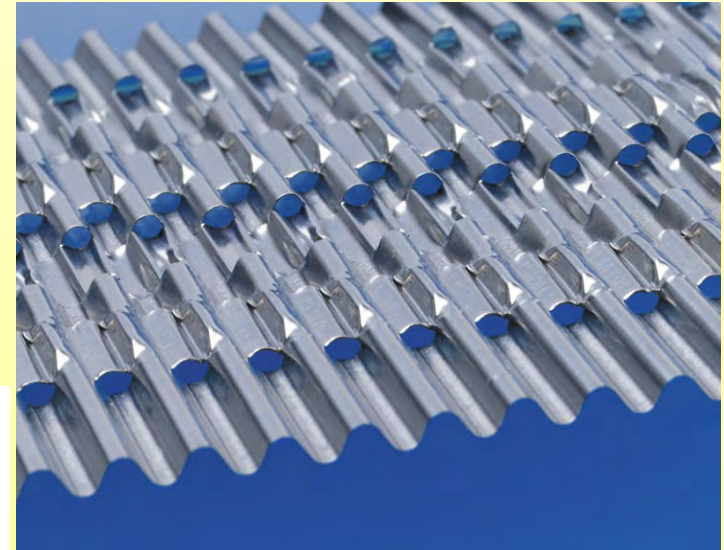
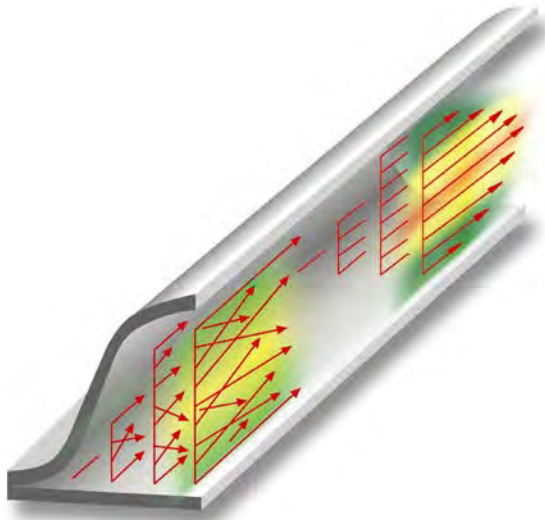
Temperature in DPF - T2
DOC inlet at 285° C



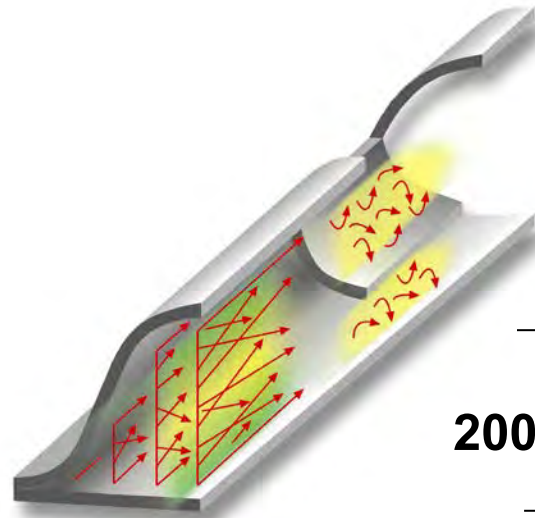
Light-Off: DOC inlet at 285° C



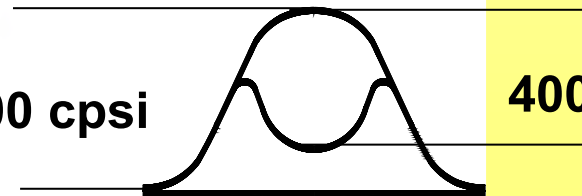
Standard



Longitudinale Struktur LS

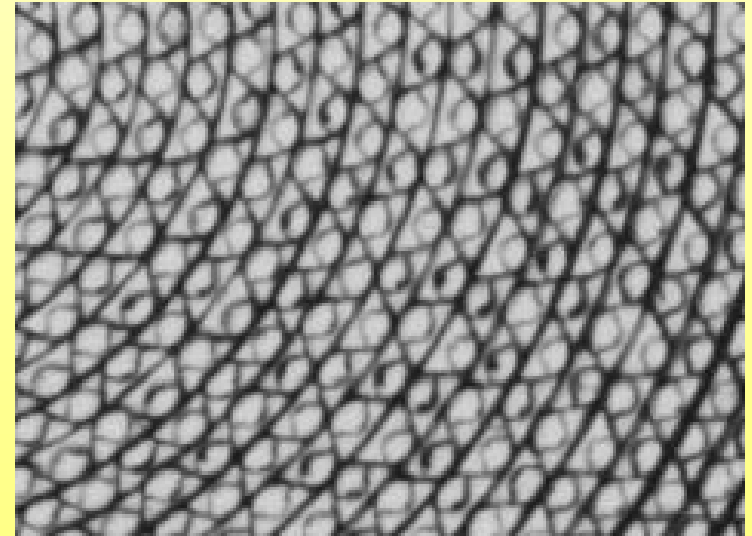
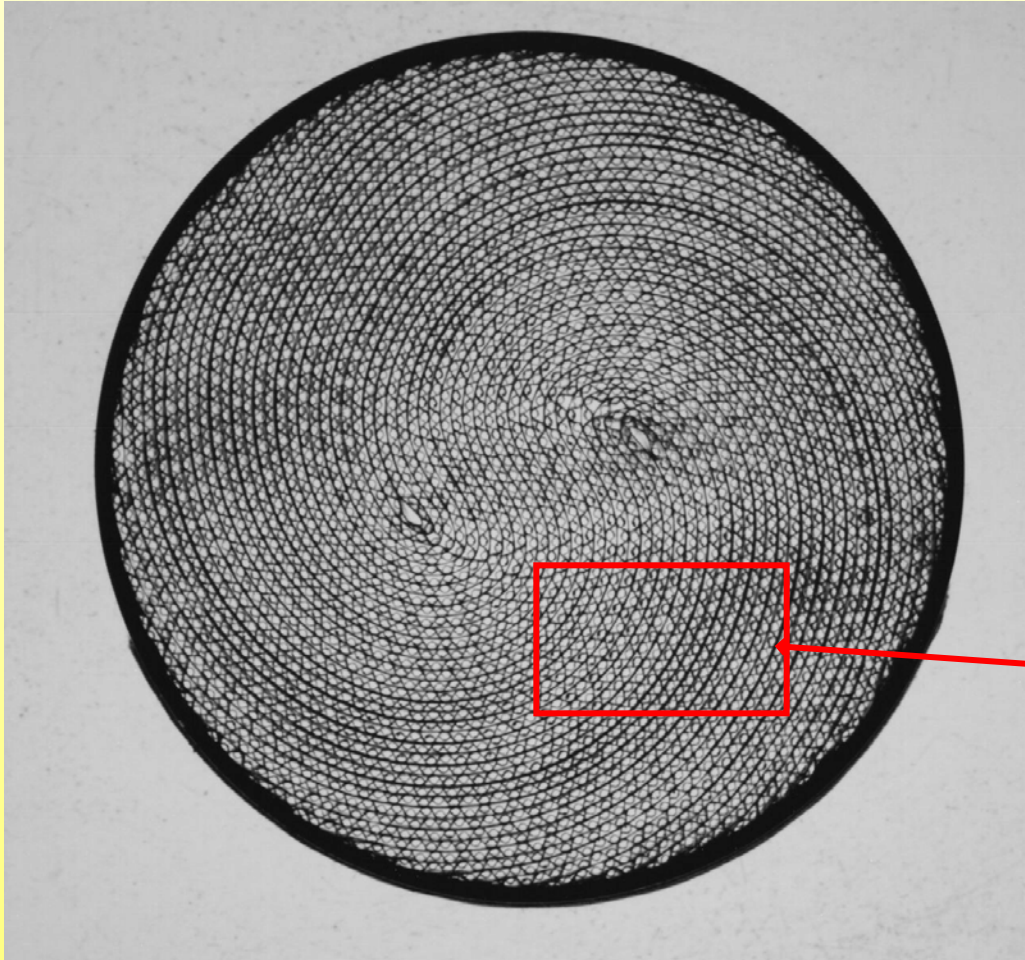


200 cpsi



400 cpsi

Strukturierte Folien : Longitudinal strukturierter Typ

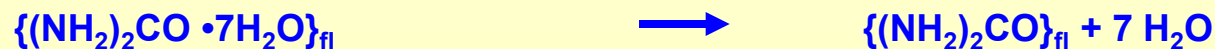


Strukturierte Folien : Longitudinal strukturierter Typ

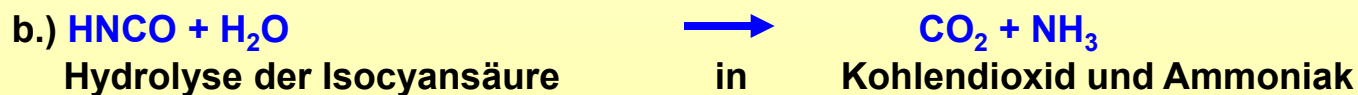
Erhöhung der Leistungsfähigkeit der gesamten SCR-Technik

Entwicklungsziel für die NOx-Reduktion

1.) Verdampfung des Wassers



2.) NH₃- Erzeugung in zwei Schritten



3.) NO_x-Reduktion



Standardreaktion



schnelle Reaktion



NO₂-Reaktion

4.) Vermeidung von NH₃-Durchbruch



Die SCR-Chemie

**Unserer Erfahrung nach sollte ein
SCR-System folgende Bauteile enthalten:**

Voroxidation

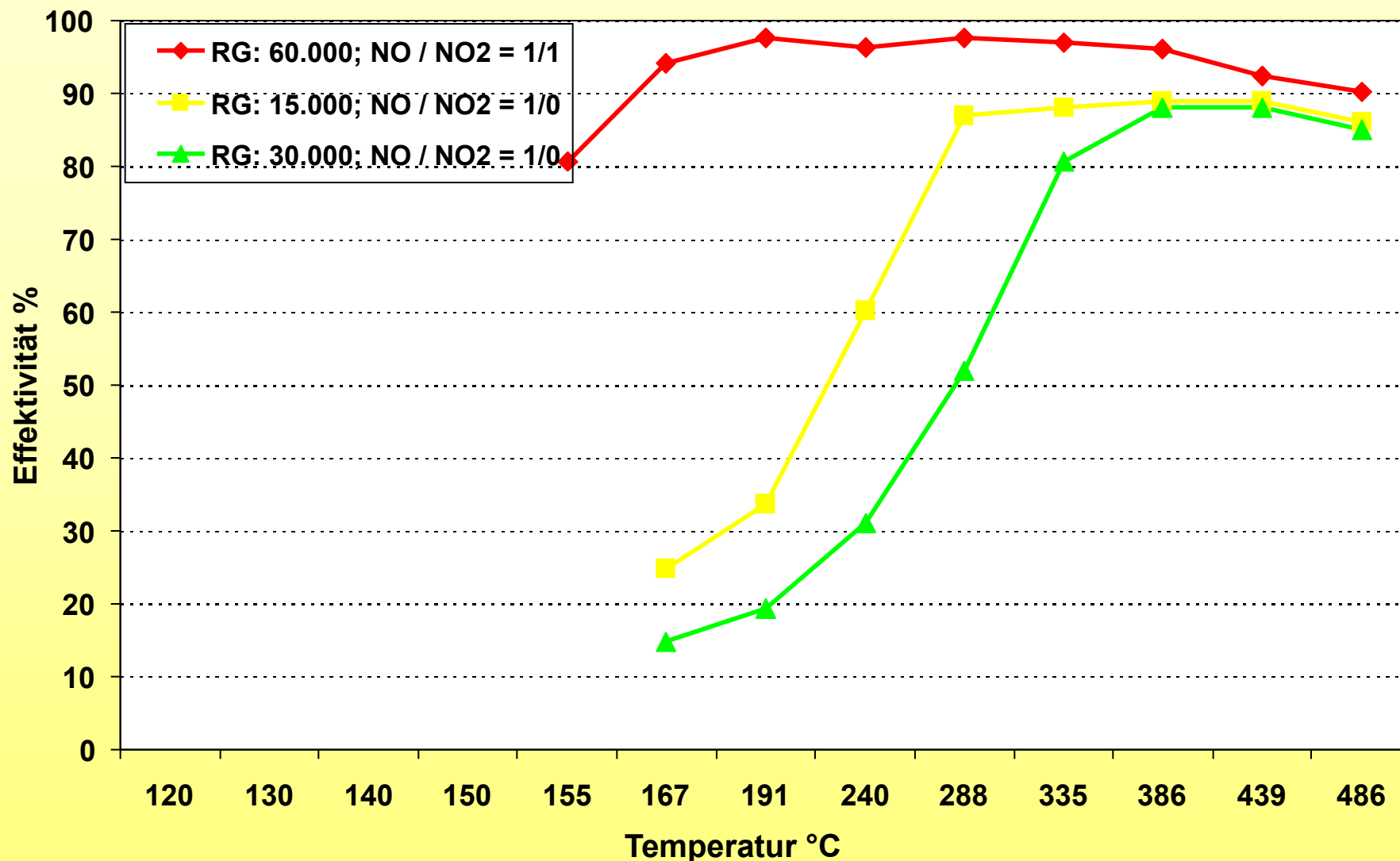
Hydrolyse

Reduktion

NH₃-Sperre

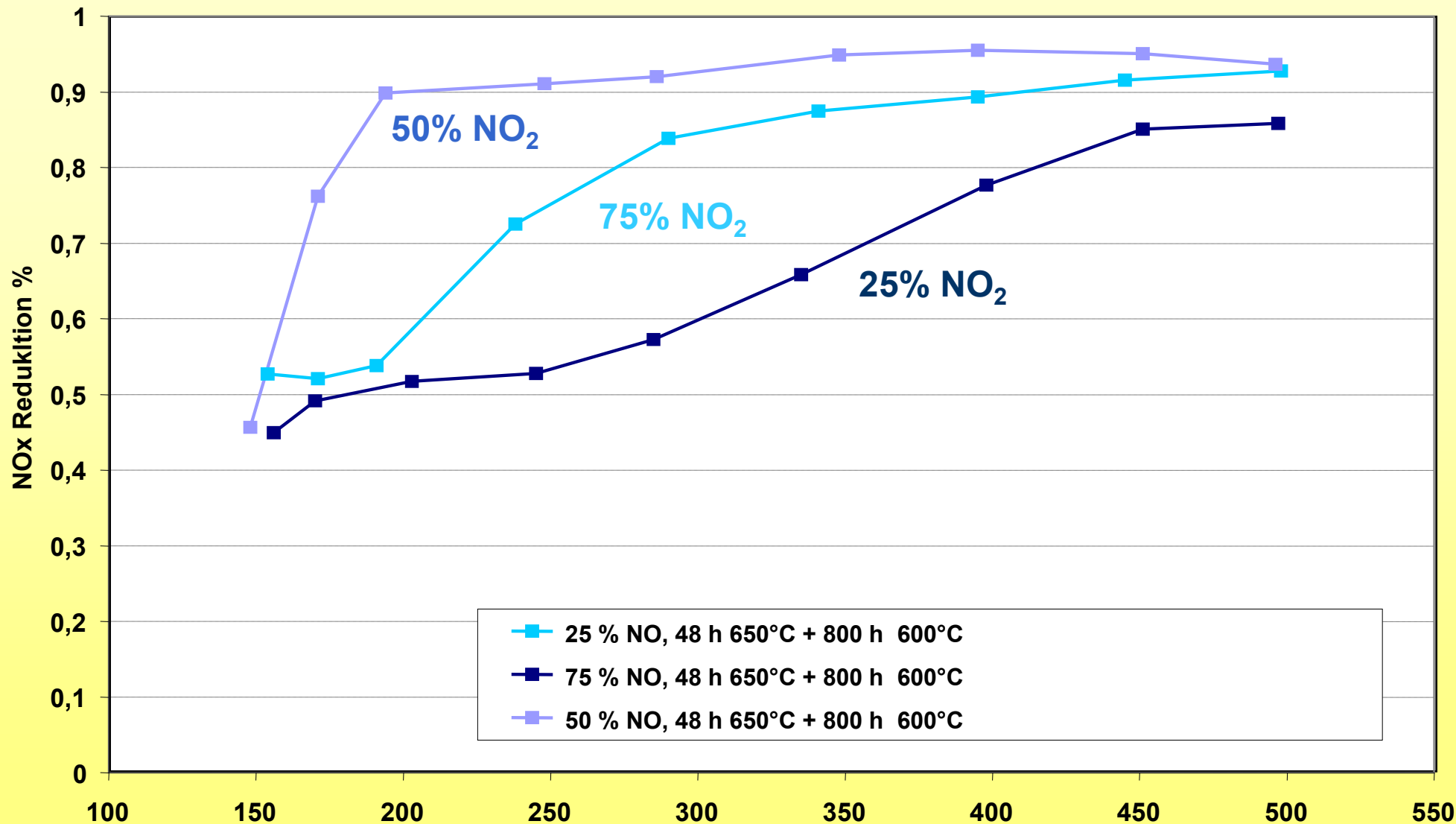
Warum ?

Voroxidation



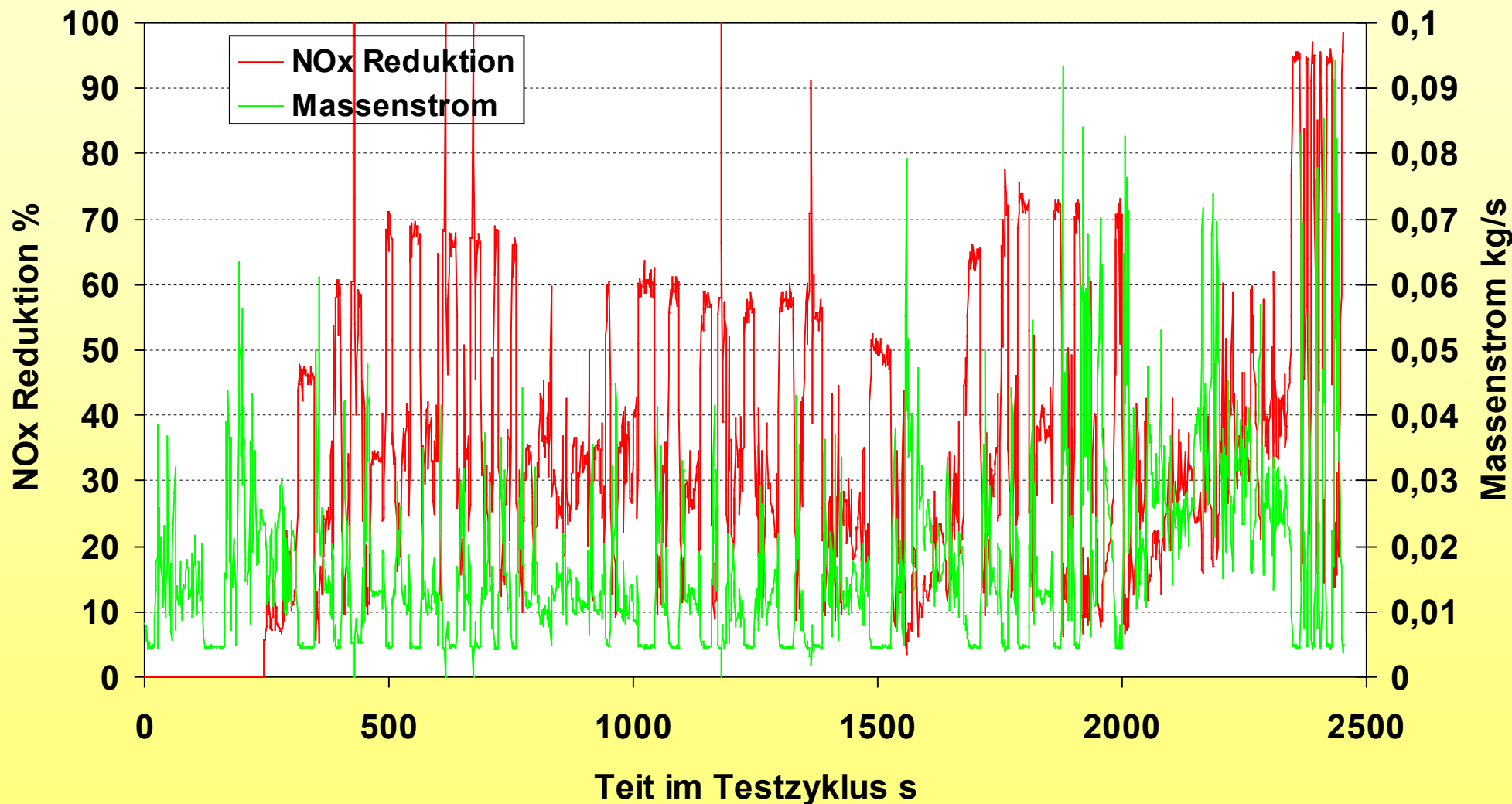
Katalysatoralterung: hydrothermal im Ofen 60 h bei 750°C

Ansringverhalten einer SCR-Beschichtung als Funktion von Temperatur, Raumgeschwindigkeit und NO / NO₂ -Verhältnis



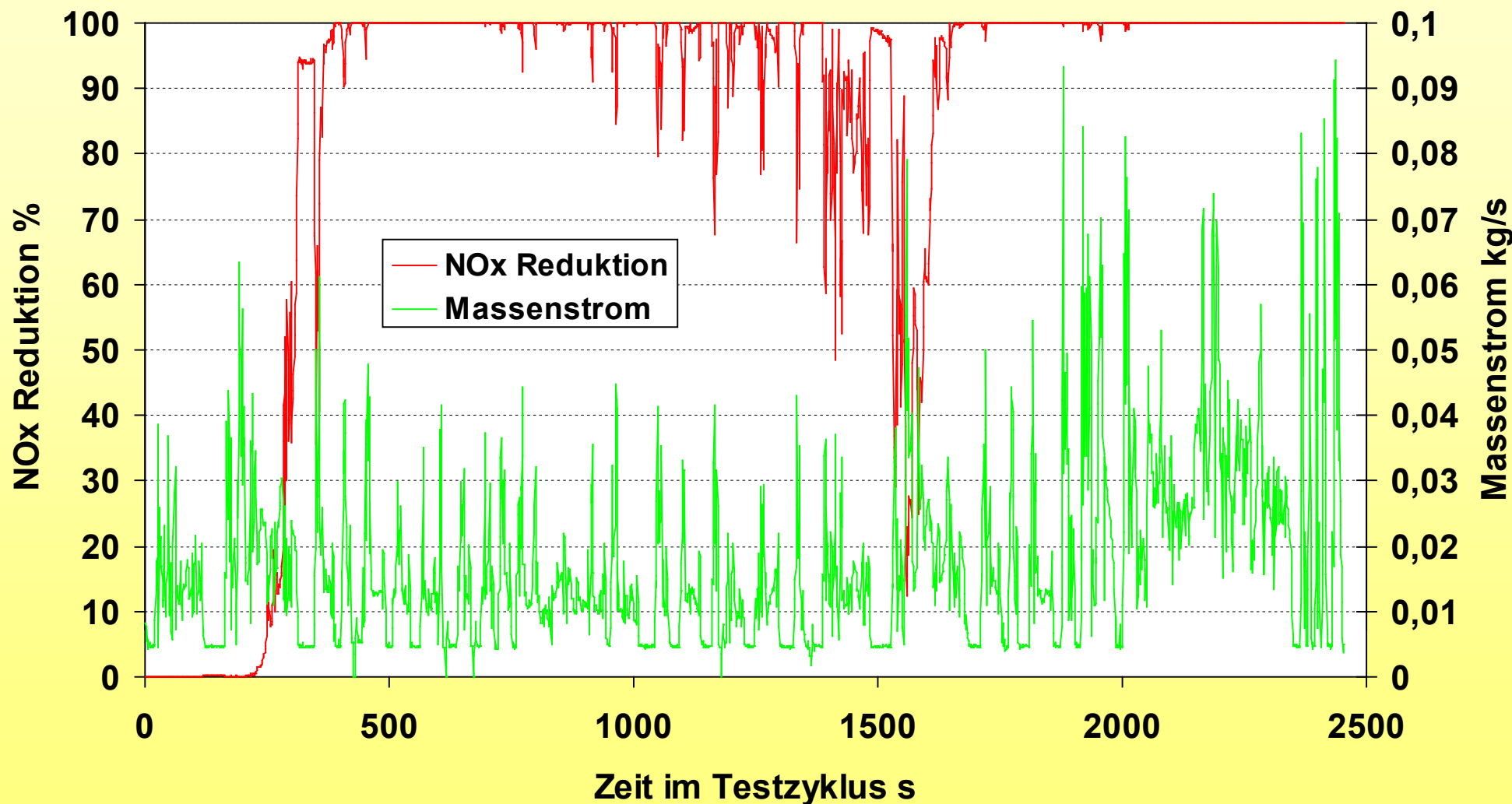
Katalysatoralterung: hydrothermal im Ofen 60 h bei 750°C Temperatur °C

Ansringverhalten einer SCR-Beschichtung als Funktion von Temperatur und NO / NO₂ -Verhältnis (RG = 60.000 1/h)



