


# INFOFICHES RVS [DEEL 4-2]

## BOOGLASSEN MET BEKLEDE ELEKTRODE

*In deze infofiche [4-2] gaan we nader in op het booglassen met beklede elektrode, een algemeen verspreid en zeer flexibel lasproces. We bespreken de elektrodetypes en de lasuitvoering. Tot slot worden de mogelijke voor- en nadelen van booglassen met beklede elektrode opgesomd.*

 Door Ir. Robert Vennekens, IWE, CEWE, Fweldl, Onderzoekscentrum van het BIL, Technologische Adviseerdienst (dienst gesubsidieerd door IWT) Ir. Wim Van Haver, Onderzoekscentrum van het BIL

### ALGEMEEN

Bij dit algemeen verspreid en zeer flexibel lasproces worden beklede elektroden gebruikt. Dit proces kan worden toegepast voor alle lasbare roestvaste staalsoorten en dit in een breed toepassingsgebied. Het lassen met elektroden van roestvast staal verschilt niet veel met dat van ongelegeerd staal. Rekening dient te worden gehouden met de geringere warmte- en elektrische geleidbaarheid. Deze eigenschap brengt onder andere met zich mee dat de elektroden korter zijn, en dat met ca. 25% lagere stroomsterkte moet worden afgelast. Het peukverlies kan door de grotere kans op oververhitting van de rest van de elektrode oplopen tot ca. 10%.

### Stroombron

De hoogste stroom die wordt gebruikt bij een diameter van 5 mm bedraagt ongeveer 200 A. Bij hoogrendements elektroden kan dat oplopen tot ca. 300 A. Bij het maken van doorlassingen in dunne plaat moet de stroombron nauwkeurig instelbaar zijn tussen 30 en 120 A. De meeste roestvast staalelektroden kunnen zowel met gelijkstroom als met wisselstroom worden verlast. Wel bestaat de trend om meer gelijkstroom te gebruiken. Bij gelijkstroomlassen is de neiging tot spatten immers geringer dan bij het lassen met wisselstroom. Meestal wordt de elektrode dan aan de pluspool aangesloten. Er bestaat een grotere flexibiliteit in vergelijking met andere lasprocessen wat betreft de lasposities. Booglassen met beklede elektrode (BMBE) kent

een breed toepassingsgebied en wordt gebruikt bij nieuwe constructies (vooral op de werf), en bij herstellassen.

Het is een manueel proces dat meestal wordt toegepast vanaf 2mm dikte (tot 1mm is mogelijk maar moeilijk); in principe bestaat er geen bovengrens voor het diktegebied.

Figuur 1 schetst het basisprincipe van dit lasproces. Kerndraad en bekleding smelten gelijktijdig. De bekleding zorgt voor slak- en gasbescherming van de overgedragen metaaldruppels en het lasbad. De stollende slak op de las beschermt tegen oxidatie door de omgevingslucht.

**BIJ HET  
BOOGLASSEN MET  
BEKLEDE ELEKTRODE  
DIENT REKENING TE  
WORDEN GEHOUDEN  
MET DE GERINGERE  
WARMTE- EN  
ELEKTRISCHE  
GELEIDBAARHEID**

### ELEKTRODETYPES

Er bestaat een uitgebreid assortiment aan elektroden, zodat voor elke soort roestvast staal een geschikt type voorhanden is. Deze

worden onderverdeeld in diverse groepen (EN 1600 en AWS A5.4). De meest toegepaste voor roestvast staal zijn ingedeeld op basis van de bekledingen: rutiel-zuur, basisch en rutiel. Deze worden hieronder apart besproken.

### Elektroden met rutiel-zure bekleding

(Aanduiding R in EN1600 en -17 in AWS A5.4.)

De bekledingen van de rutiel-zure elektroden vormen een speciale uitvoering van de rutiele elektroden. Karakteristiek voor deze elektroden is de gemakkelijke ontsteking en het feit dat ze hoge lasstromen aankunnen. De slak is gemakkelijk te verwijderen en de lassen hebben een mooi, licht

concaaf lasuiterlijk.

De inbrand is aan de lage kant en daarom moet worden gelast met een iets grotere vooropening dan bij het lassen met basische elektroden. Zowel DCEP als AC kunnen worden toegepast, maar met DCEP is de boogstabiliteit en de smeltbadbeheersing beter.

**Basische elektroden**

(Aanduiding B in EN1600 en -15 in AWS A5.4.)

De bekleding van basische elektroden bevat veel CaF<sub>2</sub> (vloeispaat) in vergelijking met rutiel en rutiel-zure elektroden, wat resulteert in een lager smeltpunt.

