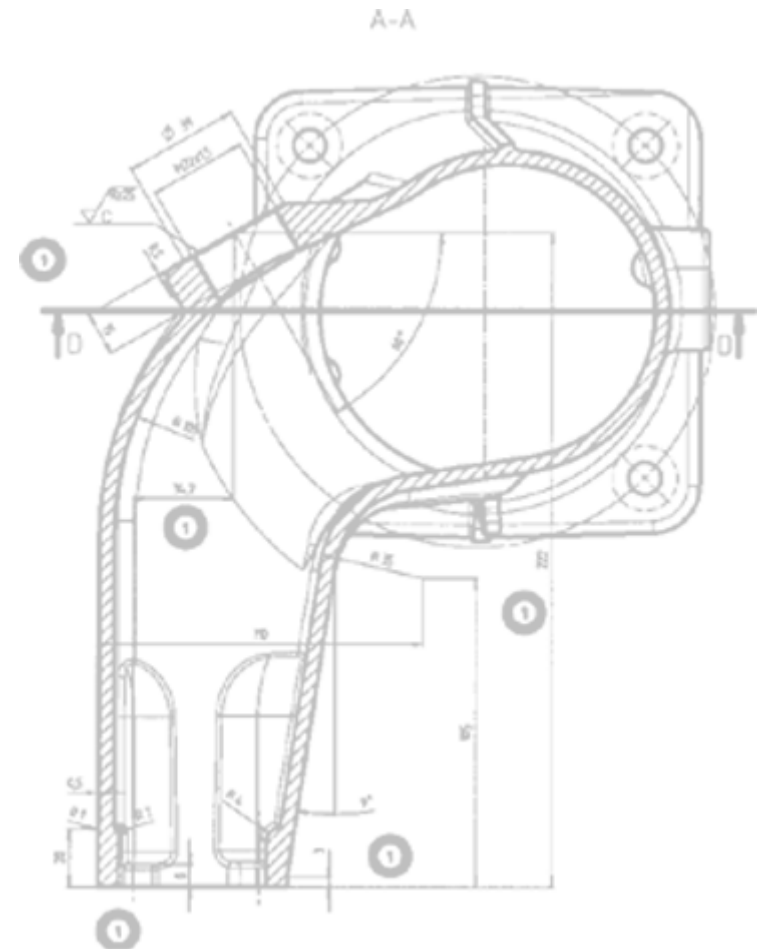


Möglichkeiten zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und der CO₂-Emissionen von Binnenschiffsmotoren

ZKR Kongress 24.-25.06.09, Bonn

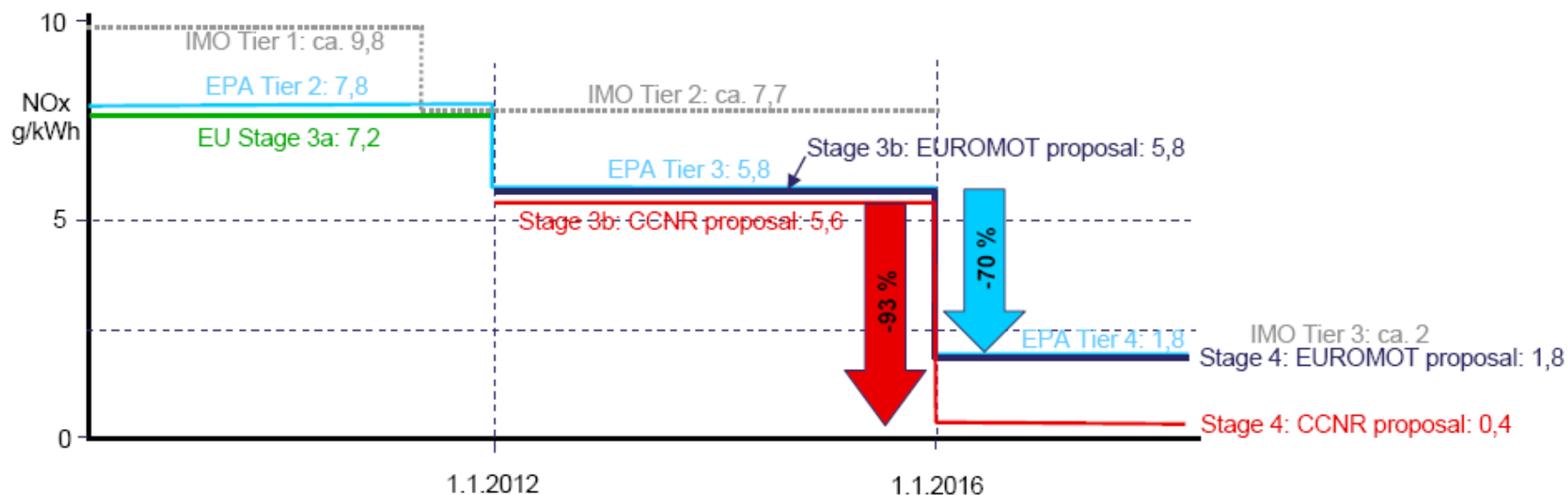
Dr.-Ing. Kuhn, Thorsten
Produkt- und Emissionszertifizierung
MTU Friedrichshafen GmbH



