



Die NANO-X Vorstellung von Alkali-SiO₂ Katalysatoren

Dr. Stefan Sepeur
Saarbrücken 24.01.2012



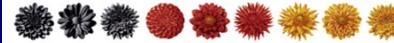
Die NANO-X GmbH!

Daten & Fakten

- Gründung 18. August 1999
- Umsatz 2011 ~ 6 Mio Euro
- Mitarbeiter: 45, davon > 40% im F&E Bereich
- Ca. 350 t Jahresproduktion, mehr als 40 Serienprodukte
- Mehr als 100 Veröffentlichungen
- > 40 Patentfamilien
- Zertifiziert nach DIN ISO 9001 und DIN ISO 14001



Deutschland
Land der Ideen



Wir sind ein
Ort der Ideen!





Kompetenzen!

Wissenschaftliches Arbeiten

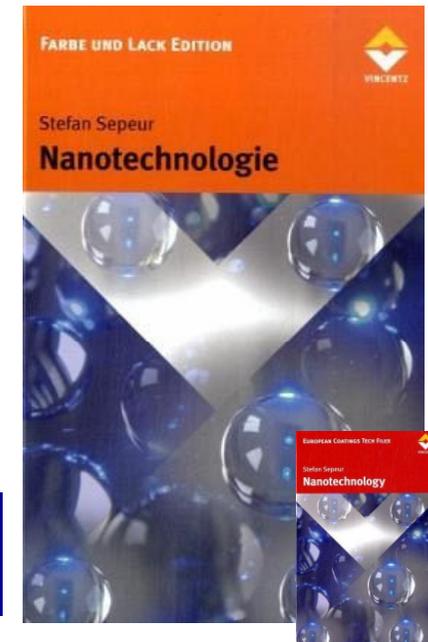
Ausbildungsleiter
Dr. Gerald Frenzer
und unsere Azubis



Buch „Nanotechnologie“ als Referenzliteratur



Die Autoren: Dr. Frank Groß, Dr. Nora Laryea,
Dr. Stefan Sepeur, Dr. Stefan Goedicke



Wir sind Verfasser eines Lehrbriefes zum
Fernstudiengang „Nanobiotechnologie“ an
der Universität Kaiserslautern



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

deutscher
verband

nanotechnologie



Forschung der NANO-X

Übersicht

Forschungsleitung
(Dr. Stefan Sepeur)

Multifunktionsoberflächen
(Dr. Frank Groß)

Die Sol-Gel-Technologie als Basis für multifunktionelle **anorganisch-organische Nanokomposite** für eine Vielzahl von funktionellen Beschichtungen, z.B. für Coil-Anwendungen



Zunder- und Korrosionsschutz
(Dr. Stefan Goedicke)

Die entwickelte **Titanid®** Technologie umschreibt innovative **Metall-Keramik Verbundwerkstoffe** für den Korrosionsschutz von Metallen in verschiedenen Temperaturbereichen

Nanostrukturierte Harze
(Dr. Nora Laryea)

Der Begriff **SiliXan®** umschließt eine neue **innovative Bindemittelgeneration**, die durch Direkthärtung von Silanen Kratzfestigkeit, Chemikalienbeständigkeit mit höchster UV-Beständigkeit kombiniert



Gas- und Feststoffkatalyse
(Dr. Gerald Frenzer)

Die **Catalytic-Clean®** Technologie steht für neue Nanokatalysatoren zum Abbau von schädlichen Stoffen und Gasen, z.B. revolutionäre **Si-Alkali-Katalysatoren** für den Abbrand von Ruß im Dieselußkatalysator



Energie und Optik
(Dr. Elin Hammarberg)

Neue Konzepte über **nanoskalige Phasen** zur Energieeinsparung und Energiegewinnung durch katalytische Verfahren und Oberflächenfunktionalisierung





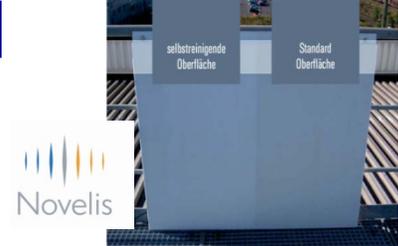
NANO-X Awards

Auszeichnungen für NANO-X Oberflächen

2003: Deutscher Umweltpreis mit NANO-X Hochtemperaturschutz für Sintermetall



2005: EAFA Alufoil Trophy Black Alu



2008: Innovationspreis Göttingen!

2006: Stahlinnovationspreis für Zunderschutz



2007: Innovativstes Unternehmen des Saarlandes!



Saarländischer Staatspreis für Design 2009

2010: JEC Innovation Award für Selbstreinigung



2011: Kerona erhält Deutschen Rohstoffeffizienzpreis und Umweltechnikpreis



2009: reddot design award für Metten "Belpasso"



reddot design award winner 2009





Gemeinsame Forschung!

