

# INFOFICHES ROESTVAST STAAL [DEEL 4-1]

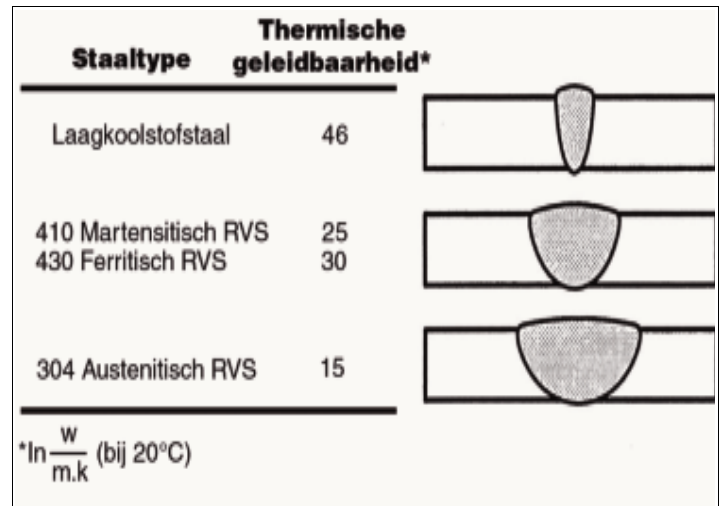
## VERBINDINGSPROCESSSEN EN NAADVORMEN – ALGEMEENHEDEN

Deze infofiche vat enkele belangrijke aspecten samen waar rekening mee moet gehouden worden bij de meeste lasprocessen toegepast op rvs: typische kenmerken, lasnaadvoorbereiding, toepassingsdomein van de lasprocessen en zeer belangrijk: veiligheid. Aldus vormt deze fiche een basis voor de volgende infofiches over de specifieke procédés en gebruikte toevoegmaterialen.

Ir. Robert Vennekens, IWE, CEWE, Onderzoekscentrum van het BIL, Technologische Adviseerdienst(\*)

Ir. Wim Van Haver, Onderzoekscentrum van het BIL

(\*) Dienst gesubsidieerd door IWT



Figuur 1: Schematische weergave van lasnaden, gerealiseerd met booglassen met dezelfde lasparameters, op verschillende staalsoorten

## WARMTEGELEIDING

Austenitisch rvs heeft een thermische geleidbaarheid die ongeveer een derde bedraagt van deze van laaggelegeerd koolstofstaal. Als deze materialen gelast worden met dezelfde lasparameters zoals getoond in **figuur 1**, dan zal er beduidend minder warmte worden afgevoerd bij rvs. Men zal ook een groter smeltbad bekomen dan bij een laagkoolstofstaal. Martensitisch en ferritisch rvs bezitten een thermische geleidbaarheid die ongeveer de helft bedraagt van deze van koolstofstaal. Lassen uitgevoerd onder dezelfde omstandigheden zullen resulteren in een bredere las dan bij koolstofstaal, maar een smallere in vergelijking met austenitisch rvs. Om een las te bekomen van vergelijkbare grootte moet men voor martensitische en ferritische stalen lassen met een lagere warmte-inbreng (heat input) dan bij koolstofstaal. Austenitische roestvaste stalen tenslotte vereisen een nóg lagere heat input. Door de slechte warmtegeleiding van austenitisch rvs is smeltlassen in positie moeilijker. De laswarmte wordt moeilijker afgevoerd.

Daardoor blijft het smeltbad warmer en zakt dit gemakkelijker uit. Bij het lassen van dunne plaat kan een koperen onderlegstrip in de onmiddellijke omgeving van de lasnaad hierbij een oplossing bieden. De laswarmte wordt dan sneller afgevoerd. Hierdoor ontstaat minder krimp en vindt de minste verandering van de structuur van het rvs plaats. Hierbij moet erop gelet worden dat geen koper in het smeltbad of de directe omgeving van de las komt. Vloeibaar koper kan namelijk gemakkelijk via de korrelgrenzen binnendringen en kan daardoor warmstheuren veroorzaken.