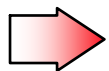
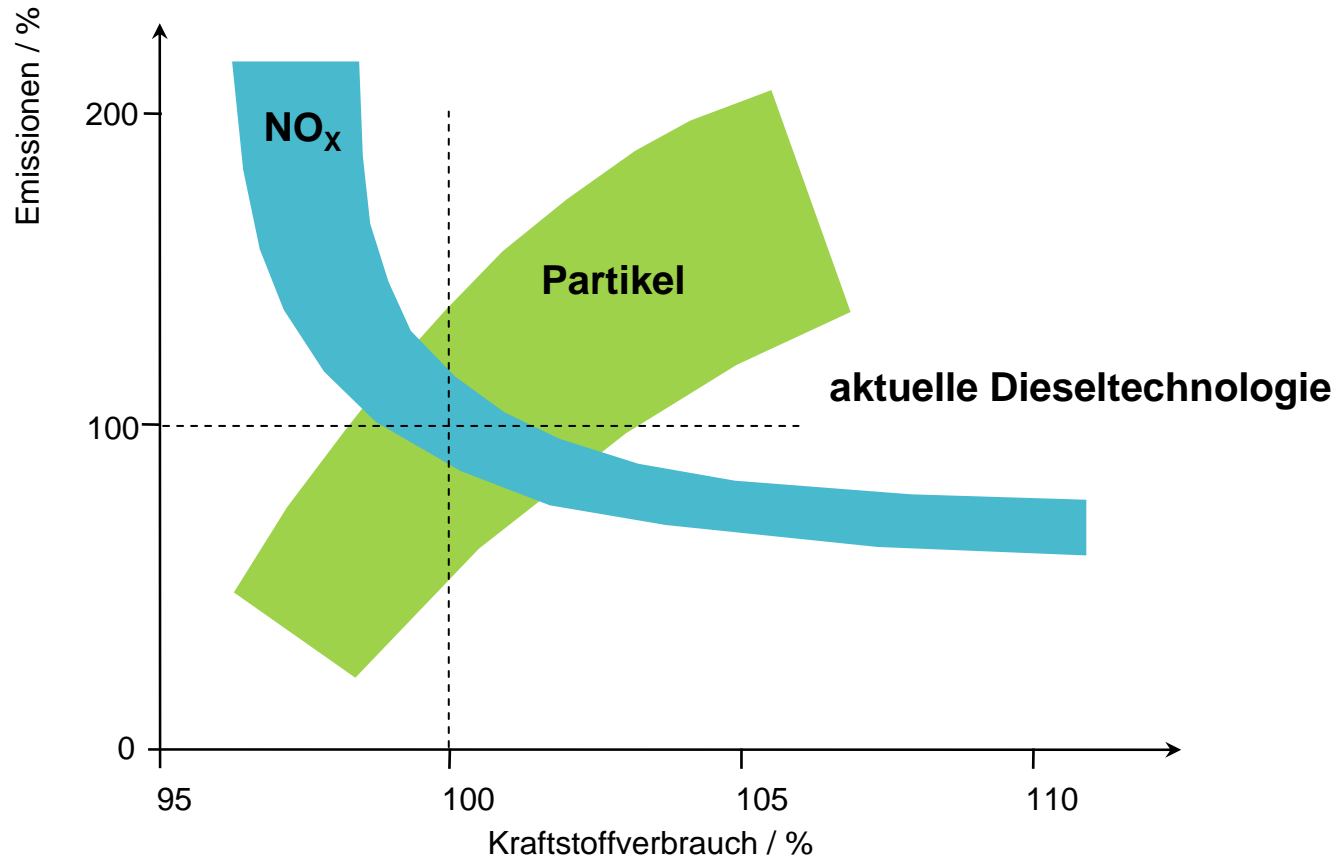
Agenda:

1. Abgasgesetzgebung für Binnenschiffe
2. Abhängigkeit von Emissionen und Kraftstoffverbrauch
3. Entwicklung Kraftstoffverbrauch mit Emissionsstufen
4. Methoden zur Emissionsreduktion
5. Auswirkung neuer Technologien auf CO₂-Ausstoß an Beispielen BR 4000-03
6. Abgasnachbehandlung für EPA 4/ IMO 3
7. Zusammenfassung

