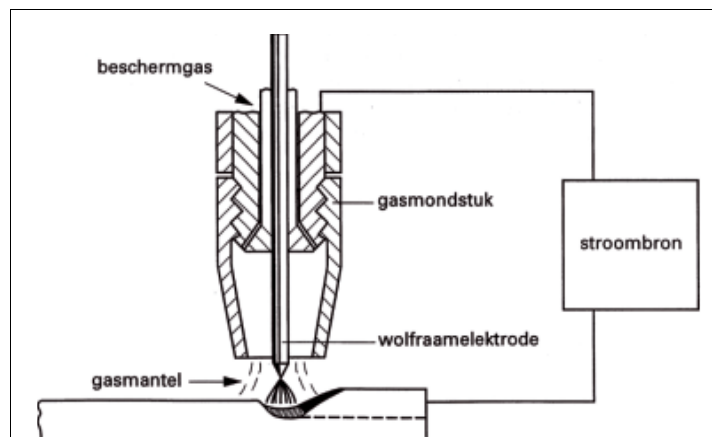


# INFOFICHES ROESTVAST STAAL [DEEL 4-3]

## TIG-LASSEN ROESTVAST STAAL

In het vierde deel van de reeks rond roestvast staal geven we een overzicht van de lasprocessen die kunnen worden ingezet, elk met hun specifieke voordelen. In deze bijdrage komt het TIG-lassen aan bod.

Door Ir. Robert Vennekens, IWE, CEWE, Fweldl – Belgisch Instituut voor Lastechniek, Technologische Adviseerdienst (dienst gesubsidieerd door IWT-Vlaanderen) en Ir. Wim Van Haver, IWE - Belgisch Instituut voor Lastechniek



Figuur 1: Schematische voorstelling van TIG-lassen

### HET PROCES

TIG staat voor Tungsten Inert Gas, in de USA spreekt men van GTAW (Gas Tungsten Arc Welding), de Duitse aanduiding is WIG (Wolfram Inert Gas). Vroeger werd ook de benaming Argon Arc gebruikt. De theorie en praktijk betreffende dit proces worden uitvoerig behandeld in de CD-ROM 'Proces 141' (dit is de aanduiding volgens EN ISO 4063), die vervaardigd werd op initiatief en onder verantwoordelijkheid van het Belgisch Instituut voor Lastechniek en met subsidies van de Europese Gemeenschap (Leonardo da Vinci Programma). Bij het TIG-lassen wordt in inerte atmosfeer een boog getrokken tussen een niet-afsmeltende wolfram elektrode en het werkstuk. Elektrode, lasboog en smeltbad worden aldus door een inert gas beschermd tegen de invloed van de omringende lucht (zie figuur 1). Roestvast staal wordt gelast met gelijkstroom, waarbij de elektrode negatief wordt gepoold.

Het procédé wordt hoofdzakelijk gebruikt voor het lassen van dun roestvaststaal (plaat- of wanddikte tot ca. 3 mm) en voor het in positie lassen van pijp. Bij materiaaldikte hoger dan 3 mm wordt het TIG-lassen vrijwel uitsluitend toegepast voor het leggen van grondlagen. Boven deze dikte is het niet meer economisch verantwoord om dit procédé toe te passen. Er kan worden gelast met een continue gelijkstroom of met een pulserende stroom. Het pulserend lassen biedt een aantal voordelen:

- Voor het in positie lassen kan een betere badbeheersing worden verkregen.
- De vorm van de las is door instelling van pulstijd en stroom te beïnvloeden.
- Het pulslassen is een ideaal proces voor het gemechaniseerd lassen, voor het lassen in positie en voor het lassen van zeer dunne plaat. Een voorbeeld van een tang voor het orbitaal (gemechaniseerd) lassen wordt getoond in figuur 2. Voor het lassen van dunne

materialen of voor de realisatie van een doorlas kan worden gelast met of zonder toevoegmateriaal (afhankelijk van de lasnaadvoorbewerking).