Öffentlich: BMBF, ZIM, EFRE



- Vergabe von drei Doktorarbeiten und einer Diplomantenstelle an der Universität des Saarlandes
- Aufnahme in die Habilitantenliste

„Effiziente Chlorherstellung“



Bayer MaterialScience



UNIVERSITÄT DES SAARLANDES



Fraunhofer Institut Umwelt-, Sicherheits-, Energietechnik UMSICHT



„NX-CleanProtect“



UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

„Nanoefficiency“



Bartels mikrotechnik



SACHTLEBEN

HJS Abgas-Systeme • Exhaust Systems

„Nano-SCR“



NanoScape

Projektbegleitende Ausschüsse/strategischer Partner:

- Selbstreinigende Beschichtungssysteme (AIF)
- USIBOND Kleben von formgehärteten Bauteilen (AIF)
- SiO₂-Dispersionen (Papiertechnische Stiftung)
- Induktives Erwärmen (AIF)
- Antifouling (BMBF Unterauftrag)
- Photokatalytische Fe-TiO₂-Partikel (AIF)
- Korrosionsschutz Müllverbrennungsanlage (AIF)
- RFB-Solar (INTERREC)



Alkali-SiO₂ Katalysatoren

Neue Katalysatortechnologie

- Stand der Technik
- Ansatz von NANO-X (x-glas Technologie)
- Ergebnisse
- Ausblick



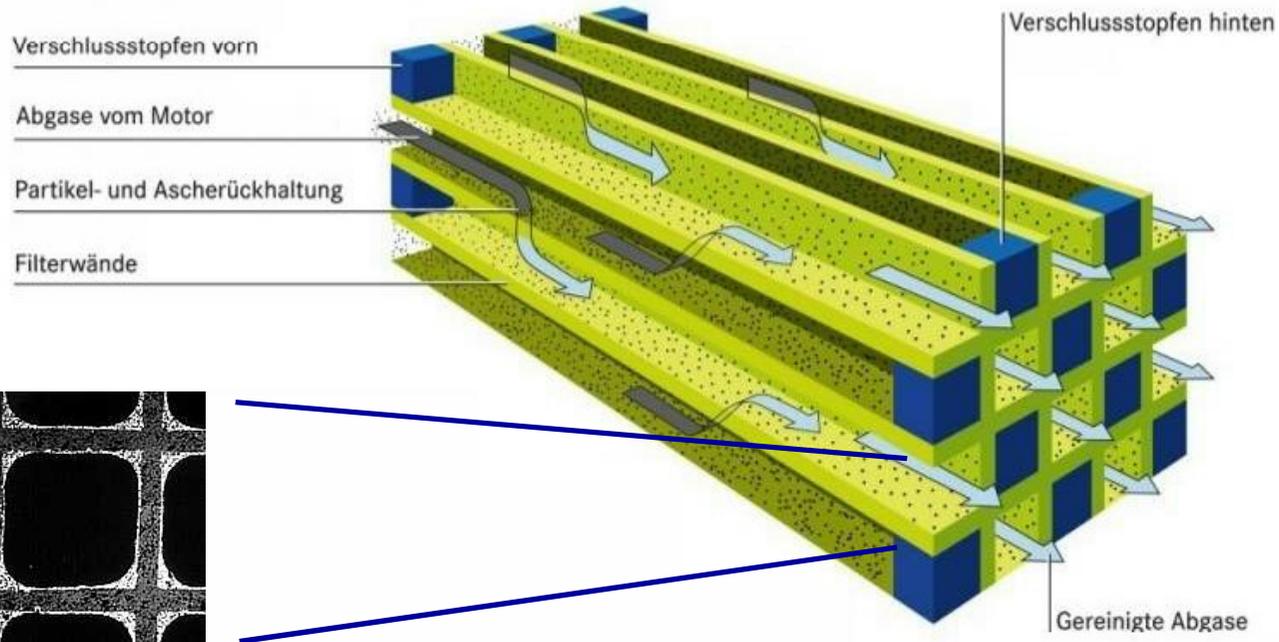
Stand der Technik

Katalysatoren zur Oxidation von Dieselruß in der Anwendung

Automobilbereich:
- Edelmetalle (Pt, Pd) + Washcoat
auf Wabenstrukturfilter

Nutzfahrzeugbereich:
- V_2O_5/TiO_2
auf Wabenstrukturfilter

Funktionsweise eines Dieselpartikelfilters:



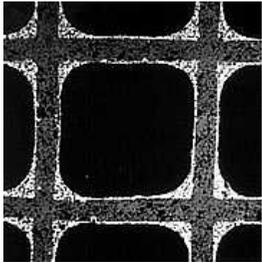
Silizium-carbid



Aluminium-titanat



Cordierit



Platinbeschichtung



Stand der Technik

Katalysatoren zur Oxidation von Dieselruß in der Anwendung

Automobilbereich:

- Edelmetalle (Pt, Pd) + Washcoat auf Wabenstrukturfilter

Nutzfahrzeugbereich:

- V_2O_5/TiO_2 auf Wabenstrukturfilter

Charakteristik:

- + Zusätzlich Umwandlung von CO, NO_x, HC
- + Temperaturbeständigkeit
- Schwefelvergiftung, reversibel
- Keine echte Russkatalyse:
 $2 NO_2 + 2 C \rightarrow 2 CO_2 + N_2$
- Russabbrand bei hoher Temperatur → gefeuerte Regeneration bei 540°C
- Dauerhaltbarkeit begrenzt

Charakteristik:

- + Geringe Kosten
- + Lange Lebensdauer
- + Sehr gute Schwefelstabilität
- + Echte Russkatalyse
- Geringe Aktivität
- Geringe thermische Beständigkeit, max. ca. 600°C
- Vanadium ist gesundheitsschädlich

→ Optimierungsbedarf bzgl. Aktivität, Kosteneffizienz, Umweltfreundlichkeit des Katalysators

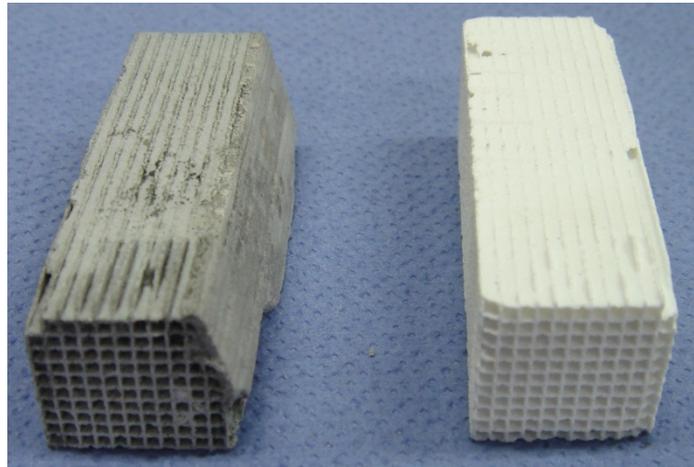
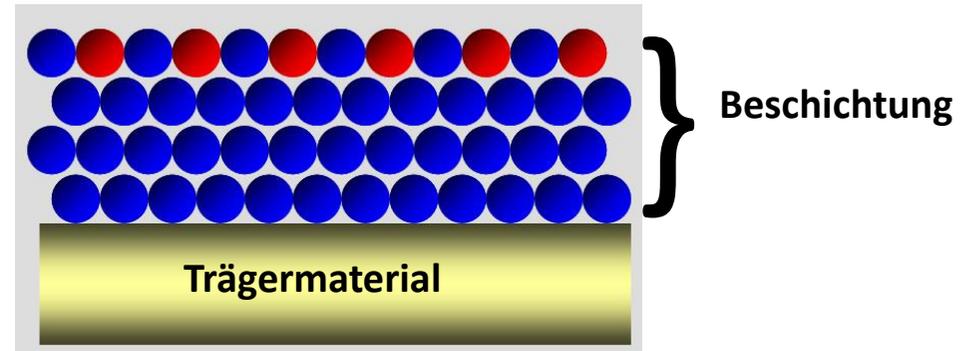


Ansatz von NANO-X

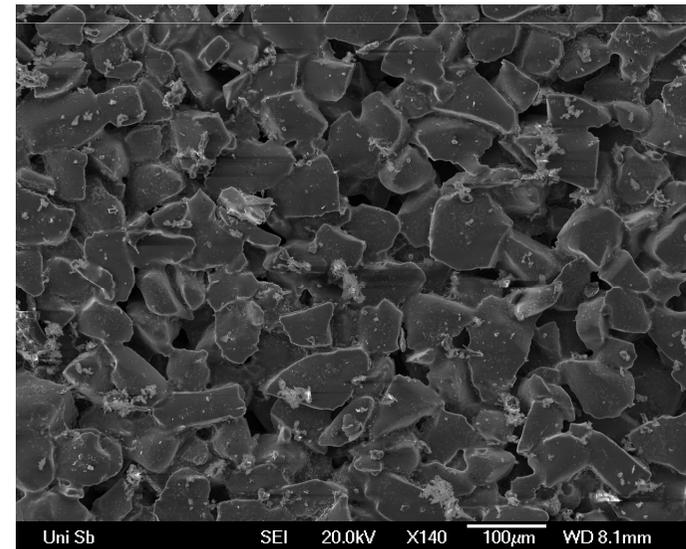
Catalytic-Clean-Effect®

Schematischer Aufbau der Katalysatorschicht:
Silikatische Matrix (●) mit hochaktiven Zentren
an der Oberfläche (●)

→ x-glas®-Technologie



Beschichtetes AlTi Keramiksubstrat vor (r) und nach (l) 600°C Härtung



Rasterelektronenmikroskopische Untersuchung einer beschichteten SiC-Keramik nach Härtung bei 500°C



