

Lassen van polyolefinen

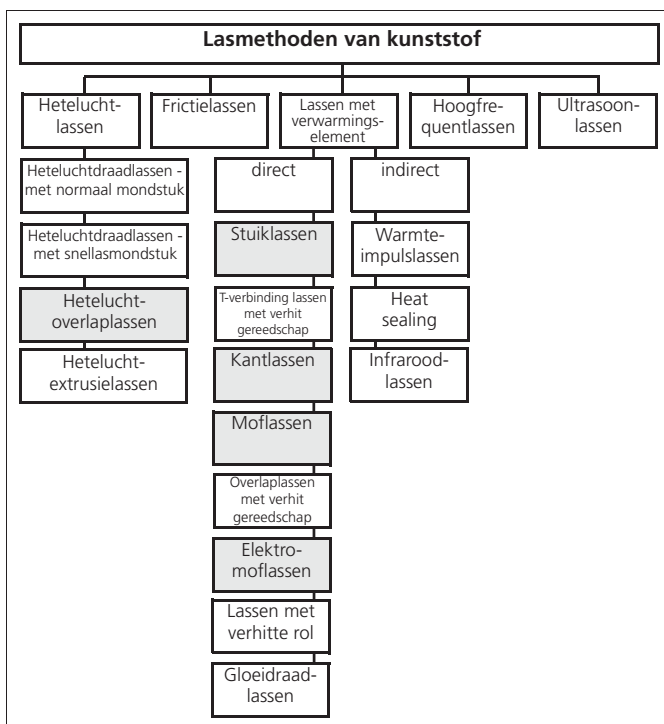
9 Lassen van polyolefinen

9.1 Algemeen

Kunststoffen kunnen met verschillende lasmethoden worden gelast. Niet elke lasmethode is geschikt voor het lassen van polyolefinen. Bij het leggen van een kunststof leidingsysteem is het dan ook belangrijk al in de ontwerpfase informatie in te winnen over mogelijke lasmethoden en hun toepasbaarheid. De keuze voor de meest geschikte lasmethode wordt in de regel beïnvloed door de volgende factoren: economische factoren, de constructie van de componenten, inwendige en uitwendige invloeden op het leidingsysteem en van de lokale omstandigheden.

Afbeelding 9.1 toont de in de kunststoftechniek meest toegepaste lasmethoden.

In de grijze vakjes staan de lasmethoden die gewoonlijk voor het lassen van PE in de kunststof leidingbouw worden gebruikt.



Afbeelding 9.1 Lasmethoden

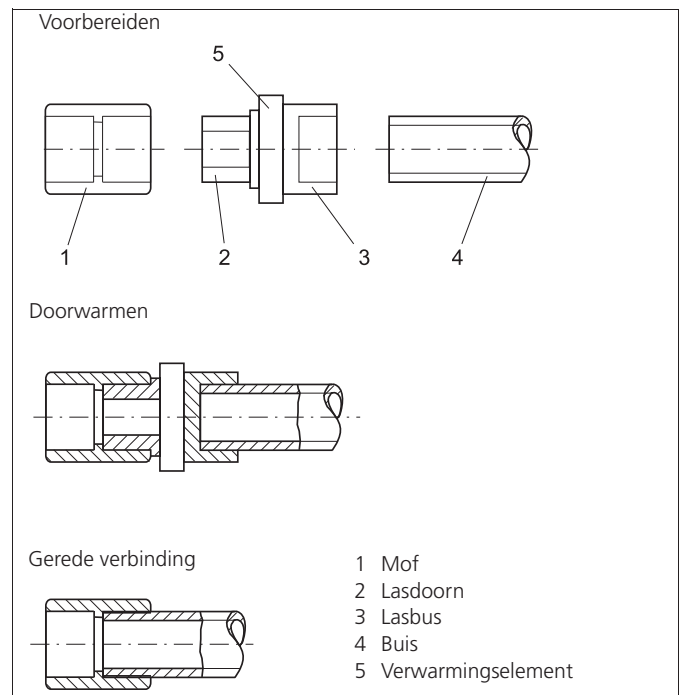
De in de praktijk meest toegepaste lasmethoden voor het verbinden van PE-drukleidingen zijn het stuiklassen en het elektromoflassen.

9.2 Lasmethoden

9.2.1 Moflassen

Beschrijving

Het moflassen (ook polyfusielassen genoemd) lijkt qua procestechiek op het stuiklassen. Het moflassen wordt in de DVS-richtlijn 2207 Deel 1, 5 en 11 gerelateerd aan de daarvoor geschikte kunststoffen en gedetailleerd beschreven. Bij het moflassen worden zowel het buiseinde als de mof gelijktijdig door een verwarmingselement verwarmd. Na afloop van het doorwarmen wordt de mof over de buis geschoven en met kracht aangedrukt. Het verschil met het stuiklassen is dat de samen te voegen oppervlakken overlappend worden verbonden. Het eigenlijke verwarmingselement bezit aan de ene kant een vorm voor de opname van de mof (lasdoorn) en aan de andere kant een vorm voor de opname van het buiseinde (lasbus). Zie afbeelding 9.2.



Afbeelding 9.2 Moflassen

De verwarmingselementen en de te verbinden lasdelen zijn qua maatvoering zo op elkaar afgestemd dat er bij het samenvoegen van de delen een lasdruk wordt opgebouwd. Lasdelen met een diameter tot 50 mm kunnen met de hand worden gelast, grotere diameters tot en met 110 mm moeten met een daartoe bestemde inrichting worden gelast.

Het moflasproces - voorbereiding

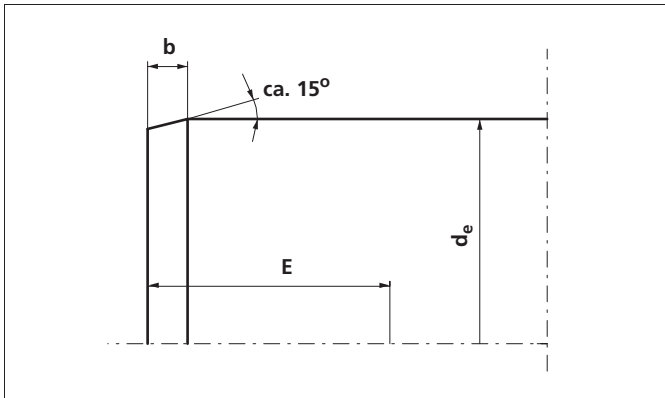
Voorafgaand aan het lassen van de delen dient de lasnaad zorgvuldig te worden voorbereid, want alleen bij een goede voorbereiding van de samen te voegen oppervlakken kan een onberispelijke kwaliteit en dichtheid van de lasverbinding worden gegarandeerd. Daarom zijn de volgende regels ter voorbereiding van lasoppervlakken in de leidingbouw van groot belang en dienen altijd te worden nageleefd:

- De verbindingsoppervlakken dienen vlak voor het lassen mechanisch met een krabber, schraper of schilapparaat worden bewerkt, om het oxidelaagje te verwijderen.
- Het buiseinde dient in overeenstemming met tabel 9.1 te worden afgeschuind. Afbeelding 9.3 toont een juist afgeschuind buiseinde.
- De verbindingvlakken van de buis of van de fitting moeten in overeenstemming met de opgave van de fabrikant worden bewerkt.
- Vermijd dat de kopse kant van de buis tegen het einde van de lasbus aan ligt.
- Indien zonder machine wordt gelast, dient op de buis de insteekdiepte, de afstand (E) volgens tabel 9.1, worden afgetekend.
- De te verbinden oppervlakken dienen vet- en stofvrij zijn. De fitting dient aan de binnenkant en de buis aan de buitenkant grondig worden gereinigd met een geschikt ontvettingsmiddel en goed absorberend, niet-pluizend en niet-gekleurd papier. Hetzelfde geldt voor het verwarmingselement.
- De werkplek dient zodanig te worden ingericht dat het lassen onafhankelijk van de weersinvloeden kan plaatsvinden.
- Bij omgevingstemperaturen lager dan +5°C mogen zonder speciale maatregelen (bijv. bescherming door verwarmde tent) geen laswerkzaamheden worden verricht. De temperatuur in de directe nabijheid van de lasplaats mag tijdens het lassen niet meer dan 10°C veranderen.
- Voorafgaand aan het lassen dient te worden gecontroleerd of de machines en apparatuur goed werken. In het bijzonder dienen de lasparameters te worden gecontroleerd. De temperatuur van het lasselement bedraagt voor PE ca. 250-270°C.

Lassen van polyolefinen

Buisdiameter d_e (mm)	Buisafschuining b (mm)	Insteekdiepte E (mm)
16	2	13
20	2	14
25	2	15
32	2	17
40	2	18
50	2	20
63	3	26
75	3	29
90	3	32
110	3	35
125	3	38

Tabel 9.1 Lasvoorbereiding (afschuining) van het buiseinde



Afbeelding 9.3 Buisafschuining bij moflassen

1 Buitendiameter buis (mm)	2 Doorwarmen SDR 11	3 Omschakelen (max. tijd) (s)	4 Afkoelen Gefixeerd (s)	5 Afkoelen Totaal (min)
16	5	4	6	2
20	5	4	6	2
25	7	(1)	10	2
32	8	(1)	10	4
40	12	(1)	20	4
50	12	(1)	20	4
63	24	(1)	30	6
75	30	15	30	6
90	40	22	40	6
110	50	30	50	8
125	60	35	60	8

⁽¹⁾Als gevolg van een te geringe wanddikte is de lasmethode niet aan te bevelen.