### TIG-ELEKTRODEN

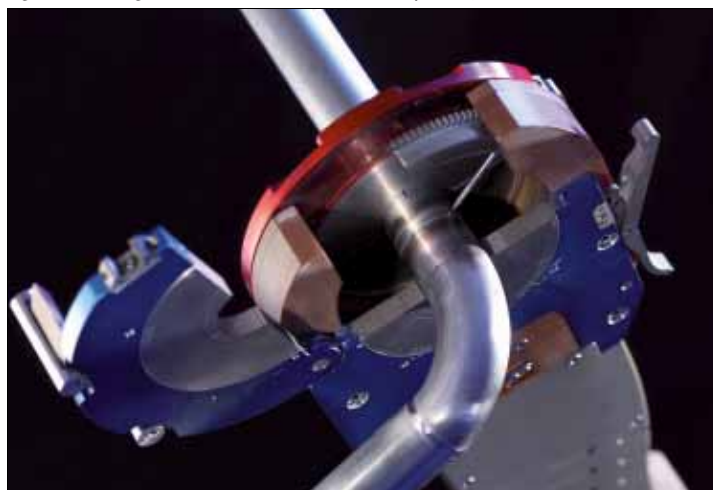
Bij het TIG-lassen van roestvaststaal wordt gelijkstroom, elektrode negatief (DCEN) gebruikt. De meeste warmte wordt dan in het werkstuk gebracht. Als elektrodemateriaal werd over het algemeen wolfram met 2% thoriumoxide gebruikt. Dit type elektrode wordt om gezondheidsredenen niet of vrijwel niet meer toegepast (minimale radio-actieve straling). Er zijn types wolfram elektroden die gelegeerd zijn met zogenaamde zeldzame aardmetalen die een langere standtijd hebben dan andere elektrodes. Dat zijn onder andere types met 2% lanthaanoxide ( $La_2O_3$ ) en met 2% ceriumoxide ( $CeO_2$ ). Een te kleine elektrode-diameter resulteert in oververhitting of afsmelten van de elektrode, met een grote kans op

wolframinsluitingen in de las. Een te grote diameter resulteert in booginstabiliteit en/of een kleinere inbranding (ongunstige breedte-diepte verhouding van het smeltbad). Bij het lassen met gelijkstroom dient de elektrode aangepunt te worden. Het aanpunten van de elektrode dient te worden gedaan naar de tip toe en niet concentrisch (zie figuur 3). slijp zo glad mogelijk. Het puntje dient te worden gebroken (plat vlakje van 0,8 mm).

### BESCHERMGAS

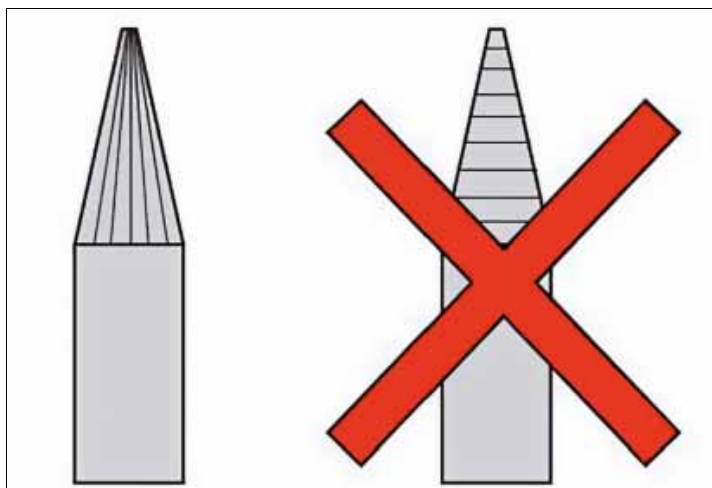
In de meeste gevallen wordt argon als beschermend gas gebruikt. De ontsteekspanning is bij dit gas relatief laag. Ook is de boogspanning laag, wat de stabiliteit van de boog bevordert. De zuiverheid van het gas moet beter zijn dan 99,99%. Gezien de gewenste zuiverheid moet aandacht worden geschonken aan de gasdichtheid van het gehele gasleidings-systeem. Dat geldt vanaf de elektrode, met een grote kans op

Figuur 2: Lastang voor orbitaal TIG-lassen (bron Polysoude)



TABEL 1: INVLOEDEN BIJ TIG PULSLASSEN

	FUNCTIE	BËINVLOEDING
	PULSSTROOM	Smeltbadvorming
	PULSSTROOMTIJD	Badbreedte
	GRONDSTROOM	Mate van stolling
	GRONDSTROOMTIJD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stollingstijd smeltbad</li> <li>• Verplaatsing elektrode naar rand van smeltbad</li> <li>• Synchronisatie gemechaniseerde lasprocédés</li> </ul>