Eigenschaften

x-glas® Katalysator

Physikalische Eigenschaften:

- Thermische Vortrocknung bei RT bis 250°C
- Endhärtung bei 500-600°C für ca. 30 min
- Die Vortrocknungszeit ist bauteilabhängig und sollte auf die jeweilige Geometrie und Porengröße abgestimmt werden
- Ausbildung einer metallischen katalytisch wirksamen Schicht
- Typische graue Färbung an der Oberfläche
- Spezialausführung als transparente Beschichtung ist möglich
- Homogene Beschichtung ohne Ausblühungen oder Rissbildung

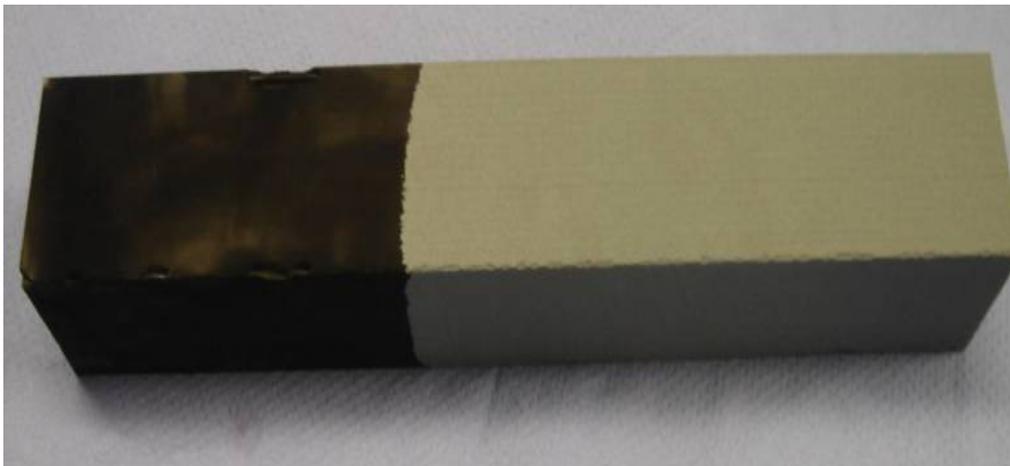
Chemische Eigenschaften:

- Katalytische Wirkung zwischen 250°C und ca. 800°C
- Katalytischer Abbau von Ruß ab ca. 300°C (substratabhängig)



Trägermaterialien

x-glas® Katalysator



Halbseitig mit x-glas® Katalysator beschichtete Substrate nach vollständiger Berußung und Auslagerung 30 min ab 350°C



