

VDM® Alloy 36
Pernifer 36

Pernifer 36 ist eine austenitische, binäre Eisen-Nickel-Legierung mit einem besonders niedrigen Ausdehnungskoeffizienten, wobei die Gehalte an Kohlenstoff und Mangan sowie an Verunreinigungen bedeutend sind.

Sie ist ferromagnetisch unterhalb der Curie-Temperatur und unmagnetisch bei darüber liegenden Temperaturen.

Kaltverformung verringert die thermische Ausdehnung.

Eine 3-stufige Wärmebehandlung stabilisiert den Ausdehnungskoeffizienten in einem ausgewählten Temperaturbereich.

Pernifer 36 ist gekennzeichnet durch:

- einen extrem niedrigen Ausdehnungskoeffizienten zwischen -250 und $+200$ °C
- gute Duktilität und Zähigkeit
- gute mechanische Eigenschaften und geringe Neigung zur Ermüdung bei tiefen Temperaturen

Bezeichnungen und Normen

Land	Werkstoffbezeichnung	Spezifikation				
		Chemische Zusammensetzung	Bleche	Stangen	Band	Draht
Normung						
D DIN SEW	W.-Nr. 1.3912 Ni36	17745 385	385	385	385	385
F AFNOR	Fe-Ni36	A 54-301	A 54-301		A 54-301	A 54-301
UK BS EN						
USA ASTM	UNS K93600 für Thermostate UNS K93601 für Druckbehälter UNS K93602 für spanabhebende Bearbeitung	B 388 B 753 (T-36)	B 388 B 753 (T-36)		B 388 B 753 (T-36)	
AMS	UNS K93603 Werkstoff mit niedriger Wärmeausdehnung	F 1684	F 1684		F 1684	
		I-23011				

Tabelle 1 - Bezeichnungen und Normen.

Chemische Zusammensetzung

	Ni	Cr	Fe	C	Mn	Si	Co	P	S
min.	35,0		Rest						
max.	37,0	0,25		0,15	0,60	0,40	0,50	0,025	0,025

Weitere Pernifer 36-Varianten mit leicht modifizierter chemischer Zusammensetzung und/oder niedrigerer Wärmeausdehnung für spezielle Anwendungen, insbesondere in der Elektronik, sind auf Anfrage erhältlich.

Tabelle 2 – Chemische Zusammensetzung (Gew.-%) gemäß ASTM B753 (T-36).

Physikalische Eigenschaften

Dichte	8,1 g/cm ³
Schmelztemperatur	1430 °C
Curie Temperatur	ca. 280 °C
Spezifische Wärme	515 J/kg·K

Temperatur (T)	Wärmeleitfähigkeit	Elektrischer Widerstand	Elastizitätsmodul	Thermischer Ausdehnungskoeffizient von Raumtemperatur bis T
°C	$\frac{W}{m \cdot K}$	$\mu\Omega \cdot cm$	$\frac{kN}{mm^2}$	$\frac{10^{-6}}{K}$
-250	2,0		133	1,3 - 2,2
-200	6,0		135	1,2 - 2,1
-100	10,0		138	1,0 - 1,6
20	12,8	76	143	
100	14,0	85	142	0,6 - 1,4
200	15,1	92	141	1,6 - 2,5
300	16,1	100	140	4,4 - 5,5
400	17,0	105	138	7,4 - 8,4
500	18,1	109	130	8,9 - 9,7
600	19,5	113	120	10,0 - 10,7

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

Gefügebeschaffenheit

In weichgeglühtem Zustand besitzt Pernifer 36 ein austenitisches Gefüge.

Korrosionsbeständigkeit

In trockener Atmosphäre ist Pernifer 36 bei Raumtemperatur korrosionsbeständig. Unter ungünstigen Bedingungen, zum Beispiel in feuchter Atmosphäre, kann Korrosion in Form von Rost auftreten.

Anwendungsgebiete

Pernifer 36 wurde für Anwendungen entwickelt, bei denen die niedrigst mögliche thermische Ausdehnung erforderlich ist.