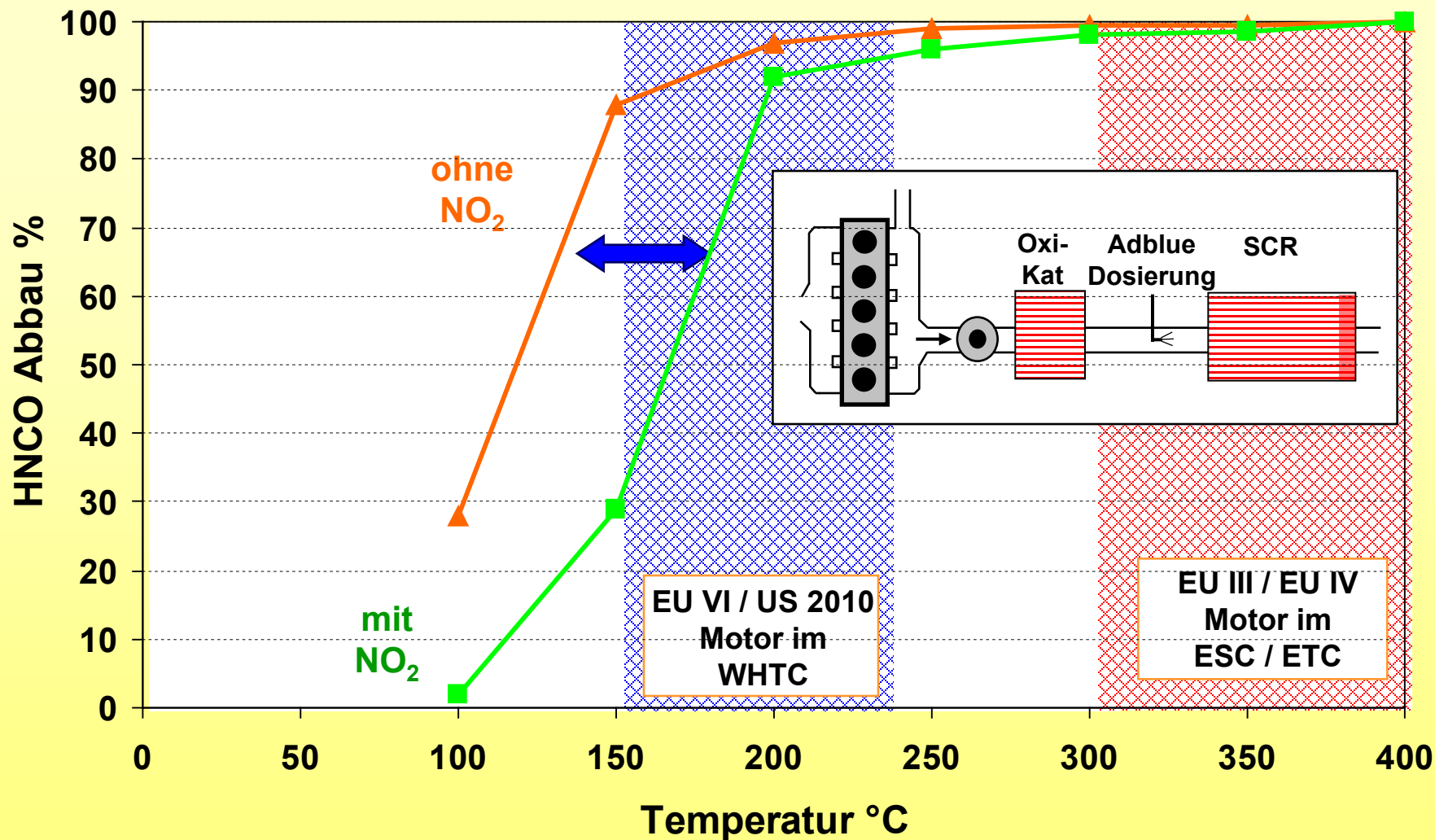
Katalysatoralterung: hydrothermal im Ofen 60 h bei 750°C

**NOx Reduktion und Massenstrom im FTP75 + US06 Test;
NO / NO₂ = 1 / 0**



Katalysatoralterung: hydrothermal im Ofen 60 h bei 750°C

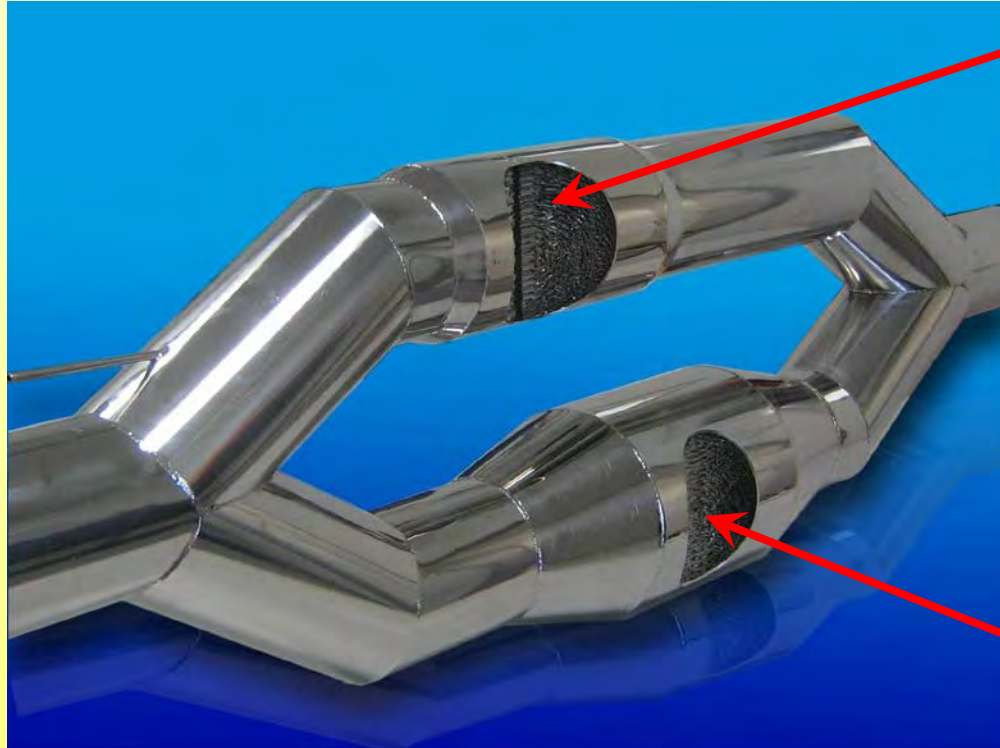
**NOx Reduktion und Massenstrom im FTP75 + US06 Test;
NO / NO₂ = 1 / 1**



**NO₂ behindert die NH₃-Bildung
-> Oxikat im Bypass zum Hydrolysekatalysator!**

Einfluß der Temperatur auf die Katalysatoraktivität

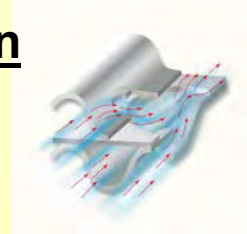
Einfluß von NO₂ auf die Hydrolysereaktion bei niedriger Temperatur



Hydrolysekatalysatoren

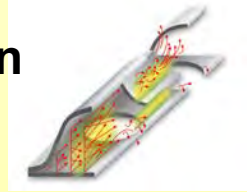
1. Träger: MX-Design

Ø 127 mm x 74,5 mm
40 cpsi, 65 µ



2. Träger: LS/PE-Design

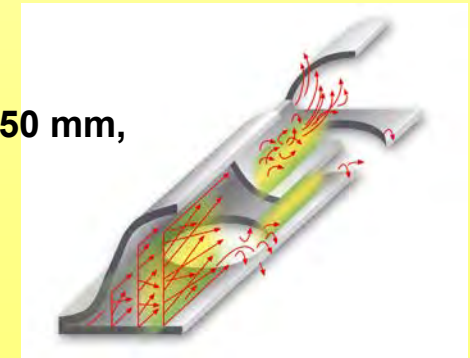
Ø 127 mm x 130 mm
200/400 cpsi, 40 µ



Oxidationskatalysator

LS/PE-Design

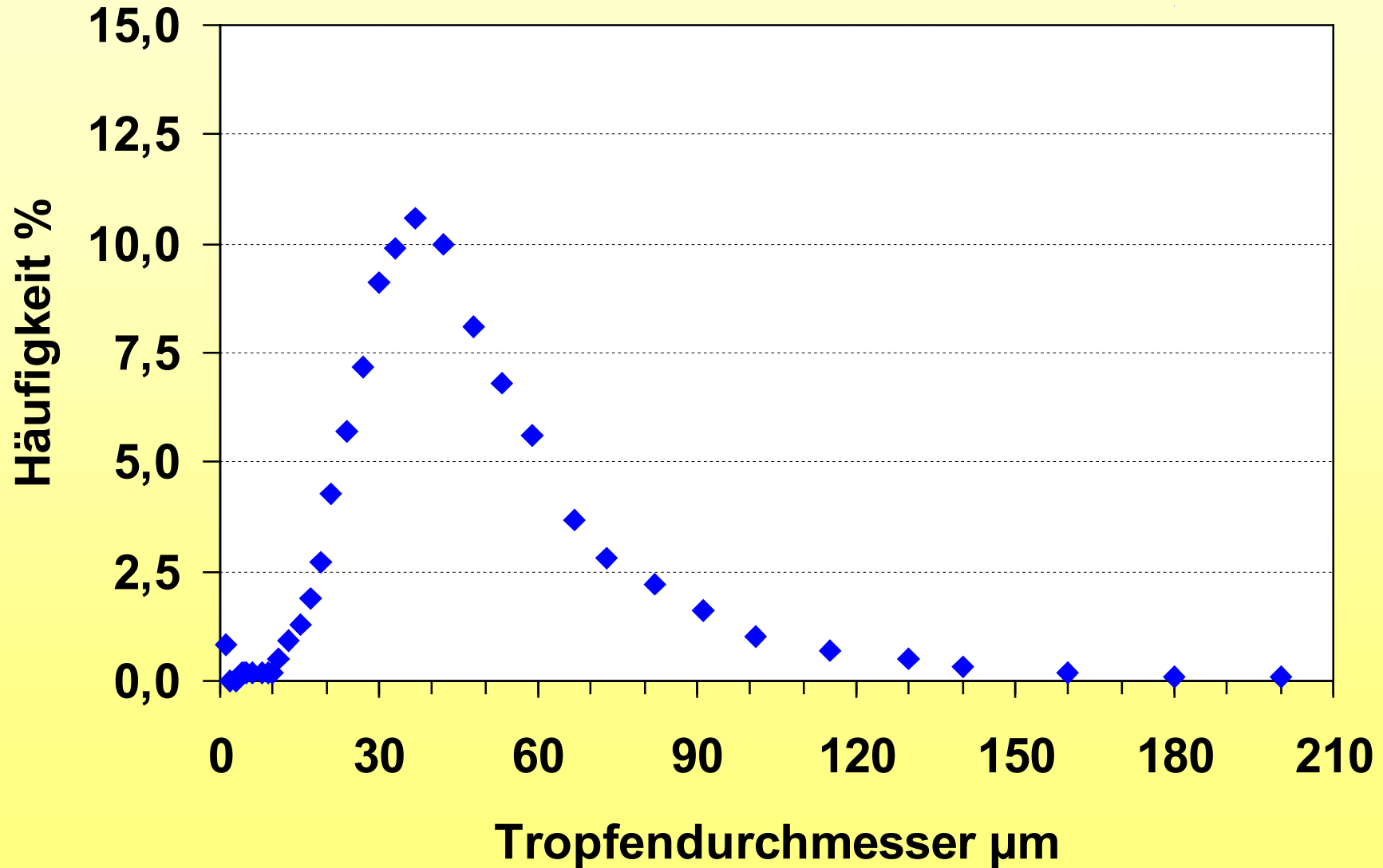
Ø 174,6 mm x 150 mm,
300 cpsi, 40 µ



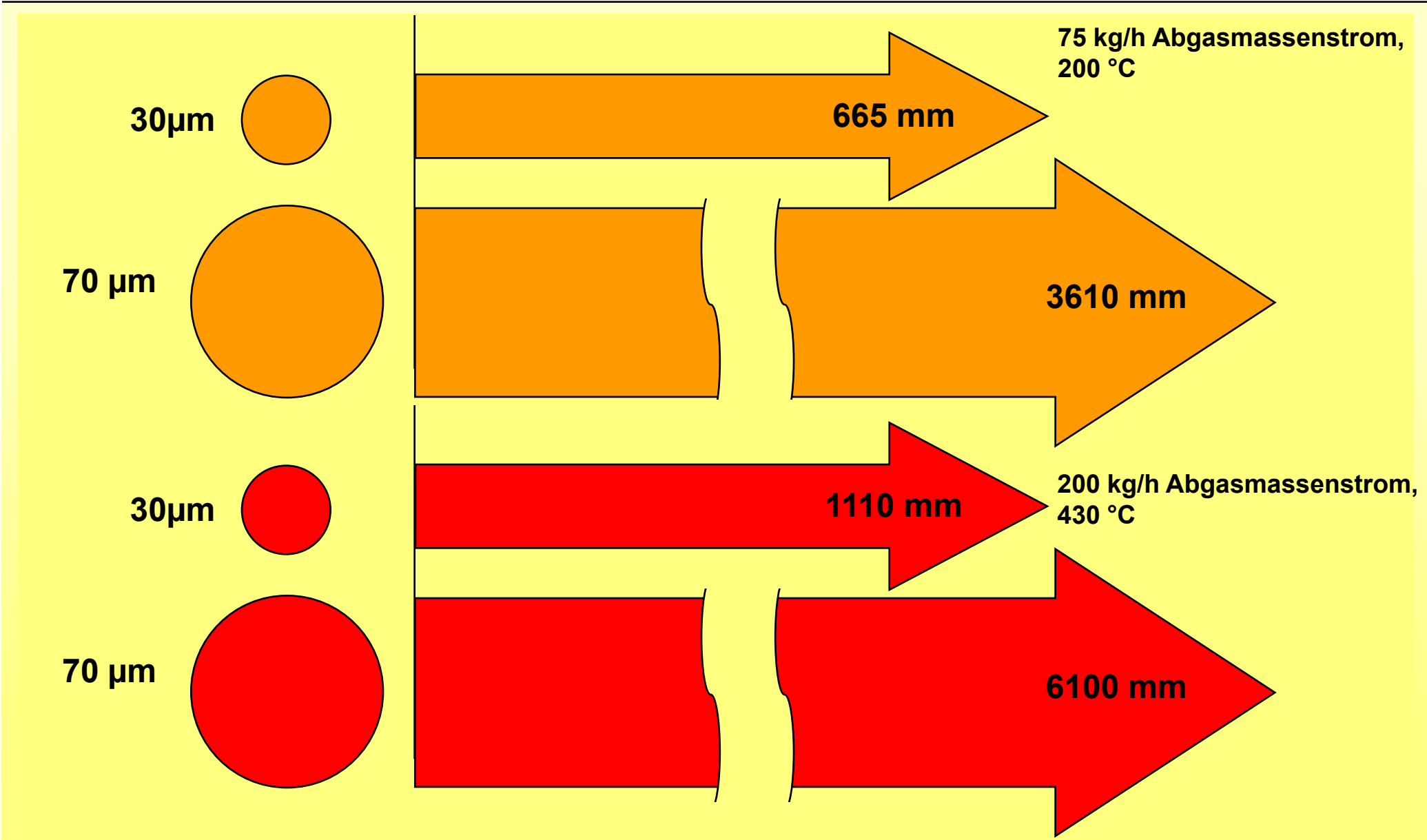
Teilstromsystem für Hydrolyse- und Oxidationskatalysator

Strömungsverteilung: 30 / 70 %

Wasserverdampfung und NH_3 -Bildung

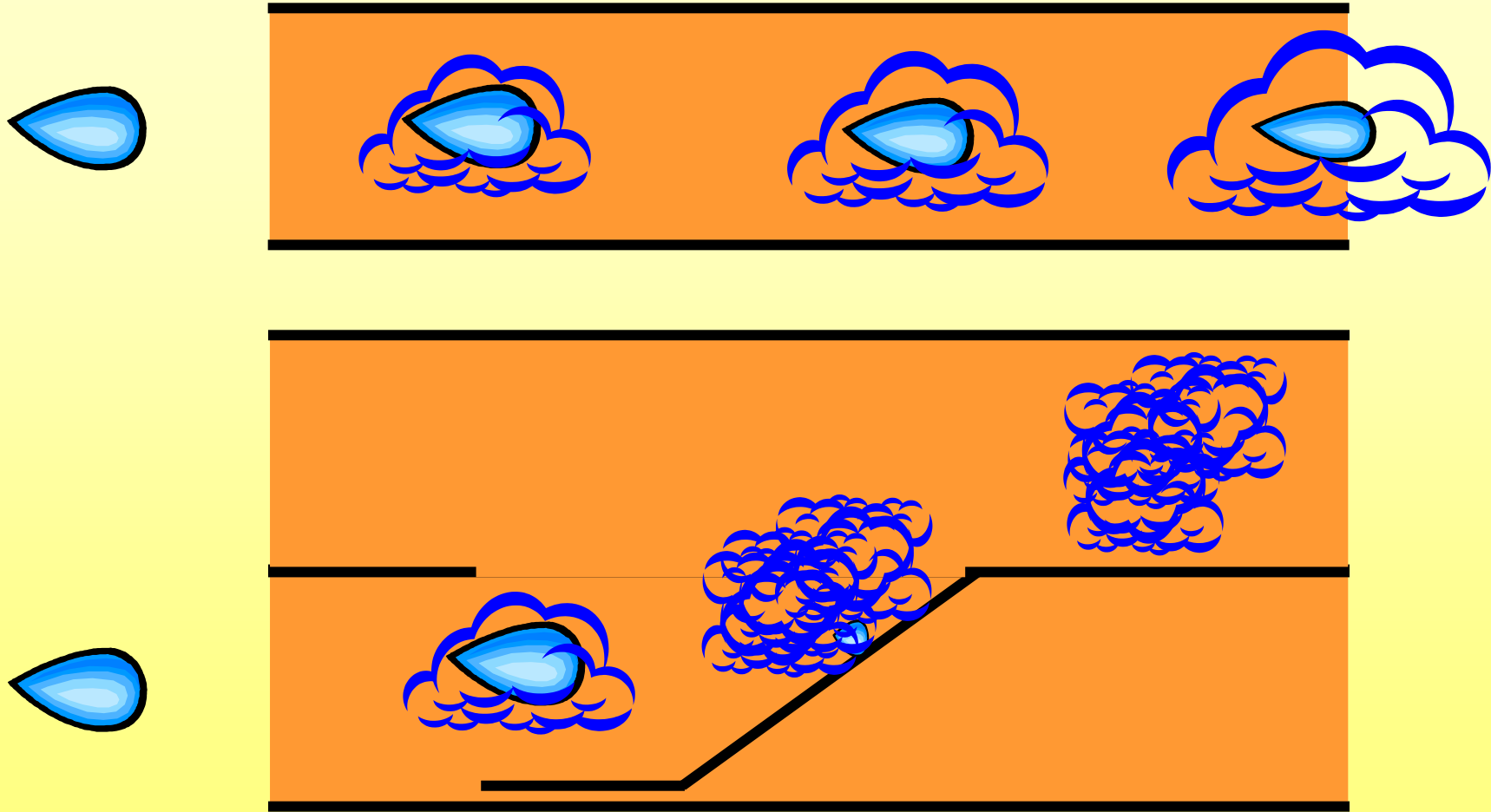


Tropfengrößenverteilung einer Adblue-Eindüsung

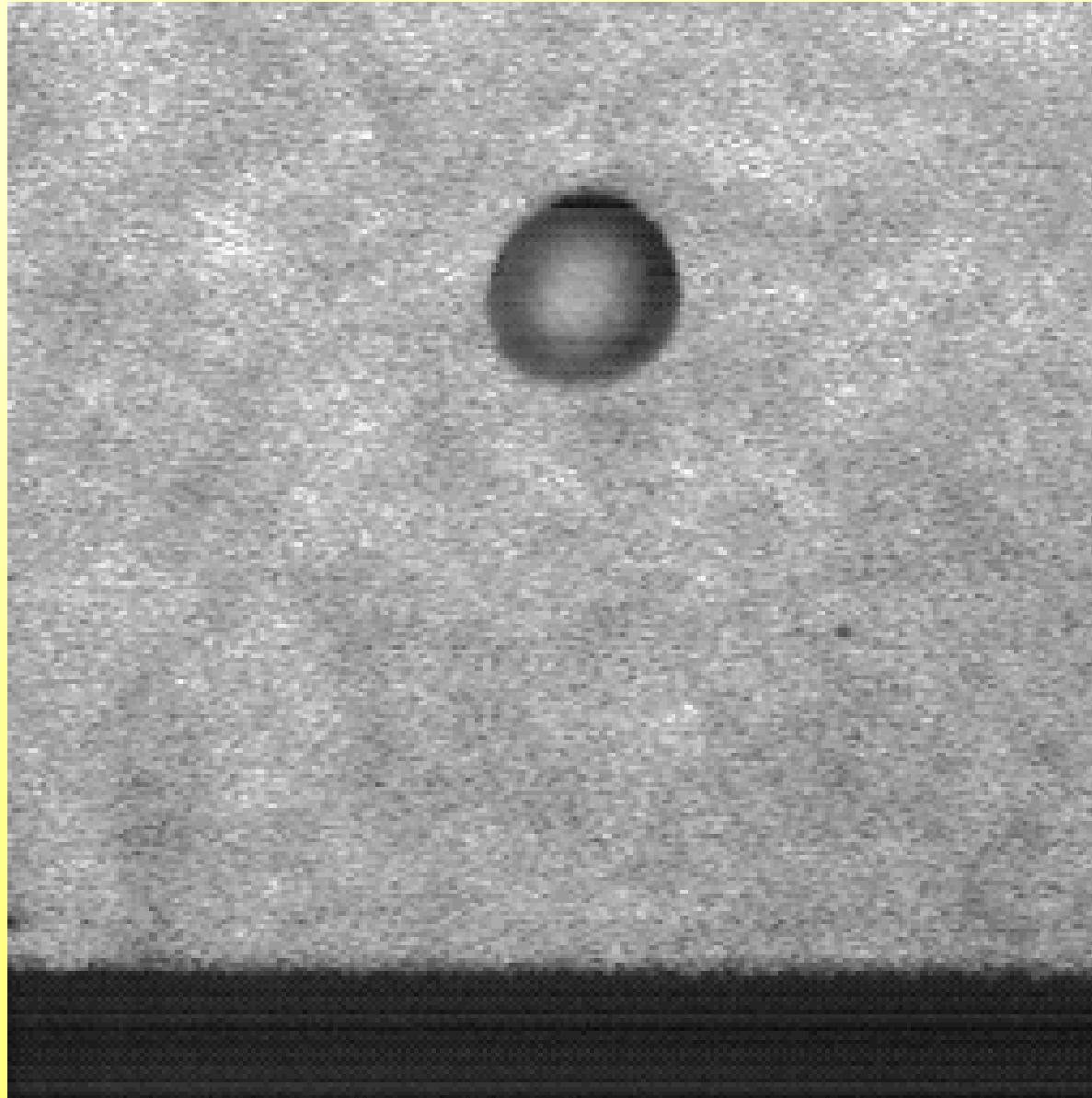


Notwendige Verdampfungsstrecke

Berechnung TU-München, Rohr-Ø 55 mm



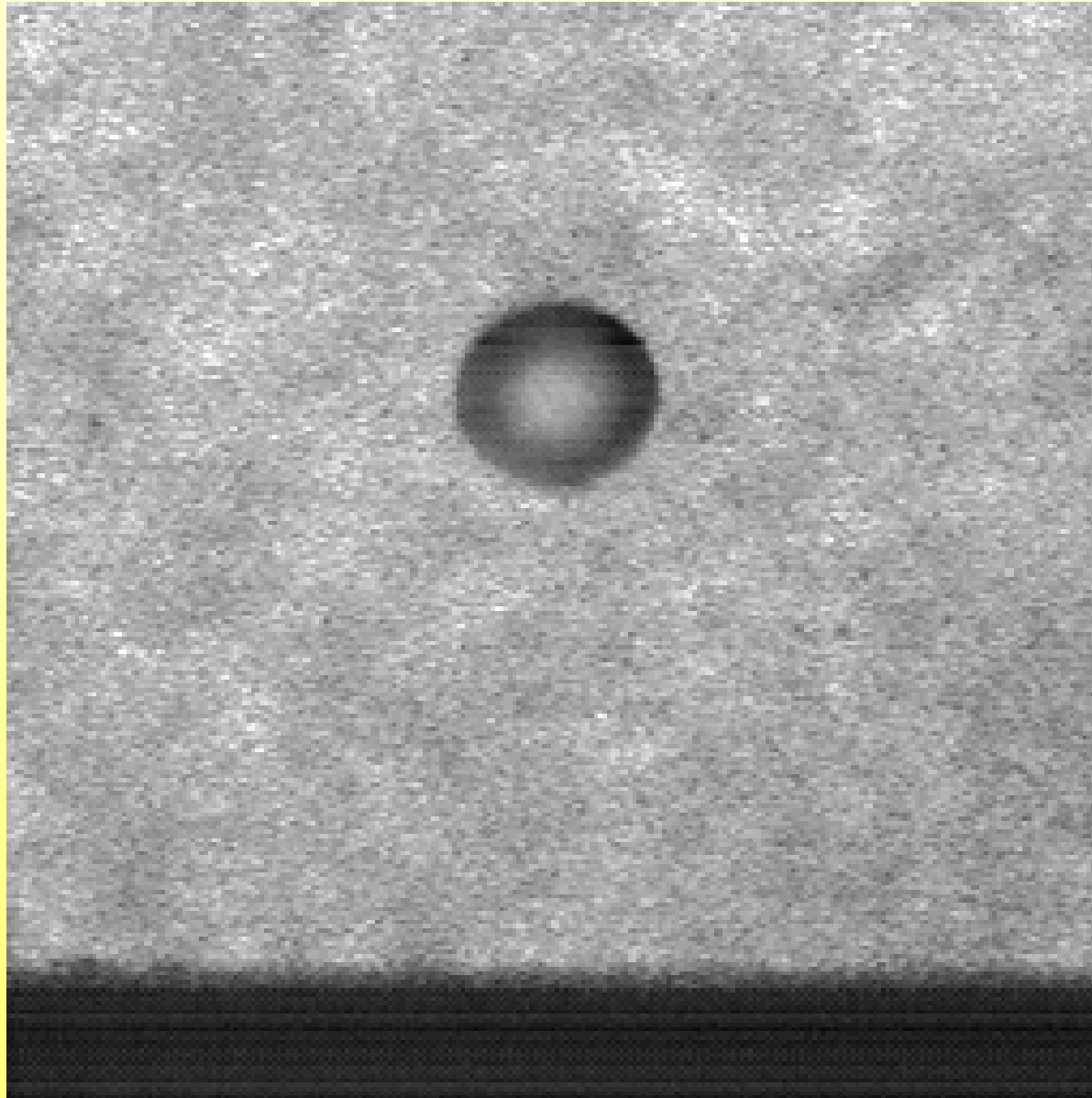
Verbesserung der Verdampfung von Adblue durch Verwendung einer Mischer Struktur (MX)



