

VDM[®] Alloy 59

Nicrofer 5923 hMo

VDM® Alloy 59

Nicrofer 5923 hMo

VDM® Alloy 59 ist eine von VDM Metals entwickelte Nickel-Chrom-Molybdän-Legierung mit besonders niedrigen Gehalten an Kohlenstoff und Silizium, die sich durch hervorragende Korrosionsbeständigkeit und hohe Festigkeit auszeichnet.

VDM® Alloy 59 charakterisiert sich durch:

- hervorragende Beständigkeit gegenüber einer Vielzahl von korrosiven Medien, unter oxidierenden und reduzierenden Bedingungen
- ausgezeichnete Beständigkeit gegen chloridinduzierte Loch- und Spaltkorrosion sowie Unempfindlichkeit gegen Spannungsrisskorrosion
- ausgezeichnete Beständigkeit in Mineralsäuren wie Salpeter-, Phosphor-, Schwefel- und Salzsäure und insbesondere gegenüber Schwefel-/ Salzsäuremischungen
- ausgezeichnete Beständigkeit in verunreinigten Mineralsäuren
- gute Verarbeitungseigenschaften und Schweißbarkeit mit geringer Neigung zu Heißrissen
- sehr geringe Neigung zu Sensibilisierung

Der Werkstoff ist in der BAM Liste für Gefahrguttransporte aufgeführt.

Bezeichnungen

Normung	Werkstoffbezeichnung
EN	2.4605 – NiCr23Mo16Al
ISO	15156/MR 0175
UNS	N06059

Normen

Produktform	DIN	VdTÜV	ASTM	ASME	NACE	sonstige
Blech	17750	505	B 575	SB 575	MR 0175/ISO 15156	
	17744					
Band	17744	505	B 575	SB 575	MR 0175/ISO 15156	API 5LD
Stange	17752	505	B 574	SB 574	MR 0175/ISO 15156	
	17744					
Draht	17744		B 564	SB 564		

Tabelle 1 – Bezeichnungen und Normen

Chemische Zusammensetzung

	Fe	Cr	Ni	Mo	C	S	Mn	Si	Cu	P	Al	Co
Min.		22,0		15,0							0,1	
Max.	1,5	24,0	Rest	16,5	0,01	0,01	0,5	0,1	0,5	0,015	0,4	0,3

Technisch bedingt kann das Material weitere chemische Elemente enthalten

Tabelle 2 – Chemische Zusammensetzung (%) gemäß VdTÜV-Werkstoffblatt 505

Physikalische Eigenschaften

Dichte	Schmelzbereich	Relative magnetische Permeabilität bei 20 °C
8,6 g/cm ³ bei 20 °C	1.310 bis 1.360 °C	1.001

Temperatur	Spezifische Wärmekapazität	Wärmeleitfähigkeit	Elektrischer Widerstand	Elastizitätsmodul	Mittlerer lin. Ausdehnungskoeffizient
°C	$\frac{J}{kg \cdot K}$	$\frac{W}{m \cdot K}$	$\mu\Omega \cdot cm$	GPa	$\frac{10^{-6}}{K}$
20	414	10,4	126	210	-
100	425	12,1	127	207	11,9
200	434	13,7	129	200	12,2
300	443	15,4	131	196	12,5
400	451	17,0	133	190	12,7
500	459	18,6	134	185	12,9
600	464	20,4	133	178	13,1

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

Mikrostrukturelle Eigenschaften

VDM® Alloy 59 hat eine kubisch-flächenzentrierte Kristallstruktur.

Mechanische Eigenschaften

Die folgenden Eigenschaften gelten für VDM® Alloy 59 im lösungsgeglühten Zustand in den angegebenen Abmessungen. Für größere Abmessungen sind die Eigenschaften besonders zu vereinbaren.