Tabel 9.2 Richtwaarden voor het moflassen van leidingen en leidingdelen van PE bij een buitentemperatuur van 20°C en matige luchtbeweging (DVS 2207 Deel 1)

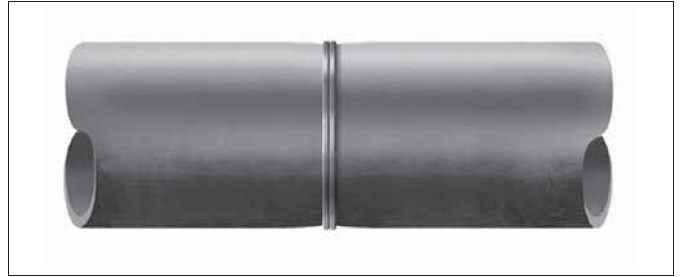
Uitvoering

De lasdelen worden voor het doorwarmen tot de markering geschoven en gefixeerd op de matrijzen, die op het verwarmingselement zijn aangebracht. Daarna begint de doorwarmtijd volgens de gegevens in tabel 9.2. Bij het doorwarmen dient te worden voorkomen dat de buis met zijn kopse kant tegen het einde van de lasbus aanligt.

Na afloop van de doorwarmtijd dienen de lasdelen gauw van de verwarmingsmatrijzen te worden getrokken en meteen zonder verdraaien tot de aanslag of tot de markering in elkaar te worden geschoven. Indien zonder speciale inrichting wordt gelast, dienen de samengevoegde delen gedurende de in tabel 9.2 genoemde tijd gefixeerd worden vastgehouden. De verbinding mag pas na beëindiging van de afkoeltijd aan mechanische belasting worden blootgesteld. Na elke gemaakte las de lasdoorn

en de lasbus reinigen met een geschikt ontvettingsmiddel en goed absorberend, niet-pluizend en niet-gekleurd papier.

9.2.2 Stuiklassen

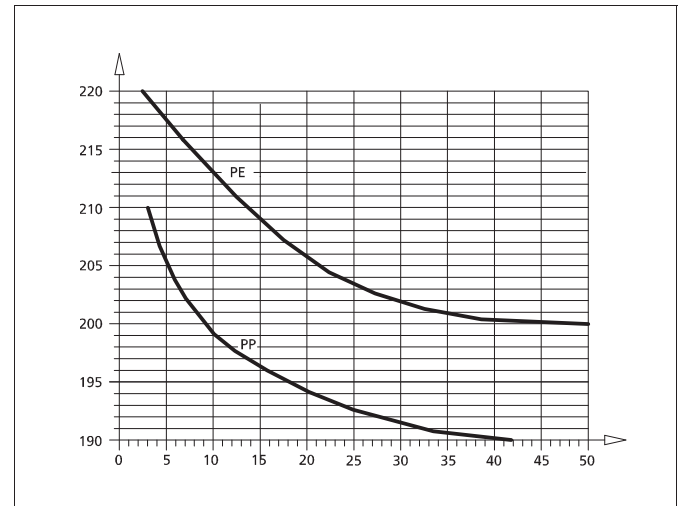


Afbeelding 9.4

Beschrijving

Stuiklassen is een zeer economische en betrouwbare verbindingstechniek waarbij geen additionele hulpstukken nodig zijn om deze niet-demonteerbare verbinding tot stand te brengen. Stuiklassen is zeer geschikt voor het prefabriceren van leidingdelen en het maken van speciale hulpstukken. Voor gelaste fittingen is deze lasmethode van zeer grote betekenis.

Bij het stuiklassen worden eerst de samen te voegen (kopse) oppervlakken van de lasdelen mechanisch bewerkt (geschaafd). Daardoor ontstaan er parallelle kopvlakken die later gelijkmatig tegen het verwarmingselement aan kunnen liggen. Vervolgens worden de samen te voegen vlakken onder inwerking van warmte door middel van een verwarmingselement (lasspiegel) en bij geringe druk (opwarmdruk) opgewarmd. Daarna vindt bij gereduceerde druk het doorwarmen (doorwarmtijd) plaats en na verwijdering van het verwarmingselement (omschakelen) het samenvoegen en afkoelen bij aandrukkracht. Diagram 9.1 toont het schematische verloop van het stuiklassen. De in te stellen temperaturen van het verwarmingselement dienen in overeenstemming met de wanddikte gevarieerd te worden (afbeelding 9.5).



Afbeelding 9.5 Temperatuur verwarmingselement als functie van de buiswanddikte bij PE

Lassen van polyolefinen

Het stuiklasproces

De uitvoering van het stuiklasproces wordt beschreven in 'NEN 7200 Kunststof leidingen voor het transport van gas, drinkwater en afvalwater - Stuiklassen van buizen en hulpstukken van PE'. Voor harmonisatie van het stuiklasproces is door ISO/TC138 werkdocument 'ISO/WD21307' opgesteld.

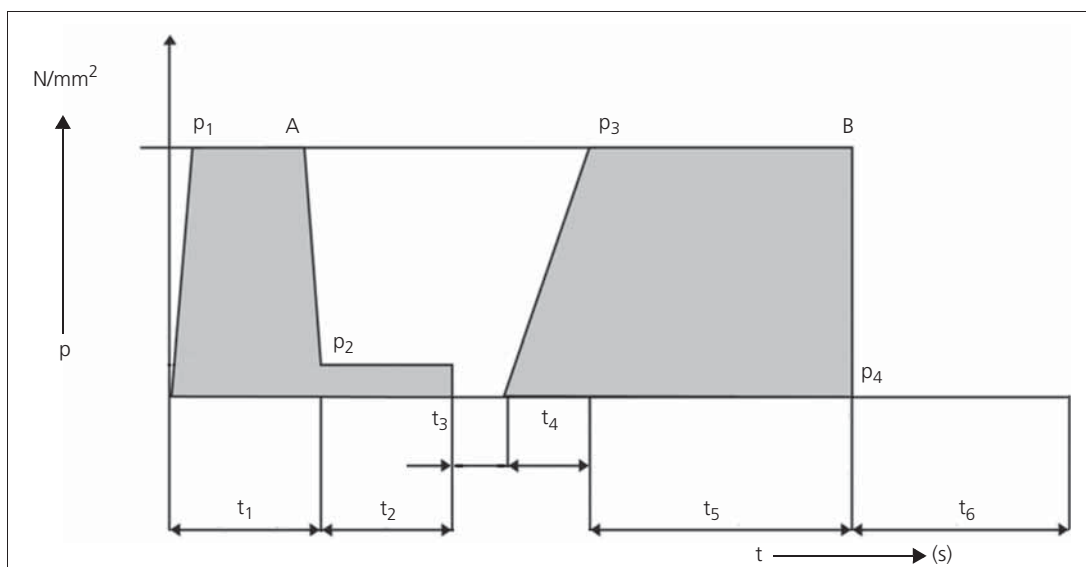


Diagram 9.1 Procesverloop bij stuiklassen

Symbol	Naam	Eenheid	
d_e	nominale buitenmiddenlijn	mm	
e	minimale wanddikte buis	mm	
A	rilbreedte (einde opwarmtijd)	mm	ca. $(0,5 + 0,1 e)$ rondom gelijkmatig
B	rilbreedte (einde koeltijd onder druk)	mm	minimaal $3 + 0,5 e$ maximaal $5 + 0,75 e$
p_1	opwarmdruk	N/mm^2	$0,18 \pm 0,01$
p_2	doorwarmdruk	N/mm^2	nagenoeg drukloos tot ongeveer $0,01$
p_3	lasdruk	N/mm^2	$0,18 \pm 0,01$
p_4	koeldruk	N/mm^2	0 (drukloos, zonder buig- en/of trekspanning)
t_1	opwarmtijd	s	tot riwbreedte A is bereikt
t_2	doorwarmtijd	s	$(12 \pm 1) e$
t_3	maximale omschakeltijd	s	$3 + 0,01 d_e$
t_4	maximale drukopvoertijd	s	$3 + 0,03 d_e$
t_5	minimale lastijd, onder lasdruk	min	$3 + e$
t_6	minimale koeltijd, onder koeldruk	min	$1,5 e$