## VERVORMING

Ook de thermische uitzettingscoëfficiënt van austenitisch rvs is sterk verschillend van deze van koolstofstaal. Deze eigenschap bepaalt hoeveel het metaal uitzet wanneer het wordt opgewarmd en hoeveel het inkrimpt wanneer het afkoelt. Tijdens het lassen leidt deze thermische uitzetting tot vervorming. Hoe hoger de thermische uitzettings-

coëfficiënt, des te meer zal er uitzetting en krimp optreden, en des te groter de resulterende vervorming zal zijn.

Zoals getoond wordt in **figuur 2** heeft austenitisch rvs een thermische uitzettingscoëfficiënt die 50% groter is dan deze van koolstofstaal, terwijl martensitisch en ferritisch rvs een uitzettingscoëfficiënt hebben die vergelijkbaar is met deze van koolstofstaal. De waarde ervan bij duplex roestvaste staalsoorten tenslotte ligt tussen deze van austenitische en ferritische stalen.

Voor een gelijkje lasdoorsnede zal dus bij austenitisch rvs een véél grotere vervorming worden verkregen dan bij koolstofstaal, ferritisch of martensitisch rvs. Om de vervorming binnen de perken te houden moet men veelvuldig hechten of klemmeringen gebruiken. De keuze van een gepaste lasvolgorde is hierbij ook uitermate van belang. Volgende opmerkingen gelden:

- de lastafels moeten bekleed zijn met rvs, aluminium of andere

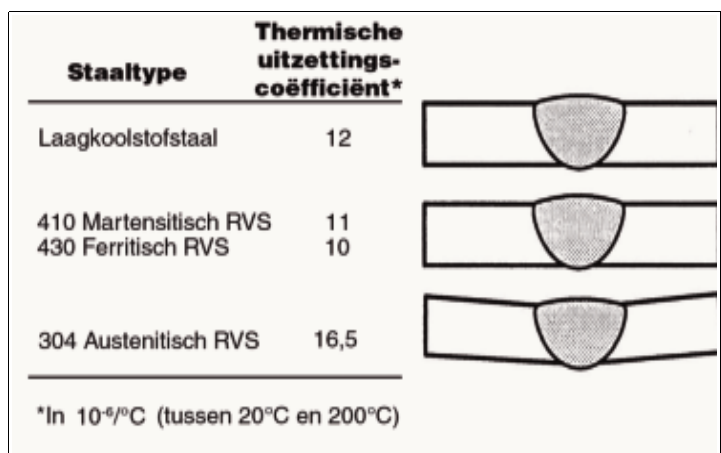
materialen om het rvs te beschermen tegen contaminatie;

- spanvijzen, klemmen, gereedschappen enzoverder moeten vervaardigd zijn uit rvs of bekleed zijn met een beschermend materiaal (RVS, tape, ...);
- het is aan te raden gebruik te maken van een opspaninrichting met koperen strip waarin gaatjes zijn aangebracht voor het toelaten van een beschermend (backing)gas;
- het product mag pas uit de klemmering worden genomen als dit voldoende is afgekoeld.

Wanneer men stukken gaat samenbouwen en hechten moet men dit doen in overeenstemming met de lasprocedure. De maat en de regelmatigheid van de vooropening zijn hier zeer belangrijk; deze zijn overigens proces- en dikteafhankelijk. Bij manueel lassen zal een correcte doorlas gemakkelijker worden bekomen wanneer wordt gelast met een vooropening.