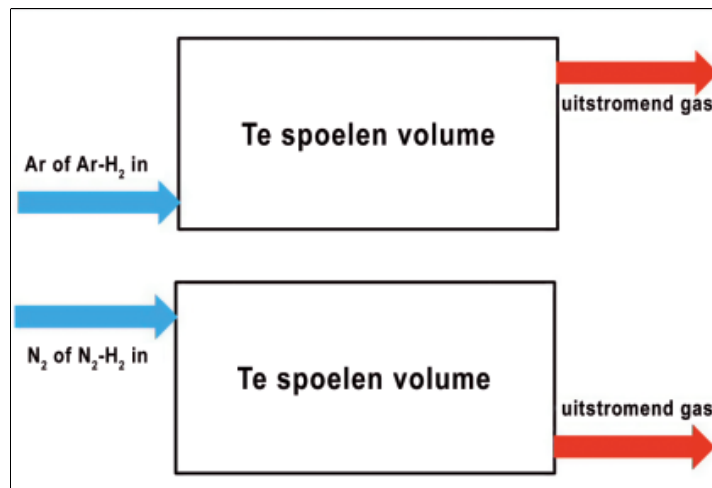
Figuur 3: Correct aanpunten van de wolframelektrode

onvoldoende afdichting van koppelingen in de apparatuur kan lucht worden meegetrokken, wat de laskwaliteit negatief kan beïnvloeden. Toevoeging van 2 tot 5% waterstof verhoogt de boogspanning en dus de hoeveelheid ingebrachte warmte. Het gasmengsel werkt aldus reducerend, zodat een blanker oppervlak van de lasrups en plaat wordt verkregen. De waterstof dissocieert in contact met de boog, waarbij warmte wordt onttrokken aan de boog. Deze koeling zorgt voor een insnoering van de boog, wat leidt tot een warmer lasbad. Een argon-waterstofmengsel kan onder andere bij het gemechaniseerd lassen worden gebruikt. Bij voor waterstof gevoelige materialen, zoals de duplex en martensitische roestvaste staalsoorten, kunnen argon/helium mengsels worden gebruikt, bijvoorbeeld in de verhouding 75/25 of 70/30. Bij aanwenden van 100% helium (He) ontsteekt de boog vrij moeilijk. Manueel lassen met 100% helium is vrijwel onmogelijk en wordt dan ook niet toegepast. De boogdruk is immers zó groot dat het lasbad wordt weggeduwd; tijdens het lassen gaat het elektrodepunt zich dan ook op plaatniveau bevinden als

men een correcte doorlas wil bekomen. Men kan wél gemechaniseerd lassen met 100% He als beschermgas (lassen met gelijkstroom, elektrode negatief); in dit geval wordt dan de pistoolstand (afstand tot werkstuk) geregeld door een servomotor gestuurd door de boogspanning. Wanneer een hoeknaad moet worden gelast waarbij de hoek van de ingesloten platen (bv. 30°) te klein wordt om nog toegang te hebben met de toorts, kan men de elektrode verder laten uitsteken uit de lascup dan gebruikelijk. Er moet dan wel in het pistool een gaslens worden gemonteerd zodat een laminaire gasstroom wordt bekomen en het lasbad toch nog optimaal wordt beschermd.

### BACKINGGAS

Om te voorkomen dat het smeltbad aan de achterzijde oxideert door contact met de lucht (met een daling van de corrosieweerstand tot gevolg), dient aan die zijde een gasbescherming te worden aangebracht. Als bescherming komen een aantal gassen of gasmengsels in aanmerking, die alle met de naam backinggas worden aangeduid



Figuur 4: In- en uitstroomrichting voor verschillende types backinggassen

- Stikstof-waterstof mengsels (formeergas)
- Argon-waterstof mengsels
- Argon

Het H<sub>2</sub>-gehalte kan variëren van 5 tot 20%. Bij het lassen van roestvast staaltypes waarbij waterstofopname uit den boze is – met name duplex of martensitisch roestvast staal – moet van het gebruik van waterstofhoudende gasmengsels worden afgezien. Bij H<sub>2</sub>-gehaltes hoger dan 10% is het, uit veiligheidsoverwegingen in verband met het explosiegevaar, noodzakelijk het uitstromende gas af te fakkelen. Bij het gebruik van de argonrijke backinggassen moet er rekening mee worden gehouden dat argon zwaarder is dan lucht. Bij het lassen van een horizontale pijp bestaat de kans dat op een 12 uren positie het backinggas de aanwezige lucht onvoldoende verdrongen heeft. Argon en argon/waterstof moeten dan ook onderaan ingebracht worden en bovenaan uitstromen, diagonaal tegenover het ingebrachte backinggas (zie figuur 4 boven). Omgekeerd moeten stikstof of een stikstof/waterstofmengsels, die lichter zijn dan lucht, bovenaan ingebracht worden en dan onderaan uitstromen (zie figuur 4