Video eines Tropfens, der auf eine heiße unbeschichtete Fläche fällt

Tropfendurchmesser etwa 2,7 mm, Temperatur der Umgebung und der Fläche 207 °C

Rauigkeitszahl der Oberfläche 0,6



Video eines Tropfens, der auf eine heiße TiO_2 -beschichtete Fläche fällt

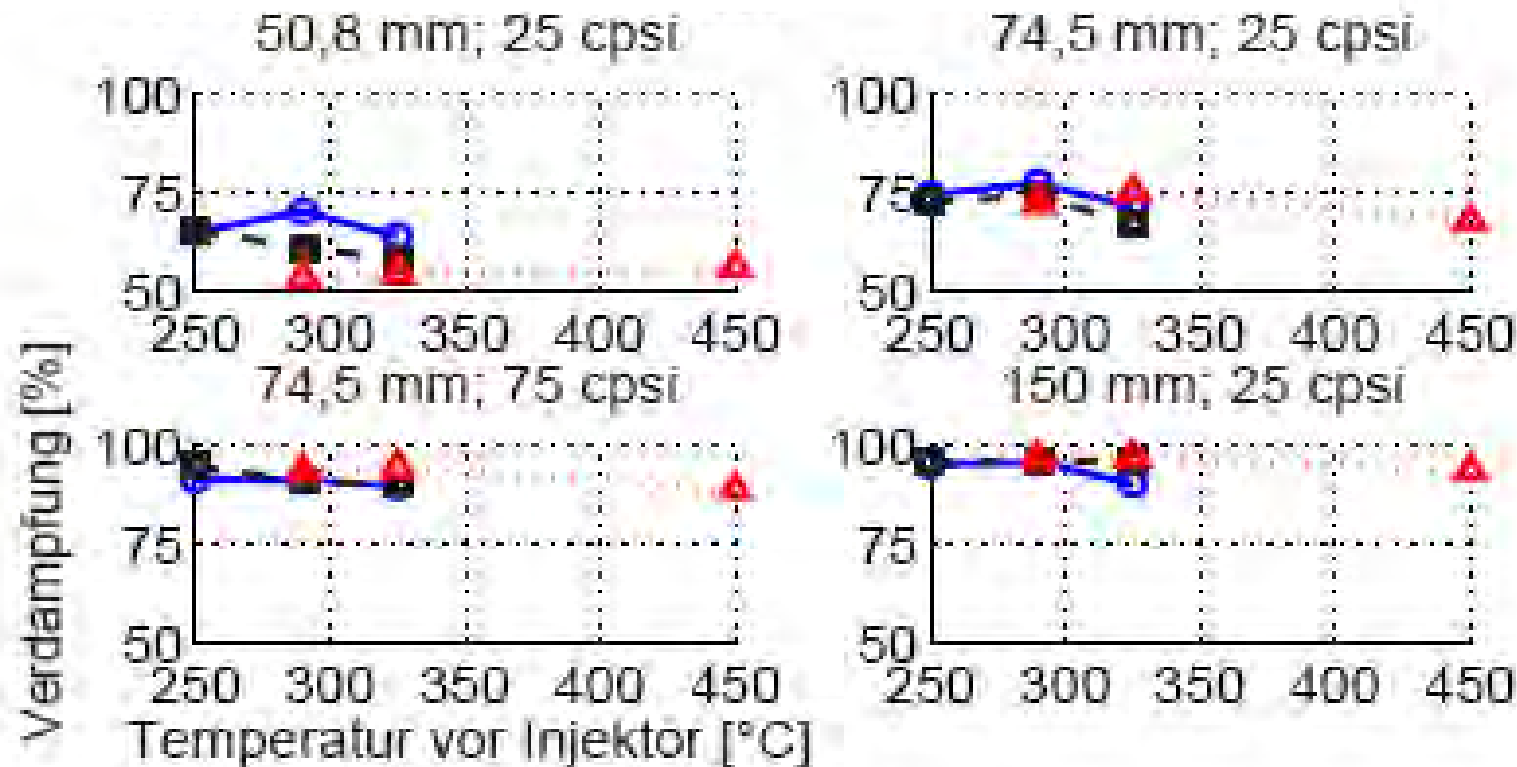
Tropfendurchmesser etwa 2,7 mm, Temperatur der Umgebung und der Fläche 207 °C

Raumgeschwindigkeiten

278,165 h⁻¹

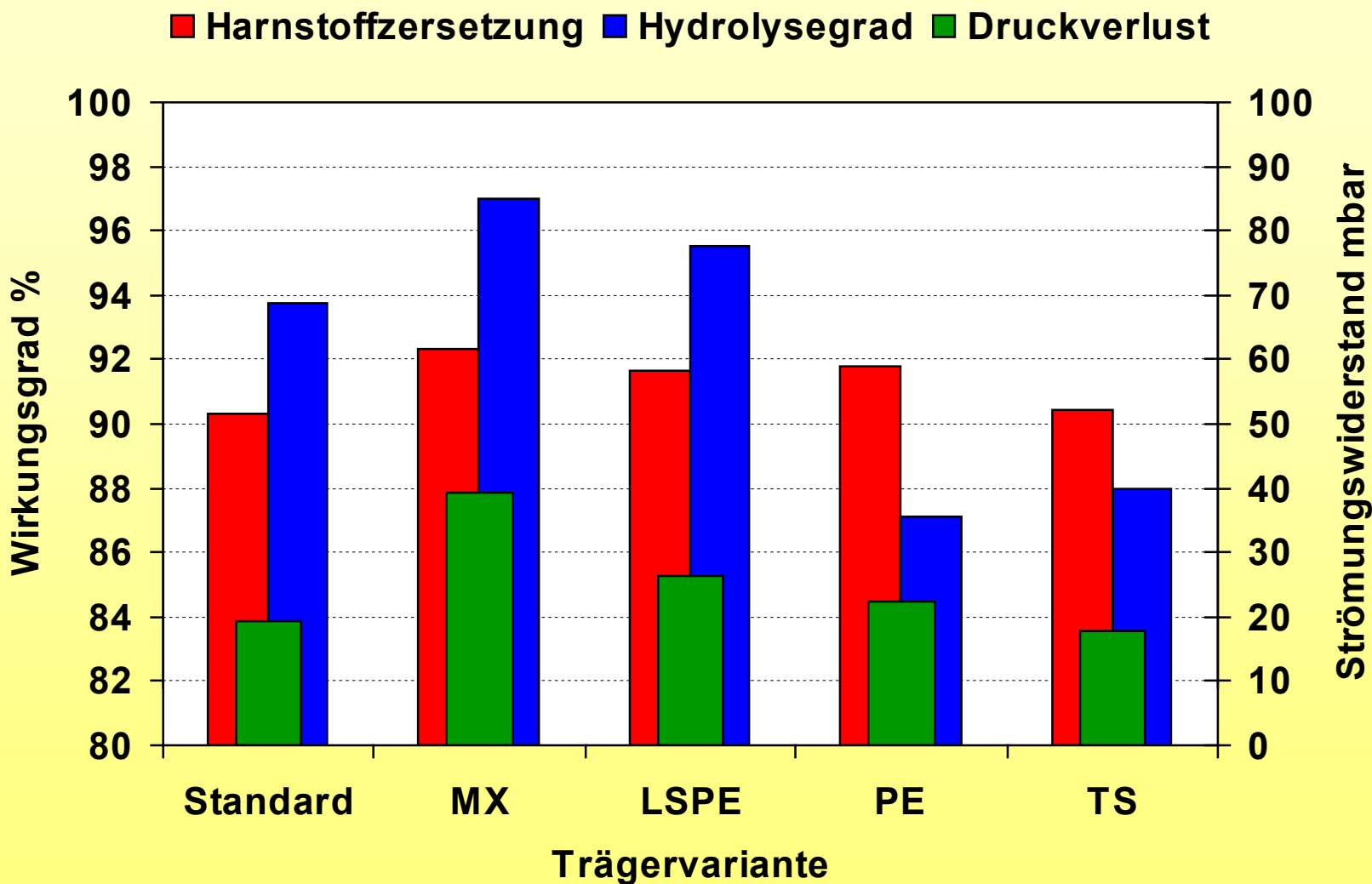
370,887 h⁻¹

556,330 h⁻¹



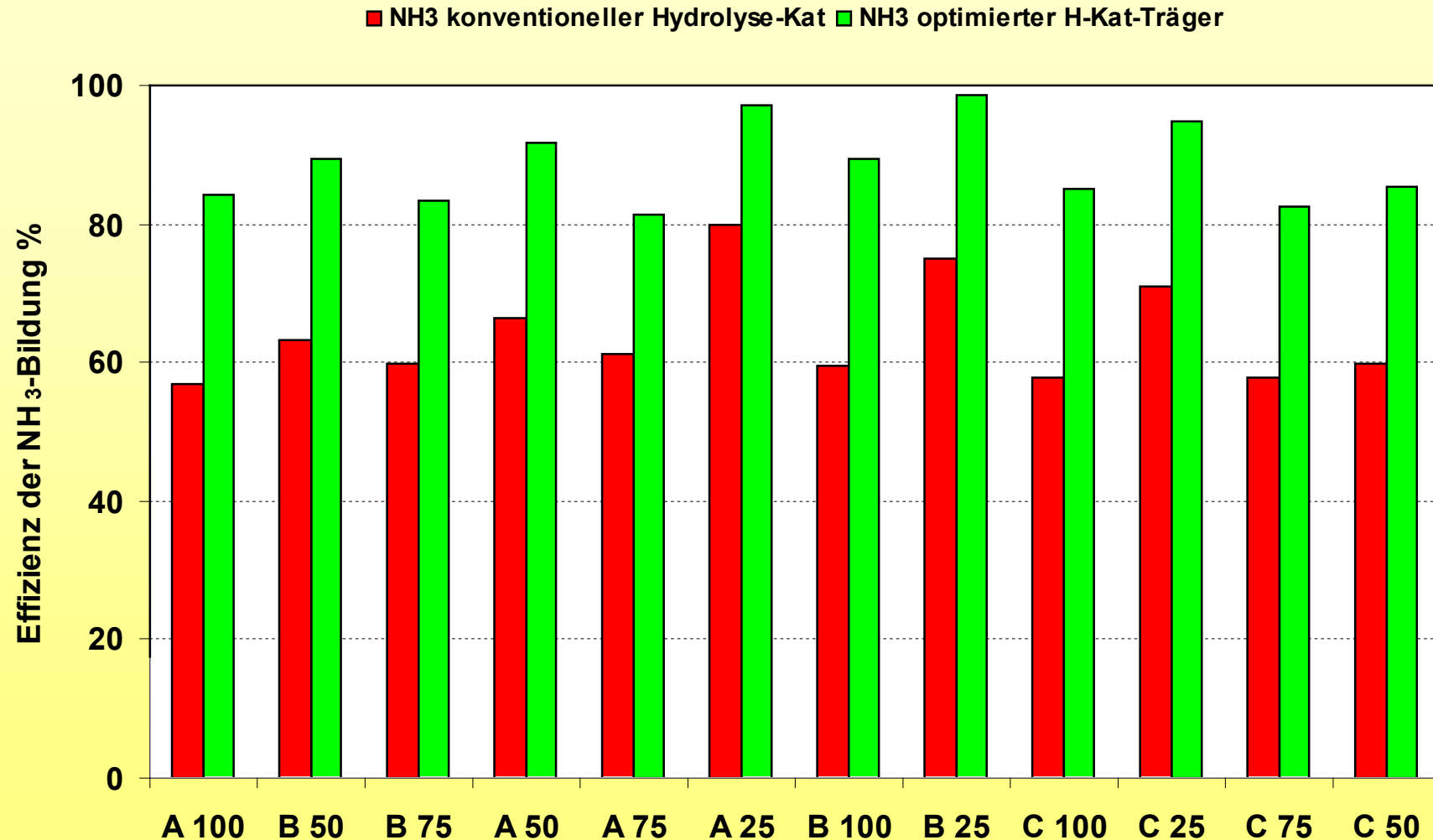
Verdampfung abhängig von Temperatur und Trägerstruktur

Ergebnisse eines Forschungsvorhabens an der TU München, Träger Ø 96 x 74,5 mm MX; Fluoreszenzeffekt als Basis der Messung der Verdampfung von Tropfen



Harnstoffzersetzung & Hydrolyse-Effektivität strukturierter Träger

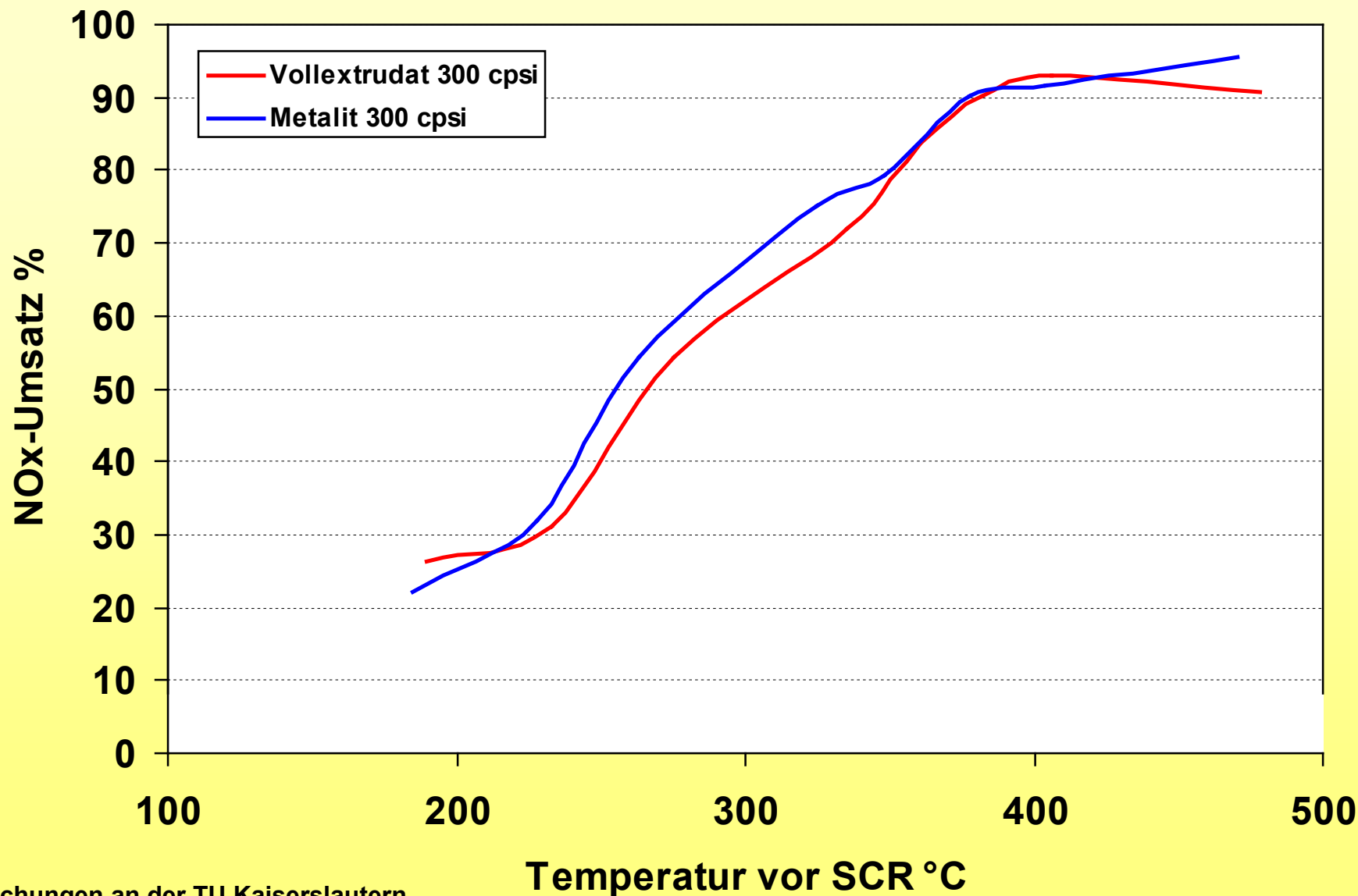
Ergebnisse eines Forschungsvorhabens an der TU Munchen,
Träger Ø 100 x 150 mm, RG 169,765 h⁻¹, 325 °C



NH₃-Bildung im ESC-Test nach Hydrolysekatalysator

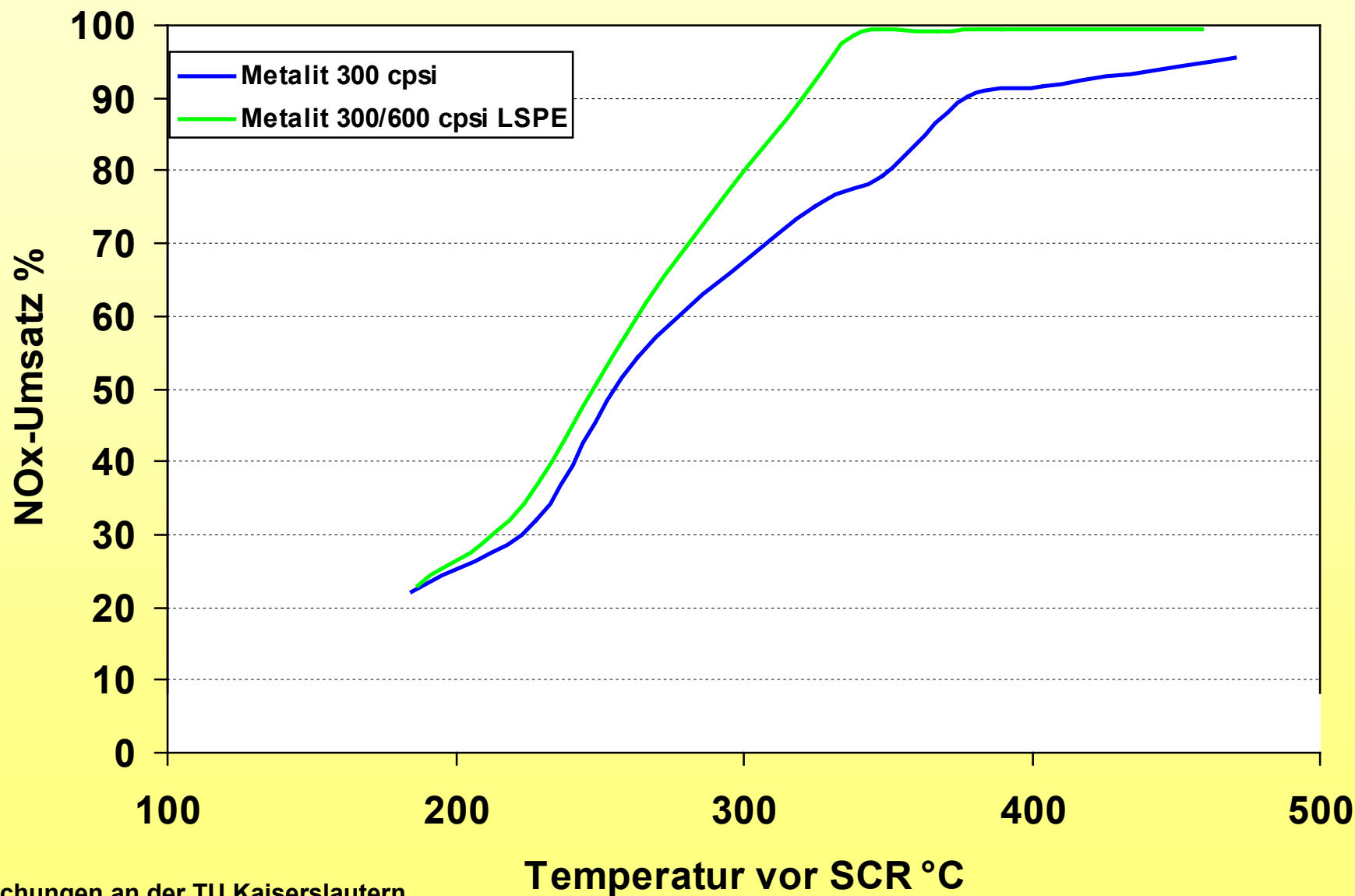
6-Zylinder Nfz-Motor, EU V (seriennah), CR, ohne AGR, 326 KW

NOx-Reduktion



Untersuchungen an der TU Kaiserslautern

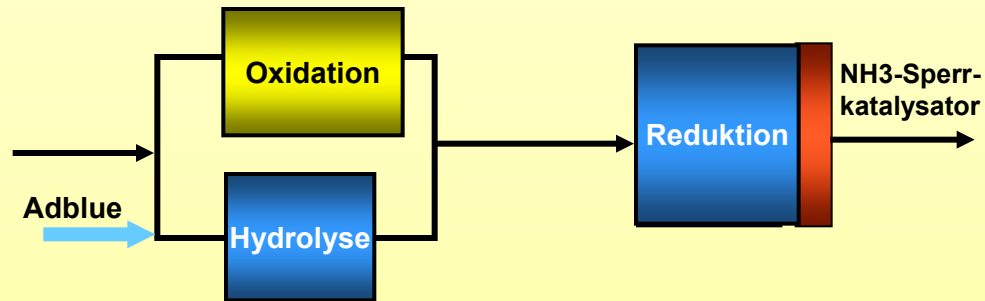
Wirkungsgrade eines beschichteten Metalits gegenüber VollextrudatRG = 100.000 h⁻¹



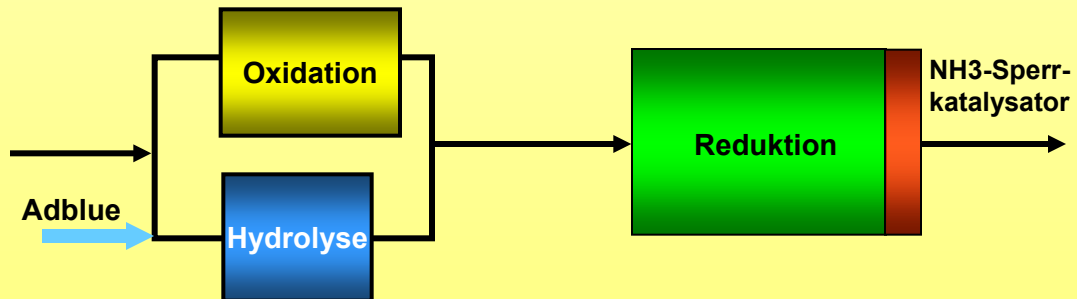
Untersuchungen an der TU Kaiserslautern

Wirkungsgrade eines strukturierten bzw. nichtstrukturierten Metalits
RG = 100.000 h⁻¹

