

# Datenblatt X4CrMnNiN16-8-4

**Nichtrostender austenitischer CrMnNiN-Stahl (X4CrMnNiN16-8-4) mit TRIP/TWIP-Effekt für die Herstellung von höherfestem Feinblech mit einer Dicke von 1,25 mm bis 0,1mm**  
(Die Forschungsarbeit wurde im Projekt 033R073B vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.)

## Chemische Zusammensetzung in Gewichtsprozent

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N
< 0,04	< 0,5	7,6 - 8,7	< 0,04	< 0,01	16,5 - 16,99	3,8 - 4,3	0,51 - 1,0	0,18 - 0,45

## Gefüge im lösungsgeglühten Zustand

Austenit mit < 3 Vol.-% Ferrit

## Gefüge im kaltgewalzten Zustand

Austenit mit < 3 Vol.-% Ferrit und maximal 50 Vol.-%  $\alpha'$ -Umformmartensit

## Wärmebehandlung des 3,5 mm Warmbandes (optional)

Temperaturbereich: 950 bis 1100° C; Haltezeit: > 10 Minuten

## Kaltumformung des Warmbandes

Temperaturbereich: RT bis ca. 80° C (vorzugsweise ca. 40° C), um TRIP/TWIP-Effekt effektiv auszunutzen,

Kaltumformung in mehreren Kaltwalzstufen mit einem Gesamtumformgrad von 1,1.

Pro Kaltwalzstufe werden mehrere Stiche mit einem Kaltumformgrad von 0,15 bis 0,26 durchgeführt.

## Rekristallisationsglühung des Kaltbandes

Rekristallisationsglühung erfolgt nach jeder Kaltwalzstufe, gegebenenfalls Verzicht der Rekristallisationsglühung nach letzter Kaltwalzstufe

Temperaturbereich: 950 bis 1100° C (vorzugsweise 1050° C); Haltezeit: 1 - 3 Minuten

## Mechanische Eigenschaften bei RT

Blechdicke in mm (lösungsgeglüht)	R <sub>p0,2</sub> in MPa	R <sub>m</sub> in MPa	A <sub>5</sub> in %
0,1 (1050° C)	560 - 575	800 - 815	8 - 10
0,1 (1100° C)	515 - 525	860 - 875	35 - 37
0,2 (1100° C)	500 - 520	860 - 870	41 - 43
0,6 (1100° C)	330 - 345	825 - 835	70 - 80
1,25 (1100° C)	340 - 355	840 - 855	70 - 74
0,6 (30% kaltverfestigt)	1020-1040	1180 - 1195	18 - 21

### Korrosive Eigenschaften bei RT, (rekristallisiertes Blech)

#### a) Passivierung in 0,05 M Schwefelsäure

Passivierungsstromdichte in mA/cm <sup>2</sup>	Stromdichte in mA/cm <sup>2</sup> bei 400 mV
0,013 - 0,017	0,0022 - 0,0025

#### b) Lochfraßprüfung in 0,5M NaCl-Lösung

Das Durchbruchpotential liegt bei 1,25mm dickem Feinblech bei 450 - 500 mV.

### Korrosive Eigenschaften bei RT, (30% kaltverfestigtes Blech)

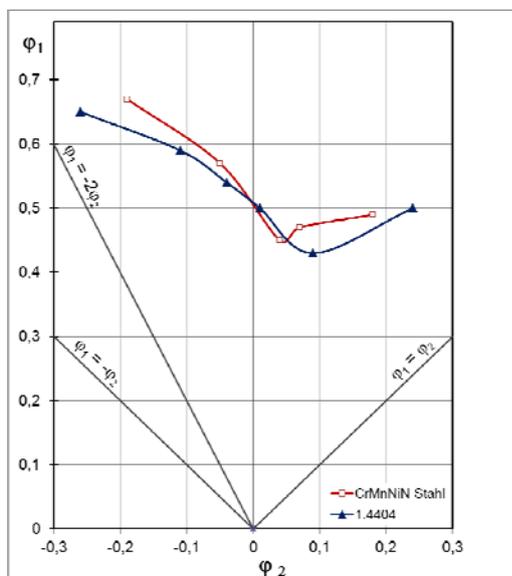
#### a) Passivierung in 0,05 M Schwefelsäure

