

VDM® Alloy 600
Nicrofer 7216

VDM® Alloy 600 H
Nicrofer 7216 H

Nicrofer® 7216 – alloy 600

Nicrofer® 7216 H – alloy 600 H

Nicrofer 7216 und 7216 H sind Nickel-Chrom-Eisen-Legierungen. Sie sind charakterisiert durch:

- gute Beständigkeit gegenüber Oxidation, Aufkohlung und Aufstickung
- gute Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion bei Raum- und erhöhten Temperaturen
- gute Beständigkeit gegen trockenes Chlor und Chlorwasserstoff

- gute mechanische Eigenschaften bei Tief-, Raum- und erhöhten Temperaturen

Nicrofer 7216 H ist für den Einsatz bei Temperaturen über 700 °C zu empfehlen wegen seiner höheren Zeitstandfestigkeit durch kontrollierten Kohlenstoffgehalt und grobe Kornstruktur.

Bezeichnung und Normen

Land	Werkstoff-Bezeichnung	Spezifikation							
		Chemische Zusammensetzung	Rohre		Bleche	Stangen	Band	Draht	Schmiedeteile
nahtlos	geschw.								
D	W.-Nr. 2.4816 NiCr15Fe								
DIN		17742	17751		17750	17752	17750	17753	
DIN EN		10095			10095	10095	10095	10095	
VdTÜV		305	305		305	305			305
SEW		470	470	470	470	470	470	470	470
F									
AFNOR	NC15Fe								
UK									
BS	NA 14		3074		3072	3076	3073	3075	
USA	UNS N06600								
ASTM			B 167	B 163 B 516/517 B 751	B 168	B 166	B 168	B 166	B 564
ASME			SB 167	SB 163 SB 516/517	SB 168	SB 166	SB 168	SB 166	SB 564
SAE AMS			5580		5540	5665	5540	5687, 5961	5665
ISO									
	NiCr15Fe8								

Tabelle 1 – Bezeichnungen und Normen.

Chemische Zusammensetzung

	Ni	Cr	Fe	C	Mn	Si	Cu	Al	Ti	P	S
min.	72,0	14,0	6,0	0,05							
max.		17,0	10,0	0,10	1,0	0,5	0,5	0,3	0,3	0,020	0,015

Die chemische Zusammensetzung in anderen Spezifikationen kann in einigen Elementen leicht abweichen.

Tabelle 2 – Chemische Zusammensetzung (%) gemäß DIN EN 10095..

Physikalische Eigenschaften

Dichte	8,5 g/cm ³
Schmelzbereich	1370 – 1425 °C
Permeabilität bei 20 °C	1,05

Temperatur T °C	Spezifische Wärme $\frac{\text{J}}{\text{kg K}}$	Wärme- leitfähigkeit $\frac{\text{W}}{\text{m K}}$	Elektrischer Widerstand $\mu \Omega \text{ cm}$	Elastizitäts- modul $\frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$	Ausdehnungs- beiwert von 20 °C bis T $\frac{10^{-6}}{\text{K}}$
0					
20	455	14,8	103	214	
100	475	15,8	104	209	13,7
200	495	17,0	106	205	14,1
300	508	18,4	107	200	14,4
400	525	20,0	108	194	14,8
500	550	22,0	111	187	15,1
600	572	24,0	112	180	15,4
700	602	25,7	112	172	15,8
800	620	27,5	112	163	16,1
900	630	29,4	113	153	16,4
1000	635	31,2	114	143	16,9

Tabelle 3 – Typische physikalische Eigenschaften bei Raum- und erhöhten Temperaturen.

Nicrofer® 7216 – alloy 600

Nicrofer® 7216 H – alloy 600 H

Mechanische Eigenschaften

Die folgenden mechanischen Eigenschaften von Nicrofer 7216 und 7216 H gelten für den geglähten bzw. den lösungsgeglähten Zustand in den angegebenen Halbzeugformen und Abmessungen. Für größere Abmessungen sind die Eigenschaften besonders zu vereinbaren.