Wanneer speciale roestvaste stalen worden gelast zou men altijd moeten

Figuur 2: Schematische weergave van vervorming door het lassen, veroorzaakt door booglassen met dezelfde lasparameters, op verschillende staalsoorten



## TABEL 1 – AANBEVOLEN VOOROPENINGEN

	PLAATDIKTE < 4 MM	PLAATDIKTE (*) > 4 MM
BMBE, BASISCH	0,3 x plaatdikte	2,5 mm (***)
BMBE, RUTIEL	0,5 x plaatdikte	3,0 mm (***)
BMBE, AC/DC	0,7 x plaatdikte	3,2 mm (***)
MIG/MAG	0,7 x plaatdikte	2,5 - 3,0 mm
FCAW (**)	0,7 x plaatdikte	2,5 - 3,0 mm
SAW	Geen open stand	Geen open stand

\* V, X, of K-naad

\*\* De open stand bij lassen met keramische steunstrips moet 4 - 6 mm zijn

\*\*\* Waardevolle vuistregel bij booglassen met beklede elektrode van dickere plaat: de open stand = de kerndraaddiameter gebruikt bij de eerste laspas

lassen met een vooropening. De reden hiervoor is dat de samenstelling van het toevoegmateriaal meestal verschilt van dat van het basismateriaal. Het verschil in samenstelling speelt dan in op veranderingen in de microstructuur. Aanbevolen vooropeningen worden geven in **tabel 1**. Dit verdient ook speciale aandacht bij het hechtlassen. De vooropening moet zo constant mogelijk zijn. Als dit niet het geval is, dan kan een gebrek aan doorlassing ontstaan en/of ontoelaatbare vervorming. De hechtlassen moeten worden aangebracht vanaf de uiteinden en dan in het midden van elke opening enz. Als wordt gehecht startend vanaf een zijde naar de andere, zonder af te wisselen, dan loopt het fout – zie **figuur 3**.

De afstand tussen de hechtlassen moet aanzienlijk korter zijn bij austenitisch rvs dan bij koolstofstaal, dit opnieuw in verband met de hogere thermische uitzetting. Het aantal hechten moet immers voldoende zijn om een aangebrachte vooropening in stand te houden indien inkleppen niet mogelijk is. **Tabel 2** geeft de dimensies en tussenafstand van hechtlassen aan. Starts en stops van de hechtlassen moeten correct worden geslepen, en dit moet in een correcte volgorde gebeuren; lassen, slijpen, lassen, enz... Hechtlassen kunnen immers bronnen van problemen zijn. Aan de plaatsen waar werd gestart en gestopt dient de nodige aandacht te worden gegeven om porositeit en kraterscheurtjes te vermijden. Ook moeten deze starts en stops goed omgesmolten in het lasbad opgenomen worden. Zo nodig: eerst uitslijpen, daarna verder lassen. Wanneer éénzijdig gelast wordt, moet de hechtlas volledig worden weggeslepen. Wanneer hechtbruggen gebruikt worden, dan moeten deze gelast worden met een correct toevoegmateriaal. Bovendien moet daarvoor een gekwalificeerde lasprocedure worden toegepast! Wanneer de hulpstukken verwijderd worden, dan moet men erop toezien dat het rvs oppervlak niet wordt beschadigd of gecontamineerd. Indien dit toch gebeurd zou zijn dan moet men dit met de nodige zorg terug in orde brengen.

**VOORBEWERKING**

Zowel plasmasnijden als mechanisch (machinaal) bewerken behoren tot de mogelijkheden. Het machinaal voorbereiden geeft een goede maatnauwkeurigheid, maar is op zich een dure voorbereidingsmethode. Er moet opgelet worden dat het basismateriaal niet oververhit, omdat dan oxidatie optreedt en dus de corrosie-eigenschappen negatief beïnvloed worden. Het plasmasnijden heeft een geringere maatnauwkeurigheid, maar de kosten van het snijden liggen lager. Door het plasmasnijden in een waterbassin worden de structuur en de vervorming bij de

meeste rvs types minimaal beïnvloed. De duplex rvs-types kunnen hier echter een uitzondering op vormen. De keuze van de voorbereidingsmethode wordt dus bepaald door zowel economische overwegingen als kwaliteitseisen. Een dure voorbereiding kan in veel gevallen toch een goedkopere las (totaalkost) opleveren als gevolg van de goede maatnauwkeurigheid.