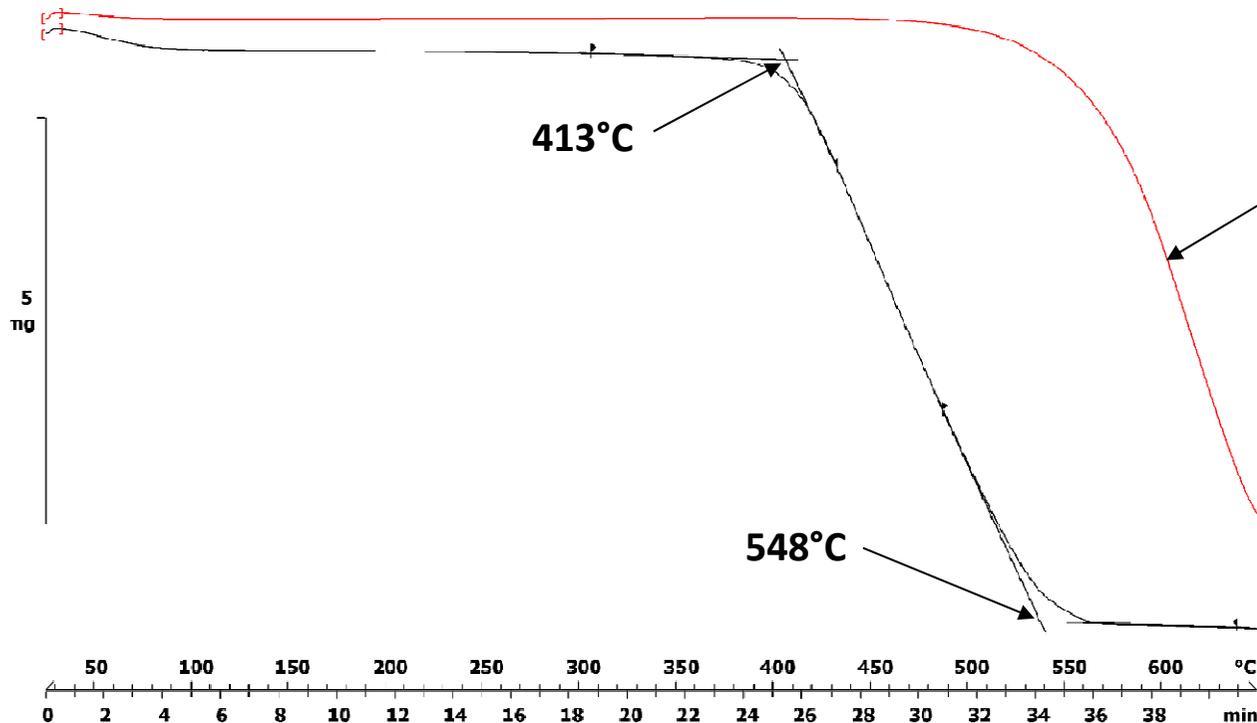
Katalysatorcharakterisierung

x-glas® Katalysator

1. Katalytische Grundaktivität

Differentialthermoanalyse:

- Eine Menge beschichtetem Keramikfilter wird zermahlen und das Pulver mit ca. 20 Gew.-% eines Modellrusses (Printex U, Evonik) homogen vermischt.
- Bestimmung des Gewichtsverlust dieser Probe nach langsamem Aufheizen bis 650°C



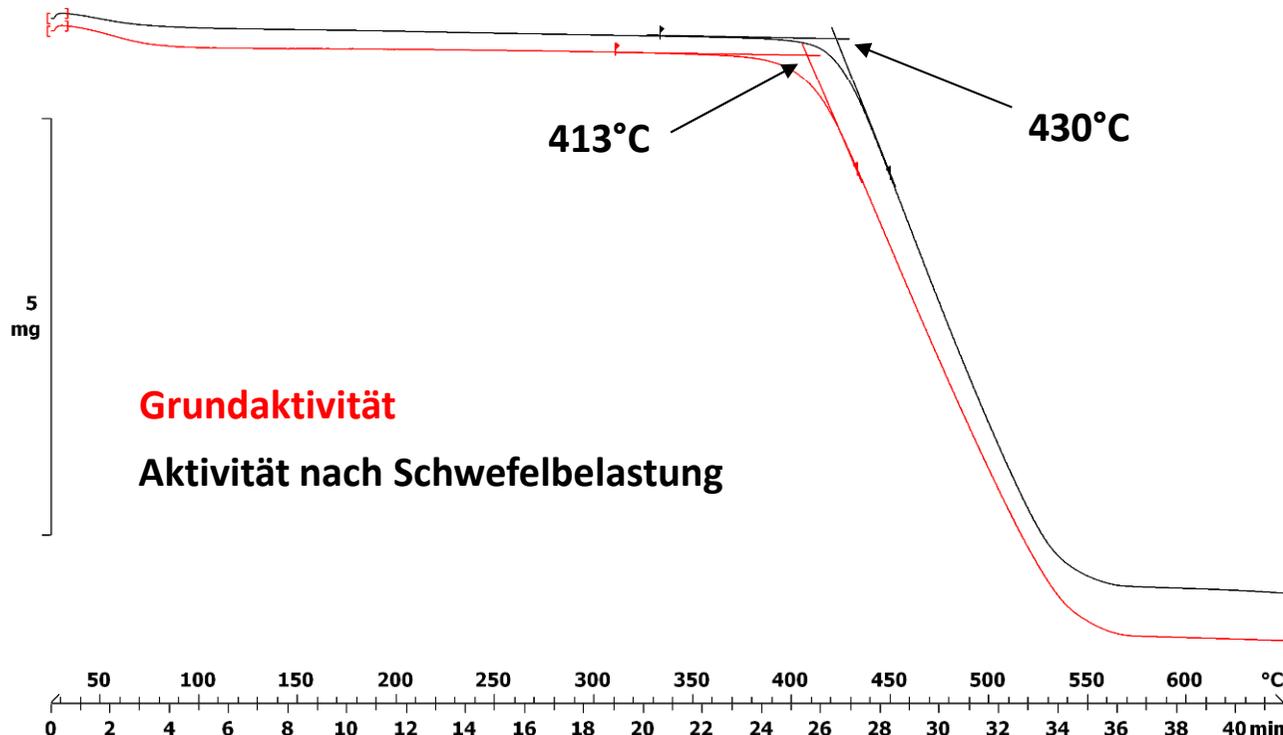
Deutliche katalytische Aktivität des x-glas® Katalysators



Chemische Vergiftung

x-glas® Katalysator

- Überprüfung der Schwefelstabilität von x-glas® Katalysator
- Vermessung des Katalysators in Pulverform (substratunabhängig)
- Laborbedingungen für Schwefelvergiftung: Verbrennen von 10 Gew.-% Schwefel, vermischt mit Katalysatorpulver bei 450°C. Anschließend erfolgt die Bestimmung der katalytischen Aktivität.



