

# Unsere Welt ist Plasma

Entdecken Sie faszinierende Möglichkeiten für Ihr Unternehmen

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

Förderkennzeichen: 03SX288

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**Plasma-katalytische Nachbehandlung von  
Schiffsdieselabgasen: Martec PBCT**

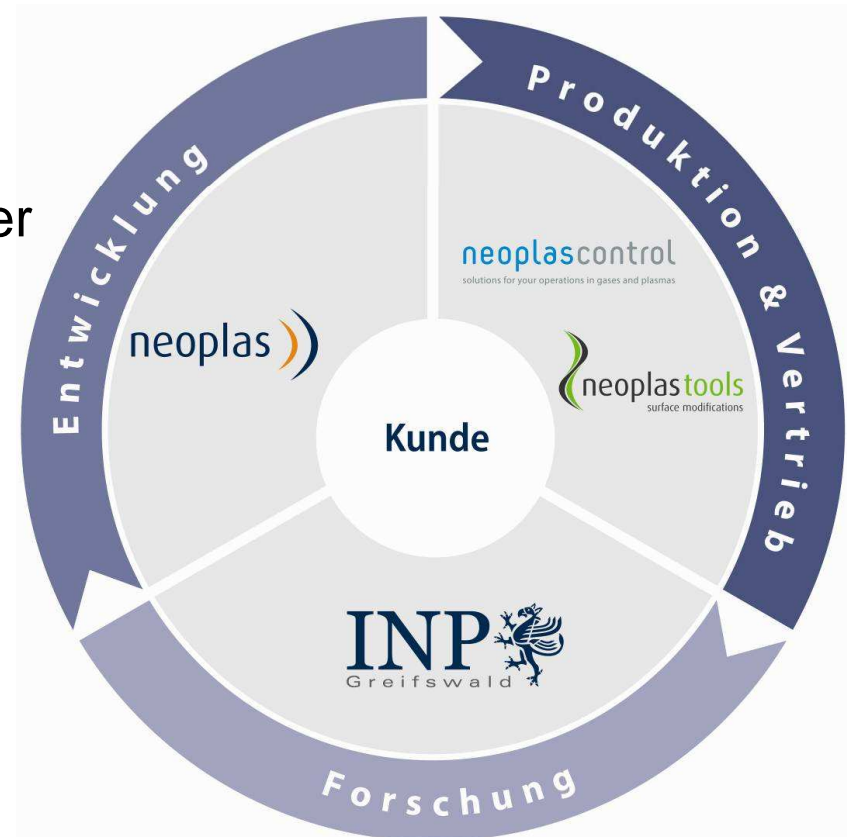
Robin Summerer

- neoplas GmbH
- Projekt MARTEC PBCT
  - Konsortium
  - Motivation & Zielstellung
  - Lösungsansatz
  - Umsetzung
  - Ergebnisse
  - Ausblick
- Fragestellungen



neoplas GmbH – gegründet 2005 als 100-prozentiges Tochterunternehmen des Leibniz-Instituts für Plasmaforschung und Technologie e.V. (INP Greifswald)

- Transferzentrum Technologie
- Verwertung naturwissenschaftlicher Forschungsergebnisse
- Ausgründungen (INP)
  - neoplas tools GmbH
  - neoplas control GmbH



VOM PROTOTYP ZUM PRODUKT

## Q-MACS Basic

Schlüsselkomponente, Laserkopf mit Steuer- und Versorgungseinheit



## Q-MACS Process

hoch sensible Gas- und Plasma- erfassung in Echtzeit (ppb)



## Q-MACS Trace

Spurengasdetektion und umweltbedingte Untersuchungen (ppt)

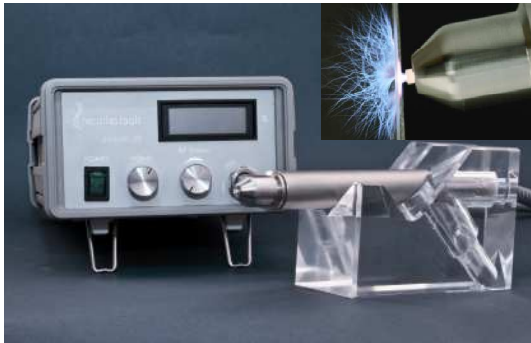


## Q-MACS Process Fibre

Mess- und Regelsystem für Plasma-Ätz-Prozesse



## Produktion und Vertrieb von Atmosphärendruck- und Niederdruck-plasmaquellen für die Oberflächenmodifizierung



### kinpen

- Handgerät zur Reinigung, Aktivierung und Entkeimung bei Atmosphärendruck
- Geeignet für feine Geometrien und thermolabile Materialien
- Plasmaerzeugung mittels hochfrequenter Anregung