1. Abgasgesetzgebung für Binnenschiffe

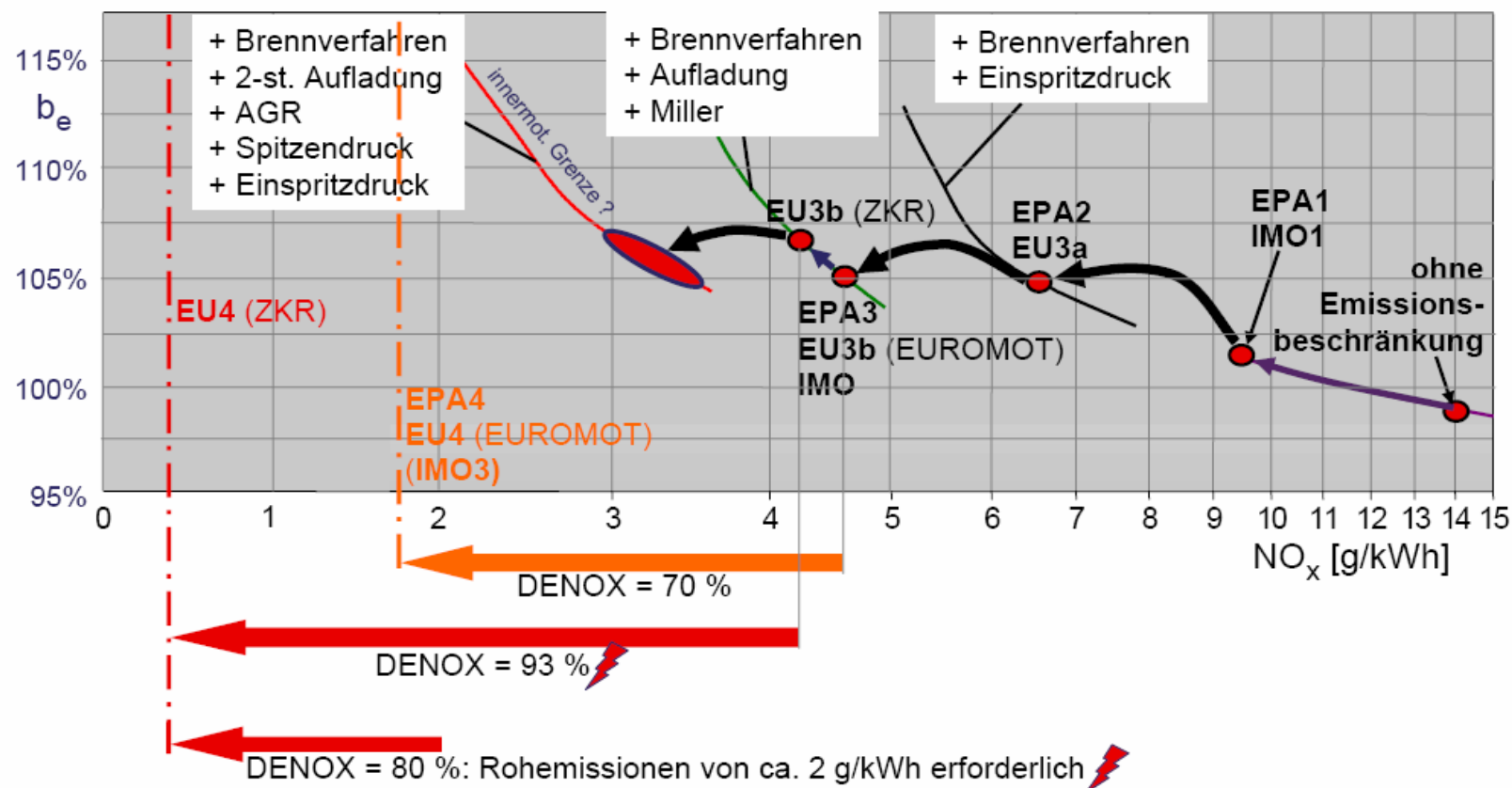


2. Abhängigkeit von NO_x-Emissionen und Partikeln zu Kraftstoffverbrauch

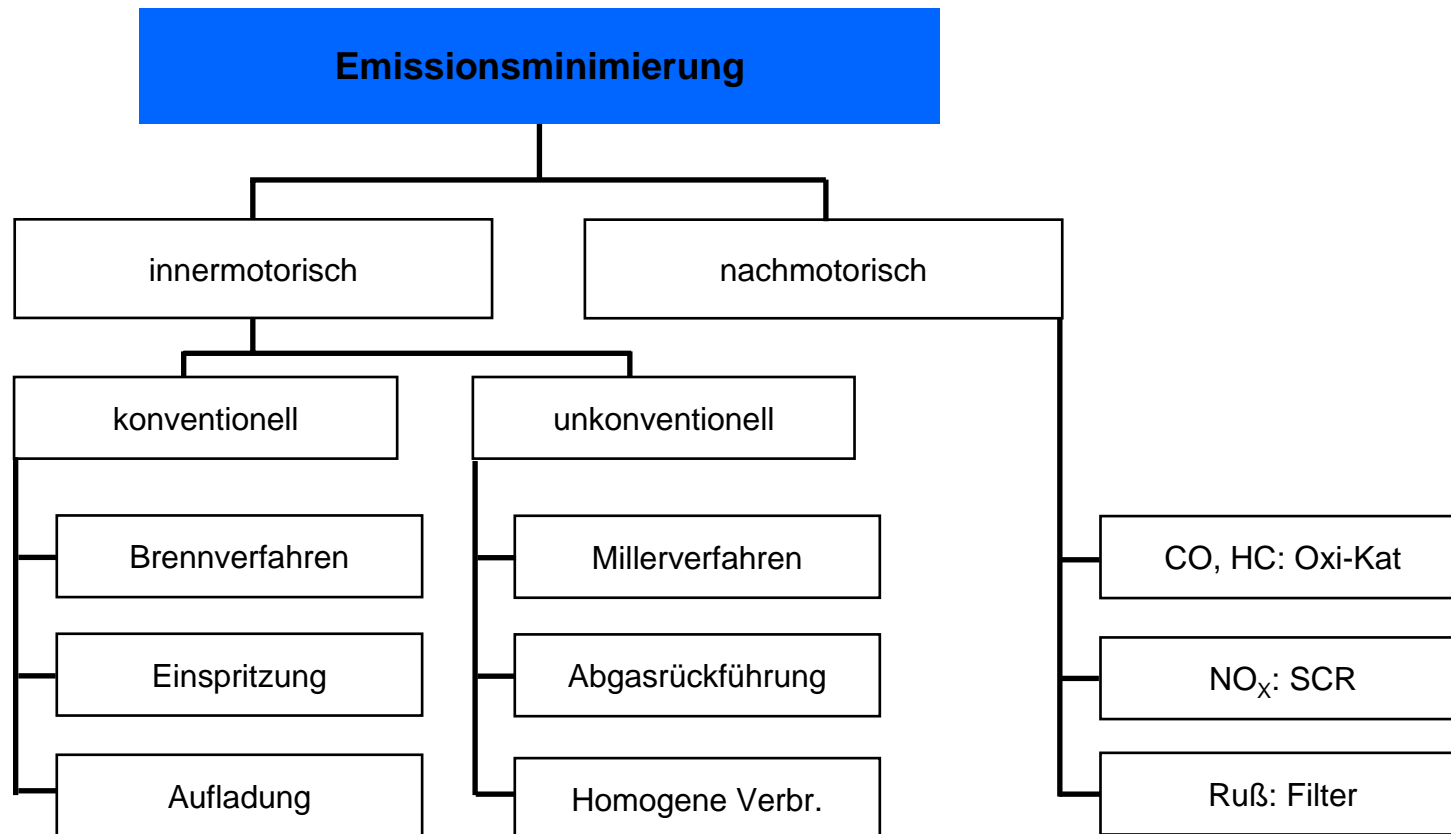


Reduktion von NO_x-Emissionen führt zu höherem Kraftstoffverbrauch

3. Entwicklung Kraftstoffverbrauch mit Emissionsstufen



4. Methoden zur Emissionsreduktion



4. Methoden zur Emissionsreduktion Schlüsseltechnologien

Einspritzung / Verbrennung



- Einspritzdruck
