

# NIROSTA® und THERMAX®

## Nichtrostende Stähle für Abgassysteme im Automobil



Ein Unternehmen  
von ThyssenKrupp  
Stainless

**ThyssenKrupp Nirosta**



ThyssenKrupp

# NIROSTA® – ein bewährter Werkstoff für Abgasanlagen

Bereits der ADAC-Test der Jahre 1970 bis 1974 bestätigte die guten Eigenschaften des damals maximal denkbaren Werkstoffes mit der Nummer 1.4512 (DIN-Bezeichnung X2CrTi12). Er entsprach in der gesamten Testzeit und an allen Schalldämpferstellen den Anforderungen, sodass das Resümee der Prüfung lautete: „Mit Einsatz von NIROSTA® 4512 ist eine vier- bis fünfjährige Garantieverpflichtung möglich“.

Mit Einführung der Abgasentgiftung haben sich durch den 3-Wege-Katalysator die Angriffsbedingungen sowohl korrosiv als auch thermisch verschärft. Heute sind höherwertige Werkstoffe notwendig, um eine ausreichende, gute Haltbarkeit zu gewährleisten.

Dieser Trend setzt sich weiter fort. Vorgaben durch immer strenger werdende Gesetze, die Forderungen nach Leichtbaukonstruktionen zur Verringerung des Kraftstoffverbrauches und die zusätzlichen Ansprüche an Optik und Lebensdauer werden wir auch zukünftig mit unseren Stählen und Legierungen erfüllen können.

## Die Werkstoffe

Eine breite Palette an Stählen bietet zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten, um den jeweils unterschiedlich beanspruchten Bauteilen einer Abgasanlage gerecht zu werden. Die primäre Unterscheidung der nichtrostenden Stähle erfolgt nach ihren Gefügen in ferritische und austenitische Stähle.



Ferritisch



Austenitisch

**Abgaskrümmen**  
NIROSTA® 4509

NIROSTA® 4541  
THERMAX® 4828  
THERMAX® 4828 mod.

**Krümmenrohr**  
NIROSTA® 4512  
NIROSTA® 4509

NIROSTA® 4301  
NIROSTA® 4541  
THERMAX® 4828

**Katalysator**  
NIROSTA® 4509

NIROSTA® 4541  
THERMAX® 4828  
CRONIDUR® 4767 (Folie)