Temperatur °C	Dehngrenze R _{p 0,2} MPa	Dehngrenze R _{p 1,0} MPa	Zugfestigkeit ¹⁾ R _m MPa	Bruchdehnung A %
20	340	380	690	40
100	290	330	650	40
200	250	290	615	40
300	220	260	580	40
400	190	230	545	40
450	175	215	525	40

1) Zugfestigkeit bei Raumtemperatur max. 900 MPa

Tabelle 4 – Mechanische Eigenschaften bei Raum- und erhöhten Temperaturen. Mindestwerte gemäß VdTÜV – Werkstoffblatt 505

Produktform	Abmessung mm	Dehngrenze R _{p 0,2} MPa	Dehngrenze R _{p 1,0} MPa	Zugfestigkeit R _m MPa	Bruchdehnung A %
Blech	0,5 bis 6,4	≥ 340	≥ 380	≥ 690	≥ 40
Blech	5-30	≥ 340	≥ 380	≥ 690	≥ 40
Band	0,5 bis 6,4	≥ 340	≥ 380	≥ 690	≥ 40
Stange	≤100	≥ 340	≥ 380	≥ 690	≥ 40
Stange	≤100	≥ 320	≥ 360	≥ 650	≥ 40

Tabelle 5 – Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur. Mindestwerte gemäß VdTÜV – Werkstoffblatt 505

ISO-V Kerbschlagzähigkeit¹⁾

ISO –V Kerbschlagzähigkeit ak (Mittelwert)	225 J/ cm ² (Minimum)	≥ 200J/cm ² bei -196 °C
ISO – V Kerbschlagarbeit ²⁾ Kv	180 J (Minimum)	≥160J bei -196 °C

²⁾ Quelle: VdTÜV-Werkstoffblatt 505

¹⁾Kerbachse senkrecht zur Oberfläche, Blechdicke ≤ 60 mm

Mittelwert von 3 Proben. Der Mindestmittelwert darf nur von einem Einzelwert und zwar höchstens um 30 % unterschritten werden.

Die Anforderungen beziehen sich auf Normalproben nach DIN EN ISO 148-1. Bei Untermaßproben sind die Werte mit dem Hersteller zu vereinbaren.

Die Werte gelten auch für die Wärmeeinflußzone (WEZ) bei Schweißverbindungen.

Korrosionsbeständigkeit

Infolge der extrem niedrigen Kohlenstoff- und Siliziumgehalte neigt VDM® Alloy 59 nicht zu Korngrenzenausscheidungen bei der Warmumformung oder beim Schweißen. Die Legierung kann daher in vielen chemischen Prozessen mit oxidierenden und reduzierenden Medien eingesetzt werden. Darüber hinaus ist VDM® Alloy 59 auf Grund seiner hohen Nickel-, Chrom- und Molybdängehalte beständig gegenüber Chloridionenangriff.

Die in den einschlägigen Normen beschriebenen Korrosionsprüfungen beziehen sich in der Regel auf oxidierende Bedingungen, unter denen sich VDM® Alloy 59 gegenüber anderen Ni-Cr-Mo-Legierungen als deutlich überlegen erwiesen hat. Aber auch unter reduzierenden Bedingungen ist VDM® Alloy 59 hoch beständig. So beträgt seine Korrosionsrate in siedender 10%iger Schwefelsäure weniger als ein Drittel des bei anderen, eingeführten Ni-Cr-Mo-Legierungen gemessenen Angriffs. Mit diesem hervorragenden Verhalten hat sich die Legierung in der chemischen Prozessindustrie auch bei Anwendungen mit reduzierenden Medien erfolgreich etabliert.

Abbildung 1 und 2 zeigen die ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit von VDM® Alloy 59 in Salzsäure und Schwefelsäure. Optimale Korrosionsbeständigkeit kann jedoch nur gewährleistet werden, wenn der Werkstoff im saubereren, metallisch blanken Zustand eingesetzt wird.