Daardoor heeft de las een laag zuurstofgehalte en weinig insluitsels, wat resulteert in een hogere taaheid en verminderde warmscheur gevoeligheid. Dit is dan ook de reden dat veel volaustenitische en nikkelbasis elektroden basische coatings hebben.

In de PF-positie is de lasbaarheid in het algemeen zeer goed. Dit type elektroden geeft dan ook een zeer goede inbrand, de las is licht convex en ruwer dan bij de rutiele types. Basische elektroden moeten worden gelast met DCEP.

**Rutiele elektroden**

(Aanduiding: R in EN1600 en -16 in AWS A5.4.)

De bekledingen van rutiele elektroden hebben een hoog TiO<sub>2</sub> gehalte (rutiel). Dit resulteert in een gemakkelijk starten van de boog, een glad lasoppervlak en slak die gemakkelijk verwijderd kan worden.

De mechanische eigenschappen, en vooral de kerfslagtaaiheid zijn niet zo goed als deze verkregen met basische elektroden. Typische lasparameters zijn gegeven in tabel 1.

**KEUZE ELEKTRODETYPE**

Soorten van bekleding  
Beklede elektroden zijn in te delen naar twee hoofdtypes:

- de rutiel (R) en
- basische (B) types.

Hiervan zijn nog enkele mengvormen zoals hiervoor reeds werd beschreven.

**Eigenschappen van de rutiel bekleding:**

- goed te verlossen, ook in positie,
  - geschikt voor het maken van doorlassingen en vullingen,
  - glad lasuiterlijk en goede slaklossing,
  - lage ontsteekspanning,
  - geringe neiging tot spatten,
- Elektroden met een rutiel-type bekleding worden dan ook het meeste toegepast.

**Eigenschappen van de basische bekleding:**

- matig goed verlasbaar,
  - hoge ontsteekspanning nodig,
  - tamelijk ruw lasuiterlijk,
  - relatief veel spatvorming,
  - matig goede slakoplossing,
  - lasmetaal met goede kerfslagtaaiheid,
- De basische typen worden alleen in speciale gevallen toegepast, zoals:
- toepassingen bij zeer lage temperaturen, in verband met

de goede kerfslagtaaiheid beneden -150°C,

- toepassingen in hoogtemperatuursinstallaties, wegens de geringe gevoeligheid tot vorming van brose fasen,
- in lasverbindingen die onder hoge spanning komen te staan (in verband met de geringe warmscheur gevoeligheid),
- het maken van doorlassingen,
- voor het verkrijgen van een laag waterstofgehalte (zoniet: risico op porositeit in austenitisch lasmetaal). Drogen bij een hoge temperatuur is mogelijk.

**LASUITVOERING**

De boog lengte beïnvloedt, afhankelijk van het type bekleding, de boogspanning en hierdoor de warmte-ontwikkeling. Basische elektroden moeten met een korte boog lengte worden gelast. De boog lengte dient zo constant mogelijk gehouden te worden. Een langere boog verhoogt de stikstofopname en doet daardoor het ferrietpercentage dalen, waardoor de kans op warmscheuren toeneemt. Om afbrand van legeringselementen en stikstofopname tegen te gaan, moet met een constante, relatief korte boog lengte worden gelast. Voor een goede inbranding moet, naast een voldoende hoge lasstroom, de lassnelheid zo zijn dat het smeltbad niet voor de elektrode uit gaat lopen. Alvorens een las wordt gelegd, moeten de hechtlassen goed worden aangeslepen.

Dit geldt speciaal voor grondlagen in afgeschuinde naden.

Ter voorkoming van kraterscheuren wordt de elektrode aan het eind van een rups en voor elke onderbreking naar de kant weggetrokken of over een afstand van 10 tot 15 mm terugbewogen en daarna langzaam omhooggetrokken.

InError: Reference source not found tabel 2 zijn richtwaarden gegeven voor het maken van staande hoeklassen (positie PB).