Uitwerking van lasparameters

d_e mm	buis SDR 11											buis SDR 17										
	$e_{(SDR11)}$ mm	F_1/F_3^* kN	A mm	F_d^{**} kN	t_2 s	t_3 s	t_4 s	t_5 min	B_{min} mm	B_{max} mm	t_6 min	$e_{(SDR17)}$ mm	F_1/F_3^* kN	A mm	F_d^{**} kN	t_2 s	t_3 s	t_4 s	t_5 min	B_{min} mm	B_{max} mm	t_6 min
32	2,9	0,05	0,8	0,003	35	3	4	6	4	7	4	1,9	0,03	0,7	0,00	23	3	4	5	4	6	3
40	3,7	0,08	0,9	0,004	44	3	4	7	5	8	6	2,4	0,05	0,7	0,00	29	3	4	5	4	7	4
50	4,6	0,12	1,0	0,01	55	4	5	8	5	8	7	3,0	0,08	0,8	0,00	36	4	5	6	5	7	5
63	5,8	0,19	1,1	0,01	70	4	5	9	6	9	9	3,8	0,13	0,9	0,01	46	4	5	7	5	8	6
75	6,8	0,26	1,2	0,01	82	4	5	10	6	10	10	4,5	0,18	1,0	0,01	54	4	5	8	5	8	7
90	8,2	0,38	1,3	0,02	98	4	6	11	7	11	12	5,4	0,26	1,0	0,01	65	4	6	8	6	9	8
110	10,0	0,57	1,5	0,03	120	4	6	13	8	13	15	6,6	0,39	1,2	0,02	79	4	6	10	6	10	10
125	11,4	0,73	1,6	0,04	137	4	7	14	9	14	17	7,4	0,49	1,2	0,03	89	4	7	10	7	11	11
140	12,7	0,91	1,8	0,05	152	4	7	16	9	15	19	8,3	0,62	1,3	0,03	100	4	7	11	7	11	12
160	14,6	1,20	2,0	0,07	175	5	8	18	10	16	22	9,5	0,81	1,5	0,04	114	5	8	13	8	12	14
180	16,4	1,52	2,1	0,08	197	5	8	19	11	17	25	10,7	1,02	1,6	0,06	128	5	8	14	8	13	16
200	18,2	1,87	2,3	0,10	218	5	9	21	12	19	27	11,9	1,27	1,7	0,07	143	5	9	15	9	14	18
225	20,5	2,37	2,6	0,13	246	5	10	24	13	20	31	13,4	1,60	1,8	0,09	161	5	10	16	10	15	20
250	22,7	2,92	2,8	0,16	272	6	11	26	14	22	34	14,8	1,97	2,0	0,11	178	6	11	18	10	16	22
280	25,4	3,66	3,0	0,20	305	6	11	28	16	24	38	16,6	2,47	2,2	0,14	199	6	11	20	11	17	25
315	28,6	4,63	3,4	0,26	343	6	12	32	17	26	43	18,7	3,13	2,4	0,17	224	6	12	22	12	19	28
355	32,2	5,88	3,7	0,33	386	7	14	35	19	29	48	21,1	3,98	2,6	0,22	253	7	14	24	14	21	32
400	36,3	7,47	4,1	0,41	436	7	15	39	21	32	54	23,7	5,04	2,9	0,28	284	7	15	27	15	23	36
450	40,9	9,46	4,6	0,53	491	8	17	44	23	36	61	26,7	6,39	3,2	0,36	320	8	17	30	16	25	40
500	45,4	11,67	5,0	0,65	545	8	18	48	26	39	68	29,7	7,90	3,5	0,44	356	8	18	33	18	27	45
560	50,6	14,58	5,6	0,81	607	9	20	54	28	43	76	33,2	9,89	3,8	0,55	398	9	20	36	20	30	50
630	57,2	18,53	6,2	1,03	686	9	22	60	32	48	86	37,4	12,53	4,2	0,70	449	9	22	40	22	33	56

* bij specifieke lasdruk $0,18 N/mm^2$

** bij specifieke lasdruk $0,1 N/mm^2$

Tabel 9.3 Lasparameters bij stuiklassen

Lassen van polyolefinen

Het stuiklassen van PE-drukleidingen verloopt volgens de volgende stappen:

Vorbereiding

- De stuiklasapparatuur dient regelmatig op functionaliteit gecontroleerd te worden. Dit geldt met name voor machines die op de bouwplaats ingezet worden.
- De te lassen buis en/of hulpstukken dienen in één lijn in de machine te worden ingespannen zodat er geen wandverzet ontstaat. Het wandverzet mag maximaal 10% van de wanddikte bedragen.
- De te lassen oppervlaktes van buis en/of hulpstuk dienen zolang geschaafd te worden totdat ze parallel aan de schaar en/of laspiegel zijn. Hierdoor kan het oppervlakte gelijkmatig verwarmd worden en bovendien wordt door het schaven de oxidehuid van het PE weggenomen. Wanneer de oxidehuid niet weggenomen wordt, kan er geen goede stuiklas worden gemaakt.
- De te verbinden oppervlakten dienen vet- en stofvrij zijn. Deze dienen grondig te worden gereinigd met een geschikt ontvettingsmiddel en goed absorberend, niet-pluizend en niet-gekleurd papier. Hetzelfde geldt voor het verwarmingselement.
- De werkplek dient zodanig te worden ingericht dat het lassen onafhankelijk van de weersinvloeden kan plaatsvinden.
- Bij omgevingstemperaturen lager dan +5°C mogen zonder speciale maatregelen (bijv. bescherming door verwarmde tent) geen laswerkzaamheden worden verricht. De temperatuur in de directe nabijheid van de lasplaats mag tijdens het lassen niet meer dan 10°C veranderen.
- Voorafgaand aan het lassen dient te worden gecontroleerd of de machines en apparatuur goed werken. In het bijzonder dienen de lasparameters te worden gecontroleerd. De temperatuur van de laspiegel dient tussen 200°C en 220°C te liggen. De maximale afwijkingen hierop staan in tabel 9.4.

Verwarmingselementen met elektrische temperatuurregeling

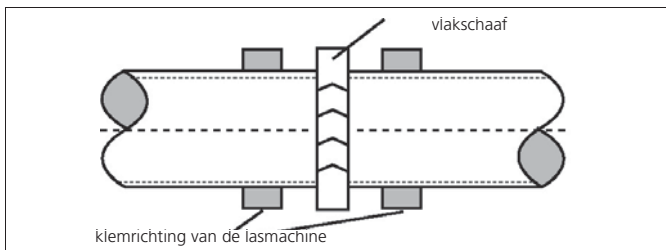
Gebruikt oppervlak	$\Delta\theta_1$	$\Delta\theta_2$	$\Delta\theta_{tot}$
t/m 250 cm ²	5°C	3°C	8°C
> 250 cm ²	7°C	3°C	10°C

Tabel 9.3 Max. temperatuurafwijkingen

- $\Delta\theta_1$ = max. temperatuurverschil binnen het gebruikte oppervlak
- $\Delta\theta_2$ = temperatuurverschil door regelintervallen
- $\Delta\theta_{tot}$ = $\Delta\theta_1 + \Delta\theta_2$ = max. toel. temperatuurafwijking van gewenste waarde

Bewerken van de lasvlakken

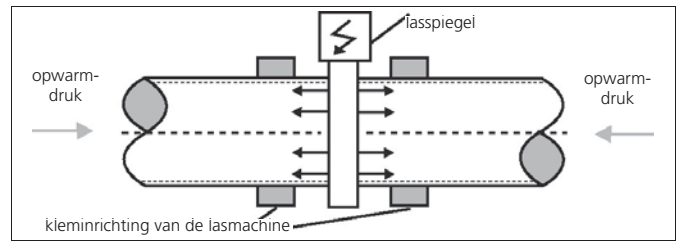
De lasvlakken worden geschaafd totdat ze parallel lopen aan schaar en/of laspiegel (zie afbeelding 9.6).



Afbeelding 9.6 Schaven lasvlakken

Opwarmen

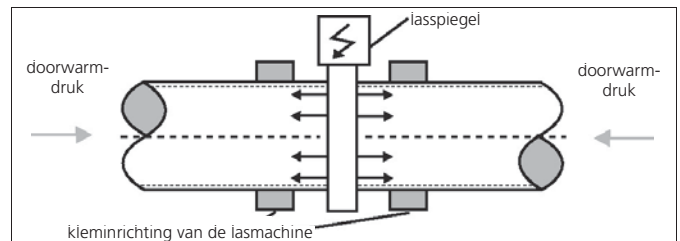
De beide lasvlakken worden gelijkmatig onder opwarmdruk aan de laspiegel gedrukt. Hoe beter de voorbereiding is geweest, hoe gelijkmatiger de lasril wordt. De buis en/of hulpstukken worden onder deze druk tegen de laspiegel gehouden totdat de lasril een bepaalde hoogte heeft bereikt. Daarna volgt de doorwarmfase.



Afbeelding 9.7 Opwarmen buis en/of fittingen

Doorwarmen

Gedurende het doorwarmen dienen de lasvlakken onder geringe druk tegen de laspiegel gehouden te worden. De druk is slechts 0,01 N/mm². De warmte verspreidt zich nu gelijkmatig door de buis. De lasril zal in hoogte toenemen.



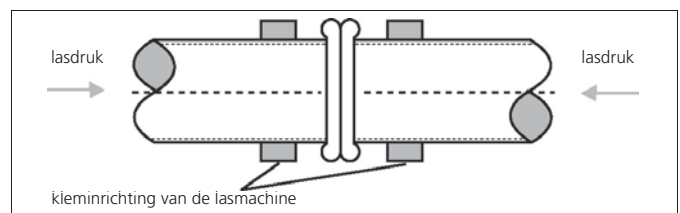
Afbeelding 9.8 Doorwarmen buis en/of fittingen

Omstellen

Tussen het opwarmen/doorwarmen en het lassen dient de laspiegel weggenomen en de lasvlakken tegen elkaar gedrukt te worden. Het uitnemen van de laspiegel dient snel te gebeuren om afkoelen te voorkomen.

Lassen en afkoelen

De te lassen oppervlakten dienen met een zeer geringe snelheid elkaar te raken. De lasdruk dient binnen de drukopbouwtijd te worden aangebracht. Volgens NEN 7200 is voor PE100 de specifieke lasdruk $P = 0,18$ N/mm². Het opbouwen van de lasdruk dient gelijkmatig te gebeuren met een afwijking van niet meer dan 0,01 N/mm². Bij een te snelle drukopbouw wordt het plastische materiaal weggedrukt. Bij te langzaam samendrukken koelt het materiaal te zeer af. In beide gevallen is de laskwaliteit onvoldoende.



