

VDM[®] Alloy 718
Nicrofer 5219 Nb

VDM® Alloy 718

Nicrofer 5219 Nb

VDM® Alloy 718 ist eine aushärtbare Nickel-Chrom-Eisen-Molybdän-Legierung. Die Aushärtbarkeit wird durch Zusätze von Niob, Titan und Aluminium erreicht. Sie kann im lösungsgeglühten Zustand oder lösungsgeglüht und ausgehärtet geliefert werden. VDM® Alloy 718 ist gekennzeichnet durch:

- gute Verarbeitungseigenschaften im lösungsgeglühten Zustand
- gute mechanische Kurz- und Langzeiteigenschaften und hohe Ermüdungsfestigkeit im ausgehärteten Zustand
- gute Zeitstandfestigkeit bis 700 °C
- gute Oxidationsbeständigkeit bis ca. 1.000 °C
- ausgezeichnete mechanische Eigenschaften bei tiefen Temperaturen

Bezeichnungen und Normen

Normung	Werkstoffbezeichnung
EN	2.4668 - NiCr19Fe19Nb5Mo3
ISO	NiCr19Nb5Mo3
UNS	N07718
AFNOR	NC19FeNb
NA	51

Tabelle 1a – Bezeichnungen und Normen

Bezeichnungen und Normen

Produktform	DIN	DIN EN	ISO	ASTM	ASME	SAE AMS
Blech	17744			B 670		5596
	17750					5663
Band	17744	10302	6208	B 670		5596
	17750	2407				5597
Stange, Schmiedeteil	17744			B 637	SB 637	5662
	17752					5663
						5664
Draht	17744					

Tabelle 1b – Bezeichnungen und Normen

Chemische Zusammensetzung

	Ni	Cr	Fe	C	Mn	Si	Cu	Mo	Co	Nb	Ta	Al	Ti	B	P	S	Pb	SE	Bi
Min.	50	17	bal.					2,8		4,75		0,2	0,65						
Max.	55	21		0,08	0,35	0,35	0,3	3,3	1	5,5	0,05	0,8	1,15	0,006	0,015	0,015	5 ppm	3 ppm	0,3 ppm

Tabelle 2 – Chemische Zusammensetzung (%) gemäß ASTM und SAE AMS

Je nach Einsatzbedingungen gelten für bestimmte Legierungselemente engere Analysengrenzen. Dies betrifft insbesondere Kohlenstoff und Niob, aber auch in geringem Umfang Aluminium und Titan. Ziel dieser Einschränkung ist die Optimierung des Gefüges und der mechanischen Eigenschaften im Hinblick auf die beabsichtigte Anwendung. So sind beispielsweise für Hochtemperaturanwendungen Legierungen mit Kohlenstoff- und Niobgehalten nahe der oberen Grenze gemäß ASTM am besten geeignet, während geringere Kohlenstoff- und Niobgehalte ein Werkstoffgefüge ergeben, das den Anforderungen korrosiver Einsatzbedingungen besser entspricht.

Physikalische Eigenschaften

Dichte	Schmelzbereich	Relative magnetische Permeabilität bei 20 °C	Curietemperatur
8,26 g/cm ³ bei 20 °C	1.257-1.342 °C	1,001 (Maximum)	Lösungsgeglüht: -195 °C Lösungsgeglüht und ausgehärtet: -112 °C

Temperatur	Spezifische Wärme	Wärmeleitfähigkeit	Elektrischer Widerstand	Elastizitätsmodul	Mittlerer lin. Ausdehnungskoeffizient
°C	J / kg · K	W / m · K	μΩ · cm	GPa	10 ⁻⁶ / K
20	460	11,5	118	204	14,1
100	458	12,1	120	199	14,1
200	468	13,5	123	193	14,1
300	485	15,2	125	187	14,2
400	501	17,1	127	180	14,4
500	514	18,8	128	173	14,8
600	533	20,6	130	166	15,3
700	604	24,1	131	158	16,4
800	615	24,2	132	150	17
900	626	25	133	143	17,4
1.000	637	25,8	134	134	
1.100	635	26,6	118	126	
1.200	658	28,7	120	122	

Tabelle 3 – Typische physikalische Eigenschaften von VDM® Alloy 718 bei Raum- und erhöhten Temperaturen

Mikrostrukturelle Eigenschaften

VDM® Alloy 718 hat ein austenitisches Gefüge, in dem verschiedene Phasen ausgeschieden werden können. Durch unterschiedliche Wärmebehandlungen können abgestufte mechanische Eigenschaften des Materials erreicht werden. Die ausgezeichneten mechanischen Eigenschaften von VDM® Alloy 718 resultieren aus der γ' -Bildung während der Ausscheidungshärtung. Weitere Einzelheiten sind dem Abschnitt ‚Wärmebehandlung‘ zu entnehmen.