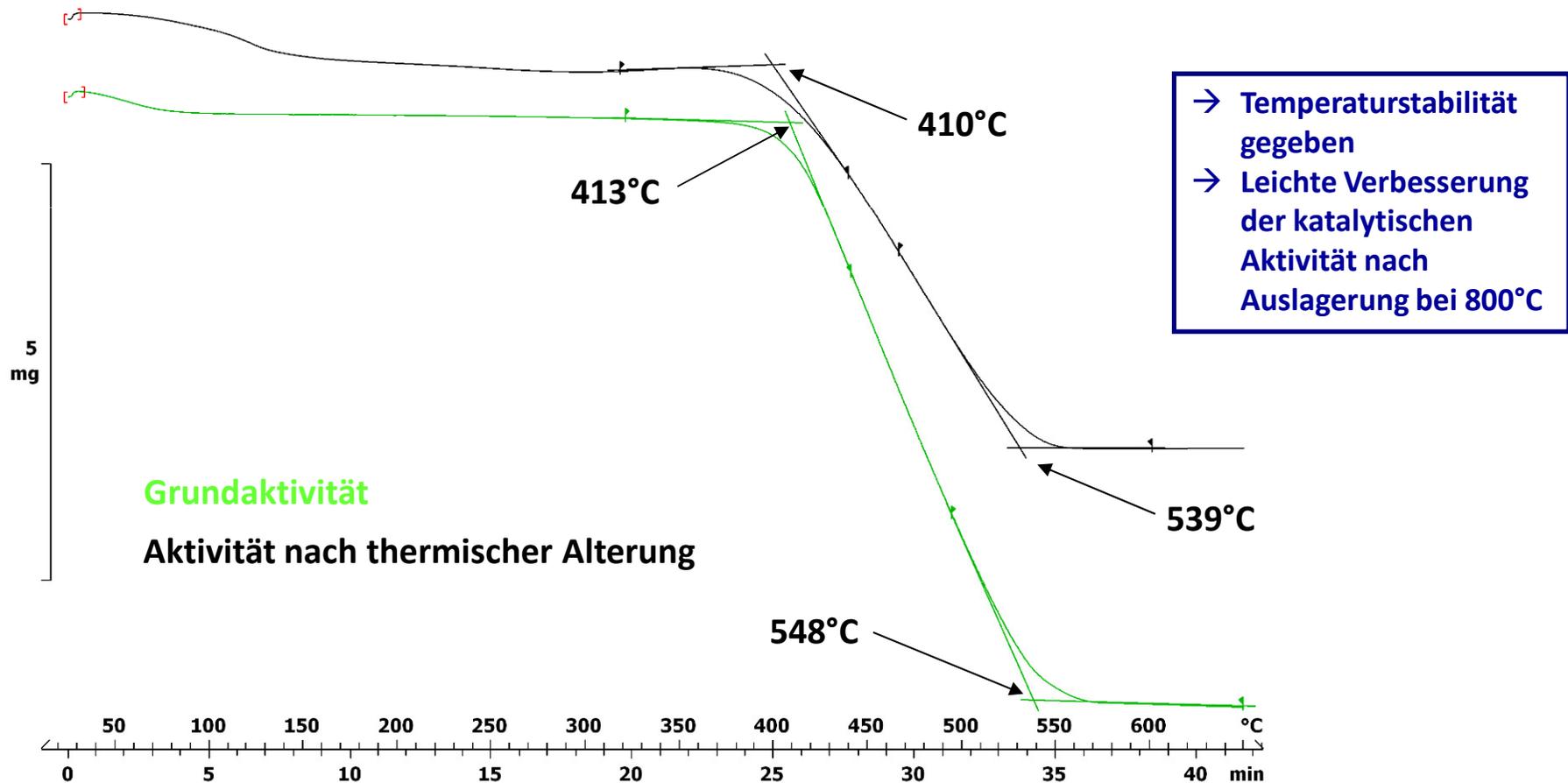
→ Schwefelstabilität gegeben
→ Nur geringer Aktivitätsverlust nach extremer Schwefelbelastung



Thermische Stabilität

x-glas® Katalysator

- Auslagerung des Katalysators in Pulverform für 24 h bei 800°C
- Anschließend erfolgt die Bestimmung der katalytischen Aktivität.



- Überprüfung der Praxistauglichkeit vom x-glas® Katalysator
- Bewertung der physikalischen Vergiftung und mechanische Alterung
- Tauchbeschichtung auf SiC und AlTi Filter



Motorprüfstand der
elringklinger AG

Versuchszyklen:

CRT Regeneration

- Filterbeladung (25–30 Gramm Ruß)
- Anfahren des CRT – Punktes →
Abgastemperatur 400°C; Dauer 15 min
($n = 1800 \text{ U/min}$; $M = 300 \text{ Nm}$);

Gefeuerte Regeneration

- Filterbeladung (25–30 Gramm Ruß)
- Kraftstoffnacheinspritzung → Zünden
der Russbeladung
- Abgastemperatur 540°C
($n = 1600 \text{ U/min}$; $M = 82 \text{ Nm}$)