In alle gevallen dienen de bewerkte naadkanten te worden gereinigd. Oliën of koelvloeistof van het machinaal bewerken moeten worden verwijderd, en bij het thermisch snijden moet de aanwezige lichte oxidehuid worden weggeslepen. Een belangrijke stelregel bij het machinaal bewerken is dat gereedschappen die worden gebruikt voor rvs, gescheiden moeten worden gehouden van die voor staal. Bij voorkeur moet in gescheiden ruimtes worden gewerkt. Gereedschap zoals roestvast stalen borstels moeten daarom herkenbaar zijn, bv door een kleur aan te brengen op het handvat. Ook moeten slijpschijven, te gebruiken voor rvs, alleen voor het bewerken van dat materiaal gebruikt worden om contaminatie van het rvs te voorkomen. Er mogen enkel roestvast stalen borstels worden gebruikt voor rvs! Ongeacht het type RVS moet men het materiaal vóór het lassen op gepaste wijze reinigen:

- borstelen of slijpen van de laszone om oxides te verwijderen (deze kunnen aanwezig zijn op warmgewalste producten);
- chemisch reinigen van alle oppervlakken die werden bewerkt met gebruik van koelvloeistof;
- verwijder alle vet, olie, vocht, enz.
- veeg alle te lassen oppervlakken eventueel schoon met aceton of isopropylalcohol.

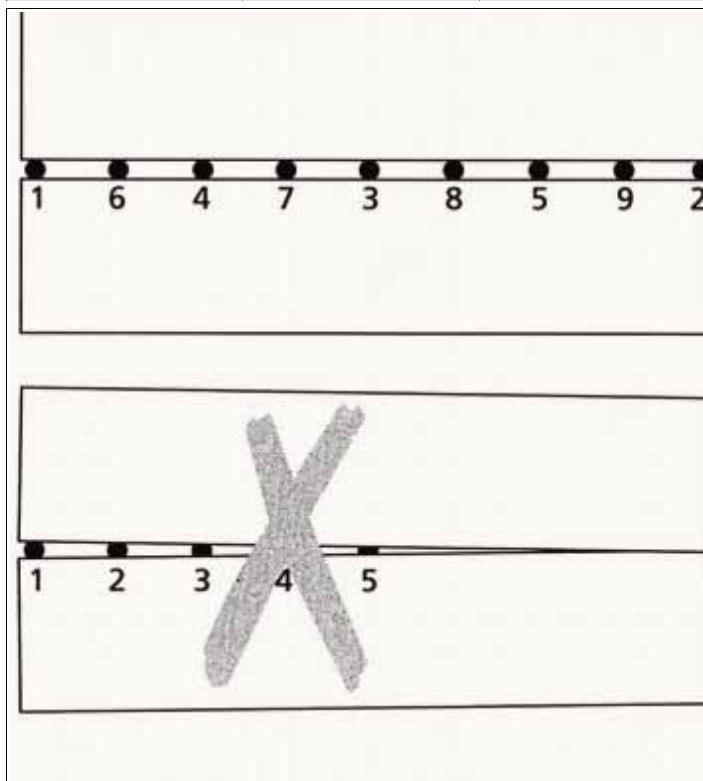
**LASPROCESSEN EN HUN TOEPASSINGSDOMEIN**

Roest- en hittevlaste staalsoorten kunnen met bijna alle bestaande lasprocessen met succes gelast worden. Maar bij lassen van rvs moet men, meer nog dan bij ongelegeerd staal, de nodige maatregelen nemen om het rvs te beschermen tegen de invloed van de omringende lucht. Het beschermgas, het laspoeder of de bekleding van de elektrode dienen om ongewenste effecten zo goed als mogelijk te voorkomen.