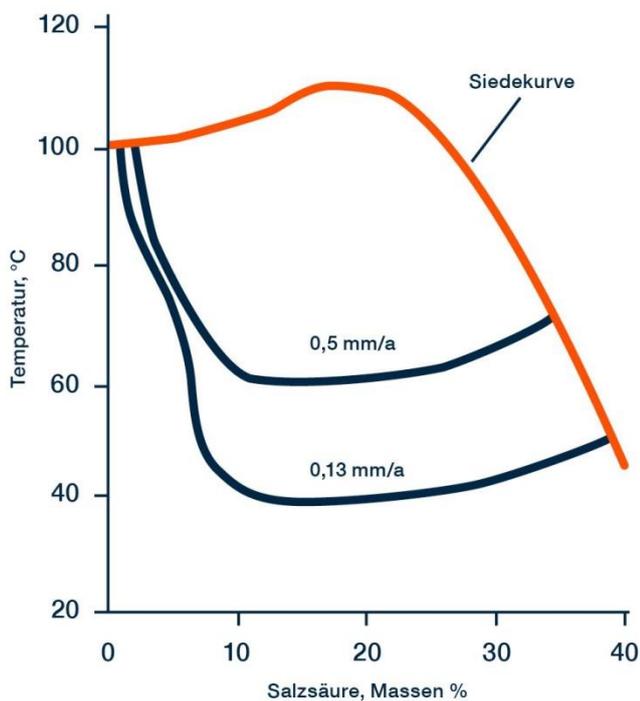


Abb 1: ISO Korrosionsdiagramm von VDM® Alloy 59 in Salzsäure, ermittelt in statischen Tauchversuchen

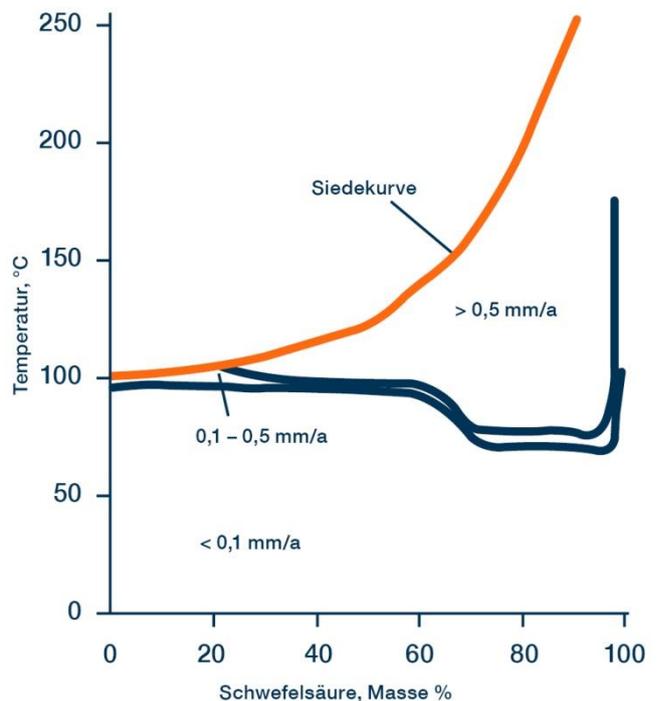


Abb 2: ISO-Korrosionsdiagramm von VDM® Alloy 59 in Schwefelsäure, errechnet aus Tauchversuchen über mind. 120h

Anwendungsgebiete

VDM® Alloy 59 eignet sich für ein breites Spektrum von Anwendungen in der Chemie, Petrochemie, Energie- und Umwelttechnik. Typische Anwendungen sind:

- Anlagenkomponenten für Prozesse der organischen Chemie mit chloridhaltigen Medien, insbesondere wenn Katalysatoren auf Chloridbasis eingesetzt werden.
- Multipurpose-Anlagen in der chemischen Industrie
- Anlagenteile in der Feinchemie und pharmazeutischen Industrie
- Wäscher, Wärmetauscher, Klappen, Ventilatoren und Rührwerke für Rauchgasentschwefelungsanlagen (REA) in fossil befeuerten Kraftwerken und Müllverbrennungsanlagen
- SO₂-Wäscher für Schiffsdieselmotoren
- Komponenten für Seewasser und konzentrierte Solen
- Ausrüstungen und Komponenten für Geothermie- und Sauergasanwendungen
- Reaktoren für Essigsäure und Essigsäureanhydrid
- Reaktoren für Flusssäure
- Schwefelsäurekühler
- Leitungen in Geothermie-Kraftwerken
- Komponenten in Rauchgasentschwefelungsanlagen

Verarbeitung und Wärmebehandlung

VDM® Alloy 59 kann mit den üblichen industriellen Fertigungstechniken gut verarbeitet werden.