onder). Zuiver argon heeft de minst beschermende werking. Het verdringen van alle lucht uit een systeem is beslist niet eenvoudig. Als vuistregel wordt aangenomen dat wanneer men een volume V wil spoelen, men dit minstens met het viervoud van dit volume aan backinggas moet spoelen. Neem bv. een volume van 15 liter, dan met 4 x 15 liter = 60 liter worden gespoeld. Het gas moet laminair stromen: bij grote gasdebieten ontstaan turbulenties waardoor de zuurstof niet volledig wordt verwijderd. Een debiet van 2 à 4 liter/min zou optimaal zijn. Als we in het voorbeeld kiezen voor een debiet 3 liter/min, dan moeten we minstens 60 : 3 liter/min = 20 minuten moeten spoelen om onder de 20 ppm restzuurstof te komen in het vat. Het is aan te raden het zuurstofgehalte te meten van het uitstromende gas te meten bij kritische toepassingen – zie ook figuur 5 voor de aanloopkleuren in functie van het zuurstofgehalte. Als regel kan worden gesteld dat het beter is om gedurende langere tijd met een lage doorstromsnelheid te spoelen, dan te proberen in korte tijd met een hoge doorstromsnelheid de aanwezige lucht te verdringen.

## VOORDELEN EN BEPERKINGEN VAN HET TIG-LASSEN

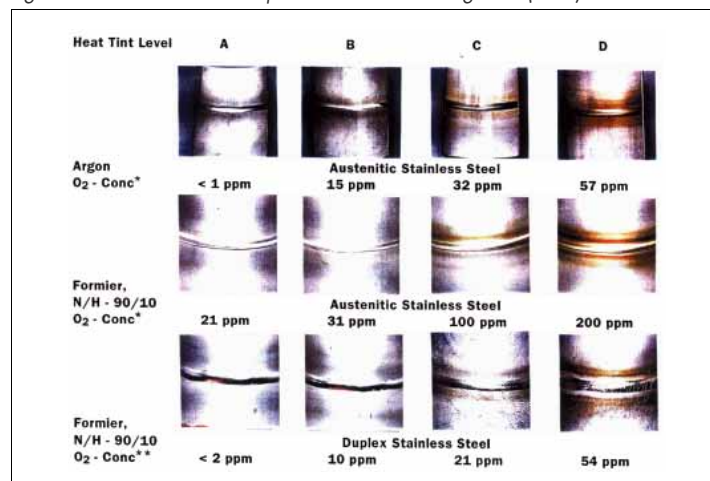
### VOORDELEN

- Onafhankelijke toevoer van warmte en lasmateriaal
- Geen bekleding, dus ook geen slakresten en insluitsels
- Geen spatten
- Goede bescherming tegen oxidatie van het smeltbad
- Toepasbaar in alle posities
- Uitstekend geschikt voor het lassen van grondnaden en grondlagen.

### BEPERKINGEN

- Grote warmtetoevoer
- Geen correctie van de chemische samenstelling van het lasbad mogelijk bij lassen zonder toevoegmateriaal
- Windgevoelig
- Backinggas aan achterzijde noodzakelijk
- Geringe lassnelheid
- Bij manueel lassen bepaalt de lasser de opmenging; deze kan variëren van 0 tot 100%!

Figuur 5: Voorbeeld van aanloopkleuren ifv het zuurstofgehalte (Force)



**LASNAADVORMEN**

In tabel 2 zijn stompe lasnaadvoorbewerkingen gegeven voor TIG-lassen. Lasnaadvorm nr. 6 is specifiek bedoeld voor het eenzijdig pijplassen en het TIG-lassen wordt dan vaak enkel voor de grondlaag gebruikt. Hoewel de grondlaag zonder toevoegmateriaal kan worden gelegd, is het aan te bevelen om toch een weinig toevoegmateriaal toe te voeren. Dat beperkt enigszins het gevaar op de vorming warmsteurtjes in de grondlaag. Bij het lassen van duplex staal is het gebruik van toevoegmateriaal noodzakelijk ter verkrijging van de gewenste lasmetaalmicrostructuur.

