

Lassen 1

Inhoudsopgave

LAS01	Booglassen met beklede elektrode
LAS02	MIG- en MAG-lassen
LAS03	TIG-lassen
LAS04	Autogeen lassen
LAS05	Gassen bij booglassen
LAS06	Solderen
LAS07	Puntlassen
LAS08	Afzuiging las- en snijrook

Autogeen lassen

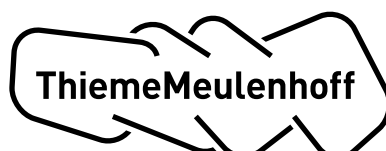


TOUCHTECH

Auteur
H. Hebels

Eindredactie
G. Siemens

LAS04



Introductie

Smeltlassen



Figuur 1

Zien we hier een lavastroom bij een vulkaanuitbarsting? Of misschien een raket die een landing maakt op de zon? Nee, geen van beide! Wat je op deze foto ziet, zijn de drie componenten van een lasproces. In de eerste plaats zie je een vlam die een metaal smelt waardoor een smeltbad ontstaat. Dezelfde vlam smelt van een lasdraad een druppel af, die vervolgens wordt opgenomen in het smeltbad. Deze combinatie vormt een lasproces. De naam? Autogeen lassen, want dat is de naam van het oudste smeltlasproces.

Oriënterende vragen

- Is het mogelijk om met zo'n klein vlammetje staal te smelten?
- Wat heb je nodig om een vlam te maken?

Theorie

Kernvragen

- Hoe ontstaat de ideale vlam bij autogeen lassen?
- Welke factoren zijn van invloed op de lasdoorsnede bij autogeen lassen?
- Hoe stel je de installatie voor autogeen lassen in bedrijf?
- Hoe voorkom je lasfouten bij autogeen lassen?
- Welke maatregelen neem je om veilig autogeen te kunnen lassen?

Lasproces

Autogeen lassen is een smeltlasmethode, waarbij je de warmte haalt uit de verbranding van een gas (acetyleen of propaan) met zuivere zuurstof. Doordat je het metaal op de lasnaad tot smelten brengt, vloeien beide werkstukdelen in elkaar over. Na stolling ontstaat een vaste verbinding.



Figuur 2 Autogeen lassen van een buis

Toepassingsgebied

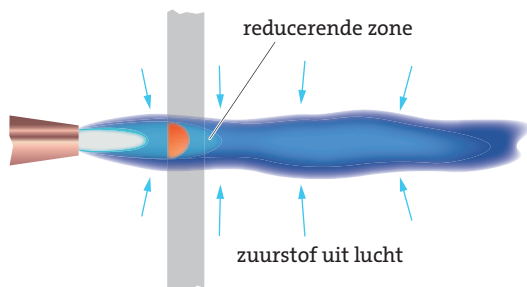
Het autogene lasproces kun je op bijna onmogelijke plaatsen uitvoeren, zoals in kruipruimten onder vloeren. In de verwarmings- en installatietechniek wordt deze lasmethode dan ook veelvuldig toegepast. Het materiaal dat je last, is meestal ongelegeerd en zwakgelegeerd staal.

De *autogene installatie* kun je voor allerlei processen gebruiken. Autogeen snijden en solderen voer je uit met dezelfde installatie. Solderen doe je zelfs met dezelfde *branderset*. Bij het autogeen snijden hoef je alleen een andere brander te monteren. Ook voor warmstoken en **richten** gebruik je de autogene installatie.

Lasvlam

Bij autogeen lassen maak je een smalle las. Hiervoor moet je de warmte plaatselijk kunnen overdragen met een kleine vlam. Om snel een smeltbad te kunnen maken, heb je een hoge vlamtemperatuur nodig. Bij de verbranding moet dus veel warmte vrijkomen. Een vlam van *acetyleen* (C_2H_2) met zuivere zuurstof (O_2) heeft een vlamtemperatuur van meer dan 3000 °C en voldoet aan deze eisen. Deze combinatie zorgt voor een snelle warmteoverdracht van de vlam naar het materiaal.

De lasvlam heeft een beschermende functie. Dit is nodig om **oxidatie** van het smeltbad tegen te gaan. Daarom voer je bij de verbranding te weinig zuivere zuurstof aan, zodat de verbranding niet volledig is. Om de verbranding volledig te doen plaatsvinden, wordt er zuurstof uit de directe omgeving opgenomen. Op de lasplaats is de atmosfeer daardoor zuurstofvrij en kan geen reacties meer aangaan met het vloeibare metaal van het smeltbad.

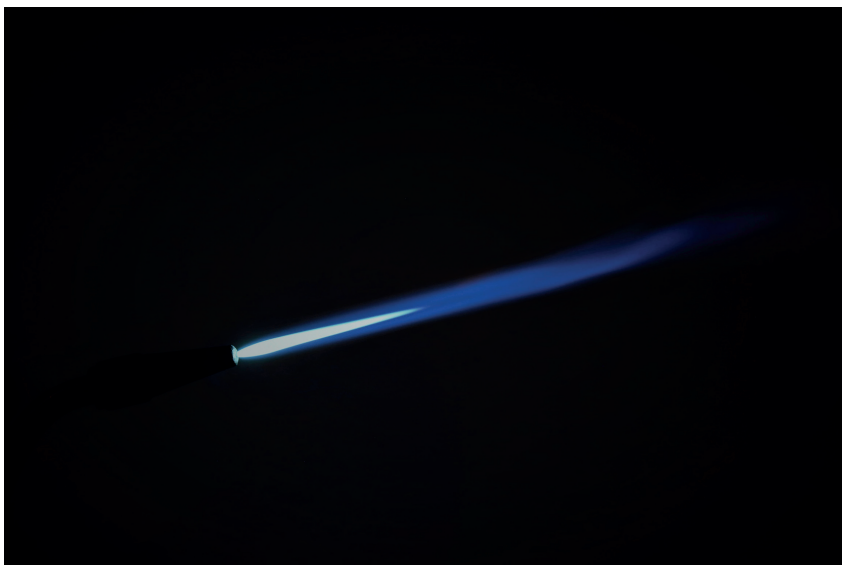


Figuur 3 Autogene lasvlam

Vlaminstelling

Als je meer of minder acetyleen toevoegt, kun je verschillende *vlaminstellingen* krijgen, afhankelijk van de toepassing.

Als je een overmaat aan acetyleen toevoert, ontstaat een **carburerende vlam**. Om de kegel van de vlam zie je een wit waas.



Figuur 4 Carburerende vlam

Door het tekort aan zuurstof zal er veel omgevingslucht worden opgenomen. Dat maakt deze vlaminstelling geschikt voor het zachtsolderen van oxidatiegevoelige materialen, zoals aluminium, magnesium en koper. De vlam heeft een overschot aan acetyleen (C_2H_2) waarvan de koolstofcomponent (C) in het smeltbad kan worden opgenomen. Als je met deze instelling staal last, ontstaat een harde brosse las met ongunstige eigenschappen. De *carburerende vlam* gebruik je ook voor het lassen van gietijzer, omdat dit al een hoog C-gehalte heeft.

Als je te weinig acetyleen toevoert, ontstaat een **oxiderende vlam**. Deze vlaminstelling heeft een overschot aan zuurstof. Het felgekleurde *vlamkegeltje* is klein en spits. De kleur is helderblauw.



Figuur 5 Oxiderende vlam

De vlamtemperatuur is hoog. Door de overmaat aan zuurstof is deze instelling niet geschikt om te lassen, omdat het basismateriaal oxideert. Door de hoge vlamtemperatuur en dus snelle opwarming gebruik je de *oxiderende vlam* bij het hardsolderen met als toevoegmateriaal koperzink.

Bij een neutrale vlaminstelling stel je een **reducerende vlam** in. Hierbij heeft de vlamkegel zijn maximale lengte en is scherpomlijnd.

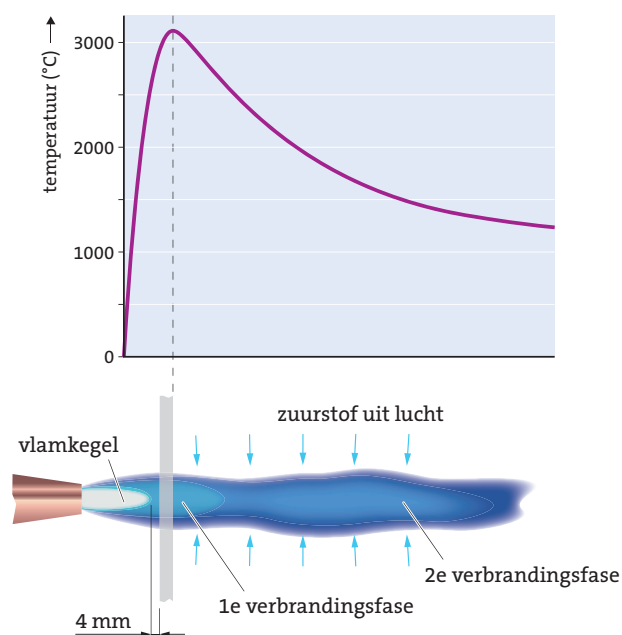


Figuur 6 Reducerende of neutrale vlam

De *reducerende of neutrale vlam* beschermt het smeltbad uitstekend tegen invloeden van zuurstof en stikstof uit de omgevingslucht. De vlamtemperatuur is hoog, mits je de goede afstand tot de kegel aanhoudt.

Temperatuur in de lasvlam

De temperatuur van een vlam is het hoogst bij volledige verbranding. Omdat bij de *autogene lasvlam* alleen in de eerste verbrandingsfase volledige verbranding plaatsvindt, zal de temperatuur hier het hoogst zijn. De beste lasplaats is dan ook op ongeveer 4 mm vanaf de punt van de *vlamkegel*.



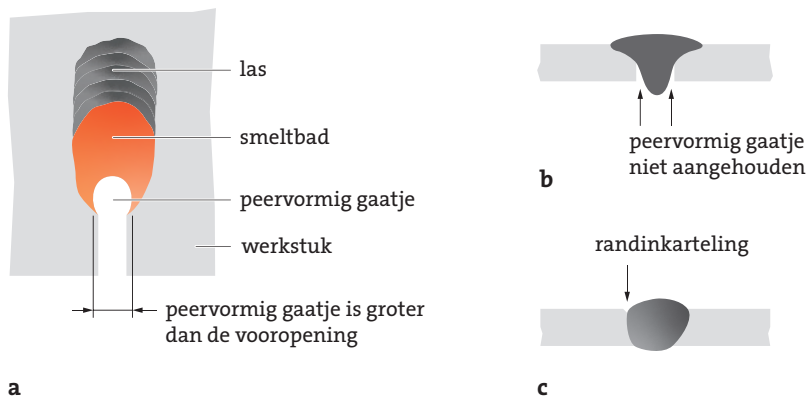
Figuur 7 Vlamtemperatuur

De praktijk van het autogeen lassen

Een goede verbinding ontstaat als je een las maakt waarbij het gesmolten lasmetaal goed hecht aan het moedermateriaal. Dat gebeurt alleen als je het metaal van de werkstukdelen in vloeibare toestand met elkaar vermengt, al dan niet met toevoegmateriaal. Als één van de twee of drie niet goed vloeibaar is, krijg je een slechte las met **aanhechtingsfouten**.

Doorlassing

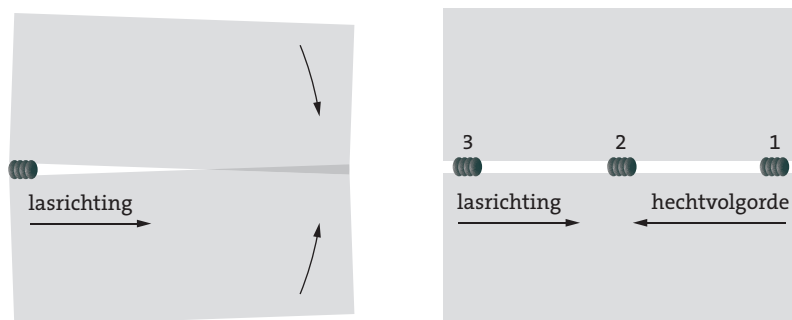
Bij **stompe lasverbindingen** is een **doorlassing** noodzakelijk om een goede sterkte te kunnen garanderen. De beide materiaaldelen moet je op de lasplaats goed smelten en het gesmolten toevoegmateriaal moet zich goed vermengen in het smeltbad. Om een goede doorlassing te maken moet je de plaatranden wegsmelten. Dit kun je zien doordat zich een *peervormig gaatje* vormt.



Figuur 8 Goede aanvloeiing voorkomt lasfouten

Als je de randen van de plaat niet smelt, ontstaan **aanvloeiingsfouten**. Als je de brander scheefhoudt en te veel op één plaatdeel richt, kan er **randinkarteling** ontstaan. Dit kan ook ontstaan als je het toevoegmateriaal te veel aan één kant van de lasnaad aanbrengt.

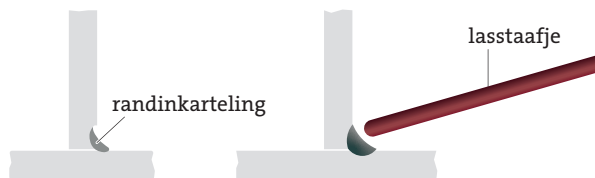
Aanvloeiingsfouten ontstaan als je met een te kleine vooropening last, of als deze tijdens het lassen dichttrekt. Dit voorkom je door de goede hechtvolgorde te kiezen.



Figuur 9 Hechtvolgorde bij autogeen lassen

Staande hoeklas

Bij een staande hoeklas maak je geen doorlassing. Je moet de haaks op elkaar staande plaatdelen goed in elkaar laten overvloeien. Je richt de vlam onder een hoek op beide plaatdelen en zwaait een beetje. Om geen randinkarteling te krijgen moet je het toevoegmateriaal hoog in het smeltbad aanvoeren.



Figuur 10 Randinkarteling voorkomen

Voortloopsnelheid

De warmte die voor het afsmelten van de lasstaaf nodig is, onttrek je zowel bij een stompe als bij de staande hoeklas aan het smeltbad. Je smelt de lasstaaf af door deze in het smeltbad te dopen. Als het smeltbad te groot dreigt te worden (en dus onbeheersbaar), kun je het afkoelen door de lasstaaf langer in het smeltbad te houden. Er zal dan meer toevoegmateriaal afsmelten waardoor je de lassnelheid kunt verhogen. Bij een grotere vlam kun je een dikkere lasdraad nemen. Ook dan kun je lassen met een hogere voortloopsnelheid.

Toevoegmateriaal

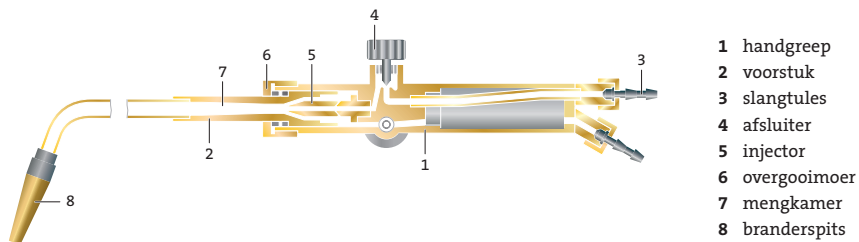
Voor het autogeen lassen van constructiestaal gebruik je *lasdraad* met een laagje koper. Dit voorkomt roestvorming van de lasdraad, zodat het smeltbad niet wordt verontreinigd. Het koolstofgehalte van de lasdraad is laag ($< 0,1\%$). De draad is verkrijgbaar in verschillende dikten. Veelvoorkomende dikten zijn 1,5, 2, 2,5, 3 en 4 mm. De lengte van de staaf is meestal 1 m.

Lasbrander

Een *lasbrander* voor autogeen lassen is opgebouwd uit twee hoofddelen: de handgreep en het voorstuk.

Handgreep

In de handgreep komen het acetyleen en de zuurstof via aparte afsluiters binnen. De zuurstof gaat via de geopende afsluiter naar de aansluitnippel van de **injector**. De injector zit in het voorstuk van de brander.



Figuur 11 Autogene lasbrander

Het acetyleen wordt aangevoerd door een rode slang met een doorlaat van 9 mm. De zuurstof wordt aangevoerd door een blauwe slang met een doorlaat van 6 mm. De slangen zijn met slangklemmen aangesloten op **slangtules**. Deze tules moet je met een rechtse draad (voor zuurstof) en een linkse draad (voor acetyleen) op de handgreep monteren. Op deze manier kun je ze niet omwisselen.