Mechanische Eigenschaften

Die folgenden mechanischen Eigenschaften für VDM® Alloy 718 gelten für warm- oder kaltgeformtes Material im lösungsgeglühten bzw. lösungsgeglüht und ausgehärteten Zustand in den angegebenen Abmessungen. Material mit spezifizierten Eigenschaften außerhalb der aufgeführten Abmessungsbereiche ist gesondert anzufordern.

Temperatur °C	Dehngrenze Rp 0,2 MPa	Zugfestigkeit Rm MPa	Bruchdehnung A %	Brucheinschnürung Z %
20	1.030	1.280	12	15
100	1.060	1.280	12	15
200	1.040	1.250	12	15
300	1.020	1.220	12	15
400	1.000	1.180	12	15
500	980	1.150	12	15
600	950	1.060	12	15
650	860	1.000	12	15
700	870	1.040	12	15
750	760	880	12	15
800	640	780	12	15

Tabelle 4 – Typische Kurzzeiteigenschaften von lösungsgeglüht und ausgehärtetem VDM® Alloy 718 bei erhöhten Temperaturen

Produktform	Abmessung mm	Dehngrenze	Zugfestigkeit	Bruchdehnung	Brucheinschnürung
		R _{p0.2} MPa	R _m MPa	A %	Z %
Blech	0,25-25,4	≥ 1.034	≥ 1.241	≥ 12	
Band	< 0,25	≥ 1.034	≥ 1.241		
Stange	≤ 127	≥ 1.030	≥ 1.240	≥ 6	≥ 8

Tabelle 5 – Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur nach SAE AMS 5596 (Blech und Band) und SAE AMS 5662 bzw. 5663 (Stange) von lösungsgeglüht und ausgehärtetem VDM® Alloy 718

Temperatur °C	Zeitdehngrenze		Zeitstandfestigkeit	
	R _{p1.0/10⁴ h} MPa	R _{p1.0/10⁵ h} MPa	R _{m/10⁴ h} MPa	R _{m/10⁵ h} MPa
550	783	643	810	673
600	580	430	620	505
650	370	240	425	290
700	200	88	248	132
750	70	23	125	44
800	19	6.1	36	12

Tabelle 6 – Zeitdehngrenzen nach DIN EN 10302 von lösungsgeglüht und gehärtetem VDM® Alloy 718

Brinellhärte

< 277, Stange, lösungsgeglühter Zustand gemäß SAE AMS 5662 bzw. 5663

> 331, Stange, lösungsgeglüht und ausgehärteter Zustand gemäß SAE AMS 5662 bzw. 5663

Korrosionsbeständigkeit

Aufgrund der hohen Chrom- und Molybdängehalte verfügt VDM® Alloy 718 in vielen Medien über eine gute Beständigkeit gegenüber abtragender und lokaler Korrosion wie Lochfraß. Durch seinen hohen Nickelgehalt besitzt VDM® Alloy 718 ebenfalls eine gute Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion.

Anwendungsgebiete

Aufgrund seiner Hochtemperaturfestigkeit bis 700 °C, seiner exzellenten Oxidations- und Korrosionsbeständigkeit und seiner guten Verarbeitbarkeit wird VDM® Alloy 718 für viele anspruchsvolle Anwendungen eingesetzt. Ursprünglich wurde er für statische und rotierende Komponenten in Flugtriebwerken wie Gehäuse, Befestigungselemente und Turbinscheiben entwickelt und eingesetzt, wo insbesondere für die rotierenden Anwendungen hohe Anforderungen an Kriechfestigkeit und Ermüdungsverhalten bestehen.

Aufgrund seiner Eigenschaften, seiner guten Verarbeitbarkeit und Wirtschaftlichkeit wird der Werkstoff daneben verbreitet für statische und rotierende Komponenten in stationären Gasturbinen, Raketentriebwerken und Raumfahrzeugen, Kraftfahrzeug-Turboladern, hochfesten Schrauben, Federn und Befestigungselementen sowie für warmfeste Werkzeuge für Schmieden, Strangpressen und Trennscheren verwendet.