**LASPARAMETERS**

Tabel 3 geeft richtwaarden voor elektrodediameter, gascup en lasstroom bij directe polariteit (DCEN).

**LASNAADVOORBEREIDING**

De keuze van de lasnaadvoorbereiding hangt af van het lasproces, de laspositie, de materiaaldikte en het type te lassen materiaal (staal, RVS, Al, ...). De principetekening in het kaderstuk hiernaast geeft een voorbeeld van een lasnaadvoorbewerking met de vermelding van de gebruikte terminologie. De lasnaadafschuining heeft tot doel een goede toegankelijkheid te verzekeren, om op een die manier een foutloze las te verkrijgen. De opstaande kant zorgt voor een ondersteuning van het lasbad. Werken zonder opstaande kant resulteert in een brede doorlas. De opstaande kant bekomt men door mechanisch bewerken of snijden (bv. laser, plasma, waterstraal...). Na het aanbrengen van de naadvoorbewerking is het aangeraden om alle thermische oxides te verwijderen van de lasnaadvoorbewerking. Zowel de lasnaad als het plaatoppervlak in de nabijheid van de las moeten zuiver en schoon zijn vooraleer er gelast wordt. Tabel 4 geeft de lasnaadvoorbewerking voor diverse lasprocessen en plaatdiktes in RVS. □

**BIBLIOGRAFIE**

- Welding Handbook – Gas Tungsten Arc Welding
- Voorlichtingsbladen voor de Metaalindustrie (VM42) – Lassen van roest- en hittevast staal
- The Avesta Welding Manual – Practice and products for stainless steel welding

**TABEL 2: STOMPE LASNAADVOORBEREIDINGEN VOOR TIG-LASSEN**

N°	MATERIAALDIKTE	BENAMING	SCHETS NAADVORM	OPMERKING
1	<1	Randnaad (eenzijdig)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lassen zonder toevoegmateriaal, met backinggas</li> <li>• Voor pijp en plaat in alle posities</li> </ul>
2	<2	T-naad (eenzijdig)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lassen zowel met als zonder toevoegmateriaal met backinggas</li> <li>• Voor pijp en plaat in alle posities</li> </ul>
3	<10	V-naad (een- en tweezijdig)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bij éénzijdig lassen gebruik van backinggas noodzakelijk</li> <li>• Aflassen met beklede elektrode of met MIG/MAG-lassen</li> </ul>
4	<3 (*) (**)	I-naad (tweezijdig)		Zonodig de keerzijde voor het tegenlassen uitslijpen
5	<5	Kelknaad (eenzijdig)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grondlaag kan met de hand of automatisch worden gelast</li> <li>• Backinggas vereist</li> </ul>
6	>13	U-naad (eenzijdig)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bij voorkeur grondlaag lassen met toevoegmateriaal; backinggas vereist</li> <li>• Maat 3° afhankelijk van cupdiameter</li> <li>• Eventueel aflassen met beklede elektroden of een ander geschikt lasprocédé</li> </ul>

\* Automatisch TIG-lassen met of zonder toevoegdraad laat een grotere materiaaldikte toe.  
 \*\* Het gelijktijdig tweezijdig lassen tot een materiaaldikte van ca. 6 mm is mogelijk in de posities verticaal en horizontaal-verticaal. Hierbij moet echter rekening worden gehouden met het feit, dat de corrosieweerstand kan verminderen t.g.v. een grotere warmte-inbreng.

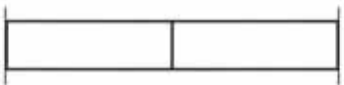

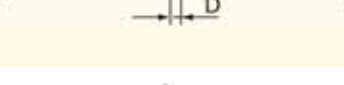

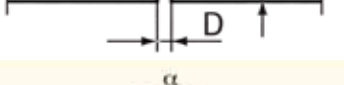







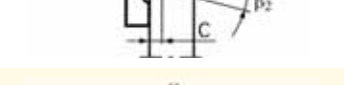

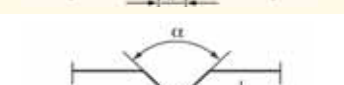


**PRINCIPETEKENING VAN LASNAADVOORBEREIDING**

$\alpha$  = openingshoek  
 $\beta$  = afschuiningshoek  
 C = opstaande kant  
 D = open stand  
 E = te lassen oppervlak  
 R = straal (enkel voor U- en J-naden – zie tabel 4)  
 t = plaatdikte