Figuur 12 Handgreep autogeenbrander

Vorstuk

De zuurstof heeft een hoge snelheid en veroorzaakt rondom de injector een **vacuüm**. Hierdoor wordt het acetyleen dat zich rondom de injector bevindt, meegezogen naar de mengkamer. De vorm en afmeting van de injector zijn zodanig dat één deel zuurstof één deel acetyleen meezuigt. In de mengkamer neemt de snelheid af en vormen acetyleen en zuurstof een brandbaar mengsel. Dit mengsel ontsteek je aan het mondstuk of de branderspits. De **branderspits** is gemaakt van koper, zodat de warmte die van de vlam en het smeltbad afstraalt, snel wordt afgevoerd.

Het voorstuk van de brander monteert je met een **overgooimoer** aan de handgreep.



Figuur 13 Verschillende brandervorstukken

Er zijn verschillende *brandervorstukken* om oplopende plaatdikten te kunnen lassen. Deze zijn genummerd, waarvan de nummers 0 tot en met 3 het meest worden gebruikt.

Tabel 1 Lasbrandervorstukken

Nummer	Plaatdikte (mm)	Acetyleenverbruik (dm ³ /h)	Zuurstofverbruik (dm ³ /h)	Zuurstofdruk (·10 ⁵ Pa)	Lassnelheid (mm/min)
0	0,5-1	85	95	2-3	100-200
1	1-2	170	185	2-3	90-140
2	2-4	285	320	3	50-100
3	4-6	435	485	3	40-60

Praktijkvoorbeeld: Keuze voorstuk en bepaling lastijd

Gegeven

In een verloopstuk van 3 mm staalplaat zit in totaal 1,5 m autogeen laswerk.

Gevraagd

Welk brandervorstuk gebruik je? En hoelang is de netto lastijd?

Oplossing

Je gebruikt brandervorstuk nummer 2.

De lassnelheid zal circa 75 mm/min bedragen (middelen tussen 50-100).

De netto lastijd bedraagt $\frac{1500 \text{ mm}}{75 \text{ mm/min}} = 20$ minuten.

Sommige voorstukken zijn gemaakt van zacht koper, zodat je ze kunt buigen. Zo kun je ook op moeilijk bereikbare plaatsen lassen.

Wegspringende lasspatten kunnen de boring van de branderspits verstoppert. Je mag de opening alleen schoonmaken met doorsteeknaalden. Bij het reinigen zet je de zuurstofkraan open om de vuilresten weg te blazen.

Autogene lasinstallatie

Bij een autogene lasinstallatie worden gas en zuurstof via leidingen en/of slangen naar de lasbrander getransporteerd. Dat kan een vaste installatie zijn zoals in de werkplaats of een mobiele installatie voor op karwei.



Figuur 14 Mobiele autogene lasinstallatie

Zuurstof- en gasvoorziening

De zuurstof zit in stalen cilinders (zuurstofflessen) of in een tank (bij grotere installaties). Op de cilinder zit een afsluiter met een rechtse inwendige schroefdraad voor de aansluiting van de drukregelaar.



Figuur 15 Reduceerventiel voor zuurstof

De zuurstoffles heeft een inhoud van 40 of 50 liter en wordt gevuld tot een druk van 150 of 200×10^5 Pa. De zuurstoffles is blauw en heeft een ingeslagen merkteken: zuurstof of O_2 . Ook de werkdruk is ingeslagen. Voor de veiligheid worden de flessen om de vijf jaar gekeurd. Meerdere flessen worden in een pakket geplaatst en aangesloten op een leidingstelsel voor transport naar de werkplekken.



Figuur 16 Pakket zuurstofflessen

Praktijkvoorbeeld: Berekening van de hoeveelheid zuurstof**Gegeven**

Je bent bezig met het aanleggen van een gasleiding. Je last de leidingen autogeen. Aan het eind van de dag geeft de manometer op de zuurstoffles een druk aan van 75×10^5 Pa. De fles heeft een inhoud van 50 liter.

Gevraagd

Hoeveel liter zuurstof zit er nog in de fles?

Oplossing

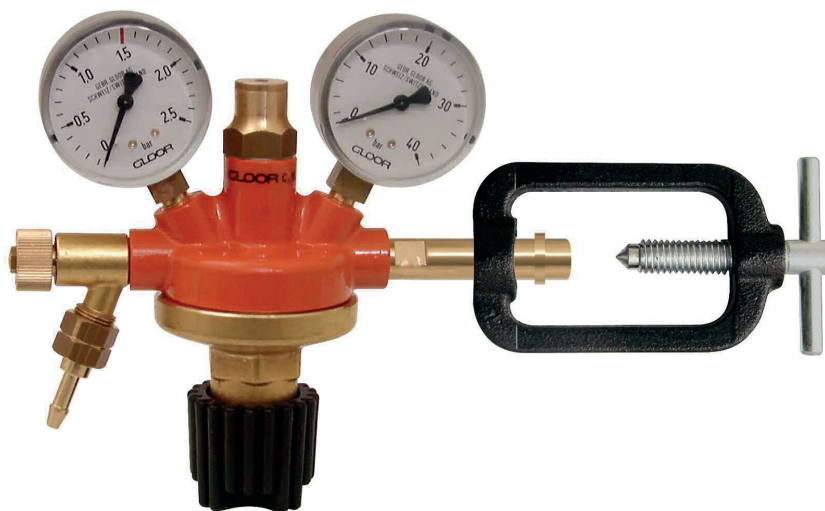
Er zit nog $75 \times 50 = 3750$ liter zuurstof in de fles.

Zuurstof die in tanks is opgeslagen, wordt via een verdamper in het leidingnet gebracht. De druk is ongeveer 6×10^5 Pa.

Acetyleen wordt in stalen cilinders opgeslagen. Een acetyleenfles is gevuld met een poreuze massa. Deze massa is doordrenkt met aceton, waarin het acetyleen is opgelost. De druk in de fles is 15×10^5 Pa. Een fles met een inhoud van 40 liter bevat circa 5800 liter acetyleen. De acetyleenfles is bruin met een ingeslagen merkteken: acetyleen of C_2H_2 . Op de fles zit een afsluiter; de drukregelaar wordt aangesloten met een beugel. Bij kleine installaties worden de flessen in een rek geplaatst en tegen omvallen beschermd. Bij grotere autogene installaties zijn meerdere flessen in een pakket geplaatst en aangesloten op een leidingstelsel voor transport van het gas naar de werkplek.

Reduceertoestel voor acetyleen

De werkdruk bij autogeen lassen is lager dan de druk in de fles. Je moet de druk van het gas verlagen tot $0,1 - 0,2 \times 10^5$ Pa. Hiervoor gebruik je een *reduceertoestel*.



Figuur 17 Reduceertoestel voor acetyleen

Op het *reduceerventiel* zit een **afblaasveiligheid**. Deze treedt in werking bij een te hoge druk onder het membraan. Dit kan ontstaan als de regelklep blijft hangen, omdat er vuil tussen zit. Het gas wordt met een scherp fluitend geluid afgevoerd.

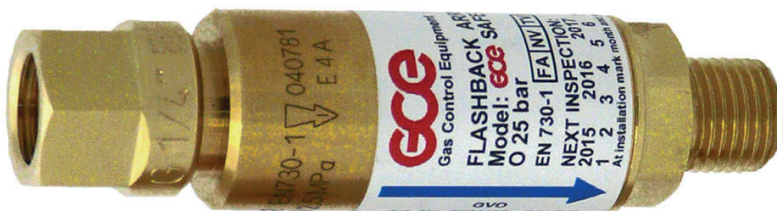
Vlamdover

De *vlamdover* voorkomt dat een terugslaande vlam (**vlamterugslag**) de acetyleenfles bereikt. **Vlaminslag** kan ontstaan als je last met een te lage zuurstofdruk.

Vlamterugslag ontstaat als je vlaminslag niet oplost.

De vlamdover die wettelijk is voorgeschreven, zit direct op de uitgang van het reduceertoestel voor acetyleen. In een vlamdover zit een gesinterde bus die wel gas doorlaat, maar een eventuele vlam dooft.

Door de druk van de terugslag sluit een klep de toevoer van acetyleen af.



Figuur 18 Vlamdover

Het gas gaat van het reduceerventiel door slangen naar de snijbrander. Voor acetyleen gebruik je een rode slang met een doorlaat van 9 mm. De slang is voorzien van een **canvaslaag**.

De zuurstof gaat door een blauwe slang met een doorlaat van 6 mm. Deze slang heeft een dubbele canvaslaag. Je bevestigt de slang met slangklemmen op slangtules die weer op het reduceerventiel of de brander bevestigd zijn.

Opstarten van de lasinstallatie

Voordat je met de lasinstallatie gaat werken, ga je na welke werkdruk je moet instellen en met welk brandervorstuk je gaat lassen. Vlaminstelling en type brander zijn afhankelijk van de te lassen plaatdikte. Voor het in bedrijfstellen volg je de volgende procedure.

- Open de gas- en zuurstofvoorziening.
- Controleer de afzuiging.
- Stel de werkdruk op de werkplek in.
- Open de zuurstofafsluiter op de brander en controleer de ingestelde werkdruk.
- Draai de acetyleenafsluiter gedeeltelijk open.
- Ontsteek het uitstromende gasmengsel en controleer de ingestelde werkdruk.
- Stel om te lassen de reducerende vlam in.

Als je stopt met lassen, volg je de omgekeerde weg. Bij een korte onderbreking kun je volstaan door eerst de acetyleenkraan en daarna de zuurstofkraan aan de brander dicht te draaien.

Na het lassen moet je de installatie ontluichten.

- Sluit eerst de afsluiters van de flessen of van het systeem, open pas daarna de afsluiters van de brander.
- Draai de instelschroef van beide reduceertoestellen uit totdat deze geen weerstand meer ondervinden.
- Controleer het resultaat van het ontluichten op de manometers op de werkplek. Deze moeten beide op nul staan.
- Draai na het ontluichten de afsluiters op de handgreep van de lasbrander weer dicht.

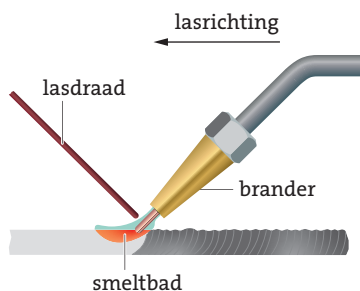
Lasstanden

Je kunt met de *lasstand* de warmte-inbreng regelen. Als je de brander loodrecht op het materiaal richt, krijg je een maximale hoeveelheid warmte op de lasplaats. Dit is een goede stand om een doorlassing te maken in een dikke plaat en zonder toevoegmateriaal. Door een dunne plaat brand je heen met deze stand.

Als de vlam een hoek met het materiaal maakt, strijkt een gedeelte van de warmte over het smeltbad. Je verdeelt de warmte over een groter oppervlak zodat je ook dunnere plaat kunt lassen. Welke lasstand je kiest, hangt af van de plaatdikte en de positie waaronder je moet lassen.

Naar links lassen

Bij deze methode richt je de stand van de brander in de lasrichting. Je last dus vooruit. Je beweegt de brander recht vooruit met soms kleine zijwaartse bewegingen. De lasdraad doop je regelmatig voor de brander in het smeltbad.



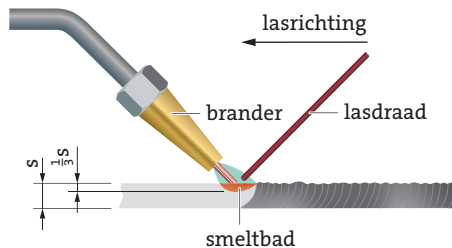
Figuur 19 Naar links lassen

De lasdraad doop je pas in als je uit het werkstukmateriaal een smeltbad hebt gevormd. Omdat een gedeelte van de vlam over het werkstuk strijkt, is de warmte-inbreng beperkt.

Naar links lassen doe je bij werkstukken van plaatstaal tot 3 mm dik.

Naar rechts lassen

Bij deze manier van lassen richt je de vlam tegengesteld aan de lasbeweging. Je last dus achteruit. De vlam is op de naad van de plaat gericht en stuwt het smeltbad terug.



Figuur 20 Naar rechts lassen

De punt van de vlam steek je een stukje in de naad. In de lasnaad smelt je een peervorming gaatje. De lasdraad beweeg je al roerend in het smeltbad, zonder deze eruit te halen.

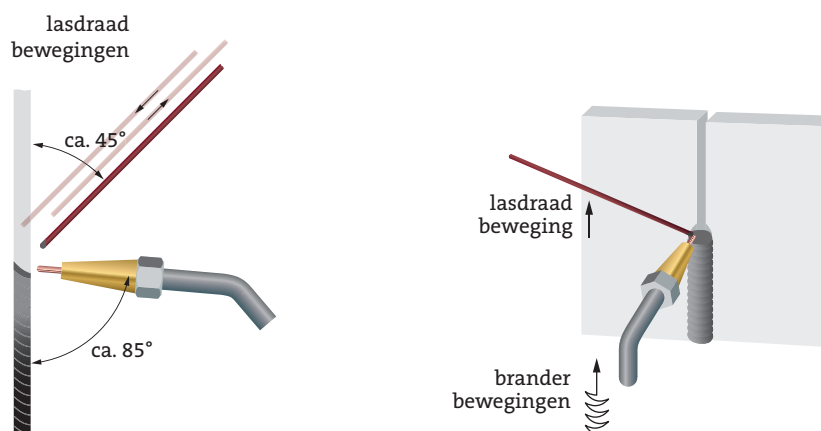
Naar rechts lassen doe je bij plaatdikten vanaf 3 mm.

Bij naar rechts lassen vergeleken met naar links lassen,

- is de lassnelheid circa 25% meer;
- is het gasverbruik lager;
- wordt het smeltbad beter beschermd;
- ontstaat er een betere doorlassing;
- is er minder kans op vervorming waardoor de vooropening niet dichttrekt;
- is er weinig kans op vooruitlopen van de las, waardoor er geen aanvloeiingsfouten ontstaan.

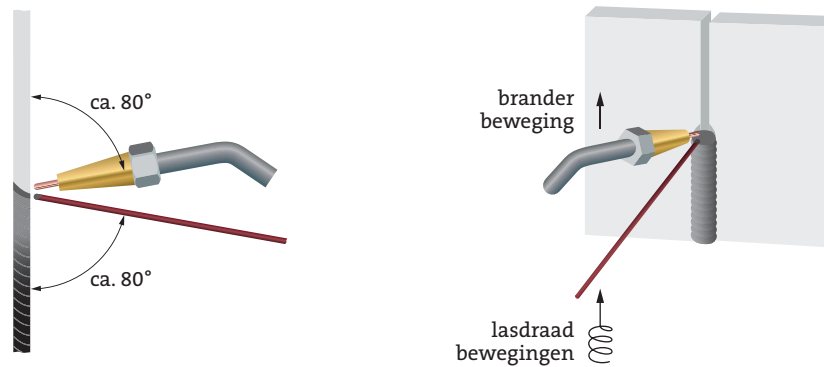
Verticaal lassen

Verticale lasnaden las je van onder naar boven (stapelen). Je doet dit met de draad boven de vlam. Met de brander maak je kleine gebogen zigzagbewegingen. De lasdraad doop je regelmatig in het smeltbad. Je smelt een peervorming gaatje om een goede doorlassing te krijgen. Deze methode pas je toe als je werkstukken uit plaat van 3 tot 4 mm dik moet lassen.



Figuur 21 Verticaal lassen met draad boven

Als je verticaal last met de draad onder de vlam, dan beweeg je de lasvlam rechtlijnig naar boven. Met de lasdraad maak je een roerende beweging in het smeltbad. De lasdraad blijft daarbij in het smeltbad. Deze manier van verticaal lassen wordt toegepast bij het lassen van werkstukken in plaat vanaf 4 mm. De methode kent dezelfde voordelen als die bij naar rechts lassen.



Figuur 22 Verticaal lassen met draad onder

Lasnaadvormen

Afhankelijk van de plaatdikte kies je een lasnaadvorm. Veelvoorkomende naadvormen staan in tabel 2.