Die speziell auf die Anforderungen der Öl- und Gasindustrie ausgelegte Variante VDM® Alloy 718 CTP findet zunehmend Anwendung für Bohrausrüstungen und Pumpenwellen. Die eingesetzten Komponenten müssen bei mit zunehmender Bohrlochtiefe kritischer werdenden Drücken und Temperaturen und in der dort herrschenden Sauerstoffumgebung (H₂S, CO₂, Chloride) eine wirtschaftliche und sichere Öl- und Gasförderung gewährleisten (s. spezielles Datenblatt VDM® Alloy 718 CTP).

Verarbeitung und Wärmebehandlung

VDM® Alloy 718 ist gut warm und kalt umformbar und spanabhebend zu bearbeiten.

Aufheizen

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 VDM® Alloy 718 zu Schädigungen führen. Derartige Verunreinigungen sind auch in Markierungs- und Temperaturanzeigefarben 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. 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

Die Warmumformung sollte generell nach der Homogenisierung durchgeführt werden mit anschließender Abkühlung an Luft. Sie soll gleichmäßig erfolgen, um ein homogenes Gefüge einzustellen und um die Bildung einer Duplex-Kornstruktur zu vermeiden.

Kaltumformung

Die Kaltumformung sollte im lösungsgeglühten Zustand erfolgen. Bei der Wahl der Umformeinrichtungen und Umformschritte muss die im Vergleich zu austenitischen nichtrostenden Stählen höhere Kaltverfestigung berücksichtigt werden.

Wärmebehandlung

Über verschiedene Wärmebehandlungen können die mechanischen Eigenschaften von VDM® Alloy 718 gezielt eingestellt werden. Im lösungsgeglühten Zustand ist der Werkstoff leichter zu bearbeiten und umzuformen. Im lösungsgeglüht und ausgehärteten Zustand weist VDM® Alloy 718 eine hohe mechanische Festigkeit auf. Der lösungsgeglühte Zustand wird durch eine Wärmebehandlung im Temperaturbereich 940 °C bis 1.065 °C eingestellt. Hier ist beispielsweise eine Glühung mit Einsatz in einen vorgeheizten Ofen bei einer Temperatur von 980 °C für 1 Stunde typisch. Die Abkühlung kann sowohl in Wasser oder Öl als auch durch Ablage an Luft erfolgen. Die Aushärtung erfolgt durch Glühung im Temperaturbereich von 620 °C bis 790 °C. Typisch ist hier eine zweistufige Wärmebehandlung bei Einsatz in einen vorgeheizten Ofen bei 720 °C für 8 Stunden, gefolgt von einer Ofenabkühlung auf 620 °C und einem erneuten Halten für 8 Stunden. Die Abkühlung erfolgt üblicherweise an Luft.

Entzundern und Beizen

Oxide von VDM® Alloy 718 und Anlauffarben im Bereich von Schweißungen haften fester als bei nichtrostenden Stählen. Sie lassen sich am besten durch Überschleifen mit sehr feinen Schleifbändern oder -scheiben entfernen. Anlauffarben sind zu vermeiden. Vor dem Beizen in Salpeterflusssäure-Gemischen, das unter exakter Beachtung von Beizzeiten und -temperatur erfolgen sollte, müssen die Oxidschichten durch Strahlen oder feines Schleifen zerstört oder vorbehandelt werden.

Spanabhebende Bearbeitung

Während sich VDM® Alloy 718 im lösungsgeglühten Zustand besser verarbeiten lässt und die Beanspruchung der Werkzeuge geringer ist, wird im ausgehärteten Zustand eine bessere Oberflächenqualität erzielt. Die besten Ergebnisse hinsichtlich der Oberflächenqualität des fertigen Produktes werden durch Vorbearbeitung vor dem Aushärten und Endbearbeitung im ausgehärteten Zustand erzielt. Wegen der im Vergleich zu niedriglegierten austenitischen Edelmetallen erhöhten Neigung zur Kaltverfestigung sollte eine niedrigere Schnittgeschwindigkeit gewählt werden und das Werkzeug ständig im Eingriff bleiben. Eine ausreichende Spantiefe ist wichtig, um eine zuvor entstandene kaltverfestigte Zone zu unterschneiden.

Schweißtechnische Hinweise

Beim Schweißen von Nickellegierungen und Sonderedelstählen sind die nachfolgenden Hinweise zu berücksichtigen:

Arbeitsplatz

Ein separat angeordneter Arbeitsplatz ist vorzusehen, der deutlich getrennt ist von den Bereichen, in denen C-Stahl verarbeitet wird. Größte Sauberkeit ist Voraussetzung und Zugluft beim Schutzgasschweißen ist zu vermeiden.