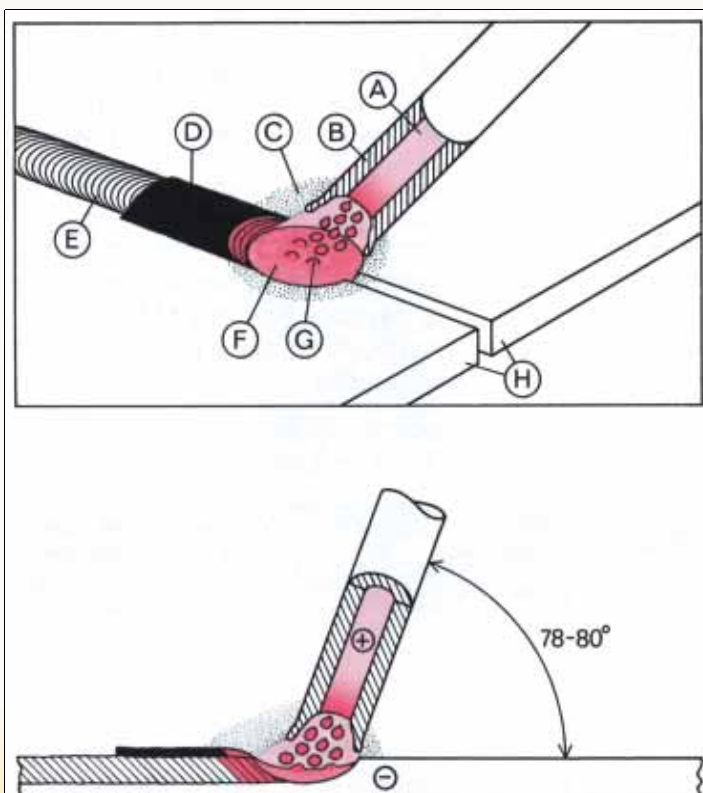
De positionering van de elektrode en de betekenis van de a-hoogte is onder tabel 2 weergegeven.

Error: Reference source not found tabel 3 geeft lasnaadvormen voor het lassen met beklede elektrode.

Op de markt zijn verschillende lastoevoegmaterialen ter beschikking, zoals: beklede elektroden voor het lassen van austenitisch roestvast staal (al dan niet met molybdeen), voor duplex roestvast staal of voor zwart-wit verbindingen (roestvast staal aan koolstofstaal).

Al naargelang de laspositie kunnen hoogrendements elektroden of elektroden voor alle posities worden aangewend. Het lassen met hoogrendements elektroden is vooral bedoeld voor de posities PA en PB van stompe naden en hoeknaden. Wanneer een elektrode met 150% rendement wordt toegepast kan de neersmelt tot 30% hoger zijn dan met standaardproducten.

De uittrek lengte van de laselektrode wordt dan langer zodat dit resulteert in minder starts en stops. Daardoor wordt er op een meer economische manier gelast en stijgt de kwaliteit. Deze elektroden worden normaal



Figuur 1: schematische weergave van booglassen met beklede elektrode.  
A) kerndraad; B) bekleding; C) gasafscherming; D) gestolde slak; E) lasmetaal;  
F) lasbad; G) metaaldruppels bedekt met een laagje gesmolten slak; H) basismetaleel

**MOGELIJKE VOORDELEN EN NADELEN VAN HET BOOGLASSEN MET BEKLEDE ELKTRODEN (BMBE)**

**VOORDELEN**

- Beperkte investering
- Toepassing in alle posities
- Overall bruikbaar
- Korte steltijden
- Elektrode voor elk type roestvast staal
- Weinig last van verontreinigingen
- Slakafdekking, ook aan de achterzijde
- Geringe warmtetoevoer
- Goede mechanische en chemische eigenschappen

**NADELEN**

- Lage inschakelduur
- Lage lassnelheid
- Spatten
- Aanloopkleuren
- Beitsen en passiveren altijd noodzakelijk
- Slakresten
- Kans op slakinsluitsels

**BIBLIOGRAFIE**

- Lassen van roest- en hittevast staal, VM42, FME - NIL
- The Avesta Welding Manual - Practice and products for stainless steel welding (3rd Edition - December 2007 and edition 1986)
- Roestvast staal lassen, Smitweld BV, Nijmegen (1996)