Typische Anwendungen sind:

- Herstellung, Lagerung und Transport von verflüssigten Gasen
- Mess- und Kontrolleinrichtungen für Temperaturen unter 200 °C, zum Beispiel Thermostate
- Buchsen für Schraub- oder Nietverbindungen zwischen unterschiedlichen Metallen
- Bimetallkomponenten und thermostatische Bimetalle, wobei Pernifer 36 die passive Komponente darstellt
- Diaphragma-Rahmen
- TV-Schattenmasken
- Formen für die Herstellung kohlefaserverstärkter Kunststoffteile (CFK), insbesondere für die Luftfahrt
- Rahmen für elektronische Kontrolleinheiten in Satelliten und Raumfahrt bis zu -200 °C
- Stützelemente für elektromagnetische Linsen in Laserkontrollvorrichtungen
- Uhrpendel
- Komponenten für die Automobilindustrie

Mechanische Eigenschaften

Temperatur °C	0,2 % Dehngrenze $R_{p0,2}$ N/mm ²	Zugfestigkeit R_m N/mm ²	Bruchdehnung A_5 %	ISO V- Kerbschlag- zähigkeit J/cm ²
-250	880	1000	40	
-200	700	870	40	85
-100	500	670	40	100
0	310	520	40	
20	270	490	40	132
100	180	435	45	140
200	115	430	45	
300	95	410	50	
400	90	350	55	
500	90	290	60	
600	75	210	70	

Tabelle 4 – Typische mechanische Eigenschaften in weichgeglühtem Zustand.

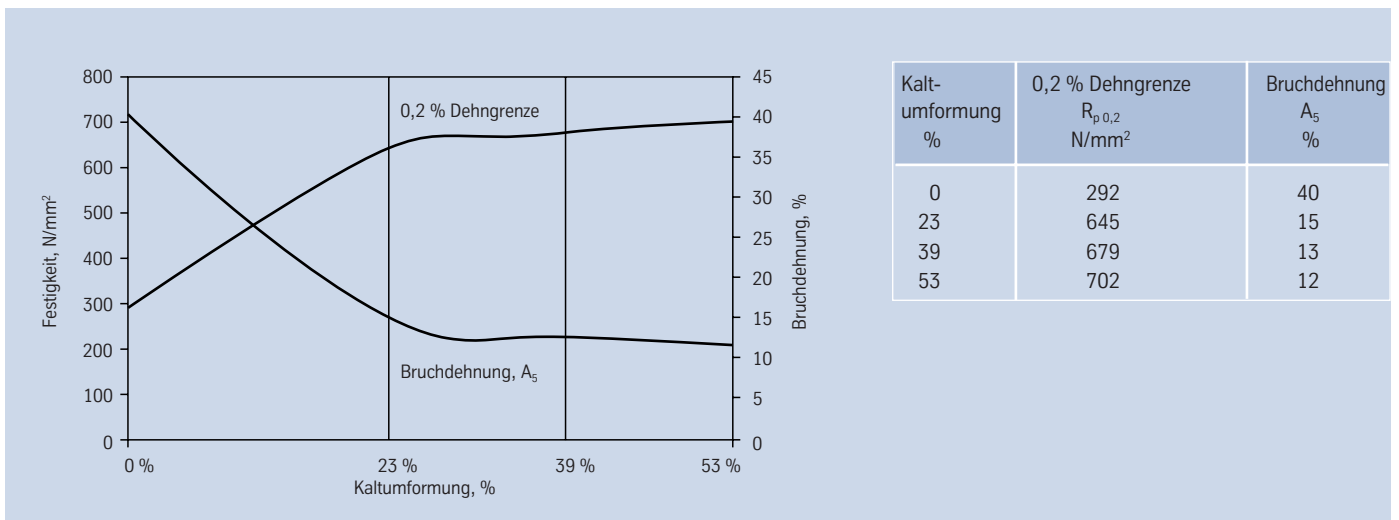


Abb. 1 – Typische mechanische Eigenschaften von weichgeglühten Stangen nach Kaltumformung bei Raumtemperatur.

Verarbeitung und Wärmebehandlung

Pernifer 36 ist gut warm und kalt umformbar und spanabhebend zu bearbeiten. Die Verarbeitbarkeit ist mit der austenitischen Edelstähle vergleichbar.

Aufheizen

Die Werkstücke müssen vor und während der Wärmebehandlung sauber und frei von jeglichen Verunreinigungen sein.

Schwefel, Phosphor, Blei und andere niedrigschmelzende Metalle können bei Wärmebehandlungen von Pernifer 36 zur Schädigung führen. Derartige Verunreinigungen können auch in Markierungs- und Temperaturanzeige-Farben oder -Stiften sowie in Schmierfetten, Ölen, Brennstoffen und dergleichen enthalten sein.

