

VDM® Alloy 330
Nicrofer 3718

VDM® Alloy DS
Nicrofer 3718 So

VDM® Alloy 330/DS

Nicrofer 3718 (So)

VDM® Alloy 330 und DS sind Nickel-Eisen-Chrom-Mischkristalllegierungen mit Zusatz von ungefähr 2% Silizium. VDM® Alloy 330 ist in der Variante gem. UNS N08330 auch mit reduziertem Chromgehalt erhältlich.

VDM® Alloy 330 und DS zeichnen sich aus durch:

- gute Oxidation- und Zunderbeständigkeit
- exzellente Beständigkeit gegen Aufkohlung, auch bei wechselnd reduzierenden und oxidierenden Atmosphären
- gute mechanische Eigenschaften mit hohen Festigkeiten bei erhöhten Temperaturen

Bezeichnungen und Normen

Normung	Werkstoffbezeichnung
EN	1.4864 - X12NiCrSi35-16 (VDM® Alloy 330) 1.4862 - X8NiCrSi38-18 (VDM® Alloy DS)
UNS	N08330 (VDM® Alloy 330)
AFNOR	Z12NCS35.16 (VDM® Alloy 330) Z12NCS37.18 (VDM® Alloy DS)

Produktform	SEW	DIN EN	BS
Blech	310/470	10095	3072
Band	310/470	10095	3073
Stange	310/470	10095	3076
Draht	310/470	10095	3075

Tabelle 1 – Bezeichnungen und Normen

Chemische Zusammensetzung

	Ni	Cr	Fe	C	Mn	Si	N	P	S
Min.	33,0	15,0	Rest			1,0			
Max.	37,0	17,0		0,15	2,0	2,0	0,11	0,03	0,02

Tabelle 2a – Chemische Zusammensetzung (%) von VDM® Alloy 330 gemäß 1.4864

	Ni	Cr	Fe	C	Mn	Si	Cu	Ti	P	S
Min.	35,0	17,0	Rest		0,8	1,5				
Max.	39,0	19,0		0,10	1,5	2,5	0,5	0,2	0,03	0,03

Tabelle 2b – Chemische Zusammensetzung (%) von VDM® Alloy DS gemäß 1.4862

Physikalische Eigenschaften

Dichte	Schmelzbereich	Relative magnetische Permeabilität bei 20 °C
8,0 g/cm ³	1.330 – 1.400 °C	1,01

Temperatur °C	Spezifische Wärme	Wärmeleitfähigkeit ¹⁾	Elektrischer Widerstand	Elastizitätsmodul ¹⁾	Mittlerer lin. Ausdehnungskoeffizient ¹⁾
	$\frac{J}{kg \cdot K}$	$\frac{W}{m \cdot K}$	$\mu\Omega \cdot cm$	GPa	$\frac{10^{-6}}{K}$
-100	394			201	13,6
0	467			196	
20	472	11,4	104	194	
100	501	12,8	107	189	15,1
200	525	14,6	111	183	15,7
300	532	16,3	114	177	16,2
400	555	17,9	117	170	16,6
500	582	19,5	119	163	17,0
600	604	21,0	122	156	17,4
700	610	22,6	123	149	17,7
800	609	24,1	125	141	18,0
900	615	25,6	127	134	18,3
1000	641	27,0	129	127	18,6

Tabelle 3 – Typische physikalische Eigenschaften bei Raumtemperatur und erhöhten Temperaturen.

Mikrostrukturelle Eigenschaften

VDM® Alloy 330/DS sind metallurgisch stabile Mischkristalllegierungen, bei denen Titanitride, Karbide und Karbonnitride in der austenitischen Matrix vorliegen.

Mechanische Eigenschaften

Die folgenden mechanischen Eigenschaften gelten für VDM® Alloy 330/DS im lösungsgeglühten und abgeschreckten Zustand.

Temperatur °C	Dehngrenze R _{p 0,2} MPa	Dehngrenze R _{p 1,0} MPa	Zugfestigkeit R _m MPa	Bruchdehnung A %	Brinell-Härte HB Max.
20	285	310	650	30	210
100	265	290	630	30	
200	240	265	615	30	
300	220	250	605	30	
400	210	235	590	30	
500	200	225	555	30	
600	195	215	480	30	
700	175	190	340	30	
800	135	145	210	30	
900	85	100	120		
1.000	48	55	80		

Tabelle 4 – Typische Kurzzeit-Eigenschaften von VDM® Alloy 330/DS im geglühten Zustand (1.020 °C).

