

mbo

# Booglassen

met beklede elektroden  
*Verbindende technieken*

 kenteq

WZWBCE



COLOFON

©2023 Kenteq, Bilthoven

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand dan wel openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opname, of enige andere wijze, zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Kenteq  
Soestdijkseweg Zuid 224  
3721 AJ Bilthoven  
uitgeverij@kenteq.nl

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Booglassen met beklede elektrode (BMBE)</b>	<b>5</b>
1.1	BMBE lasmachine	6
1.2	Het lasproces	8
1.3	Voortloopsnelheid	10
1.4	Zwaaibeweging	11
1.5	Elektrodestand	12
1.6	Elektrodesoort en diameter	14
1.7	Samenvatting	16
1.8	Antwoorden	17
1.9	Vragen BMBE	18
<b>2</b>	<b>Veilig lassen BMBE</b>	<b>21</b>
2.1	Een veilige werkplek	22
2.2	Veilig BMBE-lassen	25
2.3	Elektriciteit	30
2.4	Samenvatting	33
2.5	Antwoorden	34
2.6	Vragen Veilig lassen	35
<b>3</b>	<b>Elektriciteit voor de lasser</b>	<b>37</b>
3.1	Spanning, stroom en weerstand	38
3.2	De wet van Ohm	39
3.3	Vermogen	41
3.4	Spanningsoorten	42
3.5	Stroomsoorten	43
3.6	Lasapparaten	45
3.7	Geleiders en isolatoren	46
3.8	Samenvatting	49
3.9	Antwoorden	50
3.10	Vragen Elektriciteit voor de lasser	51
<b>4</b>	<b>BMBE laselektroden</b>	<b>55</b>
4.1	Laselektroden	56
4.2	Indeling van laselektroden	57
4.3	Codering volgens NEN-EN-ISO 2560	64
4.4	Codering volgens NEN-EN-ISO 3581	66
4.5	Eigenschappen en aanduiding bekleding	66
4.6	Samenvatting	69
4.7	Antwoorden	70
4.8	Vragen BMBE laselektroden	71





<b>5</b>	<b>Lasaanduidingen</b>	<b>75</b>
5.1	Kennismaking met lasaanduidingen	76
5.2	Relatie tussen referentieteken en plaats lasnaad	77
5.3	Lasnaadvorm	79
5.4	Aanvullende aanduidingen	84
5.5	Maatinschrijving lasverbindingen	85
5.6	Samenvatting	88
5.7	Antwoorden	89
5.8	Vragen Lasaanduidingen	91
<b>6</b>	<b>Lasfouten en hun oorzaken BMBE</b>	<b>95</b>
6.1	Een bolle las	96
6.2	Een holle las	96
6.3	Onvolkomen doorlassing	96
6.4	Randinkarteling	97
6.5	Bindingsfouten	98
6.6	Vaste insluitels	99
6.7	Lasspetters	100
6.8	Samenvatting	102
6.9	Antwoorden	104
6.10	Vragen Lasfouten en hun oorzaken BMBE	105
<b>7</b>	<b>Materialenkennis lassen</b>	<b>107</b>
7.1	Het hoogovenproces	108
7.2	Staallegeringen	112
7.3	Lasbaarheid van staalsoorten	114
7.4	Structuurverandering door lassen	115
7.5	Samenvatting	116
7.6	Antwoorden	117
7.7	Vragen Materialenkennis lassen	118
<b>8</b>	<b>Economisch lassen</b>	<b>121</b>
8.1	Laskosten	122
8.2	Economisch lassen	129
8.3	Lasmeetmiddelen	131
8.4	Samenvatting	135
8.5	Antwoorden	136
8.6	Vragen Economisch lassen	137

# 1 Booglassen met beklede elektrode (BMBE)

## Inleiding

BMBE staat voor Booglassen Met Beklede Elektrode. Bij BMBE lassen wordt een elektrische boog getrokken tussen het werkstuk en de elektrode. De boog zorgt dat het moedermateriaal en de elektrode samen smelten. De elektrode bestaat uit een kerndraad van metaal en een bekleding.

