

## KARA Produktprogramm Werkstoff **K41X**



Ferritischer Edelstahl  
18% mit Titan und  
Niobium bi-stabilisiertem  
Chromgehalt

### Chemische Zusammensetzung

Elemente	C	N	Si	Mn	Cr	Ti+Nb
%	0.015	0.015	0.60	0.30	17.80	0.65

Typische Werte

#### Europäische Bezeichnung<sup>(1)</sup>

X2CrTiNb18

1. 4509

<sup>(1)</sup>Gemäß EN 10088-2

#### Amerikanische Bezeichnung<sup>(2)</sup>

S43932 / S43940

Type 441

<sup>(2)</sup> Gemäß ASTM A 240

#### IMDS n°

336816606

Dieser Werkstoff stimmt mit folgenden Normen überein:

- > Material Sicherheitsdatenblatt Nr. 1 von Stainless Europe für Edelstahl (Europäische Richtlinie 2001 /58/EC).
- > Richtlinie 2000/53/EC der Europäischen Kommission für Altfahrzeuge sowie Anhang II vom 27. Juni 2002.

### Allgemeine Eigenschaften

Die generellen Eigenschaften von K41X sind:

- > Gute Schweißfähigkeit
- > Einfache Verformbarkeit.
- > Gute Lochfraßkorrosionsbeständigkeit.
- > Hohe mechanische Eigenschaften bei der Warmbearbeitung ohne Risiko von Phasenbildung o für zwischen liegende Temperaturen.
- > Beständigkeit gegen Oxidation bei Wärme bis 950 °C.
- > Gute Korrosionsbeständigkeit in den kalten Teilen der Automobil-Abgassysteme.
- > Bessere Wärmeleitfähigkeit als bei Austenit und niedrigerer Dehnungskoeffizient.

**"X"** für Abgas = die Garantie von:

- > Just-in-time-Lieferungen
- > zuverlässiger Qualität
- > ständiger Verbesserung, wie von der Automobilindustrie erwartet.

### Anwendungen

- > Verschiedene Teile der Fahrzeugsabgasanlagen (Krümmer, Verbindungsrohr, Katalysatorverkleidung, Schalldämpfer-Außenschale).

### Sortiment

**Form:** Bleche, Zuschnitte, Coils, Schmalbänder, Ronden

**Dicke :** 0.4 to 6.0 mm

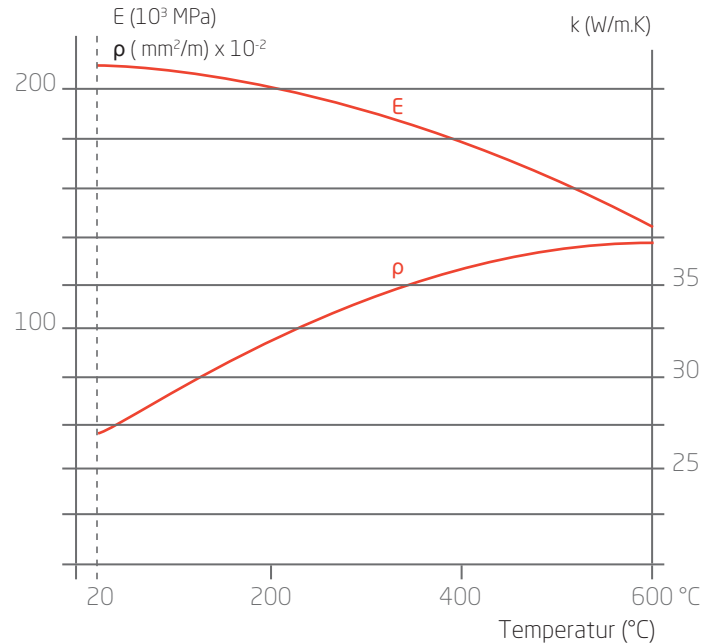
**Breite:** je nach Dicke, Fragen Sie bei uns nach.