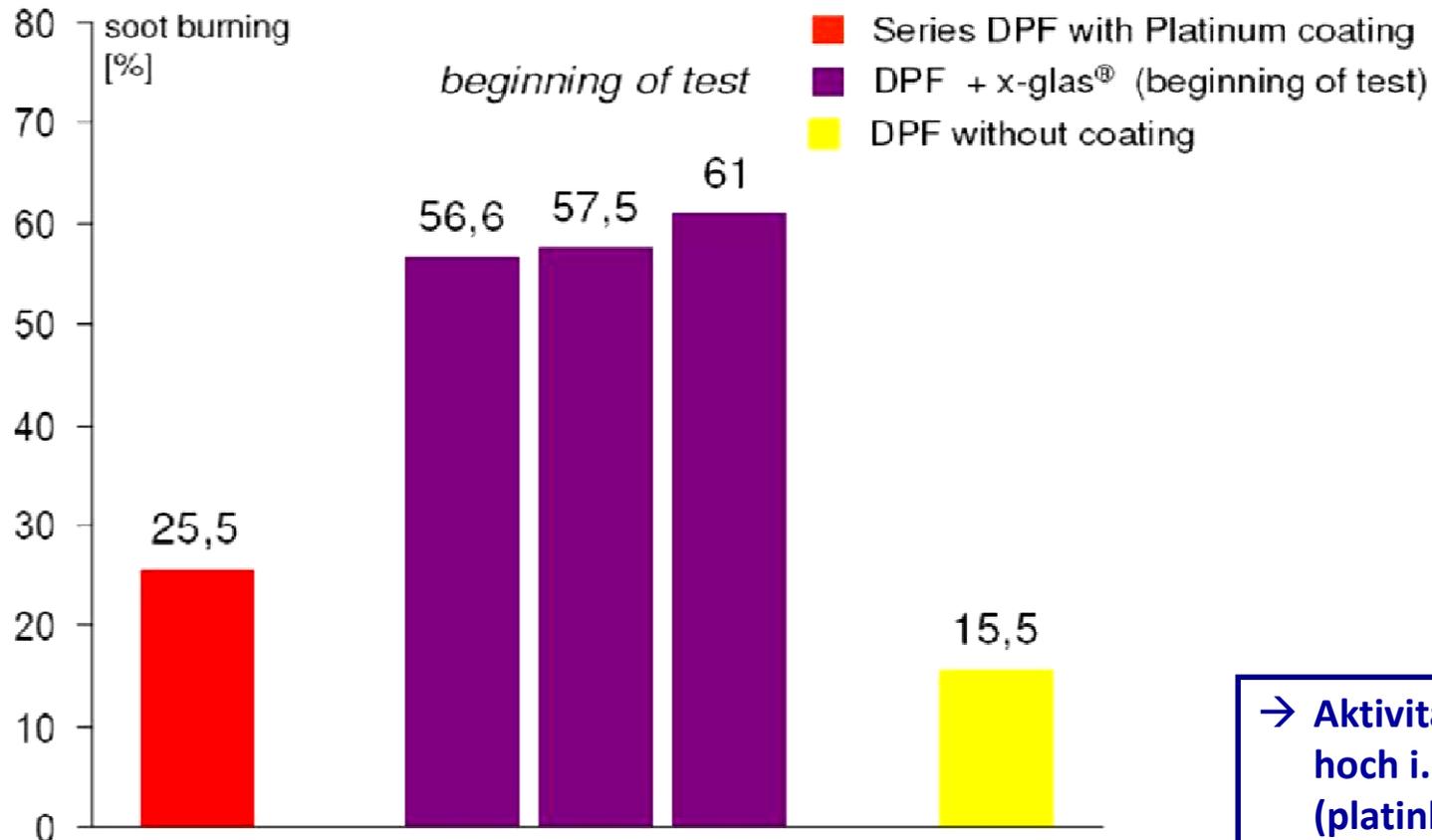


CRT-Regeneration

x-glas® Katalysator

x-glas® Beschichtung auf einem ALTi Filter im Motorprüfstand:

1.800 U/min
300 Nm
15 min
400°C



→ Aktivität doppelt so hoch i. V. zum Serienfilter (platinbeschichtet)