Aufheizen

Es ist wichtig, dass die Werkstücke vor und während der Wärmebehandlung sauber und frei von jeglichen Verunreinigungen sind. Schwefel, Phosphor, Blei und andere niedrigschmelzende Metalle können bei der Wärmebehandlung zur Schädigung des Materials 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 Schwefelgehalt von max. 0,5 Gew.-% ist ebenfalls geeignet. Elektroöfen sind wegen der genauen Temperaturführung und Freiheit von Verunreinigungen durch Brennstoffe zu bevorzugen. Die Ofenatmosphäre sollte 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 59 soll im Temperaturbereich zwischen 1.180 und 950°C warmgeformt werden mit anschließender schneller Abkühlung in Wasser oder an Luft. Zum Aufheizen sind die Werkstücke in den bereits auf maximale Warmformtemperatur aufgeheizten Ofen einzulegen. Eine Wärmebehandlung nach der Warmumformung wird zur Erzielung eines optimalen Korrosionsverhaltens empfohlen.

Kaltumformung

Zur Kaltumformung sollten die Werkstücke im geglühten Zustand vorliegen. VDM® Alloy 59 weist eine deutlich höhere Kaltverfestigung als die weit verbreiteten austenitischen Edelstähle auf. Dies muss bei der Auslegung und Auswahl von Umformwerkzeugen und -anlagen und der Planung von Umformprozessen berücksichtigt werden. Bei starken Kaltumformungen sind Zwischenglühungen nötig. Bei Kaltumformung von > 15 % ist eine abschließende Lösungsglühung durchzuführen.

Wärmebehandlung

Die Lösungsglühung sollte bei Temperaturen von 1.100 bis 1.180 °C erfolgen, vorzugsweise bei 1.120 °C. Die Haltezeit beim Glühen richtet sich nach der Halbzeugdicke und berechnet sich wie folgt:

- Für Halbzeugdicken $d \leq 10$ mm ist die Haltezeit $t = d \cdot 3$ min/mm
- Für Halbzeugdicken $d = 10$ bis 20 mm ist die Haltezeit $t = 30$ min + $(d - 10)$ mm · 2 min/mm
- Für Halbzeugdicken $d > 20$ mm ist die Haltezeit $t = 50$ min + $(d - 20)$ mm · 1 min/mm

Die Haltezeit beginnt mit dem Temperatenausgleich des Werkstücks; Überzeiten sind im Allgemeinen deutlich unkritischer als zu kurze Haltezeiten.

Zur Erzielung optimaler Eigenschaften ist beschleunigt mit Wasser oder Luft abzukühlen. Bei jeder Wärmebehandlung ist das Material in den bereits auf maximale Glühtemperatur aufgeheizten Ofen einzulegen. Für die Produktformen Band und Draht kann die Wärmebehandlung im Durchlaufofen mit an die Materialdicke angepasster Geschwindigkeit und Temperatur erfolgen. Die unter 'Aufheizen' aufgeführten Sauberkeitsanforderungen sind zu beachten.

Entzundern und Beizen

Oxide von VDM® Alloy 59 und Anlauffarben im Bereich von Schweißungen haften fester als bei Edelstählen. Schleifen mit sehr feinen Schleifbändern oder -scheiben wird empfohlen. Schleifbrand muss unbedingt vermieden werden. Vor dem Beizen in Salpeter-Flusssäure-Gemischen müssen die Oxidschichten durch Strahlen oder feines Schleifen zerstört oder in Salzschnmelzen vorbehandelt werden. Die verwendeten Beizbäder müssen bezüglich Konzentration und Temperatur sorgfältig überwacht werden.

Spanabhebende Bearbeitung

Die spanabhebende Bearbeitung von VDM® Alloy 59 sollte im geglühten Zustand erfolgen. Wegen der im Vergleich zu niedriglegierten austenitischen Edelstählen deutlich erhöhten Neigung zur Kaltverfestigung sollte eine niedrige Schnittgeschwindigkeit mit einem nicht zu großen Vorschub gewählt werden und das Werkzeug ständig im Eingriff sein. Eine ausreichende Spantiefe ist wichtig, um die zuvor entstandene kaltverfestigte Zone zu unterschneiden. Entscheidenden Einfluss auf einen stabilen Zerspanungsprozess hat eine optimale Wärmeabfuhr durch große Mengen geeigneter, vorzugsweise wasserhaltiger Kühlschmierstoffe.

Schweißtechnische Hinweise

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

Sicherheit

Die allgemein geltenden Sicherheitsempfehlungen insbesondere zur Vermeidung von Staub- und Rauch-Exposition sind zu beachten.