De kerndraad dient als toevoegmateriaal en zorgt voor de geleiding van de stroom. Uit de bekleding komen gassen en andere stoffen vrij die de boog in stand houden en het smeltbad beschermen tegen invloeden van buitenaf. Ook de slakvorming geeft bescherming tijdens afkoelen. Bij BMBE lassen wordt een constante stroom gebruikt.



*Booglassen met beklede elektrode (BMBE)*

## Leerdoelen

### *Je kunt:*

- het lasproces beschrijven
- de invloed van de booglengte en de stand van de elektrode aangeven
- de voortloopsnelheid bepalen
- de elektrodesoort en de stroomsterkte opzoeken.

## 1.1 BMBE lasmachine

Bij het booglassen werk je met een elektrische booglasinstallatie. De installatie bestaat uit:

- een (las)transformator
- een laskabel met elektrodehouder
- een werkstukkabel met werkstukklem.



*Eenvoudige lasinstallatie met toebehoren*

### Elektriciteitsbron

Als elektriciteitsbron gebruik je de elektriciteit uit het net.

Thuis heb je elektriciteit met een spanning van ongeveer 230 volt en een maximale stroomsterkte van 16 ampère.

Fabrieken hebben vaak een aansluiting op het krachtnet. Dit is elektriciteit met een spanning van 400 volt en een stroomsterkte van meer dan 16 ampère.

### Lastransformator

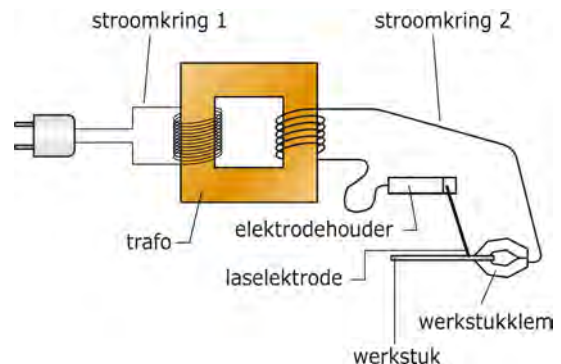
Als je een elektrische kachel aanzet, loopt er een elektrische stroom door de gloeidraad. Omdat de gloeidraad weerstand heeft, ontstaat er warmte. Je noemt de gloeidraad ook wel elektriciteitsgeleider. Elektriciteitgeleiders hoeven niet altijd vaste stoffen te zijn. Ook lucht kan soms als elektriciteitsgeleider werken. Denk maar aan de bliksem.



*Bliksem*

Bij elektrisch lassen gebruik je lucht als elektriciteitsgeleider. Om te kunnen lassen heb je een hoge stroomsterkte nodig. Die kan de elektriciteitsbron niet leveren.

In de transformator worden de spanning en de stroomsterkte omgezet in andere waarden. Uit de transformator komt dan elektriciteit met een lagere spanning en een hogere stroomsterkte. Omzetten heet ook wel transformeren, vandaar het woord transformator.



*Transformator*

### Lasstroom instellen

Op de transformator zit een regelknop. Hiermee regel je de stroomsterkte. Dat moet, omdat er minder warmte nodig is voor het lassen van dun materiaal dan voor dik materiaal. Op de ampèremeter zie je hoe hoog de stroomsterkte is.

### De elektrodehouder

In de elektrodehouder (lastang) klem je een elektrode. De elektrode heeft een kerndraad van staal. De kerndraad is het toevoegmateriaal. De elektrode is bekleed. De bekleding heeft verschillende functies.



*Elektrodehouder met elektrode*

### De werkstukklem

De werkstukklem wordt op het werkstuk of de lastafel geklemd.

Zo wordt de stroomkring gesloten.

De werkstukklem heet ook wel aardklem of massaklem.



*Aardklem op de lastafel*

- ? 1. Uit welke drie onderdelen bestaat een BMBE lasinstallatie?