Eén van de belangrijkste effecten is een verminderde corrosieweerstand als gevolg van oxiden ontstaan op hoge temperatuur (de zogenaamde "thermische oxides"). Het betreft hier dan zowel de las als het aangrenzende basismateriaal. Het al of niet toepassen van een bepaald lasproces kan afhangen van de vorm en de afmetingen van het werkstuk, de seriegrootte, de kwaliteitseisen, de beschikbaarheid van het proces in het bedrijf enz. In veel gevallen zijn het economische overwegingen die bepalend zijn voor de proceskeuze.

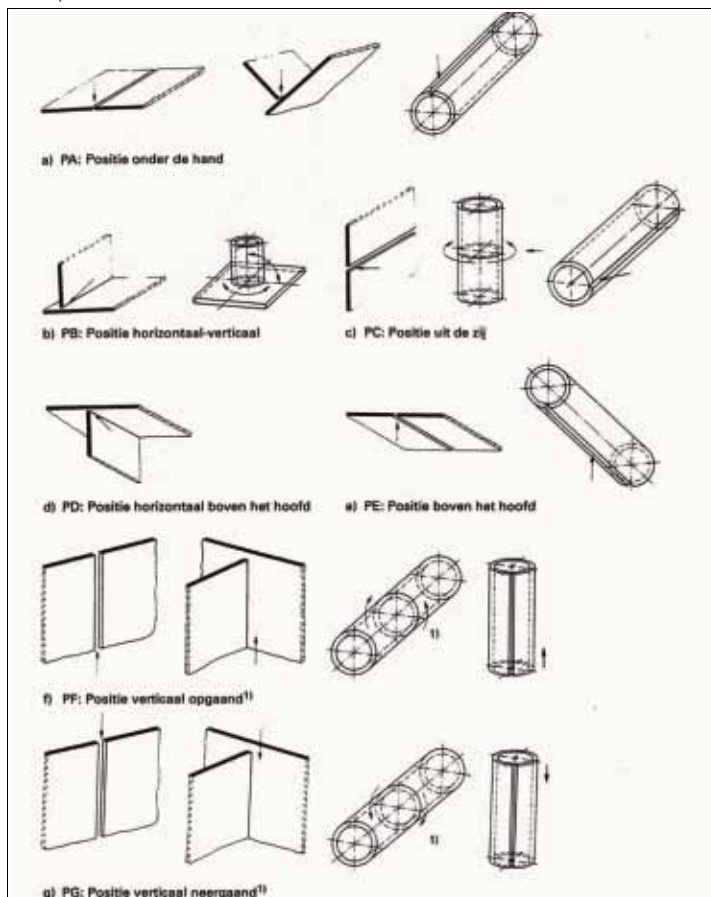
**TABEL 2 - AFSTAND TUSSEN DE HECHTLASSEN**

PLAATDIKTE (MM)	TUSSENAFSTAND (MM)	LENGTE HECHTLAS (MM)
1 - 1,5	30 - 60	5 - 7
2 - 3	70 - 120	5 - 10
4 - 6	120 - 160	10 - 15
> 6	150 - 200	20 - 30



**Figuur 3:** om scharwerking te voorkomen dienen hechtlassen afwisseld langs beide kanten aangebracht te worden

**Figuur 4:** voorbeelden van hoofdposities voor stompe en hoeklassen  
 \*) Voor speciale doeleinden, bv de kwalificatie van lassers, wordt deze positie als hoofdpositie beschouwd



MIG/MAG lassen neemt een steeds belangrijker plaats in bij het lassen van rvs, dit ten nadele van het booglassen met beklede elektrode. MIG/MAG, TIG en plasma-lassen zijn geschikt voor mechanisatie en robotisatie. Voor het orbitaallassen van pijp/pijp en pijp/pijpenplaat verbindingen, al dan niet met draadtoevoer, werd speciale TIG-lasapparatuur ontwikkeld. Een overzicht van de lasprocessen en hun toepassingsgebied wordt gegeven in **tabel 3**, waarbij voor elk proces wordt opgegeven in welk diktebereik en voor welke positie het kan aangewend worden. In de betreffende tabel zijn zuurstof-acetyleenlassen en zachtsolderen niet opgenomen omdat de corrosiebestendigheid meestal sterk achteruit gaat wanneer deze processen worden toegepast. In **figuur 4** wordt een overzicht gegeven van de lasposities volgens EN ISO 6947.