Afbeelding 9.9 Lassen/afkoelen buis en/of fittingen

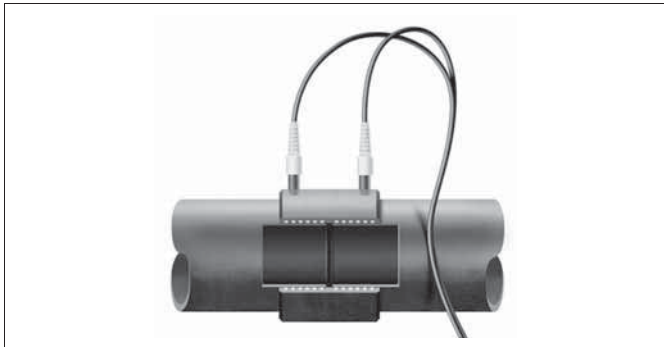
Afkoelen

De aandrukkracht dient tijdens de hele afkoeltijd constant te worden gehouden. Daarbij dient erop te worden gelet dat er geen enkele mechanische belasting op de lasnaad wordt uitgeoefend. De las moet worden beschermd tegen te snelle of te abrupte afkoeling. Na het samenvoegen moet er een gelijkmatige dubbele lasril beschikbaar zijn. De lasnaadvorming geeft een eerste indruk van de gelijkmatigheid van de lasnaad. Een uiteenlopende lasnaadvorming of een onregelmatige lasrilmvorm is geen indicatie voor een gebrekkige verwerking. Vaak is daarvoor het verschil in kruipgedrag van de smelt (viscositeit) van beide samengevoegde delen verantwoordelijk. De lasrilmaat 'K' moet altijd > 0 zijn.

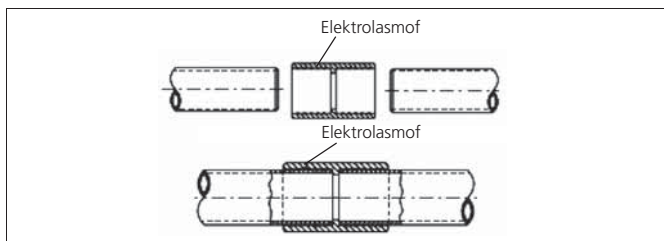
In diagram 9.1 en tabel 9.3 staan de richtwaarden voor de lascyclus. Het instellen van de lasmachine is afhankelijk van de machineweerstand. De lastabellen van de machine dienen gebruikt te worden voor instelling van de lasdruk.

Lassen van polyolefinen

9.2.3 Elektromoffassen



Afbeelding 9.10 Elektrolasmof



Afbeelding 9.11 Elektromoffassen

Beschrijving

In de leidingbouw worden elektromoffassen, in de dagelijkse praktijk elektrolassen genoemd, ingezet voor het verbinden van leidingonderdelen in de gas- en drinkwatersector, in de installatiebouw en bij drukrioleringsystemen. Elektromoffassen is geschikt voor het verbinden van leidingonderdelen van de buisseries:

ISO-S buisserie / SDR

- S 5 / SDR 11 (PE100)
- S 8 / SDR 17 (PE100)

Elektromoffassen is naast stuiklassen een wijdverbreide lasmethode in de PE-leidingbouw. Voor de toepassing van elektromoffassen spreken de volgende voordelen:

- gemakkelijke hantering tijdens het hele lasproces
- ongecompliceerde bediening van de lasapparaten
- constante kwaliteit van de lasverbinding door instelling van het elektrolasapparaat
- trekvast verbinding
- geen afzetting of lasril in het inwendige van de buis
- lassen op moeilijk toegankelijke plaatsen mogelijk

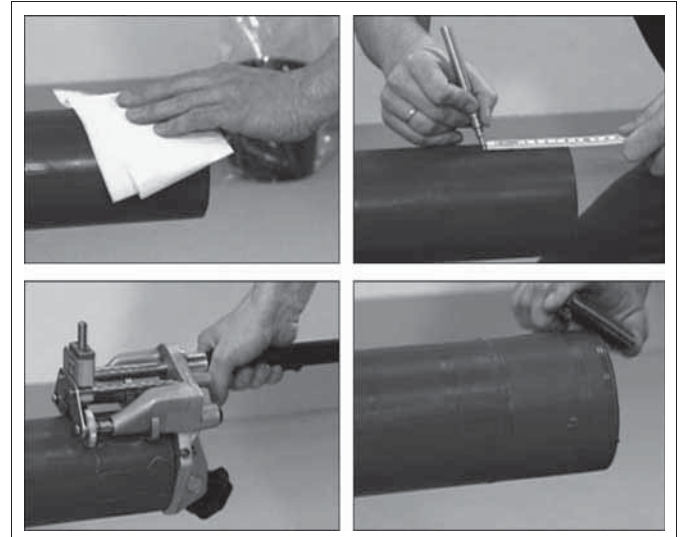
Het lassen vindt overlappend plaats, dat wil zeggen, buizen en/of fittingen worden via een elektrolasmof met elkaar verbonden. De in de elektrolasmof geplaatste weerstandsdraden (verwarmingsspiralen) worden door een elektrisch lasapparaat verwarmd, waarbij zowel het oppervlak van de buis als de elektrolasmof (in de directe omgeving van de verwarmingsspiralen) worden geplastificeerd. Door de warmte-uitzetting van de kunststof ontstaat de aandrukkracht, zodat er onder invloed van deze beide parameters na beëindiging van de lastijd een homogene verbinding is ontstaan tussen elektrolasmof en buis of fitting.

Het elektrolasproces

De uitvoering van het elektrolasproces wordt beschreven in Laspraktijk aanbeveling VM 102 'Elektro(mof)lassen van thermoplastische kunststoffen'.

Vorbereitung

- controleer buis en fitting op afmetingen en beschadiging
- controleer staat en werking van lasapparaat
- tref beschuttende maatregelen indien de weersomstandigheden daartoe aanleiding geven
- buizen, fittingen en lasapparatuur bij verwerking een gelijke omgevingstemperatuur tussen -10°C en + 45°C
- niet lassen bij uitstroom van medium



Afbeelding 9.12 t/m 9.15

Vorbereitung

1. Kort de buis haaks af
 - schuin afkorten kan leiden tot onvolledige versmelting, oververhitting of ontbranding
2. Buis schoonmaken
3. Laszone markeren
4. Oxidehuid verwijderen
 - schil een egale lange aaneensluitende spaan (min 0,15 mm dik)
 - overmatig dikke spaan kan ringspleet onvolledig sluiten
 - 5 mm extra schillen is bewijs van juiste verwerking
 - veilen of schuren is niet toegestaan
5. Buis ontbramen
6. Ovale buis ronden
 - gebruik rondrukklemmen indien ovaliteit >1,5% diam. of >1,5 mm

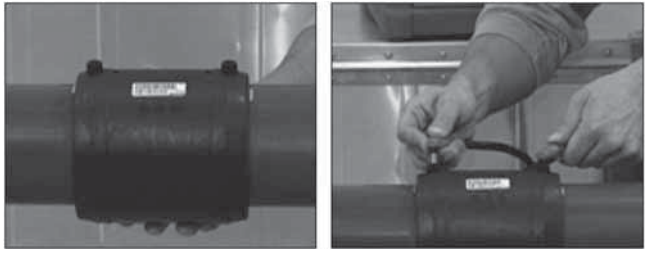


Afbeelding 9.16 t/m 9.18

Reinigen

1. Opnieuw laszone markeren
2. Lasoppervlak buis reinigen
 - lasoppervlak dient absoluut zuiver te zijn
 - gebruik PE-reinigingsmiddel en absorberend, niet-rafelend, niet-ingekleurd papier
3. Binnenzijde mof reinigen
 - fitting net voor gebruik uit verpakking nemen
 - voorkom dat vervuiling van onbehandelde oppervlakken in de laszone wordt gewreven

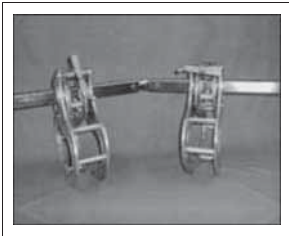
Lassen van polyolefinen



Afbeelding 9.19 en 9.20

Positioneren

1. Buis tot markering in fitting schuiven
2. Contactstekkers aansluiten op fitting
Let op spanningsvrije montage!
 - buis recht in mof steken
 - niet verdraaien
 - moffen dienen handmatig beweegbaar te zijn
3. Richtlijn VM102 schrijft voor: gebruik klemmen voor spanningsvrije montage



Afbeelding 9.21

Lassen

1. Barcode scannen met leespen
2. Start lasproces
 - elektrolasapparaat regelt automatisch de energiedosering en lastijd
 - veilige afstand tot lasplaats 1 m
3. Vergelijk gerealiseerde lastijd met de vereiste lastijd
4. Noteer gerealiseerde lastijd op de buis
 - lasindicator geeft een indruk van de uitgevoerde las, juistheid wordt door lasapparaat aangegeven



Afbeelding 9.22 t/m 9.25

Afkoelen

1. Afkoeltijd CT van barcode aanhouden voordat verbinding wordt bewogen
2. Afkoeltijd voor test- of bedrijfsdruk volgens tabellen Frialen montage-instructie



Afbeelding 9.26

9.2.4 Heteluchtlassen

Beschrijving

- Lassoorten

- Heteluchtlassen kan worden onderverdeeld in
- heteluchtdraadlassen met normaal mondstuk
 - heteluchtdraadlassen met snellasmondstuk
 - heteluchtextrusielassen