- Einspritzverlauf
- Verbrennungssystem



Emissionen
Kraftstoffverbrauch

Aufladung

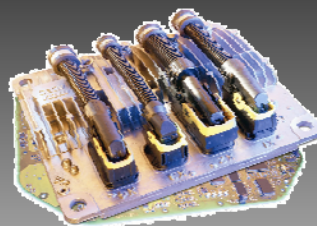


- Laderwirkungsgrad
- Ladeluftdruck
- Ladelufttemperatur



Leistungsgewicht
Kraftstoffverbrauch
Emissionen

Elektronik

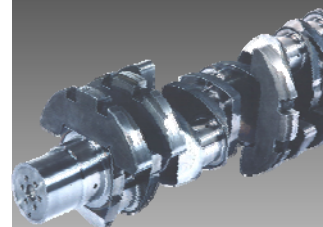


- Digitale Steuerung
- Kennfeldregelung
- var. Beeinflussung der Verbrennung



Transientverhalten
Emissionen

Triebwerk / Festigkeit



- Materialien
- Lagertechnologie
- Berechnungsmethoden



Kraftstoffverbrauch
Haltbarkeit

Abgasnach- behandlung



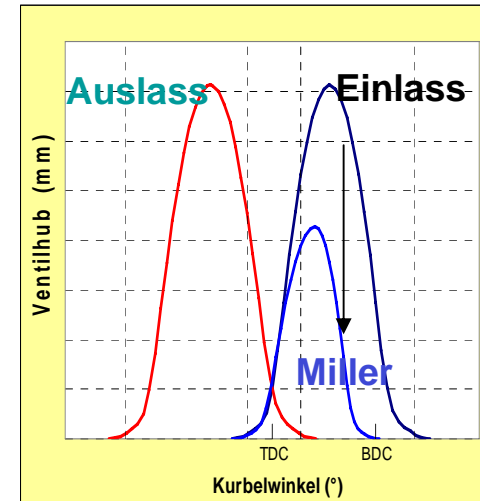
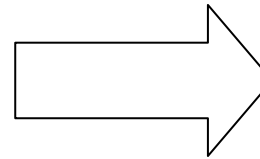
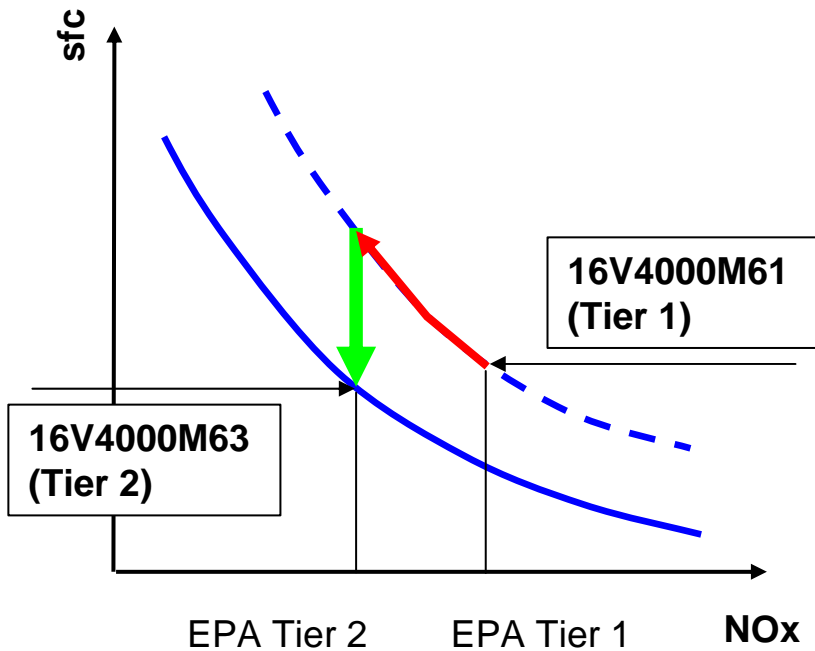
- Technologien
- Integration
- Wechselwirkung Motor und AGN



Emissionen
Kraftstoffverbrauch
Schalldämpfung

4. Methoden zur Emissionsreduktion Einsatz von Miller-Verfahren

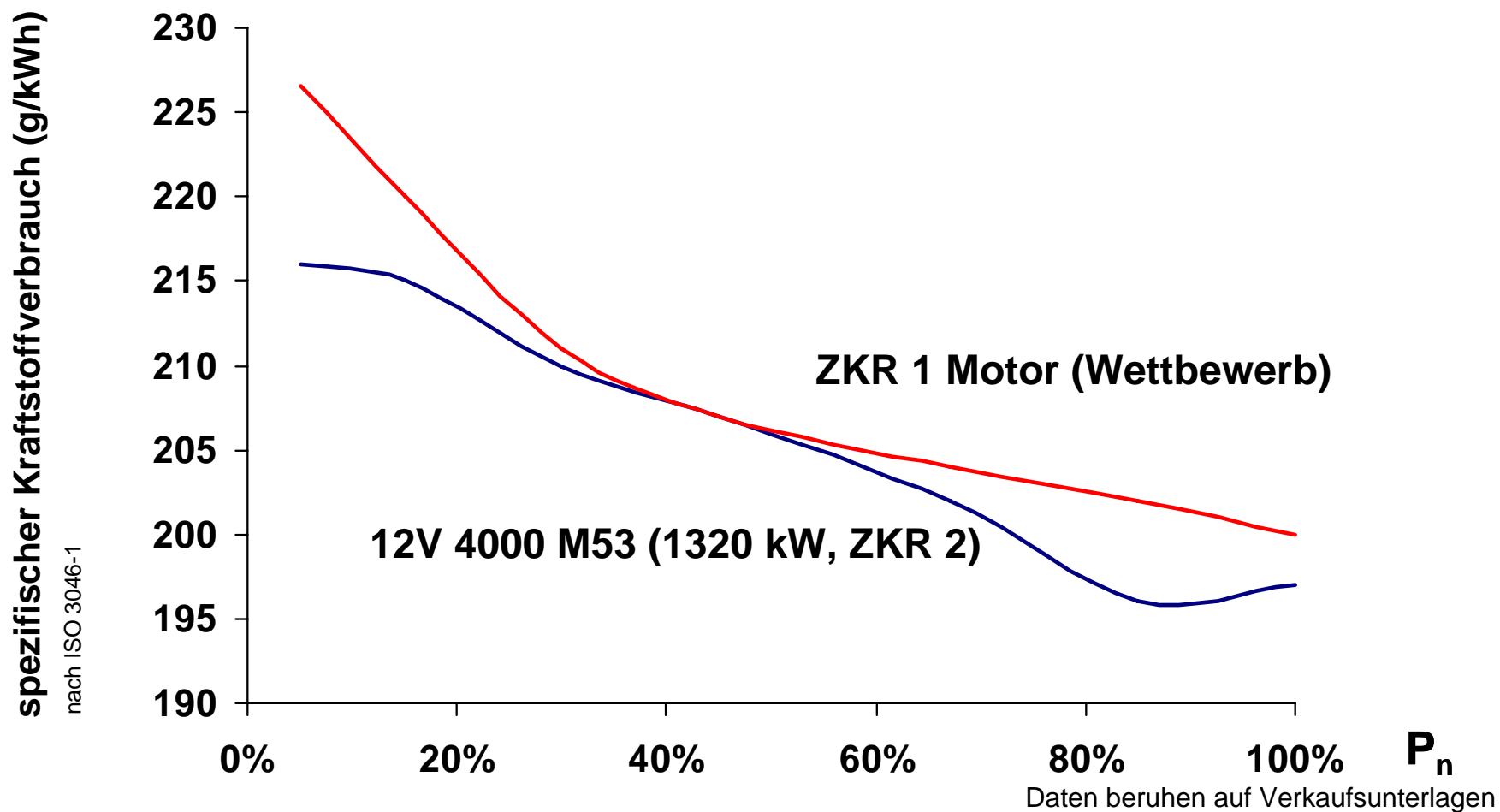
Miller = modifiziertes Einlassventil-Schliessen




