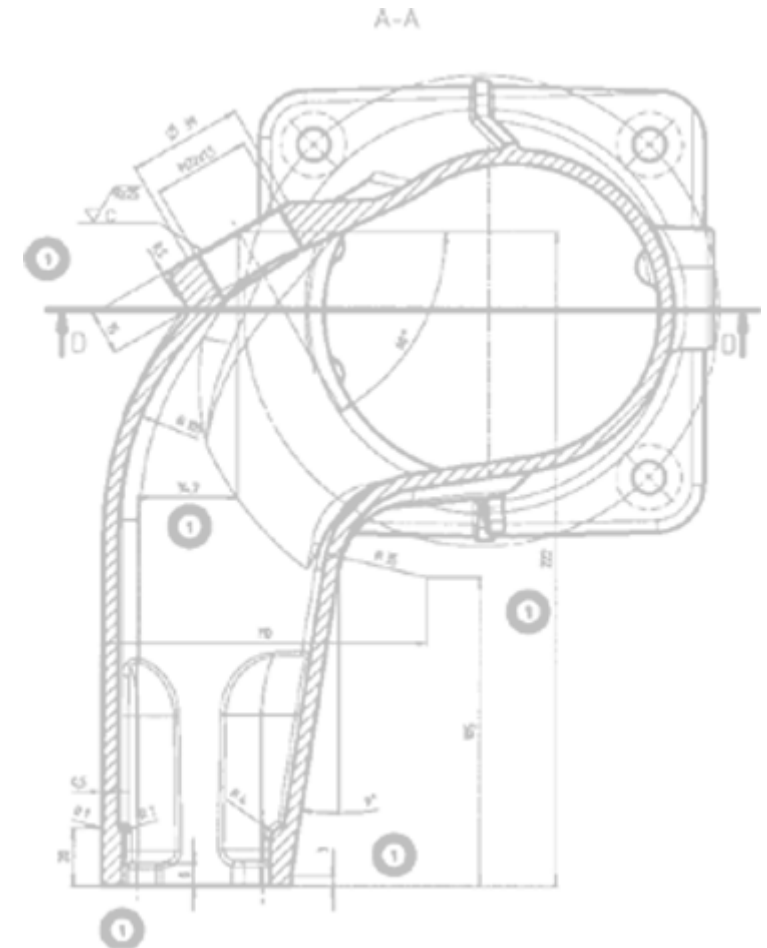


## Möglichkeiten zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Binnenschiffsmotoren

ZKR Kongress 24.-25.06., Bonn