System mit LSPE Reduktionsträger

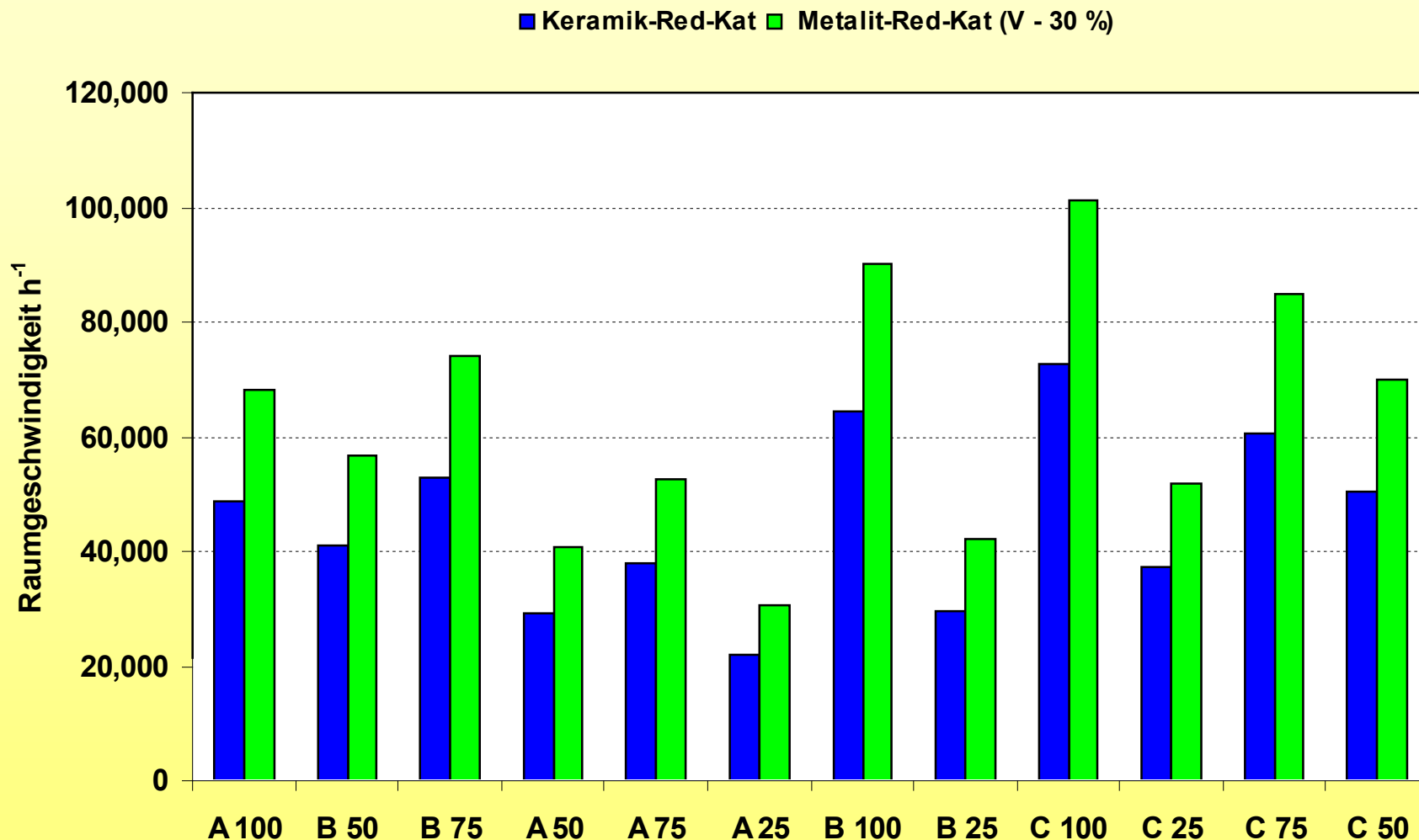


System mit Vollextrudat



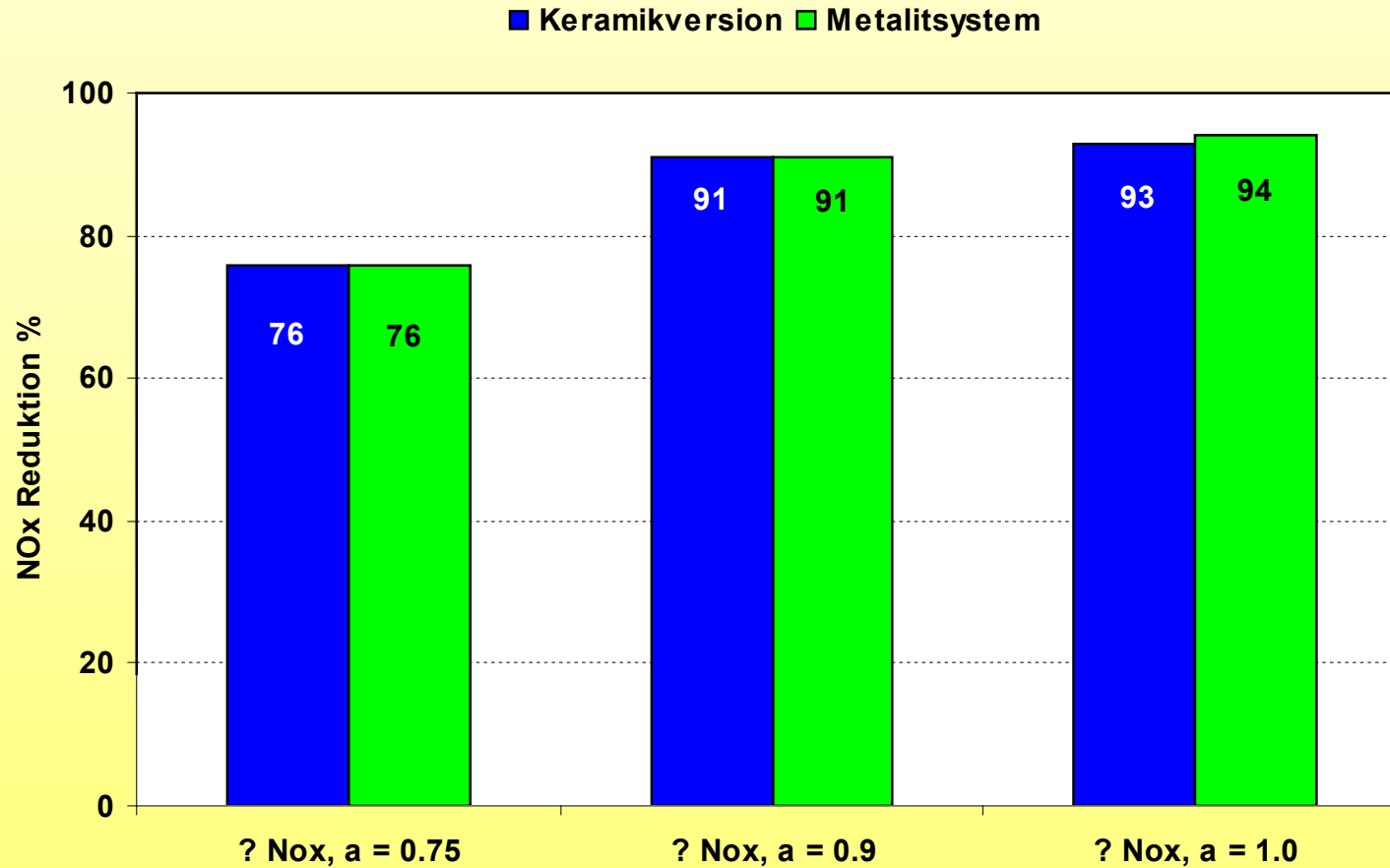
Vergleich der Reduktionsleistungen

6-Zylinder Nfz-Motor, EU V (seriennah), CR, ohne AGR, 326 KW



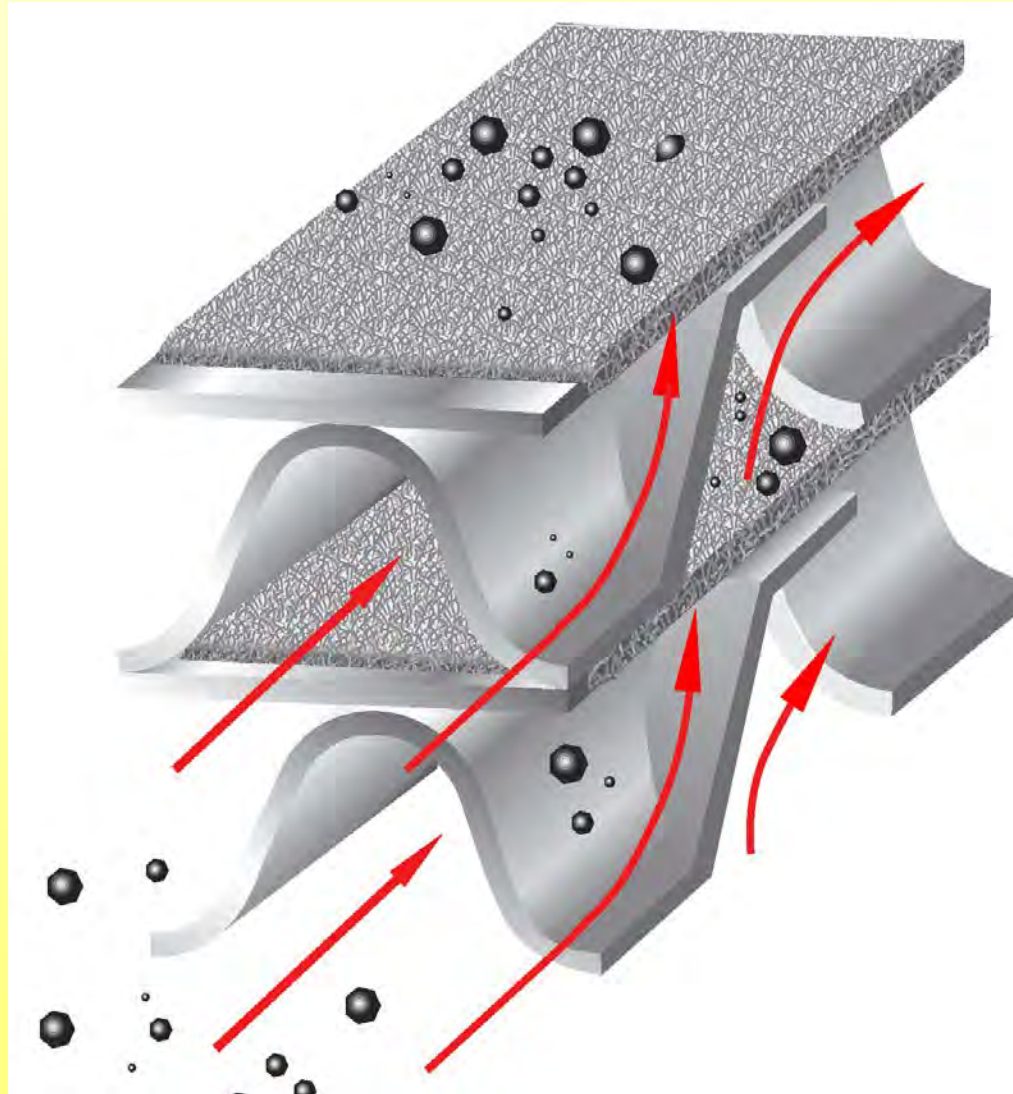
Raumgeschwindigkeit der Reduktions-Katalysatoren

6-Zylinder Nfz-Motor, EU V (seriennah), CR, ohne AGR, 326 KW

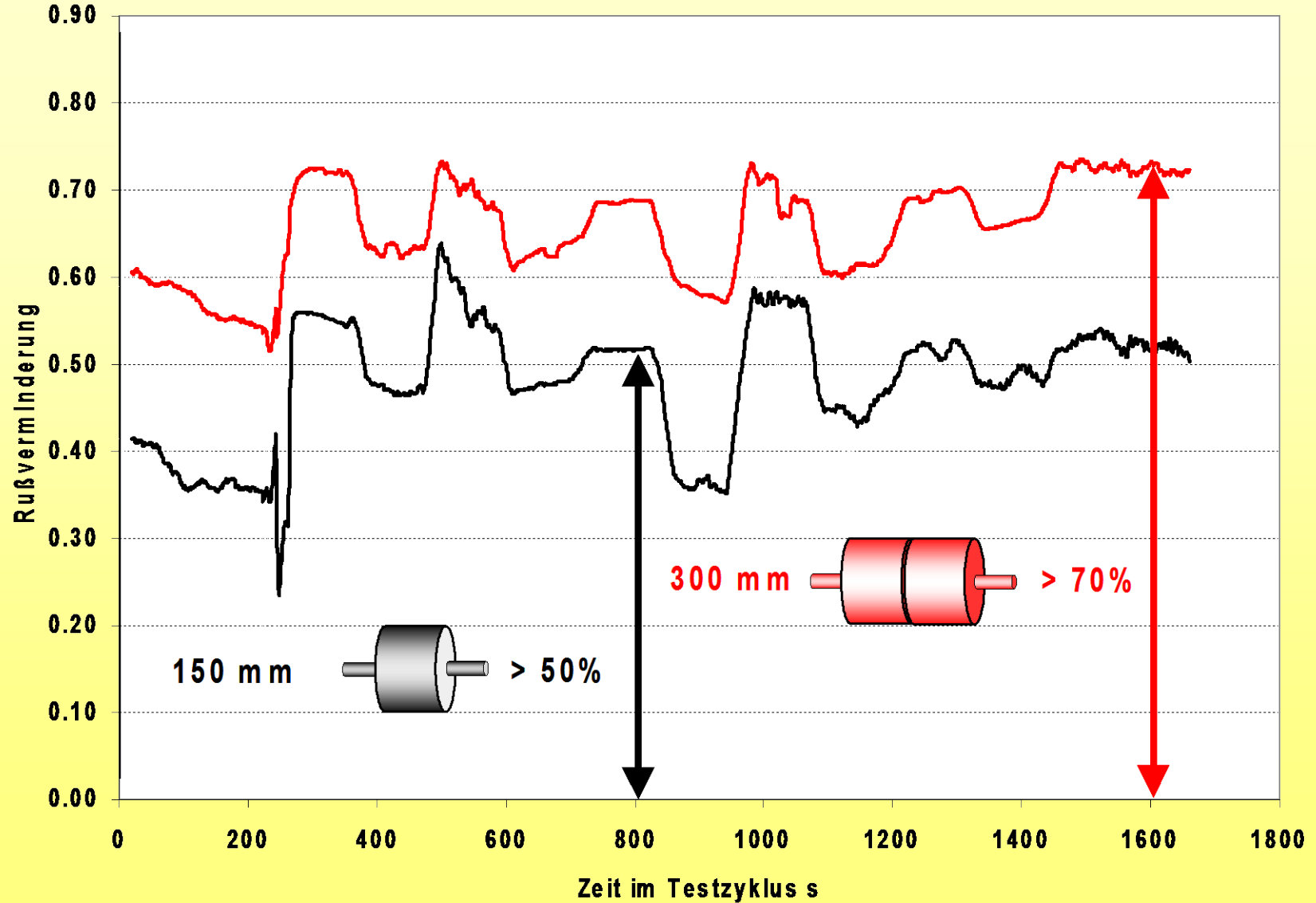


Metalit-System mit strukturierten Trägern: - 29 % Matrix-Volumen bei gleicher Effizienz, Motor mit EU V- Emissionsniveau

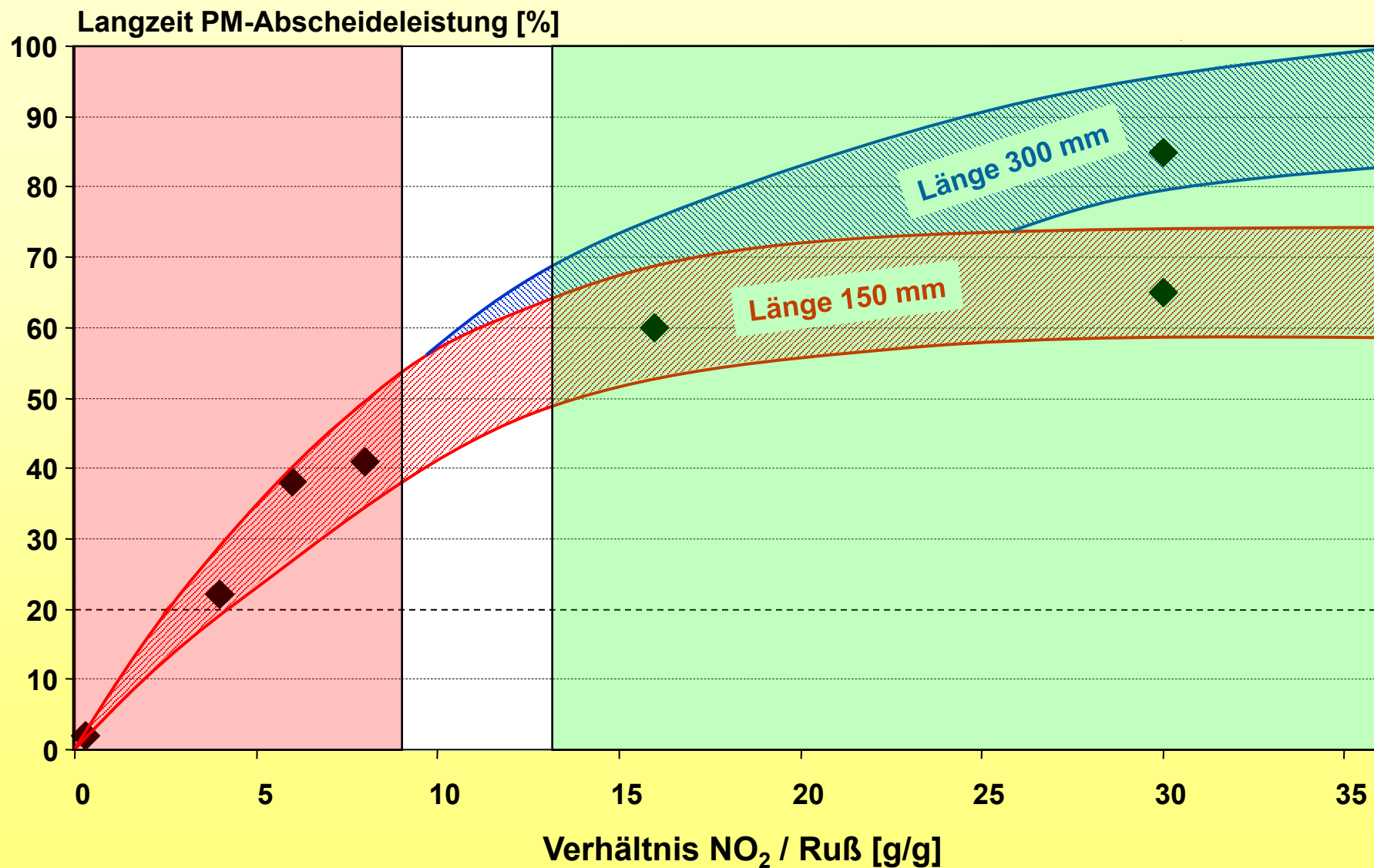
Partikel-Reduktion



PM Metalit® – ein Nebenstrom-Tiefenfilter

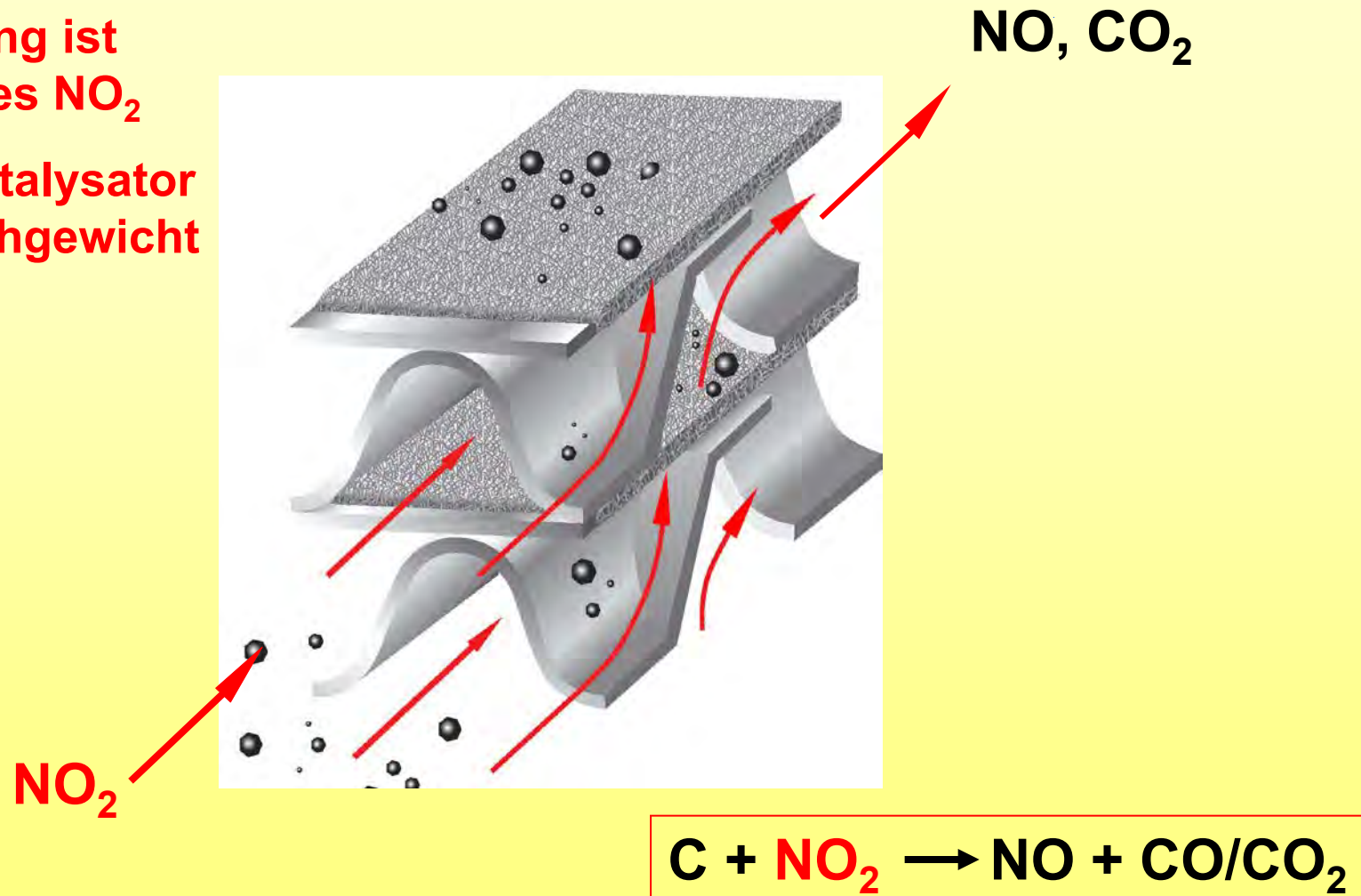


Größere Länge des PM Metalit[®] erhöht die Rußverminderung



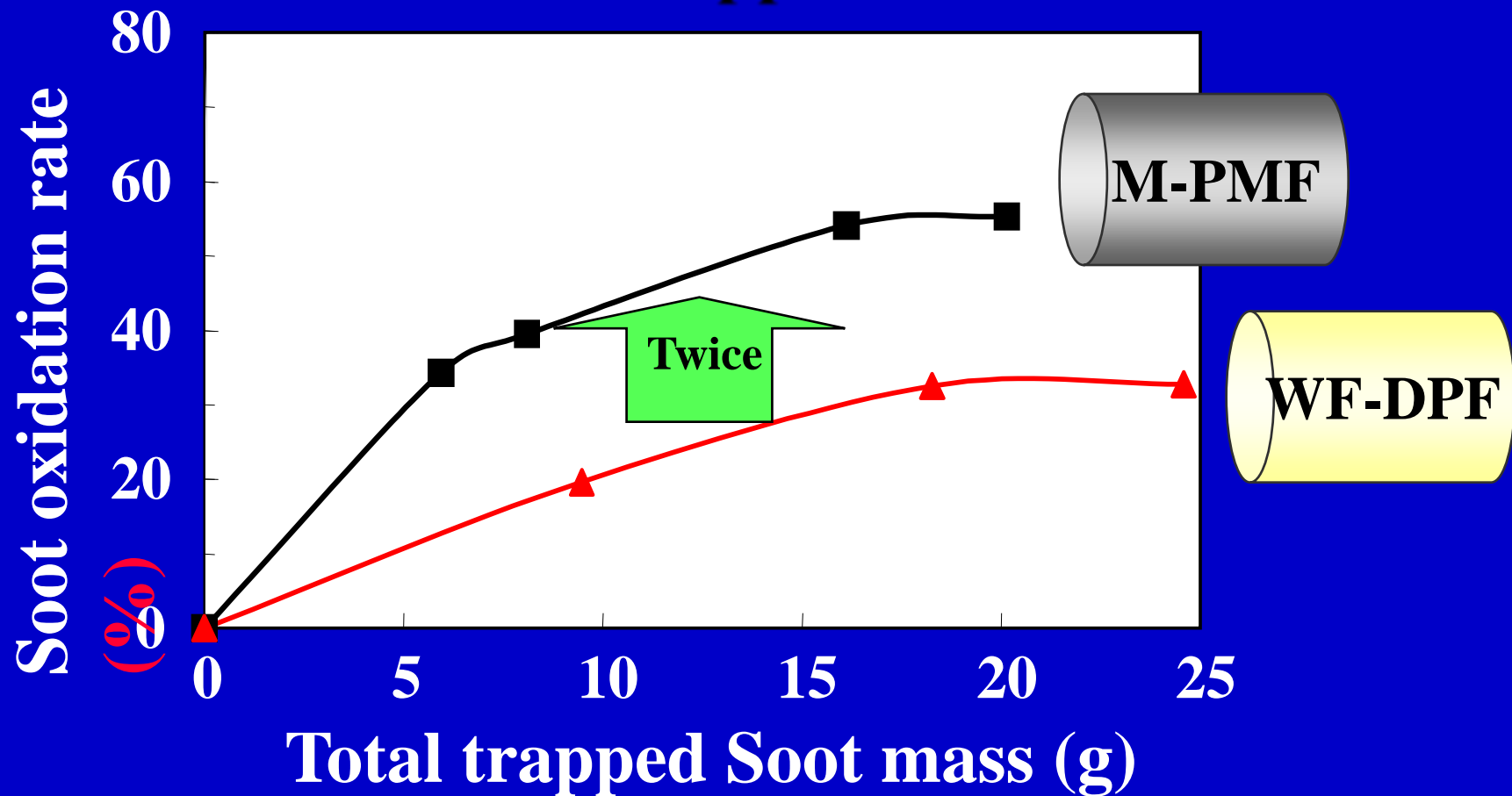
PM-Metalit Abscheideleistung als Funktion des NO₂ / Ruß-Verhältnisses und der Trägerlänge

- Rußverminderung ist eine Funktion des NO_2
- Der PM-Filter Katalysator arbeitet im Gleichgewicht von NO_2 zu Ruß

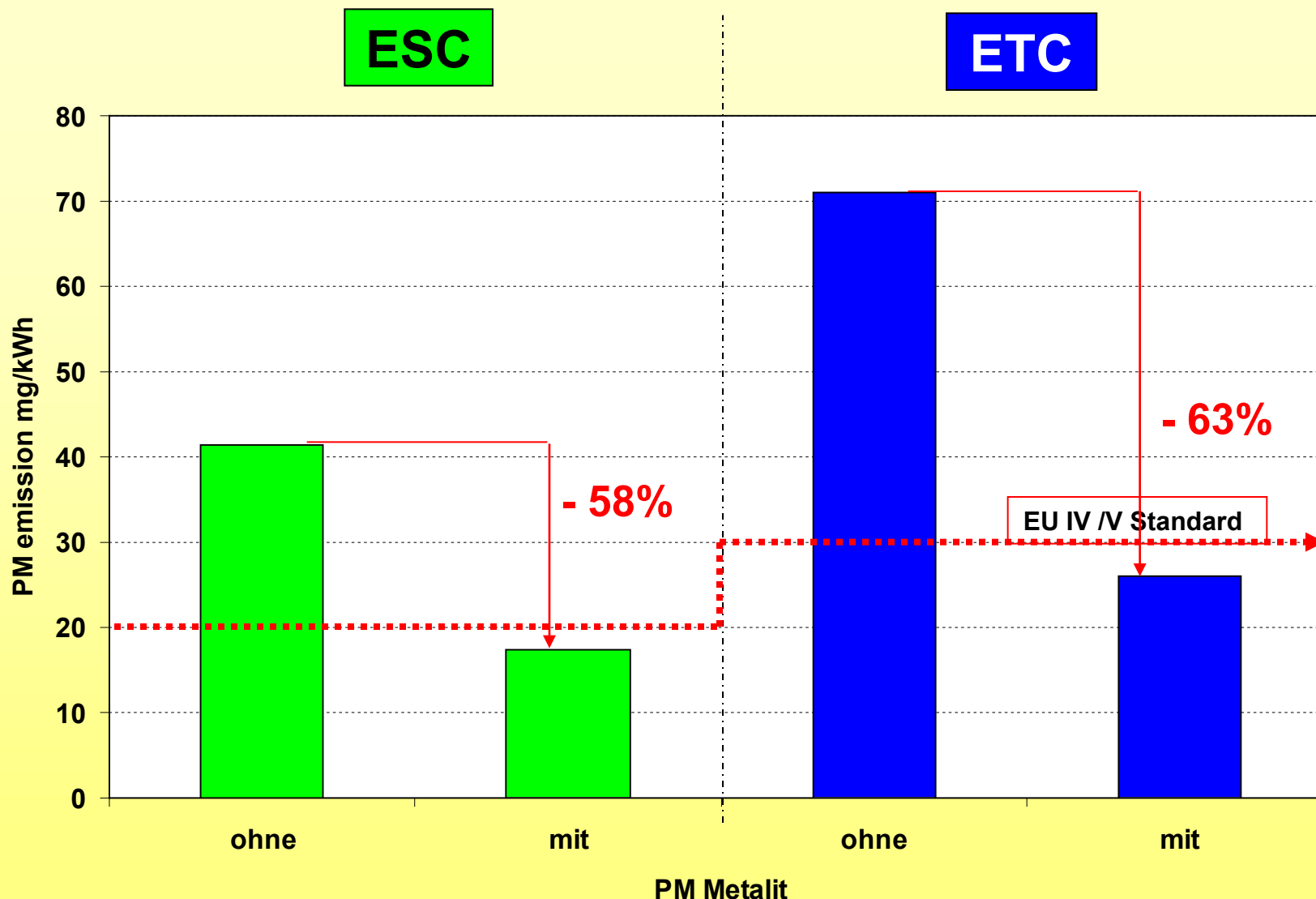


Kontinuierliche Rußoxidation = Regeneration

(3)-2. Comparison of Soot oxidation rate(%) to Total trapped soot mass



M-PMF had higher oxidation rate to trapped soot mass.