TABEL 1: TYPISCHE LASPARAMETERS VOOR BOOGLASSEN MET RVS MET BEKLEDE ELEKTRODE

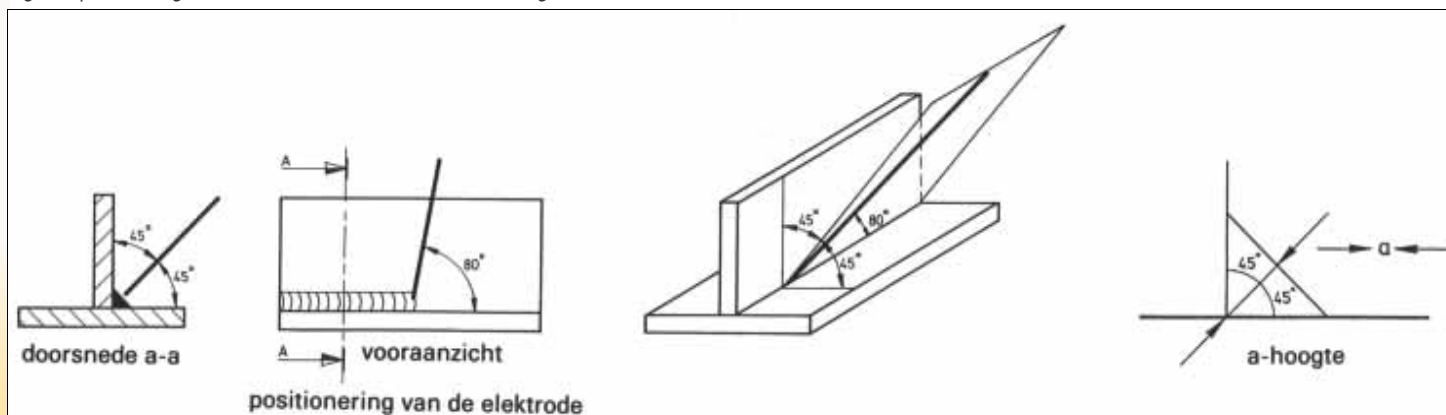
ELEKTRODETYPE	DIAMETER [mm]	SPANNING [V]	STROOM [A]		
			HORIZONTAAL (PA/1G)	VERTICAAL STIJGEND (PF/3G)	BOVEN HET HOOFD (PE/5G)
RUTIEL-ZUUR	1,6	26 – 30	30 – 50	30 – 40	35 – 45
	2,0	26 – 30	35 – 60	35 – 50	40 – 50
	2,5	26 – 30	50 – 80	50 – 60	60 – 70
	3,25	26 – 30	80 – 120	80 – 95	95 – 105
	4,0	26 – 30	100 – 160	/	/
	5,0	26 – 30	160 – 220	/	/
BASISCH (*)	2,0	24 – 27	35 – 55	35 – 40	35 – 45
	2,5	24 – 27	50 – 75	50 – 60	55 – 65
	3,25	24 – 27	70 – 100	70 – 80	90 – 100
	4,0	24 – 27	100 – 140	100 – 115	125 – 135
	5,0	24 – 27	140 – 190	/	/
RUTIEL	2,0	22 – 24	35 – 55	35 – 40	40 – 50
	2,5	22 – 24	50 – 75	50 – 60	60 – 70
	3,25	22 – 24	70 – 110	70 – 80	95 – 105
	4,0	22 – 24	100 – 150	100 – 120	120 – 135
	5,0	22 – 24	140 – 190	/	/

(\*): voor elektroden op nikkelbasis moet een lichtjes lagere stroom worden gebruikt

TABEL 2: RICHTLIJNEN VOOR HET MAKEN VAN STAANDE HOEKLASSEN

PLAATDIKTE [mm]	A-HOOGTE [mm]	DIAMETER ELEKTRODE EN LENGTE ELEKTRODE [mm]	RENDEMENT [%]	STROOMSTERKTE PER ELEKTRODE [A]	LASLENGTE [mm]
2 – 3	ca. 2,5	2,5 x 350	100	50 – 80	200 – 300
		2,5 x 300	150	60 – 90	300 – 350
3 – 4	2,5 – 3	3,25 x 350	100	70 – 90	300 – 350
		3,25 x 350	150	80 – 120	400 – 450
5 – 7	ca. 3,0	4,0 x 350	100	90 – 140	350 – 500
		3,25 x 450	130	90 – 120	ca. 450
		4,0 x 450	130	120 – 160	ca. 600
		3,25 x 350	150	80 – 120	500 – 600
		4,0 x 450	150	130 – 170	650 – 750
8 – 10	ca. 3,5	5,0 x 350	100	160 – 200	450 – 550
		4,0 x 450	130	120 – 160	ca. 500
		5,0 x 450	130	160 – 210	ca. 650
		4,0 x 450	150	130 – 170	550 – 650
		5,0 x 450	150	170 – 230	650 – 750
10 – 12	ca. 4,0	5,0 x 350	100	160 – 210	380 – 500
		5,0 x 450	130	160 – 220	ca. 620
		5,0 x 450	150	170 – 230	600 – 700
12 – 14	ca. 4,5	5,0 x 350	100	160 – 220	300 – 420
		5,0 x 450	130	160 – 230	ca. 520
		5,0 x 450	150	170 – 230	650 – 750
> 14	ca. 5,0	In één laag in principe alleen met rendements elektroden mogelijk			
		5,0 x 450	130	160 – 230	ca. 400
		4,0 x 450	150	170 – 230	450 – 500

Figuren: positionering van de elektrode en betekenis van de a-hoogte



ingezet vanaf 5 mm plaatdikte. □