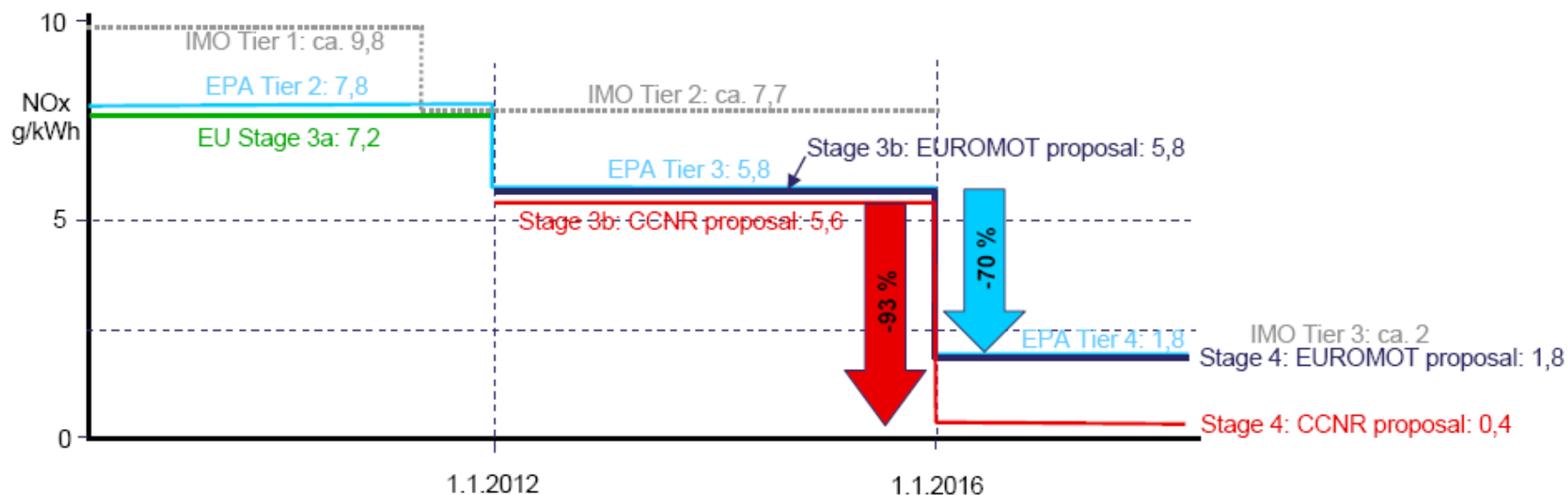
Dr. Kuhn, Thorsten; MTU Friedrichshafen



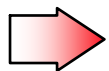
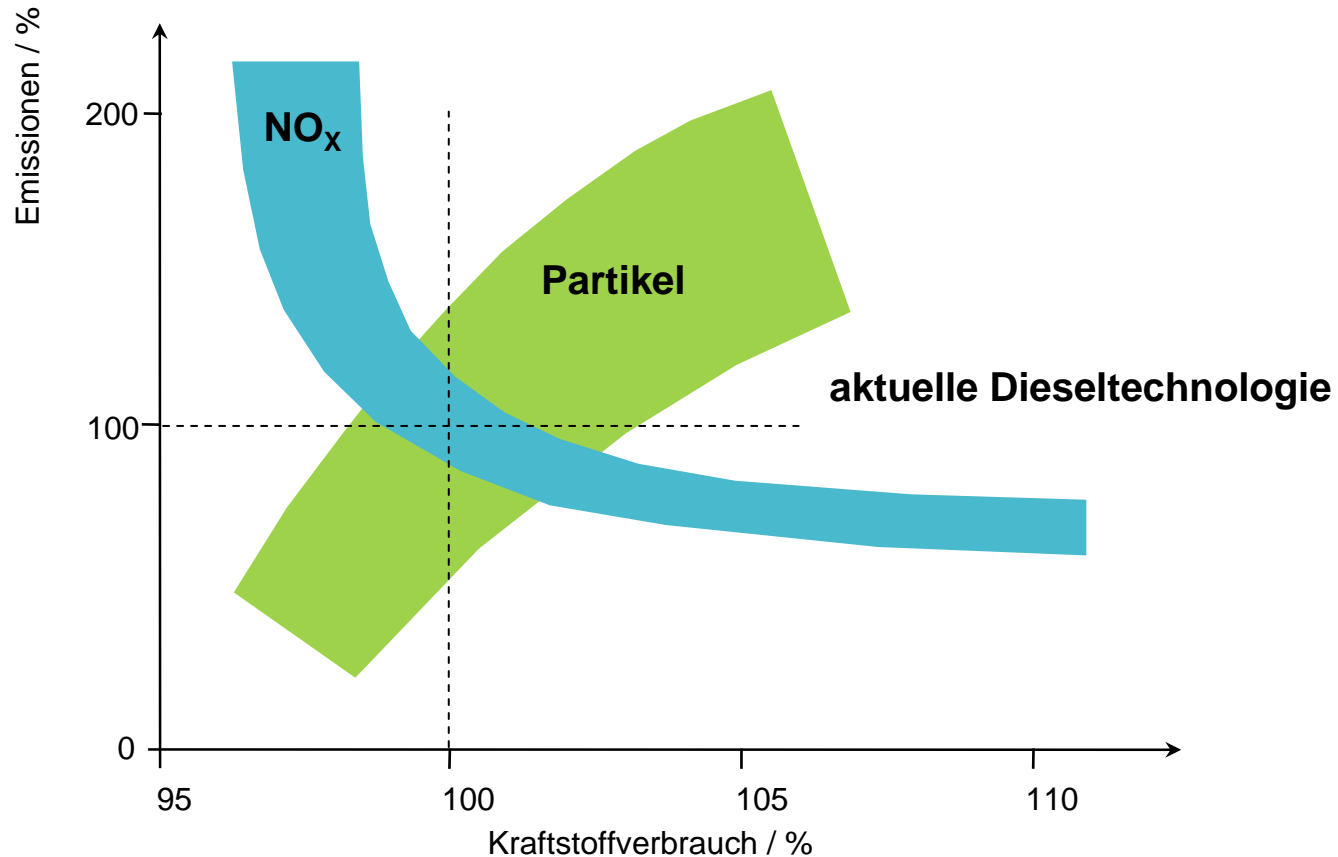
## Agenda:

1. Abgasgesetzgebung für Binnenschiffe
2. Abhängigkeit von Emissionen und Kraftstoffverbrauch
3. Entwicklung Kraftstoffverbrauch mit Emissionsstufen
4. Methoden zur Emissionsreduktion
5. Auswirkung auf Kraftstoffverbrauch am Beispiel MS „Plochingen“
6. Abgasnachbehandlung für EPA 4/ IMO 3
7. Zusammenfassung

## 1. Abgasgesetzgebung für Binnenschiffe

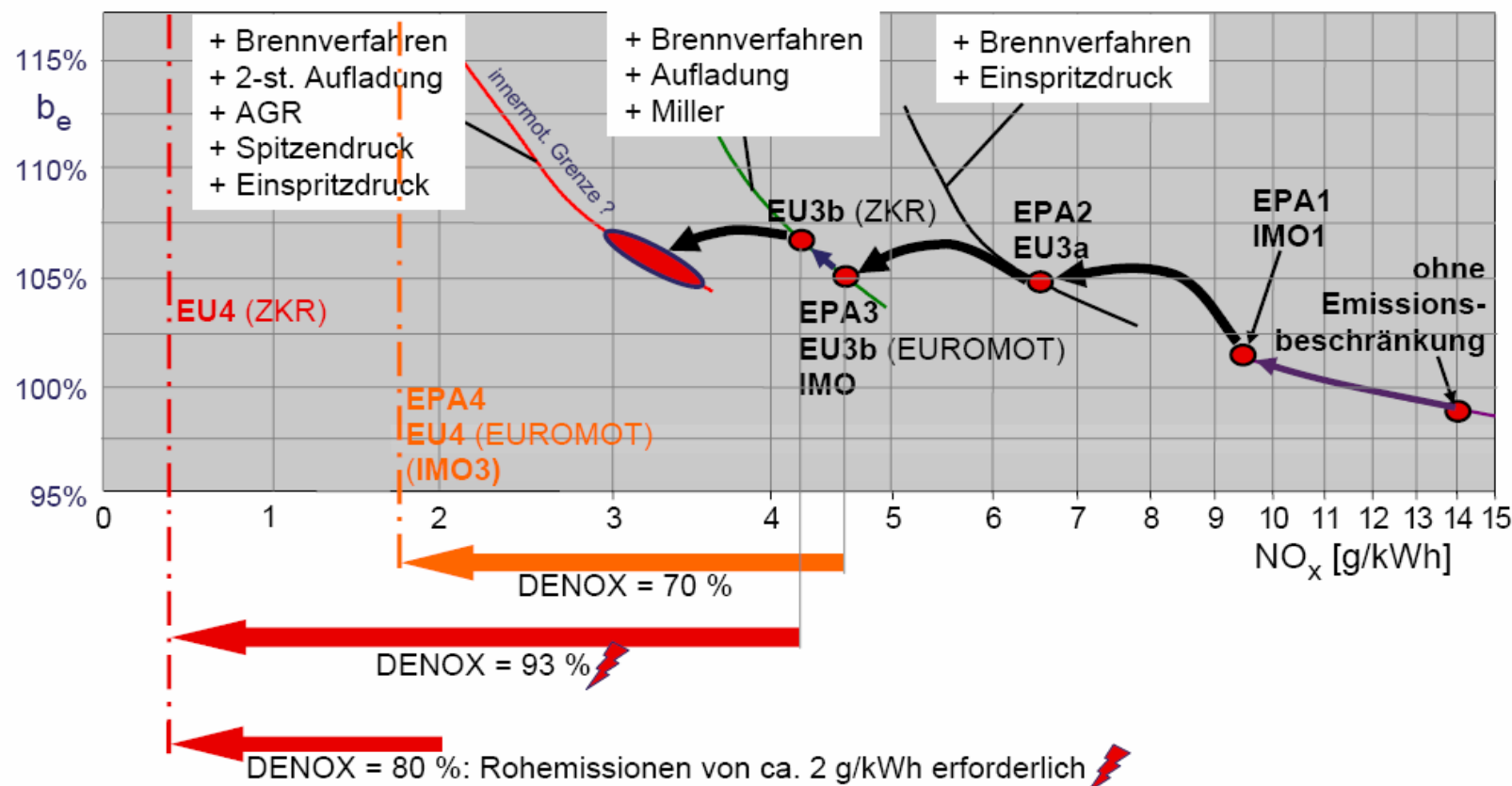


## 2. Abhängigkeit von NO<sub>x</sub>-Emissionen und Partikeln zu Kraftstoffverbrauch

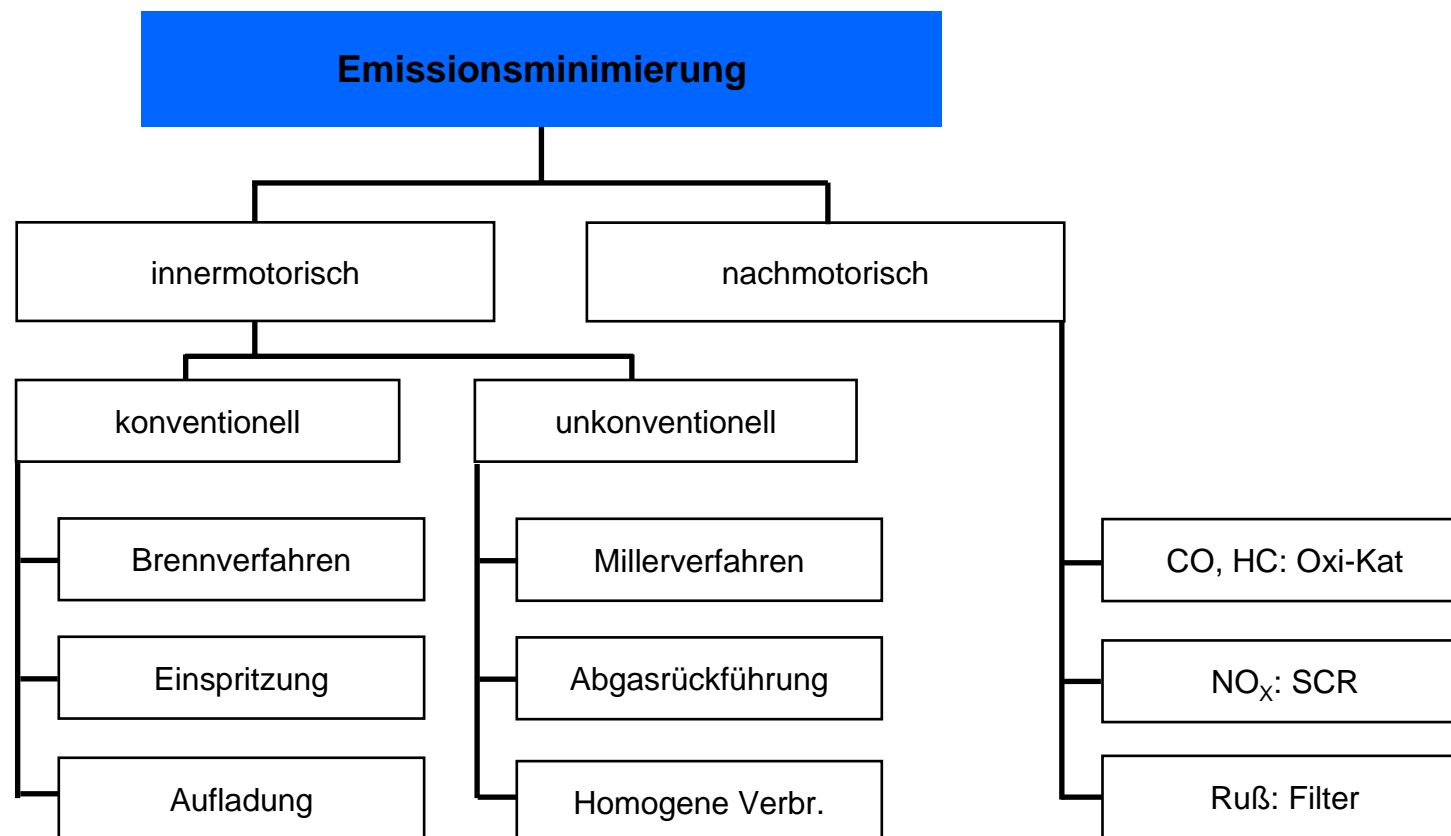


Reduktion von NO<sub>x</sub>-Emissionen führt zu höherem Kraftstoffverbrauch