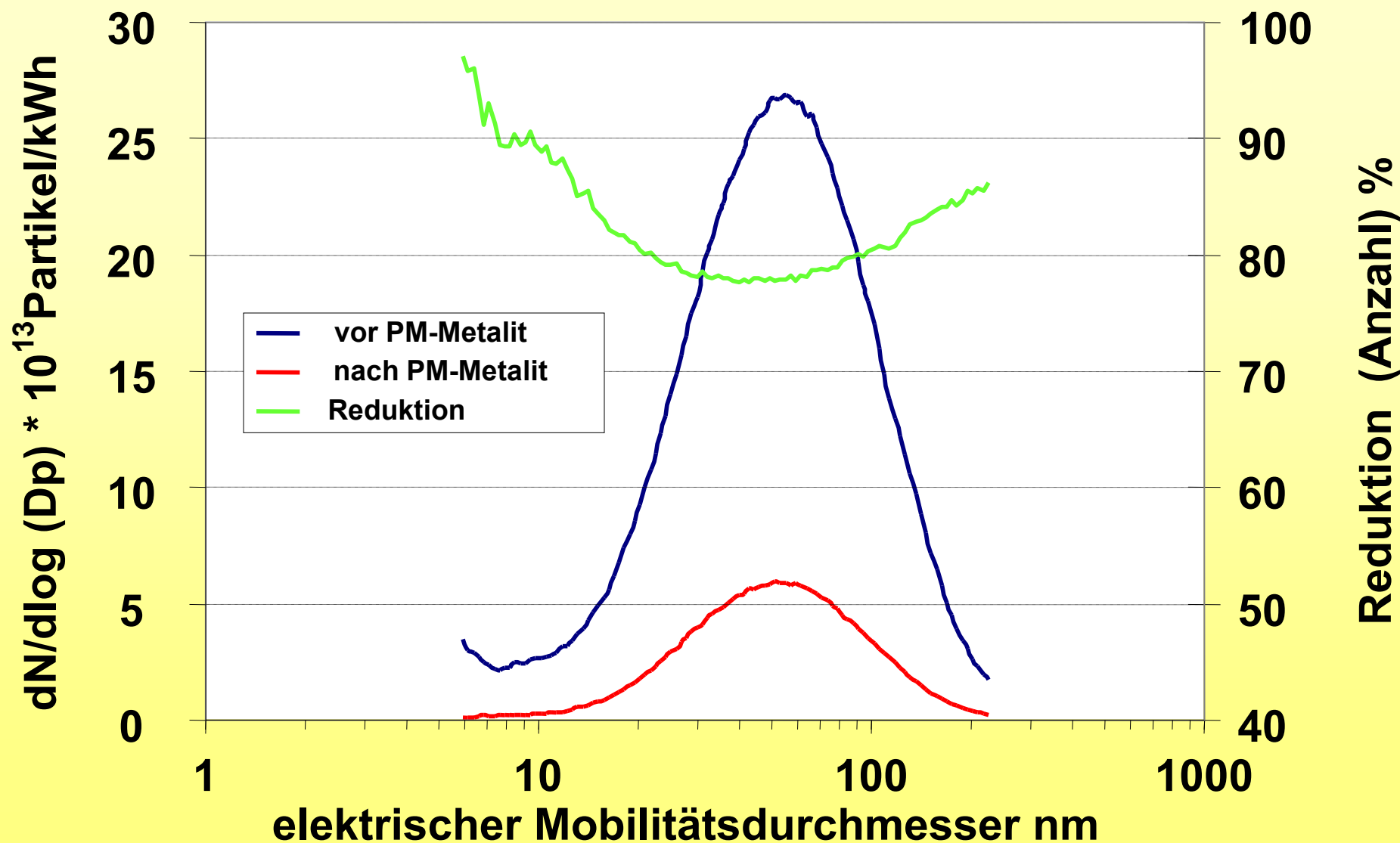


Quelle: MAN

PM Metalit[®]: Wirkungsgrad der PM-Reduktion im ESC und ETC

Motor D0836 LF 40 , 6.9 dm³, 206 kW

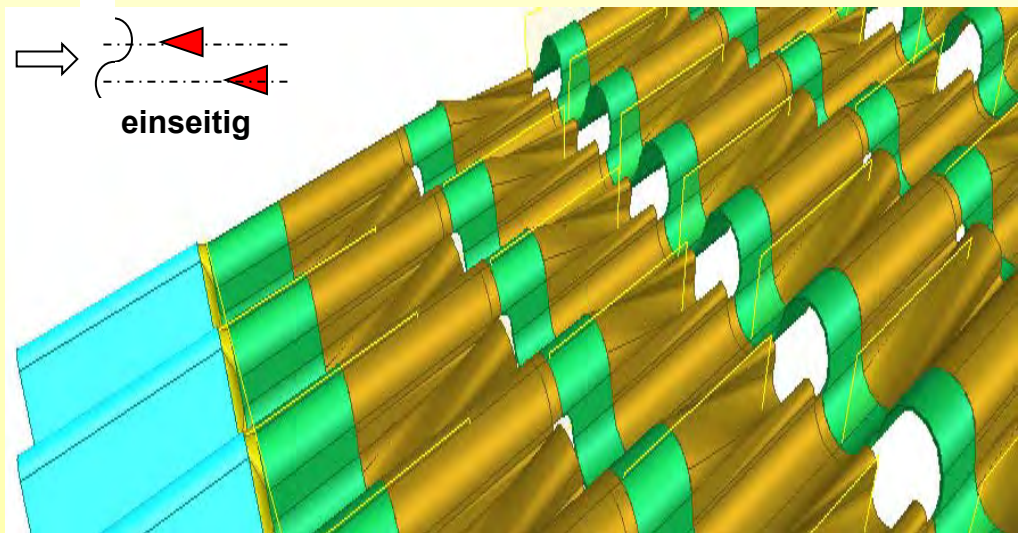
Oxi-Kat: Ø 165 x 101.5 mm, PM Ø 254 x 150 mm



Quelle: MAN

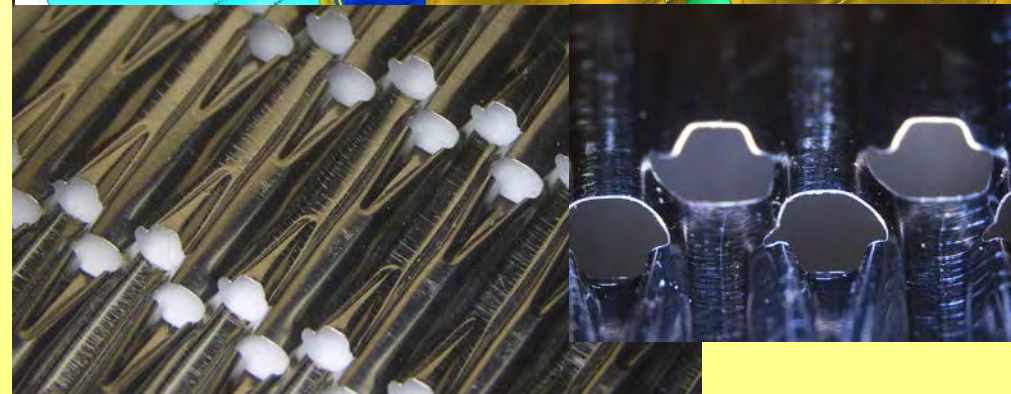
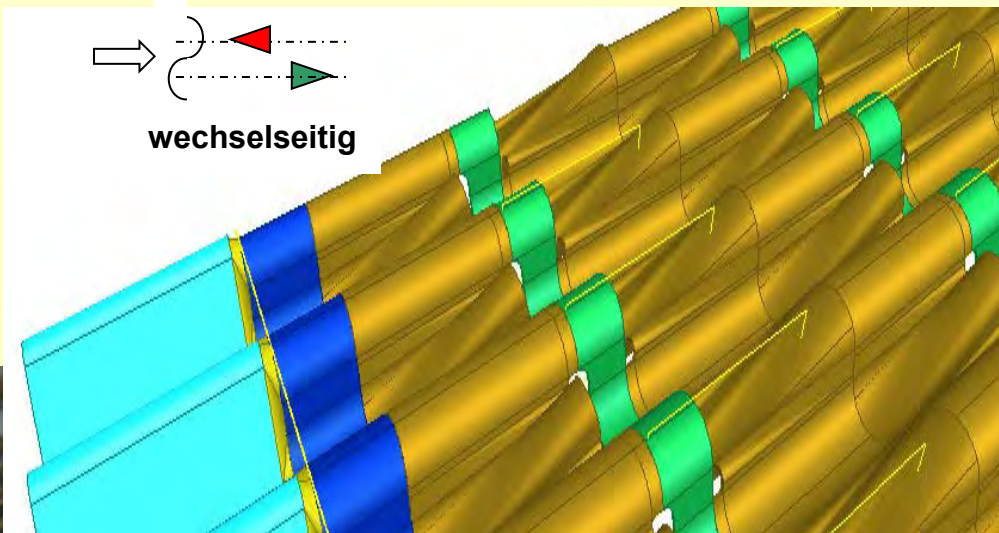
Partikelgrößenverteilung vor und nach PM-Metalit™

gemessen im ESC-Test bei B-Drehzahl und 50 % Last an einem Euro IV Nfz-Motor



Standard (PM2)

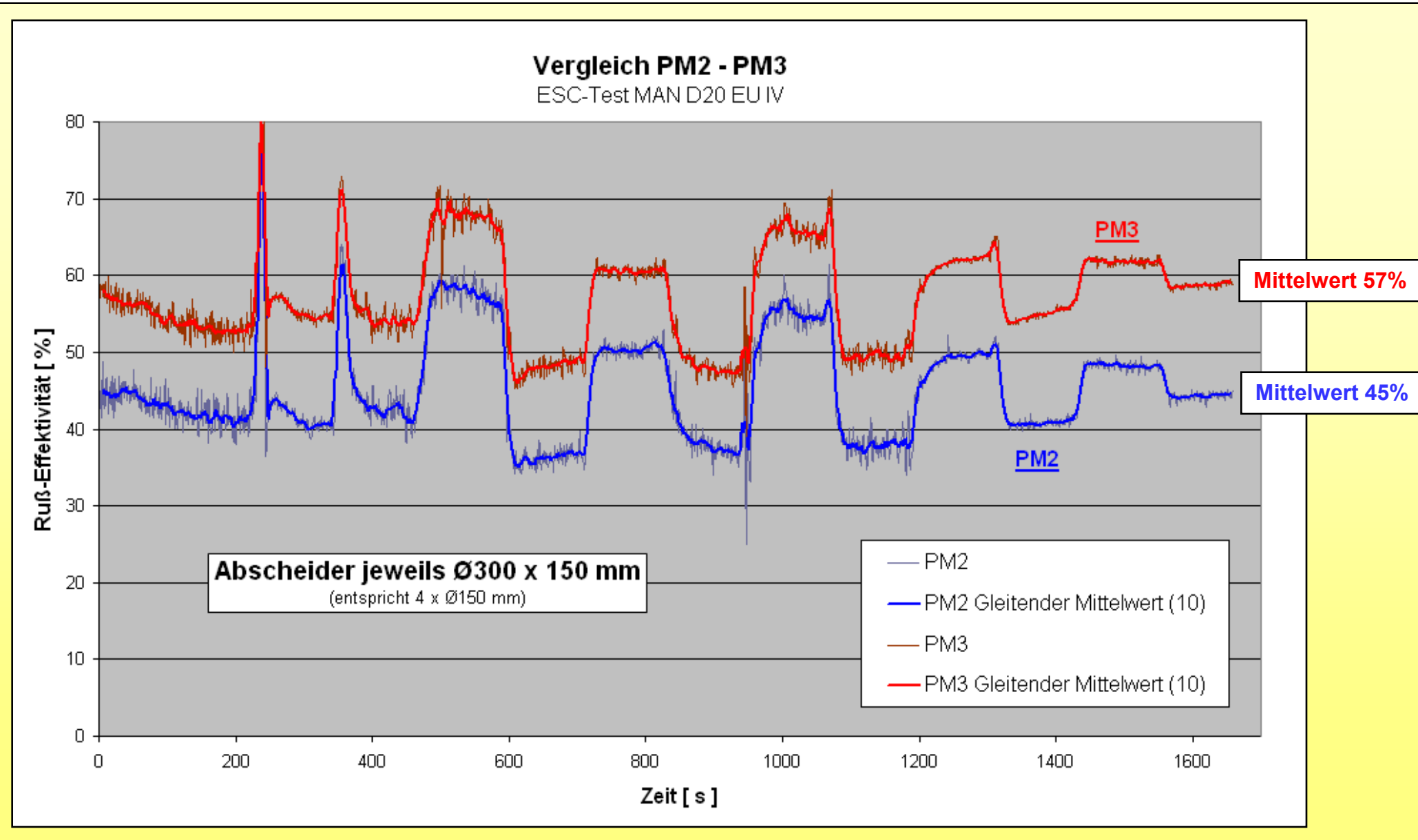
Schaufeln in Nachbarkanälen gleichgerichtet,
auf 150 mm Trägerlänge 9 + 9 Schaufeln



Weiterentwicklung (PM3)

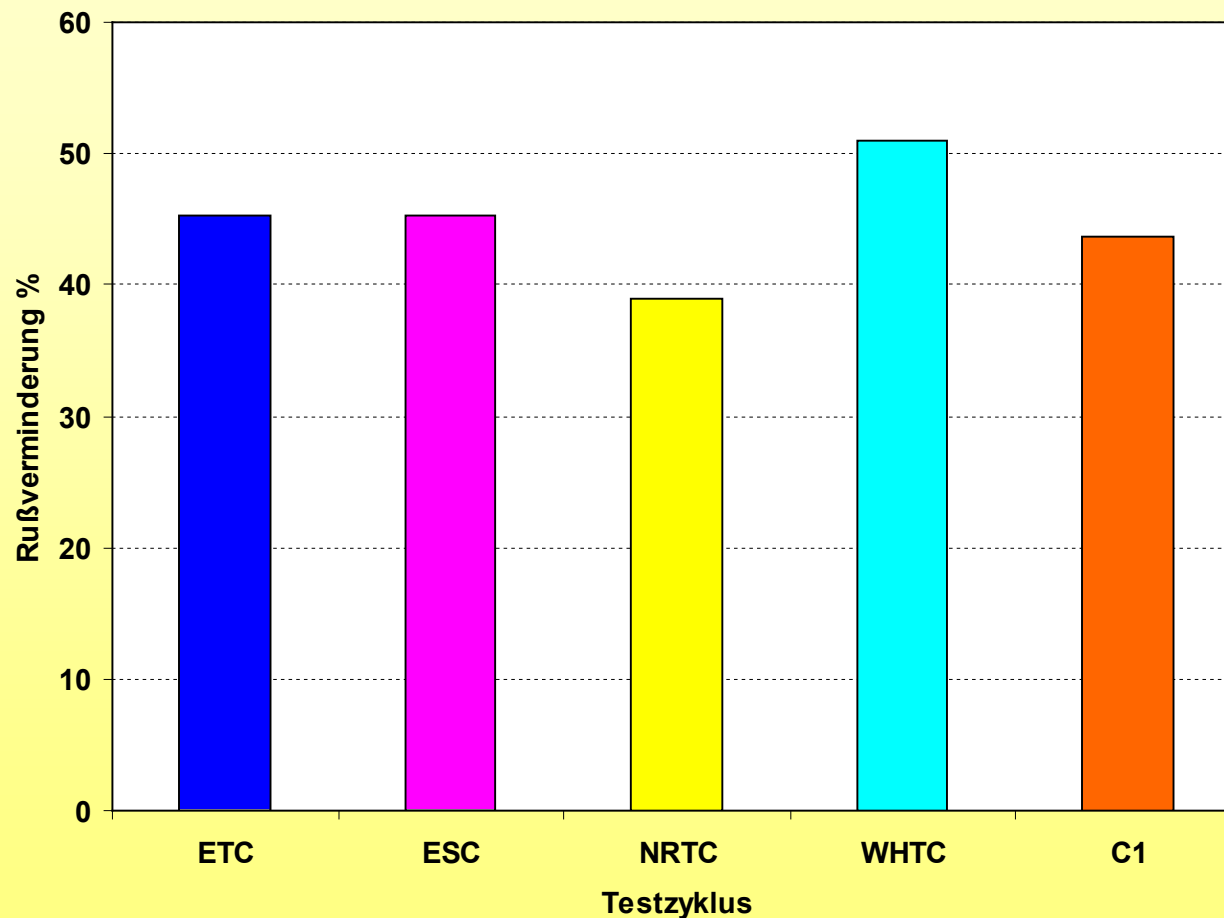
Schaufeln in Nachbarkanälen mit alternierender
Ausrichtung, auf 150 mm Trägerlänge
11 + 11 Schaufeln

Vergleich der Mischerfolie PM2 / PM3



Steigerung der Ruß-Effektivität (MSS-Messtechnik)

Oxikat Ø 300 x 74,5 mm, 200TS; Abscheider Ø 300 x 150 mm, Vlies 22 µ

**Oxidationskatalysator:**

Ø 254 mm x 101.5 mm,
Volume 5.143 dm³,
200/400 cpsi LS/PE, 40 µm,
coating 40 g Pt/ft³

PM Metalit:

Ø 254 mm x 150 mm,
Volume 7.601 dm³,
200 cpsi PM2B, 22 µm

Motor:

Leistungsbereich 200 kW,
Fahrzeug- und Geräte-
Einsatz

Messung FEV Aachen

PM Metalit Testergebnisse in verschiedenen Testzyklen

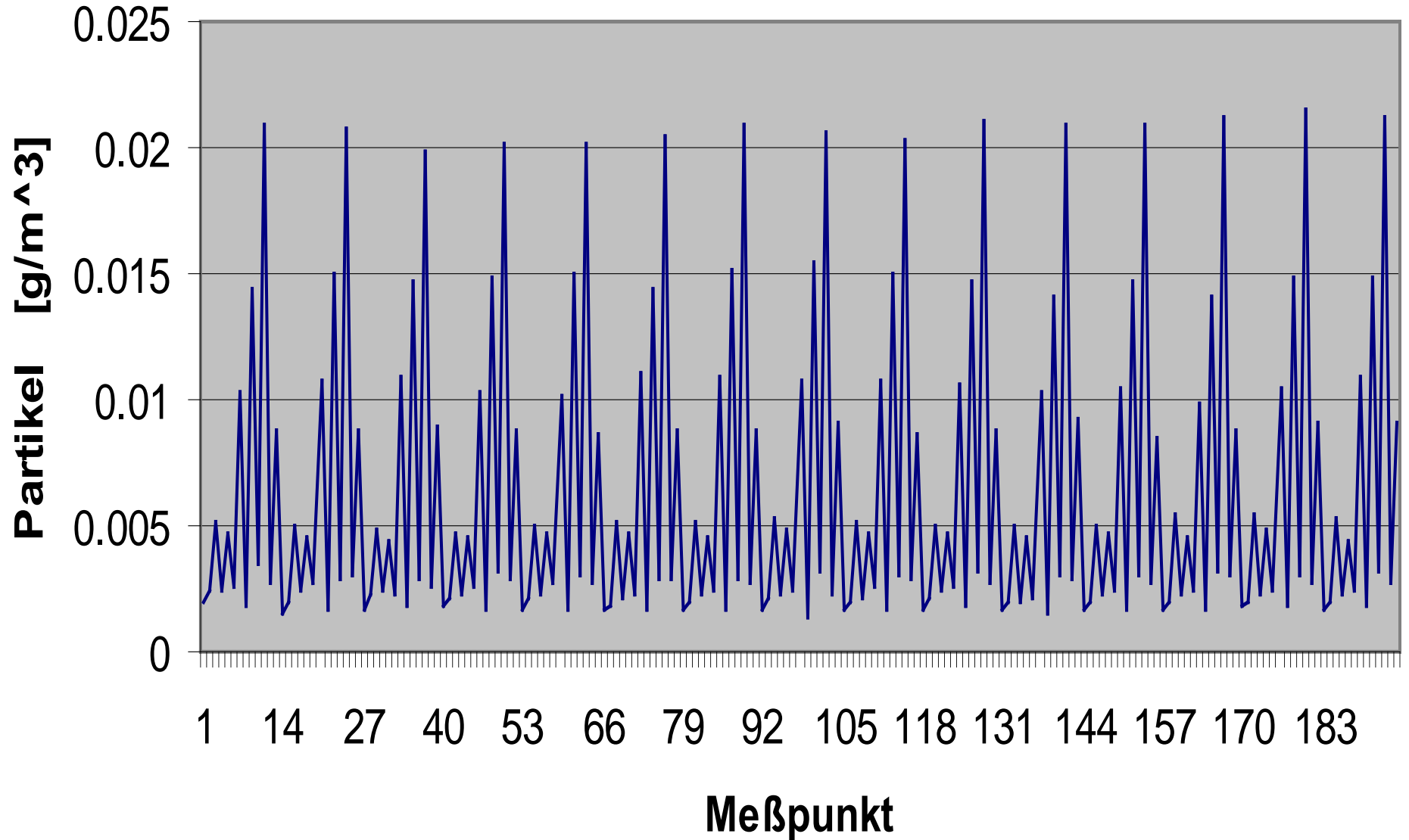
Berechnung auf Basis von Rauchwerten in gewichteten, repräsentativen Testpunkten

Measurements on an On-Road/Off-Road HDD Engine

ESC-Test - series

Raw Emission

Calculated from Smoke Correlation



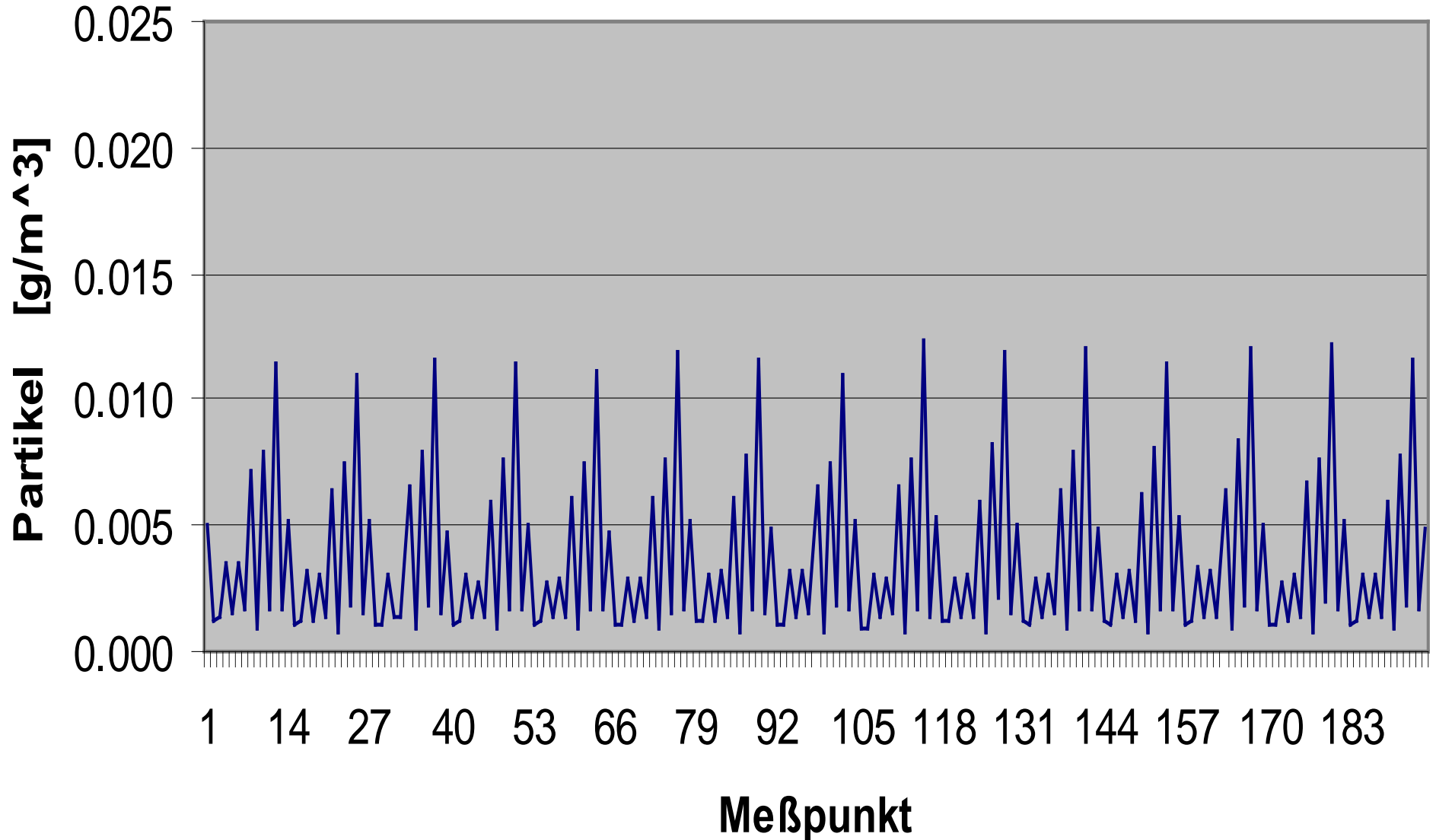
18716 AP4 22.11.2007

Measurements on an On-Road/Off-Road HDD Engine

ESC-Test - series

PM-Cat 2 (730)