### SurfActive One

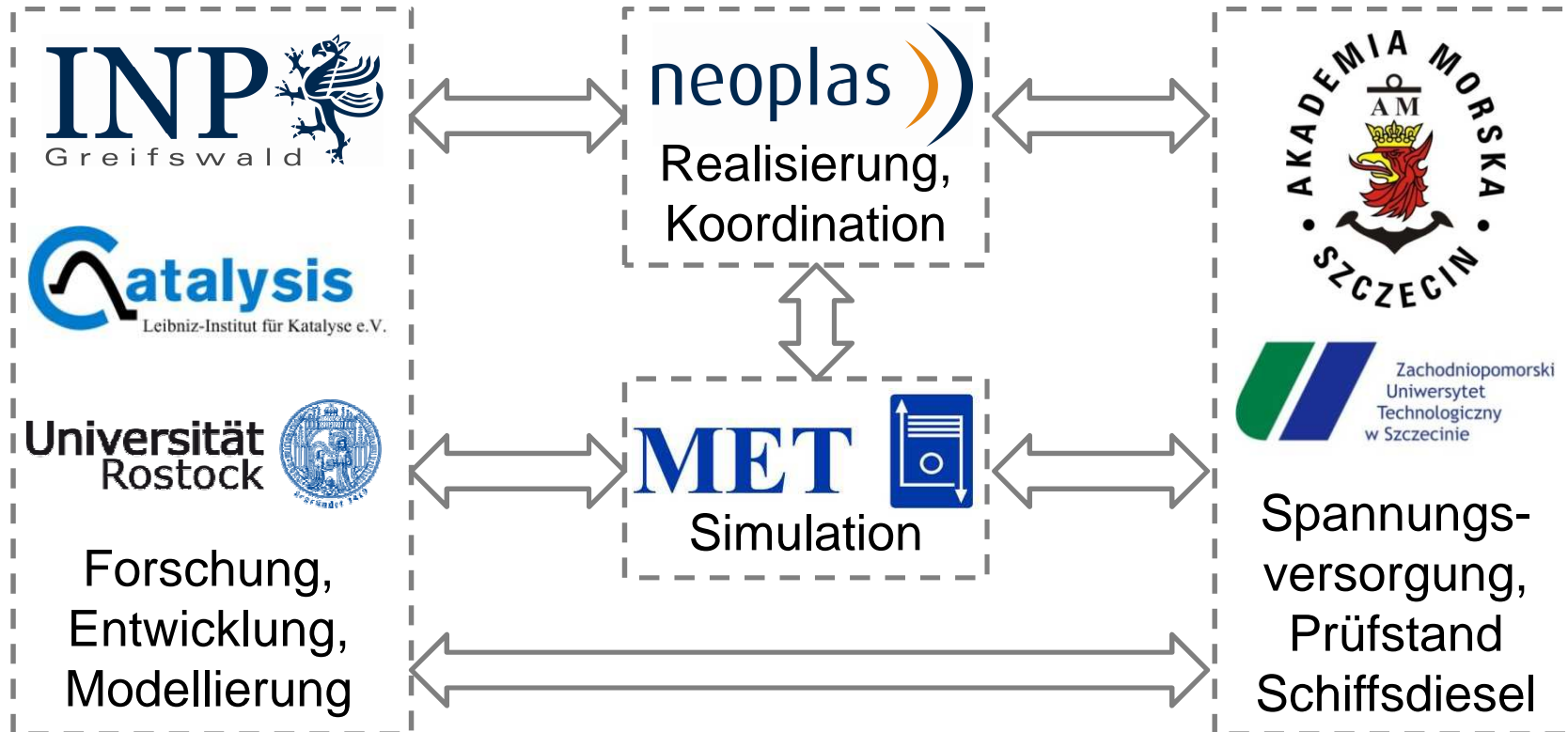
- Feinstreinigung und Aktivierung im Niederdruckbereich
- Geeignet für komplexe Geometrien und thermolabile Materialien
- Mikrowellen-Plasma

## plasma-based catalytic treatment of exhaust emissions of marine diesel engines

- Ausschreibung der europäischen Kommission ERA-NET im Rahmen des Förderprogramms **Maritime Technologies** (MARTEC)
- Förderung durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
- Betreuung durch Projektträger Jülich



VOM PROTOTYP ZUM PRODUKT



# Motivation und Zielstellung

VOM PROTOTYP ZUM PRODUKT

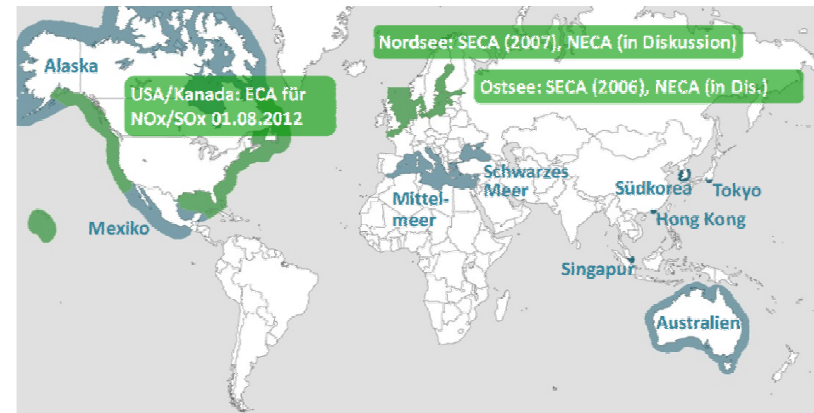
## Motivation:

- Stickoxidemissionen (toxisch, umweltschädlich)
- Ausweitung Emissionsschutzgebiete
- Herabsetzung der Grenzwerte
- Alternative zu Landstrom und  $\text{NH}_3$ -SCR
- sinkender Schwefelgehalt in Marinediesel