Hilfsmittel und Kleidung

Saubere Feinlederhandschuhe und saubere Arbeitskleidung sind zu verwenden.

Werkzeug und Maschinen

Werkzeuge die für andere Werkstoffe verwendet werden, dürfen nicht für Nickellegierungen und Edelstähle eingesetzt werden. Es sind ausschließlich Edelstahlbürsten zu verwenden. Ver- und Bearbeitungsmaschinen wie Scheren, Stanzen oder Walzen sind so auszurüsten (Filz, Pappe, Folien), dass über diese Anlagen die Werkstückoberflächen nicht durch das Eindringen von Eisenpartikeln beschädigt werden können, was letztlich zu Korrosion führen kann.

Schweißnahtvorbereitung

Die Schweißnahtvorbereitung ist vorzugsweise auf mechanischem Wege durch Drehen, Fräsen oder Hobeln vorzunehmen. Abrasives Wasserstrahlschneiden oder Plasmaschneiden ist ebenfalls möglich. In letzterem Fall muss jedoch die Schnittkante (Nahtflanke) sauber nachgearbeitet werden. Zulässig ist vorsichtiges Schleifen ohne Überhitzung.

Zünden

Das Zünden darf nur im Nahtbereich, z. B. an den Nahtflanken oder auf einem Auslaufstück und nicht auf der Bauteiloberfläche, vorgenommen werden. Zündstellen sind Stellen, an denen es bevorzugt zu Korrosion kommen kann.

Öffnungswinkel

Im Vergleich zu C-Stählen weisen Nickellegierungen und Sonderedelstähle eine geringere Wärmeleitfähigkeit und eine höhere Wärmeausdehnung auf. Diesen Eigenschaften ist durch größere Wurzelspalte bzw. Stegabstände (1 bis 3 mm) Rechnung zu tragen. Aufgrund der Zähflüssigkeit des Schweißgutes (im Vergleich zu Standardausteniten) und der Schrumpfungstendenz sind Öffnungswinkel von 60 bis 70 ° – wie in Abbildung 1 gezeigt – für Stumpfnähte vorzusehen.