Tabel 2 Lasnaadvormen

Soort naad	Symbool	Plaatdikte	Vooropening	Lasdraad	Lasstand
I-naad met staande kant		maximaal 2 mm	geen	geen	naar links
I-naad		2-6 mm	2-4 mm	2-4 mm	naar rechts
V-naad		6-12 mm	2-3 mm	3-6 mm	naar rechts
Buitenhoeklas		maximaal 3 mm	$0,5 \cdot s$	2-3 mm	naar links
Binnenhoeklas		maximaal 3 mm	geen	2-3 mm	naar links

Praktijkvoorbeeld: Bepaling van de lasomstandigheden

Gegeven

Je maakt een buitenhoeklas in een plaat van 2 mm dik.

Gevraagd

Welke vooropening en welke lasdraad kies je? En in welke lasstand voer je de las uit?

Oplossing

De vooropening is $0,5 \cdot s = 0,5 \times 2 = 1 \text{ mm}$.

Je kiest voor een 2 mm dikke lasdraad.

Je last naar links.

Problemen bij autogeen lassen

Lasfouten bij handmatig lassen zijn meestal te herleiden naar fouten van de lasser zelf. Bij randinkarteling is de lasstand van de brander niet goed geweest. Als de aanvloeiing niet goed is, dan is er iets met de warmte-inbreng aan de hand geweest. Misschien heb je wel een verkeerde lasstand gekozen, of gelast met een verkeerde vlaminstelling. Als een las bij controle poreus blijkt te zijn, dan heb je vrijwel zeker met een oxiderende vlam gelast. De vlaminstelling kan door een te licht draaiende kraan al bij een kleine aanraking van neutraal in oxiderend veranderen. In de meeste gevallen zal dit leiden tot lasfouten.

Problemen met de installatie die tijdens het lassen ontstaan, kunnen leiden tot lasfouten. Deze problemen moet je op de werkplek oplossen.

Tabel 3 Mogelijke problemen bij autogeen lassen

Probleem	Oorzaak	Oplossing
Er is een gaslucht	lek opsporen met zeepsop	lek repareren
De acetyleendruk loopt op	- overgooimoer zit los - zuurstof in de gasleiding	- moer aandraaien - gasmengsel uit laten stromen, daarna aansteken
De vlam is niet aan te steken	acetyleen druk te hoog	druk verlagen
De vlampluim is scheef	- vuile brandermond - branderspits beschadigd	branderspits schoonmaken, eventueel vervangen
De vlampluim is oranje	aceton meegezogen	meer flessen acetyleen aansluiten
De handgreep vat vlam	lekkage kraan	afdichting aanschroeven
Het reduceerventiel fluit	vuiltje onder membraanklep	spindel even in- en uitdraaien
De brander knalt	- zuurstofdruk te laag - vuile brandermond - kegel raakt smeltbad	- druk verhogen - branderspits schoonmaken - afstand tot werkstuk vergroten
Het voorstuk wordt heet, maakt een gierend geluid, de vlam is weg	vlaminslag	- acetyleenkraan dicht - koelen met zuurstof open - brander schoonmaken
Vlaminslag	- zuurstofdruk te laag - heet brandermondstuk	- druk verhogen - koelen met zuurstof open
Vlamterugslag	- vlaminslag niet verholpen - slangen beschadigd	- inslag verhelpen - slangen vernieuwen
De vooropening smelt dicht	vooropening te klein	- grotere vooropening kiezen - hechtvolgorde aanpassen
Het smeltbad kookt	oxiderende vlam	vlam neutraal instellen

Onderhoud en veiligheid

Veiligheid begint waar goed onderhoud eindigt. Onderhoud bij autogene installatie bestaat veelal uit het controleren van de delen van de installatie, zoals:

- controle op lekkage van vaste en flexibele aansluitingen en slangen;
- controle op de werking van de reduceertoestellen;
- controle van de afzuiging op werking en capaciteit;
- controle van lasbranders en toebehoren op werking en lekkage.

Zorg voor een goede ventilatie van de ruimte waarin je werkt. Gebruik indien aanwezig bij voorkeur puntafzuiging. Bescherm je tijdens het lassen tegen hitte en straling. Draag een lasbril, lasschort en handschoenen. Draag werkkleding van brandremmende stof (katoen). Kijk uit met blitse, van reclame voorziene werkkleding die normaal voor andere doeleinden wordt gebruikt.



Figuur 23 Goede werkomstandigheden

Las niet in de nabijheid van licht ontvlambare stoffen of de flessenopslag. Ook niet als het om een reparatieklus gaat, die snel geklaard moet zijn.

Op de flessen die je gebruikt moet altijd een kraansleutel zitten om de flessen in geval van nood af te kunnen sluiten. Zet zowel volle als lege flessen goed vast om omvallen te voorkomen. Stel de flessen niet bloot aan verhitting door welke bron dan ook.

Bij opslag moet je de flessen met verschillende soorten gas gescheiden plaatsen. Sluit de flessen na gebruik, ook als ze leeg zijn. Ontkoppel lege flessen pas nadat ze zijn afgesloten.

Samenvatting

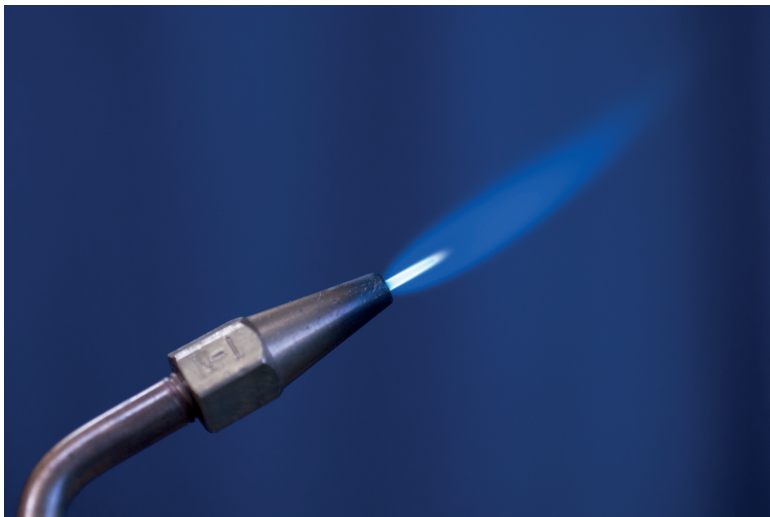
Bij autogeen lassen haal je de warmte uit de verbranding van acetyleen of propaan met zuivere zuurstof. Je versmelt de delen van het moedermateriaal met eventueel toevoegmateriaal. Na stollen vormt dit een vaste verbinding. Het materiaal dat je last, is meestal ongelegeerd en zwakgelegeerd staal. De autogene installatie kun je ook voor andere processen gebruiken, zoals autogeen snijden en solderen.

De lasvlam heeft een beschermende functie zodat het smeltbad tegen oxidatie is beschermd.

Afhankelijk van de toepassing kun je de volgende vlaminstellingen maken:

- Als je een overmaat aan acetyleen toevoert, ontstaat een carburerende vlam. Met deze instelling kun je oxidatiegevoelige materialen, zoals aluminium, magnesium en koper, zachtsolderen.
- Als je te weinig acetyleen toevoert, dan ontstaat een oxiderende vlam. De vlamtemperatuur is hoog, maar door de overmaat aan zuurstof is deze instelling niet geschikt om te lassen, omdat het basismateriaal oxideert. Deze vlaminstelling gebruik je bij het hardsolderen met als toevoegmateriaal koperzink.
- Bij een neutrale vlaminstelling stel je een reducerende vlam in. Hierbij heeft de vlamkegel zijn maximale lengte en is scherpomlijnd.

De beste lasplaats ligt op ongeveer 4 mm vanaf de punt van de vlamkegel. De reducerende vlam beschermt het smeltbad tegen invloeden van zuurstof en stikstof uit de omgevingslucht.



Figuur 24 Reducerende vlam

De volgende lasfouten kunnen ontstaan:

- aanhechtingsfouten: als je een las maakt waarbij het gesmolten lasmetaal niet goed hecht aan het moedermateriaal;
- randinkarteling: als je de brander scheefhoudt en te veel op één plaatdeel richt en als je het toevoegmateriaal te veel aan één kant van de lasnaad aanbrengt. Bij staande hoeklassen moet je het toevoegmateriaal hoog in het smeltbad aanvoeren;
- poreusheid: als je met een oxiderende vlam last.

Er zijn verschillende brandervorstukken om oplopende plaatdikten te kunnen lassen. Deze zijn genummerd, waarvan de nummers 0 tot en met 3 het meest worden gebruikt.

De zuurstof zit in stalen cilinders (zuurstofflessen) of in een tank (bij grotere installaties).

Acetyleen wordt in stalen cilinders opgeslagen. Het acetyleen is opgelost in aceton. Zuurstof- en acetyleenflessen worden vastgezet aan muurbeugels.



Figuur 25 Muurbeugel voor gasflessen

Om de juiste werkdruk te krijgen, zijn reduceertoestellen gemonteerd. Aan het reduceertoestel voor acetyleen zit verplicht een vlamdover om vlaminslag te voorkomen. Voor acetyleen gebruik je een rode slang met een doorlaat van 9 mm. De slang is voorzien van een canvaslaag. De zuurstof gaat door een blauwe slang met een doorlaat van 6 mm.

Bij 'naar links' lassen richt je de stand van de brander in de lasrichting. Je last vooruit en beweegt de brander met kleine zijwaartse bewegingen. De lasdraad doop je regelmatig in het smeltbad.

Bij 'naar rechts' lassen richt je de vlam tegengesteld aan de lasbeweging. Je last dus achteruit waarbij de vlam op de naad van de plaat is gericht en het smeltbad terug stuwt. De punt van de vlam steek je enigszins in de naad om een peervormig gaatje te maken.

Verticale lasnaden las je van onder naar boven (stapelen). Je kunt dit doen met de draad boven de vlam.

Video

Bekijk de video over vlaminstelling:

<http://qr.linktm.nl/qr1001609>

Bekijk de video over plaatlassen:

<http://qr.linktm.nl/qr1001610>

Bekijk de video over autogeen lassen:

<http://qr.linktm.nl/qr1001611>

Begrippen

Aanhechtingsfout	Fout die ontstaat als vloeibaar metaal stolt op een te koude ondergrond.
Aanvloeifout	Lasfout die ontstaat als de te verbinden delen niet goed in elkaar overvloeien.
Afblaasveiligheid	Uitlaatopening op een reduceertoestel die bij te grote druk gas afblaast.
Branderspits	Nippel op een brander met een uitstroomopening voor een gasmengsel dat bij uitstromen een vlam vormt.
Canvaslaag	Gevlochten versteviging in een slang of band.
Carburerende vlam	Vlaminstelling met een overmaat aan acetyleen.
Doorlassing	Verdikking aan de onderkant van een las.
Injector	Onderdeel waar een gas met hoge snelheid uitstroomt, waardoor een onderdruk ontstaat en een ander gas of materiaal wordt meegezogen.
Overgooimoer	Moer die over het brandervorstuk wordt geschoven en wordt bevestigd aan de handgreep.
Oxidatie	Verbinding van een metaal met zuurstof.
Oxiderende vlam	Vlaminstelling met een overmaat aan zuurstof.
Randinkarteling	Niet goed opgevulde las, die meestal ontstaat door een verkeerde lasstand.
Reducerende of neutrale vlam	Neutrale vlaminstelling.
Richten	Door warmte herstellen van kromgetrokken metaaldelen.
Slangtule	Aansluitnippel met groeven voor slangbevestiging.
Stompe lasverbinding	Lasverbinding waarbij de te verbinden delen in hetzelfde vlak liggen.
Vacuüm	Druk die lager is dan de atmosferische druk.
Vlaminslag	Inslaan van een vlam die ontstaat als de uitstroomsnelheid van het gasmengsel lager is dan de verbrandingssnelheid van de vlam.

Vlamterugslag

Niet-opgeloste vlaminslag die zich voortplant naar het reduceerventiel.

Theorieopdrachten

- 1 Een van de functies van de autogene lasvlam is het 'beschermen' van het smeltbad tegen oxidatie.
Hoe voorkom je dat de zuurstof bij het smeltbad komt?
-

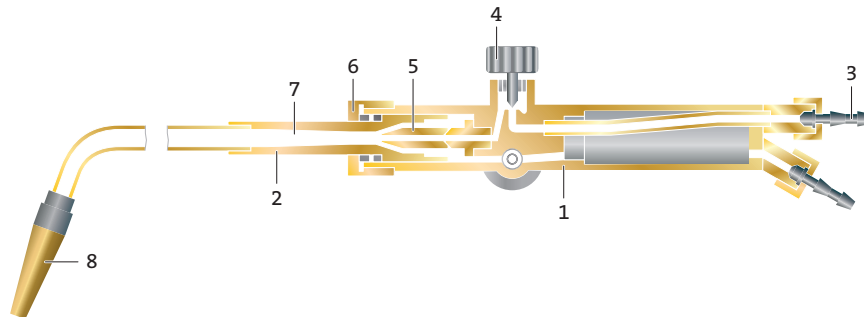
- 2 Bij autogeen lassen zijn er drie vlaminstellingen:
- carburerende vlaminstelling (a);
 - oxiderende vlaminstelling (b);
 - reducerende vlaminstelling (c).

Geef bij elk kenmerk in de tabel met een kruisje aan welke vlaminstelling geschikt is.

Kenmerk		a	b	c
1	Bij deze instelling verhoog je de acetyleendruk.			
2	Deze instelling gebruik je bij hardsolderen.			
3	De vlam verbruikt de zuurstof op de lasplaats.			
4	Bij deze instelling verhoog je de zuurstofdruk.			
5	Met deze instelling soldeer je gereedschapsstaal.			
6	Deze instelling ken je ook als neutraal.			
7	Bij deze instelling is ook gietijzer te lassen.			
8	De vlaminstelling kent de hoogste vlamtemperatuur.			

- 3 Welk toevoegmateriaal gebruik je bij autogeen lassen?
- a** koperdraad
 - b** koperdraad met een dun laagje staal
 - c** messingdraad
 - d** staaldraad met een dun laagje koper

- 4 In figuur 26 zie je de doorsnede van een autogene lasbrander. Teken in de figuur de weg die de zuurstof en het acetyleen afleggen op hun weg naar de branderspits. Doe dit in de genormaliseerde kleuren, zoals die voor deze gassen zijn vastgelegd.



Figuur 26 Autogene lasbrander

- 5 Sommige voorstukken van een autogene lasbrander zijn gemaakt van zacht koper. Dit wordt gedaan om:
- a** de goede warmtegeleiding van koper.
 - b** deze te kunnen buigen om moeilijke lasplaatsen te bereiken.
 - c** oxidatie te voorkomen.
 - d** verstoppingen door lasspatten te voorkomen.
- 6 De acetyleenfles moet rechtop staan. Dit is noodzakelijk om te voorkomen dat:
- a** de aceton eruit stroomt.
 - b** de afsluiter afbreekt.
 - c** de kapok eruit valt.
 - d** het gas eruit stroomt.

Opdrachten uit de praktijk

- 1 Tijdens het lassen merk je dat het peervormig gaatje kleiner is dan de vooropening tussen de te lassen onderdelen.

Wat voor gevolgen zal dit hebben?

- a De las zal poreus worden.
- b Er zal randinkarteling ontstaan.
- c Er zullen aanvloeiingsfouten ontstaan.
- d Het toevoegmateriaal zal zich ophopen.

- 2 Hoe kun je de lasfout in figuur 27 voorkomen?



Figuur 27 Lasfout

- 3 Welke acetyleendruk stel je in op het reduceertoestel?

- a tussen $10 \cdot 10^5$ en $15 \cdot 10^5$ Pa
- b tussen $2 \cdot 10^5$ en $5 \cdot 10^5$ Pa
- c tussen $1 \cdot 10^5$ en $2 \cdot 10^5$ Pa
- d tussen $0,1 \cdot 10^5$ en $0,2 \cdot 10^5$ Pa

- 4 Hoe hoog stel je de zuurstofdruk in voor het lassen van staalplaat met een dikte van 3 mm?

- 5 Tijdens het lassen begint je smeltbad te koken.
Hoe komt dit en wat moet je concreet doen?

- 6 Je moet een trechter lassen van 5 mm plaatstaal. Er zit in totaal 2,5 m autogeen laswerk in.

Welk brandervoorstuk gebruik je voor deze klus? En hoelang doe je erover als je ervan uitgaat dat 50% van de tijd netto lastijd is?