**Verbindungsrohr**  
NIROSTA® 4512  
NIROSTA® 4509

NIROSTA® 4301

**Mittelschalldämpfer**  
NIROSTA® 4512  
NIROSTA® 4510  
NIROSTA® 4113  
NIROSTA® 4513  
NIROSTA® 4526

NIROSTA® 4301  
NIROSTA® 4541

**Verbindungsrohr**  
NIROSTA® 4512

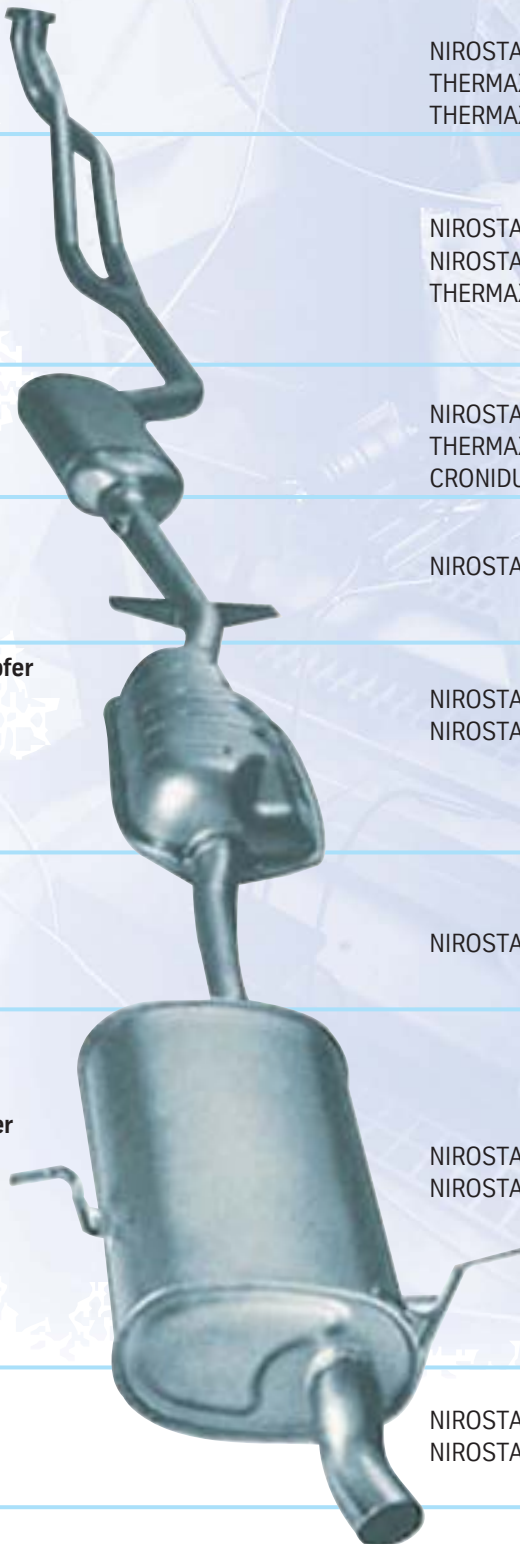
NIROSTA® 4301

**Endschalldämpfer**  
NIROSTA® 4512  
NIROSTA® 4113  
NIROSTA® 4513  
NIROSTA® 4526

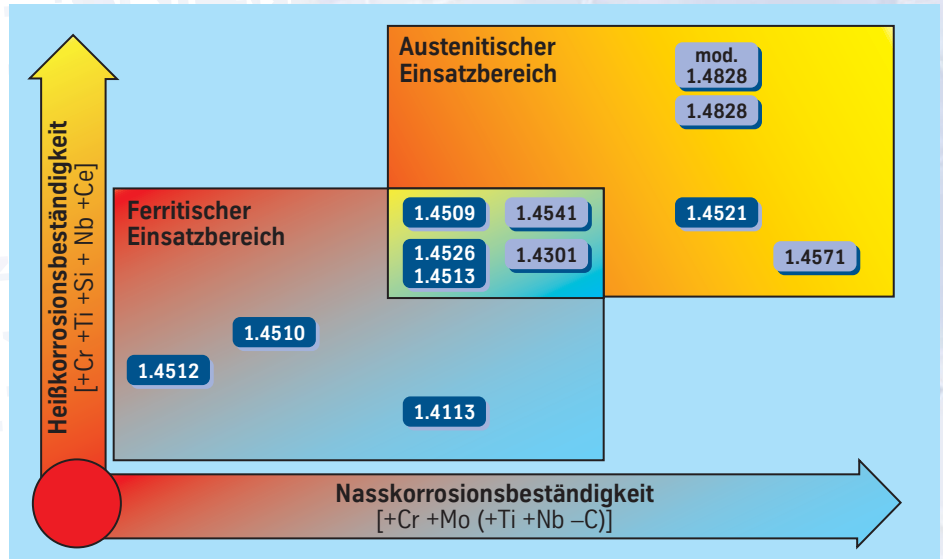
NIROSTA® 4301  
NIROSTA® 4541

**Endrohr**

NIROSTA® 4301  
NIROSTA® 4401



Einen groben Überblick über Einordnung und Einsatzschwerpunkte wesentlicher nichtrostender und hitzebeständiger Stähle bietet die nebenstehende Grafik. Aufgetragen ist das Werkstofffranking in Bezug zu den Hauptbeanspruchungen Heiß- und Nasskorrosion sowie die Wirkung der Legierungselemente.