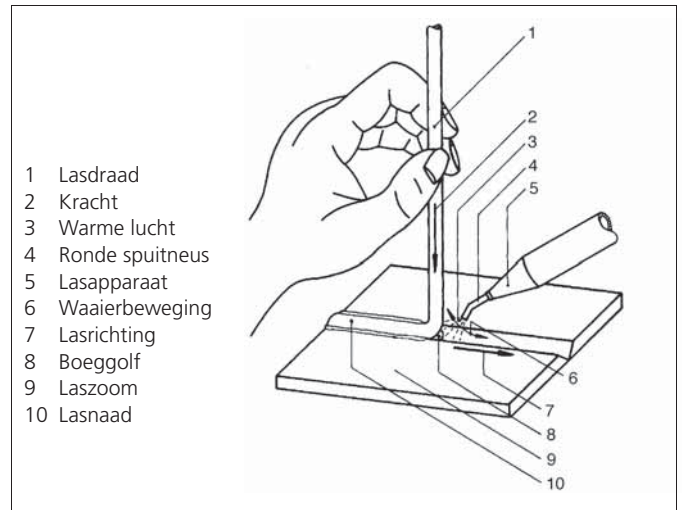
De basis voor de afzonderlijke extrusielasmethoden vormen de DVS-richtlijnen 2207 Deel 3, 4 en 5. De toepassing van heteluchtlassen vergt van de lasser bijzondere kennis en vaardigheden. De eisen zijn opgenomen in DVS 2212 Deel 1.

- Werkingsprincipe

Bij heteluchtlassen worden de te verbinden oppervlakken en het toevoegmateriaal door middel van verwarmde lucht in een plastische toestand gebracht en onder druk met elkaar verbonden. De verwarming van de lucht vindt plaats in het lasapparaat. Er dient te allen tijde voor te worden gezorgd dat de warme lucht water-, stof- en olievrij is. Hieronder wordt op de genoemde heteluchtasmethoden nader ingegaan.

1. Heteluchtdraadlassen met normaal mondstuk

Bij heteluchtdraadlassen met normaal mondstuk vindt de toevoer van verwarmde lucht in de regel plaats via een ronde spuitneus op de plaats van de las. Het toevoegmateriaal moet overeenkomen met het te lassen basismateriaal. Meestal gebruikt men een toevoegmateriaal in draadvorm met een diameter van 3-4 mm. Voor het lassen wordt de draad (licht afgeschuind) verticaal in de naad geplaatst. De ronde spuitneus wordt met een lichte waaierbeweging op de naad gericht, zodat de warmeluchtstroom zowel de draad als het basismateriaal gelijkmatig verwarmt. Door verticale druk op de lasdraad wordt deze in de richting van de lasnaad geleid en daarbij wordt het onderste, gekromde gedeelte verwarmd. Voor de lasdraad vormt zich een boeggolf en aan beide kanten van de naad een laszoom (afbeelding 9.27).

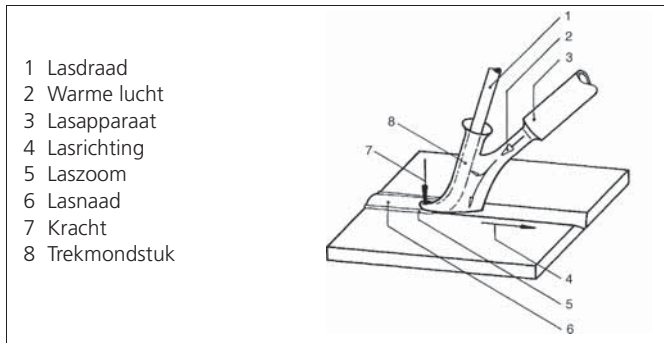


Afbeelding 9.27 Heteluchtdraadlassen met normaal mondstuk

2. Heteluchtdraadlassen met snellasmondstuk

Bij heteluchtdraadlassen met snellasmondstuk wordt de lasdraad via een trekmondstuk toegevoerd, verwarmd en met een snavelvormig aanzetstuk onder aan het mondstuk in de lasgroef gedrukt (afbeelding 9.28). Door de voorwaartse beweging van het mondstuk wordt de lasdraad in de regel vanzelf meegetrokken. De lassnelheid bij heteluchtdraadlassen met snellasmondstuk is 3-4 keer hoger dan bij heteluchtdraadlassen met normaal mondstuk. In tegenstelling tot heteluchtdraadlassen met normaal mondstuk kan bij deze lasmethode de vereiste lasdruk gelijkmatiger worden aangebracht. Heteluchtdraadlassen met snellasmondstuk kan op moeilijk toegankelijke plaatsen niet meer worden gebruikt.

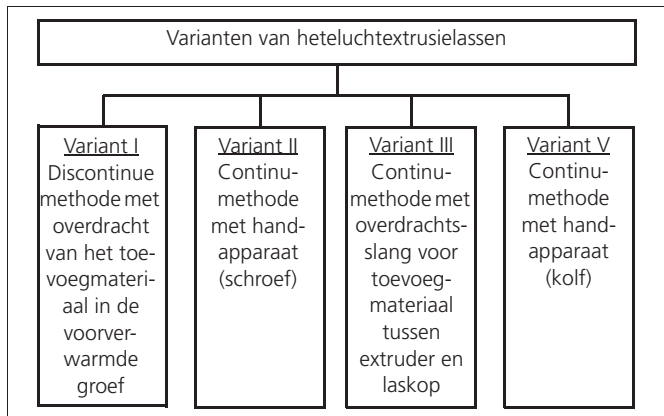
Lassen van polyolefinen



Afbeelding 9.28 Heteluchtdraadlassen met snellasmondstuk

3. Heteluchtextrusielassen

Het extrusielassen is een deels gemechaniseerd heteluchtaslmethode die overwegend wordt gebruikt voor het verbinden van dikwandige onderdelen. Bij heteluchtextrusielassen worden vier verschillende varianten toegepast. De gegevens van heteluchtextrusielassen zijn ontleend aan de DVS-richtlijnen 2207 Deel 4 en Deel 5, alsmede aan DVS-richtlijn 2209 Deel 1 en Deel 2.

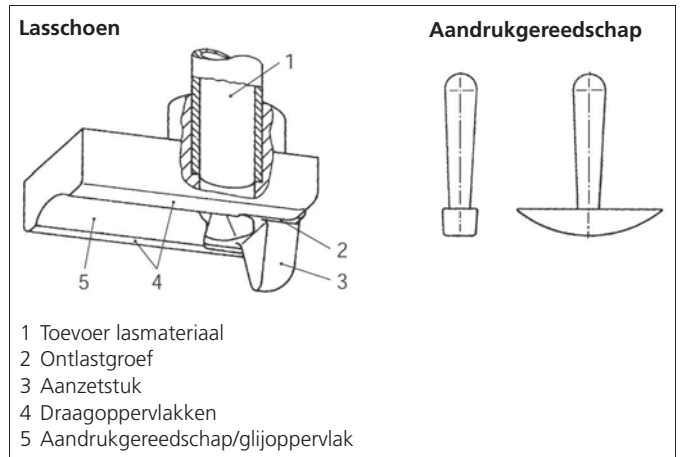


Afbeelding 9.29 Varianten van heteluchtextrusielassen

De machineopbouw is in principe gelijk voor alle heteluchtextrusielasapparaten die bij de verschillende varianten worden ingezet.

De lasapparaten bestaan uit:

- plastificeereenheid (extruder) voor de beschikbaarstelling van het toevoegmateriaal
- voorverwarmingsinrichting (heteluchtapparaat) voor de verwarming van de verbindingsoppervlakken
- gereedschap voor het aanbrengen van de vereiste lasdruk in de vorm van een lasschoen of aandrukgereedschap (afbeelding 9.30)



Afbeelding 9.30 Lasschoen en aandrukgereedschap

De vorm van de lasschoen of het aandrukgereedschap is afhankelijk van de vorm van de naad en de methode. Lasschoenen worden meestal gemaakt van PTFE (polytetrafluoretheen).

Heteluchtmondstukken dienen zo zijn geconstrueerd dat de verdeling van de lucht bij de mondstukopening gelijkmatig plaatsvindt en de temperatuur zoveel mogelijk constant blijft.

Het meest gebruikt wordt de handextruder, die zo is uitgevoerd dat hij weinig weegt en daardoor relatief gemakkelijk kan worden gehanteerd. Extruders worden gemaakt als halfautomaat en als volautomaat. Met lasextruders kunnen verschillende lasnaadvormen worden gemaakt (bijv. V-naad, dubbele V-naad, hoeklas). De extruder brengt in een continuproces geplastificeerd granulaat in de lasgroef, die door de hete lucht is verwarmd. Het extrudaat wordt via de lasschoen in de groef gebracht en met de vereiste aandrukkracht aangedrukt, en gaat een homogene verbinding aan met het door de hete lucht geplastificeerde oppervlak van het basismateriaal.

Bij zeer grote groeven dient de las in verschillende lagen te worden ingebracht. Het lassen met de extruder vereist geschoolde en geoefende vaklieden, omdat de juiste voortloopsnelheid, in combinatie met de noodzakelijke aandrukkracht, van grote invloed is op de kwaliteit van de lasnaad. Tabel 9.6 toont lasparameters (richtwaarden) voor de afzonderlijke varianten van heteluchtextrusielassen.

