

mbo

# Booglassen TIG

*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>TIG-Lassen</b>	<b>7</b>
1.1	Lasproces	8
1.2	Stroombron	9
1.3	Lastoorts	14
1.4	Gasvoorzieningen	19
1.5	Samenvatting	22
1.6	Antwoorden	23
1.7	Vragen TIG-lassen	24
<b>2</b>	<b>Veilig lassen TIG</b>	<b>27</b>
2.1	Een veilige werkplek	28
2.2	Veilig TIG-lassen	31
2.3	Samenvatting	37
2.4	Antwoorden	38
2.5	Vragen Veilig lassen	39
<b>3</b>	<b>Gelijkstroomapparatuur TIG</b>	<b>41</b>
3.1	Gelijkstroomapparatuur	42
3.2	Samenvatting	45
3.3	Antwoorden	46
3.4	Vragen Gelijkstroomapparatuur TIG	47
<b>4</b>	<b>Invloed lasvariabelen TIG</b>	<b>49</b>
4.1	De invloed van de verschillende lasvariabelen (lasparameters)	50
4.2	Samenvatting	57
4.3	Antwoorden	58
4.4	Vragen Invloed lasvariabelen TIG	59
<b>5</b>	<b>Lastoevoegmateriaal en beschermgassen bij TIG-lassen</b>	<b>61</b>
5.1	Lastoevoegmateriaal	62
5.2	Beschermgassen	64
5.3	Samenvatting	68
5.4	Antwoorden	69
5.5	Vragen Lastoevoegmateriaal en beschermgassen bij TIG-lassen	70
<b>6</b>	<b>Lasaanduidingen</b>	<b>73</b>
6.1	Kennismaking met lasaanduidingen	74
6.2	Relatie tussen referentieteken en plaats lasnaad	75
6.3	Lasnaadvorm	77
6.4	Aanvullende aanduidingen	82
6.5	Maatinschrijving lasverbindingen	83
6.6	Samenvatting	86
6.7	Antwoorden	87
6.8	Vragen Lasaanduidingen	89



<b>7</b>	<b>Lasfouten en hun oorzaken TIG</b>	<b>93</b>
7.1	Een bolle las	94
7.2	Een holle las	94
7.3	Onvolkomen doorlassing	95
7.4	Randinkarteling	96
7.5	Bindingsfouten	97
7.6	Vaste insluitsels	98
7.7	Samenvatting	100
7.8	Antwoorden	101
7.9	Vragen Lasfouten en hun oorzaken TIG	102
<b>8</b>	<b>Materialenkennis lassen</b>	<b>105</b>
8.1	Het hoogovenproces	106
8.2	Staallegeringen	110
8.3	Lasbaarheid van staalsoorten	112
8.4	Structuurverandering door lassen	113
8.5	Samenvatting	114
8.6	Antwoorden	115
8.7	Vragen Materialenkennis lassen	116
<b>9</b>	<b>Roestvast staal</b>	<b>119</b>
9.1	Roestvast staal	120
9.2	Legeringselementen	124
9.3	Corrosievormen	126
9.4	Natuurkundige eigenschappen van roestvast staal	127
9.5	Lassen roestvast staal	128
9.6	Samenvatting	130
9.7	Antwoorden	131
9.8	Vragen Roestvast staal	132
<b>10</b>	<b>Lassen roestvast staal</b>	<b>135</b>
10.1	Booglassen met beklede elektroden	136
10.2	TIG-lassen	139
10.3	MIG-lassen	141
10.4	Schaeffler/Delong diagram	142
10.5	Samenvatting	144
10.6	Antwoorden	145
10.7	Vragen Lassen roestvast staal	146
<b>11</b>	<b>Aluminium en aluminiumlegeringen</b>	<b>149</b>
11.1	Ongelegeerd aluminium	150
11.2	Aluminiumlegeringen	151
11.3	Verwerken van aluminium	155
11.4	Samenvatting	161
11.5	Antwoorden	162
11.6	Vragen Aluminium en aluminiumlegeringen	163

<b>12 Werkvoorschriften vlamrichten roestvast staal</b>	<b>167</b>
12.1 Vlamrichten roestvast staal	168
12.2 Samenvatting	170
12.3 Antwoorden	171
12.4 Vragen Werkvoorschriften vlamrichten roestvast staal	172
<b>13 Werkvoorschriften vlamrichten aluminium</b>	<b>175</b>
13.1 Vlamrichten aluminium	176
13.2 Samenvatting	178
13.3 Antwoorden	179
13.4 Vragen Werkvoorschriften vlamrichten aluminium	180
<b>14 Economisch lassen</b>	<b>183</b>
14.1 Laskosten	184
14.2 Economisch lassen	191
14.3 Lasmeeetmiddelen	193
14.4 Samenvatting	197
14.5 Antwoorden	198
14.6 Vragen Economisch lassen	199



# INZEBE

# 1 TIG-Lassen

## Inleiding

TIG-lassen is een elektrisch booglasproces.