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 Abbildung 3 zeigt – für Stumpfnähte vorzusehen.

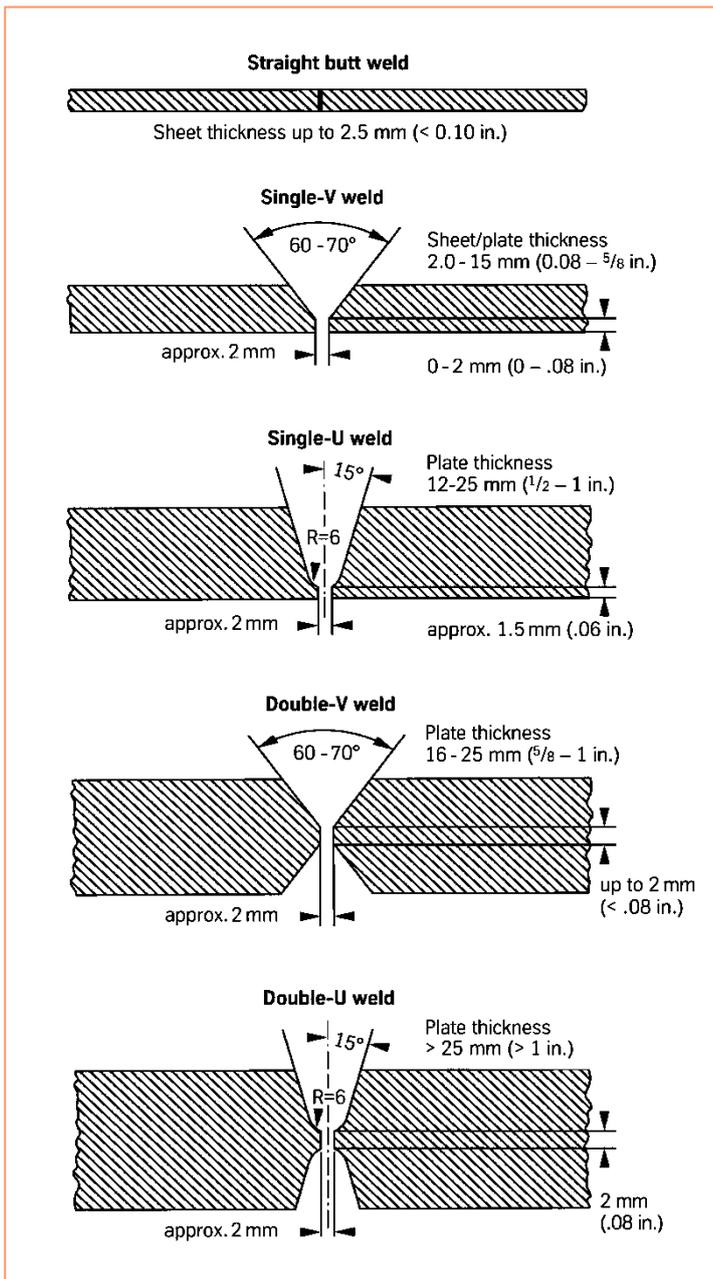


Abbildung 3 – Nahtvorbereitungen für das Schweißen von Nickellegierungen und Sonderedelstählen

Reinigung

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

Schweißverfahren

VDM® Alloy 59 kann artgleich und mit vielen anderen Metallen nach konventionellen Verfahren geschweißt werden. Dies umfasst WIG, MIG/MAG, Plasma, Elektronenstrahl schweißen und E-Hand-Schweißen. Bei Schutzgas-Schweißverfahren ist die Anwendung der Impulstechnik zu bevorzugen. Für das MAG Verfahren wird der Einsatz eines Mehrkomponenten-Schutzgases (Ar + He + H₂ + CO₂) mit niedrigen CO₂ Gehalten (< 0,12%) empfohlen. Zum Schweißen soll VDM® Alloy 59 im lösungsgeglühten Zustand vorliegen und frei von Zunder, Fett und Markierungen sein. Beim Schweißen der Wurzel ist auf besten Wurzelschutz mit reinem Argon (Ar 4.6) zu achten, so dass nach dem Schweißen der Wurzel die Schweißnaht frei von Oxiden ist. Wurzelschutz wird ebenfalls für die erste und in einigen Fällen, abhängig von der Schweißkonstruktion, auch für die zweite Zwischenlagenschweißung nach der Wurzelschweißung empfohlen. Etwaige Anlauffarben in den Zwischenlagen sind zu entfernen, vorzugsweise mit einer Edelstahlbürste, während die Schweißnaht noch warm ist.