Materiaal Symbol	Lassoort	Laskracht (N) bij Rond Ø 3mm	Lasdraad Rond Ø 4mm	Warmeluchttemperatuur (°C)	Luchthoeveelheid (l/min)
PE	Heteluchtdraadlassen met normaal mondstuk	6 - 10	15 - 20	300 - 350	40 - 60
PE	Heteluchtdraadlassen met snellasmondstuk	10-16	25 - 35	300 - 350	40 - 60

Tabel 9.5 Lasparameters: richtwaarden voor heteluchtdraadlassen met normaal mondstuk en snellasmondstuk

Methode	Variant	Materiaaldikte (voor enkellaags lassen) (mm)	Massa- temperatuur (°C)	Heteluchttem- peratuur (°C)	Luchthoeveel- heid (l/min)	Hoeveelheid toe- voegmateriaal (kg/h)
continu	Variant II	0...15	200...230	250...300	≥ 300	0...2
	Variant III	0...15	200...230	250...250	≥ 300	0...4
		15...30	200...230	250...300	≥ 400	0...6
	Variant V	0...15				
discontinue	Variant I	0... 5	200...230	250...300	≥300	0...4

Tabel 9.6 Lasparameters voor heteluchtextrusielassen

Lassen van polyolefinen

Opmerkingen bij tabel 9.6:

- 1 Als er dickere werkstukken moeten worden gelast, dient de las in meer lagen te worden gemaakt.
- 2 De massatemperatuur dient met een insteekthermometer bij de extrudaatuitgang te worden gemeten.
- 3 De heteluchttemperatuur dient tussen de mondstukuitgang en 5 mm in het mondstuk te worden gemeten.
- 4 Luchthoeveelheid betekent hier koude lucht bij ca. 20°C en atmosferische druk in bedrijfsgerede toestand. Bij luchtvoorziening uit een perslucht net dient de luchtdruk achter de luchthoeveelheidsmeter te worden gemeten en door middel van een druk- of hoeveelheidsomrekening te worden meegerekend. Er mogen geen oliën of vetten in de lucht terecht komen!

- Toepassingsgebieden

- De beschreven heteluchtmethodes worden overwegend gebruikt in de:
- apparatenbouw (productie van schachten en tanks).
 - leidingbouw (lassen van mantelbuizen). Het gebruik voor het lassen van mantelbuizen vormt echter eerder de uitzondering.

Het extrusielasproces - voorbereiding

Om de kwaliteit van de lasnaad te kunnen waarborgen dient de voorbereiding van de naad evenals bij alle reeds beschreven lasmethoden met de nodige zorgvuldigheid worden uitgevoerd.

Bij de voorbereiding van de lasnaad dienen daarom de hieronder genoemde punten worden opgevolgd:

- De verbindingsooppervlakken en de aangrenzende randzones dienen voorafgaand aan het lassen mechanisch worden bewerkt met bijv. een krabber of een schilmes. Delen die aan weersinvloeden of chemicaliën zijn blootgesteld dienen voorafgaand aan het lassen tot op de onbeïnvloede zone te worden bewerkt.
- Er dient voor te worden gezorgd dat er tijdens de lasprocedure in de open lucht geen weersinvloeden (bijv. wind, regen) kunnen zijn. Bij omgevingstemperaturen onder +5°C moet de laslocatie worden beschermd (bijv. door een verwarmde tent). De temperatuurverandering in de directe nabijheid van de lasplaats mag tijdens het lassen niet meer dan 10°C bedragen.
- De lasplaatsen moeten stof-, olie- en vetvrij zijn.
- Voorafgaand aan het lassen dient te worden gecontroleerd of de machines en apparatuur goed werken. Daartoe dienen de desbetreffende lasparameters te worden ingesteld en de gewenste waarden met de werkelijke waarden met behulp van testapparatuur te worden gecontroleerd. Het resultaat dient in een testverslag te worden gedocumenteerd.

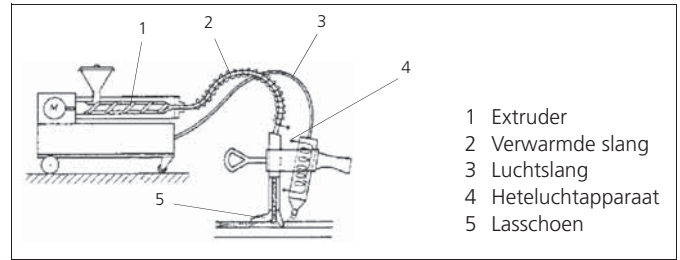
- Lasnaadvormen

De lasnaadvormen komen overeen met de bij metalen bekende en gebruikelijke naadvormen (bijv. hoeklas, V-naad, dubbele V-naad). Naadvormen zijn beschreven in de informatiebladen DVS 2205 Deel 3 en 5. Richtwaarden voor de lasparameters worden genoemd in informatieblad DVS 2207 Deel 3.

Uittreksel uit DVS 2207 Deel 3 voor de opbouw van de lasnaad bij heteluchtlassen.

	Materiaaldikte (mm)	Lasdraad Aantal x diameter
V-naad	2	1x4
	3	3x3
	4	1x3+2x4
	5	6x3
Dubbele V-naad	4	2 (1x4)
	5	2 (3x3)
	6	2 (3x3)
	8	2 (1x3+2x4)
	10	2 (6x3)

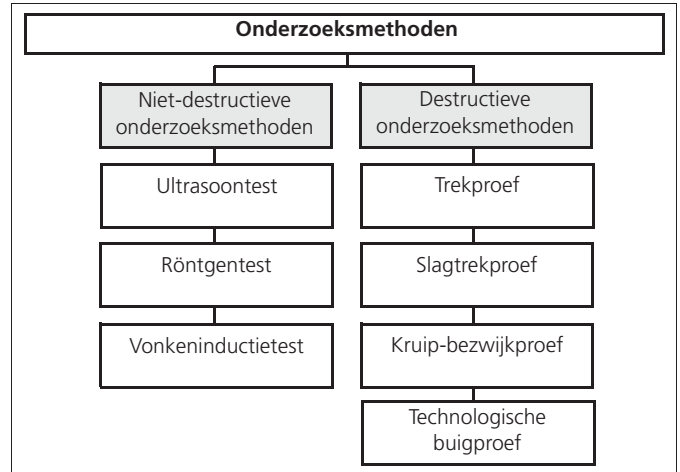
Tabel 9.7 Lasnaadvorm afhankelijk van de materiaaldikte bij een openingshoek van 60°



Afbeelding 9.31 Extrusielassen (variant III)

9.3 Onderzoeksmethoden ter beoordeling van lasverbindingen

Gerede onderdelen worden in de regel alleen met niet-destructieve onderzoeksmethoden getest. Destructieve onderzoeksmethoden worden toegepast in schadegevallen of bij de ontwikkeling van nieuwe materialen en productieprocessen.



Afbeelding 9.32 Toegepaste onderzoeksmethoden voor kunststoffen

De meest gebruikte controle in de kunststof leidingbouw is de visuele controle. Bij een visuele controle hebben we te maken met een zuiver optische, uitwendige beoordeling van halffabricaten, onderdelen en lasverbindingen. De visuele beoordeling van een stuiklasnaad kan zonder bijzondere hulpmiddelen worden uitgevoerd, mits de controleur beschikt over de juiste kennis en ervaring. De mogelijkheid voor visuele beoordeling van elektromoflasverbindingen beperkt. De controles beperken zich tot de voorbereiding van de lasnaad en de ingestelde lasparameters. De beoordeling van de in de leidingbouw meest gebruikte lasverbindingen is beschreven in in NEN 7200 en VM 102.

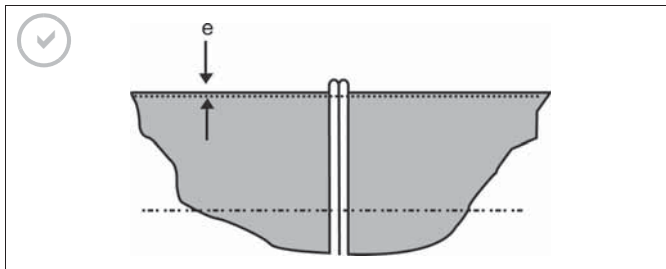
9.3.1 Visuele beoordeling van stuiklasverbindingen

Stuiklassen worden met name visueel geïnspecteerd. De beoordeling van stuiklasverbindingen is beschreven in NEN 7200.

De lasril moet gelijkmatig van vorm zijn. In het lasgebied mogen geen scheuren, verontreinigingen of andere beschadigingen voorkomen. De afmetingen van de lasril moeten overeenkomen met de in tabel 9.3 gegeven waarden.

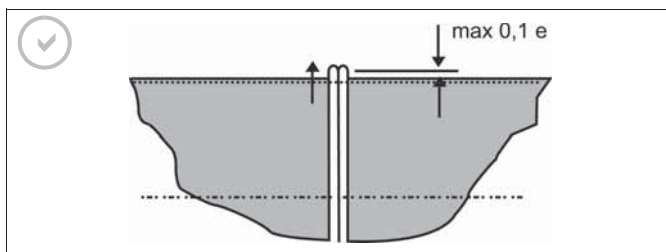
De vorm van de lasril is een indicatie voor een zorgvuldige uitvoering van het lasproces. Beide lasrillen moeten dezelfde vorm en grootte hebben. Verschillen tussen de rillen kunnen veroorzaakt worden door verschillen in het vloeigedrag van de met elkaar verbonden lasvlakken. De las kan desondanks functioneel goed zijn. In afbeelding 9.33 is een goede las weergegeven met gelijkmatige lasrillen.