De afkorting TIG staat voor *tungsten inert gas*. Tungsten is de Engelse benaming voor wolfram. De niet afsmeltende elektrode is gemaakt van wolfram.

Lastoevoegmateriaal wordt apart, meestal handmatig, in het smeltbad toegevoegd.

Bij het TIG-lassen wordt altijd een edelgas zoals argon of helium gebruikt.

Bij dit lasproces wordt een constante stroomsterkte gebruikt, in tegenstelling tot MIG/MAG-lassen waarbij een constante spanning wordt gebruikt.



TIG-lassen

TIG-lassen is geschikt voor hoogwaardige lasverbindingen. Het is goed mogelijk om RVS en aluminium te lassen. Het is ook geschikt voor het lassen van dun materiaal.

## Leerdoelen

### Je kunt:

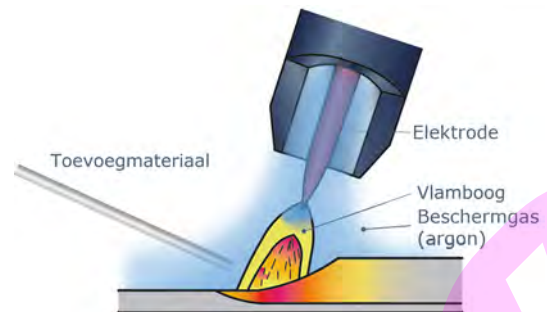
- het lasproces beschrijven
- de kenmerken en beperkingen van TIG-lassen noemen
- de invloed van de stroombron en de stroomsoort aangeven
- aangeven hoe een elektrode ontstoken wordt
- de verschillende lastoortsen en elektroden benoemen
- de gasvoorziening instellen.

## 1.1 Lasproces

TIG-lassen is een elektrisch gasbooglasproces. Net als bij het MIG-lassen wordt gebruikgemaakt van een elektrische vlamboog en beschermgas.

Door middel van een stroombron wordt de elektrische vlamboog in stand gehouden.

De vlamboog brandt tussen een niet afsmeltende wolfram elektrode en het werkstuk. Wolfram heeft het hoogste smelpunt (3420 °C) van alle metalen waardoor het niet smelt.



*Wolfram elektrode creëert vlamboog*

Bij MIG/MAG-lassen dient de lasdraad als elektrode en toevoegmateriaal. De wolfram laselektrode bij TIG-lassen is om de lasboog te produceren en in stand te houden. Een beschermgas beschermt het smeltbad, de vlamboog en de elektrode tegen de schadelijke inwerking van de omgevingslucht. Het beschermgas wordt door het gasmondstuk aangevoerd.

Door de warmte van de boog worden de werkstukanten tot smelten gebracht.

Afhankelijk van de toepassing wordt er al of niet een toevoegmateriaal gebruikt.

Het toevoegmateriaal wordt door de lasser met de hand aangevoerd.

De lasser moet zelf alle lasbewegingen met de lastoorts uitvoeren en tijdens het lassen de booglengte, voortloopsnelheid en toortsstand goed in de gaten houden.



*Werkstukanten smelten*

### > Voordelen:

De belangrijkste voordelen van het TIG-lasproces zijn:

- hoge laskwaliteit, bijna alle metalen kunnen met het TIG-proces worden gelast
- uitstekend geschikt voor het lassen van dunne plaat
- gescheiden toevoer van laswarmte en toevoegmateriaal
- er kan in alle posities mee worden gelast
- op de las is geen slak aanwezig
- er kan zowel met als zonder toevoegmateriaal worden gelast
- geen vonken of spatten tijdens het lassen
- weinig lasrook.

### > Nadelen:

De belangrijkste beperkingen van het TIG-lasproces zijn:

- de lassnelheid is laag t.o.v. het elektrode- en MIG/MAG-lassen
- door de lage lassnelheid is de warmte-inbreng groot
- het gevolg is dat de vervorming groot is
- gevoelig voor zijwind (tocht)
- gevoelig voor verontreinigingen in en op het werkmateriaal
- door gebruik van edelgasen in combinatie met de lage lassnelheid is het duur.