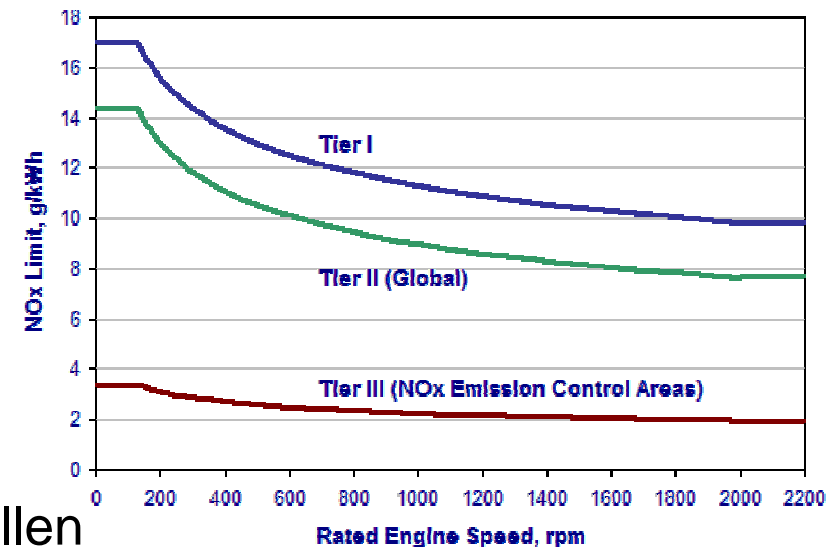
## Zielstellung:

neue Abgasnachbehandlungsverfahren für Schiffsdiesel die kommende Richtlinien erfüllen



Quelle: Umweltbundesamt

Bestehende ECAs  
Evtl. zukünftige ECAs

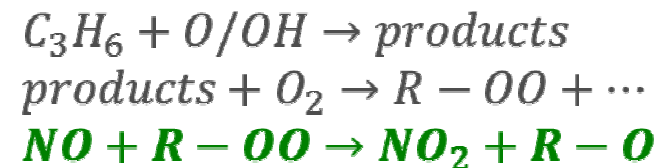
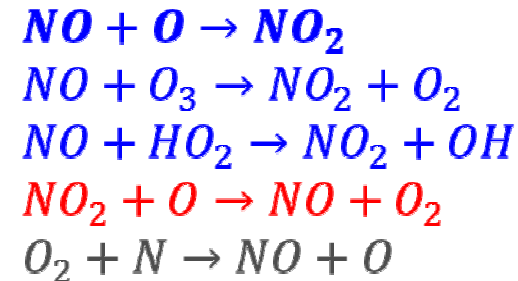
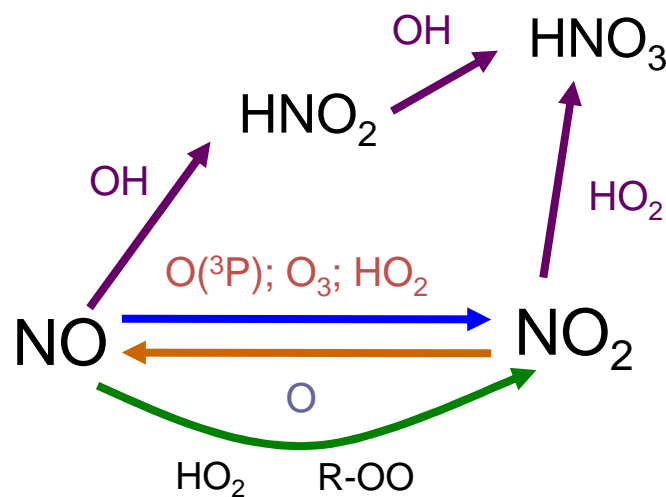
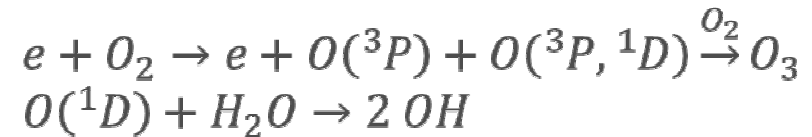