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.-% Schwefel ist geeignet.

Wärmebehandlungen sind wegen der genauen Temperaturführung und Freiheit von Verunreinigungen bevorzugt in Elektroöfen unter Vakuum oder Schutzgas vorzunehmen.

Wärmebehandlungen in Luft bzw. in gasbeheizten Öfen sind ebenfalls akzeptabel, sofern Verunreinigungen niedrig liegen, so dass

eine neutrale bzw. leicht oxidierende Ofenatmosphäre eingestellt werden kann. Eine zwischen oxidierend und reduzierend wechselnde Ofenatmosphäre ist zu vermeiden. Auch dürfen die Werkstücke nicht direkt von Flammen beaufschlagt werden.

Warmumformung

Pernifer 36 kann im Temperaturbereich zwischen 1050 und 800 °C warmgeformt werden mit anschließender schneller Abkühlung in Wasser oder an Luft.

Zum Aufheizen sind die Werkstücke in den bereits auf maximale Warmumformtemperatur von 1050 °C aufgeheizten Ofen einzulegen. Wenn der Ofen danach diese Temperatur wieder erreicht hat, soll das Werkstück für ca. 60 Minuten je 100 mm Dicke im Ofen gehalten werden. Danach ist die Verformung umgehend vorzunehmen, wobei bei Erreichen der unteren Warmumformtemperaturgrenze eine Nachwärmung erforderlich wird.

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

Kaltumformung

Bei der Kaltumformung soll das Werkstück in geglühtem Zustand vorliegen. Pernifer 36 weist eine Kaltverfestigung wie austenitische, nichtrostende Stähle auf. Bei der Wahl der Umformeinrichtungen ist dies zu berücksichtigen.