Lassen van polyolefinen



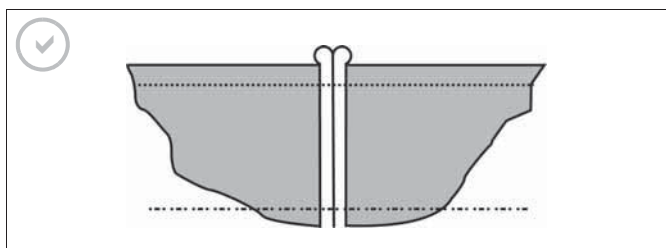
Afbeelding 9.33 Stuiklas met gelijkmatige lasrillen (goed)

Het wandverzet tussen de beide uiteinden kan verschillende oorzaken hebben. Ongelijkmatig insnoeren van een van de uiteinden of ovaliteit zijn enkele van de mogelijke oorzaken. Zolang het verschil kleiner is dan 10% van de wanddikte van de buis/hulpstuk kan de las als 'acceptabel' beoordeeld worden. Zie afbeelding 9.34.



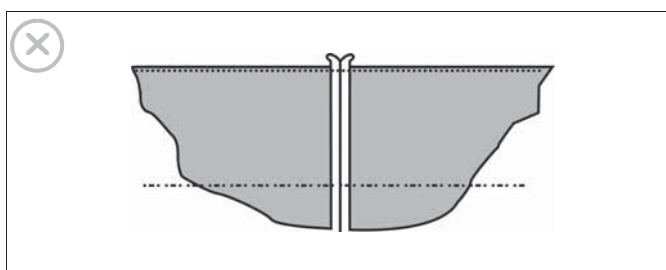
Afbeelding 9.34 Stuiklas met wandverzet (acceptabel)

Bij een te hoge verwarming of te grote aandrukkracht worden de lasrillen te groot. In afbeelding 9.35 is te zien dat bij een gelijkmatigheid van de beide lasrillen deze las toch als 'acceptabel' te beoordelen is.



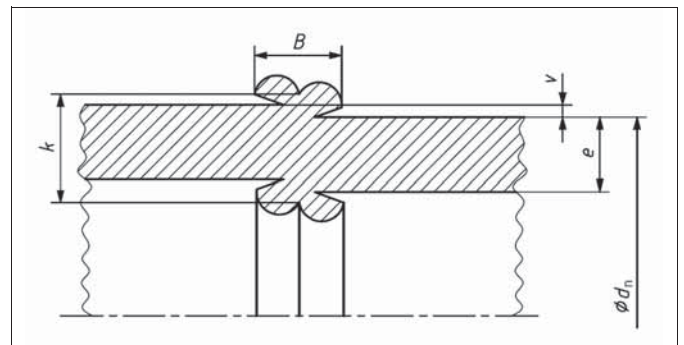
Afbeelding 9.35 Stuiklas met te grote lasrillen (acceptabel)

In afbeelding 9.36 is een las te zien met te gering gevormde lasrillen. Dit wijst op te geringe verwarming of op een te geringe aandrukkracht. Bij dikwandige buizen gaat dit vaak gepaard met de vorming van krimpholtes. Dit soort lassen moet als 'niet acceptabel' worden beoordeeld.



Afbeelding 9.36 Stuiklas (niet acceptabel)

In afbeelding 9.37 is het voorbeeld van een goede las in doorsnede weer gegeven. De lasril is rond, kerfvrij en met een wandverzet van max. 0,1 e. De rilmaat 'K' dient tenminste gelijk te zijn aan de wanddikte e.



Afbeelding 9.37 Doorsnede van goede situatie

9.3.2 Visuele beoordeling van elektromoflasverbindingen

Een uitspraak over de kwaliteit van de lasnaad zoals dit mogelijk is bij stui Klassen op grond van de lasrilvorm, is bij elektromoflassen niet te doen. Controleren of het plastificeren heeft plaatsgevonden en er dus een lasverbinding tot stand is gebracht tussen de elektrolasmof en de desbetreffende samen te voegen delen, is alleen mogelijk aan de hand van de veranderde indicatoren die aan de mof te zien zijn.

Indien men toch een gefundeerde uitspraak wil doen over de kwaliteit van de lasverbinding zonder de lasverbinding kapot te maken, moet men zijn toevlucht nemen tot een van de niet-destructieve onderzoeksmethoden (bijv. ultrasoon, röntgen). Die zijn in de regel duur niet nauwkeurig genoeg voor een juiste beoordeling van de kwaliteit van de lasverbinding. Beide methoden maken het mogelijk om ingesloten verontreinigingen, luchtholten, e.d. te detecteren en de insteekdiepte van de buis in de mof te bepalen. Hierbij dient wel te worden aangetekend dat bij ultrasone inspectie de beoordeling wordt bemoeilijkt door de sterke echo van de wikkelingen. Bij radiografie kan tevens worden geconstateerd of de lasdraad nog regelmatig van vorm is. Is dat niet het geval, dan is de kwaliteit van de las twijfelachtig.

Er dient bij een visuele controle van de lasverbinding in ieder geval op te worden gelet of er zichtbare sporen (krassen, matte oppervlakken, kleine groeven vlak naast de lasmof) te zien zijn die er op wijzen dat er een mechanische bewerking heeft plaatsgevonden. De mechanische bewerking is noodzakelijk voor een onberispelijke kwaliteit van de lasnaad. Onderstaande beschrijving is overgenomen uit NIL laspraktijk richtlijn VM 102.

De elektro(mof)las is van goede kwaliteit wanneer de las ook op lange termijn voldoende mechanische sterkte heeft, de laszone homogeen is en vrij van scheuren, insluitsels en holten. Daarnaast dient het lasproces te worden gecontroleerd op de juiste las- en koeltijden. Voor een goede kwaliteitscontrole is het verder vereist om, voorafgaande aan de produktlassen, enkele proeflassen te maken. Deze worden onder gecontroleerde praktijkcondities gemaakt met de toe te passen materiaal soort. De lascondities (las- en koeltijden) worden nauwkeurig aangehouden. Enkele van deze lassen worden destructief onderzocht:

- aan de hand van een trekproef
- aan de hand van een onthechtingsproef

De proeflassen kunnen verder als vergelijkingsmateriaal worden gebruikt bij de visuele controle van de praktijklassen. Verder dienen alle lassen die met afwijkende parameters zijn gelast of waarbij het lassen niet voldoet aan de gestelde eisen ten aanzien van de uitvoering, te worden verwijderd.