---

---

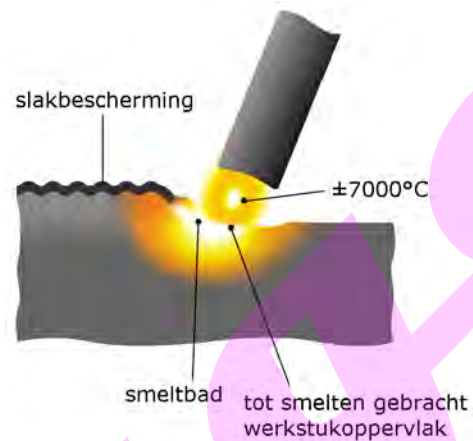
---

## 1.2 Het lasproces

Het lassen bestaat in feite uit het in stand houden van een vlamboog tussen het elektrodepunt en het te lassen werkstuk.

De vlamboog is een voortdurende stroom elektrische vonken tussen de elektrodepunt en het werkstuk. In de vlamboog heerst een temperatuur van ongeveer 7000°C. Door deze hoge temperatuur worden zowel de elektrodepunt als het werkstukoppervlak tot smelten gebracht.

Er ontstaan vloeibare metaaldruppels die met kracht door de vlamboog in het vloeibare werkstukmateriaal "geschoten" worden. Er ontstaat zo een smeltbad tussen de werkstukdelen, dat na het afkoelen een las wordt genoemd. De eveneens tot smelten gebrachte elektrodebekleding beschermt de metaaldruppels zowel in de vlamboog als tijdens het afkoelen van het smeltbad. De vlamboog zendt stralen uit die slecht zijn voor de ogen en de huid.



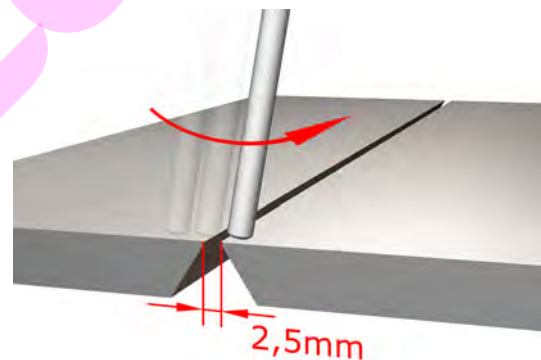
*Booglassen met beklede elektrode*

### ➤ Let op!

Tijdens het lassen moet je op verschillende dingen letten en kan er heel wat fout gaan.

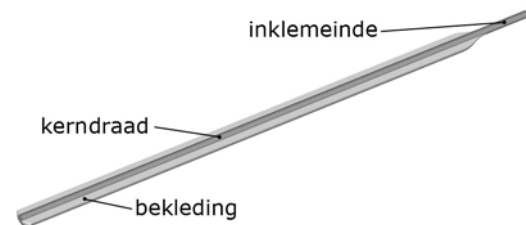
### Boogtrekken

Je moet de boog trekken. Dat wil zeggen de elektrode aanstrijken als een lucifer.



*Elektrode aanstrijken*

Fout is met de elektrodepunt tegen het werkstuk te tikken. Het gevaar bestaat dan dat de elektrodepunt vastvriest (vast komt te zitten aan het werkstuk). Bovendien heb je kans dat je een stuk bekleding van de elektrode afstoot. Bij vastvriezen is dat gevaar nog groter.