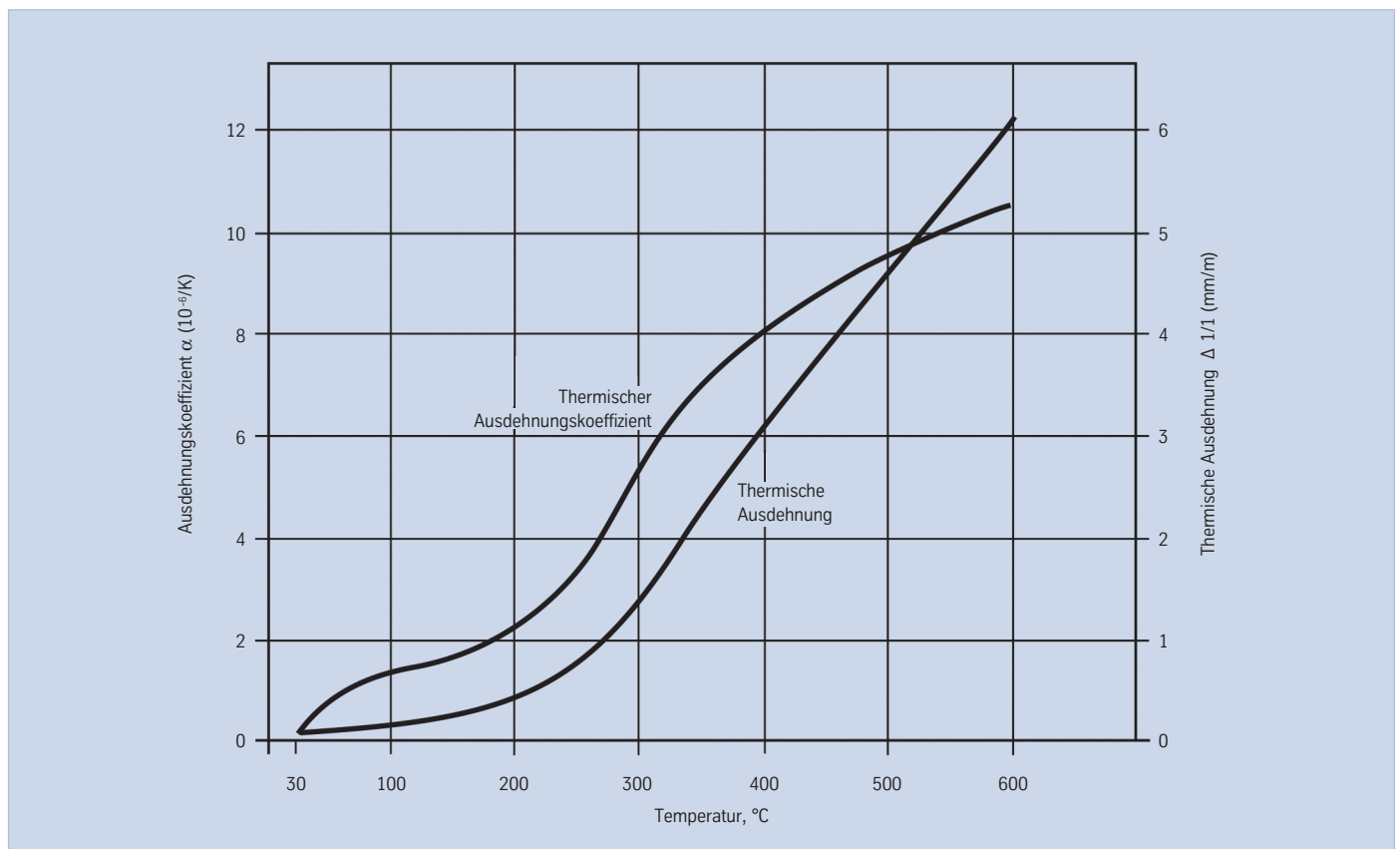


Abb. 2 - Typische Veränderung des Ausdehnungskoeffizienten und der thermischen Ausdehnung in Abhängigkeit von der Temperatur.

Bei starken Kaltumformungen sind Zwischenglühungen notwendig.

Unter bestimmten Umständen ist ein kalt umgeformtes Gefüge vorteilhaft, weil dadurch der thermische Ausdehnungskoeffizient leicht reduziert werden kann. Dieser Zustand ist jedoch nicht stabil, speziell im Einsatz bei höheren Temperaturen.

Wärmebehandlung

Die Weichglühung soll bei Temperaturen von 820 bis 900 °C erfolgen mit nachfolgender Luftabkühlung.

Obgleich Wasserabkühlung nach einer Weichglühung im Vergleich zur Luftabkühlung zu einem geringeren Wärmeausdehnungskoeffizienten führt, so resultiert dies jedoch ebenfalls nicht in einem stabilen Gefüge. Nach Kaltumformungen von weniger als 10 % soll die Glühtemperatur 860 °C nicht übersteigen.

Entspannungsglühungen erfolgen bei Temperaturen unterhalb von 360 °C.

Die niedrigsten Ausdehnungswerte bis 100 °C werden durch eine Wärmebehandlung in 3 Schritten erreicht:

- 1) Ca. 30 Minuten Glühen bei 830 °C mit anschließender Wasserabschreckung.
- 2) Aufheizen auf 300 °C; Halten der Temperatur für 1 Stunde; Luftabkühlung.
- 3) Erneutes Aufheizen auf 100 °C; Halten der Temperatur für 30 Minuten; Ofenabkühlung über 48 Stunden auf Raumtemperatur.

Bei jeder Wärmebehandlung ist das Material in den bereits auf maximale Glühtemperatur aufgeheizten Ofen einzulegen. Die unter **Aufheizen** aufgeführten Sauberkeitsforderungen sind zu beachten.

Entzundern und Beizen

Oxide von Pernifer 36 und Verfärbungen im Bereich von Schweißnähten haften fester als bei nichtrostenden Stählen. Schleifen mit sehr feinen Schleifbändern oder -scheiben wird empfohlen. Anlauffarben sind zu vermeiden.

Vor dem Beizen, das in einer Salzsäurelösung unter exakter Beachtung von Beizezeit und -temperatur erfolgen sollte, müssen die Oxidschichten durch Strahlen oder feines Schleifen zerstört oder in Salzsäuremelzen vorbehandelt werden. Eine 20-prozentige Salzsäurelösung bei 70 °C ist besonders effektiv.

Beizlösungen auf Basis Salpetersäure/Flusssäure sind zu vermeiden, da sie für das Beizen von Pernifer 36 im Allgemeinen zu aggressiv sind.

Um Überbeizungen zu vermeiden wird empfohlen, vor dem Beizen Beizversuche an Proben vorzunehmen.