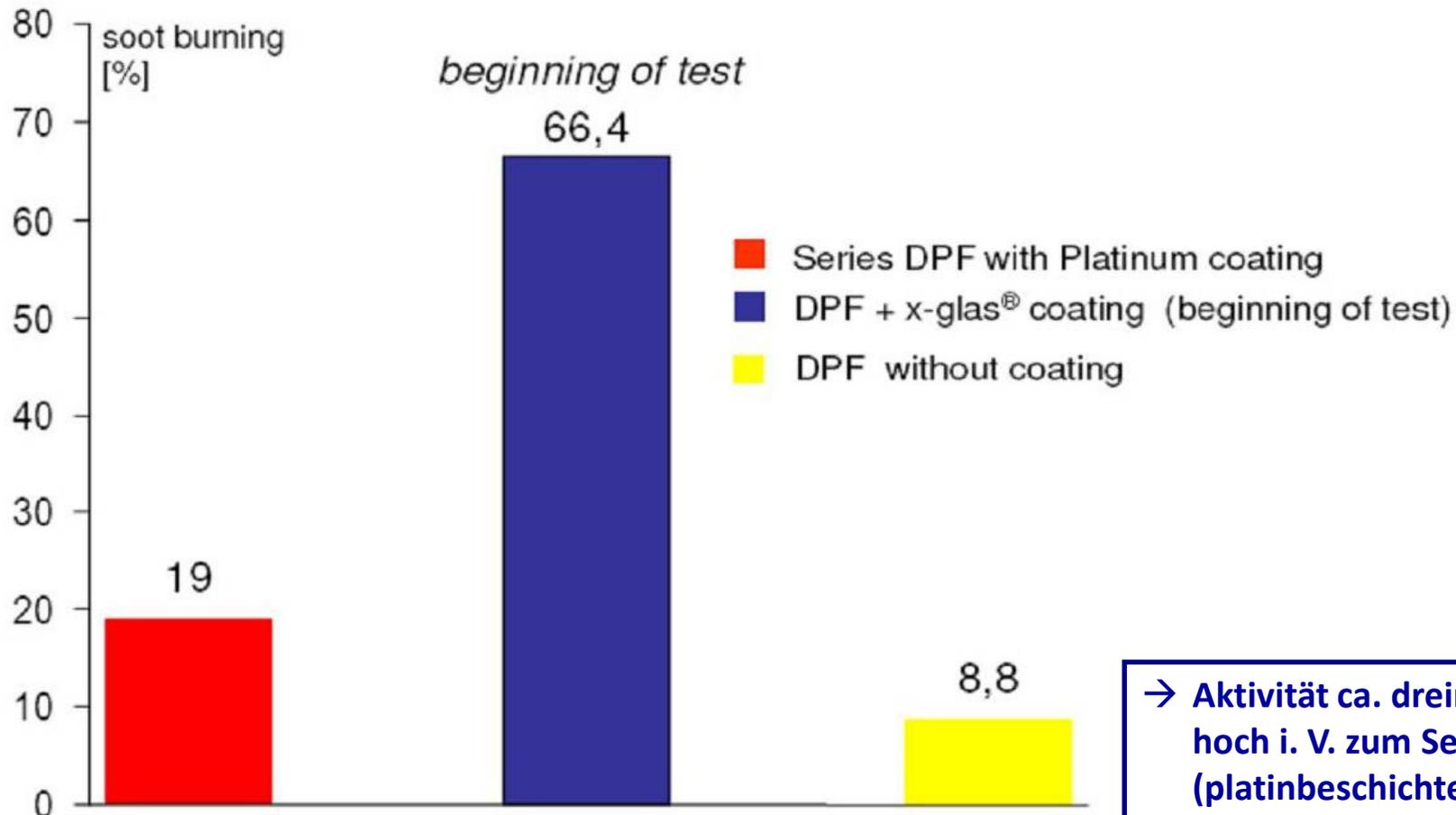


Gefeuerte Regeneration

x-glas® Katalysator

x-glas® Beschichtung auf einem ALTi Filter im Motorprüfstand:

1.600 U/min
82 Nm
540°C



→ Aktivität ca. dreimal so hoch i. V. zum Serienfilter (platinbeschichtet)



Prozessvorteile

x-glas® Katalysator

„Grüne Nanotechnologie“:

- Keine umweltbelastenden Schwermetalle
- Keine umweltbelastenden Nebengruppenmetalle
- Keine anderen giftigen oder umweltschädlichen Stoffe
- Recyclingfähig

Finanzielle Aspekte:

- Kostengünstige Alternative zu Platin
- Wesentliche Einsparungen möglich
- Rohstoffe weltweit verfügbar
- Optimale Materialnutzung durch Auftrag im Gieß- oder Tauchverfahren
- Kein Sondermüll für Materialabfälle!



In der Entwicklung

x-glas® Katalysator

Beschichtung weiterer Motorbauteile

Abgasrückführkühler
Reduktion der Kühlleistung
durch Ablagerungen
(Versottung)



Abgasrückführkühler

Brennraumsonden
Verunreinigung des
Messfensters



Brennraumsonde

Abgasrückführventil



verunreinigt

Neuzustand

Abgasrückführventile

Ablagerungen verschlechtern
die Abgaswerte



Vielen Dank!

NANO-X GmbH Saarbrücken

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**



NANO-X GmbH
Theodor-Heuss-Str. 11a
66130 Saarbrücken
GERMANY

Phone +49 (0)681-95940-0
Fax +49 (0)681-95940-15
E-Mail info@nano-x.de
Web www.nano-x.de