- 7 Je moet een stompe las maken in 5 mm staalplaat.
- a Voor welk lasnaadtype kies je?
-
- b Welke vooropening kies je?
-
- c Met welke lasdraaddikte ga je lassen?
-
- d In welke lasstand voer je de las uit?
-
- 8 Tijdens het lassen smelt de vooropening voortijdig dicht. De oorzaak is meestal een te kleine vooropening. In dat geval is de oplossing duidelijk. Maar bij navraag bij een ervaren collega blijkt dat de vooropening ruim voldoende is geweest.
- Wat zal nu de oplossing zijn?
- a de voortloopsnelheid verhogen
- b de zuurstofdruk opvoeren
- c naar links lassen
- d naar rechts lassen
- 9 In de tabel zie je een aantal problemen die van invloed kunnen zijn op:
- het lasproces (a);
 - de productkwaliteit (b);
 - de veiligheid (c).

Geef in de tabel met een kruisje aan op welk aspect (a, b of c) het probleem van invloed is. Er kunnen meerdere mogelijkheden zijn.

Probleem		a	b	c
1	Vlaminslag			
2	Vlamterugslag			
3	De brander knalt.			
4	De vlampluim is scheef of gespleten.			
5	De acetyleendruk loopt op.			
6	Het smeltbad kookt.			
7	De kraan van de handgreep vat vlam.			
8	Het voorstuk wordt heet, maakt een gierend geluid, de vlam is weg.			
9	Tijdens het lassen smelt de vooropening voortijdig dicht.			
10	De vlampluim is oranje.			
11	Je ruikt een gaslucht.			
12	Het reduceerventiel fluit.			
13	De vlam is niet aan te steken en blaast zichzelf uit.			

- 10 In een verwarmingsproject zit autogeen laswerk met een totale lengte van 150 m. De gemiddelde lasdikte bedraagt 3 mm. De laswerkzaamheden worden door één persoon uitgevoerd. Gebleken is dat de netto lastijd ongeveer 50% bedraagt.

a Bereken de totale lastijd in uren. Geef je oplossing in één decimaal.

b Bereken het zuurstofverbruik in liters.

c Bereken het gasverbruik in liters.

d Bereken na hoeveel uren de flessen eventueel moeten worden omgewisseld. Geef je oplossing in één decimaal.

Evaluatie en reflectie

Checklist

Hierna zie je een checklist met de onderwerpen die aan de orde zijn geweest. Geef aan welke onderwerpen je goed beheerst en welke je nog beter moet bestuderen.

Je kunt:

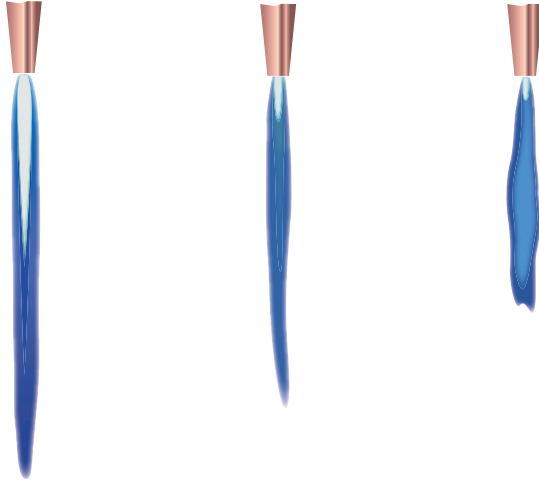
- ☐ uitleggen hoe je een ideale vlam instelt bij autogeen lassen.
- ☐ verklaren wat de invloed is van de voortloopsnelheid en de lasstand op de lasdoorsnede.
- ☐ het juiste brandervorstuk voor een las kiezen.
- ☐ de installatie voor autogeen lassen veilig in bedrijf stellen.
- ☐ de juiste lasstand voor een las kiezen.
- ☐ het zuurstof- en gasverbruik voor een lasproject uitrekenen.
- ☐ de juiste maatregelen nemen om lasfouten te voorkomen.
- ☐ de lastijd voor een project uitrekenen.
- ☐ de juiste maatregelen nemen om veilig autogeen te kunnen lassen.

Zelftoets

Test jezelf, maak de zelftoets.

- 1 Het smeltbad bij autogeen lassen wordt beschermd door
 - a alle zuurstof in de vlam te gebruiken voor verbranding.
 - b een hoge vlamtemperatuur in te stellen.
 - c een overmaat aan gas toe te voeren.
 - d een overmaat aan zuurstof te gebruiken.
- 2 Welk toevoegmateriaal gebruik je bij autogeen lassen van constructiestaal?
 - a massieve koperdraad
 - b massieve messingdraad
 - c staaldraad met een laagje koper
 - d staaldraad met een laagje nikkel

- 3 Welke vlaminstelling in figuur 1 pas je toe voor het lassen van ongelegeerd staal?
- a** vlaminstelling a
 - b** vlaminstelling b
 - c** vlaminstelling c



Figuur 1

- 4 Waarin vindt de menging van acetyleen en zuurstof plaats?
- a** in de branderspits
 - b** in de handgreep
 - c** in de injector
 - d** in de mengkamer
- 5 Waarop duidt het ontstaan van een peervormig gaatje tijdens het autogeen lassen?
- a** op de aanwezigheid van randinkarteling
 - b** op een goede doorlassing
 - c** op een goede vlaminstelling
 - d** op een overmaat aan acetyleen
- 6 Bij het autogeen stapelen van een lasnaad in 5 mm dikke plaat
- a** is de lassnelheid 25% hoger dan bij naar links lassen.
 - b** is er een grote kans op aanvloeiingsfouten.
 - c** maak je met de brander een zigzagbeweging.
 - d** maak je met de lasdraad een roerende beweging in het smeltbad.
- 7 Waaraan herken je het reduceertoestel voor acetyleen?
- a** aan de aanwezigheid van twee manometers
 - b** aan de flowmeter
 - c** aan de klembeugel
 - d** aan de schroefwartel

- 8 Als het smeltbad tijdens het lassen kookt, heb je te maken met een
- a** carburerende vlam.
 - b** neutrale vlam.
 - c** oxiderende vlam.
 - d** reducerende vlam.
- 9 Tijdens het lassen wordt het smeltbad te groot.
Hoe kun je dit probleem oplossen?
- a** de lasdraad langer in het smeltbad houden
 - b** de vlam oxiderend instellen
 - c** de voortloopsnelheid vergroten
 - d** stoppen met lassen
- 10 Waarom moet je tijdens het autogeen lassen in een kleine ruimte goed ventileren?
- a** Anders loopt de temperatuur in de ruimte te hoog op.
 - b** Omdat bij autogeen lassen gevaarlijke dampen vrijkomen.
 - c** Omdat niet alle acetyleen verbrandt en dus in de ruimte komt.
 - d** Omdat tijdens het lassen ook zuurstof uit de omgeving wordt verbruikt.

Puntlassen



TOUCHTECH

Auteur
H. Hebels

Eindredactie
G. Siemens

LAS07



Introductie

Lassende robots

Op de foto zie je een aantal robots bezig in een fabricagehal voor auto's. Ze werken samen aan de carrosserie van een serie auto's en produceren een behoorlijke vonkenregen, wat er zeer spectaculair uit ziet. De vonkenregen ontstaat doordat de robots aan het lassen zijn. De robot vooraan is de achterraamspanning aan de carrosserie aan het puntlassen.

In de auto-industrie is geautomatiseerd puntlassen niet meer weg te denken. Ook in andere bedrijfstakken wordt het puntlasproces veelvuldig toegepast. Van radiatoren tot pannen, en van wasmachines tot koelkasten, overal zie je wel puntlasverbindingen.



Figuur 1

Oriënterende vragen

- Waaraan zie je dat de voorste robot aan het puntlassen is?
- Hoeveel puntlassen zitten er in de carrosserie van een auto, denk je?

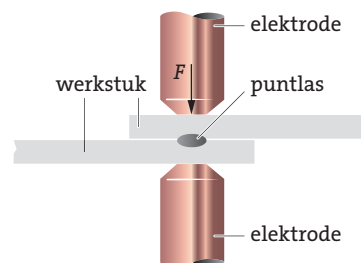
Theorie

Kernvragen

- Hoe komt een puntlas tot stand?
- Welke factoren zijn van invloed op de sterkte en kwaliteit van de puntlasverbinding?
- Hoe bereken je de sterkte van een puntlasverbinding?
- Welke andere methoden van weerstand- en druklassen pas je in de praktijk toe?
- Welke maatregelen neem je om veilig te kunnen puntlassen?

Puntlassen

Puntlassen is een elektrische weerstandslasmethode. Bij *weerstandlassen* verbind je twee werkstukdelen door druk en warmte. De warmte wordt ontwikkeld door een elektrische stroom door de lasplaats te voeren. Je klemt daarvoor de delen die je wilt verbinden tussen de elektroden van de puntlasmachine.



Figuur 2 Puntlassen

Puntlassen pas je toe om werkstukdelen van relatief dunne plaat te verbinden. Je maakt meestal een **overlapverbinding** van twee plaatdelen van dezelfde dikte, maar je kunt ook plaat van verschillende diktes aan elkaar puntlassen. Ook overlapverbindingen van meer dan twee plaatdelen zijn mogelijk.

Naast ongeleerd en zwak gelegeerd staal kun je materiaalsoorten als roestvaststaal, koper, messing, aluminium en nikkel puntlassen. Het is ook mogelijk om puntlasverbindingen tussen ongelijksoortige materialen te maken. Het resultaat van zo'n verbinding is afhankelijk van de instelmogelijkheden van de puntlasmachine, maar is meestal matig – met uitzondering van staal op roestvaststaal (zie tabel 1).

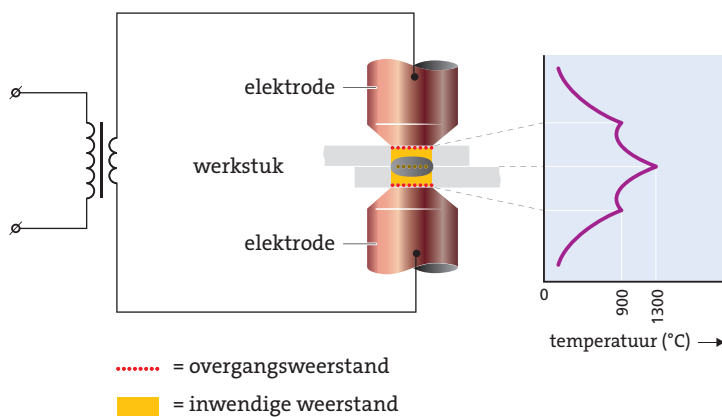
Tabel 1 Verschillende materiaalcombinaties puntlassen

Materiaal	Staal	Roestvaststaal	Aluminium	Koper	Messing	Nikkel
Staal	++	+	–	–	–	–
Roestvaststaal		++	–	–	–	–
Aluminium			+	–	–	–
Koper				–	–	–
Messing					–	–
Nikkel						+

++ = zeer goed + = goed – = matig

Het puntlasproces

Een *puntlas* ontstaat door een hoeveelheid elektrische energie geconcentreerd op een klein oppervlak door het materiaal te laten gaan. De warmteontwikkeling vindt plaats doordat de lasstroom een weerstand ondervindt van het materiaal. Deze warmteontwikkeling is het grootst op de plaatsen van de **overgangsweerstand** (zie figuur 3). De overgangsweerstand is het grootst tussen de plaatdelen onderling. De warmteontwikkeling is hier zo groot dat het metaal gaat smelten. Na afkoeling ontstaat hier de puntlas.



Figuur 3 Warmteontwikkeling bij puntlassen

Laslens

Een puntlas ontstaat als je de laskracht en de stroom plaatselijk concentreert. Het materiaal van de delen wordt dan plaatselijk vloeibaar gemaakt en direct daarna onder druk afgekoeld. Zo ontstaat een puntlas met een lensvorm.



Figuur 4 Vorm en structuur van een laslens

In de puntlasverbinding zie je rond de laslens een gebied dat niet vloeibaar is geweest, maar wel plastisch (week). In deze zone is het materiaal in weke toestand samengeperst (gesmeed). Dit gedeelte vormt samen met de laslens de sterkte van de verbinding. Voor normale toepassingen is de gewenste diameter van de laslens:

$$d = 5 \cdot s$$

Met:

d = diameter laslens in mm

s = plaatdikte in mm

Praktijkvoorbeeld: Berekening laslens

Gegeven

Je moet een puntlasverbinding maken in 2 mm dikke plaat.

Gevraagd

Hoe groot moet de laslens worden?

Oplossing

De gewenste diameter van de laslens $d = 5 \cdot 2 = 10$ mm.

Op het contactvlak tussen de elektrode en het plaatoppervlak ontstaat een blijvende indrukking. Dit is een beschadiging aan het oppervlak van een product. Deze indrukking moet daarom zo klein mogelijk zijn.

In het gebied direct naast de verbinding kunnen door de hoge temperatuur structuurveranderingen plaatsvinden, zoals **hardingsstructuren** en **rekristallisatie**.

Lasvariabelen

Belangrijke variabelen bij het puntlassen zijn de lasstroom, de lastijd en de kracht waarmee je de puntlasverbinding klemmt.

Lasstroom

Een kleine verandering in de lasstroom veroorzaakt een grote verandering in de warmteontwikkeling en dus in de kwaliteit van de puntlas. Omdat de lasstroom door de punt van de elektrode gaat, is de afmeting hiervan belangrijk. Als je een elektrodepunt met een grotere oppervlakte neemt, dan zal de **stroomdichtheid** kleiner zijn. Niet de ingestelde lasstroom, maar de stroomdichtheid is bepalend voor de warmteontwikkeling op de lasplaats.

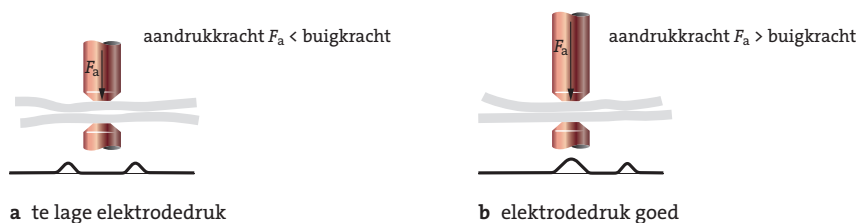
Je stelt de stroom bij voorkeur hoog in. Dit doe je om in een korte tijd zo veel mogelijk warmte te ontwikkelen om een puntlas te maken. Bij een hoge stroom stel je een korte lastijd in. Je kunt de lasstroom echter niet onbeperkt opvoeren. Bij een te hoge lasstroom zal het vloeibare metaal uit de laslens wegspatten.

Lasdruk

De *laskdruk* is de aandrukkraft van de elektrode gedeeld door de oppervlakte van de elektrodepunt in N/mm^2 . Voor het lassen van ongelegeerd en zwak gelegeerd staal ligt de lasdruk tussen 50 en 150 N/mm^2 .

De lasdruk is van invloed op de overgangsweerstanden tussen de elektrode en het werkstukmateriaal en tussen beide werkstukdelen. Als je een lage laskracht instelt, dan is de overgangsweerstand groot. Hierdoor is de warmteontwikkeling groot. Bij een lage laskracht kan het vloeibare metaal wegspringen. Als je de laskracht te hoog instelt, dan is de overgangsweerstand klein. Door de geringe warmteontwikkeling krijg je een kleine laslens. De sterkte van de verbinding kan dan te klein zijn.

De lasdruk moet in elk geval groot genoeg zijn om de stroom op de gewenste plaats door de plaat te laten gaan. Plaatdelen die niet vlak zijn of oneffenheden hebben, maken op willekeurige plaatsen contact met elkaar. De stroom zal de weg van de minste weerstand kiezen. Daarom moet je de laskracht bij ruwe platen dus iets hoger instellen dan bij gladde platen.



Figuur 5 Laskracht en vlakheid

Lastijd

De lastijd druk je uit in een aantal perioden of in milliseconden. De ingestelde lastijd is minder van invloed op de grootte van de laslens dan de lasstroom en de laskracht. Je hebt een minimale tijd nodig om de gewenste grootte van de laslens te bereiken.



Figuur 6 Warmteontwikkeling in de puntlas

In het algemeen kies je bij puntlassen een lastijd van 5 tot 30 perioden. In de praktijk hanteer je als vuistregel:

$$\text{lastijd} = (10s + 2)$$

Met:

s = plaatdikte in mm

Praktijkvoorbeeld: Berekening lastijd**Gegeven**

Je moet twee platen van 1,5 mm dik aan elkaar puntlassen.