- ← Verbrauchsnachteile
- Verbrauchsvorteile durch Miller-Verfahren und optimierte Verbrennung

→ niedrigere NOx-Emissionen – **30%** und reduzierter Kraftstoffverbrauch sfc – **5%**

5. Auswirkung neuer Technologien auf CO2-Ausstoß am Beispiel 12V BR 4000-03



Lastprofil Binnenschiff 1320kW:

12V 4000 M60 @ 1.800 rpm	Leistung	Zeitanteil
	100 %	2 %
	85 %	30 %
	67 %	20 %
	45 %	8 %
	30 %	15 %
	15 %	10 %
	< 5 %	15 %

Lastfaktor → 51 %

Kraftstoffverbrauch Binnenschiff 1320kW:



Kraftstoffverbrauch auf Basis des aktuellen Lastprofils:

ZKR 1 Motor (Wettbewerb) → Kraftstoffverbrauch/Jahr: 801.000 l

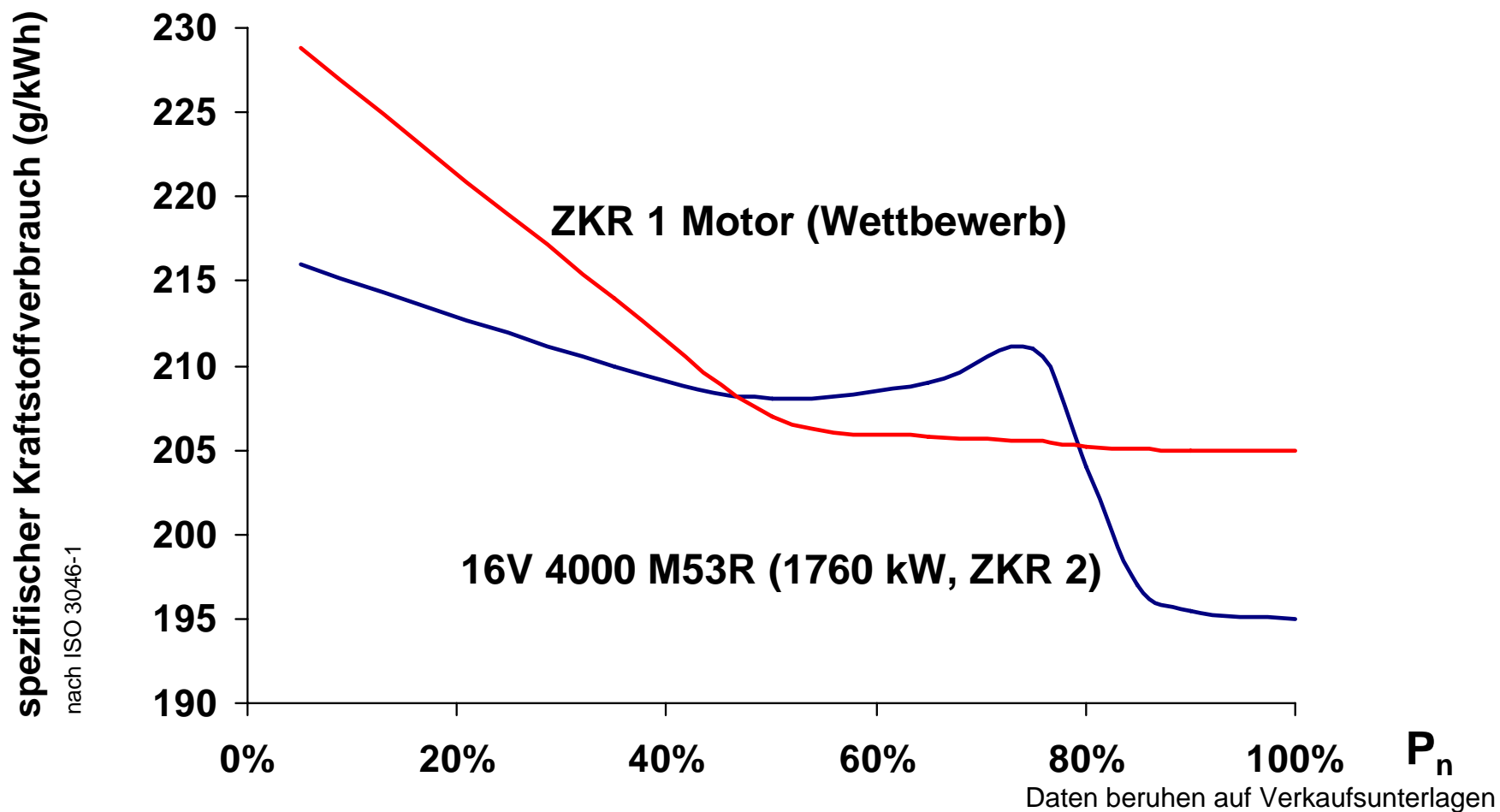