Spanabhebende Bearbeitung

Pernifer 36 ist ein zäher und duktiler Werkstoff und daher nicht leicht zu bearbeiten. Er ist vorzugsweise im geglähten Zustand zu bearbeiten. Die spanabhebenden Bearbeitungseigenschaften von Pernifer 36 ähneln denen austenitischer Edelstähle.

Aufgrund seiner hohen Duktilität sind die während der spanabhebenden Bearbeitung auftretenden Späne tendenziell schnurförmig und zäh und können daher zu schnellem Verschleiß der Schneidwerkzeugkanten führen. Das Werkzeug muss ständig im Eingriff sein. Allgemein sollte eine relativ niedrige Schnittgeschwindigkeit

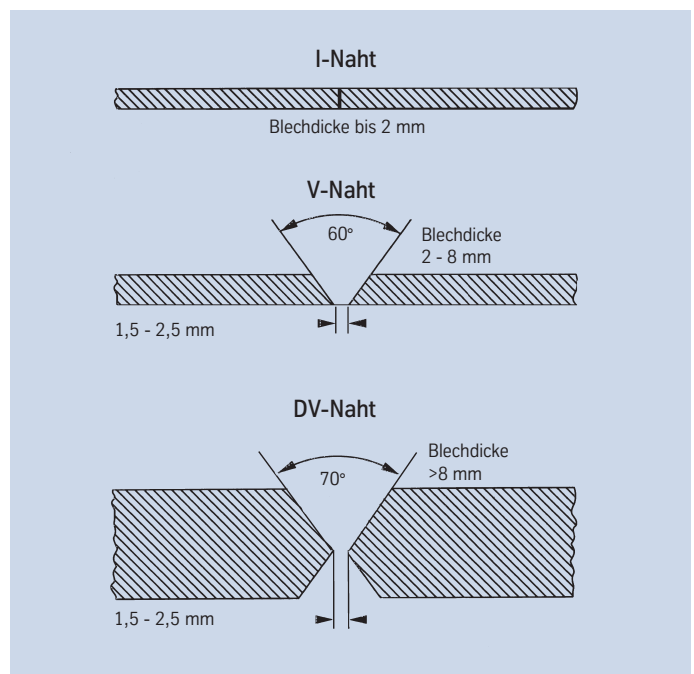


Abb. 3 - Nahtvorbereitung für das WIG-Schweißen von Pernifer 36.

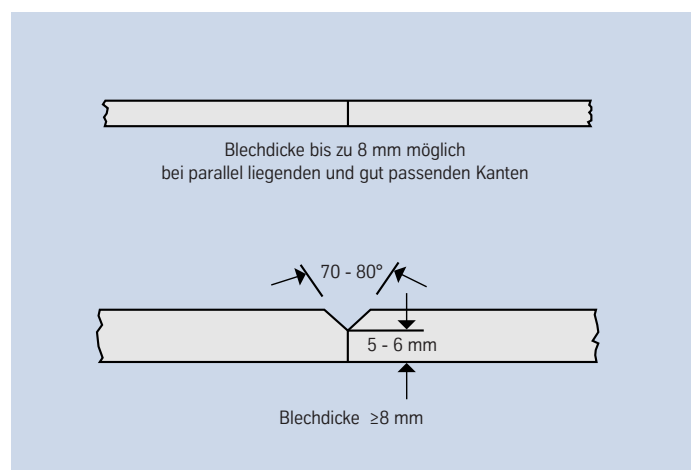


Abb. 4 - Nahtvorbereitung für das Plasma-Stichlochschiessen von Pernifer 36.

mit einem nicht zu großen Vorschub verwendet werden. Eine ausreichende Spantiefe ist jedoch wichtig, um eine zuvor entstandene kaltverfestigte Zone zu unterschneiden. Damit lässt sich übermäßige Wärmeentwicklung vermeiden und deren Einfluss auf die Ausdehnungseigenschaften des Werkstoffes minimieren.

Es sollten Werkzeuge aus Schnellarbeitsstahl (HSS) oder Hartmetall eingesetzt werden. Die Schneidkanten sind scharf zu halten.

In der Regel werden beim Zerspanen von Pernifer 36-Legierungen zwei Arten von Schneidöl benutzt. Geschwefelte Mineralöle oder chlorierte Schneidöle zeichnen sich durch ihre Fähigkeit aus, ein Festfressen zu vermeiden, während Emulsionen - entweder wässrige Ölemulsionen oder unter Markennamen vertriebene chemische Kühlmittel - eine größere Kühlwirkung aufweisen. Für die meisten spanabhebenden Verarbeitungsschritte wird ein sulfchloriertes Schneidöl benötigt.