Schweißzusatz

Für Schutzgasschweißverfahren wird der Einsatz folgender Schweißzusätze empfohlen:

Schweißstäbe und Drahtelektroden:

VDM® FM 59 (W-Nr. 2.4607)

UNS N06059 AWS A5.14: ERNiCrMo-13

DIN EN ISO 18274: S Ni 6059 (NiCr23Mo16)

Schweißparameter und Einflüsse

Es ist dafür Sorge zu tragen, dass mit gezielter Wärmeführung und geringer Wärmeeinbringung gearbeitet wird, wie in Tabelle 6 exemplarisch aufgeführt. Die Strichraupentechnik ist anzustreben. Die Zwischenlagentemperatur sollte 120 °C nicht überschreiten. 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/min

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% H ₂	8-10
6	m-WIG	2-2,4		100-110	10	120-140	12	14-16	I1, R1 mit max 3% H ₂	8-10
8	m-WIG	2,4		100-110	11	130-140	12	14-16	I1, R1 mit max 3% H ₂	8-10
10	m-WIG	2,4		100-110	11	130-140	12	14-16	I1, R1 mit max 3% H ₂	8-10
3	v-WIG ²⁾	1,2	1,2			150	11	25	I1, R1 mit max 3% H ₂	12-14
5	v-WIG ²⁾	1,2	1,4			180	12	25	I1, R1 mit max 3% H ₂	12-14
2	v-WIG HD	1				180	11	80	I1, R1 mit max 3% H ₂	12-14
10	v-WIG HD	1,2				220	12	40	I1, R1 mit max 3% H ₂	12-14
4	Plasma ³⁾	1,2	1	180	25			30	I1, R1 mit max 3% H ₂	30
6	Plasma ³⁾	1,2	1	200-220	26			26	I1, R1 mit max 3% H ₂	30
8	MIG/MAG ⁴⁾	1	6-7			130-140	23-27	24-30	I1, I3- ArHe30, Z-ArHeHC 30/2/0,12	18
10	MIG/MAG ⁴⁾	1,2	6-7			130-150	23-27	25-30	I1, I3- ArHe30, Z-ArHeHC 30/2/0,12	18

Informationen

¹⁾ Wurzellage: Bei allen Schutzgasschweißungen ist auf ausreichenden Wurzelschutz, z. B. mit Ar 4.6, zu achten.

²⁾ v-WIG: die Wurzellage sollte manuell geschweißt werden (siehe Parameter m-WIG)

³⁾ Plasma: empfohlenes Plasmagas Ar 4.6 / Plasmamenge 3,0-3,5 l/min

⁴⁾ MIG/MAG: Für MAG Schweißungen wird der Einsatz eines Mehrkomponenten-Schutzgases empfohlen.

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

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

Tabelle 6 – Schweißparameter

Verfügbarkeit

VDM® Alloy 59 ist in den folgenden Standard-Halbzeugformen lieferbar:

Blech

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

Lieferzustand	Dicke mm	Breite mm	Länge mm	Stückgewicht kg
Kaltgewalzt	1-7	≤ 2.500	≤ 12.500	
Warmgewalzt	3-55	≤ 2.500	≤ 12.500	≤ 2.100

Band

Lieferzustand: Kaltgewalzt, wärmebehandelt, 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

Bandblech - vom Coil abgeteilt - sind in Längen von 250 bis 4.000 mm lieferbar.

Stange

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

Abmessungen	Außendurchmesser mm	Länge mm
Allgemeine Abmessungen	6-600	1.500-12.000
Werkstoffspezifische Abmessungen	8-450	1.500-12.000

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 Roh-re und Schmiedeteile können angefragt werden.

Veröffentlichungen

Zum Werkstoff VDM® Alloy 59 sind folgende technische Veröffentlichungen erschienen:

M. Jasner, W. Herda, M. Rockel: Crevice corrosion behaviour of high-alloyed austenitic steels and nickel-base alloys in seawater, determined under various test conditions; Applications of Stainless Steel 92, Lohf. Proc., Stockholm, 446 – 457 (1992).