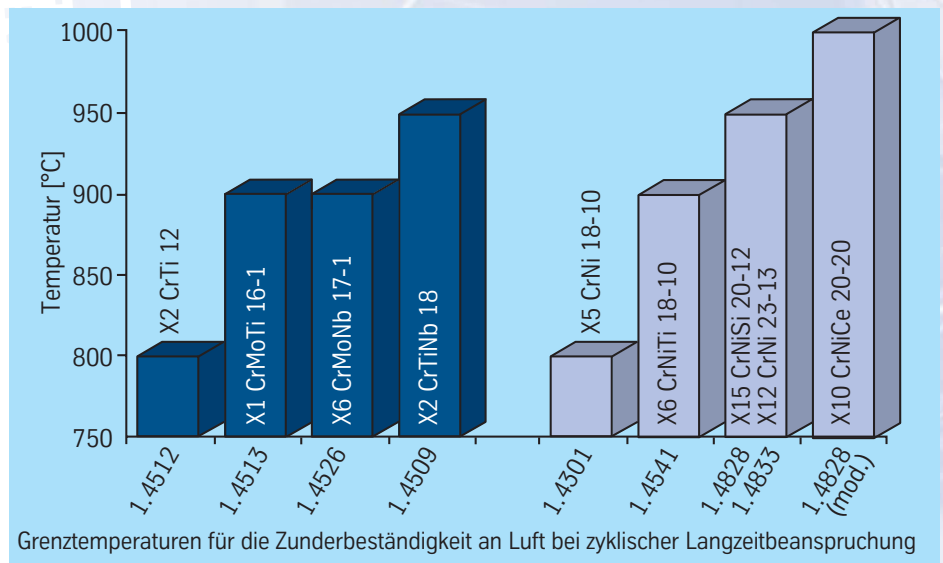


## Die Einsatzbereiche

### Vorderer Bereich

Der vordere, heiße Bereich von Abgasanlagen (Krümmerrohre, Katalysator) erfordert Stähle mit hoher Zunderbeständigkeit, Warm- und Zeitstandfestigkeit bei möglichst geringer Versprödungsneigung. Verschärfend kommen starke Schwingbeanspruchungen infolge von Vibrationen hinzu.

Eine erste Werkstoffeinschätzung kann anhand der Grenztemperaturen für die Zunderbeständigkeit an Luft bei zyklischer Langzeitbeanspruchung erfolgen.



Erweitert wird diese durch die Klassifizierung des Versprödungsverhaltens der wesentlichen Stähle unter thermischer Beanspruchung.

|           | Werkstoff  | Gefügeveränderung  | Einwirkzeit <sup>2)</sup>   | Versprödungswirkung | Zundergrenztemperatur an Luft |
|-----------|--|--|-----------------------------|---------------------|-------------------------------|
| Ferrite   | 1.4512   | >900 °C ⇨ Kornwachstum<br>>1000 °C ⇨ TiCN-Auflösung                                | kurz                        | gering              | 800 °C                        |
|           | 1.4509 <sup>1)</sup><br>(1.4526) <sup>1)</sup><br>(1.4513)<br>(1.4510) | 475 °C ⇨ Versprödung<br>600-850 °C ⇨ σ-Phase<br>>950 °C ⇨ Kornwachstum             | lang<br>lang<br>kurz/mittel | gering/mittel       | 950 °C<br>(900 °C)            |
|           | 1.4301   | 600-750 °C ⇨ Korngrenzenkarbide<br>650-850 °C ⇨ σ-Phase<br>>1000 °C ⇨ Kornwachstum | kurz<br>lang<br>mittel      | gering              | 800 °C                        |
|           | 1.4541   | 650-850 °C ⇨ σ-Phase<br>>1050 °C ⇨ Kornwachstum                                    | lang<br>mittel              | gering              | 900 °C                        |
| Austenite | 1.4828<br>1.4833   | 650-900 °C ⇨ σ-Phase<br>>1050 °C ⇨ Kornwachstum                                    | mittel                      | mittel/stark        | 950 °C                        |
|           | 1.4828<br>mod.   | 650-900 °C ⇨ σ-Phase<br>>1050 °C ⇨ Kornwachstum                                    | lang<br>mittel              | gering              | 1000 °C                       |

1) 850-1000 °C ⇨ Laves-Phase bei hohem Nb-Gehalt

2) kurz = Sekunden-Minuten, mittel = Minuten-Stunden, lang = Tage-Monate

Vervollständigt wird die Werkstoffauswahl letztendlich durch die Einschätzung der Warm- und Zeitstandfestigkeiten. Hier zeigt sich insbesondere eine allgemeine Überlegenheit der austenitischen Stähle bei Temperaturen über 500 °C.

### Mittlerer Bereich

Im mittleren Bereich des Abgassystems (Mittelschalldämpfer, Verbindungsrohre) sind Temperatur- und Nasskorrosionsbeständigkeit gleichermaßen gefragt. Je nach Fahrbetrieb ist die Temperaturbelastung besonders hoch (Volllast) oder es überwiegt die Korrosionsbeanspruchung (Kurzstreckenfahrten).