Quelle: International Maritime Organization



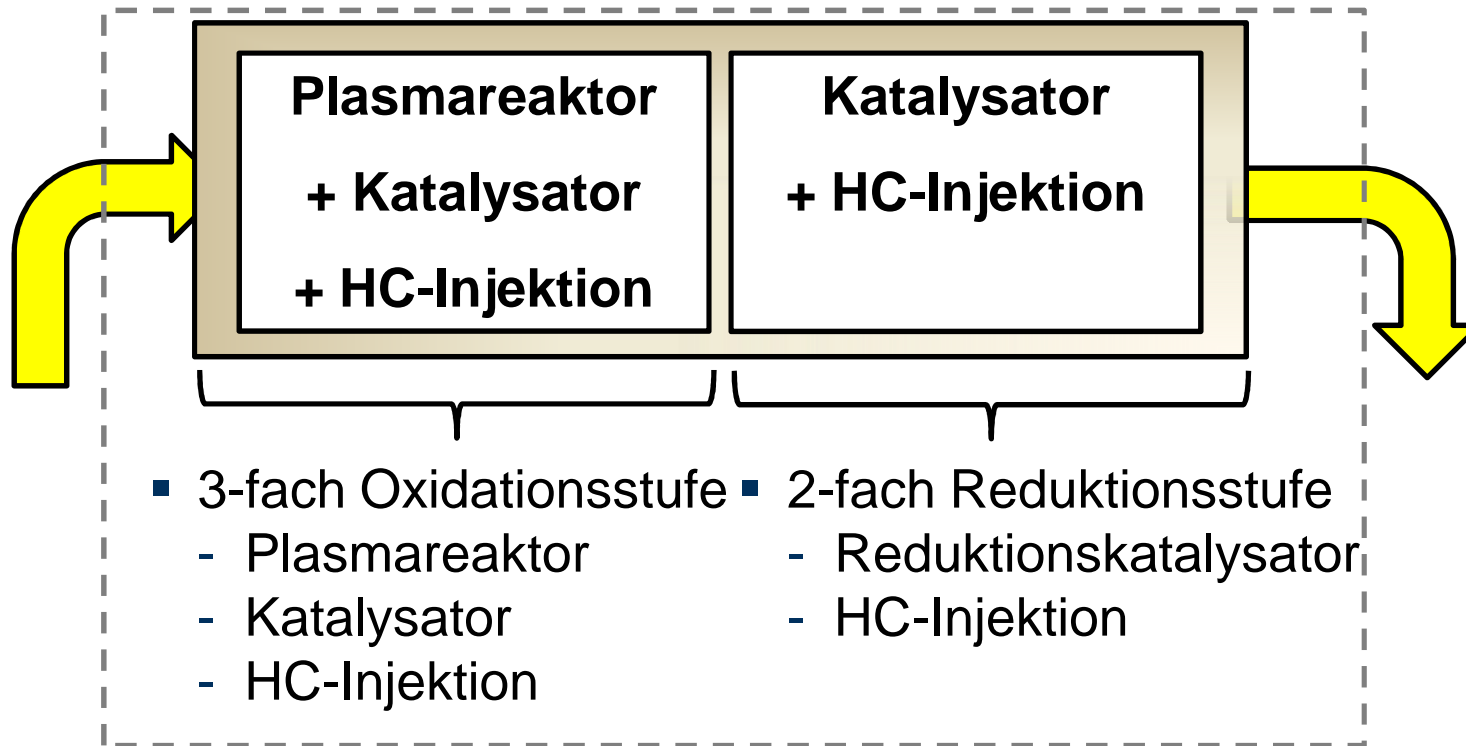
VOM PROTOTYP ZUM PRODUKT

- Direkte Reduktion von  $\text{NO}_x$  in  $\text{O}_2$ -haltigem Abgas mit Plasma ausgeschlossen
- Oxidation von  $\text{NO}$  zu  $\text{NO}_2$ 
  - Plasma liefert Radikale ( $\text{OH}$ ,  $\text{O}$ ) und reaktive Spezies ( $\text{O}_3$ )
- Unterstützung der Oxidation durch Kohlenwasserstoffe



VOM PROTOTYP ZUM PRODUKT

## Lösungsansatz: 2-stufiges Filterkonzept zur $\text{No}_x$ -Reduktion



Quelle: INP Greifswald

Labor → Bypass Prüfstand → Bypass Schiff

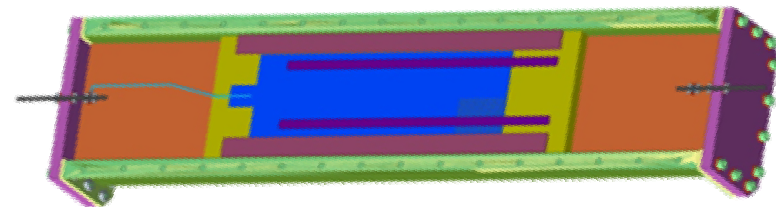
VOM PROTOTYP ZUM PRODUKT

- Nachbildung eines Diesellabgases im Labor:
  - Zusammensetzung
  - Temperatur bis 400 C
  - H<sub>2</sub>O-Gehalt bis 80 g/h
  - Fluss bis 1000 l/h
- Energieversorgung: variable AC-HV-Quelle
- Energiebedarf: Strom- und Spannungsdiagnostik
- Gasanalytik: hochauflösende, schnelle FTIR-Spektroskopie

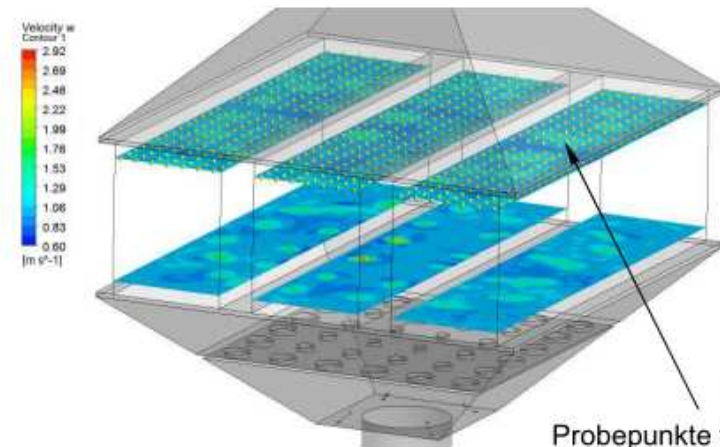
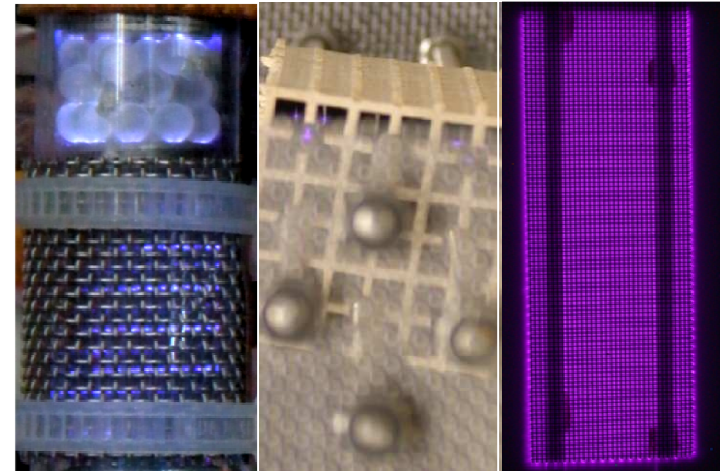


Laborreaktoren:

- L x B x H: 120 x 45 x 3 mm<sup>3</sup>
- Gasfluss: 0,2 – 1 m<sup>3</sup>/h



- Test und Bewertung von 3 Elektrodengeometrien
- Materialscreening
  - Elektroden
  - Dielektrika
  - Verbundmaterialien
  - Isolationsmaterialien
  - Katalysatoren (LIKAT)
- Strömungssimulation (MET)
- Stoffverteilungssimulation (MET)



Probepunkte für die statistische Auswertung  
Quelle: MET Rostock

VOM PROTOTYP ZUM PRODUKT

Motor für Bypassstests:

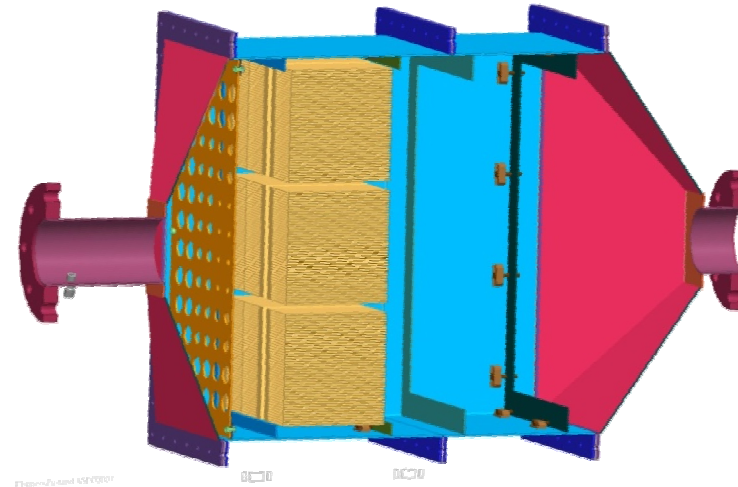
- SULZER 6AL20/24
- $P_{\text{nom}} = 397 \text{ kW}$
- $n_{\text{nom}} = 720 \text{ min}^{-1}$



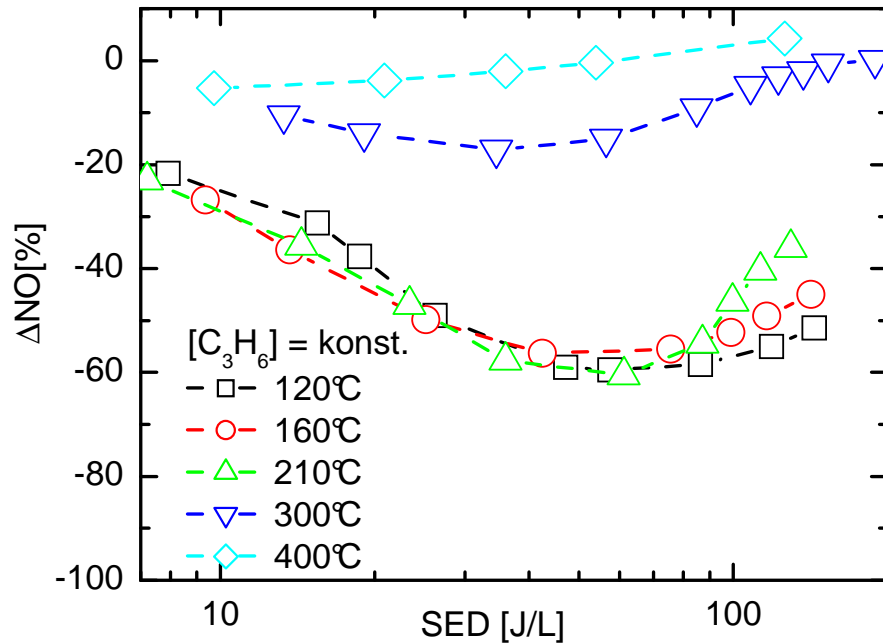
Bypassreaktor:

- L x B x H: 120 x 500 x 550 mm<sup>3</sup>
- Gasfluss: bis 262 m<sup>3</sup>/h

Installation am Bypass  
in Arbeit

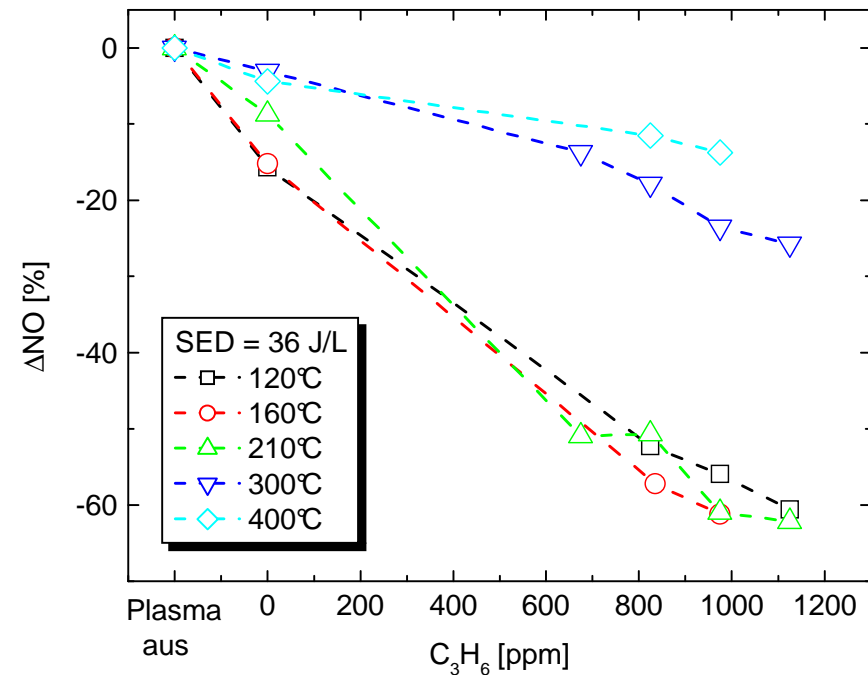


VOM PROTOTYP ZUM PRODUKT



- SED = var.
- $\text{C}_{\text{C}_3\text{H}_6} = \text{konst.}$
- 50%-Last

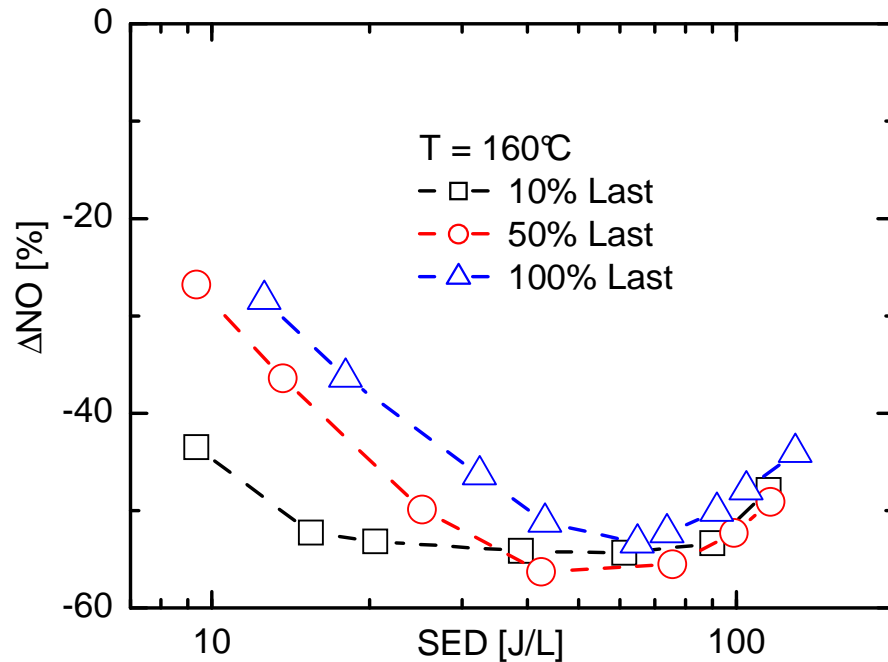
Optimale NO-Wandlung durch Plasma  
 SED  $\approx$  30 – 80 J/l und  $T < 300$  °C



- SED = konst.
- $\text{C}_{\text{C}_3\text{H}_6} = \text{var.}$
- 50%-Last

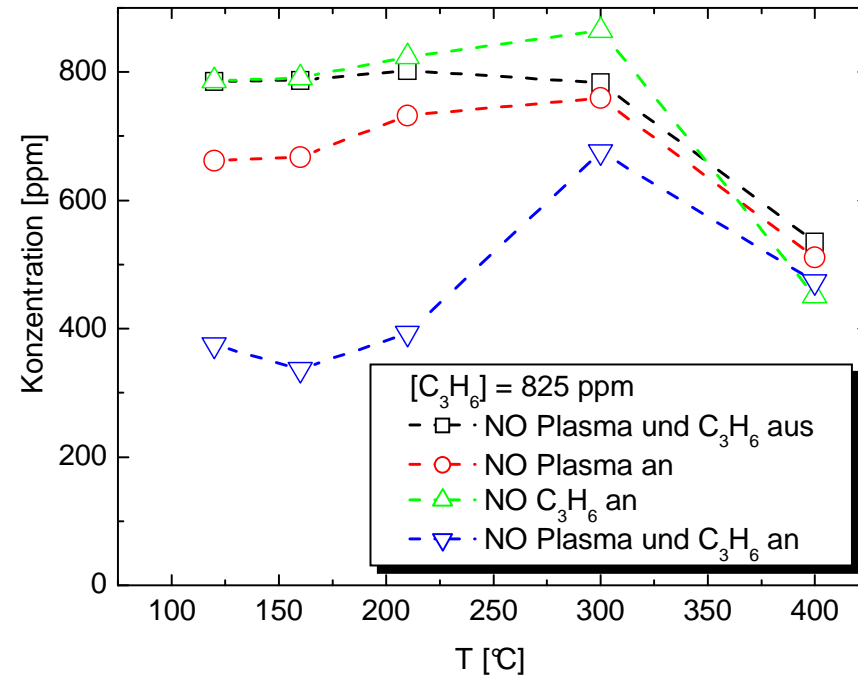
Höhere NO-Wandlung durch  
 Erhöhung der Propen-Konzentration

VOM PROTOTYP ZUM PRODUKT



- T = konst.
- $C_{C_3H_6} = 0$
- SED = var.