Schweißen

Beim Schweißen von Pernifer 36 sollten - ähnlich wie bei Nickellegierungen - die nachfolgenden Hinweise berücksichtigt werden:

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 ist zu vermeiden.

Hilfsmittel, Kleidung

Saubere Feinlederhandschuhe und saubere Arbeitskleidung sind zu verwenden.

Werkzeuge und Maschinen

Werkzeuge, die ausschließlich für Nickellegierungen und Edelstähle eingesetzt werden, dürfen nicht für andere Werkstoffe verwendet 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.

Reinigung

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

Trichloräthylen (TRI), Perchloräthylen (PER) und Tetrachlorkohlenstoff (TETRA) dürfen nicht verwendet werden.

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.

Öffnungswinkel

Das unterschiedliche physikalische Verhalten der Nickellegierungen und Edelstähle drückt sich allgemein im Vergleich zum C-Stahl durch geringere Wärmeleitfähigkeit und höhere Wärmeausdehnung bei hohen Temperaturen aus.

Diesem Verhalten ist durch größere Wurzelspalte bzw. Stegabstände (1,5 mm - 2,5 mm) Rechnung zu tragen, während aufgrund des dünnflüssigen Schweißgutes und der deutlichen Schrumpfungstendenz Öffnungswinkel von 60 - 80° - wie in Abbildungen 3 und 4 gezeigt - für Stumpfnähte vorzusehen sind.

Zünden

Das Zünden darf nur im Nahtbereich, d.h. 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.

Schweißverfahren

Pernifer 36 kann artgleich und mit vielen anderen Metallen nach konventionellen Verfahren wie WIG- und Plasmastichlochschweißen geschweißt werden. Als Schutzgas wird Ar + max. 2 % H₂ empfohlen.

Zum Schweißen soll Pernifer 36 im weichgeglühten Zustand vorliegen und frei von Zunder, Fett und Markierungen sein. Beim Schweißen der Wurzel ist auf besten Wurzelschutz (Argon 99,99) zu achten, so dass nach dem Schweißen der Wurzel die Schweißnaht frei von Oxiden ist. Etwaige Anlauffarben sind zu entfernen, vorzugsweise mit einer Edelstahlbürste, während die Schweißnaht noch heiß ist.

Schweißzusatz

Falls der niedrige Wärmeausdehnungskoeffizient erstes Auswahlkriterium für den eingesetzten Werkstoff ist, darf nur ein artgleicher Schweißzusatzwerkstoff eingesetzt werden.

Ist dies nicht der Fall, können auch konventionelle Schutzgasschweißverfahren unter Verwendung von Nicrofer S 7020 - FM 82 Schweißzusatz eingesetzt werden.

Schweißstäbe und Drahtelektroden: für niedrigste Wärmeausdehnung bis 200 °C:

Pernifer S 6436
W.-Nr. 1.3912

mögliche Alternative, falls niedrigste Wärmeausdehnung nicht verlangt wird:

Nicrofer S 7020 - FM 82
W.-Nr. 2.4806
SG-NiCr20Nb
AWS A5.14: ERNiCr-3

Schweißparameter und Einflüsse (Wärmeeinbringung)

Es ist dafür Sorge zu tragen, dass mit gezielter Wärmeführung und geringer Wärmeeinbringung gearbeitet wird, wie in Tabelle 5 exemplarisch gezeigt. Die Strichraupentechnik ist anzustreben. Die Zwischenlagentemperatur soll 130 °C nicht überschreiten. Prinzipiell ist eine Kontrolle der Schweißparameter erforderlich.

Die Wärmeeinbringung Q kann wie folgt berechnet werden:

$$Q = \frac{U \times I \times 60}{v \times 1000} \quad (\text{kJ/cm})$$

U = Lichtbogenspannung, Volt
I = Schweißstromstärke, Ampere
v = Schweißgeschwindigkeit, cm/Min.

Rücksprache mit dem ThyssenKrupp VDM-Schweißlabor wird empfohlen.

Nachbehandlung (Bürsten, Beizen und Wärmebehandlungen)

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.