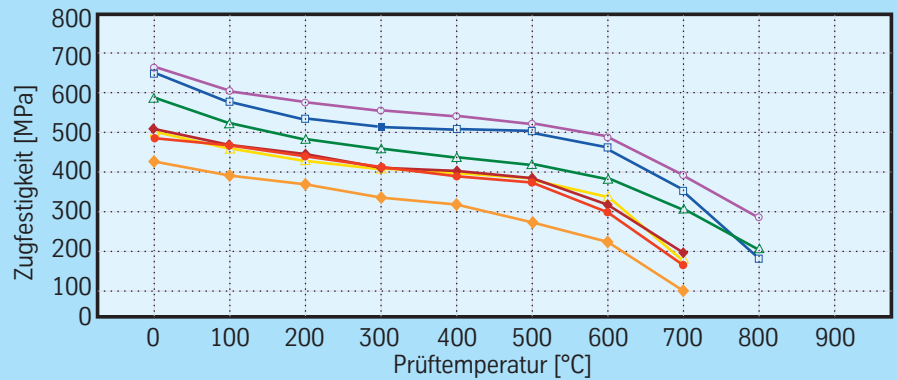
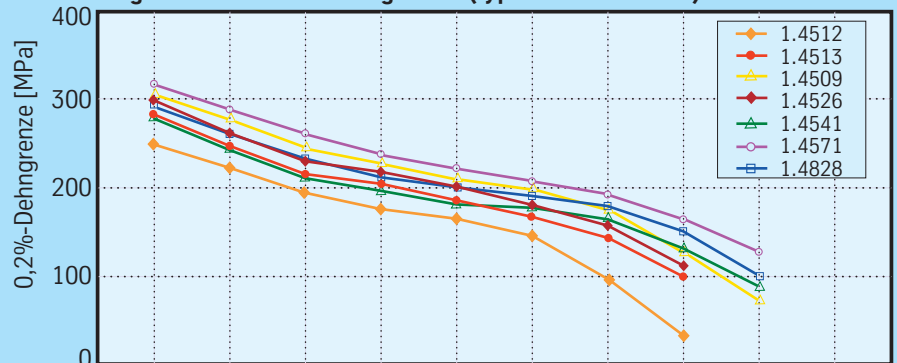
### Hinterer Bereich

Im hinteren Bereich (Endschalldämpfer) tritt die Nasskorrosion in den Vordergrund. Im System-Inneren werden durch Kondensation der Verbrennungsgase aggressive Gemische erzeugt, die zur Korrosion bei nichtrostenden Stählen führen können. Von außen sind die Werkstoffe bei Beaufschlagung mit salzhaltigen Taumitteln belastet.

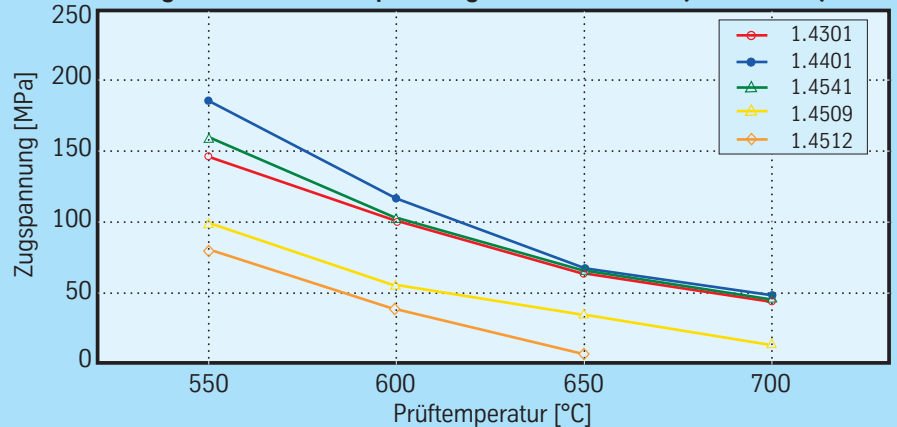
Durch Anlauffarben, Ablagerungen und Verschmutzungen kann sich der korrosive Angriff verstärken.

Das nebenstehende Bild zeigt die Einordnung der für den mittleren Bereich relevanten Stähle bezüglich Lochfraßbeständigkeit in chloridhaltigen Medien. Dasselbe Werkstoffranking zeigt sich auch bei Feucht-/Trockenbeaufschlagung in schwach sauren chloridhaltigen Wässern mit pH-Wert 4, wenngleich Austenite wegen der vergleichsweise geringen Passivierungsstromdichte sich deutlich positiv von Ferriten abheben.