Gevraagd

Hoe groot is de lastijd die je moet instellen?

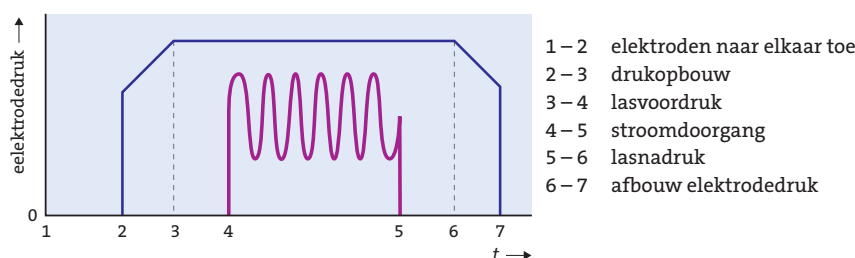
Oplossing

$$\text{lastijd} = (10 \cdot 1,5 + 2) = 17 \text{ perioden}$$

Voor- en nadruktijd

Om een goede puntlas te maken moet je ervoor zorgen dat de plaatdelen goed aanliggen op het moment dat je de lasstroom inschakelt. In de praktijk breng je de lasdruk iets eerder aan. Dit noem je de voordruktijd.

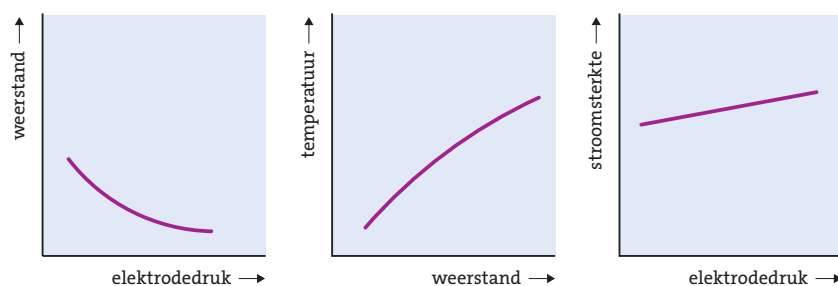
Als de lasstroom na de ingestelde lastijd uitschakelt, dan stolt de las. Om te voorkomen dat de verbinding tijdens het stollen loslaat, handhaaf je de lasdruk. Dit noem je de nadruktijd. De nadruktijd die je instelt is afhankelijk van de plaatdikte en de grootte van de laslens. De voordruktijd, de lastijd en de nadruktijd vormen samen met de opbouw en afbouw van de elektrodedruk de **puntlascyclus**.



Figuur 7 Puntlascyclus

Relatie tussen de variabelen

Een hoge lasdruk veroorzaakt een relatief kleine overgangsweerstand tussen de werkstukdelen. Om toch een goede warmteontwikkeling te krijgen, moet je de lastroom opvoeren.



Figuur 8 Relatie tussen verschillende variabelen

De verschillende **parameters** lees je af in tabellen en grafieken. Elk materiaal heeft zijn eigen parameters. De minimale steek t is de afstand tussen de puntlassen.

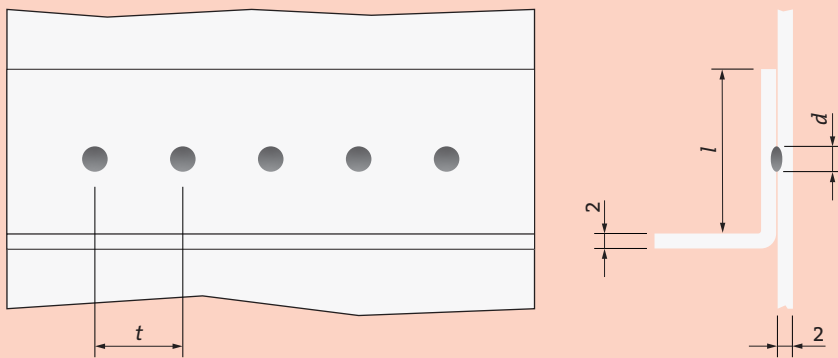
Tabel 2 Instelling stroom, laskracht, lastijd puntlassen voor staal S235

Plaatdikte s (mm)	Diameter elektrode (mm)	Diameter laslens d (mm)	Minimale overlap l (mm)	Laskracht (kN)	Lasstroom (kA)	Lastijd (per)	Minimale steek t (mm)
0,5	10	3,5	8	0,5 - 1,5	5 - 8	5 - 10	16
0,8	12	4,5	10	0,8 - 2,4	6 - 9	8 - 16	18
1,0	12	5,0	12	1,0 - 3,0	7 - 10	10 - 20	20
1,5	16	6,0	14	1,5 - 4,5	8 - 12	15 - 30	24
2,0	16	7,0	16	2,0 - 6,0	9 - 13	20 - 40	28
2,5	19	8,0	18	2,5 - 7,5	10 - 15	25 - 50	32
3,0	19	9,0	20	3,0 - 9,0	11 - 17	30 - 60	36
4,0	25	10,0	25	4,0 - 12,0	13 - 20	40 - 80	46

Praktijkvoorbeeld: Lasparameters voor S235

Gegeven

Je moet de verbinding van figuur 9 puntlassen. Het materiaal is S235.



Figuur 9 Puntlasverbinding

Gevraagd

Bepaal de diameter van de laslens, de minimale steek, de minimale overlap, de laskracht en de lastijd.

Oplossing

De plaatdikte s is 2 mm. Zie tabel 2:

- diameter laslens $d = 7,0$ mm
- minimale steek $t = 28$ mm
- minimale overlap $l = 16$ mm
- laskracht = 4 kN
- lastijd = 30 p

Voor puntlasverbindingen tussen andere materialen moet je een aantal parameters met een bepaalde factor vermenigvuldigen.

Tabel 3 Vermenigvuldigingsfactor parameters verschillende materialen

	Staal	Roestvaststaal	Aluminium
Lasstroom	1	1,2	7,0
Lastijd	1	1,3	0,5
Laskracht	1	1,4	0,7

Praktijkvoorbeeld: Instelling parameters rvs

Gegeven

Je maakt een puntlasverbinding in rvs van 2 mm dik.

Gevraagd

Welke lasstroom, lastijd en laskracht stel je in op de puntlasmachine?

Oplossing

De plaatdikte s is 2 mm, het materiaal is rvs. Zie tabel 2 en 3:

- lasstroom: $1,2 \cdot 11 \text{ kA} = 13,2 \text{ kA}$
- lastijd: $1,3 \cdot 30 = 39 \text{ p}$
- laskracht: $1,4 \cdot 4 \text{ kN} = 5,6 \text{ kN}$

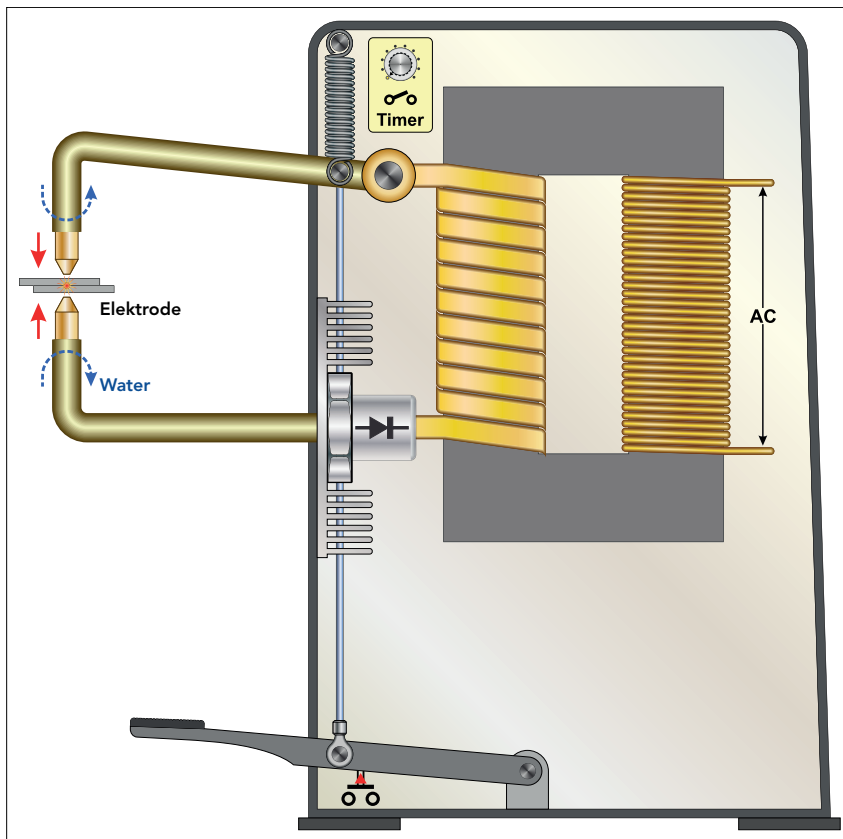
In de tabellen zie je vaak een grote spreiding in de waarden voor de laskracht en de lasstroom. Je kunt de verschillende parameters hoog of laag instellen. Welk gevolg dit heeft voor het resultaat van de puntlas zie je in het overzicht van tabel 4.

Tabel 4 Richtlijnen instelling op resultaat puntlas

Laskracht	Lastroom	Lastijd	Resultaat
hoog	hoog	kort	uitstekende puntlas, goede standtijd elektrode, geringe oppervlaktebeschadiging
hoog	laag	lang	goede puntlas, standtijd elektrode korter, grotere oppervlaktebeschadiging
laag	laag	lang	matige puntlas, korte standtijd elektrode, grote oppervlaktebeschadiging
laag	hoog	kort	slechte puntlas, zeer korte standtijd elektrode, geringe oppervlaktebeschadiging

Puntlasmachines

Bij puntlasmachines onderscheid je een mechanisch en een elektrisch gedeelte. Het mechanische gedeelte bestaat uit een frame en lasarmen waarmee je de lasdruk kunt leveren. Er zijn machines met scharnierende lasarmen en machines met lasarmen met een rechtlijnige beweging. Bij de eerste uitvoering scharniert de bovenste lasarm en stel je de laskracht in door veerdruk. De bediening is met een voetpedaal.



Figuur 10 Principe puntlasmachine met scharnierende arm en voetbediening

Bij een **stationaire** puntlasmachine beweegt de lasarm rechtlijnig en levert een pneumatische cilinder de laskracht.



Figuur 11 Stationaire puntlasmachine

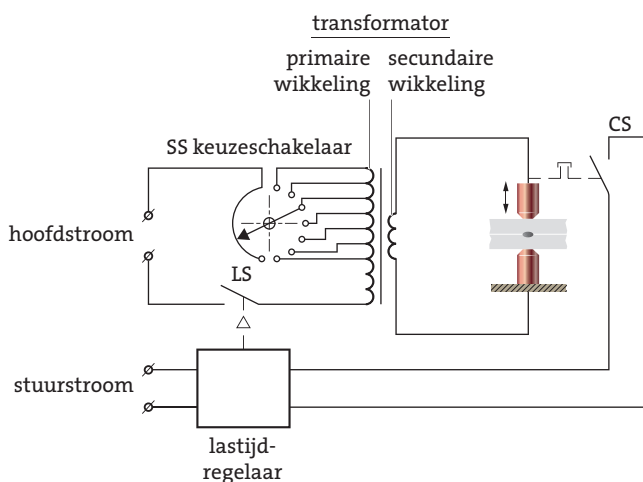
Als je werkt met een *handpuntlasmachine*, staat de stroombron op afstand. Afhankelijk van de ophanging heb je met de handpuntlasmachine zoveel bewegingsmogelijkheden dat je bijna alle lasplaatsen gemakkelijk kunt bereiken.



Figuur 12 Handpuntlasmachine

De stroombron

Puntlassen doe je zowel met wisselstroom als met gelijkstroom. In beide gevallen brengt een transformator de netspanning omlaag naar een veilige 3-15 V. Afhankelijk van het vermogen kan de lasstroom van de bron variëren van 3000 tot 20.000 A. De stroomsterkte van eenvoudige toestellen regel je in stappen. Met een stappenschakelaar schakel je meer of minder primaire wikkelingen in.



Figuur 13 Regeling met stappenschakelaar

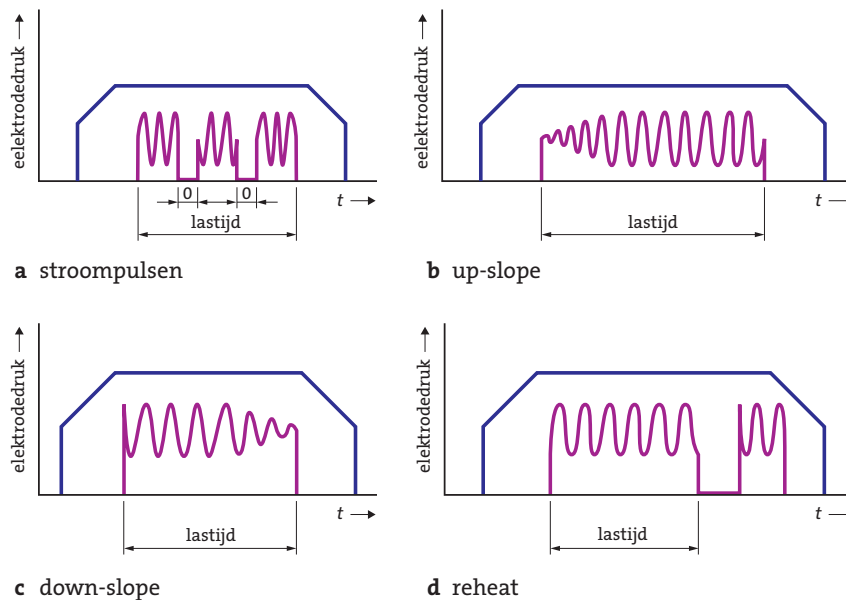
Regelingen

De stappenschakelaar in het schema heeft zes standen. De lastijdregelaar is in het primaire circuit opgenomen. Na de ingestelde lastijd wordt de primaire stroomkring verbroken. De lastijd schakelt pas in als de voordruk van de elektrode op de verbinding is opgebouwd en de laskracht voldoende is.

Omdat de regeling van de lasstroom op deze manier nogal grof is, wordt hij alleen toegepast bij kleine eenvoudige puntlasmachines.

Moderne machines maken gebruik van de inverter-techniek, die zorgt voor korte las- en cyclustijden en een constante lasstroom. Afhankelijk van het te lassen materiaal kun je de stroomtoevoer variëren (zie figuur 14):

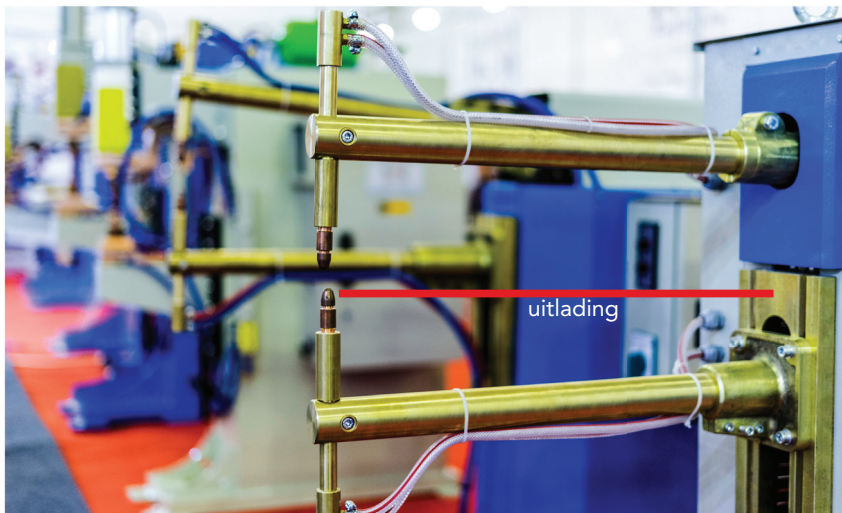
- **Stroompulsen:** Dit pas je toe bij het lassen van dik materiaal. Om de verbinding te maken is veel lastijd nodig. Door de stroom te onderbreken, voorkom je dat de elektroden oververhit raken.
- **Up-slope:** Hierbij laat je de stroom langzaam toenemen. Je past het toe bij het lassen van aluminium om te voorkomen dat de elektrode gaat plakken.
- **Down-slope:** Hierbij laat je de lasstroom langzaam afnemen. Je voorkomt zo dat het materiaal **afschrikt**. Je past deze regeling toe als je scheurgevoelige materialen wilt puntlassen.
- **Reheat:** Hierbij verwarm je het materiaal nog een keer zonder dat het smelt. Deze methode pas je toe bij materialen waar **hardingsverschijnselen** kunnen optreden. Tijdens het naverwarmen wordt het materiaal **ontlaten**. Hierdoor zal de rek in het materiaal terugkeren en ontstaat er een taaie verbinding.