## TIG-lasinstallatie

De vorm en uitvoering van TIG-lasinstallaties (TIG-lasmachine) kan sterk verschillen.

Toch is elke TIG-lasinstallatie opgebouwd uit een aantal herkenbare hoofdonderdelen:

- stroombron
- koelsysteem
- toorts met slangenpakket
- gasfles met drukregelaar.



Lasmachine met TIG-toorts

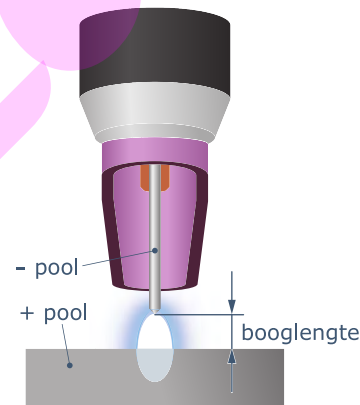
- ? 1. Wat is het enige doel van de wolfram laselektrode bij het TIG-lassen?

---

---

## 1.2 Stroombron

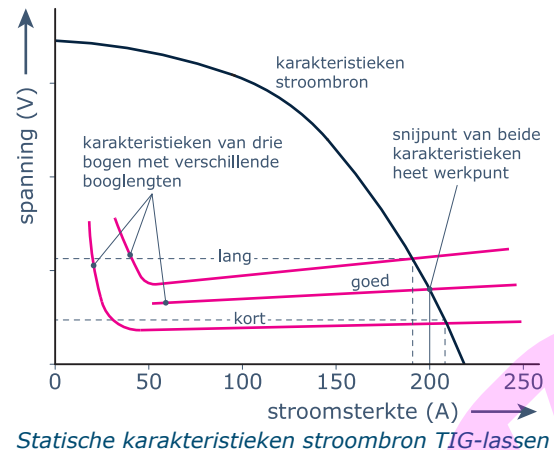
De stroombron zorgt er allereerst voor dat de netspanning van 400 volt of 230 volt wordt verlaagd naar een voor het lassen geschikte waarde van 70 volt. Verder moet de stroombron ervoor zorgen dat de booglengte-veranderingen die bij het lassen met de hand altijd ontstaan geen grote veranderingen van de lasstroom geven. Bij verandering van booglengte verandert namelijk ook de spanning en de stroom.



Booglengte invloed

Wanneer je tijdens het lassen de afstand tussen elektrodepunt en werkstuk vergroot, wordt automatisch de boogspanning hoger en de lasstroom lager.

Maak je deze afstand kleiner, dan daalt de boogspanning en stijgt de lasstroom. De lasstroomvariaties mogen niet te groot zijn, anders is lassen niet meer mogelijk. Om stroomvariaties te voorkomen, moet je voor het TIG-lassen een stroombron gebruiken met een dalende statische karakteristiek. Voor het MIG/MAG-lassen wordt een stroombron met vlakke karakteristiek gebruikt.



### Stroomsoort

Voor het TIG-lassen kun je gebruikmaken van gelijkstroom (dan is de elektrode altijd negatief, anders zou hij smelten) of met wisselstroom.

De stroomsoort keuze is afhankelijk van het materiaal dat je moet lassen. Aluminium en aluminium legeringen kun je alleen met wisselstroom lassen. Alle andere materialen worden met gelijkstroom gelast. Vandaar dat er twee verschillende typen stroombronnen worden gebruikt voor het TIG-lassen.

- Een gelijkrichter: Een stroombron die alleen gelijkstroom levert en niet gebruikt kan worden voor het lassen van aluminium en aluminium legeringen.
- Een gecombineerde wisselgelijkstroombron (ook wel dubbelstroom apparaat genoemd): Deze is zowel geschikt voor het lassen van aluminium als andere materialen.

Hier wordt alleen aandacht besteed aan het TIG-lassen met gelijkstroom.