Blech	bis 50 mm
Band	bis 3 mm
Stangen und Schmiedeteile	bis 300 mm

Legierung, Zustand und Form	Zugfestigkeit R_m N/mm ²	Dehngrenze $R_{p0,2}$ N/mm ²	Bruchdehnung A_5 %	Brinellhärte HB
Nicrofer 7216, weichgeglüht				
Blech, Band, Stangen Schmiedeteile	550	240	30	≤ 195
Draht	600		30	
0,8 – 8 mm			15	
0,3 – 0,8 mm			10	
0,1 – 0,3 mm				
Nicrofer 7216 H, lösungsgeglüht				
Blech, Band, Stangen	500	180	35	≤ 185
Schmiedeteile			30	

Tabelle 4 – Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur, Mindestwerte.

ISO-V Kerbschlagzähigkeit für Nicrofer 7216

Nicrofer 7216 bei RT: quer ≥ 150 J/cm², längs ≥ 200 J/cm²
Schmiedeteile quer ≥ 120 J/cm²

Legierung und Zustand	Dehngrenze, $R_{p0,2}$ N/mm ²					Zugfestigkeit, R_m N/mm ²				
	100	200	300	400	450	100	200	300	400	450
Nicrofer 7216 gegläht	180	165	155	150	145	520	500	485	480	475
Nicrofer 7216 H lösungsgeglüht	170	160	150	150	145	480	460	445	440	435

Tabelle 5 – Mechanische Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen, Mindestwerte gem. VdTÜV-Werkstoffblatt 305.

Bis zu 700 °C gibt es keinen Unterschied der Zeitstandfestigkeit zwischen dem geglühten (Nicrofer 7216) und dem lösungsgeglühten (Nicrofer 7216 H) Zustand. Im Temperaturbereich oberhalb von 750 °C wird die Verwendung des lösungsgeglühten Nicrofer 7216 H mit einer mittleren Korngröße von $\geq 65 \mu\text{m}$ empfohlen.

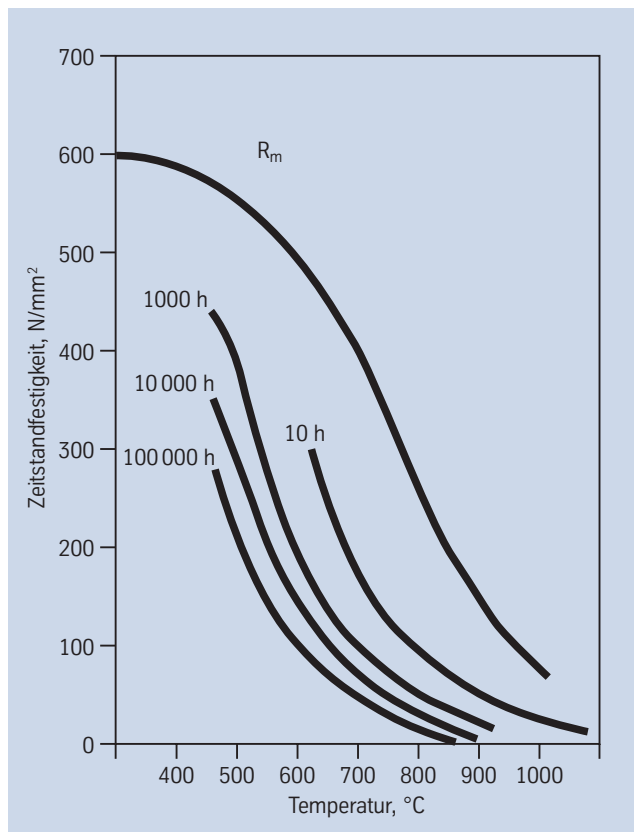


Abb. 1 – Typische Zeitstandfestigkeiten von Nicrofer 7216 H, lösungsgeglüht bei 1120 °C.

Gefügebeschaffenheit

Nicrofer 7216 und 7216 H haben ein kubisch-flächenzentriertes Gitter.