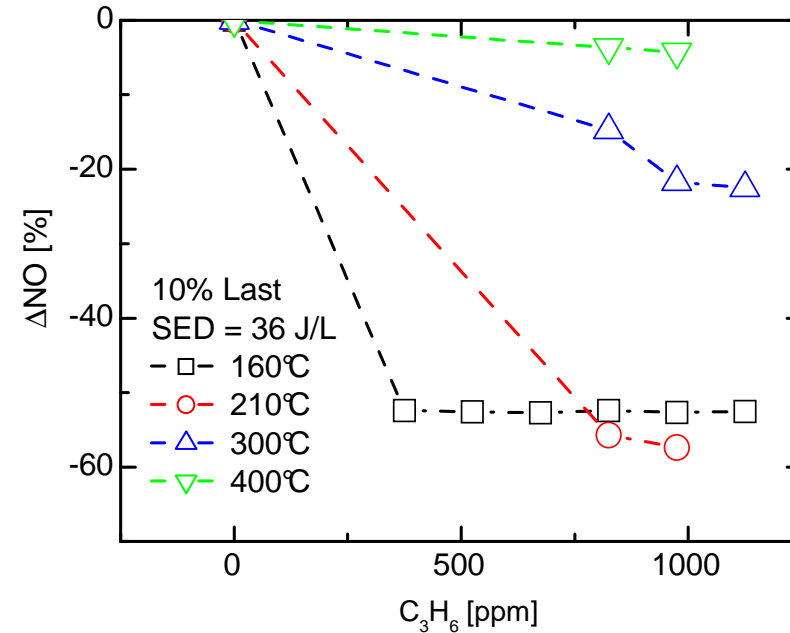
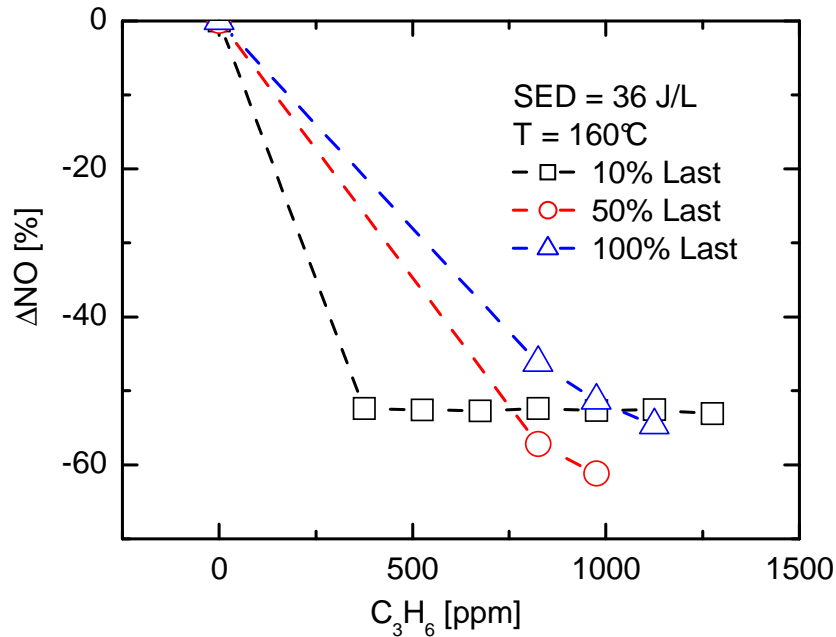
NO-Wandlung durch Plasma nahezu unabhängig von Gaszusammensetzung



- SED = 36 J/l
- $C_{C_3H_6} = \text{konst.}$
- Halblast

Synergieeffekte von Plasma und Propen bei der NO-Wandlung bei  $T \approx 100 - 200 \text{ }^\circ\text{C}$

VOM PROTOTYP ZUM PRODUKT

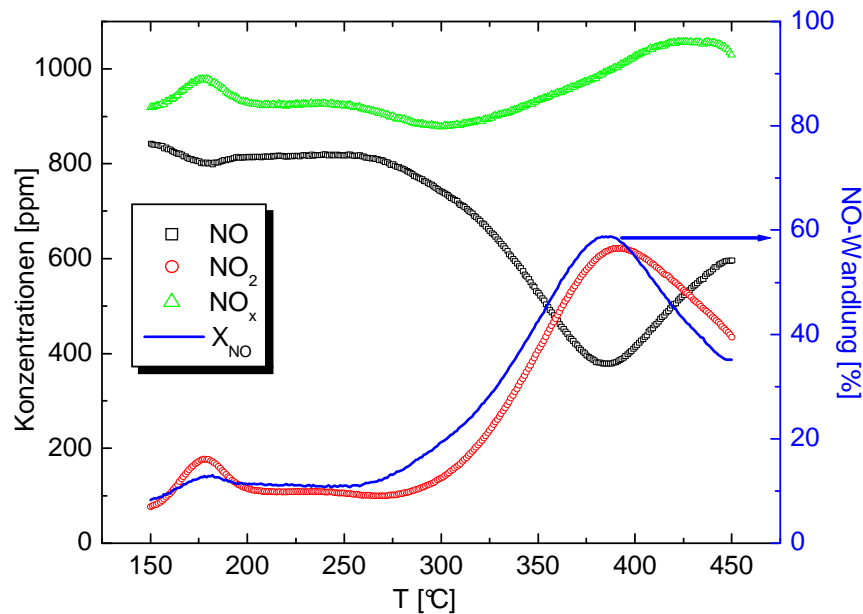


- T = konst.
  - SED = konst.
- bei 10% Last Sättigung schon bei 375 ppm C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>-Zumischung, nicht verbrauchtes C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> für HC-basierte Katalyse nutzbar