*Bekleding elektrode*

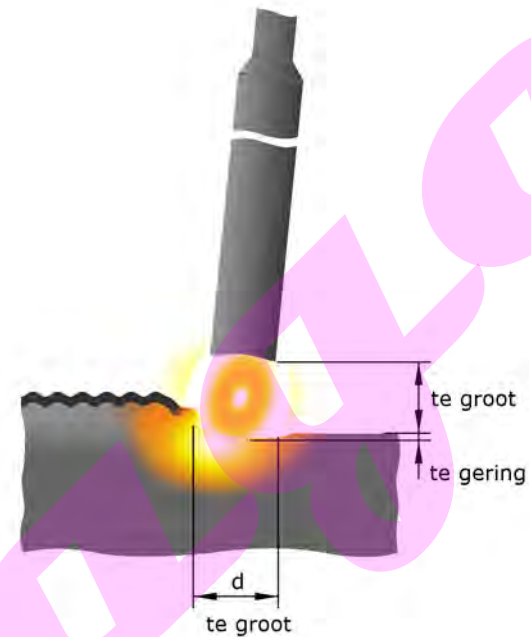


## Booglengte

Na het ontsteken moet je de boog in stand houden. De booglengte is de afstand tussen de elektrode en het werkstuk, en onder andere afhankelijk van de elektrodesoort en elektrodediameter. Een goede vuistregel is: Booglengte is gelijk aan de kerndiameter van de elektrode.

### Booglengte te groot

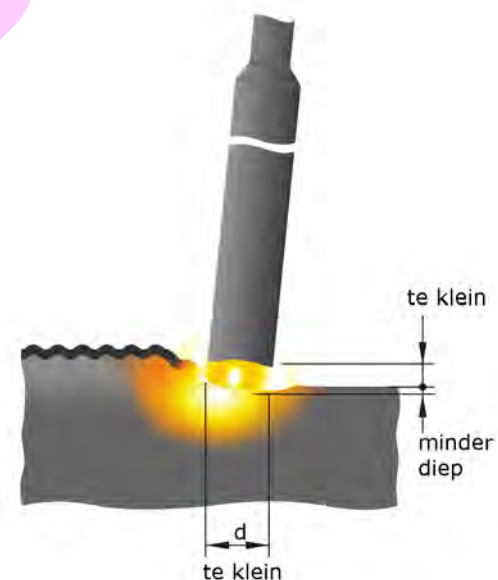
Bij een te grote booglengte wordt de diameter van de brandvlek te groot. De warmte uit de boog spreidt zich dan teveel. Bovendien wordt geen goede richting aan het materiaaltransport gegeven. Er ontstaat een vlakke las met een verhoudingsgewijs ruw oppervlak. Daarnaast is de inbranding minder diep. Doordat de druppels zich meer verspreiden en buiten het smeltbad terechtkomen, neemt de kans op lasspatten toe. De kans bestaat dat de las poreus wordt.



Booglengte te groot

### Booglengte te klein

Door het verminderen van de booglengte vermindert de inbranding eveneens. De booglengte wordt dan te kort om een goede vlamboog te doen ontstaan. De ontstane las heeft een bol en ruw oppervlak. Is de booglengte erg klein, dan bestaat bij het gebruik van dunne elektroden zelfs het gevaar dat deze vastvriezen. Slak- en gasinsluitingen zijn andere mogelijke gevolgen.



Booglengte te klein



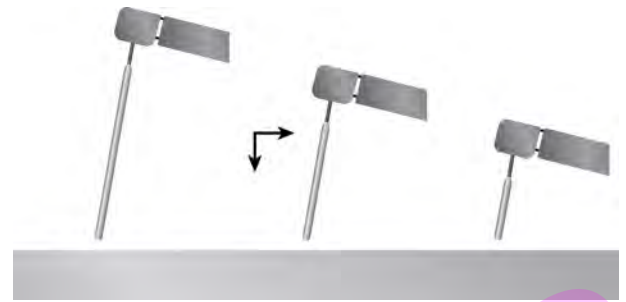
2. Wanneer kan een elektrodepunt 'vastvriezen'?

---

---

### Toevoerbeweging

De toevoerbeweging moet gelijk zijn aan de snelheid waarmee de elektrode afsmelt. Anders wordt de booglengthe te groot of te klein.