## 3. Entwicklung Kraftstoffverbrauch



## 4. Methoden zur Emissionsreduktion



## 4. Methoden zur Emissionsreduktion Schlüsseltechnologien

### Einspritzung / Verbrennung



- Einspritzdruck
- Einspritzverlauf
- Verbrennungssystem



Emissionen  
Kraftstoffverbrauch

### Aufladung

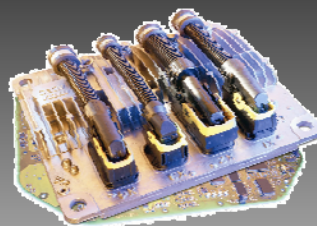


- Laderwirkungsgrad
- Ladeluftdruck
- Ladelufttemperatur



Leistungsgewicht  
Kraftstoffverbrauch  
Emissionen

### Elektronik

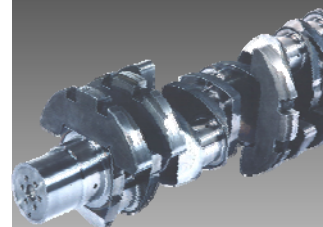


- Digitale Steuerung
- Kennfeldregelung
- var. Beeinflussung der Verbrennung



Transientverhalten  
Emissionen

### Triebwerk / Festigkeit



- Materialien
- Lagertechnologie
- Berechnungsmethoden



Kraftstoffverbrauch  
Haltbarkeit

### Abgasnach- behandlung



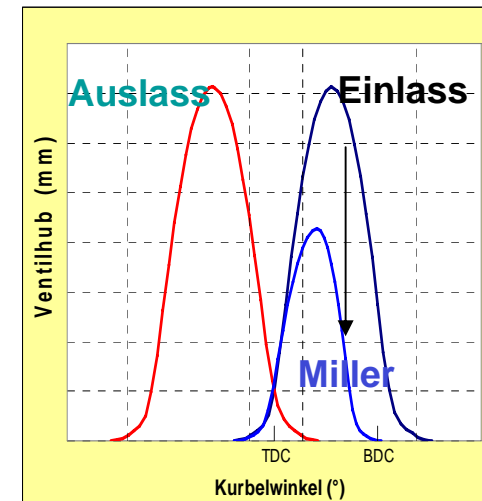
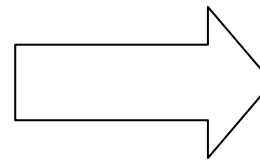
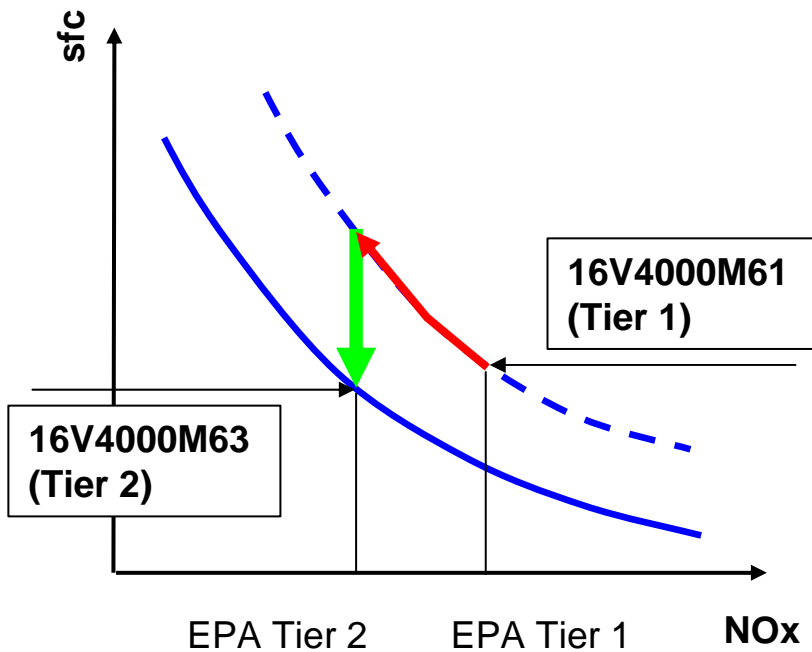
- Technologien
- Integration
- Wechselwirkung Motor und AGN



Emissionen  
Kraftstoffverbrauch  
Schalldämpfung

## 4. Einsatz von Miller-Verfahren

Miller = modifiziertes Einlassventil-Schliessen, niedrigere Verbrennungstemperatur