Figuur 14 Verschillende puntlascycli

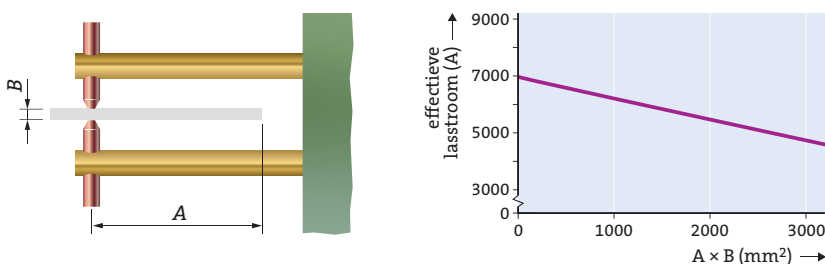
Raamvlak en uitlading

De **uitlading** is de afstand tussen de kolom en de elektrode van de onderarm. De uitlading bepaalt de grootte van de producten die je maximaal kunt puntlassen.



Figuur 15 Uitlading en raamvlak

Het vlak dat gevormd wordt door de uitlading van de machine en de afstand tussen beide lasarmen noem je het **raamvlak**. Dit vlak heeft een grote inductieve weerstand die de lasstroom tegenwerkt. Als je last met gelijkstroom, is de inductieve tegenwerking te verwaarlozen. Maar als je last met wisselstroom, dan wordt de invloed versterkt door de massa ferromagnetisch materiaal die zich tijdens het puntlassen binnen het raamvlak bevindt (A in figuur 16).

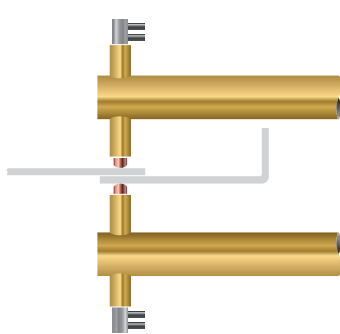


Figuur 16 Invloed ferromagnetisch materiaal op de lasstroom

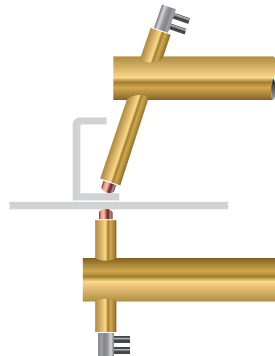
Rond de geleiders (de armen van de puntlasmachine) ontstaan sterke elektromagnetische velden die elkaar afstoten. Deze krachten zijn afhankelijk van de lengte van de lasarmen (dus van de uitlading) en van de lasstroom. De werkelijke laskracht zal hierdoor kleiner zijn dan de waarde die je op de machine hebt ingesteld.

Uitvoeringen

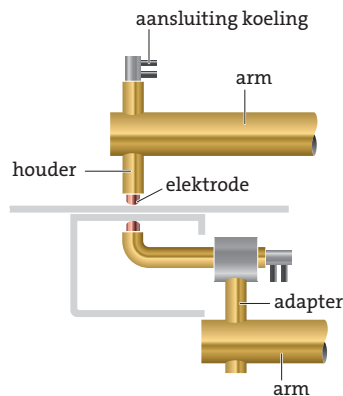
De elektroden monteer je in een houder. De opstelling en de stand van deze houders bepalen de vormen van het product dat je kunt puntlassen.



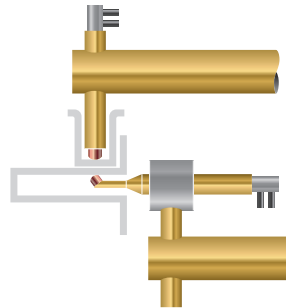
a recht geplaatste elektrode



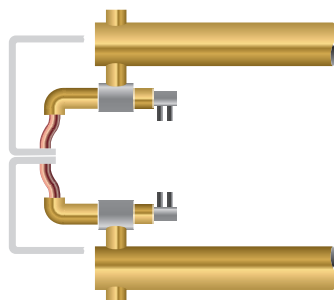
b bovinelektrode schuin geplaatst



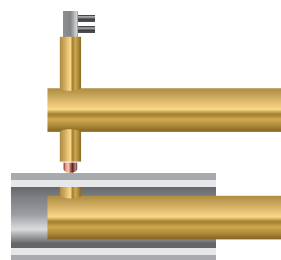
c L-vormige onderelektrode voor moeilijk bereikbare posities



d horizontale onderelektrode voor kokerprofielen



e horizontale onder- en bovinelektrode



f aangepaste onderelektrode voor buismateriaal

Figuur 17 Verschillende puntlassituaties

In de praktijk kies je een uitvoering waarbij je last met een zo kort mogelijke uitsteek van de elektrode. Op die manier houd je het raamvlak zo klein mogelijk en beperk je de slijtage aan de elektrode.

Puntlaselektroden

Bij het uitvoeren van het puntlasproces vervult de elektrode een aantal functies:

- het regelen van de stroomtoevoer en overdracht op de te lassen werkstukdelen;
- het overbrengen van de laskracht op de te verbinden delen;
- het afvoeren van de overtollige warmte tijdens de stollings- en afkoelingsfase.

Een *puntlaselektrode* is aan één kant voorzien van een conisch deel (1 : 10) voor de bevestiging in de elektrodehouder.



Figuur 18 Verschillende puntlaselektroden

Je monteert de elektrode in de houder door deze te plaatsen en licht te tikken met een montagehamer. Je kiest een elektrode met een buitenmiddellijn van minstens drie keer de middellijn van de vereiste laslens. Voor de demontage van de elektrode zijn twee platte vlakken aangebracht. Hierdoor kun je de elektrode met een draaiende beweging met een passende steeksleutel verwijderen.

Materiaalkeuze van de elektrode

Het materiaal van de elektrode moet aan eisen voldoen, zoals:

- goede elektrische en warmtegeleiding;
- goede mechanische eigenschappen, zoals sterkte en slijtvastheid;
- goede **warmvastheid** om de sterkte en de slijtvastheid ook bij hogere temperatuur te behouden;
- een geringe **affiniteit** met het materiaal van de te lassen producten, om legeren hiermee te voorkomen.

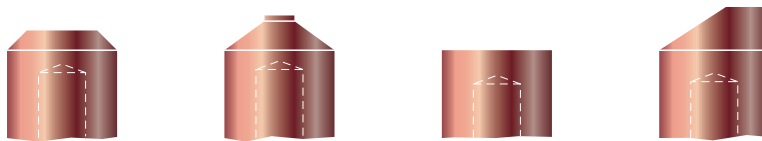
Enkele veel toegepaste materiaalsoorten voor puntlaselektroden zijn:

- Koper-chroom legeringen: dit materiaal heeft een redelijke standtijd en je gebruikt het als je ongelegeerd en zwak gelegeerd plaatstaal moet puntlassen.
- Koper-chroom-zirkonium legering: dit materiaal heeft een lange standtijd en je past het toe voor het lassen van ongelegeerd en zwak gelegeerd staal en verzinkte plaat.

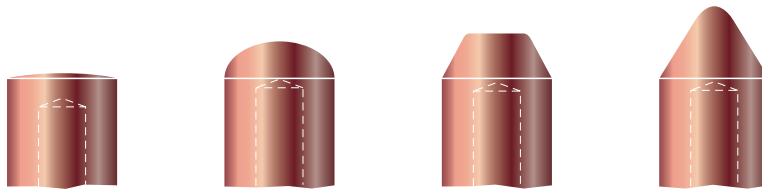
- Koper-kobalt-beryllium legering: dit materiaal gebruik je voor het lassen van corrosievaste en hittebestendige staalsoorten.
- Molybdeen: dit materiaal gebruik je voor het lassen van goed geleidende materialen zoals koper, zilver en brons.

Vorm van de elektrode

De elektrodepunt (de tip) heeft verschillende basisvormen, die elk hun eigen toepassingsgebied hebben. Voor puntlasmachines met een scharnierende bovenarm kun je alleen elektroden met een bol lasvlak gebruiken. De kromtestraal is afhankelijk van de te lassen plaatdikte.



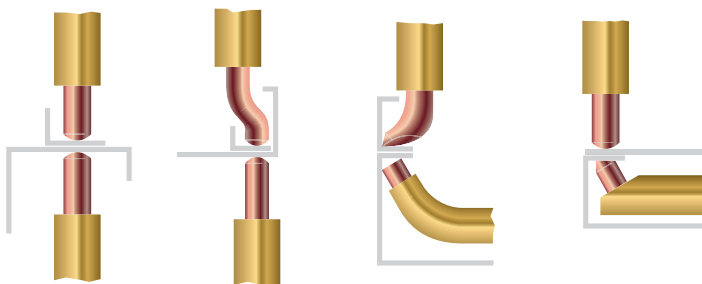
a vlakke basisvormen



b bolvormige basisvormen

Figuur 19 Verschillende puntvormen

Afhankelijk van de vorm van het product kun je kiezen uit elektroden met verschillende schachtvormen.

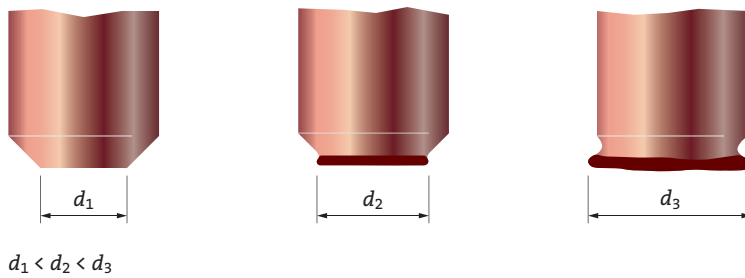


a recht **b** enkelgebogen **c** dubbelgebogen **d** kort en schuingeplaatst

Figuur 20 Verschillende schachtvormen

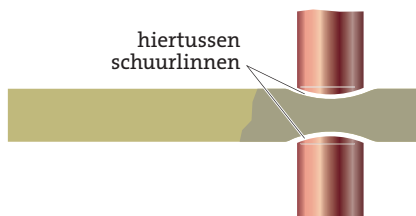
Elektrodeslijtage

Tijdens het puntlassen neemt de overgangsweerstand tussen de punt van de elektrode en het materiaal toe. Dit komt doordat vervuiling van de plaat aan de elektrodepunt vastbrandt. Hierdoor wordt de overgangsweerstand groter en ontstaat er meer warmte. Het elektrodemateriaal wordt zachter en wordt zijdelings weggedrukt. Hierdoor ontstaat er een paddenstoelvormige tip met een groter oppervlak. De stroomdichtheid wordt kleiner, waardoor de kwaliteit van de las achteruitgaat.



Figuur 21 Paddenstoelvorming aan de tip

Je kunt dit corrigeren door een hogere stroomsterkte, maar dat heeft ook een grotere warmteontwikkeling aan de tip tot gevolg. Slijtage van de elektrode kun je het beste tegengaan door de punt regelmatig te reinigen. Bolle elektroden reinig je met een speciaal schuurplankje.

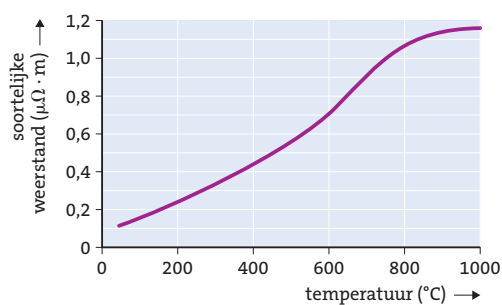


Figuur 22 Reinigen met schuurplankje

Koeling

Koeling van de elektrode is nodig om de **standtijd** van de elektrode te verlengen. Bij onvoldoende koeling treedt vervorming aan het lasvlak op. De koeling vindt plaats via de holle kern in de elektrode. Het koelsysteem kan open of gesloten zijn. Uit kosten oogpunt kies je bij voorkeur voor het milieuvriendelijke gesloten systeem.

Elektrodekoeling is niet alleen goed voor de standtijd, maar draagt ook bij aan het puntlasproces. De koeling zorgt ervoor dat het plaatoppervlak niet te heet wordt en de laslens niet tot aan het oppervlak doorgroeit. In de kern van de plaatverbinding is de temperatuur hoog en de elektrische weerstand groot, waardoor het materiaal hier smelt. In het gebied met een lagere temperatuur is de weerstand kleiner en zal het materiaal niet tot smelten worden gebracht.



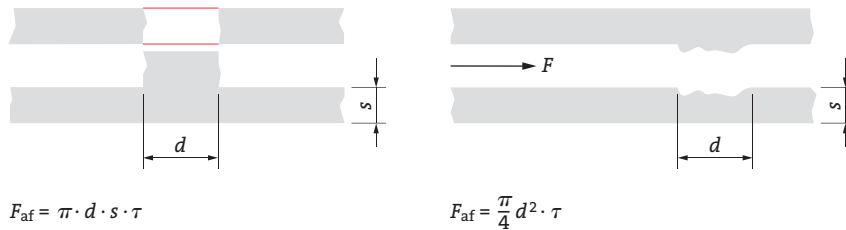
Figuur 23 Verband weerstand en temperatuur

Afmetingen van de puntlas

Vooraf de vorm en afmeting van de laslens en de plaatdikte bepalen de sterkte van de puntlasverbinding.

Sterkte van de puntlas

Een puntlasverbinding kan bezwijken als deze rondom de laslens (de prop) uitscheurt. Dit gebeurt bij kleine plaatdiktes. Bij verbindingen van dikkere platen bezwijkt de puntlas door afschuiven.



Figuur 24 Bezwijken van de puntlas

Als de verbinding rondom de laslens uitscheurt, is de uitscheurkracht:

$$F = \pi \cdot d \cdot s \cdot \tau$$

Met:

F = uitscheurkracht in N

d = diameter laslens in mm

s = plaatdikte in mm

τ = afschuifkracht in N/mm² (= 0,7 × de treksterkte)

Als de verbinding afschuift over de laslens, dan is de afschuifkracht:

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot \tau$$

Als de verbinding in alle richtingen even sterk moet zijn, dan geldt:

$$\pi \cdot d \cdot s \cdot \tau = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot \tau$$

Bij een even sterke las in alle richtingen is de verhouding tussen de diameter (d) van de laslens en de plaatdikte (s): $d = 4s$. Omdat de diameter van de laslens direct afhankelijk is van de diameter van de elektrodetip, kies je in de praktijk voor:

$$d_{\text{tip}} = 2 \cdot s + 2,5$$

Met:

d_{tip} = diameter van de tip in mm

s = plaatdikte in mm

Praktijkvoorbeeld: Sterkte puntlas**Gegeven**

In een puntlasverbinding van 1 mm op 3 mm plaat van S235 is de laslens 6 mm.

Gevraagd

Bereken de uitscheurkracht en de afschuifkracht van deze verbinding.

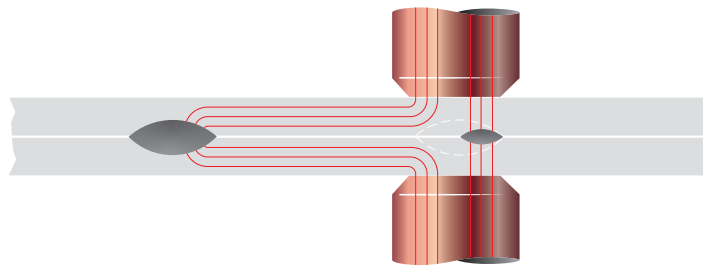
Oplossing

Uitscheurkracht: $F = \pi \cdot d \cdot s \cdot \tau = \pi \cdot 6 \cdot 1 \cdot (0,7 \cdot 360) = 4750 \text{ N}$

Afschuifkracht: $F = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot \tau = \frac{\pi}{4} \cdot 6^2 \cdot (0,7 \cdot 360) = 7125 \text{ N}$

Lasafstand en overlapping

Als je puntlassen te dicht bij elkaar probeert te maken, dan zoekt de stroom de weg van de minste weerstand. Dat is via een eerder gemaakte puntlas. Je noemt dit het **shunteffect**.