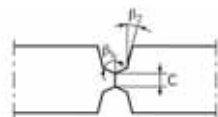
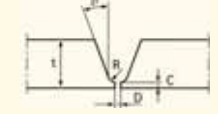
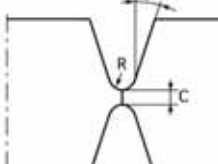
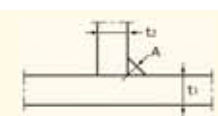
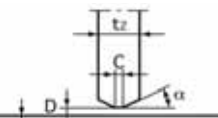
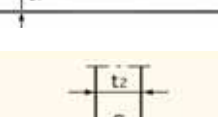
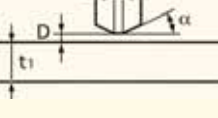

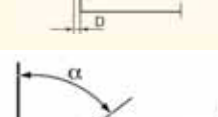
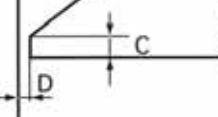
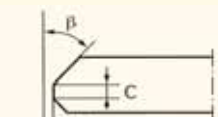
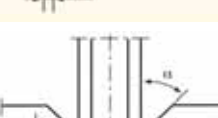
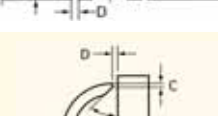

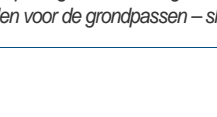
**TABEL 3: AANBEVOLEN WAARDEN**

ELEKTRODE-DIAMETER (MM)	GASCUP – BINNENDIAMETER (MM)	STROOM (DCEN) (A)
0,25	6,4	Tot 15
0,50	6,4	5-20
1,00	9,5	15-80
1,6	9,5	70-150
2,4	12,7	150-250
3,2	12,7	250-400
4,0	12,7	400-500

TABEL 4: LASNAADVOORBEREIDING VOOR ROESTVAST STAAL

VERBINDINGSTYPE	AANDUIDING	ZIJDEN	METHODE	DIKTE
I-naad Geen open stand (1)		Eenzijdig	TIG (5)	< 2,5 mm
I-naad Geen open stand (1)		Tweezijdig	SAW	6 – 9 mm
I-naad		Eenzijdig	PAW	1 – 8 mm
I-naad D = 1 – 2 mm		Eenzijdig	SMAW MIG TIG	< 2,5 mm
I-naad D = 2 – 2,5 mm		Tweezijdig	SMAW MIG TIG FCAW	< 4 mm
V-naad $\alpha = 60^\circ$ (2) C = 0,5-1,5 mm D = 2,0-4 mm		Eenzijdig	SMAW MIG TIG FCAW	4 – 16 mm
V-naad $\alpha = 60^\circ$ (2) C = 2,0-2,5 mm D = 2,5-3,5 mm		Tweezijdig	SMAW MIG TIG FCAW	4 – 16 mm
V-naad $\alpha = 60^\circ$ (2) C = 1,5-2,5 mm D = 4,0-6,0 mm		Eenzijdig met lasbad- ondersteuning	FCAW	4 – 20 mm
V-naad $\alpha = 80-90^\circ$ C = 1,5 mm Geen open stand (1)		Tweezijdig	TIG + SAW	3 – 16 mm
V-naad $\alpha = 80-90^\circ$ C = 3,0-6,0 mm (3) Geen open stand		Tweezijdig	SAW	8 – 16 mm
V-naad $\alpha = 80-90^\circ$ C = 3,0-4,0 mm Geen open stand		Tweezijdig	PAW + SAW	6 – 16 mm
V-naad $\beta_1 = 45^\circ$ $\beta_2 = 15^\circ$ C = 1,0-2,0 mm D = 2,0-3,0 mm		Eenzijdig	SMAW FCAW	4 – 16 mm
V-naad $\beta_1 = 45^\circ$ $\beta_2 = 15^\circ$ C = 2,0-2,5 mm D = 2,0-2,5 mm		Tweezijdig	SMAW FCAW	4 – 16 mm
V-naad $\beta_1 = 45^\circ$ $\beta_2 = 15^\circ$ C = 1,5-2,5 mm D = 4,0-6,0 mm		Eenzijdig met lasbadondersteuning	FCAW	4 – 20 mm
X-naad $\alpha = 60^\circ$ (2) C = 2,0-3,0 mm D = 2,0-2,5 mm		Tweezijdig	SMAW MIG TIG (5) FCAW	14 – 30 mm (7)
X-naad $\alpha = 80^\circ$ C = 3,0-8,0 mm (3) Geen open stand		Tweezijdig	SAW	14 – 30 mm
X-naad $\beta_1 = 45^\circ$ $\beta_2 = 15^\circ$ C = 1,5-2,5 mm D = 2,5-3,0 mm		Tweezijdig	SMAW MIG TIG (5) FCAW	14 – 30 mm (7)