12V 4000 M53 → Kraftstoffverbrauch/Jahr: 786.000 l


Kraftstoffeinsparung pro Jahr mit BR 4000: 15.000 liter →

CO₂-Einsparung: 15.000 liter x 2,8kg/liter = 42 to
(typische Laufleistung in 07: 4.600 hours)

5. Auswirkung neuer Technologien auf CO₂-Ausstoß am Beispiel 16V BR 4000-03



Lastprofil Binnenschiff 1760kW:

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

Lastfaktor → 67 %

Kraftstoffverbrauch Binnenschiff 1760kW:



Kraftstoffverbrauch auf Basis des aktuellen Lastprofils:

ZKR 1 Motor (Wettbewerb) → Kraftstoffverbrauch/Jahr: 1.337.000 l

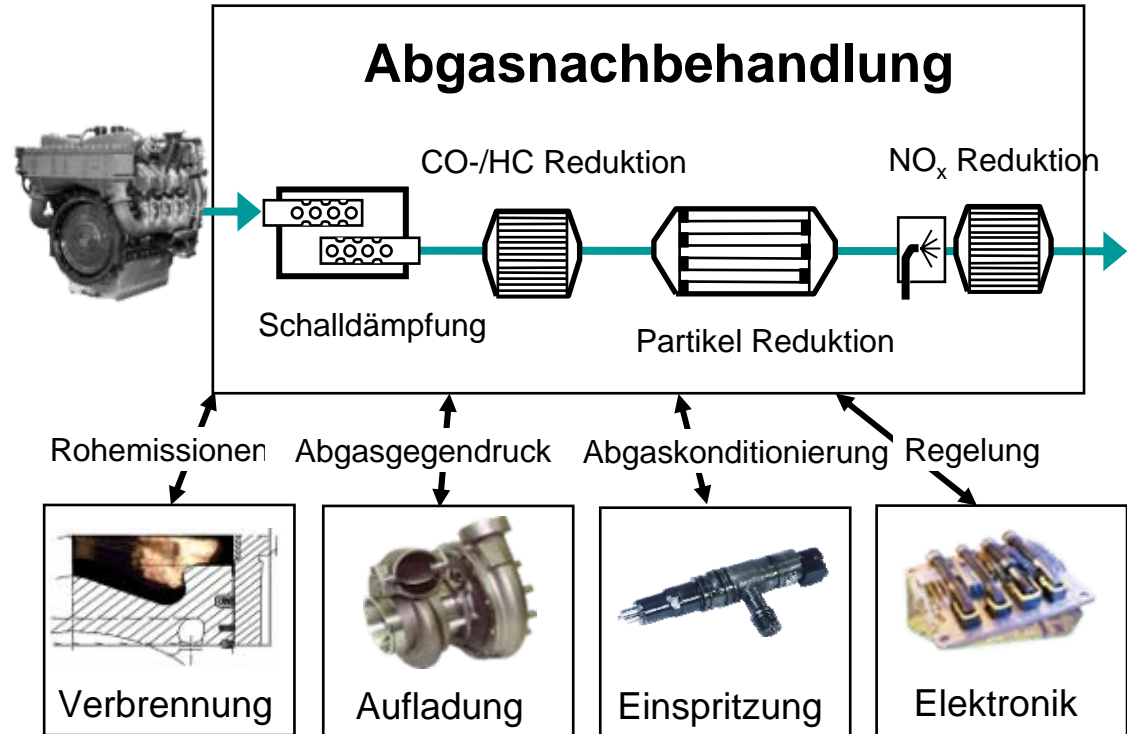
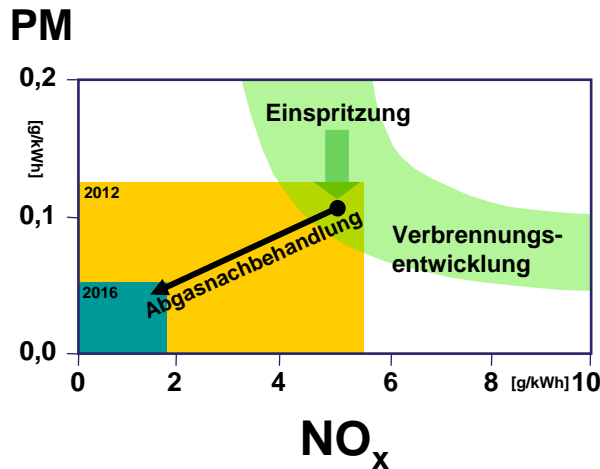