Figuur 25 Het shunteffect

Om het shunteffect te omzeilen neem je de steek $t = 20 \times$ de plaatdikte. Dan is de weerstand via een eerder gemaakte puntlas groter dan de weerstand door de lasplaats. Om te voorkomen dat het vloeibare metaal aan de randen van de verbinding wegspat, moet je de overlapping voldoende groot kiezen. Als je een te kleine overlapping kiest kan er op de plaats van de puntlas een uitstulping ontstaan waardoor de verbinding verzwakt. In de praktijk neem je voor de minimale overlap:

$$L_{\min} = 2,5 d$$

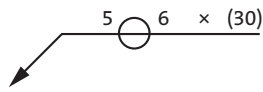
Met:

$L_{\min}$ = minimale overlap

d = tipdiameter in mm

Maataanduiding van puntlassen

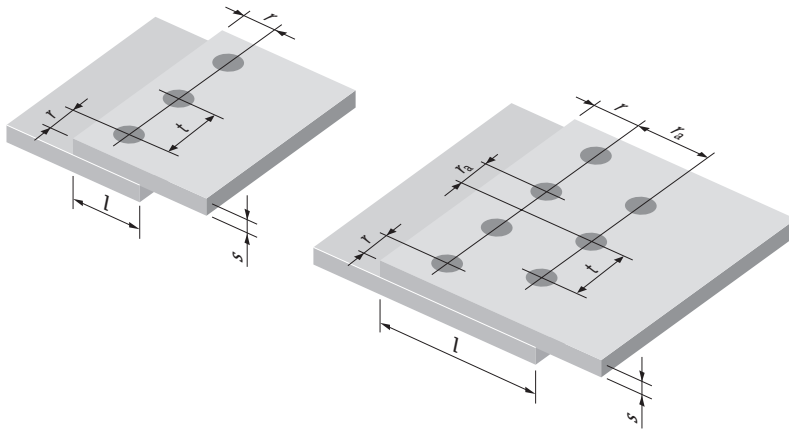
Volgens NEN 2756 geef je een puntlasverbinding als volgt aan.



- 5 = middellijn van het lasvlak
 ○ = symbool voor een puntlas
 6 = aantal puntlassen (n)
 (30) = steek (t) dit is de minimale afstand tussen de puntlassen

Figuur 26 Genormaliseerde aanduiding

In de praktijk kom je nog een aantal maten tegen die van belang zijn voor het ontwerpen van een puntlasverbinding.



Figuur 27 Maatvoering puntlasverbinding

Praktijkvoorbeeld: Maatvoering puntlasverbinding**Gegeven**

Een overlapverbinding in 1 mm dik plaatstaal.

Gevraagd

De minimale overlap, de steek en de randafstand.

Oplossing

Minimale overlap:

$$L_{\min} = 2,5 d \text{ met } d_{\text{tip}} = 2 \cdot s + 2,5$$

$$d_{\text{tip}} = 2 \cdot 1 + 2,5 = 4,5 \text{ mm, dus } L_{\min} = 2,5 d = 2,5 \cdot 4,5 = 11,25 \text{ mm}$$

Naar boven afronden geeft een minimale overlap van 12 mm (zie ook tabel 2).

De steek:

$$t = 20 \times \text{de plaatdikte}$$

$$t = 20 \cdot 1 = 20 \text{ mm}$$

De randafstand:

$$\text{Randafstand } r = 0,5t, \text{ dus } r = 0,5 \cdot 20 = 10 \text{ mm.}$$

Andere methoden van weerstandlassen

Een aantal weerstandlasprocessen zijn afgeleid van het puntlassen:

- doordruklassen;
- rolnaadlassen;
- stuiklassen;
- wrijvingslassen;
- afbrandstuiklassen;
- stiftlassen.

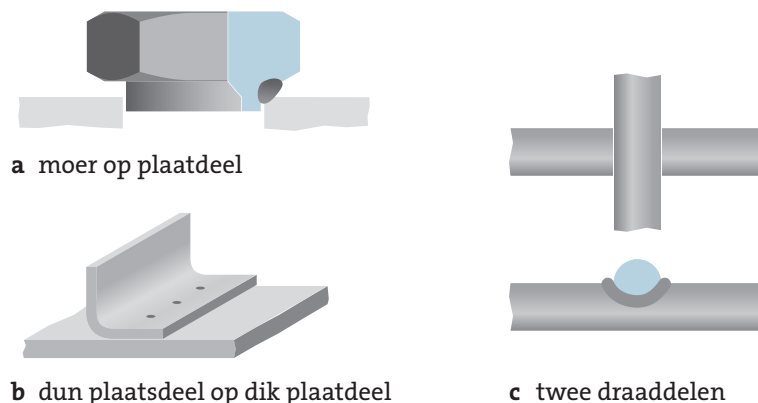
Doordruklassen

Doordruklassen noem je ook wel **projectielassen**. Hierbij wordt de plaats van de puntlas bepaald door de vorm van de productdelen. Er worden meestal meerdere puntlassen tegelijkertijd gemaakt.



Figuur 28 Doordruklassen

De stroomoverdracht gaat via de contactpunten die de plaatdelen met elkaar hebben. Ook de laskracht is op deze punten geconcentreerd. Omdat de stroomdichtheid bij de overgang van de elektrode naar een plaatdeel klein is, treedt hier geen beschadiging op. Deze methode pas je toe bij het lassen van draadvormige producten. Ook kun je dunne producten op dikke plaat lassen met deze methode. Een bekende toepassing is het lassen van moeren op plaatdelen.



Figuur 29 Toepassing van doordruklassen

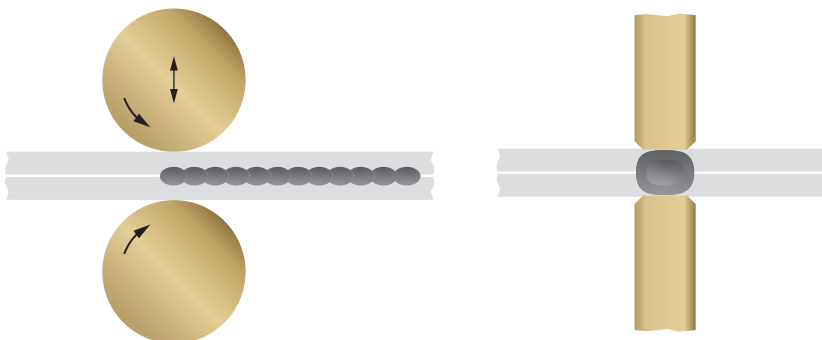
Rolnaadlassen

Bij *rolnaadlassen* is de elektrode vervangen door twee draaiende lasrollen.



Figuur 30 Rolnaadlasmachine

De lasverbinding maak je door **stroompulsen**. Als je de pauzes tussen de stroompulsen kort neemt, dan overlappen de gemaakte lassen elkaar en ontstaat er een doorgaande las.



a langsaanzicht

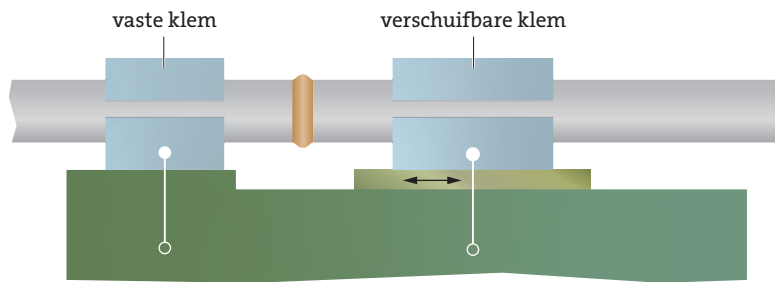
b dwarsaanzicht

Figuur 31 Rolnaadlassen met stroompulsen

Stuiklassen

Bij *stuiklassen* ontstaat een stompe lasverbinding. Je brengt de te verbinden delen onder druk tegen elkaar aan. De delen doen zelf dienst als stroomgeleider. Op de contactvlakken ontstaat warmte door de overgangsweerstand en de hoge stroom. Hierdoor wordt het materiaal week en door de laskracht wordt het aan elkaar verbonden.

Op de lasplaats ontstaat een verdikking door het uitstulpende weke materiaal. Stuiklassen pas je toe voor het stomplassen van profielen, assen en pijpen in grotere series.



Figuur 32 Stuiklassen

Wrijvingslassen

Bij *wrijvingslassen* ontstaat de warmte door de twee te verbinden delen langs elkaar te wrijven. Door de wrijving ontstaat warmte die de werkstukdelen verhit tot de smeedtemperatuur. De twee delen worden tegen elkaar aan geperst, waardoor een stompe verbinding ontstaat. Je past deze methode toe bij het verbinden van (meestal rond) staafmateriaal en buizen. Op de lasplaats ontstaat een verdikking door uitstulpend week materiaal. Je kunt met dit proces zowel metalen als kunststoffen verbinden.

Afbrandstuiklassen

Bij *afbrandstuiklassen* breng je de delen onder lage druk tegen elkaar. Op het contactvlak smelt het materiaal van de werkstukdelen. Je moet de delen bewust enige keren van elkaar halen om vlamboogjes te trekken. Hierbij spat vloeibaar metaal weg. Uiteindelijk pers je de delen tegen elkaar, waardoor de verbinding tot stand komt. Het verschil met stuiklassen is dat de uitstulping op de lasplaats kleiner is.



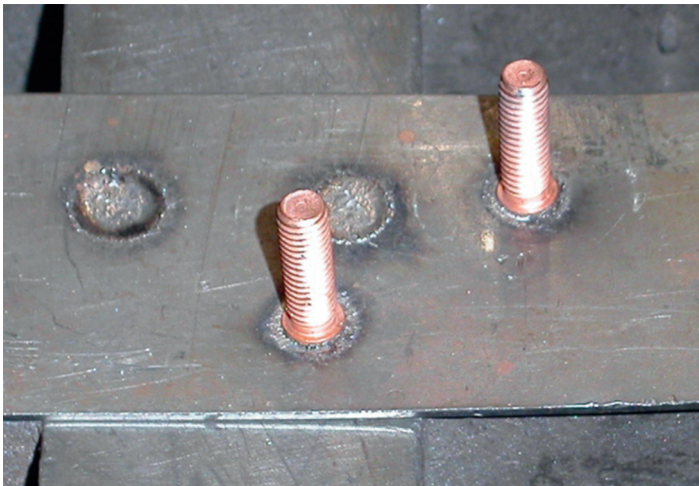
Figuur 33 Afbrandstuiklassen

Stiftlassen

Bij *stiftlassen* las je stiften in de vorm van draadeinden, isolatienagels, binnendraadnippels en bouten. Stiftlassen is een variant op afbrandstuiklassen. In de praktijk kom je twee methoden tegen:

- stiftlassen met condensatorontlading;
- vlamboogstiftlassen.

Bij het stiftlassen met condensatorontlading ontstaat tijdens het lasproces een hoge stroomsterkte. Hierdoor ontstaat een vlamboog vanuit een speciaal daartoe gevormde lastip aan de laszijde van de lasstift. De lastip smelt en verdampt. Hierdoor wordt de luchtkolom geleidend en ontstaat de eigenlijke vlamboog. De benodigde lasstroom wordt geleverd door het ontladen van een condensatorbatterij. De onderkant van de stift smelt en er ontstaat een smeltbad in het werkstuk. Hierna pers je beide delen op elkaar en na afkoeling ontstaat een verbinding. Deze methode pas je toe bij het lassen van stiften met een kleine diameter op dunne plaat.



Figuur 34 Stiftlassen

Bij *vlamboogstiftlassen* maak je contact tussen de stift en het werkstuk. Door de overgangsweerstand smelt en verdampt een dunne schil metaal van zowel de stift als het werkstuk. De stift trekt zich terug en er ontstaat een vlamboog tussen stift en werkstuk. Om de vlamboog te richten en de laskraag te vormen wordt een keramische ring gebruikt. Er ontstaat een smeltbad van werkstukmetaal en de punt van de stift. Beide delen worden onder druk samengeperst en na afkoeling ontstaat een verbinding. Als de las is voltooid, kun je de keramische ring gemakkelijk verwijderen. De ring kun je maar één keer gebruiken. Deze methode pas je toe bij dikker materiaal en grotere stiften.

Veiligheid

Voor en tijdens het puntlassen:

- Controleer of de stroomvoerende delen goed zijn afgeschermd.
- Voorkom dat je de koelslangen beschadigt.
- Zorg dat er voldoende koeling is en controleer het systeem.
- Draag handschoenen om verwonding aan scherpe plaatranden te voorkomen.
- Let op bij het uitnemen van een product, want de puntlas en het materiaal direct ernaast kunnen nog heet zijn.

- Draag tijdens het stuiklassen een veiligheidsbril met dichte zijflappen om te voorkomen dat wegspattend metaal in je ogen komt.
- Draag bij vlamboogstiftlassen en afbrandstuiklassen een beschermende bril tegen uv-straling van de vlambogen.
- Bescherm je bij alle manieren van puntlassen tegen rondspattend vloeibaar metaal.
- Draag naast de veiligheidsbril nauwsluitende brandwerende werkkleding.

Samenvatting

Alle stroomgeleidende metalen kun je aan elkaar puntlassen. Ook verschillende metalen kun je aan elkaar puntlassen. Door de overgangsweerstand tussen de werkstukdelen vindt warmteontwikkeling plaats en ontstaat de laslens. Hoe hoger de lasdruk, des te lager de overgangsweerstand en dus de warmteontwikkeling.

De procesvariabelen bij puntlassen zijn: lasdruk; lastijd en lasstroom. Ze zijn afhankelijk van de materiaalsoort en te vinden in tabellen.

Het materiaal van de elektrode moet aan eisen voldoen, zoals:

- goede elektrische- en warmtegeleiding;
- goede mechanische eigenschappen, zoals sterkte en slijtvastheid;
- goede warmvastheid om de sterkte en de slijtvastheid ook bij hogere temperatuur te behouden;
- een geringe affiniteit met het materiaal van de te lassen producten, om legeren hiermee te voorkomen.

Puntlassen doe je zowel met wisselstroom als met gelijkstroom. De spanning is 3 tot 15 V, de lasstroom kan variëren van 3000 tot 20.000 A.

Moderne puntlasmachines maken gebruik van de inverter-techniek, waardoor je verschillende puntlascycli kunt instellen:

- stroompulsen (dik materiaal);
- up-slope (aluminium);
- down-slope (scheurgevoelige materialen);
- reheat (tegen hardingsverschijnselen).

Een puntlasverbinding kan bezwijken als deze rondom de laslens (de prop) uitscheurt. Dit gebeurt bij kleine plaatdiktes. De uitscheurkracht is:

$$F = \pi \cdot d \cdot s \cdot \tau$$

Met:

F = uitscheurkracht in N

d = diameter laslens in mm

s = plaatdikte in mm

τ = afschuifkracht in N/mm² (= 0,7 × de treksterkte)

Bij verbindingen van dikkere platen bezwijkt de puntlas door afschuiven. De afschuifkracht is:

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot \tau$$

Weerstandlasprocessen die zijn afgeleid van puntlassen zijn:

- rollassen, de elektroden zijn hierbij ronde schijven;
- doordruk- of projectielassen, de plaats van (meestal meerdere) puntlassen ligt vast door contactpunten van de overlapverbinding;
- stuiklassen, de verbinding wordt door druk gemaakt, de warmteontwikkeling vindt plaats door de grote overgangsweerstand tussen de delen, of bij afbrandstuiklassen door een vlamboog;
- wrijvingslassen, de verbinding wordt onder druk gemaakt, de warmte ontstaat door wrijving tussen de te verbinden delen;
- stiftlussen, de warmteontwikkeling vindt plaats door vlambogen en de verbinding komt tot stand onder druk, de vlamboog wordt geleid door een keramische ring.