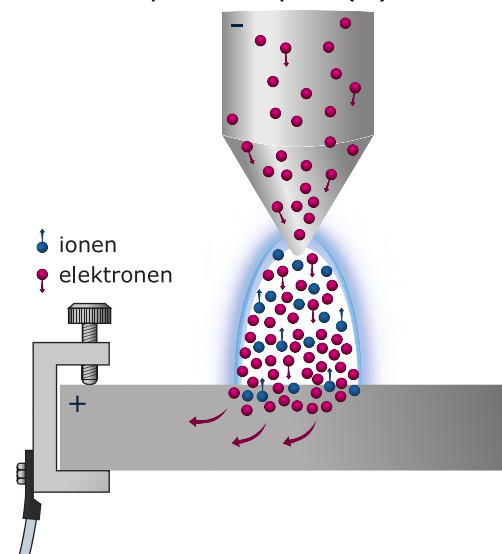
### Polariteit

Bij het lassen met gelijkstroom wordt de lastoorts altijd op de negatieve pool (-) aangesloten en de aardkabel met werkstukken aan de positieve pool (+).

De wolfram elektrode (toorts) moet op de (-) pool worden aangesloten, omdat de warmte-ontwikkeling hier het laagst is.

De meeste warmte ontstaat aan de (+) pool, de werkstukkant dus. Dit is het gevolg van het gedrag van de negatief geladen deeltjes (elektronen) en de positief geladen deeltjes (ionen) in de vlamboog.

Door het lassen op de (-) pool kun je met relatief dunne elektroden en geconcentreerde boog werken, terwijl de inbranding in het werkstuk diep zal zijn.



Gelijkstroom lastoorts op negatieve pool

- ? 2. Tijdens het TIG-lassen verklein je de afstand tussen elektrodepunt en werkstuk. Wat gebeurt er met de boogspanning en de lasstroom?

---

---

### Boogontsteking

Bij de meest bekende booglasprocessen ontsteek je de lichtboog door met de laselektrode of lasdraad het werkstuk aan te raken.

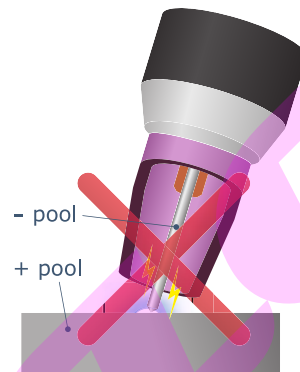
Door dit aanraken gaat er een kortsluitstroom lopen waardoor de lichtboog ontsteekt.

> **Let op!**

*Elektrode mag werkstuk niet raken!*

Bij het TIG-lassen mag je de boog niet op deze manier ontsteken.

De punt van de wolfram elektrode mag geen contact maken met het werkstukmateriaal.

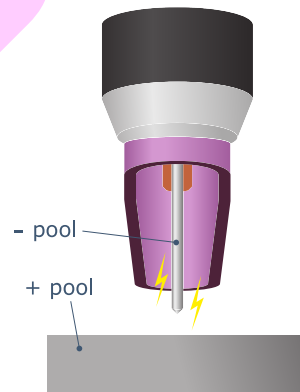


*Elektrode mag het werkstuk niet raken*

### Hoogfrequent unit

Om contactloze ontsteking van de lichtboog mogelijk te maken, is in de stroombron een "hoogfrequent unit" ingebouwd.

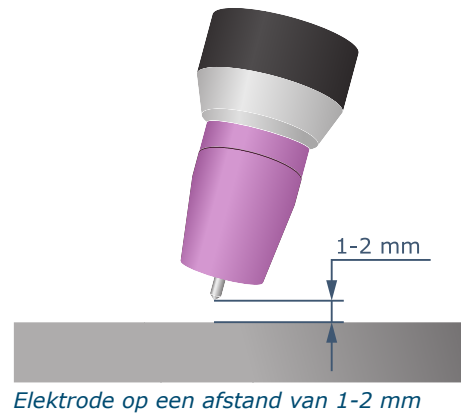
De startinrichting levert een spanning met een zeer hoge frequentie die kan oplopen tot 150.000 hertz. We noemen dit een hoogfrequente spanning. Als de open spanning van het lastoestel hoog genoeg is ( $\pm 70$  Volt) dan zal de boog ontsteken.



*Ontsteking, spanning ( $\pm 70$  Volt)*

Als je de elektrode op een afstand van 1-2 mm bij het werkstuk brengt en de toortsschakelaar indrukt, zie je de hoogfrequent vonken overspringen naar het werkstuk.

Door deze hoogfrequent vonken wordt het beschermgas elektrisch geleidend gemaakt (ioniseren van het gas) en de boog ontsteekt. Bij het lassen met de gelijkstroom schakelt de hoogfrequent unit automatisch uit als de boog is ontstoken.