Passivierungsstromdichte in mA/cm <sup>2</sup>	Stromdichte in mA/cm <sup>2</sup> bei 400 mV
0,005 - 0,010	0,0024 - 0,0025

#### b) Lochfraßprüfung in 0,5M NaCl-Lösung

Das Durchbruchpotential liegt bei 1,25mm Feinblech bei 280 - 360 mV.

### Grenzform-Änderungs-Diagramm (Forming Limit Diagram) für 1,25mm Feinblech, (lösungs-geglühter Zustand)



**Abbildung 1:**

Grenzformänderungskurven für den neu entwickelten austenitischen CrMnNiN-Stahl und den handelsüblichen austenitischen Stahl 316 L (1. 4404).

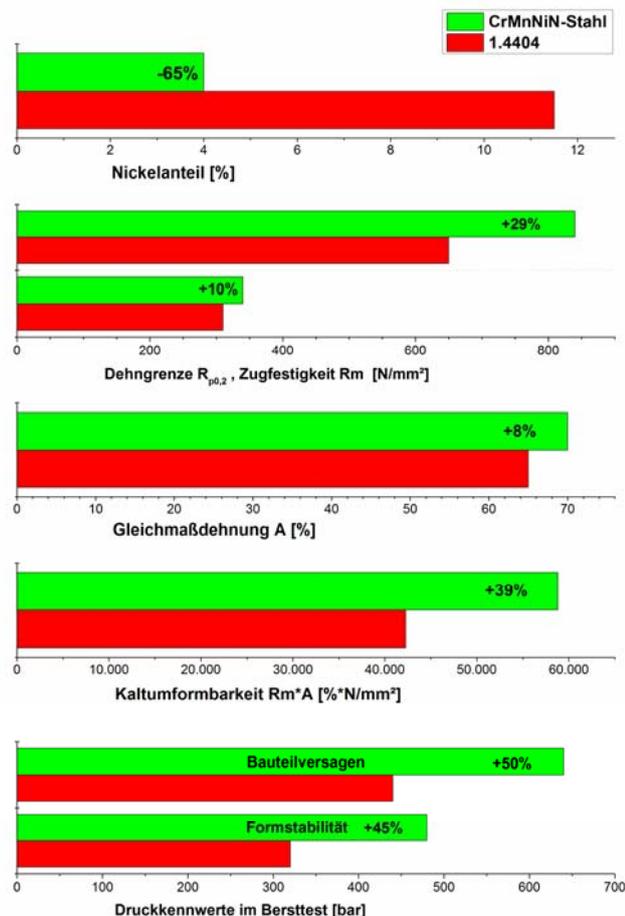
### Information

Der Stahl, das Verfahren zur Herstellung von Feinblech und die Anwendung wurden als Internationales Patent unter WO 002016177473 A1 von den Entwicklern angemeldet.

Die Entwickler sind die Technische Universität Bergakademie Freiberg (Institut für Eisen- und Stahltechnologie), die DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH, die WÄTAS Wärmetauscher Sachsen GmbH und die GESMEX GmbH. Die Patentanmeldung 10 2015 005 742.1 ist im Ergebnis des vom BMBF geförderten Forschungsvorhabens 033R073B „Innovative Stahlkonzepte zur Herstellung von Wärmeübertragern in Leichtbauweise“ entstanden.