**Oberflächenausführung:** kalt - oder warmgewalzt, je nach Dicke.

## Physikalische Eigenschaften

Kaltgewalztes Blech - angelassen  
(typische Werte)

Dichte	d	kg/dm <sup>3</sup>	20 °C	7.7
Schmelztemperatur		°C	Liquidus	1505
Spezifische Wärme	c	J/kg.K	20 °C	460
Wärmeleitfähigkeit	k	W/m.K	20 °C 500 °C	25 26.3
Mittlerer Wärmeausdehnungskoeffizient	$\alpha$	10 <sup>-6</sup> /K	20-200 °C 20-400 °C 20-600 °C 20-800 °C	11.0 11. 12.1 12.8
Elektrischer Widerstand	$\rho$	$\Omega$ mm <sup>2</sup> /m	20 °C	0.60
Magnetische Permeabilität	$\mu$	at 0.8 kA/m DC or AC	20 °C	850
Elastizitätsmodul	E	10 <sup>3</sup> .MPa	20 °C	220

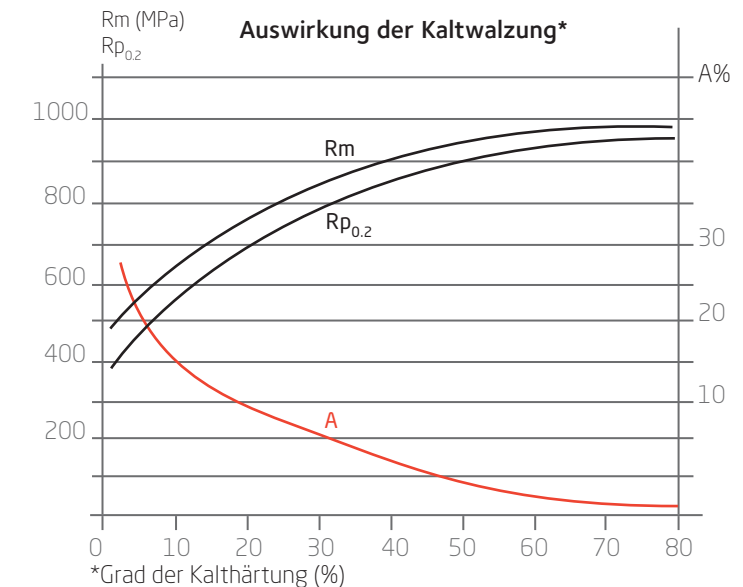
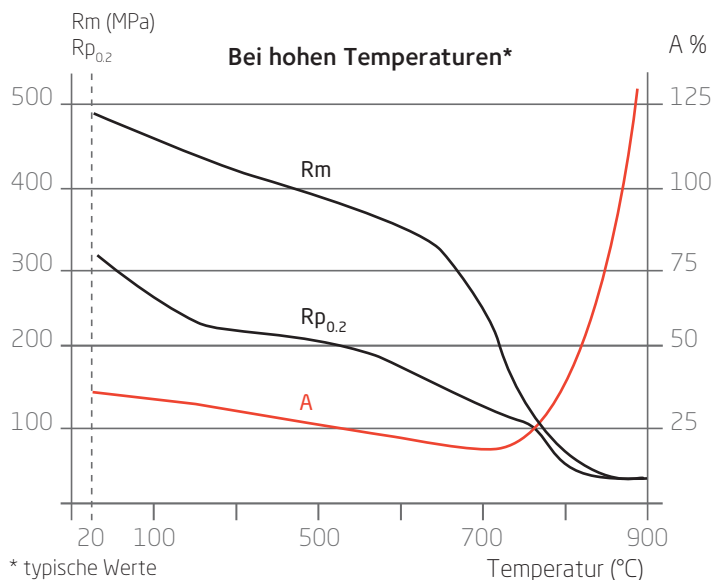


## Mechanische Eigenschaften

**Angelassener Zustand** Prüfkörper  
In Übereinstimmung mit ISO 6892-1, Lo = 80 mm (Dicke < 3 mm)  
Prüfkörper quer zur Walzrichtung Lo = 5.65  $\sqrt{So}$  (Dicke  $\geq$  3 mm)

Ausführung	R <sub>m</sub> <sup>(1)</sup> (MPa)	R <sub>p0.2</sub> <sup>(2)</sup> (MPa)	A <sup>(3)</sup> (%)	HRB
kaltgewalzt*	480	310	30	78

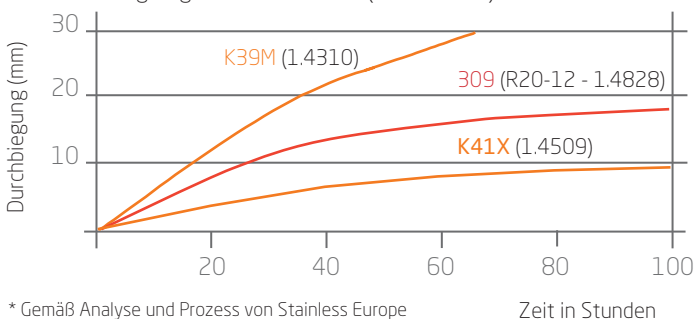
1 Mpa = 1 N/mm<sup>2</sup> \* typische Werte  
(<sup>1</sup>) Zugfestigkeit (UTS) (<sup>2</sup>) Streckgrenze (YS) (<sup>3</sup>) Streckdehnung (A)