Calculated from Smoke Correlation



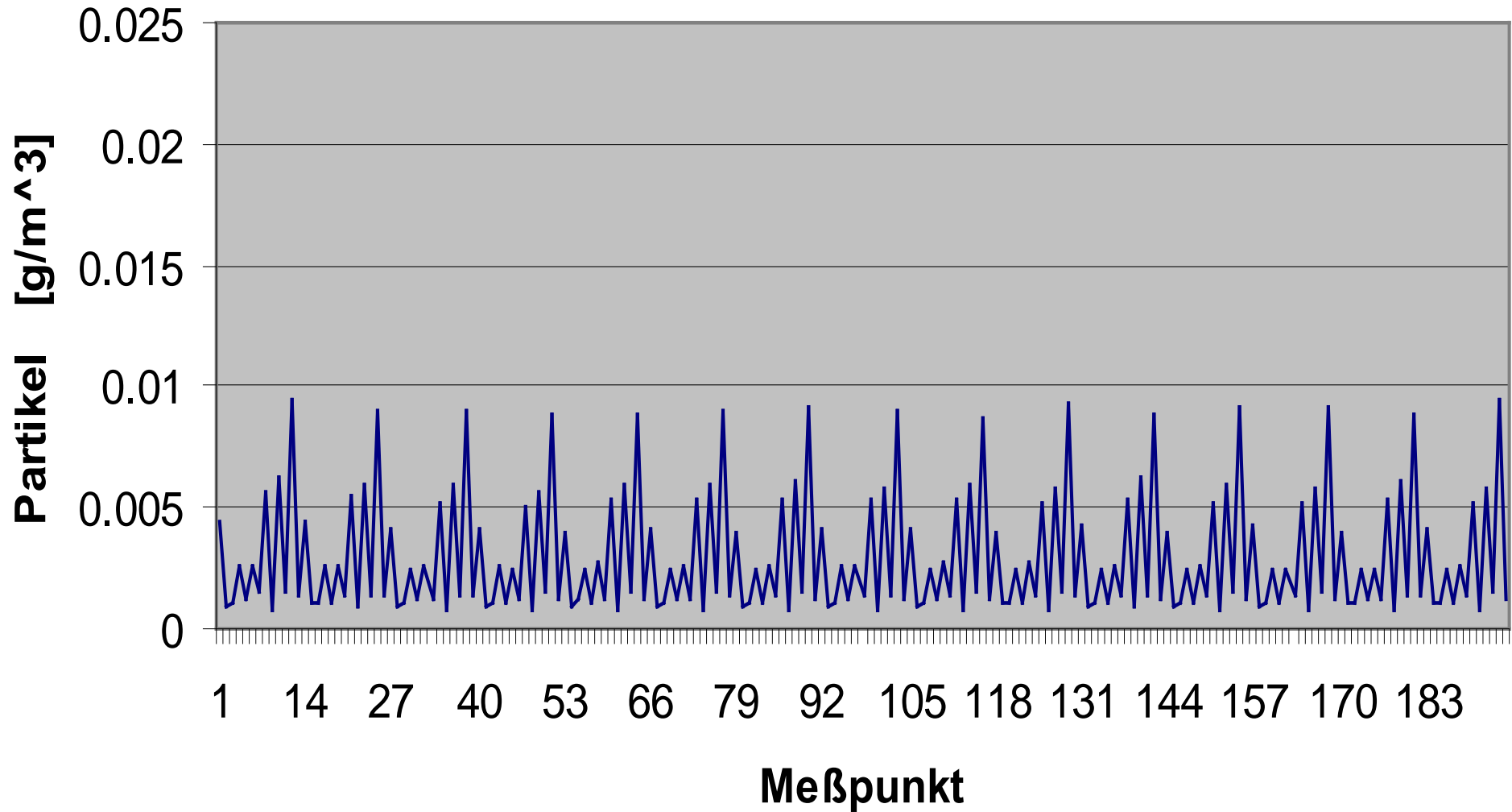
18716 AP4 22.11.2007

Measurements on an On-Road/Off-Road HDD Engine

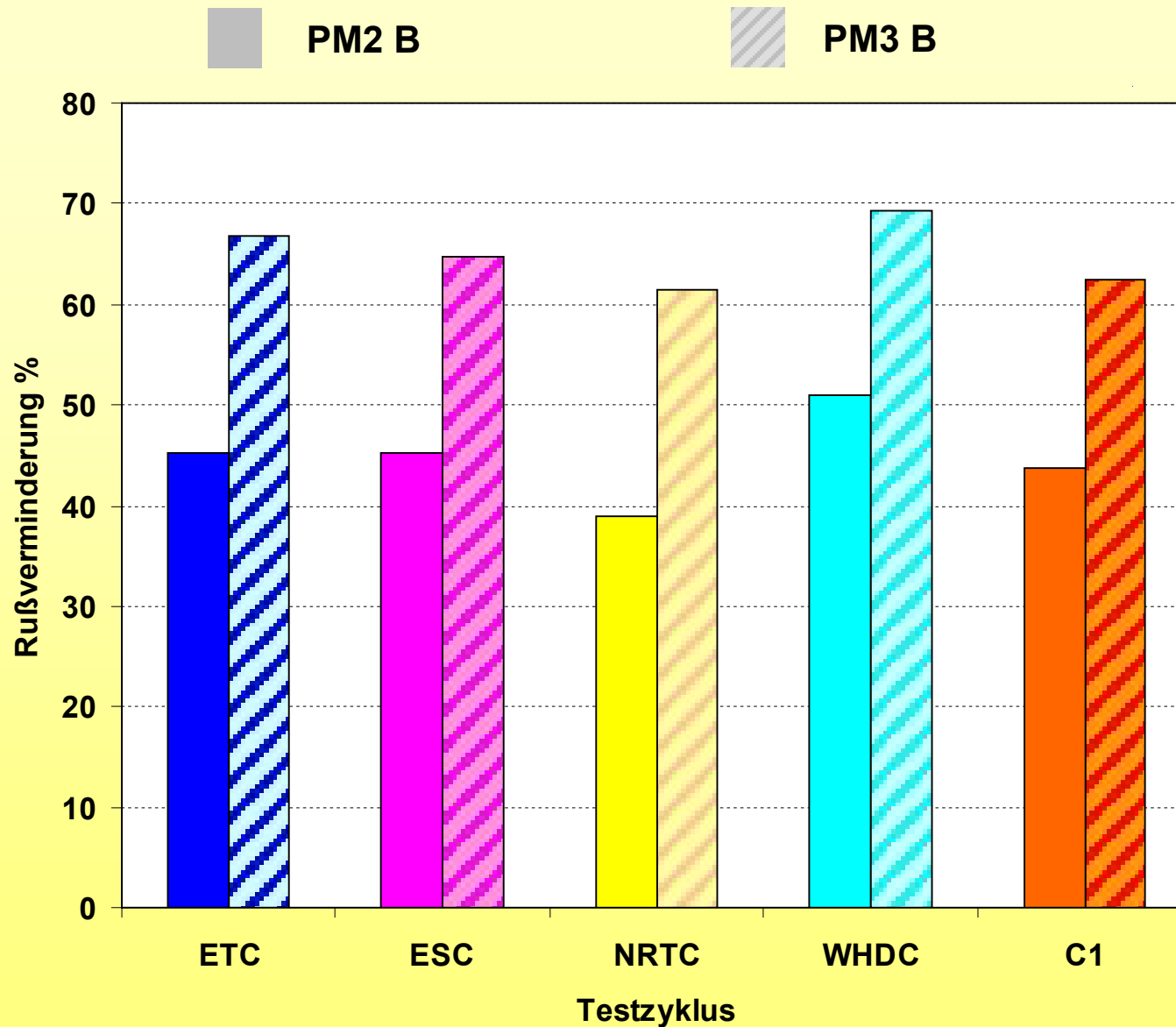
ESC-Test – series

PM-Cat 3 (569)

Calculated from Smoke Correlation



18716 AP4 22.11.2007



Vergleich von PM2 B zu PM3 B in verschiedenen Testzyklen

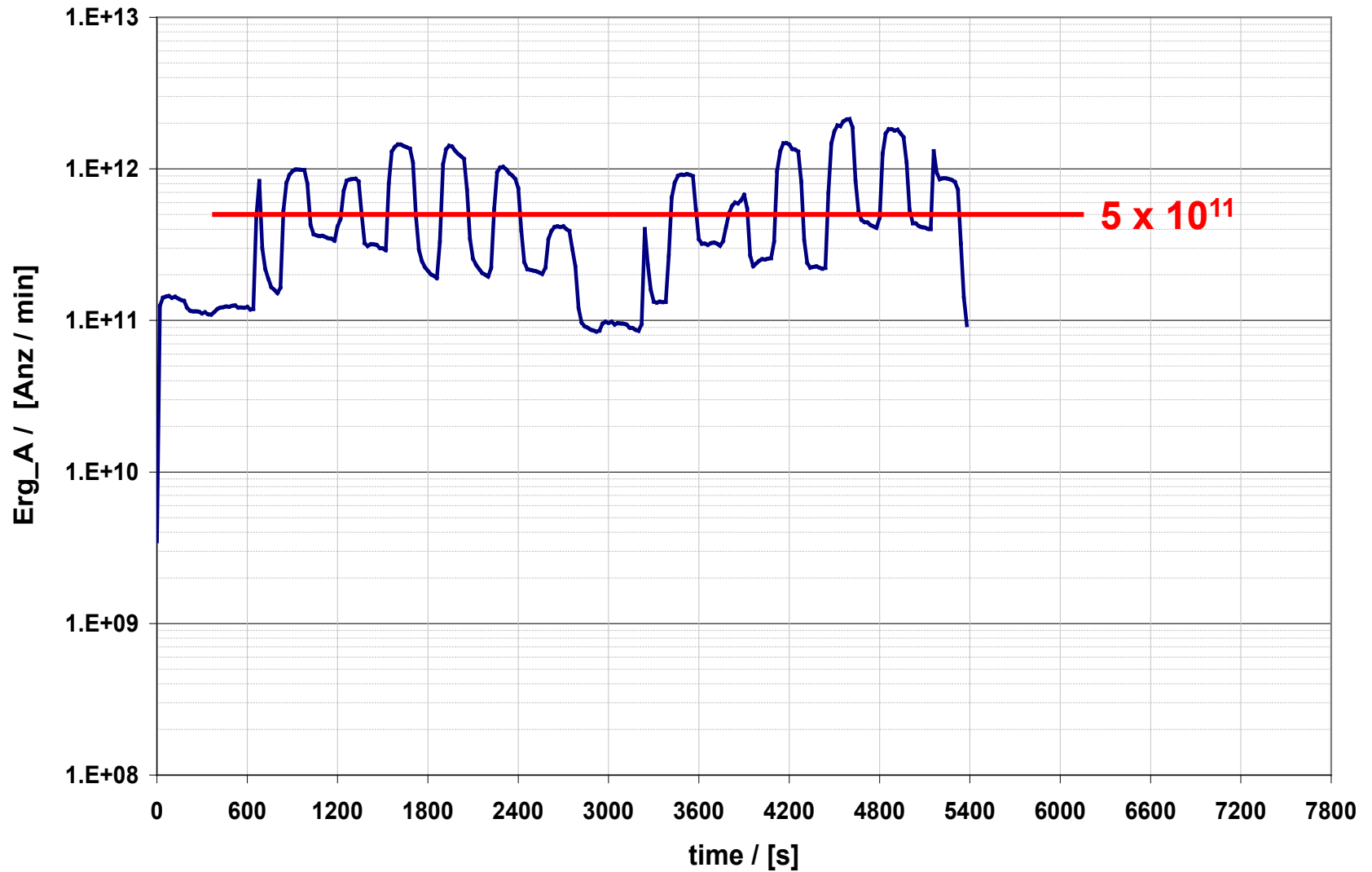
Berechnung auf Basis von Rauchwerten in gewichteten, repräsentativen Testpunkten

Measurements on an On-Road/Off-Road HDD Engine

ESC-Test – series (2x)

Raw Emission

Particle number



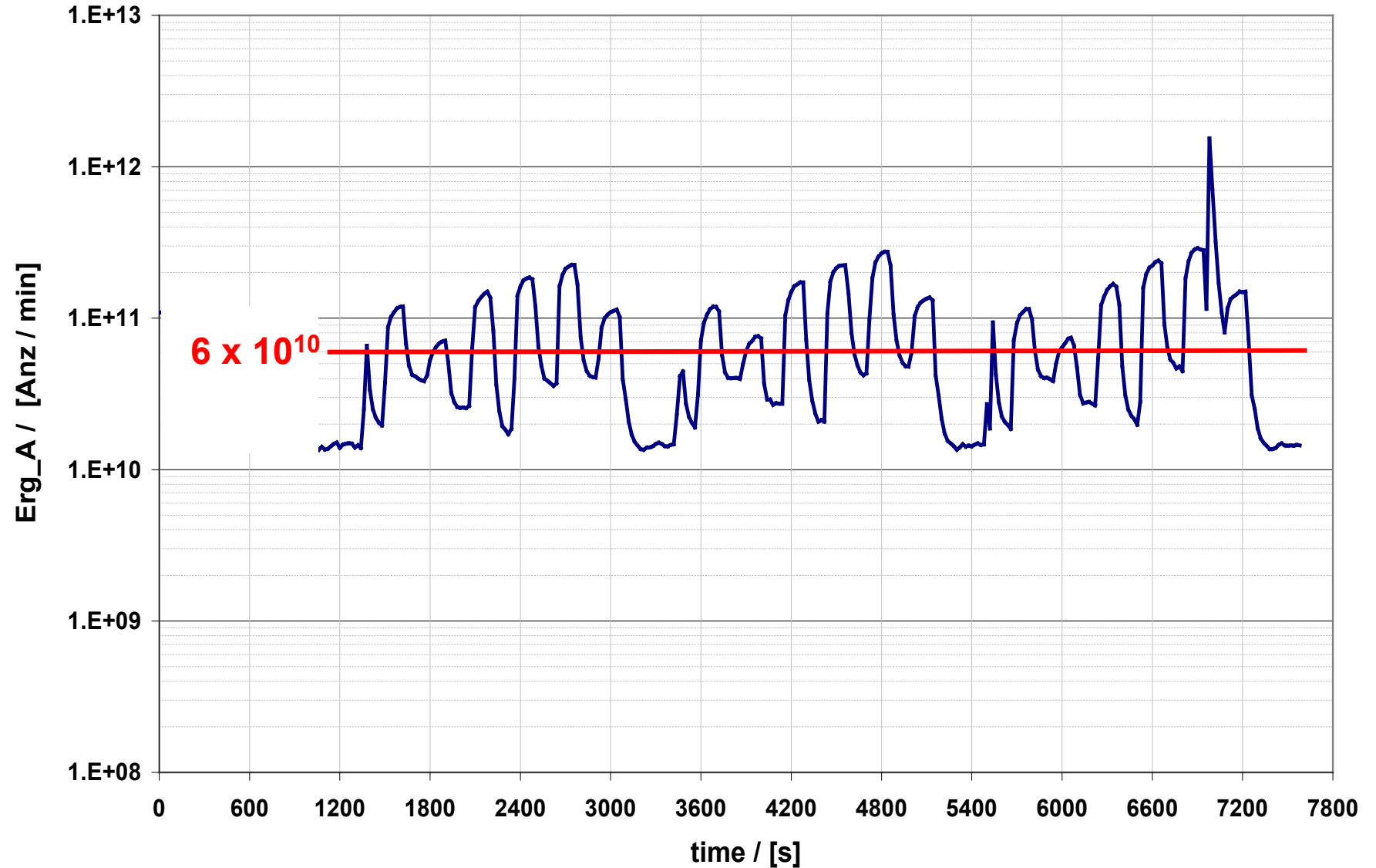
18716 AP4 22.11.2007

Measurements on an On-Road/Off-Road HDD Engine

ESC-Test – series (3x)

PM-Cat 2 (730)

Particle number



18716 AP4 22.11.2007

Rohemission:

Testmittelwert $\approx 5 \times 10^{11}$ Partikel/min (ohne Wichtung)

Testdaue 28 min $\Rightarrow 1.4 \times 10^{13}$ Partikel/Test

Testleistung 110.5 kW

spez. Emission: 2.71×10^{11} Partikel/kWh

Emission mit PM Metalit (PM2B, 150 mm Länge):

Testmittelwert $\approx 6 \times 10^{10}$ Partikel/min (ohne Wichtung)

Testdauer 28 min $\Rightarrow 1.68 \times 10^{12}$ Partikel/Test

Testleistung 110.5 kW

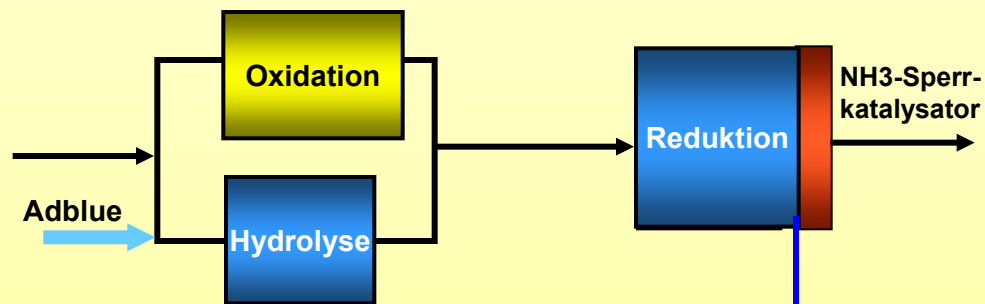
spez. Emission: 3.26×10^{10} Partikel/kWh

Verminderung der spez. Partikel Anzahl-Emission: ≈ 88 %

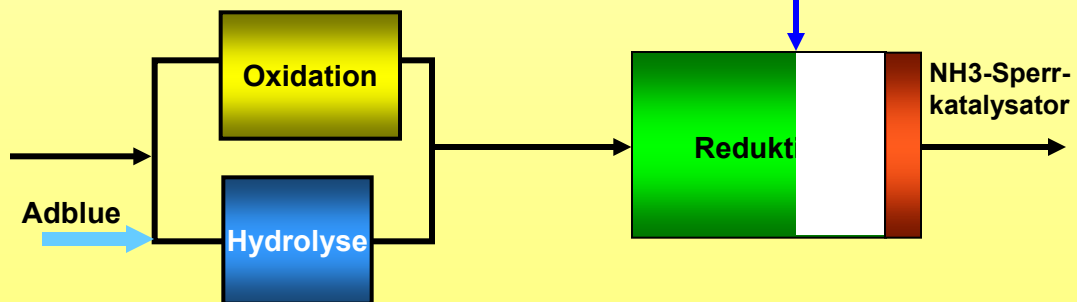
Abschätzung der spez. Partikel Anzahl-Emission