Temperatur °C	Zeitdehngrenze		Zeitstandfestigkeit	
	Rp 1,0/10 ⁴ h N/mm ²	Rm/10 ⁵ h N/mm ²	Rm/10 ⁴ h N/mm ²	Rm/10 ⁵ h N/mm ²
600	80	40	125	75
700	35	14	45	25
800	15	4	20	7
900	5	1,5	8	3
1.000	(3)		(4)	1,5

Tabelle 5 - Mechanische Kurzzeit-Eigenschaften von VDM® Alloy 330/DS im lösungsgeglühten Zustand (1150 °C)

Korrosionsbeständigkeit

Diese Nickel-Chrom-Eisen-Legierungen mit etwa 2% Siliziumzusatz sind hitzebeständige Vielzweckwerkstoffe. Sie besitzen gute Oxidationsbeständigkeit bis etwa 1.000 °C, insbesondere unter wechselnd oxidierenden und reduzierenden Aufheiz- und Abkühlbedingungen. Sie haben ausgezeichnete Beständigkeit gegenüber Aufkohlung und werden unter diesen Bedingungen industriell in großem Umfang eingesetzt. Die gute Aufstickungsbeständigkeit macht sie geeignet für Anwendungen in sauerstoffarmen, stickstoffhaltigen Atmosphären im mittleren Temperaturbereich, wie beispielsweise gespaltenem Ammoniak. Wegen der höheren Chrom- und Siliziumgehalte ist der Werkstoff VDM® Alloy DS (1.4862) dem Standardwerkstoff VDM® Alloy 330 (1.4864) überlegen.

Oxidation

VDM® Alloy 330 und DS haben gute Oxidationsbeständigkeit und widerstehen Zunderbildung bis ca. 1000 °C. Jeder gebildete Oxidfilm ist fest haftend; insbesondere unter zyklischen Aufheiz- und Abkühlbedingungen.

Aufkohlung

Die Legierungen zeigen exzellente Beständigkeit gegen Aufkohlung und werden weitgehend unter diesen Bedingungen in der Industrie eingesetzt. Unter wechselnd reduzierenden und oxidierenden Bedingungen sind sie beständig gegen Grünfäule.

Aufstickung

VDM® Alloy 330 und DS sind gut beständig in stickstoffhaltigen Atmosphären, bei denen der Sauerstoffanteil gering ist, z. B. in gespaltenem Ammoniak.

Aufschwefelung

Die Beständigkeit gegen Aufschwefelung ist unter oxidierenden Bedingungen besser als unter reduzierenden. Ein schwefelhaltiger Zunder hat die Tendenz zum Reißen und Ablättern und bildet daher nicht den Schutz einer oxidischen Zunderschicht. Es ist nochmals festzustellen, dass wegen der höheren Chrom- und Siliziumgehalte VDM® Alloy DS (1.4862) dem Standardwerkstoff VDM® Alloy 330 (1.4864) überlegen ist.

Anwendungsgebiete

Typische Anwendungsgebiete für VDM® Alloy 330/DS sind:

- Ventilatoren in Hochtemperaturöfen mit aufkohlender Atmosphäre – widerstandsfähig gegen Aufkohlung
- Glühkästen und Körbe in Aufkohlungsanlagen widerstehen der Aufkohlung und zeigen keine Gewichtsveränderungen im Vergleich zu Gusskästen
- Aufhänger, Haken und Transportketten für die Förderung von Glasemail-Gegenständen durch den Brennofen – widerstandsfähig gegen Abplatzen der Oxide, welche die Emailsichtschicht schädigen könnten
- Strahlrohre – beständig gegen Oxidation und Aufkohlung
- Spannvorrichtungen und Beschlüge in Lötöfen
- Schutzrohre für Thermolemente – widerstandsfähig gegen Aufkohlung und Aufstickung
- Transportbänder aus Drahtgewebe für Wärmebehandlungsanlagen
- Komponenten für die Handhabung von gespaltenem Ammoniak (Schutzgasöfen) – widerstandsfähig gegen Aufstickung

Verarbeitung und Wärmebehandlung

VDM® Alloy 330/DS sind gut warm und kalt umformbar, spanabhebend zu bearbeiten und schweißbar durch Lichtbogenhandschweißung bzw. WIG- und MIG-Verfahren.