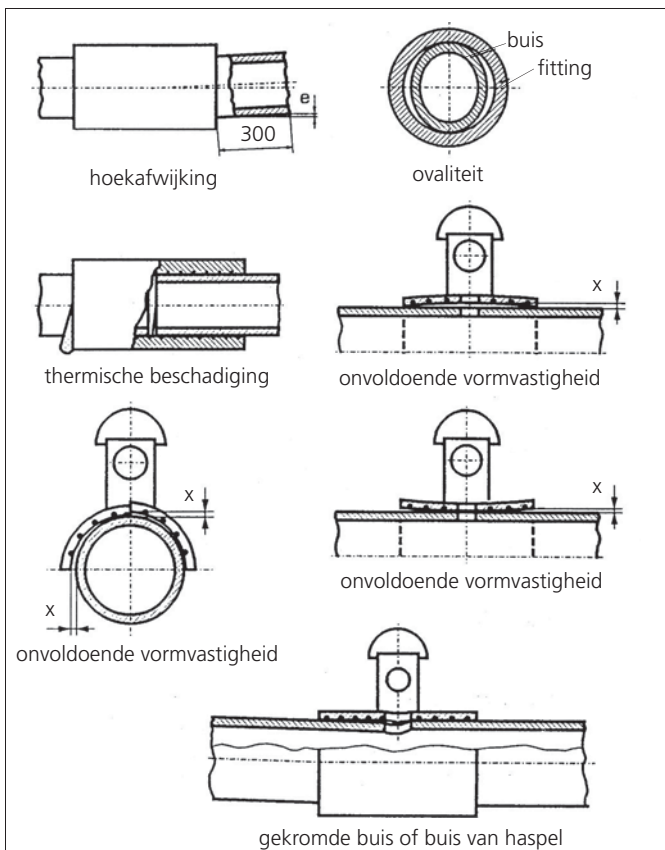
Lassen van polyolefinen

Visuele controle

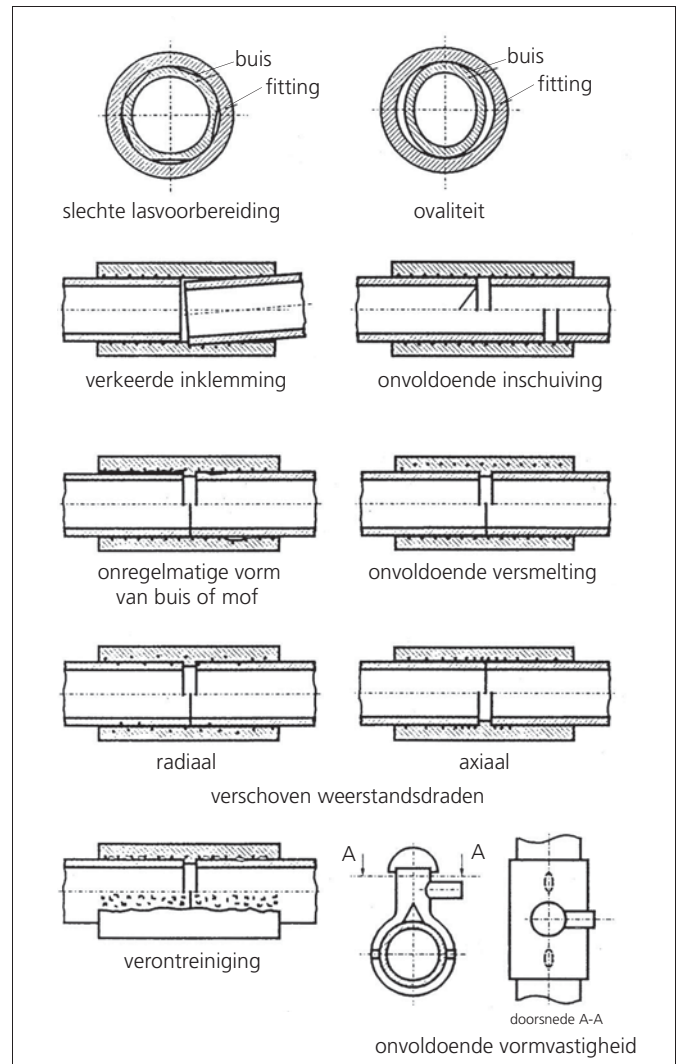
Los van steekproefgewijze destructieve controle is een nauwkeurige visuele controle, samen met het vastleggen van de lasparameters, van essentieel belang. Het uiterlijk van de praktijklassen wordt nauwkeurig bekeken en vergeleken met dat van de referentielassen. Daarbij mogen zich geen grote afwijkingen voordoen ten opzichte van de referentielassen.

In het lasgebied mogen geen scheuren, verontreinigingen of andere beschadigingen voorkomen. Verder dient gelet te worden op:

- de juiste insteekdiepte van de buis in de fitting.
- het in lijn liggen van de verschillende componenten van het leidingsysteem.
- de afwijking van de rechtstandige positie van de buis in de mof. Deze mag gemeten over een afstand van 300 mm ten opzichte van de mof ten hoogste 1 mm bedragen (hoekafwijking $<0,2^\circ$).
- het niet zichtbaar zijn van de weerstandsdraden.
- een regelmatige vulling van de oorspronkelijke spleet tussen de mof en de buis.
- thermische beschadiging.
- bindingsfouten door onvoldoende vormvastheid van zadels of door gekromde buis.
- de ovaliteit van de buis in de mof. Deze mag na het lassen ten hoogste 1,5% van de gemiddelde buitendiameter van de buis bedragen, met een maximum van 1,5 mm.
- de eventueel aanwezige lasindicatoren.



Afbeelding 9.38



Afbeelding 9.39

9.3.3 Beoordeling van lasnaden bij heteluchtlassen

De ultrasoon- en vonkeninductietest zijn twee niet-destructieve onderzoeksmethoden die zich uitstekend hebben bewezen in de apparatenbouw (bijv. bij de fabricage van schachten en tanks), een terrein waar overwegend wordt gewerkt met de methode van heteluchtextrusielassen. Maar ook op dit terrein behelpt men zich veelal met een eenvoudige visuele lasnaadcontrole. Om relatief exact de locatie van een defect in het inwendige van een lasnaad te kunnen ontdekken, ontkomt men bijna niet aan een ultrasooncontrole. Voor de afzonderlijke lasnaadvormen bestaan er tegenwoordig speciaal geconstrueerde zenders en ontvangers, waarmee een ervaren ultrasooncontroleur in staat is ook de kleinste defecten in de lasnaad te herkennen en juist te interpreteren. Goed geschoold personeel en de juiste ervaring met deze onderzoeksmethode zijn echter absoluut noodzakelijk en dit verhoogt de kosten van een dergelijk onderzoek aanzienlijk. In tegenstelling daartoe is de vonkeninductietest wezenlijk voordeliger en eenvoudiger uit te voeren.

Lassen van polyolefinen

9.4 Samenvatting

Lassen van PE	Lassen is kunststof leiding- en apparatenbouw een gangbare verbindingstechniek. PE drukleidingen worden op de eerste plaats verbonden volgens stui- en elektromoflassen.
Stuiklasmachines	Principiële onderdelen van een stuiklasmachine zijn: vlakke schaar (bij machines voor de bewerking van de buizen), verwarmingselement, spangereedschap en hydraulische eenheid. Er wordt gebruikgemaakt van bouwmaschinen (mobiele, bijv. sleuflasmachines) en werkplaatsmachines (stationaire lasmachines). Bij bouwmaschinen gaat men steeds vaker over op CNC-gestuurde machines (volautomatisch), opdat in de bouw de reproduceerbaarheid van de lasnaden en een machinaal geproduceerde verslaglegging zijn gewaarborgd.
Lasrilmvorming bij stui Klassen	Door de vorm van de lasril die ontstaat, kan aan de hand van een visuele controle een uitspraak worden gedaan over de kwaliteit van de las. De beoordeling vereist echter goede, op het onderwerp betrekking hebbende praktische en theoretische vakkennis van de lasmethode.
Elektromoflassen	De verbinding van de leidingdelen wordt tot stand gebracht door een elektrolasmof, waarbij er door de aan de binnenkant geplaatste verwarmingsdraden (elektrische weerstandsdraden) tijdens het lassen stroom loopt, waardoor deze door de elektrische weerstand worden verhit. Daarbij worden zowel de mof als de buis of fitting aan het oppervlak (contactgedeelte) geplastificeerd. Er ontstaat zo een homogeen samenstel tussen elektrolasmof en buis/fitting.
Hetelucht lasmethoden	Bij heteluchtlassen wordt onderscheid gemaakt tussen heteluchtdraadlassen met normaal mondstuk, heteluchtdraadlassen met snellasmondstuk en heteluchtextrusielassen. De plasticering van het lasgebied wordt bereikt door de verbindingsoppervlakken (en het toevoegmateriaal) met hete lucht te verwarmen. Daarbij stroomt de hete lucht uit een mondstuk, dat zo is gevormd dat de verbindingsoppervlakken voldoende worden verwarmd en geplastificeerd.
Heteluchtdraadlassen met normaal mondstuk	Het lasapparaat, voorzien van het speciale mondstuk (meestal een ronde spuitneus), wordt in een waaierbeweging over het te lassen oppervlak gevoerd. Daarbij worden het basismateriaal en het toevoegmateriaal zo verwarmd, dat het materiaal in het gebied van de las wordt geplastificeerd. Het toevoegmateriaal (meestal in draadvorm) wordt door verticaal aandrukken met de hand in het lasgebied gebracht. De vereiste lasdruk of aandrukkracht wordt tijdens het lasproces door aandrukken van de lasdraad met de hand uitgeoefend. De lasser dient over de juiste kennis en vaardigheden te beschikken.
Heteluchtdraadlassen met snellasmondstuk	De verwarming van het basismateriaal en van het toevoegmateriaal vindt plaats via het snavelvormige aanzetstuk aan de onderkant van het trekmondstuk. De vereiste lasdruk wordt via het trekmondstuk aangebracht.
Heteluchtextrusielassen	Bij heteluchtextrusielassen worden vier verschillende varianten toegepast. De afzonderlijke varianten verschillen in de toevoerwijze van het lasmateriaal, het type lasapparaat (bijv. handextruder) en het aandrukgereedschap (bijv. stempel, lasschoen). Een extruder voor heteluchtlassen is in de regel als volgt opgebouwd: plastificeereenheid, heteluchtapparaat en inrichting voor het aanbrengen van de vereiste lasdruk.
Lasschoen/ aandruk gereedschap	Een lasschoen of aandrukgereedschap beïnvloedt het uiterlijk, de vormgevingsmogelijkheden en de kwaliteit van de lasnaad wezenlijk. Lasschoen en aandrukgereedschap worden in overeenstemming met de gewenste naadbreedte en naadvorm aangepast of vervaardigd. De lasschoen heeft als taak de smelt bij heteluchtextrusielassen gelijkmatig in de voeg te verdelen en de juiste lasdruk aan te brengen.
Gereedschap bij heteluchtextrusielassen	Bij deze lasmethode wordt gewoonlijk gewerkt met hand- of standextruder met zwenkkop en overdrachtslang.
Vorbereiding van de lasnaad	De voorbereiding van de lasnaad is bij alle lasmethoden van groot belang. De voorbereiding is van doorslaggevende invloed op de kwaliteit van de lasverbinding en moet daarom met grote zorgvuldigheid worden uitgevoerd.
Lasnaadonderzoek	Er wordt onderscheid gemaakt tussen destructief en niet-destructief onderzoek. Destructieve onderzoeksmethoden worden hoofdzakelijk toegepast bij de beoordeling van schadegevallen.
Beoordeling van lasverbindingen	Een in de praktijk vaak toegepaste niet-destructieve lasnaadbeoordeling is de visuele (optische) lasnaadcontrole. Hierbij staat de beoordeling van het uiterlijk (bijv. lasril bij stui Klassen) centraal. Deze controlevorm vereist echter theoretische en praktische kennis, maar ook de nodige ervaring bij de controleur. Als er een nauwkeurigere uitspraak over de kwaliteit van de lasnaad moet worden gedaan, dan dient er een duurdere, niet-destructieve (bijv. ultrasoon- of röntgentest) of destructieve onderzoeksmethode te worden toegepast.