Kombinierte NOx- und Partikel-Reduktion das SCRi-System

System mit LSPE Reduktionsträger



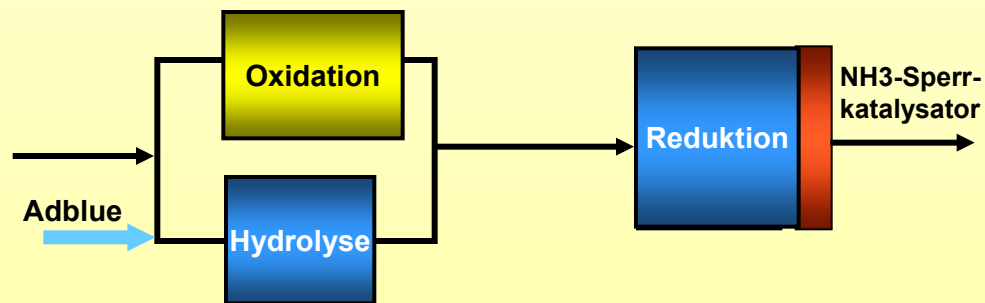
System mit Vollextrudat



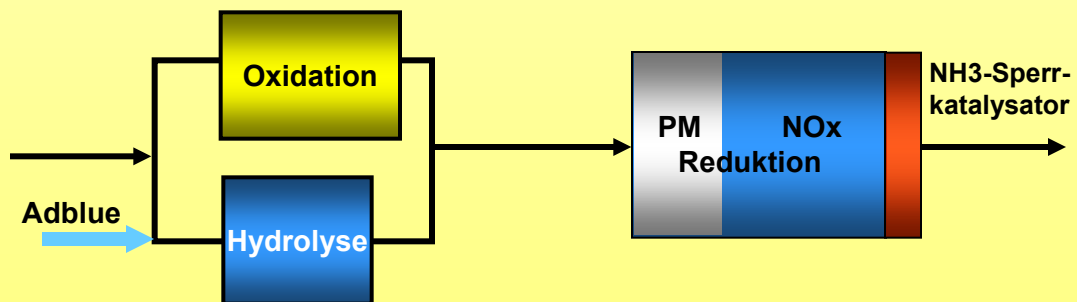
Vergleich der Reduktionsleistungen

6-Zylinder Nfz-Motor, EU V (seriennah), CR, ohne AGR, 326 KW

System mit LSPE Reduktionsträger

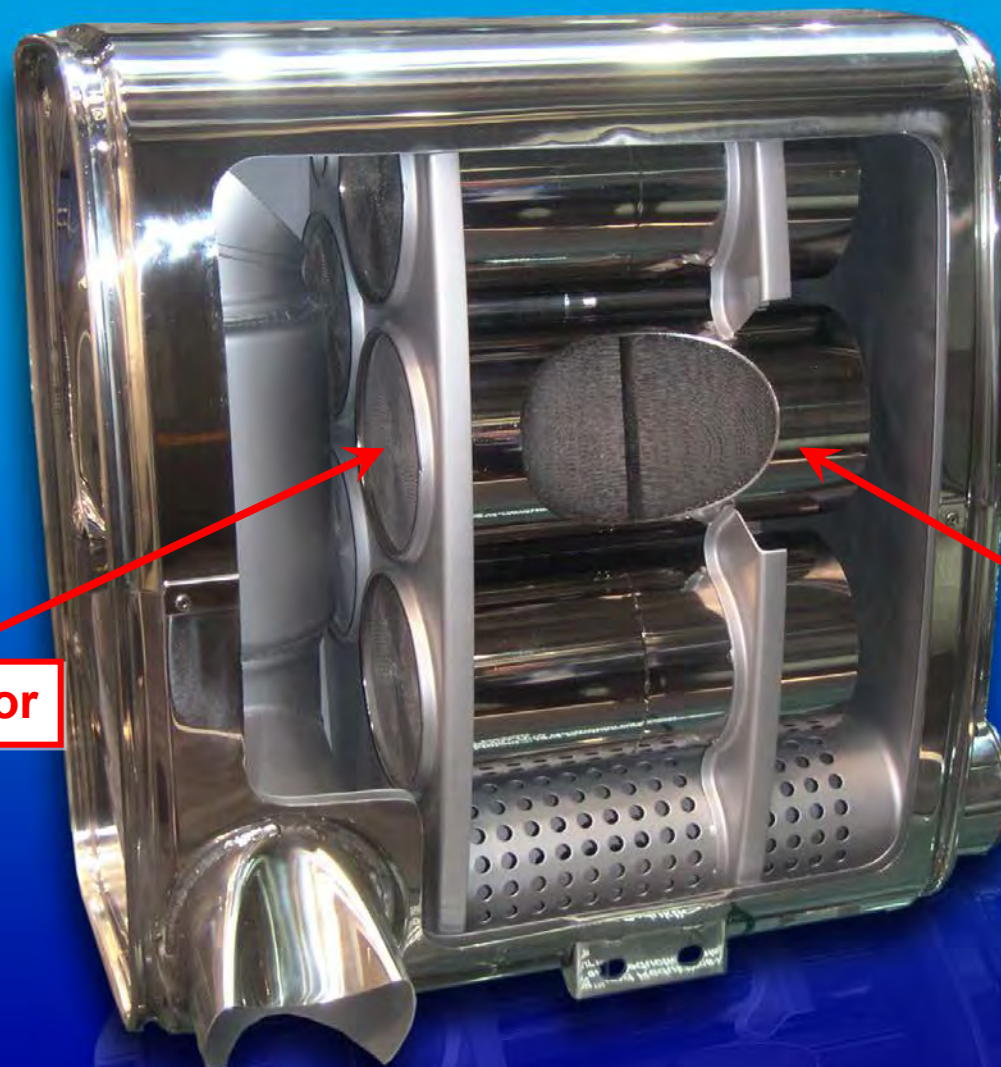


SCRi - System



Vergleich der Reduktionsleistungen

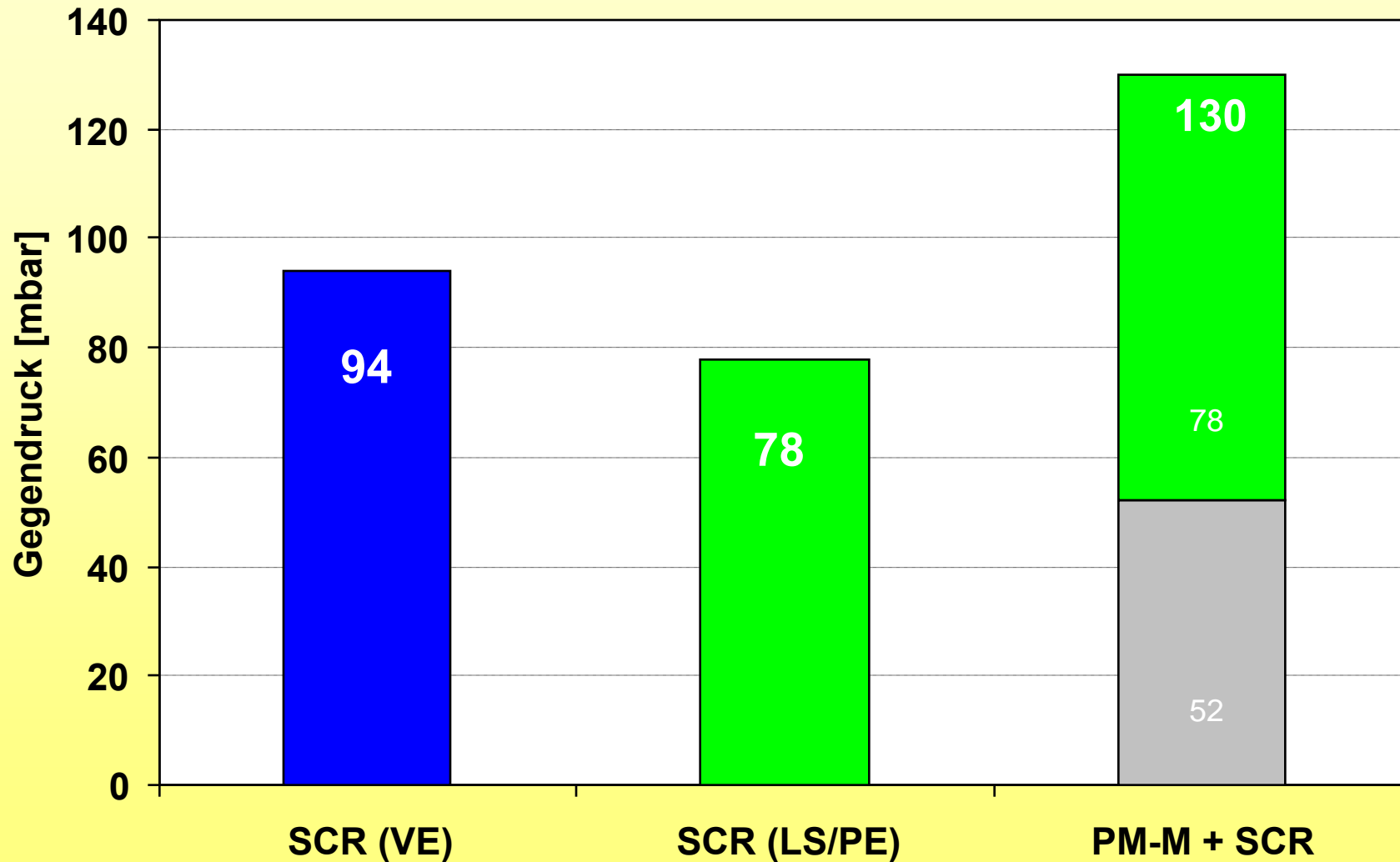
6-Zylinder Nfz-Motor, EU V (seriennah), CR, ohne AGR, 326 KW



Reduktionskatalysator

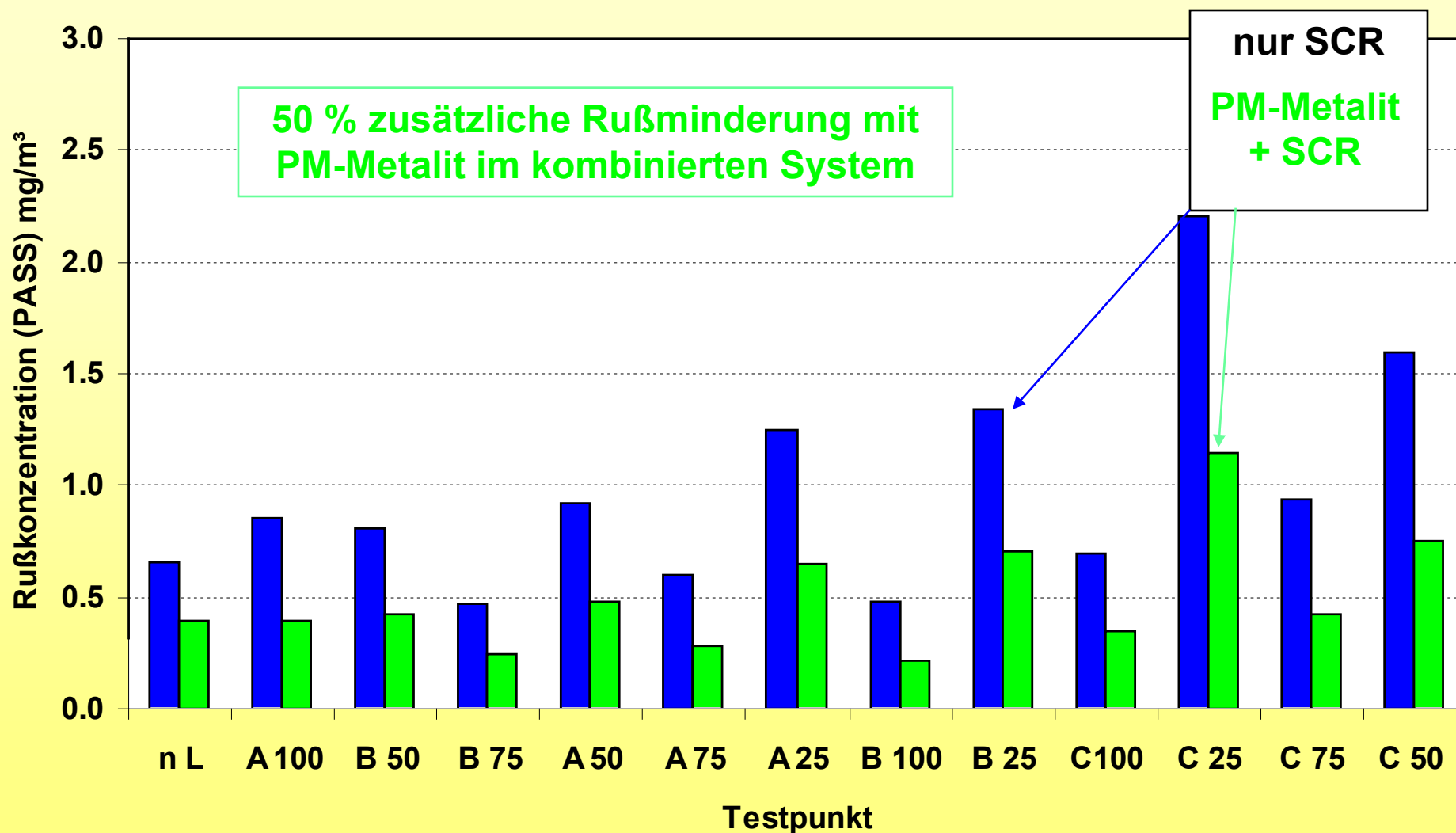
PM Metalit

Schalldämpfer mit Kombination aus PM Metalit[®] und Reduktionskatalysatoren in Modulbauweise



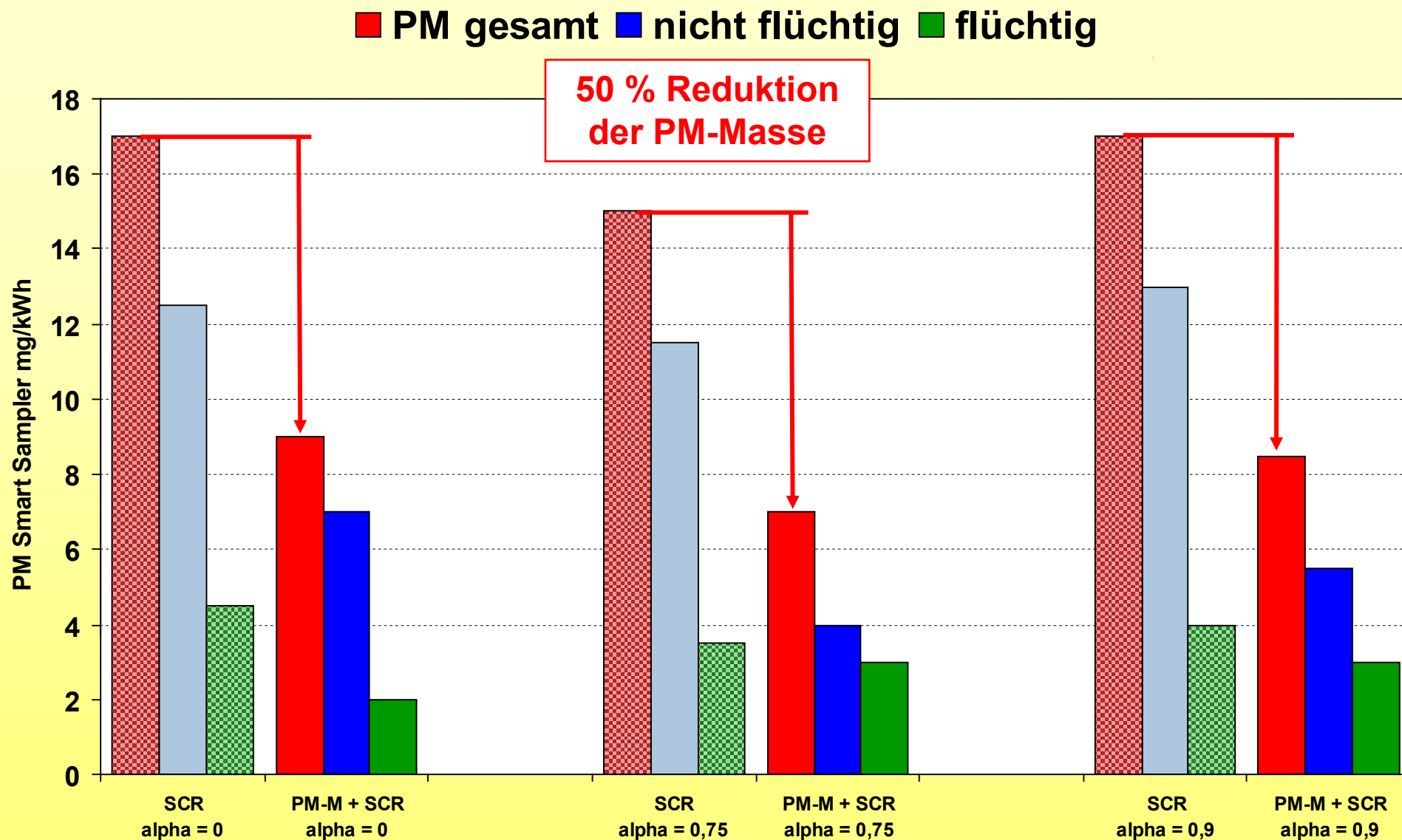
Strömungswiderstand der vermessenen Schalldämpfer ohne Hydrolyse-Katalysator bzw. Voroxidationskatalysator

■ Vollextrudat ■ mit PM Metalit

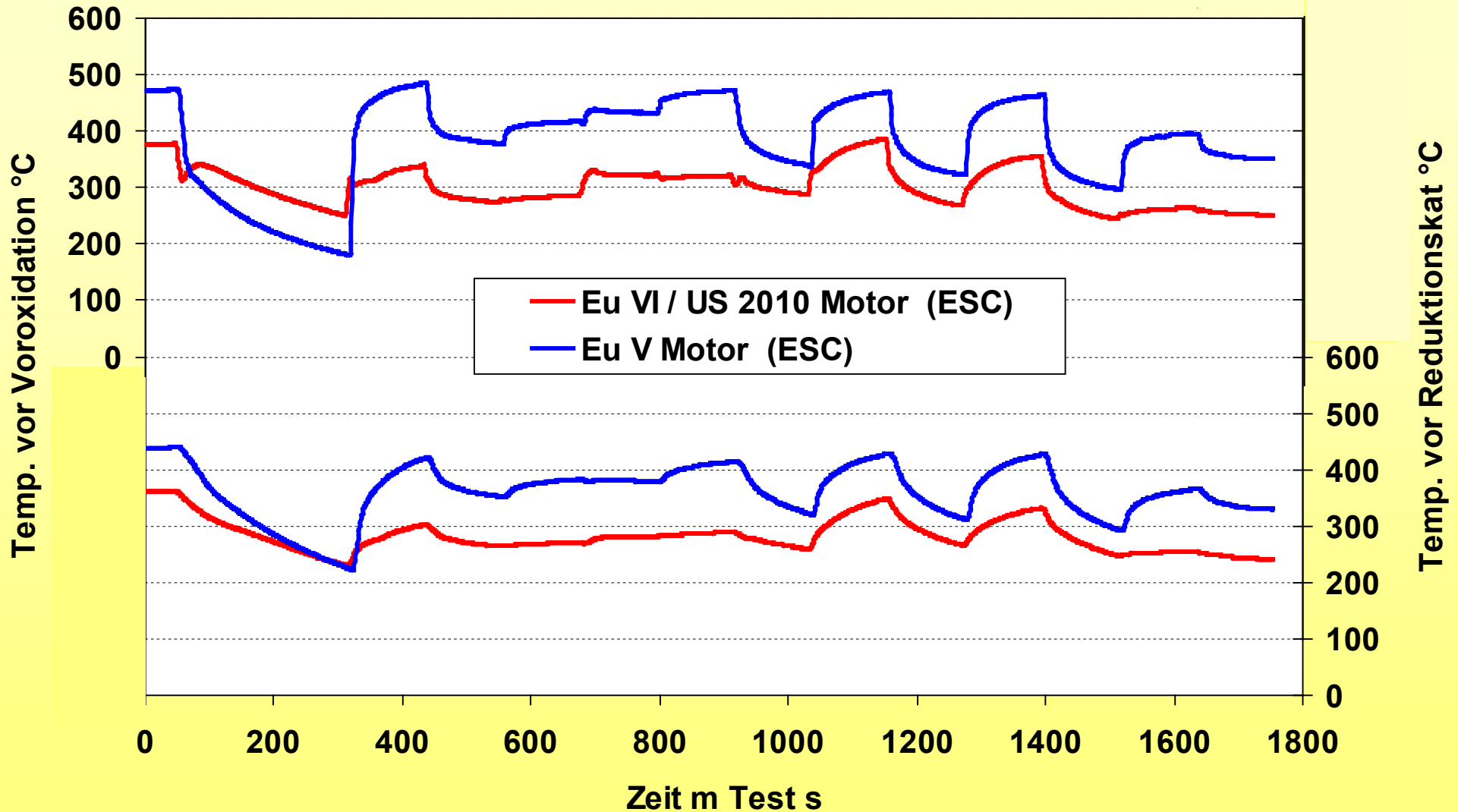


Rußverminderung (PASS) im ESC: SCR / SCRi – System

6-Zylinder Nfz-Motor, EU V (seriennah), CR, ohne AGR, 326 KW

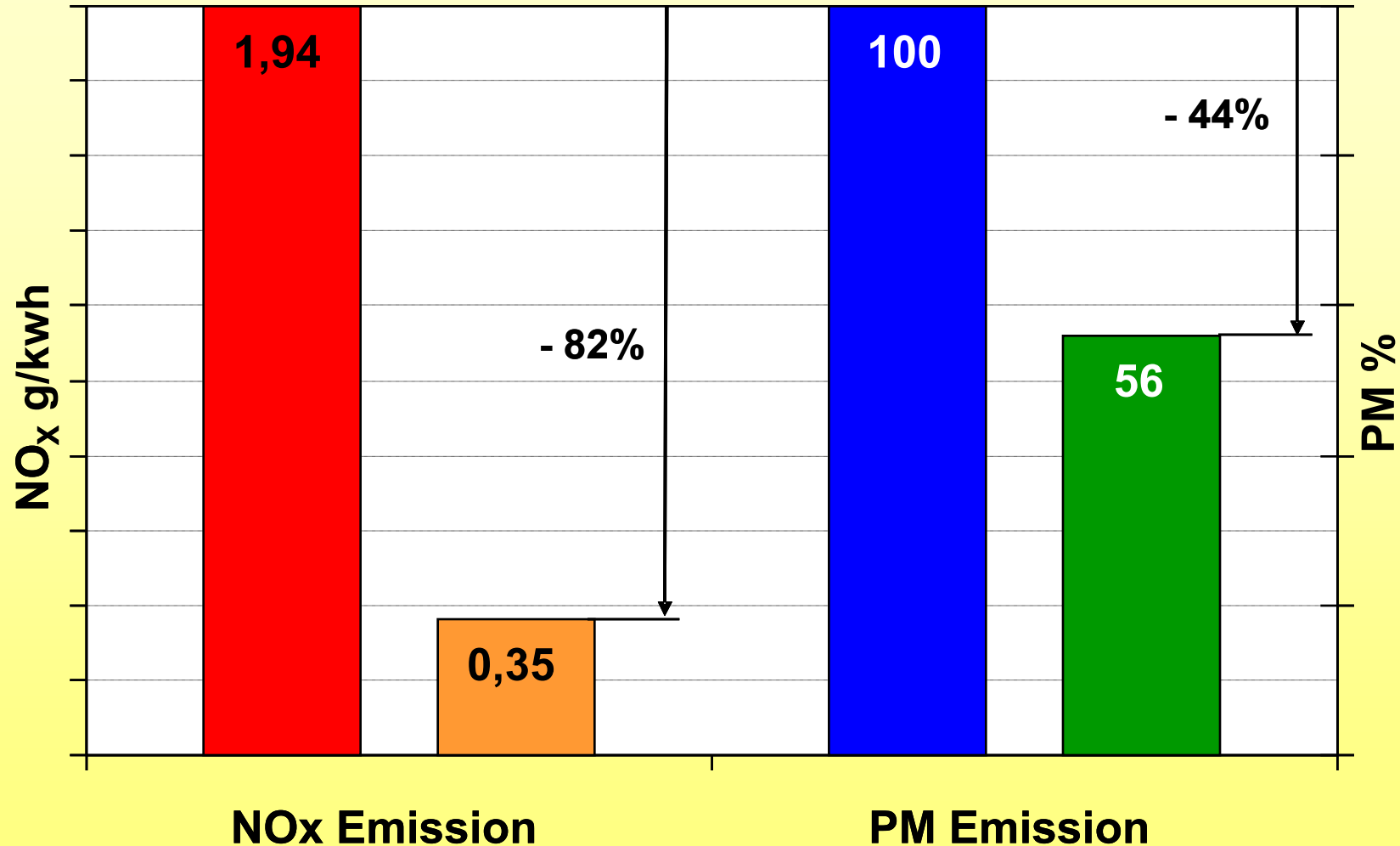


**Partikelemissionen im ETC-Test (α -Variation)
jeweils mit SCR allein im Vergleich zum kombinierten PM-/SCR-System**



Temperaturabsenkung verbunden mit der Motorverbesserung

6-Zylinder Nfz-Motor, Basis US 07 (seriennah) modifiziert auf US 2010, CR, mit AGR, 440 hp

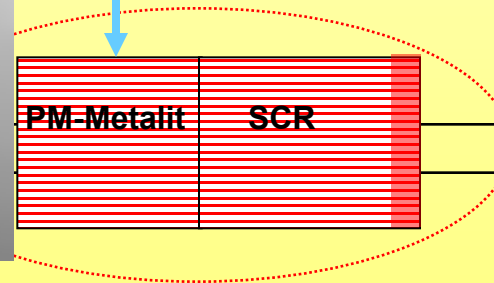
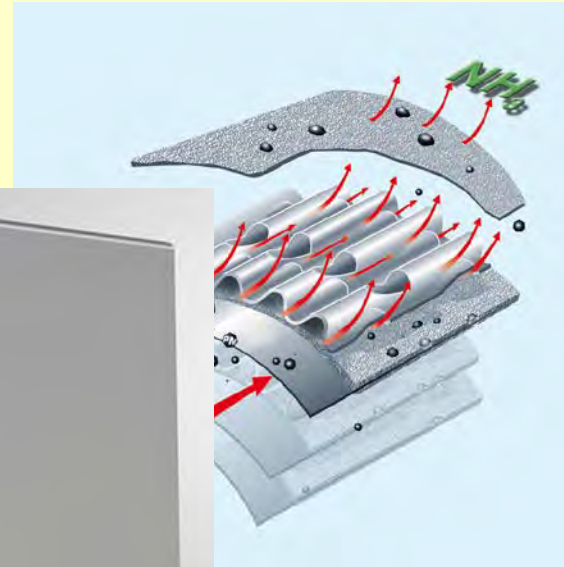


Reduktion von NOx und Partikelemission in einem SCRi- System mit kontinuierlicher Partikel Filtration

modifizierter US 2007-Motor mit Standard-C.R. Einspritzsystem, keine Optimierung der Abgasnachbehandlungsstrategie



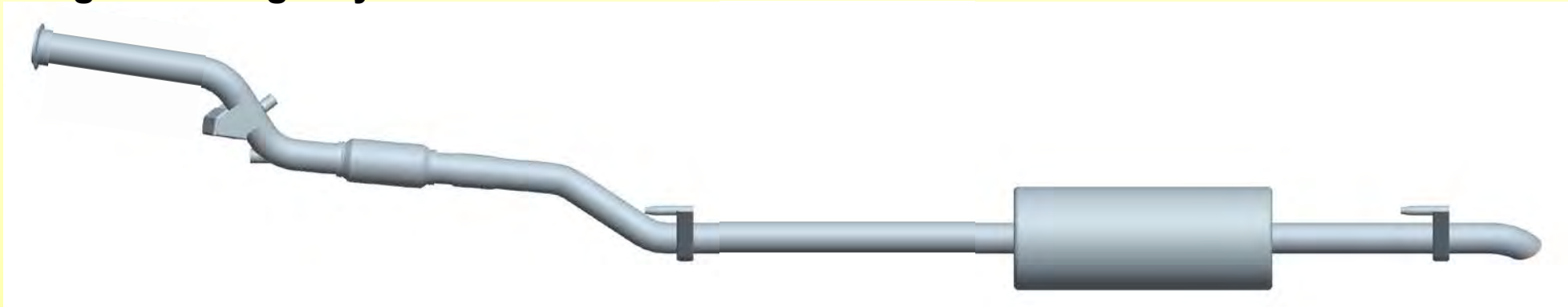
EHC



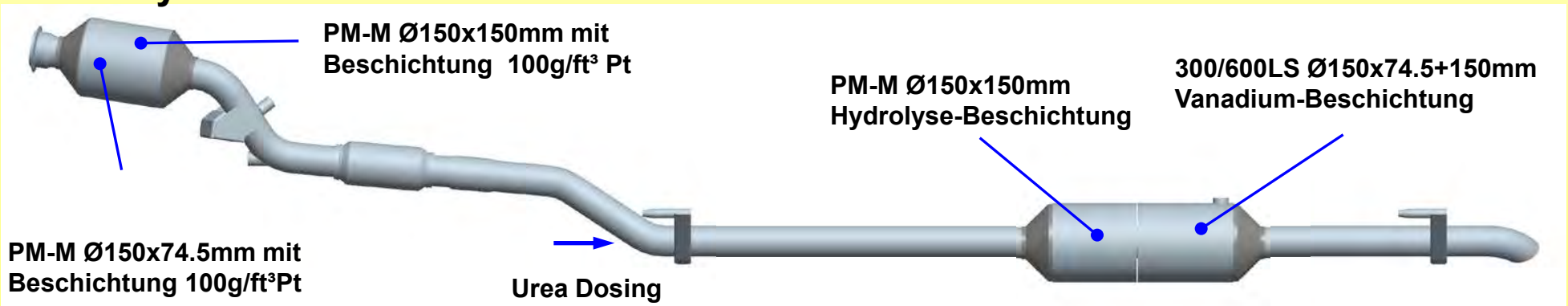
SCR mit integrierter PM-Reduktion (SCRi)

Konfiguration einer kombinierten NOx- und PM-Reduktion – SCRi für ein Verteiler-Fahrzeug