## Beständigkeit gegen Oxidation und Wärmeermüdung

### Eigenschaften des Werkstoffes bei hoher Temperatur

Kriechwirkung Sag-Test bei 950°C\* (Dicke 2 mm)



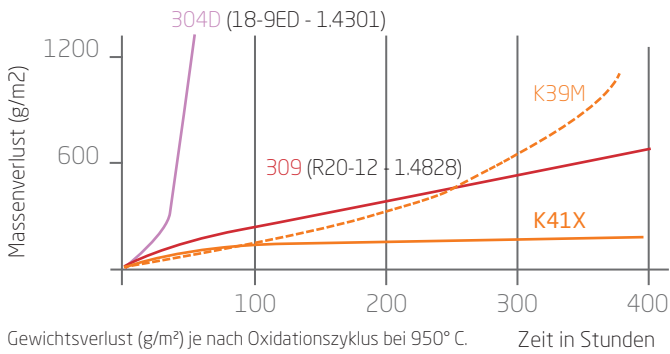
Die chemische Zusammensetzung des **K41X** wurde optimiert, um die für die verschiedenen Teile des Abgassystems, wie z.B. Krümmer oder Katalysator, erforderlichen Eigenschaften erfüllen zu können. Diese Teile werden zahlreichen Start- und Stopp-Zyklen des Fahrzeugs ausgesetzt.

Es wurde deshalb die Beständigkeit gegen Wärmeermüdung sowie die Fähigkeit, eine natürliche Schutzschicht gegen Korrosion zu bilden, als erstes berücksichtigt.

Die Dosierung der im **K41X** befindlichen Stabilisatoren, wie Titan und Niobium, verleiht dem Werkstoff eine gute Verformbarkeit bei jeder Temperatur sowie eine optimierte Kriechfestigkeit, wie die nebenstehende Abbildung über einen bei 950°C durchgeführten Test zeigt.

\* Gemäß Analyse und Prozess von Stainless Europe

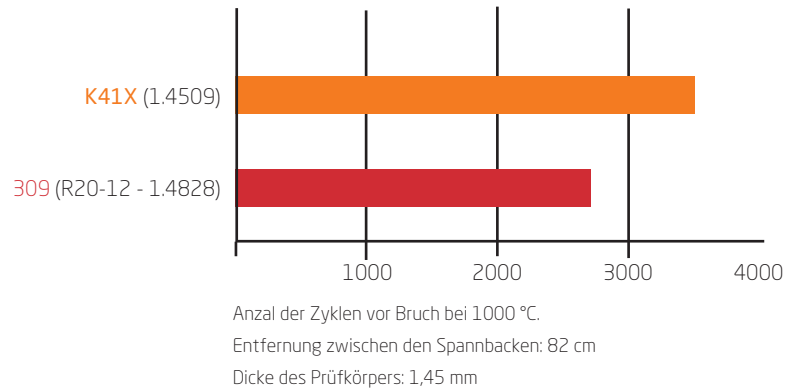
Die Streuung des Chroms wird in der Ferrit-Matrix des **K41X** gegenüber der Austenit-Matrix vereinfacht. Somit wird der Chrom-Verlust vermieden und die Bildung einer natürlichen, chromreichen Schutzschicht gegen Korrosion begünstigt. Der Wärmeausdehnungskoeffizient des **K41X** ist vergleichbar der gebildeten Oxidschicht bei austenitischen Werkstoffen. Die Wärmebeanspruchung ist deshalb geringer, es wird so gut wie keine Zunderbildung festgestellt. Dies zeigt sich durch einen geringen Massenverlust.



Bei einer Wärmebehandlung weist unser **K41X** eine hohe Oxidationsbeständigkeit, insbesondere bei zyklischer Oxidation, auf, was seine Verwendung bis 950°C. ermöglicht.

#### Wärmeermüdung

Unsere bei Spitzkerbproben für einen Zyklus 100-1000°C. durchgeführten Tests weisen ein sehr gutes Verhalten im Vergleich zum austenitischen Werkstoff 1.4828 auf.