VERBINDINGSTYPE	AANDUIDING	ZIJDEN	METHODE	DIKTE
X-naad $\beta_1 = 45^\circ$ $\beta_2 = 15^\circ$ $C = 3,0-8,0$ mm (3) Geen open stand		Tweezijdig	SAW (8)	14-30 mm
U-naad $\beta = 10^\circ$ $R = 8,0$ mm $C = 2,0-2,5$ mm $D = 2,0-2,5$ mm		Tweezijdig	SMAW MIG TIG (5) FCAW SAW (9)	< 50 mm
Dubbele U-naad $\beta = 15^\circ$ $R = 8,0$ mm $C = 4,0-8,0$ mm (3)		Tweezijdig	SAW (8)	> 20 mm
Hoeknaad Geen open stand $A \approx 0,7 \times t$		Een- of tweezijdig	SMAW MIG TIG FCAW	> 2 mm
Halve V-naad $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,0-2,0$ mm $D = 2,0-4,0$ mm		Eenzijdig	SMAW MIG TIG (5) FCAW	4-16 mm
Halve V-naad $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,5-2,5$ mm $D = 2,0-3,0$ mm		Tweezijdig	SMAW MIG TIG (5) FCAW	4-16 mm
Halve X-naad $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,0-1,5$ mm $D = 2,0-4,0$ mm		Eenzijdig	SMAW MIG TIG (5) FCAW (4)	14 – 30 mm
Halve X-naad $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,5-2,5$ mm $D = 2,0-3,0$ mm		Tweezijdig	SMAW MIG TIG (5) FCAW	14-30 mm
Hoeknaad Geen open stand		Tweezijdig	SMAW MIG TIG FCAW	< 2 mm
Hoeknaad $D = 2,0-2,5$ mm		Tweezijdig	SMAW MIG TIG FCAW	2-4 mm
Halve V-naad $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,5-2,5$ mm $D = 2,0-4,0$ mm		Eenzijdig	SMAW MIG TIG (5) FCAW (4)	4-12 mm
Halve V-naad $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,5-2,5$ mm $D = 1,5-2,5$ mm		Tweezijdig	SMAW MIG TIG (5) FCAW	4-16 mm
K-naad $\beta = 50^\circ$ $C = 2,0-2,5$ mm $D = 2,0-4,0$ mm		Tweezijdig	SMAW MIG TIG (5) FCAW	14-30 mm (7)
Halve V-naad (6) $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,0-2,0$ mm $D = 2,0-3,0$ mm		Eenzijdig	SMAW MIG TIG (5) FCAW	> 4 mm
Halve pijp $\alpha = 45^\circ$ $C = 1,5-2,0$ mm $D = 1,0-2,0$ mm		Eenzijdig	SMAW MIG TIG FCAW	4-16 mm

Opmerkingen: (1) een open stand is benodigd bij het lassen van speciale staalsoorten; (2) de openingshoek voor speciale staalsoorten is  $60-70^\circ$ ; (3) een opstaande kant van 5 mm en hoger kan het richten van de lastoorts naar de lasrichting toe noodzaken; (4) lassen tegen een keramische backing (ronde type); (5) normaal enkel voor de eerste 1-3 laspassen, gevolgd door MIG, FCAW, SMAW of SAW; (6) voor openingen zoals mangaten, spuitstukken...; (7) een dikte boven 20 mm kan voorbereid worden als een asymmetrische X-naad; (8) TIG of SMAW kan gebruikt worden voor de grondpassen – slijpen aan de tegenzijde –  $C = 3,0$  mm; (9) SAW kan gebruikt worden voor vul- en dekpassen.