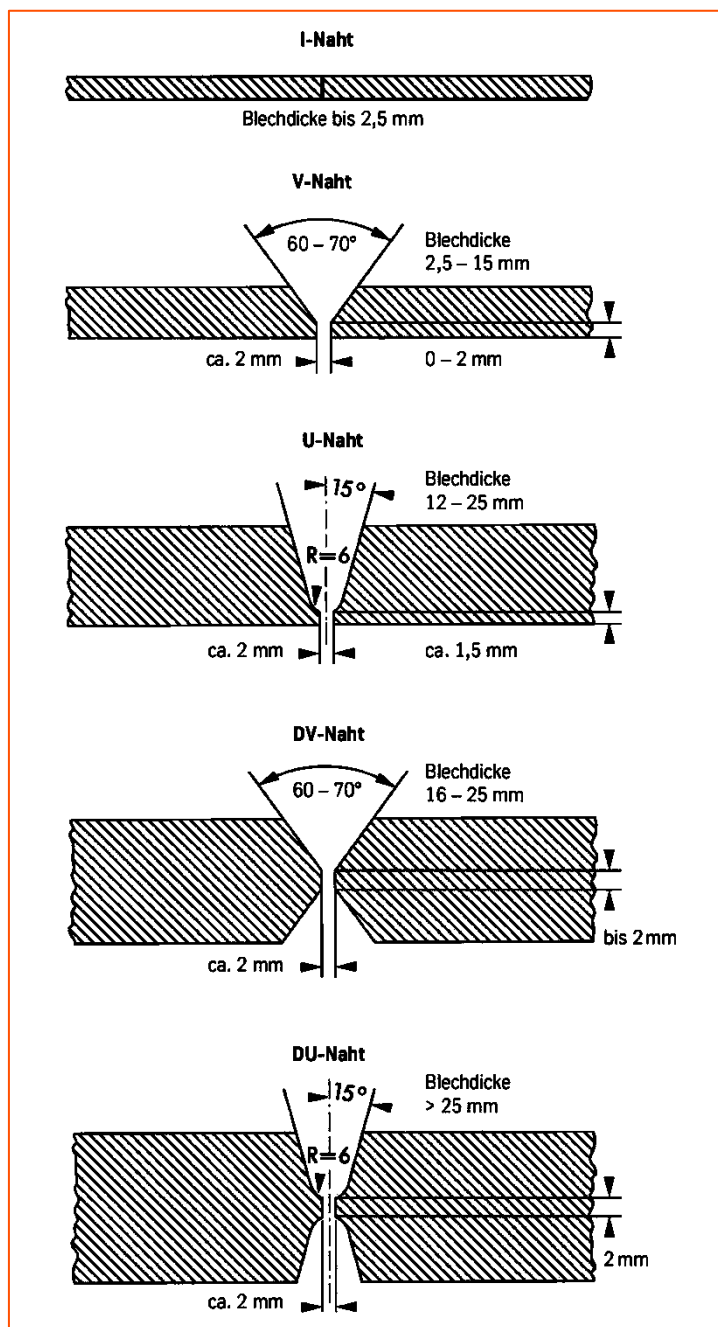


Abbildung 1 – Nahtvorbereitungen für das Schweißen von Nickellegierungen und Sonderedelstählen

Reinigung

Die Reinigung des Grundwerkstoffes im Nahtbereich (beidseitig) und des Schweißzusatzes (z. B. Schweißstab) sollte mit Aceton erfolgen.

Schweißverfahren

Der Werkstoff VDM® Alloy 718 kann mit einer Vielzahl unterschiedlicher Schweißverfahren geschweißt werden. Sofern Schutzgasschweißverfahren angewendet werden ist jedoch die Impulstechnik zu bevorzugen. Zum Schweißen sollte das Material im lösungsgeglühten Zustand vorliegen und frei von Zunder, Fett und Markierungen sein. Beim Schweißen der Wurzel ist auf besten Wurzelschutz (z. B. Argon 4.6) zu achten, so dass nach dem Schweißen der Wurzel die Schweißnaht frei von Oxiden ist. Etwaige Anlaufarben sind vorzugsweise mit einer Edelstahlbürste zu entfernen, während die Schweißnaht noch warm ist.

Schweißzusatz

Folgender Schweißzusatz wird empfohlen:

WIG/MIG

VDM® FM 718 (W.-Nr. 2.4667)

DIN EN ISO 18274: S Ni 7718 (SG-NiCr19NbMoTi)

AWS A 5.14: ERNiFeCr-2

Der Einsatz von umhüllten Stabelektroden ist möglich.

Schweißparameter und Einflüsse

Es ist dafür Sorge zu tragen, dass mit gezielter Wärmeführung und geringer Wärmeeinbringung gearbeitet wird. Die Zwischenlagentemperatur soll 100 °C nicht überschreiten. Die Strichraupentechnik ist anzustreben. In diesem Zusammenhang ist auch auf die richtige Auswahl der Draht- und Stabelektroden Durchmesser hinzuweisen. Aus den vorgenannten Hinweisen resultieren entsprechende Streckenenergien, die in Tabelle 7 beispielhaft dargestellt sind. Prinzipiell ist eine Kontrolle der Schweißparameter erforderlich.

Die Wärmeeinbringung Q kann wie folgt berechnet werden:

$$Q = \frac{U \cdot I \cdot 60}{v \cdot 1.000} \left(\frac{\text{kJ}}{\text{cm}} \right)$$

U = Lichtbogenspannung, Volt

I = Schweißstromstärke, Ampere

v = Schweißgeschwindigkeit, cm/Minute

Nachbehandlung

Bei optimaler Ausführung der Arbeiten führt das Bürsten direkt nach dem Schweißen, also im noch warmen Zustand, ohne zusätzliches Beizen zu dem gewünschten Oberflächenzustand, d. h. Anlauffarben können restlos entfernt werden. Nach Abschluss der Schweißarbeiten kann zur Erzielung maximaler Festigkeit, eine Aushärtung durchgeführt werden, siehe hierzu in den Abschnitt 'Wärmebehandlung'. Beizen, wenn gefordert oder vorgeschrieben, ist im Allgemeinen der letzte Arbeitsgang an der Schweißung. Die Hinweise im Abschnitt 'Entzundern und Beizen' sind zu beachten.