16V 4000 M53R → Kraftstoffverbrauch/Jahr: 1.316.000 l

Kraftstoffeinsparung pro Jahr mit BR 4000: 21.000 liter →

CO₂-Einsparung: 21.000 liter x 2,8kg/liter = 58,8 to
(typische Laufleistung in 07: 4.600 hours)

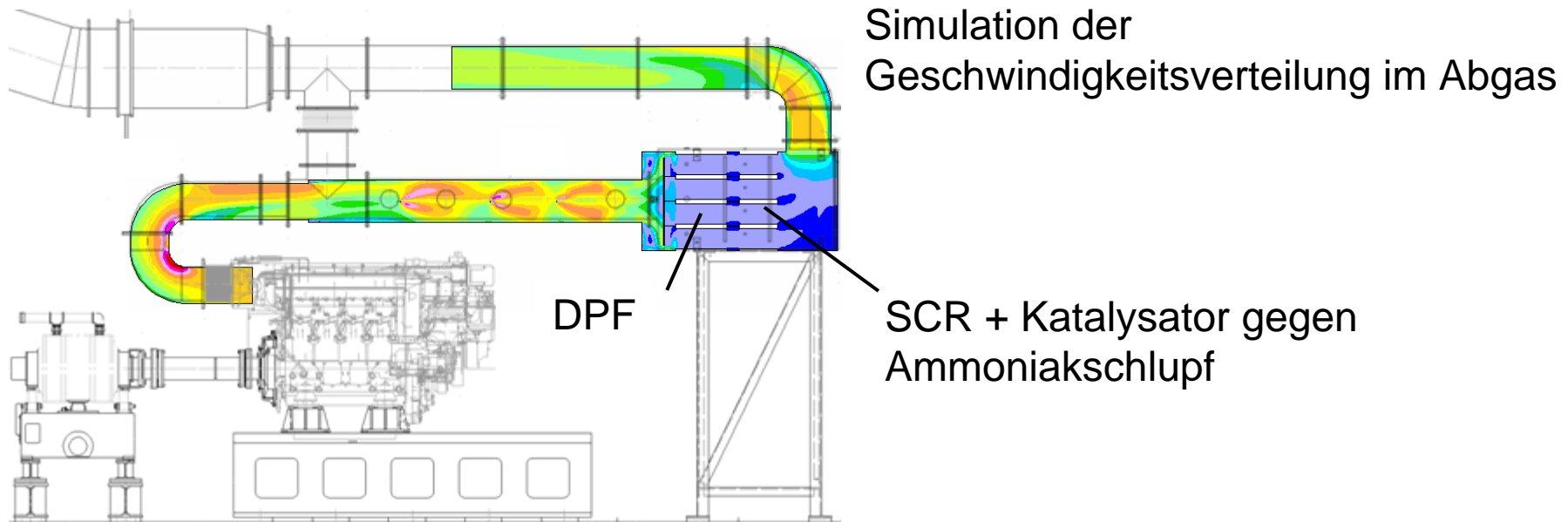
6. Abgasnachbehandlung für EPA 4/ IMO 3



Aufgaben des Motorentwicklers:

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

6. Abgasnachbehandlung für EPA 4/ IMO 3



- Prüfstandsversuche abgeschlossen
- 90% NO_x-Umsetzung im 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_x-Reduktion führt ohne Einsatz neuer Technologien zu steigendem Verbrauch und CO₂-Emissionen.**
- **strengere Emissionsgesetzgebung zwingt Motorenhersteller zum Einsatz neuer Technologien und reduziert das Potential zur CO₂-Verringerung.**
- **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_x-Grenzwerte <1,8g/kWh sind bei Großmotoren nicht sinnvoll, da nur mit hohem innermotorischen (AGR) und nachmotorischen (AGN) Maßnahmen erreichbar. Negative Auswirkungen auf CO₂-Emissionen zu erwarten.**
- **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**



Dr.-Ing. Kuhn, Thorsten
Produkt- und Emissionszertifizierung
MTU Friedrichshafen GmbH
Thorsten.Kuhn@MTU-online.com

www.euromot.org

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