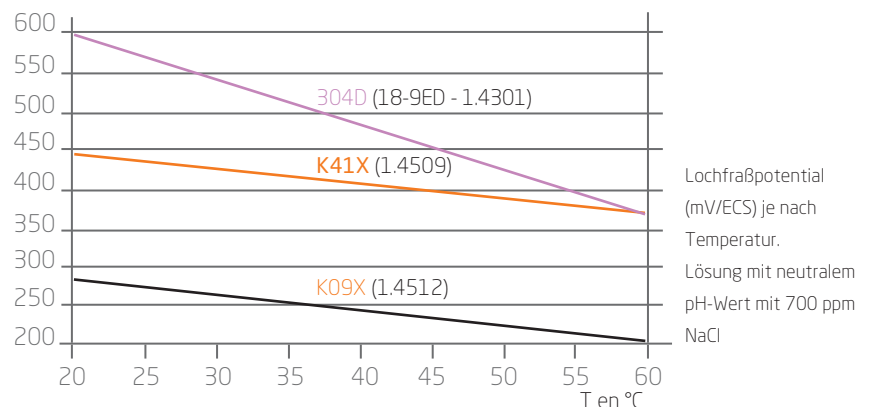
## Korrosionsbeständigkeit

### Lochfraßkorrosionsbeständigkeit

Unser Werkstoff **K41X** ist für Spannungsrisskorrosion nicht anfällig. Die Lochfraßkorrosionsbeständigkeit nimmt mit der Temperatur ab. Die Abnahme des Lochfraßpotentials ist bei den austenitischen Werkstoffen stärker als bei den Ferriten Werkstoff **K41X** weist eine gute Lochfraßkorrosionsbeständigkeit bei hohen Temperaturen auf.

### Punktfraßkorrosionsbeständigkeit

Werkstoff- bezeichnungen <sup>(1)</sup>	Normen		
	ASTM	UNS	EN
K09X	409	S40900	1.4512
K39M	430Ti	S43036	1.4510
K41X	441	S43936	1.4509
304D	304	S30400	1.4301
309	309		1.4828



### Korrosionsbeständigkeit der Kondensate

Die Qualifikation zur Korrosionsbeständigkeit der Kondensate in der Auto-Abgasanlage wird durch abwechselnde Ein- und Austauschvorgänge in ausgewählten Kondensaten mit regelmässigem Ofendurchgang zur Simulation eines Fahrtzyklus «Versuch dip&dry» durchgeführt. Unser Werkstoff **K41X** präsentiert gute Korrosionsbeständigkeit der säure Kondensate in Abgasystem von benzin und diesel Motoren.

Werkstoff- bezeichnungen <sup>(1)</sup>	Beschleunigte Simulationstests "DIP-DRY"						
	Zyklische Tests in einem synthetischen Kondensat - Ofendurchlauf bei 300°C, pH4						
	Max. Korrosionstiefe in µm						
	Volles Blech		Blasige Korrosion		Belagkorrosion		
	500 h	1000 h	30 j	90 j	30 j	30 j	5 j
K09X	1.2	3.6	36	100	3.6	21.6	100
K39M	1.2	2.4	7.2	70	2.5	19.2	54
K41X	-	-	3.6	8.5	-	-	-

### Beständigkeit gegen Salzsprühnebel mit verbundener Wärmebehandlung bei 300° C

Der **K41X** stellt einen sehr guten Kompromiss zwischen Eigenschaft und Kosten im Vergleich zum 1.4301, Typ 304, dar, was die Beständigkeit gegen externe Korrosion betrifft.

Werkstoff- bezeichnung nach Güteklasse	mangelhaft	annehmbar	mittelmäßig	gut	Sehr gut
K09X					
K39M					
304D					
K41X					
K33X					
K09X AI <sup>(1)</sup>					
K44X <sup>(2)</sup>					



Aussehen der Werkstoffe, nachdem sie den Straßenbedingungen ausgesetzt wurden. Dauer des Zyklus: 24 St. Dauer des Tests: 500 St. Wärmebehandlung: 30° C.

<sup>(1)</sup> EN 1.4512 Alusi®, typ 409AI, <sup>(2)</sup> EN 1.4521, Typ 444

## Verformbarkeit

Unser Werkstoff **K41X** ist für die Anforderungen der Kaltverformung gut geeignet. Er weist sehr gute Ergebnisse für Schalldämpfer, Katalysatortrichter, aber auch für Krümmer, die immer komplexere Formen besitzen, auf.

Der **K41X** bietet beim Stauchen bessere Ergebnisse als die Austenit-Güte 1.4301. Da das Liniendesign auch immer komplexer wird, müssen die Rohre so geringe Biegeungsradien wie möglich aufweisen.