### Startstroom (Up slope)

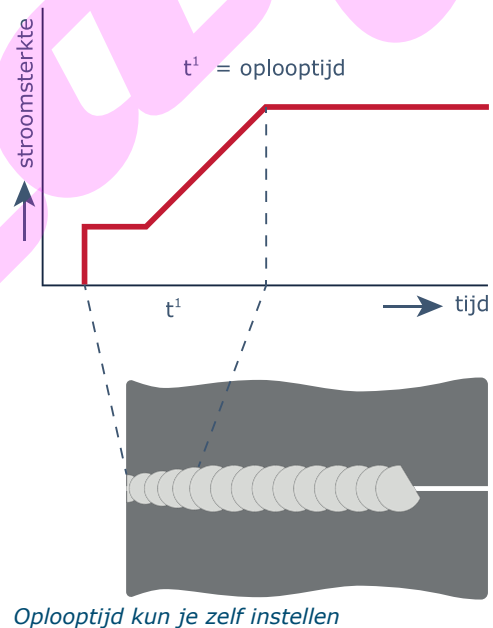
De in de stroombron ingebouwde startstroomregeling zorgt ervoor dat na het indrukken van de toortsschakelaar de lasstroom langzaam oploopt naar de ingestelde waarde. Doordat de lasstroom langzaam oploopt, voorkom je dat bij het ontsteken van de boog wolframdeeltjes van de elektrode springen.

Ook het doorbranden tijdens de start bij het lassen van dunne plaat, of tijdens het maken van een doorlassing, voorkom je door gebruik van de startstroomregeling.

### Startstroom oplooptijd

Nog een ander voordeel is dat je in moeilijke lasposities de lasnaad gemakkelijk kan opzoeken.

Je kunt de boog naast de lasnaad ontsteken, en vervolgens naar de naad lopen en de juiste positie innemen. Bij de meeste TIG-stroombronnen kun je de "oplooptijd" zelf instellen.



?

3. Wat is het doel van de hoogfrequent unit?

---

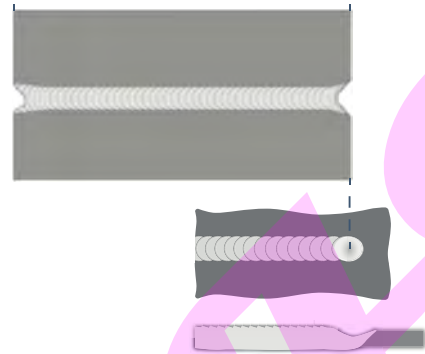


---

### Kratervuller (Down slope)

Als je plotseling stopt met lassen, ontstaat aan het eind van de las een krater.

Soms komen in de krater ook scheurtjes voor. Deze krimpscheurtjes ontstaan als gevolg van de te snelle afkoeling. Kraters en kraterscheurtjes in de las zijn niet toegestaan.



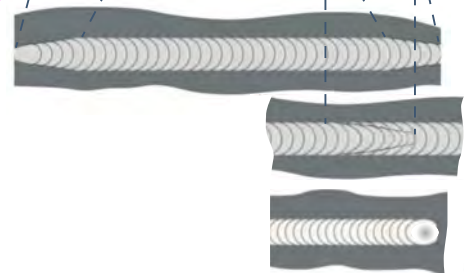
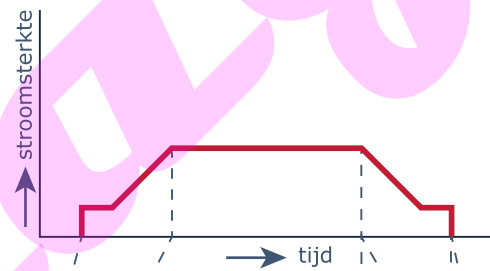
*Voorkom kraters aan het eind van de las*

### Kratervuller teruglooptijd

Om deze kratervorming te voorkomen is in de meeste TIG-stroombronnen een kratervuller ingebouwd.

Wanneer je stopt met lassen en de toortsschakelaar indrukt, zorgt de kratervuller ervoor dat de lasstroom langzaam terugloopt naar een lagere waarde, waarna de boog dooft.

Doordat de lasstroom steeds lager wordt, zie je ook het smeltbad steeds kleiner worden. Door tijdens het kleiner worden van het smeltbad nog wat draad toe te voegen, verdwijnt de krater helemaal. Door de langzame afkoeling zullen er ook geen krimpscheurtjes ontstaan.



*Langzame afkoeling aan het eind van de las*