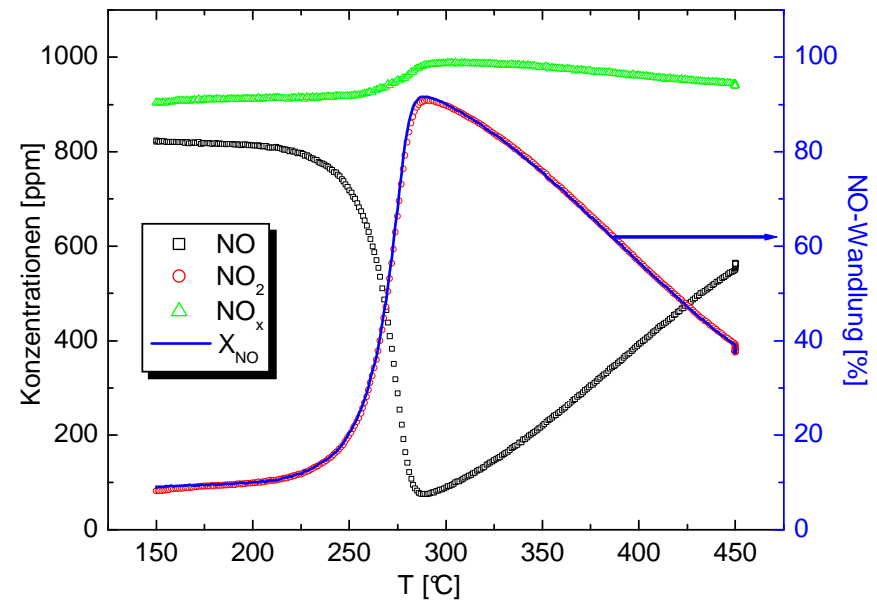
- C<sub>C<sub>3</sub>H<sub>6</sub></sub> = var.
  - SED = konst.
- bei steigender Gastemperatur abnehmende NO-Oxidation



VOM PROTOTYP ZUM PRODUKT

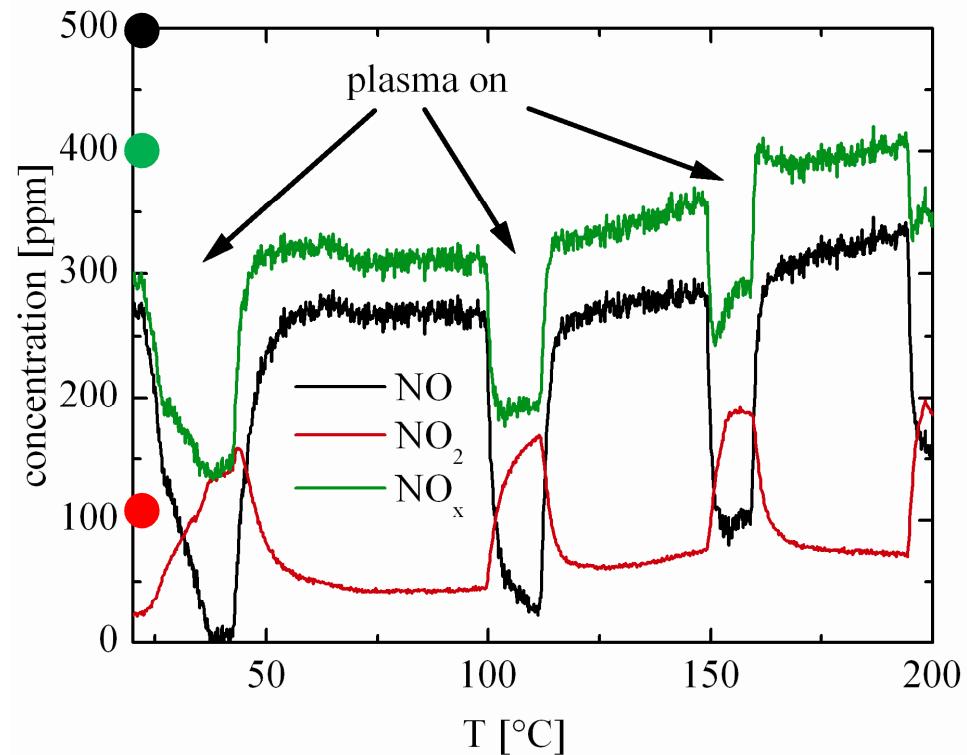


- NO-Oxidation mit Kupfer-basiertem Katalysator  
59% NO-Wandlung bei  $\approx 388^{\circ}\text{C}$



- NO-Oxidation mit Ruthenium-basiertem Katalysator  
92% NO-Wandlung bei  $\approx 290^{\circ}\text{C}$

VOM PROTOTYP ZUM PRODUKT



- T = var.
- SED = 36 J/l
- 10% Last

- $C_{C_3H_6} = \text{konst.}$   
No<sub>x</sub>-Reduktion bei T < 200 °C durch Katalysator  
und HC-Injektion  
Performancesteigerung durch Plasma

- Untersuchung von Katalysatoren
- HC-SCR-Katalysator zur NO<sub>2</sub>-Reduktion nachschalten
- Installation eines Reaktors im Bypass eines Schiffsdieselmotors
- Behandlung realer Schiffsdieselabgase
- Untersuchung von Nebenprodukten
- Verbindung Motormanagement - Steuerung des Plasmareaktors
- Optimierung des Systems (Energieeintrag, HC-Injektion, ...)

- Einsatz der Technologie auf dem Schiff
  - Betriebspunkte der Maschine (Leerlauf, Halblast, Volllast)
  - Hauptaggregat, Hilfsaggregat
- Transfer der Technologie auf weitere Anwendungsfelder (z. B. stationäre Motoren, Nutzfahrzeuge)
- Einsatz weiterer Kohlenwasserstoffe als Additiv
- Auswirkung von Partikeln auf den Prozess
- Wechselwirkungen von Plasmen und Katalysatoren
- Weitere Einsatzgebiete von Plasmen im maritimen Bereich (Oberflächen, Dekontamination, Wasserbehandlung, ...)

**Partner gesucht!**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



VOM PROTOTYP ZUM PRODUKT

# Fragen?

Robin Summerer  
Walter-Rathenau-Str. 49a  
17489 Greifswald  
[robin.summerer@neoplas.eu](mailto:robin.summerer@neoplas.eu)  
[www.neoplas.eu](http://www.neoplas.eu)