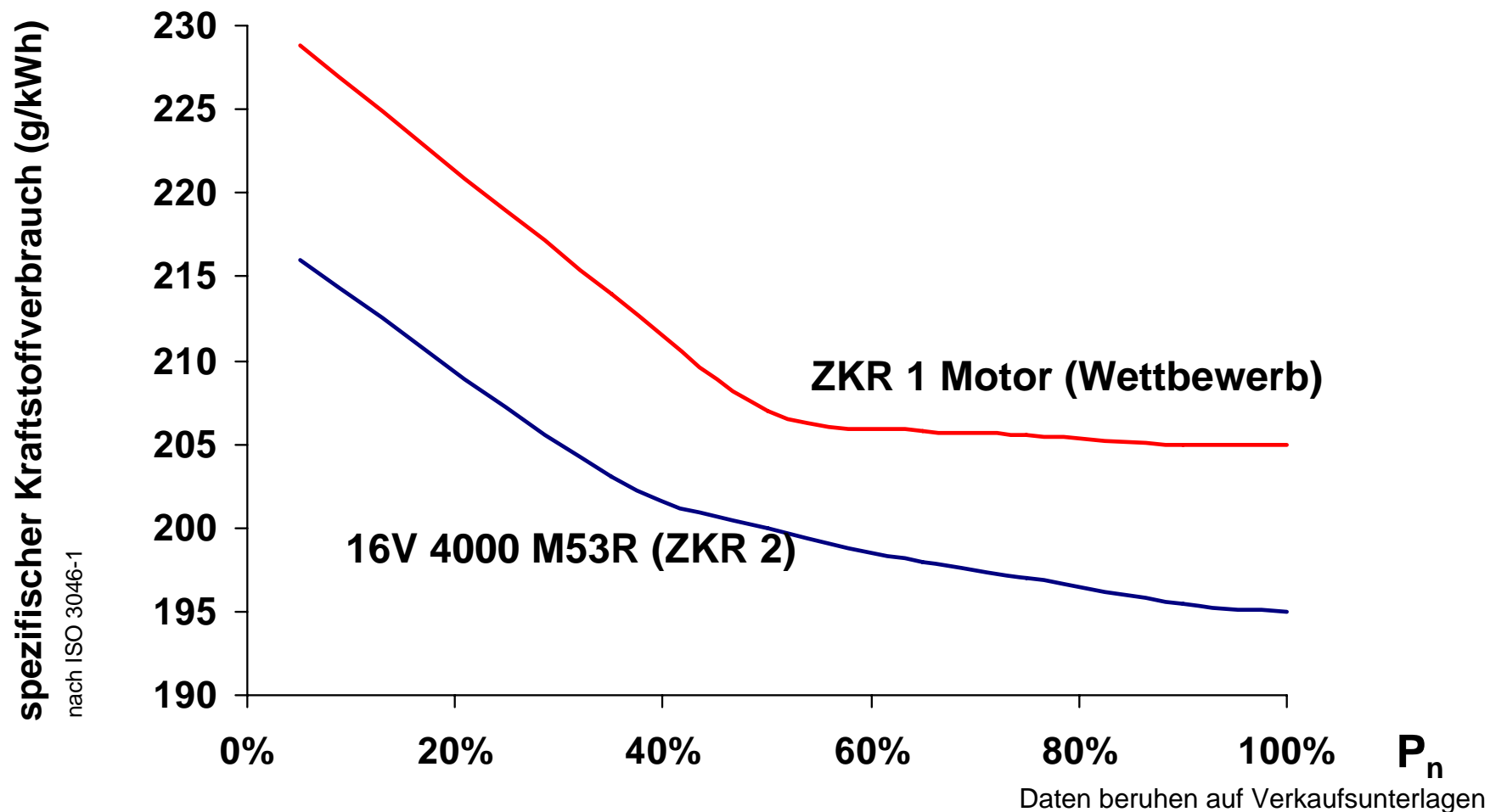


← Verbrauchsnachteile


→ Verbrauchsvorteile durch Miller-Verfahren und optimierte Verbrennung

→ niedrigere NO<sub>x</sub>-Emissionen – **30%** und reduzierter Kraftstoffverbrauch sfc – **5%**

## 5. Baureihe 4000 M03 Technologie



## Aktuelles Lastprofil MS "Plochingen":

<b>16V 4000 M61R @ 1.600 rpm</b>	<b>Leistung</b>	<b>Zeitanteil</b>
	100 %	2 %
	90 %	35 %
	75 %	20 %
	65 %	15 %
	50 %	15 %
	35 %	3 %
	< 5 %	10 %

**Lastfaktor → 67 %**

## Kraftstoffverbrauch MS "Plochingen":



Kraftstoffverbrauch auf Basis des aktuellen Lastprofils:

**ZKR 1 Motor (Wettbewerb) → Kraftstoffverbrauch/Jahr: 1.135.000**

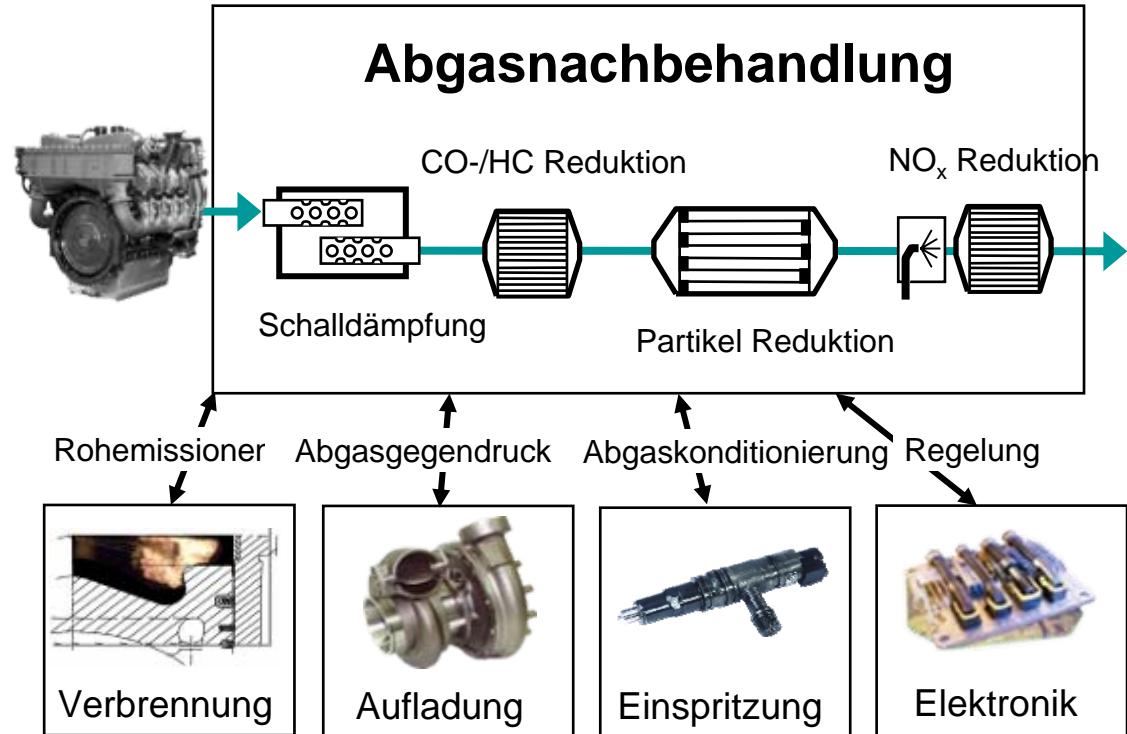
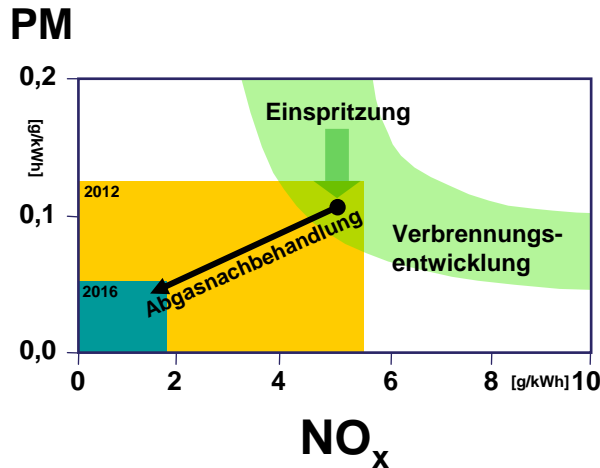