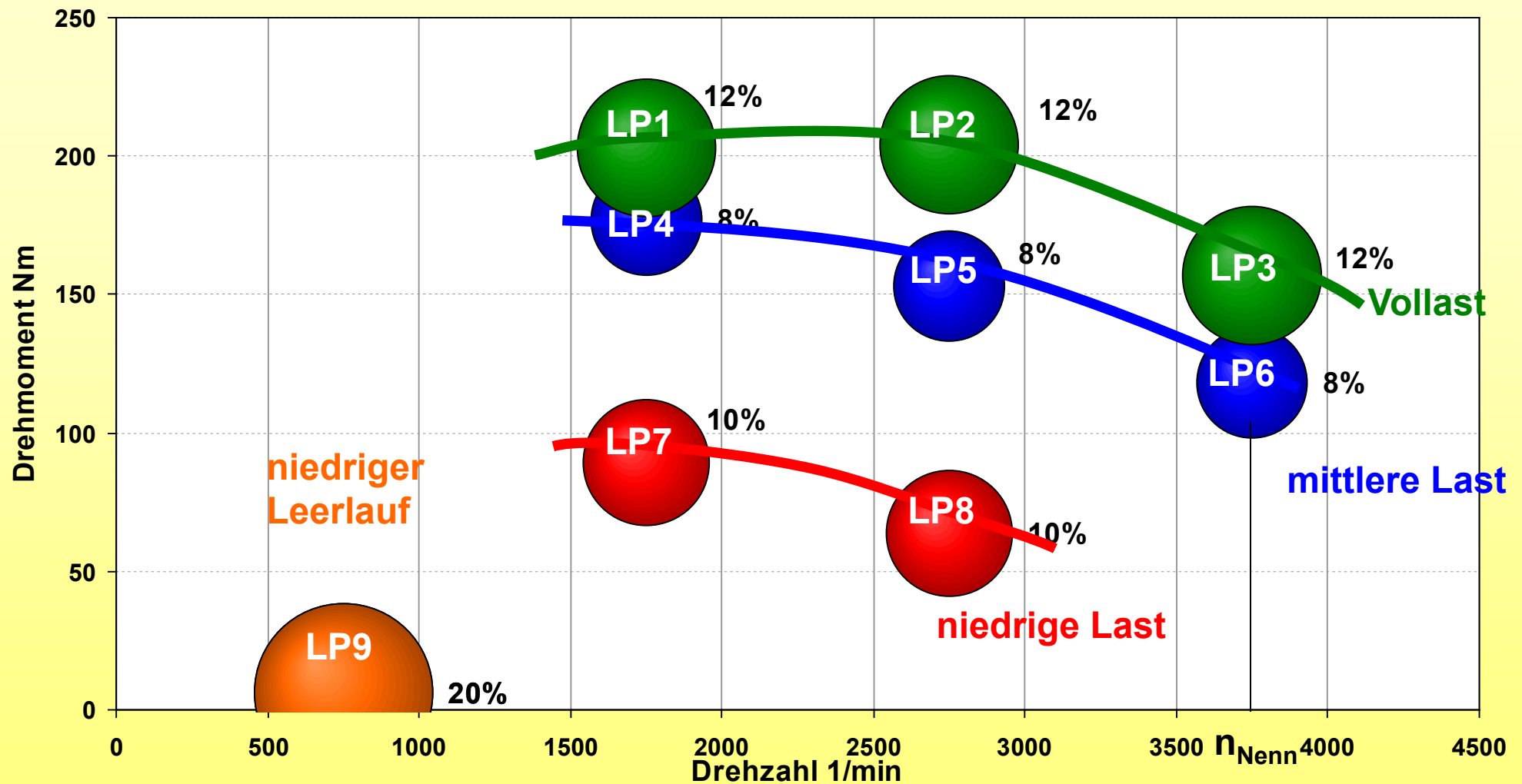
originales Abgassystem



SCRi-System

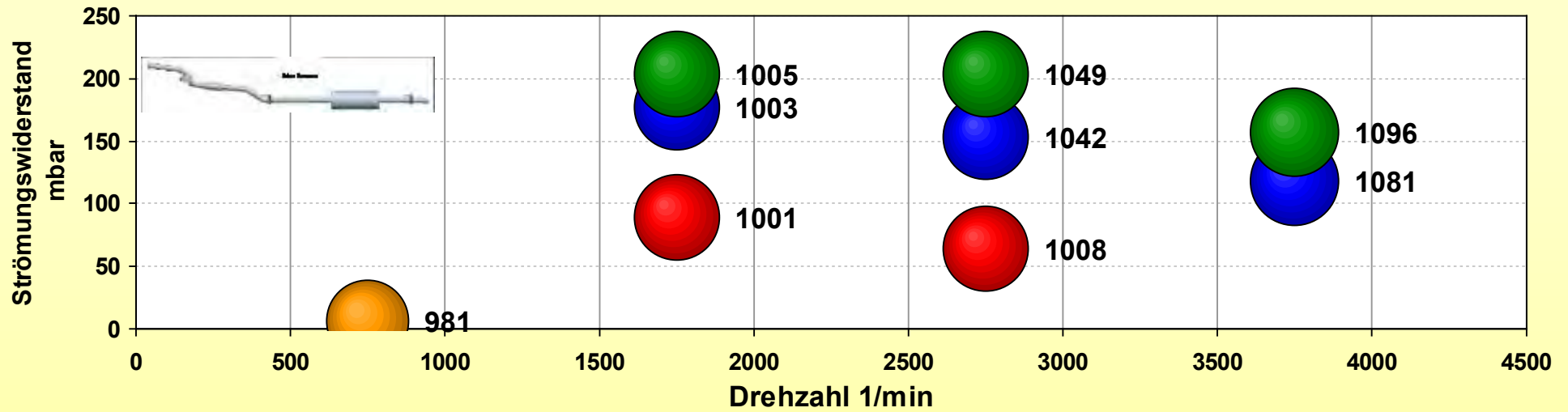


Aufbau des SCRi-Systems im Verteilerfahrzeug

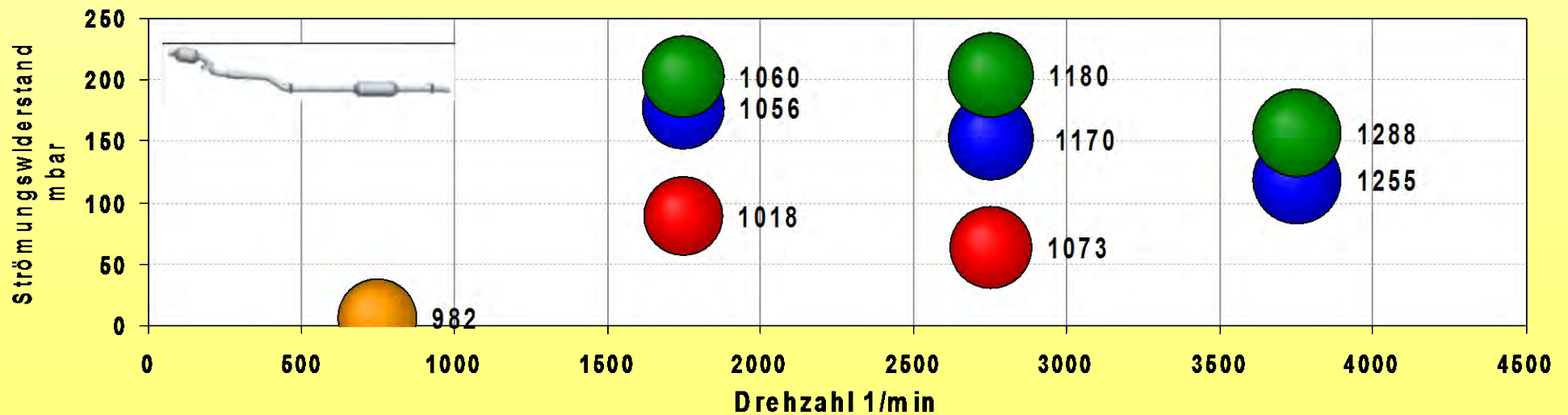


Simulierter ESC-Test mit dem Fahrzeug auf dem Rollenprüfstand

Original-System

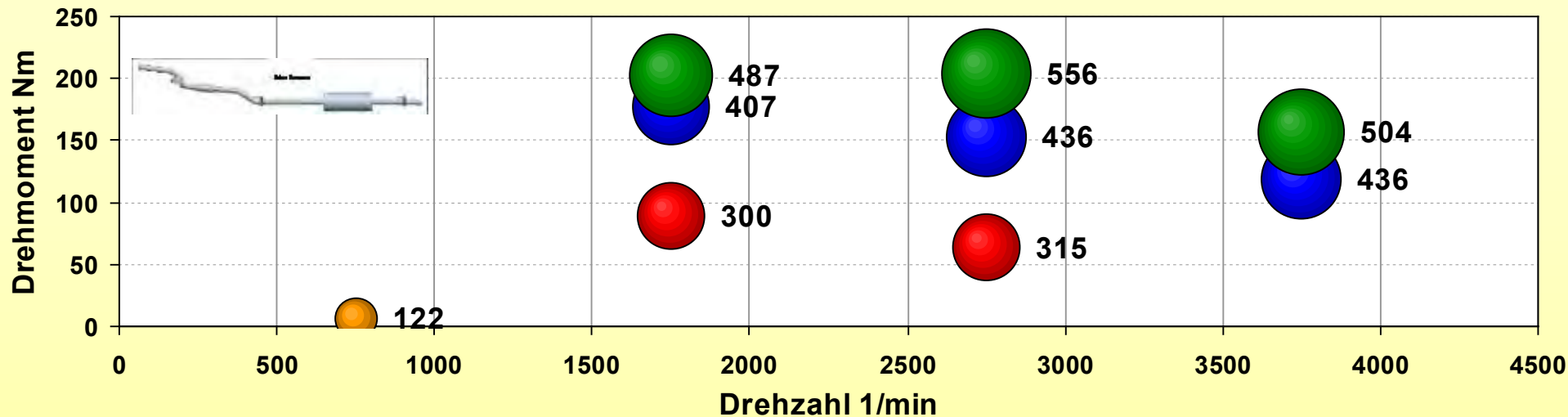


SCRi-System

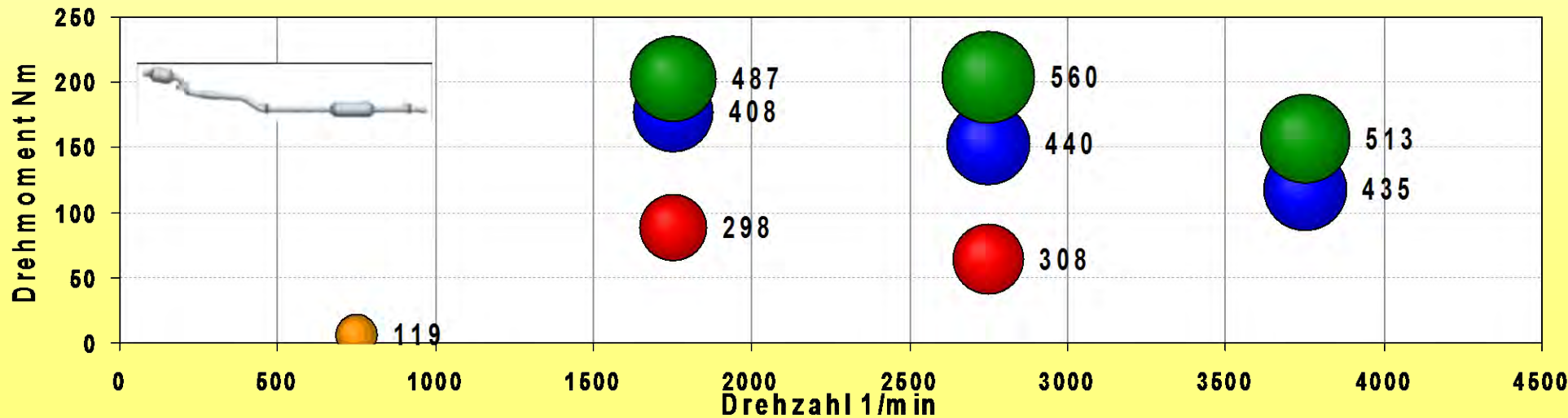


Strömungswiderstand der Abgasanlage (gemessen nach ATL)

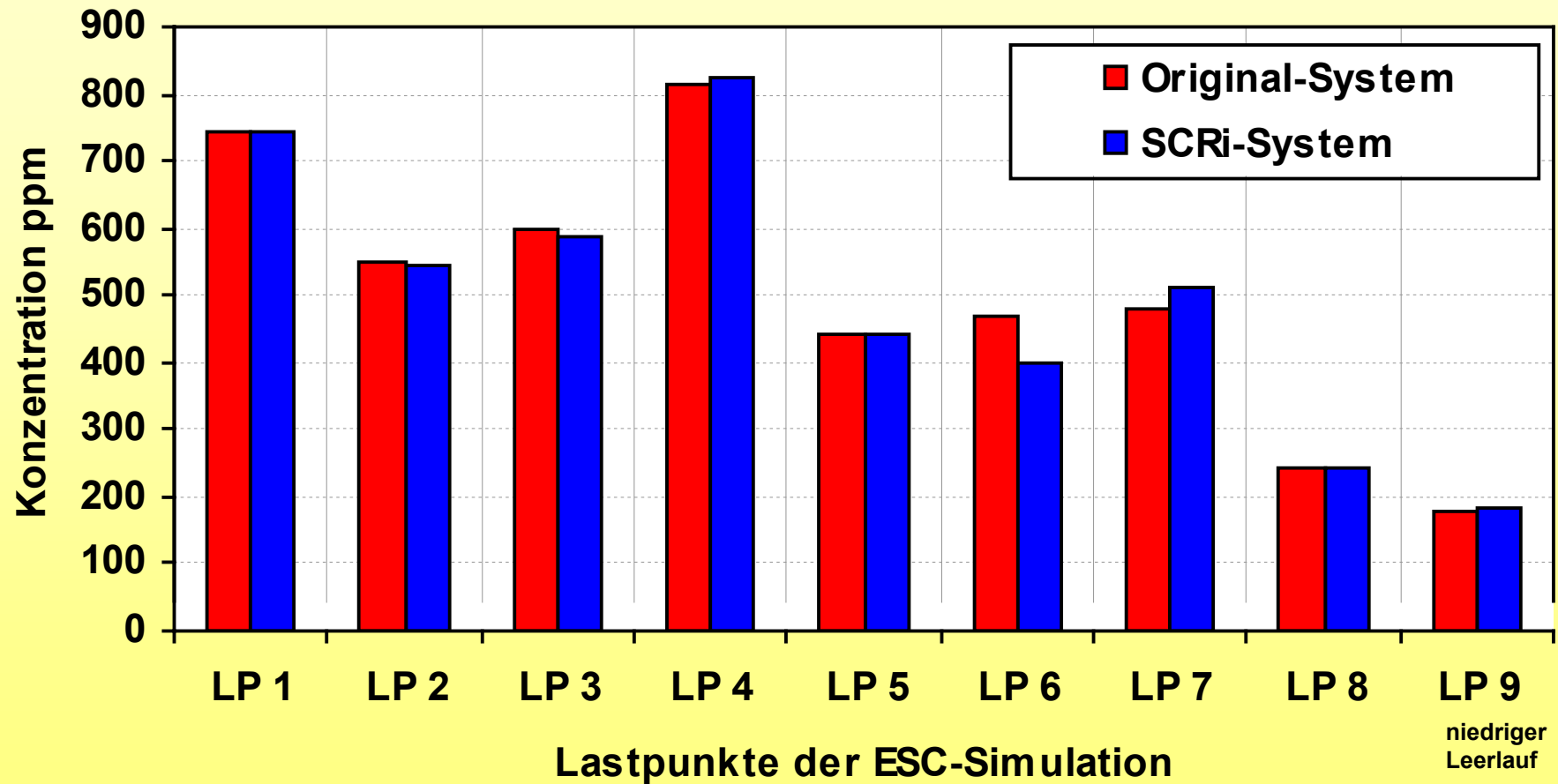
Original-System



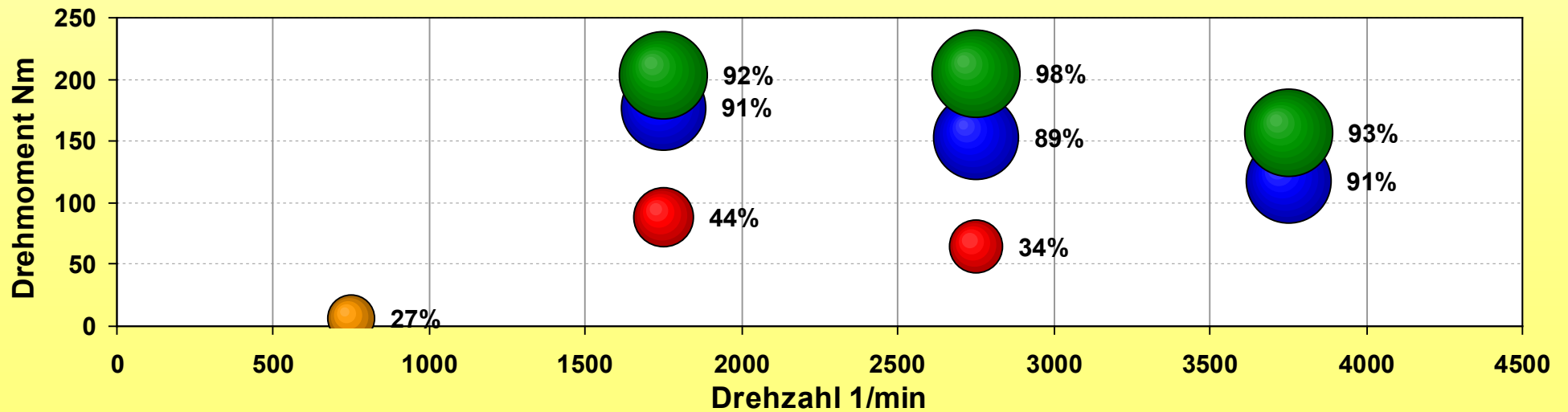
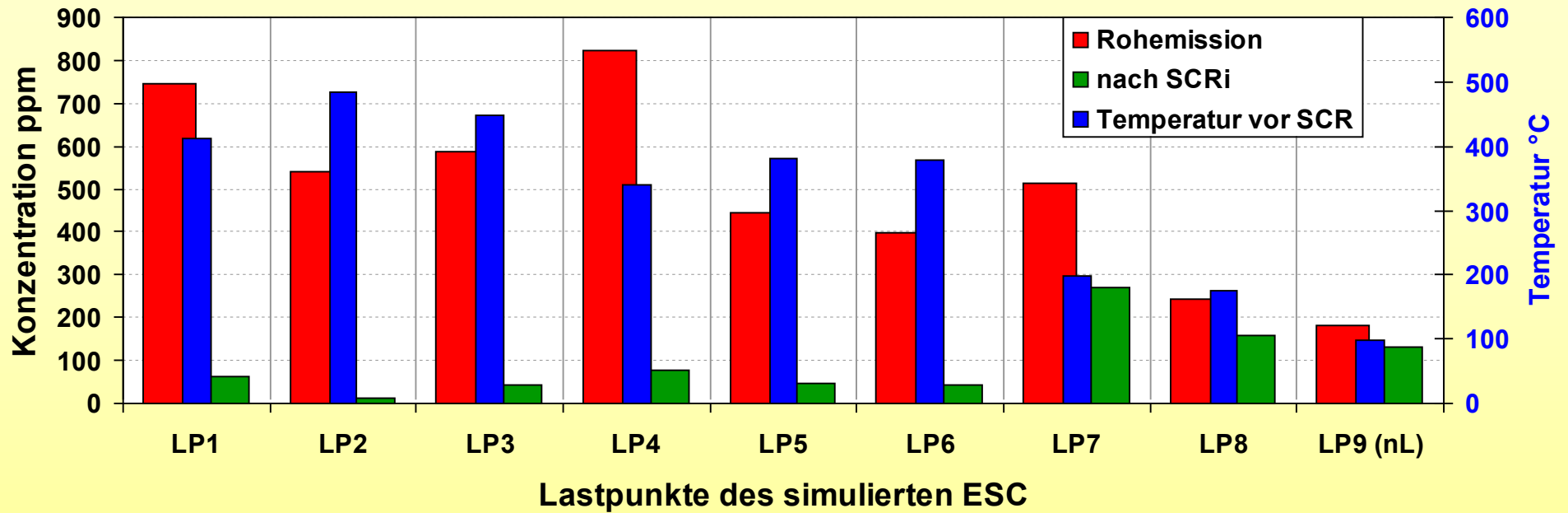
SCRi-System



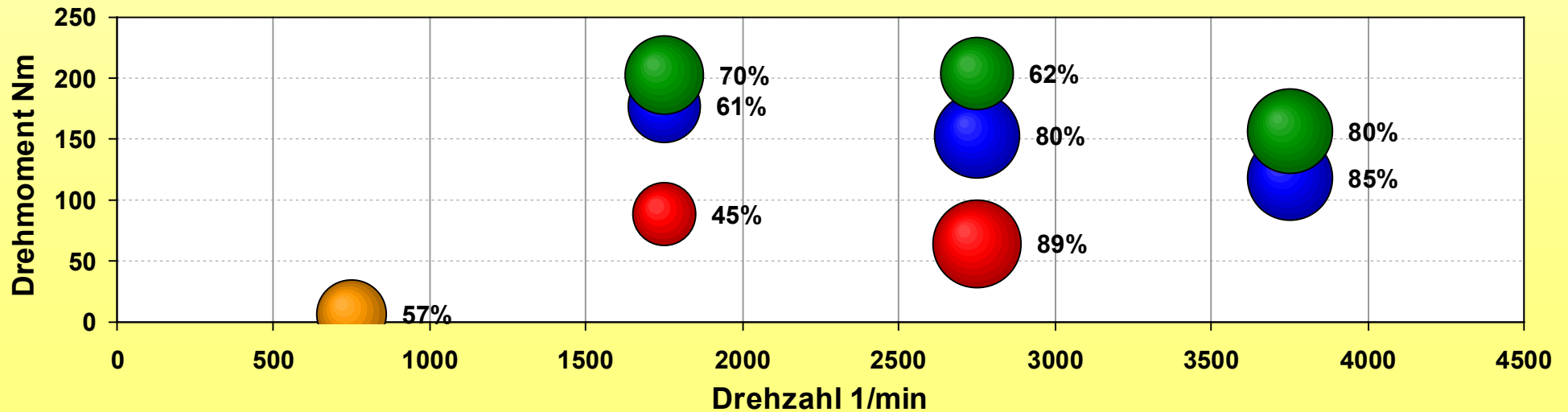
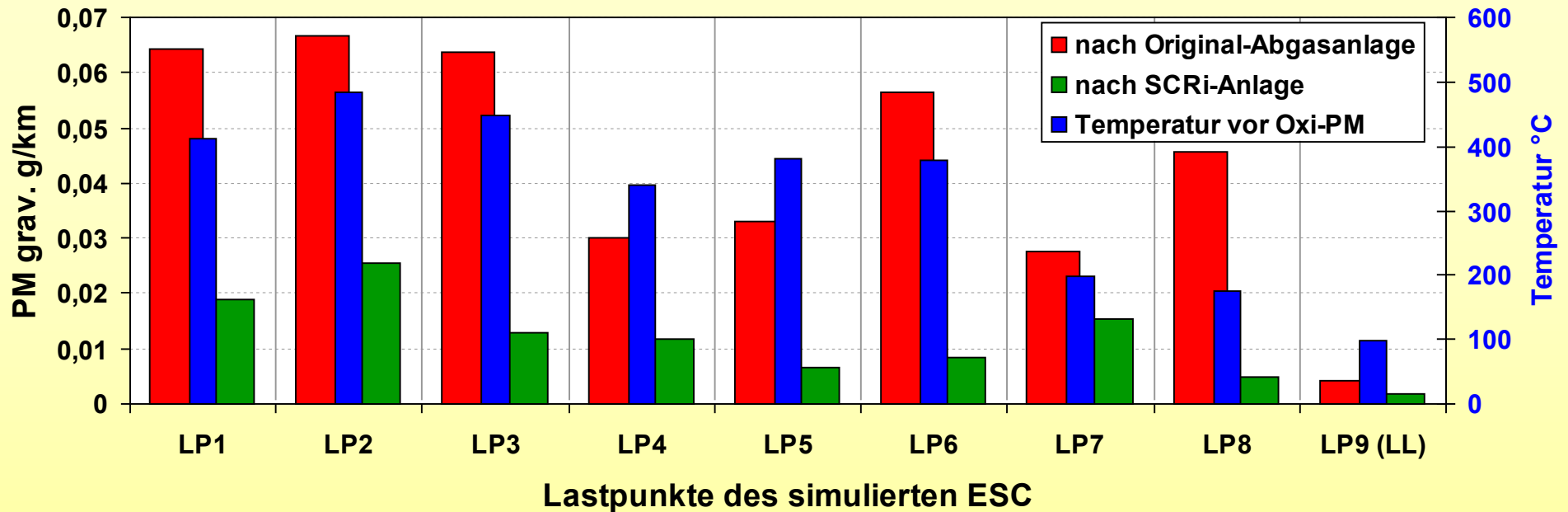
Abgastemperatur nach Abgasturbolader



NOx-Roh-Konzentrationen im simulierten ESC



NOx-Reduktion mit dem SCRi-System



PM-Reduktion mit dem SCRi-System

- ◆ **Einführung zum Thema Abgaskatalyse**
- ◆ **Der Metallträger, Metalit[®]**
- ◆ **Lösungsansätze für das Temperaturproblem**
- ◆ **Entwicklung strukturierter Träger für verbesserte Emissionsminderung (Oxidation/SCR/PM)**
- ◆ **Zusammenfassung**

- ◆ **Auf Metallträgern basierende Katalysatoren vor und Hybridkatalysatoren nach einem Abgasturbolader ermöglichen kompakte Abgasnachbehandlungssysteme**
- ◆ **strukturierte Folien erhöhen durch turbulente Strömung die Effektivität von Katalysatorsystemen und erlauben kompakte und somit kostengünstige Abgasnachbehandlungssysteme**
- ◆ **Die unterschiedlichen Arten der Strukturierung der Träger bieten die Möglichkeit, für eine spezielle katalytische Reaktion jeweils einen besonders geeigneten Träger einzusetzen**
- ◆ **Die Kombination der SCR-Technik, basierend auf strukturierten Trägern, mit einem kontinuierlich die PM Emission vermindernenden Metalit-System – d.h. ohne aktive Regeneration - ist ein sehr effektiver Ansatz für die Erfüllung zukünftiger Grenzwerte**
- ◆ **Kraftstoffverbrauch- und CO₂-Vorteile werden gegenüber anderen Techniken dadurch erreicht, dass keine Zwangsregeneration erforderlich ist und dass das SCRi-System einen vergleichsweise niedrigeren Strömungswiderstand und ein geringeres Gewicht aufweist.**

Zusammenfassung