M. Rockel, G. K. Grossmann: Metallische Werkstoffkonzepte für Rauchgasentschwefelungsanlagen; Stahl '92, Heft 4/92. R. Kirchheiner, F. Stenner: Metallische Verbundwerkstoffe garantieren Korrosionsschutz auf Lebenszeit; VDI-Berichte Nr. 1027, 1992.

R. Kirchheiner, M. Köhler, U. Heubner: Nicrofer 5923 hMo, ein neuer hochkorrosionsbeständiger Werkstoff für die Chemische Industrie, die Umwelttechnik und verwandte Anwendungen; Werkstoffe und Korrosion 43, 388–395 (1992).

U. Heubner, M. Köhler: Das Zeit-Temperatur-Ausscheidungs- und das Zeit-Temperatur- Sensibilisierungs-Verhalten von hochkorrosionsbeständigen Nickel-Chrom-Molybdänlegierungen; Werkstoffe und Korrosion 43, 181–190 (1992).

D. C. Agarwal, W. R. Herda, J. Klöwer: Case Histories on Solving Severe Corrosion Problems in the CPI and other Industries by an advanced Ni-Cr-Mo Alloy 59 (UNS N06059); CORROSION 2000, Paper No. 00501, NACE International, Houston, 2000.

D. C. Agarwal, J. Klöwer: Nickel Base Alloys: Corrosion Challenges in the New Millenium; CORROSION 2001, Paper No. 01325, NACE International, Houston, 2001.

D. C. Agarwal, G. K. Grossmann: Case Histories on the use of Nickel Alloys in Municipal & Hazardous Waste Fueled Facilities; CORROSION 2001, Paper No. 01177, NACE International, Houston, 2001.

D. C. Agarwal, U. Brill, R. A. Corbett: Results of Various Tests on Welded and Unwelded alloy 59 for Rad-Waste Containers; CORROSION 2001, Paper No. 01120, NACE International, Houston, 2001.

Application case histories of Ni-Cr-Mo and 6Mo alloys in the petrochemical and chemical process industries; Stainless Steel World, May 2002.

D. C. Agarwal, U. Brill, R. Behrens; Alloy 59: UNS N06059, provides answers to many critical problems of the marine industry: Crevice Corrosion, Weld repair, SCC of Fasteners; CORROSION 2004, Paper No. 04281, NACE International, Houston, 2004.

D. C. Agarwal, R. Behrens: Results of various corrosion and mechanical tests on cold reduced bars of alloy 59, UNS N06059, for fastener applications; CORROSION 2005, Paper No. 05231, NACE International, Houston, 2005.

D. C. Agarwal: Neue Anwendung der Superlegierung Alloy 59 in der Rauchgaswäsche; ThyssenKrupp techforum, Juli 2005.

Volker Wahl, Helena Alves, Rolf Streib Boxberg III: More Than 20 Years of Positive Experience With Metallic FGD Scrubber, VGB Workshop Flue Gas Cleaning Copenhagen 2016.

Dr. Helena Alves, Helmut Werner, D.C. Agarwal: Corrosion performance and applications of Alloy 31 and Alloy 59 in sulfuric acid media. Corrosion 2006, Paper 06222, NACE International.

D.C. Agarwal, Helena Alves: Applications of Alloy 59 (UNS N06059) and ALLOY 31 (UNS N08031) in mitigating corrosion problems in CPI and petrochemical. Corrosion 2007, Paper 07186, NACE International.

Helena Alves, Martin Schmitz-Niederrau: Successful applications of nickel-alloys and high alloyed stainless steels in seawater service.

Helena Alves, Ralph Baessler: New results on the selection of nickel alloys and a 6% Mo special stainless steel for high-temperature acid service. Corrosion 2009, Paper 09369, NACE International.

C. Prothe, L. Paul, R. Behrens, H. Alves, D. Niespodziany: Corrosion Resistance of Explosion Clad Ni-Cr-Mo Alloys UNS N06058 and UNS N06059, NACE 2018, Paper No. 10991.

Helena Alves: Material selection and recent case histories with nickel alloys, NACE Corrosion 2018, Paper No. 11600.

Impressum

14. März 2022

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