**VEILIGHEIDSMATREGELEN**

Kort samengevat moet bij het lassen van rvs op de volgende punten worden gelet:

**Maatregelen bij de voorbereiding van het lassen:**

- Indien vuile en vette plaatkanten met oplosmiddelen worden gereinigd, moet dat in een aparte ruimte gebeuren waar niet wordt gelast. Kan dat niet, dan moeten zwak alkalische ontvettingsmiddelen worden gebruikt.
- Omtrent brandgevaar dienen middelen als aceton en wasbenzine niet te worden toegepast. Bovendien verdampen deze middelen snel en zijn ze nadelig voor de gezondheid. Er zijn goede oplosmiddelen in de handel die, mits gecombineerd met een goede afzuiging en persoonlijke bescherming (handschoenen), veilig te gebruiken zijn.
- Het gebruik van trichloorethyleen is niet toegelaten en mag zeker niet in de buurt van een lasplaats worden toegepast. Het middel kan namelijk onder invloed van de straling van de lasboog worden omgezet in het zeer giftige fosgeen.
- Indien het installeren van een ontvettingsinrichting wordt overwogen, moet vooraf overleg met de Arbeidsinspectie worden gepleegd.

**Maatregelen tijdens het lassen:**

Op het eerste gezicht lijken er voor de lasser weinig directe bedreigingen voor zijn gezondheid en veiligheid te

zijn. Enkele schadelijke effecten, zoals die veroorzaakt door het inademen van lasrook, worden dan ook pas na enige tijd merkbaar. Daarom is een goede persoonlijke bescherming van belang en een consequent gebruik van afzuiginstallaties noodzakelijk.

- Wanneer met een gasbooglasprocédé wordt gewerkt, moet men alert zijn op het ontstaan van onder andere ozon (O<sub>3</sub>), dat in een maximale concentratie van 0,1 ppm (dat is een deel per 10 miljoen deeltjes) aanwezig mag zijn. Het is snel te ruiken, maar dan zit men al dicht tegen de toelaatbare concentratie aan. Een goede ventilatie in combinatie met een afzuiging is noodzakelijk. Bij twijfel: meten!
- Bij alle lasprocédés waarbij een boog zichtbaar is, moet vanwege het ontstaan van lasrook een goede (lieft plaatselijke) afzuiging worden toegepast. Verdacht is voornamelijk het element chroom in rvs, en het is CrVI dat na langdurig inademen kankerwekkend is. Eventuele longaandoeningen openbaren zich soms pas na tientallen jaren en zijn daarom niet altijd in verband te brengen met de werkomstandigheden.

Dit betekent dat, om eventuele risico's te voorkomen en te vermijden, onder

alle omstandigheden een goede afzuiging noodzakelijk is, en dat bij het werken in kleinere ruimten een lashelm met een voorziening voor verse luchttoevoer moet worden gebruikt.