Aufwärmen

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 330/DS 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. 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

VDM® Alloy 330/DS sollen im Temperaturbereich zwischen 1150 und 950 °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

VDM® Alloy 330/DS weisen gleiche Kaltverfestigung wie austenitische nichtrostende Stähle auf. Bei der Wahl der Umformeinrichtungen ist dieses zu berücksichtigen. Bei starken Kaltumformungen sind Zwischenglühungen nötig. Bei Kaltumformung über 15% ist eine erneute Glühung durchzuführen, besonders wenn es auf die Zeitstandeigenschaften ankommt. Biegefähigkeit und Umformbarkeit ist auch bei verzünderten Blechen gegeben, jedoch sollte der Biegeradius mindestens die 3fache Blechdicke aufweisen.

Wärmebehandlung

Die Glühung soll bei Temperaturen von 1020 bis 1120 °C erfolgen. Zur Erzielung optimaler Eigenschaften ist beschleunigt an Luft oder mit Wasser abzukühlen. Bei jeder Wärmebehandlung sind die vorgenannten Sauberkeitsanforderungen zu beachten.

Entzundern

Hochtemperatur-Werkstoffe bauen im Betrieb schützende Oxidschichten auf. Daher sollte die Notwendigkeit des Entzunderns geprüft werden. Oxide von VDM® Alloy 330/DS und Verfärbungen im Bereich von Schweißnähten haften fester als bei nichtrostenden Stählen. Schleifen mit sehr feinen Schleifbändern oder -scheiben wird empfohlen. Falls gebeizt werden muss, sind die Beizzeiten – wie bei allen Hochtemperaturwerkstoffen – kurz zu halten. Vor dem Beizen in Salpeter-Flusssäure-Gemischen müssen die Oxidschichten durch Strahlen oder feines Schleifen zerstört oder in Salzsäure vorbehandelt werden.

Spanabhebende Bearbeitung

VDM® Alloy 330/DS sind vorzugsweise im geglühten Zustand zu bearbeiten. Da die Legierungen zur Kaltverfestigung neigen, sollte eine niedrige Schnittgeschwindigkeit gewählt werden und das Schneidwerkzeug ständig im Eingriff bleiben. Eine ausreichende Spantiefe ist wichtig, um die 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 ausschließlich für Nickellegierungen und Sonderedelstähle verwenden; Bürsten, Zangen, Hämmer aus nichtrostendem Material. Ver- und Bearbeitungsmaschinen, wie Scheren, Pressen oder Walzen sind so auszurüsten (Filtz, Pappe, Folien), dass über diesen Weg Eisenpartikel, die in die Werkstoffoberfläche eingedrückt werden können und letztlich zu Korrosion führen, ausgeschlossen sind.

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

Das unterschiedliche physikalische Verhalten der Nickellegierungen und Sonderedelstähle drückt sich ganz allgemein im Vergleich zum C-Stahl durch geringere Wärmeleitfähigkeit und höhere Wärmeausdehnung aus. Diesem Verhalten ist u. a. durch größere Wurzelspalte bzw. Stegabstände ($2 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$) Rechnung zu tragen, während aufgrund des zähflüssigen Verhaltens im schmelzflüssigen Zustand mit größeren Öffnungswinkeln ($< 60^\circ$) der einzelnen Stoßverbindungen gearbeitet werden muss, um dem ausgeprägten Schrumpfverhalten entgegenzuwirken.

Für das Schweißen von VDM® Alloy DS wird jedoch aufgrund des dünnflüssigen Schweißgutes und der geringen Schrumpfung ein Öffnungswinkel von 60° vorgeschrieben – wie Abbildung 1 zeigt.