Die Eignung zu dieser Biegefähigkeit wird durch das Limit Bending Ratio gemessen, d.h. durch das Verhältnis zwischen dem durchschnittlichen Biegeradius und dem Rohrdurchmesser.

## Schweißverfahren

Unser Werkstoff **K41X** ist für das Widerstandspunktschweißen sowie für das Widerstandsrollenahtschweißen geeignet. Man kann gute Ergebnisse ohne nachträgliche Behandlung erreichen, wenn die Naht ausreichend geschmiedet wird.

Schweißverfahren	Ohne Schweißzusatz	Mit Schweißzusatz		Schutzgas*	
	Richtstärken	Stärken	Hartlot		
			Stangen		Draht
Widerstand: Punkt, Naht	≤ 2 mm				
TIG (Wolframschutzgas)	< 1.5 mm	> 0.5 mm	G 19 9L <sup>(1)</sup> or 18L Nb <sup>(1)</sup> ER 308L <sup>(2)</sup> or 430LNb 1.4316 ou 1.4511 <sup>(5)</sup>		Argon Argon + Helium
PLASMA		> 0.5 mm		G 19 9LSi <sup>(1)</sup> or 18L Nb <sup>(1)</sup> ER 308LSi <sup>(2)</sup> or 430LNb 1.4316 ou 1.4511 <sup>(5)</sup>	Argon Argon + Helium
MIG		> 0.8 mm		G 19 9LSi <sup>(1)</sup> or 18L Nb <sup>(1)</sup> ER 308LSi <sup>(2)</sup> or 430LNb 1.4316 ou 1.4511 <sup>(5)</sup>	Argon + 2% CO <sub>2</sub> Argon + 2% O <sub>2</sub> Argon + 2% CO <sub>2</sub> + Helium
Electrode		Reparatur	E 19 9 L (3) E 308 L (4)		
Laser	< 5 mm				Helium Under conditions: Argon

<sup>(1)</sup>\* Gemäß EN ISO 14343, <sup>(2)</sup> Gemäß AWS A5.9, <sup>(3)</sup> Gemäß 1600, <sup>(4)</sup> Gemäß AWS A5.4, <sup>(5)</sup> Gemäß VDEH.

Der Zusatz von Wasserstoff oder Stickstoff ins Argon ist zu vermeiden, weil es die Verformbarkeit der Nähte verringert. Aus ähnlichen Gründen ist die Verwendung von Stickstoff verboten, die Verwendung CO<sub>2</sub> auf 3% begrenzt. Um die Vergrößerung des Kornes in der WEZ zu begrenzen, vermeidet man am besten übermäßige Schweißenergien. Für eine Stärke von 1,5 mm beim automatischen WIG-Schweißverfahren darf z.B. die Schweißenergie nicht 2,5 kJ/cm überschreiten. Ein anderes Beispiel: Durch das Impuls-MIG/MAG-Schweißen ist eine bessere Kontrolle der Nahtgeometrie sowie der Korngröße möglich (die Schweißenergie liegt unter der beim konventionellen MIG verwendeten Energie). Der **K41X** weist ferner eine sehr gute Induktionsschweißbarkeit – bei hoher und mittlerer Frequenz – auf. In der Regel ist es nicht nötig, eine Wärmebehandlung nach dem Schweißverfahren durchzuführen. Die Nähte müssen mechanisch oder chemisch gebeizt sowie passiviert werden und nach dem Beizen dekontaminiert werden. Das Autogenschweißen ist zu vermeiden..

## Behandlungen

### Anlassen

Bei 960°C mit anschließender Luftkühlung. 1.000°C sollten nicht überschritten werden. Die Teile müssen vor jeder Wärmebehandlung von Fett befreit werden.

### Beizen

Mischung aus Salpetersäure und Flusssäure (10% HNO<sub>3</sub> + 2% HF). Entzunderungspasten für die Schweißstellen.

### Passivierung

20-25% HNO<sub>3</sub> - Lösung auf kaltem Wege.. Passivierungspasten für die Schweißnähte.

Werkstoff bezeichnungen	Europäische Bezeichnung	Erichsen Index* (mm)	LDR*
<b>K41X</b>	1.4509	10.1	2.31
309 (R20-12)	1.4828	12.0	2.14

\* auf Blechstärke 1,0mm

### Biegung der Länge nach zusammengebogenen und geschweißten Rohre

Biegung	Ra=R/Dmini *
Rohr von 50 mm ø x 1.5 mm	1.3

\* Ra= Biegeverhältnis, D = Rohrdurchmesser, R = Biegeradius Radius