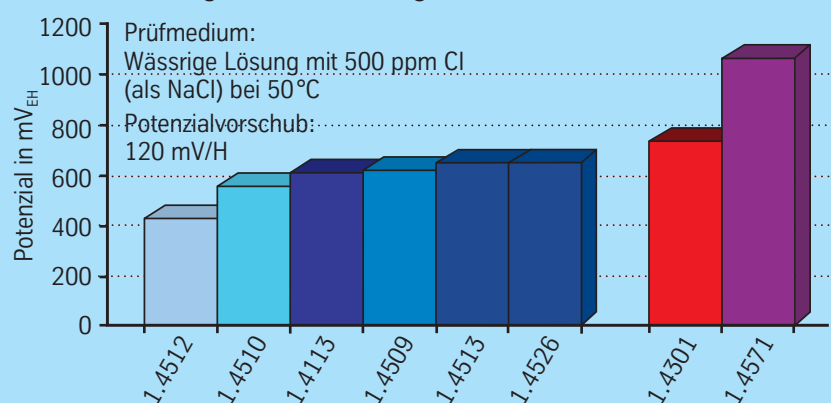
**Warmdehngrenzen und Warmfestigkeiten (typische Kennwerte)**



**Zeitstandfestigkeiten nach Beanspruchungsdauer 100 000 h (Anhaltswert)**



**Lochfraßbeständigkeit in chloridhaltigen Medien**



### Verarbeitbarkeit der Stähle

Neben der Temperatur- und Korrosionsbeständigkeit werden auch gute Umformbarkeit und Schweißbarkeit der einzusetzenden Stähle gefordert. Das kann je nach Werkstoff weitgehend erfüllt werden. Bei der Komponentenauslegung und Verbindungstechnik in der Abgasanlage sind allerdings die unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten der ferritischen und austenitischen Stähle zu berücksichtigen. Kerbarmes Schweißen führt zu besserer Beständigkeit bei schwingender Belastung. Verarbeitung und ordnungsgemäße Konstruktion sind in Verbindung mit der richtigen Werkstoffwahl die Garanten für eine ausreichend gute Haltbarkeit.

### Ausfallursachen und Abhilfemaßnahmen

Alle unsere umfangreichen Untersuchungen von Schadensfällen aus Automobilabgasanlagen ergaben neben Überforderungen von weniger geeigneten Werkstoffen zum großen Teil auch Probleme durch falsche Konstruktion und nicht ordnungsgemäße Verarbeitung.

Die nebenstehende Tafel führt die häufigsten Ausfallursachen in Abgasanlagen auf; ebenso wie die jeweils möglichen Abhilfemaßnahmen.

Wenden Sie sich an uns:

Als Werkstoffspezialist sind wir gerne bereit Sie zu unterstützen.

### Hauptsächlich festgestellte Ausfallursachen

#### Korrosion des Endschalldämpfers (innen)

*Ursachen:* 1.4512 überfordert.  
Lochfraß in doppelwandiger Bauart.  
Lochfraß in Verbindung mit interkristalliner Korrosion.  
Hohe Chloridbelastung.

*Abhilfen:* Konstruktive Änderungen, z.B. einwandige Bauart.  
Anwendung höher legierter Stähle, z.B. 1.4571.

#### Versprödung im Krümmerbereich

*Ursache:* Sigma-Phasen-Versprödung unter falscher Temperaturbelastung.

*Abhilfe:* Anwendung von Stählen mit hoher Versprödungssicherheit.

#### Kerb-induzierter Ermüdungsbruch

*Ursachen:* Kerben, verursacht durch ungünstige Schweißverbindungen, konstruktive Begebenheiten oder Produktionsfehler.

*Abhilfen:* Vermeidung von Kerben.  
Konstruktive Änderungen.  
Anwendung hochfester Stähle.

#### Zerstörung des Katalysatorträgers durch Metallpartikel

*Ursache:* Schuppenartige Zunderpartikel im Abgaskrümmen.

*Abhilfe:* Anwendung von Legierungen mit erhöhter Zunderbeständigkeit.  
Spezielle Legierungszusätze.

#### Zerstörung durch falsche Konstruktion

*Ursache:* Hitzemäßige Überlastung durch falsche Abgasführung.

*Abhilfe:* Änderung der Konstruktion, Umlenkung des Abgasstroms im Schalldämpfer.

### **ThyssenKrupp Nirosta GmbH**

Oberschlesienstr. 16  
47807 Krefeld  
Großkunden Postleitzahl :  
47794 Krefeld  
Tel. +49(0)21 51 83-01  
Fax +49(0)21 51 83-2022  
www.nirosta.de  
marketing.nirosta@thyssenkrupp.com

### **Lieferprogramm**

- kaltgewalztes Band und Blech
- warmgewalztes Band und Blech
- Präzisionsband

### **in den Stahlsorten**

- NIROSTA® nichtrostend
- THERMAX® hitzebeständig



Alle Produktionsstätten von ThyssenKrupp Nirosta sind nach ISO 9001 zertifiziert.