Figuur 35 Vlamboogstiftlussen

Video

Bekijk de video over puntlassen van aluminium:

<http://qr.linktm.nl/qr1001612>

Bekijk de video over rolnaadlassen:

<http://qr.linktm.nl/qr1001613>

Bekijk de video over stiftlussen:

<http://qr.linktm.nl/qr1001614>

Bekijk de video over wrijvingslassen:

<http://qr.linktm.nl/qr1001615>

Begrippen

Affiniteit	Neiging van een metaal om oxiden te vormen.
Afschrikken	Na verhitting zeer snel afkoelen.
Hardingsstructuur	Metaalstructuur die ontstaat na verhitten en snel afkoelen van een metaal.
Hardingsverschijnsel	Toenemende inwendige spanningen in een metaal ten gevolge van verhitten en snel afkoelen.
Ontlaten	Warmtebehandeling waarbij inwendige spanningen in een metaal afnemen.
Overgangsweerstand	Weerstand die de stroom ondervindt van het ene object naar het andere.
Overlapverbinding	Verbinding waarbij de plaatdelen over een bepaalde afstand over elkaar heen schuiven.
Parameters	In te stellen variabelen bij het puntlassen, zoals lasstroom, lastijd en laskracht.
Projectielassen	Puntlasmethode waarbij door contactpunten van de plaatdelen meerdere puntlassen tegelijk worden gemaakt.
Puntlascyclus	Serie van opeenvolgende parameters binnen een blok (opbouw lasdruk + voordruktijd + lastijd + nadruktijd + afbouw lasdruk).
Raamvlak	Oppervlak dat gevormd wordt door de uitlading van de machine en de afstand tussen de lasarmen.
Rekristallisatie	Warmtebehandeling waarbij de kristallen zich opnieuw gaan vormen.
Shunteffect	Verschijnsel waarbij de lasstroom door een eerder gelegde puntlas gaat en deze losgaat.
Standtijd	Zuivere productietijd van een elektrode, zonder dat deze vervuult of vervormt.
Stationair	Werkend vanuit een vaste positie.
Stroomdichtheid	Hoeveelheid stroom per oppervlakte-eenheid.
Stroompulsen	Opeenvolging van een serie stroomstoten.

Uitlading

Afstand tussen de kolom en de elektrode van de onderarm.

Warmvastheid

Materiaaleigenschap, geeft aan in welke mate het materiaal wordt beïnvloed door verwarmen.

Theorieopdrachten

- 1 De stroom gaat bij puntlassen van de ene elektrode door de metaaldelen naar de andere elektrode.
Kies het juiste woord in de zinnen.
- De stroom ondervindt vanuit de elektrode naar de eerste plaat een **grotere/kleinere** weerstand dan door de plaat zelf.
 - De stroom ondervindt bij de overgang van de ene plaat naar de andere plaat een **grotere/kleinere** weerstand dan door de plaat zelf.
 - De stroom ondervindt bij de overgang vanuit de plaat naar de elektrode een **grotere/kleinere** weerstand dan bij de overgang van de ene naar de andere plaat.
 - De stroom ondervindt vanuit de tweede plaat terug naar de elektrode een **grotere/kleinere** weerstand dan door de elektrode zelf.
 - De stroom ondervindt door de elektrode een **grotere/kleinere** weerstand dan door de plaat.
- 2 Een gevolg van een te hoge stroomdichtheid bij puntlassen is dat
- a** er veel rookontwikkeling ontstaat.
 - b** het elektrodemateriaal gaat smelten.
 - c** er te veel warmte wegvloeit naar het omliggende metaal.
 - d** het vloeibare metaal uit de zich vormende laslens wegspat.
- 3 Bij zwaardere puntlasapparaten maakt de lasarm een rechtlijnige beweging. Deze beweging wordt uitgevoerd
- a** door een elektromotor.
 - b** door een hydraulische cilinder.
 - c** door een pneumatische cilinder.
 - d** door een scharnierende arm en voetbeweging.

- 4 Bij welke verbindingsmethoden komt de warmteontwikkeling tot stand door een vlamboog, en bij welke niet? Zet in de juiste kolom.
rollassen - stuiklassen - projectielassen - wrijvingslassen - stiflassen -
doordruklassen en afbrandstuiklassen

Door vlamboog	Niet door vlamboog

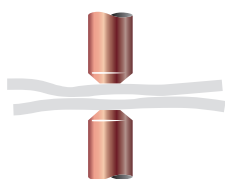
- 5 Bij het puntlassen van aluminium is, vergeleken met staal, de
- a** lasstroom lager en de lastijd langer.
 - b** lasstroom hoger en de lastijd langer.
 - c** lasstroom lager en de lastijd korter.
 - d** lasstroom hoger en de lastijd korter.

Opdrachten uit de praktijk

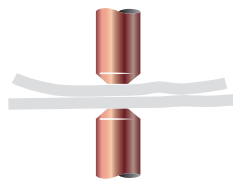
- 1 Het samenstellen van de carrosserie van een auto gebeurt door middel van honderden puntlassen. Geef naast de carrosserie van een auto nog drie producten waarbij puntlassen als verbindingsmethode wordt gebruikt. Geef ook de materiaalsoort aan. Een voorbeeld is al ingevuld.

	Product	Materiaalsoort
1	spatbord fiets	staal
2		
3		
4		

- 2 In welke situatie kies je voor de hoogste laskracht en waarom?



a



b

Figuur 36 Invloed laskracht

- 3 Je maakt een puntlas in 3 mm dik staalplaat. Hoe groot moet de diameter van de laslens worden?
- 4 Je krijgt de opdracht om twee platen van 2 mm dik aan elkaar te puntlassen. Welke lastijd stel je in op de machine?

- 5 Bij het bedrijf waar je stageloopt zijn de puntlasvariabelen voor verschillende verbindingen in staal vastgelegd. Zo zijn de instelwaarden voor het puntlassen van 2 mm dik plaatstaal als volgt:

- lasstroom: 12 kA
- lastijd: 24 p
- laskracht: 4,0 kN

Je krijgt de opdracht om de machine om te stellen voor het puntlassen van een verbinding in 2 mm dik rvs.

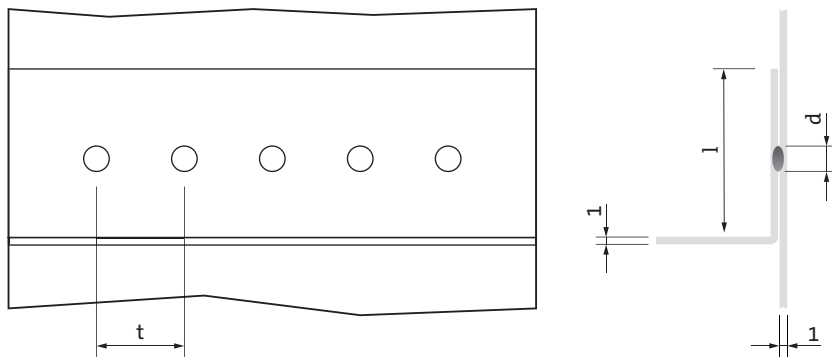
Welke waarden stel je in?

Lasstroom: _____

Lastijd: _____

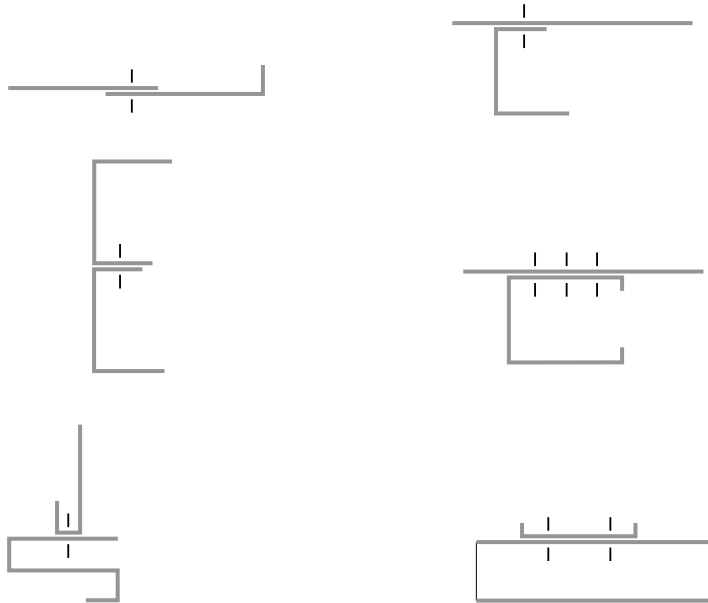
Laskracht: _____

- 6 Bepaal de diameter van de laslens, de minimale steek, de minimale overlap, de laskracht en de lastijd voor de verbinding van figuur 37 in plaatstaal.



Figuur 37 Puntlasverbinding (hoek op plaat)

- 7 In het bedrijf waar jij stage loopt worden de puntlasconstructies van figuur 38 toegepast. Jou wordt gevraagd de uitvoeringsvormen van een nieuw aan te schaffen puntlasmachine te bepalen. Naast de standaarduitvoering a mogen slechts drie andere uitvoeringsmogelijkheden worden gekocht. Je hebt de keuze uit de mogelijkheden van figuur 17.



Figuur 38 Verschillende puntlasverbindingen

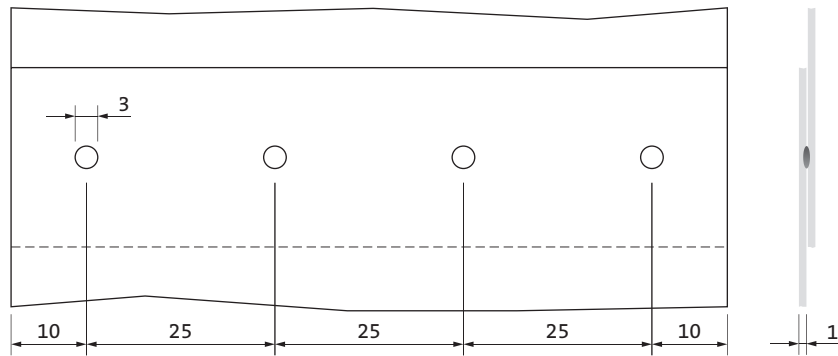
Welke uitvoeringsvormen kies je naast de standaarduitvoering a (recht geplaatste elektrode)?

- 8 In een puntlasverbinding van 1,5 mm op 3 mm plaat van S235 is de laslens 7 mm.
Bereken de uitscheurkracht en de afschuifkracht van deze verbinding.

Uitscheurkracht: _____

Afschuifkracht: _____

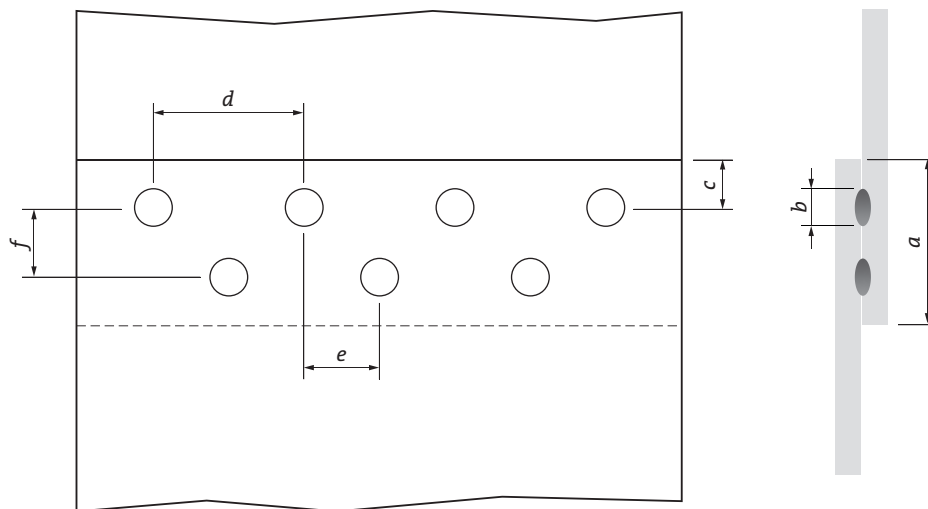
- 9 Bereken de sterkte van de puntlasverbinding van figuur 39 in een staalsoort met een afschuifkracht van 280 N/mm^2 .



Figuur 39 Sterkte puntlasverbinding

De maximale belasting van de verbinding is

- a 1979 N
 - b 2369 N
 - c 7916 N
 - d 10.556 N
- 10 Bepaal de maatvoering voor de tweerijige puntlasverbinding in plaatstaal met een dikte van 3 mm. Vul de symbolen en de maten in in de tabel.



Figuur 40 Dubbelrijige puntlasverbinding

Nr.	Symbool	Waarde in mm
<i>a</i>		
<i>b</i>		
<i>c</i>		
<i>d</i>		
<i>e</i>		
<i>f</i>		

- 11 Bij het puntlassen draag je een veiligheidsbril met zijvlakken om
- a** de uv-straling af te schermen.
 - b** het proces beter te kunnen volgen.
 - c** te beschermen tegen wegspringend hamerslag.
 - d** de ogen te beschermen tegen rondspringende spatten.

Evaluatie en reflectie

Hierna zie je een checklist met de onderwerpen die aan de orde zijn geweest. Geef aan welke onderwerpen je goed beheerst en welke je nog beter moet bestuderen.

Checklist

Je kunt:

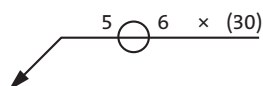
- ☐ uitleggen hoe een puntlas tot stand komt.
- ☐ de factoren benoemen die van invloed zijn op de kwaliteit van een puntlas.
- ☐ verklaren waarom die factoren van invloed zijn op de sterkte van de puntlas.
- ☐ een keuze maken tussen de verschillende elektrodematerialen.
- ☐ de sterkte van een puntlasverbinding berekenen.
- ☐ de geometrie van een puntlasverbinding bepalen.
- ☐ de juiste instelling voor het maken van een puntlas bepalen.
- ☐ andere methoden van weerstand- en druklassen benoemen en uitleggen.
- ☐ gepaste maatregelen nemen om veilig te puntlassen.

Zelftoets

Test jezelf, maak de zelftoets.

- 1 Een puntlasverbinding kun je goed uitvoeren als het materiaal
 - a goed vervormbaar is.
 - b de stroom goed geleidt.
 - c de warmte goed geleidt.
 - d een grote inwendige weerstand heeft.
- 2 Een grotere elektrodedruk veroorzaakt bij het puntlassen een **grotere/kleinere** overgangsweerstand en **meer/minder** warmte.
- 3 De voordruktijd bij puntlassen dient om
 - a te voorkomen dat er vlambogen gaan ontstaan.
 - b een goed contact te maken tussen de plaatdelen en de elektrode.
 - c te voorkomen dat de werkstukdelen tijdens het puntlassen verschuiven.
 - d een goed contact te maken tussen de plaatdelen.
- 4 Een puntlasverbinding bestaat uit twee puntlassen van 4 mm in plaat met een dikte van 1 mm en een afschuifkracht van 280 N/mm^2 .
De sterkte van deze verbinding bedraagt
 - a 3518,6 N
 - b 7037,2 N
 - c 14.074,4 N

- 5 Het shuntverschijnsel bij puntlassen treedt op
- bij een te hoge puntlasstroom.
 - bij een te hoge elektrodedruk.
 - bij een grote overgangsweerstand.
 - bij een te kleine steek.
- 6 Bij het doordruk- of projectielassen
- treedt er stuik op in het materiaal.
 - ontstaat een langgerekte puntlas.
 - spat vloeibaar metaal in het rond tijdens het lassen.
 - worden meerdere puntlassen in een keer gemaakt.
- 7 De up-slope-regeling bij puntlassen gebruik je om
- dikke plaat te lassen.
 - scheurgevoelige materialen te lassen.
 - oxidatiegevoelige materialen te lassen.
 - plakken van de elektrode tegen te gaan.
- 8 Je past bij puntlassen reheat toe om
- hardingsverschijnselen te voorkomen.
 - te voorkomen dat het materiaal te snel afkoelt.
 - te voorkomen dat het materiaal te snel opwarmt.
 - de sterkte van de puntlasverbinding te vergroten.
- 9 Bij het afbrandstuiklassen ontstaat de laswarmte door
- wrijving tussen de onderdelen.
 - een vlamboog tussen de werkstukonderdelen.
 - een grote druk tussen de werkstukonderdelen.
 - een grote overgangsweerstand tussen de werkstukdelen.
- 10 In de genormaliseerde aanduiding van figuur 1 geeft het eerste getal
- het aantal puntlassen aan.
 - de diameter van de laslens aan.
 - de steek van de puntlassen aan.
 - de diameter van de elektrode aan.



Figuur 1