Korrosionsbeständigkeit

Nicrofer 7216 und 7216 H sind gegen ein weites Feld von korrosiven Medien beständig. Der Chromgehalt gibt der Legierung unter oxidierenden Bedingungen eine größere Beständigkeit als Nickel 99,2 und LC-Nickel 99,2. Gleichzeitig ergibt der hohe Nickelanteil gute Beständigkeit unter reduzierenden Bedingungen und in alkalischen Lösungen. Die Legierung ist unempfindlich gegen durch Chlorionen induzierte Spannungsrisskorrosion.

Nicrofer 7216 und 7216 H zeigen ausreichende Beständigkeit gegenüber Mineralsäuren und gute Beständigkeit gegen Essig-, Ameisen-, Stearin- und anderen organischen Säuren. Es besteht ausgezeichnete Beständigkeit in hochreinem Wasser, wie es im Primär- und Sekundärkreislauf von nuklearen Druckwasserreaktoren verwendet wird.

Geringe Angriffe können bei Raum- und erhöhten Temperaturen in trockenen Gasen wie Chlor oder Chlorwasserstoff auftreten. Bei Temperaturen bis 550 °C hat sich in diesen Medien gezeigt, dass die Legierung von allen üblichen Legierungen am beständigsten ist.

Bei hohen Temperaturen zeigt die Legierung im geglühten und lösungsgeglühten Zustand gute Zunderbeständigkeit bei gleichzeitig hoher Festigkeit.

Die Legierung ist ferner gegen ammoniakhaltige Atmosphären sowie gegen aufstickende und aufkohlende Gase beständig. Unter wechselnd oxidierenden und reduzierenden Bedingungen kann die Legierung selektive Oxidation (Grünfäule) erleiden.

Anwendungsgebiete

- Thermoelement-Schutzrohre – beständig gegen aufkohlende und aufstickende Atmosphären
- Rohre für Dichloräthylen-Pyrolyse – beständig gegen Aufkohlung, Chlor, Chlorwasserstoff und Oxidation
- Umwandlung von Uranoxid zu Tetrafluorid durch Flusssäure – beständig gegen Flusssäure
- Herstellung von Ätzalkalien, besonders bei Vorhandensein von Schwefelverbindungen
- Reaktionsbehälter und Wärmetauscherrohre bei der Herstellung von Vinylchlorid – beständig gegen Angriff von organischen Chloriden
- Anlagenteile für die Herstellung von chlorierten und fluorierten Kohlenwasserstoffen – beständig gegen Chlor- und Fluor-Verbindungen
- In Kernreaktoren für Teile wie Hüllrohre für Kontrollstäbe, Reaktorgefäße und Dichtungen, Dampftrockner und Separatoren in Siedewasserreaktoren. In Druckwasserreaktoren werden sie für Kontrollstab-Führungsrohre, Dampferzeugerrohre, Stützkonstruktionen im Druckgefäß und Dampferzeuger-Prallbleche usw. verwendet
- Ofengehäuse-Dichtungen, Lüfter und Beschläge – beständig in Ofenatmosphären
- Transportrollen, Strahlrohre und sonstige Einbauten in Industrieöfen

Für längeren Einsatz bei Temperaturen über 700 °C wird Nicrofer 7216 H empfohlen.

Nicrofer® 7216 – alloy 600

Nicrofer® 7216 H – alloy 600 H

Verarbeitung und Wärmebehandlung

Nicrofer 7216 und 7216 H sind gut warm und kalt umformbar, spanabhebend zu bearbeiten und schweißbar.

Es ist wichtig, dass die Werkstücke vor und während der Wärmebehandlung sauber und frei von jeglichen Verunreinigungen sind.

Schwefel, Phosphor, Blei und andere niedrig schmelzende Metalle können bei der Wärmebehandlung von Nicrofer 7216 und 7216 H zur Schädigung führen. Derartige Verunreinigungen sind auch in Markierungs- und Temperaturanzeige-Farben oder -Stiften sowie in Schmierfetten, Ölen, Brennstoffen und dergleichen enthalten.