*Toevoersnelheid is afsmeltsnelheid*



3. Wat is een goede vuistregel bij het bepalen van de booglengthe?

---



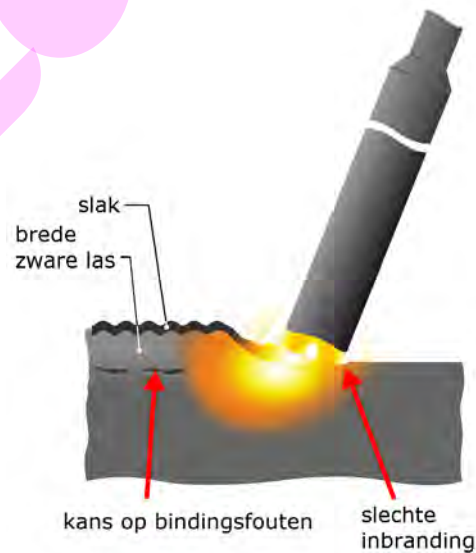
---

### 1.3 Voortloopsnelheid

Om een las met de gewenste vorm en afmetingen te krijgen, moet je de elektrode met de juiste snelheid voortbewegen. Een eerste voorwaarde is dat je voor een goede inbranding zorgt.

#### Voortloopsnelheid bindingsfouten

Is de voortloopsnelheid te laag, dan richt de boogwarmte zich teveel op het vloeibare metaal. Een slechte inbranding is het gevolg. Er kunnen bindingsfouten, ook wel plakfouten genoemd, ontstaan. Daarnaast ontstaat een bredere (zwaardere) las dan bij een goede voortloopsnelheid.



*Voortloopsnelheid te laag*

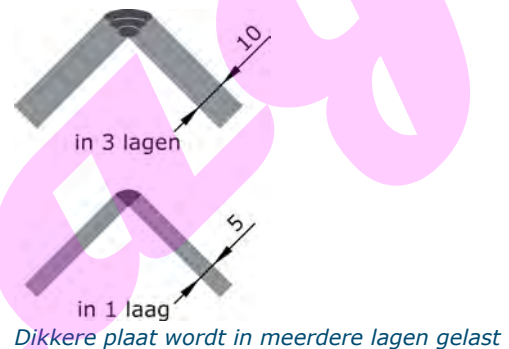
### Voortloopsnelheid ruw lasoppervlak

Is de voortloopsnelheid te groot dan is de inbranding eveneens onvoldoende. De vlamboog ziet namelijk geen kans het werkstukoppervlak voldoende tot smelten te brengen. Bovendien bestaat het gevaar dat de slak het vloeibare metaal onvoldoende toedekt. Een ruw lasoppervlak is het gevolg.



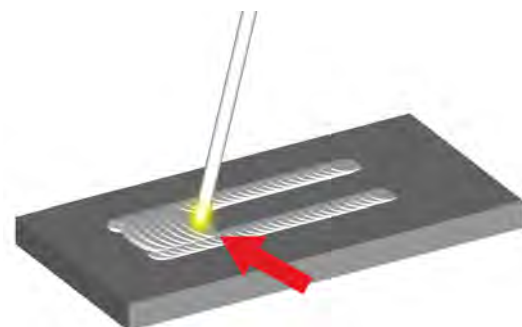
### Voortloopsnelheid meerdere lagen

Een lasverbinding in plaat 10 mm dik las je daarom gewoonlijk in drie lagen. Een plaat 5 mm dik in één laag.

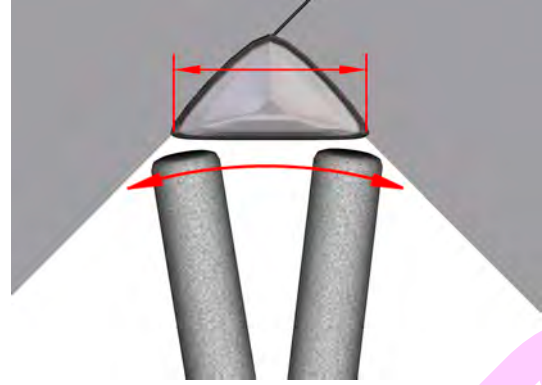


## 1.4 Zwaaibeweging

De breedte van de las kan het nodig maken dat je met de elektrode een zwaaibeweging moet maken. Beter is een dikkere elektrode te gebruiken. Zorg ervoor dat het smeltbad over de volle breedte vloeibaar blijft.