Das Beizen, wenn gefordert oder vorgeschrieben, ist im Allgemeinen der letzte Arbeitssgang an der Schweißung. Die Hinweise im Abschnitt **Entzundern und Beizen** sind zu beachten.

Wärmebehandlungen sind in der Regel weder vor noch nach dem Schweißen notwendig.

Blechedicke mm	Schweiß- verfahren	Schweißzusatz		Schweißparameter				Schweiß- geschwindigkeit cm/Min.	Schutzgas- Menge l/Min.	Wärme- einbringung max. kJ/cm
		Durch- messer mm	Ge- schwin- digkeit m/Min.	Wurzellage		Füll- und Decklage				
				I A	U V	I A	U V			
2,0	WIG manuell	2,0		70	9			15	Ar W2 ¹⁾ 8	3,5
6,0	WIG manuell	2,0–2,4	90	10	130	13	16	Ar W2 ¹⁾	6,5 8	
12,0	WIG manuell	2,4		100	10	140	14	16	Ar W2 ¹⁾ 8	6,5
3,0	WIG mechanisiert ²⁾	1,2	1,0	manuell		150	13	25	Ar W2 ¹⁾ 12-15	7
5,0	WIG mechanisiert ²⁾	1,2	1,0	manuell		150	13	25	Ar W2 ¹⁾ 12-15	7
≥10,0	WIG mechanisiert ²⁾	1,2	1,5	manuell		200	14	20-25	Ar W2 ¹⁾ 15	7
6,0	Plasma	1,2	0,5			220	26	26 30	Ar W2 ¹⁾	
8,0	Plasma	1,2	0,5			240	27	25	Ar W2 ¹⁾ 30	

¹⁾ Argon oder Argon + max. 2 % Wasserstoff.

²⁾ WIG-Heißdraht ist ebenfalls möglich.

Bei allen Schutzgasschweißungen ist auf ausreichenden Wurzelschutz zu achten.
Alle Angaben, außer zur Wärmeeinbringung, sind Anhaltswerte, die das Einstellen der Schweißmaschinen erleichtern sollen.

Tabelle 5 – Schweißparameter (Richtwerte).

Verfügbarkeit

Pernifer 36 – alloy 36 ist in folgenden Standard-Halbzeugformen lieferbar:

Bleche

(Bandbleche siehe unter Band)

Lieferzustand:

Warm- oder kaltgewalzt (w, k),
wärmebehandelt, 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	k/w	2500	8000
7,50 - ≤ 25,00	k	2500	8000 ²⁾
> 25,00 ¹⁾	k	2500 ²⁾	8000 ²⁾

¹⁾Andere Abmessungen auf Anfrage.

²⁾Abhängig vom Stückgewicht.

Ronden und Ringe

Lieferzustand:

Warmgewalzt oder geschmiedet,
wärmebehandelt,
gebeizt oder gedreht

Produkt	Gewicht kg	Dicke mm	Außen-Ø ¹⁾ mm	Innen-Ø ¹⁾ mm
Ronde	≤ 10000	≤ 300	≤ 3000	–
Ring	≤ 3000	≤ 200	≤ 2500	auf Anfrage

¹⁾Andere Abmessungen auf Anfrage.

Stangen

Lieferzustand:

Geschmiedet, gewalzt, gezogen,
wärmebehandelt,
gebeizt, überdreht, geschält oder geschliffen

Produkt	Geschmiedet ¹⁾ mm	Gewalzt ¹⁾ mm	Gezogen ¹⁾ 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

¹⁾Andere Abmessungen auf Anfrage.

Schmiedeteile

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

Band¹⁾

Lieferzustand:

Kaltgewalzt, wärmebehandelt und gebeizt
oder blankgeglüht

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

¹⁾ Bandbleche - von der Rolle abgeteilt - sind in Längen von 250 bis 4000 mm lieferbar.

²⁾ Breiten bis zu 730 mm sind im Dickenbereich von 0,02 - ≤ 0,20 mm anzufragen.

³⁾ Größere Breiten auf Anfrage.

Draht

Lieferzustand:

Abhängig von der Abmessung blank gezogen,
1/4 hart bis hart,
blankgeglüht

Abmessungen:

0,01 – 12,0 mm Durchmesser,
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
erfolgen 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
zum Einsatz kommen.

Impressum

Veröffentlichung

Juni 2004

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