**16V 4000 M53R → Kraftstoffverbrauch/Jahr: 1.088.000**

**Kraftstoffeinsparung pro Jahr mit BR 4000: 47.000 liter →**

**CO<sub>2</sub>-Einsparung: 47.000 liter x 2,8kg/liter = 131,6 to**  
(typische Laufleistung in 07: 4.600 hours)

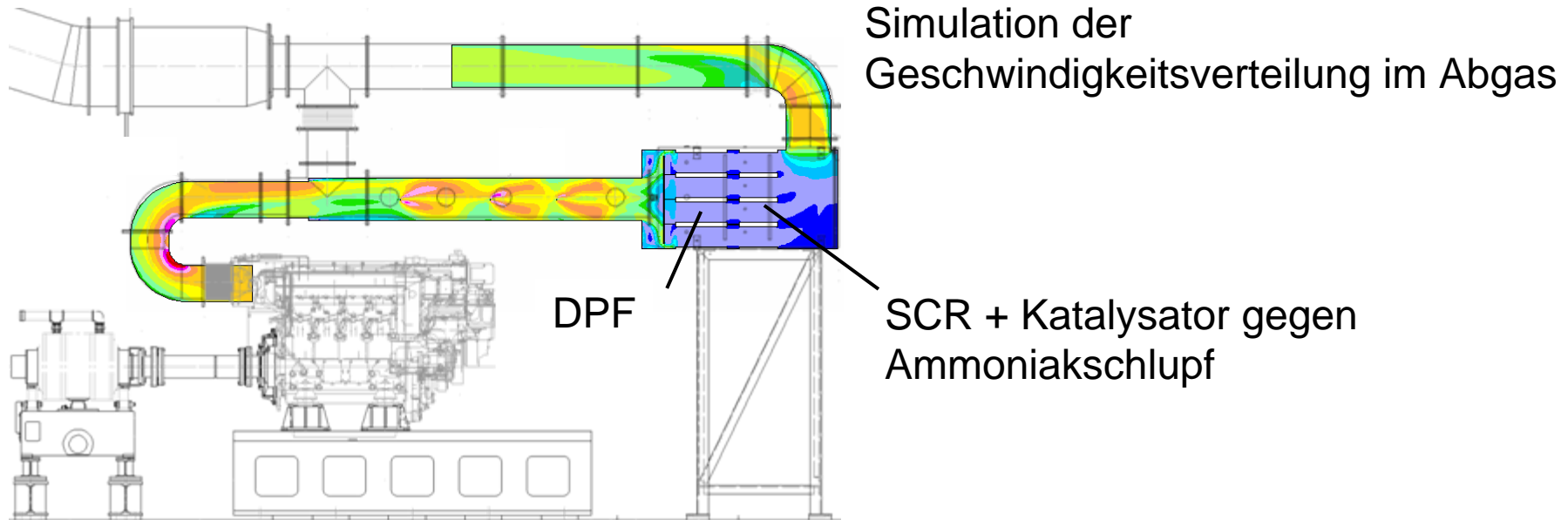
## 6. Abgasnachbehandlung für EPA 4/ IMO 3



### Aufgaben des Motorentwicklers:

- Abstimmung des Brennverfahrens auf das Abgasnachbehandlungssystem
- Spezifikation des Abgasnachbehandlungssystems
- Entwicklung der Regelungs- und Abreinigungsstrategie
- Optimierung des Gesamtsystems

## 6. Abgasnachbehandlung



- Prüfstandsversuche abgeschlossen
- 90%  $\text{NO}_x$  Umsetzung im ganzen Kennfeld (außer Leerlauf) im stationären Betrieb
- Katalysator gegen Ammonikschlupf im Einsatz
- Ziele: - Ammoniakschlupf im transienten Betrieb untersuchen → Langzeittest  
- Optimierung von Volumen, Gewicht und Kosten des AGN-Systems

## 7. Zusammenfassung

- **NO<sub>x</sub>-Reduktion führt ohne Einsatz neuer Technologien zu steigendem Verbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen.**
- **strengere Emissionsgesetzgebung zwingt Motorenhersteller zum Einsatz neuer Technologien.**
- **Einhaltung von EPA / EU Tier 3 oder IMO Tier 2 Grenzwerten ist mit innermotorischen Maßnahmen möglich.**
- **Mit EPA / EU Tier 4 oder IMO Tier 3 wird Abgasnachbehandlung erforderlich.**
- **NO<sub>x</sub>-Grenzwerte <1,8g/kWh sind nicht sinnvoll.**
- **aktuelle Untersuchungen zeigen, dass zukünftige Emissionsforderungen erreichbar sind.**
- **Felduntersuchungen sind erforderlich um:**
  - **Systeme technisch zu ertüchtigen**
  - **Zuverlässigkeit der Systeme zu testen**
  - **Kosten der Systeme zu minimieren und effizienten Betrieb zu erreichen**
  - **zu zeigen, dass Implementierung in Binnenschiffen möglich ist**



www.euromot.org

Welcome to Euromot Online: your eBookmark for engine power worldwide.