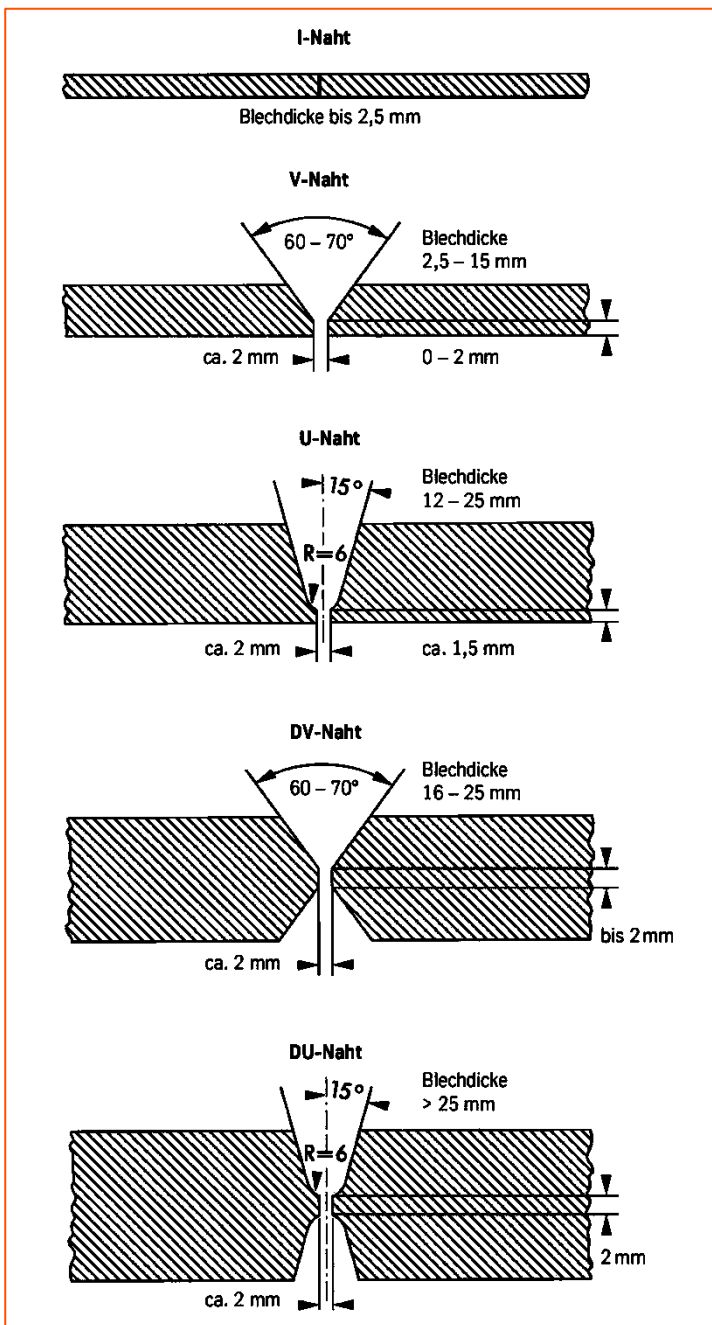


Abbildung 1 – Nahtvorbereitungen für das Schweißen von Nickellegierungen und Sonderedelstählen

Reinigung

Reinigung des Grundwerkstoffes im Nahtbereich (beidseitig) und des Schweißzusatzes (z. B. Schweißstab) sollte mit ACETON erfolgen. Bitte kein Trichloräthylen „TRI“, kein Perchloräthylen „PER“ und keinen Tetrachlorkohlenstoff „TETRA“ verwenden.

Schweißen

VDM® Alloy 330/DS können nach dem WIG-, Plasma- und E- Handverfahren geschweißt werden. Zum Schweißen soll das Material im geglühten Zustand vorliegen und frei von Zunder, Fett und Markierungen sein. Eine Zone von ca. 25 mm beiderseits der Naht ist metallisch blank zu schleifen. In vielen Fällen kann das Bürsten der Naht im noch warmen Zustand Anlaufarben beseitigen. Während des Schweißens ist peinlichste Sauberkeit Bedingung. Auf geringe Wärmebringung und schnelle Wärmeabfuhr ist zu achten. Die Zwischenlagentemperatur soll 150 °C nicht überschreiten. Es ist weder ein Vorwärmen noch eine Wärmenachbehandlung erforderlich.