Bij het horizontaal onder de hand lassen is de toelaatbare zwaai breedte 4 keer de kerndiameter van de elektrode. Met een elektrode van 4 mm dik mag je dus niet meer dan  $4 \times 4 = 16$  mm zwaaien.



*Niet verder zwaaien dan 4 x de elektrodedikte*

- ? 4. Wat kun je doen om een zwaai beweging te beperken?

---



---

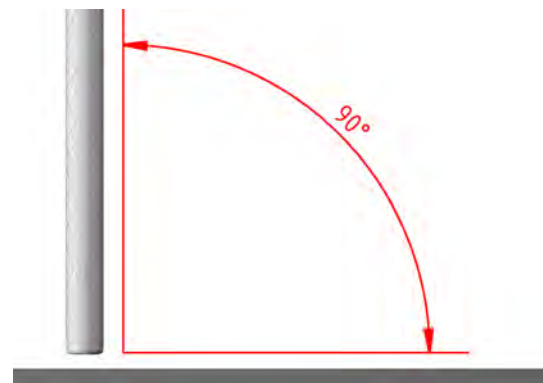
## 1.5 Elektrodestand

Er zijn twee elektrodestanden of -posities; de eerste is in de voortlooprichting, ook wel de lasrichting genoemd.



*Elektrodestand 70°-80° in voortlooprichting (lasrichting)*

De tweede elektrodestand is dwars op de lasrichting.

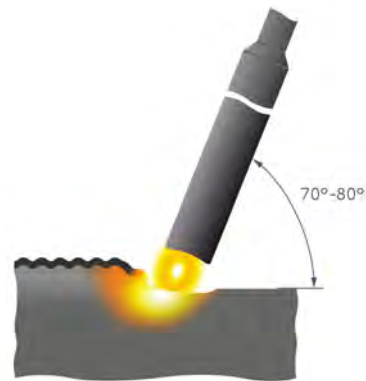


*Elektrodestand dwars op de voortlooprichting (lasrichting)*



### Elektrodestand smeltbad

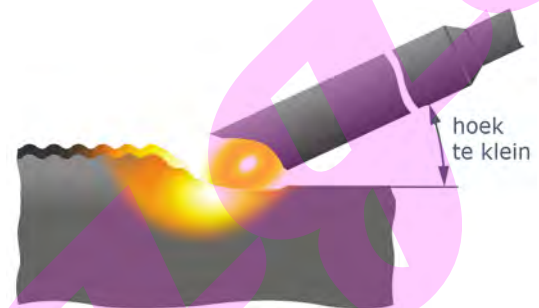
Bij het kiezen van de goede elektrodestand moet je bedenken, dat de elektrode het smeltbad tot een las of snoer met de gewenste afmetingen moet opstuwen. Meestal bereik je goede resultaten bij een hoek van  $70^\circ - 80^\circ$  in de voortlooprichting.



*Elektrode moet het smeltbad tot de gewenste hoogte opstuwen*

### Elektrodestand te kleine hoek

Bij een te kleine hoek is de stuwende werking van de boog te groot. Er ontstaat een ruw lasoppervlak met een puntige tekening. Door de te kleine hoek richt de vlamboog zich te weinig op het werkstukmateriaal. De inbrandingsdiepte is daardoor te gering. De elektrode zal bovendien scheef gaan branden. Het gevolg is minder juist materiaaltransport en onvoldoende bescherming van het smeltbad.



*Stuwende werking van de boog te groot*

### Elektrodestand te grote hoek

Is de hoek te groot, dan vloeit de slak voor de elektrode uit met grote kans op slakinsluitingen.



*Bij een te grote hoek kan slak verkeerd vloeien*

?

5. Welke hoek in de voortlooprichting geeft vaak een goed resultaat bij het lassen?

---

---