Die Brennstoffe müssen einen möglichst niedrigen Schwefelgehalt aufweisen. Erdgas sollte einen Anteil von weniger als 0,1 Gew.% Schwefel enthalten. Heizöl mit einem Anteil von max. 0,5 Gew.% ist ebenfalls geeignet.

Elektroöfen sind wegen der genauen Temperaturführung und Freiheit von Verunreinigungen wünschenswert.

Die Ofenatmosphäre soll neutral bis leicht oxidierend eingestellt werden und darf nicht zwischen oxidierend und reduzierend wechseln. Die Werkstücke dürfen nicht direkt von den Flammen beaufschlagt werden.

Warmumformung

Nicrofer 7216 und 7216 H sollten im Temperaturbereich zwischen 1200 °C und 900 °C warmgeformt werden mit anschließender schneller Abkühlung in Wasser oder an Luft.

Eine Wärmebehandlung nach der Warmumformung wird zur Erzielung optimaler Eigenschaften empfohlen.

Zum Aufheizen sind die Werkstücke in den bereits auf Sollwert aufgeheizten Ofen einzulegen.

Kaltumformung

Nicrofer 7216 und 7216 H weisen eine höhere Kaltverfestigung als austenitische nichtrostende Stähle auf. Bei der Wahl der Umformeinrichtungen ist dieses zu berücksichtigen und das Werkstück soll im geglühten Zustand vorliegen. Bei starken Kaltumformungen sind Zwischenglühungen nötig.

Bei Kaltumformung über 15 % ist eine entsprechende Glühung durchzuführen.

Wegen der Möglichkeit des Fressens sollen keine Werkzeuge aus C-Stahl, sondern nur aus Hartmetall, Werkzeugstahl oder Gußstahl verwendet werden.

Wärmebehandlung

Die Weichglühung soll bei Temperaturen von 920 bis 1000 °C erfolgen.

Die Hochtemperatur-Lösungsglühung von Nicrofer 7216 H soll bei Temperaturen von 1080 bis 1150 °C erfolgen, um die Langzeiteigenschaften bei erhöhten Temperaturen zu verbessern.

Zur Erzielung optimaler Eigenschaften ist beschleunigt mit Wasser abzukühlen. Bei Dicken unter ca. 1,5 mm kann auch schnelle Luftabkühlung erfolgen.

Bei jeder Wärmebehandlung sind die vorgenannten Sauberkeitsanforderungen zu beachten.

Entzundern

Oxide von Nicrofer 7216 und 7216 H und Verfärbungen im Bereich von Schweißnähten haften fester als bei nichtrostenden Stählen. Schleifen mit sehr feinen Schleifbändern oder -scheiben wird empfohlen.

Vor dem Beizen in Salpeter-Flusssäure müssen die Oxidschichten durch Strahlen zerstört oder Salzsäure vorbehandelt werden.

Spanabhebende Bearbeitung

Nicrofer 7216 und 7216 H sind vorzugsweise im geglühten Zustand zu bearbeiten. Da die Legierung zur Kaltverfestigung neigt, sollte eine niedrige Schnittgeschwindigkeit verwendet werden und das Schneidwerkzeug ständig im Eingriff bleiben.

Eine ausreichende Spantiefe ist wichtig, um die zuvor entstandene kaltverfestigte Zone zu unterschneiden.

Schweißen

Nicrofer 7216 und 7216 H können nach allen konventionellen Verfahren wie WIG-, MIG-Impulstechnik, Lichtbogenhandschweißung mit umhüllten Stabelektroden geschweißt werden.

Zum Schweißen soll das Material im geglühten Zustand vorliegen und frei von Zundern, Fett und Markierungen sein. Eine Zone von ca. 25 mm beiderseits der Naht ist metallisch blank zu schleifen. Während des Schweißens ist peinlichste Sauberkeit Bedingung.

Auf geringe Wärmeeinbringung und schnelle Wärmeabfuhr ist zu achten. Die Zwischenlagentemperatur soll zwischen 100 und max. 150 °C betragen.