Folgender Schweißzusatz wird empfohlen:

WIG/Plasma	VDM® FM 82 (2.4806) ISO 18274: S Ni 6082 (SG- NiCr20Nb) AWS A 5.14 ERNiCr-3
Stabelektroden	VDM® CW 182 (2.4648) EL-NiCr19Nb AWS A 5.14 ENiCr-3

Zur Erzielung eines optimalen Korrosionsverhaltens ist das WIG-Verfahren zu bevorzugen. VDM® Alloy 330/DS können mit einer Vielzahl unterschiedlicher Legierungen verschweißt werden. Die vorstehend angegebenen Elektroden sind dafür verwendbar.

Nachbehandlung

In der Regel ist das Beizen, wenn gefordert oder vorgeschrieben, der letzte Arbeitsgang am Bauteil. Die Arbeiten sollten dann von Fachbetrieben durchgeführt werden. Auf jeden Fall empfehlen wir Rücksprache mit den Spezialisten unseres Hauses. Bei optimaler Ausführung der Arbeiten kann in vielen Fällen das Bürsten direkt nach dem Schweißen, also im noch warmen Zustand, zu dem gewünschten Oberflächenzustand führen, d. h. Anlauffarben können restlos entfernt werden.

Schweißparameter und Einflüsse (Wärmeeintrag)

Es sollte darauf geachtet werden, dass mit geringer Wärmeeinbringung gearbeitet wird (siehe Tabelle 6). Außerdem ist auf die richtige Auswahl der Draht- und Stabelektroden Durchmesser zu achten. Die Schweißparameter sollten grundsätzlich überwacht werden.

Dicke (mm)	Schweiß- verfahren	Schweißzusatz		Wurzellage		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.)
2,0	m-WIG	2,0		70	9			ca. 12	Ar 99,99	8
6,0	m-WIG	2,0–2,4		90	10	110	11	ca. 12	Ar 99,99	8
12,0	m-WIG	2,4		100	10	110	11	ca. 12	Ar 99,99	8
4,0	Plasma	1,0–1,2		165	25			ca. 25	Ar 99,99	3
6,0	Plasma	1,0–1,2		190–200	25			ca. 25	Ar 99,99	3,5
8,0	E-Hand m-WIG	2,5–3,25 2,4		90	10	60–80	ca. 24	ca. 25		
12,0	E-Hand m-WIG	2,5–3,25 2,4		90	10	60–80	ca. 24	ca. 25		

Bei WIG-Schweißungen ist auf ausreichenden Wurzelschutz mit Argon 99,99 zu achten, um Verunreinigungen durch Luftsauerstoff zu unterbinden. Die Angaben sind nur Anhaltswerte und sollen lediglich das Einstellen der Schweißmaschine erleichtern.

Tabelle 6 – Schweißparameter

Verfügbarkeit

VDM® Alloy 330/DS sind in den folgenden Standard-Halbzeugformen lieferbar:

Blech

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

Lieferzustand	Dicke mm	Breite mm	Länge mm
Kaltgewalzt	1,10 – < 1,50	2.000	8.000
	1,50 – < 3,00	2.500	8.000
Kalt-/Warmgewalzt	3,00 – < 7,50	2.500	8.000
Warmgewalzt	7,50 – ≤ 25,00	2.500	8.000 ²⁾

Band

Lieferzustand: Kaltgewalzt, wärmebehandelt und gebeizt oder blankgeglüht

Dicke mm	Breite mm	Coil-Innendurchmesser mm		
0,02 ≤ 0,10	4 – 200 (700) ¹⁾	300	400	
>0,10 ≤ 0,20	4 – 350 (700) ¹⁾	300	400	500
>0,20 ≤ 0,25	4 – 700		400	500 600
>0,25 ≤ 0,60	6 – 700		400	500 600
>0,60 ≤ 1,0	8 – 700		400	500 600
>1,0 ≤ 2,0	15 – 700		400	500 600
>2,0 ≤ 3,0	25 – 700		400	500 600

¹⁾ Breiten bis zu 700 mm sind im Dickenbereich von 0,02 - ≤ 0,20 mm besonders anzufragen.

Stange

Lieferzustand: Geschmiedet, gewalzt, gezogen, wärmebehandelt, entzundert 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) x (200 – 600)	(5 – 20) x (120 – 600)	(10 – 20) x (30 – 80)
Hexagonal (s)	40 – 80	13 – 41	≤ 50

Draht

Lieferzustand: blank gezogen, ¼ hart bis hart, blankgeglüht

0,01 – 12,00 mm Durchmesser

Impressum

31.03.2021

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

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