**BELANGRIJKE TECHNISCHE AANDACHTSPUNTEN**

Austenitische roestvaste staalsoorten hebben in vergelijking met ongelegeerde en laaggelegeerde staalsoorten een ongeveer 1,5 maal zo grote uitzettingscoëfficiënt en een ca. 3 maal geringere warmtegeleiding. De kans op vervorming en doorbranden tijdens het lassen is daardoor aanzienlijk groter. Om dit risico tot een minimum te beperken kunnen de volgende voorzorgsmaatregelen worden genomen:

- Aanbrengen van koperen koelstrippen in de onmiddellijke omgeving van de lasnaad, waardoor in het bijzonder bij dunne plaat toch een snelle warmteafvoer mogelijk is. Hierdoor ontstaat minder krimp en vindt de minste verandering van de structuur van het rvs plaats. Let op dat er geen koper in het smeltbad of de directe omgeving van de las komt. Vloeibaar koper kan namelijk gemakkelijk via de korrelgrenzen binnendringen en daardoor warmtscheuren veroorzaken.
- Het is aan te raden gebruik te maken van een opspaninrichting met koperen strip waarin gaatjes zijn aangebracht voor het toelaten van een beschermend (backing)gas;
- Het product mag pas uit de kleminrichting worden genomen als dit voldoende is afgekoeld.
- Gebruik maken van meer hechtlassen dan bij ongelegeerd en laaggelegeerd staal indien inklemmen niet mogelijk is. Het aantal hechten moet voldoende zijn om een aangebrachte vooropening ook in stand te houden.
- Hechtlassen kunnen bronnen van problemen zijn. Aan de plaatsen waar werd gestart en gestopt dient de nodige aandacht te worden gegeven om poreusheid en kraterscheurtjes te vermijden. Ook moeten ze goed omgesmolten in het lasbad opgenomen worden. Zo nodig eerst uitslijpen en daarna verder lassen. □

**BIBLIOGRAFIE**

- The Avesta Welding Manual, practice and products for stainless steel welding (2005)
- The Professional's Advisor on Welding of Stainless Steels, AWS, 1999
- Roestvast staal lassen, Van voorbereiding tot nabewerking; Smitweld bv, Nijmegen (1986)
- Lassen van roest- en hittevast staal, vm42, FME - NIL

**TABEL 3 - LASPROCESSEN EN HUN TOEPASSINGSGBIED**

LAS & SNIJPROCEDES		TOE TE PASSEN DIKTE			POSITIE
		< 3 mm	3 - 8 mm	> 8 mm	
BOOGLASSEN MET BEKLEDE ELEKTRODE		O	X	X	A
MIG/MAG LASSEN	KORTSLUITBOOG	X	X	X <sup>1)</sup>	A
	SPROEIBOOG	-	X	X	H <sup>2)</sup>
	PULSEREND	X	X	X	A
	GEVULDE DRAAD	-	X	X	A
TIG-LASSEN (INCL. PULS-TIG)		X	X <sup>1)</sup>	X <sup>1)</sup>	A
ONDERPOEDERDEKLASSEN		-	X	X	H <sup>2)</sup>
PLASMLASSEN		X	X	X	A
WEERSTANDLASSEN (PUNTLASSEN)		X	X	-	A
ELEKTRONENSTRAALLASSEN		X	X	X	*
LASERLASSEN		X	X <sup>3)</sup>	X <sup>3)</sup>	*
DIFFUSIELASSEN		X	X	X	*
WRIJVINGSLASSEN		-	X		*
EXPLOSIEFLASSEN		X <sup>4)</sup>	X <sup>4)</sup>		*
HARDSOLDEREN	OVEN	X	X	X	*
	INDUCTIE	X	X	X	*
	DIFFUSIE	X	X	X	*
SNIJDEN	PLASMA	X	X	X	*
	PLASMAGUTSEN		X	X	*
	LASER	X	X	O <sup>3)</sup>	*

**TOEPASBAARHEID**

- X = Mogelijk
- O = Mogelijk, maar niet gebruikelijk
- = Niet mogelijk

**LASPOSITIES**

- H = Horizontaal
- A = Alle
- \* = Wordt door procédé bepaald

**OPMERKINGEN**

- 1) Specifiek toegepast voor grondnaden
- 2) 1G, 1F en 2F posities
- 3) Vermogen groter dan 1.500 W nodig
- 4) Geschikt voor pijp-pijpplaat-verbindingen en pijp-pijpverbindingen