## Vorteile gegenüber den nichtrostenden Stählen X5CrNi18-10 (1.4301, AISI 304L) und X2CrNiMo17-12-2 (1.4404, AISI 316L)

- **Ressourceneffektivität:** Einsparung von Legierungskosten allein aufgrund des um 50% bzw. 65% reduzierten Nickeleinsatzes gegenüber dem Stahl 1.4301 bzw. 1.4404.
- **Energieeffizienz:** Wegen der verbesserten TRIP/TWIP-Eigenschaften und des dadurch bedingten höheren Kaltumformvermögens lassen sich die Anzahl der Kaltumformstufen bei der Herstellung von Feinblech reduzieren. Die metallurgische Herstellung des Stahles erfolgt analog zu den Stählen 1.4301 und 1.4404. Es bedarf keiner zusätzlichen Umschmelzverfahren. Die Technologieschritte bezüglich der Warm- und Kaltumformung und des Lösungsglühens können in Anlehnung an die Stähle 1.4301 und 1.4404 getroffen werden.
- **Leichtbau:** Durch die höhere Festigkeit des Werkstoffes ist es möglich, Feinbänder mit geringeren Materialdicken und darüber hinaus in Folienstärke bis zu 13 µm zu produzieren. Damit können gefertigte Bauteile schlanker dimensioniert werden und werden leichter. Die Materialeinsparung geht einher mit einer Primärenergieeinsparung und einer reduzierten CO<sub>2</sub>-Emission seitens der Stahlhersteller.
- **Korrosion:** Die korrosiven Eigenschaften im Hinblick auf die Passivierung und Lochfraßkorrosion (siehe oben) wurden an geglühten 1,25mm Feinblechen im Vergleich zu den Stahlgüten 1.4301 und 1.4404 ermittelt. Die Passivierungswerte entsprechen denen der herkömmlichen Stähle, wobei eine stärkere Repassivierung zu verzeichnen ist. Hinsichtlich der Lochfraßkorrosion weist der neu entwickelte CrMnNiN-Stahl verbesserte Eigenschaften im Vergleich zum 1.4404 auf.



**Abbildung 2:** Vergleichende Eigenschaften 1,25mm dicker Feinbleche aus nichtrostendem austenitischem CrMnNiN-Stahl X4CrMnNiN16-8-4 und dem CrNiMo-Stahl X2CrNiMo17-12-2 (1.4404, AISI 316L)

### **Beispiel zweier mittelständischer Firmen (WätaS GmbH, Gesmex GmbH)**

Die beiden Firmen stellen Platten- bzw. Lamellenwärmetauscher für die chemische und petrochemische Industrie her. Bei den Plattenwärmetauschern handelt es sich um Großaggregate mit einer durchschnittlichen Masse bis zu 300 kg. Für ihre Herstellung wurde der Einsatz von neuentwickelten Feiblechen mit unterschiedlichen Abmessungen getestet. Sehr gute Ergebnisse konnten beim Test der entwickelten CrMnNiN-Legierung in Plattenwärmetauschern hinsichtlich der Formstabilität und des Versagensverhaltens erzielt werden. In druckwasserbeaufschlagten Bersttests wurde die Formstabilität um bis zu 83 % gesteigert, der Druck bei Bauteilversagen wurde um bis zu 45 % angehoben. Durch die hohe Kaltumformbarkeit eröffnet sich abhängig von der Beanspruchungstemperatur die Möglichkeit einer Materialeinsparung und schlankeren Bauteilauslegung bei gleichbleibenden mechanischen Anforderungen.

Der Wärmedurchgangskoeffizient und die Wärmeleitfähigkeit des neu entwickelten Stahls ähneln denen der CrNi-Legierungen 1.4404 und 1.4301.

Nichtrostendes Feiblech des neuentwickelten Stahls und daraus gefertigte Bauteile stellen in vielen Fällen eine kostengünstige und nachhaltige Alternative gegenüber Feiblechen der herkömmlichen nichtrostenden Stähle 1.4301 (AISI 304L) bzw. 1.4404 (AISI 316L) dar. Ihre Verwendung für die Herstellung von Produkten in ganz unterschiedlichen Industriezweigen ist durch die Vorarbeiten eingeleitet.