Es ist weder ein Vorwärmen noch eine Wärmenachbehandlung erforderlich.

Zum WIG- und MIG-Schweißen ist ein Zusatz vom Typ Nicrofer S 7020 (W.-Nr. 2.4806, SG-NiCr20Nb) und als umhüllte Stabelektrode der entsprechende Typ (W.-Nr. 2.4648, EL-NiCr19Nb) zu verwenden.

Zur Erzielung optimaler Korrosionseigenschaften ist das WIG-Verfahren zu bevorzugen.

Beim Einsatz von Nicrofer 7216 und 7216 H bei höheren Temperaturen (über ca. 900 °C) ist für TIG, MIG und verdeckte Lichtbogenschweißung die Verwendung von Nicrofer S 6020 (W.-Nr. 2.4831, SG-NiCr21Mo9Nb) zu empfehlen.

Für Lichtbogen-Handschesweißung (MMA) ist die artgleiche, ummantelte Elektrode (W.-Nr. 2.4621, EL-NiCr20Mo9Nb) bei höheren Temperaturen zu empfehlen.

Verfügbarkeit

Nicrofer 7216 – alloy 600 und Nicrofer 7216 H – alloy 600 H sind in folgenden Standard-Halbzeugformen lieferbar:

Bleche

(Bandbleche siehe unter Band)

Lieferzustand:

Warm- oder kaltgewalzt (w, k),
wärmebehandelt, entzündert bzw. gebeizt

Dicke mm	w / k	Breite ¹⁾ mm	Länge ¹⁾ mm
1,10 – < 1,50	k	2000	8000
1,50 – < 3,00	k	2500	8000
3,00 – < 7,50	w / k	2500	8000
7,50 – ≤ 25,00	w	2500	8000 ²⁾
> 25,00 ¹⁾	w	2500 ²⁾	8000 ²⁾

¹⁾ andere Abmessungen auf Anfrage
²⁾ abhängig vom Stückgewicht

Ronden und Ringe

Lieferzustand:

Warmgewalzt oder geschmiedet,
wärmebehandelt,
entzündert bzw. gebeizt oder gedreht

Produkt	Gewicht kg	Dicke mm	Außen-Ø* mm	Innen-Ø mm
Ronde	≤ 10000	≤ 300	≤ 3000	
Ring	≤ 3000	≤ 200	≤ 2500	auf Anfrage

*andere Abmessungen auf Anfrage

Stangen

Lieferzustand:

Geschmiedet, gewalzt, gezogen,
wärmebehandelt,
entzündert bzw. gebeizt, überdreht, geschält oder geschliffen

Produkt	Geschmiedet* mm	Gewalzt* mm	Gezogen* mm
Rund (Ø)	≤ 600	8 – 100	12 – 65
Quadratisch (a)	40 – 600	15 – 280	nicht üblich
Flach (a x b)	(40 – 80)	(5 – 20)	(10 – 20)
	x (200 – 600)	x (120 – 600)	x (30 – 80)
Hexagonal (s)	40 – 80	13 – 41	≤ 50

*andere Abmessungen und Oberflächenzustände auf Anfrage

Band¹⁾

Lieferzustand:

Kaltgewalzt, wärmebehandelt und gebeizt, oder blankgeglüht²⁾

Dicke mm	Breite ³⁾ mm	Rollen-Innen-Ø mm			
0,02 – ≤ 0,10	4 – 200 (730) ⁴⁾	300	400		
> 0,10 – ≤ 0,20	4 – 350 (730) ⁴⁾	300	400	500	
> 0,20 – ≤ 0,25	4 – 750		400	500	600
> 0,25 – ≤ 0,60	6 – 750		400	500	600
> 0,60 – ≤ 1,0	8 – 750		400	500	600
> 1,0 – ≤ 2,0	15 – 750		400	500	600
> 2,0 – ≤ 3,0 (3,5)*	25 – 750		400	500	600

*Lieferzustand kaltgewalzt
¹⁾ Bandbleche – von der Rolle abgeteilt – sind in Längen von 250 bis 4000 mm lieferbar.
²⁾ Maximale Dicke 3 mm.
³⁾ Möglichkeiten für größere Breiten auf Anfrage.
⁴⁾ Breiten bis 730 mm sind im Dickenbereich von 0,02 – ≤ 0,20 mm besonders anzufragen.