Dicke (mm)	Schweiß- verfahren	Schweißzusatz		Wurzellage ¹⁾		Füll- und Decklage		Schweiß- geschwin- digkeit (cm/Min.)	Schutzgas	
		Durchmes- ser (mm)	Geschwin- digkeit (m/min.)	I in (A)	U in (V)	I in (A)	U in (V)		Art	Menge (l/min.)
3	m-WIG	2	-	90	10	110-120	11	15	I1, R1 mit max. 3% H2	8-10
6	m-WIG	2-2,4	-	100-110	10	120-140	12	14-16	I1, R1 mit max. 3% H2	8-10
8	m-WIG	2,4	-	100-110	11	130-140	12	14-16	I1, R1 mit max. 3% H2	8-10
10	m-WIG	2,4	-	100-110	11	130-140	12	14-16	I1, R1 mit max. 3% H2	8-10
3	v-WIG ²⁾	1,2	1,2	-	-	150	11	25	I1, R1 mit max. 3% H2	12-14
5	v-WIG ²⁾	1,2	1,4	-	-	180	12	25	I1, R1 mit max. 3% H2	12-14
2	v-WIG HD ²⁾	1	-	-	-	180	11	80	I1, R1 mit max. 3% H2	12-14
10	v-WIG HD ²⁾	1,2	-	-	-	220	12	40	I1, R1 mit max. 3% H2	12-14
4	Plasma ³⁾	1,2	1	180	25	-	-	30	I1, R1 mit max. 3% H2	30
6	Plasma ³⁾	1,2	1	200-220	25	-	-	26	I1, R1 mit max. 3% H2	30

¹⁾ Bei allen Schutzgasschweißungen ist auf ausreichenden Wurzelschutz mit Ar 4.6 zu achten.

²⁾ Die Wurzellage sollte manuell geschweißt werden (siehe Parameter m-WIG)

³⁾ Empfohlenes Plasmagas Ar 4.6 / Plasmamenge 3,0-3,5 l/min

Streckenenergie kJ/cm:

v-WIG HD max. 6; WIG, MIG/MAG manuell, mechanisiert max. 8; Plasma max. 10

Die Angaben sind Anhaltswerte, die das Einstellen der Schweißmaschinen erleichtern sollen.

Tabelle 7 – Schweißparameter

Verfügbarkeit

VDM® Alloy 718 ist in den folgenden Standard-Halbzeugformen lieferbar:

Bleche

Lieferzustand: Warm- oder kaltgewalzt, wärmebehandelt, entzundert bzw. gebeizt

Lieferzustand	Dicke mm	Breite mm	Länge mm	Stückgewicht kg
Kaltgewalzt	1,1-7	≤ 2.000	≤ 5.500	≤ 1.100
Warmgewalzt*	3-8 8-50	≤ 2.500 ≤ 2.500	≤ 5.500 ≤ 8.000	≤ 1.100 ≤ 1.100

* Auf Anfrage Blechdicke ab 2 mm

Band

Lieferzustand: Kaltgewalzt, wärmebehandelt, und gebeizt oder blankgeglüht

Dicke mm	Breite mm	Coil-Innendurchmesser mm			
0,025-0,15	4-230	300	400	500	–
0,15-0,25	4-720	300	400	500	–
0,25-0,6	6-750	–	400	500	600
0,6-1	8-750	–	400	500	600
1-2	15-750	–	400	500	600
2-3	25-750	–	400	500	600

Bandbleche – vom Coil abgeteilt – sind in Längen von 250 bis 4.000 mm lieferbar.

Stangen

Lieferzustand: Geschmiedet, gewalzt, gezogen, wärmebehandelt, oxidiert, entzundert bzw. gebeizt, gedreht, geschält, geschliffen oder poliert

Abmessungen*	Außendurchmesser mm	Länge mm
Allgemeine Abmessungen	6-800	1.500-12.000
Werkstoffspezifische Abmessungen	10-350	1.500-12.000

*weitere Abmessungen auf Anfrage möglich

Draht

Lieferzustand: Blank gezogen, ¼ hart bis hart, blankgeglüht in Ringen, Behältern, auf Spulen und Kronenstöcken

Gezogen mm	Warmgewalzt mm
0,16-10	5,5-19

Weitere Formen und Abmessungen wie Ronden, Ringe, nahtlose bzw. längsnahtgeschweißte Rohre und Schmiedeteile können angefragt werden.

Impressum

15. Juni 2016

Herausgeber

VDM Metals International GmbH
Plettenberger Straße 2
58791 Werdohl
Germany

Disclaimer

Alle Angaben in diesem Datenblatt beruhen auf Ergebnissen aus der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit der VDM Metals International 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. Die Verwendung der aktuellsten Version eines Datenblatts obliegt dem Kunden.

VDM Metals International GmbH
Plettenberger Straße 2
58791 Werdohl
Germany

Telefon +49 (0)2392 55 0
Fax +49 (0)2392 55 22 17

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