Schmiedeteile

Andere Formen als Ronden, Ringe oder Stangen auf Anfrage.
Flansche und Hohlwellen bis ca. 10 t Stückgewicht.

Draht

Lieferzustand:

Blank gezogen, ¹/₄ hart bis hart, blankgeglüht

Abmessungen

0,01 – 12,0 mm Ø,

in Ringen, Behältern, auf Spulen und Kronenstöcken

Schweißzusatzwerkstoffe

Schweißstäbe, -draht, Draht- und Bandedelektroden sind in allen Standardabmessungen lieferbar.

Nahtlose Rohre

Unter Verwendung von Vormaterial der ThyssenKrupp VDM GmbH erfolgt Fertigung und Vertrieb nahtloser Rohre bei DMV STAINLESS SAS, Tour Neptune, F-92086 Paris, La Défense Cedex (Tel.: +33-1-4796 8140; Fax: +33-1-4796 8141; E-mail: dmv-hq@dmv-stainless.com).

Längsnahtgeschweißte Rohre

Längsnahtgeschweißte Rohre werden von namhaften Herstellern gefertigt und vertrieben, wobei Halbzeuge von ThyssenKrupp VDM GmbH zum Einsatz kommen.

Alle Angaben in diesem Werkstoffblatt beruhen auf praktischen Erfahrungen und auf Ergebnissen aus Forschung und Entwicklung und entsprechen nach bestem Wissen dem Stand der Technik bei Drucklegung. Angaben erfolgen ohne Gewähr und können ohne Ankündigung zwecks Weiterentwicklung oder Verbesserung der Werkstoffqualität Änderungen unterliegen. Lieferungen und Leistungen unterliegen ausschließlich den Allgemeinen Geschäftsbedingungen der ThyssenKrupp VDM.

Da Werkstoffblätter keinem automatischen Austauschdienst unterliegen, wird empfohlen im Bedarfsfall die aktuellste Ausgabe des Werkstoffblatts per Telefon +49 (0) 23 92 55 2493, per Fax +49 (0) 23 92 55 2111 oder per E-mail unter info@tks-vdm.thyssenkrupp.com anzufordern.

Die aktuellsten Werkstoffblätter und Druckschriften sind ebenfalls im Internet unter www.thyssenkruppvdm.de verfügbar.

Ausgabe August 1988 (Revision 2003).

Impressum

Veröffentlichung

August 1988 (Revision 2003)

Herausgeber

VDM Metals GmbH
Plettenberger Straße 2
58791 Werdohl
Germany

Disclaimer

Alle Angaben in diesem Datenblatt beruhen auf Ergebnissen aus der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit der VDM Metals GmbH und den zum Zeitpunkt der Drucklegung zur Verfügung stehenden Daten der aufgeführten Spezifikationen und Standards. Die Angaben stellen keine Garantie für bestimmte Eigenschaften dar. VDM Metals behält sich das Recht vor, Angaben ohne Ankündigung zu ändern. Alle Angaben in diesem Datenblatt wurden nach bestem Wissen zusammengestellt und erfolgen ohne Gewähr. Lieferungen und Leistungen unterliegen ausschließlich den jeweiligen Vertragsbedingungen und den Allgemeinen Geschäftsbedingungen der VDM Metals GmbH. Die Verwendung der aktuellsten Version eines Datenblatts obliegt dem Kunden.

VDM Metals GmbH
Plettenberger Straße 2
58791 Werdohl
Germany

Phone +49 (0) 2392 55-0
Fax +49 (0) 2392 55-2217

vdm@vdm-metals.com
www.vdm-metals.com